



VLT® 高级有源滤波器 AAF005 (D/E 机架) 维护手册

目录

1 简介	6
1.1 VLT 有源滤波器产品概述	6
1.2 为了您的安全	6
1.2.1 警告	6
1.3 静电放电 (ESD)	6
1.4 机架规格定义	7
1.5 额定值表	7
1.6 熔断器	9
1.7 电流传感器	9
1.8 通常的紧固转矩值	10
1.9 所需工具	10
1.10 分解图	11
1.10.1 分解图 (D 机架)	11
1.10.2 分解图 (E 机架)	12
2 操作员接口和有源滤波器控制	13
2.1 简介	13
2.2 用户界面	13
2.2.1 LCP 布局	13
2.2.2 设置 LCP 显示值	14
2.2.3 显示菜单键	14
2.2.4 导航键	15
2.2.5 操作键	15
2.2.6 提示与技巧	15
2.3 状态信息	16
2.3.1 状态信息	16
2.4 服务功能	17
2.5 滤波器输入和输出	17
2.5.1 变流器	17
2.5.2 滤波器 CT 输入	17
2.5.2.1 外部 CT 输入	17
2.5.2.2 来自 LCL 和 IGBT 的内部 CT 输入	18
2.5.3 控制线路输入/输出	18
2.5.4 串行通讯线路	19
2.6 控制端子	20
2.7 控制端子功能	21
2.8 屏蔽控制电缆的接地	23
3 内部有源滤波器的工作	24
3.1 一般信息	24

3.2 操作说明	24
3.2.1 简介	24
3.2.2 控制卡	24
3.2.3 有源滤波器卡	25
3.2.4 控制-功率接口	25
3.2.5 滤波器电源单元	25
3.3 附加电路	25
3.3.1 交流接触器	25
3.3.2 软充电电路	25
3.3.3 冷却风扇	26
3.3.4 风扇速度控制	26
3.3.5 低谐波变频器	27
4 故障排查	28
4.1 故障排查技巧	28
4.2 故障症状疑难解答	28
4.3 肉眼检查	29
4.4 故障症状	30
4.4.1 无显示	30
4.4.2 间歇显示	30
4.5 警告/报警消息	30
4.5.1 警告/报警代码表	30
4.6 修理之后的测试	36
5 有源滤波器和电网	37
5.1 电网变化	37
5.1.1 电网配置	37
5.1.2 电网阻抗	37
5.1.3 前级电压失真	37
5.2 电流极限	37
5.2.1 主电源缺相和相位失衡跳闸	37
5.2.2 电压骤降和闪变	37
5.2.3 与同一电网上的其他设备的兼容性	38
5.2.4 主电源谐振	38
5.2.5 控制逻辑问题	38
5.2.6 编程问题	38
5.3 内部有源滤波器问题	39
5.3.1 过温故障	39
5.3.2 电流反馈问题	39
5.3.3 CT 输入噪声	39
5.3.4 EMI 的影响	39

6 测试步骤	40
6.1 简介	40
6.1.1 测试所要求的工具	40
6.1.2 信号测试板	41
6.2 静态测试步骤	41
6.2.1 软充电电路测试	41
6.2.2 软充电整流器测试	41
6.2.3 逆变器部分的测试	42
6.2.3.1 逆变器测试第 I 部分	42
6.2.3.2 逆变器测试第 II 部分	42
6.2.3.3 逆变器测试第 III 部分	42
6.2.3.4 逆变器测试第 IV 部分	42
6.2.4 门电阻器测试	42
6.2.5 中间部分测试	43
6.2.6 散热片温度传感器测试	43
6.2.7 风扇导通性测试	43
6.2.7.1 风扇熔断器测试	43
6.2.7.2 变压器的欧姆值测试	43
6.2.7.3 风扇的欧姆值测试	44
6.2.8 交流主电源接触器和软充电接触器测试	44
6.3 动态测试步骤	44
6.3.1 无显示测试	44
6.3.2 输入电压测试	44
6.3.3 控制卡基本电压测试	45
6.3.4 开关模式电源 (SMPS) 测试	45
6.3.5 电流传感器测试 (CT1、CT2、CT3)	45
6.3.6 输入端子信号测试	45
6.3.7 主电源谐振测试	46
6.3.8 控制卡数字输入/输出测试	46
6.4 修理之后的测试	47
7 D 机架规格拆卸及安装说明	48
7.1 静电放电 (ESD)	48
7.1.1	48
7.2 有源侧说明	48
7.2.1 控制卡及控制卡固定板	48
7.2.2 控制单元支撑托架	50
7.2.3 有源滤波器卡	50
7.2.4 功率卡	50
7.2.5 功率卡固定板	52

7.2.6 软充电卡	53
7.2.7 门驱动器卡	53
7.2.8 直流电容器组	53
7.2.9 软充电卡固定板	53
7.2.10 输入端子固定板	54
7.2.11 IGBT 模块	54
7.2.12 IGBT 电流传感器 CT1、CT2 和 CT3	56
7.2.13 软充电电阻器	57
7.2.14 风扇变压器	57
7.2.15 散热片风扇单元	57
7.3 无源侧说明	58
7.3.1 滤波器无源侧	58
7.3.2 风扇	59
7.3.3 交流输入接触器	59
7.3.4 接触器变压器	59
7.3.5 交流电容器和射频干扰滤波器单元固定板	59
7.3.6 交流输入接触器和变压器固定板	59
7.3.7 阻尼电阻和电容器电流传感器 CT4、CT5 和 CT6 单元	60
8 E-机架规格拆卸及安装说明	61
8.1 静电放电 (ESD)	61
8.2 有源侧说明	62
8.2.1 控制卡及控制卡固定板	63
8.2.2 控制单元支撑托架	63
8.2.3 有源滤波器卡	63
8.2.4 功率卡	63
8.2.5 功率卡固定板	64
8.2.6 软充电卡	66
8.2.7 门驱动器卡	66
8.2.8 直流电容器组	66
8.2.8.1 上部直流电容器组单元	66
8.2.8.2 下部直流电容器组单元	66
8.2.9 软充电电阻器	67
8.2.10 输入端子固定板	67
8.2.11 IGBT 模块	67
8.2.12 IGBT 电流传感器 CT1、CT2 和 CT3	69
8.2.13 风扇变压器	71
8.3 无源侧说明	71
8.3.1 风扇	71
8.3.2 交流输入接触器	73
8.3.3 接触器变压器	73

8.3.4 射频干扰滤波器板	73
8.3.5 交流电容器组	73
8.3.6 交流输入接触器和变压器固定板	73
8.3.7 阻尼电阻和电容器电流传感器 CT4、CT5 和 CT6	73
9 专用测试设备	75
9.1 测试设备	75
9.1.1 信号测试板 (部件号 176F8437)	75
9.1.2 信号测试板管脚: 描述及电压水平	75
10 备件列表	79
10.1 备件列表	79
10.1.1 一般注意事项	79
10.1.2 备件列表	80

1 简介

本手册的目的是,为具备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 D 型和 E 型机架中的 VLT® 高级有源滤波器的故障并进行修理。它适用于独立式有源滤波器 (AAF) 和 VLT® 低谐波变频器 (LHD) 的集成滤波器。

本手册为读者提供了与滤波器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了解 AAF 的工作,从而帮助他们执行故障排查和修理。

本手册的说明适用于在表 1.1 中介绍的有源滤波器型号和电压规格。

1.1 VLT 有源滤波器产品概述

VLT® 有源滤波器 AAF005 是一款谐波和无功电流抑制设备。该设备用于不同应用中的系统,或者结合变频器一起构成一个成套的低谐波变频器解决方案。AAF 借助外部传感器测量电流信号,并抑制被测电流中的多余成分。可通过 LCP 来设定多余成分。该有源滤波器可在总体补偿模式下同时对 40 次以下的所有谐波进行补偿,也可以对单独选择的 25 次以下的并且低至通过 LCP 设定的指定值的谐波进行补偿。该设备还可以通过校正无功电流来协调电流和电压相位,从而实现接近 1 的位移功率因数。AAF 还可以让所有三相上的电流负载达到均等水平。

1.2 为了您的安全

1.2.1 警告



有源滤波器同电网相连时带有危险电压。而相连的电流传感器一度连接后也可能带有危险电压。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电网电源,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。在对带电设备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. 当滤波器或外部电流传感器同电网相连时,请勿触摸它们的电气部件。与电网断开后,要先等 20 分钟(对于 D 机架设备)和 40 分钟(对于 E 机架设备)才可触碰任何电气部件。
2. 在执行任何修理或检查时,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. 在维护外部变流器 (CT) 时,请从 CT 电网侧和次级侧的连接点处完全切断电力。

5. 当主电源上(初级侧)存在电流,并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时,请在客户自备变流器 (CT) 的次级侧使用短接连接器。

1.3 静电放电 (ESD)

小心

执行维护时,请采取适当的 ESD 规程,以防造成敏感组件损坏。

设备内的许多电子元件都对静电非常敏感。静电的电压非常低,以致于不易察觉,它们可能缩短 AAF 寿命、降低其性能甚至完全损坏敏感的电子元件。

1.4 机架规格定义

380-480 VAC			
有源滤波器电流	配套低谐波变频器 (LHD) 的功率范围	机架名称	设备重量
	HO/NO [kW]	滤波器	[kg]
A190		D9	293
A250		E5	352
A310		E5	352
A120	132 / 160	D11	380
A120	160 / 200	D11	380
A120	200 / 250	D11	406
A210	250 / 315	E7	596
A210	315 / 355	E7	623
A210	355 / 400	E7	646
A210	400 / 450	E7	646

表 1.1 有源滤波器额定值

机架名称	深度	宽度	高度
D9	380	840	1740
D11	380	1260	1740
E5	500	840	2000
E7	500	1440	2000

滤波器可安装在 IP21 和混合式 IP54 机箱中。混合式 IP54 机箱包含 IP54 电子元件和 IP21 磁性元件 (滤波器 LCL 线圈)。

1.5 额定值表

以下是有源滤波器的额定值。对于同变频器有关的规范, 请参阅相应的低谐波变频器说明手册。

型号	AAAF005A120 仅限 LHD 滤波器		AAAF005A190		AAAF005A210 仅限 LHD 滤波器		AAAF005A250	AAAF005A310
	D		E		E			
机架	D		E		E			
总	电流	[A]	120	190	210	250	310	
额定	无功	[A]	120	190	210	250	310	
额定	谐波	[A]	120	170	210	225	280	
选择性模式下各个谐波补偿水平的最大值	I ₅	[A]	98	119	172	158	196	
	I ₇		53	85	92	113	140	
	I ₁₁		36	54	63	72	90	
	I ₁₃		22	48	38	63	78	
	I ₁₇		13	34	23	45	56	
	I ₁₉		12	31	21	41	50	
	I ₂₃		7	27	13	36	45	
	I ₂₅		5	24	8	32	39	

表 1.2 电网电压 3 x 380 - 480 V

LHD 滤波器的谐波补偿水平为近似值。由于根据机架规格和相关变频器做出的调整, 上述值可能会存在差异。

型号	AAF005A120		AAF005A190		AAF005A210		AAF005A250		AAF005A310	
	仅限	LHD 滤波器	仅限	LHD 滤波器	仅限	LHD 滤波器	仅限	LHD 滤波器	仅限	LHD 滤波器
机架	D				E					
总	电流	[A]	120	190	210	250	310			
峰值	电流	[A]	300	475	525	775	775			
过载	每 10 分钟 60 秒	[%]	无过载	110	无过载	110	110			
LHD 内置变压器的额定值		[A]	500	NA	1000	NA	NA			
过电流指示		[%sec]								
过电流跳闸水平		[A pk]	554	554	1030	1030	1030			
直流过电流		[A]	285	285	465	465	465			
LCL 电容器跳闸电流		[A]	22	22	34	34	34			
阻尼电阻器温度		[°C]	115	115	115	115	115			

表 1.3 与产品相关的规范

滤波器将自动限制输出大小，以避免发生过电流跳闸。

典型的开关频率平均值	[kHz]	3.0 - 4.5
过度开关频率跳闸极限	[kHz]	6.0
电压		
直流电压最大参考值	[V] 直流	790
涌入电路被启用	[V] 直流	370
涌入电路被禁用	[V] 直流	395
欠压功能被禁用	[V] 直流	402
欠压警告	[V] 直流	423
欠压功能再次被启用 (复位)	[V] 直流	442
允许启动	[V] 直流	821
过电压警告	[V] 直流	850
过电压跳闸	[V] 直流	855
温度		
散热片过温警告	[°C]	85
散热片过温跳闸	[°C]	105
散热片欠温警告	[°C]	0
功率卡过温	[°C]	68
功率卡欠温	[°C]	-20
接地故障报警	[%]	50

表 1.4 跳闸点

1.6 熔断器

下表介绍了用于 AAF 的各种熔断器的类型、额定值和功能。

标识	类型	额定电流	功能	如果熔断，请检查在所述位置是否发生短路：
FU4	KLK	15 A	风扇熔断器	散热片或门装风扇
FU5	KLK	4 A	直流总线及功率卡的 SMPS	功率卡上的 SMPS
FU6	FNQ-R3	3 A	接触器变压器的初级侧	变压器
FU8	G	见附注	主电源输入熔断器 (可选)	供电元件
FU9	G	见附注	主电源输入熔断器 (可选)	供电元件
FU10	G	见附注	主电源输入熔断器 (可选)	供电元件
FU11	KLK	15 A	功率卡为风扇及软充电电路供电的主电源电压	风扇变压器
FU12	KLK	15 A	功率卡为风扇及软充电电路供电的主电源电压	风扇变压器
FU13	KLK	15 A	功率卡为风扇及软充电电路供电的主电源电压	风扇变压器

表 1.5 熔断器额定值和功能

注意

取决于设备规格。 AAF190 = 250 A; AAF310 = 400 A;
AAF400 = 500 A

1.7 电流传感器

电流传感器用于监视滤波器中不同位置的电流。 输出相母线上的 3 个电流传感器负责为主电源提供反向抵消谐波。 在有源滤波器外部的主电源母线上还有 3 个变流器。 来自这 3 个传感器的信息通过有源滤波器卡提供给滤波器，后者将据此对主电源进行补偿。（对于 LHD 变频器，这些传感器位于变频器的输入母线上，并负责测量变频器导致的谐波。）LCL 滤波器单元中另有 3 个电流传感器用于实现对交流电容器和阻尼电阻的过载保护。

标识	类型	功能
CT1	霍尔效应	逆变器 IGBT 电流传感器的输出
CT2	霍尔效应	逆变器 IGBT 电流传感器的输出
CT3	霍尔效应	逆变器 IGBT 电流传感器的输出
CT4	霍尔效应	交流电容器电流传感器
CT5	霍尔效应	交流电容器电流传感器
CT6	霍尔效应	交流电容器电流传感器
CT7	变流器	外部变流器
CT8	变流器	外部变流器
CT9	变流器	外部变流器

表 1.6 电流传感器

1.8 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 IGBT 的固定。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
M12	18 mm / 19 mm	170	19

表 1.7 转矩值表

1.9 所需工具

FC 系列有源滤波器操作手册。

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	T-10 - T-50
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
兆欧表
钳式安培表
信号测试板 (部件号 176F8437) 和扩展板 (部件号 130B3147)
分拆总线电源 (部件号 130B3146)
功率质量分析仪 Fluke 435 (部件号 130BB3173)、Dranetz 4300、4400 或类似仪器

1.10 分解图

1.10.1 分解图 (D 机架)

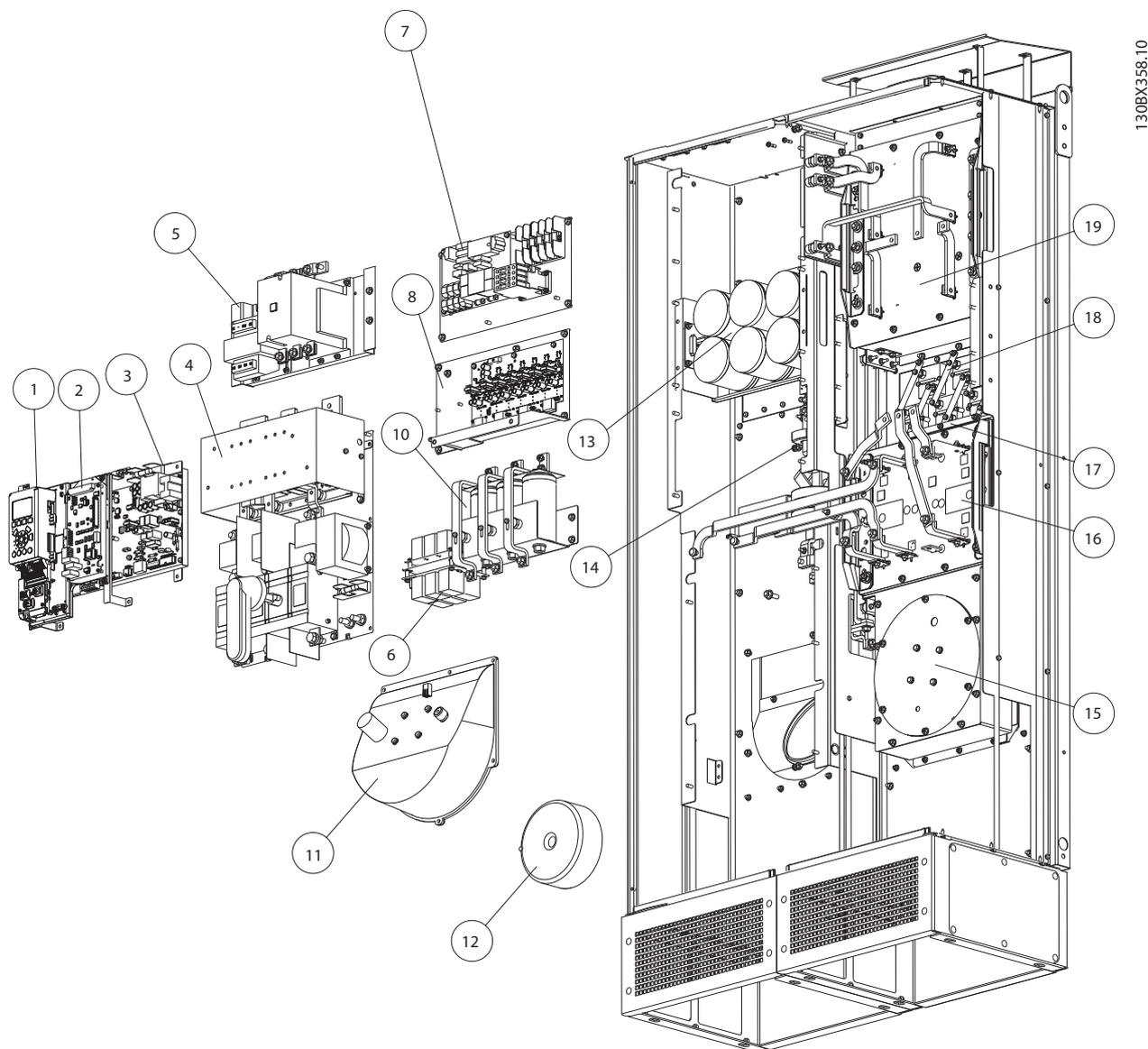
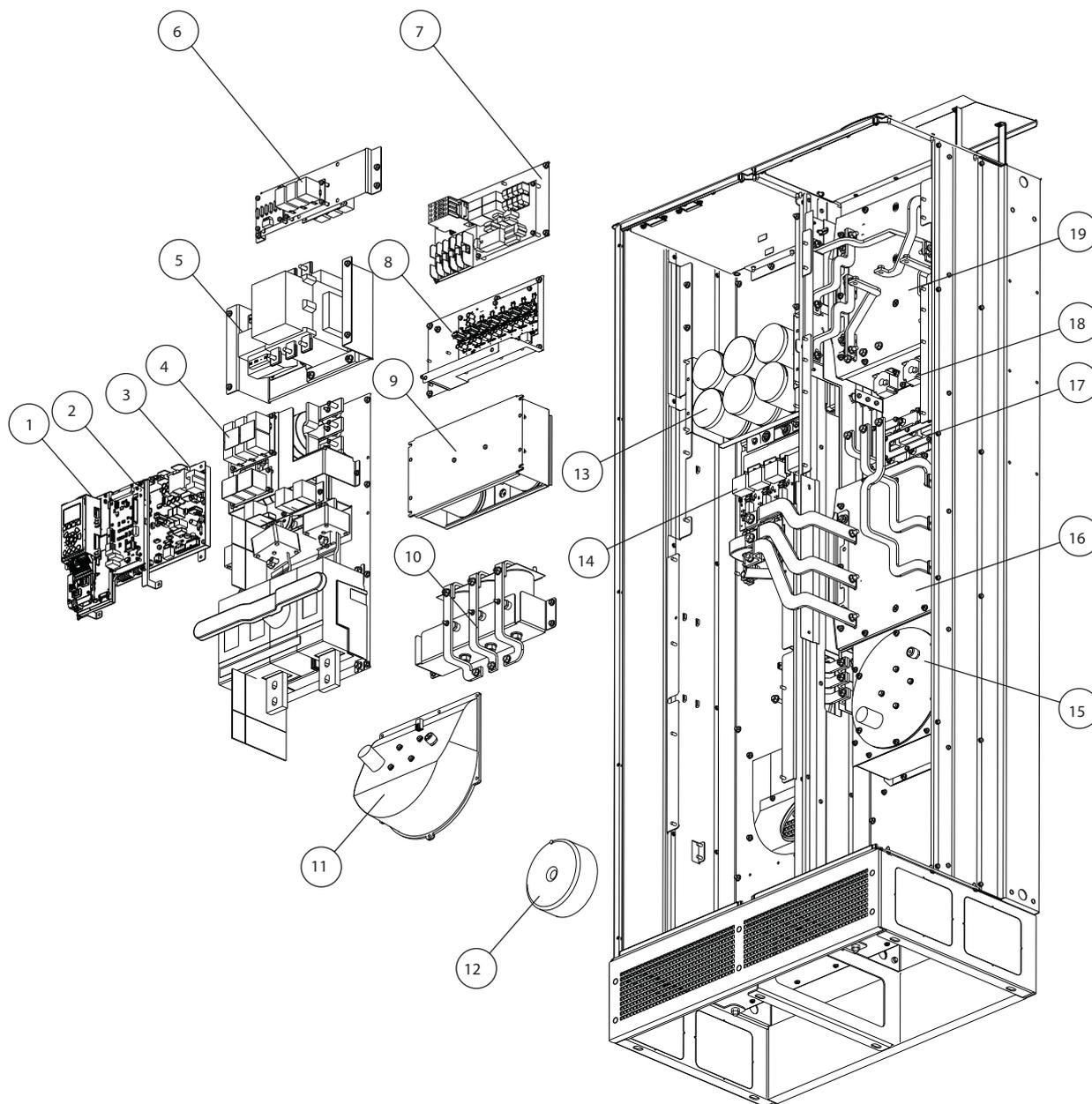


图 1.1 AAF005 分解图 (D 机架)

1	控制卡	11	逆变器机柜风扇
2	有源滤波器卡 (AFC)	12	风扇变压器
3	功率卡	13	电容器组
4	输入选件板	14	IGBT 和 IGBT CT
5	主电源接触器和变压器	15	风扇变压器
6	LCL 电容器处的 RFI 滤波器组件	16	Lm 电抗器 (用于 LHD Hi)
7	软充电继电器、熔断器和 SC 板	17	LCL 电容器 CT
8	门驱动器卡	18	阻尼电阻
9	(特意被省略)	19	LC 电抗器
10	LCL 电容器		

1.10.2 分解图 (E 机架)



1.30BX357.10

1	控制卡	11	逆变器机柜风扇
2	有源滤波器卡 (AFC)	12	风扇变压器
3	功率卡	13	下电容器组
4	输入选件板	14	IGBT 和 IGBT CT
5	主电源接触器和变压器	15	风扇变压器
6	LCL 电容器处的 RFI 滤波器组件	16	Lm 电抗器 (用于 LHD Hi)
7	软充电继电器、熔断器和 SC 板	17	LCL 电容器 CT
8	门驱动器卡	18	阻尼电阻
9	上电容器组	19	LC 电抗器
10	LCL 电容器		

2 操作员接口和有源滤波器控制

2.1 简介

高级有源滤波器 (AAF) 监视外部和内部的谐波电流状况。当发出警告并且滤波器跳闸时, 不能认为故障肯定位于有源滤波器内。 AAF 显示的大多数报警都是有源滤波器之外的情况引发的。 本维护手册提供了技术信息和测试步骤, 以帮助确定有源滤波器内部或外部的故障情况。

有源滤波器带有旨在降低滤波器输出电流的保护电路。如果降低输出尚不足以解决问题, 或者当处于紧急情况下时, 系统将会记录一个故障, 并且该设备将跳闸 (即暂停工作), 以免发生损害。 发生故障时会显示故障消息, 以帮助排查故障和执行维护。 滤波器的正常工作状态实时显示在 LCP 显示屏中。 LCP 显示屏几乎会给出每一项滤波器操作的指示。 为了记录故障, 在有源滤波器中维护着故障日志。

滤波器还会在 LCP 显示屏上显示警告, 以表明设备已达到某个指定极限。 在大多数情况下, AAF 会通过自动调整来确保其工作不受影响。 警告通常表明滤波器在其最大能力水平下运行。 请务必熟悉在显示屏上提供的信息。 通过 LCP 可以方便地访问诊断数据。

2.2 用户界面

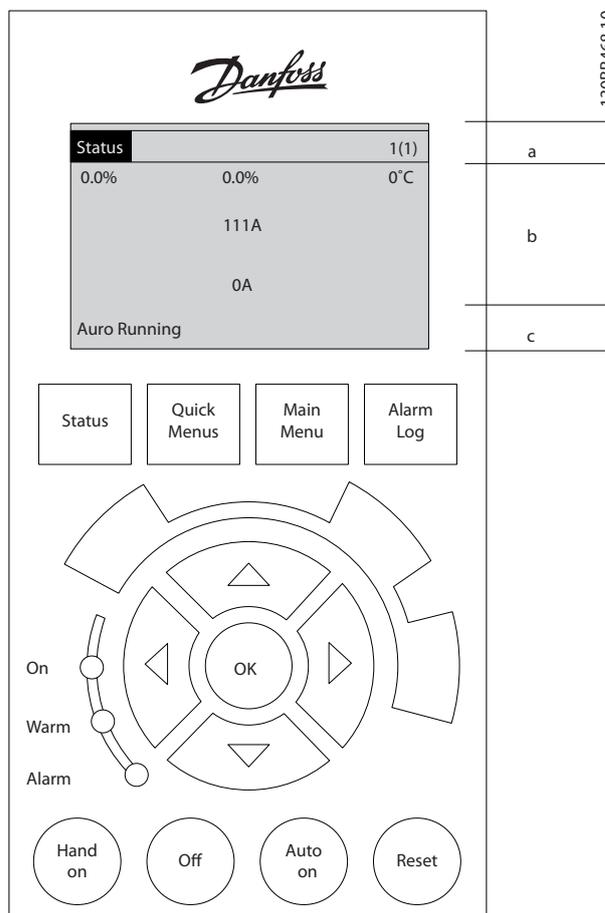
本地控制面板 (LCP) 由设备前部的屏幕和键盘组成。 LCP 是用户同有源滤波器之间的接口。

