ICS

T/EJCCCSE

团　　体　　标　　准

T/EJCCCSE ××××—2024

变频器高低压穿越装置检修导则

Maintenance Guidelines for High and Low Voltage Crossing Devices of Inverter

（征求意见稿）

2024－××－××发布　　2024－××－××实施

中国商业股份制企业经济联合会　发布

目　　次

前言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　检修基本要求 1
5　高、低电压穿越装置 2
6　检修前准备 4
7　检修项目与方法 4
8　检修后测试与验收 5
9　维护保养 6

前　　言

本标准依据GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由大唐陕西发电有限公司渭河热电厂提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：大唐陕西发电有限公司渭河热电厂、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

本文件为首次发布。

变频器高低压穿越装置检修导则

1 范围

本文件规定了变频器高低压穿越装置（以下简称穿越装置）的检修原则、检修前准备、检修流程、安全要求及质量控制与验收等内容。

本文件适用于工业和商业领域中使用的变频器高低压穿越装置的检修工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DL/T 1648 发电厂及变电站辅机变频器高低电压穿越技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

变频器高低压穿越装置 high and low voltage crossing device for frequency converter

一种能够在电网电压出现短时升高或降低（超出正常运行范围）的情况下，使变频器及其所驱动的负载设备保持连续运行或安全停机，避免设备损坏和系统故障扩大的装置。

4 检修基本要求

4.1 检修人员资质

检修人员应具备电气、电子技术等相关专业知识和技能，熟悉变频器高低压穿越装置的工作原理、结构和操作方法。检修人员应经过专业培训，并取得相应的资格证书或具备一定的实践经验。

