

目录

1 简介	11
目的	11
VLT FC 产品概述	11
为了您的安全	11
静电放电 (ESD)	12
机架规格定义	12
所需工具	13
通常的紧固转矩值	13
分解图	14
额定值表	17
2 操作员接口和变频器控制	23
简介	23
用户界面	23
数字式本地控制面板 (NLCP)	28
提示与技巧	29
状态信息	29
维护功能	34
变频器输入和输出	35
输入信号	36
输出信号	36
控制端子	37
控制端子功能	38
屏蔽电缆的接地	40
3 变频器内部工作	41
通用信息	41
操作说明	41
逻辑部分	42
逻辑-功率接口	43
功率部分	44
操作顺序	45
整流器部分	45
中间部分	47
逆变器部分	49
制动选件	51
冷却风扇	52
风扇速度控制	52
负载共享	53

特定的卡连接	53
4 疑难解答	55
故障排查技巧	55
外部故障排查	55
故障症状疑难解答	55
肉眼检查	56
故障症状	57
无显示	57
间歇显示	57
电动机不运行	58
电动机工作不正确	59
警告/报警消息	60
警告/报警代码表	60
修理之后的测试	71
5 变频器和电动机应用	73
转矩极限、电流极限和不稳定的电动机工作	73
过压跳闸	74
主电源缺相跳闸	74
控制逻辑问题	75
编程问题	75
电动机/负载问题	75
变频器内部问题	76
过温故障	76
电流传感器故障	76
为了实现变频器的电磁兼容性而需要考虑的信号和功率接线事项	77
EMI 的影响	77
EMI 的来源	77
EMI 传播	78
预防措施	79
适当的 EMC 安装	80
6 测试步骤	81
简介	81
测试所要求的工具	82
信号测试板	82
测试电缆	83
静态测试步骤	84
软充电和整流器电路测试：D-机架规格	85
软充电整流器测试：D-机架规格	87

软充电和整流器电路测试：E-机架规格	89
软充电整流器测试：E-机架规格	91
逆变器部分的测试	92
制动 IGBT 测试	93
中间部分测试	94
散热片温度传感器测试	94
风扇导通性测试：D-机架规格	95
风扇导通性测试：E-机架规格	97
动态测试步骤	99
无显示测试	100
输入电压测试	100
基本的控制卡电压测试	101
开关模式电源 (SMPS) 测试	101
零直流总线电压测试	102
直流欠压测试	102
电源电压输入不平衡测试	103
输入波形测试	104
输入 SCR 测试	105
电源电压输出不平衡测试	106
IGBT 门驱动器信号测试	107
IGBT 开关测试	110
制动 IGBT 测试	110
电流传感器测试	111
风扇测试	112
输入端子信号测试	114
首次启动时或修理后的变频器测试	115
7 D-机架规格拆卸及安装说明	117
静电放电 (ESD)	117
说明	117
控制卡及控制卡固定板	117
控制单元支撑托架	118
功率卡	119
功率卡固定板	120
软充电卡	121
门驱动器卡	122
电容器组	123
软充电 (SC) 电阻器 D2/D4 设备	125
软充电 (SC) 电阻器 D1/D3 设备	126
输入端子固定板单元	129

SCR/二极管模块 D2/D4 设备	130
SCR/二极管模块 D1/D3 设备	134
电流传感器	137
散热片风扇单元	138
交流输入端子	140
IGBT 模块 D2/D4 设备	141
IGBT 模块 D1/D3 设备	144
8 E-机架规格拆卸及安装说明	147
静电放电 (ESD)	147
说明	147
控制卡及控制卡固定板	147
控制单元支撑托架	148
功率卡	149
软充电卡	150
门驱动器卡	151
电容器组	152
输入端子固定板单元选件	154
软充电电阻器	155
SCR 和二极管模块	156
电流传感器	159
散热片风扇单元	160
交流输入、电动机、负载共享或再生端子	161
IGBT 模块	162
9 专用测试设备	167
测试设备	167
测试电缆和 SCR 短接插头套件 (部件号 176F8439)	167
信号测试板 (部件号 176F8437)	168
信号测试板管脚: 描述及电压水平	168
10 备件列表	171
备件列表	171
一般注意事项	171
备件列表	172
11 框图	195
D-机架的框图	195
D1/D3 380 - 500 VAC	195
D2/D4 380 - 500 VAC	197
D1/D3 525 - 690 VAC	199
D2/D4 525 - 690 VAC	201

E-机架的框图	202
E1/E2 380 - 500 VAC	202
E1/E2 525 - 690 VAC	203

目录 | 图

图 1.1: D3 机架规格的分解图, D1 机架的分解图与此类似。	14
图 1.2: D4 机架规格的分解图, D2 机架的分解图与此类似。	15
图 1.3: E2 机架规格的分解图, E1 机架的分解图与此类似。	16
图 2.1: 控制端子	35
图 2.2: 控制端子的电气图	39
图 3.1: 控制卡逻辑	41
图 3.2: 逻辑部分	42
图 3.3: 典型的功率部分	44
图 3.4: 整流器电路	46
图 3.5: 中间部分	48
图 3.6: 输出电压和电流波形	49
图 3.7: 逆变器部分	50
图 3.8: 制动选件	51
图 5.1: 变频器功能图	77
图 5.2: 接地电流	78
图 5.3: 信号导体电流	78
图 5.4: 信号导体交流电流	79
图 5.5: 适当的 EMC 安装	80
图 6.1: 信号测试板	82
图 6.2: SCR 短接插头	83
图 6.3: 2 管脚	83
图 6.4: 3 管脚	83
图 6.5: 功率卡和固定板	84
图 6.6: 软充电卡熔断器	85
图 6.7: 软充电卡连接器	88
图 6.8: 软充电卡的熔断器位置	89
图 6.9: 软充电卡连接器	91
图 6.10: 风扇变压器和熔断器的位置	96
图 6.11: 风扇和直流总线熔断器的位置	98
图 6.12: 变频器电源端子 (99
图 6.13: 正常的交流输入电压波形	104
图 6.14: 使用二极管桥时的交流输入电流波形	104
图 6.15: 缺相时的输入电流波形	105
图 6.16: SCR 门信号	106
图 6.17: 门驱动器卡测试连接器	108
图 6.18: 来自门驱动器卡的门信号波形。在门驱动器卡上测得的 IGBT 门信号: 5 V (垂直分量), 50 毫秒 (时间分量)。设备工作频率为 30 Hz。	109
图 6.19: 来自信号测试板的门信号波形。用信号测试板测得的 IGBT 门信号: 2 V (垂直分量), 50 毫秒 (时间分量)。设备工作频率为 30 Hz。	109
图 7.1: 控制卡访问	118

图 7.2: 功率卡和固定板	119
图 7.3: 软充电卡单元	121
图 7.4: 门驱动器卡	122
图 7.5: D2/D4	123
图 7.6: D1/D3	124
图 7.7: D2/D4	125
图 7.8: D2/D4	126
图 7.9: D1/D3	127
图 7.10: D1/D3	128
图 7.11: 输入端子固定板单元 (没有显示选件)	129
图 7.12: D2/D4	130
图 7.13: D2/D4	131
图 7.14: D2/D4 SCR/二极管模块 (3 个中的第 4 个)	132
图 7.15: D2/D4	133
图 7.16: D1/D3	134
图 7.17: D1/D3	135
图 7.18: D1/D3	136
图 7.19: 电流传感器	137
图 7.20: 风扇单元 (2 个中的第 1 个)	138
图 7.21: 风扇单元 (2 个中的第 2 个)	139
图 7.22: 交流输入端子 (没有显示选件)	140
图 7.23: D2/D4	141
图 7.24: D2/D4	142
图 7.25: D2/D4	143
图 7.26: D1/D3	144
图 7.27: D1/D3	145
图 8.1: 控制卡访问	148
图 8.2: 功率卡和固定板	149
图 8.3: 软充电卡	150
图 8.4: 门驱动器卡。	151
图 8.5: 上/下电容器组单元	153
图 8.6: 输入端子固定板单元 (图中带有 RFI 和电网熔断器选件)	154
图 8.7: 软充电电阻器	155
图 8.8: SCR 和二极管模块 (3 个中的第 1 个)	156
图 8.9: SCR 和二极管模块 (3 个中的第 2 个)	157
图 8.10: SCR 和二极管模块 (3 个中的第 3 个)	158
图 8.11: 电流传感器	159
图 8.12: 风扇单元	160
图 8.13: 端子组	161
图 8.14: IGBT 模块 (4 个中的第 1 个)	162

图 8.15: IGBT 模块 (4 个中的第 2 个)	163
图 8.16: IGBT 模块 (4 个中的第 3 个)	164
图 8.17: IGBT 模块 (4 个中的第 4 个)	165
图 9.1: SCR 短接插头	167
图 9.2: 2 管脚	167
图 9.3: 3 管脚	167
图 9.4: 信号测试板	168

目录 | 表

表 1.1: FC 102 和 FC 202 380-480 VAC	12
表 1.2: FC 302 380-500 VAC	12
表 1.3: FC 102 和 FC 202 525-690 VAC	12
表 1.4: FC 302 525-690 VAC	13
表 1.5: 转矩值表	13
表 2.1: 提示与技巧	29
表 2.2: 控制端子及相关参数	38
表 2.3: 屏蔽电缆的接地	40
表 3.1: IGBT 热传感器	52
表 3.2: 功率卡环境温度传感器	52
表 3.3: 控制卡热传感器	52
表 4.1: 肉眼检查	56
表 4.2: 警告/报警代码表	60
表 4.3: 报警/警告代码表	61
表 6.1: 风扇变压器的电阻	97
表 6.2: 标定卡电阻值	112
表 10.1: PCA3、PCA4、PCA5、PCA8 和 PCA11 备件列表	172
表 10.2: 半导体、电阻、电容和风扇备件列表	173
表 10.3: 熔断器、感应器、电流传感器和断路器备件列表	174
表 10.4: 电缆备件列表	175
表 10.5: 电缆备件列表	176
表 10.6: 备件列表: 端子、标签、绝缘装置	177
表 10.7: 备件列表: 母线 (表 1)	178
表 10.8: 备件列表: 母线 (表 2)	179
表 10.9: 备件列表: 机箱	180
表 10.10: PCA3 备件列表	181
表 10.11: PCA3-11 备件列表	182
表 10.12: 半导体、电阻器、电容和风扇备件列表	183
表 10.13: 熔断器、感应器、电流传感器和断路器备件列表	184
表 10.14: 电缆备件列表	185
表 10.15: 端子、标签、绝缘装置备件列表	186
表 10.16: 总线	187
表 10.17: 母线备件列表	188
表 10.18: 机箱备件列表	189
表 10.19: PCA、半导体和电阻器备件列表	190
表 10.20: 电容器、风扇、熔断器及感应器和电流传感器备件列表	191
表 10.21: 断路器和电缆备件列表	192
表 10.22: 端子、标签、绝缘装置备件列表	193
表 10.23: 母线和机箱备件列表	194

1 简介

1

1.1 目的

本手册的目的是为具备相应资质的技术人员提供详细的技术信息和说明，以便他们能排查安装在 D 和 E 机架中的 FC 系列变频器的故障并执行修理。

它为读者提供了与设备的主要单元有关的概况，并且介绍了其内部工作过程。 这些信息可以让技术人员更好地了解变频器的工作，从而有助于他们的故障排查和修理工作。

本手册适用于下页表格中介绍的型号和电压规格的变频器。

1.2 VLT FC 产品概述

VLT HVAC FC 102 系列变频器专为 HVAC 市场而设计。 它们可以在低至 15 Hz 的频率下以变转矩模式或定转矩模式工作，并且提供了极其适用于 HVAC 市场的鼓风机和泵应用的专门功能和选件。

VLT® AQUA FC 202 系列变频器专为水和污水处理市场而设计。 它们可以在定转矩或变转矩模式下工作，并且具有一定的过载能力。 它们提供了多种专门功能和选件，因此它们极其适用于广泛的水泵送和处理应用。

VLT AutomationDrive 系列变频器完全可以根据定转矩或变转矩工业应用来编程。 这些变频器功能完备，可以用于广泛的应用，并且提供了一系列控制和通讯选件。

这些型号可以用机架式/IP00、NEMA 1/IP21 或 NEMA 12/IP54 机箱提供。

1.3 为了您的安全



变频器同电网相连时带有危险电压。 维护工作只能由具有资质的技术人员来执行。



动态测试步骤需要连接主输入电源，并且所有与电网相连的设备和电源都带有额定水平的电压。 在通电的变频器中执行测试时应极为谨慎。 接触带电组件可能造成触电和人身伤害。

1. 在连接主电源时请勿触摸变频器的电气部件。 在断开主电源后，请等待 20 分钟再触摸 D-机架规格设备中的任何组件，而对于 E-机架规格设备则应等待 40 分钟。 有关具体的放电时间，请参阅变频器柜门正面上的标签。
2. 在执行修理或检查时，必须断开主电源。
3. 控制面板上的停止键不会断开主电源。
4. 在运行期间和设置参数的时候，电动机可能不给出警告就启动。 在更改数据时请激活 STOP（停止）键。



执行维护时，请采取适当的 ESD 规程，以防造成敏感组件损坏。

1.4 静电放电 (ESD)

变频器内的许多电子元件都对静电非常敏感。静电的电压非常低，以致于无法检测、察觉或监视，它们可能降低产品寿命、影响性能甚至完全损坏敏感的电子元件。

1.5 机架规格定义

380-480 VAC		功率		
型号 FC 102 变频器和 FC-202 VLT AQUA 变频器				
	kW (400 VAC 时)	HP (460 VAC 时)	机架规格	
P110	110	150	D1 / D3	
P132	132	200	D1 / D3	
P160	160	250	D2 / D4	
P200	200	300	D2 / D4	
P250	250	350	D2 / D4	
P315	315	450	E1 / E2	
P355	355	500	E1 / E2	
P400	400	550	E1 / E2	
P450	450	600	E1 / E2	

表 1.1: FC 102 和 FC 202 380-480 VAC

380-500 VAC		功率			
型号 FC 302					
	kW (400 VAC 时)	HP (460 VAC 时)	kW (500 VAC 时)	机架规格	
P90K	90 / 110	125 / 150	110 / 132	D1 / D3	
P110	110 / 132	150 / 200	132 / 160	D1 / D3	
P132	132 / 160	200 / 250	160 / 200	D2 / D4	
P160	160 / 200	250 / 300	200 / 250	D2 / D4	
P200	200 / 250	300 / 350	250 / 315	D2 / D4	
P250	250 / 315	350 / 450	315 / 355	E1 / E2	
P315	315 / 355	450 / 500	355 / 400	E1 / E2	
P355	355 / 400	500 / 550	400 / 500	E1 / E2	
P400	400 / 450	550 / 600	500 / 530	E1 / E2	

表 1.2: FC 302 380-500 VAC

525-690 VAC		功率			
型号 FC 102 和 FC-202 VLT AQUA 变频器					
	kW (550 VAC 时)	HP (575 VAC 时)	kW (690 VAC 时)	机架规格	
P45K	37	50	45	D1 / D3	
P55K	45	60	55	D1 / D3	
P75K	55	75	75	D1 / D3	
P90K	75	100	90	D1 / D3	
P110	90	125	110	D1 / D3	
P132	110	150	132	D1 / D3	
P160	132	200	160	D1 / D3	
P200	160	250	200	D2 / D4	
P250	200	300	250	D2 / D4	
P315	250	350	315	D2 / D4	
P400	315	400	400	D2 / D4	
P450	355	450	450	E1 / E2	
P500	400	500	500	E1 / E2	
P560	450	600	560	E1 / E2	
P630	500	650	630	E1 / E2	

表 1.3: FC 102 和 FC 202 525-690 VAC

525-690 VAC 型号 FC 302	功率			机架规格
	高/正常过载			
	kW (550 VAC 时)	HP (575 VAC 时)	kW (690 VAC 时)	
P37k	30 / 37	40 / 50	37 / 45	D1 / D3
P45k	37 / 45	50 / 60	45 / 55	D1 / D3
P55k	45 / 55	60 / 75	55 / 75	D1 / D3
P75k	55 / 75	75 / 100	75 / 90	D1 / D3
P90k	75 / 90	100 / 125	90 / 110	D1 / D3
P110	90 / 110	125 / 150	110 / 132	D1 / D3
P132	110 / 132	150 / 200	132 / 160	D1 / D3
P160	132 / 160	200 / 250	160 / 200	D2 / D4
P200	160 / 200	250 / 300	200 / 250	D2 / D4
P250	200 / 250	300 / 350	250 / 315	D2 / D4
P315	250 / 315	350 / 400	315 / 400	D2 / D4
P355	315 / 355	400 / 450	355 / 450	E1 / E2
P400	315 / 400	400 / 500	400 / 500	E1 / E2
P500	400 / 450	500 / 600	500 / 560	E1 / E2
P560	450 / 500	600 / 650	560 / 630	E1 / E2

表 1.4: FC 302 525-690 VAC

1.6 所需工具

FC 系列变频器的操作手册

公制套筒套件	7 - 19 mm
套筒加长件	100 mm - 150 mm (4 英寸到 6 英寸)
Torx 起子套件	T10 - T50
转矩扳手	0.675 - 19 Nm (6 - 170 in-lbs)
尖嘴钳	
磁性套筒	
棘轮	
螺丝刀	一字和十字形

其它建议用于测试的工具

数字电压/欧姆表 (对于 690 V 设备, 额定电压必须是 1200 VDC)
模拟电压表
示波器
钳式安培表
测试电缆, 部件号 176F8439
信号测试板, 部件号 176F8437

1.7 通常的紧固转矩值

在紧固本手册介绍的金属件时, 请使用下表中的转矩值。这些值不适用于 SCR、二极管或 IGBT 的紧固件。有关正确的值, 请参阅那些替换部件随附的说明。

轴规格	Torx/六角形起子的规格	转矩 (in-lbs)	转矩 (Nm)
M4	T-20 / 7 mm	10	1.0
M5	T-25 / 8 mm	20	2.3
M6	T-30 / 10 mm	35	4.0
M8	T-40 / 13 mm	85	9.6
M10	T-50 / 17 mm	170	19.2

表 1.5: 转矩值表

1

1.8 分解图

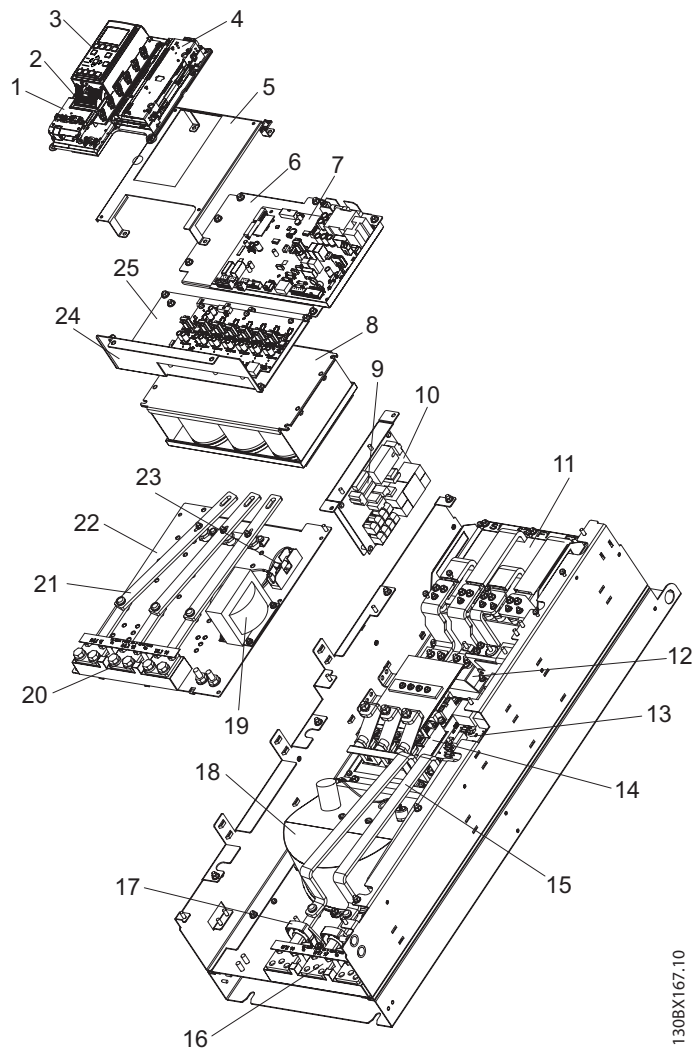


图 1.1: D3 机架规格的分解图, D1 机架的分解图与此类似。

1	控制卡 PCA1	14	SCR/二极管模块 SCR 1, 2, 3
2	控制输入端子	15	IGBT 输出母线
3	本地控制面板 LCP	16	输出电动机端子 TB2
4	控制卡 C 选项	17	电流传感器 L2、L3、L4
5	固定托架	18	风扇单元 F1 + C1 +CBL11
6	功率卡固定板	19	风扇变压器 TR1
7	功率卡 PCA 3	20	电网交流电输入端子 TB1
8	电容器组单元 CBANK1 + PCA9	21	交流输入母线
9	软充电熔断器	22	输入端子固定板单元
10	软充电卡 PCA11	23	风扇熔断器 FU4
11	直流感应器 L1	24	电容器组盖板
12	软充电模块 R1 + CBL26	25	IGBT 门驱动器卡 PCA5
13	IGBT 模块 IGBT 1		

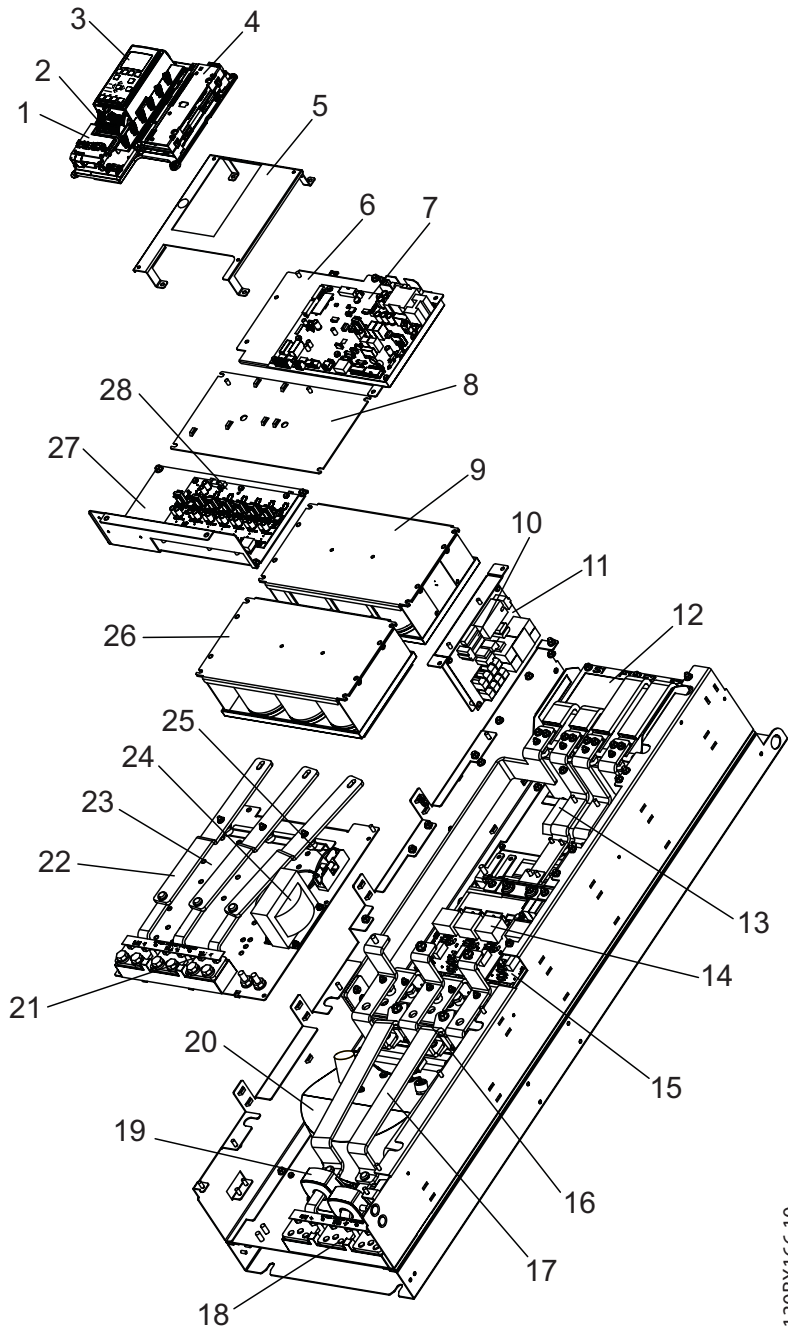


图 1.2: D4 机架规格的分解图, D2 机架的分解图与此类似。

1	控制卡 PCA1	15	IGBT 模块 IGBT1, 2
2	控制输入端子	16	SCR/二极管模块 SCR1, 2, 3
3	本地控制面板 LCP	17	IGBT 输出母线
4	控制卡 C 选项	18	输出电动机端子 TB2
5	固定托架	19	电流传感器 L2、L3、L4
6	功率卡固定板	20	风扇单元 F1 + C1 + CBL11
7	功率卡 PCA3	21	电网交流电输入端子 TB1
8	上电容器组盖板	22	交流输入母线
9	上电容器组单元 CBANK2 + PCA10	23	输入端子固定板单元
10	软充电熔断器	24	风扇变压器 TR1
11	软充电卡 PCA11	25	风扇熔断器 FU4
12	直流感应器 L1	26	下电容器组单元 CBANK1 + PCA9
13	软充电电阻器单元 R1 + CBL26	27	下电容器组盖板
14	IGBT 缓冲电容器 C2, C3, C4, C5, C6, C7	28	IGBT 门驱动器卡 PCA5

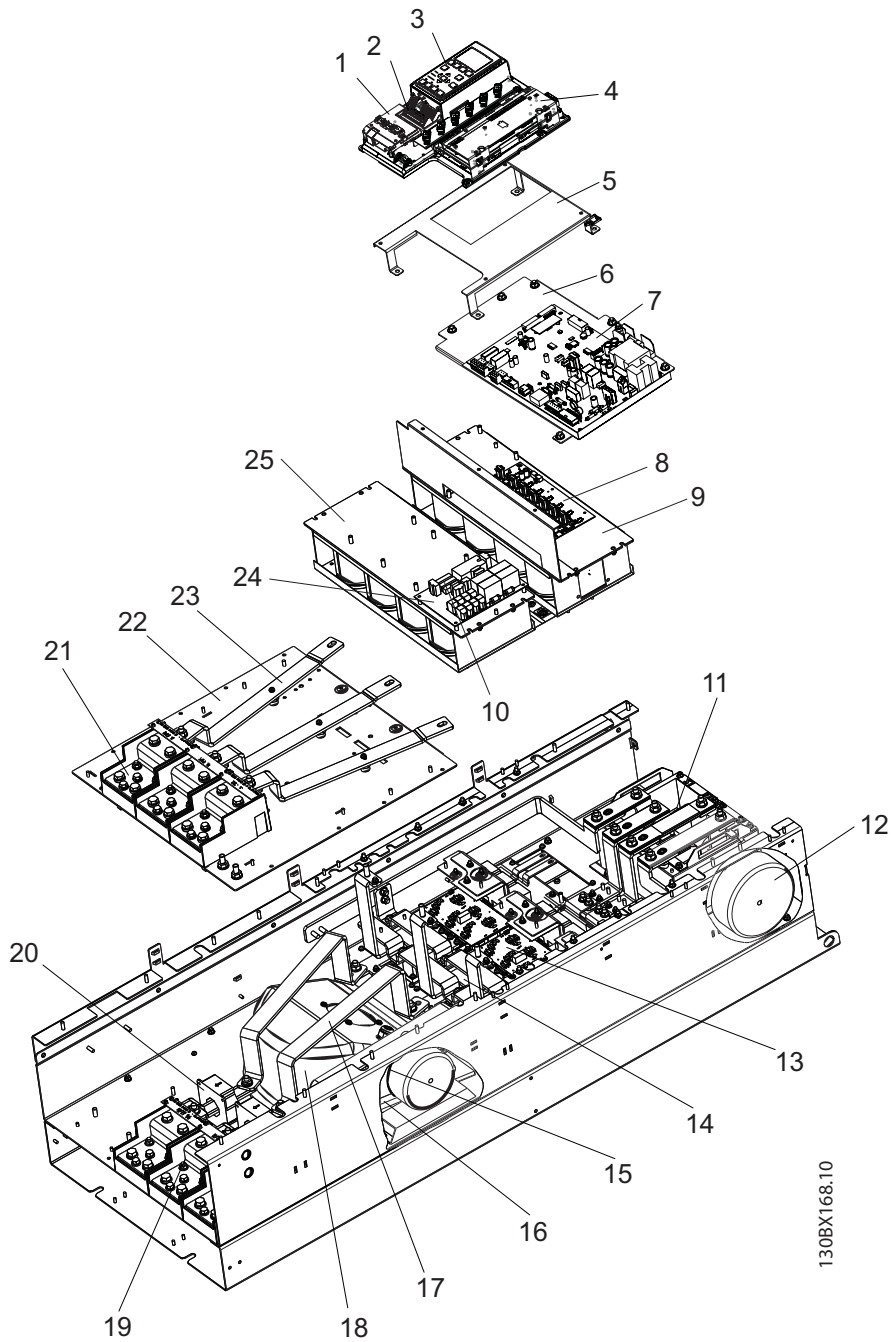


图 1.3: E2 机架规格的分解图, E1 机架的分解图与此类似。

1	控制卡 PCA1	14	SCR 和二极管 SCR1, SCR2, SCR3/D1, D2, D3
2	控制输入端子	15	风扇感应器 (不是所有设备都配备)
3	本地控制面板 LCP	16	软充电电阻器单元 R1
4	控制卡 C 选项	17	IGBT 输出母线
5	固定托架	18	风扇单元 F1 + C1
6	功率卡固定板	19	输出电动机端子 TB2
7	功率卡 PCA3	20	电流传感器 L2、L3、L4
8	IGBT 门驱动器卡 PCA5	21	电网交流电输入端子 TB1
9	上电容器组单元 CBANK2 + PCA11	22	输入端子固定板单元
10	软充电熔断器	23	交流输入母线
11	直流感应器 L1	24	软充电卡 PCA12
12	风扇变压器 TR1	25	下电容器组单元 CBANK1 + PCA10
13	IGBT 模块 IGBT1, 2, 3		

1.9 额定值表

直流电压水平	380 - 480 和 380 - 500 设备	525 - 690 设备
涌入电路被启用	370 VDC	548 VDC
涌入电路被禁用	395 VDC	600 VDC
逆变器欠压禁用	402 VDC	553 VDC
欠压警告	423 VDC	585 VDC
逆变器欠压重新启用 (警告复位)	442 VDC	602 VDC
过压警告 (无制动)	817 VDC	1084 VDC
动态制动开启	810 VDC	1099 VDC
逆变器过压重新启用 (警告复位)	821 VDC	1099 VDC
过压警告 (带制动)	828 VDC	1109 VDC
过压跳闸	855 VDC	1130 VDC

电网电压 3 x 380 - 480/500 V							
型号		FC102/202	P110	P132	P160	P200	P250
		FC302	P90K	P110	P132	P160	P200
正常过载电流额定值 (110%):							
输出电流	额定 [A] (380 - 440 V)		212	260	315	395	480
	最大 (60 秒) [A] (380 - 440 V)		233	286	347	434	528
	额定 [A] (441 - 500 V)		190	240	302	361	443
	最大 (60 秒) [A] (441 - 500 V)		209	264	332	397	487
输出	额定 [kVA] (400 V)		147	180	218	274	333
	额定 [kVA] (460 V)		151	191	241	288	353
	额定 [kVA] (500 V)		165	208	262	313	384
典型主轴输出	[kW] (400 V)		110	132	160	200	250
	[HP] (460 V)		150	200	250	300	350
	[kW] (500 V)		132	160	200	250	315
高过载转矩 (160%):							
输出电流	额定 [A] (380 - 440 V)		177	212	260	315	395
	最大 (60 秒) [A] (380 - 440 V)		266	318	390	473	593
	额定 [A] (441 - 500 V)		160	190	240	302	361
	最大 (60 秒) [A] (441 - 500 V)		240	285	360	453	542
输出	额定 [kVA] (400 V)		123	147	180	218	274
	额定 [kVA] (460 V)		127	151	191	241	288
	额定 [kVA] (500 V)		139	165	208	262	313
典型主轴输出	[kW] (400 V)		90	110	132	160	200
	[HP] (460 V)		125	150	200	250	300
	[kW] (500 V)		110	132	160	200	250
功率损耗 正常过载 [W]		3234	3782	4213	5117	5893	
功率损耗 高过载 [W]		2641	2995	3425	3910	4625	
极限和范围							
过电流警告	VLT A ^{RMS} 输出		329	394	484	586	735
过电流报警 (1.5 秒延时)	VLT A ^{RMS} 输出		329	394	484	586	735
接地故障报警	VLT A ^{RMS} 输出		80	95	120	151	180
短路报警	VLT A ^{RMS} 输出		420	502	616	747	936
散热片温度	摄氏度		85	90	105	105	115
散热片欠温警告	摄氏度		0	0	0	0	0
功率卡环境温度过高	摄氏度		60	60	60	60	60
功率卡环境温度过低	摄氏度		-20	-20	-20	-20	-20
电网相警告 (5 秒延时)	直流总线脉动 VAC		50	50	50	50	50
电网相警告 (25 秒延时)	直流总线脉动 VAC		50	50	50	50	50

电网电压 3 x 380 - 480/500 V						
型号		FC102/202 FC302	P315 P250	P355 P315	P400 P355	P450 P400
正常过载电流额定值 (110%):						
输出电流	额定 [A] (380 - 440 V)		600	658	745	800
	最大 (60 秒) [A] (380 - 440 V)					
	额定 [A] (441 - 500 V)		660	724	820	880
	最大 (60 秒) [A] (441 - 500 V)		540	590	678	730
			594	649	746	803
输出	额定 [kVA] (400 V)		416	456	516	554
	额定 [kVA] (460 V)		430	470	540	582
	额定 [kVA] (500 V)		468	511	587	632
典型主轴输出	[kW] (400 V)		315	355	400	450
	[HP] (460 V)		450	500	550/600	600
	[kW] (500 V)		355	400	500	530
高过载转矩 (160%):						
输出电流	额定 [A] (380 - 440 V)		480	600	658	695
	最大 (60 秒) [A] (380 - 440 V)					
	额定 [A] (441 - 500 V)		720	900	987	1043
	最大 (60 秒) [A] (441 - 500 V)		443	540	590	678
			665	810	885	1017
输出	额定 [kVA] (400 V)		333	416	456	482
	额定 [kVA] (460 V)		353	430	470	540
	额定 [kVA] (500 V)		384	468	511	587
典型主轴输出	[kW] (400 V)		250	315	355	400
	[HP] (460 V)		350	450	500	550
	[kW] (500 V)		315	355	400	500
功率损耗 正常过载 [W]						
			6790	7701	8879	9670
功率损耗 高过载 [W]						
			5165	6960	7691	8636
极限和范围						
过电流警告	VLT A _{RMS} 输出		893	1169	1169	1301
过电流报警 (1.5 秒延时)	VLT A _{RMS} 输出		893	1169	1169	1301
接地故障报警						
接地故障报警	VLT A _{RMS} 输出		265	322	352	405
短路报警						
短路报警	VLT A _{RMS} 输出		1138	1490	1490	1654
散热片温度						
散热片温度	摄氏度		95	95	95	95
散热片欠温警告	摄氏度		0	0	0	0
功率卡环境温度过高	摄氏度		68	68	68	68
功率卡环境温度过低	摄氏度		-20	-20	-20	-20
电网相警告 (5 秒延时)						
电网相警告 (5 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70
电网相报警 (25 秒延时)						
电网相报警 (25 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70

电网电压 3 x 525 - 690 V		FC102/202	P132	P160	P200	P250	P315	P400
型号		FC302	P110	P132	P160	P200	P250	P315
正常过载电流额定值 (110%):								
输出电流	额定 [A] (525 - 550 V)		162	204	253	303	360	418
	最大 (60 秒) [A] (525 - 550 V)		178	224	278	333	396	460
	额定 [A] (551 - 690 V)		155	192	242	290	344	400
	最大 (60 秒) [A] (551 - 690 V)		171	211	266	319	378	440
输出	额定 [kVA] (550 V)		154	194	241	289	343	398
	额定 [kVA] (575 V)		154	191	241	289	343	398
	额定 [kVA] (690 V)		185	229	289	347	411	478
典型主轴输出	[kW] (550 V)		110	132	160	200	250	315
	[HP] (575 V)		150	200	250	300	350	400
	[kW] (690 V)		132	160	200	250	315	400
高过载转矩 (160%):								
输出电流	额定 [A] (525 - 550 V)		137	162	204	253	303	360
	最大 (60 秒) [A] (525 - 550 V)		206	243	306	380	455	540
	额定 [A] (551 - 690 V)		131	155	192	242	290	344
	最大 (60 秒) [A] (551 - 690 V)		197	233	288	363	435	516
输出	额定 [kVA] (550 V)		131	154	194	241	289	343
	额定 [kVA] (575 V)		130	154	191	241	289	343
	额定 [kVA] (690 V)		157	185	229	289	347	411
典型主轴输出	[kW] (550 V)		90	110	132	160	200	250
	[HP] (575 V)		125	150	200	250	300	350
	[kW] (690 V)		110	132	160	200	250	315
功率损耗 正常过载 [W]			3114	3612	4293	5155	5821	6149
功率损耗 高过载 [W]			2665	2953	3451	4275	4875	5185
极限和范围								
过电流警告	VLT A ^{RMS} 输出		256	329	483	483	585	734
过电流报警 (1.5 秒延时)	VLT A ^{RMS} 输出		256	329	483	483	585	734
接地故障报警	VLT A ^{RMS} 输出		66	78	96	121	145	172
短路报警	VLT A ^{RMS} 输出		325	420	614	614	742	932
散热片温度	摄氏度		85	90	110	110	110	110
散热片欠温警告	摄氏度		0	0	0	0	0	0
功率卡环境温度过高	摄氏度		60	60	60	60	60	60
功率卡环境温度过低	摄氏度		-20	-20	-20	-20	-20	-20
电网相警告 (5 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70	70	70
电网相报警 (25 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70	70	70

电网电压 3 x 525 - 690 V						
型号		FC102/202	P45K	P55K	P75K	P90K P110K
		FC302	P37K	P45K	P55K	P75K P90K
正常过载电流额定值 (110%):						
输出电流	额定 [A] (525 - 550 V)		56	76	90	113 137
	最大 (60 秒) [A] (525 - 550 V)		62	84	99	124 151
	额定 [A] (551 - 690 V)		54	73	86	108 131
	最大 (60 秒) [A] (551 - 690 V)		59	80	95	119 144
输出	额定 [kVA] (550 V)		53	72	86	108 131
	额定 [kVA] (575 V)		54	73	86	108 130
	额定 [kVA] (690 V)		65	87	103	129 157
典型主轴输出	[kW] (550 V)		37	45	55	75 90
	[HP] (575 V)		50	60	75	100 125
	[kW] (690 V)		45	55	75	90 110
高过载转矩 (160%):						
输出电流	额定 [A] (525 - 550 V)		48	56	76	90 113
	最大 (60 秒) [A] (525 - 550 V)		77	90	122	135 170
	额定 [A] (551 - 690 V)		46	54	73	86 108
	最大 (60 秒) [A] (551 - 690 V)		74	86	117	129 162
输出	额定 [kVA] (550 V)		46	53	72	86 108
	额定 [kVA] (575 V)		46	54	73	86 108
	额定 [kVA] (690 V)		55	65	87	103 129
典型主轴输出	[kW] (550 V)		30	37	45	55 75
	[HP] (575 V)		40	50	60	75 100
	[kW] (690 V)		37	45	55	75 90
功率损耗 正常过载 [W]		1458	1717	1913	2262	2662
功率损耗 高过载 [W]		1355	1459	1721	1913	2264
极限和范围						
过电流警告	VLT A ^{RMS} 输出		256	256	256	256 256
过电流报警 (1.5 秒延时)	VLT A ^{RMS} 输出		256	256	256	256 256
接地故障报警	VLT A ^{RMS} 输出		23	27	37	43 54
短路报警	VLT ARMS 输出		325	325	325	325 325
散热片温度	摄氏度		85	85	85	85 85
散热片欠温警告	摄氏度		0	0	0	0 0
功率卡环境温度过高	摄氏度		60	60	60	60 60
功率卡环境温度过高	摄氏度		-20	-20	-20	-20 -20
电网相警告 (5 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70 70
电网相报警 (25 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70 70

电网电压 3 x 525 - 690 V						
型号		FC102/202	P450	P500	P560	P630
		FC302	P355	P400	P500	P560
正常过载电流额定值 (110%):						
输出电流	额定 [A] (525 - 550 V)		470	523	596	630
	最大 (60 秒) [A] (525 - 550 V)		517	575	656	693
	额定 [A] (551 - 690 V)		450	500	570	630
	最大 (60 秒) [A] (551 - 690 V)		495	550	627	693
输出	额定 [kVA] (550 V)		448	498	568	600
	额定 [kVA] (575 V)		448	498	568	627
	额定 [kVA] (690 V)		538	598	681	753
典型主轴输出	[kW] (550 V)		355	400	450	500
	[HP] (575 V)		450	500	600	650
	[kW] (690 V)		450	500	560	630
高过载转矩 (160%):						
输出电流	额定 [A] (525 - 550 V)		395	429	523	596
	最大 (60 秒) [A] (525 - 550 V)		593	644	785	894
	额定 [A] (551 - 690 V)		380	410	500	570
	最大 (60 秒) [A] (551 - 690 V)		570	615	750	855
输出	额定 [kVA] (550 V)		376	409	498	568
	额定 [kVA] (575 V)		376	408	498	568
	额定 [kVA] (690 V)		454	490	598	681
典型主轴输出	[kW] (550 V)		315	315	400	450
	[HP] (575 V)		400	400	500	600
	[kW] (690 V)		355	400	500	560
功率损耗 正常过载 [W]			6449	7249	8727	9673
功率损耗 高过载 [W]			5383	5818	7671	8715
极限和范围						
过电流警告	VLT A ^{RMS} 输出		824	824	989	1168
过电流报警 (1.5 秒延时)	VLT A ^{RMS} 输出		824	824	989	1168
接地故障报警	VLT A ^{RMS} 输出		190	205	250	285
短路报警	VLT A ^{RMS} 输出		1046	1046	1255	1490
散热片温度	摄氏度		85	85	85	85
散热片欠温警告	摄氏度		0	0	0	0
功率卡环境温度过高	摄氏度		68	68	68	68
功率卡环境温度过低	摄氏度		-20	-20	-20	-20
电网相警告 (5 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70
电网相报警 (25 秒延时)	直流总线脉动 VAC		70	70	70	70

2 操作员接口和变频器控制

2

2.1 简介

变频器带有可隔离故障状态并激活显示消息的自诊断电路，这极大地简化了故障排查和维护工作。变频器的工作状态是实时显示的。几乎对于每一个发给变频器的命令，在本地控制面板 LCP 显示屏上都会给出某种指示。为了记录故障，在变频器中维护着故障日志。

变频器监视供电和输出电压以及电动机和负载的工作状态。当变频器发出警告或报警时，不能认为故障位于变频器自身中。事实上，对于我们接到的大多数服务电话，相关的故障都是在变频器外部找到的。变频器显示的大多数警告和报警都是为了响应变频器外部的故障而生成的。本维护手册提供了技术和测试步骤，以帮助隔离在变频器或其它位置发生的故障状态。

请务必熟悉在显示屏上提供的信息。通过 LCP 可以方便地访问其它诊断数据。

2.2 用户界面

2.2.1 如果操作图形化本地控制面板 (LCP)

LCP 分为四个功能组：

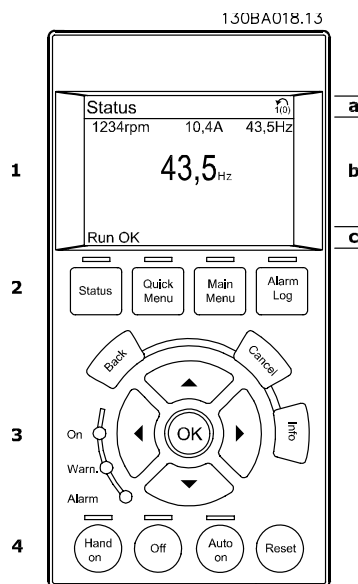
1. 带有状态行的图形显示器。
2. 菜单键和指示灯 (LED) - 用于选择模式、更改参数和切换显示功能。
3. 导航键和指示灯 (LED)。
4. 操作键和指示灯 (LED)。

图形显示器：

LCD 显示器带有背光，它总共可以显示 6 行字母数字信息。所有数据都显示在 LCP 中，在 [状态] 模式下它最多可以显示 5 个运行变量。

显示行:

- a. **状态行:** 显示图标和图形的状态信息。
- b. **第 1-2 行:** 显示用户定义或选择的数据和变量的操作员数据行。通过按 [Status] (状态) 键, 最多可以再增加一行。
- c. **状态行:** 显示文本的状态信息。



显示器分为 3 个区域:

上部区域 (a) 在状态模式下显示状态, 在非状态模式下以及发生报警/警告时最多可以显示 2 个变量。

此外还将显示在 参数 0-10 有效设置 中选择的有效菜单的编号。如果正在对有效菜单之外的其他菜单进行设置, 所设置菜单的编号将显示在右侧的括号中。

中部区域 (b) 最多显示 5 个变量并带有相关单位, 无论状态如何。发生报警/警告时, 将显示警告 (而不是变量)。

通过按 [Status] (状态) 键, 可以在 3 个状态读数显示器之间切换。每个状态屏幕显示了具有不同格式的运行变量 - 请参阅下文。

所显示的每一个运行变量可以与多个值或测量值关联。借助参数 0-20、0-21、0-22、0-23 和 0-24 可以定义要显示的值/测量值。通过 [QUICK MENU] (快捷菜单)、Q3 功能设置、Q3-1 一般设置、Q3-13 显示设置可以访问这些参数。

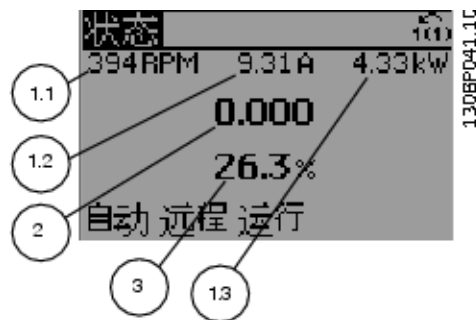
在 参数 0-20 显示行 1.1(小) 到 参数 0-24 显示行 3(大) 中选择的每个值/测量值读数参数都有自己的标定以及小数点 (如果存在) 后的数字位数。在显示较大的数值时, 小数点后面的数字位数会较少。

示例: 电流读数

5.25 A; 15.2 A 105 A。

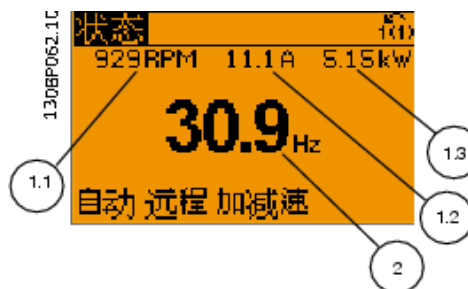
状态显示 I:

这是启动或初始化之后的标准显示状态。
 对于所显示的运行变量（1.1、1.2、1.3、2和3），要获得同其关联的值/测量值的信息，请使用 [INFO]（信息）键。
 要了解在该显示器中显示的运行变量，请参阅图解。图 1.1、1.2 和 1.3 是以较小尺寸显示的。图 2 和 3 是以中等尺寸显示的。



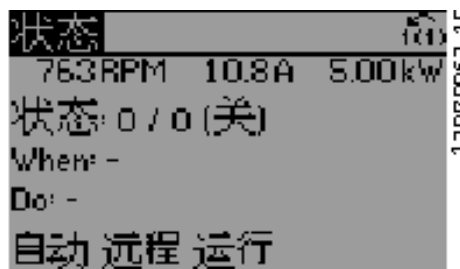
状态显示 II:

要了解在该显示器中显示的运行变量（1.1、1.2、1.3 和 2），请参阅图解。
 本示例分别选择了速度、电动机电流、电动机功率以及频率作为在第 1 行和第 2 行显示的变量。
 图 1.1、1.2 和 1.3 是以较小尺寸显示的。图 2 是以较大尺寸显示的。



状态显示 III:

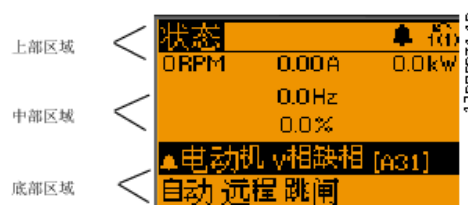
该状态屏幕显示了有关智能逻辑控制的事件和操作。



底部区域始终用于在状态模式下显示变频器的状态。

调整显示器对比度

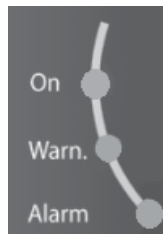
按 [状态] 和 [▲] 可使得显示变暗
 按 [状态] 和 [▼] 可使得显示变亮



指示灯 (LED) :

如果超过了特定的阈值，报警和/或警告 LED 将亮起。同时会在控制面板上显示状态和报警文字。当变频器获得主电源电压、直流总线端子或 24 V 外接电源的供电后，“On”（开）指示灯会亮起。同时，背光也将打开。

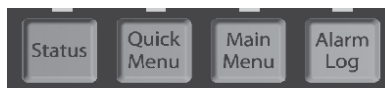
- 绿色 LED/启动：控制部分正在工作。
- 黄色指示灯：指示警告。
- 红色指示灯闪烁：指示报警。



130BP044.10

LCP 键**菜单键**

菜单键按功能分为几类。显示器和指示灯下方的键用于参数设置，包括选择正常运行期间的显示内容。



130BP045.10

[Status] (状态)

指明变频器和/或电动机的状态。按 [Status] (状态) 键可以选择 3 个不同的读数。

5 行读数，4 行读数或智能逻辑控制。

[Status] (状态) 用于选择显示模式，或用于从快捷菜单模式、主菜单模式或报警模式返回显示模式。[Status] (状态) 键还用于切换单读数或双读数模式。

[Quick Menu] (快捷菜单)

可以快速设置变频器。最常用的功能可在此设置。

[Quick Menu] (快捷菜单) 包括以下内容：

- 个人菜单
- 快捷设置
- 功能设置
- 已完成的更改
- 日志

借助“功能设置”可以方便快捷地访问大多数应用所需的全部参数。此外它还包括用于选择要在 LCP 上显示哪些变量的参数。

[Main Menu] (主菜单)

用于对所有参数进行编程。除非通过参数 0-60、0-61、0-65 或 0-66 创建了密码，否则可以立即访问这些主菜单参数。

按住 **[Main Menu] (主菜单)** 键 3 秒钟，可以设置参数快捷键。参数快捷键允许直接访问任何参数。

[Alarm Log] (报警记录)

显示了包含五个最新报警的列表（编号为 A1-A5）。要获得报警的其他信息，请使用箭头键找到报警编号，然后按 **[OK] (确定)**。将显示有关变频器状态的信息，然后进入报警模式。

通过 LCP 上的 **[Alarm log] (报警记录)** 按钮可以访问报警记录和维护记录。

[Back] (后退)

可返回导航结构的上一步或上一层。

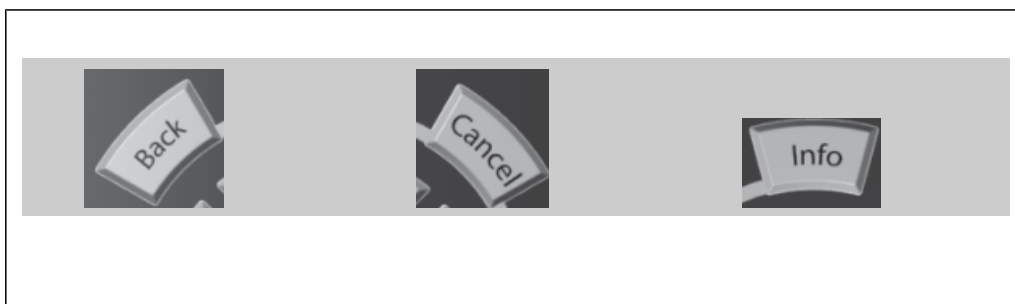
[Cancel] (取消)

取消最后的更改或命令（只要显示内容尚未发生变化）。

[Info] (信息)

显示任何显示窗口中的命令、参数或功能的相关信息。**[Info] (信息)** 键可以在需要时为您提供详细的信息。

按 **[Info] (信息)**、**[Back] (返回)** 或 **[Cancel] (取消)** 中的任何一个键，都可以退出信息模式。

**导航键**

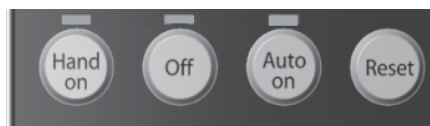
使用四个导航箭头可在 **[Quick Menu] (快捷菜单)**、**[Main Menu] (主菜单)** 和 **[Alarm Log] (报警记录)** 中的不同选项之间进行导航。这些键用于移动光标。

[OK] (确定) 用于选取光标指示的参数以及确认参数更改。



130BT117.10

用于本地控制的**操作键**位于控制面板的底部。



130BP046.10

[Hand On] (手动启动)

允许您通过 LCP 控制变频器。[Hand on] (手动启动) 键还可以启动电动机。现在您可以通过箭头键来输入电动机速度数据。通过参数 0-40 *LCP 的手动启动键*，您可以选择启用 [1] 还是禁用 [0] 该键。

启用 [Hand on] (手动启动) 后，下列控制信号仍将有效：

- [Hand on] (手动启动) - [Off] (停止) - [Auto on] (自动启动)
- 复位
- 惯性运动停止反逻辑
- 反向
- 菜单选择低位 (lsb) - 菜单选择高位 (msb)
- 来自串行通讯的停止命令
- 快速停止
- 直流制动

**注意**

通过控制信号或串行总线激活的外部停止信号要优先于通过 LCP 给出的启动命令。

[Off] (停止)

用于停止连接的电动机。通过参数 0-41 *LCP 的停止键*，您可以选择启用 [1] 还是禁用 [0] 该键。如果没有选择外部停止功能，并且禁用了 [Off] (停止) 键，则只能通过断开主电源来停止电动机。

[Auto On] (自动启动) 键

允许通过控制端子和/或串行通讯来控制变频器。在控制端子和/或总线上给出启动信号后，变频器将启动。通过参数 0-42 *LCP 的自动启动键*，您可以选择启用 [1] 还是禁用 [0] 该键。

**注意**

通过数字输入激活的 HAND-OFF-AUTO (手动-关闭-自动) 信号比控制键 [Hand on] (手动) - [Auto on] (自动启动) 的优先级高。

[Reset] (复位) 键

用于在报警 (跳闸) 后使变频器复位。可通过参数 0-43 *LCP 的复位键* 来选择启用 [1] 或禁用 [0] 该键。

按住 [Main Menu] (主菜单) 键 3 秒钟，可以设置参数快捷键。参数快捷键允许直接访问任何参数。

2.2.2 数字式本地控制面板 (NLCP)

有关使用数字式 LCP 的说明，请参阅 FC 系列操作手册。

2.2.3 提示与技巧

*	对大多数应用来说，快捷菜单、快速设置和功能设置都是最简单、最快速地访问所有典型参数的方法。
*	尽可能执行 AMA，这可以确保最佳的主轴性能。
*	显示屏的对比度可以调整。通过按 [Status] (状态) 和 [▲] 可以将屏幕调暗，按 [Status] (状态) 和 [▼] 可以将屏幕调亮。
*	在 [Quick Menu] (快捷菜单) 和 [Changes Made] (已完成的更改) 下会显示任何出厂设置已更改的参数。
*	按下 [Main Menu] (主菜单) 键并保持 3 秒钟可访问任一参数
*	为便于维护，建议将所有参数都复制到 LCP 中。有关详细信息，请参阅 参数 0-50 LCP 复制。

表 2.1: 提示与技巧

2.3 状态信息

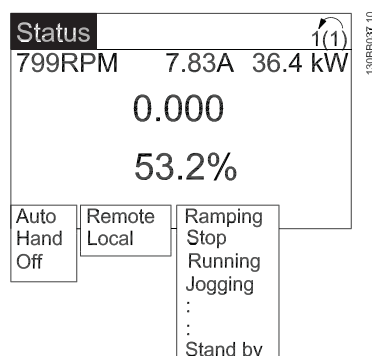
状态信息显示在显示器的底部，请参阅下例。

状态行左边的部分用于指示变频器的当前工作模式。

状态行的中间部分用于指示参考值位置。

状态行的最后部分给出了工作状态，如正在运行、停止或待机。

此外还可以显示与软件版本和变频器类型有关的其它状态信息。



工作模式



[Off] (停止) FC 不对任何控制信号作出反应，除非按了 LCP 上的 [Auto On] (自动启动) 或 [Hand On] (手动启动)。

[Auto On] (自动启动) FC 由控制端子和/或串行通讯来控制。

[Hand On] (手动启动) 只能向控制端子施加停止命令、报警复位 (Reset)、反向、直流制动和菜单选择信号。

有关与 LCD 显示有关的进一步信息，请参阅编程指南中的如何编程一章。

参考值位置

[Remote]（远程）参考值以内部预设参考值（绝对或相对）的形式和/或通过外部信号（模拟或数字）和/或通过串行通讯来给定。

[Local]（本地）FC 使用通过 LCP 设置的参考值。

有关详细信息，请查看参数 3-13。

工作状态**交流制动**

交流制动在 参数 2-10 *制动功能* 中选择。通过主动减速以及为 FC 馈送生成能量来使电动机减速。交流制动对电动机进行过磁化，从而使主动减速可以得到控制。

AMA 成功完成

在 参数 1-29 *自动电动机调整 (AMA)* 中选择了 *启用完整或精简 AMA*。自动电动机调整已成功执行。

AMA 就绪

在 参数 1-29 *自动电动机调整 (AMA)* 中选择了 *启用完整或精简 AMA*。自动电动机调整已可以开始。按 LCP 上的 [Hand On]（手动启动）便会开始。

AMA 正在运行

在 参数 1-29 *自动电动机调整 (AMA)* 中选择了 *启用完整或精简 AMA*。AMA 过程正在进行之中。

制动

制动斩波器正在工作。生成能量被制动电阻器吸收。

最大制动

制动斩波器正在工作。在 参数 2-12 *制动功率极限 (kW)* 中定义的制动电阻器功率极限已经达到。

总线点动 1

协议在 参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive 协议*。点动 1 功能通过串行通讯激活。电动机正在使用 参数 8-90 *总线点动 1 速度* 运行。

总线点动 2

在 参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive 协议*。点动 2 功能通过串行通讯激活。电动机正在使用 参数 8-91 *总线点动 2 速度* 运行。

升速

输出频率按 参数 3-12 *加速/减速值* 中设置的值被修正。

1. 作为一个数字输入功能，选择了升速（参数值 5-1*）。对应的端子处于活动状态。
2. 升速通过串行通讯被激活。

惯性停车

1. 作为一个数字输入功能，选择了惯性停车（参数组 5-1*）。对应的端子（如端子 27）未连接。
2. 串行通讯上的“惯性停车”位为 0

控制就绪

在 参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive 协议*。FC 需要通过串行通讯给出的两部分式的启动命令的第二部分（如 0x047F）才允许启动。无法使用某个端子。

控制 减速

选择了控制 减速功能（在 参数 14-10 *主电源故障* 中）。电网低压低于在 参数 14-11 *主电源故障时的主电源电压* 中设置的值。FC 使用受控减速将电动机减速。

电流过高

在 参数 4-51 *警告电流过高* 中设置了一个电流极限。FC 中的输出电流超过了这个极限。

电流过低

在 参数 4-52 *警告速度过低* 中设置了一个电流极限。FC 的输出电流超过了这个极限。

直流夹持

电动机用稳定直流电流驱动，参数 2-00 *直流夹持电流*。在 参数 1-80 *停止功能* 中选择了直流夹持。激活了停止命令，如停止（反向）。

直流停止

电动机暂时用直流电流（参数 2-01 *直流制动电流*）驱动，持续时间由参数 2-02 *直流制动时间* 指定。

1. 在参数 2-03 *直流制动切入速度 [RPM]* 中激活了直流制动 (OFF)，并且一个停止命令正处于活动状态，如停止（反向）。
2. 作为一个数字输入功能，选择了直流制动（反向）（参数组 5-1*）。对应的端子处于非活动状态。
3. 直流总线通过串行通讯激活。

直流电压 U0

在参数 1-01 *电动控制原理 U/f* 和在参数 1-80 *停止功能* 中选择了直流电压 U0。一个停止命令被激活，如停止（反向）。根据参数 1-55 *V/f 特性 - U [0]*（UF 特性 - U[V]）选择的电压被施加到电动机上。

反馈过高

在参数 4-57 *警告反馈过高* 中设置了一个反馈上限。所有有效反馈的和超过了这个反馈极限。

反馈过低

在参数 4-56 *警告反馈过低* 中设置了一个反馈下限。所有有效反馈的和低于这个反馈极限。

飞车启动

在参数 1-73 *飞车启动* 中激活了飞车启动功能。FC 正在测试相连电动机的运行速度是否在调整后的速度范围之内。这个过程是在连接了被设为“惯性停车”的数字输入（参数组 5-1*）或连接到电网时开始的。

锁定输出

远程参考值处于活动状态，临时给定的速度被保存起来。

1. 作为一个数字输入功能，选择了锁定输出（参数组 5-1*）。对应的端子处于活动状态。速度控制只能通过端子的加速和减速功能来实现。
2. 夹持加减速通过串行通讯激活。