LCP 提供了多种用户功能。

- 在本地控制模式下启动和停止滤波器
- 显示运行数据、状态、警告和注意事项
- 设置有源滤波器功能
- 当自动复位被禁用时, 在发生故障后将有源滤波器手动复位

2.2.1 LCP 布局

LCP 显示屏分为四个功能组 (请参阅 图 2.1)。



- “显示模式”行显示当前的显示模式, 并表明了当前的有效菜单以及共设置了多少菜单 1(1)。按 [Status] (状态) 可更改模式。
- 第 1 - 3 行显示用户选定的工作数据 (请参阅)。
- 状态行显示由滤波器生成的状态消息 (请参阅)。

2.2.2 设置 LCP 显示值

当有源滤波器获得主电源电压、直流总线端子或 24 V 外接电源的供电后，显示区将变亮

显示在 LCP 上的信息可根据用户应用进行定制

- 每个显示读数都有一个与之关联的参数
- 可在主菜单 0-** 操作/显示中选择相关选项
- 显示区 2 有一个更大的备用显示区
- 屏幕底部行的有源滤波器状态消息是自动生成的，并且不可选择。有关定义和详细信息，请参阅。

显示屏	参数编号	默认设置
1.1	0-20	功率因数
1.2	0-21	电流 THD (%)
1.3	0-22	主电源电流 (A)
2	0-23	输出电流 (A)
3	0-24	主电源频率 (Hz)

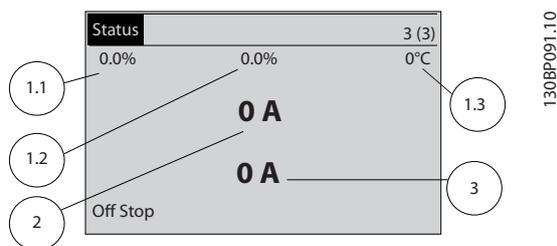


图 2.1 默认显示值

2.2.3 显示菜单键

菜单键用于同参数设置有关的菜单访问、在正常工作期间切换状态显示模式以及查看故障日志数据。

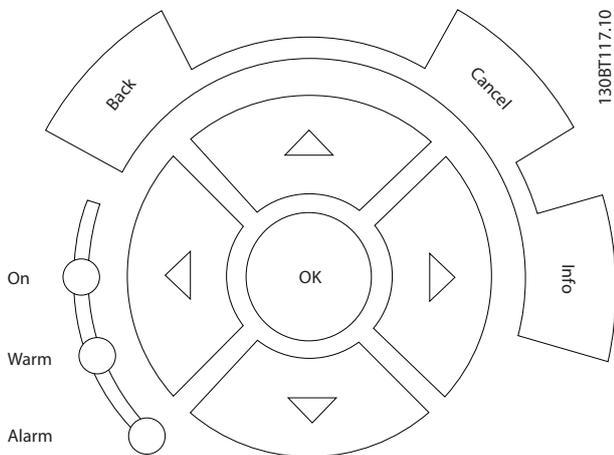


130BP045.10

键	功能
状态	按此键可显示运行信息。 <ul style="list-style-type: none"> • 在自动模式下，按住此键可切换状态读数显示 • 重复按此键可以遍历每一个状态显示 • 在按住 [Status] (状态) 键的情况下，按 [▲] 或 [▼] 可调整显示屏亮度 • 显示屏右上角的符号显示了有效菜单。这是无法设置的。
快捷菜单	借此可以访问编程参数及初始设置指导和多种详细的应用指导。 <ul style="list-style-type: none"> • 按此键可访问 Q2 快捷设置，从而可获得有关基本设置的分步说明 • 按照所显示的参数序列执行功能设置
主菜单	借此可访问所有设置参数。 <ul style="list-style-type: none"> • 按两下可以访问顶级索引 • 按一下将返回最近访问的位置 • 按住此键并输入参数编号可直接访问相关参数
报警记录	列表当前警告、最近 10 个报警和维护记录的清单。 <ul style="list-style-type: none"> • 要了解有源滤波器进入报警模式之前的详情，请使用导航键选择报警编号，然后按 OK (确定)。

2.2.4 导航键

导航键用于设置功能和移动屏幕光标。在这个区域还有 3 个状态指示灯。

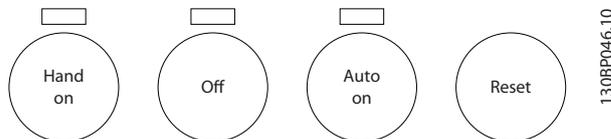


键	功能
后退	用于返回菜单结构的上一步或上一列表。
取消	取消最近的改动或命令（只要显示模式尚未发生变化）。
信息	按此键可查看要显示的功能的定义。
导航键	使用四个导航箭头可以在菜单的各个项之间移动。
OK	借此可访问参数组或启用某个选项。

指示灯	指示	功能
绿色	通电	有源滤波器获得主电源电压、直流总线端子或 24 V 外接电源的供电后，“通电”指示灯将亮起。
黄色	WARN	当符合警告条件时，黄色的 WARN（警告）指示灯亮起，同时会在显示区中出现标识相关问题的文字。
红色	报警	故障状态会使红色报警指示灯闪烁，同时将显示报警文字。

2.2.5 操作键

操作键位于控制面板的底部。



键	功能
手动启动	在本地控制模式下，按此键可以启动有源滤波器。 <ul style="list-style-type: none"> 滤波器测量失真率并使主电源接触器闭合，并在需要之时开始滤波 在手动启动模式下，其他操作键也将保持活跃状态 通过控制输入或串行通讯发出的外部停止信号会忽略本地手动启动模式 远程信号的优先级高于手动启动信号
禁用	停止滤波功能，但不切断有源滤波器的电力。
自动启动	将系统置于远程操作模式。 <ul style="list-style-type: none"> 对控制端子或串行通讯给出的外部启动命令作出响应
复位	在故障被清除后，将有源滤波器手动复位。

2.2.6 提示与技巧

- AAF 的默认参数设置具有广泛适用性，基本无需更改。在大多数应用中，都可以借助快捷菜单 Q2 快捷设置来访问所有典型的必需参数。
- 通过对所有独立式滤波器执行自动 CT，可以设置正确的电流传感器设置。自动 CT 设置仅适用于 CT 安装在面向变压器的公共耦合点 (PCC) 点时。(LHD 的 CT 设置是在工厂中预设的。)
- 在快捷菜单 Q5 已完成的更改下会显示任何出厂设置已更改的参数。
- 按住 [Main Menu] (主菜单) 并保持 3 秒钟可访问任一参数
- 出于维护目的，建议将所有参数都备份至 LCP，有关详细信息，请参阅 0-50 LCP 复制。

2.3 状态信息

状态消息显示在显示屏的底部。

状态行左边的部分用于指示滤波器的当前工作模式。

状态行右部用于指示工作状态，比如在运行、停止、跳闸。

工作模式

Off (停止) 设备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) 滤波器由控制端子和/或串行通讯来控制。

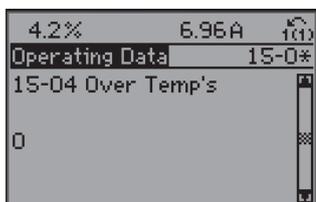
Hand On (手动启动) 操作员可以手动调整本地参考值。可以向控制端子施加停止命令、报警复位和菜单选择信号。

2.3.1 状态信息

工作状态	
自动 CT 就绪	自动变流器 (CT) 检测已准备好运行。按 [Hand On] (手动启动) 便可以启动该过程。
CT 在运行	自动变流器检测过程正在运行。
自动 CT 完成	自动变流器检测过程已完成。要接受所发现的设置，请按“确定”；要放弃，请按“取消”。当在电网/负载发生较大变化的情况下运行时，可能造成位置、极性或变比错误。如果发生错误，请手动设置极性、位置和变比。
功率单元关	仅适用于安装了可选设备时 (例如 24 V 电源)。设备的电网电源被断开，但 24 V 电源仍在为控制卡供电。
保护模式	滤波器检测到一个临界状态 (比如过电流或过电压)。为避免设备跳闸 (报警)，系统已激活保护模式。这包括减小补偿和平均开关频率。如果可能，保护模式会在 10 秒钟左右之后结束。
运行	滤波器处于活动状态，正在进行谐波补偿。
睡眠	节能功能被启用。这意味着滤波器的主电源接触器将打开，并且不执行任何谐波补偿。当符合唤醒条件时，滤波器将自动重新启动。
待机	在自动启动模式下，滤波器处于活动状态，并正在等待通过数字输入或串行通讯发送来的远程启动信号。
停止	按了 LCP 上的 [Off] (关闭)，或者作为某个数字输入的功能而激活了停止。对应的端子处于非活动状态。
跳闸	发生报警。在报警原因消除后，可以用远程信号 (通过控制端子或串行通讯) 或通过按 LCP 上的 [Reset] (复位) 将滤波器复位。
跳闸锁定	发生严重报警。当报警原因消除后，首先必须执行主电源供电循环，然后才能将滤波器复位。这会让滤波器进入跳闸模式，并可以按说明复位。

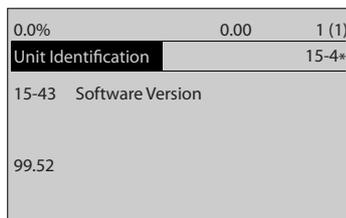
2.4 服务功能

运行信息可以显示在第 3 和第 4 行。在数据中包含总运行小时数、加电次数和跳闸次数以及存储了 20 个最近跳闸时的状态值的故障日志。通过设置 15-** 参数组中的显示项，可以查看运行信息。



1308X173.10

参数组 15 还显示各个组件的软件版本、硬件标识号和其他有用信息，从而可确定修订状态。



130BP095.10

2.5 滤波器输入和输出

2.5.1 变流器

有源滤波器监视内部电流谐波，并接收来自外部变流器的输入。变流器 (CT) 负责测量电流。CT 有一个初级电路和一个次级电路。次级电路与初级电路几乎完全一样，只不过电流负载较小。AAF 接收来自外部 CT 次级电路的信号，并主动生成用于补偿电流不规则性的输出波形。在内部，AAF 监视 IGBT 输出以及 LCL 电容器组的谐波。

2.5.2 滤波器 CT 输入

有源滤波器通过接收来自变流器 (CT) 的信号而从事工作。在对这些信号进行处理后，滤波器将按照设定指令作出反应。无效信号会引发滤波器故障或导致滤波器跳闸。输入信号被连接到 CT 端子。CT 设置不正确或接线不当，是滤波器无法启动或导致设备跳闸或故障的主要原因。下一节介绍了 CT 设置。

有源滤波器接收来自三个不同测量点的电流信号输入。

- 外部 CT 输入
- 来自 IGBT 电流注入的内部 CT 输入
- 来自 LCL 电容器的内部 CT 输入

所有 3 个输入均为三相。在逐一对这些信号进行处理后，滤波器将按照设定指令作出反应。

注意

CT 设置不正确或接线不当，是导致滤波器跳闸或无法启动的主要原因。

2.5.2.1 外部 CT 输入

LHD 设备的 CT 是内置的。LHD CT 位于输入板处的驱动器单元中，具有下述额定值：D 机架 = 500A；E 机架 = 1000A。AFC 板上的 MK101 端子为其提供信号输入。

小心

主电源（初级侧）电流

当主电源上（初级侧）存在电流，并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时，请在客户自备变流器 (CT) 的次级侧使用短接连接器。在对有源滤波器执行维护时，请在外部 CT 次级侧上使用短接连接器，以获得额外安全。当在初级侧存在电流，并且 AFC 卡未连接时，如果未将变流器的次级侧短接，将可能对变流器造成损害。

有源滤波器使用外部 CT 信号来测量电流失真并进行补偿。外部 CT 线路被连接到 CT 端子盒。CT 端子盒通过内部线路被连接到 AFC 板。有源滤波器支持次级侧额定电流为 1A 和 5A 的外部变流器。

- 对于 1A 型 CT 输入，必须将 8 针连接器连接到 MK108 端子。
- 对于 5A 型 CT 输入，则必须连接到 MK101 端子。

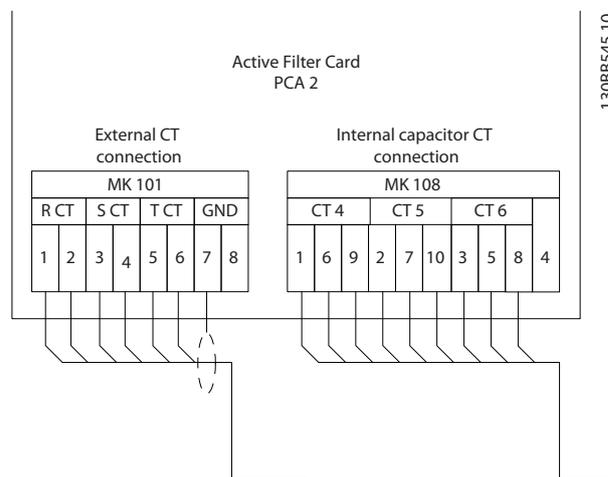


图 2.2 AFC 连接器 MK101 和 MK108

外部 CT 的设置参数在参数组 300-2* 中进行。自动 CT 检测仅适用于安装在 PCC 侧的 CT。

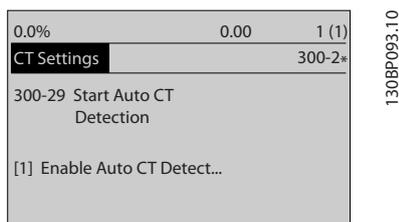


图 2.3 自动 CT 检测

在 300-29 Start Auto CT Detection 中为所有独立式滤波器执行自动 CT 检测

此时必须满足下列条件：

- 有源滤波器额定值大于 CT 均方根值的 10%
- CT 安装在 PCC 侧。（对于安装在负载侧的 CT 无法执行自动 CT 检测。）
- 一次只能检测一个 CT。（对于求和式 CT 无法执行自动 CT 检测。）
- CT 为标准系列 CT。

自动 CT 检测若不成功，则可能表明 CT 安装不正确。检查 CT 安装，并以手动方式设置 CT。

初级额定值 (A)									
1 A	150	200	250	300	400	500	600	750	
	1000	1250	1500	2000	2500	3000	3500	4000	
5 A	30	40	50	60	80	100	120	150	
	200	250	300	400	500	600	700	800	

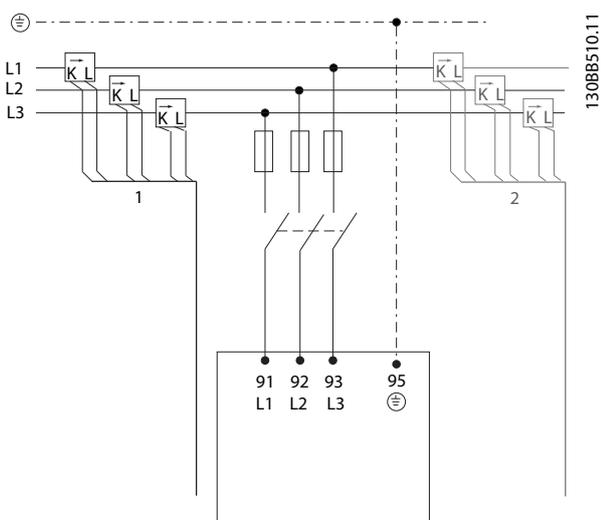


图 2.4 外部 CT 的接线

滤波器支持次级侧额定电流为 1A 或 5A 的所有标准 CT。为了保证足够精度，CT 精度应达到 0.5% 或更高水平。

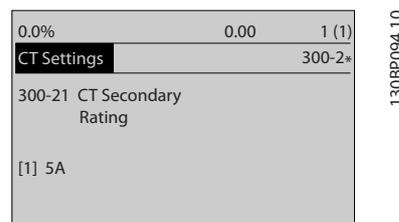


图 2.5 CT 次级额定值

2.5.2.2 来自 LCL 和 IGBT 的内部 CT 输入

内部变流器测量通过 LCL 电容器的电流。借此可确保工作安全，并且避免 LCL 电路中的并联电容器发生谐振过载。信号被连接到 AFC 板。

作为控制回路的一部分，位于 IGBT 模块和 LC 感应器之间的内置 CT 将测量注入电流。这些测量电流注入情况的 CT 被连接到功率卡的 MK102 连接器。内部 CT 无需设置或编程

开始任何维护时，首先应检查 CT 的接线和设置是否正确。CT 的规格应根据通过它的总电流来确定，其规格不能过大。过大规格的 CT 将导致精度降低，从而损害滤波器的性能。

- 确保 CT 的额定精度能达到 0.5%
- 有源滤波器的补偿性能取决于 CT 输入的质量
- 嘈杂的信号会导致补偿不当，并可能引发跳闸
- 使用变比尽可能小的 CT 将可以确保最理想的补偿效果
- 为了增强抗干扰能力，建议使用屏蔽电线

2.5.3 控制线路输入/输出

有源滤波器允许将外部控制信号作为滤波器的输入控制，同时也允许外部控制信号接收来自滤波器的反馈。根据类型，有源滤波器的控制线路可能连接到下述位置。

- FC 控制板
- AFC
- CT 输入端子
- 功率卡

有源滤波器支持以下输入/输出。

- 3 个输入（端子 18、19、20）
- 2 个可编程输入/输出（端子 27、29）

外部控制信号全都连接到 FCA 端子 MK102。

数字输入和输出

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（开）。高于 10 VDC 的

电压为逻辑 1 (关)。滤波器的数字输入将给出开关命令，比如启动、停止和复位。

- MK102 连接器的数字输入 (18、19、20、27 和/或 29) 可以被设为设备的外部启动、停止和/或复位输入,也可以为处于睡眠模式的滤波器接收外部信号。
- 对于 LHD 设备,端子 18 和 20 被连接到变频器端子 29 和 20,以允许变频器在进入待机或关闭模式后可以启动和停止滤波器。LHD 滤波器只有在手动启动 (本地) 模式下才能正常工作。
- 数字输入端子 32 和 33 用于来自主电源接触器 (CBL28) 和软充电继电器 (CBL26) 的反馈,并已据此进行了连接和配置。这些端子不用于外部,并且无法重新配置。
- 端子 27 和 29 上的数字输出信号可用于为外部控制器或系统提供外部 THDi 或 THDv 读数。为了实现这个选项,需要为端子 27 和 29 设置脉冲参考值信号。
- 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。
- 在急停情况下,可以使用端子 37 的安全停止功能来停止滤波器。在无需安全停止的正常工作模式下,将使用常规停止功能。在端子 37 上使用安全停止功能时,用户须符合所有安全规定,包括相关法律、法规和准则的要求。

2.5.4 串行通讯线路

与滤波器的串行通讯可以通过 3 个不同端子来实现。

- RS-485/EIA-485 端子
- USB 连接器
- MK103 端接器

借助串行通讯协议,可以向滤波器提供命令和参考值、设置滤波器以及从滤波器读取状态数据。串行总线通过 RS-485/EIA-485 串行端口连接至设备。

发送到滤波器的命令和参考值可通过 USB 端子来访问。

借助 MK103 连接器,可将串行通讯连接到端子 (+) 68 和 (-) 69。端子 61 是公共端子,并且仅当控制电缆布置在 Danfoss 滤波器之间或滤波器和 Danfoss 变频器之间时,才可以用于端接屏蔽层。请勿在滤波器和其他设备之间使用公共屏蔽层。

2.6 控制端子

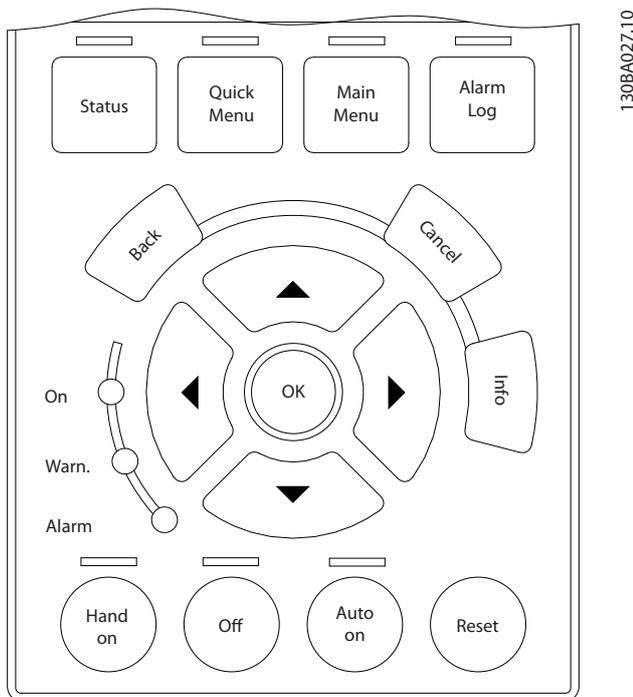
必须对控制端子进行设置。每个端子都可以执行特定功能，并且都有若干参数与其关联。请参阅下表。在参数中选择的设置决定了端子的功能。

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 AAF 操作手册。

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) 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。在某些情况下，滤波器可能在电压表尚未显示信号读数时便跳闸。有关步骤细节，请参阅第 6 节的“输入端子信号测试”。

总而言之，为实现正确工作，滤波器输入端子必须：

- 正确接线
- 根据预期功能进行正确设置
- 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。

连接器	端子号	功能
有源滤波器卡		
MK101	1-8	来自外部电流传感器的输入, 5 安
MK108	1-8	来自外部传感器的输入, 1 安
功率卡		
FK100	01, 02, 03	辅助继电器 1 (常闭), 用于设置软充电继电器
FK101	04, 05, 06	辅助继电器 2 (常闭), 用于设置主电源接触器
控制卡		
MK102	12, 13	24 VDC 电源, 用于数字输入和外部传感器。最大输出电流为 200 mA。端子 12, 用于内部继电器反馈。
	18	用于控制滤波器的数字输入。R = 2 千欧。低于 5 V = 逻辑 0 (开)。大于 10 V = 逻辑 1 (关) 根据 LHD 中来自变频器的启动/停止信号进行接线和设置。
	20	数字输入的公共端子。根据 LHD 中来自变频器的启动/停止信号进行接线和设置。
	19, 27, 29	用于控制滤波器的数字输入。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。
	32, 33	用于控制滤波器的数字输入。R = 2 千欧。低于 5 V = 逻辑 0 (开)。大于 10 V = 逻辑 1 (关) 根据来自电源和软充电接触器的反馈进行接线和设置。
	37	0 - 24 VDC 输入, 用于安全停止 (部分设备)。跳接到端子 13。
MK101	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 THD、电流和功率值等。在最大阻抗为 500 Ω 的情况下, 模拟信号为 0/4 到 20 mA。在最小阻抗为 500 Ω 的情况下, 数字信号为 24 VDC。
	50	最大额定值为 10 VDC、15 mA 的模拟供电电压, 用于电位计。
	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。
	55	端子 53 和 54 的公共端子。
MK103	61	RS-485 通讯
	68, 69	RS-485 接口和串行通讯

表 2.1 端子功能和连接概况

端子	18	19	27	29	32	33	37
参数	5-10	5-11	5-01/5-12	5-02/5-13	5-14	5-15	5-19

表 2.2 控制端子及相关参数

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

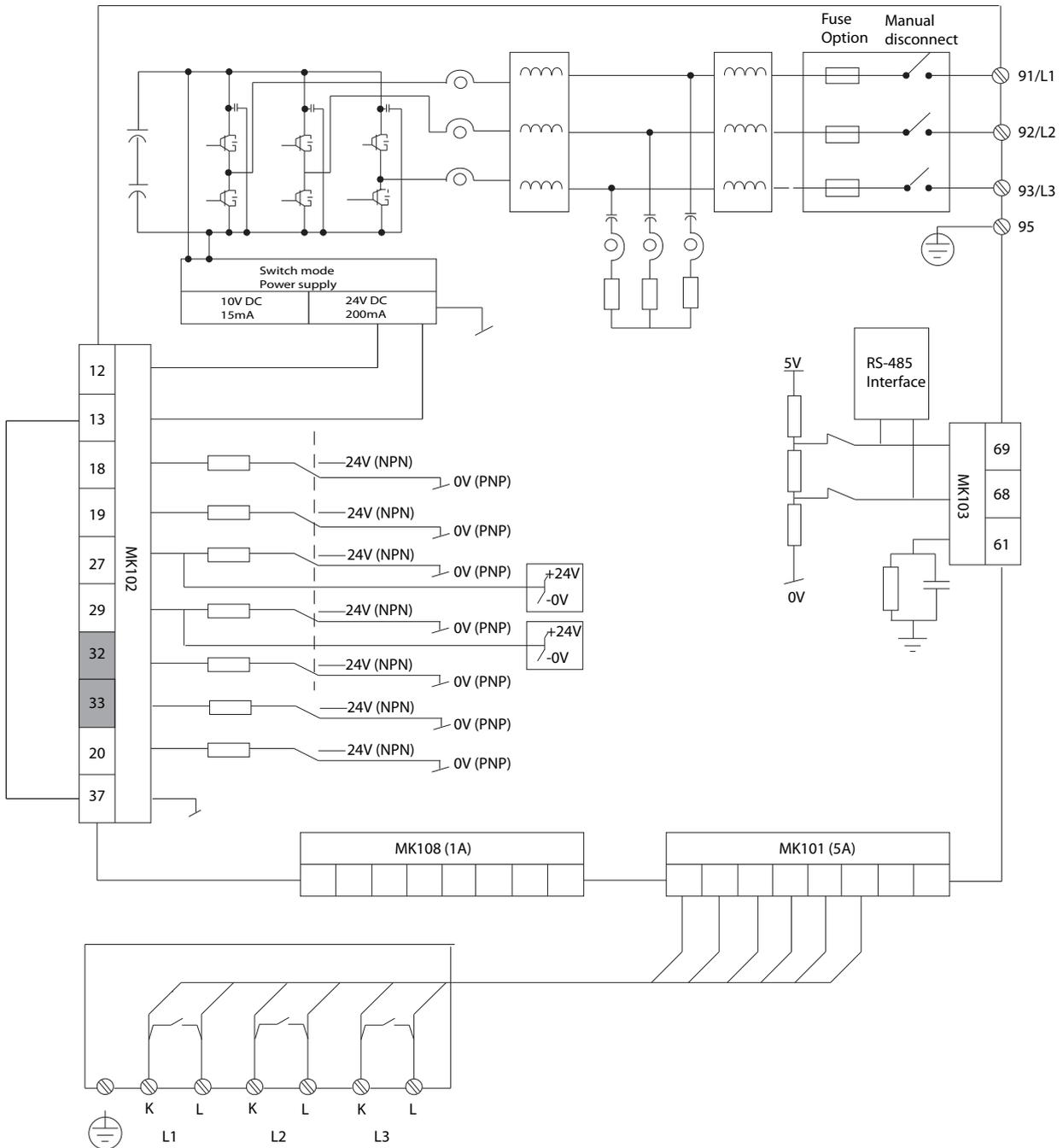


图 2.6 AFC 卡连接

2.8 屏蔽控制电缆的接地

请屏蔽所有控制电缆，并用电缆夹将屏蔽层连接到金属机柜的两端。下表显示了可以获得最佳效果的接地方式。

注意

为了减小噪声对测得信号的影响，CT 线缆必须屏蔽或使用双绞线。

	<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 当滤波器和 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 滤波器之间的低频噪音电流可通过将屏蔽丝网的一端连接到滤波器的端子 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 屏蔽控制电缆的接地