4.2 安全要求

4.2.1 检修前应制定详细的安全措施，包括停电、验电、接地、悬挂警示标识等，确保检修工作安全进行。

4.2.2 检修人员应正确佩戴个人防护用品，如绝缘手套、绝缘鞋、安全帽等。

4.2.3 在检修过程中，严禁带电操作，如需进行带电测试或调试，应采取严格的安全防护措施，并由专业人员监护。

4.2.4 对检修中使用的工具、仪器仪表等应进行检查，确保其完好无损，并符合安全要求。

4.3 检修周期

4.3.1 定期检修

根据穿越装置的运行时间、运行环境等因素，一般建议每 1 年进行一次全面的定期检修。

4.3.2 故障检修

当穿越装置发生故障或异常运行时，应及时进行检修，排除故障后经测试合格方可投入运行。

5 高、低电压穿越装置

5.1 低电压穿越装置

5.1.1 利用电网剩余残压进行整流升压的方案，俗称 20% VSP 治理方案（如图 1），此方案试用于电网跌落至 20%以上，变频器低电压穿越治理。

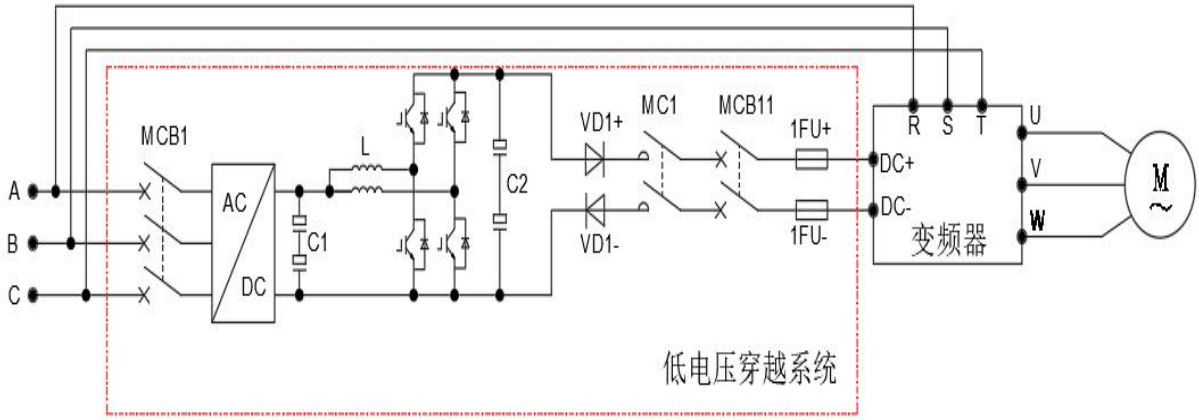

图 1 20% VSP 治理方案

5.1.2 低电压穿越装置配置少量的储能，俗称少量蓄电池+VSP 治理方案（如图 2），此方案试用于电网跌落至 0%，变频器低电压穿越治理。

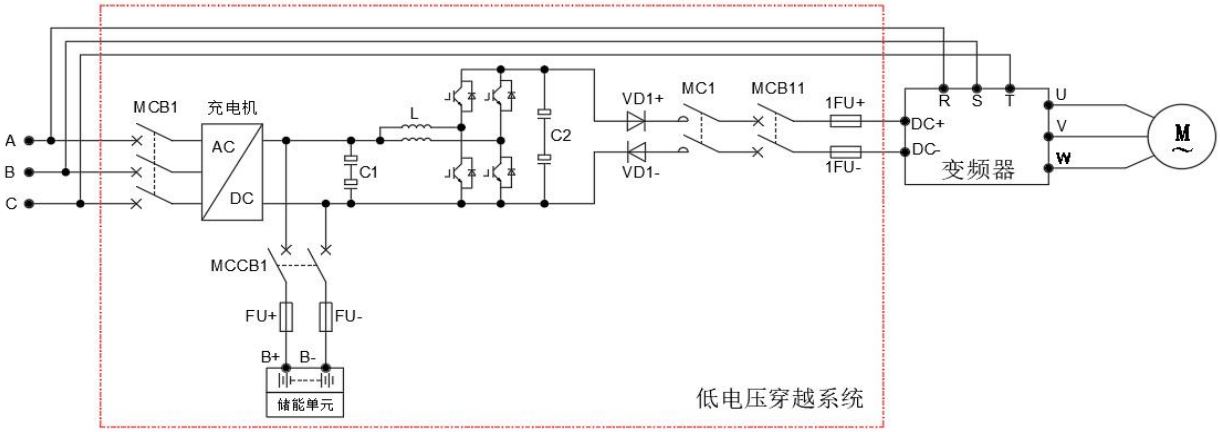

图 2 少量蓄电池+VSP 治理方案

5.1.3　采用隔离型低电压穿越装置，俗称厂内保安电源 220VDC 直流屏+RTM 治理方案（如图 3），此方案试用于电网跌落至 0%且利用厂内直流屏作为后备储能，变频器低电压穿越治理。

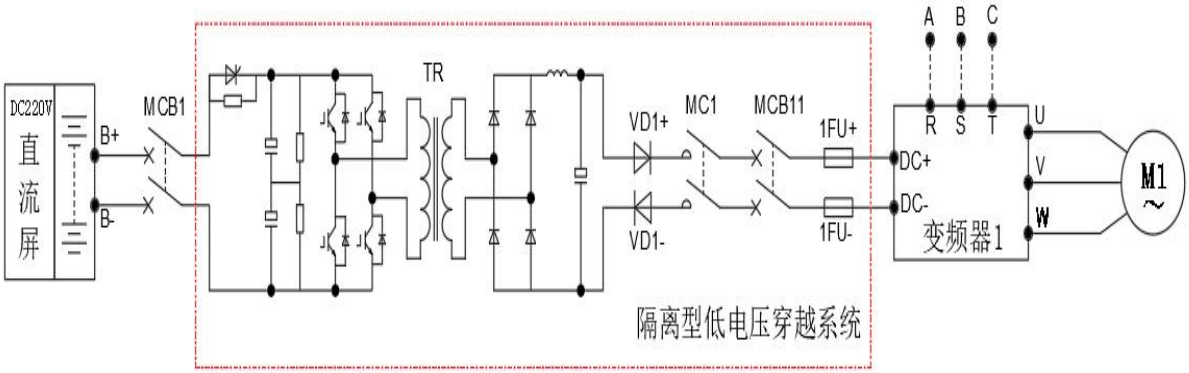

图 3　内保安电源 220VDC 直流屏+RTM 治理方案

5.2　高低电压穿越装置

高低电压穿越装置内部配置电压暂降保护器 VSP 模块、执行单元和监测单元。电压暂降保护模块 VSP 是一个以 BOOST 升压电路为基础的动态系统，用以保护敏感的工业和商业负载免受电压突变的干扰。它能对电压暂降作快速和精确的校正，并有连续的电压调节和负载电压补偿的功能。该系统经过优化设计，针对所需要保护的设备，提供对交流电网中常出现的电压暂降的免疫能力。执行单元由断路器、熔断器和隔离单元组成。监测单元有实时记录变频器交流输入电压、支撑记录、FSSS 动作记录等。在触摸屏上存贮每次晃电时间及事件，记录时间精确到秒（如图 4）。

