

# 电机控制中心和配电开关设备

安全出版物

 **Allen-Bradley**



LISTEN.  
THINK.  
SOLVE.™

 **Allen-Bradley** • Rockwell Software

**Rockwell**  
**Automation**

# 安全理念

凭借 100 多年的电机控制经验，  
Allen-Bradley® CENTERLINE® 2500 电机控制中心 (MCC)  
可满足安全和可靠性需求。CENTERLINE 2500 MCC 符  
合 IEC 61439-2 的基本功能安全要求，并且经过 IEC/  
TR61641:2014 低压电弧故障抑制要求的测试。

CENTERLINE 2500 MCC 以标准配置的形式向您提供增强的安全特性，其中包括：

- 结构方面的改善有助于在发生故障时防止出现弧闪危险
- IntelliCENTER® 软件的高级诊断功能可支持远程数据访问和故障处理，以最大程度地减少进入机柜内进行操作的需要
- 针对全部四个单元位置（已连接、测试、断开和抽出）提供了锁定装置，进而可提供额外的安全保障
- 抽出单元时，自动挡板立即隔离垂直母线
- 通过电脑控制的双螺栓紧固系统用于水平至垂直母线连接，无需定期维护，最大程度地减少了人员暴露于危险电压中的风险
- 采用坚固的结构设计，所有部分都包含侧板，可提供更好的隔离，此外还具有连续的内部安装角铁、主母排和起吊环



标准：  
IEC/TR 61641，版本 3.0 2014

额定值：  
Ue 480V, Ip (电弧) 65 kA, t (电弧) 300 ms, Ipc (电弧) 65 kA  
适用于有限连续操作的人员保护和组件保护

## 经过型式测试

CENTERLINE 2500 低压电机控制中心经过了多项标准的型式测试。国际电工委员会 (IEC) 于 2009 年 1 月出台了一个新标准, 内容是关于电气开关设备和控制装置的安全和性能。这一全新的 IEC 标准系列 IEC 61439-2 替代了旧的 IEC 60439-1 标准系列。

CENTERLINE 2500 符合 IEC 61439 第 1 部分的要求, 经第三方供应商测试后得出的结果表明, 其还符合第 2 部分的要求。第 1 部分包含通用规则, 其中引用了各类低压开关设备和控

制装置的特定标准。第 1 部分给出了低压开关设备和控制装置的定义, 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。

第 2 部分则定义了电源开关设备和控制装置的特定要求, 经第三方供应商测试可知上述内容满足这部分要求。CENTERLINE 2500 测试基于最关键的代表性应用, 或基于标准中此开关设备产品的性能范围。

IEC 61439-2 标准	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)	✓	可分配防护等级
间距和漏电距离 (10.4)	✓	针对以下条件进行验证的距离: 额定绝缘电压 $U_i = 690V$ ; 额定脉冲电压 $U_{imp} = 6 kV$ ; 污染等级 3
电击防护以及保护电路完整性 (10.5)	✓	验证了保护电路和裸露的导电部件之间的连接有效性
介电属性 (10.9)	✓	测试未产生击穿或飞弧现象
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 – 无短路、变形或磨损现象
电磁兼容性 (10.12)	✓	兼容性经验证
机械操作 (10.13)	✓	未观察到插入式插头、其他连接器、操作机构或互锁存在损坏或过度磨损迹象

## 内部隔离

内部隔离需遵守制造商和用户之间的协议 (IEC 60439-1 附录 E 7.7 由屏障或分区实现的组件内部隔离)。柜体通过分区或屏障 (金属或非金属) 被分成单独的隔室或封闭的保护空间。

分隔形式					
	1 型	2b 型	4a 型	3b 型	4b 型
内部隔离	无隔离	母排 (包括垂直母排) 与功能单元和外部导线端子的隔离: 2b、4a、3b、4b 型	所有功能单元和其他单元的隔离: 4a、3b、4b 型	外部导线端子与功能单元的隔离: 3b、4b 型	与相关单元处于不同隔室的端子: 4b 型
人员保护	门处于打开状态时, 无保护可言	有助于防止人员在对功能单元进行操作时触摸母排和垂直母排: 2b、4a、3b、4b 型	有助于防止人员在对某个功能单元进行操作时触摸附近的功能单元: 4a、3b、4b 型	对外部导线的端子进行操作时加强了保护: 3b、4b 型	加强了对周围功能单元端子的保护: 4b 型
设备保护	无内部保护	防止各个功能单元之间的异物进入到母排隔室中: 2b、4a、3b、4b 型	防止异物进入周围的功能单元中: 4a、3b、4b 型	防止各个功能单元和公共端端子隔室之间的异物进入: 3b、4b 型	防止单个端子隔室之间的异物进入: 4b 型