3 内部有源滤波器的工作

3.1 一般信息

本部分旨在介绍同滤波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滤波器的工作，从而有助于他们的故障排查过程。

3.2 操作说明

3.2.1 简介

AAF 由逆变器单元（有源）和 LCL 滤波器（无源）组成。 逆变器单元积极补偿主电源上的谐波失真，以便将其对供电变压器负载的影响保持在最低水平。 谐波抑制功能旨在符合客户要求和地方标准。 LCL 无源滤波器单元确保有源逆变器单元与主电源的无错连接，并抑制逆变器开关频率。 在滤波器单元中，位于 2 个电抗器之间的 3 个电容器构成了一个 LCL 电路。 LCL 电路采用共模（CM）和差模（DM）配置。 电容器串联了 3 个阻尼电阻，以确保滤波器能防止谐振。 软充电电路将限制加电期间的涌入电流。 控制卡和有源滤波器控制（AFC）卡一起，提供了用于控制有源滤波器的逻辑。

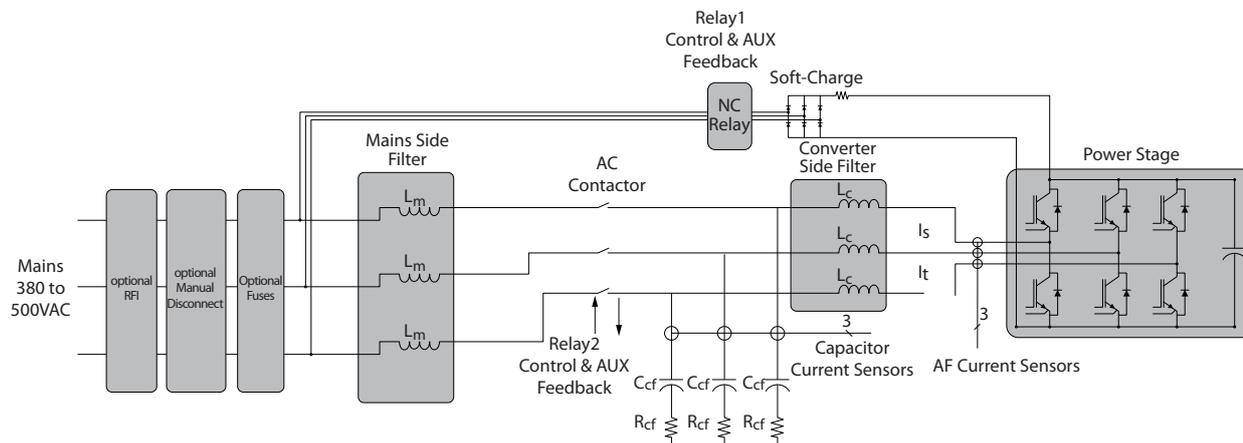


图 3.1 AAF 内部电路

3.2.2 控制卡

控制卡的主要逻辑元素是一个微处理器，后者监督并控制滤波器的所有操作功能。此外，单独的 PROM 所包含的可编程参数还为用户提供了定制控制性能。通过设置这些参数，可以让滤波器符合特定应用要求，并更改滤波器的工作特性。编制的指令随后被存储到 EEPROM 中，因此即使在断电后也能保留。

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

逻辑部分的另一部分是本地控制面板（LCP）。这是安装在滤波器正面的可拆卸键盘/显示器。LCP 是用户同设备之间的接口。滤波器的所有可编程参数设置都可以上载到位于 LCP 中的 EEPROM 中。此功能有助于维护参数集的备份。此外也可以将设置下载到滤波器中，以便将设置恢复到修理后的设备中，或从一个已设置的主 LCP 中将设置下载到多台设备中。为防止设置被意外更改，可将

LCP 拆卸下来。借助远程安装套件，可将 LCP 安装在 3 米之外的远程位置。

它提供了用于输入并且可设置为特定功能的控制端子。此外还可以使用输出端子来提供外围设备控制信号或报告被监视的滤波器功能的状态。控制卡逻辑也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）。

控制卡还可以提供 2 个供控制端子使用的电压源。24 VDC 用于开关功能，比如启动和停止。24 VDC 电源还提供 200 mA 输入，其中一部分可用于为外部设备供电。此外也可以使用端子 50 上额定值为 17 mA 的 10 VDC 电源。

3.2.3 有源滤波器卡

有源滤波器卡 (AFC) 根据来自 IGBT 电流传感器的内部电流、来自客户自备变频器 (CT) 的外部电流以及来自直流总线的电压信息执行计算。这些计算用于控制有源滤波器的输出电流, 以便抑制主电源上的谐波。AFC 还与功率卡对接。功率卡提供有关直流总线电压和来自逆变器内置 IGBT 电流传感器的输出电流的信息。此外, AFC 还接收来自内部交流电容器电流传感器的输入。外部 CT 也与 AFC 对接, 并且安装在客户的电力供应系统中。(在 LHD 中, 外部 CT 安装在变频器的正面。)

对于客户自备的外部 CT, 其次级线圈的额定电流可以为 5 A 或 1 A, 具体要取决于 CT 的次级额定值。AFC 板上的连接器对应于这些电流额定值。

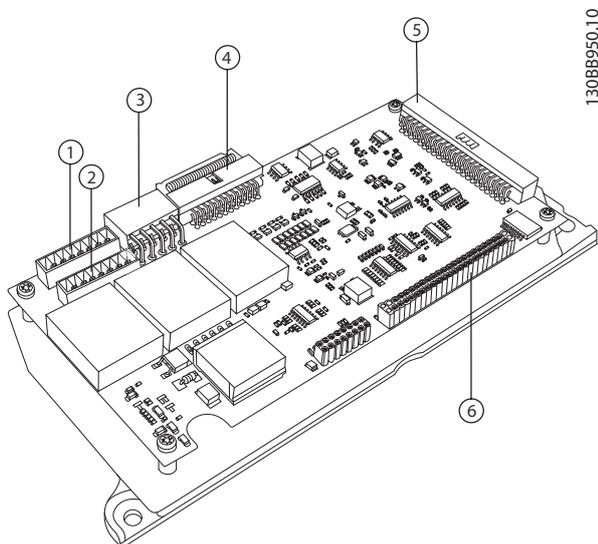


图 3.2 有源滤波器卡

1	MK101 (5A 外部连接器)	4	MK107
2	MK108 (1A 外部连接器)	5	MK100
3	MK103	6	FK100

3.2.4 控制-功率接口

控制-功率接口将供电单元的高压组件同控制单元的低压信号隔开。这个接口单元由功率卡和门驱动器卡组成。有许多故障都是由控制卡来处理的。功率卡调节这些信号, 并且对电流和电压反馈进行标定。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。控制和接口电路由 SMPS 供电。SMPS 由直流总线电压供电。可以为滤波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。此辅助 SMPS 将在主电源输入断开时为控制电路供电, 并且主电源未为滤波器供电时使通讯选项保持工作状态。冷却风扇的控制电路也位于功率卡上。从控制卡到晶体管 (IGBT) 的门信号被隔离开来, 并在门驱动器卡上进行缓冲。

3.2.5 滤波器电源单元

根据设备的配置, 主电源电力可能通过输入端子或隔离器和/或射频干扰选项进入设备。如果设备选配了熔断器, 这些熔断器可以限制电源单元的短路所造成的损害。

主电源的三相被连接到谐波隔离电抗器 (HI 电抗器), 后者负责将主电源电力分配给逆变器 (或 LHD 的变频器)。如果滤波器被用作独立的 AAF 设备, 则 HI 电抗器将被视为主电源侧仅包含主电源侧 Lm 电抗器的滤波器。

除非中间电路 (直流总线) 已被充电, 并且交流接触器已闭合, 否则主电源不会为逆变器供电。当软充电电路通过继电器 1 为逆变器中的中间电路电容器充电后, 主电源才会为逆变器供电。打开滤波器后, 继电器 1 将断开, 而逆变器将通过逆变器侧电抗器 (Lc)、交流接触器和 HI (Lm) 电抗器与主电源相连。

3.3 附加电路

3.3.1 交流接触器

交流接触器是一个常开的三相接触器。主电源接触器用于将有源滤波器连接到主电源或断开两者的连接。当直流回路的软充电完成后, 主电源接触器将被闭合, 随后滤波器将开始工作。当滤波器因为任何原因而停止时, 比如在检测到报警情况, 或当滤波器收到停止命令时, 该接触器将被打开。它仅在滤波器打开时才会闭合, 因此可以最大限度减少待机损耗。当主电源接触器打开时, 有源滤波器的直流回路电压将被软充电至线路主电源电压的约根 2 (即 $\sqrt{2}$) 倍。一个辅助触点将交流接触器的位置反馈给控制系统。一个控制变压器为接触器线圈供电, 后者的额定值为: 380 VAC - 500 VAC, 误差为 +/-10%。当发生跳闸锁定报警时, 该接触器将打开。主电源接触器由功率卡上的继电器控制, 并且将向控制卡提供反馈信号。

3.3.2 软充电电路

软充电电路用于防止加电时的电流涌入。软充电电路包括:

- 软充电接触器
- 软充电卡
- 软充电电阻器

软充电接触器用于接通或断开有源滤波器的软充电通路。当软充电接触器闭合时, 直流回路电压将被充电至线路主电源电压的约根 2 (即 $\sqrt{2}$) 倍。

软充电接触器由功率卡上的一个常闭继电器赋能。这使得软充电接触器在加电期间可以闭合。软充电接触器在有源滤波器开始工作之前被打开, 并在有源滤波器因为任何原因停止后闭合。控制卡会收到表明软充电接触器是打开还是闭合的反馈信号。

交流主电源接触器的控制变压器将为软充电接触器线圈供电，后者的额定值为：110 VAC - 127 VAC，误差为 -20% +10%。

电流传感器用于监视滤波器中不同位置的电流。输出相母线上的 3 个电流传感器负责为主电源提供反向抵消谐波。在有源滤波器外部的主电源母线上还有 3 个变流器。来自这 3 个传感器的信息通过有源滤波器卡提供给滤波器，后者将据此对主电源进行补偿。（对于 LHD 变频器，这些传感器位于变频器的主电源输入母线上，并负责测量变频器导致的谐波。）LCL 滤波器单元中另有 3 个电流传感器用于实现对交流电容器和阻尼电阻的过载保护。

标识	类型	功能
CT1	霍尔效应	逆变器 IGBT 电流传感器的输出
CT2	霍尔效应	逆变器 IGBT 电流传感器的输出
CT3	霍尔效应	逆变器 IGBT 电流传感器的输出
CT4	霍尔效应	交流电容器电流传感器
CT5	霍尔效应	交流电容器电流传感器
CT6	霍尔效应	交流电容器电流传感器
CT7	变流器	外部变流器
CT8	变流器	外部变流器
CT9	变流器	外部变流器

表 3.1 电流传感器

3.3.3 冷却风扇

所有有源滤波器都配备了旨在通过机柜门为散热片提供冷却气流的冷却风扇。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）。

3.3.4 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	温度
风扇启动并以低速运行	45° C
风扇从低速转至高速	50° C
风扇从高速转至低速	40° C
风扇从低速转至停止	30° C

表 3.2 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	温度
风扇启动并转至高速	45° C
风扇从高速转至停止	40° C
风扇启动并转至高速	<10° C

表 3.3 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。

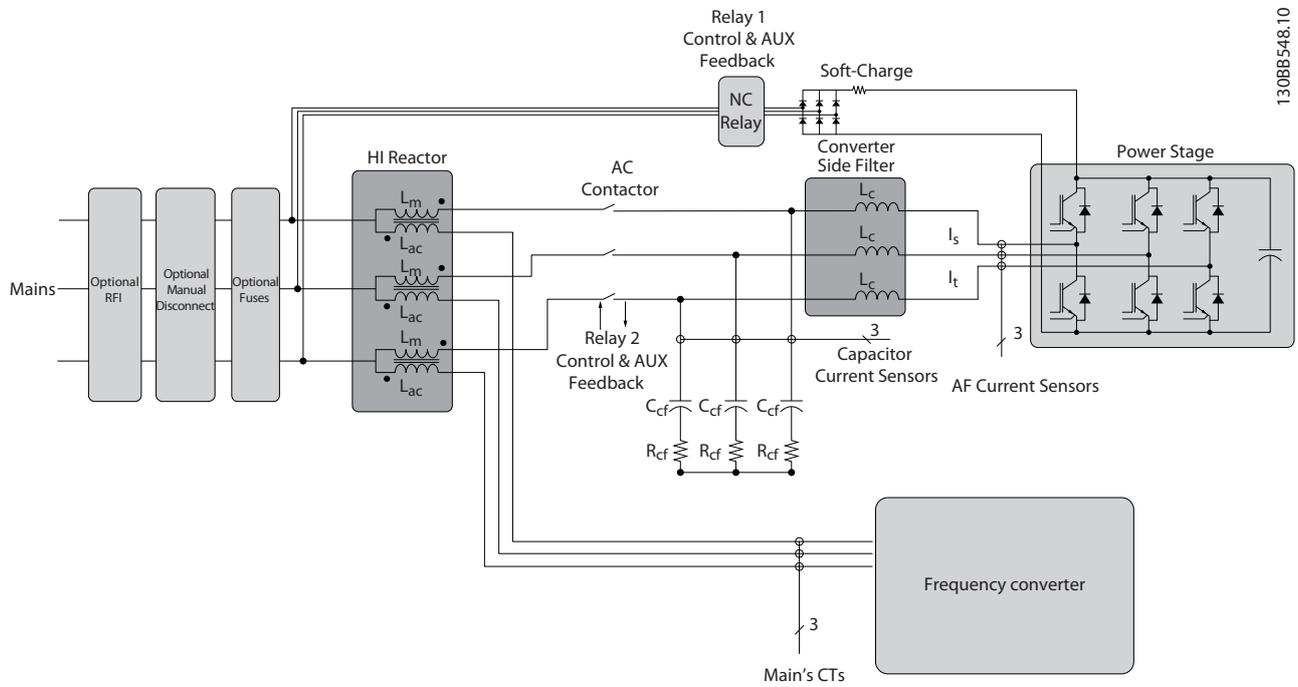
控制卡环境温度	温度
风扇启动并转至低速	55° C
风扇从低速转至停止	45° C

表 3.4 控制卡热传感器

4. 电流值。如果电流注入水平超过额定电流的 60%，风扇将启动并以低速运行。

3.3.5 低谐波变频器

低谐波变频器 (LHD) 由有源滤波器 (AAF) 单元和变频器单元组成。AAF 单元积极补偿变频器在主电源上产生的谐波失真。除此之外, 有源滤波器单元的功能便与独立式 AAF 有源滤波器完全相同。



13088548.10

3

图 3.3 LHD 内部电路

4 故障排查

4

4.1 故障排查技巧

在试图修理滤波器之前,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. 留意所有与滤波器中的电压有关的警告。在设备上工作之前,务必检查是否存在交流输出电压和直流总线电压。在滤波器中,某些位置的电压以负直流总线为参照,因此即使在图纸上显示为中性点,它们也可能具有总线电位。**请记住,在断开设备电源后的 40 分钟(对于 E 机架规格过滤器)或 20 分钟(对于 D 机架规格过滤器)内可能还会存在电压。有关具体的放电时间,请参阅滤波器柜门正面上的标签。**
2. 切勿给可能存在故障的设备通电。滤波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。
3. 切勿试图绕过滤波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。滤波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。若有疑问,请咨询厂家或向授权的维修中心求助。
6. 在修理滤波器之后,务必执行*修理后测试*。

4.2 故障症状疑难解答

表 4.1 提供了一个检查清单。该清单介绍了在任何滤波器维护过程中都需要检查的一系列项目。

滤波器的处理器会监视输入和输出以及滤波器的内部功能,因此报警或警告并不一定意味着设备自身的问题。在很多时候,问题都可能源自 AAF 与连接至同一变压器的其他设备之间的相互作用。第 5 章, *有源滤波器和电网*,详细介绍了作为一名经验丰富的维修技术人员应了解的滤波器知识和系统故障排查方法,以帮助作出有效诊断。在修理滤波器之后,务必执行*修理后测试*。

4.3 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
CT 反馈和其他辅助设备	<ul style="list-style-type: none"> 检查为滤波器提供反馈的电流传感器的功能和安装情况。 确保 CT 反馈正确连接到 AFC 卡: MK101 (5 A), MK108 (1 A)。 检查可能位于滤波器的输入电源侧的任何辅助设备、开关、隔离器或输入熔断器/断路器。 检查 CT 端子上的跳线。 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。
电缆布线	<ul style="list-style-type: none"> 切勿将线路裸露在空气中。切勿并行布置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 150-200 毫米 (6 到 8 英寸) 的间距,或者用接地的导电性隔离物进行分隔。 对于北美地区的系统,必须用单独线管来布置控制线路和电源线路。
控制线路	<ul style="list-style-type: none"> 检查线缆和连接是否断裂或损坏。 确保 CT 极性正确。如果采用求和式 CT,则应确保极性和序列正确。 检查 CT 是否具有相同额定值 (求和式 CT 也一样)。 检查信号的电压源。 检查是否因为线路过长或电缆截面过小而使得最大 CT 负载被超过。 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 章中同屏蔽电缆的接地有关的内容。 对于北美地区的系统,必须用单独线管来布置控制线路和电源线路。
冷却和间隙	<ul style="list-style-type: none"> 确保底部安装了密封板。 检查所有冷却风扇的工作状况。 检查门装滤波器。 检查机箱或暗道内的空气通道是否被阻塞或受到限制。 为了确保适当的冷却气流,检查顶部间隙是否符合要求,即达到 225 毫米 (8.5 英寸)。
显示屏	<ul style="list-style-type: none"> 滤波器的本地控制面板显示屏是否可以显示警告、报警、滤波器状态、故障记录和其他多种重要内容。

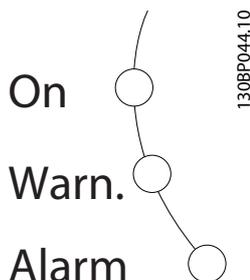
检查内容	说明
内部	<ul style="list-style-type: none"> 有源滤波器应该无尘、无金属碎屑、无潮气并且无锈蚀。 检查是否有烧毁或损坏的电源组件或灾难性的组件故障所造成的碳屑。 检查功率半导体的外壳是否开裂或断裂,或者设备内部是否有松散的组件外壳碎片。
EMC 事项	<ul style="list-style-type: none"> 从电磁兼容性角度检查安装是否正确。有关详细信息,请参考滤波器操作手册和本手册第 5 章的内容。
环境状况	<ul style="list-style-type: none"> 环境状况在特定条件下,这些设备可以在高达 45° C (113° 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	<ul style="list-style-type: none"> 本设备需要采用从其机架连接到建筑物地线的专门地线。 检查地线连接是否良好、牢靠并且是否无氧化。 使用线管或将滤波器安装到金属表面上并不是适宜的接地方法。
输入电源线路	<ul style="list-style-type: none"> 检查松脱的连接。 检查熔断器是否烧毁。 检查熔断器是否正常工作。
振动	<ul style="list-style-type: none"> 进行检查,以了解是否存在任何可能影响到设备的异常振动情况。 滤波器应稳固安装,并且可以承受受低于 1G 的振动。 如果为了承受更高振动而采用了减振座,请检查它们是否开裂或是否无法起到应有功效。

表 4.1 肉眼检查

4.4 故障症状

4.4.1 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。



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。当在滤波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。转至执行进一步的故障排查步骤。

4.4.2 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滤波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（即位于滤波器外部）。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 警告/报警消息

4.5.1 警告/报警代码表

警告或报警将通过滤波器正面的 LED 和屏幕上的代码予以指示。

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。在某些情况下可能可以继续工作。

出现报警时将跳闸。跳闸会移除对电网的功率注入，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滤波器或造成危险情况。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 LCP 上的 [Reset]（复位）按钮。
2. 数字复位输入。
3. 串行通讯复位信号。

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）按钮才能重新启动设备。

当发生可能损害滤波器或相连设备的报警时，系统将执行跳闸锁定操作。对电网的注入将被停止。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，这会一直持续到将滤波器复位时为止。

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		
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	
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)	
23	内部风扇故障	X		
24	外部风扇故障	X		

No.	说明	警告	报警/跳闸	报警/跳闸锁定
29	散热片温度	X	X	X
33	充电故障		X	X
34	现场总线通讯故障	X	X	
38	内部故障		X	X
39	散热传感器		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
60	外部互锁	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⁾	
70	FC 配置不合规			X
79	PS 配置错误		X	X
80	变频器被初始化为默认值		X	
250	新备件			X
251	新类型代码		X	X
300	主电源接触器故障		X	
301	软充电接触器故障		X	
302	电容器过电流	X	X	
303	电容器接地故障	X		X
304	DC 过电流	X	X	
305	主电源频率极限		X	
306	补偿极限	X		
308	电阻器温度	X		X
309	主电源接地故障		X	
311	开关频率极限		X	
314	自动 CT 中断		X	
315	自动 CT 出错		X	
316	CT 位置错误	X		
317	CT 极性错误	X		
318	CT 变比错误	X		
319	从站设备失控			X
320	交流电阻器散热片故障	X		
321	电压失衡度 >3%	X		
322	5 V 功率卡电压过低			X
323	15 V 负电压过低			X
324	15 V 正电压过低			X

表 4.2 警告/报警代码表

(X) 可编程：取决于参数设置。

¹⁾ 无法通过参数选择实现自动复位。

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

WARNING 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 4, 主电源缺相

电源的相位缺失，或者主电源电压太不稳定。

故障排查 检查滤波器供电电压的失衡度及主电源熔断器。

WARNING 5, 直流回路电压高

中间电路电压（直流）超过高压警告极限。该极限取决于滤波器的额定电压。设备仍处于活动状态。

有关电压极限，请参阅中的额定值表。

WARNING 6, 直流回路电压低

中间电路电压（直流）低于低电压警告极限。该极限取决于滤波器的额定电压。设备仍处于活动状态。

有关电压极限，请参阅额定值表 1.4。

警告/报警 7, 直流回路过压

如果中间直流回路电压超过极限，滤波器稍后便会跳闸。

有关电压极限，请参阅额定值表 1.4。

报警 7 有 2 种不同的故障排查步骤，具体要取决于该报警的发生时间。

在启动（运行）有源滤波器后，很快就发生“报警 7，直流过电压”：

- 关闭有源滤波器
- 用兆欧表测量 LCL 滤波器、交流电容和阻尼电阻引线的对地电阻，以检查接地故障
- 执行交流电容器电流传感器测试
- 检查电流传感器和 AFC 卡上的连接器的引脚是否正确
- 检查交流电容器的电流传感器电缆
- 更换 AFC 卡

在有源滤波器工作期间发生“报警 7，直流过电压”：

执行主电源谐振测试 ()。

警告/报警 8, 直流回路欠压

如果中间电路电压（直流回路）下降到电压下限之下，滤波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，滤波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，请参阅额定值表 1.4。

故障排查

确保供电电压同滤波器电压匹配。

执行输入电压测试 ()

执行软充电电路测试 ()

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 300%）。这通常表示由于有源滤波器硬件损坏而导致电流控制回路中产生高电流错误。主电源电压中的意外高电压尖峰也会导致过电流报警。如果在将报警复位后再次发生该报警，则表明有源滤波器硬件有问题。

有关电流跳闸点，请参阅表 1.3。

故障排查

执行 IGBT 和 LCL 滤波器组件测试 ()

执行输入电压测试 ()

报警 14, 接地故障

IGBT 电流传感器测量的求和电流不等于零。主电源相通过滤波器与主电源之间的电缆或滤波器本身向大地放电。

跳闸水平等于滤波器额定电流的 50%。

故障排查

关闭滤波器

用兆欧表测量 LCL 滤波器组件的对地电阻，以检查接地故障

在主电源有源滤波器端子上测量线电压。所有 3 个电压均应等于系统的额定电压。

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：

15-40 FC 类型

15-41 功率范围

15-42 电压

15-43 SWversion

15-45 类型代码字符串

15-49 控制卡软件标志

15-50 功率卡软件标志

15-60 安装的选件

15-61 选件软件版本（对于每个选件插槽）

报警 16, 短路

IGBT 逆变器或逆变器端子上发生短路。

跳闸水平约等于过电流跳闸水平的 120%（请参阅表 1.3）。

故障排查

执行 IGBT 测试 ()

更换功率卡

警告/报警 17, 控制字超时

未建立同滤波器的通讯。

只有当 8-04 控制字超时功能未设置为关时，此警告才有效。

如果 8-04 控制字超时功能设为停止并跳闸，滤波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 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。

WARNING 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 14-53 风扇监测中可以禁用此风扇警告(将其设为“[0] 禁用”)。

供应给风扇的电压经过整流,并受到监视。

故障排查

检查风扇电阻(请参阅)。

检查软充电熔断器(请参阅)。

WARNING 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 14-53 风扇监测中可以禁用此风扇警告(将其设为“[0] 禁用”)。

供应给风扇的电压经过整流,并受到监视。

故障排查

检查风扇电阻(请参阅)。

检查软充电熔断器(请参阅)。

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。跳闸和复位点因过滤器的功率大小而异。

有关跳闸水平,请参阅表 1.4。

故障排查:

- 环境温度过高。
- 设备上方和下方的间隙不正确。
- 散热片变脏。
- 设备周围的气流受阻。
- 散热片风扇损坏。

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, 通讯故障

通讯选件卡上的现场总线不能正常工作。

报警 38, 内部故障

发生内部故障时,会显示下表定义的代号。

故障排查

执行供电循环

检查选件是否正确安装

检查线路是否松脱

可能需要与您的 Danfoss 供应商或服务部门联系。记下代号,以备进一步的故障排查之用。

No.	文本
0	串行端口无法初始化。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
256-258	功率卡的 EEPROM 数据有问题或太旧
512-519	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
783	参数值超出最小/最大限制
1024-1284	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
1299	插槽 A 中的选件软件版本过旧
1300	插槽 B 中的选件软件版本过旧
1302	插槽 C1 中的选件软件版本过旧
1315	插槽 A 中的选件软件版本不受支持(不允许)
1316	插槽 B 中的选件软件版本不受支持(不允许)
1318	插槽 C1 中的选件软件版本不受支持(不允许)
1379-2819	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
2820	LCP 堆栈溢出
2821	串行端口溢出
2822	USB 端口溢出
3072-5122	参数值超出了其极限
5123	插槽 A 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
5124	插槽 B 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
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	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。

报警 39, 散热传感器

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。

WARNING 40, 数字输出端子 27 过载

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

WARNING 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 5-00 数字 I/O 模式和 5-02 端子 29 的模式。