图 4　高低电压穿越装置内部配置

6 检修前准备

6.1 资料准备

收集穿越装置的技术资料，包括产品说明书、原理图、接线图、安装调试报告、运行记录等，以便了解装置的技术参数、结构特点和运行状况。

6.2 工具与仪器仪表准备

准备检修所需的工具，如螺丝刀、扳手、钳子、电烙铁等，以及仪器仪表，如万用表、示波器、绝缘电阻表、耐压测试仪等，并确保其精度和量程满足检修要求。

6.3 备品备件准备

根据穿越装置的易损件清单和库存情况，准备必要的备品备件，如熔断器、电容器、电阻器、功率模块等，以便在检修过程中及时更换损坏的部件。

6.4 停电与隔离

按照安全操作规程，对穿越装置所在的系统进行停电操作，并采取有效的隔离措施，防止误送电。在停电操作前，应通知相关部门和用户，并做好记录。

7 检修项目与方法

7.1 外观检查

7.1.1 检查穿越装置的外壳是否有破损、变形、腐蚀等现象，如有应及时修复或更换。

7.1.2 检查装置的散热风扇、散热器等散热部件是否正常，有无积尘、堵塞等情况，如有应进行清洁和维护。

7.1.3 检查装置的连接电缆、接线端子等是否松动、氧化、过热变色等，如有应进行紧固、清洁或更换。

7.2 电气性能检查

7.2.1 绝缘电阻测试：使用绝缘电阻表分别测量穿越装置的输入、输出端以及各电气部件之间的绝缘电阻，应符合产品说明书或相关标准的要求。一般情况下，绝缘电阻值应不低于 20MΩ。如绝缘电阻值过低，应查明原因并进行处理，如清洁绝缘表面、更换绝缘部件等。

7.2.2 耐压测试：在绝缘电阻测试合格后，使用耐压测试仪对穿越装置进行耐压测试，测试电压应按照产品说明书或相关标准的规定施加，持续时间为 3 分钟。测试过程中应无击穿、闪络等现象，如有应检查并修复绝缘缺陷。

7.3 功率模块检查

7.3.1 外观检查：检查功率模块的外壳是否有裂纹、变形、变色等异常现象，散热片是否与模块紧密接触，如有问题应及时处理。

7.3.2 电气参数测试：使用万用表或示波器等仪器仪表，测量功率模块的各引脚之间的电阻值、电压值等电气参数，与正常参数进行对比，判断功率模块是否损坏。如发现参数异常，应进一步检查模块内部的电路元件，如二极管、三极管、IGBT 等，如有损坏应及时更换。

7.4 控制电路检查

7.4.1 检查控制电路板上的电子元件是否有虚焊、脱焊、损坏等现象，如有应进行补焊或更换。

7.4.2 检查控制电路的电源模块是否正常工作，输出电压是否稳定，如电源模块故障应及时修复或更换。

7.4.3 使用示波器等仪器仪表，检查控制信号的波形是否正常，如 PWM 信号、触发信号等，如信号异常应检查相关的控制电路元件和电路连接，排除故障。

7.5 保护功能检查

7.5.1 低电压穿越功能检查：模拟电网电压跌落情况，通过调整试验电源的输出电压，使穿越装置进入低电压穿越状态，检查装置是否能够按照预定的低电压穿越策略运行，如保持输出电流稳定、不脱网运行、在电压恢复后能够正常恢复等。同时，检查装置的低电压保护动作值、动作时间等参数是否符合要求。

7.5.2 高电压穿越功能检查：模拟电网电压升高情况，调整试验电源的输出电压，使穿越装置进入高电压穿越状态，检查装置是否能够承受高电压冲击，如限制输出电压、保护功率模块、在电压过高时安全停机等。检查装置的高电压保护动作值、动作时间等参数是否符合要求。

7.5.3 其他保护功能检查：检查穿越装置的过流保护、过温保护、短路保护等其他保护功能是否正常，可通过模拟相应的故障情况进行测试，检查保护动作是否可靠，保护动作后装置是否能够正确显示故障信息并记录故障数据。

