



CENTERLINE 2500 IEC 电机控制中心助力 安全性提升

作者: Mark Ossanna, Diego Wilches



安全理念

依托 100 多年的电机控制经验积累, Allen-Bradley® CENTERLINE® 2500 电机控制中心 (MCC) 可满足安全和可靠性需求。其符合 IEC 61439-1/2 的基本功能安全要求, 并且已通过 IEC/TR 61641:2014 的低压电弧故障抑制能力测试。

CENTERLINE 2500 MCC 提供增强的安全特性, 包括:

- 通过结构改进帮助用户防范故障发生时的弧闪危险
- IntelliCENTER® 软件提供高级诊断功能, 支持远程数据访问和故障处理, 最大程度减少现场操作需求
- 四个单元位置 (连接、测试、断连和释放) 均可锁定, 提供额外安全保障
- 采用 SecureConnect™ 技术, 闭门状态下可直接抽出单元
- 抽出单元时, 自动挡板立即隔离垂直母排
- 水平与垂直母排通过电动预紧式双螺栓组件栓接在一起, 无需定期维护, 最大程度减少与危险电压接触的可能性
- 结构设计坚固耐用, 柜体各部分均采用侧壁板和实心无孔支撑板, 提供更好的隔离性, 便于在柜内布置安装角铁、主母排和吊装角铁



通过型式测试

CENTERLINE 2500 低压电机控制中心已通过多项标准的型式测试。

CENTERLINE 2500 MCC 符合 IEC 61439 标准第 1 部分,经第三方认证机构测试符合 IEC 61439 标准第 2 部分。IEC 61439 标准第 1 部分“总则”给出了各类低压开关设备和控制设备组件的具体标准。其中包括低压开关设备和控制设备组件的定义,并对其工作条件、构造要求、技术特性和验证要求进行了说明。

IEC 61439 标准第 2 部分列举了电源开关设备和控制设备组件的具体要求,由第三方认证机构进行符合性测试。针对 CENTERLINE 2500 MCC 的各项测试基于最关键的代表性应用场景,或基于上述标准中规定的开关设备性能范围。

IEC 61439-2 标准	是否通过	测试结果
材料和部件强度 (10.2)	✓	机械完整性未受影响,密封件未损坏
组件的防护等级 (10.3)	✓	满足防护等级要求
电气间隙和漏电距离 (10.4)	✓	在下列条件下进行电气间隙和漏电距离验证: 额定绝缘电压 $U_i = 690V$; 额定脉冲电压 $U_{imp} = 12 kV$; 污染等级 3
电击防护以及保护电路完整性 (10.5)	✓	已验证保护电路和裸露导电部件之间的连接有效性
绝缘性能 (10.9)	✓	测试过程中无击穿或飞弧现象
温升验证 (10.10)	✓	经验证未超出温升限值
短路耐受强度 (10.11)	✓	单元保持正常运行状态,无短路、变形或性能劣化
电磁兼容性 (10.12)	✓	已验证电磁兼容性
机械操作 (10.13)	✓	插入式插头、其他连接器、操作机构或互锁装置上未发现损坏或过度磨损迹象

内部分隔

制造商和用户之间需要就内部分隔型式达成一致 (参见 IEC 60439-1 附录 E 7.7:通过隔板或分区实现柜体内部分隔)。柜体通过分区或隔板 (金属或非金属材料) 分成单独的隔室或封闭的保护空间。

分隔型式					
	Form 1	Form 2b	Form 3b	Form 4a	Form 4b
内部分隔	无分隔	母排 (包括配电线路) 与功能单元和外部导线端子之间的分隔: Form 2b、 Form 4a、 Form 3b、 Form 4b	外部导线端子与功能单元之间的分隔: Form 3b、 Form 4b	所有功能单元与其他功能单元之间的分隔: Form 4a、 Form 3b、 Form 4b	与相关单元处于不同隔室的端子: Form 4b
人员保护	开门状态下无保护措施	防止工作人员在操作功能单元时意外触碰母排和配电线路: Form 2b、 Form 4a、 Form 3b、 Form 4b	增强外部导线端子操作过程中的防护: Form 3b、 Form 4b	防止人员在操作某个功能单元时意外触碰邻近功能单元: Form 4a、 Form 3b、 Form 4b	增强对邻近功能单元端子的保护: Form 4b
设备保护	无内部保护	防止异物进入各个功能单元和母排隔室之间: Form 2b、 Form 4a、 Form 3b、 Form 4b	防止异物进入各个功能单元和公共端端子隔室之间: Form 3b、 Form 4b	防止异物进入相邻功能单元: Form 4a、 Form 3b、 Form 4b	防止异物进入各个端子隔室之间: Form 4b