WARNING 42, X30/6 或 X30/7 上的数字输出过载

对于 X30/6,请检查与 X30/6 相连的负载,或拆除短路连接。检查 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 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 24V DC 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。

WARNING 47, 24 V 电源过低

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

WARNING 48, 1.8V 电源过低

功率卡上使用的 1.8V DC 电源超出了所允许的限制。该电源在功率卡上测量。检查控制卡是否有问题。如果存在选件卡，请检查是否发生过压情况。

WARNING 60, 外部互锁

一个数字输入信号表明在变频器外部存在故障状态。已向变频器发出外部互锁命令，从而使其跳闸。清除外部故障状态。要恢复正常运行，请对设为外部互锁的端子施加 24V DC 信号。将变频器复位。

警告/报警 65, 控制卡温度过高

控制卡的断开温度为 80° C。

故障排查

- 检查环境温度是否在极限范围内。
- 检查过滤器是否堵塞。
- 检查风扇工作情况。
- 检查控制卡。

WARNING 66, 散热片温度低

该警告基于 IGBT 模块中的温度传感器。有关会触发该警告的温度读数，请参阅。

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）。

报警 67, 选件模块配置已更改

自上次关机以来添加或删除了一个或多个选件。检查配置变化是否符合预期，然后将设备复位。

报警 68, 安全停止已激活

端子 37 上的 24V DC 信号丢失，这导致滤波器跳闸。要恢复正常工作，请在端子 37 上施加 24V DC 电压，然后将滤波器复位。

报警 70, 非法的 FC 配置

控制卡和功率卡不兼容。请与供应商联系，并提供设备铭牌上的类型代码和卡的部件号，以便检查兼容性。

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, 设备被初始化为默认值

手动复位后，参数设置被初始化为默认值。将设备复位可清除报警。

WARNING 250, 新备件

已调换了电源或开关模式电源。此时必须在 EEPROM 中恢复滤波器的类型代码。请根据设备标签上的信息在 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”。

WARNING 251, 新类型代码

更换了功率卡或其他组件，并且类型代码发生变化。通过复位可消除警告和恢复正常工作。

报警 300, 主电源接触器故障

当反馈信号表明主电源接触器不在预期状态下(接触器无法闭合或打开)，或表明反馈信号本身存在错误时，将会导致报警 300 主电源接触器故障。

故障排查**检查控制和反馈线路**

验证控制和反馈线路是否正确，并且电气连接是否牢靠。控制卡的 24 VDC 输出来自端子 12，而接触器反馈则回到端子 32。接触器由控制变压器通过功率卡继电器赋能。执行目视检查，以验证电线绝缘层无物理损坏。这应包括控制线路和反馈线路。执行导通性检查，以了解电线是否断裂。

执行控制卡数字输入/输出测试 ()

接触器测试

在输入端子和输出端子之间，对接触器执行导通性测试。如果发现导通，则必须更换接触器的熔断器。在输入或输出侧的三相之中，任何 2 个测试点之间都不应导通。

主电源丢失

主电源电压丢失将导致接触器打开。检查主电源电压，并考虑采用自动复位功能。

其他

如果上述测试都没有发现问题，则更换功率卡。

报警 301, 接触器故障

当反馈信号表明软充电接触器不在预期状态下(接触器无法闭合或打开)，或表明反馈信号本身存在错误时，将会导致软充电接触器故障。

更新到 1.7 或更高版本的软件。

故障排查

执行在“报警 300, 主电源接触器”测试中列出的测试。

警告/报警 302, 电容器过电流

检测到通过 LCL 滤波器的交流电容器的电流过大。

有关电流跳闸点，请参阅。

故障排查

- 检查额定电压参数 (300-10) 的设置是否正确。如果额定电压参数被设为“自动”，请将此参数的值改为系统的额定电压。
- 检查 CT 参数设置 (参数 300-26) 是否与系统相对应
- 执行主电源谐振测试 ()

警告/报警 303, 卡接地故障

在 LCL 滤波器的交流电容器电流中检测到接地故障。LCL 滤波器 CT 中的电流和超过 PUD (取决于功率单位) 水平。

故障排查

- 关闭滤波器
- 用兆欧表测量 LCL 滤波器组件的对地电阻，以检查接地故障
- 执行交流电容器和电流传感器测试 ()。
- 检查电流传感器和 AFC 卡上的连接器的引脚是否正确

- 检查交流电容器的电流传感器电缆
- 更换 AFC 卡

警告/报警 304, 直流过电流

在 IGBT 电流传感器中检测到通过直流回路电容器组的电流过大。

故障排查

- 检查主电源熔断器,并确保主电源的所有三相都有电
- 检查 CT 参数设置(参数 300-26)是否与系统相对应
- 执行主电源谐振测试 ()

报警 305, 主电源频率 极限

主电源频率超出极限 (50 Hz - 60 Hz) +/-10%。验证主电源频率是否在产品规范内。此报警还可能表明主电源在 1 到 3 个电周期中丢失。

为了调节直流回路电压和注入补偿电流,有源滤波器必须与主电源电压同步。有源滤波器利用锁相回路(PLL)来跟踪主电源电压频率。

当有源滤波器启动时,PLL 使用来自电流传感器的 LCL 滤波器交流电容器电流执行初始化,这个过程长达 200 毫秒。在 PLL 初始化期间过后,有源滤波器随即开始执行开关操作,并使用主电源估计电压(而不是电容器电流)作为 PLL 的输入。PLL 不能容忍交流电容器电流传感器的接线或位置错误。

故障排查

- 关闭滤波器
- 用兆欧表测量 LCL 滤波器组件的对地电阻,以检查接地故障
- 执行交流电容器和电流传感器测试(第 6 节)。
- 检查电流传感器和 AFC 卡上的连接器的引脚是否正确
- 检查交流电容器的电流传感器电缆
- 更换 AFC 卡
- 当根据某些事件在电网和发电机之间执行自动切换时,可能导致主电源丢失,从而引发此报警。如果是这样,请使用自动复位功能。

报警 306, 补偿极限

补偿电流超过设备能力。设备在全额补偿下工作。

报警 306 仅具参考意义,它并不表示发生了某个故障。

警告/报警 308, 电阻器温度

检测到过高的电阻器散热片温度。

安装在阻尼电阻散热片上的 NTC 热敏电阻提供了温度反馈功能。系统会计算温度并将其与 PUD(取决于功率单位)报警水平进行比较。

当达到 PUD 警告水平时,将显示警告 308。这表明电阻器温度接近报警水平。

故障排查

验证:

- 环境温度是否过高
- 设备上方和下方的间隙是否不正确
- 散热片是否变脏
- 设备周围的气流是否受阻
- 散热片风扇是否损坏

警告/报警 309, 主电源接地故障

通过测量 CT 主电源电流,检测到接地故障。

来自三相主电源 CT 的电流和过高。只有在 400 毫秒内的每一次采样中都检测到接地故障,才会发出报警 309。

故障排查

检查系统的主电源 CT 和接线

更换 AFC 卡

报警 311, 开关频率 极限

设备的平均开关频率超过极限。

如果实际开关频率在 10 个电周期中超过 6 kHz,则会发出报警 311。

工作参数 P98-21 显示实际的开关频率。注意:不要更改任何工作参数,除非在本维护手册中要求这样做。

故障排查

执行主电源谐振测试 ()

报警 314, 自动 CT 中断

自动 CT 检测被用户中断。

报警 315, 自动 CT 出错

执行自动 CT 检测时检测到错误。

自动 CT 检测无法在所述情况下工作:安装了任何求和式变流器,并且通过升压或降压变压器为有源滤波器供电,或者滤波器电流小于 CT 初级侧电流的 10%。如果自动 CT 检测失败,请手动设置 CT 参数。

WARNING 316, CT 位置错误

自动 CT 功能无法确定 CT 的正确位置。

如果自动 CT 检测失败,请手动设置 CT 参数。

WARNING 317, CT 极性错误

自动 CT 功能无法确定 CT 的正确极性。

如果自动 CT 检测失败,请手动设置 CT 参数。

WARNING 318, CT 变比错误

自动 CT 功能无法确定 CT 的正确初级额定值。

如果自动 CT 检测失败,请手动设置 CT 参数。

报警 319, 从站设备失控

没有命令某个从站 AF 运行,但反馈表明它正在运行。报告中注明了此从站设备的 ID。

故障排查

- 检查从站设备
- 检查控制线路

WARNING 320, 交流电阻器散热片故障

交流电阻器散热片温度反馈装置未连接或温度过低。

WARNING 321, 电压失衡度 >3%

可能是因为供电侧缺相或主电源电压的失衡度过高。

故障排查 检查滤波器供电电压的失衡度及主电源熔断器。

报警 322, 5V 功率卡电压过低

来自功率卡的 5 V 供电电压过低。

故障排查

- 更换 AFC 卡
- 更换功率卡

报警 323, 15V 负电压过低

负 15 V 供电电压过低。

故障排查

- 执行交流电容器电流传感器测试 (请参阅第 6 节)。
- 检查电流传感器和 AFC 卡上的连接器的引脚是否正确
- 检查交流电容器的电流传感器电缆
- 更换 AFC 卡

报警 324, 15V 正电压过低

正 15 V 供电电压过低。

故障排查

- 执行交流电容器电流传感器测试 (请参阅第 6 节)。
- 检查电流传感器和 AFC 卡上的连接器的引脚是否正确
- 检查交流电容器的电流传感器电缆
- 更换 AFC 卡

10. 检查显示在 LCP 上的滤波器电流是否低于滤波器额定电流的 15%。如果高于此值, 请执行硬件故障检查。
11. 停止有源滤波器, 然后取下所有 3 个短接片。
12. 根据应用要求, 在以下参数中检查滤波器参数: 优先级 (300-01)、谐波选择模式 (300-00 和 300-30) 和 COS fi 参考值 (300-35)。
13. 向有源滤波器发出一个运行命令。
14. 监视总谐波电流和电压失真是否减小。如果没有, 则检查 CT 输入/系统是否存在故障或是否存在配置错误。
15. 将参数设置复制到 LCP 存储器 0-50, 以便进行备份。

4.6 修理之后的测试

在对滤波器进行任何修理或测试了怀疑存在问题的滤波器后, 首先应执行这个步骤来确保所有电路都能正常工作, 然后再重新使用设备。

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, 以确保设备能安全启动。
3. 接通设备的交流电源。
4. 将参数设置复制到 LCP 存储器 0-50, 以便进行备份。
5. 根据 CT 系统要求, 在以下参数中对滤波器进行设置: 位置 (300-26)、CT 初级侧电压 (300-22)。
6. 如果符合下述条件, 则执行自动 CT 检测 (300-29): CT 安装在 PCC 侧 (面向变压器); CT 未使用求和式变压器; 滤波器不是由变压器供电; 并且滤波器电流大于 CT 初级侧电流的 10%。
7. 根据 CT 系统要求, 在以下参数中检查滤波器参数: 初级侧额定值 (300-20)、序列 (300-24)、极性 (300-25)。
8. 在 CT 输入端子的所有 3 个 CT 输入上安装 CT 短接连接器 (出厂时已预装)。
9. 向有源滤波器发出一个运行命令。

5 有源滤波器和电网

5.1 电网变化

5.1.1 电网配置

有源滤波器可在所有典型的电网配置下工作，比如：

- 三相三线
- 三相四线
- 星形接地
- 不接地/星形绝缘
- 三角形连接
- 50 Hz +/-10% 容限
- 60 Hz +/-10% 容限

5.1.2 电网阻抗

电源的短路阻抗或百分比阻抗表示电网阻抗。在电缆较短（长度不到 500 米）的供电系统中，变压器或供电发电机的短路阻抗（阻抗电压）对应于公共耦合点（PCC）的最小电网阻抗值。其最大值取决于低压电网线路类型、长度和上一级电压水平的电网阻抗。在此值未知的情况下，其最大值可按供电变压器短路阻抗的 2 倍来估计。

滤波器的校正电流取决于电网阻抗。当电网阻抗较高时，应将滤波器校正电流降低 10%。

有源滤波器没有关于最低电网阻抗的限制。但从系统的角度看，电网的短路电流必须小于电容器的可能过电流水平，即滤波器额定值的 3%。

5.1.3 前级电压失真

有源滤波器适于在非正弦电压下工作。在高达 10% 的总谐波电压失真率下，有源滤波器的性能应不受影响。

如果在同一电网中存在基于变频器或其他有源输入设备的有源前端，那么高开关噪声可能使 LCL 滤波器的阻尼电阻过载。25 次以上的电压谐波的幅度不应高于 3%。

“警告/报警 302，电容器过电流”通常表明前级电压失真或电网失衡度过高。

5.2 电流极限

5.2.1 主电源缺相和相位失衡跳闸

有源滤波器通过测量交流电容器电流来监视缺相情况。如果检测到缺相情况，滤波器将在一定时间后跳闸，并给出“报警 4，主电源缺相”。缺项检测的响应时间约为 0.5 秒

当输入电压开始失衡时，相位不会完全消失。因此不会发出报警 4。但可能引发下述跳闸报警：

- 警告/报警 7，直流回路过压
- 警告/报警 302，电容器过电流
- 警告/报警 304，直流过电流
- 报警 311，开关 freq. 极限
- 警告 321，电压失衡度 >3%

通过用电压表测量线电压，可以非常轻松地检测输入电压的严重失衡或缺相情况。

5.2.2 电压骤降和闪变

有源滤波器适于在存在电压骤降和闪变的电网上工作。其有源行为取决于电压骤降的持续时间、深度和受影响的相位数。当电压骤降威胁可能损害有源滤波器组件时，有源滤波器将停止工作并给出下述故障：

- 警告/报警 4，主电源缺相
- 报警 300，主电源接触器故障
- 报警 305，主电源频率极限

5.2.3 与同一电网上的其他设备的兼容性

大多数问题都与高频开关电流谐波有关。从有源输入设备，到配电系统组件（比如电线、供电变压器等）的泄漏电容，都会产生谐波。高频电流谐波可与连接到同一总线的其他设备发生相互作用，从而使中性线电流的幅度增大，并激活零序继电器动作。

与接地保护有关的问题（接地故障继电器）

通过环状变压器连接或连接到中性线接地线路的零序继电器通常可以避免接地故障。当将有源滤波器连接到配电系统时，高频开关电流谐波会通过寄生电网电容泄漏到大地中。这会导致接地故障继电器无法正常工作。

通过用对高频不敏感的继电器替代接地故障继电器，可以避免这个问题。

与 UPS 设备有关的问题

UPS 设备可能因为主电源中的有源滤波器开关噪声而变得失真。UPS 设备的电力故障检测器可能被主电源电压中的高频开关谐波激活。因此，UPS 可能持续用电池供电，而无法再次切换到主电源电压。

作为避免这个问题的一个选项，可以对 UPS 设备的电力故障检测器进行调整（通过更改其设置参数）。另一个选项是，换用对高频开关谐波不敏感的 UPS 设备。

5.2.4 主电源谐振

在大多数情况下，有源滤波器不会影响谐振状态下的负载。有源滤波器可以在低至 31 次谐波的谐振情况下工作。

当负载侧有 CT 时，在有源滤波器和负载之间的电力系统中发生的谐振情况不会干扰有源滤波器的功能。当电网负载较轻时，电网谐振频率会随电网负载变化，并可能对有源滤波器造成干扰。在 PCC 侧安装有 CT 的滤波器在轻载情况下可能变得不稳定或遭遇补偿水平失控（无法控制）的问题。为避免这一点，请借助睡眠模式功能让滤波器在轻载下停止工作，或借助选择性谐波补偿来跳过轻载谐振点附近的谐波补偿操作。

在主电源谐振情况下可能发生下述跳闸：

- 警告/报警 7，直流回路过压
- 警告/报警 302，电容器过电流
- 警告/报警 304，直流过电流
- 报警 311，开关 freq. 极限

一般来说，与电缆较短的电网相比，电缆较长（超过 500 米）的供电电网更有可能发生谐振问题。

5.2.5 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。用户经常抱怨滤波器不响应给出的命令。

滤波器在设计上可以接受多种信号。在排查故障时，首先应确定滤波器收到何种类型的信号。滤波器有 6 个数字输入（端子 18、19、27、29、32、33）和 2 个模拟输入（53 和 54）。（请参阅“滤波器输入和输出”。）借助设备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* 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，则说明微处理器已检测到预期信号。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，则下一步是确定滤波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“输入端子信号测试”的说明来执行（请参阅第 6 章）。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，则问题应发生在滤波器的外部。随后必须检查负责提供信号的电路以及与其相关的线路。

5.2.6 编程问题

小心

错误的参数设置不会损害有源滤波器，但可能对电网产生极大的不利影响，因此可能损害连接到电网的其他设备。

有源滤波器的工作问题可能源于滤波器参数设置不当。有 3 个方面的编程错误可能影响滤波器的性能，它们是：

- CT 设置
- 参考值和极限
- I/O 配置

任何设置不当的参考值或极限都会使滤波器的性能无法达到最佳水平。例如，当 Cos Phi 参数的最大参考值得过低时，设备将无法实现全面的无功电流补偿。参数必须根据特定系统的要求来设置。参考值在参数组 300-0* 中设置。

I/O 配置设置不当通常会使滤波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。这些确定了滤波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。在使用 I/O 功能时必须考虑两方面的问题。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。控制端子端子在 5-0* 和 6-0* 参数组中设置。

5.3 内部有源滤波器问题

与滤波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。以下介绍了其中许多常见问题。

5.3.1 过温故障

如果给出了过温指示，请确定滤波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。

5.3.2 电流反馈问题

小心

变流器接线或安装不当不会损害有源滤波器，但可能对电网产生极大的不利影响，因此可能损害连接到电网的其他设备。

5.3.3 CT 输入噪声

有源滤波器的控制逻辑提供了抗 CT 输入噪声的能力。3 kHz 以上的高频噪声不会影响有源滤波器的性能。但如果这种噪声的幅度达到真实信号的两倍，则输入模拟电路可能达到饱和。因此，对主电源的谐波补偿质量可能受到不利影响。在实践中，CT 输入噪声不大可能具有较大幅度，并且如果是这样，则通常表明 CT 或线路损坏。

5.3.4 EMI 的影响

虽然与电磁干扰 (EMI) 有关的问题对滤波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：

- 串行通讯传输错误
- CPU 异常故障
- 无法解释的滤波器跳闸

来自附近其他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

为了保证有源滤波器的正确工作，务必从客户自备变流器 (CT) 提供适当的电流反馈信号。有源滤波器调试期间的大多数问题都与客户自备变流器的不当安装或接线有关。

在进行有源滤波器调试之前，强烈建议按照表 4-1 的说明对 CT 的安装和接线执行目视检查。如果无法进行目视验证，请用额定值为 1A 或 5A (对应于变流器次级侧的额定值) 的电流表测量变流器输入端子上的 CT 电流反馈信号。

当滤波器在工作时，可通过在 LCP 上监视直流回路电压和滤波器输出电流来获得与 CT 电流反馈信号有关的适当信息。所显示的直流回路电压值应接近恒定水平，并且变化幅度不应超过 20 V。

来自 LCL 滤波器电抗器的声源性噪声可以表明 CT 是否安装不当，以及有源滤波器的工作是否有问题。此噪声应该相当均匀，并且不会突然变化，否则便表明有源滤波器的工作不稳定。低频噪声振荡通常表明主电源或负载振荡。

为了保证客户自备变流器的正确工作，监视电流反馈信号的波形将会非常有帮助。这可以借助一个额定值为 5A 的电流表和一个示波器来完成。测量 CT 电流和线路电流。在不同测量值下，信号的形状应该相同。

6 测试步骤

6.1 简介

警告

电气危险!

即使滤波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 30 分钟(对于 E 机架规格),以确保电容器完全放电,然后再触碰任何内部组件。有关具体的放电时间,请参阅滤波器柜门正面上的标签。

本节包含详细的滤波器测试步骤。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滤波器的症状、报警和其它情况。这些测试的结果决定了相应的修理操作。需强调的是,由于滤波器会监视输入信号和外部信号,因此导致故障情况的根源可能位于滤波器自身之外。此处介绍的测试步骤也可以隔离这其中的许多故障状况。拆卸和装配说明介绍了拆卸和重新装配滤波器组件的详细步骤。

滤波器测试分为静态测试、动态测试和修理之后的测试。静态测试是在滤波器未通电的情况下执行的。大多数滤波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。静态测试旨在检查发生短路的电源组件或存在问题的连接。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。

小心

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。在对通电的滤波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。

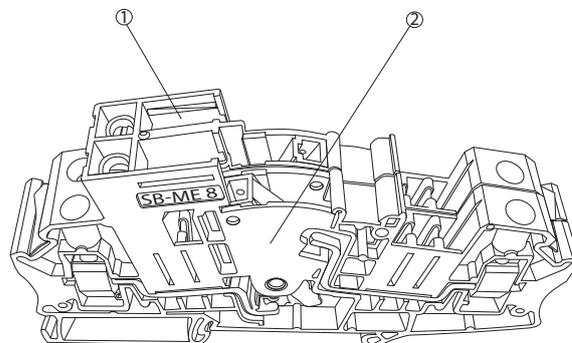
动态测试是在滤波器通电的情况下执行的。动态测试可以跟踪信号电路,从而隔离出故障组件。

请更换任何故障组件,并按照修理后的变频器测试中的说明对滤波器及新组件重新进行测试,之后再为滤波器通电。

小心

主电源(初级侧)电流

当主电源上(初级侧)存在电流,并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时,请在客户自备变流器(CT)的次级侧使用短接连接器。在对有源滤波器执行维护时,请在外部 CT 次级侧上使用短接连接器,以获得额外安全。当在初级侧存在电流,并且 AFC 卡未连接时,如果未将变流器的次级侧短接,将可能对变流器造成损害。



130BX359.10

图 6.1 短接连接器

1 短接片	2 短接连接器
-------	---------

短接连接器

当主电源上存在电流,并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时,请在客户自备的外部 CT 的次级侧装上短接连接器。若不将 CT 的次级侧短接,将可能对 CT 造成损害。

AFC 卡在与 CT 相连时将可以提供降流功能

当未连接 AFC 卡时,必须将次级侧短接

在将 AFC 卡连接至 CT 之后,应先取下随大多数客户自备的外部 CT 提供的短接连接器,然后再操作有源滤波器。

出于安全考虑,当 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时,即使在主电源上没有电流,也应将客户自备的外部 CT 的次级侧短接

客户自备的外部 CT 连接到 AFC 的 MK101 (5A) 或 MK108 (1A)

6.1.1 测试所要求的工具

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
兆欧表
示波器
钳式安培表
信号测试板(部件号 176F8437)和扩展板(部件号 130B3147)
分拆总线电源(部件号 130B3146)
功率质量分析仪 Fluke 435(部件号 130BB3173)、Dranetz 4300、4400 或类似仪器

6.1.2 信号测试板

信号测试板可用于测试滤波器内部的电路,借此可轻松访问测试点。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 中的。

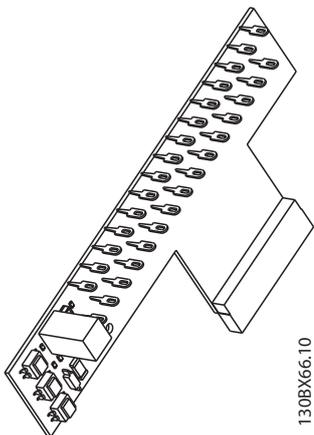


图 6.2 信号测试板

6.2 静态测试步骤

6.2.1 软充电电路测试

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。

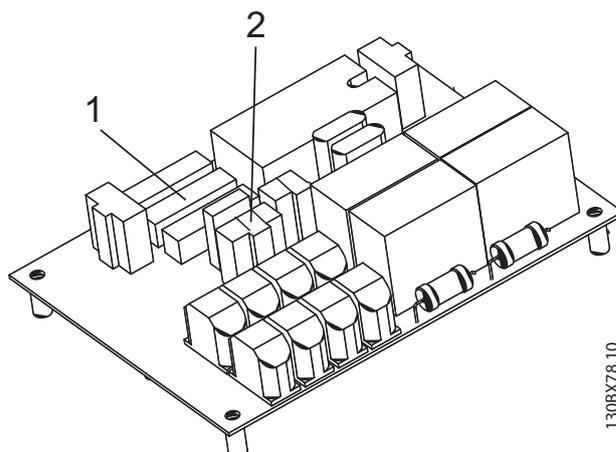


图 6.3 软充电卡的熔断器位置

1	熔断器 F1、F2 和 F3	2	MK3 (软充电测试时的隔离器)
---	----------------	---	------------------

6.2.2 软充电整流器测试

在软充电卡上,断开 MK3 连接器处的直流电缆。

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。

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 ($\pm 10\%$)。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电路径。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。

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。

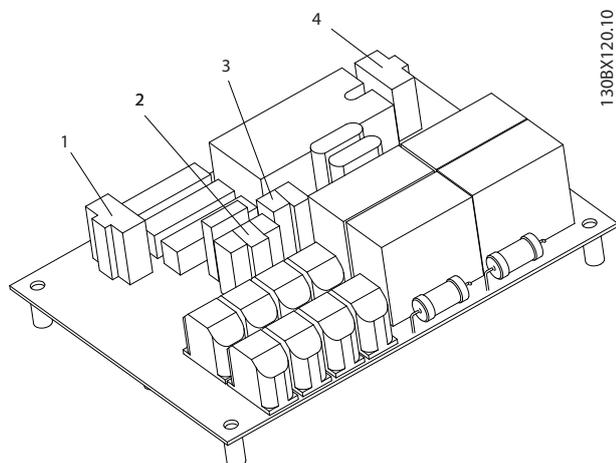


图 6.4 软充电卡连接器

1	MK1	3	MK4
2	MK3	4	MK2

6.2.3 逆变器部分的测试

逆变器单元主要由 IGBT 构成并包含两个功能，首先是为直流线路电容器供电，其次是将电流回注到电网中。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。在滤波器的每个 IGBT 模块上还有 3 个缓冲电容器。

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经。

6.2.3.1 逆变器测试第 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 LC 感应器次级侧端子 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，然后会随着滤波器内的电容被仪表充电而逐渐上升到无穷。

6.2.3.2 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 LC 感应器次级侧端子 L1、L2 和 L3。

每个读数都应该显示二极管压降。

不正确的读数

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。

6.2.3.3 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 LC 感应器次级侧端子 L1、L2 和 L3。

每个读数都应该显示二极管压降。

6.2.3.4 逆变器测试第 IV 部分

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 LC 感应器次级侧端子 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，然后会随着滤波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。

6.2.4 门电阻器测试

这个电路中的故障指示

当滤波器不断遇到接地故障或者在超出其正常工作参数的范围外工作时，可能会导致 IGBT 故障。

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。它们的标签分别为 MK 250、350、450、550、650、750。

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 7.8 千欧（对于 D 机架）或 3.9 千欧（对于 E 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。

6.2.5 中间部分测试

滤波器的中间部分由直流总线电容器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。

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。

6.2.6 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 模块连接到到门驱动器卡的连接器 MK100。对于有 2 个 IGBT 模块的滤波器,所使用的是位于右模块上的传感器。对于有 3 个 IGBT 模块的滤波器,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。

6.2.7 风扇导通性测试

执行所有导通性检查时,欧姆表都应设在 $R \times 1$ 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 16 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。

6.2.7.1 风扇熔断器测试

1. 通过检查熔断器的导通性,对软充电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。

6.2.7.2 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 16 之间进行测量。读数应约为 4 欧姆。
2. 在 MK107 的端子 16 和 12 之间进行测量。读数应约为 3 欧姆。
3. 在 MK107 的端子 1 和 12 之间进行测量。读数应约为 1 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,重新接上 MK107。

6.2.7.3 风扇的欧姆值测试

风扇的欧姆值测试 在功率卡连接器 MK107 的端子 11 和 13 之间进行测量。

不正确的读数

断开 CN5，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 F2。

断开 CN4。测量风扇侧的 1 和 2 之间的电阻。读数应约为 200 欧姆。

不正确的读数

按下述方式确定发生故障的风扇。

- 断开风扇端子的接线。
- 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。

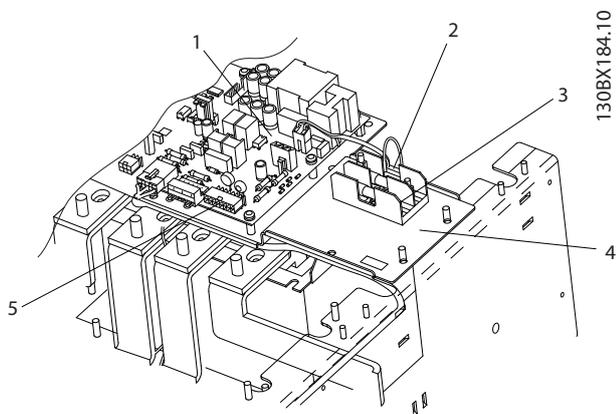


图 6.5 风扇和直流总线熔断器的位置

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

6.2.8 交流主电源接触器和软充电接触器测试

通过使用设在 Rx1 档的欧姆表，可以测试交流主电源接触器和软充电接触器的导通性。

在通电和未通电状态下测量每组触点的电阻。

- 依次将表笔放在每个触点组上 (L1 - T1、L2 - T2、L3 - T3)。在未通电状态下，读数应为开路 (电阻无穷大)。
- 在通电状态下，重复步骤 1。注意：在大多数情况下，当按压接触器顶部的凸起时，触点不应闭合。在通电状态下，读数应为 0 (或接近 0) 欧姆。
- 用表笔测量每组辅助触点 (Aux 1 - Aux 2) 的电阻。在交流主电源接触器和软充电接触器未通电状态下，电阻读数值应为无穷大；在通电状态下，读数应接近 0 欧姆。

注意：交流主电源接触器和软充电接触器都有一个电子线圈，因此无法直接用欧姆表从线圈两端测量其阻值。欧姆表读数通常应为 1-5 兆欧。如果值较低，则说明线圈损坏。

6.3 动态测试步骤

在执行动态测试步骤时，请参考下图中的端子位置。

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。



电气危险!