7.6 通信功能检查

如果穿越装置具备通信功能，如与上位机监控系统或其他设备进行通信，应检查通信接口是否正常，通信协议是否匹配，通信数据是否准确无误。可使用通信测试工具或上位机软件进行通信测试，检查装置的通信状态、数据传输速率、数据准确性等指标是否符合要求。

8 检修后测试与验收

8.1 测试项目

8.1.1 空载测试：在穿越装置检修完毕后，不接入负载，仅对装置本身进行通电测试。检查装置的输入、输出电压、电流是否正常，控制信号是否正常，各指示灯、显示屏等显示是否正确，有无异常声响、发热等现象。空载测试时间应不少于 2 小时。

8.1.2 带载测试：在空载测试正常后，接入额定负载或模拟负载，对穿越装置进行带载测试。测试内容包括装置的输出功率、效率、谐波含量等性能指标是否符合要求，低电压穿越、高电压穿越及其他保护功能是否正常可靠。带载测试时间应根据装置的类型和负载特性确定，一般不少于 2 小时。

8.2 测试方法

8.2.1 电压、电流测试：使用万用表、示波器或电能质量分析仪等仪器仪表，测量穿越装置的输入、输出电压、电流的有效值、峰值、频率、相位等参数。

8.2.2 功率测试：使用功率分析仪等仪器仪表，测量穿越装置的输入、输出功率，计算装置的效率。

8.2.3 谐波测试：使用电能质量分析仪等仪器仪表，测量穿越装置输出电流或电压的谐波含量，分析谐波畸变率等指标是否符合相关标准要求。

8.2.4 保护功能测试：按照 7.5 节的方法，再次对穿越装置的各项保护功能进行测试，确保保护功能在检修后正常可靠。

8.3 验收标准

8.3.1 穿越装置检修后应外观整洁，无损坏、松动等现象，各部件安装牢固，连接可靠。

8.3.2 装置的电气性能指标应符合产品说明书或相关标准的要求，如绝缘电阻、耐压值、输入输出电压电流范围、功率因数、效率、谐波含量等。

8.3.3 穿越装置的低电压穿越、高电压穿越及其他保护功能应正常可靠，保护动作值、动作时间等参数应准确无误。

8.3.4 装置的通信功能应正常，通信数据准确可靠，能够满足与上位机监控系统或其他设备的通信要求。

8.3.5 检修记录应完整、准确，包括检修项目、检修方法、更换的零部件、测试数据等内容。

8.4 验收程序

8.4.1 检修人员完成检修和测试工作后，应填写检修报告，提交给验收人员。

8.4.2 验收人员应根据本标准的要求，对穿越装置进行现场检查和测试，核对检修报告中的数据和内容。

8.4.3 验收合格后，验收人员应在检修报告上签字确认，穿越装置方可投入运行。如验收不合格，应责令检修人员重新检修，直至验收合格为止。

9 维护保养

9.1 定期维护保养内容：

9.1.1 柜内清洁：

9.1.1.1 各元器件清洁，电浮灰、精密器件等采用喷壶、毛刷等进行清洁。

9.1.1.2 柜内清扫，铜丝、铁屑等杂物隐患检查与排除。

9.1.1.3 滤网清洁。

9.1.1.4 对所有机柜及元器件外观清洁以避免粉尘造成元器件接触不良、过热等。

9.1.2 柜内检查保养：

9.1.2.1 运行 3 年以上的高频充电模块老化检查：断电后打开充电模块先目测观察电感、电阻、显示屏线等有无老化迹象（老化一般由白色、泛黄、黄色、焦色、硬化变脆等五个阶段；达到焦色则须更换），其次测量整流、MOS 管等元器件性能；上电后对蓄电池充电过程中，使用温枪实时测量自冷式散热片，用以判断充电模块发热量，应不超过 70℃。