锁定输出请求

已经给出了锁定输出命令，但直到通过数字输入接收到“允许运行”信号后才会启动电动机。

锁定参考值

作为一个数字输入功能，选择了锁定参考值（参数组 5-1*）。对应的端子受到控制。FC 将实际参考值保存起来。现在只能通过端子的加速和减速功能来更改参考值。

点动请求

已经给出了点动命令，但直到通过数字输入接收到“允许运行”信号后才会启动电动机。

点动

电动机正在使用参数 3-19 *点动速度 [RPM]* 运行。

1. 作为一个数字输入功能，选择了点动（参数组 5-1*）。对应的端子（如端子 29）处于活动状态。
2. 点动功能通过串行通讯激活。
3. 该点动功能是作为某个监视功能的反应措施（比如当无信号时）而选择的。监视功能处于活动状态。

借能运行

在参数 14-10 *主电源故障* 中设置了借能运行功能。电网低压低于在参数 14-11 *主电源故障时的主电源电压* 中设置的值。FC 正在借助来自负载惯量的能量运行电动机。

电动机检查（仅限 FC 100/200）

在参数 1-80 *停止功能* 中选择了电动机检查功能。一个停止命令（如反向停止）处于活动状态。为确保电动机已连接到 FC，电动机被施加了一个稳定的测试电流。

关 1

在参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive* 协议。“关 1”功能通过串行通讯激活。电动机减速停止。

关 2

在参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive* 协议。“关 2”功能通过串行通讯激活。FC 的输出被立即禁用，电动机惯性停车。

关 3

在参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive* 协议。“关 3”功能通过串行通讯激活。电动机减速停止。

OVC 控制

在参数 2-17 *过压控制* 中激活了过压控制。相连电动机正在向 FC 提供生成能量。过压控制功能通过调整 UF 比来实现电动机的受控运行，并且防止 FC 跳闸。

功率单元关闭

仅针对安装了选件（24 V 外接电源）的变频器。变频器的电网电源被断开，但该 24 V 电源仍在为控制卡供电。

预励磁

在参数 1-80 *停止功能* 中选择了预励磁。一个停止命令（如反向停止）被激活。电动机被施加了一个适宜的恒定磁化电流。

保护模式

FC 100/200/300 检测到一个电路状态（如过电流、过压）。为避免变频器跳闸（报警），保护模式被激活，这包括将开关频率减小到 4 kHz。如果可能，保护模式会在 10 秒钟左右之后结束。通过调整参数 14-26 *逆变器故障时的跳闸延迟*，可以限制保护模式的激活。

快速停止

正在使用快速停止减速参数 3-81 *快停减速时间* 停止电动机。

1. 作为一个数字输入功能，选择了快速反向停止（参数组 5-1*）。对应的端子（如端子 27）处于非活动状态。
2. 快速停止功能通过串行通讯激活。

加减速

电动机正在使用有效的加速/减速来加速/减速。尚未达到参考值、极限值或静止状态。

参考值过高

在参数 4-55 *警告参考值过高* 中设置了一个参考值上限。所有有效参考值的和超过了这个参考值极限。

参考值过低

在参数 4-55 *警告参考值过高* 中设置了一个参考值下限。所有有效参考值的和低于这个参考值极限。

运行在参考值

FC 在参考值范围内运行。反馈值与设定的参考值匹配。

运行请求（仅限 FC 100/200）

已经给出了启动命令，但直到通过数字输入接收到“允许运行”信号后才会启动电动机。

运行

电动机由 FC 驱动，加减速阶段已完成，并且电动机转数超过了使用参考值运行时的范围。当设置了某个电动机速度极限（参数 4-11/4-12/4-13 或 4-14）但最大参考值超出这个范围时，会发生该情况。

睡眠放大（仅限 FC 100/200）

启用了参数 406 *提高给定值* 中的放大功能。这个功能只能用于闭环工作模式。

睡眠模式（仅限 FC 100/200）

启用了参数 403 *睡眠模式计时器* 中的节能功能。这意味着电动机此时已停止运行，但可根据需要自动重新启动。

减速

输出频率按 参数 3-12 *加速/减速值* 中设置的值被修正。

1. 作为一个数字输入功能，选择了减速（参数组 5-1*）。对应的端子处于活动状态。
2. 减速通过串行通讯被激活。

速度过高

在 参数 4-53 *警告速度过高* 中设置了一个值。电动机速度超过了这个值。

速度过低

在 参数 4-52 *警告速度过低* 中设置了一个值。电动机速度低于这个值。

待机

[Auto On]（自动启动）FC 使用数字输入中的启动信号（如果进行了相应的参数设置的话）或串行通讯启动信号启动了电动机。

启动延迟

在 参数 1-71 *启动延迟* 中设置了启动时间延迟。一个激动命令被激活。当前仍在延时之中。在该延时过后，电动机将启动。

正向/反向启动

作为 2 个不同数字输入的功能，选择了 *启用正向启动* 和 *启用反向启动*（参数组 5-1*）。要启动电动机，必须给出一个指明了方向的启动信号，并且对应的端子必须处于活动状态。

禁止启动

在 参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive* 协议。当前禁止启动。FC 需要通过串行通讯给出的两部分式的启动命令的第一部分（如 0x047E）才允许启动。另请参阅“控制就绪”工作状态。

停止

按了 LCP 上的 [Off]（关闭），或者作为一个数字输入功能选择了反向停止（参数组 5-1*）。对应的端子处于非活动状态。

跳闸

发生了报警。在报警原因消除后，可以通过 *复位信号*（LCP 上的 [Reset]（复位）键、控制端子或串行通讯）将该报警复位。

跳闸锁定

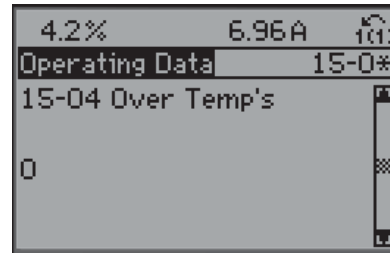
发生了严重报警。在报警原因消除后，通过断开电网然后重新接通电网可以将该报警复位。这可以通过 *复位信号*（LCP 上的 [Reset]（复位）键、控制端子或串行通讯）来完成。

设备/变频器未就绪

在 参数 8-10 *控制字格式* 中选择了 *PROFIDrive* 协议。通过串行总线向 FC 发送了一个控制字，并且“关 1”、“关 2”和“关 3”处于活动状态。当前禁止启动。要实现启动，请参阅“禁止启动”工作状态。

2.4 维护功能

变频器服务信息可以显示在显示行 3 和 4 上。该数据包括表明了运行小时数、加电次数和跳闸次数的计数器；存储了变频器在最近 20 个使变频器停止的事件中所提供的状态值的故障记录；以及变频器铭牌数据。服务信息可以访问。方法是，设置变频器的 15-** 参数组，从而将服务信息显示出来。



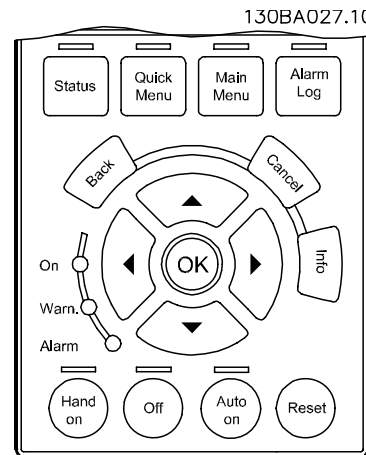
130BX173.10

通过按 LCP 上的 [MAIN MENU]（主菜单）键，可以显示参数设置。



130BP045.10

使用 LCP 上的箭头键 [▲]、[▼]、[▶] 和 [◀]，可以遍历所有参数。



130BA027.10

有关如何访问和显示参数的详细信息，以及有关 15-** 参数组中提供的服务信息的介绍和步骤，请参阅 FC 系列操作手册。

2.5 变频器输入和输出

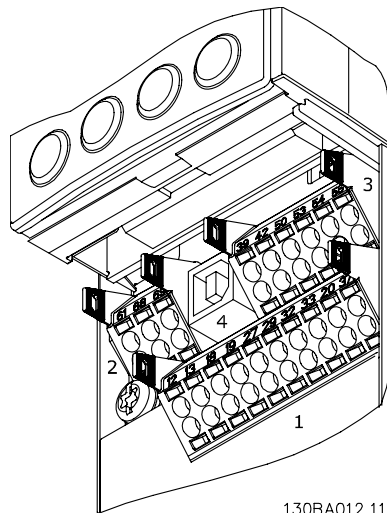
变频器通过接收控制输入信号而工作。变频器也可以输出状态数据或控制辅助设备。控制输入与变频器的连接方式可能有 3 种。实现变频器控制的一种方法是让变频器以本地（手动）模式工作，然后通过它正面的 LCP 提供输入。这些输入包括启动、停止、复位和速度参考值。

另一种控制渠道是利用来自串行总线的串行通讯。借助串行通讯协议，可以向变频器提供命令和参考值，可以设置变频器和从变频器读取状态数据。串行总线通过 RS-485 串行端口或通过通讯选件卡连接到变频器。

第三种方法是通过连接至变频器控制端子的信号线（请参阅下图）。变频器控制端子位于变频器的 LCP 下方。控制线缆连接不当可能是造成电动机不工作或变频器不响应远程输入的原因。

端子说明

1. 数字 I/O 端子
2. RS-485 (EIA-485) 端子
3. 模拟 I/O 端子
4. USB 连接器



130BA012.11

图 2.1: 控制端子

2.5.1 输入信号

变频器可以接收 2 中类型的远程输入信号：数字或模拟。数字输入连接到端子 18、19、20（公共端子）、27、29、32 和 33。模拟或数字输入连接到端子 53 或 54 和 55（公共端子）。端子功能由一个开关控制。拆下 LCP 后可以看到该开关。某些选件可能包括额外端子。

模拟信号可以是电压（0 到 +10 VDC），也可以是电流（0 到 20 mA 或 4 到 20 mA）。模拟信号可以变化（就像滑动可变电阻器那样）。可以设置变频器，使其根据电流或电压水平来增加或减小输出。例如，传感器或外部控制器可以提供可变电流或电压。反过来，作为对模拟信号的响应，变频器可以通过其输出来调节与其相连的电动机的速度。

数字信号仅由二进制 0 或 1 构成，它们实际上起到开关的作用。数字信号由一个 0 到 24 VDC 信号控制。低于 5 VDC 的电压信号为逻辑 0。高于 10 VDC 的电压为逻辑 1。0 是开，1 是关。前往变频器的数字输入是一些开关命令，比如启动、停止、反向、惯性停车、复位等等。（请勿将这些数字输入同串行通讯格式弄混。后者是组成通讯字和协议的数字字节。）

RS-485 串行通讯连接器被连接到端子（+）68 和（-）69。端子 61 是公共端子，仅当控制电缆连接在变频器之间而不是变频器与其它设备之间时，才可以用于端接屏蔽层。有关正确端接屏蔽控制电缆的方法，请参阅本节的“屏蔽电缆的接地”。

2.5.2 输出信号

变频器还会产生输出信号，这些信号通过 RS-485 串行总线或端子 42 传输。输出端子 42 的工作方式与输入端子相同。该端子可设置用于可变模拟信号（mA）或 24 VDC 的数字信号（0 或 1）。此外，还可以在端子 27 和 29 上提供脉冲参考值。输出模拟信号通常用于向外部控制器或系统表明变频器的频率、电流、转矩等。数字输出可以是用于打开或关闭阀门的控制信号，比如向辅助设备发送的启动或停止命令。

其它端子是 Form C 继电器的端子 01、02 和 03 以及端子 04、05 和 06 上的输出。

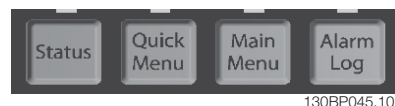
端子 12 和 13 提供 24 VDC 低压功率，通常用于为数字输入端子（18-33）供电。这些端子必须由端子 12 或 13 供电，或者由客户自备的外接 24 VDC 电源供电。由于控制线缆连接不当而造成电动机不工作或变频器不响应远程输入是一个常见维护问题。

2.6 控制端子

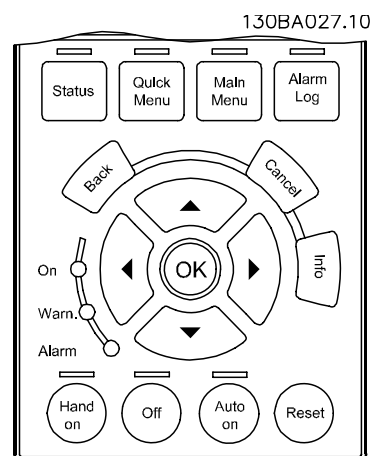
必须对控制端子进行设置。每个端子都可以执行特定功能，并且都有若干参数与其关联。请参阅下表。在参数中选择的设置决定了端子的功能。

务必确认是否已对控制端子进行了与相关功能有关的正确设置。

通过按 LCP 上的 [Status]（状态）键，可以显示参数设置。



使用 LCP 上的箭头键 [▲]、[▼]、[▶] 和 [◀] 可以浏览所有参数。



有关如何更改参数以及每个控制端子的可用功能的详细信息，请参阅编程指南。

此外，输入端子还必须接收信号。确认控制源和电源已连接到端子。然后检查信号。

信号可以用 2 种方式来检查。如前所述，通过按 [Status]（状态）键可以选择要显示的数字输入，此外也可以使用电压表来检查控制端子上的电压。有关步骤细节，请参阅第 6 节的“输入端子测试”。

总而言之，为使变频器正确工作，变频器输入端子必须：

1. 正确接线
2. 通电
3. 根据目标功能进行正确设置
4. 接收信号

2.7 控制端子功能

以下介绍了控制端子的功能。其中许多端子都具有由参数设置来决定的多项功能。某些选件提供了额外端子。请参阅图 2-2。

端子号	功能
01、02、03 和 04、05、06	两个 Form C 输出继电器。最大额定值 240 VAC, 2 A。最小额定值是 24 VDC, 10 mA, 或 24 VAC, 100 mA。可用于指示状态和警告。位于功率卡上。
12, 13	24 VDC 电源, 用于数字输入和外部变送器。最大输出电流为 200 mA。
18, 19, 27, 29, 32, 33	用于控制变频器的数字输入。R = 2 千欧。低于 5 V = 逻辑 0 (开)。大于 10 V = 逻辑 1 (关) 端子 27 和 29 可设置为数字/脉冲输出。
20	数字输入的公共端子。
37	0 - 24 VDC 输入, 用于安全停止 (部分设备)。
39	模拟和数字输出的公共端子。
42	模拟和数字输出, 用于指示频率、参考值、电流和转矩等值。模拟信号为 0/4 到 20 mA, 最小阻抗为 500 欧姆。数字信号为 24 VDC, 最小阻抗为 500 欧姆。
50	最大额定值为 10 VDC、15 mA 的模拟供电电压, 用于电位计或热敏电阻。
53, 54	可选择用作 0 到 10 VDC 电压输入, R = 10 kΩ, 或用作 0/4 到 20 mA 模拟信号, 最大阻抗为 200 Ω。用于参考值或反馈信号。此处可以连接热敏电阻。
55	端子 53 和 54 的公共端子。
61	RS-485 通讯
68, 69	RS 485 接口和串行通讯。

端子	18	19	27	29	32	33	37	53	54	42	1-3	4-6
参数	5-10	5-11	5-12	5-13	5-14	5-15	5-19	6-1*	6-2*	6-5*	5-4*	5-4*

表 2.2: 控制端子及相关参数

必须对控制端子进行设置。每个端子都可以执行特定功能, 并且都有若干参数与其关联。在参数中选择的设置决定了端子的功能。有关详细信息, 请参阅 FC 系列操作手册。

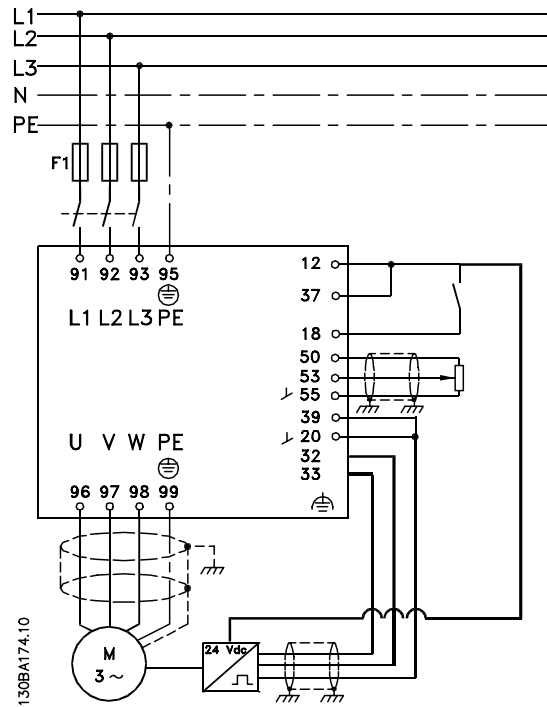


图 2.2: 控制端子的电气图

2.8 屏蔽电缆的接地

建议用电缆夹将屏蔽控制电缆的两端连接到变频器的金属机柜上。表 2-3 显示了可以获得最佳效果的接地电缆。

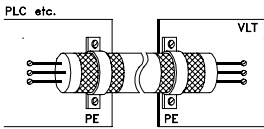
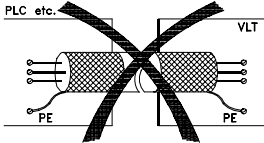
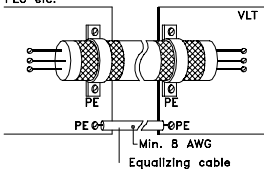
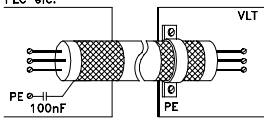
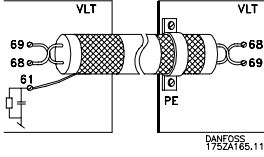
	<p>正确接地 控制电缆和串行通讯电缆必须在两端安装电缆夹，以保证尽可能好的导电性。</p>
	<p>错误接地 严禁扭结电缆两端（辫子形），因为这样做可导致屏蔽丝网在高频时阻抗增加。</p>
	<p>地电位保护 当变频器和 PLC 或其它对接设备之间的地电位不同时，可能产生干扰整个系统的电噪声。通过在控制电缆旁边安装一条等电位电缆，可解决此问题。电缆的最小横截面积为 8 AWG。</p>
	<p>50/60 Hz 地线回路 在使用很长的控制电缆时，可形成 50/60 Hz 地线回路，这可能干扰整个系统。在屏蔽丝网的一端连接一个 100 nF 的电容器（引线应尽可能短）可解决此问题。</p>
	<p>串行通讯控制电缆 变频器之间的低频噪音电流可通过将屏蔽丝网的一端连接到变频器的端子 61 来避免。该端子通过一个内部 RC 回路与地线相连。建议您采用双绞电缆降低导体之间的差模干扰。</p>

表 2.3: 屏蔽电缆的接地

3 变频器内部工作

3.1 通用信息

本部分旨在提供同变频器的主要单元和电路有关的工作概况。 这些信息可以让维修技术人员更好地了解变频器的工作，从而有助于他们的故障排查过程。

3.2 操作说明

变频器是一种电子控制器，它向三相感应式电动机提供经调节的交流电水平，从而控制电动机的速度。 通过向电动机提供可变频率和电压，变频器可以控制电动机速度或随电动机负载的变化而保持恒定速度。 变频器还可以停止和启动电动机并且不会像线路启动那样造成机械应力。

基本形式的变频器由四大部分组成：整流器、中间电路、逆变器和控制（请参阅图 3-1）。

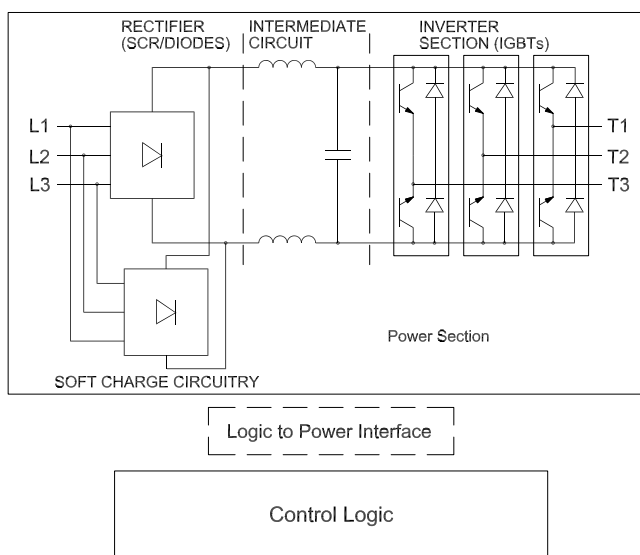


图 3.1: 控制卡逻辑

为了提供一个概介，变频器的主要组件将被分为 3 个类别：控制逻辑部分，逻辑-功率接口部分，以及功率部分。 在介绍操作的过程中会更具体地涉及到这 3 个部分，同时还会描述功率和控制信号是如何在整个变频器中移动的。

3.2.1 逻辑部分

逻辑部分的一大部分包含在控制卡中（请参阅图 3-2）。控制卡的主要逻辑元素是一个微处理器，后者监督并控制变频器的所有操作功能。此外，单独的 PROM 所包含的参数还为用户提供了可编程选项。通过设置这些参数，可以让变频器符合特定的应用需求。这些数据随后会存储在 EEPROM 中，后者可以保证这些数据在断电期间的安全性，同时也使得用户可以灵活地更改变频器的操作特性。

一个定制的集成电路生成脉冲宽度调制（PWM）波形，后者会被发送到位于功率卡上的接口电路。

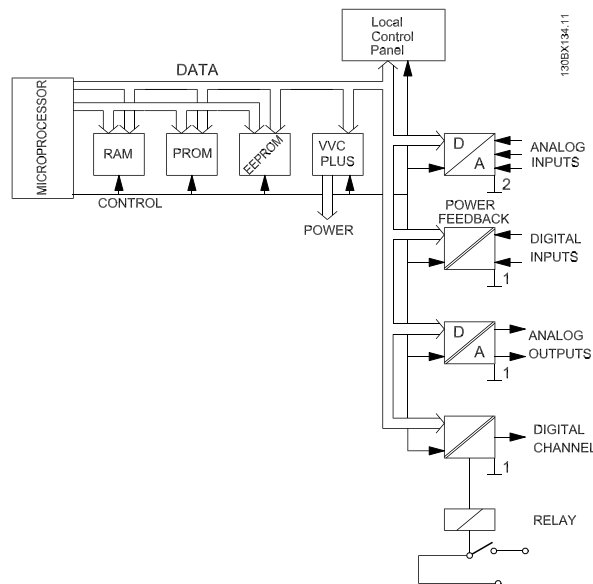


图 3.2: 逻辑部分

PWM 波形是采用经过改进的控制方案（被称作 VVC^{plus}）来生成的。该控制方案是对此前 VVC（电压矢量控制）系统的进一步发展。VVC^{plus} 可以为电动机提供符合电动机需求的可变频率和电压。此外还提供了持续脉冲 SFVPM PWM。可以在参数组 14-** 中进行选择。通过对系统变化作出动态响应，变频器可以满足变化的负载要求。

逻辑部分的另一部分是本地控制面板（LCP）。这是安装在变频器正面的可拆卸键盘/显示器。LCP 在变频器内部数字逻辑和操作员之间提供了一个接口。

变频器的所有可编程参数设置都可以上载到 LCP 的 EEPROM 中。这个功能有助于维持一个备用的变频器配置文件和参数集。通过其下载功能，它还可以用于设置其它变频器或将设置还原到维修之后的设备上。LCP 在工作期间可拆卸，借此可防止设置被意外更改。通过添加远程安装套件，可以将 LCP 安装在 10 英尺之外的远程位置。

它提供了用于输入命令（比如启动、停止、正向、反向和速度参考值）并且带有可编程功能的控制端子。此外还有用于提供信号（以运行外围设备）或监视和报告状态的输出端子。

控制卡逻辑可以通过串行线路与外部设备通讯，比如个人计算机或可编程逻辑控制器（PLC）。

控制卡还提供了 2 个供控制端子使用的电压源。24 VDC 用于开关功能，比如启动、停止以及正向/反向。24 VDC 电源还可以提供 200 mA 输入，其中一部分可用于为外部编码器或其它设备供电。端子 50 上的 10 VDC 电源也可以用于速度参考值电路，其额定电流为 17 mA。

模拟和数字输出信号由变频器内部电源供电。

用于监视变频器状态的 2 个继电器位于功率卡上。这些可通过参数组 5-4* 进行设置。这些继电器是 Form C 继电器，也就是说在一个单掷开关上同时含有 1 个常开触点和 1 个常闭触点。继电器触点的最大额定负载是 240 VAC, 2 A。

控制卡上的逻辑电路允许添加同步控制选件模块、串行通讯选件、额外的继电器、多泵控制器或定制的操作软件。

3.2.2 逻辑-功率接口

逻辑-功率接口将功率部分的高压组件同逻辑部分的低压信号隔开。这个接口部分由功率卡和门驱动器卡组成。

对输出短路和接地故障的故障处理有许多是由控制卡来完成的。功率卡负责这些信号的调节。电流反馈和电压反馈的标定是由控制卡来完成的。

功率卡包含一个开关模式电源 (SMPS)，后者为设备提供 24 VDC、+18 VDC、-18 VDC 和 5 VDC 工作电压。逻辑和接口电路由 SMPS 供电。SMPS 由直流总线电压供电。可以为变频器再选配一个辅助的 SMPS，该电源将由客户自备的 24 VDC 电源供电。在电网输入断开的情况下，这个辅助 SMPS 可以为逻辑电路供电。借此可以让带有通讯选件的设备在网络上保持工作（当变频器不是由电网供电时）。

冷却风扇的速度控制电路也位于功率卡上。

从控制卡到输出晶体管 (IGBT) 的门变频器信号被隔离起来并在门驱动器卡上得到缓冲。在带有动态制动选件的设备上，制动晶体管的驱动电路也位于该卡上。

3.2.3 功率部分

高压部分由交流输入端子、交流和直流母线、熔断装置、线束、交流输出和选配组件构成。功率部分（请参阅图 3-3）还包括：整流器中的软充电和 SCR/二极管模块的电路；含有直流线圈的直流总线滤波器电路（通常被称为“中间电路”或“直流总线电路”）；以及输出 IGBT 模块（构成了逆变器部分）。

与 SCR/二极管模块一起，软充电电路可以限制刚加电并且直流总线电容器充电时的涌入电流。这是由被保护模块中的 SCR 来实现的，同时充电电流会流过软充电电阻器，因此起到限流作用。直流总线电路可以平抑因为对交流电源进行转换而导致的脉动直流电压。

直流线圈是一个整体装置，由缠绕在一个公共铁芯上的两个线圈构成。一个线圈位于直流总线的正极侧，另一个位于负极侧。该线圈帮助减小主电源谐波。

直流总线电容器与泄流和平衡电路一起被安排在一个电容器组中。鉴于对较高功率性能的要求，某些变频器配备了 2 个并联的电容器组。

逆变器部分由 6 个 IGBT 构成，通常被称为开关。三相电源的每一个半相都需要一个开关，因此总共有 6 个开关。6 个 IGBT 包含在一个模块中。鉴于较高的电流处理要求，某些机型含有 2 个或 3 个更大型的 6 开关式模块。在这些设备中，每个开关（半相）由 2 个或 3 个并联的 IGBT 构成。

在输出的每一相上都有一个霍尔效应型电流传感器，它们用于测量电动机电流。这种类型的装置替代了更常用的电流转换器（CT）装置，以减小 CT 引入到信号中的频率和相位失真水平。霍尔传感器可以监视均值、峰值电流和漏地电流。

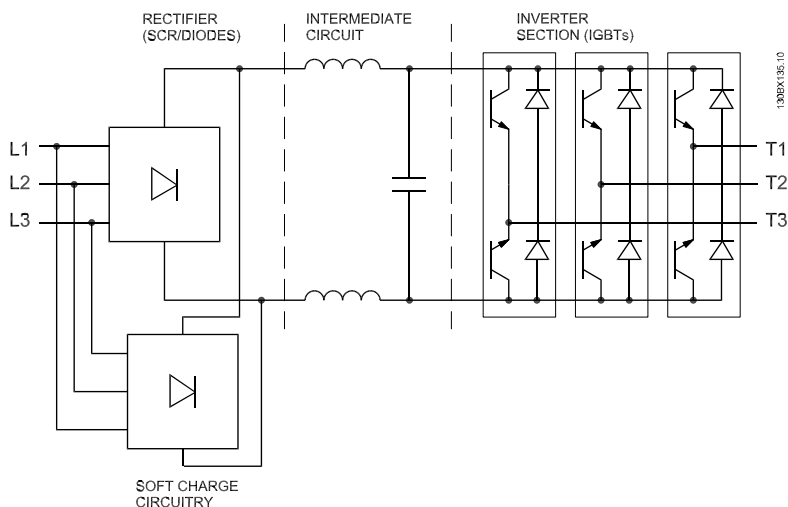


图 3.3: 典型的功率部分

3.3 操作顺序

3.3.1 整流器部分

连接到变频器的输入电源首先经过输入端子 (L1, L2, L3), 然后到达断路器或/和 RFI 选件 (取决于设备的配置) (请参阅图 3-4)。如果选配了熔断器, 这些熔断器 (FU1, FU2, FU3) 可以限制功率部分的短路所造成的损害。SCR/二极管组合模块中的 SCR 未受到门控, 因此电流可以到达软充电卡的整流器上。在 E 型变频器中, SCR 和二极管模块是分开的。位于软充电卡上的额外熔断器可以防范在软充电或风扇电路中发生的短路。三相电源还被延伸和被送到功率卡上。它为功率卡提供了电网供电电压参考值, 同时为冷却风扇提供供电电压。

充电期间, 软充电整流器的顶部二极管在正半周期中传导和整流。主整流器中的二极管在负半周期中传导。该直流电压通过软充电电阻器被施加到总线电容器上。通过这个电阻器为直流总线充电的目的是避免高涌入电流。

软充电卡上的正温度系数 (PTC) 电阻器与软充电电阻器串联。输入电源的频繁循环或直流总线充电时间过长会使 PTC 电阻器的温度因为电流运动而上升。PTC 设备的阻值会随温度上升而增加, 这样一来, 其阻值最终会增加到足以对电路电流产生明显阻碍的水平。这可以保护软充电电阻器以及其它组件, 以防连续的直流总线充电企图对它们造成损害。

当直流总线达到比直流总线下限报警电压低 50 VDC 的时候, 低压电源被激活。经过短暂延时后, 一个涌入电压使来自控制卡的信号被发送到功率卡 SCR 门电路中。当处于正向偏压模式时, SCR 自动受到门控, 因此会以类似于无控制整流器的方式工作。

当直流总线电容器充满电后, 直流总线上的电压将等于输入电网的峰值电压。从理论上说, 这可以用电网电压值乘以 1.414 ($VAC \times 1.414$) 来计算。但由于直流总线上存在交流脉动电压, 因此实际的直流值将接近 $VAC \times 1.38$ (无负载情况下), 当有负载时, 实际值可能降低到 $VAC \times 1.32$ 。例如, 对于连接到额定电压为 460 V 的线路的变频器, 当其空闲时, 直流总线电压将约为 635 VDC (460×1.38)。

只要给变频器通电, 中间电路和逆变器电路就会带有这个电压。它还被馈送到功率卡上的开关模式电源 (SMPS), 并用于创建所有其它低压电源。

3

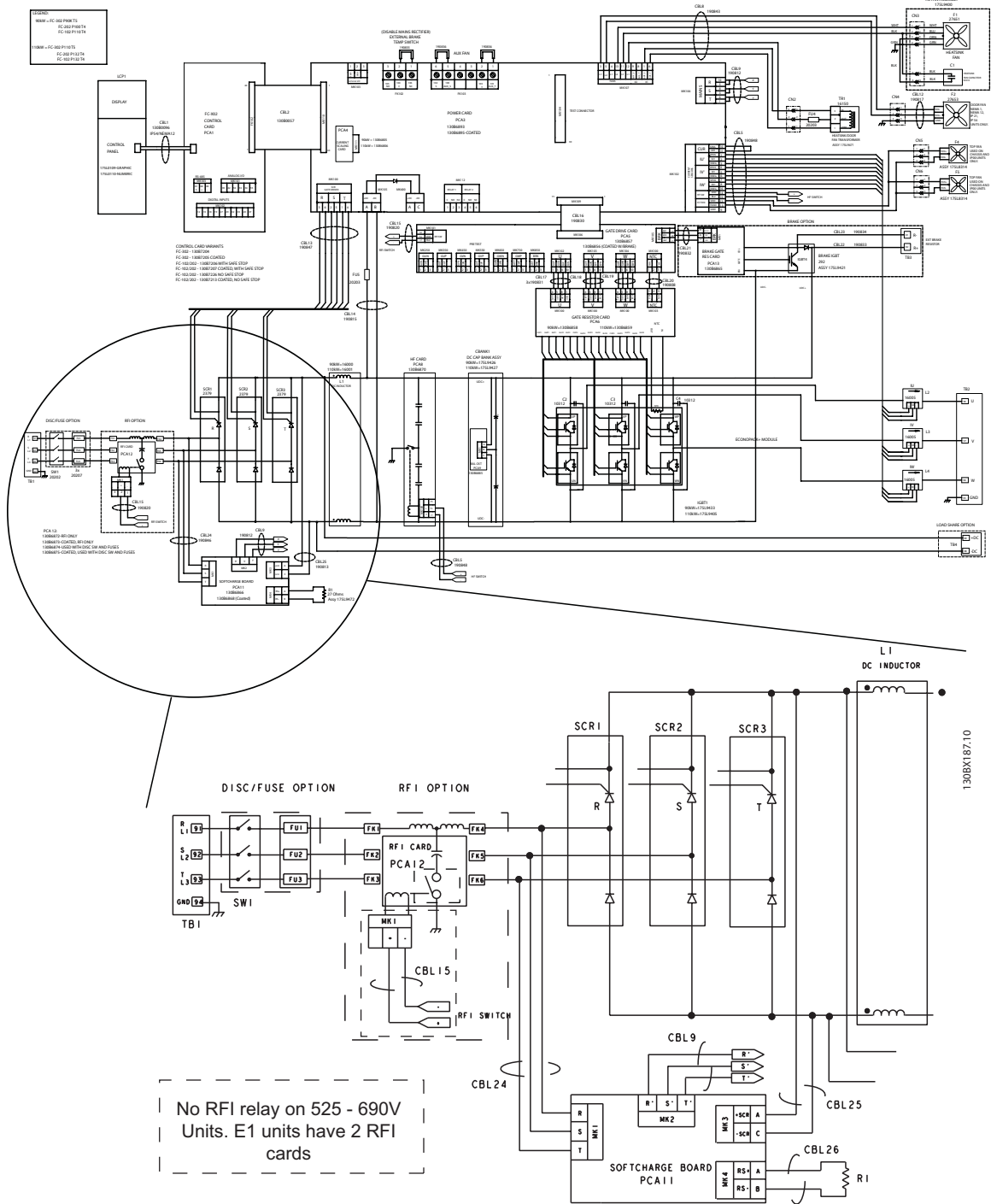


图 3.4: 整流器电路

3.3.2 中间部分

电压在经过整流器部分后，便会到达中间部分。（请参阅图 3-5）。经过整流的电压被一个由直流总线感应器和直流总线电容器组构成的 LC 滤波器电路进行了平抑。

直流总线感应器提供用于改变电流的串联阻抗。这有助于滤波过程，同时可以减小整流器电路在通常情况下固有的交流输入电流波形的谐波失真。

直流电容器组单元最多由 8 个采用串联/并联配置的电容器构成。功率较大的设备有 2 个电容器组单元。该单元还含有泄流/平衡电路。该电路在各个电容器两端保持相等的压降，并且为一旦移除变频器的电源时发生的电容器放电提供一个电流路径。

高频 (HF) 滤波器卡也位于中间部分。它包含一个旨在减少自然产生的高频电流的高频滤波器电路，目的是防止对该区域内的其它敏感设备造成干扰。与其它 RFI 滤波器电路一样，该电路可能对三相交流输入线路中的失衡相地电压非常敏感。有时候，这可能导致错误的过压报警。鉴于这个原因，380 - 500 V 系列的变频器的高频滤波器卡在滤波电容器的接地线路中包含一组继电器触点。该继电器被关联在 RFI/HF 开关中，可以在参数 14-50 *射频干扰滤波器* 中打开或关闭。一旦失衡的相地电压引发了虚假的过压情况，继电器便会断开所有滤波器的接地参考值信号。

525 - 690 V 变频器没有旨在断开接地线路的继电器触点。

3

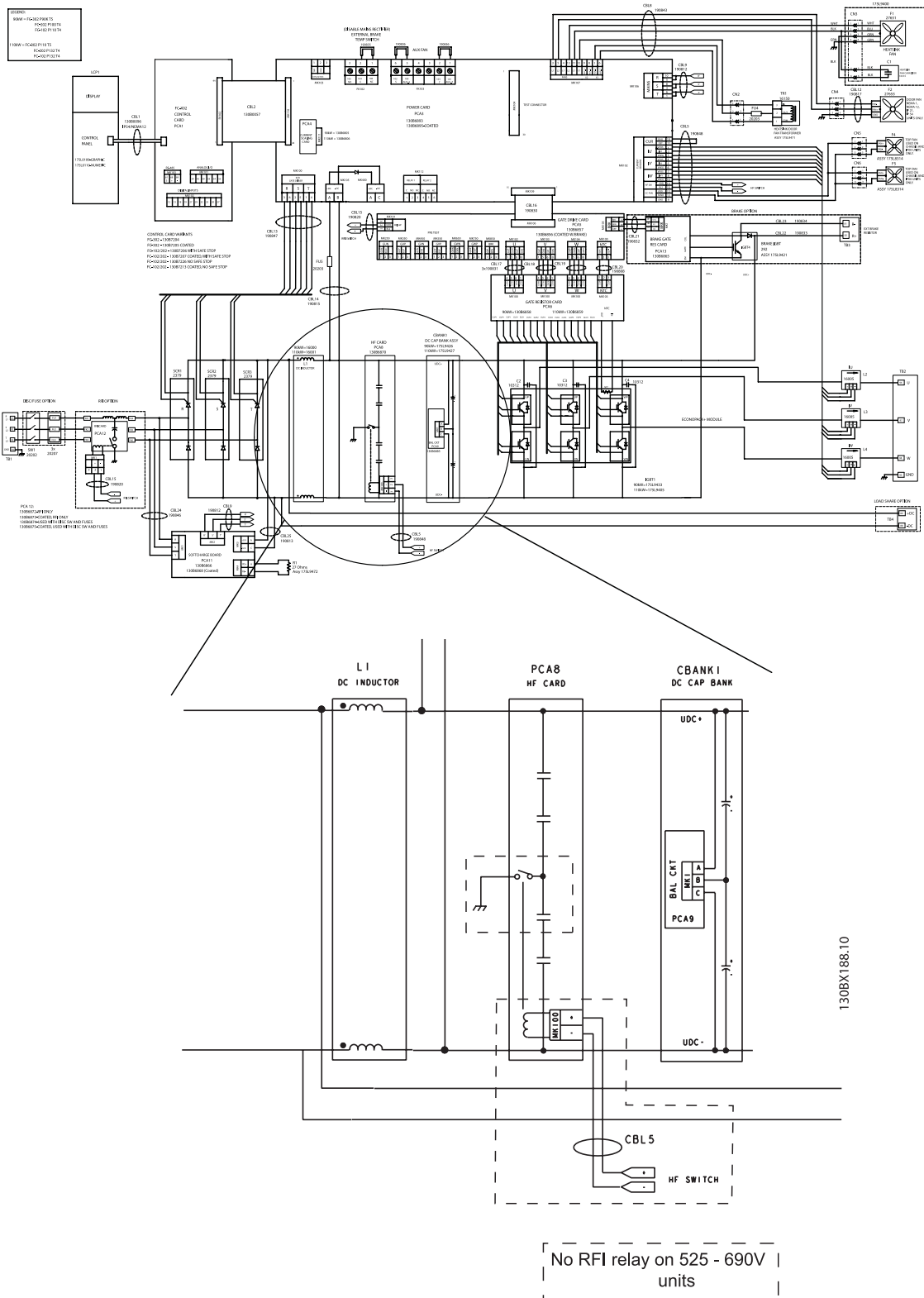


图 3.5: 中间部分

3.3.3 逆变器部分

在逆变器部分中（请参阅图 3-7），门信号从控制卡发出，通过功率卡和门变频器卡，然后到达 IGBT 的门电路。每一组 IGBT 的串联线路在通过电流传感器后与输出相连。

一旦提供了运行命令和速度参考值，IGBT 便开始通过开和关来创建输出波形，所图 3-6 所示。用示波器可以查看相电压波形，它可以视作脉冲宽度调制（PWM）原理创建的一系列不同宽度的脉冲。基本上来说，这些脉冲在逼近零交点时较窄，而在离开零交点时会较宽。宽度由所施加的直流电压的脉冲持续时间来控制。尽管电压波形具有一致的幅度，但电动机绕组中的电感将对所提供的电压进行平均化，因此，当波形的脉冲宽度变化时，电动机看到的平均电压也会发生变化。这等于点动电流波形。正如我们在交流系统中常看到的那样，该波形呈正弦状。该波形的频率由脉冲发生速率决定。通过采用先进的控制方案，变频器可以提供几乎与真正交流正弦波一样的电流波形。

扩展卡根据 Danfoss VVCplus PWM 原理生成这个波形，它可以实现最优化的性能并最大限度减小电动机中的损耗。

霍尔效应电流传感器监视输出电流并为功率卡提供比例信号，这些信号经过缓冲后被发送到控制卡。控制卡逻辑使用这些信号并根据负载状况来确定适当的波形补偿。此外，它们还用于检测过电流状况，包括接地故障和输出上的相间短路。

在正常工作期间，功率卡和控制卡会监视变频器内的各项功能。电流传感器提供电流反馈信息。直流总线电压和主电源电压以及提供给电动机的电压也会受到监视。散热片温度反馈由安装在某个 IGBT 模块内的热传感器提供。

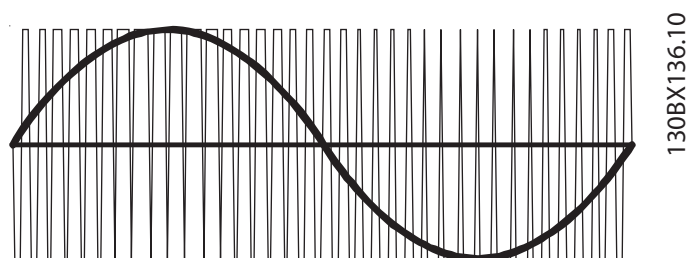


图 3.6: 输出电压和电流波形

3

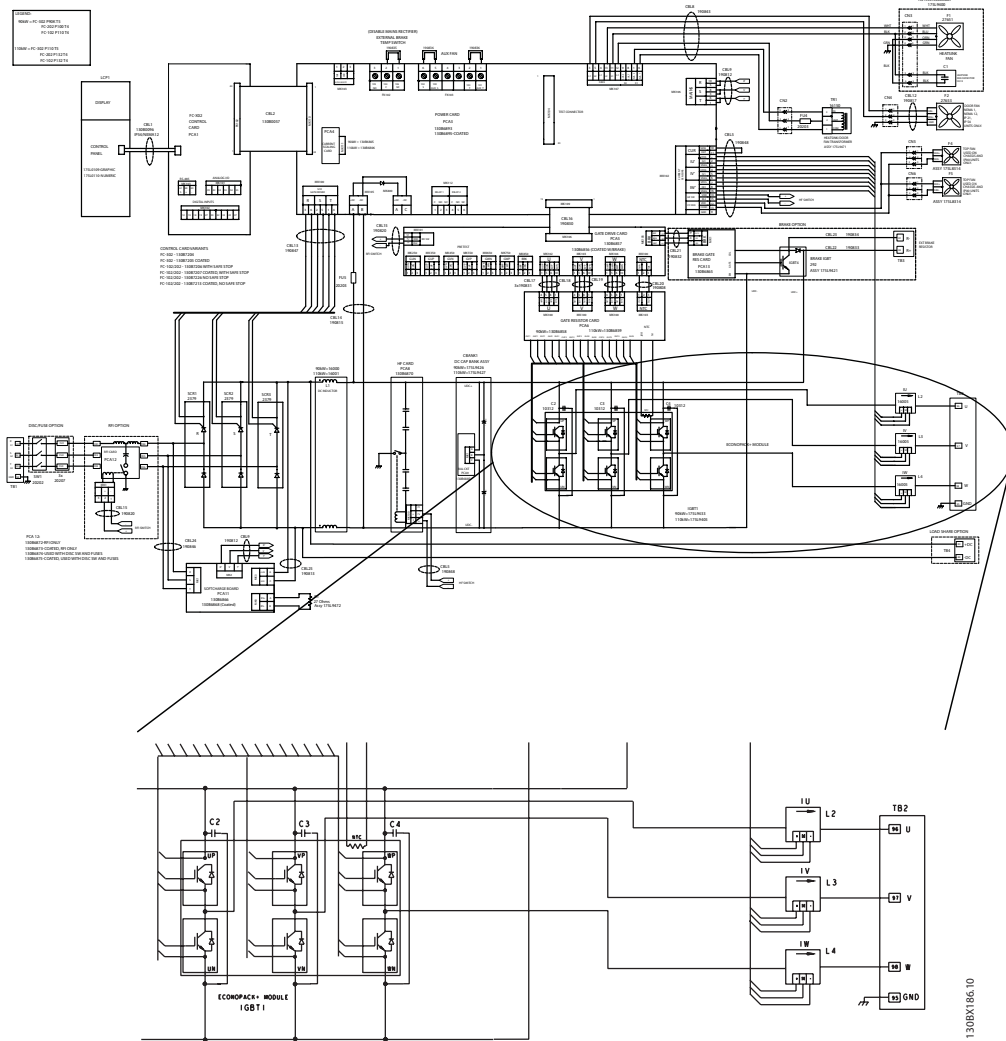


图 3.7: 逆变器部分

3.3.4 制动选件

配备动态制动选件的变频器含有制动 IGBT 以及用于连接外部制动电阻器的端子 81 (R-) 和 82 (R+)。

制动 IGBT (请参阅图 3-8) 的功能是限制中间电路中的电压, 以防超过电压上限。为此, 它会根据需要将安装在外部的电阻器接入直流总线上, 以分担总线电容器上存在的过高直流电压。过高的直流总线电压通常来源于会使再生能量返回直流总线的牵引负载。例如, 当负载使电动机发生变频时就会造成电压返回到直流总线电路的情况。

将制动电阻器外置有以下优点: 根据应用需求选择该电阻器; 在控制面外部耗散能量; 保护变频器, 防止它因为制动电阻器过载而发生过热。

制动 IGBT 门信号从控制卡上发出, 然后通过功率卡和门变频器卡发送到制动 IGBT。此外, 功率卡和控制卡还监视制动 IGBT 和制动电阻器连接, 以防发生短路和过载。

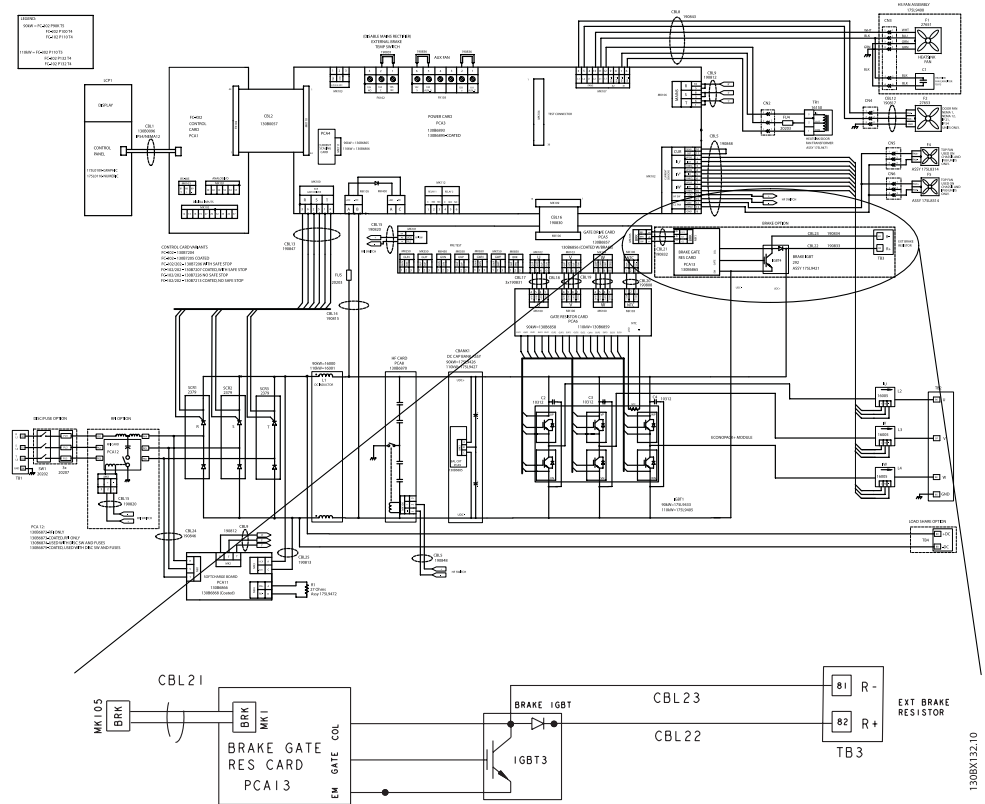


图 3.8: 制动选件

3.3.5 冷却风扇

这个规格范围的所有变频器都配备了旨在为散热片提供冷却气流的冷却风扇。对于安装在 NEMA 1 (IP21) 和 NEMA 12 (IP54) 机箱中的设备，风扇安装在机箱门中，这样做是为了给设备提供额外的气流。为了实现额外的冷却效果，机架式 (IP00) 机箱的风扇安装在设备顶部。这个规格范围的某些变频器在输入板上安装了一个小型的 24 VDC 风扇。这种风扇仅安装在同时配备 RFI 滤波器和电网熔断器的 E-机架规格的设备上。风扇为电网熔断器周围提供气流。只要给变频器通电，该风扇就会工作。

所有风扇都由经过自动变压器降压并被功率卡上的电路调节到 200 或 230 VAC 的电网电压供电。为了降低总体噪音并延长风扇的寿命，系统提供了风扇控制（开/关和高速/低速）。

以下因素会激活风扇：

- 超过了额定电流的 60%
 - 超出特定的散热片温度（取决于功率规格）
 - 直流夹持被激活
 - 直流制动被激活
 - 电动机预励磁
 - 自动电动机调整期间
- 无论散热片温度如何，只要为变频器施加了主输入电源，风扇就会随后启动。

风扇一旦启动，便至少会运行 10 分钟。

3.3.6 风扇速度控制

冷却风扇通过传感器反馈进行控制，后者根据下述方式调整风扇的工作和速度控制。

1. IGBT 热传感器测得的温度。根据这个温度，风扇可能被关闭或者以低速或高速运行。

IGBT 热传感器	D 机架设备	E 机架设备
风扇启动并以低速运行	45° C	45° C
风扇从低速转至高速	50° C	50° C
风扇从高速转至低速	40° C	40° C
风扇从低速转至停止	30° C	30° C

表 3.1: IGBT 热传感器

2. 功率卡环境温度传感器测得的温度。根据这个温度，风扇可能被关闭或者以高速运行。

功率卡环境温度	D 机架设备	E 机架设备
风扇启动并转至高速	35° C	45° C
风扇从高速转至停止	30° C	40° C
风扇启动并转至高速	<10° C	<10° C

表 3.2: 功率卡环境温度传感器

3. 控制卡热传感器测得的温度。根据这个温度，风扇可能被关闭或者以低速运行。

控制卡环境温度	D 机架设备	E 机架设备
风扇启动并转至低速	55° C	55° C
风扇从低速转至停止	45° C	45° C

表 3.3: 控制卡热传感器

4. 输出电流值。如果输出电流超过额定电流的 60%，风扇将启动并以低速运行。

3.3.7 负载共享

带有内置负载共享选件的设备含有端子 89 (+) DC 和 88 (-) DC。在变频器内，这些端子被连接到直流回路电抗器和总线电容前面的直流总线。

在使用负载共享端子时可以采用 2 种不同配置。

一种方法是用这些端子将多台变频器的直流总线电路连接到一起。借此，位于发电模式下的变频器可以与另一位于电动机模式下的变频器共享其过高的总线电压。如果运用得当，这不仅可以减少对外部动态制动电阻器的需求，而且还可以实现节能。从理论上说可以用这种方式连接任意多的变频器；但所有变频器必须具有相同的电压额定值。此外，根据变频器的规格和数量，可能必须在直流回路连接和主电源的交流电抗器中安装直流电抗器和直流熔断器。尝试这样的配置时要求考虑特殊事项，并且首先应咨询 Danfoss 应用工程部门。

第二种方法用专门的直流电源为变频器供电。情况要略微复杂一些。首先是需要一个直流电源。其次是需要一种在加电时对直流总线进行软充电的机制。最后是，需要用电网电压源为变频器内的风扇供电。同样，在尝试这样的配置时首先应咨询 Danfoss 应用工程部门。

3.3.8 特定的卡连接

功率卡上的连接器 FK102 以及端子 104、105 和 106 可用于连接外部温度开关。该输入可用于监测外部制动电阻器的温度。可以采用 2 种输入配置。可以在端子 104 和 106 之间连接一个常闭开关，也可以在端子 104 和 105 之间连接一个常开开关。如果该输入的状态发生变化，变频器将跳闸并发出报警 29，即“过温”。输入 SCR 也将被禁用，目的是防止为直流总线供应更多的能量。如果未使用这样的输入，或者选择了常开配置，则必须在端子 104 和 106 之间安装一个跳线帽。

功率卡上的连接器 FK103 以及端子 100、101、102 和 103 可用于连接电网电压，以允许用外部电源为交流冷却风扇供电。当在没有为电网输入端子提供交流电源的负载共享应用中使用变频器时需要这样做。在利用这项预留功能时，需要取下端子 100 和 102 以及 101 和 103 之间的跳线帽。辅助电网电压电源应连接至端子 100 和 101。

功率卡 MK112，以及端子 1、2，端子 3，端子 4、5，端子 6 可用于访问 2 个辅助继电器。这些是 form C 触点组，也就是说在一个单掷开关上同时含有 1 个常开触点和 1 个常闭触点。触点的最大额定值是 240 VAC，2 A；最小额定值是 24 VDC，10 mA，或 24 VAC，100 mA。可以通过参数 5-40 *继电器功能* 来设置该继电器，以指示变频器状态。

功率卡上标有 MK400 和 MK103 字样的端子位置是预留给将来使用的。

4 疑难解答

4.1 故障排查技巧

在试图修理变频器之前，请参照此处提供的某些技巧，这可以让您的工作变得更为轻松并且可以防止对功能组件造成不必要的损害。

1. 留意所有与变频器中的电压有关的警告。在设备上工作之前，始终检查是否存在交流输出电压和直流总线电压。在变频器中，某些位置的电压以负直流总线为参照，因此在图表上可能显示为中性区域，它们也具有总线电位。
请记住，在断开设备的电源后，该电压还可能持续存在 40 分钟（在 E-机架规格变频器上）或 20 分钟（在 D-机架规格变频器上）。有关具体的放电时间，请参阅变频器柜门正面上的标签。
2. 切勿给可能存在故障的设备通电。变频器内的许多故障组件都有可能在加电时对其它组件造成损害。在修理设备之后，务必按照第 5 节“测试步骤”的介绍执行测试步骤。
3. 切勿绕过变频器内的任何故障保护电路。否则可能造成不必要的组件损害甚至导致人身伤害。
4. 始终使用厂商认可的替换件。变频器在设计上只能在某些规范范围内工作。不当部件可能影响设备的承受能力并造成进一步的设备损害。
5. 阅读说明书和维护手册。对设备的透彻了解胜于一切。一旦有疑问，请咨询厂家或向授权的维修中心求助。

4

4.2 外部故障排查

在维护已经使用较长时间的变频器时，其方法可能与新系统的维护略有不同。遵照正确的故障排查步骤，不要作任何臆测。如果因为变频器已经使用了一段时间而认为电动机的接线肯定没有问题，则会令您忽略连接松脱、设置不当、新增加的设备等引发的问题。最好制定一个周密的方法，并且首先从系统的实际检查开始。有关需要检查的事项，请参阅表 4-1，“肉眼检查”。

4.3 故障症状疑难解答

本疑难解答部分按照所遇到的症状而分为不同部分。To start Table 4-1 provides a visual inspection check list. 在很多时候，问题都可能源自变频器的安装或接线方式不妥。该清单介绍了在任何变频器维护过程中都需要检查的一系列项目。

接着，根据技术人员最常发现问题的情景来查看相关症状：变频器显示内容无法辨认，电动机运行问题，或者变频器显示的警告或报警。请记住，变频器的处理器会监视输入和输出以及变频器的内部功能，因此报警或警告并不一定意味着变频器自身的问题。

每一种症状都带有如何排查相应问题的进一步说明。在必要的时候，还需要进一步执行手册中其它部分的步骤。第 5 节，“变频器和电动机应用”，详细介绍了作为一名经验丰富的维修技术人员应该了解的变频器知识和系统故障排查方法，以帮助实现有效的问题诊断。

最后还提供了一个名为“修理之后的测试”的测试清单。在下述情况中应始终执行这些测试：当首次启动变频器时；在开始排查怀疑有故障的变频器时；或在修理了变频器之后。

4.4 肉眼检查

下表列出了在任何初始的故障排查步骤中都需要执行肉眼检查的一系列状况。

检查内容	说明
辅助设备	查看可能位于变频器的输入电源侧或电动机输出侧的任何辅助设备、开关、断路器或输入熔断器/断路器。检查这些项目的工作和状况，以了解导致操作故障的可能原因。检查为变频器提供反馈的压力传感器或编码器等功能和安装情况。
电缆布线	切勿并行布置电动机线路、主电源线路和信号线路。如果并行布线无法避免，则应尽量在电缆之间保持 6 到 8 英寸（150 - 200 mm）的间距或者用一个接地的传导性隔离物将它们隔开。切勿将线路裸露在空气中。
控制线路	检查线缆和连接是否断裂或损坏。检查信号的电压源。建议使用屏蔽电缆或双绞线（尽管根据安装条件并不总是需要这样做）。确保屏蔽层的正确端接。请参考第 2 节中同屏蔽电缆的接地有关的内容。
变频器冷却	检查所有冷却风扇的工作状况。检查 NEMA 12（IP54）设备上的门装过滤器。检查空气通道是否被阻塞或受到限制。确保底部安装了密封板。
变频器显示屏	变频器的本地控制面板显示屏可以显示警告、报警、变频器状态、故障记录和其它许多重要内容。
变频器内部	变频器内部应该无尘、无金属碎屑、无潮气并且无锈蚀。检查是否有烧毁或损坏的电源组件或灾难性的组件故障所造成的碳屑。检查功率半导体的外壳是否开裂或断裂，或者设备内部是否有松散的组件外壳碎片。
EMC 事项	从电磁能力方面检查安装是否正确。有关详细信息，请参考变频器操作手册和本手册第 5 节的内容。
环境状况	在特定条件下，这些设备可以在高达 50° C（122° F）的环境下工作。湿度必须低于 95%，并且无冷凝。检查是否存在有害的空气污染物，比如硫化化合物。
接地	变频器需要采用从其机架连接到建筑物地线的专门地线。同时还建议将电动机接地（通过将它连接到变频器的机架上）。使用线管或将变频器安装到金属表面上并不是适宜的接地方法。检查地线连接是否良好、牢靠并且是否无氧化。
输入电源线路	检查松脱的连接。检查熔断器是否正常工作。检查熔断器是否烧毁。
电动机	检查电动机的铭牌规格。确保电动机的额定规格与变频器匹配。确保变频器的电动机参数（1-20 - 1-25）已按照电动机额定规格进行了设置。
电动机线路的输出	检查松脱的连接。检查输出电路中的开关组件。检查开关装置的触点是否有问题。
编程	确保变频器的参数设置相对于电动机、应用和 I/O 配置来说是正确的。
正确间隙	这些变频器要求顶部和底部保留足够的间隙，以确保能够提供适合变频器规格的冷却气流。背部带有裸露散热片的变频器必须安装在平整的实心表面上。
振动	查看可能影响到变频器的异常振动情况（尽管这是一个具有某种主观性的过程）。变频器的安装必须牢靠或者使用防振座。

表 4.1: 肉眼检查

4.5 故障症状

4.5.1 无显示

LCP 提供了 2 种显示指示。一是通过背光式的 LCD 数字字母显示屏。二是位于 LCP 底部附近的 3 个 LED 指示灯。如果绿色的通电 LED 亮起而背光显示屏是黑的，则表明 LCP 自身有问题，因此必须更换。



130BP040.10

但要确保显示屏完全是暗的。如果在 LCP 的顶部只有一个字符或只有一个点，则说明与控制卡之间的通讯可能失败。当在变频器中安装了串行总线通讯选件但未正确连接或其存在故障时，通常可以看到这种情况。

如果没有任何指示，则问题的源头可能在其它位置。请转至“无显示”测试（6.3.1）执行进一步的故障排查步骤。

4.5.2 间歇显示

整个屏幕停止显示或者闪烁，并且电源 LED 指示电源（SMPS）正在因为过载而被关闭。这可能是控制线路不正确或变频器自身故障所造成的。

第一步是排除控制线路的问题。为此，请拔下控制卡上的控制端子组，以断开所有控制线路。

如果屏幕保持点亮状态，则说明问题在控制线路中（即位于变频器外部）。应检查所有控制线路，看是否存在短路或连接错误。

如果屏幕仍然停止显示，请执行“无显示”排查步骤（虽然屏幕并不是完全无显示）。

4.5.3 电动机不运行

在发现这种症状时，首先验证是否已正确为设备通电（显示屏变亮），以及是否显示了警告或报警消息。这个问题的最常见原因是控制逻辑出错或变频器设置不当。这种情况会导致系统显示以下一个或多个状态消息。