在加电情况下切勿断开滤波器的输入线路，否则存在造成严重伤亡的危险。

小心

在给滤波器通电之前，请采取所有必要的安全措施以备系统启动。

6.3.1 无显示测试

滤波器无显示可能是多种原因造成的。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

- 接通滤波器电源。
- 使用 DVM 依次测量滤波器输入端子之间的输入电网电压：
L1 到 L2
L1 到 L3
L2 到 L3

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。

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%，滤波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%。

尽管滤波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 控制卡基本电压测试

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

对于这个过程,请使用分拆总线电源提供 650 V 电压。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. 将信号测试板插入功率卡的 MK104 连接器中。
2. 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 电流传感器测试(CT1、CT2、CT3)

对于这个过程,请使用分拆总线电源提供 650 V 电压。

用信号测试板测试电流反馈。

1. 切断滤波器电源。确保直流总线已完全放电。
2. 将信号测试板装入功率卡的 MK104 连接器中。
3. 用 650 V 分拆总线电源为滤波器供电。
4. 使用 DVM,将负表笔(-)连接到信号测试板的端子 4(公共端子)。
5. 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 CT1、CT2 和 CT3。读数应该接近零伏特但不超过 +/-15 mv。

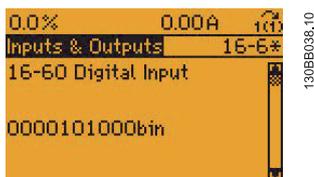
如果读数大于 15 mv,则表明对应的电流传感器应更换。

6.3.6 输入端子信号测试

在滤波器的显示屏上可以验证滤波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。



如果没有显示预期信号,则问题可能出在滤波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,请更换控制卡。

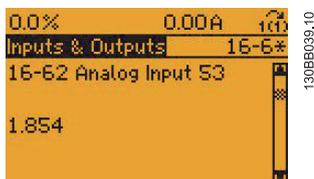
如果 24 V 电压存在,请按下述方式继续检查各个输入

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)。



如果没有显示预期信号,则问题可能出在滤波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 之间才能与发送到滤波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。

6.3.7 主电源谐振测试

当滤波器可以在它与其他无阻尼储能设备之间传输能量时,系统可能发生谐振。谐振通常发生在滤波器和其他非调谐电容组之间。当发生谐振故障时,请检查电网是否包含其他电容器组,如果可能,请断开这些电容器组。此外还建议通过添加电抗器来消除电容器谐振。

1. 检查 CT 系统线路。
2. 检查电压失衡值。它应低于 3%。
3. 在 CT 输入端子的所有 3 个 CT 输入上安装 CT 短接连接器。向有源滤波器发出一个运行命令。如果发生“报警 7,直流过电压”,请转至执行与报警 7 有关的故障排查步骤。如果未发生报警 7,则转至下一步骤。
4. 移除 CT 短接片。
5. 将滤波器设为选择性谐波补偿模式(参数 300-00 谐波选择模式),并让滤波器仅对 5 次和 7 次谐波进行补偿(在参数 300-30 中,将 5 次和 7 次谐波的补偿点设为零,将其他谐波的设为最大值)。
6. 向滤波器发出一个运行命令,然后观察 5 次和 7 次谐波的电压失真度是否减小。如果没有,则再次检查 CT 输入/系统和配置。
7. 一步一步地对滤波器进行其他谐波补偿设置,并监视交流输出滤波器电流(在 LCP 上查看,或用电流表直接测量)。如果电流较高,则表明电源中可能存在谐振点。这些点需要接地(为此需更改被补偿谐波的次数)和被禁用(通过设置有源滤波器)。

6.3.8 控制卡数字输入/输出测试

控制卡数字输入/输出测试

按照下述步骤来测试控制卡,如果发现问题,请更换控制卡。

1. 用 24 VDC 备用电源为控制卡供电。不要接通有源滤波器的电源电压。
2. 在参数 P5-00 中,对数字输入进行 PNP 设置。
3. 用万用表验证 T12 和 T20 之间的电压是否为 24VDC。
4. 在参数 P16-60 中,验证 T32 是否为“0”。
5. 用跳线连接 T12 和 T32。
6. 在参数 P16-60 中,验证 T32 是否为“1”。
7. 取下跳线。
8. 在参数 P16-60 中,验证 T33 是否为“0”。
9. 用跳线连接 T12 和 T33。

10. 在参数 P16-60 中, 验证 T33 是否为“1”。
11. 取下跳线。
12. 将参数 P5-00 的值重新改成以前的值 (如此此前曾更改它的话)。

6.4 修理之后的测试

在对滤波器进行任何修理或测试了怀疑存在问题的滤波器后, 首先应执行这个步骤来确保所有电路都能正常工作, 然后再重新使用设备。

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, 以确保设备能安全启动。
3. 接通设备的交流电源。
4. 将参数设置复制到 LCP 存储器 0-50, 以便进行备份。
5. 根据 CT 系统要求, 在以下参数中对滤波器进行设置: 位置 (300-26)、CT 初级侧电压 (300-22)。
6. 如果符合下述条件, 则执行自动 CT 检测 (300-29): CT 安装在 PCC 侧 (面向变压器); CT 未使用求和式变压器; 滤波器不是由变压器供电; 并且滤波器电流大于 CT 初级侧电流的 10%。
7. 根据 CT 系统要求, 在以下参数中检查滤波器参数: 初级侧额定值 (300-20)、序列 (300-24)、极性 (300-25)。
8. 在 CT 输入端子的所有 3 个 CT 输入上安装 CT 短接连接器 (出厂时已预装)。
9. 向有源滤波器发出一个运行命令。
10. 检查显示在 LCP 上的滤波器电流是否低于滤波器额定电流的 15%。如果高于此值, 请执行硬件故障检查。
11. 停止有源滤波器, 然后取下所有 3 个短接片。
12. 根据应用要求, 在以下参数中检查滤波器参数: 优先级 (300-01)、谐波选择模式 (300-00 和 300-30) 和 COS fi 参考值 (300-35)。
13. 向有源滤波器发出一个运行命令。
14. 监视总谐波电流和电压失真是否减小。如果没有, 则检查 CT 输入/系统是否存在故障或是否存在配置错误。
15. 将参数设置复制到 LCP 存储器 0-50, 以便进行备份。

7 D 机架规格拆卸及安装说明

7.1 静电放电 (ESD)

小心

滤波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。移除滤波器的电源后,应至少等 20 分钟,以便滤波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)

滤波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。

小心

在执行滤波器维护时,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滤波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 7 节。

7.2 有源侧说明

7.2.1 控制卡及控制卡固定板

1. 打开前面板门。
2. 拔掉控制卡上的 LCP 带状电缆。

小心

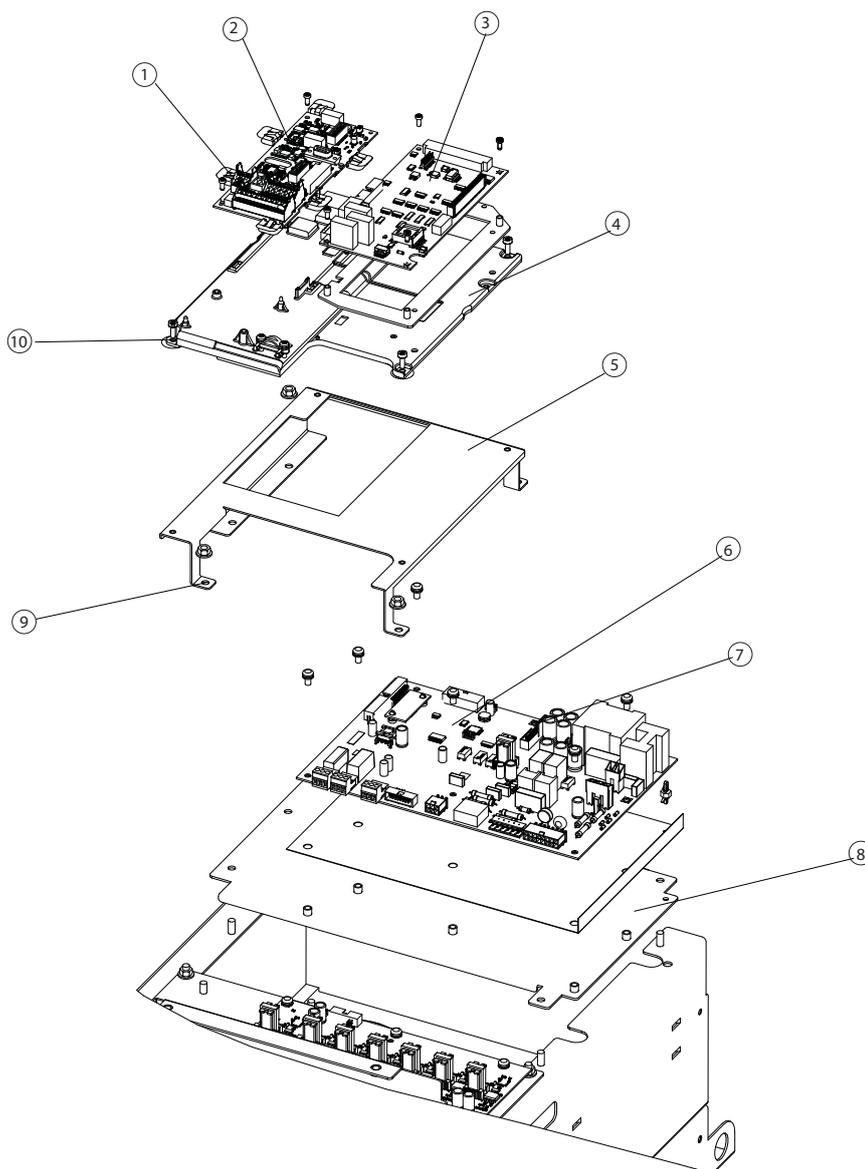
主电源 (初级侧) 电流

当主电源上(初级侧)存在电流,并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时,请在客户自备变流器 (CT) 的次级侧使用短接连接器。在对有源滤波器执行维护时,请在外部 CT 次级侧上使用短接连接器,以获得额外安全。当在初级侧存在电流,并且 AFC 卡未连接时,如果未将变流器的次级侧短接,将可能对变流器造成损害。

3. 从 AAF 卡的 MK103 端子上取下电容器 CT 电缆。
4. 从 AAF 卡的 MK101 或 MK108 端子上取下外部 CT 电缆。
5. 从 AAF 卡的 FC100 和 MK100 上取下带状电缆。
6. 取下控制卡端子盒。
7. 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 (T-20)。
8. 拆下控制卡固定板。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值,请参阅表 1.7。

130BX344.10



7

图 7.1 控制卡和功率卡固定

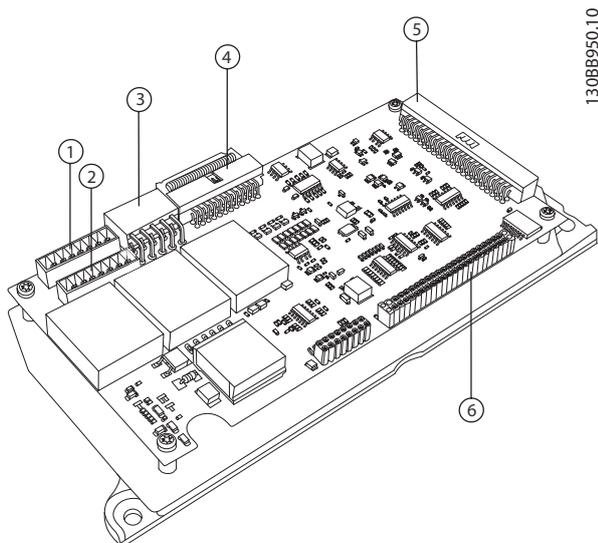
1	控制卡端子组	6	功率卡
2	控制卡	7	功率卡固定柱
3	有源滤波器 (AAF) 卡	8	功率卡固定板
4	控制卡固定板	9	功率卡固定板锁紧螺母
5	控制卡单元支撑托架	10	功率卡固定板环形压片

7.2.2 控制单元支撑托架

1. 按照相关步骤，拆除控制卡固定板。
2. 拆下 5 个固定螺母 (10 毫米)。
3. 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。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

7.2.3 有源滤波器卡



1	MK101	4	MK107
2	MK108	5	MK100
3	MK103	6	FK100

小心

主电源 (初级侧) 电流

当主电源上 (初级侧) 存在电流，并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时，请在客户自备变流器 (CT) 的次级侧使用短接连接器。在对有源滤波器执行维护时，请在外部 CT 次级侧上使用短接连接器，以获得额外安全。当在初级侧存在电流，并且 AFC 卡未连接时，如果未将变流器的次级侧短接，将可能对变流器造成损害。

1. 记录电缆是连接到 MK101 (5A) 还是 MK108 (1A)，以便重新装配。
2. 从 AAF 卡上拔下插头 MK100、MK103、MK107、FK100 和 MK101 (5A) 或 MK108 (1A)。
3. 取下 AAF 卡，为此需拆下 4 个固定螺钉 (T-10)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

7.2.4 功率卡

如果要拆卸功率卡固定板，则功率卡可以仍与功率卡固定板相连。

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 MK102、MK103、MK105、MK106、MK107、MK109、MK110、FK100 和 FK101。
3. 卸下功率卡上的 7 个固定螺钉 (T-25)。
4. 从功率卡右上位置的塑料支架上拆下功率卡。
5. 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。标定卡控制滤波器使用的信号。在用于替换的功率卡上不含标定卡。
6. 保管好功率卡绝缘层，以便重新装上。

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。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

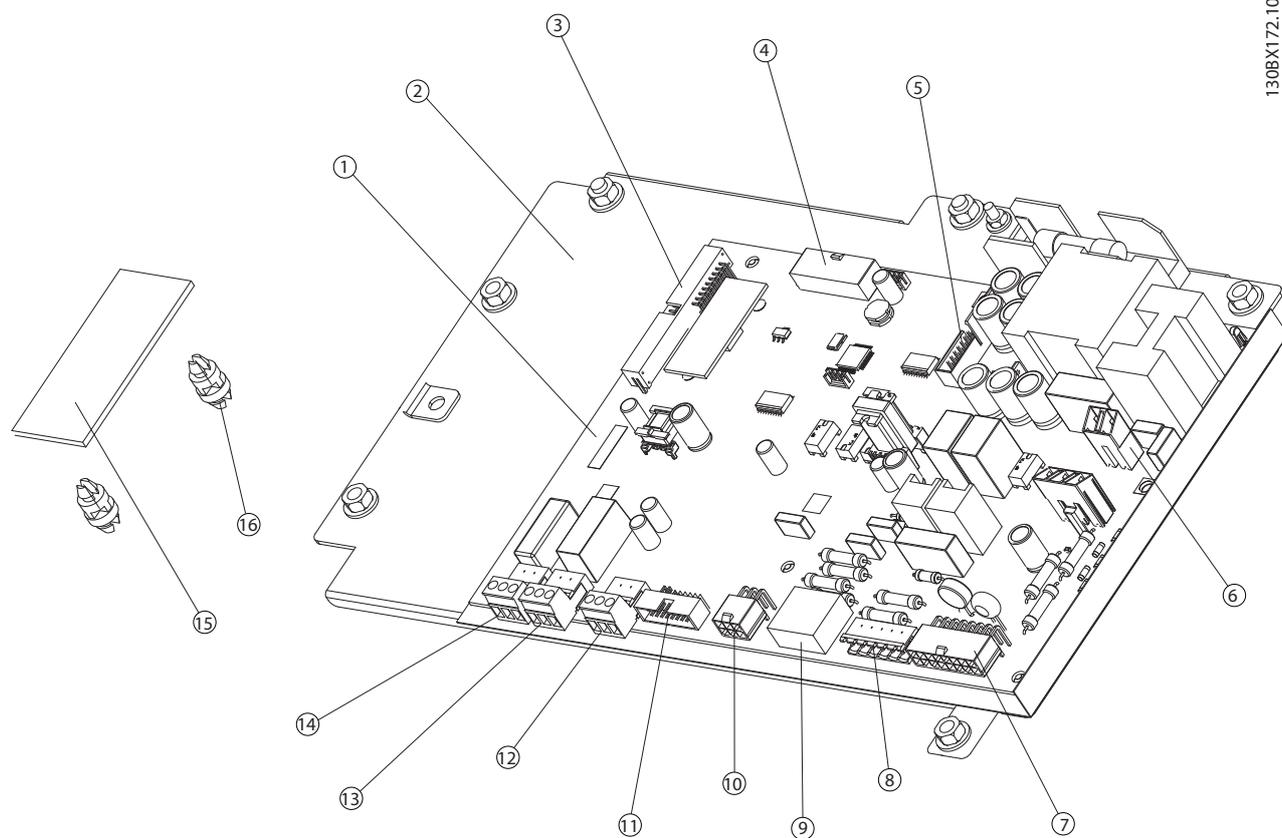


图 7.2 功率卡端子和标定卡

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

7.2.5 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 MK102、MK105、MK107、MK109 和 MK112。
4. 拆下将 MK102 环形压片固定到功率卡固定板上的螺母 (7 mm)。
5. 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。)
6. 拆下功率卡固定板。

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。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

7.2.6 软充电卡

1. 断开 MK1、MK3 和 MK4。
2. 卸下支架上的 4 个螺钉 (T-25)。
3. 卸下软充电卡单元。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.2.7 门驱动器卡

注意, 如果要拆卸电容器组, 则可以不拆卸门驱动器卡。

1. 拔下门驱动器卡上的 MK101、MK102、MK103、MK104、MK106 连接器上的电缆, 如果安装了射频干扰选件, 则还包括 MK101 上的电缆。
2. 卸下门驱动器卡, 为此需卸下支架上的 6 个固定螺钉 (T-25)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

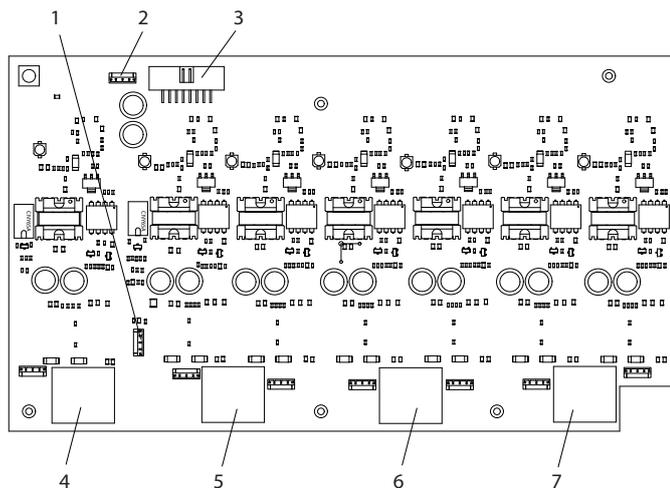


图 7.3 门驱动器卡

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

7.2.8 直流电容器组

1. 按照相应步骤, 拆除控制单元的支撑托架。
2. 直流电容器组与直流母线的连接隐藏在电容器组上方的缝隙中。从直流母线上拆下 2 个将电容器组固定到直流总线接头上的锁紧螺母 (10 毫米)。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。对于带有选配的射频干扰滤波器的设备, 还请拔下 MK101 连接器。
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。

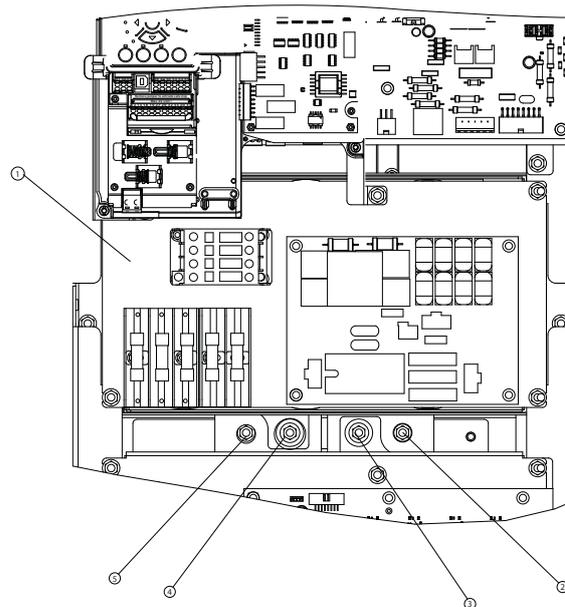


图 7.4 直流电容器组检视

1	软充电卡固定板	4	直流总线连接器 (上)
2	直流总线连接器 (下)	5	直流总线连接器 (上)
3	直流总线连接器 (下)		

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.2.9 软充电卡固定板

注意, 如果要拆卸电容器组, 则可以不拆卸软充电卡。

1. 从软充电卡熔断器盒上 (顶部和底部) 拔下熔断器电缆 FU1、FU2、FU3、FU4 和 FU6。
2. 断开软充电接触器上的 3 个内联连接 (未显示)。
3. 拆卸软充电卡固定板, 为此需从固定板上拆下 4 个螺母 (10 毫米)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.2.10 输入端子固定板

1. 拔下输入端子固定板的 L1、L2 和 L3 上的主电源输入接头。
2. 拆下输入端子和输入感应器之间的 3 个跨接母线。 (如果安装了选配的射频干扰滤波器, 这些将位于选配的射频干扰滤波器的上方。)
3. 卸下 5 个将输入端子固定板固定到机架上的螺钉。
4. 注意, 当安装了所有选件时, 输入端子固定板可能重达 16 千克(35 磅)。 从机架上拆下输入端子固定板。

1	输入端子固定板	6	输入端子固定板锁紧螺钉
2	跨接母线端子	7	L3
3	射频干扰滤波器盖板 (选配)	8	L2
4	主电源隔离熔断器 (选配)	9	L1
5	主电源隔离器 (选配)		

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。 有关紧固转矩值, 请参阅 表 1.7。

7.2.11 IGBT 模块

1. 从 IGBT 模块的顶部和底部拆下 12 个端子螺钉 (T-30)。 注意, 顶部螺钉还用于将缓冲电容器固定到 IGBT 模块上。
2. 拆下 3 个缓冲电容器。 注意, 拆卸顶部 6 个螺钉时, 直流总线单元也将分离。
3. 取下总线单元。
4. 从电流传感器母线支架上取下 8 毫米螺母。
5. 拔下 IGBT 模块 MK100、MK200 和 MK300 连接器上的门电缆。
6. 断开 MK103 上的热传感器电缆。
7. 卸下散热片上的 8 个 IGBT 固定螺钉 (T-20)。
8. 从上方抽出 IGBT 模块, 将其取下。