# 电弧故障保护

## 什么是弧闪?

由 NFPA-70E 2012 (工作场所的电气安全标准) 定义, 第 100 条将弧闪危险定义为“与电弧所产生的可能能量释放相关的危险条件”。弧闪和电弧爆炸可导致设备损坏和人身伤害, 还可能导致人员死亡。

弧闪是一种电爆现象, 因电气系统中的低阻抗接地或接到另一电压相位而引起。弧闪会导致重大损坏、火灾或人身伤害。电弧端的温度可达到或超过 19,427 摄氏度。通常, 发生电弧时还会伴有更严重的爆炸或电弧爆炸。突发事故会导致相关设备损坏、火灾以及周围人员受伤。

电弧爆炸是因电弧而产生的压力、声音、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, 因此铜将开始用作燃料。对于此导电等离子体, 阻抗远远低于标准空气的阻抗。产生的光会变强。强光会导致暂时或永久性失明。从固体变为蒸汽时, 金属 (例如铜) 的膨胀率系数可为 67,000 倍。在这种高膨胀率情况下, 会发生危险能量爆炸现象。释放大量热能时会给人员带来最严重的伤害。因电弧而导致爆炸时产生的飞溅碎片的移动速度高于 700 MPH。压力的变化可高达 29 psi。

## 电弧故障的原因

### 人为错误

- 意外触摸带电导线
- 掉落或误置工具或者其他部件
- 安装实践不合适

### 机械故障

- 接近故障线路
- 连接松动
- 机械/电气尺寸
- 线路老化
- 电缆绝缘
- 灰尘和杂物堆积

## 电弧故障的持续时间

保持电弧故障需要满足几个必要条件。需要存在电压 (通常为 400 V 或更高) 来保持电弧。存在的短路电流对电弧所释放能量的持续时间有重要影响。因为金属蒸汽用作“燃料”, 因此电弧会持续存在, 直至上游过电流设备或类似设备清除相应故障 (断开电路), 或者直至燃料燃尽。



## 电弧抑制解决方案

为协助确保环境安全，罗克韦尔自动化形成了带 ArcShield 的 CENTERLINE 2500 低压电机控制中心。

尽管低压系统的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。为增强对人员和设备的保护，罗克韦尔自动化按照 IEC/TR 61641 版本 3.0 2014 对 CENTERLINE 2500 电机控制中心进行了测试，该标准针对内部故障引发的电弧条件下的测试。

带 ArcShield 的 CENTERLINE 2500 低压电机控制中心已根据 IEC/TR 61641 标准进行测试，它通过了 480V 和额定频率 50/60 Hz 下的所有测试标准，电弧时间为 300 ms，测试电流为 65 kA。

针对多个产品配置的单样本考虑以下着火点：

- 输入出能单元的负载侧
- 输出功能单元的电源侧
- 沿垂直母排
- 沿主母排
- 输入功能单元的负载侧
- 输入功能单元的电源侧



带 ArcShield 的 CENTERLINE 2500 低压电机控制中心已根据 IEC/TR 61641 标准进行测试。通过了 480V 和额定频率 50/60 Hz 下的所有测试，电弧时间为 300 ms，测试电流为 65 kA。

MCC 位置	执行的测试
传出功能单元： 负载侧	可拆卸单元：针对多个模块尺寸完成了测试；垂直走线槽的负载插头之间以及保护设备的各个负载端子之间短路
	框架安装型单元：已完成测试；保护设备的各个负载端子之间短路
电源侧	可拆卸单元：无电弧区域*-已进行并通过测试
	框架安装型单元：已完成测试；垂直母线的支架短路 - 电缆连接
配电母排：垂直母线系统	可拆卸单元：无电弧区域*-已进行并通过测试
	框架安装型单元：无电弧区域*-已进行并通过测试
主母排：水平母线系统	水平母线隔室：已完成测试；全部3相的水平母线发生短路。需要顶部排气通风系统。
输入功能单元：负载侧/电源侧	输入：在带有空气断路器总线和结构的柜体中完成了测试