LCP 停止

按了 [OFF]（停止）键。发生这种情况时，屏幕的第 2 行也会闪烁。

按 [AUTO ON] 或 [HAND ON] 键。

待机

这表明端子 18 上没有启动信号。

确保端子 18 上存在启动信号。请参考输入端子信号测试（6.3.16）。

设备就绪

端子 27 为低（无信号）。

确保端子 27 为逻辑“1”。请参考输入端子信号测试（6.3.16）。

运转正常，0 Hz

这表明已向变频器发出了一个运行命令，但参考值（速度命令）为零或缺失。

检查控制线路，以确保在变频器的输入端子上存在正确的参考值信号，以及设备经过了适当设置，可以接受所提供的信号。请参考输入端子信号测试（6.3.16）。

关 1（2 或 3）

这表明控制字的位 1（或位 2 或位 3）是逻辑“0”。仅在通过现场总线控制变频器时才会发生这种情况。

只有通过串行总线向变频器发送一个正确的控制字才能纠正这个问题。

停止

数字输入端子 18、19、27、29、32 或 33（参数 5-1*）中有一个被设为*反向停止*，而对应的端子为低电平（逻辑“0”）。

确保上述参数的设置正确并且任何被设为*反向停止*的数字输入都为高电平（逻辑“1”）。

给出了设备正常工作的指示，但没有输出

确保参数 14-22 *工作模式* 未被设为*在禁用逆变器的情况下运行*。

如果设备配备了外接 24 VDC 选件，请检查是否向变频器施加了电网电压。

注意：如果是这样，显示屏将给出警告 8，并且会交替闪烁。

4.5.4 电动机工作不正确

有时候电动机能保持运行但运行方式不正确，这可能表明发生了故障。其症状和原因都可能存在相当大的差异。以下按症状列出了多种可能的问题，并给出了用于确定相关原因的建议步骤。

错误的速度/设备对命令无响应

参考值可能不正确（速度命令）。

确保设备根据所用的参考信号进行了正确的设置，并且所有参考值极限的设置也正确。执行输入端子信号测试（6.3.16），以检查有问题的参考值信号。

电动机速度不稳定

可能是参数设置不当、电流反馈电路有问题、电动机（输出）缺相。

检查所有电动机参数的设置，包括所有电动机补偿设置（滑差补偿、负载补偿等）。对于闭环模式，请检查 PID 设置。执行输入端子信号测试（6.3.16），以检查有问题的参考值信号。执行电源电压输出不平衡测试（6.3.10），以检查电动机缺相问题。

电动机运行困难

可能是过磁化（电动机设置不当），或 IGBT 误动作。注意：电动机在承载时也可能失速，变频器有时可能因此而跳闸并给出报警 13。

检查所有电动机参数的设置。执行电源电压输出不平衡测试（6.3.10）。

如果输出电压不平衡，请执行门驱动器信号测试（6.3.11）。

电动机产生高电流，但无法启动

可能是电动机绕组断路 或电动机相线路断路。

执行电源电压输出不平衡测试（6.3.10），以确保变频器提供了正确的输出（请参阅上述的“电动机运行困难”）。

运行 AMA，以检查检查电动机的绕组是否断路以及阻抗是否不平衡。检查电动机的所有接线。

电动机不制动

可能是制动电路发生故障。可能是制动参数的设置不正确。减速时间太短。注意：可能伴随有报警或警告消息。

检查所有制动参数和减速时间（参数 2-0* 和 3-4*）。

执行制动检查（6.3.13）。

4.6 警告/报警消息

4.6.1 警告/报警代码表

警告或报警通过变频器正面的 LED 和屏幕上的代码进行指示。

警告表明了可能需要注意的状况或某种最终可能需要注意的趋势。警告保持活动状态，直至相关原因不复存在。在某些情况下，电动机可能继续工作。

出现报警时将跳闸。跳闸会使电动机的电源被断开，并且在故障状态消除后可以通过按复位按钮或借助数字输入来复位（参数 5-1*）。导致报警的事件不会损害变频器或造成危险情况。修正报警产生的原因后，必须复位才能重新运行。

可以通过以下三种方式进行复位：

1. 通过按控制面板 LCP 上的 [Reset]（复位）按钮。
2. 数字复位输入。
3. 通过串行通讯/选配的现场总线的复位信号。



注意

使用 LCP 上的 [RESET]（复位）按钮手动复位后，必须按 [AUTO ON]（自动启动）按钮才能重新启动电动机。

当发生可能损害变频器或相连设备的报警时，系统将执行**跳闸锁定**操作。电动机的电源被断开。跳闸锁定只能在故障状况消除后通过电源循环来复位。故障排除后，只有报警灯继续闪烁，这会一直持续到将变频器复位时为止。

下表中的 X 标记表示相关操作将发生。警告优先于报警。

No.	说明	警告	报警/跳闸	报警/跳闸锁定
1	10V 电压低	X		
2	断线故障	(X)	(X)	
3	无电动机	(X)		
4	主电源缺相	(X)	(X)	(X)
5	直流回路电压高	X		
6	直流回路电压低	X		
7	直流回路过压	X	X	
8	直流回路欠压	X	X	
9	逆变器过载	X	X	
10	电动机过热	(X)	(X)	
11	电动机热敏温度过高	(X)	(X)	
12	转矩极限	X	X	
13	过流	X	X	X
14	接地故障	X	X	X
15	不兼容硬件		X	X
16	短路		X	X
17	控制字超时	(X)	(X)	
22	起重机械制动		X	
23	内部风扇故障	X		
24	外部风扇故障	X		
25	制动电阻器短路	X		

表 4.2: 警告/报警代码表

No.	说明	警告	报警/跳闸	报警/跳闸锁定
26	制动电阻功率极限	(X)	(X)	
27	制动斩波器故障	X	X	
28	制动检查失败	(X)	(X)	
29	散热片温度	X	X	X
30	电动机 U 相缺相	(X)	(X)	(X)
31	电动机 V 相缺相	(X)	(X)	(X)
32	电动机 W 相缺相	(X)	(X)	(X)
33	充电故障		X	X
34	现场总线通讯故障	X	X	
36	主电源故障	X	X	
38	内部故障		X	X
39	散热片传感器		X	X
40	T27 过载	(X)		
41	T29 过载	(X)		
42	X30/6 或 X30/7 上的数字输出过载	(X)		
46	功率卡电源		X	X
47	24 V 电源故障	X	X	X
48	1.8 V 电源下限		X	X
49	速度极限	X		
50	AMA 调整失败		X	
51	AMA 检查 U_{nom} 和 I_{nom}		X	
52	AMA I_{nom} 过低		X	
53	AMA 电动机过大		X	
54	AMA 电动机过小		X	
55	AMA 参数超出范围		X	
56	AMA 被用户中断		X	
57	AMA 超时		X	
58	AMA 内部故障	X	X	
59	电流极限	X		
60	外部互锁	X		
61	编码器丢失	(X)	(X)	
62	输出频率极限	X	X	
63	机械制动低		(X)	
64	电压极限	X		
65	控制板过温	X	X	X
66	散热片温度低	X		
67	选件配置已更改		X	
68	安全停止已激活	(X)	(X) ¹⁾	
69	功率卡温度		X	X
70	FC 配置不合规			X
71	PTC 1 安全停止	X	X	
72	危险故障	X	X	X
73	安全停止自动重新启动	X		
79	PS 配置不合规		X	X
80	变频器被初始化为默认值		X	
81	CSIV 破坏		X	
82	CSIV 参数错误		X	
90	编码器丢失	(X)	(X)	
91	模拟输入 54 设置错误			X
92	无流量	(X)	(X)	
93	空泵	(X)	(X)	
94	曲线结束	(X)	(X)	
95	断裂皮带	(X)	(X)	
96	启动被延迟	(X)		
97	停止被延迟	(X)		
98	时钟故障	X		
100-199	请参阅 MCO 305 的操作手册			
200	火灾模式	(X)		
201	火灾模式处于活动状态	(X)		
202	超过了火灾模式极限	(X)		
243	制动 IGBT	X	X	
244	散热片温度	X	X	X
245	散热片传感器		X	X
246	功率卡电源		X	X
247	功率卡温度		X	X
248	PS 配置不合规		X	X
250	新备件			X
251	新类型代码		X	X

表 4.3: 报警/警告代码表

(X) 可编程: 取决于参数设置。

¹⁾ 无法通过参数选择来自动复位。

LED 指示灯	
警告	黄色
报警	红色并且闪烁
跳闸被锁定	黄色和红色

警告 1, 10V 电压低

控制卡端子 50 的电压低于 10 V。

请移除端子 50 的部分负载, 因为 10 V 电源已经过载。最大电流为 15 mA, 或者最小阻值为 590Ω。

相连电位计的短路或电位计的接线不当可能造成这种情况。

故障排查: 拆除端子 50 的接线。如果警告消失, 则说明是客户接线问题。如果警告未消失, 请更换控制卡。

警告/报警 2, 断线故障

仅当用户在参数 6-01 *断线超时功能* 中进行了相关设置时, 这个警告或报警才会出现。某个模拟输入上的信号低于为该输入设置的最小值的 50%。当线路断裂或发送该信号的设备发生故障时可能造成这种情况。

故障排查:

检查所有模拟输入端子上的连接。控制卡端子 53 和 54 用于信号, 端子 55 公用。MCB 101 端子 11 和 12 用于信号, 端子 10 公用。MCB 109 端子 1、3、5 用于信号, 端子 2、4、6 公用。

确保变频器的编程和开关设置同模拟信号类型匹配。

执行第 6.3.16 节的输入端子信号测试。

警告/报警 3, 无电动机

变频器的输出端子上没有连接电动机。仅当用户在参数 1-80 *停止功能* 中进行了相关设置时, 这个警告或报警才会出现。

故障排查: 请检查变频器和电动机之间的连接。

警告/报警 4, 主电源缺相

电源的相位缺失, 或者电网电压太不稳定。变频器的输入整流器发生故障时, 也会出现此信息。选项在参数 14-12 *输入缺相功能* 中设置。

故障排查: 检查变频器的供电电压和供电电流。有关故障排查细节, 请参阅第 5.1.2 节。

警告 5, 直流回路电压高

中间电路电压 (直流) 超过高压警告极限。该极限取决于变频器的额定电压。变频器仍处于活动状态。

有关电压极限, 请参阅第 1.9 节的额定值表。

警告 6, 直流回路电压低

中间电路电压 (直流) 低于低压警告极限。该极限取决于变频器的额定电压。变频器仍处于活动状态。

有关电压极限, 请参阅第 1.9 节的额定值表。

警告/报警 7, 直流回路过压

如果中间电路电压超过极限, 变频器稍后便会跳闸。

故障排查:

连接制动电阻器

延长加减速时间

更改加减速类型

激活下述参数中的功能: 参数 2-10 *制动功能*

增加参数 14-26 *逆变器故障时的跳闸延迟*

有关电压极限, 请参阅第 1.9 节的额定值表。有关故障排查细节, 请参阅第 5.1.1 节。

警告/报警 8, 直流回路欠压

如果中间电路电压（直流）下降到电压下限之下，变频器将检查是否连接了 24 V 备用电源。如果未连接 24 V 备用电源，变频器将在一个固定的延时后跳闸。这个延时随设备规格而异。

有关电压极限，请参阅第 1.9 节的额定值表。

故障排查:

确保供电电压同变频器电压匹配。

执行输入电压测试（第 6.3.2 节）

执行软充电和整流器电路测试（第 6.2.1 或 6.2.3 节）

警告/报警 9, 逆变器过载

变频器将因过载（电流过高，持续时间过长）而切断电源。逆变器电子热保护装置的计数器在达到 98% 时给出警告，并在 100% 时跳闸，同时给出报警。仅当计数器低于上限的 90% 时，变频器才能复位。

故障原因是，变频器在过载超过 100% 的情况下运行时间过长。

故障排查:

将 LCP 上显示的输出电流与变频器的额定电流进行对比。

将 LCP 上显示的输出电流与测得的电动机电流进行对比。

在 LCP 上显示变频器热负载并监视该值。当在变频器持续在额定电流之上运行时，计数器应增加。当在变频器持续在额定电流之下运行时，计数器应减小。

注意：如果要求高开关频率，请参阅设计指南中的降容章节以了解详细信息。

警告/报警 10, 电动机因温度过高而过载

电子热敏保护装置（ETR）认为电动机过热。在参数 1-90 *电动机热保护* 中可以选择当计数器达到 100% 时，变频器应给出警告还是报警。故障原因是电动机过载超过 100% 的持续时间过长。

故障排查:

检查电动机是否过热。

电动机是否发生机械过载

电动机 参数 1-24 *电动机电流* 的设置是否正确。

参数 1-20 到 1-25 中的电动机数据是否正确设置。

参数 1-91 *电动机外部风扇* 中的设置。

在参数 1-29 *自动电动机调整 (AMA)* 中运行 AMA。

警告/报警 11, 电机热电阻温度高

热敏电阻或热敏电阻连接已断开。在参数 1-90 *电动机热保护* 中可以选择当计数器达到 100% 时，变频器是给出警告还是报警。

故障排查:

检查电动机是否过热。

检查电动机是否发生机械过载。

请检查是否已在端子 53 或 54（模拟电压输入）和端子 50（+10 伏电压）之间，或者在端子 18 或 19（仅数字输入 PNP）和端子 50 之间正确连接了热敏电阻。

如果使用了 KTY 传感器，则检查端子 54 和 55 之间的连接是否正确。

如果使用了热开关或热敏电阻，请检查参数 1-93 *热敏电阻源* 的设置是否同传感器接线匹配。

如果使用 KTY 开关，请检查参数 1-95、1-96 和 1-97 的设置是否同传感器接线匹配。

警告/报警 12, 转矩极限

转矩高于参数 4-16 *电动时转矩极限* 中的值（在电动机模式下）或转矩高于参数 4-17 *发电时转矩极限* 中的值（在再生模式下）。借助参数 14-25 *转矩极限跳闸延迟*，可将这个仅发出警告的情况更改为先发出警告然后再给出报警。

请参阅第 5.1 节的故障排查。

警告/报警 13, 过电流

超过了逆变器峰值电流极限（约为额定电流的 200%）。该警告将持续 1.5 秒左右，随后变频器将跳闸，并且报警。如果选择了补充性的机械制动控制，则可在外部将跳闸复位。

故障排查:

冲击负载或高惯量负载的快速加速可能造成该故障。

关闭变频器。检查电动机轴能否转动。

确保电动机规格同变频器匹配。

参数 1-20 到 1-25 中错误的电动机数据。

请参阅第 1.9 节的电流跳闸点。

报警 14, 接地故障

输出相通过电动机与变频器之间的电缆或电动机本身向大地放电。

请参阅第 1.9 节的跳闸水平。

故障排查:

请关闭变频器，然后排除接地故障。

用兆欧表测量电动机引线的对地电阻，以检查电动机的接地故障。

执行电流传感器测试（第 6.3.14 节）。

有关详细信息，请参阅第 5.2 节。

报警 15, 不兼容硬件

已安装选件无法与当前的控制板硬件或软件一起工作。

记录下述参数的值，然后与您的 Danfoss 供应商联系：

参数 15-40 *FC 类型*

参数 15-41 *功率范围*

参数 15-42 *电压*

参数 15-43 *SMversion*

参数 15-45 *类型代码字符串*

参数 15-49 *控制卡软件标志*

参数 15-50 *功率卡软件标志*

参数 15-60 *安装的选件*

参数 15-61 *选件软件版本*（对于每个选件插槽）

报警 16, 短路

电动机或电动机端子发生短路。

请关闭变频器，然后排除短路故障。

请参阅第 1.9 节的跳闸水平。

警告/报警 17, 控制字超时

变频器没有通讯。

只有当参数 8-04 *控制字超时功能* 未设置为关时，此警告才有效。

如果参数 8-04 *控制字超时功能* 设为 *停止并跳闸*，变频器将先给出一个警告，然后减速直至跳闸，同时给出报警。

故障排查:

检查串行通讯电缆上的连接。

增加参数 8-03 *控制字超时时间*

检查通讯设备的工作是否正常。

验证是否根据 EMC 要求执行了正确的安装。请参阅第 5 节。

警告 22, 起重机械制动

报告值将显示它所属的类型。

0 = 在超时之前未达到转矩参考值。

1 = 超时之前没有制动反馈。

警告 23, 内部风扇故障

风扇警告功能是一个附加的保护功能，它检查风扇是否在运行或是否安装了风扇。在参数 14-53 *风扇监测* 中可以禁用此风扇警告（将其设为“[0] 禁用”）。

对于 D、E 和 F 机架变频器，前往风扇的整流电压将受到监视。

故障排查:

检查风扇电阻（请参阅第 6.2.9 或 6.2.10 节）。

检查软充电熔断器（请参阅第 6.2.1 或 6.2.3 节）。

警告 24, 外部风扇故障

风扇警告功能是一个附加的保护功能，它检查风扇是否在运行或是否安装了风扇。在参数 14-53 *风扇监测* 中可以禁用此风扇警告（将其设为“[0] 禁用”）。

对于 D、E 和 F 机架变频器，前往风扇的整流电压将受到监视。

故障排查:

检查风扇电阻（请参阅第 6.2.9 或 6.2.10 节）。

检查软充电熔断器（请参阅第 6.2.1 或 6.2.3 节）。

警告 25, 制动电阻器短路

在运行过程中会对制动电阻器进行监测。如果它短路，制动功能将断开，并显示此警告。变频器仍可继续工作，但将丧失制动功能。请关闭变频器，然后更换制动电阻器（请参阅参数 2-15 *制动检查*）。

报警/警告 26, 制动电阻功率极限

根据制动电阻器的电阻值和中间电路电压，可以用百分比方式或前 120 秒钟的平均值方式计算传输到制动电阻器的功率。此警告仅在驱散制动功率高于 90% 时才有效。如果在参数 2-13 *制动功率监测* 中选择了跳闸 [2]，则当驱散制动功率高于 100% 时，变频器将停止，同时给出该报警。



如果制动晶体管短路，则存在大量功率被传输到制动电阻器的危险。

警告/报警 27, 制动斩波器故障

在运行过程中对制动晶体管进行监测，如果它出现短路，则断开制动功能，并给出警告。变频器仍可继续运行，但由于制动晶体管已短路，因此即使制动电阻器已无效，也将有大量功率传输给它。

请关闭变频器，然后拆除制动电阻器。

在制动电阻器过热时也可能发生该报警/警告。端子 104 到 106 可作为制动电阻器使用。关于 Klixon 输入，请参阅“制动电阻器温度开关”章节。

报警/警告 28, 制动检查失败

制动电阻器发生故障：没有连接制动电阻器，或者它不能工作。

检查 参数 2-15 *制动检查*。

报警 29, 散热片温度

超过了散热片的最高温度。温度故障在温度未降到指定的散热片温度之前不能复位。跳闸和复位点因变频器的规格而异。

故障排查:

- 环境温度过高。
- 电动机电缆太长。
- 变频器上方和下方的间隙不正确。
- 散热片变脏。
- 变频器周围的气流受阻。
- 散热片风扇损坏。

对于 D、E 和 F 机架变频器，这个报警基于安装在 IGBT 模块内的散热片传感器所测得的温度。对于 F 机架变频器，这个报警也可能是整流器模块中的热传感器引起的。有关跳闸点，请参阅第 1.9 节的额定值表。

故障排查:

- 检查风扇电阻（请参阅第 6.2.9 或 6.2.10 节）。
- 检查软充电熔断器（请参阅第 6.2.1 或 6.2.3 节）。
- IGBT 热传感器（请参阅第 6.2.8 节）。

报警 30, 电动机 U 相缺失

变频器与电动机之间的电动机 U 相缺失。
请关闭变频器，然后检查电动机的 U 相。

报警 31, 电动机 V 相缺失

变频器与电动机之间的电动机 V 相缺失。
请关闭变频器，然后检查电动机的 V 相。

报警 32, 电动机 W 相缺失

变频器与电动机之间的电动机 W 相缺失。
请关闭变频器，然后检查电动机的 W 相。

报警 33, 充电故障

短时间内上电次数过多。让设备冷却到工作温度。

警告/报警 34, 现场总线通讯故障

通讯选件卡上的现场总线不能工作。

警告/报警 35, 超出频率范围:

如果输出频率达到上限（在参数 4-53 中设置）或下限（在参数 4-52 中设置），则将启用该警告。在过程控制，闭环中，参数 1-00 配置模式 这个警告会显示。

警告/报警 36, 主电源故障

只有当变频器的电源电压丢失并且参数 14-10 主电源故障 未被设成 OFF（关）时，此警告/报警才有效。检查变频器的熔断器

报警 38, 内部故障

可能需要与您的 Danfoss 供应商联系。一些典型的报警消息:

0	串行端口无法初始化。严重的硬件故障	1792	DSP 守护功能处于激活状态。正在调试电源部件数据。面向电动机的控制数据未正确传输。
256-258	功率卡的 EEPROM 数据有问题或太旧	2049	功率卡数据已重新启动
512	控制板 EEPROM 数据有问题或太旧	2064-2072	H081x: 插槽 x 中的选件已重启
513	读取 EEPROM 数据时发生通讯超时	2080-2088	H082x: 插槽 x 中的选件发出启动等待信号
514	读取 EEPROM 数据时发生通讯超时	2096-2104	H083x: 插槽 x 中的选件发出规定的启动等待信号
515	面向应用的控制无法识别 EEPROM 数据	2304	无法从功率卡的 EEPROM 读取任何数据
516	无法写入 EEPROM, 因为正在执行其它写入命令	2305	功率设备的软件版本缺失
517	写入命令处于超时状态	2314	功率设备的功率设备数据缺失
518	EEPROM 发生故障	2315	功率设备的软件版本缺失
519	EEPROM 中的条形码数据丢失或无效	2316	功率设备的 io_statepage 缺失
783	参数值超出最小/最大限制	2324	加电时发现功率卡配置不正确。
1024-1279	一个必须发送的 Can 报文无法发送	2325	主电源打开, 功率卡停止通讯
1281	数字信号处理器的闪存超时	2326	功率卡注册延时过后, 发现功率卡配置不正确。
1282	功率卡微处理器的软件版本不匹配	2327	过多的功率卡位置被注册为“当前”。
1283	功率卡 EEPROM 数据版本不匹配	2330	功率卡之间的功率规格信息不匹配。
1284	无法读取数字信号处理器的软件版本	2561	没有从 DSP 到 ATACD 的通讯
1299	插槽 A 中的选件软件版本过旧	2562	没有从 ATACD 到 DSP 的通讯 (正在运行状态)
1300	插槽 B 中的选件软件版本过旧	2816	控制板模块的堆栈溢出
1301	插槽 C0 中的选件软件版本过旧	2817	调度程序的慢速任务
1302	插槽 C1 中的选件软件版本过旧	2818	快速任务
1315	插槽 A 中的选件软件版本不受支持 (不允许)	2819	参数线程
1316	插槽 B 中的选件软件版本不受支持 (不允许)	2820	LCP 堆栈溢出
1317	插槽 C0 中的选件软件版本不受支持 (不允许)	2821	串行端口溢出
1318	插槽 C1 中的选件软件版本不受支持 (不允许)	2822	USB 端口溢出
1379	在计算平台版本时, 选件 A 未响应。	2836	cfListMemPool 大小
1380	在计算平台版本时, 选件 B 未响应。	3072-5122	参数值超出了其极限
1381	在计算平台版本时, 选件 C0 未响应。	5123	插槽 A 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
1382	在计算平台版本时, 选件 C1 未响应。	5124	插槽 B 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
1536	面向应用的控制中出现异常并被记录下来。调试信息已写入 LCP 中	5125	插槽 C0 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
		5126	插槽 C1 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
		5376-6231	内存不足

报警 39, 散热片传感器

散热片温度传感器无反馈。

功率卡无法获得来自 IGBT 热传感器的信号。问题可能出在功率卡、门驱动器卡或功率卡和门驱动器卡之间的带状电缆上。

警告 40, T27 过载

检查与端子 27 相连的负载, 或拆除短路连接。检查参数 5-00 数字 I/O 模式和参数 5-01 端子 27 的模式。

警告 41, 数字输出端子 29 过载

检查与端子 29 相连的负载, 或拆除短路连接。检查参数 5-00 数字 I/O 模式和参数 5-02 端子 29 的模式。

警告 42, 数字输出 X30/6 过载或数字输出 X30/7 过载

对于 X30/6, 请检查与 X30/6 相连的负载, 或拆除短路连接。检查参数 5-32 端子 X30/6 数字输出 (MCB 101)。

对于 X30/7, 请检查与 X30/7 相连的负载, 或拆除短路连接。检查参数 5-33 端子 X30/7 数字输出 (MCB 101)。

报警 46, 功率卡电源

功率卡的电源超出范围。

功率卡上的开关模式电源 (SMPS) 产生 3 个电源: 24 V、5V、+/- 18V。当随 MCB 107 选件一起使用 24 VDC 供电时, 只会监视 24 V 和 5 V 电源。当使用三相主电源电压供电时, 所有 3 个电源都会被监视。

警告 47, 24 V 电源故障

24 VDC 在功率卡上测量。 外接 24 V 直流备用电源可能过载，否则请与 Danfoss 供应商联系。

警告 48, 1.8 V 电源故障

功率卡上使用的 1.8 V 直流电源超出了所允许的限制。 该电源在功率卡上测量。

警告 49, 速度极限

速度不在 参数 4-11 *电机速度下限* 和 参数 4-13 *电机速度上限* 所指定的范围内。

报警 50, AMA 校准失败

请与 Danfoss 供应商联系。

报警 51, AMA 检查 Unom 和 Inom

可能是电动机电压、电动机电流和电动机功率的设置有误。 请检查这些设置。

报警 52, AMA Inom 过低

电动机电流过低。 请检查这些设置。

报警 53, AMA 电动机太大

电动机过大，无法执行 AMA 自动调谐。

报警 54, AMA 电动机太小

电动机过大，无法执行 AMA 自动调谐。

报警 55, AMA 参数超出范围

从电动机找到的参数值超出了可接受的范围。

报警 56, AMA 过程被用户中断

用户中断了 AMA。

报警 57, AMA 超时

尝试启动 AMA 多次，直到 AMA 能运行。 请注意，重复运行可能会让电动机的温度上升，导致 R_s 和 R_r 电阻增大。但在大多数情况下，这并不重要。

报警 58, AMA 内部故障

请与 Danfoss 供应商联系。

警告 59, 电流极限

电流高于参数 4-18 *电流极限* 所指定的值。

警告 60, 外部互锁

外部互锁已激活。要恢复正常运行，请对设为“外部互锁”的端子施加 24 V 直流电压，然后将变频器复位（通过串行通讯、数字 I/O 或通过按 LCP 上的复位按钮）。

警告 61, 跟踪错误

检测到计算所得的电动机速度与来自反馈设备的速度测量值之间存在偏差。警告/报警/禁用功能在 参数 4-30 *电动机反馈损耗功能* 中设置，偏差在 参数 4-31 *电动机反馈速度错误* 中设置，允许该偏差存在的时间在 参数 4-32 *电动机反馈损耗超时* 中设置。该功能可能会在调试过程中起作用。

警告 62, 输出频率极限

输出频率高于 中设置的值 参数 4-19 *最大输出频率*

报警 63, 机械制动过低

实际电动机电流尚未超过“启动延迟”期间的“抱闸释放”电流。

警告 64, 电压极限

负载和速度组合要求电动机电压高于实际的直流回路电压。

警告/报警/跳闸 65, 控制卡温度过高

控制卡过温：控制卡的断开温度为 80° C。

警告 66, 散热片温度低

该警告基于 IGBT 模块中的温度传感器。有关会使该警告跳闸的温度, 请参阅第 1.9 节的额定值表。

故障排查:

如果散热片温度测量值为 0° C, 则可能表明温度传感器发生了故障, 这会使风扇速度增加到最大值。如果 IGBT 和门驱动器卡之间的传感器线路断开, 将会导致该警告。同时请检查 IGBT 热传感器 (请参阅第 6.2.8 节)。

报警 67, 选件模块配置已更改

自上次关机以来添加或移除了一个或多个选件。

报警 68, 安全停止已激活

已激活安全停止功能。要恢复正常运行, 请对端子 37 施加 24 V 直流电压, 然后发送复位信号 (通过总线、数字 I/O 或通过按复位键)。请参阅参数 5-19 *Terminal 37 Safe Stop*。

报警 69, 功率卡温度

功率卡上的温度传感器温度过高或过低。有关会导致该报警的高温和低温, 请参阅第 1.9 节的额定值表。

故障排查:

请检查门装风扇的工作是否正常。

确保门装风扇的滤风装置未被堵塞。

确保在 IP 21 和 IP 54 (NEMA 1 和 NEMA 12) 变频器上正确安装了密封板。

报警 70, FC 配置不合规

当前的控制板和功率板组合不符合要求。

警告/报警 71, PTC 1 安全停止

已从 MCB 112 PTC 热敏电阻卡激活安全停止 (电动机过热)。如果 MCB 112 再次在端子 37 上施加 24 V 直流电源 (当电动机温度达到可接受的水平并且来自 MCB 112 的数字输入未被激活时), 则可以恢复正常运行。发生这种情况时, 必须发送一个复位信号 (通过串行通讯、数字 I/O 或通过按 LCP 上的复位按钮)。注意, 如果启用了自动重启, 则电动机可能会在故障消除时启动。

报警 72, 危险故障

安全停止并跳闸锁定。在 MCB 112 PTC 热敏电阻卡的安全停止和数字输入上存在异常信号水平。

警告 73, 安全停止自动重新启动

已安全停止。注意, 在启用了自动重启的情况下, 电动机可能会在故障消除时启动。

报警 79, 功率部分的配置不合规

标定卡的部件号不正确或未安装。另外可能是功率卡上未安装 MK102 连接器。

报警 80, 变频器被初始化为默认值

手动复位后, 参数设置被初始化为默认设置。

警告 81, CSIV 损坏

CSIV 文件存在语法误差。

警告 82, CSIV 参数错误

CSIV 无法记录某个参数。

报警 91, 模拟输入 54 设置错误

当在模拟输入端子 54 上连接了 KTY 传感器时, 必须要将开关 S202 设在 OFF (关) 位置 (电压输入)。

报警 92, 无流量

系统检测到无负载情况。请参阅参数组 22-2*。

报警 93, 空泵

无流量情况和高速表明泵为空泵运行状态。请参阅参数组 22-2*。

报警 94, 曲线结束

反馈一直低于给定值, 可能表明管道系统存在泄漏。请参阅参数组 22-5*。

报警 95, 皮带断裂

转矩低于为无负载设置的转矩水平, 表明存在断裂的皮带。 请参阅参数组 22-6*。

报警 96, 启动被延迟

由于短周期保护处于活动状态, 电动机启动已延迟。 请参阅参数组 22-7*。

警告 97, 停止已延迟

由于激活了短周期保护, 电动机的停止被延迟。 请参阅参数组 22-7*。

警告 98, 时钟故障

时钟故障。 时间未设置或 RTC 时钟 (如果安装) 发生故障。 请参阅参数组 0-7*。

警告 200, 火灾模式

输入命令火灾模式处于活动状态。 请参阅参数组 24-0*。

警告 201, 火灾模式处于活动状态

火灾模式已被激活。 请参阅参数组 0-7*。

警告 202, 超过了火灾模式极限

在火灾模式期间抑制了一个或多个质保失效报警。 请参阅参数组 0-7*。

报警 243, 制动 IGBT

这个报警仅适用于 F 机架变频器。 它等同于报警 27。 报警日志中的报告值指明了产生该报警的功率模块:

- 1 = 最左侧的逆变器模块。
- 2 = 中间的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 2 = 右侧的逆变器模块 (F1 或 F3 变频器中)。
- 3 = 右侧的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 5 = 整流器模块。

报警 244, 散热片温度

这个报警仅适用于 F 机架变频器。 它等同于报警 29。 报警日志中的报告值指明了产生该报警的功率模块:

- 1 = 最左侧的逆变器模块。
- 2 = 中间的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 2 = 右侧的逆变器模块 (F1 或 F3 变频器中)。
- 3 = 右侧的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 5 = 整流器模块。

报警 245, 散热片传感器

这个报警仅适用于 F 机架变频器。 它等同于报警 39。 报警日志中的报告值指明了产生该报警的功率模块:

- 1 = 最左侧的逆变器模块。
- 2 = 中间的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 2 = 右侧的逆变器模块 (F1 或 F3 变频器中)。
- 3 = 右侧的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 5 = 整流器模块。

报警 246, 功率卡电源

这个报警仅适用于 F 机架变频器。 它等同于报警 46。 报警日志中的报告值指明了产生该报警的功率模块:

- 1 = 最左侧的逆变器模块。
- 2 = 中间的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 2 = 右侧的逆变器模块 (F1 或 F3 变频器中)。
- 3 = 右侧的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 5 = 整流器模块。

报警 247, 功率卡温度

这个报警仅适用于 F 机架变频器。它等同于报警 69。报警日志中的报告值指明了产生该警报的功率模块：

- 1 = 最左侧的逆变器模块。
- 2 = 中间的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 2 = 右侧的逆变器模块 (F1 或 F3 变频器中)。
- 3 = 右侧的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 5 = 整流器模块。

报警 248, 功率部分配置不合规

这个报警仅适用于 F 机架变频器。它等同于报警 79。报警日志中的报告值指明了产生该警报的功率模块：

- 1 = 最左侧的逆变器模块。
- 2 = 中间的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 2 = 右侧的逆变器模块 (F1 或 F3 变频器中)。
- 3 = 右侧的逆变器模块 (F2 或 F4 变频器中)。
- 5 = 整流器模块。

报警 250, 新备件

已调换了电源或开关模式电源。此时必须在 EEPROM 中恢复变频器的类型代码。请根据设备标签上的信息在参数 14-23 *类型代码设置* 中选择正确的类型代码。记得在完成时选择“保存到 EEPROM”。

报警 251, 新类型代码

变频器有一个新的类型代码。

4.7 修理之后的测试

在对变频器进行任何修理或测试了怀疑有问题的变频器后，首先必须执行下述步骤来确保变频器中的所有电路都能正常工作，然后再开始使用设备。

1. 根据表 3-1 所述执行肉眼检查步骤。
2. 执行静态测试步骤 6.2.1、6.2.2 和 6.2.5 (对于 D-机架规格设备) 或 6.2.3、6.2.4 和 6.2.5 (对于 E-机架规格设备)，以确保变频器能够安全启动。
3. 断开变频器输出端子 (U、V、W) 上的电动机引线。
4. 为变频器接通交流电源。
5. 向变频器发出一个运行命令，逐渐将参考值 (速度命令) 增加到 40 Hz 左右。
6. 使用模拟电压表或能够测量实际 RMS 的 DVM，测量所有三个相上的相间输出电压：U 到 V、U 到 W、V 到 W。所有电压的彼此间差异都应在 8 V 之内。如果测得的电压不平衡，请参考输入电压测试 (6.3.2)。
7. 将变频器停止，然后移除输入电源。等待 40 分钟，以便直流电容器能完全放电 (对于 E-机架规格变频器)，或等待 20 分钟 (对于 D-机架规格变频器)。
8. 重新将电动机引线连接到变频器的输出端子 (U、V、W) 上。
9. 重新通电并重新启动变频器。将电动机速度调到标称水平。
10. 使用钳式安培表，测量每个输出相上的输出电流。所有电流应平衡。如果测得的电流不平衡，请参考电流传感器测试 (6.3.14)。

5 变频器和电动机应用

5.1 转矩极限、电流极限和不稳定的电动机工作

如果变频器的负载过大，则可能导致警告或者转矩极限跳闸、过电流跳闸或逆变器超时跳闸。如果变频器的选型符合应用要求，并且间歇性的负载情况使得系统在可预计的转矩极限下工作或者偶尔发生跳闸，这都不会成为问题。但由于特定参数设置不当，有时可能发生麻烦的或无法解释的问题。为了保持变频器与电动机的匹配从而实现最理想的工作，下述参数将非常重要。这些设置需要格外注意。

参数 1-03 *转矩特性* 设置变频器将在哪一种模式下工作。

参数 1-20 到 1-29 使变频器能够匹配电动机并根据电动机特性进行调整。

参数 4-17 和 14-25 用于设置变频器在应用中的转矩控制功能。

参数 1-00 *配置模式* 可将变频器设为在下述模式下工作：开环、闭环或转矩模式。在闭环配置下，变频器的速度由一个反馈信号来控制。如操作手册中所述，PID 控制器的设置对闭环下的稳定工作具有关键作用。在开环下，变频器根据对电动机电流的测量来计算转矩要求。

参数 1-03 *转矩特性* 可将变频器设为在定转矩或变转矩模式下工作。务必根据应用来选择正确的转矩特性。比如，当负载类型是定转矩（比如输送机）时，如果选择了变转矩，则变频器可能难以启动负载或者根本启动不了。如果对某种应用的转矩特性不清楚，请咨询厂商。

参数 1-20 到 1-25 用于根据相连的电动机来配置变频器。这包括电动机功率、电压、频率、电流和电动机额定速度。这些参数务必准确设置。请根据电动机铭牌上的数据输入所要求的电动机数据。为了实现有效的负载控制，变频器在应用需求变化时需要借助这些信息来计算输出波形。

参数 1-29 *自动电动机调整 (AMA)* 激活自动电动机调整 (AMA) 功能。执行 AMA 时，变频器会测量电动机的电气特性，然后据此来设置不同的变频器参数。定子阻抗和主阻抗是这项功能设置的 2 个关键参数值，即参数 1-30 和 1-35。如果发现电动机工作不稳定，并且尚未执行 AMA，则应执行该操作。只能对变频器设置范围内的单电动机应用执行 AMA。有关该功能的详细信息，请查阅操作手册。

如上所述，参数 1-30 和 1-35 应借助 AMA 功能来设置，相关的参数值应由电动机厂商提供，或保留出厂默认值。切勿随意调整这些参数的值，哪怕这样做似乎有助于改善运行情况。这种调整可能导致在变化的条件下发生不可预见的情况。

参数 4-17 *发电时转矩极限* 设置变频器的转矩极限。FC 302 系列的出厂设置为 160%，而 FC 102/202 系列为 110%，并且会随电动机的功率设置而变化。例如，当变频器被设置用于控制较小规格电动机时，其转矩极限将高于它被设置用于控制较大规格电动机时的转矩极限。务必要注意的是，相对于应用要求，这个值不能设置得过低。有时候可能希望将转矩极限设成一个较小的值。借此可以在采用变频器来控制转矩的应用中实现保护。但在刚启动时可能要求更高的转矩。在这些情况下，可能会发生麻烦的跳闸问题。

参数 14-25 *转矩极限跳闸延迟* 在转矩极限下工作。这个参数用于确定变频器跳闸之前在转矩极限下工作的时间。出厂默认设置是 off（关）。这表示变频器在转矩极限下不会跳闸，但并不意味着它从来不会因为过载情况而跳闸。变频器内部有一个逆变器热保护电路。这个电路监视逆变器上的输出负载。如果负载超过变频器在持续工作状态下的额定负载，则会激活一个计时器。如果负载保持过高水平的时间足够长，变频器会发生逆变器超时跳闸。这个电路无法通过调整来修改。如果同负载电流有关的参数设置不当，则可能导致这种类型的提前跳闸。这个计时器可以在屏幕上显示。

5.1.1 过压跳闸

当直流总线电压达到直流总线报警电压上限（请参阅简介部分的额定值表）时会发生这种跳闸。在跳闸之前，变频器会给出高压警告。过压情况大都是因为减速斜坡过快（相对于负载的惯量来说）所造成的。在负载减速期间，系统惯量起到保持运行速度的作用。一旦电动机频率下降到运行速度以下，负载便开始使电动机发生过载。此时电动机就变成了发电机，因此开始向变频器返回能量。这被称为“再生能量”。当负载速度超过命令速度时便会发生再生操作。这个返回电压将被 IGBT 中的二极管进行整流，并且会令直流总线电压上升。如果返回电压的水平过高，则变频器会跳闸。

可以用几种方法来解决这个问题。一种方法是减小减速速率，从而延长变频器的减速时间。一个通常经验是，变频器将负载减速的速度只能比负载的自然惯性停止速度略快。第二种方法是让过压控制电路来负责减速斜坡。启用该功能后，过压控制电路会用可以将直流总线电压保持在可接受水平的速率来调节减速过程。采用过压控制时应注意的一个问题是，它不会对不现实的斜坡速率进行修正。例如，当从惯量来看需要 100 秒的减速斜坡时，如果斜坡速率设为 3 秒，则过压控制电路在啮合后随即会断开，从而允许变频器跳闸。这种特意行为是为了让设备的操作不会被误解。第三种控制再生能量的方法是借助动态制动。变频器监视直流总线的电压水平。一旦电压水平变得过高，变频器便会在直流总线上接入电阻器并且将不需要的能量耗散到安装在变频器外部的的外接电阻器组中。这实际上起到了增加减速速率的作用。

高速运行的负载很少会造成过载状态。如果发生这种情况，则可以借助动态制动选件或过压控制电路来解决问题。它处理负载的方式如下。如前所述，当负载速度超过命令速度时便会发生再生操作。如果负载在变频器以稳态速度运行时变成再生性的，过压控制电路会通过增加频率来实现与负载速度的匹配。但它的影响作用同样有限。变频器仅会将基本速度提高 10% 左右，之后便会发生跳闸。要不然，速度会持续上升到可能不安全的水平。

5.1.2 主电源缺相跳闸

变频器会监视直流总线上的波动电压水平，这实际上也起到了监视缺相的作用。直流总线上的波动电压是缺相造成的。主要问题是，该波动电压会导致直流总线电容器和直流线圈过热。如果不管不问，电容器和直流线圈的寿命会被大幅度缩短。

当输入电压变得不平衡或某个相完全消失时，波动电压将增加，从而导致变频器跳闸并发出报警 4。除了相电压缺失外，线路干扰或不平衡也可能导致总线波动增加。导致线路干扰的原因可能是线路切口、变压器故障或其它可能影响交流波形的波形因数的负载。主电源的不平衡程度超过 3% 就会导致足以触发跳闸的直流总线波动。

输出干扰同样可造成直流总线上的波动电压增加。缺失某相或某相的输出电压低于正常水平可能造成直流总线上的波动增加。如果因为主电源不平衡而发生跳闸，则必须同时检查变频器的输入和输出电压。

用电压表可以非常轻松地检测输入电压的严重不平衡或缺相。线路干扰很有可能需要在示波器上查看。根据 *故障排查* 章节的说明，执行“电压电压输入失衡”、“输入波形”和“电源电压输出失衡”测试。

5.1.3 控制逻辑问题

控制逻辑方面的问题通常难以诊断，因为它们一般没有任何相关的故障表象。用户经常抱怨变频器不响应给出的命令。为了获得输出，必须为任何变频器提供 2 种基本命令。首先是，必须通知变频器开始运行（启动命令）。其次是，必须告诉变频器以多快的速度运行（参考值或速度命令）。

变频器在设计上可以接受多种信号。首先应确定变频器接收何种类型的信号。变频器有 6 个数字输入（端子 18、19、27、29、32、33）和 2 个模拟输入（53 和 54），并且提供了现场总线端子（68、69）。如果读数正确，则说明变频器的微处理器已检测到目标信号。请参阅变频器输入和输出一章。

借助变频器显示的状态信息是查找这类问题的最好方法。通过在参数组 0-2* LCP 显示中进行选择，可以用显示屏的第 2 或第 3 行来指示输入的信号。如果读数正确，则说明变频器的微处理器已检测到目标信号。这些数据也可以在参数组 16-6* 中读取。

如果没有看到正确的指示，则下一步是确定变频器的输入端子上是否有相关信号。这可以借助电压表或示波器并根据 6.3.16 “输入端子信号测试”的说明来执行。

如果端子上有信号，则说明控制卡存在故障，因此必须更换。如果没有信号，则问题应发生在变频器的外部。随后必须检查负责提供信号的电路以及与其相关的线路。

5.1.4 编程问题

变频器操作问题可能来源于变频器参数设置不当。以下 3 个方面的编程错误可能影响变频器和电动机的工作：电动机设置、参考值和极限以及 I/O 配置。请参阅第 2 节的“变频器输入和输出”。

必须根据与变频器相连的电动机对变频器进行正确设置。参数 1-20 - 1-25 的数据必须根据电动机铭牌输入变频器中。借此，变频器处理器可以让变频器匹配电动机的功率特性。如果电动机数据不准确，通常会使电动机的工作电流超过为执行特定任务而所需的额定水平。在这些时候，通过为这些参数设置正确的值，并且执行自动电动机调整（AMA）功能，通常可以解决问题。

任何设置不当的参考值或极限都会使变频器的性能无法达到所要求的水平。例如，当最大参考值设得过低时，电动机将无法达到全速。这些参数必须根据特定系统的要求来设置。参考值在 3-0* 参数组中设置。

I/O 配置设置不当通常会使变频器无法响应所要求的功能。务必要记住的是，对于控制端子的每一个输入或输出，都有相应的参数设置。这些确定了变频器将如何响应输入信号或在相应输出上提供何种类型的信号。在利用 I/O 功能时必须分两步走。目标 I/O 端子必须正确接线，并且必须对有关参数进行相应设置。控制端子在 5-0* 和 6-0* 参数组中设置。

5.1.5 电动机/负载问题

电动机问题、电动机接线问题或电动机上的机械负载问题可能源于多种因素。电动机或电动机接线问题可能源于会导致报警指示的相相或相地短路。必须通过检查来确定问题是在电动机接线上还是在电动机自身。

电动机所有三相上的阻抗失衡或者说不对称会导致运行不稳定或输出电流不平衡。应用钳式安培表进行测量，以确定 3 个输出相上的电流是否平衡。请参阅电源电压输出不平衡测试步骤。

转矩极限报警或警告通常表明机械负载不正确。如果可能，请断开电动机的负载，借此可以确定问题是否出在负载方面。

对电动机问题的指示往往与对变频器自身问题的指示类似。要确定问题源自变频器的内部还是外部，请从变频器的输入端子上断开与电动机的连接。用模拟电压表对所有三相执行“电源电压输出失衡”测试步骤 (6.3.10)。如果 3 个电压测量值是平衡的，则说明变频器功能正常。因此问题发生在变频器外部。

如果电压测量值不平衡，则说明变频器存在故障。这通常意味着一个或多个输出 IGBT 无法正确开关。这可能源于 IGBT 故障或来自门驱动卡的门信号有问题。请执行 IGBT 门信号测试 (6.3.11)。

5

5.2 变频器内部问题

与变频器功率组件故障有关的绝大多数问题都可以通过肉眼检查以及测试章节中介绍的静态测试来确定。但也有一些问题可能必须要用不同的方式诊断。以下介绍了其中的很多常见问题。

5.2.1 过温故障

如果给出了过温指示，请确定变频器内是确实存在该问题，还是热传感器发生了故障。当然，如果过温状况持续存在的话，通过摸一摸设备外部就可以轻松发现这个问题。如果不是这样，则必须检查温度传感器。这可以用欧姆表并根据热传感器测试步骤来完成。

5.2.2 电流传感器故障

发生电流传感器故障时，有时候可能给出无法复位（即使断开了电动机引线）的过电流报警。但最经常的是，变频器会遇到频繁的接地故障跳闸。这要归因于传感器的直流偏移故障模式。

为了说明这一点，我们有必要了解一下霍尔效应型电流传感器的内部组成。该装置内部包含一个光学放大器，以便将信号放大到可供接收电路使用的水平。与任何光学放大器一样，零输入水平下（电流测量值是零）的输出应该是零伏，这个值确切位于电源正负电压范围的中心。 ± 15 mV 的误差是可接受的。在正常工作的三相系统中，3 个输出电流的和应该始终等于零。

当传感器发生故障时，输出电压的变化幅度会超过所允许的 15 mV 的水平。对于发生故障的电流传感器，当它所在的相没有电流时，它也会给出有电流的指示。这会使 3 个输出电流的和变成不同于零的值，从而系统会给出泄漏电流的指示。如果与零值的偏差（电流幅度）逼近某个特定水平，变频器会认为发生了接地故障，因此给出报警。

确定电流传感器是否发生故障的最简单方法是，将电动机同变频器断开，然后观察变频器显示器中的电流。在断开电动机的情况下，电流应该为零。但当变频器的电流传感器发生故障时，变频器会给出有电流的指示。由于大功率变频器配备的电流传感器具有较低的分辨率，因此变频器给出较小的电流指示是可以容忍的。但该值应远小于 1 安培。因此，如果显示器显示的电流值超过 1 安培，则说明电流传感器有问题。

要确定发生故障的电流传感器，请测量每个电流传感器在零电流下的电压偏移。请参阅电流传感器测试步骤。

5.2.3 为了实现变频器的电磁兼容性而需要考虑的信号和功率接线事项

下文简要介绍了在解决常规商业和工业设备的电磁兼容性 (EMC) 问题时应注意的同信号和功率接线有关的一般事项。其中仅讨论了某些同高频有关的现象 (RF 辐射、RF 安全)。同低频有关的现象 (谐波、主电源电压不平衡、切口) 未涉及。对于特殊系统, 或要达到欧洲 CE EMC 指令的要求, 则需要严格遵守相关的标准, 此处没有介绍这方面的内容。

5.2.4 EMI 的影响

虽然与电磁干扰 (EMI) 有关的问题对变频器工作造成干扰的情况并不常见, 但还是可以看到下述具有损害性的 EMI 影响:

- 电动机速度波动
- 串行通讯传输错误
- 变频器 CPU 异常故障
- 无法解释的变频器跳闸

来自附近其它设备的干扰更为常见。其它工业控制设备一般都具有高水平的抗 EMI 性。但非工业设备、商用设备和消费类设备通常易受低水平 EMI 的影响。对这些系统的不利影响可能包括下述方面:

- 压力/流量/温度信号变送器信号失真或发生异常行为
- 对收音机和电视机的干扰
- 对电话的干扰
- 计算机网络的数据丢失
- 数字控制系统故障

5.2.5 EMI 的来源

现代变频器 (请参阅图 5-1) 采用绝缘门双极晶体管 (IGBT) 来提供经济高效的脉冲宽度调制 (PWM) 输出波形, 这是为了实现精确的电动机控制所需要的。这些装置快速切换固定的直流总线电压, 从而创建出变频、变压 PWM 波形。变频器产生的 EMI 主要来自这种高速率的电压变化 $[dV/dt]$ 。

IGBT 的开关动作所导致的高速电压变化会产生高频 EMI。

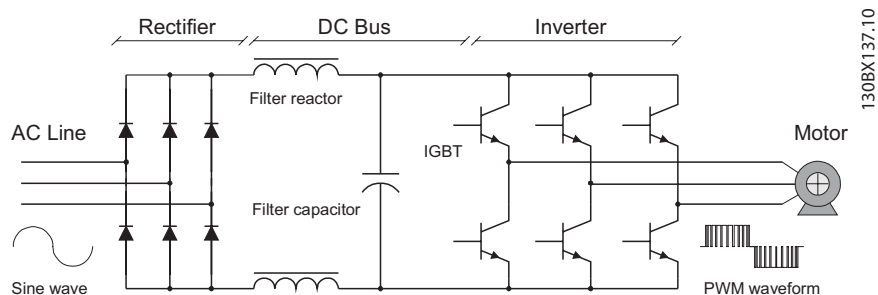


图 5.1: 变频器功能图

5.2.6 EMI 传播

变频器产生的 EMI 会同时传导到主电源和辐射到附近的导体中。请参阅图 5-2 和 5-3。

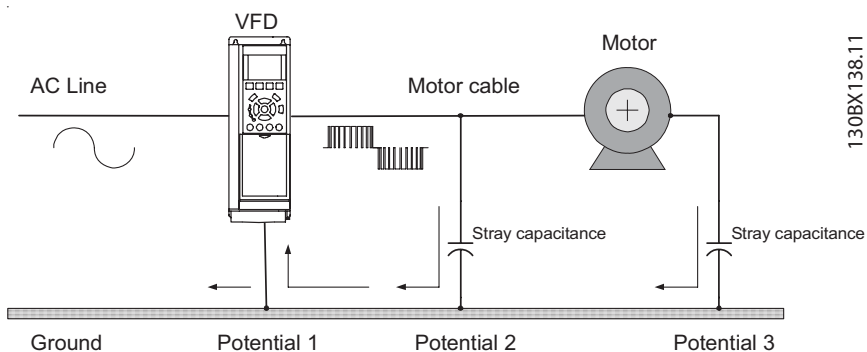


图 5.2: 接地电流

电动机导体、设备接地线路和附近其它导体之间的寄生电容会产生高频感应电流。

在存在所谓的“大地电势”的地方，较高的接地线路阻抗会在高频下产生瞬时电压。这种电压会以共模信号的形式出现在整个系统中，并且可能干扰控制信号。

从理论上说，这些电流将通过接地电路和变频器自身的高频（HF）旁通网络返回变频器的直流总线。但变频器接地系统或设备接地系统中的缺陷可能会造成部分电流传播到外部的电网上。

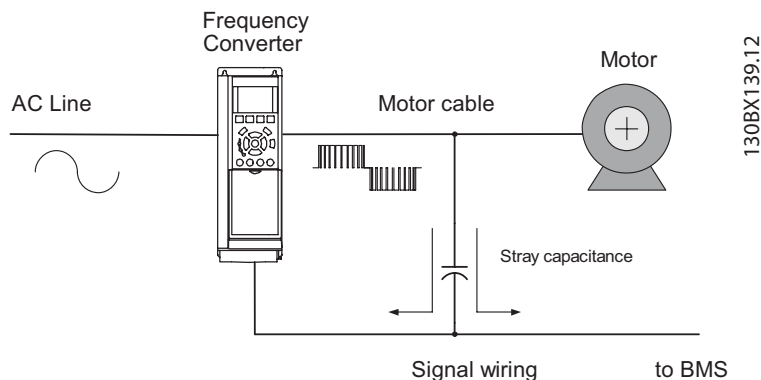


图 5.3: 信号导体电流

位于电动机和主电源导体附近或与之并行的信号导体如果没有得到保护或者布线情况很差，则容易遭受 EMI 影响。

与功率导体并行布线（不论并行的距离如何）的信号导体尤其容易受影响。EMI 耦合到这些导体中后可能会对变频器或互连的控制设备造成影响。请参阅图 5-4。

虽然这些电流往往会返回变频器，但系统缺陷会造成部分电流进入我们所不希望的路径，从而使其它位置面临 EMI 的影响。

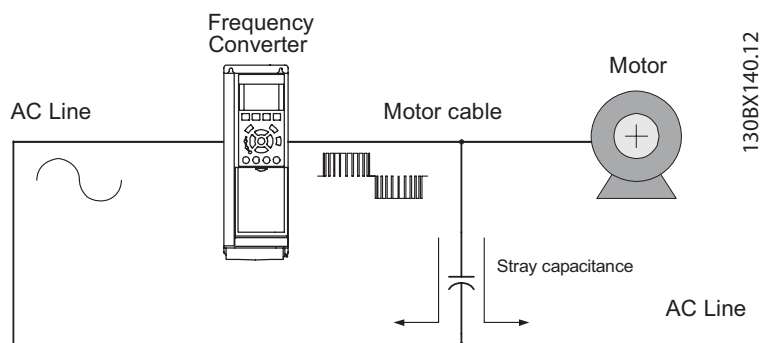


图 5.4: 信号导体交流电流

当主电源导体位于电动机电缆附近时，高频电流可能会被耦合到为变频器供电的主电源中。

5.2.7 预防措施

在设计和安装阶段解决与 EMI 有关的问题会比系统投入使用后再解决更为有效。此处列出的许多步骤都可以用相当低的成本（与日后在现场排查和解决问题的成本相比）来实施。

接地

变频器和电动机应通过设备外壳进行牢固接地。为了让高频电流返回变频器而不是传播到整个电网上，需要采用良好的高频连接。对高频电流具有高阻抗的接地连接将是低效的，因此它应该尽可能短和尽可能直接。平织电缆的高频阻抗比圆电缆的低。仅仅将变频器或电动机安装在漆面上不会实现有效的接地。建议除此之外还直接在变频器和电动机之间布置一条单独的接地导体。

电缆布线

切勿并行布置电动机线路、主电源线路和信号线路。如果并行布线无法避免，则应尽量在电缆之间保持 200 mm（6 到 8 英寸）的间距或者用一个接地的传导性隔离物进行分隔。切勿将线路裸露在空气中。

信号电缆选择

信号电缆选择。额定电压为 600 伏的单芯电缆的 EMI 防护能力最差。当前有专为最大限度减小 EMT 影响而设计的双绞电缆和屏蔽双绞电缆。虽然无屏蔽双绞电缆通常已足够，但屏蔽的双绞电缆可以令防护水平达到另一个水平。应按照适合相连设备的方式对信号电缆的屏蔽层进行端接。切勿用辫状连接方式端接屏蔽层，否则会增加高频阻抗，从而损害屏蔽层的效力。请参考第 2.8 节，“屏蔽电缆的接地”。

一个简单的替代方法是，通过搓捻现有的单芯导体，实现平衡的电容和电感耦合，从而消除差模干扰。虽然效果不如真正的双绞电缆，但它可以现场用手头材料实现。

电动机电缆选择

电动机导体管理对系统的 EMI 特性影响最大。一旦 EMI 成为问题，便应对这些导体给予最高度的注意。单芯电缆的防 EMI 辐射能力最差。如果这些导体的布线是同信号和主电源线路分开的，则通常无需考虑进一步的事项。如果导体线路靠近其它易受影响的导体，或者怀疑系统造成了 EMI 问题，则应考虑替代性的电动机接线方法。

安装屏蔽型电源电缆是减小 EMI 问题的最有效方法。该电缆的屏蔽层强制噪声电流直接回流到变频器中，从而防止它回到电网中或进入其它我们不希望并且不可预见的高频路径中。与大多数信号线路不同，电动机电缆的屏蔽层在两端都应终接。

如果没有屏蔽型电动机电缆，则将 3 相导体和接地线路放在线管中也可以实现某种程度的防护。由于线管不可避免地会与设备内的不同位置接触，因此这种方法不如使用屏蔽电缆有效。

串行通讯电缆的选择

市面上有多种串行通讯接口和协议。其中的每一种都会推荐一种或多种特定类型的双绞屏蔽电缆或专有电缆。在选择这些电缆时，请参考厂商的文档。与其它信号电缆有关的建议同样也适用于串行通讯电缆。最好使用双绞电缆并且在布线时应与电源导体保持距离。虽然屏蔽电缆可以实现额外的 EMI 防护能力，但屏蔽层电容可能会使高数据率下所允许的最大电缆长度减小。

5.2.8 适当的 EMC 安装

下图显示了一个考虑了 EMC 事项的正确安装。尽管大多数安装都不会遵循所有的建议做法，但如果与这个示例越相似，那么网络的抗 EMI 能力也会越好。如果在某个安装中存在 EMI 问题，则请参考该示例。为减少此类问题，请尽可能地原样照搬这个安装建议。

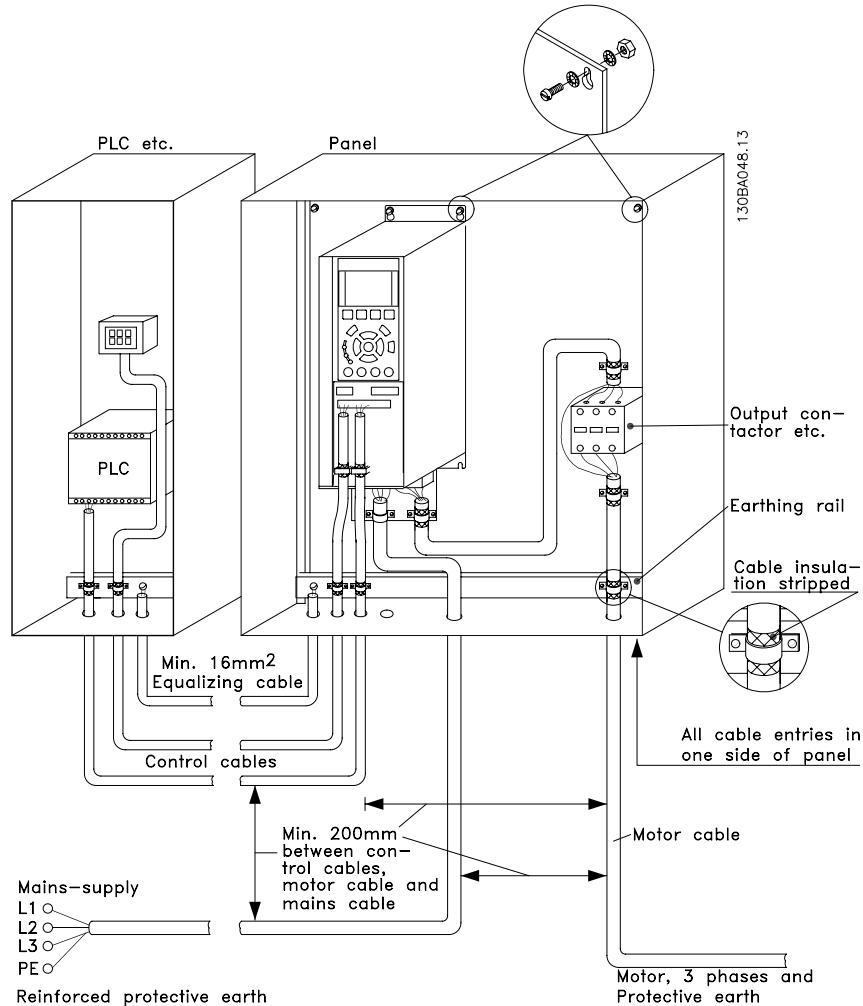


图 5.5: 适当的 EMC 安装

6 测试步骤

6.1 简介



即使变频器已断开与交流电源的连接，触碰其电气部件也可能有生命危险。断开电源之后，先等 20 分钟（对于 D-机架规格）或 40 分钟（对于 E-机架规格），以确保电容器完全放电，然后再接触任何内部组件。有关具体的放电时间，请参阅变频器柜门正面上的标签。

本节包含详细的变频器测试步骤。本手册前面的内容介绍了需要通过额外测试步骤来进一步诊断变频器的症状、报警和其它情况。这些测试的结果决定了相应的修理操作。需要强调的是，由于变频器会监视输入和输出信号、电动机状况、交流和直流电源以及其它功能，因此造成故障状态的根源可能位于变频器自身之外。此处介绍的测试步骤也可以隔离这其中的许多故障状况。第 7 和第 8 节，即拆卸和装配说明，介绍了根据需要拆卸和重新装上变频器组件的详细步骤（分别适用于 D- 或 E-规格的变频器）。