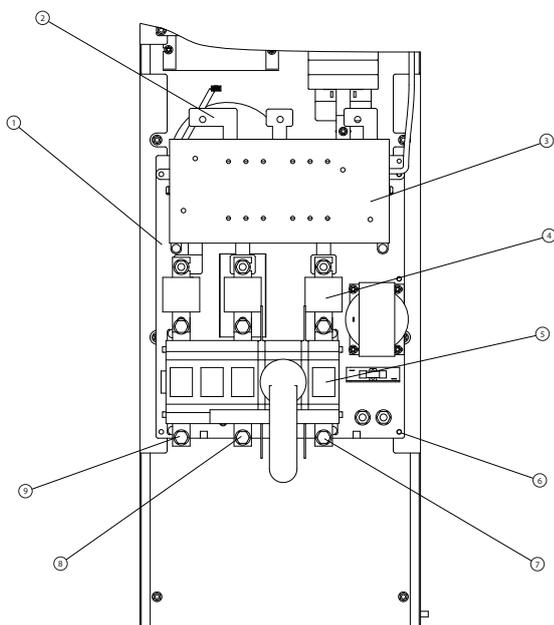
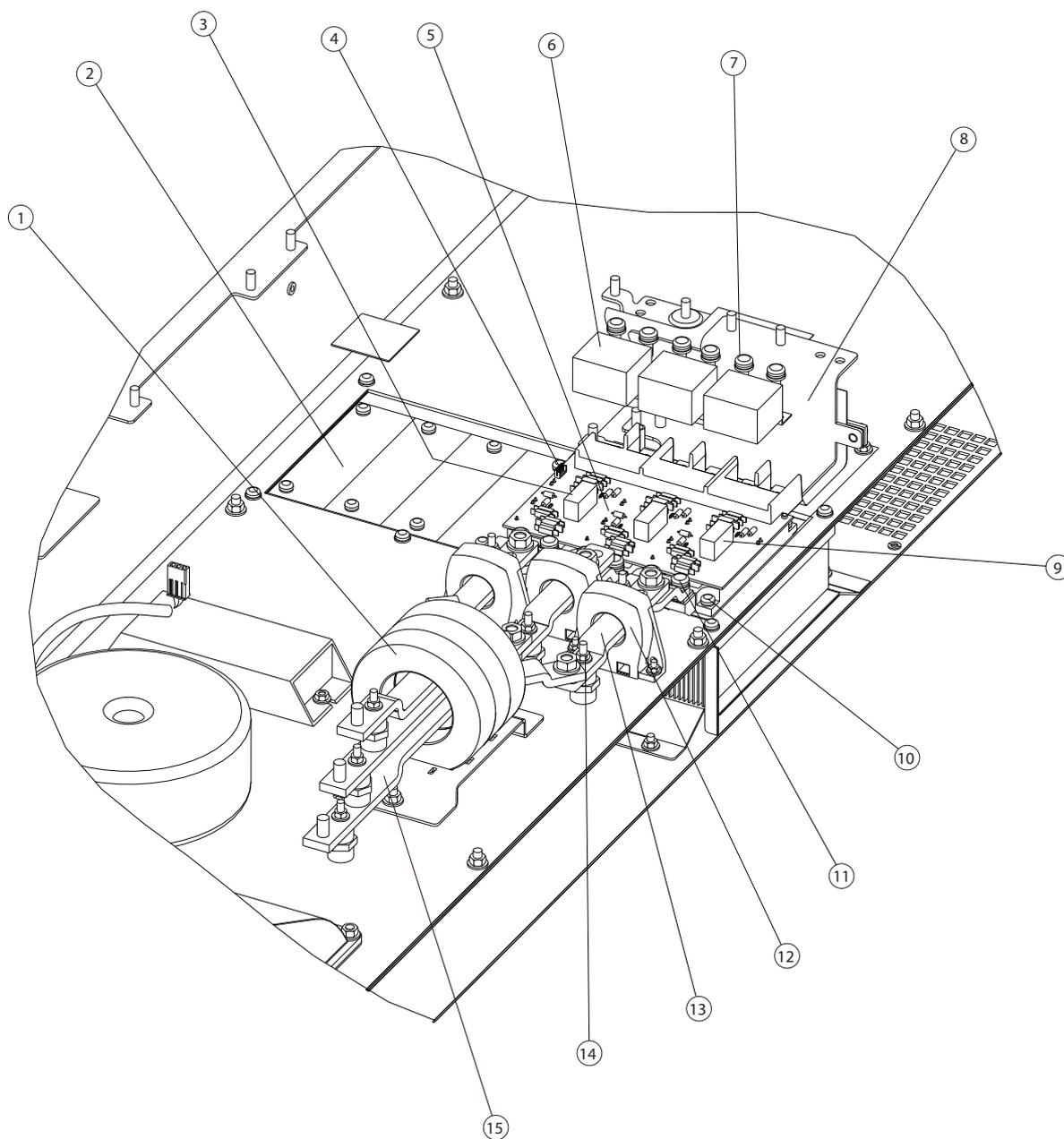


图 7.5 输入端子固定板

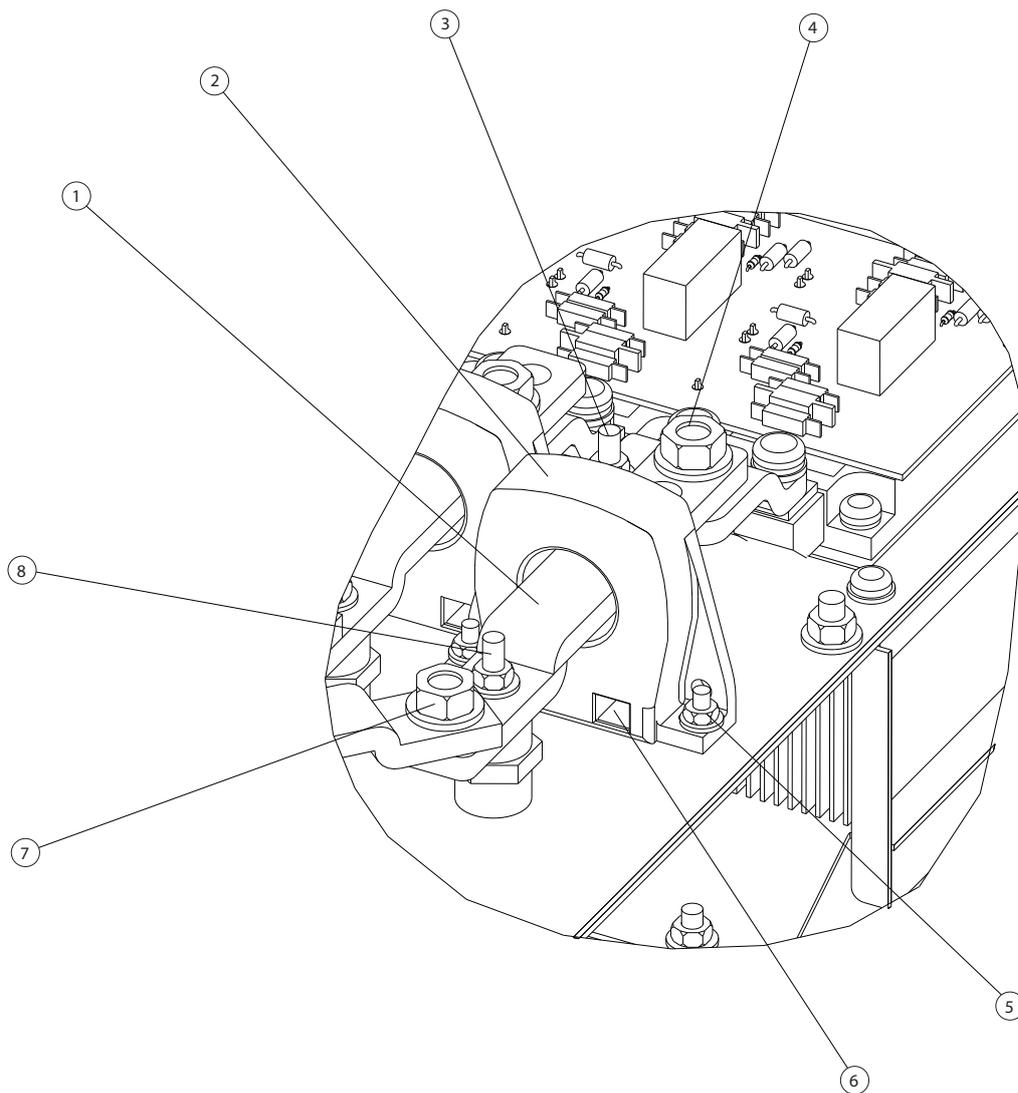


1	环面单元	9	MK300
2	散热片	10	IGBT 固定螺钉 (T-20)
3	MK300	11	底部端子固定螺钉
4	MK100	12	电流传感器
5	IGBT 模块单元	13	电流传感器母线
6	缓冲电容器	14	电流传感器母线支架
7	顶部端子固定螺钉	15	环面单元母线支架
8	直流总线单元		

按照替换套件随附的说明，更换 IGBT 模块。遵照套件说明中规定的拧紧方式和转矩值。按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。参阅表 1.7 的紧固转矩值。

7.2.12 IGBT 电流传感器 CT1、CT2 和 CT3

1. 按照相关步骤，拆下输入端子固定板。
2. 从电流传感器母线支架的顶部和底部取下 2 个螺母 (8 毫米)。
3. 拆下 2 个 13 毫米电流传感器母线固定螺母 (顶部和底部)。
4. 松开环面单元母线支架上的 3 个螺母 (8 毫米) 和支架，以便母线有活动余地。
5. 拆下电流传感器任何一侧的 2 个电流传感器固定螺母 (7 毫米)。
6. 断开每个电流传感器的电流传感器电缆。
7. 推动电流传感器，使其离开电流传感器母线。



130BX343.10

图 7.6 IGBT 电流传感器

1	电流传感器母线	5	电流传感器固定螺母
2	电流传感器	6	电流传感器电缆连接器 (未显示)
3	顶部电流传感器母线支架	7	底部电流传感器母线固定螺母
4	顶部电流传感器母线固定螺母	8	底部电流传感器母线支架

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

7.2.13 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. 拆除软充电电阻器上的 2 个螺钉，以便将其拆下。

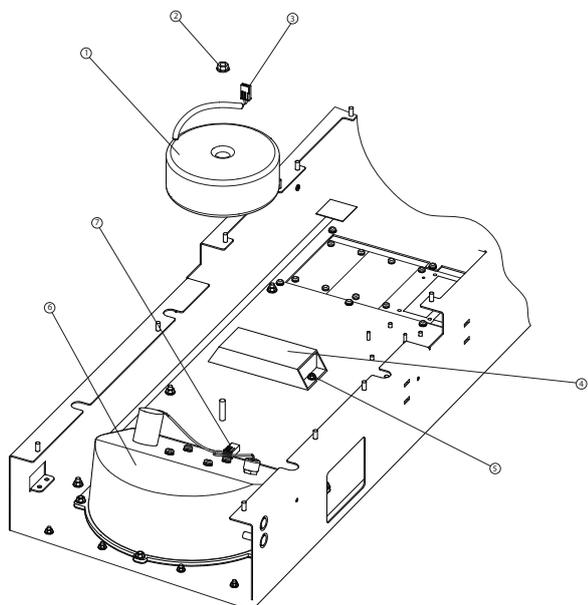


图 7.7 软充电电阻器、风扇变压器和散热片风扇单元

1	风扇变压器	5	软充电电阻器锁紧螺母
2	风扇变压器锁紧螺母	6	散热片风扇单元
3	风扇变压器 Molex 连接器	7	散热片风扇 Molex 连接器
4	软充电电阻器		

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅 表 1.7。

7.2.14 风扇变压器

1. 按照相关步骤，拆下输入端子固定板。
2. 断开风扇变压器上的内联连接器。
3. 拆下风扇变压器，为此需拆卸风扇变压器中间的 13 毫米螺母。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅 表 1.7。

7.2.15 散热片风扇单元

1. 按照相关步骤，拆下输入端子固定板。
2. 断开串列式的 Molex 连接器。
3. 注意，风扇单元重约 8 千克 (20 磅)。拆下风扇单元，为此需拆卸固定柱上的 6 个螺母 (10 毫米)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅 表 1.7。

7.3 无源侧说明

7.3.1 滤波器无源侧

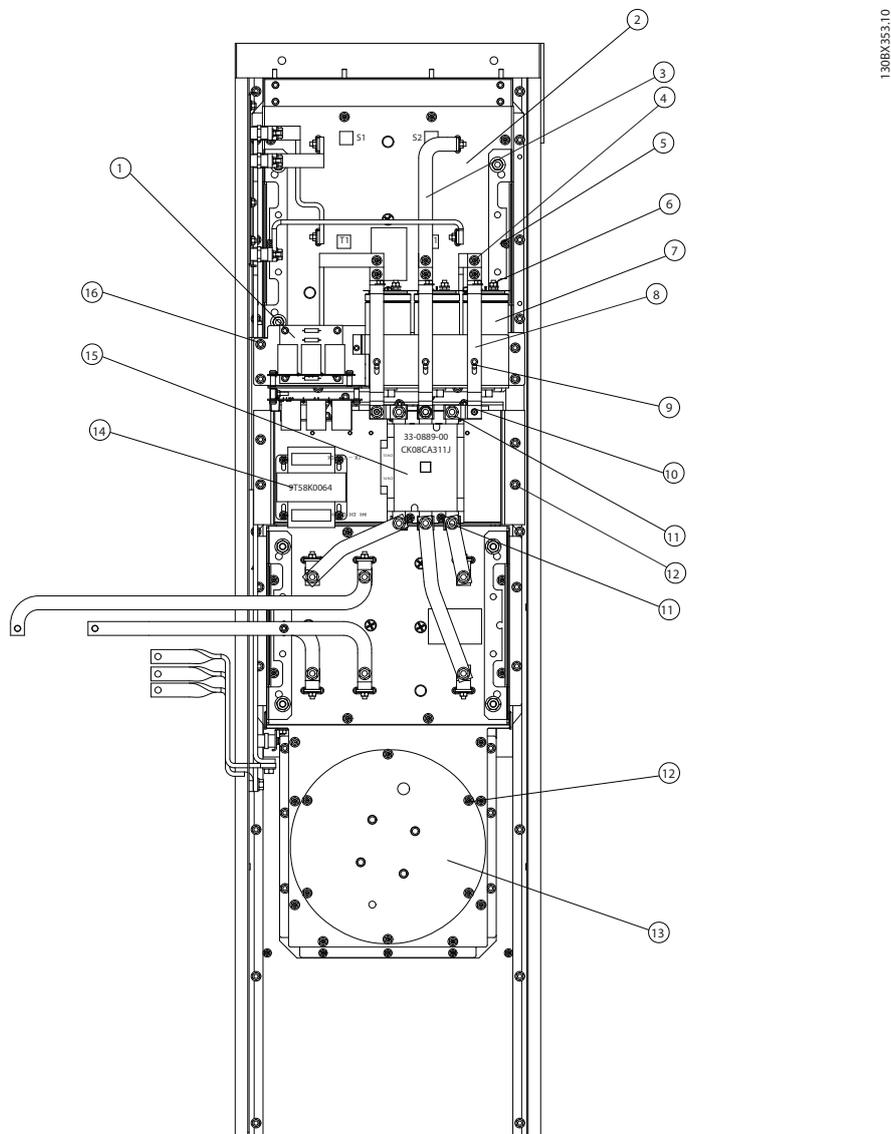


图 7.8 滤波器无源侧

1	射频干扰滤波器	10	母线延长段锁紧螺母
2	LC 线圈	11	端子螺母 (顶部)
3	LC 线圈母线	12	固定板螺母 (10 毫米)
4	最上侧螺母、电容器组母线	13	端子螺母 (底部)
5	10 毫米锁紧螺母	14	风扇锁紧螺母
6	10 毫米电容器锁紧螺母	15	风扇
7	交流电容器	16	接触器变压器
8	交流电容器组母线	17	交流输入接触器
9	交流电容器组母线支架	18	锁紧螺母

7.3.2 风扇

1. 拔下单元底部的 Molex 连接器 (未显示)。
2. 拆下风扇单元, 为此需拆卸 6 个螺母 (10 毫米)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.3.3 交流输入接触器

1. 记住与每个母线相连的熔断器线缆的颜色, 以便能正确地重新装上。
2. 拆下交流输入接触器底部的 3 个端子螺母 (13 毫米)。
3. 取下熔断器电缆 (未显示)。
4. 拆下交流输入接触器顶部的 3 个螺母 (13 毫米)。
5. 拆下最外侧电容器组母线的母线延长段上的螺母 (13 毫米)。
6. 断开交流输入接触器左侧的 Molex 连接 (未显示)。
7. 将加长柄放到交流输入接触器和变压器固定板的 4 个螺母 (8 毫米) 上, 然后拆下交流输入接触器 (未显示)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.3.4 接触器变压器

1. 断开接触器变压器上的 2 个 Molex 接触器 (未显示), 一个在顶部 (输出), 另一个在底部 (输入)。
2. 拆下接触器变压器, 为此需拆除 4 个将接触器变压器固定到固定板上的螺钉 (8 毫米)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.3.5 交流电容器和射频干扰滤波器单元固定板

1. 拆下交流输入接触器顶部的 3 个端子螺母 (13 毫米)。
2. 拆下最外侧电容器组母线的母线延长段上的 13 毫米螺母。
3. 从交流电容器组母线支架上取下 3 个螺钉 (8 毫米)。
4. 断开射频干扰滤波器上的 HF 电缆连接器 (未显示)。
5. 从电容器组母线上拆下最上侧的 3 个螺母 (10 毫米)。

6. 记住电流传感器电缆与每个电容器螺母的连接位置, 以便能正确地重新装上。拆下每个电容器顶部的 2 个电容器端子螺母 (10 毫米)。
7. 从端子上拆下电流传感器电缆。
8. 松开 LC 线圈总线螺母, 以便从 LC 线圈上拆下母线。
9. 拆下交流电容器和射频干扰滤波器单元固定板, 为此需拆卸固定板四角上的 4 个螺母 (10 毫米)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.3.6 交流输入接触器和变压器固定板

1. 按照相关步骤, 拆下交流电容器和射频干扰滤波器单元固定板。
2. 断开交流输入接触器左侧的 Molex 连接器 (未显示)。
3. 断开接触器变压器上的 2 个 Molex 接触器 (未显示), 一个在顶部 (输出), 另一个在底部 (输入)。
4. 拆下交流输入接触器底部的 3 个端子螺母 (13 毫米)。
5. 在交流输入接触器和变压器固定板 (未显示) 的后部, 断开每个电流传感器 (共 3 个) 的电流传感器电缆。
6. 拆下阻尼电阻母线 (未显示) 上的 3 个螺母 (8 毫米)。
7. 拆除固定板四角的 4 个螺母 (10 毫米), 将固定板拆下。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

7.3.7 阻尼电阻和电容器电流传感器 CT4、CT5 和 CT6 单元

1. 按照相关步骤 (7.3.4), 拆下交流电容器和射频干扰滤波器单元固定板。
2. 按照相关步骤 (7.3.5), 拆下交流输入接触器和变压器固定板。
3. 拆下阻尼电阻母线, 为此需拆卸 3 个螺钉 (T-25)。
4. 拆除阻尼电阻任何一侧的十字头螺钉, 将阻尼电阻拆下。

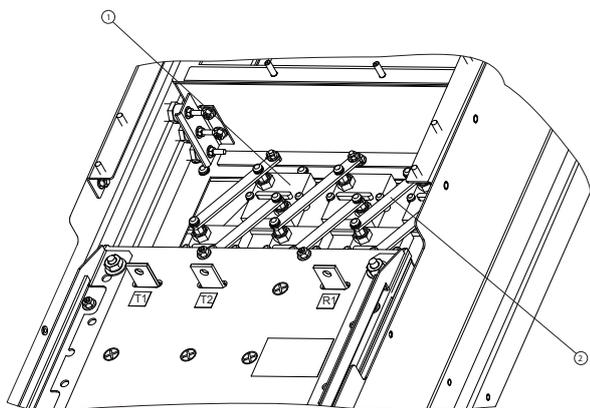


图 7.9 阻尼电阻器

1	阻尼电阻器	2	阻尼电阻母线
---	-------	---	--------

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅 表 1.7。

8 E-机架规格拆卸及安装说明

8.1 静电放电 (ESD)

小心

滤波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。移除滤波器的电源后,应至少等 40 分钟,以便滤波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)

滤波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。

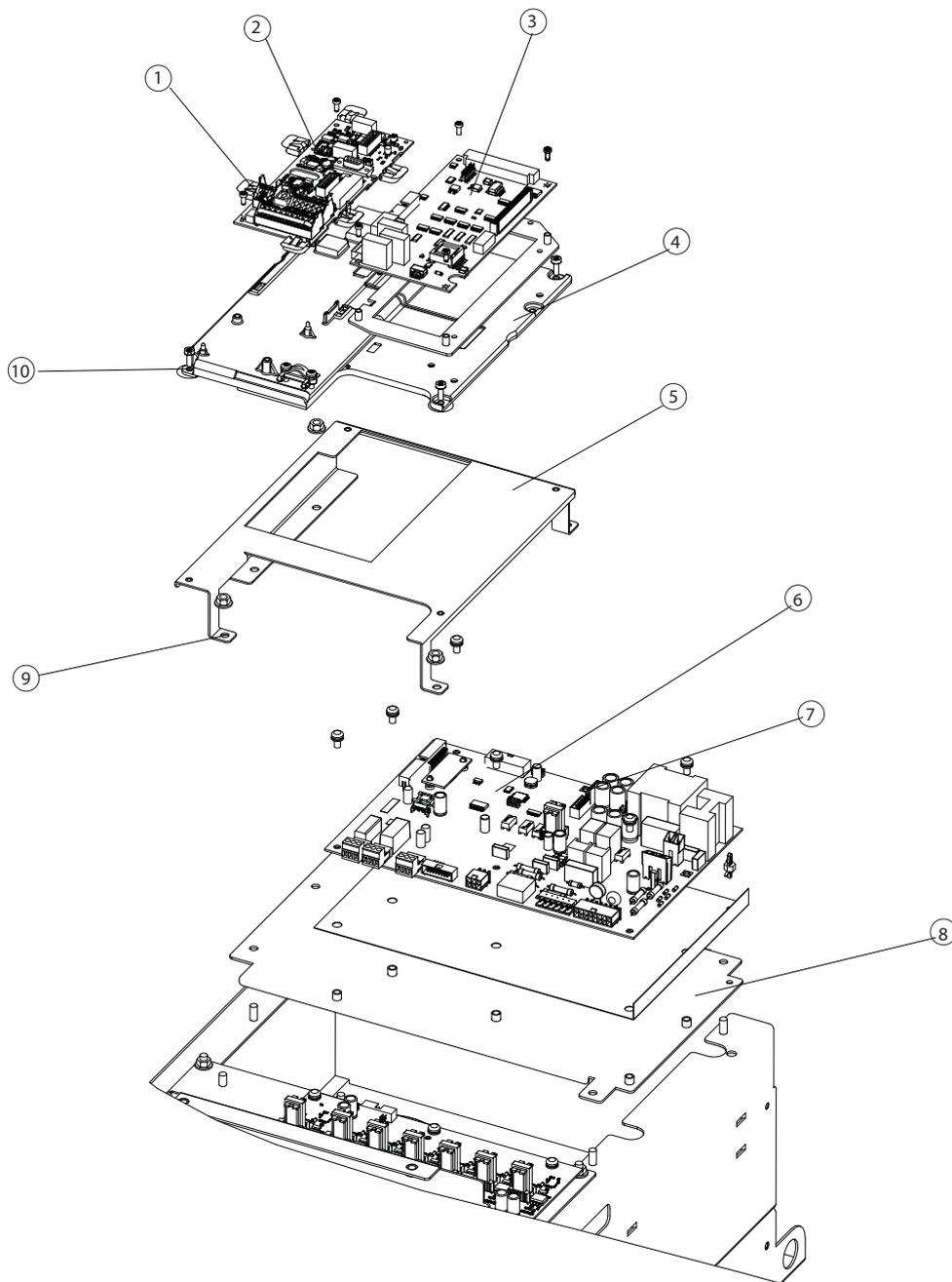
小心

在执行滤波器维护时,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滤波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。

8.2 有源侧说明



130BX344.10

8

图 8.1 控制卡、有源滤波器卡和功率卡固定

1	控制卡端子组	6	功率卡
2	控制卡	7	功率卡固定柱
3	有源滤波器 (AAF) 卡	8	功率卡固定板
4	控制卡固定板	9	功率卡固定板锁紧螺母
5	控制卡单元支撑托架	10	功率卡固定板环形压片

8.2.1 控制卡及控制卡固定板

1. 打开前面板门。
2. 拔掉控制卡上的 LCP 带状电缆。

小心

主电源（初级侧）电流

当主电源上（初级侧）存在电流，并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时，请在客户自备变流器（CT）的次级侧使用短接连接器。在对有源滤波器执行维护时，请在外部 CT 次级侧上使用短接连接器，以获得额外安全。当在初级侧存在电流，并且 AFC 卡未连接时，如果未将变流器的次级侧短接，将可能对变流器造成损害。

3. 从 AAF 卡的 MK103 端子上取下电容器 CT 电缆。
4. 从 AAF 卡的 MK101 或 MK108 端子上取下外部 CT 电缆。
5. 从 AAF 卡的 FC100 和 MK100 上取下带状电缆。
6. 取下控制卡端子盒。
7. 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（T-20）。
8. 拆下控制卡固定板。

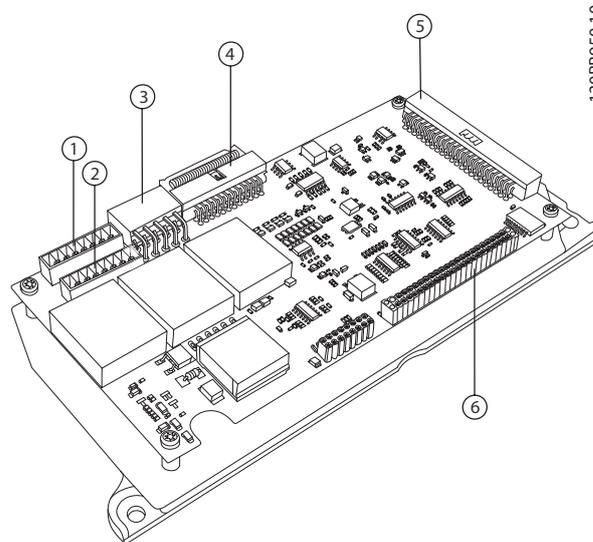
按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

8.2.2 控制单元支撑托架

1. 按照相关步骤，拆除控制卡固定板。
2. 拆下 5 个固定螺母（10 毫米）。
3. 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。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

8.2.3 有源滤波器卡



1	MK101	4	MK107
2	MK108	5	MK100
3	MK103	6	FK100

小心

主电源（初级侧）电流

当主电源上（初级侧）存在电流，并且 AFC 卡未连接到外部 CT 端子时，请在客户自备变流器（CT）的次级侧使用短接连接器。在对有源滤波器执行维护时，请在外部 CT 次级侧上使用短接连接器，以获得额外安全。当在初级侧存在电流，并且 AFC 卡未连接时，如果未将变流器的次级侧短接，将可能对变流器造成损害。

1. 记录电缆是连接到 MK101 (5A) 还是 MK108 (1A)，以便重新装配。
2. 从 AAF 卡上拔下插头 MK100、MK103、MK107、FK100 和 MK101 (5A) 或 MK108 (1A)。
3. 取下 AAF 卡，为此需拆下 4 个固定螺钉（T-10）。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