CENTERLINE 2500 MCC 可实现的分隔型式

闭门状态下直接抽出单元

Centerline 2500 MCC 采用 SecureConnect 单元, 允许在闭门状态下拆除单元, 这样不仅可以提高维修人员的安全保障, 还能有效缩短生产停工时间。

单元操作手柄位于单元门外部, 无需借助特殊工具便可移动到单元的所有操作位置。当处于连接、测试和断连位置时, SecureConnect 单元均符合 IEC/TR 61641 标准。能够在闭门状态下拆除单元是 IEC 61892 标准针对石油和天然气行应用提出的特定要求。

SecureConnect 单元门同时配有互锁装置, 可通过顺序互锁和锁定功能提高安全性。互锁操作器可进行 180 度旋转和按压操作。必须先按下互锁操作器才能更改单元位置。可将互锁操作器旋转至锁定或解锁位置, 以此限制单元位置。还可锁定互锁操作器, 以防止意外更改单元位置。



图标	位置	描述
	连接	接通线路、负载、控制、网络 and 接地连接端。单元可以锁定在连接位置。
	测试	接通控制、网络和接地连接端。线路和负载连接端被隔离。切换至此位置时, 用户可以验证控制和网络接线以及单元功能。单元可以锁定在测试位置。
	断连	此时单元仍安装在柜体中, 仅接通接地连接端, 但没有接通其他接地端。单元可以锁定在断连位置。
	释放	从柜体中拆除抽出式单元, 以便隔离各个连接端。可以锁定已释放单元, 以防止其被意外插入。

电弧故障保护

什么是弧闪？

根据 NFPA-70E 2012 (工作场所的电气安全标准) 第 100 条的定义,弧闪危险指的是“与弧闪发生时可能释放的能量相关的危险状况”。弧闪和电弧爆炸可导致设备损坏、人身伤害甚至人员死亡。

弧闪是由电气系统中的低阻抗接地连接或其他电压相位引发的电气爆炸现象。弧闪会导致设备严重损坏、火灾或人身伤害。弧闪释放端的温度可以达到 19,000 摄氏度以上。通常,弧闪发生时还会引发更严重的爆炸或电弧爆炸事故。这些突发事故会导致相关设备损坏、火灾以及人身伤害。

电弧爆炸是因电弧引发的压力、声响、闪光和碎片的爆炸性释放。各个相位之间产生电弧时,温度会升高。空气发生电离,导致铜导体开始燃烧。由于空气电离后产生导电等离子体,其阻抗远低于正常状态下的空气。发生电弧爆炸时会产生明亮的弧光,导致现场人员暂时或永久性失明。从固态变为气态时,金属(例如铜)体积可以膨胀 67,000 倍。巨大的体积膨胀会导致破坏性的能量爆发。对现场人员而言,电弧爆炸过程中产生的巨大热能最为致命。爆炸作用下飞溅碎片的移动速度可以超过 1126 km/h (700 mph)。压强变化高达 29 psi。

电弧故障原因

人为错误

- 意外触摸带电导体
- 工具或者其他部件跌落或胡乱摆放
- 安装不当

机械故障

- 过于接近故障线路
- 连接松动
- 机械/电气设备选型问题
- 线材性能劣化
- 电缆绝缘层问题
- 灰尘和污垢积聚



电弧抑制解决方案

为提供安全保障, 罗克韦尔自动化推出了配备 ArcShield™ 技术的 CENTERLINE 2500 低压电机控制中心。

尽管低压系统操作员和制造商的经验越来越丰富, 但系统内部出现闪弧的风险仍然存在。为增强人员和设备防护, 罗克韦尔自动化遵照 IEC/TR 61641-2014 (第 3.0 版) 对 CENTERLINE 2500 电机控制中心进行内部故障引弧测试。