变频器测试分为 *静态测试*、*动态测试* 以及 *首次启动时或修理后的变频器测试*。静态测试是在变频器未通电的情况下执行的。大多数变频器问题都可以用这些测试来诊断。执行静态测试时只需进行少量拆卸甚至无需拆卸。静态测试的目的是检查发生短路的电源组件。在对任何怀疑含有故障电源组件的设备执行这些测试之前，首先请断开设备的电源。



动态测试步骤需要接通主输入电源。所有与电网相连的设备和电源都将带有额定水平的电压。在对通电的变频器执行测试时应极为谨慎。接触带电组件可能造成触电和人身伤害。

动态测试是在变频器通电的情况下执行的。动态测试可以跟踪信号电路，从而隔离出故障组件。

此处介绍的内容涵盖了 D-机架和 E-机架规格的变频器。在需要的时候会注明步骤方面的差异。但“软充电和整流器电路测试”、“软充电整流器测试”和“风扇导通性测试”章节不仅仅限于 D-机架和 E-机架变频器。

请更换任何故障组件，并连同新组件一起重新对变频器进行测试（按照 *首次启动时或维修之后的变频器测试* 的说明），之后再为变频器通电。

6.1.1 测试所要求的工具

能够显示实际 RMS 的数字式电压/欧姆表

模拟电压表

示波器

钳式安培表

信号测试板, 部件号 176F8437

测试电缆, 部件号 176F8439

6.1.2 信号测试板

信号测试板可用于测试变频器内部的电路, 它提供了易于访问的测试点。测试板插在功率卡的 MK104 连接器中。在需要使用它的步骤中介绍了其使用情况。有关详细的管脚说明, 请参阅第 9 节专用测试设备中的信号测试板部分。

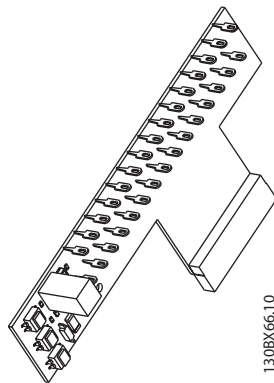


图 6.1: 信号测试板

6.1.3 测试电缆

测试电缆将主直流总线的电容器旁路，并且从软充电卡为功率卡提供直流电压。这在变频器未通电的情况下提供了用于测试功率卡的电压。SCR 短接插头确保 SCR 不会触发。有 2 种电缆类型，D-机架变频器使用 2 管脚电缆，而 E-机架变频器使用 3 管脚电缆（请参阅下图）。D-机架电缆连接到功率卡上方的线束，然后在经过 SMPS 熔断器后到达功率卡连接器 MK105。E-机架电缆连接在软充电连接器 MK3 和功率卡连接器 MK105 之间。

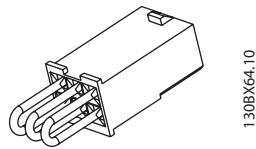


图 6.2: SCR 短接插头



图 6.3: 2 管脚 D-机架测试电缆



图 6.4: 3 管脚 E-机架测试电缆

6.2 静态测试步骤

所有测试都必须使用可以测试二极管的仪表来进行。请使用设在“二极管”档的数字电压/欧姆表 (VOM) 或设在 R \times 100 档的模拟欧姆表。在进行任何检查之前, 请断开所有输入、电动机和制动电阻器连接。

在查找本节测试步骤所提到的连接器时, 请参考图 6-3 “功率卡 PCA 连接器标识”。某些连接器是选配的, 并不是所有变频器配置都具备。



注意

在执行本节介绍的静态测试步骤时, 为获得最佳的故障排查结果, 建议按介绍的顺序进行。

二极管压降

二极管压降读数随欧姆表的型号不同而存在差异。无论欧姆表如何显示, 这些步骤中将一个典型正向偏压二极管定义为一个二极管压降。使用典型 DVM 进行测量时, 大多数组件的压降都介于 .300 到 .500 之间。反向读数被称为“无穷”。对于过载, 大多数 DMV 都显示 OL 字样的值。

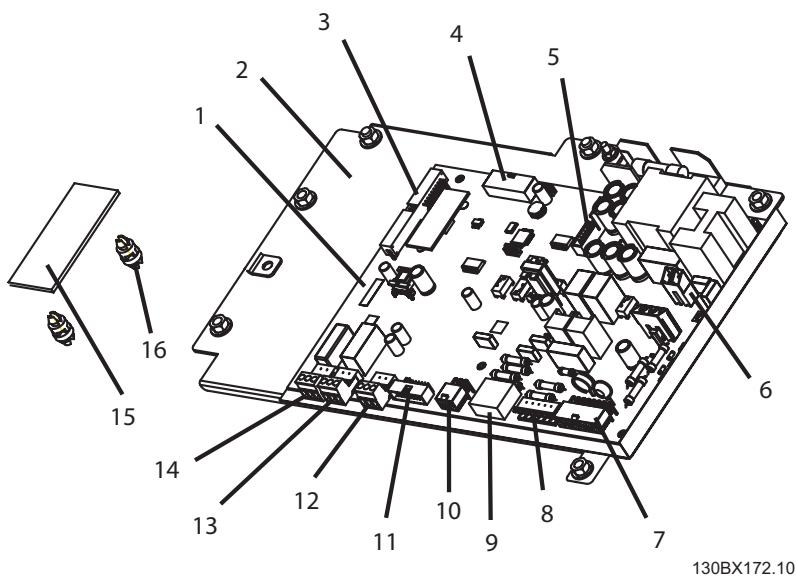


图 6.5: 功率卡和固定板

380 - 480/500V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的黄色标签。

525 - 690V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的白色标签。

1	功率卡 PCA3	9	MK106
2	固定板	10	MK100
3	MK110	11	MK109
4	MK102	12	FK102
5	MK104	13	MK112 端子 4, 5, 6
6	MK105	14	MK112 端子 1, 2, 3
7	MK107	15	标定卡
8	FK103	16	标定卡支架

6.2.1 软充电和整流器电路测试：D-机架规格

整流器和软充电电路是同时测试的。软充电电路由软充电整流器、熔断器和软充电电阻器构成。整流器电路由 SCR/二极管模块构成。软充电整流器用于限制给变频器加电时的涌入电流。软充电电路卡还为 SCR 提供缓冲。

务必要密切注意仪表表笔的极性，以确保能根据所显示的错误读数来确定故障组件。

执行测试之前，必须确保软充电卡上的软充电熔断器 F1、F2 和 F3 完好。

图 6-4 显示了软充电卡和熔断器的位置。仅供参考。执行测试时不必移除该卡。

软充电熔断器测试

用数字欧姆表测试功率卡连接器 MK106 处的整流器熔断器 F1、F2 和 F3 的导通性。



注意

如果设备带有熔断短路选项，在测试时请连接到断路器输出（变频器）侧的 L1、L2 和 L3。请勿拔下该连接器。

1. 从电网输入 L1 (R) 到功率卡上的 MK106 管脚 10 测量熔断器 F1。
2. 从电网输入 F2 (S) 到功率卡上的 MK106 管脚 8 测量熔断器 L2。
3. 从电网输入 F3 (T) 到功率卡上的 MK106 管脚 6 测量熔断器 L3。

如果测量值是 0 欧姆，则表明导通性良好。更换任何开路（阻值无限大）的熔断器。

请按照第 7 节的软充电拆卸说明更换软充电熔断器。

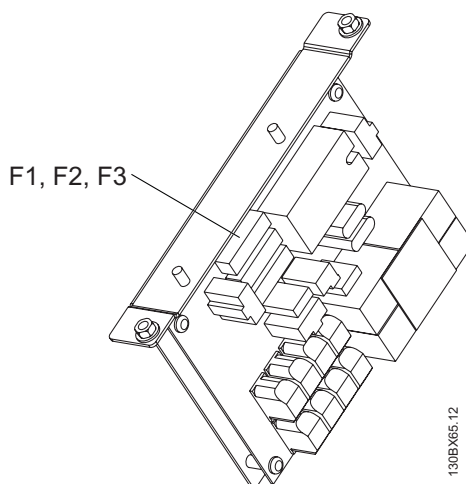


图 6.6: 软充电卡熔断器

380 - 480/500V: 蓝色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 8 个 PTC

525 - 690V: 红色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 6 个 PTC。

主整流器电路测试第 I 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到功率卡上的正 (+) 直流总线连接器 MK105 (A)。
2. 依次将负表笔 (-) 连接到端子 L1、L2 和 L3。

每个读数都应该显示为无穷。仪表开始时位于一个低值，然后会随着变频器内的电容被仪表充电而逐渐上升到无穷。

不正确的读数

在第 I 部分的测试连接下，SCR/二极管模块中的 SCR 处于反向偏压模式，因此它们将阻塞电流。如果存在短路，则可能是 SCR 或软充电整流器中的二极管发生了短路。为了隔离 SCR 或软充电整流器故障，请执行软充电整流器测试。

主整流器电路测试第 II 部分

1. 将表笔对调，即，将负表笔 (-) 连接到功率卡上的正 (+) 直流总线连接器 MK105 (A)。
2. 依次将正表笔 (+) 连接到 L1、L2 和 L3。每个读数都应该显示二极管压降。

不正确的读数

在第 II 部分的测试连接下，即使 SCR/二极管模块中的 SCR 在仪表作用下处于正向偏压模式，但如果不为 SCR 的门电路提供信号，也不会有电流通过它们。软充电整流器中的上二极管处于正向偏压模式，因此仪表读数为这些二极管的压降。

如果显示了开路读数，则表明软充电整流器中的上二极管处于开路状态。它同时还表明一个或多个软充电熔断器处于开路状态。它还有可能表明软充电电阻器处于开路状态。为了隔离这 3 种可能性，请执行软充电断路器测试和软充电整流器测试。

短路读数表明软充电整流器的一个或多个上二极管发生了短路，或者 SCR/二极管模块中的 SCR 发生了短路。为了隔离 SCR 或软充电整流器故障，请执行软充电整流器测试。

主整流器电路测试第 III 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到功率卡上的负 (-) 直流总线连接器 MK105 (B)。
2. 依次将负表笔 (-) 连接到端子 L1、L2 和 L3。每个读数都应该显示二极管压降。

不正确的读数 在第 III 部分的测试连接下，SCR/二极管模块中的二极管以及软充电整流器中的下二极管都处于正向偏压模式。仪表读数为二极管压降。如果存在短路，则可能是 SCR/二极管模块中的二极管或软充电整流器中的下二极管发生了短路。为了隔离 SCR 或软充电整流器故障，请执行软充电整流器测试。

尽管开路读数是可能的，但几率极小，因为这意味着 SCR/二极管模块中的二极管和软充电整流器中的下部二极管都处于开路状态。如果发生这种情况，请更换这两个位置的二极管。

主整流器电路测试第 IV 部分

1. 将表笔对调，即，将负表笔 (-) 连接到功率卡上的负 (-) 直流总线连接器 MK105 (B)。
2. 依次将正表笔 (+) 连接到 L1、L2 和 L3。每个读数都应该显示为无穷。

每个读数都应该显示为无穷。仪表开始时位于一个低值，然后会随着变频器内的电容被仪表充电而逐渐上升到无穷。

不正确的读数

在第 IV 部分的测试连接下，SCR/二极管模块中的二极管以及软充电整流器中的下二极管都处于反向偏压模式。如果存在短路，则可能是 SCR/二极管模块中的二极管或软充电整流器中的下二极管发生了短路。为了隔离 SCR 或软充电整流器故障，请执行软充电整流器测试，6.2.2。

6.2.2 软充电整流器测试：D-机架规格

测试软充电整流器时需要访问软充电卡连接器。为此需要拆卸控制卡和功率卡固定板。请参考第 7 节的软充电卡拆卸说明。

请勿完全拆卸软充电卡或拔下任何未标明的连接器。这样做会破坏测量的导通路径，因此可能造成对故障的误判。尽管开路读数是可能的，但几率极小，因为这意味着 SCR/二极管模块中的二极管和软充电整流器中的下部二极管都处于开路状态。如果发生这种情况，请更换这两个位置的二极管。

1. 将软充电卡向外拔出一些，以便有足够的空间访问连接器。
2. 断开连接器 MK3 处的直流电缆。

由于整流器测试要求将软充电电阻器保留在电路中，因此请验证该电阻的完好性之后再继续。

3. 测量软充电卡上 MK4 连接器的针 A 和针 B 之间的阻值。读数应为 27 欧姆 ($\pm 10\%$) (对于 380 - 500V 变频器) 或 68 欧姆 ($\pm 10\%$) (对于 525 - 690V 设备)。如果读数超过这个范围，则说明软充电电阻器有问题。请按照第 7 节的拆卸步骤更换该电阻器。继续测试。

如果该电阻器发生故障并且无法立即更换，则可以执行其余的测试。方法是，断开软充电卡上 MK4 连接器处的电缆，然后用一个跳线帽将针 A 和针 B 连接起来。这为其余测试提供了一个导通路径。在测试结束后务必移除任何临时跳线帽。

对于下述测试，请将仪表设为二极管检查或 $R \times 100$ 档。

4. 将负表笔 (-) 连接到正 (+) MK3 (A) (前往直流总线的直流输出)，然后依次将正表笔 (+) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示二极管压降。

如果此时的读数不正确，则说明软充电整流器已短路。整流器不是一个单独组件。请按照第 7 节的拆卸步骤更换整个软充电卡。

5. 对调表笔，将正表笔 (+) 连接到正 (+) MK3 (A)。依次将负表笔 (-) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示为开路。
6. 将正表笔 (+) 连接到负 (-) MK3 (C)。依次将负表笔 (-) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示二极管压降。

如果此时的读数不正确，则说明软充电整流器已短路。整流器不是一个单独组件。请按照第 7 节的拆卸步骤更换整个软充电卡。

7. 对调表笔，将负表笔 (-) 连接到负 (-) MK3 (C)。依次将正表笔 (+) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示为开路。

如果在隔离 SCR/二极管模块和软充电卡故障时所有测试的读数都正确，则 SCR/二极管模块可能有问题。在重新连接 MK3 处的电缆之前，请返回到主整流器测试并重复那些步骤。将功率卡临时装回原位，以再次测试主整流器。请按照第 7 节的拆卸步骤更换任何发生故障的单元。

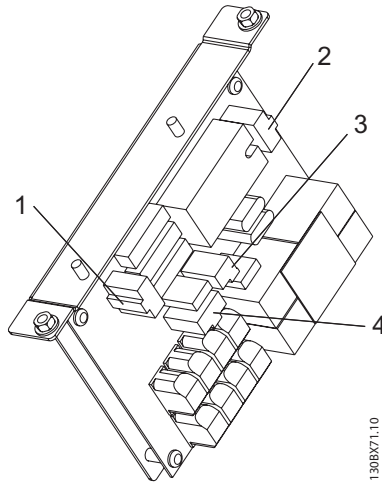


图 6.7: 软充电卡连接器

6

380 - 480/500V: 蓝色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 8 个 PTC

525 - 690V: 红色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 6 个 PTC。

1	MK1	3	MK4
2	MK2	4	MK3

6.2.3 软充电和整流器电路测试：E-机架规格

对于 E-机架规格变频器，整流器和软充电电路是分开测试的。软充电电路由软充电整流器、熔断器和软充电电阻器构成。整流器电路由 SCR 和二极管模块构成。软充电整流器用于限制给变频器加电时的涌入电流。软充电电路卡还为 SCR 提供缓冲。

务必要密切注意仪表表笔的极性，以确保能根据所显示的错误读数来确定故障组件。

执行测试之前，必须确保软充电卡上的软充电熔断器 F1、F2 和 F3 完好。熔断器开路可能表示软充电电路存在问题。继续测试步骤。

图 6-6 显示了软充电卡和熔断器的位置。仅供参考。执行测试时不必移除该卡。

请断开软充电卡上的 MK3，直到软充电和整流器测试执行完毕。

软充电熔断器测试

用数字欧姆表测试软充电卡上的整流器熔断器 F1、F2 和 F3，看它们是否导通。

1. 测量 F1 连通熔断器。开路读数表明熔断器开路（已熔断）。
2. 测量 F2 连通熔断器。开路读数表明熔断器开路（已熔断）。
3. 测量 F3 连通熔断器。开路读数表明熔断器开路（已熔断）。

如果测量值是 0 欧姆，则表明导通性良好。更换任何开路（阻值无限大）的熔断器。

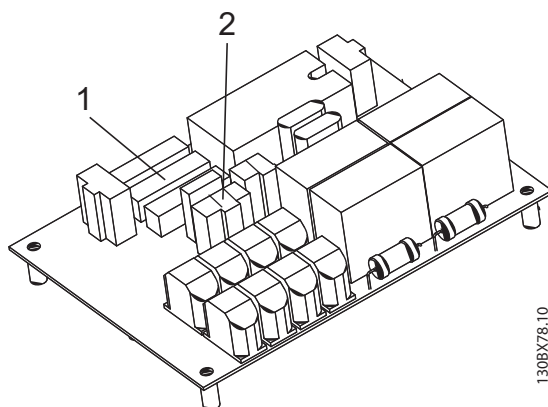


图 6.8: 软充电卡的熔断器位置

380 - 480/500 V: 蓝色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 8 个 PTC。

525 - 690 V: 红色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 6 个 PTC。

1	熔断器 F1、F2 和 F3	2	MK3 (执行软充电和整流器测试时应断开)
---	----------------	---	-----------------------

主整流器电路测试 E-机架的第 I 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到功率卡上的正 (+) 直流总线连接器 MK105 (A)。
2. 依次将负表笔 (-) 连接到端子 L1、L2 和 L3。如果使用了断路选件, 则请在熔断器的上侧进行测量。

每个读数都应该显示为无穷。仪表开始时位于一个低值, 然后会随着变频器内的电容被仪表充电而逐渐上升到无穷。

不正确的读数

在第 I 部分的测试连接下, SCR 模块不允许电流通过。如果短路, 则说明 SCR 模块发生了短路。

主整流器电路测试 E-机架的第 II 部分

1. 将表笔对调, 即, 将负表笔 (-) 连接到功率卡上的正 (+) 直流总线连接器 MK105 (A)。
2. 依次将正表笔 (+) 连接到 L1、L2 和 L3。每个读数都应该显示为开路。

不正确的读数

在第 II 部分的测试连接下, SCR 模块不允许电流通过。如果短路, 则说明 SCR 模块发生了短路。

主整流器电路测试 E-机架的第 III 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到功率卡上的负 (-) 直流总线连接器 MK105 (B)。
2. 依次将负表笔 (-) 连接到端子 L1、L2 和 L3。每个读数都应该显示二极管压降。

不正确的读数

在第 III 部分的测试连接下, 主整流器二极管模块中的二极管是正向偏压的。仪表读数为二极管压降。如果读数为短路或开路, 则说明二极管模块损坏。

主整流器电路测试 E-机架的第 IV 部分

1. 将表笔对调, 即, 将负表笔 (-) 连接到功率卡上的负 (-) 直流总线连接器 MK105 (B)。
2. 依次将正表笔 (+) 连接到 L1、L2 和 L3。每个读数都应该显示为无穷。

每个读数都应该显示为无穷。仪表开始时位于一个低值, 然后会随着变频器内的电容被仪表充电而逐渐上升到无穷。

不正确的读数

在第 IV 部分的测试连接下, 主二极管模块中的二极管是反向偏压的。如果读数为短路, 则说明二极管模块损坏。

继续执行软充电整流器测试: E-机架。

6.2.4 软充电整流器测试： E-机架规格

连接器 MK3 处的直流电缆在本步骤中保持断开状态。

由于整流器测试要求将软充电电阻器保留在电路中，因此请验证该电阻的完好性之后再继续。

1. 测量软充电卡上 MK4 连接器的针 A 和针 B 之间的阻值。读数应为 27 欧姆 ($\pm 10\%$) (对于 380 - 500 V 变频器)，或 68 欧姆 ($\pm 10\%$) (对于 525 - 690 V 变频器)。如果读数超过这个范围，则说明软充电电阻器有问题。请按照第 8 节的拆卸步骤更换该电阻器。继续测试。

如果该电阻器发生故障并且无法立即更换，则可以执行其余的测试。方法是，断开软充电卡上 MK4 连接器处的电缆，然后用一个跳线帽将针 A 和针 B 连接起来。这为其余测试提供了一个导通路径。在测试结束后务必移除任何临时跳线帽。

对于下述测试，请将仪表设为二极管检查或 Rx100 档。

2. 将负表笔 (-) 连接到正 (+) MK3 (A) (前往直流总线的直流输出)，然后依次将正表笔 (+) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示二极管压降。
3. 对调表笔，将正表笔 (+) 连接到正 (+) MK3 (A)。依次将负表笔 (-) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示为开路。
4. 将正表笔 (+) 连接到负 (-) MK3 (C)。依次将负表笔 (-) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示二极管压降。
5. 对调表笔，将负表笔 (-) 连接到负 (-) MK3 (C)。依次将正表笔 (+) 连接到 MK1 的端子 R、S 和 T。每个读数都应该显示为开路。

如果此时的读数不正确，则说明软充电整流器有问题。整流器不是一个单独组件。请按照第 8 节的拆卸步骤更换整个软充电卡。

完成这些测试后，重新接上软充电卡上的 MK3。

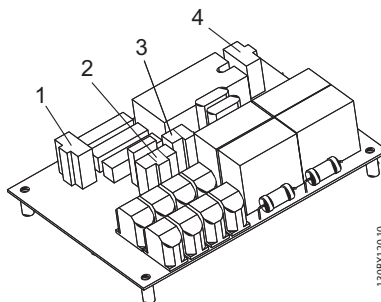


图 6.9: 软充电卡连接器

380 - 480/500V: 蓝色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 8 个 PTC。

525 - 690 V: 红色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 6 个 PTC。

1	MK1	3	MK4
2	MK3	4	MK2

6.2.5 逆变器部分的测试

逆变器部分主要由 IGBT 构成，它们通过对直流总线电压执行开关操作而创建前往电动机的输出。IGBT 被划分成不同模块，一个模块包含 6 个 IGBT。根据设备的规格，设备可能含有 1 个、2 个或 3 个 IGBT 模块。在变频器的每个 IGBT 模块上还有 3 个缓冲电容器。



在测试逆变器部分时应断开电动机引线。在引线连接的情况下，一个相中的短路会使所有相中的读数都为短路值，从而使故障难以隔离。

开始测试之前，确保仪表设在二极管档。如果此前拆除了软充电卡和功率卡，此时请重新装上。请勿断开功率卡上 MK105 连接器的电缆，因为这样会破坏连通路路径。

逆变器测试部分

1. 将正表笔 (+) 连接到功率卡上的正 (+) 直流总线连接器 MK105 (A)。
2. 依次将负表笔 (-) 连接到端子 U、V 和 W。

每个读数都应该显示为无穷。仪表开始时位于一个低值，然后会随着变频器内的电容被仪表充电而逐渐上升到无穷。

逆变器测试第 II 部分

1. 将表笔对调，即，将负表笔 (-) 连接到功率卡上的正 (+) 直流总线连接器 MK105 (A)。
2. 依次将正表笔 (+) 连接到 U、V 和 W。每个读数都应该显示二极管压降。

不正确的读数

如果任何逆变器测试中的读数不正确，则说明某个 IGBT 模块发生故障。请按照第 7 或第 8 节的拆卸说明更换 IGBT 模块。对于有 2 个 IGBT 模块的设备，建议将 2 个模块都更换，哪怕对另一个模块的测试没有问题。

逆变器测试第 III 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到功率卡上的负 (-) 直流总线连接器 MK105 (B)。
2. 依次将负表笔 (-) 连接到端子 U、V 和 W。每个读数都应该显示二极管压降。

逆变器测试第 IV 部分

1. 将表笔对调，即，将负表笔 (-) 连接到功率卡上的负 (-) 直流总线连接器 MK105 (B)。
2. 依次将正表笔 (+) 连接到 U、V 和 W。

每个读数都应该显示为无穷。仪表开始时位于一个低值，然后会随着变频器内的电容被仪表充电而逐渐上升到无穷。

不正确的读数

如果任何逆变器测试中的读数不正确，则说明某个 IGBT 模块发生故障。请按照第 7 或第 8 节的拆卸说明更换 IGBT 模块。对于有 2 个 IGBT 模块的设备，建议将 2 个模块都更换，哪怕对另一个模块的测试没有问题。

这个电路中的故障指示

遇到重复短路或接地故障的变频器或者变频器长时间在超出其正常运行范围的情况下工作可能导致 IGBT 故障。在发生 IGBT 故障后，务必要验证门变频器信号是否存在以及波形是否正确。请参阅动态测试部分同检查 IGBT 门驱动器信号有关的内容。

门电阻器测试

每个 IGBT 模块都安装了一个 IGBT 门电阻器板，其中包括用于 IGBT 晶体管的门电阻器以及其它组件。根据故障性质，发生故障的 IGBT 可能会在此前的测试中具有完全正常的读数。几乎在所有情况下，IGBT 故障都会导致门电阻器的故障。

在门驱动器卡的每个门信号引线附近都有一个 3 管脚测试连接器（请参阅图 6-17）。这些标有 MK 250、350、450、550、650、750 字样，如果变频器配备了制动选件，则还包括 850。

简明起见，不妨将这 3 个管脚按从左至右的顺序称为“1”、“2”和“3”。每个连接器的管脚 1 和 2 与发送给 IGBT 的门驱动器信号平行。管脚 1 是信号，管脚 2 是公共端。

1. 用欧姆表测量每个测试连接器的管脚 1 和 2。读数应为 7.8K 欧姆（对于 D1/D3 机架）、3.9K 欧姆（对于 D2/D4 机架）和 2.6K 欧姆（对于 E1/E2 机架）。

不正确的读数

如果读数不正确，则表明没有将门信号线从门驱动器卡连接到门电阻器板，或者门电阻器发生了故障。连接门信号线，或者如果电阻器发生故障，则整个 IGBT 模块单元都需要更换。请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换 IGBT 模块。

6.2.6 制动 IGBT 测试

本测试只能在配备了动态制动选件的设备上执行。如果端子 81 和 82 连接了制动电阻器，请断开它，然后再继续。请使用设在二极管档或 Rx100 档的欧姆表。

制动 IGBT 测试第 I 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到制动电阻器端子 R+ (82)。
2. 将负表笔 (-) 连接到制动电阻器端子 R- (81)。

读数应该显示为无穷。仪表可能在开始时指示一个值，然后会随着变频器内的电容被充电而逐渐上升到无穷。

制动 IGBT 测试第 II 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到制动电阻器端子 R- (81)。
2. 将负表笔 (-) 连接到制动电阻器端子 R+ (82)。

读数应显示一个二极管压降。

制动 IGBT 测试第 III 部分

1. 将正表笔 (+) 连接到制动电阻器端子 R- (81)。
2. 将负表笔 (-) 连接到功率卡上的负 (-) 直流总线连接器 MK105 (B)。

读数应该显示为无穷。仪表可能在开始时指示一个值，然后会随着变频器内的电容被充电而逐渐上升到无穷。

不正确的读数

如果上述任何测试的读数不正确，则说明制动 IGBT 有问题。请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换制动 IGBT。

任何 IGBT 的故障都可能同时导致为其供电的门驱动器电路发生故障。在更换了 IGBT 之后，务必按照动态测试部分的步骤对门驱动器信号进行测试。

6.2.7 中间部分测试

变频器的中间部分由直流总线电容器、直流线圈和电容器平衡电路构成。

1. 执行短路测试时，请将欧姆表设在 $R \times 100$ 档，对于数字欧姆表，请选择“二极管”档。
2. 在功率卡的 MK105 连接器上的正 (+) 直流端子 (A) 和负 (-) 直流端子 (B) 之间进行测量。留意仪表极性。
3. 仪表开始时位于一个低欧姆值，然后会随着仪表给电容器充电而上升到无穷大。
4. 将功率卡的 MK105 连接器上的表笔对调。
5. 当电容器被仪表放电时，仪表会稳定停留在零值处。随后，仪表又会随着它给电容器反向充电而开始缓慢上升到 2 个二极管压降处。尽管该测试不能确保电容器的完全正常，但可以保证中间电路中不存在短路现象。

不正确的读数

短路故障可能是由软充电、整流器或逆变器部分的短路造成的。因此要确保已成功执行了对这些电路的测试。其中任何一部分的故障都可能在中间部分显示出来，因为它们全都通过直流总线。

如果存在短路问题，并且设备配备了制动功能，则下一步是执行制动 IGBT 测试。

其它唯一可能的原因是电容器组中存在故障电容器。

对于完全装配好的电容器组，目前还没有一个有效的方法可以测试其中的电容器。尽管电容器组的故障无法从某个发生物理损坏的电容器看出来，但在怀疑有问题时，必须更换整个电容器组。请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换电容器组。

6.2.8 散热片温度传感器测试

该温度传感器是一种 NTC（负温度系数）装置。因此高电阻意味着低温。随温度降低，电阻会增加。在每个 IGBT 模块中都安装有一个温度传感器。该传感器从 IGBT 模块连接到门驱动器卡的连接器 MK100。对于有 2 个 IGBT 模块的变频器，所使用的是位于右模块上的传感器。对于有 3 个 IGBT 模块的变频器，所使用的是中间模块上的。

在门驱动器卡上，电阻信号被转换为频率信号。该频率信号被发送到功率卡进行处理。该温度数据用于调节风扇速度以及监视过温和欠温情况。

1. 请使用设为读取欧姆值的欧姆表。
2. 拔下门驱动器卡上的连接器 MK100（请参阅图 6-17），然后测量电缆引线两端的电阻。

温度和电阻之间的关系是非线性的。在 25°C 时，电阻将约为 5k 欧姆。在 0°C 时，电阻将约为 13.7k 欧姆。在 60°C 时，电阻将约为 1.5k 欧姆。温度越高，电阻越低。

6.2.9 风扇导通性测试： D-机架规格

执行所有导通性检查时，欧姆表都应设在 Rx1 档。 可以使用数字或模拟欧姆表。

为了帮助进行测量，请将连接器 CN2 从其配合槽中拔出来。CN2 端子对应于在变压器上标出的端子号。 连接器 CN2 位于输入板上的风扇变压器的附近。 请参阅图 6.10。

风扇熔断器测试

1. 通过从熔断器两端检查其导通性，可以对输入板上的风扇熔断器进行测试。熔断器开路可能表示还存在其它故障。 更换熔断器，然后继续执行风扇检查。

检查连接的导通性

对于下述测试，请测量 CN2 连接器（未与变压器相连）的插头。

1. 执行从 L3 (T) 到 CN2 端子 1 的测量。 显示的读数应小于 1 欧姆。
2. 执行从 L2 (S) 到 CN2 端子 3 的测量。 显示的读数应小于 1 欧姆。
3. 执行从 CN2 端子 2 到功率卡连接器 MK107 的端子 12 的测量。 显示的读数应小于 1 欧姆。

不正确的读数

如果读数不正确，则说明电缆连接有问题。 请更换电缆单元。

变压器的欧姆值测试 (380 - 500V)

对于下述测试，请测量 CN2 连接器（与变压器相连）的插头。

1. 在 CN2 的端子 1 和 3 之间进行测量。 读数应约为 15 欧姆。
2. 在 CN2 的端子 1 和 2 之间进行测量。 读数应约为 12 欧姆。
3. 在 CN2 的端子 2 和 3 之间进行测量。 读数应约为 4 欧姆。

不正确的读数

如果读数不正确，则说明风扇变压器有问题。 请更换风扇变压器。

完成后务必重新接上 CN2。

变压器的欧姆值测试 (525 - 690V)

对于下述测试，请测量 CN2 连接器（与变压器相连）的插头。

1. 在 CN2 的端子 1 和 3 之间进行测量。 读数应约为 20 欧姆。
2. 在 CN2 的端子 1 和 2 之间进行测量。 读数应约为 8 欧姆。
3. 在 CN2 的端子 2 和 3 之间进行测量。 读数应约为 12 欧姆。

不正确的读数

如果读数不正确，则说明风扇变压器有问题。 请更换风扇变压器。

完成后务必重新接上 CN2。

风扇的欧姆值测试

1. 在功率卡连接器 MK107 的端子 11 和 13 之间进行测量。 显示的读数应为 20 欧姆。
2. 在 IP21 和 IP 54 设备上：请断开门装风扇上的扁形连接器，然后再测量一次。 显示的读数应为 21 欧姆。
3. 在 IP21 和 IP 54 设备上：请在断开电缆的情况下查看门装风扇的端子。 显示的读数应为 400 欧姆。
4. 重新将电缆连接到门装风扇。

不正确的读数

如果一个风扇或两个风扇的读数都不正确，则说明风扇有问题。请更换有问题风扇。

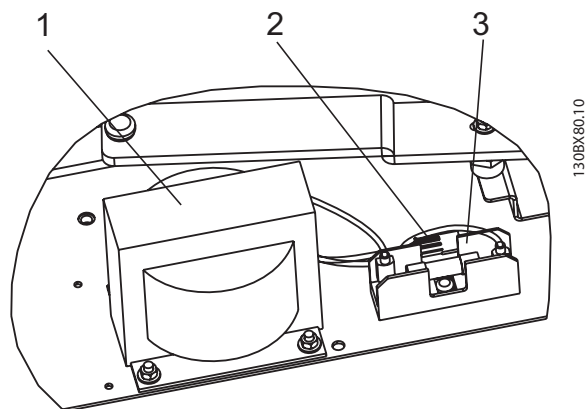


图 6.10: 风扇变压器和熔断器的位置

380 - 480/500V: 风扇变压器上的白色标签。

525 - 690V: 风扇变压器上的橘黄色标签。

1	风扇变压器	3	风扇熔断器
2	CN2		

6.2.10 风扇导通性测试：E-机架规格

执行所有导通性检查时，欧姆表都应设在 Rx1 档。可以使用数字或模拟欧姆表。用万用表测量变压器电阻时可能造成某种不稳定性。通过关闭自动量程功能并用手动方式进行设置，可以减小这个问题。

为帮助进行测量，请从功率卡上拔下 MK107。

检查连接的导通性

对于下述测试，请测量功率卡上的连接器 MK107。

1. 执行从 L3 (T) 到 MK107 端子 8 的测量。显示的读数应小于 1 欧姆。
2. 执行从 L2 (S) 到 MK107 端子 1 的测量。显示的读数应小于 1 欧姆。

不正确的读数

如果读数不正确，则说明电缆连接有问题。请更换电缆单元。

风扇熔断器测试

1. 通过检查熔断器的导通性，对功率卡固定板上的风扇熔断器进行测试。

熔断器开路可能表示还存在其它故障。更换熔断器，然后继续执行风扇检查。

变压器的欧姆值测试

对于下述测试，请测量与功率卡上 MK107 相连的线缆的插头。

1. 在 MK107 的端子 1 和 8 之间进行测量。读数应约为表 6-1 中的值 A。
2. 在 MK107 的端子 8 和 12 之间进行测量。读数应约为表 6-1 中的值 B。
3. 在 MK107 的端子 1 和 12 之间进行测量。读数应约为表 6-1 中的值 C。

交流电压	变频器			电阻 (单位: 欧姆)			散热片风扇	风扇感应器
	FC 102	FC202	FC 302	A	B	C		
380-500	P315	P315	P250	15	12	4	21	no
380-500	P355	P355	P315	4	3	1	4	是
380-500	P400	P400	P355	4	3	1	4	是
380-500	P450	P450	P400	4	3	1	4	是
525-690	P400	P400	P355	20	8	12	21	否
525-690	P500	P500	P400	20	8	12	21	否
525-690	P560	P560	P500	7.4	3.6	3.2	4	是
525-690	P630	P630	P560	7.4	3.6	3.2	4	是

表 6.1: 风扇变压器的电阻

不正确的读数

如果读数不正确，则说明风扇变压器有问题。请更换风扇变压器。

完成后，重新接上 MK107。

风扇的欧姆值测试

1. 在功率卡连接器 MK107 的端子 3 和 5 之间进行测量。读数应约为表 6-1 中的值 D。

不正确的读数

如果风扇没有感应器，请更换风扇。对于有风扇和感应器的变频器，可按下述方式隔离风扇和感应器故障。

- 1a 断开 CN3，然后测量该连接器风扇侧的管脚 1 和 2 之间的电阻。读数应约为 4 欧姆。如果不正确，请更换风扇。
 - 1b 断开 CN4 和 CN5。测量感应器的电阻。读数应小于 1 欧姆。如果不正确，请更换感应器。
2. 在功率卡连接器 MK107 的端子 11 和 13 之间进行测量。对于有 1 个顶装风扇的设备，读数应为 400 欧姆。对于有 2 个门装风扇的设备，读数应为 200 欧姆。

不正确的读数

对于有 1 个顶装风扇的设备，请更换风扇。对于有 2 个门装风扇的设备，请按下述方式隔离有故障的风扇。

- a. 断开风扇端子的接线。
- b. 测量每个风扇上的风扇端子。读数应为 400 欧姆。请更换有问题的风扇。

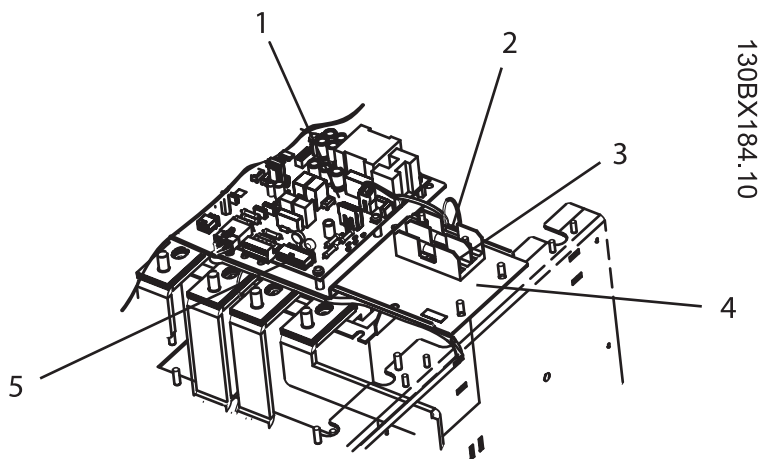


图 6.11: 风扇和直流总线熔断器的位置

1	功率卡	4	固定板
2	直流总线熔断器	5	MK107
3	风扇熔断器		

6.3 动态测试步骤

在执行动态测试步骤时，请参考图 6-10 中的端子位置。



注意

本节的测试步骤的顺序仅供参考。测试不必一定要按此处的顺序执行。请仅执行必要的测试。



在加电情况下切勿断开变频器的输入线路，此时存在造成严重伤亡的危险。



在给变频器通电之前，请采取所有必要的安全措施以备系统启动。

6

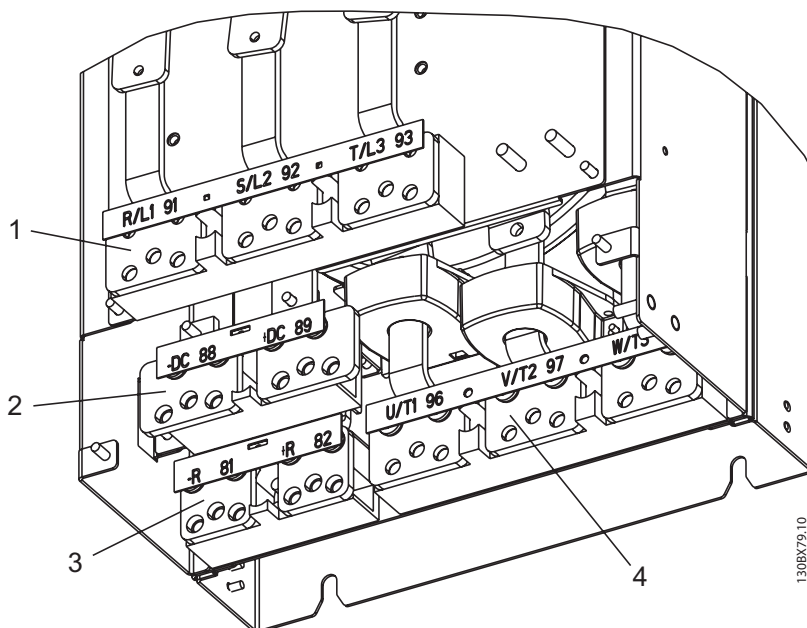


图 6.12: 变频器电源端子 (D-规格机架)

1	连接到变频器的电网三相交流电源	3	制动电阻器连接
2	直流总线/负载共享连接	4	前往电动机的三相输出

6.3.1 无显示测试

变频器无显示可能是多种原因造成的。首先验证是否确实完全无显示。显示屏中的单个字符或屏幕顶部的圆点表明存在通讯错误，这通常是选件卡安装不当造成的。在发生这种情况时，绿色的加电 LED 是亮的。

如果 LCD 显示屏完全是黑的，并且绿色的加电 LED 未亮起，请执行下述测试。

首先测试输入电压是否正确。

6.3.2 输入电压测试

1. 给变频器通电。
2. 使用 DVM 依次测量变频器输入端子之间的输入电网电压：
 - L1 到 L2
 - L1 到 L3
 - L2 到 L3

对于 380 - 500 V 变频器，所有测量值都应在 342 - 550 VAC 的范围内。如果读数低于 342 VAC，则表明输入电网电压有问题。对于 525 - 690 V 变频器，所有测量值都应在 446 - 759 VAC 的范围内。如果读数低于 446 VAC，则表明输入电网电压有问题。

除了实际的电压读数外，各相之间的相电压平衡也非常重要。只要供电电压的不平衡性不超过 3%，变频器就可以在规定的范围内工作。

Danfoss 按照 IEC 规范计算电网的不平衡度。

$$\text{不平衡度} = 0.67 \times (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\text{avg}}$$

例如，如果测得的三相读数分别为 500 VAC、478.5 VAC 和 478.5 VAC，则 V_{\max} 等于 500 VAC， V_{\min} 等于 478.5 VAC， V_{avg} 等于 485.7 VAC，因此不平衡度等于 3%。

尽管变频器可以在较高的电网不平衡度下工作，但这会缩短组件（如直流总线电容器）的寿命。

不正确的读数



如果输入熔断器开路（烧毁）或断路器跳闸，则通常表明了较为严重的问题。在更换熔断器或将断路器复位之前，请执行第 6.2 节所介绍的静态测试。

如果此处的读数不正确，则需要进一步查看电网供电情况。通常要检查的环节是：

- 输入熔断器是否开路（烧毁）或断路器是否跳闸
- 断路器或线路侧的接触器是否开路
- 配电系统问题

如果输入电压测试没有问题，则请检查控制卡的输入电压。

6.3.3 基本的控制卡电压测试

1. 在端子 12 处测量相对于端子 20 的控制电压。仪表读数应在 21 到 27 VDC 之间。

如果此处的读数不正确，则可能表明电源被客户连接中的故障卸压了。请拔下端子板，然后重复执行测试。如果该测试成功，则请继续。记住检查客户连接。如果仍不成功，请转至执行开关模式电源 (SMPS) 测试。

2. 在端子 50 处测量相对于端子 55 的 10 VDC 控制电压。仪表读数应在 9.2 到 11.2 VDC 之间。

如果此处的读数不正确，则可能表明电源被客户连接中的故障卸压了。请拔下端子板，然后重复执行测试。如果该测试成功，则请继续。记住检查客户连接。如果仍不成功，请转至执行 SMPS 测试。

如果 2 个控制卡电压的读数都正确，则表明 LCP 或控制卡有问题。换上已确定没有问题的 LCP。如果问题仍然存在，请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换控制卡。

6.3.4 开关模式电源 (SMPS) 测试

SMPS 由直流总线供电。直流总线被充电时的第一个表现是位于功率卡上的直流总线充电指示灯将亮起。但这个 LED 可能在电压尚未达到足以启用该电源的水平时就亮起。

首先测试直流总线是否存在。

1. 使用电压表，在功率卡的连接器 MK105 (A) 处测量相对于 MK105 (B) 的直流总线电压。仪表读数应约为变频器交流输入电压的 1.35 倍。
2. 如果该电压正确，请转至步骤 3。如果有电压但超出正常范围，请转至执行直流欠压测试。如果电压为零，请转至执行“零直流总线电压”测试。
3. 测试其余电源。将信号测试板插入功率卡的 MK104 连接器中。
4. 将负表笔 (-) 连接到信号板的端子 4 (公共端子)。用正表笔 (+) 检查信号板上的下述端子。

端子	电源	电压范围
11	+18V	16.5 - 19.5 VDC
12	-18V	-16.5 - -19.5 VDC
23	+24V	23 - 25 VDC
24	+5V	4.75 - 5.25 VDC

此外，信号测试板还包含 3 个用以指示是否存在下述电压的 LED 指示灯：

红色 LED 指示 +/- 18VDC 电源是否存在

黄色 LED 指示 +24VDC 电源是否存在

绿色 LED 指示 +5VDC 电源是否存在

缺少上述任何一个电源都表明功率卡上的低压电源有问题。但前提是，已在功率卡的连接器 MK105 (A) 和 (B) 之间测得了正确的直流总线电压。请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换功率卡。

6.3.5 零直流总线电压测试

如果功率卡的连接器 MK105 (A) 和 (B) 之间没有电压，请检查直流电源熔断器的状况。该熔断器位于功率卡固定板上紧挨功率卡的地方。在对它进行测试时无需拆卸设备。

1. 断开变频器的电源，并确保直流总线已完全放电。为此需测量功率卡的连接器 MK105 (A) 和 MK105 (B) 之间的电压。



如果直流电源熔断器开路（烧毁），在这些端子上将无法检测到总线电压。如果不确定，请等 20 分钟（对于 D-规格机架）或 40 分钟（对于 E-规格机架），以允许直流总线完全放电。有关具体的放电时间，请参阅变频器柜门正面上的标签。

2. 将欧姆表设在二极管档或 Rx100 档，测量从功率卡连接器 MK105 (A) 到任何来自直流感应器的母线之间的阻值。在功率卡固定托架的下边缘和下方可以看见母线。根据母线读数，可能看到一个二极管压降或完全短接的情况。无论是哪一种情况，这都表明电路中的熔断器提供了导通路径。开路读数表明熔断器开路。

熔断器开路表明功率卡上的电源有问题。功率卡和熔断器需要更换。如果熔断器经检查没有问题，则可能是软充电电路的问题。请转至执行本节稍前部分的软充电和整流器电路的静态测试。

6.3.6 直流欠压测试

直流总线的初始充电是由软充电电路完成的。如果直流总线电压低于额定值，则表明电网电压超过了容限或软充电电路阻止直流总线充电。请执行输入电压测试 (6.3.2)，以确保电网电压是正确的。

如果发生了过度的输入电源循环，则说明软充电卡上的 PTC 电阻器可能阻止直流总线充电。如果是这样，在这个区域测得的直流总线电压应该为 50 VDC。

1. 检查直流总线电压。为此，请在功率卡的连接器 MK105 (A) 处测量相对于 MK105 (B) 的电压。如果验证无误，请断开变频器的电源，然后让它冷却 20 分钟左右。
2. 20 分钟后再为变频器通电，并再次检查直流总线电压。如果电压还是一样，则中间电路中可能存在阻止充电的短路问题。转至执行本节稍前部分的静态测试 (6.2)。

6.3.7 电源电压输入不平衡测试

从理论上说，所有 3 个输入相上的电流应该相等。但由于相间输入电压的变化以及某种程度上变频器自身单相负载的变化，我们也可能看到一定的失衡现象。

通过测量各个相的电流，可以了解线路的平衡情况。为获得准确读数，变频器必须在其额定负载或不低于 40% 的负载下运行。

1. 在检查电流之前，请先根据步骤执行输入电压测试。电压失衡会直接导致相应的电流失衡。
2. 给变频器加电，然后使其进入运行状态。
3. 使用钳式安培表（最好是模拟式的），在 L1 (R)、L2 (S) 和 L3 (T) 上测量三相输入线路的每一相的电流。
各相之间的电流差异一般不应超过 5%。如果电流差异超过这个水平，则说明变频器的电网供电有问题或者变频器自身存在问题。
确定电网供电是否有问题的一种方法是，将两个输入相对调。这样做的前提是，有两个相的电流相同，而第三相与它们的差异超过 5%。如果所有的三个相彼此间都存在差异，则将电流最高的相与电流最低的相调换。
4. 断开变频器的电源。
5. 将似乎不正确的相与其它两个相中的任何一个进行对调。
6. 重新给变频器加电，然后使其进入运行状态。
7. 重复电流测量步骤。

如果换相后电源电压失衡状况随之移动，则说明电网供电情况值得怀疑。否则，它可能表明 SCR 门有问题。这可能源于 SCR 故障或从功率卡到该模块的门信号问题，包括从功率卡到 SCR 门的线束问题。为了进一步测试 SCR 的门操作是否正确，需要使用配备了电流表笔的示波器。按照相应步骤，继续测试输入波形和输入 SCR。

6.3.8 输入波形测试

测试变频器输入上的电流波形有助于排查电网缺相情况或可疑的 SCR/二极管模块问题。电网供电问题造成的缺相很容易检测。此外，整流器部分是由 SCR/二极管模块控制的。如果某个 SCR/二极管模块发生故障或前往 SCR 的门信号丢失，变频器会作出与缺相相同的反应。

下述测量要求使用配备有电压和电流表笔的示波器。

在正常工作情况下，变频器的单相交流输入电压的波形应如图 6-13 所示。

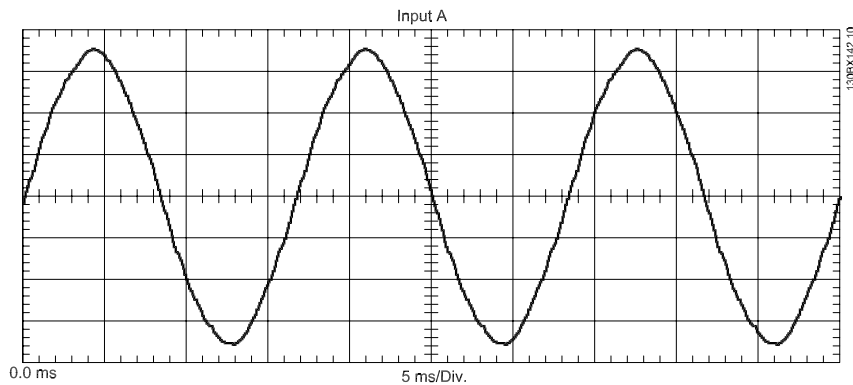


图 6.13: 正常的交流输入电压波形

图 6-14 所示的波形代表图 6-13 所显示的那一个相的输入电流波形（当变频器在 40% 负载下运行时）。2 个正跳线和 2 个负跳线是典型的 6-二极管桥。对带有 SCR/二极管模块的变频器来说，情况也是如此。

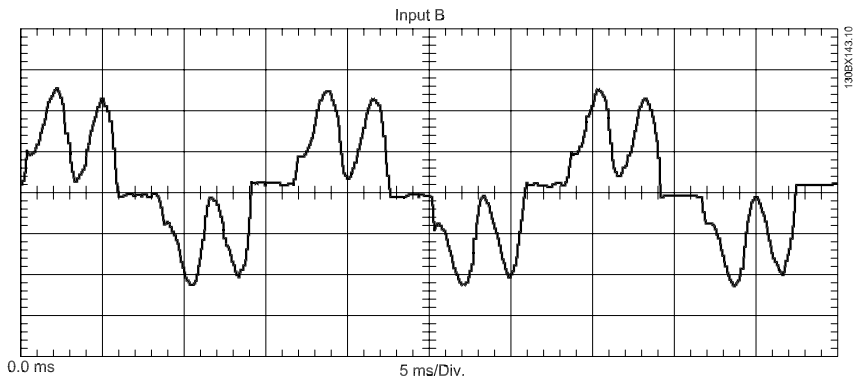


图 6.14: 使用二极管桥时的交流输入电流波形

缺相时，其余相的电流波形会如图 6-15 所示。

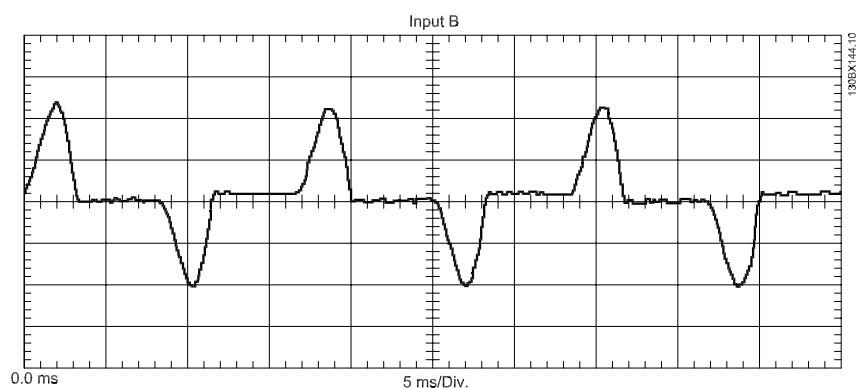


图 6.15: 缺相时的输入电流波形

在形成结论之前，务必验证输入电压的波形状况。电流波形会随电压波形而变化。如果电压波形不正确，请接着调查交流供电问题的原因。如果所有三相上的电压波形都正确但电流波形不正确，则变频器中的输入整流器电路可能有问题。执行静态软充电和整流器测试以及动态 SCR/二极管测试。

6

6.3.9 输入 SCR 测试

变频器可能出于多种原因而禁用 SCR。在执行更为复杂的测试之前，请先执行下述检查。

SCR 可能因为功率卡连接器 FK102（外部制动温度开关）处的某个输入或者因为缺少输入而被禁用。除非作为输入使用，否则必须在 FK102 的端子 104 和 106 之间安装一个跳线帽

SCR 依次与主电源进行门运算。按下述方式验证电压参考信号是否正确。

1. 使用电压表，测量功率卡连接器 MK106 的端子 R、S 和 T 处的相间电网电压。
2. 测量值应对应于在输入电压测试（6.3.2）中所获得的测量值。

如果 MK106 处的读数不正确但其输入电压正确，则可能表明软充电卡或连接电缆有问题。

如果上述测试没有发现异常，则可以进一步推测控制卡尚未启用涌入信号。使用信号测试卡，按下述方式验证涌入信号是否存在以及 SCR 禁用信号是否位于正确的电压水平。

3. 将信号测试板插入功率卡的 MK104 连接器中。
4. 检查 SCR 禁用信号。
5. 将电压表的负表笔 (-) 连接到测试板的端子 4（公共端子）。
6. 将正表笔 (+) 连接到信号板的端子 19。

如果读数为 0 VDC，则表明 SCR 已被禁用。如果读数介于 0.6 到 0.8 VDC 之间，则表明 SCR 处于活动状态，并且已受到门控。

如果读数是 0 VDC（在为变频器施加了正确的电网电压的情况下），则可能是功率卡端子 FK102 的输入导致 SCR 被禁用。如果 FK102 处的连接通过了验证，则说明控制卡可能有问题。按下述方式检查涌入信号。

7. 将正表笔 (+) 连接到信号板的端子 7。

如果读数为 0 VDC，则表明涌入信号处于活动状态，并且 SCR 已受到门控。如果读数为 5 VDC，则表明涌入信号处于非活动状态，并且 SCR 未受到门控。

如果读数是 5 VDC（在为变频器施加了正确的电网电压的情况下），则可能是控制卡的问题。

如果控制卡可疑，请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换它。

如果上述测试都正确，请接着测试 SCR 门信号。

为了查看门信号，需要有配备电流表笔的示波器。

8. 让变频器在一定的负载下运行。为了持续看到门信号的产生，负载水平至少要达到 30%，因为仅在直流总线电压跌落到线路峰值电压之下时才会对 SCR 进行门控。

9. 依次将电流表笔连接到功率卡连接器 MK100 上的每一条正极 (+) SCR 门电缆（白色引线），它们分别标有 R、S 和 T 字样。

波形应该如图 6-16 所示。

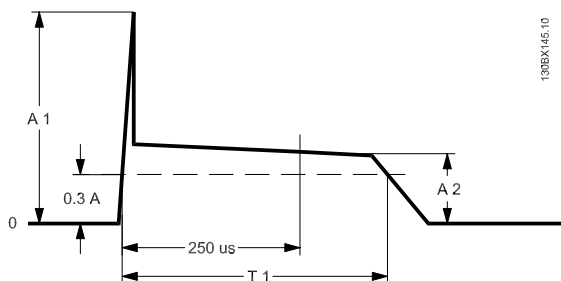


图 6.16: SCR 门信号

电流脉冲应该具有所示的波形。

$$A1 > 1.1 \text{ A}$$

$$A2 > 0.40 \text{ A}$$

$$T1 > 300 \mu\text{s}$$

在上述其它所有测试都成功的情况下，如果门信号缺失，则表明功率卡有问题。请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换功率卡。

信号失真可能是正在卸载电源电压的 SCR 上有问题的门电路造成的。请更换与错误的门信号读数相对应的 SCR。

6.3.10 电源电压输出不平衡测试

通过检查变频器输出电压和电流的平衡情况，可以了解变频器和电动机之间的电气功能。在测试相间输出时，需要同时监测电压和电流。建议在本步骤之前先对变频器的逆变器部分执行静态测试。

如果电压是平衡的但电流不平衡，则说明电动机的负载不均衡。这可能源自电动机故障、变频器和电动机之间的线路连接问题或者电动机异常过载（在相应情况下）。

如果输出电流和电压都不平衡，则说明变频器不能对输出执行正确的门操作。这可能源自功率卡故障、门驱动器故障、门驱动器卡和 IGBT 之间的连接问题或者驱动器的输出电路连接不当。

**注意**

请使用模拟电压表监测输出电压。数字电压表对波形和开关频率非常敏感，通常会返回错误的读数。

初始测试可以在与电动机相连并且电动机运行其负载的情况下执行。如果测得了可疑读数，则必须断开电动机引线，以进一步隔离问题。

1. 使用电压表，测量变频器电动机端子 96 (U)、97 (V) 和 98 (W) 处的交流输出电压。执行相间测量，先从 U 到 V，接着从 U 到 W，然后从 V 到 W。

所有 3 个读数彼此之间的差别应在 8 VAC 内。实际电压值取决于变频器的运行速度。电压/频率比应基本呈线性（除非在 VT 模式下），因此在 60Hz 下，电压应约等于所施加的电网电压。在 30 Hz 下，它大概为一半左右。对于所选择的其它任何速度，可以类推。与各相之间的平衡相比，确切的电压读数倒不是那么重要。

2. 下一步，用钳式安培表监测变频器电动机端子 96 (U)、97 (V) 和 98 (W) 处的 3 个输出相。最好用模拟式设备。为获得准确读数，请让变频器在 40Hz 以上运行，因为这通常是此类仪表的频率极限。

各相之间的输出电流应该平衡，彼此之间的差别不应超过 2% 到 3%。如果上述测试成功，则说明变频器工作正常。

3. 如果不平衡程度超过上述水平，请断开电动机引线，然后重复执行电压平衡测试。

因为电流会随电压而变化，因此必须区分是负载问题还是变频器问题。如果在电动机断开的情况下发现输出电压不平衡，则必须测试门驱动器电路是否能正确触发。转至执行门驱动器信号测试 (6.3.11)。

在电动机相连的情况下，如果电压是平衡的但电流不平衡，则说明负载有问题。变频器和电动机之间的连接可能有问题或电动机自身发生了故障。查看所有输出线路的接头，看是否存在不良连接，包括连接器和过载连接。此外还要检查这些设备中的触点是否熔化或脱落。

6.3.11 IGBT 门驱动器信号测试

这个步骤在门驱动器就要向 IGBT 提供输出信号的位置测试门驱动器信号。

检查门信号是否存在的简单测试可以用 DVM 来执行，但要准确检查波形，则必须借助示波器。



执行该测试时请使用测试电缆（部件号 176F8437）禁用直流总线。如果不这样做，则当不慎将表笔连接到错误的管脚上时，可能会对变频器造成损害。此外，交流电网母线也位于这些测试点附近。在高压组件附近工作时应格外谨慎。

在开始测试之前，确保设备的电源已移除，并且直流总线电容器已放电。

检查是否存在直流总线电压，方法是，测量功率卡的连接器 MK105 (A) 和 MK105 (B) 之间的电压。该电压必须为零 (0) 才能继续。

1. 对于 D-机架规格设备，请根据第 7 节的软充电卡拆卸步骤将软充电卡向外拔出一些，以便有足够的空间断开插入在 MK3 中的电缆。
2. 断开软充电卡上 MK3 连接器的电缆，然后将测试电缆的一端连接到 MK3 中。
3. 对于 D-机架规格设备，请重新装好软充电卡。
4. 断开功率卡上的 MK100 和 MK105 连接器。

5. 将测试电缆的自由端连接到 MK105 中。
6. 将 SCR 门短接插头（测试电缆 176F8437 所附带）连接到从 MK100 上拔下的电缆中。

在门驱动器卡的每个门信号引线附近有一个 3 针测试连接器。这些标有 MK250、MK350、MK450、MK550、MK650、MK750，如果变频器配备了制动选件，则还包括 MK850（请参阅图 6-17）。

简明起见，不妨将这 3 个管脚按从左至右的顺序称为“1”、“2”和“3”。每个连接器的管脚 1 和 2 与发送给 IGBT 的门驱动器信号平行。管脚 1 是信号，管脚 2 是公共端。

7. 重新为变频器接通交流电源。
8. 在停止模式下给变频器通电。
9. 测量每个测试连接器的管脚 1 和 2。每个读数都应该约为 -9 VDC，表明所有 IGBT 都被关闭。
10. 向变频器施加启动命令和 30 Hz 参考值。
11. 如果使用 DVM，请测量每个连接器的管脚 1 和 2。IGBT 的波形呈方形，其最高正向电压为 14 VDC，最高负向电压为 -9 VDC。DVM 的平均电压读数应在 2.2 到 2.5 VDC 之间。