8.2.4 功率卡

如果要拆卸功率卡固定板，则功率卡可以仍与功率卡固定板相连。

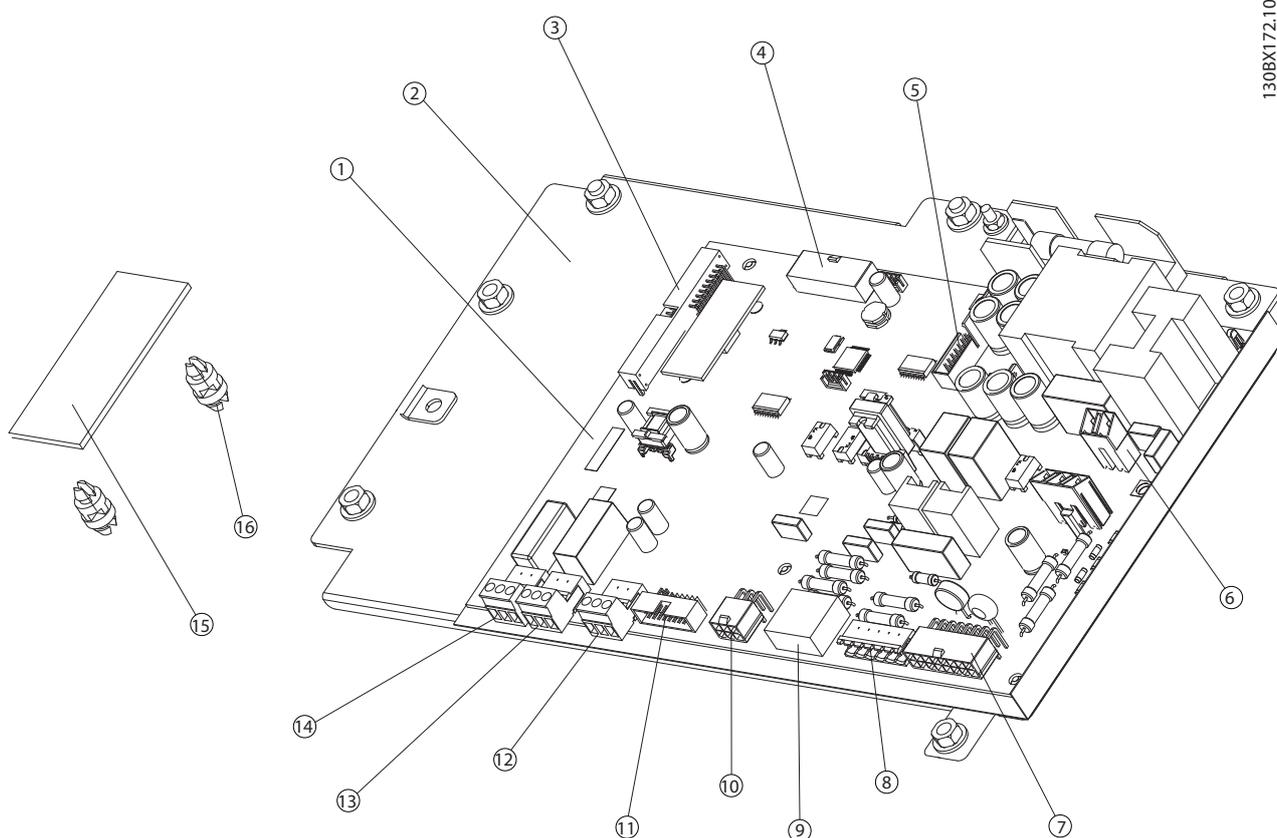
1. 按照相应步骤，拆除控制单元的支撑托架。
2. 拔下功率卡连接器 MK102、MK103、MK105、MK106、MK107、MK109、MK110、FK100 和 FK101。
3. 卸下功率卡上的 7 个固定螺钉（T-25）。

4. 从功率卡右上位置的塑料支架上拆下功率卡。
5. 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。标定卡控制滤波器使用的信号。在用于替换的功率卡上不含标定卡。

6. 保管好功率卡绝缘层,以便重新装上。

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。有关紧固转矩值,请参阅表 1.7。



130BX172.10

图 8.2 功率卡端子和标定卡

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

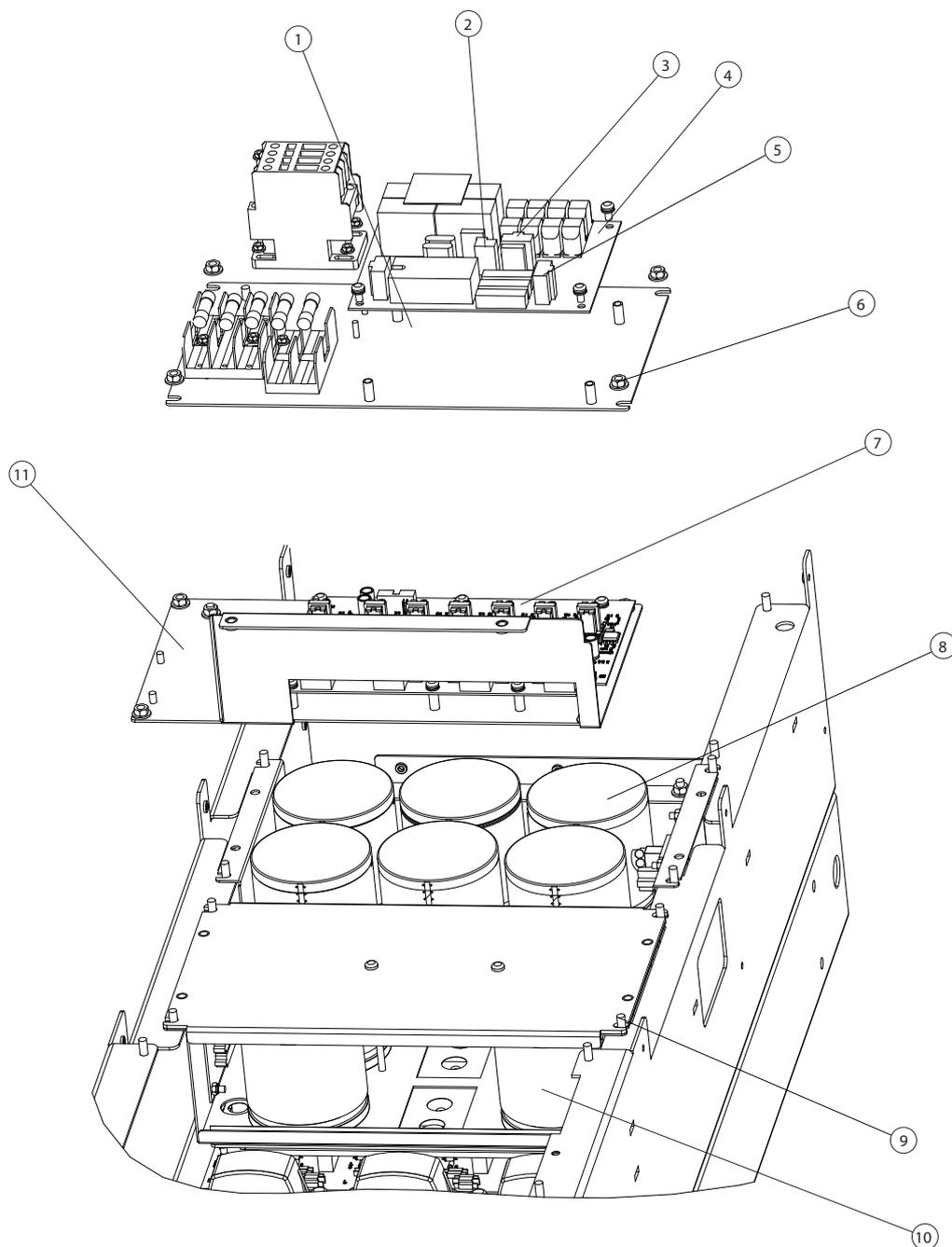
8.2.5 功率卡固定板

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 MK102、MK105、MK107、MK109 和 MK112。

4. 拆下将 MK102 环形压片固定到功率卡固定板上的螺母 (7 mm)。
5. 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。)
6. 拆下功率卡固定板。

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。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。



130BX351.10

图 8.3 软充电卡、门驱动器卡、电容器组

1	软充电卡固定板	7	IGBT 门驱动器卡
2	MK4	8	上部直流电容器组
3	MK3	9	下部直流电容器组锁紧螺母
4	软充电卡	10	下部直流电容器组
5	MK1	11	下部直流电容器组固定板
6	固定板锁紧螺母		

8.2.6 软充电卡

1. 断开 MK1、MK3 和 MK4。
2. 卸下支架上的 4 个螺钉 (T-25)。
3. 卸下软充电卡单元。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

8.2.7 门驱动器卡

注意, 如果要拆卸电容器组, 则可以不拆卸门驱动器卡。

1. 拔下门驱动器卡上的 MK101、MK102、MK103、MK104、MK106 连接器上的电缆, 如果安装了射频干扰选项, 则还包括 MK101 上的电缆。
2. 卸下门驱动器卡, 为此需卸下支架上的 6 个固定螺钉 (T-25)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

8

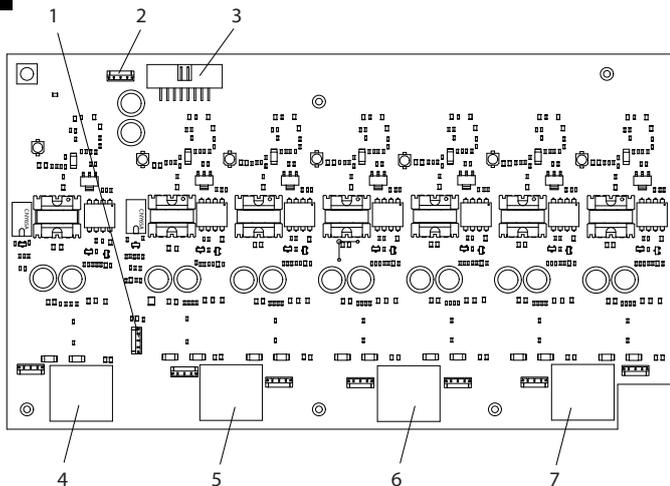


图 8.4 门驱动器卡

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

8.2.8 直流电容器组

8.2.8.1 上部直流电容器组单元

1. 按照相应步骤, 拆除控制卡支架。
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。拆除直流母线左侧的 2 个螺母 (10 毫米)。此时至少需要使用 100 mm (4 英寸) 的加长柄。

3. 按照相关步骤, 拆下软充电固定板。
4. 注意, 电容器组固定板重约 9 千克 (20 磅)。拆卸电容器组, 将它从固定柱上取下来。

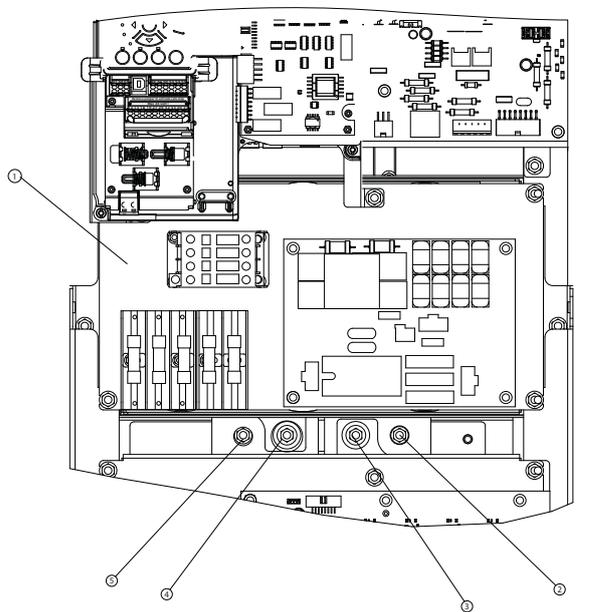


图 8.5 直流电容器组检视

1	软充电卡固定板	4	直流总线连接器 (上)
2	直流总线连接器 (下)	5	直流总线连接器 (上)
3	直流总线连接器 (下)		

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

8.2.8.2 下部直流电容器组单元

注意, IGBT 门驱动器卡可以仍与电容器组盖板相连 (而不用拆下来)。

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。拆除直流母线右侧最远端的 2 个螺母 (10 毫米)。此时至少需要使用 100 mm (4 英寸) 的加长柄。
2. 断开门驱动器卡上的 MK100、MK102、MK103、MK104 和 MK106 连接器。对于带有射频干扰滤波器的设备, 还需拔下 MK101 连接器。
3. 拆下电容器组盖板, 为此需拆除 4 个螺母 (10 毫米)。
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。有关紧固转矩值, 请参阅表 1.7。

8.2.9 软充电电阻器

1. 按照相关步骤，拆下上部电容器组。
2. 断开软充电卡（未显示）上的 Mk4 连接器。
3. 拆除软充电电阻器的上 2 个螺母（8 毫米），以便将其拆下。

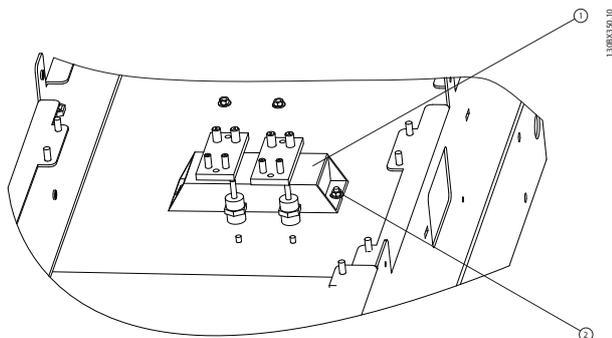


图 8.6 软充电电阻器

1	软充电电阻器	2	软充电电阻器锁紧螺母
---	--------	---	------------

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

8.2.10 输入端子固定板

小心

须由两人抬举

当安装了选件时，输入端子固定板的重量将超过 35 千克（60 磅）。在拆卸此单元时需要协助。在拆卸此单元时若不提供协助，将可能造成人身伤害。

1. 断开端子 L1、L2、L3 和接地连接器上的主电源输入线。
2. 拆下输入端子和输入感应器之间的 3 个跨接母线。 (如果安装了选配的射频干扰滤波器，这些将位于射频干扰滤波器的上方。) 拆除设备无源侧的 3 个螺母（17 毫米）（未显示）、3 个螺钉（T-40）和 13 毫米螺母。
3. 拆卸输入端子固定板，为此需从固定板上拆下 8 个锁紧螺母（10 毫米）。

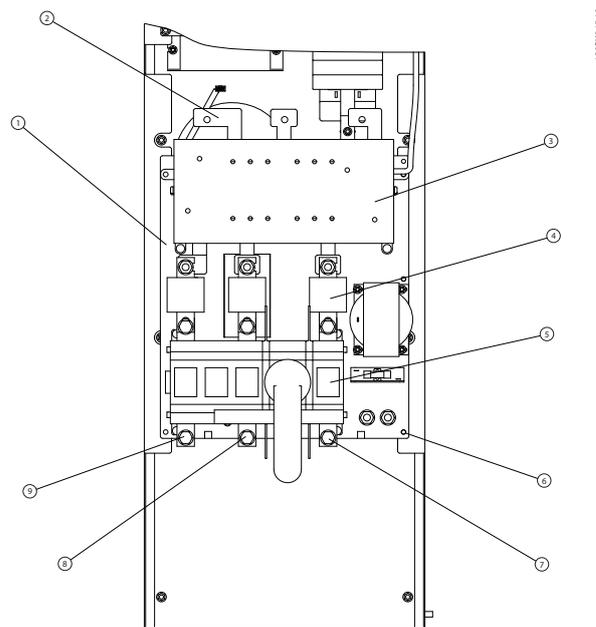


图 8.7 输入端子固定板

1	输入端子固定板	6	输入端子固定板锁紧螺钉
2	跨接母线端子	7	L3
3	射频干扰滤波器盖板（选配）	8	L2
4	主电源隔离熔断器（选配）	9	L1
5	主电源隔离器（选配）		

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅表 1.7。

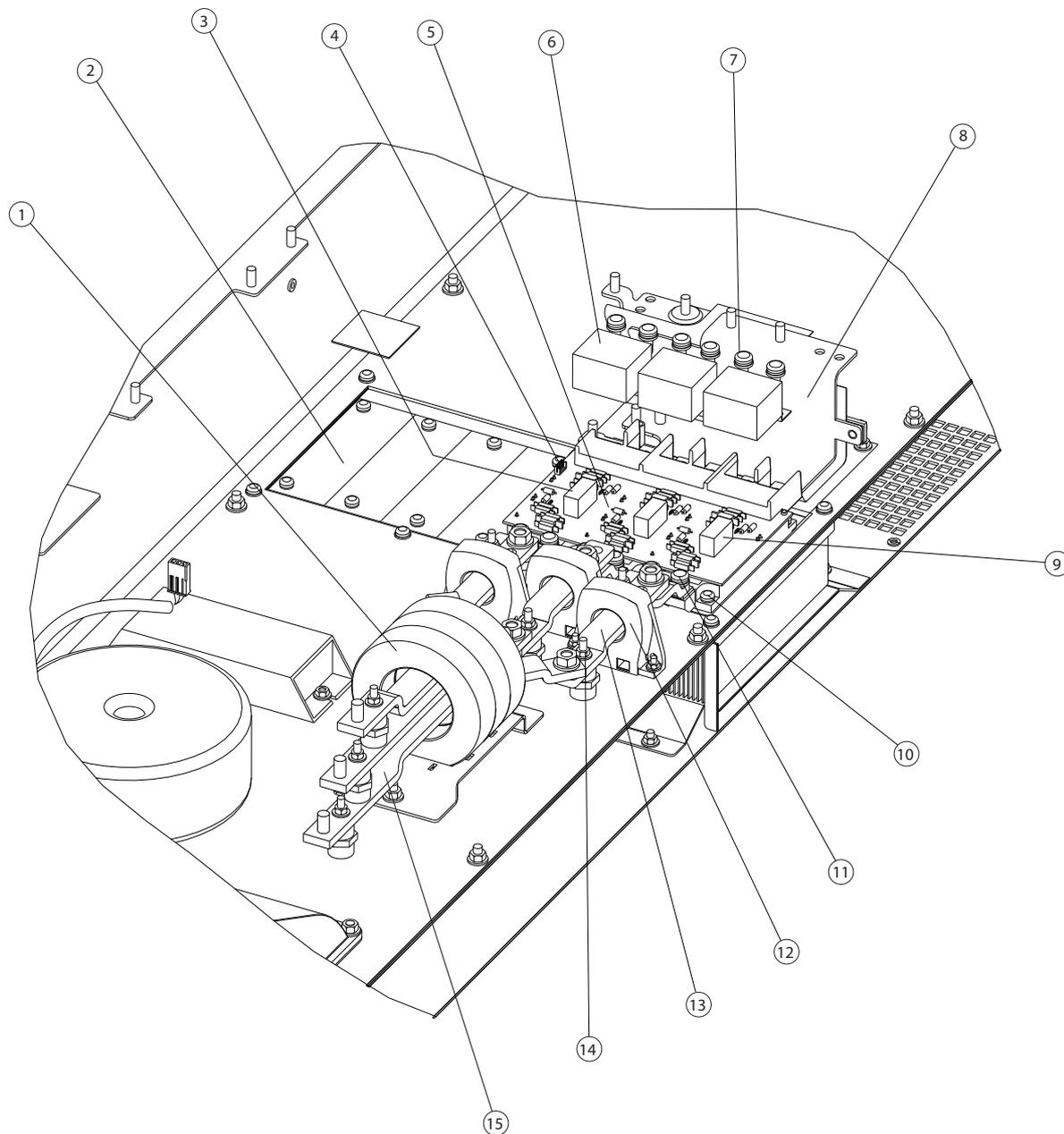
8.2.11 IGBT 模块

1. 按照相关步骤，拆下电容器组。
2. 记住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 信号电缆，以便能重新装上。断开 IGBT 模块上的连接器处的电缆。
3. 拆下 IGBT 模块上部的 12 个锁紧螺钉（T-25）（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。拆下缓冲电容器。
4. 拆除 IGBT 母线单元顶部的 4 个锁紧螺母（10 毫米）。
5. 拆下 IGBT 母线单元。
6. 在 IGBT 模块的底端，拆除 12 个锁紧螺钉（T-25）（U、V 和 W 中间 IGBT 输出母线各 4 个），以拆下 IGBT。
7. 松开 3 个中间 IGBT 输出母线上的锁紧螺母（8 mm），以便够到 IGBT。

8. 注意, 上部 8 个锁紧螺钉被一个聚酯薄膜屏蔽层挡住。 注意不要损坏此屏蔽层。 拆下 3 个

IGBT 模块, 为此需拆下 16 个螺钉 (T-25) (每个模块 8 个), 然后从母线下方移出模块。

9. 用柔和溶剂或酒精溶液清洁散热片的表面。



130BX342.10

8

1	环面单元	9	MK300
2	散热片	10	IGBT 固定螺钉 (T-20)
3	MK300	11	底部端子固定螺钉
4	MK100	12	电流传感器
5	IGBT 模块单元	13	电流传感器母线
6	缓冲电容器	14	电流传感器母线支架
7	顶部端子固定螺钉	15	环面单元母线支架
8	直流总线单元		

重新装配

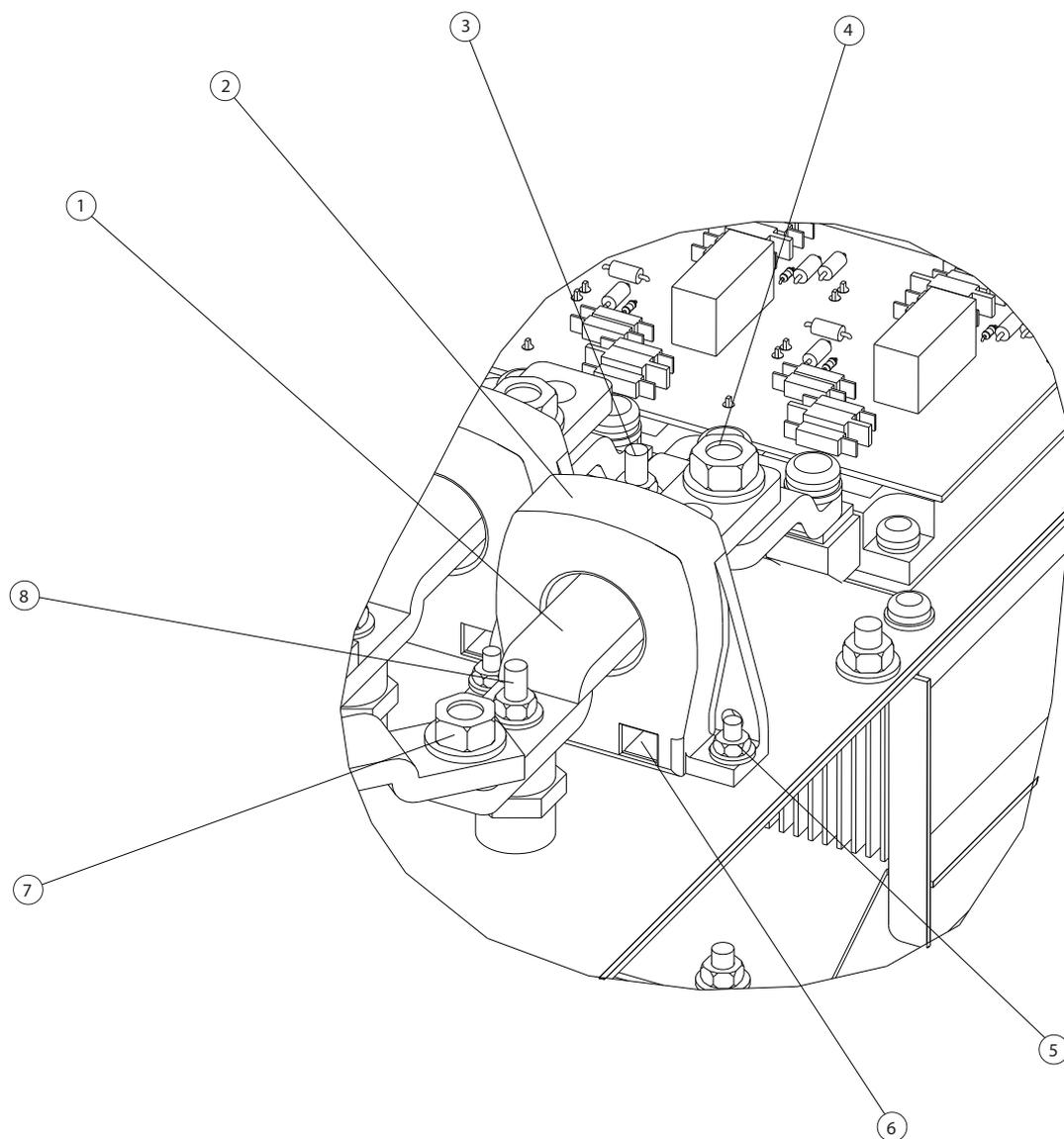
1. 按照替换套件随附的说明, 更换 IGBT 模块。注意, 务必遵照套件中规定的拧紧方式和转矩值。
2. 按照与各自的拆卸过程相反的顺序重新装上其余部件。

有关紧固转矩值, 请参阅 表 1.7。

8.2.12 IGBT 电流传感器 CT1、CT2 和 CT3

1. 按照相关步骤, 拆下输入端子固定板。
2. 按照相关步骤, 拆下下部电容器组。
3. 在 IGBT 模块的底端, 拆除 4 个将 IGBT 中间母线固定到 IGBT 模块上的螺钉 (T-25)。
4. 拆除 IGBT 中间母线另一端的锁紧螺钉 (T-40) (未显示)。
5. 从 IGBT 中间母线上拆下支架螺母 (8 毫米)。
6. 断开电流传感器电缆 (未显示)。
7. 拆下电流传感器, 为此需拆卸电流传感器两侧的 2 个螺母 (7 毫米)。

8



1	电流传感器母线	5	电流传感器固定螺母
2	电流传感器	6	电流传感器电缆连接器 (未显示)
3	顶部电流传感器母线支架	7	底部电流传感器母线固定螺母
4	顶部电流传感器母线固定螺母	8	底部电流传感器母线支架