配备 ArcShield 技术的 CENTERLINE 2500 低压电机控制中心已遵照 IEC/TR 61641 标准进行测试, 其通过了 480V 和 50/60 Hz 额定频率下的所有基准测试, 电弧持续时间为 300 ms, 测试电流为 65 kA。

对不同产品配置的单个样品进行测试, 引弧位置如下:

- 输出功能单元的负载侧
- 输出功能单元的供电侧
- 整条配电母排
- 整条主母排
- 输入功能单元的负载侧
- 输入功能单元的供电侧

MCC 位置	执行的测试	
输出功能单元: 负载侧/供电侧	抽出式单元: 已针对多个模块尺寸完成测试; 在垂直走线槽的负载插头之间以及保护性设备的各个负载端子之间进行短接	
负载侧	固定式单元: 已完成测试; 在保护性设备的各个负载端子之间进行短接	
供电侧	抽出式单元: 无电弧区域* —— 已进行并通过测试	固定式单元: 已完成测试; 在垂直母线支架和电缆接头之间进行短接
配电母排: 垂直母排系统	抽出式单元: 无电弧区域* —— 已进行并通过测试	固定式单元: 无电弧区域* —— 已进行并通过测试
主母排: 水平母排系统	水平母排隔室: 已完成测试; 在水平母排的三相之间进行短接。使用顶部泄压板, 无需额外使用泄压排放系统。	
输入功能单元: 负载侧/电源侧	输入: 在配备空气断路器总线和结构的柜体中完成测试	

*无电弧区域用来表示组合开关柜中的相应部分, 此开关柜包含配电线路、主触点以及连接至 SCPD 的功能单元的供电侧。

引弧测试

配备 ArcShield 技术的 CENTERLINE 2500 低压电机控制中心由第三方认证机构遵照 IEC/TR 61641 标准进行内部故障引弧测试。基于 IEC/TR 61641-2014 (第 3.0 版) 标准的全方位测试表明 MCC 的主母排和单元线路侧满足第 1...5 部分要求,所有单元负载侧满足第 1...7 部分要求。

除了所有 CENTERLINE 2500 MCC 自带的标准安全特性外,选配 ArcShield 技术还可带来以下益处:

- 机柜正面设有专用通风口,用于保护 MCC 前方的人员
- MCC 机柜两侧均提供额外的结构支撑系统
- 内部通风系统可将排放气体导向到 MCC 机柜顶部和压力释放系统
- 压力释放系统通过远离现场人员的柜体顶部排放气体
- 配备加固铰链和防电弧门闩的加厚柜门可承受电弧爆炸引起的内部高压,确保柜门在电弧故障发生时保持紧锁状态
- 水平母排封板上的绝缘盖板 (仅限末端柜体) 可以防止水平母排隔室因发生电弧故障被烧穿
- 结构支撑系统 (仅限末端柜体) 可承受电弧爆炸引起的内部高压

测试标准

如果满足以下标准,即表示通过 IEC/TR 61641 测试。

1. 柜门、盖板等部件均正确固定,无法打开
2. 柜体不会产生可能造成危险的飞溅物
3. 出现弧闪时,机柜外表面的可触及部件不会因为燃烧或其他作用形成孔洞
4. 竖直布置的指示灯不会被点燃
5. 机柜可触及部件的保护电路仍可正常工作
6. 柜体可以将产生的电弧限制在指定区域内,且电弧不会传播至柜体的其他区域
7. 满足标准 1-6 时即实现柜体防护
8. 当柜体用于有限连续操作时,标准 7 适用
9. 排除故障或者隔离或拆除指定区域中受影响的功能单元后,柜体的其他区域可以进行紧急操作。验证方法是进行绝缘强度测试 (施加 150 % 额定电压并持续 1 分钟)

