

[母线端头]

一种母线端头屏蔽结构的改进设计

文/王伟 张会杰 惠小彬 孙召红 关星
西安西电开关电气有限公司

对126 kV GIS母线端头屏蔽结构进行分析改进，将原有的热压装配式结构改为冲压一体式结构，并对改进后的结构进行电场仿真计算和试验验证。改进后的结构电场强度满足使用要求，同时简化安装工艺过程，降低事故风险，节省生产成本和装配成本，实现零件循环使用。

气体绝缘金属封闭开关设备（Gas Insulated metal-enclosed Switchgear, GIS），是将母线、断路器、互感器、隔离开关、接地开关、避雷器和电缆终端等元件全部封闭在接地金属外壳中，壳体内充入一定压力气体作为绝缘和灭弧介质，并按照一定的接线方式组合成开关设备。GIS母线是组合电器的基本元件之一，通过导体可实现与其他元件连接，满足不同主接线方式^[1-4]。母线在GIS设备中起到汇集、分配和传送电能的作用，其可靠性对GIS的安全运行具有重要意义。

本文通过对126 kV GIS母线端头结构进行分析，对原有结构进行改进，将原有的热压装配式结构改为冲压一体式结构，并对改进后的结构进行电场仿真计算和试验验证。改进后的结构电场强度满足使用要求，同时简化安装工艺过程，降低事故风险，节省生产成本和装配成本，实现零件循环使用。

改进前结构

126 kV GIS母线端头结构如图1所示。装配时，三相屏蔽座通过螺栓与盆式绝缘子连接，屏蔽罩需提前加热至220~240℃，待屏蔽罩受热膨胀后与屏蔽座进行热压相互配合装配。单相屏蔽与盆式绝缘子的连接结构如图2所示。

在工程出产阶段或现场扩建时，需要拆除屏蔽座与屏蔽罩，由于屏蔽座与屏蔽之间通过热压连

接，现场无装备对屏蔽罩进行加热，因此无法直接拆除屏蔽罩，要将屏蔽罩内的螺栓拆除后，屏蔽座与屏蔽罩即可整体拆除。由于屏蔽罩上口径较小，拆除内部螺栓十分困难，经常会破坏掉屏蔽罩，拆除后屏蔽座与屏蔽罩无法循环使用，造成物资浪费。

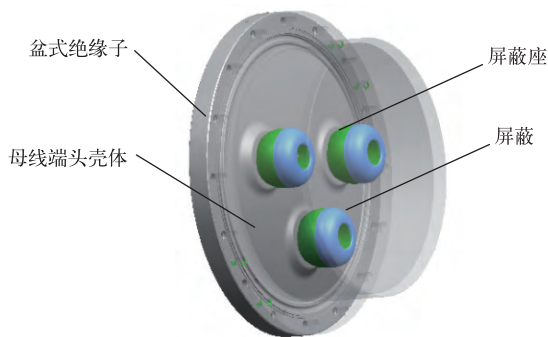


图1 母线端头屏蔽改进前结构

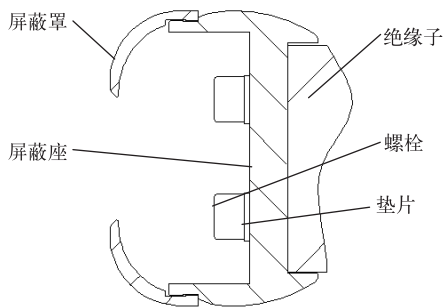


图2 改进前母线端头屏蔽连接结构

改进后结构

为解决母线端头屏蔽结构复杂，装配时间较长，生产率低，拆卸困难，零部件无法循环使用等问题，对母线端头屏蔽结构进行改进优化，重新设计126 kV GIS用屏蔽结构，如图3所示。图4为单相屏蔽罩安装结构。

改进后的母线端头屏蔽罩为一体式，采用1.5 mm铝板直接冲压成型，重量轻薄，零件成套快。装配时屏蔽罩不需要加热，通过螺栓直接与绝缘子连接，安装工艺简单；屏蔽罩上口径加大，螺栓拆卸方便，大大提高生产效率。尤其在工程出产阶段，该屏蔽罩在单间隔试验完成后，可自由拆卸，并应用到其他间隔中，从而实现物资循环利用，有效节约生产成本。

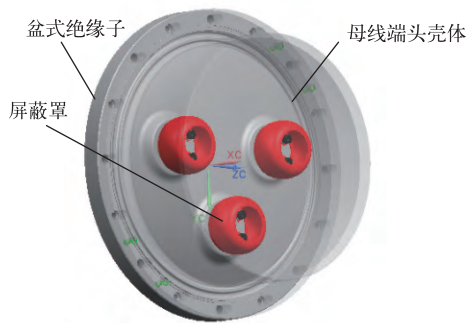


图3 母线端头屏蔽改进后结构

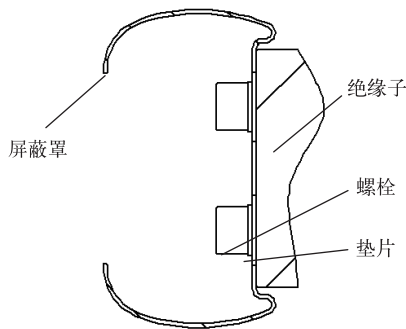


图4 改进后母线端头屏蔽连接结构

电场计算分析

为验证优化后结构的合理性，利用Ansys 计算软件对126 kV GIS用母线端头屏蔽结构进行电场仿真计算^[5-8]。先对母线端头屏蔽建立三维模型，模型大小与实际零部件尺寸相同，同时对模型进行简化，删除掉内部的螺栓、垫片，计算模型如图5所示。