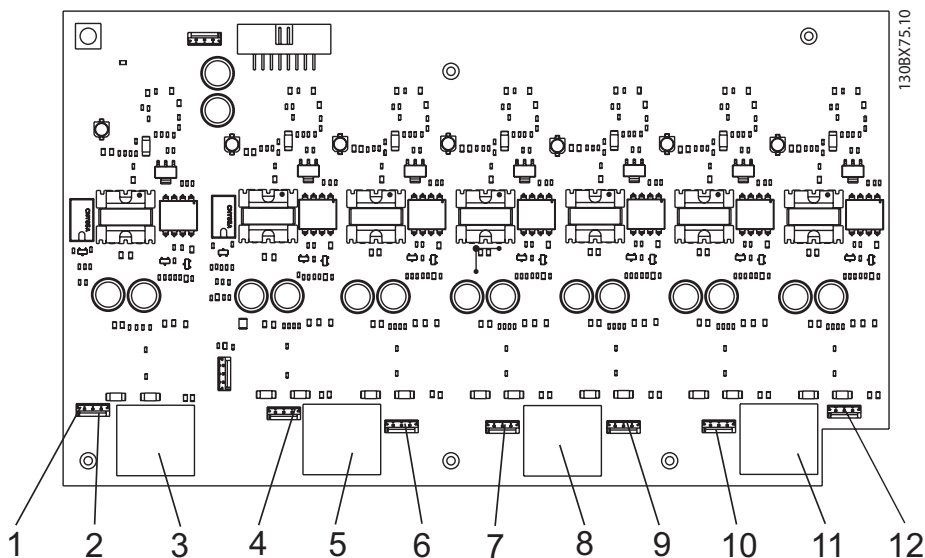


图 6.17: 门驱动器卡测试连接器

1	管脚 1	7	MK450
2	MK850 (制动)	8	MK103 (V)
3	MK105 (制动选件)	9	MK550
4	MK250	10	MK650
5	MK102 (U)	11	MK104 (W)
6	MK350	12	MK750

当使用示波器时，读数应如图 6-18 所示。

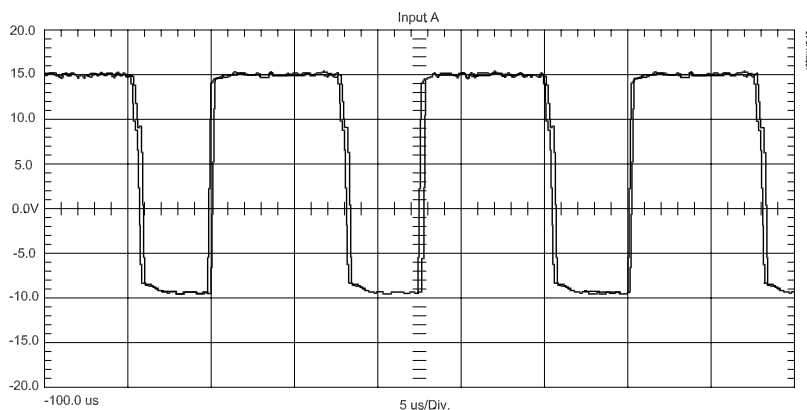


图 6.18: 来自门驱动器卡的门信号波形。在门驱动器卡上测得的 IGBT 门信号: 5 V (垂直分量), 50 毫秒 (时间分量)。设备工作频率为 30 Hz。

不正确的门信号读数表明门驱动器卡有问题或信号在抵达门驱动器卡之前就已经丢失。随后可以如下所述用信号测试板检查门信号, 以验证从控制卡到功率卡是否存在门信号。

12. 将信号测试板插入功率卡的 MK104 连接器中。
13. 将示波器的接地表笔连接到信号板的端子 4 (公共端子), 然后在信号板端子 25 到 30 处测得 6 个门信号。
14. 让变频器在 30 Hz 下工作。

波形应该如图 6-19 所示。

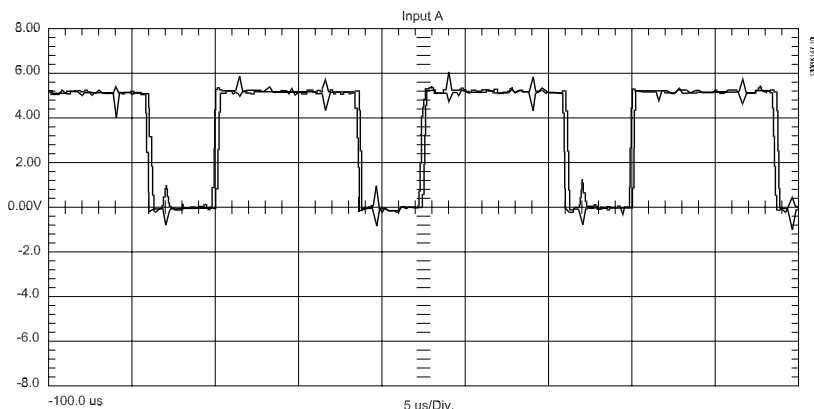


图 6.19: 来自信号测试板的门信号波形。用信号测试板测得的 IGBT 门信号: 2 V (垂直分量), 50 毫秒 (时间分量)。设备工作频率为 30 Hz。

15. 再使用 DVM 检查相同的信号板端子。DVM 的读数应在 2.2 到 2.5 VDC 之间。

不正确的门信号读数表明功率卡发生了故障或信号在抵达功率卡之前就已经丢失。当前无法通过测试来验证直接来自控制卡的信号。如果单个门信号不正确, 则说明功率卡可能有问题。如果所有 6 个信号都不正确, 则说明控制卡可能有问题。请按照第 7 或第 8 节的拆卸步骤更换相应的卡。

6.3.12 IGBT 开关测试

使用测试电缆 176F8439，并在为变频器供电且禁用直流总线的情况下，可以通过一个简单测试来确定 IGBT 是否实际已打开。

继续之前，请验证直流总线是否真的已被禁用。

1. 断开功率卡上的 MK105 连接器的电缆。使用电压表，依次测量从 MK105 断开的电缆的白色引线同输出端子 U、V 和 W 之间的电压。在交流和直流档之间切换。电压读数应接近零。
2. 依次测量同一电缆的黑色引线同输出端子 U、V 和 W 之间的电压。电压读数应接近零。

在禁用直流总线的情况下，使用设在二极管档的 DVM（数字电压表）继续测量。

1. 在变频器处于停止模式下时，将正表笔 (+) 连接到从功率卡上断开的 MK105 电缆的黑色引线上。
2. 依次将负表笔 (-) 连接到变频器输出端子 U、V 和 W 上。仪表应显示一个二极管压降。
3. 让正表笔继续与 MK105 电缆相连，然后让变频器在 30 Hz 下工作。
4. 再依次将负表笔 (-) 连接到变频器输出端子 U、V 和 W 上。仪表应显示短路或约为 0.035 个二极管压降的值，这表明只有较少的 IGBT 被打开，从而将仪表短接到负总线。



注意

设备内的某些电压泄漏可能令仪表给出小的负压降指示。

5. 对正 (+) IGBT 或上 IGBT 重复执行该测试。
6. 在变频器处于停止模式下时，将负表笔 (-) 连接到从功率卡上断开的 MK105 电缆的白色引线上。
7. 依次将正表笔 (+) 连接到变频器输出端子 U、V 和 W 上。仪表应显示一个二极管压降。
8. 让负表笔继续与 MK105 电缆相连，然后让变频器在 30 Hz 下工作。
9. 再依次将正表笔 (+) 连接到变频器输出端子 U、V 和 W 上。仪表应显示短路或约为 0.035 个二极管压降的值，这表明上 IGBT 被打开，从而将仪表短接到正总线。



注意

设备内的某些电压泄漏可能令仪表给出小的负压降指示。

不正确的读数

如果读数不正确，则说明某些 IGBT 未开启。请按照第 7 或第 8 节的拆卸说明更换 IGBT 模块。

6.3.13 制动 IGBT 测试

使用信号测试板测试动态制动 IGBT 和门驱动器电路的工作情况。可以使用下述步骤来强制制动电路激活以便进行测试。

1. 将信号测试板连接到控制卡的 MK104 连接器。
2. 将标有 Over V 的电压测试开关打到 ON 位置。
3. 旋转测试板上的电位计，直到制动电路被激活。这会使制动 IGBT 以 1.2 KHz 左右的频率打开和关闭。工作周期（脉冲宽度）随电位计被增大而增加。

4. 使用示波器或 DVM 测量端子 13。端子 13 代表前往制动 IGBT 的门信号。当制动处于关闭状态时，这个信号应为 4.04 VDC，而当制动处于打开状态时应下降到零。
5. 使用示波器或 DVM 测量端子 14。端子 14 是一个逻辑电平 (5V) 信号，代表制动 IGBT 两端的电压。当制动处于关闭状态时，这个读数应为 5.1 VDC，而当制动处于打开状态时应下降到零。

不正确的读数

如果端子 13 上的信号不正确，首先请检查是否对变频器进行了正确的动态制动设置（参数 2-10）。如果设置无误，请按照第 7 或第 8 节的步骤更换控制卡。

如果端子 13 上的信号正确但端子 14 上的信号不正确，则必须检查制动 IGBT 门信号，以确定问题是出在 IGBT 中还是门驱动器卡中。请参阅门驱动器信号测试。

6.3.14 电流传感器测试

电流传感器是霍尔效应型装置，它们将与实际输出电流波形成比例的信号发送到功率卡。与功率卡相连的电流标定卡将来自电流传感器的信号标定到适当水平，以用于监视和处理电动机控制数据。故障电流传感器可能导致错误性的接地故障和过电流跳闸。在这些情况下，通常只会在较高负载下才会发生故障。如果所安装的电流标定卡不正确，那么电流信号将无法得到正确标定。这可能导致错误性的过电流跳闸。如果未安装电流标定卡，那么变频器将跳闸。

可以通过几个简单检查来确定传感器的状态。

1. 给变频器通电。
2. 确保电动机检查、预磁化、直流保持、直流制动或其它在零速时会创建保持转矩的参数设置都已被禁用。如果这些参数未被禁用，则所显示的电流会超过 1 到 2 安培。
3. 用零速参考值运行变频器。注意显示屏中的输出电流读数。所显示的读数应约为 1 到 2 安培。

如果电流大于 1 到 2 安培并且没有激活会产生电流的参数，则需要在断开电动机引线的情况下再测试一次。

4. 移除变频器的电源。监视功率卡的连接器 MK105 (A) 和 (B) 之间的直流总线电压，以确保总线已完全放电。
5. 从端子 U、V 和 W 上摘下输出电动机引线。
6. 给变频器通电。
7. 用零速参考值运行变频器。注意显示屏中的输出电流读数。所显示的读数应小于 1 安培。

如果上述测试获得了不正确的读数，则需要用信号测试板进一步测试电流反馈信号。

用信号测试板测试电流反馈。

8. 给变频器通电。确保直流总线已完全放电。
9. 将信号测试板装入功率卡的 MK104 连接器中。
10. 使用 DVM，测量信号测试板端子 1 和 4、2 和 4 以及 3 和 4 之间的电阻。所有 3 个电阻读数均应相同。表 6-2 显示了基于变频器功率和电压规格的近似电阻读数。注意，所列出的值是电流标定卡处的值。在用信号测试板进行测量时，由于仪表表笔存在阻抗，因此实际读数可能会更高一些。如果没有电阻，则表明标定卡缺失。
11. 重新给变频器通电。
12. 使用 DVM，将负表笔 (-) 连接到信号测试板的端子 4 (公共端子)。
13. 用零速参考值运行变频器。

14. 依次测量信号测试板端子 1、2、3 处的交流电压。这些端子分别对应于电流传感器输出 U、V 和 W。读数应该接近零伏特但不超过 15 mv。

如果控制卡参数被设为在零速时提供保持转矩，则所显示的电流将大于预计水平。在执行本测试时请禁用这些参数。

在 100% 变频器负载下，电路中这个位置的电流传感器反馈信号读数将约为 400 mv，因此在变频器位于零速时，任何超过 15 mv 的读数都会对变频器解释反馈信号的方式具有不利影响。

如果读数大于 15 mv，则表明对应的电流传感器应更换。请参阅第 7 或第 8 节的拆卸说明。

电压（交流）	FC 102	FC202	FC 302	电阻（欧姆）
380-500	P110	P110	P90K	4.5
380-500	P132	P132	P110	3.8
380-500	P160	P160	P132	3.1
380-500	P200	P200	P160	2.6
380-500	P250	P250	P200	5.1
380-500	P315	P315	P250	4.2
380-500	P355	P355	P315	2.6
380-500	P400	P400	P355	2.6
380-500	P450	P450	P400	2.3
525-690	P45K	P45K	P37K	5.9
525-690	P55K	P55K	P45K	5.9
525-690	P75K	P75K	P55K	5.9
525-690	P90K	P90K	P75K	5.9
525-690	P110	P110	P90K	5.9
525-690	P132	P132	P110	5.9
525-690	P160	P160	P132	4.5
525-690	P200	P200	P160	3.1
525-690	P250	P250	P200	3.1
525-690	P315	P315	P250	2.6
525-690	P400	P400	P315	5.1
525-690	P450	P450	P355	4.5
525-690	P500	P500	P400	4.5
525-690	P560	P560	P500	3.8
525-690	P630	P630	P560	2.6

表 6.2: 标定卡电阻值

6.3.15 风扇测试

风扇控制电路由位于功率卡上的风扇变压器和控制电路以及来自控制卡的开、关和速度控制信号组成。风扇并不一定时时刻刻都运行，请参阅第 3.3.5 节中同冷却风扇在序列模式下的工作有关的说明。

供电电压

风扇的供电电压来自从软充电卡到功率卡连接器 MK106 的连接。首先按下述方式验证供电电压是否存在。

1. 使用电压表测量功率卡连接器 MK106 的端子 R、S 和 T 处的相间交流电压。它应该等于连接到变频器上的电网供电电压。
2. 如果电压不存在，请确保已为变频器连接了适当的电网电压。执行输入电压测试 (6.3.2)。
3. 如果在变频器的输入处有电网电压，但在功率卡的 MK106 处没有，请执行软充电熔断器静态测试 (6.2.1)。
4. 如果 MK106 处有电压，则检查风扇变压器处的电压（从位于该变压器附近的连接器 CN2 上测量）。使用电压表测量 CN2 的管脚 1 和 3 之间的电压。该电压应对应于连接到变频器的主电网电压。
5. 如果电压不存在，请确保功率卡连接器 FK103 上的跳线帽还在原位。否则，请将一个外部电源连接到端子 FK103，以为风扇提供供电电压。

如果跳线帽在原位或者在连接了辅助电源并通电之后，在风扇变压器的连接器 CN2 处仍没有电压，则说明功率卡可能有问题。请按照第 7 或第 8 节的拆卸说明更换功率卡。

变压器输出

如果 CN2 的管脚 1 和 3 之间有适当的电压，则接着检查变压器的输出。在执行该测试之前，确保风扇变压器的熔断器是完好的。

1. 用电压表测量从 CN2 端子 1 到端子 2 之间的电网电压。电压应等于连接到变频器（或辅助电源）的电网交流供电电压的 66% 或 48%（对于 525-690 VAC 变频器）。如果该电压不正确，请更换风扇变压器。
2. 如果该电压正确，则检查为风扇自身提供的风扇电压。该电压可以在功率卡连接器 MK107 的管脚 8 和 11 处并相对于管脚 1 来测量。管脚 8 和 11 处的电压对应于风扇的速度控制电压：即 200 VAC（对于低速）或 230 VAC（对于高速）。

如果电压正确但风扇不运行，则说明风扇发生了故障。如果没有电压，请验证风扇是否在运行。如果在运行，则说明功率卡有问题。请按照第 7 或第 8 节的拆卸说明更换风扇或功率卡。

风扇控制电路

为了验证风扇控制电路能否收到来自控制卡的正确命令，可以使用信号测试板来检查这些信号。

1. 断开变频器的电源，并等直流总线完全放电。
2. 将信号测试板装入功率卡的 MK104 连接器中。
3. 重新给变频器通电。
4. 将电压表的负表笔 (-) 连接到信号板的端子 4（公共端子）。
5. 用正 (+) 表笔检查信号板的端子 6 上的信号。当将风扇设为运行时，仪表读数应为零 (0) 伏特，当控制卡将风扇设为停止时，应为 5 VDC。
6. 请验证冷却风扇的工作序列，以确保它们在运行。此外，信号板还包含一个风扇测试开关。当打开时，风扇应启动并以高速运行。

风扇速度由信号板的端子 5 和 10 上的信号决定。有关这些信号的详细信息，请参阅第 9 节。此外，如果发生了散热片过温跳闸，风扇也会自动被切换到高速。

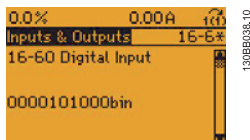
在风扇应该正在运行的情况下，如果端子 6 的信号正确，并且风扇测试开关可以激活风扇，则说明控制卡发生了故障。否则就是功率卡发生了故障。请按照第 7 或第 8 节的拆卸说明更换相应的单元。

6.3.16 输入端子信号测试

在变频器的显示屏上可以验证变频器的数字或模拟端子上是否有信号。数字或模拟输入的状态可以在参数 16-60 到 16-64 中选择或读取。

数字输入

在显示数字输入时，控制端子 18、19、27、29、32 和 33 按从左至右的顺序显示，并且用 1 表示有信号。



如果没有显示目标信号，则问题可能出在变频器的外部控制接线中或控制卡可能有问题。为了确定故障位置，请使用电压表测试控制端子上的电压。

按下述方式验证控制电压的电源是否正确。

1. 使用电压表在控制卡端子 12 和 13 处测量相对于端子 20 的电压。仪表读数应在 21 到 27 VDC 之间。

如果 24 V 供电电压不存在，请执行本节稍后部分的控制卡测试 (6.3.17)。

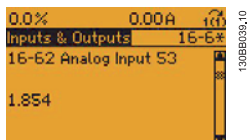
如果 24 V 电压存在，请按下述方式继续检查各个输入

2. 将负表笔 (-) 连接到基准端子 20。
3. 依次将正表笔 (+) 连接到目标端子。

目标端子上的信号情况应对应于数字输入显示读数。如果读数为 24 VDC，则说明有信号。如果读数为 0 VDC，则说明无信号。

模拟输入

模拟输入端子 53 和 54 上的信号值也可以显示。根据开关设置，屏幕的第 2 行会显示电压或电流（单位为 mA）。



如果没有显示目标信号，则问题可能出在变频器的外部控制接线中或控制卡可能有问题。为了确定故障位置，请使用电压表测试控制端子上的信号。

按下述方式验证基准电压的电源是否正确。

1. 使用电压表在控制卡端子 50 处测量相对于端子 55 的电压。仪表读数应在 9.2 到 11.2 VDC 之间。

如果 10 V 供电电压不存在，请执行本节稍前部分的控制卡电压测试。

如果 10 V 电压存在，请按下述方式继续检查各个输入。

2. 将负表笔 (-) 连接到基准端子 55。
3. 将正表笔 (+) 连接到目标端子 (53 或 54)。

对于模拟输入端子 53 和 54，直流电压读数应介于 0 到 +10 VDC 之间才能与发送到变频器的模拟信号相匹配。或者读数应为 0.9 到 4.8 VDC，这对应于 4 到 20 mA 信号

注意，如果上述任何读数之前带有减号 (-)，则说明极性被接反了。如果是这样，请对调模拟端子的接线。

6.4 首次启动时或修理后的变频器测试

在对变频器进行任何修理或测试了怀疑有问题的变频器后，首先必须执行下述步骤来确保变频器中的所有电路都能正常工作，然后再开始使用设备。

1. 根据表 4-1 所述执行肉眼检查步骤。
2. 执行静态测试步骤 6.2.1、6.2.2 和 6.2.5 (对于 D-机架规格设备) 或或 6.2.3、6.2.4 和 6.2.5 (对于 E-机架规格设备)，以确保变频器能够安全启动。
3. 断开变频器输出端子 (U、V、W) 上的电动机引线。
4. 为变频器接通交流电源。
5. 向变频器发出一个运行命令，逐渐将参考值 (速度命令) 增加到 40 Hz 左右。
6. 使用模拟电压表或能够测量实际 RMS 的 DVM，测量所有三个相上的相间输出电压：U 到 V、U 到 W、V 到 W。所有电压的彼此间差异都应在 8 V 之内。如果测得的电压不平衡，请参考输入电压测试 (6.3.2)。
7. 将变频器停止，然后移除输入电源。等待 40 分钟，以便直流电容器能完全放电 (对于 E-机架规格变频器)，或等待 20 分钟 (对于 D-机架规格变频器)。
8. 重新将电动机引线连接到变频器的输出端子 (U、V、W) 上。
9. 重新通电并重新启动变频器。将电动机速度调到标称水平。
10. 使用钳式安培表，测量每个输出相上的输出电流。所有电流应平衡。如果测得的电流不平衡，请参考电流传感器测试 (6.3.14)。

7 D-机架规格拆卸及安装说明

7.1 静电放电 (ESD)



变频器同电网电压相连时带有危险电压。通电时不应尝试任何拆卸工作。移除变频器的电源后，应至少等 20 分钟，以便变频器的电容器能完全放电。维护工作只能由具有资质的技术人员来执行。

静电放电 (ESD)

变频器内的许多电子元件都对静电非常敏感。静电的电压非常低，以致于无法检测、察觉或监视，它们可能降低产品寿命、影响性能甚至完全损坏敏感的电子元件。



在执行变频器维护时，请采取适当的静电放电 (ESD) 防范规程，以免造成敏感组件损坏。



注意

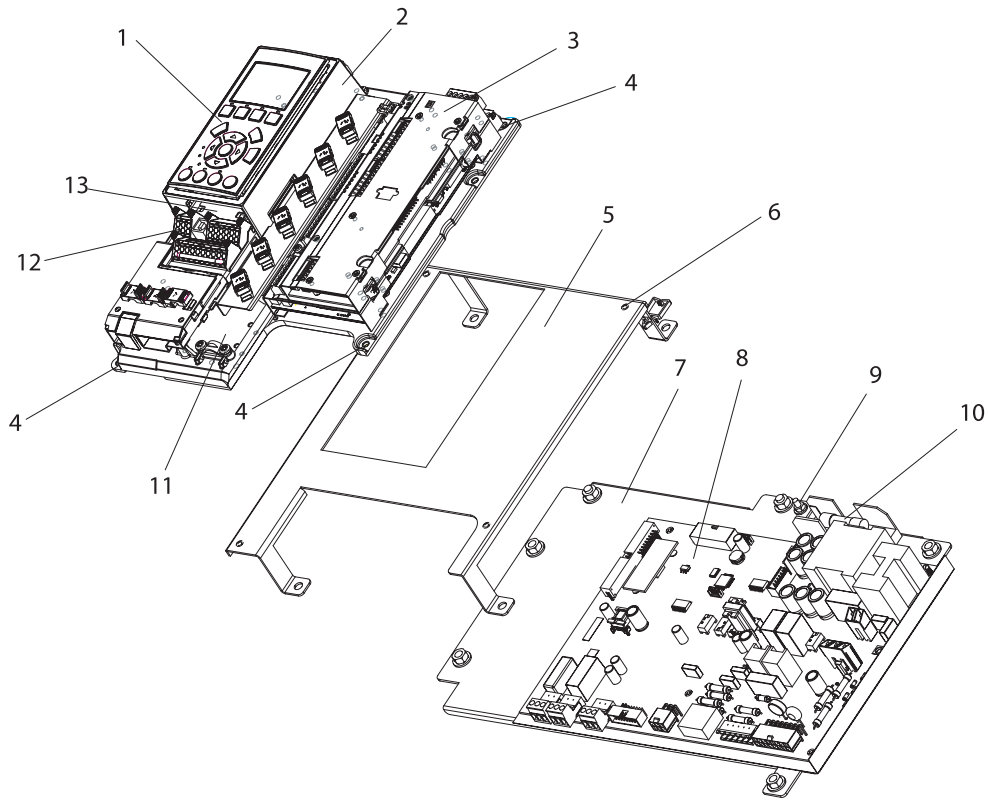
本手册在步骤或组件可能因变频器的物理规格不同而存在差异时会指明设备的机架规格。请参考简介一节的表格来确定机架规格的定义。有关 E-机架规格的拆卸和装配说明，请参阅第 8 节。

7.2 说明

7.2.1 控制卡及控制卡固定板

1. 打开前面板柜门或拆下前盖（取决于设备类型）。
2. （请参阅图 7-1）从控制卡上拔下 LCP 带状电缆（未显示）或拆下 LCP（取决于设备类型）。LCP 可以用手拆卸。
3. 取下 LCP 底座。LCP 底座可以用手拆卸。
4. 从控制卡端子组上拆下客户的任何控制接线。
5. 卸下 4 个将控制卡固定板固定到控制单元支撑托架上的螺钉（T20 Torx）。
6. 拔掉控制卡背后的带状电缆。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。对于控制卡和功率卡之间的带状电缆，它上面的红色导体应位于连接器的底部。请将控制卡固定板螺钉紧固到 1 Nm (8 in-lbs)。



130BX183.11

图 7.1: 控制卡访问

380 - 480/500V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的黄色标签。

525 - 690V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的白色标签。

1	本地控制面板 (LCP) (步骤 2)	8	功率卡 PCA3
2	LCP 底座 (步骤 3)	9	MK102 环形压片连接
3	C 选件 (如果安装)	10	直流总线熔断器
4	固定螺钉 (步骤 5)	11	控制卡固定板
5	控制单元支撑托架	12	控制卡端子组
6	金属装配件	13	控制卡 (位于 LCP 下方)
7	功率卡固定板		

7.2.2 控制单元支撑托架

- 按照相关步骤，拆除控制卡固定板。
- 拆下 6 个固定螺母 (10 mm)，请参阅图 7-1。
- 拆除控制单元的支撑托架。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

7.2.3 功率卡

1. 按照相应步骤，拆除控制单元的支撑托架。
2. 拔下功率卡连接器 MK100、MK102、MK105、MK106、MK107 和 MK109。
3. 如果客户在 FK102、FK103 和 MK112 上进行了连接，则还需要拔下这些连接器。
4. 卸下功率卡上的 7 个固定螺钉 (T25 Torx)。
5. 从功率卡右上位置的塑料支架上拆下功率卡。
6. 将支架上的锁紧卡箍推进去，以便从功率卡上取下电流标定卡。**请保管好该标定卡，以便重新安装到任何更换的功率卡上。** 标定卡控制变频器使用的信号。在用于替换的功率卡上不含标定卡。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。安装功率卡时，务必在功率卡之后装上绝缘片。将固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

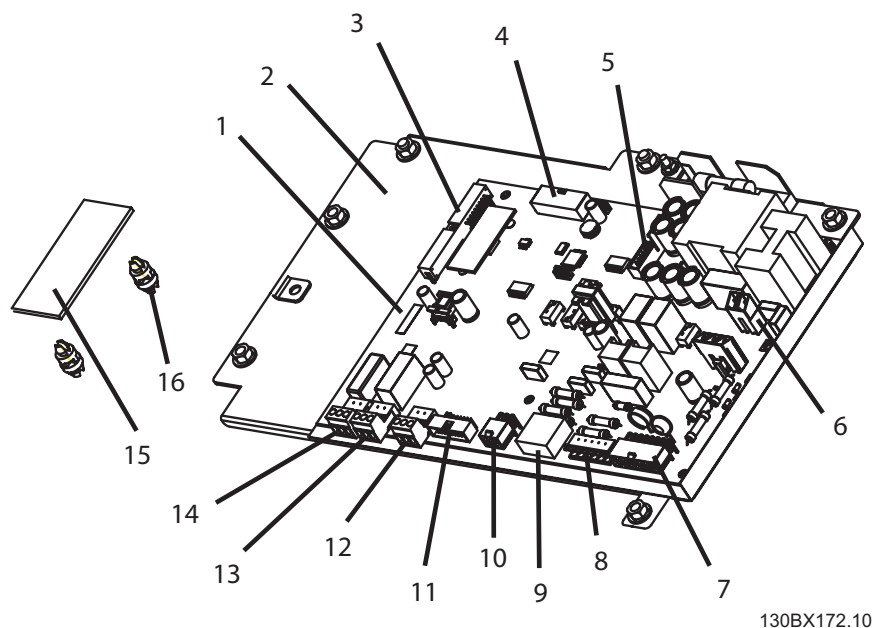


图 7.2: 功率卡和固定板

380 - 480/500V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的黄色标签。

525 - 690V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的白色标签。

1	功率卡 PCA3	9	MK106
2	固定板	10	MK100
3	MK110	11	MK109
4	MK102	12	FK102
5	MK104	13	MK112 端子 4, 5, 6
6	MK105	14	MK112 端子 1, 2, 3
7	MK107	15	电流标定卡 PCA4
8	FK103	16	电流标定卡支架

7.2.4 功率卡固定板

1. 按照相应步骤，拆除控制单元的固定托架。
2. 功率卡固定板（请参阅图 7-1）可以连同功率卡一起拆卸（如果希望这样做的话）。如果要拆卸功率卡，请遵照功率卡的拆卸步骤。
3. 要连同功率卡一起拆卸功率卡固定板，请拔下连接器 MK100、MK102、MK105、MK106、MK107 和 MK109（请参阅图 7-2）。
4. 如果客户在 FK102、FK103 和 MK112 上进行了连接，则还需要拔下这些连接器。
5. 拆下将 MK102 环形压片固定到功率卡固定板上的螺母（7 mm）。
6. 拆下 2 个连接器（分别位于直流总线熔断器座的两端）。
7. 拆下功率卡固定板右侧的 2 个螺母（10 mm）。（2 个固定控制单元固定托架的螺母同时也用于固定功率卡固定板的左侧。）

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。对于连接到功率卡连接器 MK102 的线束单元，其环形压片套在功率卡固定板顶部的右固定柱上。来自直流总线连接器的白色线缆被连接到直流总线熔断器座的左端。来自功率卡连接器 MK105 的白色线缆被连接到直流总线熔断器座的右端。将 10 mm 固定螺母紧固到 4 Nm (35 in-lbs)，将 7 mm 螺母紧固到 1 Nm (8 in-lbs)。

7.2.5 软充电卡

1. 按照相关步骤，拆除功率卡固定板。
2. 拆下软充电卡单元上的 2 个锁紧螺母 (10 mm)。
3. 将该单元移出一些，以便访问卡上的电缆密封管。
4. 断开 MK1、MK2、MK3 和 MK4。
5. 卸下软充电卡单元。

将软充电卡对准机架侧面的卡箍，重新将其装上。重新接上连接器。放上固定螺钉，并紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

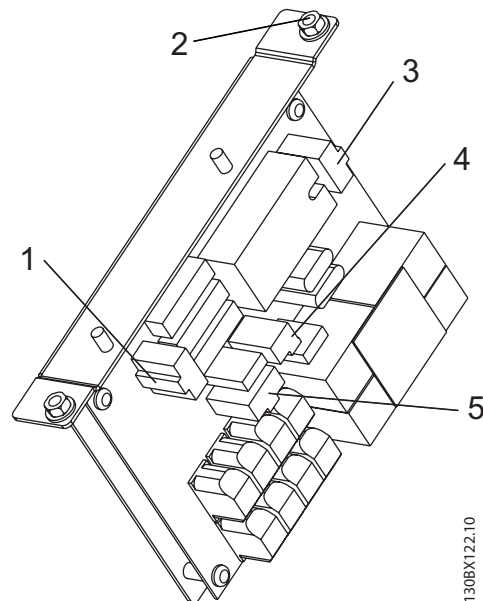


图 7.3: 软充电卡单元

380 - 480/500V: 蓝色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 8 个 PTC。

525 - 690 V: 红色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 6 个 PTC。

1	MK1
2	固定螺钉 (步骤 2)
3	MK2
4	MK4
5	MK3

7.2.6 门驱动器卡

1. 断开门驱动器卡上的 MK100、MK102、MK103、MK104、MK106 连接器的电缆，如果设备有制动选件，则还包括 MK105，对于带有 RFI 滤波器的 380-500 V 设备，还包括 MK101。
2. 卸下门驱动器卡。为此需卸下支架上的 6 个固定螺钉（T25 Torx）。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

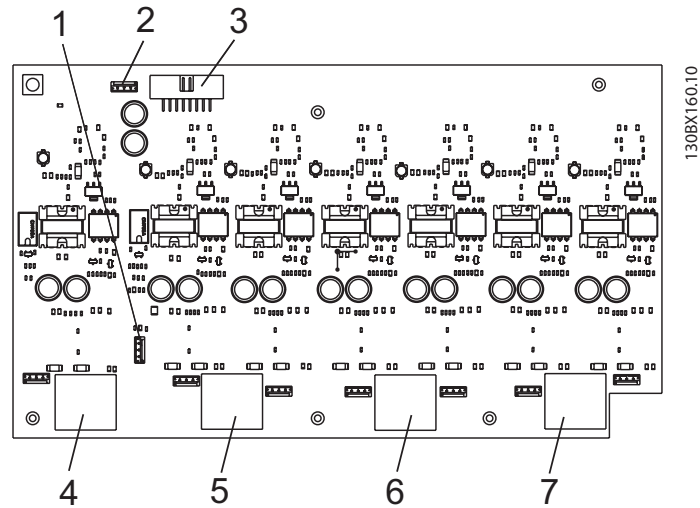


图 7.4: 门驱动器卡

1	MK100 (温度传感器)
2	MK101 (RFI 滤波器)
3	MK106
4	MK105 (制动选件)
5	MK102 (U)
6	MK103 (V)
7	MK104 (W)

7.2.7 电容器组



部分 D2/D4 规格设备有 2 个以叠放方式安装的电容器组单元。上电容器组和下电容器组的拆卸需遵照不同的说明。对于仅有 1 个电容器组单元的设备，请按照单电容器组 D1/D3 设备的说明进行拆卸。

上电容器组 D2/D4 设备

1. 按照说明，拆除控制单元的支撑托架。
2. 电容器组与直流母线的连接隐藏在上下电容器组之间的缝隙中。从直流母线上拆下最远端的 2 个螺母 (10 mm)。此时至少需要使用 100 mm (4 英寸) 的加长柄。
3. 从电容器组盖板上卸下 4 个锁紧螺母 (10 mm)，然后取下盖板。
4. 注意，电容器组重约 9 kg (20 lbs)。拆卸电容器组，并将它从固定柱上取下来。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

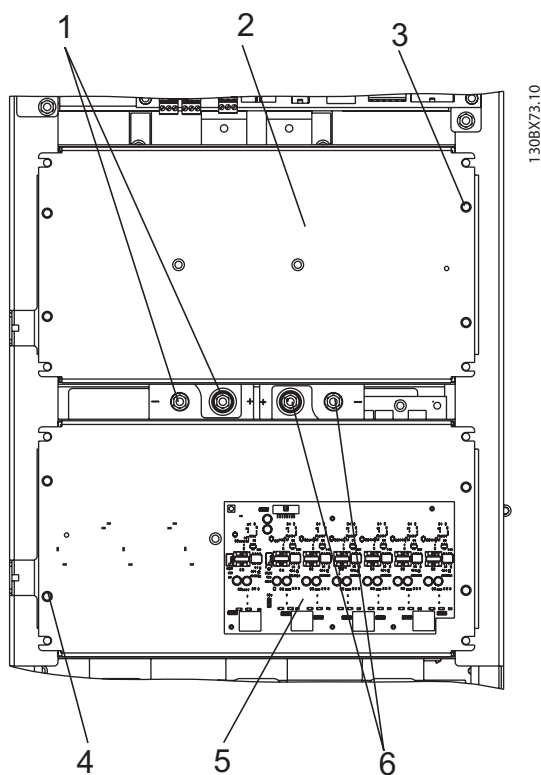


图 7.5: D2/D4 上/下电容器组单元

380 - 480/500V: 蓝色直流回路电容器。525 - 690V: 黑色直流回路电容器

1	上电容器组单元的锁紧螺母 (步骤 2)	4	下盖板的锁紧螺母 (步骤 3)
2	上盖板	5	门驱动器卡
3	上盖板的锁紧螺母 (步骤 3)	6	下电容器组单元的锁紧螺母 (步骤 1)

下电容器组 D2/D4 设备

1. 电容器组与直流母线的连接隐藏在上下电容器组之间的缝隙中。从直流母线上拆下最右侧的 2 个电容器组锁紧螺母 (10 mm)。此时至少需要使用 100 mm (4 英寸) 的加长柄。
2. 注意, IGBT 门驱动器卡可以保留同电容器组盖板的连接状态 (而不用拆下来)。断开门驱动器卡上的 MK100、MK102、MK103、MK104 和 MK106 连接器。同时拆下 MK105 (对于有制动选件的设备) 或 MK101 (对于有 RFI 滤波器的设备)。
3. 从电容器组盖板上卸下 4 个锁紧螺母 (10 mm), 然后取下该板。
4. 注意, 电容器组重约 9 kg (20 lbs)。拆卸电容器组, 并将它从固定柱上取下来。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

单电容器组 D1/D3 设备

1. 按照说明, 拆除控制单元的支撑托架。
2. 从直流母线行拆下 2 个电容器组锁紧螺母 (10 mm)。此时至少需要使用 100 mm (4 英寸) 的加长柄。
3. 注意, IGBT 门驱动器卡可以保留同电容器组盖板的连接状态 (而不用拆下来)。断开门驱动器卡上的 MK100、MK102、MK103、MK104 和 MK106 连接器。同时拆下 MK105 (对于有制动选件的设备) 或 MK101 (对于有 RFI 滤波器的设备)。
4. 从电容器组盖板上卸下 4 个锁紧螺母 (10 mm), 然后取下该板。
5. 注意, 电容器组重约 9 kg (20 lbs)。拆卸电容器组, 并将它从固定柱上取下来。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

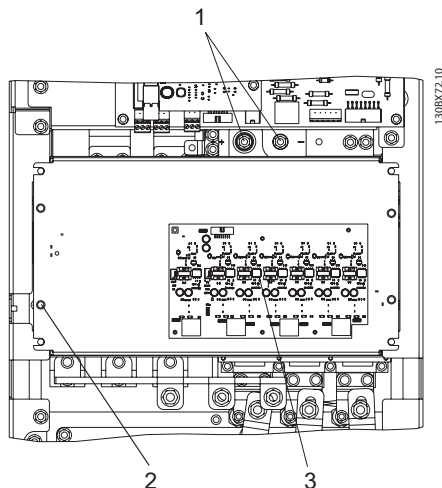


图 7.6: D1/D3 单电容器组单元

380 - 480/500V: 蓝色直流回路电容器。525 - 690V: 黑色直流回路电容器。

- | | |
|---|--------------|
| 1 | 锁紧螺母 (步骤 2) |
| 2 | 锁紧螺母 (步骤 4) |
| 3 | 门驱动器卡 (步骤 3) |

7.2.8 软充电 (SC) 电阻器 D2/D4 设备

- 按照相关步骤，拆除上电容器组单元。



注意

在 D2/D4 设备上，仅拆除上电容器组单元。

- 软充电卡上的 MK4 连接器必须断开。将软充电卡向外拔出一些，以便有足够的空间操作 MK4 (请参阅图 7-3)。请遵照软充电卡拆卸步骤中的步骤 1 到 3。
- 注意，软充电电阻器位于母线下方，并且用 2 个锁紧螺母固定。母线不必拆除。松开最右侧的锁紧螺母 (8 mm)。
- 拆下最左侧的 8 mm 锁紧螺母。
- 抬起 SC 电阻器的左侧，向左侧滑动，直到离开母线下方，从而将电阻器拆下。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 8 mm 固定螺母紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。将 10 mm 固定螺母紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

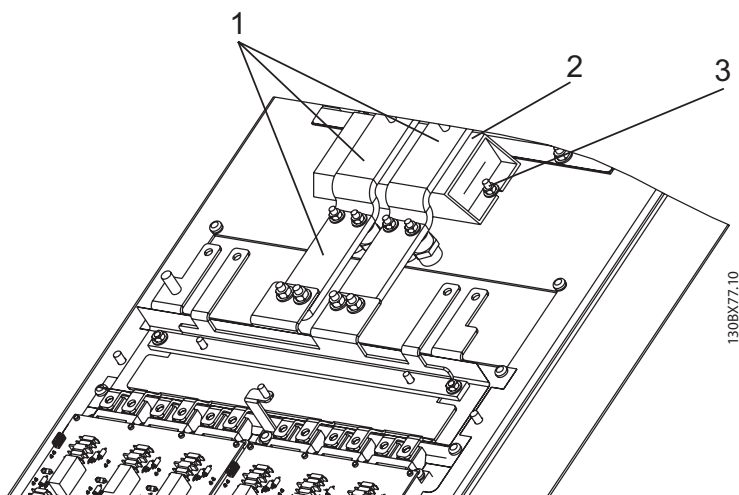


图 7.7: D2/D4 软充电电阻器

380 - 480/500V: 透明电缆引线。

525 - 690V: 黑色电缆引线。

1	母线 BB27 (不必拆除)
2	软充电电阻器
3	锁紧螺母 (已松开) (步骤 3)

7.2.9 软充电 (SC) 电阻器 D1/D3 设备

1. 按照说明, 拆除电容器组。
2. 按照说明, 拆除输入端子固定板。
3. 对于连接到各个 SCR/二极管模块的端子 1 的三根电缆, 注意其中每一根电缆的颜色。在重新装上时, 务必将电缆连接到相应的固定柱上。拆除固定柱上的电缆。对于 3 个 SCR/二极管模块, 拆下每个模块的端子 1 上的固定螺钉 (T25), 然后拆下母线。

续下页

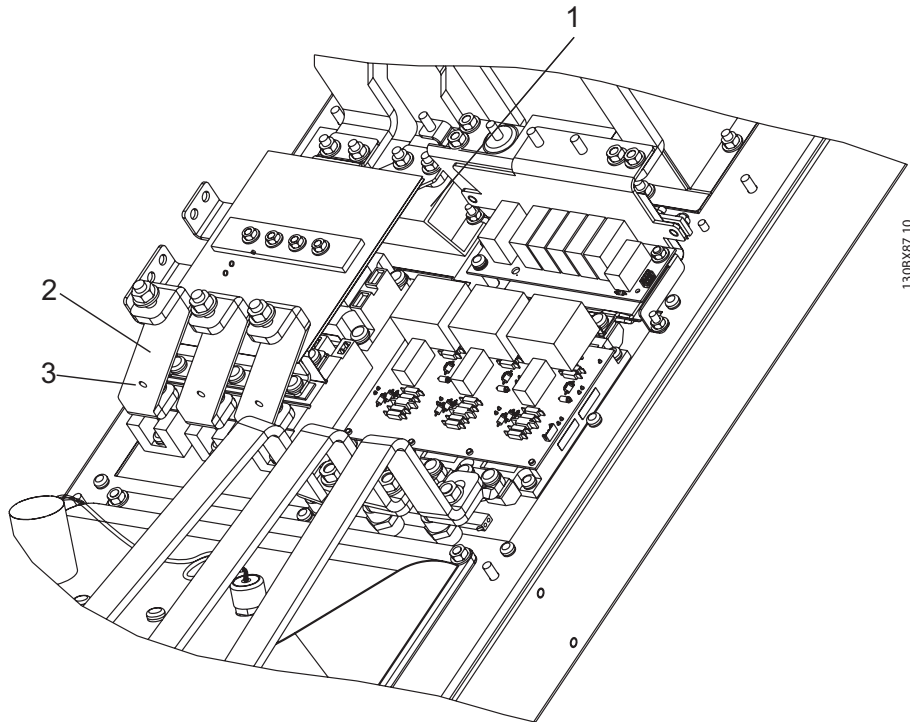


图 7.8: D2/D4 软充电电阻器 (3 个中的第 1 个)

380 - 480/500V: 透明电缆引线。

525 - 690V: 黑色电缆引线。

1	软充电电阻器
2	母线 BB2 (步骤 3)
3	固定螺钉 (步骤 3)

4. 从每个 SCR/二极管模块的端子 2 和 3 上拆下 6 个固定螺钉 (T25)。
5. 从直流感应器输入母线上拆下 4 个 (10 mm) 锁紧螺母, 并拆下侧装母线上的 4 个锁紧螺母 (未显示)。(仅具有负载共享功能的设备才有侧装母线。) 拆除直流输入总线单元。

续下页

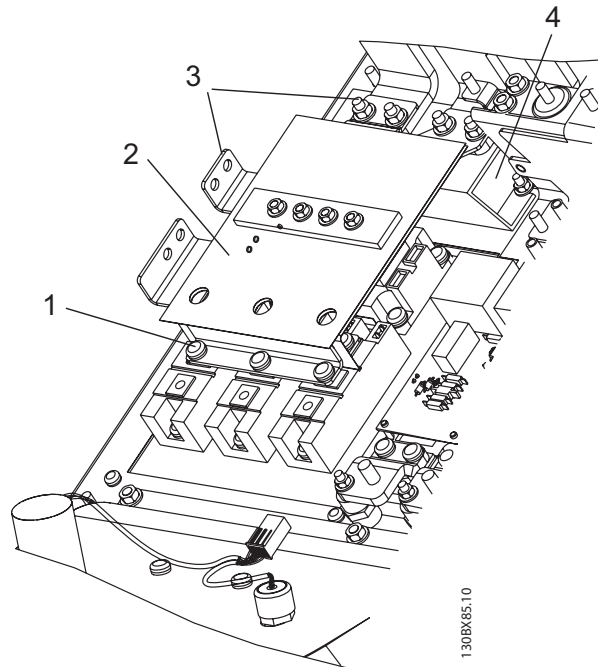


图 7.9: D1/D3 软充电电阻器 (3 个中的第 2 个)

380 - 480/500V: 透明电缆引线。

525 - 690V: 黑色电缆引线。

1	固定螺钉 (步骤 4)
2	直流输入总线单元 BB3
3	锁紧螺母 (步骤 5)
4	软充电电阻器

6. 拆除 2 个固定螺钉，将软充电电阻器拆下来。

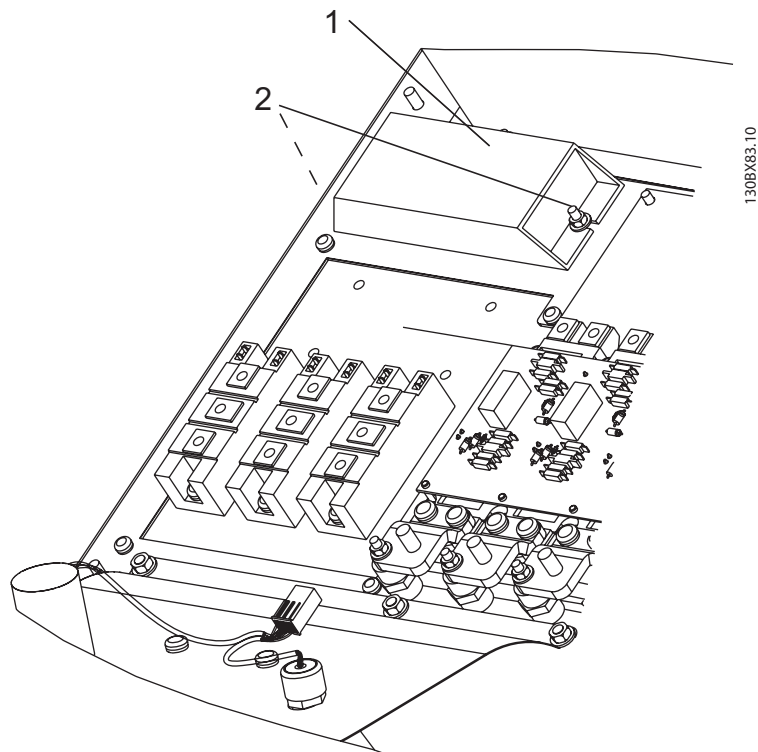


图 7.10: D1/D3 软充电电阻器 (3 个中的第 3 个)

380 - 480/500V: 透明电缆引线。

525 - 690V: 黑色电缆引线。

1	软充电电阻器
2	固定螺钉 (步骤 6)

重新装配

1. 用柔和溶剂或酒精溶液清洁散热片的表面。
2. 按照与各自的拆卸过程相反的顺序重新装上其余部件。将 T25 和 8 mm 固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)，将 T30 和 10 mm 螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

7.2.10 输入端子固定板单元

1. 断开 L1、L2、L3 的输入电源线以及接地线。
2. 从交流电源输入母线 L1、L2 和 L3 上拆下最上侧的母线锁紧螺母（13 mm）。
3. 在串联式连接器处，断开风扇的自动变压器的电缆。
4. 从固定板上拆下 4 个或 5 个（10 mm）的锁紧螺母（数目随规格而异）。



输入端子固定板重约 7 - 27 kg (15 - 60 lbs)，具体要取决于所安装的选件。

5. 从固定柱上移除整个单元。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 10 mm 固定螺母紧固到 4 Nm (35 in-lbs)，将 13 mm 螺母紧固到 9.5 Nm (85 in-lb)。

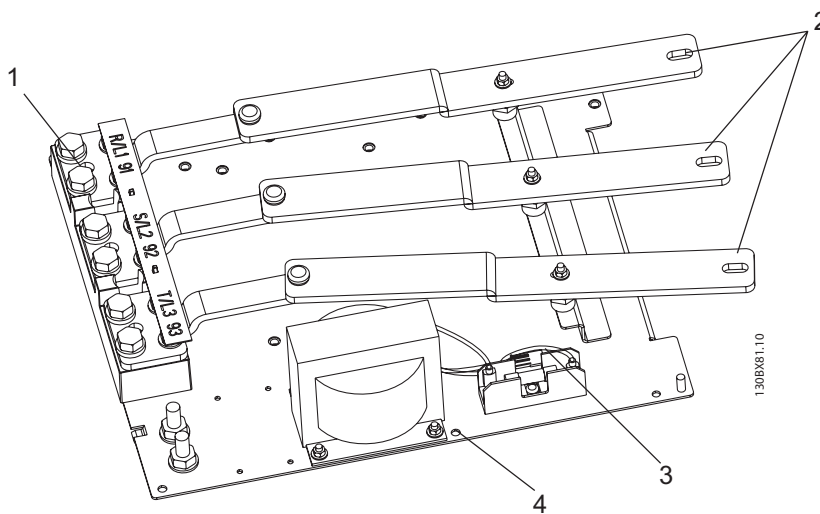


图 7.11: 输入端子固定板单元（没有显示选件）

380 - 480/500V: 风扇变压器上的白色标签。

525 - 690V: 风扇变压器上的橘黄色标签。

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | 输入电源连接器（步骤 1） |
| 2 | 母线锁紧螺母（图中已拆除）（步骤 2） |
| 3 | 变压器连接器（步骤 3） |
| 4 | 锁紧螺母（步骤 4） |

7.2.11 SCR/二极管模块 D2/D4 设备

1. 按照说明，拆除下部直流电容器组。
2. 按照说明，拆除输入端子板。
3. 从 SCR 输入母线上拆下锁紧螺母（8 mm），每个输入相都有一个。
4. 注意连接到锁紧柱的三根电缆中每一根电缆的颜色。在重新装上时，务必将电缆连接到相应的固定柱上。拆除固定柱上的电缆。
5. 拆下每个 SCR/二极管模块的端子 1 上的螺钉（T30）。通过 SCR/二极管输入母线中的探入孔可以拆卸这些螺钉。拆除 SCR 输入母线。
6. 通过拆除固定柱上的螺母（13 mm），拆下每个 IGBT 输出母线。同时请拆下 IGBT 输出母线另一端的固定螺钉 T40（未显示）。

续下页

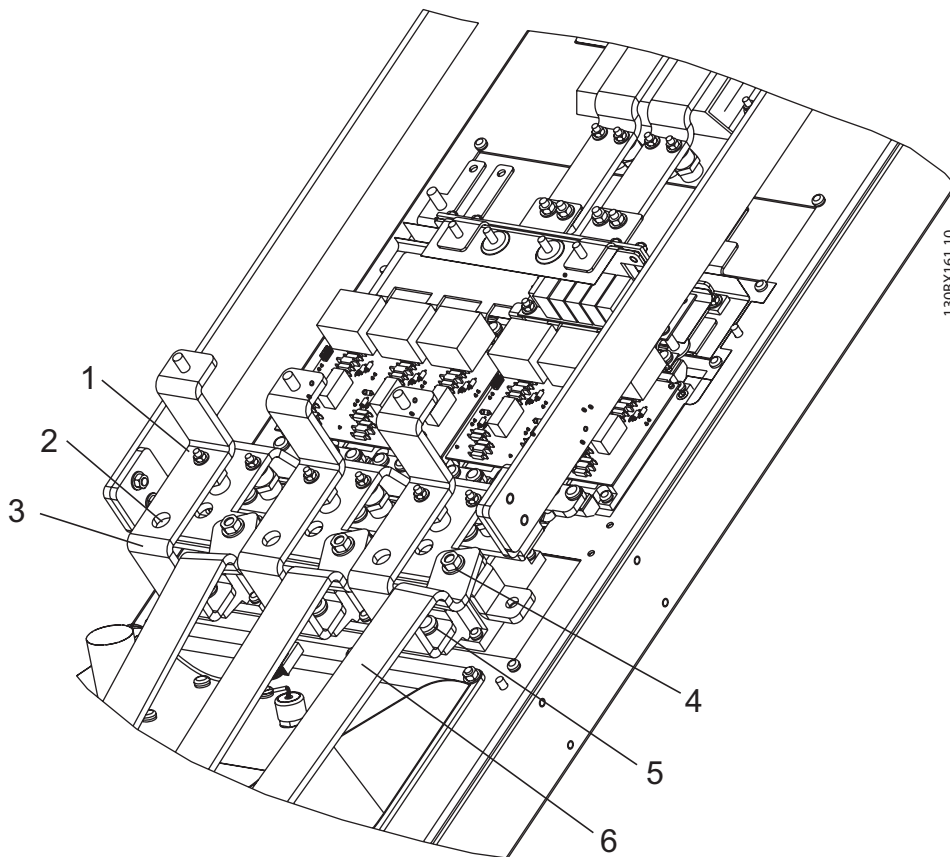


图 7.12: D2/D4 SCR/二极管模块（4 个中的第 1 个）

1	SCR/二极管输入母线的锁紧螺母和固定柱（步骤 3 和 4）	4	IGBT 输出母线的锁紧螺母（步骤 6）
2	SCR/二极管端子螺钉（步骤 5）	5	SCR/二极管端子螺钉（步骤 5）
3	SCR/二极管输入母线 BB21 或 BB22（视变频器额定功率而定）	6	IGBT 输出母线 BB32（步骤 6）

7. 拆下 IGBT 模块输出（下）侧的 12 个（T30）螺钉。
8. 从每个中间 IGBT 输出母线上拆下锁紧螺母（8 mm）。拆除中间 IGBT 母线。
9. 拆下 4 个螺母（10 mm），一侧 2 个，它们用于将整流器直流母线连接到主直流母线上。它们位于 SCR/二极管模块两侧。

续下页

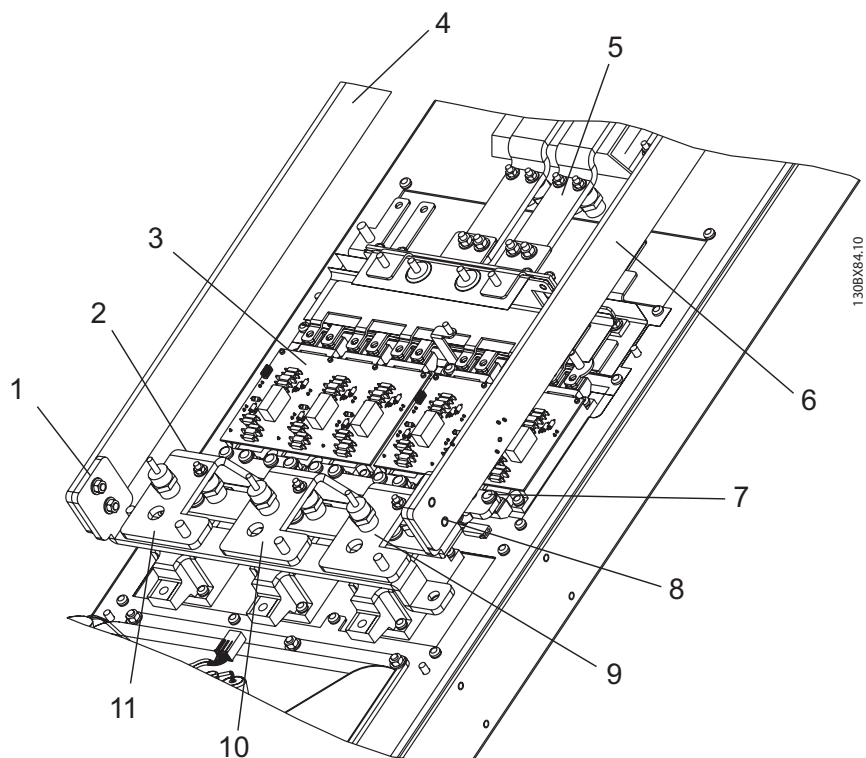


图 7.13: D2/D4 SCR/二极管模块（4 个中的第 2 个）

1	固定螺钉（步骤 9）	7	IGBT 输出固定螺钉（步骤 7）
2	锁紧螺母（步骤 8）	8	固定螺钉（步骤 9）
3	IGBT 模块	9	中间 IGBT 输出母线 BB30（步骤 8）
4	主直流母线 BB25（步骤 9）	10	母线 BB31
5	母线 BB27	11	母线 BB30
6	母线 BB26		

**注意**

注意每一条门引线与哪一个模块相连，以确保在重新装上时能将引线重新连接到正确的模块。

10. 通过拆除 3 个将每个整流器直流母线连接到 SCR/二极管模块的支架上的螺钉 (T25)，将整流器直流母线拆下来。

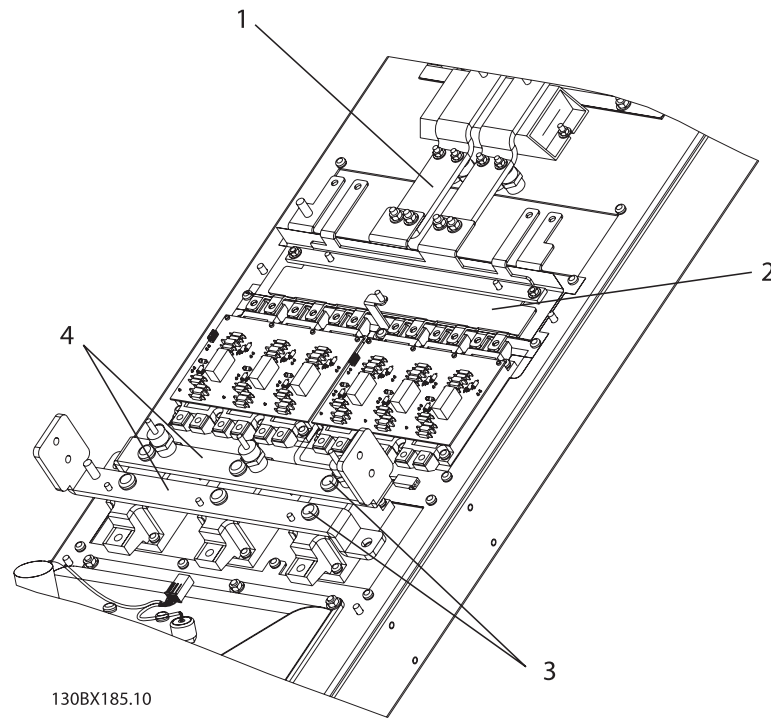


图 7.14: D2/D4 SCR/二极管模块 (3 个中的第 4 个)

1	母线 BB27
2	母线 BB28
3	固定螺钉 (步骤 10)
4	整流器直流母线 BB23 或 BB24 (视变频器额定功率而定) (步骤 10)

11. 拆除模块上的 SCR 门引线连接器。
12. 拆下每个模块上的 SCR/二极管模块固定螺钉 (T30)，然后拆下 SCR/二极管模块。

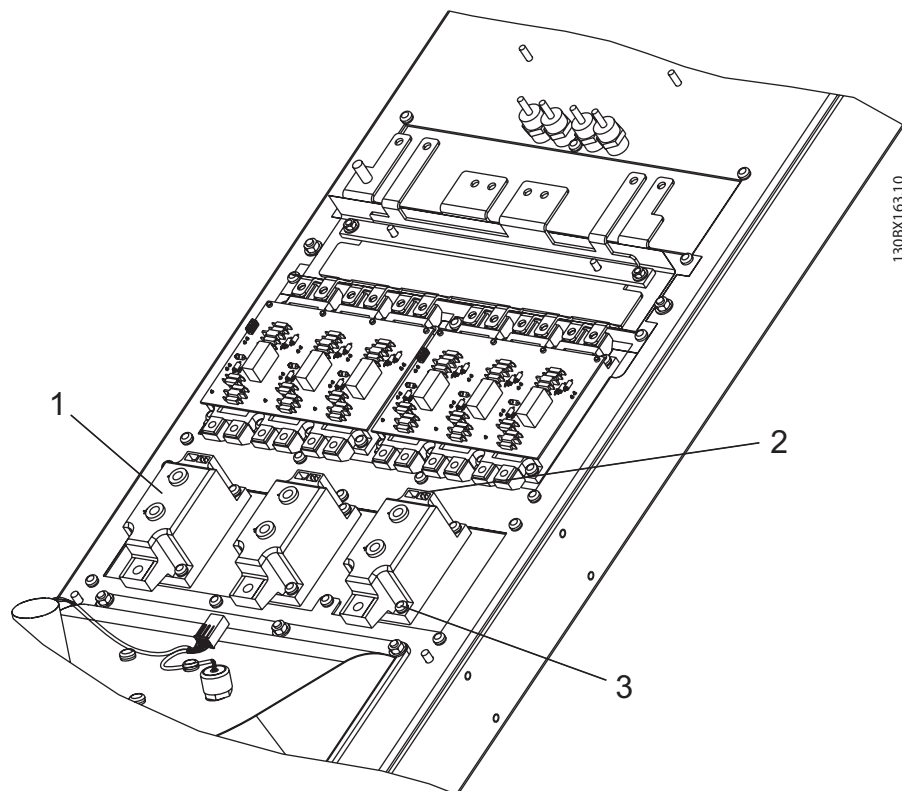


图 7.15: D2/D4 SCR/二极管模块 (4 个中的第 4 个)