\*无电弧区域用来表示组合开关柜中的相应部分，此开关柜包含垂直母排、主触点以及连接至 SCPD 的功能单元的电源侧。

# 电弧故障保护

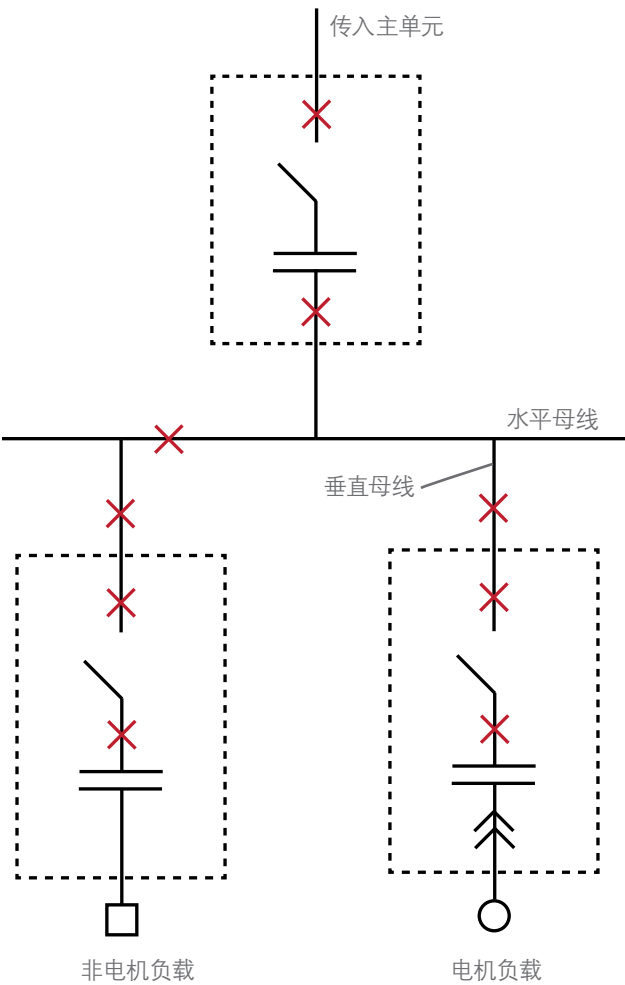
## 着火点测试

本测试主要用于评估组件限制内部电弧故障所产生的人身伤害危险的能力。罗克韦尔自动化实施了以下内容, 进而通过了所有测试:

- 结构方面的改善和区室化
- 内部通风 – 采用优化放置的挡板和屏障将闪弧导至外壳顶部的排放点
- 压力释放系统 – 通过测试 (包括上限和水平指示器, 均超越了 IEC 要求)
- 组合开关柜和走线槽门均配有获得专利的密封门和定制式铰链设计
- 加固型钢门

对于宣称具备带电弧抑制的电机控制中心的供应商, 均应:

- 能够出示针对特定电压、可用电流和持续时间的宣称结果进行认证的第三方测试证书。许多竞争对手都不声明这些值, 因为他们不能满足应用中常用的数值要求。
- 在 MCC 中的多个位置 (单元、母线隔室和走线槽等) 进行测试。许多竞争对手仅在垂直母线位置进行测试, 此类位置属于轻松通过测试的位置之一
- 满足完整的 IEC/TR 61641 标准 (部分 1-7) 。



IEC/TR 61641 测试着火点

## 测试标准

如果满足以下标准, 则通过 IEC/TR 61641 测试。

1. 正确固定的门和外盖等未处于打开状态
2. 可能会导致危险的组件部件不会飞出
3. 电弧不会因灼烧或其他影响而在外壳的可自由接触外部部件中产生孔
4. 垂直排列的指示器不会点燃
5. 外壳的可接触部件的保护电路仍然有效
6. 组件能够将电弧限制在其点燃的特定区域内, 并且电弧不会通过该组件传播到其他区域

满足标准 1-6 时即实现柜体保护。  
当柜体旨在用于有限连续操作时, 标准 7 适用。

7. 在清除故障后或者隔离或拆卸规定区域中受影响的功能单元后, 可对其余柜体进行紧急操作。经绝缘强度测试验证 (所用值是额定工作电压的 1.5 倍, 持续 1 分钟)

# 抗震认证

全球发生的地震导致数以百计的人死亡，并且对结构、建筑物和设备造成大规模损坏。政府官员已修订了建筑规范来强制要求改善抗震设计，以便能在出现这类情况时使紧急设施恢复运行。其中不仅包括建筑物，还包括电气和机械设备。

罗克韦尔自动化采取了相应措施，对 CENTERLINE 2500 电机控制中心执行了抗震仿真测试。MCC 已通过动态（三轴多频测试）抗震测试的抗震验证，验证过程中依据国际法规委员会评估服务 (ICC-ES) 并采用非结构组件 (AC 156) 振动台抗震认证的 2010 AC 156 验收标准。AC 156 验收标准涉及通用设备，并支持电气系统的抗震认证。