抗震认证

全球发生的地震会导致数以百计的人员死亡，并且对结构、建筑物和设备造成大规模损坏。政府官员已修订建筑规范，加入了改进抗震设计的强制性条文，以便在发生地震灾害时恢复应急设施正常运行。建筑规范不仅针对建筑物本身，还对建筑物内部的电气和机械设备做出了规定。

为此，罗克韦尔自动化对 CENTERLINE 2500 电机控制中心执行了抗震性能仿真测试。这项仿真测试与第三方认证机构合作完成，依据的标准是 ICC-ES-AC156，测试数据可用于验证产品是否符合 2012 年、2015 年和 2018 年国际建筑规范 (IBC) 以及 2013 年和 2016 年加州建筑规范 (CBC)。

下表列举了 ICC-ES AC 156 的测试范围 (已满足并超越其要求)。

在整个抗震测试过程中，MCC 单元在抗震测试之前、之中以及之后均通电且均处于运行状态。为满足 UBC 或 IBC 抗震规范要求，必须将每排 CENTERLINE 2500 MCC 都安装在高抗震底座上。同时必须遵照本说明书中的规定，使用螺栓将整排 MCC 中的所有柜体固定在一起。

按照标准配置，整排 CENTERLINE 2500 MCC 集成了安装通道。除使用螺栓固定外，还可将这些安装通道焊接至高抗震底座。

测试标准	SDs* (g)	z/h*	水平方向			垂直方向			RP / IP
			AFLEX*	ARIG*	AFLEX/ ARIG	AFLEX*	ARIG*	AFLEX/ ARIG	
ICC-ES-AC156	1.63	1.0	2.608	1.956	1.956	1.092	0.440	2.48	1.0

*设备经认证满足上表中列举的 SDs 和 z/h 抗震参数要求。设备也适用于 SDs 值更高且 z/h 值小于 1.0 的应用场合。

漏电距离和电气间隙

了解并计算设备的最短绝缘距离至关重要,这项工作应在设计过程中尽早完成。如果在设备中预留足够的电气间隙和漏电距离,可防止人员和财产受到危险电压的影响,或者避免设备发生功能故障。

CENTERLINE 2500 MCC 的额定绝缘电压为 1000 V,额定冲击耐受电压为 12 kV。其满足材料组别(过电压类别) IIIa 和污染等级 3 的要求。

描述	IEC 标准要求*	是否通过
电气间隙:		
母排之间	14 mm	✓
配电线路之间	14 mm	✓
漏电距离:		
母排之间	16 mm	✓
配电线路之间	16 mm	✓

* IEC 61439-1 第 8.3.2 部分和第 8.3.3 部分

电气间隙:

电气间隙表示两个导电部件之间或导电部件和设备搭接表面之间测得的最短空气距离。遵守电气间隙要求有助于防止因空气电离导致导电部件之间发生介电击穿。介电击穿强度还取决于周围环境的相对湿度、温度和污染程度。

漏电距离:

漏电距离表示两个导电部件之间或导电部件和设备搭接表面之间沿绝缘材料表面测得的最短路径。预留充足的漏电距离有助于避免出现漏电起痕现象(即因放电导致绝缘材料表面出现电痕破坏,从而形成局部导电通道的过程)。所需的漏电起痕等级主要取决于两个因素:材料的相对漏电起痕指数 (CTI) 以及周围环境的污染程度。



关注我们。    

rockwellautomation.com — expanding **human possibility**[®]

AMERICAS: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

EUROPE/MIDDLE EAST/AFRICA: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

ASIA PACIFIC: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

ArcShield、Allen Bradley、CENTERLINE、Expanding human possibility、Intellicenter、SecureConnect 和 Rockwell Automation 是
洛克韦尔自动化有限公司的商标。

不属于洛克韦尔自动化的商标是其各自所属公司的财产。

出版物 2500-WP002A-ZH-P – 2010 年 10 月

© 2020 洛克韦尔自动化有限公司版权所有。保留所有权利。美国印刷。