1	SCR/diode 模块 (步骤 12)
2	SCR 门引线连接器 (步骤 11)
3	SCR/二极管模块固定螺钉 (步骤 12)

重新装配

1. 更换 SCR/二极管模块时，请遵照替换模块随附的说明书。
2. 按相反顺序重新装配。将 T25 和 8 mm 固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)，将 T30 紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。
3. 务必按说明用备件将被紧固的替换件交叉加固。

7.2.12 SCR/二极管模块 D1/D3 设备

1. 按照说明，拆除电容器组。
2. 按照说明，拆除输入端子固定板。
3. 拆下每个 SCR/二极管模块的端子 1 上的固定螺钉 (T25)。
4. 从母线固定托架上拆下 8 mm 锁紧螺母，然后拆下母线，每个输入相都有一个。

续下页

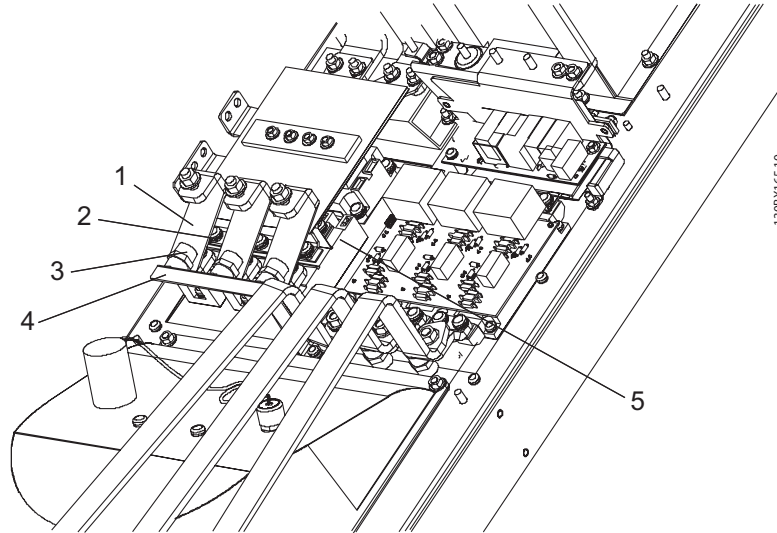


图 7.16: D1/D3 SCR/二极管模块 (3 个中的第 1 个)

1	母线 BB2 (步骤 4)
2	固定螺钉拆装孔 (步骤 3)
3	锁紧螺母 (步骤 4)
4	母线 BB1
5	SCR/二极管模块

5. 从每个 SCR/二极管模块的端子 2 和 3 上拆下 6 个固定螺钉 (T25)。
6. 从直流感应器输入母线上拆下 4 个 (10 mm) 锁紧螺母, 并拆下侧装母线上的 4 个锁紧螺母 (未显示)。(仅具有负载共享功能的设备才有侧装母线。) 拆除直流输入总线单元。

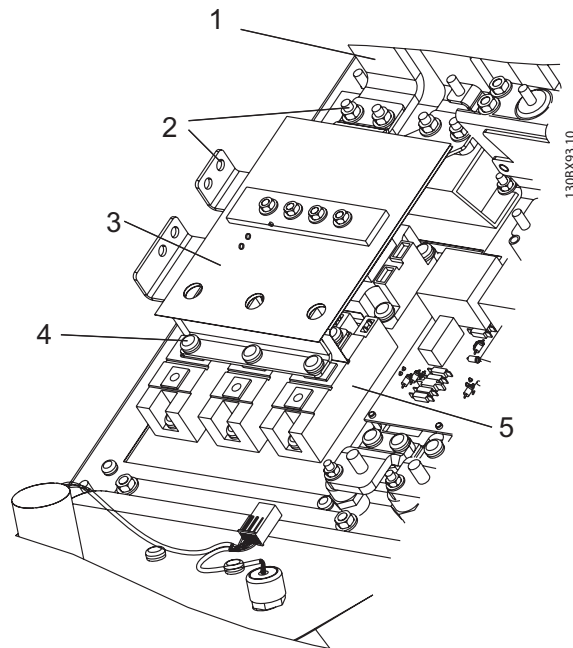


图 7.17: D1/D3 SCR/二极管模块 (3 个中的第 2 个)

1	母线 BB4
2	锁紧螺母 (步骤 6)
3	直流输入总线单元 BB3 (步骤 6)
4	固定螺钉 (步骤 5)
5	SCR/二极管模块

7. 为了便于重新装配，应注意每一条门引线与哪一个模块相连。拆除模块上的 SCR/二极管门引线连接器（未显示）。
8. 如果设备配备了制动选件，请拆下 2 个将制动 IGBT 模块固定到 IGBT 总线单元的母线。拆除 SCR/二极管固定螺钉。

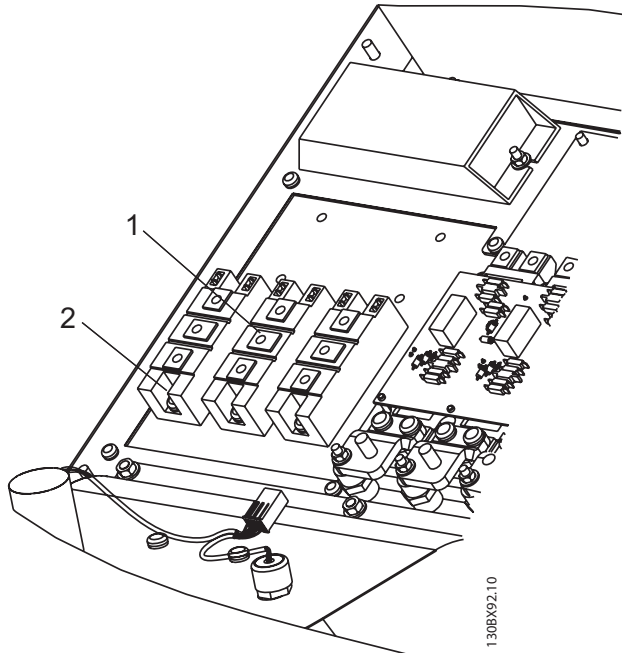


图 7.18: D1/D3 SCR/二极管模块 (3 个中的第 3 个)

1	SCR/二极管模块
2	固定螺钉 (步骤 8)

重新装配

1. 更换 SCR/二极管模块时，请遵照替换模块随附的说明书。
2. 重新装上模块和固定螺钉。将 T25 和 8 mm 固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)，将 T30 和 10 mm 螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。
3. 按照与各自的拆卸过程相反的顺序重新装上其余部件。

7.2.13 电流传感器

1. 如果需要，可拆下电动机电缆。
2. 按照说明，拆除输入端子固定板单元。
3. 拆下端子 U、V 和 W 上的 3 个固定螺钉，从而将它们拆下来。端子可从电流传感器下方抽出来。
4. 断开电流传感器的电流传感器电缆。
5. 为了便于重新装配，应注意电缆和传感器的对应关系。从机架底板的固定柱上卸下 2 个 (8 mm) 锁紧螺母，然后拆下传感器。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 8 mm 固定螺母紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

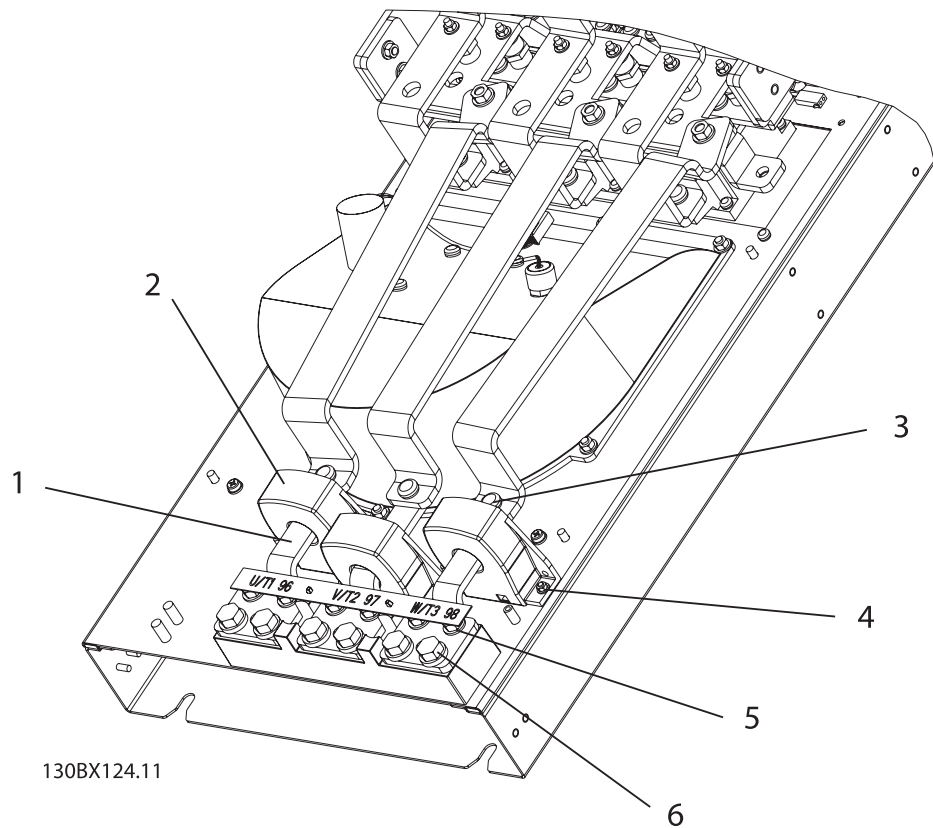


图 7.19: 电流传感器

1	端子	4	电流传感器固定螺钉 (2 个)
2	电流传感器	5	端子固定螺钉 (2 个)
3	端子固定螺钉	6	输出电动机电缆连接螺钉 (2 个)

7.2.14 散热片风扇单元

1. 按照说明，拆除输入端子固定板单元。
2. 拆除 3 个 IGBT 输出母线（请参阅图 7-20），为此请拆下所有 IGBT 输出母线两端的 6 个锁紧螺母（8 mm）。拆下母线。



注意

对于 D2/D4 设备，请略去步骤 3 和 4。

3. 使用 100 mm (4 in) 的最小加长柄拆下 SCR/二极管模块的端子 1。
4. 注意连接到锁紧柱的三根电缆中每一根电缆的颜色。在重新装上时，务必将电缆连接到相应的固定柱上。从中间 SCR 输入母线上拆下交流电源引线。为此，请拆除 8 mm 螺母，然后拆下母线。

续下页

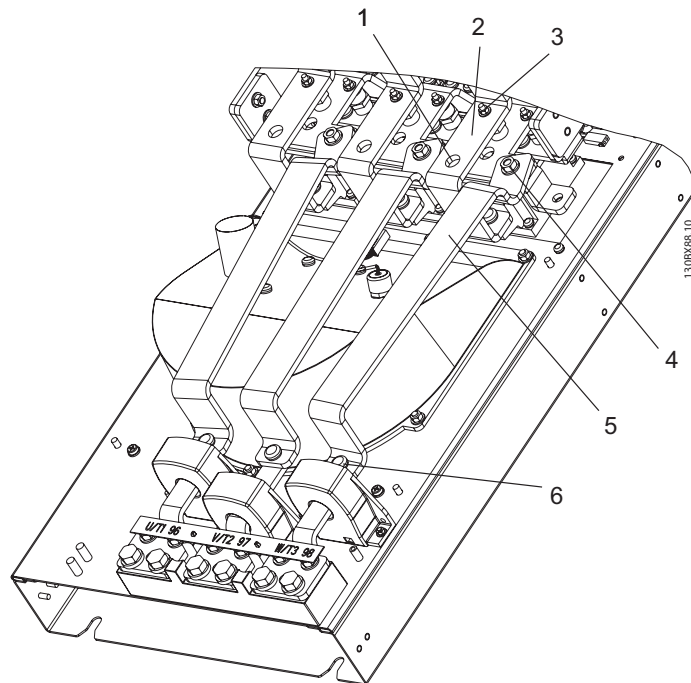


图 7.20: 风扇单元 (2 个中的第 1 个)

1	端子 (步骤 3)
2	中间 SCR 输入母线 (步骤 3)
3	锁紧螺母 (步骤 4)
4	锁紧螺母 (步骤 2)
5	IGBT 输出母线 (步骤 2)
6	锁紧螺母 (步骤 2)

5. 断开串列式的 Molex 连接器。

6. 拆下风扇单元。为此，请从固定柱上拆下 6 个 (8 mm) 锁紧螺母。注意风扇单元重约 8 kg (18 lbs)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺母紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

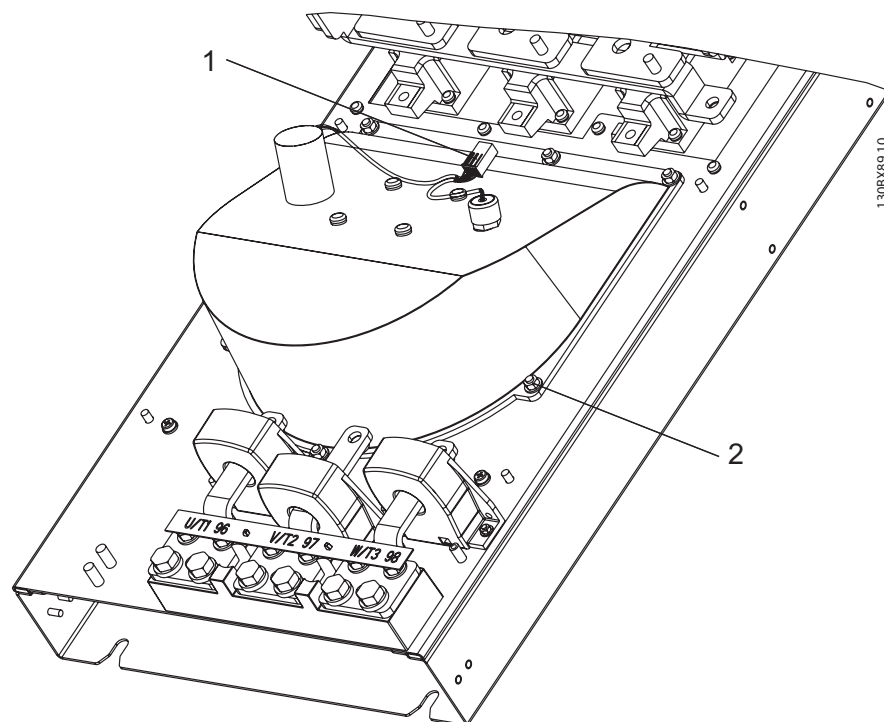


图 7.21: 风扇单元 (2 个中的第 2 个)

- | | |
|---|----------------------|
| 1 | 串列式 Molex 连接器 (步骤 5) |
| 2 | 锁紧螺母 (步骤 6) |

7.2.15 交流输入端子

1. 如果需要，可拆下交流输入电流线。
2. 拆下 R/L1、S/L2、T/L3 端子。为此需拆下 3 个固定螺钉。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。按照设备的说明手册中的规定来紧固固定螺母。

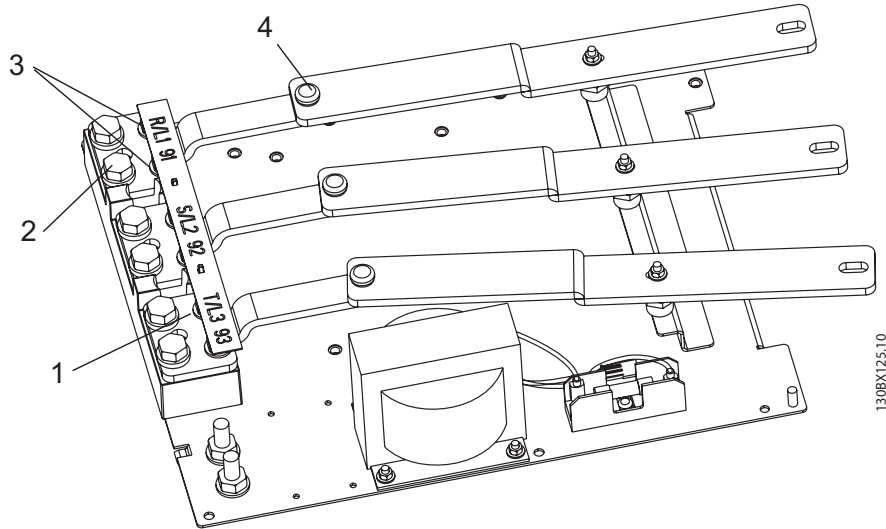


图 7.22: 交流输入端子 (没有显示选项)

380 - 480V: 风扇变压器上的白色标签。

525 - 690V: 风扇变压器上的橘黄色标签。

1	交流输入端子
2	交流输入电缆密封管 (步骤 1)
3	固定螺钉 (步骤 2)
4	固定螺钉 (步骤 2)

7.2.16 IGBT 模块 D2/D4 设备

1. 按照说明，拆除电容器组。
2. 注意连接在门驱动器卡连接器 MK100（温度传感器）、MK102（U）、MK103（V）、MK104（W）和 IGBT 之间的 IGBT 门信号电缆。在重新装配期间需要将它们重新连接到相同位置。带有制动选件的设备还有来自 MK105 的制动电缆。断开 IGBT 模块上的连接器处的电缆。
3. 从 SCR 输入母线上拆下锁紧螺母（8 mm）。
4. 注意连接到锁紧柱的三根电缆中每一根电缆的颜色。在重新装上时，务必将电缆连接到相应的固定柱上。拆除固定柱上的电缆。
5. 拆下每个 SCR/二极管模块的端子 1 上的螺钉（T25），为此需要从 SCR/二极管输入母线中的拆装孔中拆卸这些螺钉。拆除 SCR 输入母线。
6. 通过拆除固定柱上的螺母（10 mm），拆下每个 IGBT 输出母线。同时请拆下 IGBT 输出母线（未显示）另一端的固定螺钉（T30）。

续下页

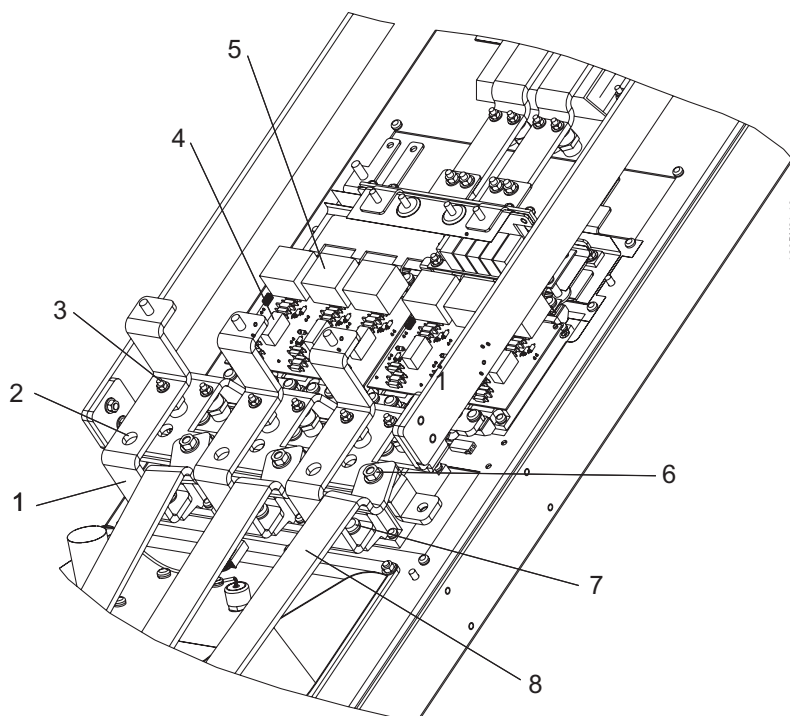


图 7.23: D2/D4 IGBT 模块（3 个中的第 1 个）

1	SCR/二极管输入母线 BB21 或 BB22（视变频器额定功率而定）	5	缓冲电容器
2	SCR/二极管端子螺钉（步骤 5）	6	IGBT 输出母线的锁紧螺母（步骤 6）
3	SCR/二极管输入母线的锁紧螺母和接线柱（步骤 3 和 4）	7	SCR/二极管端子螺钉（步骤 5）
4	IGBT 门信号输入端子（步骤 2）	8	IGBT 输出母线 BB32（步骤 6）

7. 拆除 IGBT 母线单元顶部的 4 个 (10 mm) 锁紧螺母。
8. 拆下 IGBT 模块上部的 12 个固定螺钉 (每个模块 6 个)。这些螺钉还用于将缓冲电容器固定到 IGBT 模块上 (有关缓冲电容器的位置, 请参阅图 7-23 中的项目 5)。拆下缓冲电容器。
9. 拆下 IGBT 母线单元上的 10 mm 锁紧螺母。
10. 拆下 IGBT 母线单元。
11. 在 IGBT 模块的底端, 卸下 12 个固定螺钉 (U、V 和 W 中间 IGBT 输出母线各 4 个)。
12. 从 3 个中间 IGBT 输出母线上拆下锁紧螺母 (8 mm)。拆除中间 IGBT 输出母线。

续下页

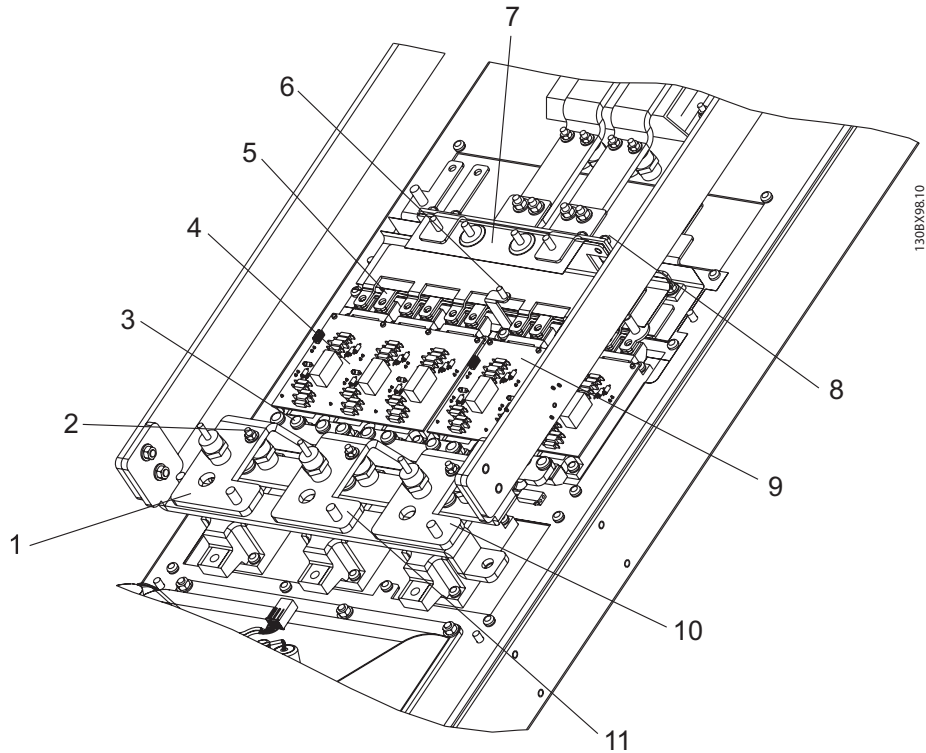


图 7.24: D2/D4 IGBT 模块 (3 个中的第 2 个)

1	中间 IGBT 输出母线 BB30 (步骤 12)	7	IGBT 母线单元 BB29 (步骤 7 和 10)
2	锁紧螺母 (步骤 12)	8	锁紧螺母 (步骤 7)
3	固定螺钉 (步骤 11)	9	IGBT 模块
4	IGBT 模块	10	BB30
5	固定螺钉 (图中已拆除) (步骤 8)	11	BB31
6	锁紧螺母 (步骤 9)		

13. 拆下 2 个 IGBT 模块。为此需拆下 16 个固定螺钉（每个模块 8 个），然后将模块从母线下方移出来。
14. 用柔和溶剂或酒精溶液清洁散热片的表面。

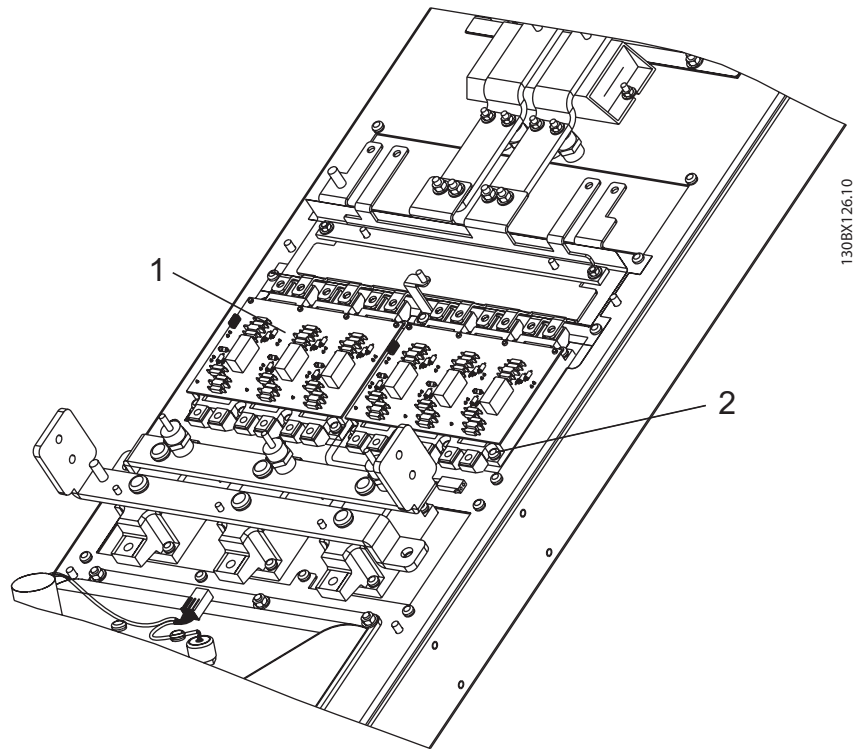


图 7.25: D2/D4 IGBT 模块 (3 个中的第 3 个)

1	IGBT 模块
2	固定螺钉 (步骤 13)

重新装配

1. 按照替换件随附的说明更换 IGBT 模块。
2. 按照与各自的拆卸过程相反的顺序重新装上其余部件。
3. 重新装上模块和固定螺钉。将 T25 和 8 mm 固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)，将 T30 和 10 mm 螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

7.2.17 IGBT 模块 D1/D3 设备

1. 按照说明，拆除控制卡机盒。
2. 按照说明，拆除输入端子固定板。
3. 注意连接在门驱动器卡连接器 MK100（温度传感器）、MK102（U）、MK103（V）、MK104（W）和 IGBT 模块连接器之间的 IGBT 门信号电缆。在重新装配期间需要将它们重新连接到相同位置。带有制动选件的设备还有来自 MK105 的制动电缆。按照说明，拆除电容器组。
4. 断开 IGBT 模块上的连接器处的门驱动器电缆。
5. 断开连接到高频卡上的 MK100 连接器的电缆。
6. 卸下高频卡，为此需拆卸 2 个固定螺钉和 1 个锁紧螺母。
 - 6a 对于带有制动选件的设备，必须拆下直流输入总线单元才能访问并拆卸 IGBT 母线单元和制动 IGBT 之间的母线。按照 SCR/二极管模块拆卸步骤（D1 设备）的步骤 3 到步骤 5 拆下直流输入母线单元。
 - 6b 对于带有制动选件的设备，请拆下 IGBT 母线单元和制动 IGBT 之间的母线，为此需拆卸制动 IGBT（未显示）上的 2 个 T25 固定螺钉和 IGBT 母线单元（未显示）上的 2 个 8 mm 锁紧螺母。
7. 拆下 3 个 IGBT 输出母线，为此需拆卸固定柱上的螺母（10 mm）。同时请拆下 IGBT 输出母线（未显示）另一端的固定螺钉（T30）。

续下页

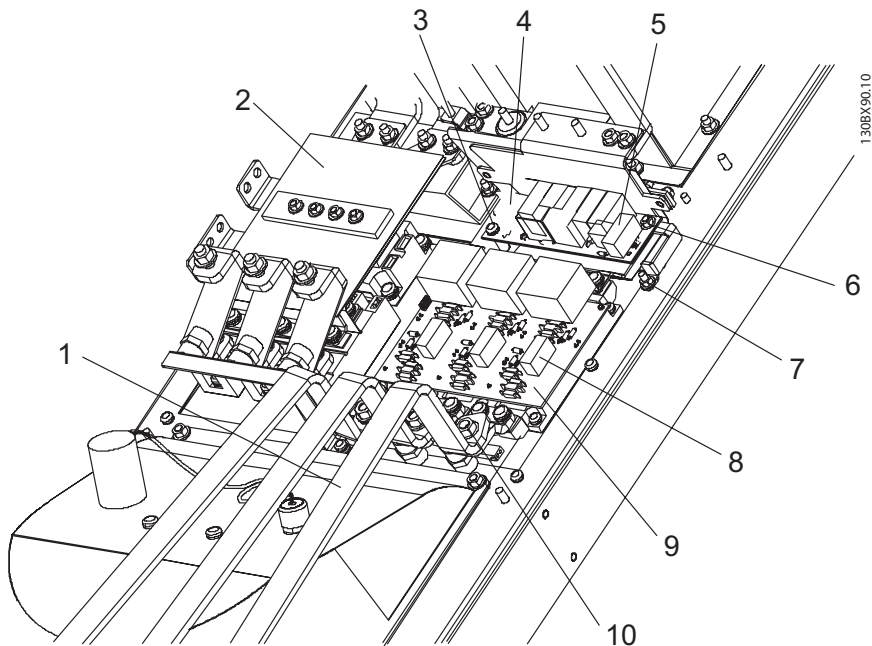


图 7.26: D1/D3 IGBT 模块 (2 个中的第 1 个)

1	IGBT 输出母线 BB9 (步骤 7)	6	锁紧螺母 (步骤 6)
2	直流输入母线单元 BB3 (步骤 6A)	7	不必拆除 (步骤 6)
3	固定螺钉 (步骤 6)	8	门驱动器电缆衬垫 (步骤 3 和 4)
4	高频卡	9	IGBT 模块
5	连接器 MK100 (步骤 5)	10	IGBT 输出母线的锁紧螺母 (步骤 7)

8. 拆除 IGBT 母线单元顶部的 4 个 (10 mm) 锁紧螺母。
9. 拆下 IGBT 模块上部的 6 个固定螺钉。这些螺钉还用于将缓冲电容器固定到 IGBT 模块上。拆下 3 个缓冲电容器。
10. 拆下 IGBT 母线单元。
11. 在 IGBT 模块的底端，卸下 6 个固定螺钉 (U、V 和 W 中间 IGBT 输出母线各 2 个)。
12. 从 3 个中间 IGBT 输出母线上拆下锁紧螺母 (8 mm)。拆除中间 IGBT 输出母线。
13. 拆下 IGBT 模块。
14. 用柔和溶剂或酒精溶液清洁散热片的表面。

重新装配

1. 按照替换模块随附的说明更换 IGBT 模块。
2. 将 T25 和 8 mm 固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)，将 T30 和 10 mm 螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。
3. 按照与拆卸过程相反的顺序重新装配变频器，然后按照转矩表给出的转矩值拧紧附加金属件。

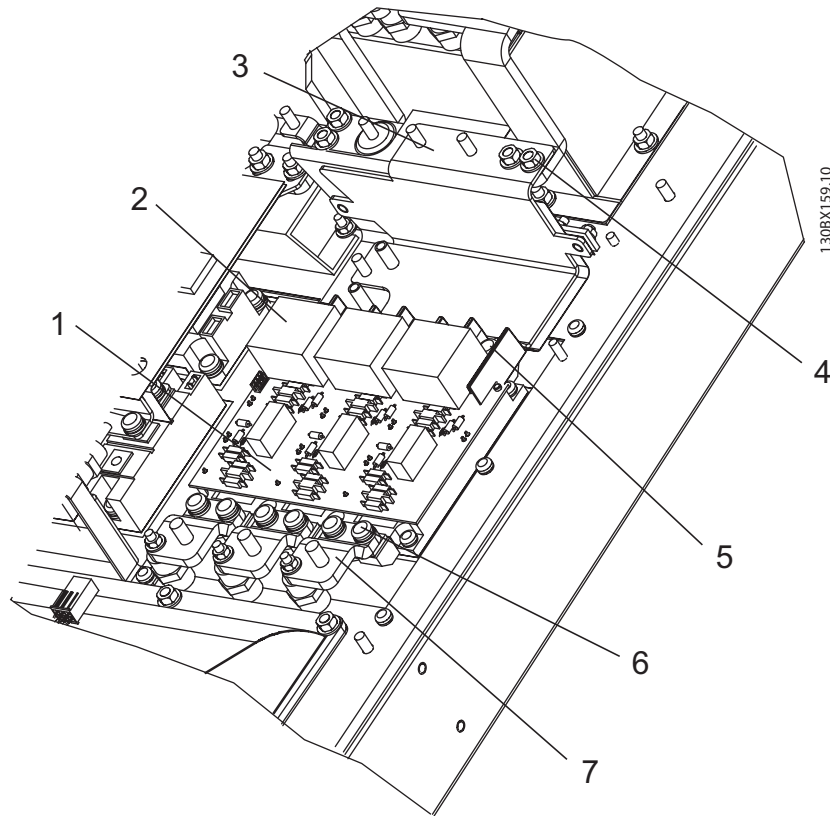


图 7.27: D1/D3 IGBT 模块 (2 个中的第 2 个)

1	IGBT 模块	5	固定螺钉 (步骤 9)
2	缓冲电容器 (步骤 9)	6	锁紧螺母 (步骤 11)
3	IGBT 母线单元 (步骤 8)	7	中间 IGBT 输出母线 (步骤 11)
4	锁紧螺母 (步骤 8)		

8 E-机架规格拆卸及安装说明

8.1 静电放电 (ESD)



变频器同电网电压相连时带有危险电压。通电时不应尝试任何拆卸工作。移除变频器的电源后，应至少等 40 分钟，以便变频器的电容器能完全放电。维护工作只能由具有资质的技术人员来执行。

静电放电 (ESD)

变频器内的许多电子元件都对静电非常敏感。静电的电压非常低，以致于无法检测、察觉或监视，它们可能降低产品寿命、影响性能甚至完全损坏敏感的电子元件。



在执行变频器维护时，请采取适当的静电放电 (ESD) 防范规程，以免造成敏感组件损坏。



注意

本手册在步骤或组件可能因变频器的物理规格不同而存在差异时会指明设备的机架规格。请参考简介一节的表格来确定 E-机架规格的定义。

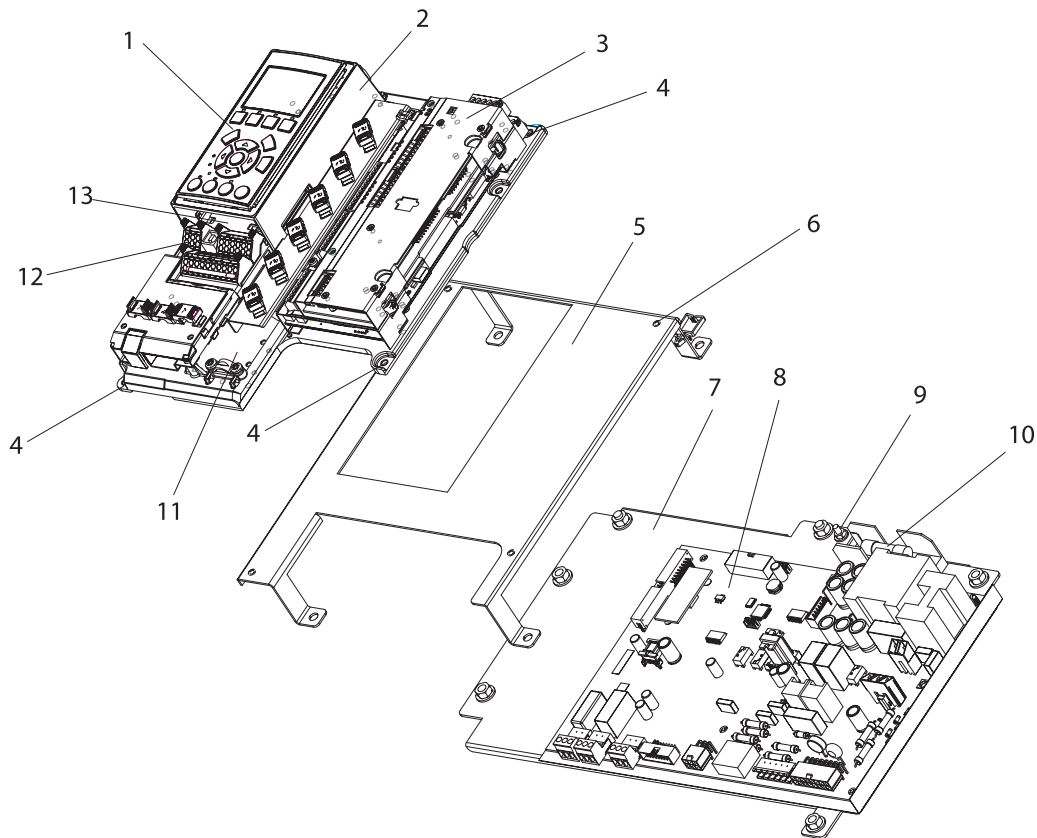
8

8.2 说明

8.2.1 控制卡及控制卡固定板

1. 打开前面板柜门或拆下前盖（取决于设备类型）。
2. （请参阅图 8-1）从控制卡上拔下 LCP 带状电缆（未显示）或拆下 LCP（取决于设备类型）。LCP 可以用手拆卸。
3. 拆下 LCP 底座。LCP 底座可以用手拆卸。
4. 从控制卡端子组上拆下客户的任何控制接线。
5. 卸下 4 个将控制卡固定板固定到控制单元支撑托架上的螺钉（T20 Torx）。
6. 拔掉控制卡背后的带状电缆。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。对于控制卡和功率卡之间的带状电缆，它上面的红色导体应位于连接器的底部。请将控制卡固定板螺钉紧固到 1 Nm (8 in-lbs)。



130BX183.11

图 8.1: 控制卡访问

380 - 480/500V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的黄色标签。

525 - 690V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的白色标签。

1	本地控制面板 (LCP) (步骤 2)	8	功率卡 PCA3
2	LCP 底座 (步骤 3)	9	MK102 环形压片连接
3	C 选项 (如果安装)	10	直流总线熔断器
4	固定螺钉 (步骤 5)	11	控制卡固定板
5	控制单元支撑托架	12	控制卡端子组
6	金属装配件	13	控制卡 (位于 LCP 之下)
7	功率卡固定板		

8.2.2 控制单元支撑托架

- 按照相关步骤，拆除控制卡固定板。
- 拆下 6 个固定螺母 (10 mm)，请参阅图 8-1。
- 拆除控制单元的支撑托架。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺钉紧固到 4 Nm (35 in-lbs)。

8.2.3 功率卡

1. 按照相应步骤，拆除控制单元的支撑托架。
2. 拔下功率卡连接器 MK100、MK102、MK105、MK106、MK107 和 MK109。
3. 如果客户在 FK102、FK103 和 MK112 上进行了连接，则还需要拔下这些连接器。
4. 卸下功率卡上的 7 个固定螺钉 (T25 Torx)。
5. 从功率卡右上位置的塑料支架上拆下功率卡。
6. 将支架上的锁紧卡箍推进去，以便从功率卡上取下电流标定卡。**请保管好该标定卡，以便重新安装到任何更换的功率卡上。** 标定卡控制变频器使用的信号。在用于替换的功率卡上不含标定卡。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。安装功率卡时，务必在功率卡之后装上绝缘片。将固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

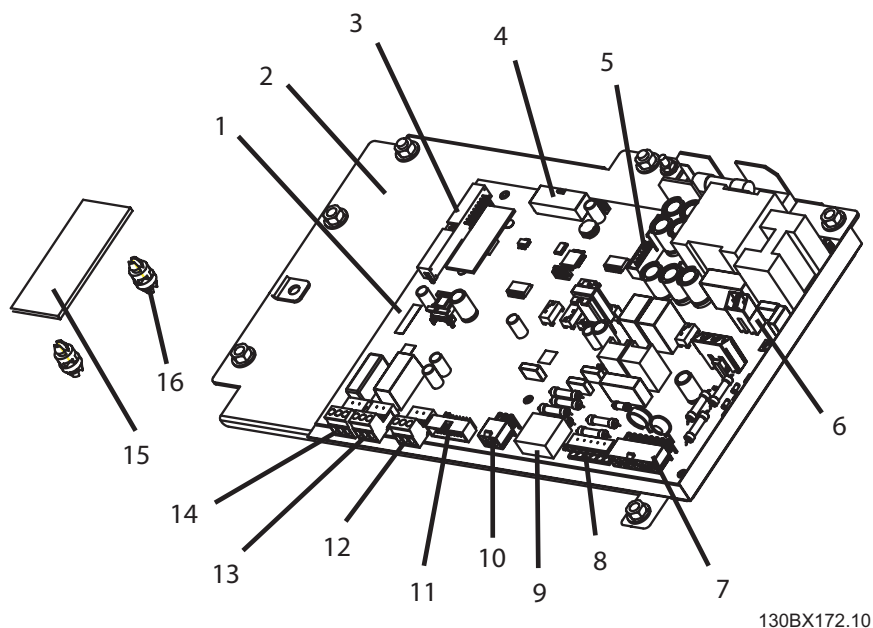


图 8.2: 功率卡和固定板

380 - 480/500V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的黄色标签。

525 - 690V: 位于电网 SMPS 变压器右上角的白色标签。

1	功率卡 PCA3	9	MK106
2	固定板	10	MK100
3	MK110	11	MK109
4	MK102	12	FK102
5	MK104	13	MK112 端子 4, 5, 6
6	MK105	14	MK112 端子 1, 2, 3
7	MK107	15	电流标定卡 PCA4
8	FK103	16	电流标定卡支架

8.2.4 软充电卡

1. 断开 MK1、MK2、MK3 和 MK4。
2. 卸下支架上的 4 个固定螺钉 (T25)。
3. 卸下软充电卡。注意软充电卡下方的绝缘片。请随卡一起拆下并保管好该绝缘片，以便重新安装。

重新装上。为此需将绝缘片装入支架上。装上软充电卡，然后将固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

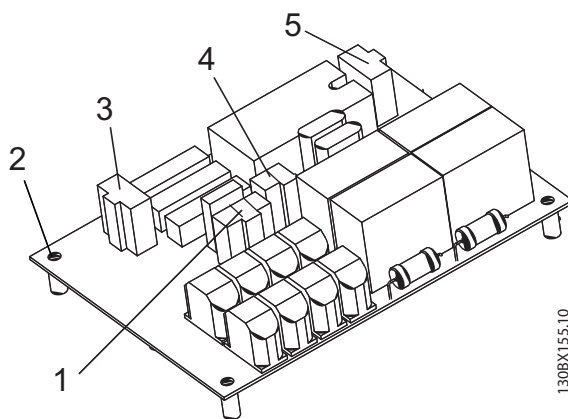


图 8.3: 软充电卡

380 - 480/500V: 蓝色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 8 个 PTC。

525 - 690 V: 红色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 6 个 PTC。

1	MK3	4	MK4
2	固定螺钉 (步骤 2)	5	MK2
3	MK1		

8.2.5 门驱动器卡

1. 断开门驱动器卡上的 MK100、MK102、MK103、MK104、MK106 连接器的电缆，如果设备配备了制动选件，则还包括 MK105，对于 380 - 500 V 带有 RFI 滤波器的设备，还包括 MK101。
2. 卸下门驱动器卡。为此需卸下支架上的 6 个固定螺钉 (T25 Torx)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将固定螺钉紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

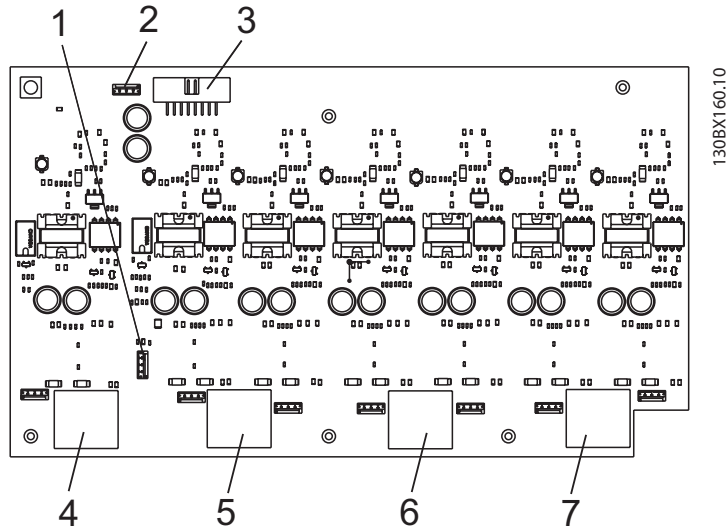


图 8.4: 门驱动器卡。

1	MK100	5	MK102 (U)
2	MK101 (RFI 滤波器)	6	MK103 (V)
3	MK106	7	MK104 (W)
4	MK105 (制动选件)		

8.2.6 电容器组

上电容器组

1. 按照说明，拆除控制单元支撑托架和门驱动器卡。
2. 电容器组与直流母线的连接隐藏在上下电容器组之间的缝隙中。此时至少需要使用 6 英寸（150 毫米）的加长柄。从直流母线上拆下上电容器组的 6 个电气连接螺母（8 mm）。
3. 拆下电容器组上的 4 个锁紧螺母（10 mm），然后取下空气阻尼板。
4. 注意，电容器组重约 20 lbs（9 kg）。从固定柱上拉出电容器组，将其取下来。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将电气连接螺母（8 mm）紧固到 2.3 Nm（20 in-lbs），将机械连接螺母（10 mm）紧固到 4 Nm（35 in-lbs）。

下电容器组

1. 按照相关步骤，拆卸软充电卡。
2. 电容器组与直流母线的连接隐藏在上下电容器组之间的缝隙中。此时至少需要使用 150 mm（6 英寸）的加长柄。从直流母线上拆下下电容器组的 6 个电气连接螺母（8 mm）。
3. 卸下电容器组上的 4 个锁紧螺母（10 mm）。
4. 注意，电容器组重约 9 kg（20 lbs）。从固定柱上拉出电容器组，将其取下来。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。注意：紧固转矩不能过大。将电气连接螺母（8 mm）紧固到 2.3 Nm（20 in-lbs），将机械连接螺母（10 mm）紧固到 4 Nm（35 in-lbs）。

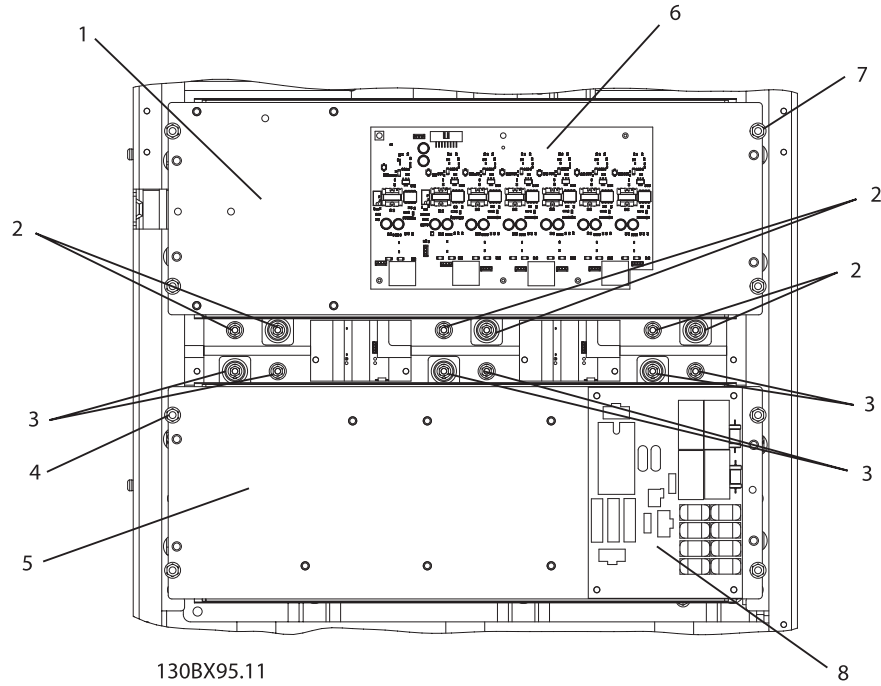


图 8.5: 上/下电容器组单元

1*	上电容器组单元	5*	下电容器组单元
2	上电容器组单元的电气连接螺母 (步骤 2)	6	门驱动器卡
3	下电容器组单元的电气连接螺母 (步骤 2)	7	上电容器组单元的锁紧螺母 (步骤 4)
4	下电容器组单元的锁紧螺母 (步骤 3)	8**	软充电卡

*380 - 480/500V: 蓝色直流回路电容器。

525 - 690V: 黑色直流回路电容器。

**380 - 480/500V: 蓝色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 8 个 PTC。

525 - 690 V: 红色 MOV (金属氧化压敏电阻) 和 6 个 PTC。

8.2.7 输入端子固定板单元选件

变频器提供了可以安装在输入固定板上的组件选件。借此可实现不同的设备配置。这些选件包括输入端子组、输入断路器、RFI 滤波器、输入熔断器和额外的冷却风扇。为了减轻单元重量以便于拆卸，可能需要将这些选件从固定板单元上拆下来。

1. 断开端子 L1、L2、L3 的输入电源线以及接地线。
2. 对于 3 个端子，从每个端子上拆下最上端的母线锁紧螺母（17 mm）。
3. 如果安装了断路器（未显示），请从端子板单元上卸下断路器，以减轻端子板的重量（如下所示）。
 - 3a 松开熔断器和断路器之间的连接螺母（17 mm）。
 - 3b 卸下断路器上的 4 个固定螺钉（T40）。
 - 3c 注意断路器的重量可能高达 16 kg（35 lbs）。向下移动断路器，使其离开熔断器，然后拆下来。
4. 如果安装了冷却风扇，请断开该风扇的电缆。
5. 如果安装了 RFI 滤波器，请断开 RFI 电缆。
6. 注意不带断路器的端子板可能重达 20 kg（44 lbs）。要拆除端子板，请从端子板上卸下 8 个锁紧螺母（10 mm），然后从固定柱上抬起整个单元。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 10 mm 固定螺母紧固到 4 Nm（35 in-lbs），将 17 mm 连接螺母紧固到 19 Nm（170 in-lbs），并将 T40 固定螺钉紧固到 9.5 Nm（85 in-lbs）。

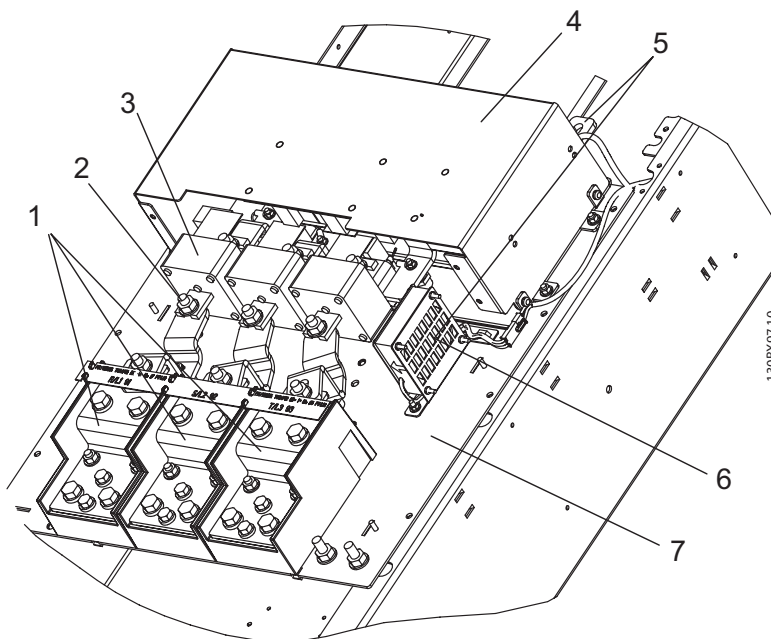


图 8.6: 输入端子固定板单元（图中带有 RFI 和电网熔断器选件）

1	输入端子（步骤 1）	5	锁紧螺母（步骤 2）
2	连接螺母（步骤 3a）	6	冷却风扇（步骤 4）
3	熔断器	7	输入端子固定板
4	RFI 滤波器单元		

8.2.8 软充电电阻器

1. 按照相关步骤，拆除输入端子板单元。
2. 断开软充电卡上的 MK4 连接器。
3. 松开软充电电阻器顶部的锁紧螺母（8 mm）。
4. 卸下软充电电阻器底部的锁紧螺母（8 mm）。
5. 抬起软充电电阻器的底部然后下放，以将其拆下来。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 8 mm 锁紧螺母紧固到 2.3 Nm (20 in-lbs)。

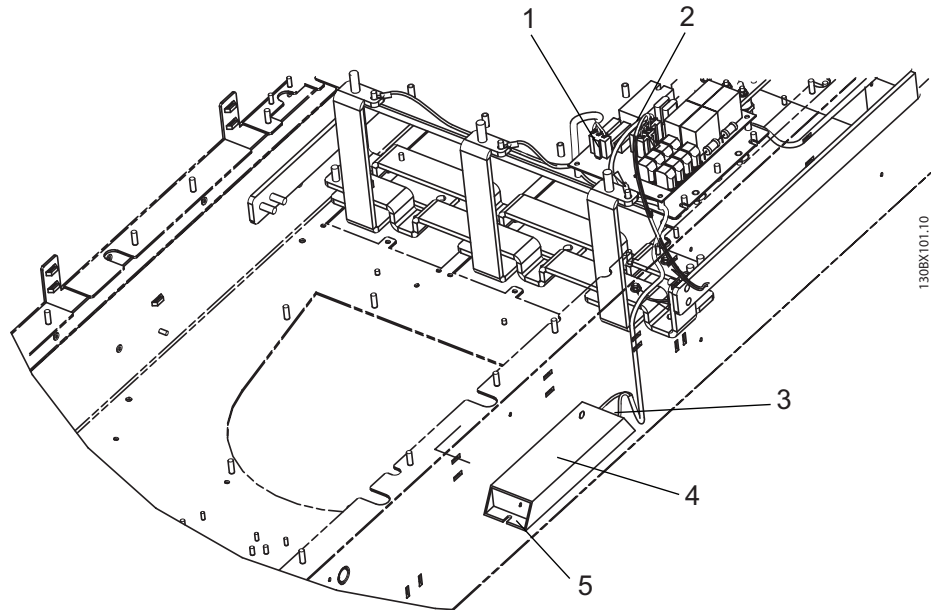


图 8.7: 软充电电阻器

1	软充电卡	4*	软充电电阻器
2	MK4 连接器 (步骤 2)	5	底部锁紧螺母 (步骤 4)
3	顶部锁紧螺母 (步骤 3)		

*380 - 480/500V: 透明电缆引线。

525 - 690V: 黑色电缆引线。

8.2.9 SCR 和二极管模块

1. 按照相关步骤，拆除下部的直流电容器组。
2. 按照相关步骤，拆除输入端子板。
3. 对于 3 个 SCR 输入母线(BB41)，拆下每一个上的电缆锁紧螺母 (10 mm)。
4. 注意连接到锁紧柱的 3 根电缆中每一根电缆的颜色。在重新装上时，务必将电缆连接到相应的接线柱上。拆除固定柱上的电缆。
5. 从 SCR 输出母线 (BB42) 上拆下电缆锁紧螺母 (8 mm)。一个来自 (+) 直流母线，一个来自 (-) 直流母线。
6. 注意连接到锁紧柱的每一根电缆的颜色。在重新装上时，务必将电缆连接到相应的接线柱上。拆除固定柱上的电缆。
7. 拆下母线两侧的 4 个锁紧螺母 (13 mm)，每个母线 2 个。

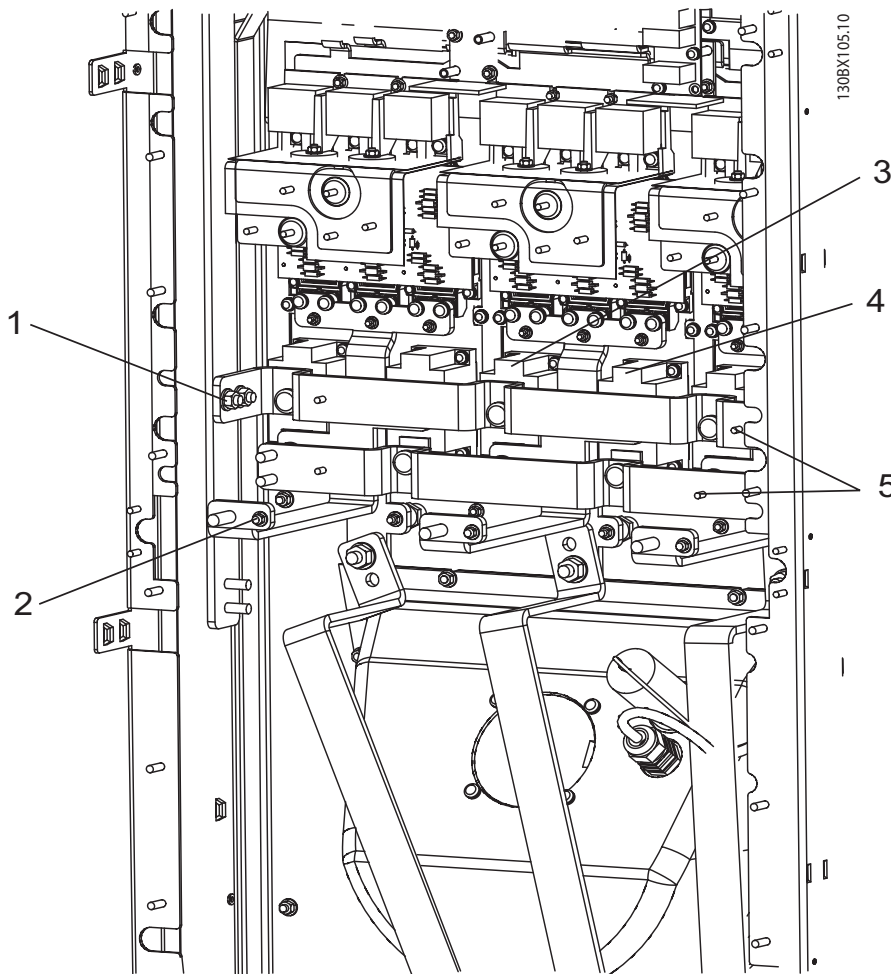


图 8.8: SCR 和二极管模块 (3 个中的第 1 个)

1	锁紧螺母 (步骤 7)	4	二极管模块
2	母线 BB41 上的电缆锁紧螺母 (步骤 3)	5	输出母线 BB42 上的电缆锁紧螺母 (步骤 5 和 6)
3	SCR 模块		

8. 如果设备没有配备负载共享选件，请转至步骤 9。如果设备配备了负载共享选件，则必须按下述方式拆下负载共享负 (-) 母线。
 - 8a. 拆下 2 个将负载共享母线连接到 SCR 输出母线上的锁紧螺母 (13 mm)。
 - 8b. 拆下将负载共享母线连接到该母线另一端的负载共享端子 (未显示) 上的锁紧螺母 (17 mm)。
 - 8c. 拆下负载共享母线。
9. 同时拆下正 (+) 和负 (-) SCR 输出母线，为此需要拆卸 6 个连接螺钉 (T50)。每个母线有 3 个螺钉。
10. 拆除 3 个 SCR 和二极管输入母线，为此需要拆卸 6 个连接螺钉 (T50)。每个母线有 2 个螺钉。

续下页

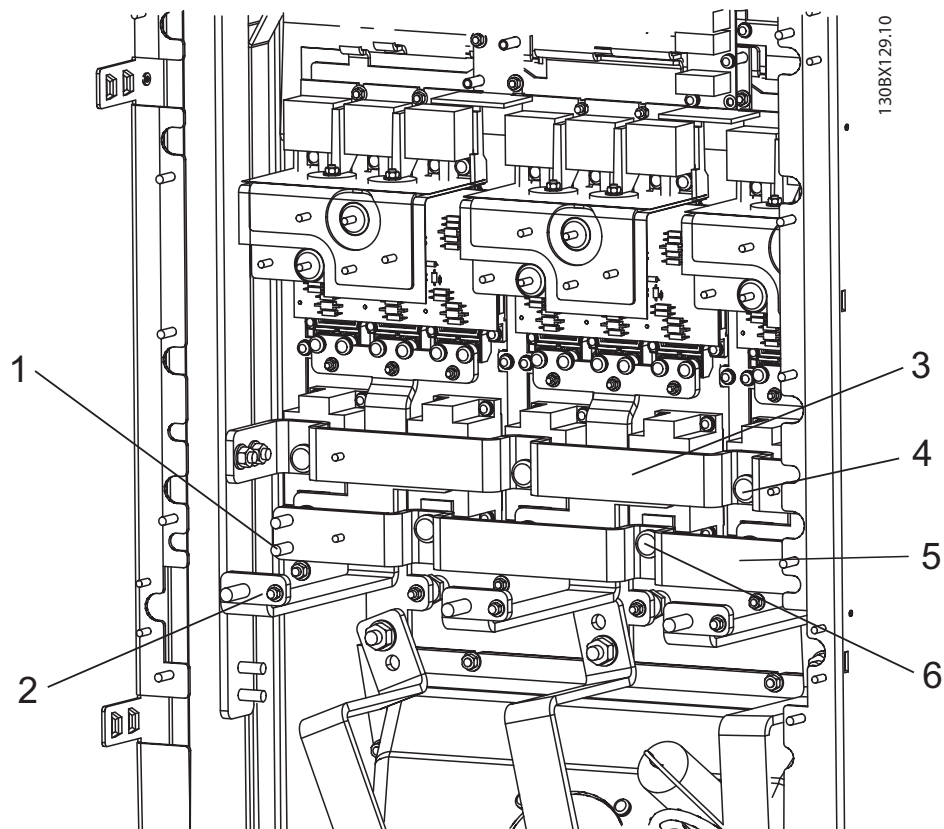


图 8.9: SCR 和二极管模块 (3 个中的第 2 个)

1	负载共享选件锁紧柱 (步骤 8)	4	正 (+) 输出母线连接螺钉 (步骤 9)
2	SCR 和二极管输入母线 BB41 (步骤 10)	5	负 (-) 输出母线 BB42 (步骤 9)
3	正 (+) 输出母线 BB42 (步骤 9)	6	负 (-) 输出母线连接螺钉 (步骤 9)

11. 注意各条门引线连接到哪一个 SCR 模块。在重新装上时，务必将电缆连接到相应的 SCR 上。拆除每个 SCR 模块上的电缆。连接器带槽，可以保证重新安装的正确性。请勿强行进行连接。

12. 拆下 SCR 或二极管模块，为此需拆下每个模块上的 4 个固定螺钉 (T25)。

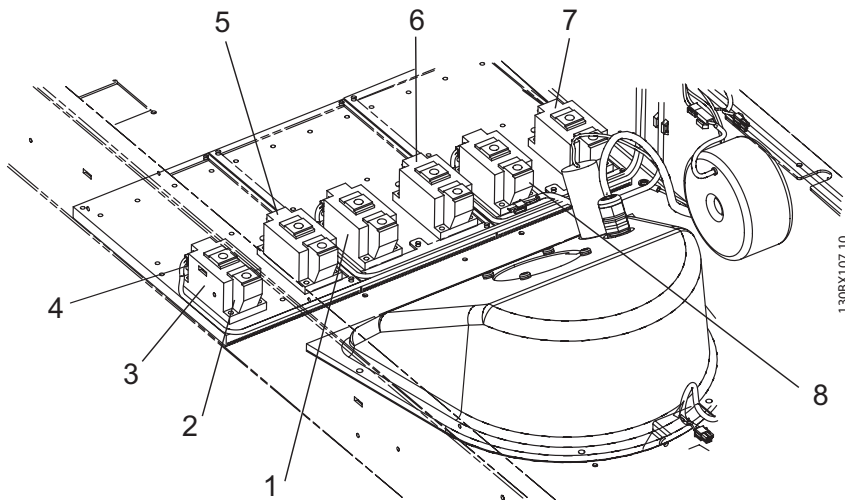


图 8.10: SCR 和二极管模块 (3 个中的第 3 个)

1	SCR 模块 SCR2	5	二极管模块 D1
2	固定螺钉 (步骤 12)	6	二极管模块 D2
3	SCR 模块 SCR1	7	二极管模块 D3
4	SCR 门引线连接 (步骤 11)	8	SCR 模块 SCR3

重新装配



小心损坏设备!