相应测试的执行过程应该有第三方在场并应根据 AC 156 标准执行，该测试支持认证 2006 和 2009 国际建筑规范、国际法规委员会和 1997 统一建筑规范 (UBC) 区域 4 的数据，且根据美国土木工程协会的要求，需要满足 ASCE 标准、SEI/ASCE 7-5 和 7-10 (SEI/ASCE) 建筑物和其他结构的最小设计负载。

涉及的 ICC-ES AC 156 测试范围（已满足并超越其要求）如下表所示。

展示的 CENTERLINE 2500 MCC 单元符合以下要求：

- 统一建筑规范 1997 (UBC) 区域 4 (最大 UBC 区域) 的 100% g 等级
- 国际建筑规范 2009 (IBC) 的 100% g 等级 (SEI/ASCE: 5 Hz 时为 SDS 1.5 g, 1 Hz 时为 SD 1.2 g)，针对遭受 UBC 区域 4 地震或 IBC 地震事件的情况

在整个抗震测试过程中，MCC 单元在抗震测试之前、之间以及之后均带电且均处于运行状态。为获得 UBC 或 IBC 抗震性，每个单独的整排 CENTERLINE 2500 MCC 都必须安装在充分抗震的地基上。整排 MCC 中的所有柜体还均须按照本说明手册中的要求用螺栓固定在一起。

在整排 CENTERLINE 2500 MCC 中，安装通道融合在标准设计中。除了用螺栓进行固定外，这些安装通道还可焊接到一个充分抗震的地基上。



测试标准	Sps <sup>(1)</sup> (g)	z/h <sup>(1)</sup>	水平			垂直			rp/lp
			AFLEX <sup>(1)</sup>	ARIG <sup>(1)</sup>	AFLEX/ARIG	AFLEX <sup>(1)</sup>	ARIG <sup>(1)</sup>	AFLEX/ARIG	
ICC-ES-AC156	1.0	1.0	1.6	1.2	1.33	0.67	0.27	2.5	1.0
ICC-ES-AC156	1.5	1.0	2.4	1.8	1.33	1.005	0.402	2.5	1.0

(1) 设备经认证满足表中所示 Sps 和 z/h 值的要求。对于 z/h 小于 1.0 时的较大 Sps 值情况，认证可能有效。



# 漏电和间距

了解并计算设备的最短隔离距离至关重要，应该尽早在设计过程中进行。借此可在设备中提供足够的间距和漏电距离，帮助防止人员和财产受到电压的影响，避免设备遭受功能故障。

描述	IEC 要求*	通过
间距：		
母排之间	14 mm	✓
垂直母排之间	14 mm	✓
漏电距离		
母排之间	16 mm	✓
垂直母排之间	16 mm；额定绝缘电压 Ui=690V	✓

\*IEC 61439-2，第 8.3.2 节

间距即表示两个导电部件之间的最短距离，或导电部件和设备搭接表面之间的最短距离（通过空气测量）。提供一定间距有助于防止因空气电离而导致电极之间发生介电击穿。介电击穿级还进一步受到环境的相对湿度、温度和污染程度的影响。

漏电距离即表示两个导电部件之间的最短路径，或导电部件和设备搭接表面之间的最短路径（沿隔离表面测量）。充足的漏电距离有助于防止出现漏电痕迹（即，因放电使隔离材料表面产生局部恶化，因而构成局部的导电通路）。漏电痕迹程度取决于两个主要因素：材料的相对漏电起痕指数 (CTI) 和环境的污染程度。

 请与我们保持联系。

Allen-Bradley、CENTERLINE、Integrated Architecture、IntelliCENTER、Listen.Think.Solve.、PartnerNetwork 和 Rockwell Software 是罗克韦尔自动化有限公司的商标。不属于罗克韦尔自动化公司的商标均归各自公司所有。

中文网址 [www.rockwellautomation.com.cn](http://www.rockwellautomation.com.cn)  
新浪微博 [www.weibo.com/rockwellchina](http://www.weibo.com/rockwellchina)

## 动力、控制与信息解决方案总部

美洲地区：罗克韦尔自动化，南二大街1201号，密尔沃基市，WI 53204-2496 美国，电话：(1) 414.382.2000，传真：(1) 414.382.4444  
欧洲/中东/非洲：罗克韦尔自动化，NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831布鲁塞尔，比利时，电话：(32) 2 663 0600，传真：(32) 2 663 0640  
亚太地区：罗克韦尔自动化，香港数码港道100号数码港3座F区14楼1401-1403 电话：(852)2887 4788 传真：(852)2508 1486  
中国总部：上海市徐汇区虹梅路1801号宏业大厦 邮编：200233 电话：(86 21)6128 8888 传真：(86 21)6128 8899  
客户服务电话：400 620 6620 (中国地区) +852 2887 4666 (香港地区)