9.1.2.2 AC LINE VOLTAGE 交流进线电压：

测量交流输入侧三相线电压、相电压和高频充电模块输入端电压、电流并对比其差异。

9.1.2.3 AC LINE CURRENT 交流电流流向检测：

在高频整流模块输出侧一次边和输出侧分别测量，判断是否均流及整流老化。

9.1.2.4 CHARGE OUTPUT DC VOLTAGE 充电机输出电压：

断开电池输出断路器，在断路器输入端测量电压和在输出侧测量电压，此可以对比充电电压和蓄电池电压的差异，从而可以粗略检测到充电模块输出是否异常及元器件的功率损耗。

记录：（1）FL VOLTAGE浮充电压，（2）EQ VOLTAGE均充电压。

若出现设置电压与实测电压不否，则需在断开直流输出断路器及电池输出断路器后校准电压。

9.1.2.5 CHARGE OUTPUT DC CURRENT 充电机输出电流：

接通电池前，测量电池电压与充电电压，确定正负极相对应，且无对地，接通电池后，观察充电电流及单只电池电压变化。

9.1.2.6 面板指示灯功能：

进入运行状态，此时三相电源指示灯正常分别为黄绿红；直流电压表数值正确。

9.1.2.7 面板按键功能：

a) 触摸式显示屏，可随意切换查看系统参数；回路数状态均对应。

b) 切换 CHARGER MODULE

9.1.2.8 柜内主监控程序检测：

a) 继电器动作及功能测试；

b) 内部供电电源检测；

c) 安装检查；

d) 内部程序设置校对。

9.1.2.9 中间继电器的检测：需将其重新插拔并观察内部是否有触点联死的现象，测量继电器线圈阻抗并记录，测试信号动作时即可观察中间继电器的开断状态。

9.1.2.10 UPS 吹扫、UPS 散热风扇检查、充放电测试容量；与内部旁路进行切换测试、通过 UPS 自检对内部进行检测并对 UPS 进行放电维护。

9.1.2.11 半导体元器件检测：断电情况下测量半导体元器件正向/反向阻值，判断是否击穿通路或开路，采用 Fluke1508 检测对地耐压绝缘阻值是否＞550MΩ。

9.1.2.12 电压暂降保护器 VSP/RTM 模块输入输出电压、运行联锁功能、报警功能模拟检查；联锁保护动作后输出应无电压；模块接插件检查，补导电膏。

9.1.2.13 断路器、接触器等硬件测试：按 reset 键使塑壳断路器闭合位置处于跳闸状态；可重新合闸或断开；接触器同上步骤，并在测试模块信号时同时可测试观察接触器有无异响或异常动作。

9.1.3 电池检查保养：

9.1.3.1 电池电压及内阻：使用 Fluke 内阻测试仪进行一遍测量，保存测量内阻数据及电压数据。

9.1.3.2 使用智能放电维护仪对蓄电池进行充放电维护，记录放电后的内阻数据及电压数据，检查出落后电池；经放电/充电后，电池电压基本均衡；如落后电池仍无法修复，则需要更换。

9.1.3.3 电池使用情况判断：目测电池是否有过压、欠压、爬酸、漏液或变形。

9.1.3.4 柜内清洁：

a) 电池表面清洁；

b) 滤网清洁。

9.1.4 参数校准及测量：

9.1.4.1 高频充电模块输出电压的实际测量应在额定电压 + 1%。

9.1.4.2 VSP/RTM 输出电压的实际测量应在额定电压 + 0.5%。

9.1.4.3 交流不间断电源 UPS 输出电压的实际测量大约为 AC220V + 5%。

9.1.4.4　完全断电后测量二极管正反向电阻，反向电阻 MΩ级＞正向电阻 KΩ级；对地绝缘耐压阻值＞500MΩ。

9.1.4.5　断电后测量柜内除馈出熔断器外，所有熔断器 FUSE 通断正常。

9.1.4.6　中间继电器线圈损耗程度检查。

9.1.5　功能试验测试：

9.1.5.1　UPS 放电容量测试；容量应≥50%；

9.1.5.2　系统带载功能试验（根据客户现场实际情况进行）

对直流支撑功能测试，在不影响生产的前提下，利用电压暂降发生一模拟市电电压暂降或停电，此时变频器应稳定输出，运行频率不变；VSP/RTM各模块输出电压、放电记录正常。恢复模拟市电恢复，此时高低电压穿越装置退出直流支撑，变频器仍应连续平稳运行，由市电供电。

9.2　维护记录

建立穿越装置的维护保养记录档案，详细记录每次维护保养的时间、内容、发现的问题及处理结果等信息，以便于对装置的运行状况进行跟踪和分析，为后续的检修和维护提供参考依据。