安装过程中请勿将 SCR 和二极管模块装反。将 SCR 和二极管模块装反可能会造成设备损害。



注意

每个交流输入相都有一个 SCR 模块和一个二极管模块。SCR 位于左侧，二极管位于右侧 (从直立设备的正面看)。共有 3 对。仅 SCR 模块带有用于门信号的连接针。

1. 请按照替换模块随附的说明更换 SCR 和二极管模块。
2. 按相反顺序重新装配。

金属装配件	紧固转矩
T50	遵照备件说明
T25	遵照备件说明
17 mm	19 Nm (170 in-lbs)
13 mm	9.5 Nm (85 in-lbs)
10 mm	4 Nm (35 in-lbs)
8 mm	2.3 Nm (20 in-lbs)

8.2.10 电流传感器

1. 按照相关步骤，拆除输入端子板。
2. 拆下将电流传感器母线连接到电动机端子母线上的锁紧螺母（17 mm）。
3. 拆下将电流传感器母线通过风扇母线连接到 IGBT 的锁紧螺母（17 mm）或 T50 螺钉（具体取决于设备类型）。
4. 注意电缆同电流传感器的对应关系。在重新装上时，确保所连接的电缆是正确的。拔下要拆卸的电流传感器的电缆。
5. 从底板的固定柱上拆下 2 个锁紧螺母（规格因机型而异），然后拆下传感器。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 17 mm 锁紧螺母或 T50 螺钉紧固到 19 Nm (170 in-lbs)。

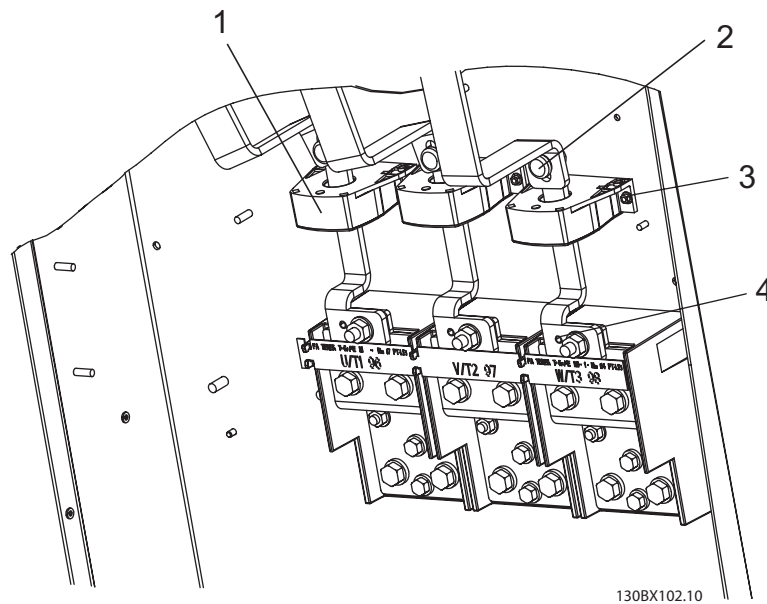


图 8.11: 电流传感器

- | | | | |
|---|---------------------|---|----------------------|
| 1 | 电流传感器 | 3 | 电流传感器固定螺钉（2 个）（步骤 5） |
| 2 | IGBT 端子母线固定螺钉（步骤 3） | 4 | 输出电动机端子母线的锁紧螺母（步骤 2） |

8.2.11 散热片风扇单元

1. 按照相关步骤，拆除输入端子板。
2. 拆下将 3 个 IGBT 中的每一个通过风扇母线连接到 3 个电流传感器母线的锁紧螺母 (17 mm) 或 T50 Torx 螺钉 (具体取决于设备类型)。
3. 拆下将 3 个 IGBT 中的每一个通过风扇母线连接到 3 个 IGBT 输出母线的锁紧螺母 (17 mm)。
4. 断开风扇线路中的串列式 Molex 连接器。剪开线套，以松开机架上的线缆。
5. 拆下风扇单元。为此需要拆卸 6 个锁紧螺母 (10 mm)。注意风扇单元重约 11 kg (25 lbs)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 10 mm 锁紧螺母紧固到 4 Nm (35 in-lbs)，将 17 mm 连接螺母或 T50 螺钉紧固到 19 Nm (170 in-lbs)。

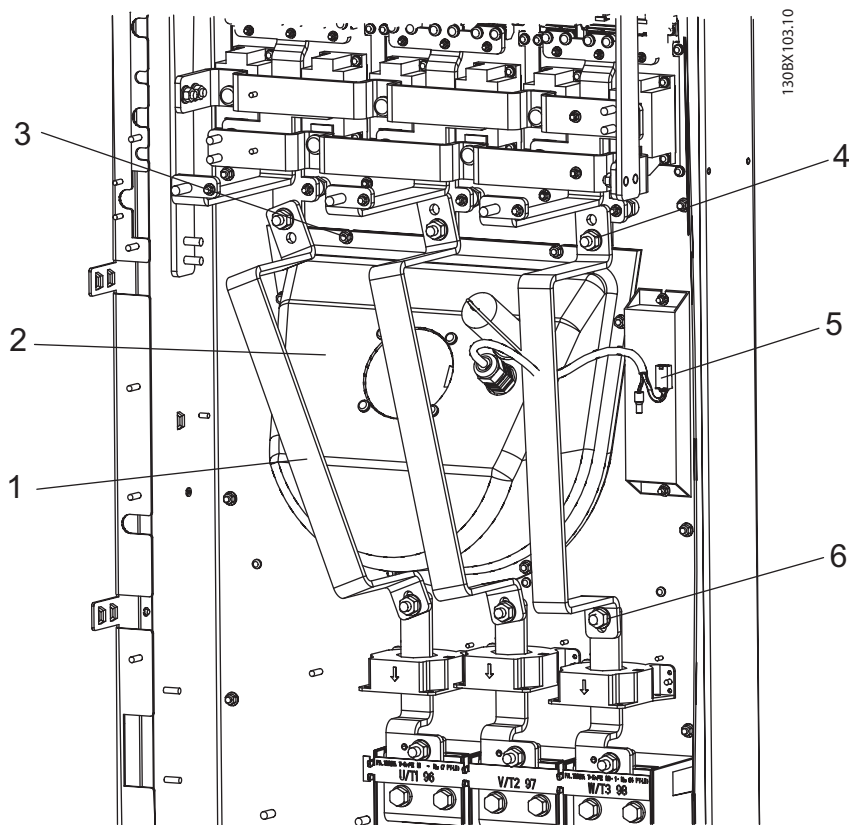


图 8.12: 风扇单元

1	IGBT 输出母线 BB49	4	锁紧螺母 (步骤 3)
2	风扇外壳	5	Molex 连接器 (步骤 4)
3	锁紧螺母 (步骤 5)	6	锁紧螺母 (步骤 2)

8.2.12 交流输入、电动机、负载共享或再生端子

1. 根据需要，拆除端子的外部接线。
2. 拆下将端子母线连接到其它母线单元的锁紧螺母（17 mm）。
3. 拆下 2 个将端子母线连接到端子组绝缘上的锁紧螺母（13 mm）。 移出端子母线。
4. 如果端子组被连接到输入端子板（未显示），请卸下用于连接端子组绝缘的固定螺钉（T40），否则请转至步骤 5。
5. 如果端子组未被连接到输入端子板，请卸下用于连接端子组绝缘的锁紧螺母（13 mm）。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。将 17 mm 连接螺母紧固到 19 Nm (170 in-lbs)，将 13 mm 或 T40 Torx 螺钉紧固到 9.5 Nm (85 in-lbs)。

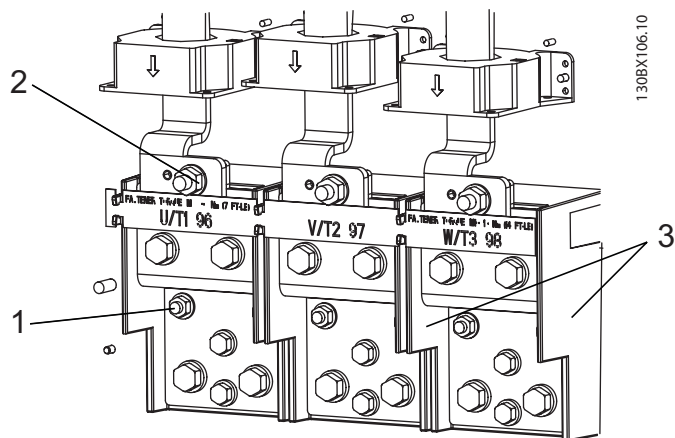


图 8.13: 端子组

1	锁紧螺母（步骤 3）	3	端子组绝缘（步骤 4 或 5）
2	锁紧螺母（步骤 2）		

8.2.13 IGBT 模块

1. 按照相关步骤，拆除两个直流电容器组。
2. 按照相关步骤，拆除输入端子板。
3. 对于 3 个 SCR 输入母线，拆下每一个上的电缆锁紧螺母（10 mm）。
4. 注意连接到锁紧柱的 3 根电缆中每一根电缆的颜色。在重新装上时，务必将不同电缆连接到相应的接线柱上。拆除固定柱上的电缆。
5. 从 SCR 输出母线上拆下电缆锁紧螺母（8 mm）。一个来自（+）直流母线，一个来自（-）直流母线。
6. 注意连接到锁紧柱的每一根电缆的颜色。在重新装上时，务必将电缆连接到相应的接线柱上。拆除固定柱上的电缆。
7. 拆下母线两侧的 4 个锁紧螺母（13 mm），每个母线 2 个。

续下页

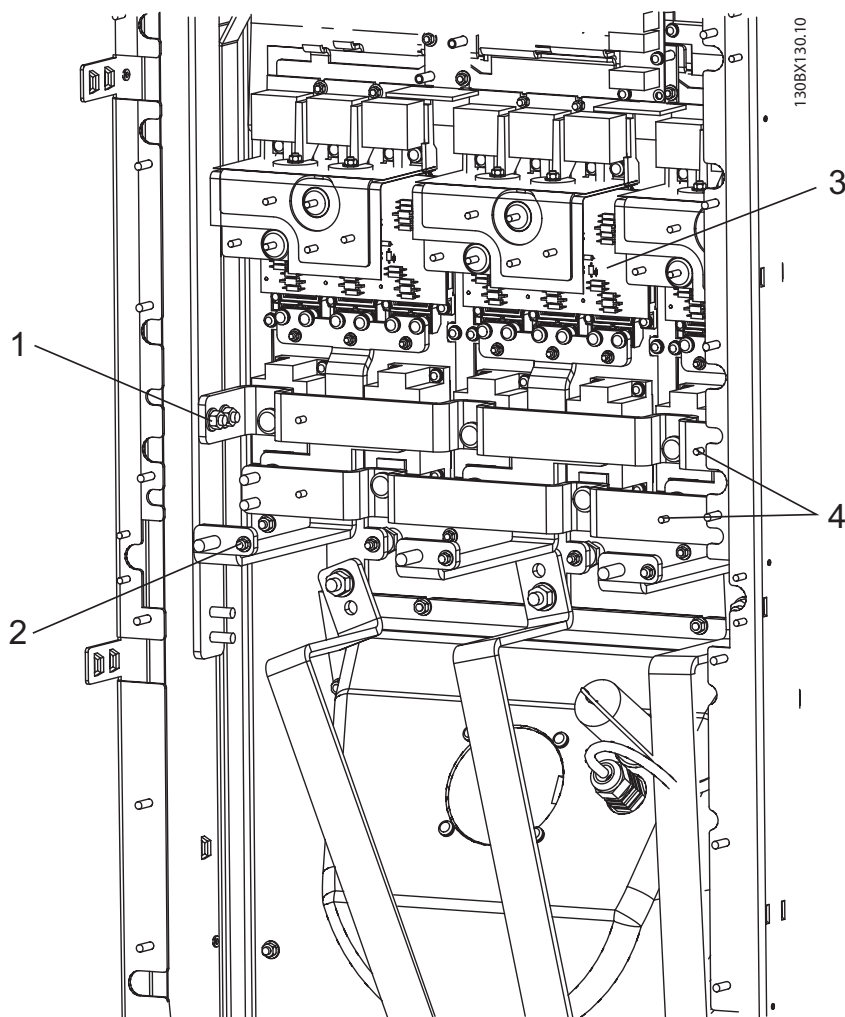


图 8.14: IGBT 模块（4 个中的第 1 个）

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 锁紧螺母（步骤 7） | 3 IGBT 板 |
| 2 母线 BB41 上的电缆锁紧螺母（步骤 3） | 4 输出母线 BB42 上的电缆锁紧螺母（步骤 5 和 6） |

8. 如果设备没有配备负载共享选件，请转至步骤 9。如果设备配备了负载共享选件，则必须按下述方式拆下负载共享负 (-) 母线。
 - 8a. 拆下 2 个将负载共享母线连接到 SCR 输出母线上的锁紧螺母 (13 mm)。
 - 8b. 拆下将负载共享母线连接到该母线另一端的负载共享端子 (未显示) 上的锁紧螺母 (17 mm)。
 - 8c. 拆下负载共享母线。
9. 同时拆下正 (+) 和负 (-) SCR 输出母线，为此需要拆卸 6 个连接螺钉 (T50)。每个母线有 3 个螺钉。
10. 拆除 3 个 SCR 和二极管输入母线，为此需要拆卸 6 个连接螺钉 (T50)。每个母线有 2 个螺钉。

续下页

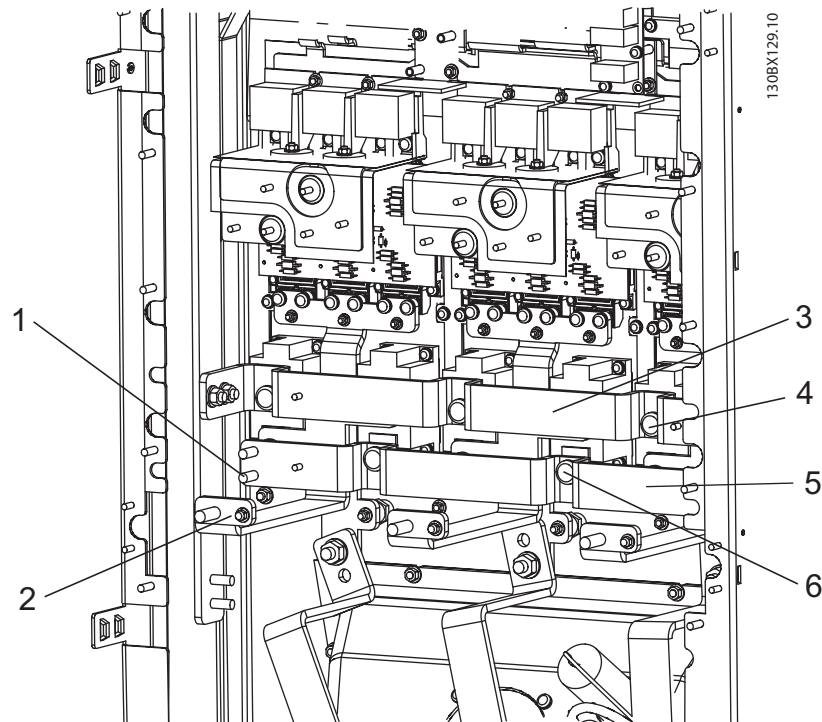


图 8.15: IGBT 模块 (4 个中的第 2 个)

1	负载共享选件锁紧柱 (步骤 8)	4	正 (+) 输出母线连接螺钉 (步骤 9)
2	SCR 和二极管输入母线 BB41 (步骤 10)	5	负 (-) 输出母线 BB42 (步骤 9)
3	正 (+) 输出母线 BB42 (步骤 9)	6	负 (-) 输出母线连接螺钉 (步骤 9)

11. 拆下将各个 IGBT 模块输出连接到 IGBT 输出母线的 6 个固定螺钉 (T30)。
12. 拆下将 IGBT 输出母线通过风扇母线连接到 IGBT 的锁紧螺母 (17 mm)。注意三相中的每一相都有一个。
13. 拆下将 IGBT 通过风扇母线连接到电流传感器母线的锁紧螺母 (17 mm) 或 T50 Torx 螺钉 (具体取决于设备类型)。
14. 拆卸将 IGBT 输出母线连接到支架的锁紧螺母, 顶部 3 个 (17 mm), 底部 1 个 (8 mm)。拆下 IGBT 输出母线。

续下页

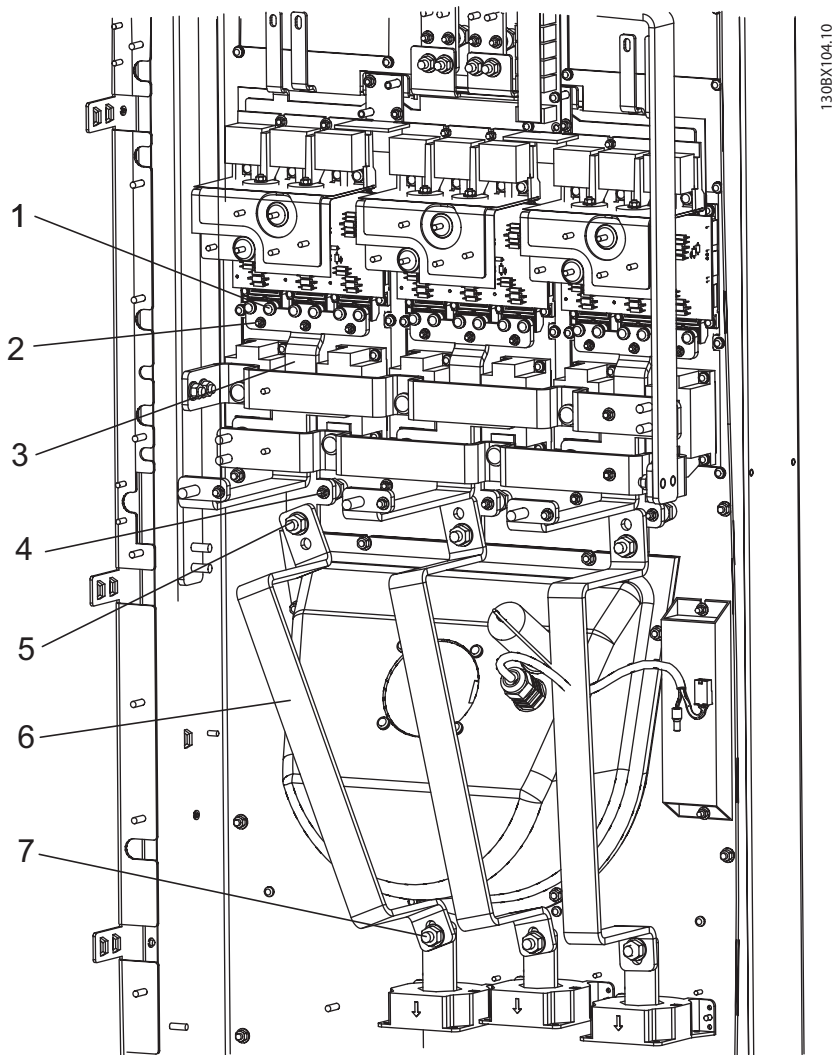


图 8.16: IGBT 模块 (4 个中的第 3 个)

1	固定螺钉 (步骤 11)	5	锁紧螺母 (步骤 12)
2	锁紧螺母 (步骤 14)	6	通过风扇的母线
3	输出母线	7	锁紧螺母 (步骤 13)
4	锁紧螺母 (步骤 14)		

15. 拆下 IGBT 输入端子上的 18 个固定螺钉 (T30)。注意, 当拆下螺钉后, 缓冲电容器会脱落。每个 IGBT 模块有 6 个螺钉。
16. 拆下 2 个将各个 IGBT-cap 母线单元连接到 IGBT-Ind 母线单元的锁紧螺母 (8 mm), 然后拆下 IGBT-cap 母线单元。共有 3 个 IGBT-cap 母线单元。
17. 从高频板上拆下锁紧螺母 (8 mm)。
18. 从高频板上拆下 2 个固定螺钉 (T25)。
19. 断开高频板上的电缆单元, 然后拆下该板。
20. 如果设备带有制动 IGBT, 则拆下 4 个将 IGBT-Ind 母线单元连接到制动 IGBT 的固定螺钉 (T30)。注意每个制动 IGBT 模块有 2 个螺钉。
21. 拆下 4 个将 IGBT-Ind 母线单元连接到感应器的 2 个直流母线的锁紧螺母 (13 mm)。拆除 IGBT-Ind 母线单元。
22. 拆下用于固定各个 IGBT 模块的 8 个固定螺钉 (T25)。

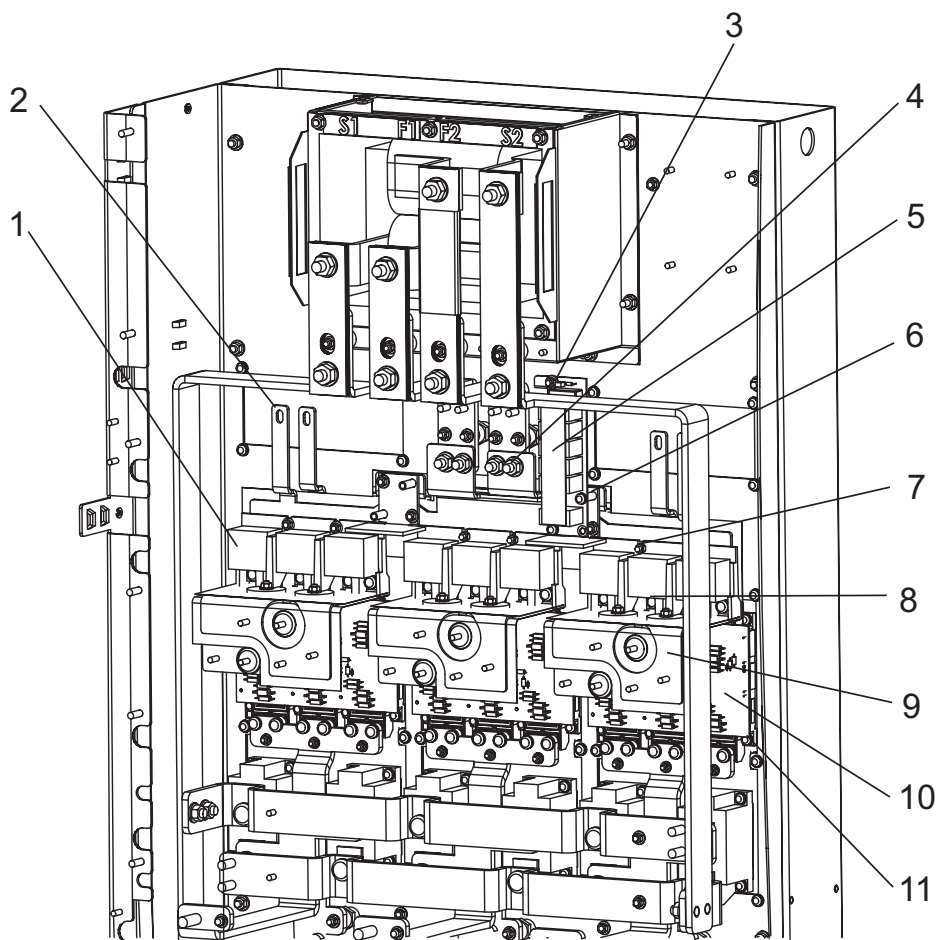


图 8.17: IGBT 模块 (4 个中的第 4 个)

1	缓冲电容器	7	固定螺钉 (步骤 16)
2	固定螺钉 (制动 IGBT 选件) (步骤 20)	8	固定螺钉 (步骤 15)
3	锁紧螺母 (步骤 17)	9	IGBT-Cap 母线 BB47
4	锁紧螺母 (步骤 21)	10	IGBT 板
5	高频板	11	IGBT 固定螺钉 (步骤 22)
6	固定螺钉 (步骤 18)		

重新装配

1. 请按照替换模块随附的说明更换 IGBT 模块。
2. 按相反顺序重新装配。

装上金属件	紧固转矩
8 mm/T25	2.3 Nm (20 in-lbs)
10 mm/T30	4 Nm (35 in-lbs)
13 mm	9.5 Nm (85 in-lbs)
17 mm/T50	19 Nm (170 in-lbs)

9 专用测试设备

9.1 测试设备

为了帮助排查故障，这些产品备有测试工具。强烈建议技术人员使用这些工具来修理和维护本设备。如果没有它们，本手册中介绍的某些故障排查步骤将无法执行。尽管可以通过探测变频器内部的某些位置来获得类似信号，但测试工具为必要测量提供了一个安全而准确的位置。本节介绍的测试设备可从 Danfoss 获得。



通过使用测试电缆，可以在无需对直流总线电容器充电的情况下为变频器加电。测试时需要连接主输入电源，并且所有与电网相连的设备和电源都将带有额定水平的电压。在对通电的变频器执行测试时应极为谨慎。接触带电组件可能造成触电和人身伤害。

9.1.1 测试电缆和 SCR 短接插头套件（部件号 176F8439）

借助这个工具，可以在无需为直流总线电容器充电的情况下启动开关模式电源（SMPS）并激活变频器的所有控制功能。它为排查门驱动器信号以及变频器内的其它重要控制信号的故障提供了保护。

该测试套件包括短接插头和连接器电缆。该电缆连接在软充电卡和功率卡之间。SCR 短接插头可以短接 SCR 门电路，以确保它们不会触发并且不会向直流总线充电。

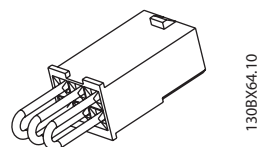


图 9.1: SCR 短接插头



图 9.2: 2 管脚 D-机架测试电缆

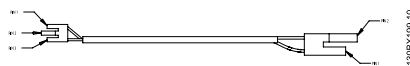


图 9.3: 3 管脚 E-机架测试电缆

安装该电缆之前，首先确保变频器已断电，并且直流总线已完全放电。

1. 对于 D-机架规格的设备，请根据第 7 节的步骤拆卸软充电卡，并且将软充电卡向外拔出一些，以便有足够的空间断开插入在 MK3 中的电缆。
2. 对于所有机架规格，请断开软充电卡上 MK3 连接器的电缆，然后将测试电缆的一端连接到 MK3 中。
3. 对于 D-机架规格设备，请重新装上软充电卡。
4. 对于所有机架规格，请断开功率卡上的 MK100 和 MK105 连接器。
5. 对于所有机架规格，请将测试电缆的自由端连接到 MK105 中。
6. 对于所有机架规格，请将 SCR 门短接插头连接到从 MK100 上拔下的电缆中。

当重新给变频器接通电网输入电源时，软充电整流器将为功率卡提供直流电源。使用门信号板进行测试，现在可以在没有直流总线电压的情况下执行信号测试板测试。

9.1.2 信号测试板（部件号 176F8437）

借助信号测试板，可以测量各种可能有助于排查变频器故障的信号。

信号测试板插在功率卡的 MK104 连接器中。可以在禁用或不禁用直流总线的情况下监测信号测试板上的点。有时候，为了验证某些测试信号，变频器需要在启用直流总线的情况下进行带负载运行。

下文介绍了在信号测试板上提供的信号。本手册第 6 节介绍了何时需要执行这些测试，以及指定测试点的信号应该是什么样的。

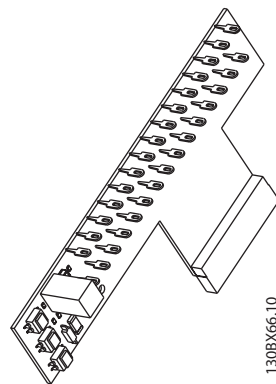


图 9.4: 信号测试板

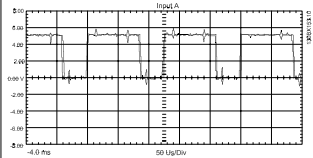
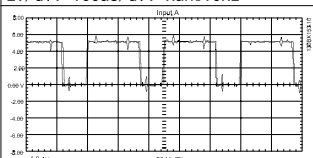
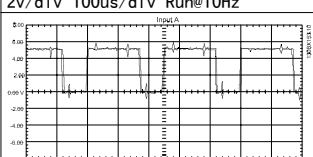
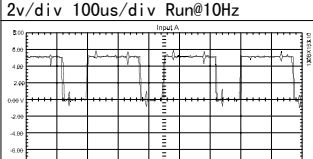
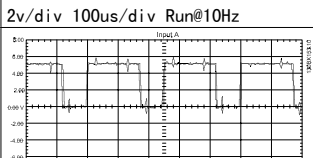
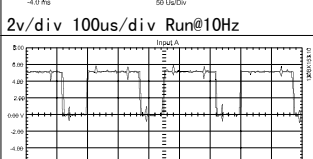
9.1.3 信号测试板管脚：描述及电压水平

随后页面上的表列出了位于信号测试板上的管脚。其中介绍了每个管脚的功能、描述和电压水平。本手册的第 6 节介绍了使用该测试工具来执行测试的细节。与电源测量不同，大多数要测量的信号都是由波形构成的。

尽管有时候可以用数字电压表来验证这些信号是否存在，但无法依靠它来验证波形是否正确。示波器才是首选的仪器。但要在多个点测试相似的信号时，则也许可以使用数字电压表。通过对多个信号（比如门驱动器信号）进行彼此比较，如果读数具有相似性，则可以认为各个波形彼此相符，因而也就是正确的。此外还提供了可供借助数字电压表进行测试时使用的值。

管脚号:	示意图缩写	功能	说明	使用数字电压表时的读数
1	IU1	电流传感, U相, 无调节	<p>约 400 mv RMS (在 100% 负载下)</p>	.937 VAC (峰值, 在 165% 的 CT 额定电流下)。交流波形 (在变频器的输出频率下)。
2	IV1	电流传感, V相, 无调节	<p>约 400 mv RMS (在 100% 负载下)</p>	.937 VAC (峰值, 在 165% 的 CT 额定电流下)。交流波形 (在变频器的输出频率下)。
3	IW1	电流传感, W相, 无调节	<p>约 400 mv RMS (在 100% 负载下)</p>	.937 VAC (峰值, 在 165% 的 CT 额定电流下)。交流波形 (在变频器的输出频率下)。
4	COMMON	逻辑共用	这是所有信号的共用管脚。	
5	AMBT	环境温度	用于控制 FAN 的风扇速度 (高和低)。	1 VDC 约等于 25C
6	FANO	控制卡信号	来自控制卡的将风扇启动和关闭的信号。	0 VDC - “启动”命令 5 VDC - “关闭”命令
7	INRUSH	控制卡信号	来自控制卡的启动对 SCR 前端进行门操作的信号	3.3 VDC - SCR 被禁用 0 VDC - SCR 被启用
8	RL1	控制卡信号	来自控制卡的旨在给出继电器 01 的状态的信号	0 VDC - 继电器激活 0.7 VDC - 未激活
9		未使用		
10		未使用		
11	VPOS	+18 VDC 整流电压, +16.5 到 19.5 VDC	红色 LED 指示 VPOS 和 VNEG 端子之间是否存在电压。	+18 VDC 整流电压, +16.5 到 19.5 VDC
12	VNEG	-18 VDC 整流电压 -16.5 到 19.5 VDC	红色 LED 指示 VPOS 和 VNEG 端子之间是否存在电压。	-18 VDC 整流电压 -16.5 到 19.5 VDC
13	DBGATE	制动 IGBT 门脉冲序列	<p>随制动工作周期而变化</p>	当制动停止时, 压降为零。随着制动工作周期达到最大值, 电压增至 4.04 VDC
14	BRT_ON	制动 IGBT 5V 逻辑电平信号。	<p>随制动工作周期而变化</p>	当制动停止时, 电压水平为 5.10 VDC。随着制动工作周期达到最大值, 电压降至零
15		未使用		
16	FAN_TST	风扇的控制信号	表明风扇测试开关是否激活 (以强制风扇以高速运行)	+5VDC - 被禁用 0VDC - 风扇以高速运行
17	FAN_ON	前往门 SCR 用于控制风扇电压的脉冲序列。与线路频率同步	<p>3KHz 时提供 7 个触发脉冲</p>	5VDC - 风扇停止



管脚号:	示意图缩写	功能	说明	使用数字电压表时的读数
18	HI_LOW	来自功率卡的控制信号	此信号用于切换风扇速度（高和低）	+5VDC = 风扇以高速运行，否则为 0VDC。
19	SCR_DIS	SCR 前端的控制信号	表明 SCR 前端是被启用还是被禁用。	0.6 到 0.8 VDC - SCR 被启用 0VDC - SCR 被禁用
20	INV_DIS	来自功率卡的控制信号	禁用 IGBT 门电压	5VDC - 逆变器被禁用 0VDC - 逆变器被启用
21		未使用		
22	UINVEX	按比例缩小的总线电压	信号与 UDC 成比例	0V 开关必须关闭 - 1 VDC = 450 VDC [T4/T5] - 1 VDC = 610 VDC [T7]
23	VDD	+24 VDC 电源	黄色 LED 表明是否存在电压。	+24 VDC 整流电压 +23 到 25 VDC
24	VCC	+5.0 VDC 整流电压。+4.75-5.25 VDC	绿色 LED 表明是否存在电压。	+5.0 VDC 整流电压，+4.75 到 5.25 VDC
25	GUP_T	IGBT 门信号，经过缓冲，U 相，正。来源于控制卡的信号。	 2v/div 100us/div Run@10Hz	2.2 - 2.5 VDC 所有相都相等 TP25-TP30
26	GUN_T	IGBT 门信号，经过缓冲，U 相，负。来源于控制卡的信号。	 2v/div 100us/div Run@10Hz	2.2 - 2.5 VDC 所有相都相等 TP25-TP30
27	GVP_T	IGBT 门信号，经过缓冲，V 相，正。来源于控制卡的信号。	 2v/div 100us/div Run@10Hz	2.2 - 2.5 VDC 所有相都相等 TP25-TP30
28	GVN_T	IGBT 门信号，经过缓冲，V 相，负。来源于控制卡的信号。	 2v/div 100us/div Run@10Hz	2.2 - 2.5 VDC 所有相都相等 TP25-TP30
29	GWP_T	IGBT 门信号，经过缓冲，W 相，正。来源于控制卡的信号。	 2v/div 100us/div Run@10Hz	2.2 - 2.5 VDC 所有相都相等 TP25-TP30
30	GWN_T	IGBT 门信号，经过缓冲，W 相，负。来源于控制卡的信号。	 2v/div 100us/div Run@10Hz	2.2 - 2.5 VDC 所有相都相等，TP25-TP30

10 备件列表

10.1 备件列表

10.1.1 一般注意事项

一般注意事项：

所有备件均适用于带保护涂层的变频器，并且可用于带涂层或不带保护涂层的变频器。

某些设备中使用的母线是铝质的。母线备件都是采用镀铜制造的。镀铜母线适用于所有设备。

有关最新的备件清单，请访问 Danfoss 网站 (www.danfossdrives.com)

10.1.2 备件列表

		380 - 480 VAC/380 - 500 VAC												
框图标识符	备件号	备件名称	注释	D1/D3			D2/D4			E1/E2				
				FC 102	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450	
		PCA												
PCA3	176F8652	Spare, power card.	pdefc-xxxP110T4xxxxxUxC	102										
PCA3	176F8653	Spare, power card.	pdefc-xxxP132T4xxxxxUxC		102									
PCA3	176F8654	Spare, power card.	pdefc-xxxP160T4xxxxxUxC			102								
PCA3	176F8655	Spare, power card.	pdefc-xxxP200T4xxxxxUxC				102							
PCA3	176F8656	Spare, power card.	pdefc-xxxP250T4xxxxxUxC					102						
PCA3	176F8657	Spare, power card.	pdefc-xxxP315T4xxxxxUxC						102					
PCA3	176F8658	Spare, power card.	pdefc-xxxP355T4xxxxxUxC							102				
PCA3	176F8659	Spare, power card.	pdefc-xxxP400T4xxxxxUxC								102			
PCA3	176F8660	Spare, power card.	pdefc-xxxP450T4xxxxxUxC									102		
PCA3	176F8661	Spare, power card.	pdefc-xxxP120T4xxxxxUxC										102	
PCA3	176F8662	Spare, power card.	pdefc-xxxP132T4xxxxxUxC	202										
PCA3	176F8663	Spare, power card.	pdefc-xxxP160T4xxxxxUxC		202									
PCA3	176F8664	Spare, power card.	pdefc-xxxP200T4xxxxxUxC			202								
PCA3	176F8665	Spare, power card.	pdefc-xxxP250T4xxxxxUxC				202							
PCA3	176F8666	Spare, power card.	pdefc-xxxP315T4xxxxxUxC					202						
PCA3	176F8667	Spare, power card.	pdefc-xxxP355T4xxxxxUxC						202					
PCA3	176F8668	Spare, power card.	pdefc-xxxP400T4xxxxxUxC							202				
PCA3	176F8669	Spare, power card.	pdefc-xxxP450T4xxxxxUxC								202			
PCA3	176F8670	Spare, power card.	pdefc-xxxP110T5xxxxxUxC	302										202
PCA3	176F8671	Spare, power card.	pdefc-xxxP132T5xxxxxUxC		302									
PCA3	176F8672	Spare, power card.	pdefc-xxxP160T5xxxxxUxC			302								
PCA3	176F8673	Spare, power card.	pdefc-xxxP200T5xxxxxUxC				302							
PCA3	176F8674	Spare, power card.	pdefc-xxxP250T5xxxxxUxC					302						
PCA3	176F8675	Spare, power card.	pdefc-xxxP315T5xxxxxUxC						302					
PCA3	176F8676	Spare, power card.	pdefc-xxxP355T5xxxxxUxC							302				
PCA3	176F8677	Spare, power card.	pdefc-xxxP400T5xxxxxUxC								302			
PCA3	176F8678	Spare, power card.	pdefc-xxxP450T5xxxxxUxC									302		
PCA4	176F8308	Spare, Current Scaling	PCA, 4, 54 Ohm	1										
PCA4	176F8309	Spare, Current Scaling	PCA, 3, 79 Ohm		1									
PCA4	176F8310	Spare, Current Scaling	PCA, 3, 10 Ohm			1								
PCA4	176F8311	Spare, Current Scaling	PCA, 2, 56 Ohm				1							
PCA4	176F8312	Spare, Current Scaling	PCA, 5, 10 Ohm					1						
PCA4	176F8654	Spare, Current Scaling	PCA, 4, 21 Ohm						1					
PCA4	176F8627	Spare, Current Scaling	PCA, 2, 32 Ohm							1				
PCA5	176F8626	Spare, FC Gate Drive	PCA, CC, D&E Frame	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PCA8	176F8307	Spare, HF PCA, T5, D&E Frame	高频板	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PCA11	176F8306	Spare, Soft charge	PCA, CC, T5, D Frame	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PCA11	176F8655	Spare, Soft charge	PCA, CC, T5, E Frame	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PCA9	176F8510	Spare, Balance	PCA, T5, D&E Frame	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2

表 10.1: PCA3, PCA4, PCA5, PCA8 和 PCA11 备件列表

框图标识符	备件号	备件名称	注释	380 - 480 VAC/380 - 500 VAC										
				D1/D3			D2/D4			E1/E2				
				FC 102	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450	
半导体														
IGBT1, 2	176F8628	Spare, FC IGBT kit, 300A, T5, D Frame	每套 1 个 IGBT 模块	1	---	2	2	---	---	---	---	---	---	
IGBT1, 2	176F8629	Spare, FC IGBT kit, 450A, T5, D Frame	每套 1 个 IGBT 模块	---	---	1	---	---	2	---	---	---	---	
IGBT1, 2, 3	176F8630	Spare, FC IGBT kit, 300A, T5, E Frame	每套 1 个 IGBT 模块	---	---	---	---	---	---	3	---	---	---	
IGBT1, 2, 3	176F8631	Spare, FC IGBT kit, 450A, T5, E Frame	每套 1 个 IGBT 模块	---	---	---	---	---	---	---	3	---	---	
IGBT1, 2, 3	176F86316	Spare, Brake IGBT kit, D&E Frame	每套 1 个 IGBT 模块	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
SOR1, 2, 3	176F8317	Spare, SCR/diode kit, 180A, T5, D Frame	每套 1 个 SCR 和二极管模块	3	3	---	---	---	---	---	---	---	---	
SOR1, 2, 3	176F8318	Spare, SCR/diode kit, 175A, T5, D Frame	每套 1 个 SCR 和二极管模块	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
SOR1, 2, 3	176F8319	Spare, SCR/diode kit, 250A, T5, D Frame	每套 1 个 SCR 和二极管模块	---	---	---	3	---	---	---	---	---	---	
SOR1, 2, 3	176F8320	Spare, SCR/diode kit, 330A, T5, D Frame	每套 1 个 SCR 和二极管模块	---	---	---	---	3	---	---	---	---	---	
SOR1, 2, 3	176F8558	Spare, SCR kit, 500A, T5, E Frame	每套 1 个 SCR 模块	---	---	---	---	---	---	3	3	3	3	
DI, 2, 3	176F8559	Spare, diode kit, 600A, T5, E Frame	每套 1 个二极管模块	---	---	---	---	---	---	3	3	3	3	
电阻器														
R1	176F8322	Spare, Soft charge Resistor, 27 Ohm, 110W	软充电电阻器单元	1	1	1	1	1	1	---	---	---	---	
R1	176F8580	Spare, Soft charge Resistor, 27 Ohm, 155W	软充电电阻器单元	---	---	---	---	---	---	1	1	1	1	
电容器														
C2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	176F8323	Spare, CAP, IGBT Snubber, 1000V, 1.5uF	IGBT 缓冲电容安装在 IGBT 模块上	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9	
CBANK1, 2	176F8324	Spare, CAP Bank, D Frame, 4cap, T5	电容器组, 含平衡卡	1	---	---	---	2	1	---	---	---	---	
CBANK1, 2	176F8325	Spare, CAP Bank, D Frame, 6cap, T5	电容器组, 含平衡卡	---	1	1	---	1	---	---	---	---	---	
CBANK1, 2	176F8636	Spare, CAP Bank, E Frame, 6cap, T5	电容器组, 含平衡卡	---	---	---	---	---	---	2	1	---	---	
CBANK1, 2	176F8637	Spare, CAP Bank, E Frame, 8cap, T5	电容器组, 含平衡卡	---	---	---	---	---	---	---	1	2	2	
风扇														
F1+C1	176F8329	Spare, Heatsink Fan Assy, D Frame	散热片风扇, 风扇箱, 电容器, 衬垫, 电缆	1	1	1	1	1	1	---	---	---	---	
F1+C1	176F8578	Spare, Heatsink Fan Assy, small E Frame	散热片风扇, 风扇箱, 电容器, 衬垫, 电缆	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	
F1+C1	176F8579	Spare, Heatsink Fan Assy, large E Frame	散热片风扇, 风扇箱, 电容器, 衬垫, 电缆	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	
F2, 3	176F8330	Spare, Door Fan Kit, D&E Frame	门装风扇套件, 包括风扇、格栅、支撑、紧固件 (每套一部风扇)	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	
	176F8331	Spare, Door Vent Kit, D&E Frame	门装通风套件, 包括格栅、支撑、紧固件 (每套一个通风模块)	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	
F4	176F8332	Spare, Door Fan Filter, PKG10, D&E Frame	门装过滤器, 10 件套	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	
F2	176F8639	Spare, FC DC Top Fan, IP00 D Frame	IP00 顶装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇)	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	---	---	---	---	
F2, 3	176F8333	Spare, Door/Top AC Fan, D&E Frame	IP00 顶装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇)	---	---	---	---	---	---	IP00	IP00	IP00	IP00	
F5	176F8612	Spare, Fuse Fan, Input Plate, E Frame	IP21/IP54 门装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇) 带输入熔断的风扇, 用于配备 RFI 和电网熔断器的设备	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	

表 10.2: 半导体、电阻、电容和风扇备件列表

10

框图标识符	备件号	备件名称	注释	380 - 480 VAC/380 - 500 VAC											
				D1/D3	D2/D4	E1/E2									
		保险丝		FC 102	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450		
FU1, 2, 3	176F8334	Spare, Fuse, Main, 350A	电网熔断器。每套 1 个熔断器	FC 202	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450		
FU1, 2, 3	176F8335	Spare, Fuse, Main, 630A	电网熔断器。每套 1 个熔断器	FC 302	P90K	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400		
FU1, 2, 3	176F8591	Spare, Fuse, Main, 700A	电网熔断器。每套 1 个熔断器												
FU1, 2, 3	176F8592	Spare, Fuse, Main, 900A	电网熔断器。每套 1 个熔断器												
FU5	176F8336	Spare, Fuse, Soft charge, 20A, PKG3, D&E Frame	软充电熔断器 3 件套												
FU5	176F8440	Spare, Fuse, 4A, PKG3, Power PCA, Fan	功率卡熔断器, 4 安培 3 件套												
FU4	176F8440	Spare, Fuse, 4A, PKG3, Power PCA, Fan	风扇变压器熔断器, 4 安培 3 件套												
FU4	176F8609	Spare, Fuse, 15A, PKG3, Fan, E Frame	风扇变压器熔断器, 15 安培 3 件套												
		感应器和电流传感器													
L1	176F8337	Spare, Bus Inductor, 200uH	直流回路线圈, 小 D 机架												
L1	176F8338	Spare, Bus Inductor, 157uH	直流回路线圈, 小 D 机架												
L1	176F8339	Spare, Bus Inductor, 136uH	直流回路线圈, 大 D 机架												
L1	176F8340	Spare, Bus Inductor, 109uH	直流回路线圈, 大 D 机架												
L1	176F8341	Spare, Bus Inductor, 87uH	直流回路线圈, 大 D 机架												
L1	176F8564	Spare, Bus Inductor, 62uH, E Frame	直流回路线圈, E 机架												
L1	176F8565	Spare, Bus Inductor, 51uH, E Frame	直流回路线圈, E 机架												
L2, 3, 4	176F8342	Spare, Current Sensor, 300A	电动机电流传感器, 每套 1 部传感器												
L2, 3, 4	176F8343	Spare, Current Sensor, 500A	电动机电流传感器, 每套 1 部传感器												
L2, 3, 4	176F8563	Spare, Current Sensor, 1000A	电动机电流传感器, 每套 1 部传感器												
TR1	176F8344	Spare, Fan Transformer Assy, 500V	风扇变压器 含电缆和插头												
TR1	176F8566	Spare, Fan Transformer Assy, 535215	风扇变压器 含电缆和插头												
TR1	176F8567	Spare, Fan Transformer Assy, 1500VA	风扇变压器 含电缆和插头												
L5	176F8577	Spare, Heatsink Fan Inductor, E Frame	风扇感应器												
		断路器													
SW1	176F8345	备件, 断路器, 200A, D 机架	断路器												
SW1	176F8347	Spare, Disconnect SW, 400A, D Frame	断路器												
SW1	176F8593	Spare, Disconnect SW, 600A, E Frame	断路器												
SW1	176F8594	Spare, Disconnect SW, 800A, E Frame	断路器												
	176F8346	Spare, Disconnect Handle, Rod, D Frame	断路器手柄												
	176F8348	Spare, Disconnect Handle, Rod, D2&E Frame	断路器手柄												

表 10.3: 熔断器、感应器、电流传感器和断路器备件列表

		380 - 480 VAC/380 - 500 VAC												
		D1/D3					D2/D4					E1/E2		
框图标识符	备件号	备件名称	注释	FC 102	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450	
		电缆												
CBL1	176F8640	Spare, Cable, FC LCP, D Frame, IP54	从 LCP 到控制卡的带状电缆, IP54 机箱											
CBL1	176F858617 6F8586	Spare, Cable, LCP, E Frame	从 LCP 到控制卡的带状电缆											
CBL2	176F8641	Spare, Cable, Control PCA, 44pin, D&E Frame	从控制卡到功率卡的带状电缆											
CBL5	176F8541	Spare, Cable, FC Current Sensor, D2 Frame	从功率卡到电流传感器的线束											
CBL5	176F8349	Spare, Cable, FC Current Sensor, D Frame	从功率卡到电流传感器的线束											
CBL5	176F8568	Spare, Cable, FC I-Sensor, small E Frame	从功率卡到电流传感器的线束											
CBL5	176F8569	Spare, Cable, FC I-Sensor, large E Frame	从功率卡到电流传感器的线束											
CBL8	176F8542	Spare, Cable, HS Fan, D1 Frame	从功率卡到风扇变压器的线束											
CBL8	176F8359	Spare, Cable, HS Fan, D2 Frame	从功率卡到风扇变压器的线束											
CBL8	176F8571	Spare, Cable, Fan, IP00, small E Frame	适用于 IP00 设备上的所有交流风扇的线束											
CBL8	176F8572	Spare, Cable, Fan, IP21/54, small E Frame	适用于 IP21 和 IP54 设备上的所有交流风扇的线束											
CBL8	176F8573	Spare, Cable, Fan, IP00, large E Frame	适用于 IP00 设备上的所有交流风扇的线束											
CBL8	176F8574	Spare, Cable, Fan, IP21/54, large E Frame	适用于 IP21 和 IP54 设备上的所有交流风扇的线束											
CBL9	176F8354	Spare, Cable, Softchg RST prime, D Frame	从软充电到功率卡的线束											
CBL9	176F8570	Spare, Cable, Softchg RST prime, E Frame	从软充电到功率卡的线束											
CBL12	176F8358	Spare, Cable, Door Fan, D Frame	用于交流门装风扇的线束											
CBL13	176F8544	Spare, Cable, FC SCR, D1 Frame	从功率卡到 SCR 的线束											
CBL13	176F8357	Spare, Cable, FC SCR, D2 Frame	从功率卡到 SCR 的线束											
CBL13	176F8575	Spare, Cable, FC SCR, E Frame	从功率卡到 SCR 的线束											
CBL14	176F8356	Spare, Cable, DC to Power PCA, DFrame	从直流总线到功率卡的电压											
CBL14	176F857617 6F8576	Spare, Cable, DC to Power PCA, E Frame	从直流总线到功率卡的电压											
CBL15	176F8330	Spare, Cable, RFI Switch, D Frame	从门驱动器卡到 RFI 滤波器的线束											
CBL15	176F8580	Spare, Cable, RFI Switch, E Frame	从门驱动器卡到 RFI 滤波器的线束											
CBL16	176F8363	Spare, Cable, FC Gate Drive, 16pin, D1 Frame	从功率卡到门驱动器卡的带状电缆											
CBL16	176F8350	Spare, Cable, FC Gate Drive, 16pin, D2 Frame	从功率卡到门驱动器卡的带状电缆											
CBL16	176F8581	Spare, Cable, FC Gate Drive, 16pin, E Frame	从功率卡到门驱动器卡的带状电缆											
CBL17, 18, 19	176F8364	Spare, Cable, IGBT Gate, D1 Frame	从门驱动器卡到 IGBT 模块的线束 (每套 1 个)											
CBL17, 18, 19	176F8351	Spare, Cable, IGBT Gate, D2 Frame	从门驱动器卡到 IGBT 模块的线束 (每套 1 个)											
CBL17, 18, 19	176F8582	Spare, Cable, IGBT Gate, E1 Frame	从门驱动器卡到 IGBT 模块的线束 (每套 1 个)											
CBL20	176F8352	Spare, Cable, IGBT Temperature	从 IGBT 模块到门驱动器卡的温度连接											
CBL21	176F8365	Spare, Cable, Brake IGBT, D2 Frame	从门驱动器卡到制动 IGBT 模块的线束											
CBL21	176F8368	Spare, Cable, Brake IGBT, D Frame	从门驱动器卡到制动 IGBT 模块的线束											
CBL21	176F8583	Spare, Cable, Brake IGBT, E Frame	从门驱动器卡到制动 IGBT 模块的线束											

表 10.4: 电缆备件列表



380 - 480 VAC/380 - 500 VAC													
框图标识符	备件号	备件名称	注释	D1/D3			D2/D4			E1/E2			
				FC 102	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450
CBL22	176F8366	Spare, Cable, Brake Power Plus, D1 Frame	从制动 IGBT 到正制动端子的电缆		1								
CBL22	176F8369	Spare, Cable, Brake Power Plus, D2 Frame	从制动 IGBT 到正制动端子的电缆			1							
CBL23	176F8367	Spare, Cable, Brake Power Minus, D1 Frame	从制动 IGBT 到负制动端子的电缆		1								
CBL23	176F8370	Spare, Cable, Brake Power Minus, D2 Frame	从制动 IGBT 到负制动端子的电缆			1							
CBL24	176F8543	Spare, Cable, Softchg RST, D1 Frame	从输入电源到软充电板的线束		1								
CBL24	176F8353	Spare, Cable, Softchg RST, D2 Frame	从输入电源到软充电板的线束			1							
CBL24	176F8584	Spare, Cable, Softchg RST, E Frame	从输入电源到软充电板的线束				1						1
CBL25	176F8355	Spare, Cable, Softchg to DC bus, D Frame	从软充电到直流总线的线束		1		1		1				
CBL25	176F8585	Spare, Cable, Softchg to DC bus, E Frame	从软充电到直流总线的线束								1		1
CBL26	176F8613	Spare, Cable, FC Fuse Fan, E Frame	从功率半到风扇熔断器的电缆								1		1

表 10.5: 电缆备件列表

框图标识符	备件号	备件名称	380 - 480 VAC/380 - 500 VAC																				
			D1/D3			D2/D4			E1/E2														
			FC 102	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450	FC 202	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450	
		端子、标签、绝缘装置																					
TB1	176F8374	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame			3																		
TB1	176F8375	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame				3																	
TB1	176F8587	Spare, BB, Terminal Block, E Frame									3												
TB2	176F8374	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame			3																		
TB2	176F8375	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame				3																	
TB2	176F8587	Spare, BB, Terminal Block, E Frame									3												
TB3	176F83956K	Spare, BB, Terminal, LS, BK, D Frame			2																		
	AF6H8395																						
TB3	176F8399	Spare, BB, Terminal, LS, LT, D Frame																					
TB3	176F8404	Spare, BB, Load Share, 2, D Frame																					
TB4	176F8395	Spare, BB, Terminal, LS, BK, D Frame			2																		
TB4	176F8399	Spare, BB, Terminal, LS, LT, D Frame									1												
TB4	176F8404	Spare, BB, Load Share, 2, D Frame									1												
TB4	176F8587	Spare, BB, Terminal Block, E Frame																					
TB1	176F8371	Spare, Insul, Terminal Insul, mains, motor, D Frame			1																		
TB1	176F8588	Spare, Insul, Terminal Block, E Frame																					
TB2	176F8371	Spare, Terminal Insul, mains, motor, D Frame			1																		
TB2	176F8588	Spare, Insul, Terminal Block, E Frame																					
TB3	176F8372	Spare, Terminal Insul, Brk, LD Shr, D Frame			1																		
TB4	176F8372	Spare, Terminal Insul, Brk, LD Shr, D Frame			1																		
TB4	176F8588	Spare, Insul, Terminal Block, E Frame																					
	176F8373	Spare, Label Set, Terminal Blk, D Frame			1																		
	176F85896K	Spare, Label Set, Terminal I, EFrame																					
	AF6H8589																						
TB1	176F8545	Spare, Insul, Mylar, IGBT, Bus, D1 Frame			1																		
TB1	176F8421	Spare, Insul, Mylar, IGBT, Bus, D2 Frame									1												
TB1	176F8590	Spare, Insul, IGBT-Chassis, E Frame																					
TB1	176F8547	Spare, Insul, IGBT snubber cap support			1																		
	176F8546	Spare, Insul, between mains fuse, T6/7									2												
TB1	176F8410	Spare, BB Stand Off, PKG10			12																		
TB1	176F8610	Spare, IGBT Output Standoff, PKG9, E Frame																					

表 10.0: 备件列表: 端子、标签、绝缘装置

380 - 480 VAC/380 - 500 VAC												
框图标识符	备件号	备件名称	注釋	D1/D3			D2/D4			E1/E2		
				FC 102	FC 202	FC 302	FC 102	FC 202	FC 302	FC 102	FC 202	FC 302
母线												
	176F8380	Spare, BB, SCR, R\,S\,T, D Frame	将输入板母线连接到 SCR 输入 (每套 1 个)									
	176F8348	Spare, Brkt, SCR BB Support, D Frame	SCR 输入母线的支撑									
	176F8394	Spare, BB, SCR, Input, D Frame	将输入板母线连接到 SCR 输入 (每套 1 个)				3					
	176F8387	Spare, BB, SCR, Plus, 1, E Frame	将输入板母线连接到 SCR 输入 (每套 1 个)					3				
	176F8395	Spare, BB, SCR/Di, Input, D Frame	从输入板到 SCR 和二极管 (每套 1 个)							3	3	
	176F8379	Spare, BB Assy, SCR, D Frame	连接到 SCR 输出, 夹层单元									
	176F8381	Spare, BB, SCR, Minus, D Frame	将直流线圈输入连接到 SCR 输出母线单元 (每套 1 个)				2					
	176F8393	Spare, BB, SCR, DC, VLI5202	连接到 SCR 输出 (每套 1 个)					2				
	176F8385	Spare, BB, SCR, Minus, 1, D Frame	连接到 SCR 输出 (每套 1 个)						2			
	176F838617	Spare, BB, SCR, Minus, 2, D Frame	连接到直流线圈的正输入, 位于变频器的左侧					1		1		
	6F8386											
	176F8388	Spare, BB, SCR, Plus, 2, D Frame	连接到直流线圈的负输入, 位于变频器的右侧						1			
	176F8596	Spare, BB, SCR/Di, Output, E Frame	连接到 SCR 和二极管的直流侧 (每套 1 个)							2	2	
	176F8597	Spare, BB, DC Bus Plus, Before Coil, E Frame	直流正端到直流总线								1	
	176F8598	Spare, BB, DC Bus Minus, Before Coil, E Frame	直流负端到直流总线								1	
	176F8549	Spare, BB, DC Link, Plus, D Frame	将直流线圈的正输出连接到 IGBT 输入母线单元				1					
	176F8391	Spare, BB, DC Link, Plus, D Frame	将直流线圈的正输出连接到 IGBT 输入母线单元									
	176F8382	Spare, BB, DC Link, Minus, D Frame	将直流线圈的输出连接到 IGBT 输入母线单元 (每套 1 个)					2		2		
	176F8599	Space, BB, DC Bus, After Coil, E Frame	从直流线圈输出连接到 IGBT 夹层单元 (每套 1 个)								2	
	176F837617	Spare, BB Assy, IGBT, D Frame	连接电容器组和 IGBT 输入, 夹层单元				1					
	6F8376											
	176F8377	Spare, BB Assy, IGBT-Ind, D Frame	IGBT 输入母线夹层单元 (下)						1			
	176F8378	Spare, BB Assy, IGBT-Cap, D Frame	IGBT 输入母线夹层单元 (上)						1			
	176F8600	Spare, BB Assy, IGBT-Ind, E Frame	直流总线夹层, 连接到 IGBT 输入								1	
	176F8601	Spare, BB Assy, IGBT-Cap, D Frame	将电容器组连接到 IGBT 输入 (每套 1 个)							3	3	
	176F8390	Spare, BB, IGBT, UV\W, E Frame	将 IGBT 输出连接到跨越风扇的长母线 (每套 1 个)				3					
	176F8392	Spare, BB, Motor, 2, D Frame	跨越风扇的长母线 (每套 1 个)					3				
	176F8383	Spare, BB, Motor, U\W, D Frame	连接到 IGBT 输出, 用于 U 相或 W 相 (每套 1 个)						2		2	
	176F8384	Spare, BB, Motor, V, D Frame	连接到 IGBT 输出, 用于 V 相 (每套 1 个)						1		1	
	176F8389	Spare, BB, I-Sensor, D Frame	跨越风扇的长母线 (每套 1 个)							3	3	
	176F8602	Spare, BB, IGBT Output, E Frame	从 IGBT 输出连接到 SCR 和二极管之间 (每套 1 个)								3	
	176F8603	Spare, BB, Over Fan Box, E Frame	跨越风扇的输出 (每套 1 个)								3	
	176F8604	Spare, BB, Current Sensor 5352, E	穿过电流传感器 (每套 1 个)								3	
	176F8605	Spare, BB, Current Sensor 5452-5502, E	穿过电流传感器 (每套 1 个)								3	
	176F8397	Spare, BB, Brake, Plus, D Frame	将直流正端连接到制动 IGBT				1					
	176F8398	Spare, BB, Brake, Minus, D Frame	将直流正端连接到制动 IGBT									
	176F8396	Spare, BB, Brake, D Frame	将直流负端连接到制动 IGBT									
	176F8606	Spare, BB, Brake Assy, E Frame	将 2 个制动 IGBT 连接在一起						1		1	
			连接制动母线, 不包括端子母线								1	