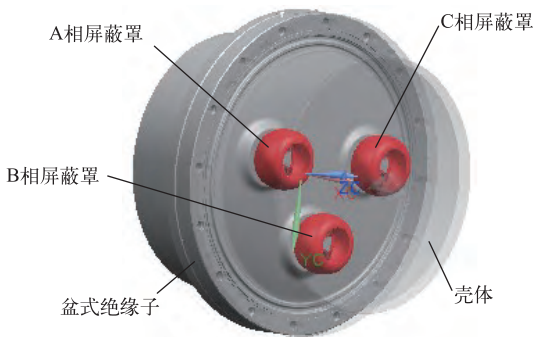


图5 有限元计算模型

126 kV GIS用母线端头屏蔽结构三维仿真计算结果见表1。计算时，A相屏蔽罩施加额定雷电冲击电压550 kV，其余两相屏蔽罩和壳体为地电位。A相屏蔽罩的电场云图如图6所示。

表1 电场计算结果

名称	电场强度最大值/ (kV/mm)
A相屏蔽罩	24.54
B相屏蔽罩	5.86
C相屏蔽罩	2.38
壳体	7.13
绝缘子表面	9.68

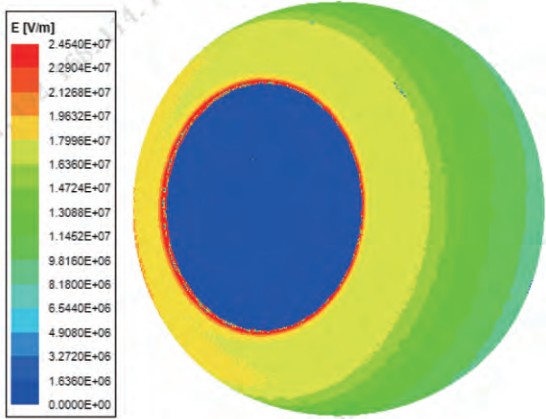


图6 屏蔽罩电场云图

从表1计算结果可以看出，改进后的母线端头屏蔽罩理论上满足使用要求。

试验验证

对改进后的126 kV GIS用母线端头屏蔽结构按标准进行了绝缘试验，试验照片如图7所示。通过了±15次雷电冲击试验，试验电压为550 kV；通过了工频耐压试验，试验电压为230 kV。以上试验证明，改进后的126 kV GIS用母线端头屏蔽结构具有

良好的绝缘性能，满足126 kV母线的使用要求。



图7 试验照片

结束语

126 kV GIS用母线端头屏蔽结构的设计改进，并利用Ansys软件对优化后的结构进行电场仿真计算。计算结果表明，更改后的屏蔽罩满足使用要求。

通过绝缘试验，进一步验证优化后结构的合理性。此外，通过结构优化，126 kV GIS用母线端头屏蔽结构更为简单，生产成本和装配成本都大大降低，实现零件循环利用，起到节能增效的作用。EA

(收稿日期：2024-11-14)

参考文献

- [1] 曹旺华. 浅谈母线故障事故的分析与处理[J]. 中国电机技术版, 2012(2): 17-19.
- [2] 李彦彰, 陈梦, 刘亚男, 等. 气体绝缘母线动态热路模型的研究[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(12): 184-189.
- [3] 范广伟, 樊楚夫, 黄实, 等. 气体绝缘隔离开关开合母线转换电流试验的分析[J]. 高压电器, 2017, 53(4): 215-219.
- [4] 韩明明, 李清泉, 刘洪顺, 等. 气体绝缘变电站母线结构参数对外壳暂态过电压影响分析[J]. 电工技术报, 2015, 30(22): 239-246.
- [5] 易洋. 开关柜母线的设计与仿真计算[J]. 价值工程, 2017, 21(72): 170-172.
- [6] 武海晶, 王延飞. 550 kV母线电场分析及结构优化[J]. 山东电力高等专科学校报, 2023, 26(6): 16-19.
- [7] 张杭, 郝学东. 一种电流互感器内部结构改进设计[J]. 电气时代, 2020(3): 58-60.
- [8] 李禾, 王闯, 刘鹏, 等. 1 000 kV特高压交流变电站铝管母线末端屏蔽方式研究[J]. 电网技术, 2014, 38(9): 2562-2568.

(上接第76页)

避免因人为操作失误导致的数据泄露。也要加强与网络安全企业的合作，引入先进的入侵检测系统和安全态势感知平台，实时地对系统的安全状态进行监测。

结束语

基于智能监测技术的输电线路运维策略优化，是电力行业向智能化转型的必然趋势。通过构建“感知—分析—决策—执行”的闭环运维体系，实现从被动抢修到主动预防的转变，显著提升线路可靠性、运维效率和管理水平。未来，随着5G、物联网和数字孪生等技术的发展，输电线路运维将向“全域感知、智能决策、自主执行”方向演进。电力企业应抓住技术变革机遇，持续推进运维策略优化，为构建安全、高效和绿色的现代电力系统提供坚实保障。EA

(收稿日期：2025-07-18)

参考文献

- [1] 田智多. 基于智能电网技术的输电线路状态监测及故障诊断[J]. 大众用电, 2025, 40(4): 65-66.
- [2] 刘嘉维, 周雪丽. 基于物联网技术的输电线路智能监测系统设计与实现[J]. 电子技术, 2025, 54(2): 356-357.
- [3] 施陆, 张谕辰. 智能输电线路中的在线监测技术分析[J]. 集成电路应用, 2025, 42(2): 226-227.
- [4] 郑琛, 陈斌, 姚茜嫒, 等. 基于物联网技术的输电线路监测与智能预警系统设计[J]. 电气时代, 2025, (1): 99-101+124.
- [5] 黄少强. 智能电网输电线路中的在线监测技术[J]. 光源与照明, 2024(11): 75-77.