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。 有关紧固转矩值，请参阅 表 1.7。

8.2.13 风扇变压器

1. 按照相关步骤，拆下输入端子固定板。
2. 断开风扇变压器上的内联连接器。
3. 拆下风扇变压器，为此需拆卸风扇变压器中间的螺母（13 毫米）。

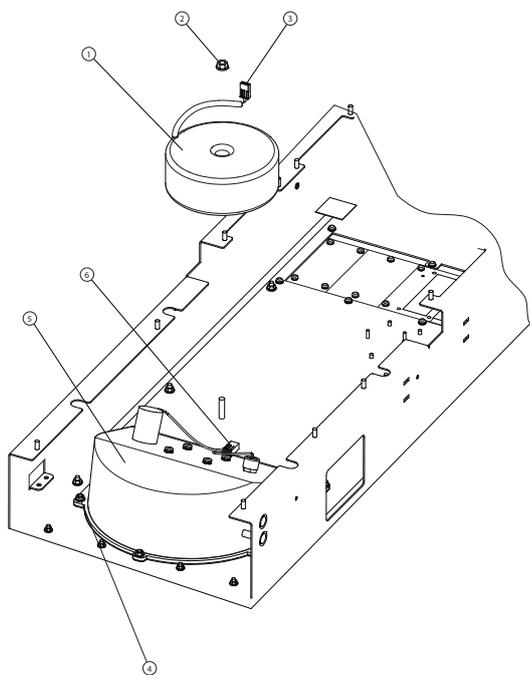


图 8.8 风扇变压器和散热片风扇单元

1	风扇变压器	4	散热片风扇单元锁紧螺母
2	风扇变压器锁紧螺母	5	散热片风扇单元
3	风扇变压器 Molex 连接器	6	散热片风扇 Molex 连接器

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。 有关紧固转矩值，请参阅 表 1.7。

8.3 无源侧说明

8.3.1 风扇

1. 拔下风扇单元底部的 Molex 连接器（未显示）。
2. 拆下风扇单元，为此需拆卸 6 个螺母（10 毫米）。

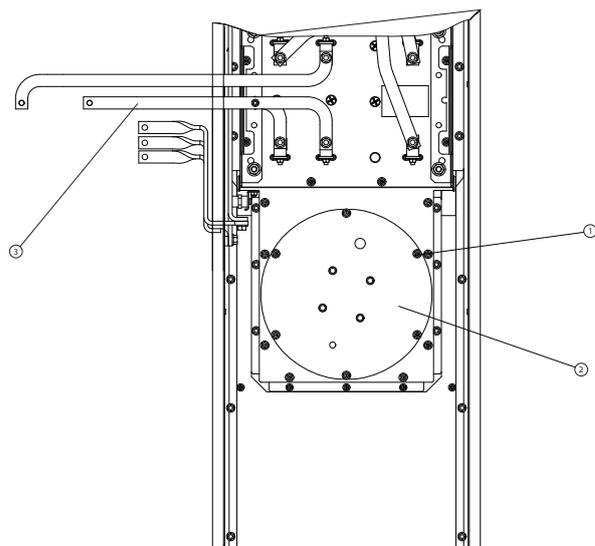


图 8.9 散热片风扇单元

1	散热片风扇单元	2	散热片风扇单元锁紧螺母
3	跨接母线		

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。 有关紧固转矩值，请参阅 表 1.7。

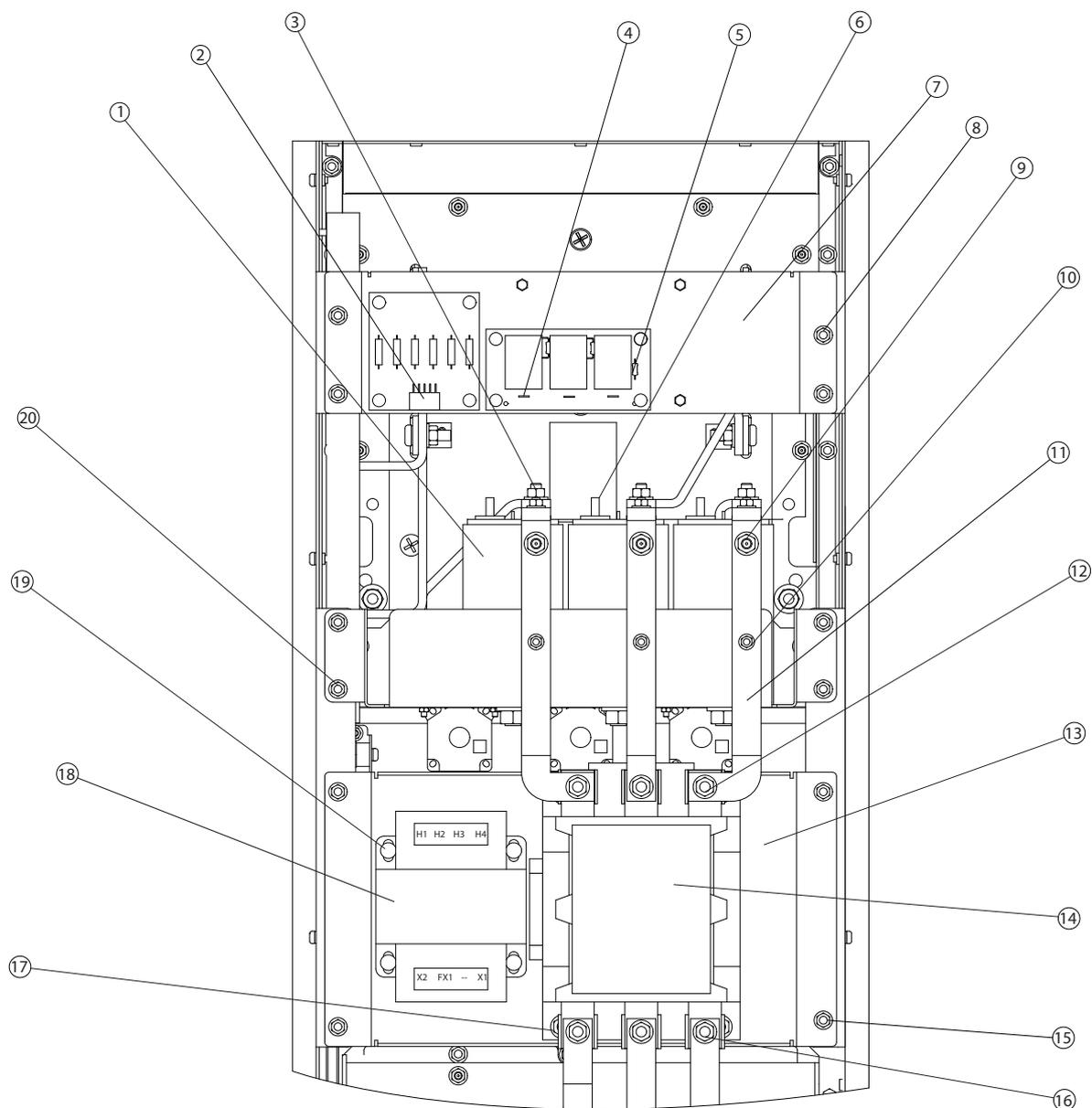


图 8.10 交流输入接触器、变压器、固定板、交流电容器组和射频干扰滤波器板

1	电容器	11	电容器输入母线
2	MK100	12	交流输入接触器端子 (顶部)
3	交流输入电容器母线 (顶部)	13	交流输入接触器和变压器固定板
4	射频干扰电缆附件	14	交流输入接触器
5	PCA14	15	交流输入接触器和变压器固定板固定螺母 (10 毫米)
6	左电容器端子	16	交流输入接触器端子 (底部)
7	射频干扰滤波器板	17	接触器固定螺母 (需加长)
8	射频干扰滤波器板固定螺母	18	接触器变压器
9	顶部电容器输入母线	19	接触器变压器固定螺钉 (T-40)
10	输入电容器组母线支架	20	交流电容器组锁紧螺母 (10 毫米)

8.3.2 交流输入接触器

1. 记住与每个母线相连的熔断器线缆的颜色,以便能重新装上。
2. 拆下交流输入接触器底部的 3 个端子螺母 (13 毫米)。
3. 取下熔断器电缆 (未显示)。
4. 拆下交流输入接触器顶部的端子螺母 (13 毫米)。
5. 拆下母线支架上的螺母 (8 毫米)。
6. 松开电容器母线顶部的螺母。
7. 断开交流输入接触器左侧的 Molex 连接 (未显示)。
8. 将加长柄放到 4 个接触器固定螺母 (13 毫米) 上,然后拆下交流输入接触器。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值,请参阅表 1.7。

8.3.3 接触器变压器

1. 断开接触器变压器上的 2 个 Molex 接触器 (未显示),一个在顶部 (输出),另一个在底部 (输入)。
2. 拆下接触器变压器,为此需拆除 4 个将接触器变压器固定到固定板上的螺钉 (T40)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值,请参阅表 1.7。

8.3.4 射频干扰滤波器板

1. 断开 MK100 上的电缆以及 PCA14 上的红、白、黑电缆 (未显示)。
2. 拆下射频干扰滤波器板上的 4 个端子螺母 (10 毫米)。
3. 挪动该板,以便够到 MK1 上的电缆以及板后的红、白、黑电缆 (未显示)。断开各条电缆。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值,请参阅表 1.7。

8.3.5 交流电容器组

1. 按照相关步骤,拆下射频干扰滤波器板。
2. 拆下交流输入接触器顶部的 3 个螺母 (13 毫米)。
3. 拆下每个交流电容器输入母线顶部的 3 个螺母 (13 毫米)。
4. 记住与每个电容器组连接器之间的电缆连接位置,以便能重新装上 (未显示)。拆下每个电容器左侧端子上的 3 个螺母 (10 毫米)。

5. 注意,电容器组重约 9 千克 (20 磅)。拆下电容器组,为此需拆除交流电容器固定板上的 4 个螺母 (10 毫米)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值,请参阅表 1.7。

8.3.6 交流输入接触器和变压器固定板

小心

重型组件

交流输入接触器和变压器固定板重约 18 千克 (30 磅)。在拆卸此组件时若不采取适当预防措施,将可能造成人身伤害

1. 拆下交流输入接触器顶部的 3 个螺母 (13 毫米)。
2. 拆下交流电容器输入母线顶部的 3 个螺母 (13 毫米)。
3. 拆下交流电容器输入母线上的 3 个支架螺钉 (T-20),然后拆下母线。
4. 断开交流输入接触器左侧的 Molex 连接器 (未显示)。
5. 断开接触器变压器上的 2 个 Molex 接触器,一个在顶部 (输出),另一个在底部 (输入) (未显示)。
6. 注意,交流输入接触器和变压器固定板重约 18 千克 (30 磅)。拆下交流输入接触器和变压器固定板,为此需拆除固定板边缘的 4 个螺母 (10 毫米)。

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值,请参阅表 1.7。

8.3.7 阻尼电阻和电容器电流传感器 CT4、CT5 和 CT6

1. 按照相关步骤,拆下交流输入接触器和变压器固定板。
2. 按照相关步骤,拆下交流电容器组。
3. 按照相关步骤,拆下射频干扰滤波器板。
4. 按照相关步骤,拆下交流输入接触器和变压器固定板。
5. 拆下阻尼电阻母线,为此需拆卸 3 个螺钉 (T-25)。
6. 拆除阻尼电阻任何一侧的十字头螺钉,将阻尼电阻拆下。

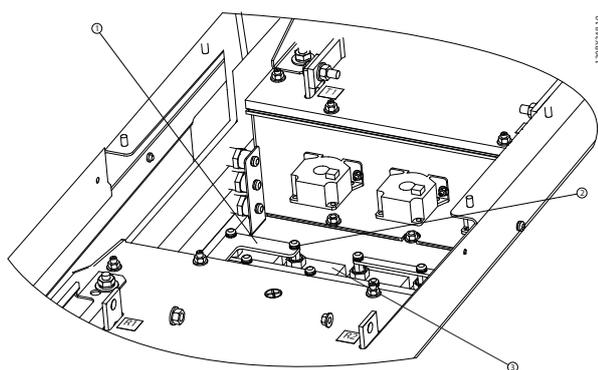


图 8.11 阻尼电阻器

1	阻尼电阻母线	2	阻尼电阻锁紧螺母 (T-25)
3	阻尼电阻器		

按照与上述步骤相反的顺序重新装上组件。有关紧固转矩值，请参阅 表 1.7。

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。尽管可以通过探测滤波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滤波器加电。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。在对通电的滤波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 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滤波器故障的信号。

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，滤波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。

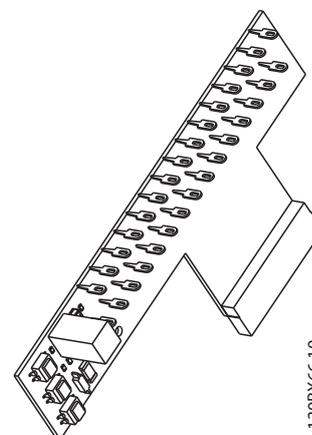


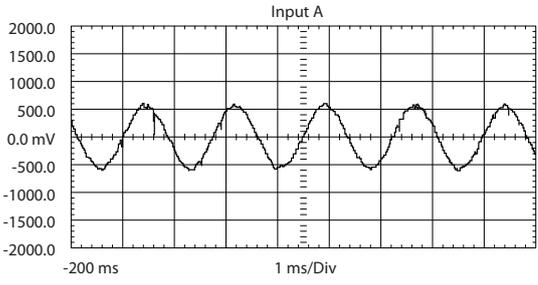
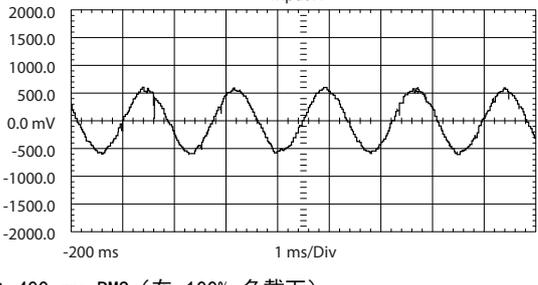
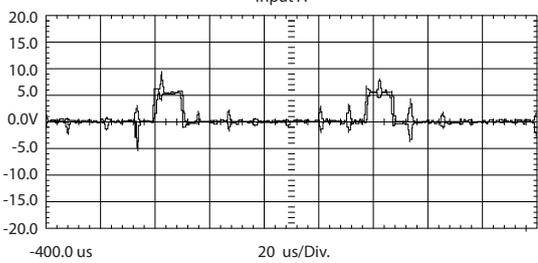
图 9.1 信号测试板

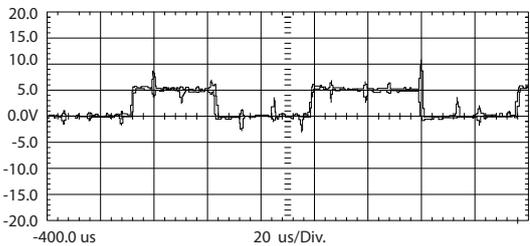
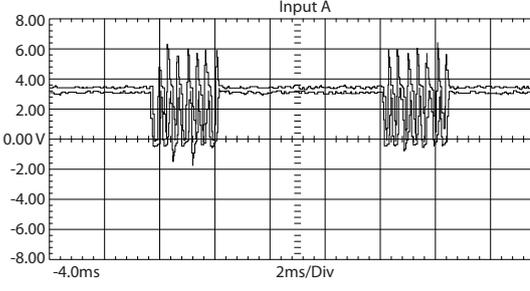
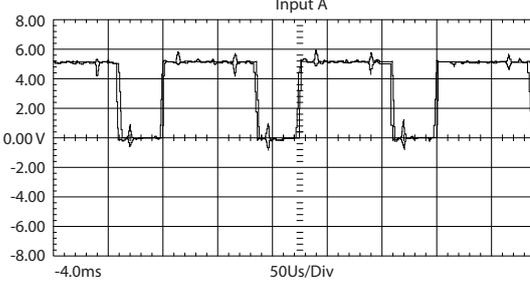
9.1.2 信号测试板管脚：描述及电压水平

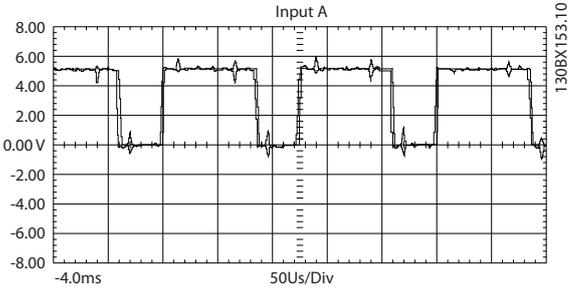
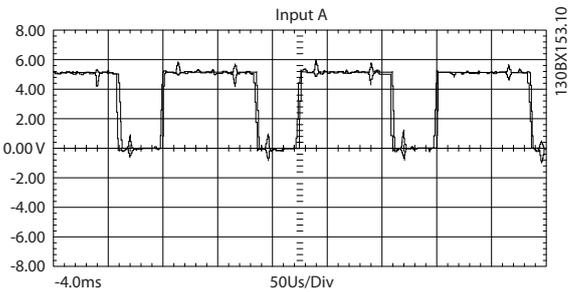
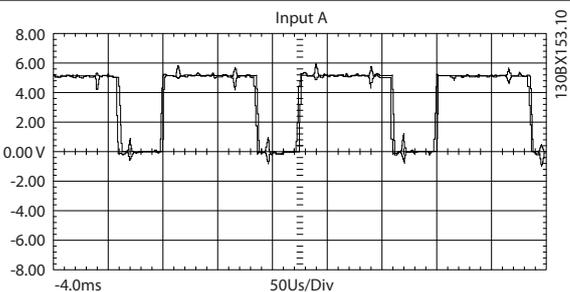
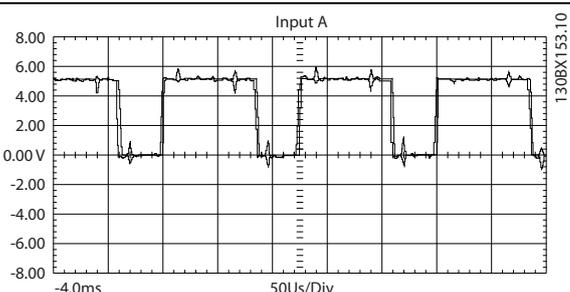
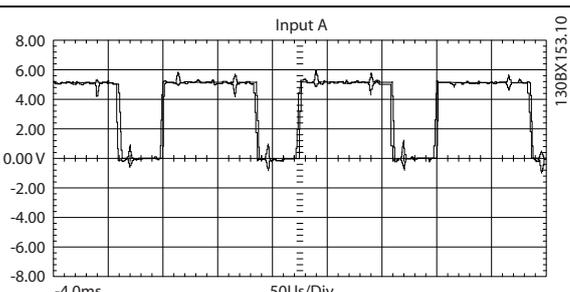
随后页面上的表列出了位于信号测试板上的管脚。其中介绍了每个管脚的功能、描述和电压水平。本手册的第 6 节介绍了使用该测试工具来执行测试的细节。与电源测量不同，大多数要测量的信号都是由波形构成的。

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 (在滤波器的输出频率下)。

管脚号:	示意图缩写	功能	说明	使用数字电压表时的读数
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 (在滤波器的输出频率下)。
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 (在滤波器的输出频率下)。
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

管脚号:	示意图缩写	功能	说明	使用数字电压表时的读数
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
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, 正端。来源于控制卡的信号。	 <p>2v/div 100us/div Run@10Hz</p>	2.2 - 2.5 VDC 所有相都相等 TP25-TP30

管脚号:	示意图缩写	功能	说明	使用数字电压表时的读数
26	GUN_T	IGBT 门信号, 经过缓冲, U 相, 负端。来源于控制卡的信号。	 <p>2v/div 100us/div Run@10Hz</p>	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, 正端。来源于控制卡的信号。	 <p>2v/div 100us/div Run@10Hz</p>	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, 负端。来源于控制卡的信号。	 <p>2v/div 100us/div Run@10Hz</p>	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, 正端。来源于控制卡的信号。	 <p>2v/div 100us/div Run@10Hz</p>	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, 负端。来源于控制卡的信号。	 <p>2v/div 100us/div Run@10Hz</p>	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滤波器,并且可用于带涂层或不带保护涂层的滤波器。

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

框图标识符	备件编号	硬件部件号	简要说明	备件/部件名称	发布日期	LHD												AAF				
						L2 和 L4						N2 和 N4						H2 和 H4				
						AAF005	AAF006	AAF005	AAF006	AAF005	AAF006	D11	E7	F17	D13	E9	F18	D14	E1	E1	E1	D9
第 16 位 和第 17 位	AAF 型号	机架规格	LHD 功率 范围 FC302	注释																		
PCA16	176F2221	130B6120	放电	hmd, p424 交流放电电阻器板		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
PCA4 Com	176F8309	130B6806	电流标定	pca, 电流标定, 涂层, 3.79 欧姆		1			1										1			
PCA4 Com	176F8312	130B6809	电流标定	pca, 电流标定, 涂层, 5.10 欧姆			1			1				1					1			
PCA4 Com	176F8310	130B6807	电流标定	pca, 电流标定, 涂层, 3.10 欧姆				1											1			
PCA2	176F9167	130B6844	AFC	hmd, p424 afc, 690v, 涂层		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
PCA14	176F9173	130B6846	射频干扰, 内部	hmd, 涂层, 690v/2.2uf, 射频干扰, dm 滤波器 #2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
PCA11	176F9169	130B6849	软充电	pca, 软充电, 涂层, 500v, p424					1	1	1								1			
PCA5 Com	176F8626	130B6856	门驱动器	pca, 门驱动器, 制动, 涂层, vlt5122-530		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
PCA9-10 Com	176F8510	130B6885	平衡卡	pca, 平衡, 涂层, vlt5122-5302		1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2			
PCA3	176F2211	130B6896	功率卡	pca-大功率, 500v, 功率卡, clinus, 涂层		1			1													
PCA3	176F2212	130B6896	功率卡	pca-大功率, 500v, 功率卡, clinus, 涂层			1												1			

第 16 位 和第 17 位	LHD										AAF							
	L2 和 L4					N2 和 N4					H2 和 H4							
	AAF 型号		AAF005			AAF006			AAF006		AAF005							
机架规格	D11	E7	F17	D13	E9	F18	E9	D14	E1	E1	D9	E5						
LHD 功率 范围 FC302	25 0-	132	40	450	132	250	450	-20	0	-63	-20	-63	0kW	0kW	0kW			
注释	21	120	0	330	120	210	330	190	250	310	400	190	250					
备件发布日期																		
框图标识符	176F2120	177G1953	主电源侧电抗器 (H1)		主电源侧电抗器 (LC)		主电源侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
	176F2090	177G1954	主电源侧电抗器 (LC)		主电源侧电抗器 (LC)		主电源侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
	176F2091	177G1955	主电源侧电抗器 (LC)		主电源侧电抗器 (LC)		主电源侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
	176F2088	177G1847	转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
	176F9150	177G1845	转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
	176F2092	177G1957	转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LC)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
	176F2093	177G1958	转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
	176F2094	177G1959	转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)		转换器侧电抗器 (LM)	
隔离器, 接触器																		
	176F9116	177G1318	200A 隔离开关, 600V		400A 隔离开关, 600V		800A 隔离开关, 600V		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		软充电接触器	
	176F9117	177G1317	400A 隔离开关, 600V		800A 隔离开关, 600V		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		软充电接触器		软充电接触器	
	176F9151	177G1913	交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器	
	176F2095	177G1589	交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器	
	176F9146	177G1594	交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器	
	176F2096	177G1597	交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器	
	33080200	33080200	交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器		交流接触器	
	176F9148	177G1600	软充电接触器		软充电接触器		软充电接触器		软充电接触器		软充电接触器		软充电接触器		软充电接触器		软充电接触器	
	176F9189	177G2080	硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米		硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米		硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米		硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米		硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米		硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米		硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米		硬件, 手柄, 复合, 盘状, 400 毫米	
	176F8348		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架		备件, 隔离器手柄, 杆状, d2 机架	

130R356.10

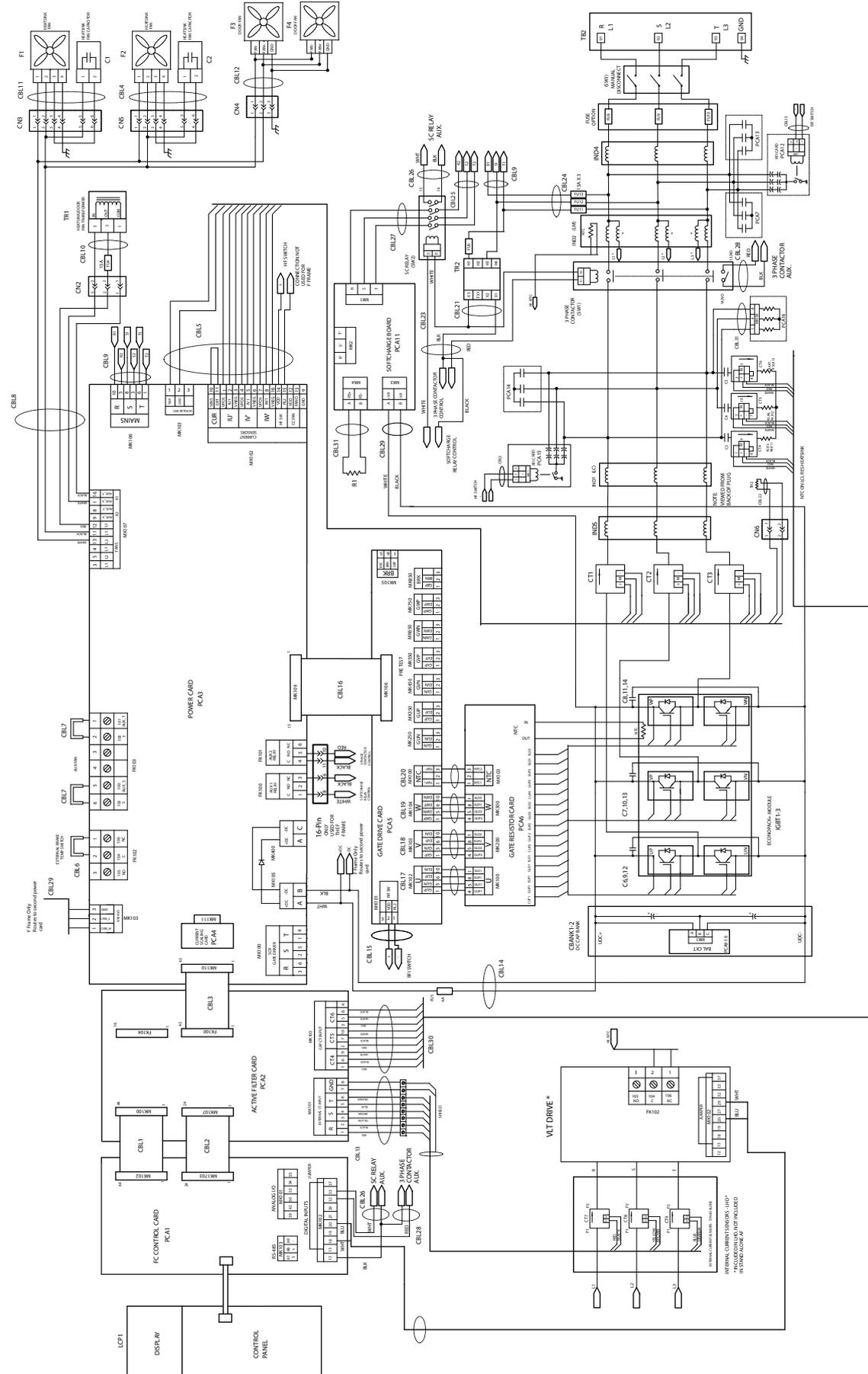


图 11.1 高级有源滤波器 AAF05 框图



www.danfoss.com/drives

Danfoss 对其目录、手册以及其它印刷资料可能出现的错误不负任何责任。Danfoss 保留未预先通知而更改产品的权利。该限制并适用于已订购但更改并不会过多改变已同意规格的货物。
本材料所引用的商标均为相应公司之财产。Danfoss 及 Danfoss 的标记均为 Danfoss A/S 之注册商标。版权所有。

丹佛斯（天津）有限公司

地址：天津武清开发区 3 号路
电话：022 8212 6400
传真：022 8212 6407
邮编：301700
Email: danfoss@public.tpt.tj.cn

丹佛斯有限公司（香港）

香港德辅道西 410-418
太平洋广场 1506-1507 室
+ 852 2517 3872
+ 852 2517 3908
swhk@danfoss.com.hk

丹佛斯（天津）有限公司

北京分公司
北京市北辰东路 8 号
汇宾大厦 B0720
010 6492 3762 6492 6445
010 6492 6432
100101
danfoss@public-east-cn-net

丹佛斯有限公司

上海代表处
上海市漕宝路 509 号
新漕河泾大厦 1904-06 室
021 6485 1972
021 6485 1977
200233
danfoss@gate.uninet.co.cn