表 10.7: 备件列表: 母线 (表 1)

		380 - 480 VAC/380 - 500 VAC											
框图标识符	备件号	备件名称	注释	D1/D3	D2/D4	E1/E2							
				FC 102	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450
				FC 202	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450
				FC 302	P90K	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400
		母线											
	176F8401	Spare, BB, LS, Plus, D Frame	将负载共享正端子连接到 SCR 输出母线单元	1	1								
	176F8400	Spare, BB, LS, Minus, D Frame	将负载共享负端子连接到 SCR 输出母线单元	1	1								
	176F8403	Spare, BB, LS, Plus, D Frame	将 SCR 母线连接到负载共享正端子		1	1	1						
	176F8402	Spare, BB, LS, Minus, D Frame	将 SCR 母线连接到负载共享负端子		1	1	1						
	176F8607	Spare, BB, Load Share Plus, E Frame	负载共享母线 (正)							1	1	1	1
	176F8608	Spare, BB, Load Share Minus, E Frame	负载共享母线 (负)							1	1	1	1
	176F8405	Spare, BB, SCR, Input 2, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)	3	3								
	176F8406	Spare, BB, SCR, T, 1, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)				3	3	3				
	176F8407	Spare, BB, Disc, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)	3	3								
	176F8408	Spare, BB, Disc, R, S, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)				2	2	2				
	176F8409	Spare, BB, Disc, T, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)				1	1	1				

表 10.8: 备件列表: 母线 (表 2)

框图标识符	备件号	备件名称	380 - 480 VAC/380 - 500 VAC																	
			D1/D3	D2/D4	E1/E2		P200		P160		P450									
		注释																		
		机箱																		
	176F8430	Spare, Cable Clamp, 60 mm																		
	176F8490	Spare, Brkt, HF, board, gnd, D Frame																		
	176F8491	Spare, Brkt, HF, board, gnd, D Frame																		
	176F8427	IP00, D3, 侧面板																		
	176F84286K	IP00, D4, 侧面板																		
	AF6H8428																			

表 10.9: 备件列表: 机箱

框图标识符	备件号	备件名称	注释	525 - 690 VAC																					
				D1/D3				D2/D4				E1/E2													
				FC 102	P132	P160	P200	P250	P315	550	P450	P500	P560	P630	FC 302	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P500	P560
PCA3	176F8680	Spare, power card, pdefc-xxxP132T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8681	Spare, power card, pdefc-xxxP160T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8682	Spare, power card, pdefc-xxxP200T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8683	Spare, power card, pdefc-xxxP250T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8684	Spare, power card, pdefc-xxxP315T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8685	Spare, power card, pdefc-xxxP400T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8686	Spare, power card, pdefc-xxxP450T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8687	Spare, power card, pdefc-xxxP500T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8688	Spare, power card, pdefc-xxxP560T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8689	Spare, power card, pdefc-xxxP630T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8680	Spare, power card, pdefc-xxxP132T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8682	Spare, power card, pdefc-xxxP200T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8683	Spare, power card, pdefc-xxxP250T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8684	Spare, power card, pdefc-xxxP315T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8685	Spare, power card, pdefc-xxxP400T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8686	Spare, power card, pdefc-xxxP450T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8687	Spare, power card, pdefc-xxxP500T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8688	Spare, power card, pdefc-xxxP560T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						
PCA3	176F8689	Spare, power card, pdefc-xxxP630T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标识卡																						

表 10.10: PCA3 备件列表

框图标识	备件号	备件名称	注释	525 - 690 VAC														
				D1/D3			D2/D4			E1/E2								
				FC 102	P132	P160	P200	P250	P315	P4005	P450	P500	P560	P630				
										50								
				FC 202	P132	P160	P200	P250	P315	P4005	P450	P500	P560	P630				
				FC 302	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P500	P560				
		PCA																
PCA4	176F8308	Spare, Current Scaling PCA, 4.54 Ohm	安装在功率卡上			1												
PCA4	176F8309	Spare, Current Scaling PCA, 3.79 Ohm	安装在功率卡上															
PCA4	176F8310	Spare, Current Scaling PCA, 3.10 Ohm	安装在功率卡上				1											
PCA4	176F8311	Spare, Current Scaling PCA, 2.56 Ohm	安装在功率卡上						1									
PCA4	176F8312	Spare, Current Scaling PCA, 5.10 Ohm	安装在功率卡上															
PCA4	176F8525	Spare, Current Scaling PCA, 5.85 Ohm	安装在功率卡上															
PCA5	176F8626	Spare, FC Gate Drive PCA, CC, D&E Frame	门驱动器板				1											
PCA8	176F8523	Spare, HF PCA, T7, D&E Frame	高频板															
PCA11	176F8522	Spare, Soft charge PCA, CC, T7, D Frame	软充电板, 含固定托架				1											
PCA11	176F8466	Spare, Soft charge PCA, CC, T7, E Frame	软充电板				1											
PCA9	176F8526	Spare, Balance, PCA, T7, D&E Frame	电容器组平衡卡, 含备用电容器组															

表 10.11: PCA3-11 备件列表

		525 - 690 VAC											
框图标识符	备件号	备件名称	注释	D1/D3			D2/D4			E1/E2			
				FC 102	P132	P160	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560
半导体													
IGBT1, 2	176F8632	Spare, FC IGBT kit, 300A, T7, D Frame	每套 1 个 IGBT 模块	1	---	2	2	---	---	---	---	---	
IGBT1, 2	176F8633	Spare, FC IGBT kit, 450A, T7, D Frame	每套 1 个 IGBT 模块	---	1	---	2	2	---	---	---	---	
IGBT1, 2, 3	176F8634	Spare, FC IGBT kit, 300A, T7, E Frame	每套 1 个 IGBT 模块	---	---	---	---	---	3	3	---	---	
IGBT1, 2, 3	176F8635	Spare, FC IGBT kit, 450A, T7, E Frame	每套 1 个 IGBT 模块	---	---	---	---	---	---	---	---	3	
IGBT4, 5	176F8316	Spare, Brake IGBT kit, D&E Frame	每套 1 个 IGBT 模块	1	1	2	2	2	2	2	2	2	
SOR1, 2, 3	176F8529	Spare, SCR/diode kit, 160A, T7, D Frame	每套 1 个 SCR 和二极管模块	3	3	3	3	---	---	---	---	---	
SOR1, 2, 3	176F8530	Spare, SCR/diode kit, 280A, T7, D Frame	每套 1 个 SCR 和二极管模块	---	---	---	3	3	3	---	---	---	
SOR1, 2, 3	176F8434	Spare, SCR kit, 430A, T7, E Frame	每套 1 个 SCR 模块	---	---	---	---	---	---	3	3	3	
DI, 2, 3	176F8435	Spare, diode kit, 540A, T7, E Frame	每套 1 个二极管模块	---	---	---	---	---	---	3	3	3	
电阻器													
R1	176F8531	Spare, Soft charge Resistor, 68 Ohm, 110W	软充电电阻器单元	1	1	1	1	1	1	---	---	---	
R1	176F8467	Spare, Soft charge Resistor, 68 Ohm, 155W	软充电电阻器单元	---	---	---	---	---	---	1	1	1	
电容器													
C2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	176F8534	Spare, CAP, IGBT Snubber, 1250V, 1uF	IGBT 缓冲电容安装在 IGBT 模块上	3	3	3	6	6	6	6	6	9	
CBANK1, 2	176F8532	Spare, CAP Bank, D Frame, 4cap, T7	电容器组, 含平衡卡	1	---	2	2	1	---	---	---	---	
CBANK1, 2	176F8533	Spare, CAP Bank, D Frame, 8cap, T7	电容器组, 含平衡卡	---	1	---	---	1	2	---	---	---	
CBANK1, 2	176F8638	Spare, CAP Bank, E Frame, 8cap, T7	电容器组, 含平衡卡	---	---	---	---	---	---	2	2	2	
风扇													
F1+C1	176F8329	Spare, Heatsink Fan Assy, D Frame	散热片风扇 包括风扇, 风扇箱, 电容, 衬垫, 电缆	1	1	1	1	1	1	---	---	---	
F1+C1	176F8578	Spare, Heatsink Fan Assy, small E Frame	散热片风扇 包括风扇, 风扇箱, 电容, 衬垫, 电缆	---	---	---	---	---	---	1	1	---	
F1+C1	176F8579	Spare, Heatsink Fan Assy, large E Frame	散热片风扇 包括风扇, 风扇箱, 电容, 衬垫, 电缆	---	---	---	---	---	---	---	1	---	
F2, 3	176F8330	Spare, Door Fan Kit, D&E Frame	门装风扇套件。包括风扇、格栅、支撑、紧固件 (每套一个通风模块)	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	
F2, 3	176F8331	Spare, Door Vent Kit, D&E Frame	门装通风套件。包括格栅、支撑、紧固件 (每套一个通风模块)	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	
F2, 3	176F8332	Spare, Door Fan Filter, PKG10, D&E Frame	门装过滤器, 10 件套	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	
F4	176F8639	Spare, FC DC Top Fan, IP00 D Frame	IP00 顶装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇)	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	
F2	176F8333	Spare, Door/Top AC Fan, D&E Frame	IP00 顶装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
F2, 3	176F8333	Spare, Door/Top AC Fan, D&E Frame	IP21/IP54 门装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇)	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	

表 10.12: 半导体、电阻器、电容和风扇备件列表

框图标识符	备件号	备件名称	注释	525 - 690 VAC												
				D1/D3	D2/D4	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560	P630	E1/E2		
FU1, 2, 3	176F8334	Spare, Fuse, Main, 350A	电网熔断器。每套 1 个熔断器	3	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
FU1, 2, 3	176F8591	Spare, Fuse, Main, 700A	电网熔断器。每套 1 个熔断器	---	---	---	---	---	---	3	3	3	3	---	---	---
FU1, 2, 3	176F8592	Spare, Fuse, Main, 900A	电网熔断器。每套 1 个熔断器	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3
FU1, 2, 3	176F8540	Spare, Fuse, Main, 550A	电网熔断器。每套 1 个熔断器	---	---	3	3	3	3	---	---	---	---	---	---	---
	176F8336	Spare, Fuse, Soft charge, 20A, PKG3, D&E Frame	软充电熔断器 3 件套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套	1 套
FU5	176F8440	Spare, Fuse, 4A, PKG3, Power PCA, Fan	功率卡熔断器, 4 安培 3 件套	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FU4	176F8440	Spare, Fuse, 4A, PKG3, Power PCA, Fan	风扇变压器熔断器, 4 安培 3 件套	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FU4	176F8609	Spare, Fuse, 15A, PKG3, Fan, E Frame	风扇变压器熔断器, 15 安培 3 件套	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
感应器和电流传感器																
L1	176F8339	Spare, Bus Inductor, 136uH	直流回路线圈, 大 D 机架	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---
L1	176F8340	Spare, Bus Inductor, 109uH	直流回路线圈, 大 D 机架	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
L1	176F8536	Spare, Bus Inductor, 350uH	直流回路线圈, 小 D 机架	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
L1	176F8537	Spare, Bus Inductor, 250uH	直流回路线圈, 小 D 机架	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
L1	176F8538	Spare, Bus Inductor, 195uH	直流回路线圈, 大 D 机架	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
L1	176F8469	Spare, Bus Inductor, 73uH, E Frame	直流回路线圈, E 机架	---	---	---	---	---	---	---	1	1	1	1	1	1
L2, 3, 4	176F8342	Spare, Current Sensor, 300A	电动机电流传感器, 每套 1 部传感器	3	3	3	3	3	3	---	---	---	---	---	---	---
L2, 3, 4	176F8343	Spare, Current Sensor, 500A	电动机电流传感器, 每套 1 部传感器	---	---	---	---	---	3	3	3	3	3	3	3	3
L2, 3, 4	176F8563	Spare, Current Sensor, 1000A	电动机电流传感器, 每套 1 部传感器	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3
TR1	176F8635	Spare, Fan Transformer Assy, 690V, 400VA	风扇变压器。含电缆和插头	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TR1	176F8471	Spare, Fan Transformer Assy, E1, T7	风扇变压器。含电缆和插头	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
L5	176F8577	Spare, Heatsink Fan Inductor, E Frame	风扇感应器	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
断路器																
SW1	176F8345	Spare, Disconnect SW, 200A, D Frame	断路器	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
SW1	176F8347	Spare, Disconnect SW, 400A, D Frame	断路器	---	---	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SW1	176F8593	Spare, Disconnect SW, 600A, E Frame	断路器	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1	1	1
	176F8346	Spare, Disconnect Handle, Rod, D Frame	断路器手柄	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	176F8348	Spare, Disconnect Handle, Rod, D&E Frame	断路器手柄	---	---	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 10.13: 熔断器、感应器、电流传感器和断路器备件列表

框图标识符	备件号	备件名称	注释	525 - 690 VAC											
				D1/D3			D2/D4			E1/E2					
				FC 102	P132	P160	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560	P630	
		电缆													
CBL1	176F8640	Spare, Cable, FC LCP, D Frame, IP54	从 LCP 到控制卡的带状电缆, IP 54 机箱		IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54					
CBL1	176F8586	Spare, Cable, LCP, E Frame	从 LCP 到控制卡的带状电缆												
CBL2	176F8641	Spare, Cable, Control PCA, 44pin, D&E Frame	从控制卡到功率卡的带状电缆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL5	176F8541	Spare, Cable, FC Current Sensor, D Frame	从功率卡到电流传感器的线束	1											
CBL5	176F8349	Spare, Cable, FC Current Sensor, D2 Frame	从功率卡到电流传感器的线束												
CBL5	176F8568	Spare, Cable, FC I-Sensor, small E Frame	从功率卡到电流传感器的线束												
CBL5	176F8569	Spare, Cable, FC I-Sensor, large E Frame	从功率卡到电流传感器的线束												
CBL8	176F8542	Spare, Cable, HS Fan, D1 Frame	从功率卡到风扇变压器的线束	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL8	176F8359	Spare, Cable, HS Fan, D2 Frame	从功率卡到风扇变压器的线束												
CBL8	176F8571	Spare, Cable, Fan, IP00, small E Frame	适用于 IP00 设备上的所有交流风扇的线束							IP00	IP00				
CBL8	176F8572	Spare, Cable, Fan, IP21/54, small E Frame	适用于 IP21 和 IP54 设备上的所有交流风扇的线束												
CBL8	176F8573	Spare, Cable, Fan, IP00, large E Frame	适用于 IP00 设备上的所有交流风扇的线束												
CBL8	176F8574	Spare, Cable, Fan, IP21/54, large E Frame	适用于 IP21 和 IP54 设备上的所有交流风扇的线束												
CBL9	176F8354	Spare, Cable, Softchg RST prime, D Frame	从软充电到功率卡的线束	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL9	176F8570	Spare, Cable, Softchg RST prime, E Frame	从软充电到功率卡的线束												
CBL12	176F8358	Spare, Cable, Door Fan, D Frame	用于交流门装风扇的线束												
CBL13	176F8544	Spare, Cable, FC SCR, D1 Frame	从功率卡到 SCR 的线束	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL13	176F8357	Spare, Cable, FC SCR, D2 Frame	从功率卡到 SCR 的线束												
CBL13	176F8575	Spare, Cable, FC SCR, E Frame	从功率卡到 SCR 的线束												
CBL14	176F8356	Spare, Cable, DC to Power PCA, D Frame	从直流总线到功率卡的电压	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL14	176F8576	Spare, Cable, DC to Power PCA, E Frame	从直流总线到功率卡的电压												
CBL16	176F8363	Spare, Cable, FC Gate Drive, 16pin, D1 Frame	从功率卡到门驱动器卡的带状电缆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL16	176F8350	Spare, Cable, FC Gate Drive, 16pin, D2 Frame	从功率卡到门驱动器卡的带状电缆												
CBL16	176F8581	Spare, Cable, FC Gate Drive, 16pin, E Frame	从功率卡到门驱动器卡的带状电缆												
CBL17, 18, 19	176F8364	Spare, Cable, IGBT Gate, D1 Frame	从门驱动器卡到 IGBT 模块的线束 (每套 1 个)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
CBL17, 18, 19	176F8351	Spare, Cable, IGBT Gate, D2 Frame	从门驱动器卡到 IGBT 模块的线束 (每套 1 个)												
CBL17, 18, 19	176F8582	Spare, Cable, IGBT Gate, E1 Frame	从门驱动器卡到 IGBT 模块的线束 (每套 1 个)												
CBL20	176F8352	Spare, Cable, IGBT Temperature	从 IGBT 模块到门驱动器卡的温度连接	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL21	176F8365	Spare, Cable, Brake IGBT, D1 Frame	从 IGBT 模块到制动 IGBT 模块的线束	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL21	176F8368	Spare, Cable, Brake IGBT, D2 Frame	从门驱动器卡到制动 IGBT 模块的线束												
CBL21	176F8583	Spare, Cable, Brake IGBT, E Frame	从门驱动器卡到制动 IGBT 模块的线束												
CBL22	176F8366	Spare, Cable, Brake Power Plus, D1 Frame	从制动 IGBT 到正制动端子的电缆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL22	176F8369	Spare, Cable, Brake Power Plus, D2 Frame	从制动 IGBT 到正制动端子的电缆												
CBL23	176F8367	Spare, Cable, Brake Power Minus, D1 Frame	从制动 IGBT 到负制动端子的电缆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL23	176F8370	Spare, Cable, Brake Power Minus, D2 Frame	从制动 IGBT 到负制动端子的电缆												
CBL24	176F8543	Spare, Cable, Softchg RST, D1 Frame	从输入电源到软充电板的线束	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL24	176F8353	Spare, Cable, Softchg RST, D2 Frame	从输入电源到软充电板的线束												
CBL24	176F8584	Spare, Cable, Softchg RST, E Frame	从输入电源到软充电板的线束												
CBL25	176F8355	Spare, Cable, Softchg to DC bus, D Frame	从软充电到直流总线的线束	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBL25	176F8585	Spare, Cable, Softchg to DC bus, E Frame	从软充电到直流总线的线束												
CBL26	176F8613	Spare, Cable, FC Fuse Fan, E Frame	从功率卡到风扇熔断器的电缆												

表 10.14: 电缆备件列表

框图标识符	备件号	备件名称	注释	525 - 690 VAC											
				D1/D3	D2/D4	E1/E2									
				FC 102	P132	P160	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560	P630	
				FC 302	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P500	P560	
端子、标签、绝缘装置															
TB1	176F8374	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame	电端子母线 (每套 1 个)			3									
TB1	176F8375	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame	电端子母线 (每套 1 个)				3								
TB1	176F8587	Spare, BB, Terminal Block, E Frame	电端子阶式母线 (每套 1 个)								3				3
TB2	176F8374	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame	电端子阶式母线 (每套 1 个)			3									
TB2	176F8375	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame	电端子阶式母线 (每套 1 个)				3								
TB2	176F8587	Spare, BB, Terminal Block, E Frame	电端子阶式母线 (每套 1 个)									3			3
TB3	176F8395	Spare, BB, Terminal, LS, BK, D Frame	制动端子母线 (每套 1 个)			2		2		2					
TB3	176F8399	Spare, BB, Terminal, LS, LT, D Frame	制动端子母线 (左)									1			1
TB3	176F8404	Spare, BB, Load Share, 2, D Frame	制动端子母线 (右)										1		1
TB4	176F8395	Spare, BB, Terminal, LS, BK, D Frame	负载共享端子母线 (每套 1 个)			2									
TB4	176F8399	Spare, BB, Terminal, LS, LT, D Frame	负载共享端子母线 (左)				1								
TB4	176F8404	Spare, BB, Load Share, 2, D Frame	负载共享端子母线 (右)					1							
TB4	176F8587	Spare, BB, Terminal Block, E Frame	负载共享端子阶式母线 (每套 1 个)										2		2
TB1	176F8371	Spare, Terminal Insul, mains, motor, D Frame	电端子组绝缘装置			1									
TB1	176F8588	Spare, Insul, Terminal Block, E Frame	电端子组绝缘装置 (每套 1 个)										3		3
TB2	176F8371	Spare, Terminal Insul, mains, motor, D Frame	电端子组绝缘装置			1									
TB2	176F8588	Spare, Insul, Terminal Block, E Frame	电端子组绝缘装置 (每套 1 个)										3		3
TB3	176F8372	Spare, Terminal Insul, Brk, LD Shr, D Frame	制动端子组绝缘装置			1									
TB4	176F8372	Spare, Terminal Insul, Brk, LD Shr, D Frame	制动端子组绝缘装置			1									
TB4	176F8588	Spare, Insul, Terminal Block, E Frame	负载共享端子组绝缘装置 (每套 1 个)			1									
TB4	176F8373	Spare, Label Set, Terminal Blk, D Frame	端子组标签集包括用于电网、电动机、制动的、负载共享端子的标签			1									
TB4	176F8589	Spare, Label Set, Terminal, E Frame	端子组标签集包括用于电网、电动机、制动的、负载共享端子的标签										1		1
TB4	176F8545	Spare, Insul, Mylar, IGBT, Bus, D1 Frame	位于 IGBT 输入母线单元下方的绝缘装置			1									
TB4	176F8421	Spare, Insul, Mylar, IGBT, Bus, D2 Frame	位于 IGBT 输入母线单元下方的绝缘装置				1								
TB4	176F8590	Spare, Insul, IGBT-Chassis, E Frame	位于 IGBT 输入母线单元下方的绝缘装置										1		1
TB4	176F8547	Spare, Insul, IGBT snubber cap support	安装在 IGBT 和缓冲电容器之间 (每套 1 个)			1									
TB4	176F8546	Spare, Insul, between mains fuse, T6/7	电网熔断器之间的绝缘装置												
TB4	176F8410	Spare, BB Stand Off, PKG10	母线固定支架 (每套 10 个)			12		12		12					12
TB4	176F8610	Spare, IGBT Output Standoff, PKG9, E Frame	IGBT 输出母线固定支架 (每套 9 个)												9

表 10.15: 端子、标签、绝缘装置备件列表

框图标识 符号	备件名称	注释	525 - 690 VAC										
			D1/D3	D2/D4			E1/E2						
			FC 102	P132	P160	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560	P630
	总线												
176F8380	Spare, BB, SCR, R\S\T, D Frame	将输入板母线连接到 SCR 输入 (每套 1 个)	3	3									
176F8548	Spare, Br-kt, SCR BB Support, D Frame	SCR 输入母线的支撑	1	1									
176F8394	Spare, BB, SCR, Input, D Frame	将输入板母线连接到 SCR 输入 (每套 1 个)			3								
176F8387	Spare, BB, SCR, Plus, 1, D Frame	将输入板母线连接到 SCR 输入 (每套 1 个)				3	3						
176F8700	Spare, BB, SCR/Di, Input, T7, E Frame	从输入板到 SCR 和二极管 (每套 1 个)							3	3	3	3	3
176F8379	Spare, BB Assy, SCR, D Frame	连接到 SCR 输出, 夹层单元	1	1									
176F8381	Spare, BB, SCR, Minus, D Frame	将直流线圈输入连接到 SCR 输出母线单元 (每套 1 个)	2	2									
176F8393	Spare, BB, SCR, DC, VLT5202	连接到 SCR 输出 (每套 1 个)			2								
176F8385	Spare, BB, SCR, Minus, 1, D Frame	连接到 SCR 输出 (每套 1 个)				2	2						
176F8386	Spare, BB, SCR, Minus, 2, D Frame	连接到直流线圈的正输入, 位于变频器的左侧			1	1	1						
176F8388	Spare, BB, SCR, Plus, 2, D Frame	连接到直流线圈的负输入, 位于变频器的右侧			1	1	1						
176F8701	Spare, BB, SCR/Di, Output, T7, E Frame	连接到 SCR 和二极管的直流侧 (每套 1 个)								2	2	2	2
176F8597	Spare, BB, DC Bus Plus, Before Coil, E Frame	直流正端到直流总线								1	1	1	1
176F8598	Spare, BB, DC Bus Minus, Before Coil, E Frame	直流负端到直流总线								1	1	1	1
176F8549	Spare, BB, DC Link, Plus, D Frame	将直流线圈的正输出连接到 IGBT 输入母线单元	1	1									
176F8391	Spare, BB, DC Link, Plus, D Frame	将直流线圈的负输出连接到 IGBT 输入母线单元	1	1									
176F8382	Spare, BB, DC Link, Minus, D Frame	将直流线圈输出连接到 IGBT 输入母线单元 (每套 1 个)			2	2	2						
176F8599	Spare, BB, DC Bus, After Coil, E Frame	从直流线圈输出连接到 IGBT 夹层单元 (每套 1 个)								2	2	2	2
176F8376	备件, 母线单元, IGBT, D 机架	连接电容器组和 IGBT 输入, 夹层单元	1	1									
176F8377	Spare, BB Assy, IGBT-Ind, D Frame	IGBT 输入母线夹层单元 (下)			1	1	1						
176F8378	Spare, BB Assy, IGBT-Cap, D Frame	IGBT 输入母线夹层单元 (上)			1	1	1						
176F8600	Spare, BB Assy, IGBT-Ind, E Frame	直流总线夹层, 连接到 IGBT 输入								1	1	1	1
176F8601	Spare, BB Assy, IGBT-Cap, E Frame	将电容器组连接到 IGBT 输入 (每套 1 个)								3	3	3	3
176F8390	Spare, BB, IGBT, U\VA\W, D Frame	将 IGBT 输出连接到跨越风扇的长母线 (每套 1 个)	3	3									
176F8392	Spare, BB, Motor, 2, D Frame	跨越风扇的长输出母线 (每套 1 个)	3	3									
176F8393	Spare, BB, Motor, U/W, D Frame	连接到 IGBT 输出, 用于 U 相或 W 相 (每套 1 个)			2	2	2						
176F8384	Spare, BB, Motor, V, D Frame	连接到 IGBT 输出, 用于 V 相 (每套 1 个)			1	1	1						
176F8389	Spare, BB, I-Sensor, D Frame	跨越风扇的长输出母线 (每套 1 个)			3	3	3						
176F8602	Spare, BB, IGBT Output, E Frame	从 IGBT 输出连接到 SCR 和二极管之间 (每套 1 个)								3	3	3	3
176F8603	Spare, BB, Over Fan Box, E Frame	跨越风扇箱的输出 (每套 1 个)								3	3	3	3
176F8604	Spare, BB, Current Sensor 5352, E	穿过电流传感器 (每套 1 个)								3	3	3	3
176F8605	Spare, BB, Current Sensor 5452-5502, E	穿过电流传感器 (每套 1 个)								3	3	3	3
176F8397	Spare, BB, Brake, Plus, D Frame	将直流正端连接到制动 IGBT	1	1									
176F8398	Spare, BB, Brake, Minus, D Frame	将直流正端连接到制动 IGBT	1	1									
176F8396	Spare, BB, Brake, D Frame	将 2 个制动 IGBT 连接到一起			1	1	1						
176F8606	Spare, BB, Brake Assy, E Frame	连接制动母线, 不包括端子母线								1	1	1	1

表 10.16: 总线

框图标识 符号	备件名称	注释	525 - 690 VAC											
			D1/D3			D2/D4			E1/E2					
			FC 102	P132	P160	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560	P630	P630
	总线													
176F8401	Spare, BB, LS, Plus, D Frame	将负载共享正端子连接到 SCR 输出母线单元		1										
176F8400	Spare, BB, LS, Minus, D Frame	将负载共享负端子连接到 SCR 输出母线单元		1										
176F8403	Spare, BB, LS, Plus, D Frame	将 SCR 母线连接到负载共享正端子				1	1	1	1					
176F8402	Spare, BB, LS, Minus, D Frame	将 SCR 母线连接到负载共享负端子				1	1	1	1					
176F8607	Spare, BB, Load Share Plus, E Frame	负载共享母线 (正)								1	1	1	1	1
176F8702	Spare, BB, Load Share Minus, T7, E Frame	负载共享母线 (负)								1	1	1	1	1
176F8405	Spare, BB, SCR, Input 2, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)		3	3									
176F8406	Spare, BB, SCR, T, 1, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)				3	3	3	3					
176F8407	Spare, BB, Disc, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)			3									
176F8408	Spare, BB, Disc, R, S, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)				2	2	2	2					
176F8409	Spare, BB, Disc, T, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)				1	1	1	1					

表 10.17: 母线备件列表

		525 - 690 VAC									
框图标识符	备件号	备件名称	注释	D1/D3	D2/D4	E1/E2					
机箱											
	176F8430	Spare, Cable Clamp, 60 mm	60 mm 电缆夹								
	176F8490	Spare, Brkt. HF, board, gnd, D Frame	高频板的固定托架	1	1						
	176F8491	Spare, Brkt. HF, board, gnd, D Frame	高频板的固定托架								
	176F8427	IP00, D3, 侧面板		IP00	IP00						
	176F8428	IP00, D4, 侧面板									

表 10.18: 机箱备件列表

		525 - 690 VAC										
		D1/D3										
框图标识符	备件号	备件名称	注释	FC 102	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	P110	P90K	
				FC 202	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	P110	P90K	
				FC 302	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	P90K	P75K	
PCA												
PCA3	176F8692	Spare, power card, pdefc-xxxP45kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	102	---	---	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8693	Spare, power card, pdefc-xxxP55kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	102	---	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8694	Spare, power card, pdefc-xxxP75kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	102	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8695	Spare, power card, pdefc-xxxP90kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	---	102	---	---	---	---	
PCA3	176F8696	Spare, power card, pdefc-xxxP110T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	---	---	102	---	---	---	
PCA3	176F8692	Spare, power card, pdefc-xxxP45kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	202	---	---	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8693	Spare, power card, pdefc-xxxP55kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	202	---	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8694	Spare, power card, pdefc-xxxP75kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	202	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8695	Spare, power card, pdefc-xxxP90kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	---	202	---	---	---	---	
PCA3	176F8696	Spare, power card, pdefc-xxxP110T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	---	---	202	---	---	---	
PCA3	176F8692	Spare, power card, pdefc-xxxP45kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	302	---	---	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8693	Spare, power card, pdefc-xxxP55kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	302	---	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8694	Spare, power card, pdefc-xxxP75kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	302	---	---	---	---	---	
PCA3	176F8695	Spare, power card, pdefc-xxxP90kT7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	---	302	---	---	---	---	
PCA3	176F8696	Spare, power card, pdefc-xxxP110T7xxxxUxC	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	---	---	302	---	---	---	
PCA4	176F8525	Spare, Current Scaling PCA, 5. 85 Ohm	功率卡, 带保护涂层, 不含标定卡	---	---	---	---	---	---	---	302	
PCA5	176F8626	Spare, FC Gate Drive PCA, CC, D&E Frame	安装在功率卡上	1	1	1	1	1	1	1	1	
PCA8	176F8523	Spare, HF PCA, T7, D&E Frame	门驱动基板	1	1	1	1	1	1	1	1	
PCA11	176F8522	Spare, Soft charge PCA, CC, T7, D Frame	高频板	1	1	1	1	1	1	1	1	
PCA9	176F8526	Spare, Balance, PCA, T7, D&E Frame	软充电板, 含固定托架	1	1	1	1	1	1	1	1	
半导体												
IGBT1,2	176F8632	Spare, FC IGBT kit, 300A, T7, D Frame	电容器组平衡卡, 含用电容器组	1	1	1	1	1	1	1	1	
IGBT4,5	176F8316	Spare, Brake IGBT kit, D&E Frame	每套 1 个 IGBT 模块	1	1	1	1	1	1	1	1	
SCR1,2,3	176F8529	Spare, SCR/diode kit, 160A, T7, D Frame	每套 1 个 IGBT 模块	3	3	3	3	3	3	3	3	
电阻器												
RI	176F8531	Spare, Soft charge Resistor, 68 Ohm, 110W	每套 1 个 SCR 和二极管模块	1	1	1	1	1	1	1	1	

表 10.19: PCA、半导体和电阻器备件列表

		525 - 690 VAC									
框图标识符	备件号	备件名称	注释	FC 102	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	D1/D3	P110
	C2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	电容器		FC 202	P45K	P55K	P75K	P90K	P110		P110
		Spare, CAP, IGBT Snubber, 1250V, 1uF	IGBT 缓冲电容安装在 IGBT 模块上	FC 302	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K		P90K
	CBANK1, 2	Spare, CAP Bank, D Frame, 4cap, T7	电容器组, 含平衡卡		3	3	3	3	3	1	3
					1	1	1	1	1	1	1
风扇											
	FI+C1	Spare, Heatsink Fan Assy, D Frame	散热片风扇 包括风扇、风扇箱、电容器、衬垫、电缆		1	1	1	1	1	1	1
	F2, 3	Spare, Door Fan Kit, D&E Frame	门装风扇套件。包括风扇、格栅、支撑、紧固件 (每套一部风扇)		21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54
		Spare, Door Vent Kit, D&E Frame	门装通风套件。包括格栅、支撑、紧固件 (每套一个通风模块)		21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54
	F4	Spare, Door Fan Filter, PKG10, D&E Frame	门装过滤器, 10 件套		IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54
		Spare, FC DC Top Fan, IP00 D Frame	IP00 顶装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇)		IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00	IP00
	F2, 3	Spare, Door/Top AC Fan, D&E Frame	IP21/IP54 门装风扇, 仅含风扇 (每套一部风扇)		21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54
熔断器											
	FU1, 2, 3	Spare, Fuse, Main, 350A	电网熔断器。每套 1 个熔断器		---	---	---	---	---	---	3
		Spare, Fuse, Main, 200A	电网熔断器。每套 1 个熔断器		3	3	3	3	3	3	---
	FU5	Spare, Fuse, Soft charge, 20A, PKG3, D&E Frame	软充电熔断器 3 件套		1	1	1	1	1	1	1
		Spare, Fuse, 4A, PKG3, Power PCA, Fan	功率卡熔断器, 4 安培 3 件套		1	1	1	1	1	1	1
	FU4	Spare, Fuse, 4A, PKG3, Power PCA, Fan	风扇变压器熔断器, 4 安培 3 件套		1	1	1	1	1	1	1
感应器和电流传感器											
	L1	Spare, Bus Inductor, 350uH	直流回路线圈, 小 D 机架		1	1	1	1	1	1	1
	L2, 3, 4	Spare, Current Sensor, 300A	电动机电流传感器, 每套 1 部传感器		3	3	3	3	3	3	3
	TR1	Spare, Fan Transformer Assy, 690V, 400VA	风扇变压器。含电缆和插头		1	1	1	1	1	1	1

表 10.20: 电容器、风扇、熔断器及感应器和电流传感器备件列表

10

		525 - 690 VAC														
		D1/D3														
框图标识符	备件号	备件名称	注释	FC 102	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	FC 202	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	
				FC 302	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K							
断路器																
SW1	176F8345	Spare, Disconnect SW, 200A, D Frame	断路器													
	176F8346	Spare, Disconnect Handle, Rod, D Frame	断路器手柄													
电缆																
CBL1	176F8640	Spare, Cable, FC LCP, D Frame, IP54	从 LCP 到控制卡的带状电缆, IP 54 机箱	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54							
CBL2	176F8641	Spare, Cable, Control PCA, 44pin, D&E Frame	从控制卡到功率卡的带状电缆	1	1	1	1	1	1							
CBL5	176F8541	Spare, Cable, FC Current Sensor, D Frame	从功率卡到电流传感器的线束	1	1	1	1	1	1							
CBL8	176F8542	Spare, Cable, HS Fan, D1 Frame	从功率卡到风扇变压器的线束	1	1	1	1	1	1							
CBL9	176F8354	Spare, Cable, Softchg RST prime, D Frame	从软充电到功率卡的线束	1	1	1	1	1	1							
CBL12	176F8358	Spare, Cable, Door Fan, D Frame	用于交流门装风扇的线束	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54							
CBL13	176F8544	Spare, Cable, FC SCR, D1 Frame	从功率卡到 SCR 的线束	1	1	1	1	1	1							
CBL14	176F8356	Spare, Cable, DC to Power PCA, D Frame	从直流总线到功率卡的电压	1	1	1	1	1	1							
CBL16	176F8363	Spare, Cable, FC Gate Drive, 16pin, D1 Frame	从功率卡到门驱动器卡的带状电缆	1	1	1	1	1	1							
CBL17, 18, 19	176F8364	Spare, Cable, IGBT Gate, D1 Frame	从门驱动器卡到 IGBT 模块的线束 (每套 1 个)	3	3	3	3	3	3							
CBL20	176F8352	Spare, Cable, IGBT Temperature	从 IGBT 模块到门驱动器卡的温度连接	1	1	1	1	1	1							
CBL21	176F8365	Spare, Cable, Brake IGBT, D1 Frame	从门驱动器卡到制动 IGBT 模块的线束	1	1	1	1	1	1							
CBL22	176F8366	Spare, Cable, Brake Power Plus, D1 Frame	从制动 IGBT 到正制动端子的电缆	1	1	1	1	1	1							
CBL23	176F8367	Spare, Cable, Brake Power Minus, D1 Frame	从制动 IGBT 到负制动端子的电缆	1	1	1	1	1	1							
CBL24	176F8543	Spare, Cable, Softchg RST, D1 Frame	从输入电源到软充电板的线束	1	1	1	1	1	1							
CBL25	176F8355	Spare, Cable, Softchg to DC bus, D Frame	从软充电到直流总线的线束	1	1	1	1	1	1							

表 10.21: 断路器和电缆备件列表

		525 - 690 VAC												
		D1/DS												
框图标识符	备件号	备件名称	注释	FC 102	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	P110	P90K	P75K	P90K	P110
				FC 202	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	P90K	P75K	P90K	P75K	P90K
				FC 302	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	P90K	P55K	P75K	P55K	P90K
		端子、标签、绝缘装置												
TB1	176F8374	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame	电网端子母线 (每套 1 个)		3	3	3	3	3	3				3
TB2	176F8374	Spare, BB, Terminals, Mains, Motor, D Frame	电动机端子母线 (每套 1 个)		3	3	3	3	3	3				3
TB3	176F8395	Spare, BB, Terminal, LS, BK, D Frame	制动端子母线 (每套 1 个)		2	2	2	2	2	2				2
TB4	176F8395	Spare, BB, Terminal, LS, BK, D Frame	负载共享端子母线 (每套 1 个)		2	2	2	2	2	2				2
TB1	176F8371	Spare, Terminal Insul, mains, motor, D Frame	电网端子组绝缘装置		1	1	1	1	1	1				1
TB2	176F8371	Spare, Terminal Insul, mains, motor, D Frame	电动机端子组绝缘装置		1	1	1	1	1	1				1
TB3	176F8372	Spare, Terminal Insul, Brk, LD Shr, D Frame	制动端子组绝缘装置		1	1	1	1	1	1				1
TB4	176F8372	Spare, Terminal Insul, Brk, LD Shr, D Frame	负载共享端子组绝缘装置		1	1	1	1	1	1				1
	176F8373	Spare, Label Set, Terminal Blk, D Frame	端子组标签集包括用于电网、电动机、制动、负载共享端子的标签		1	1	1	1	1	1				1
	176F8545	Spare, Insul, Mylar, IGBT, Bus, D1 Frame	位于 IGBT 输入母线单元下方的绝缘装置		1	1	1	1	1	1				1
	176F8547	Spare, Insul, IGBT snubber cap support	安装在 IGBT 和缓冲电容器之间 (每套 1 个)		1	1	1	1	1	1				1
	176F8410	Spare, BB Stand Off, PKG10	母线固定支架 (每套 10 个)		12	12	12	12	12	12				12

表 10.22: 端子、标签、绝缘装置备件列表

		525 - 690 VAC									
框图标识符	备件号	备件名称	注释	FC 102	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	D1/D3	P110
				FC 202	P45K	P55K	P75K	P90K	P110		P110
				FC 302	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K		P90K
		母线									
	176F8380	Spare, BB, SCR, R\,S\,T, D Frame	将输入板母线连接到 SCR 输入 (每套 1 个)	3	3	3	3	3	3		3
	176F8548	Spare, Brkt, SCR BB Support, D Frame	SCR 输入母线的支撑	1	1	1	1	1	1		1
	176F8379	Spare, BB Assy, SCR, D Frame	连接到 SCR 输出, 夹层单元	1	1	1	1	1	1		1
	176F8381	Spare, BB, SCR, Minus, D Frame	将直流线圈输入连接到 SCR 输出母线单元 (每套 1 个)	2	2	2	2	2	2		2
	176F8549	Spare, BB, DC Link, Plus, D Frame	将直流线圈的正输出连接到 IGBT 输入母线单元	1	1	1	1	1	1		1
	176F8391	Spare, BB, DC Link, Plus, D Frame	将直流线圈的负输出连接到 IGBT 输入母线单元	1	1	1	1	1	1		1
	176F8376	Spare, BB Assy, IGBT, D Frame	将 IGBT 输出连接到跨越风扇的长母线	1	1	1	1	1	1		1
	176F8390	Spare, BB, IGBT, U\,V\,W, D Frame	连接电容器组和 IGBT 输入, 夹层单元	3	3	3	3	3	3		3
	176F8392	Spare, BB, Motor, 2, D Frame	跨越风扇的长输出母线 (每套 1 个)	3	3	3	3	3	3		3
	176F8397	Spare, BB, Brake, Plus, D Frame	将直流正端连接到制动 IGBT	1	1	1	1	1	1		1
	176F8398	Spare, BB, Brake, Minus, D Frame	将直流负端连接到制动 IGBT	1	1	1	1	1	1		1
	176F8401	Spare, BB, LS, Plus, D Frame	将负载共享正端子连接到 SCR 输出母线单元	1	1	1	1	1	1		1
	176F8400	Spare, BB, LS, Minus, D Frame	将负载共享负端子连接到 SCR 输出母线单元	1	1	1	1	1	1		1
	176F8405	Spare, BB, SCR, Input 2, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)	3	3	3	3	3	3		3
	176F8407	Spare, BB, Disc, D Frame	位于输入板上 (每套 1 个)	3	3	3	3	3	3		3
		机箱									
	176F8430	Spare, Cable Clamp, 60 mm	60 mm 电缆夹	---	---	---	---	---	---		---
	176F8490	Spare, Brkt, HF, board, gnd, D Frame	高频板的固定托架	1	1	1	1	1	1		1

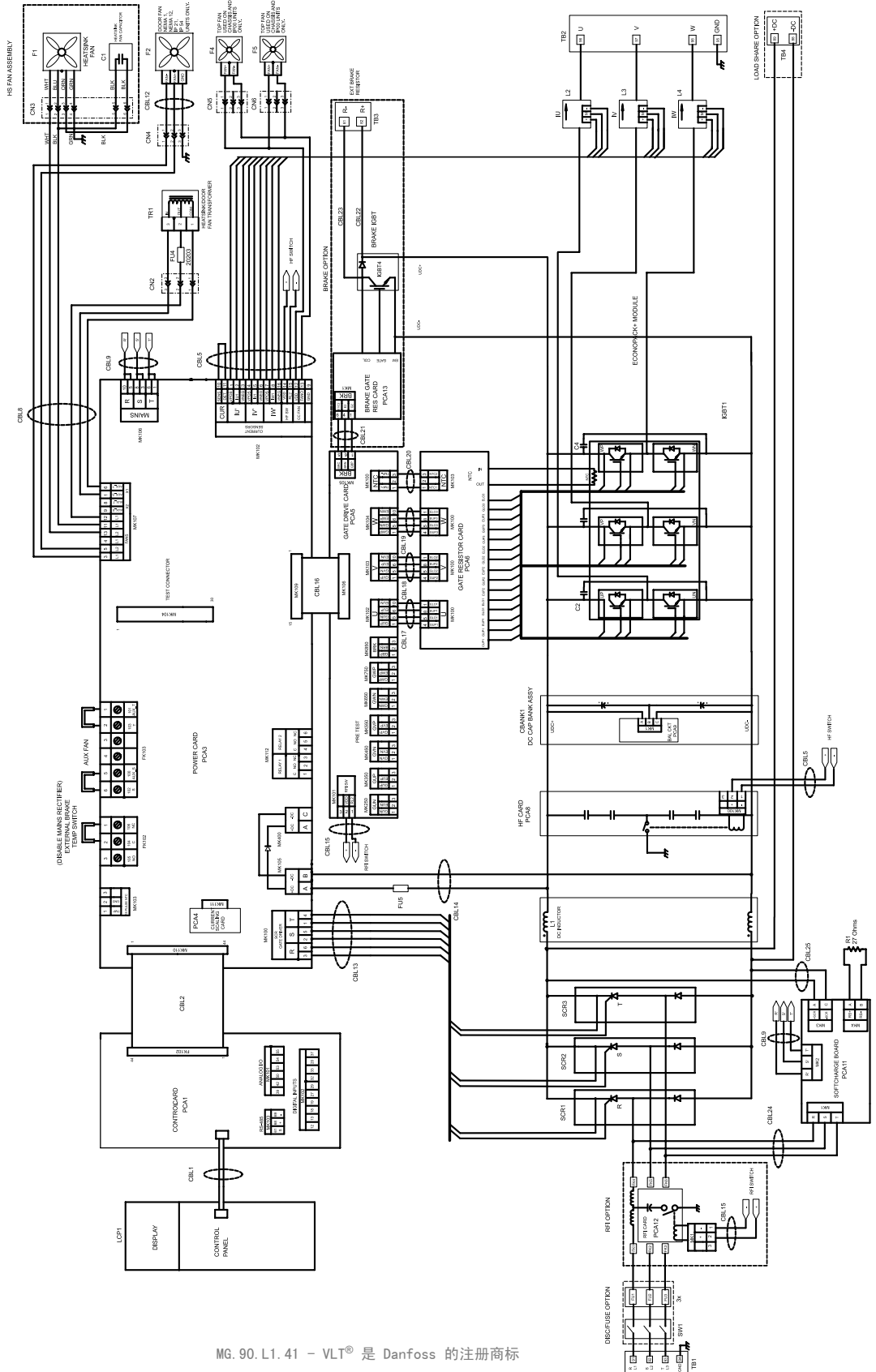
表 10.23: 母线和机箱备件列表

11 框图

11.1 D-机架的框图

11.1.1 D1/D3 380 - 500 VAC

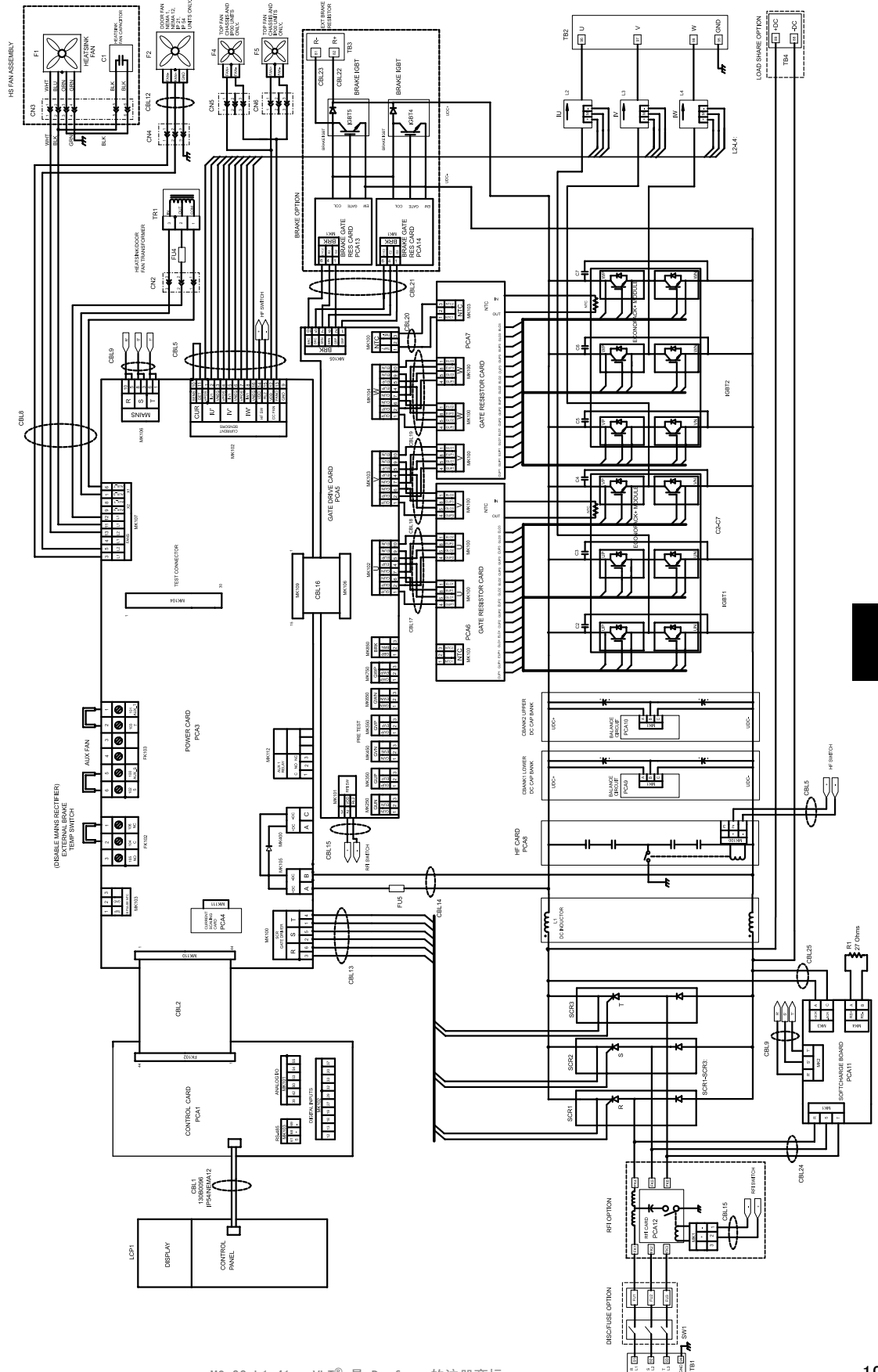
130BX200.10



11

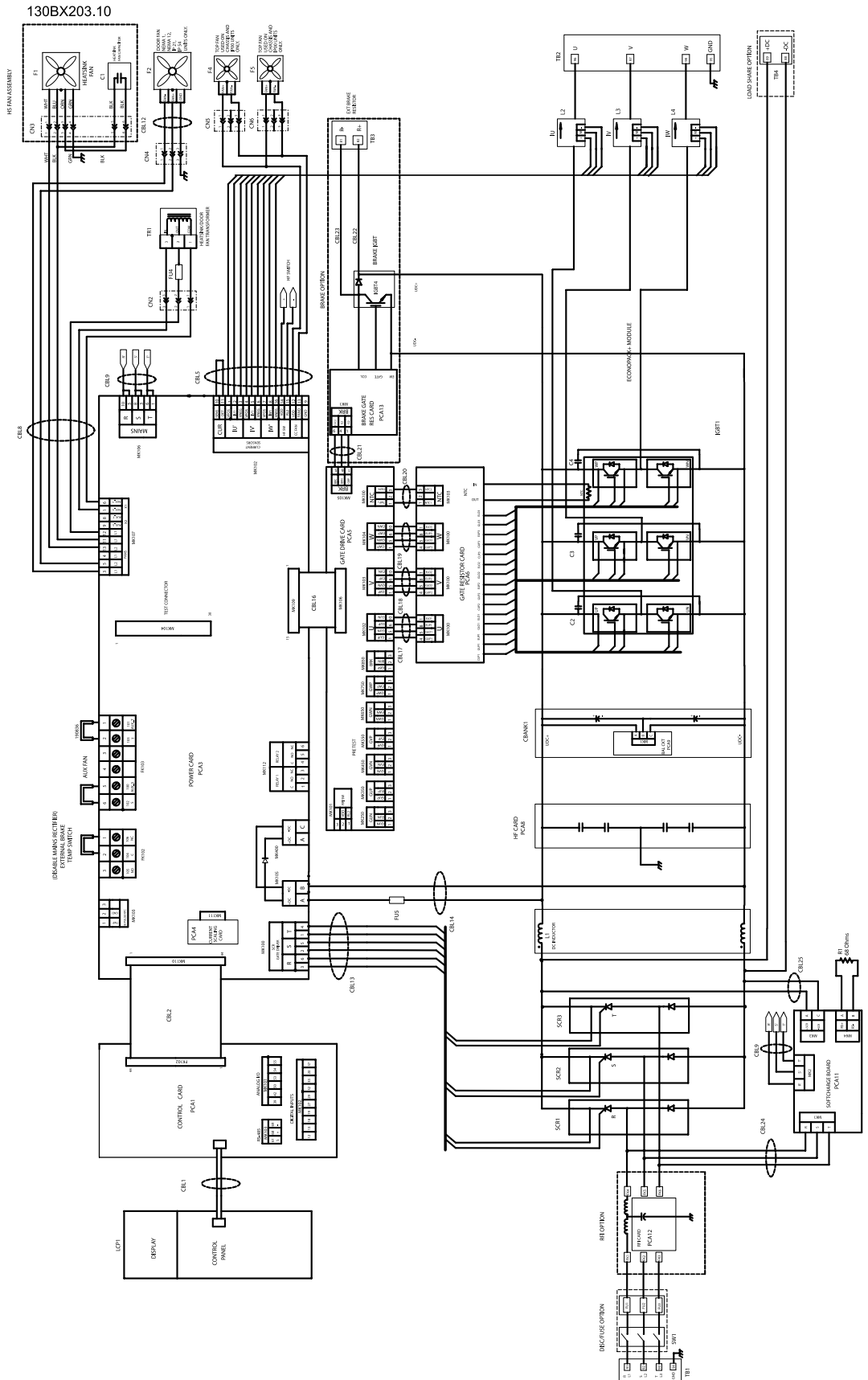
11.1.2 D2/D4 380 – 500 VAC

130BX201.10



11

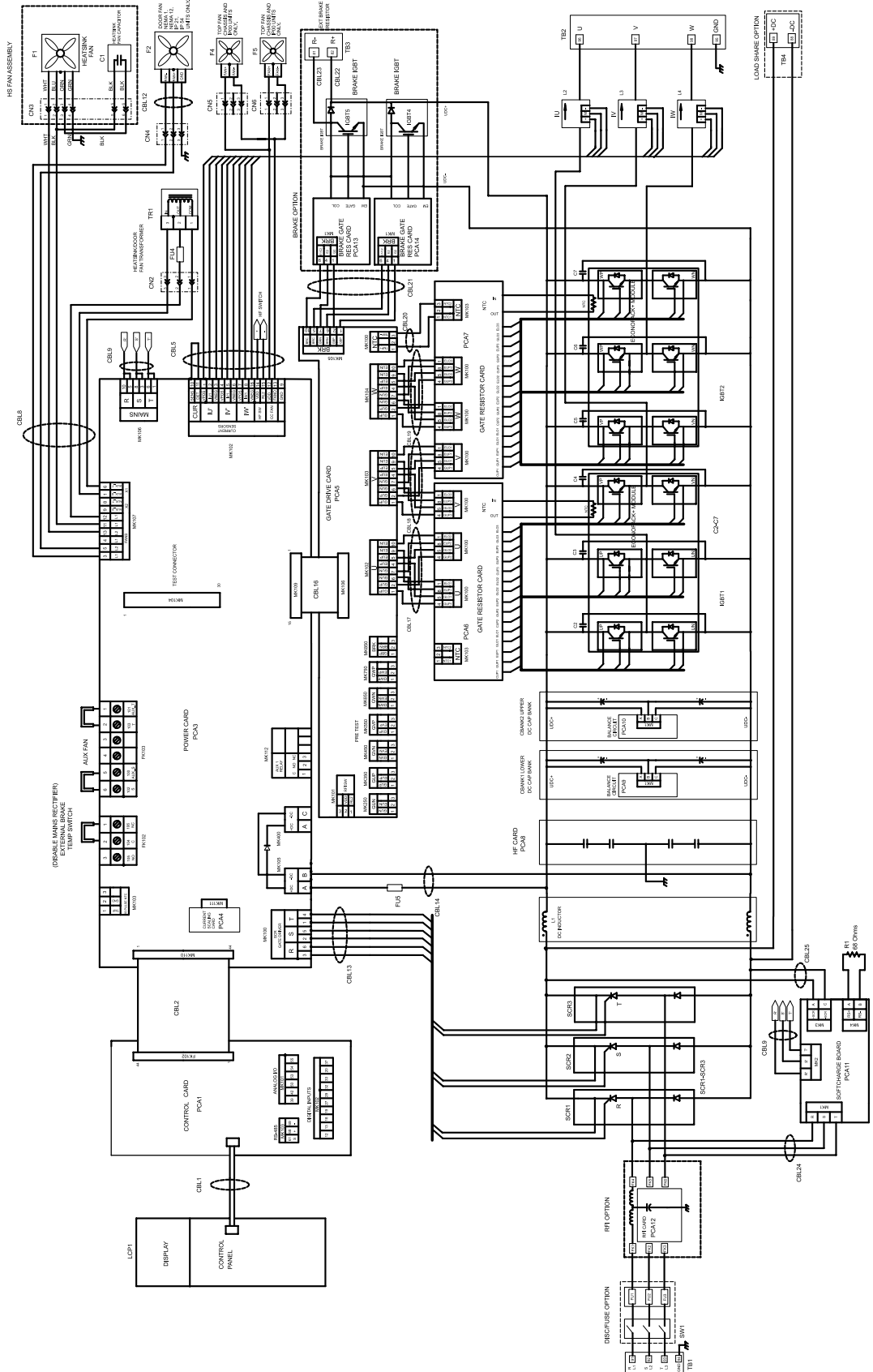
11.1.3 D1/D3 525 – 690 VAC



11

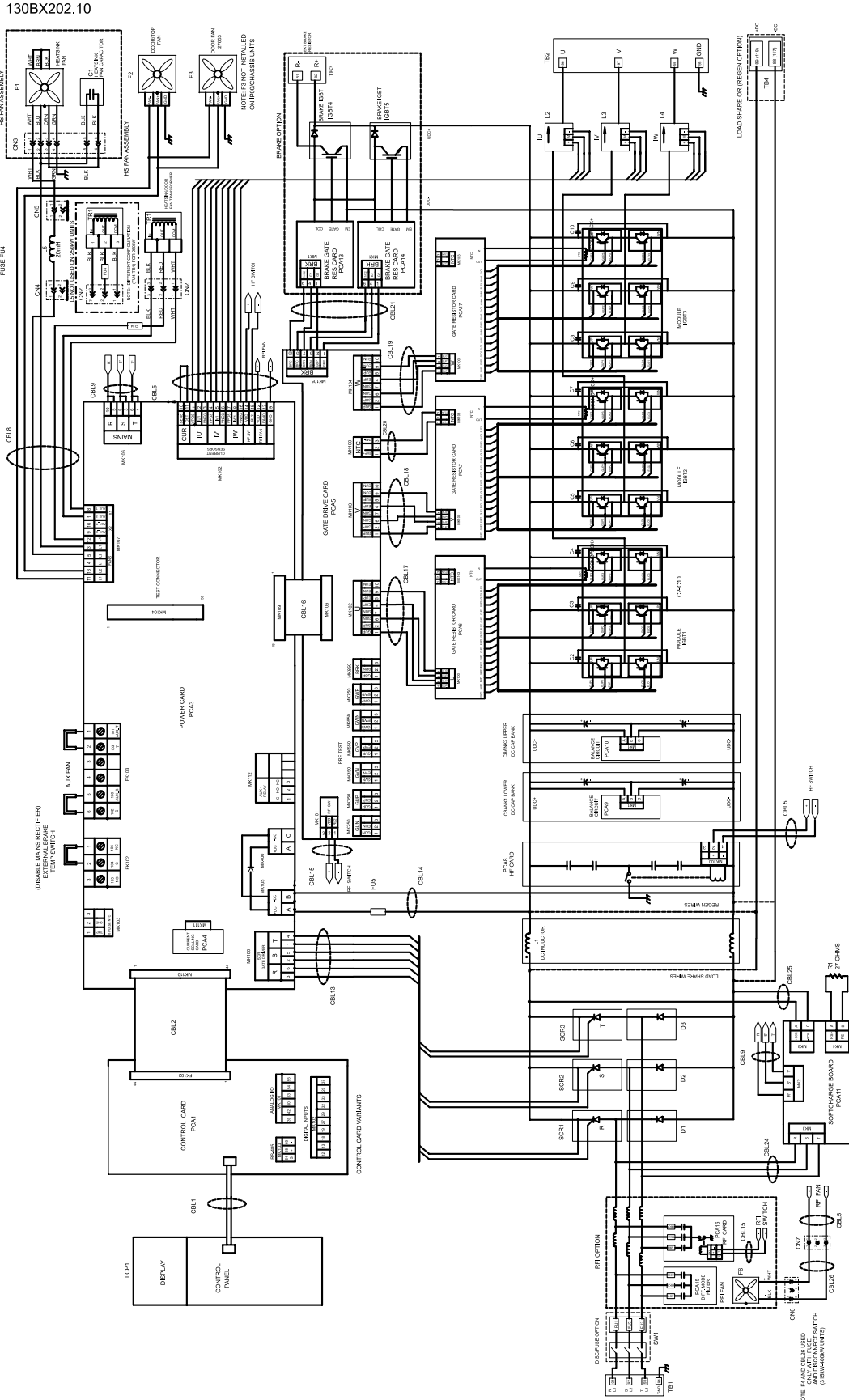
11.1.4 D2/D4 525 – 690 VAC

130BX204.10



11.2 E-机架的框图

11.2.1 E1/E2 380 - 500 VAC



11

11.2.2 E1/E2 525 – 690 VAC

