

[GIS]

一种气体绝缘金属封闭开关设备用母线的结构研究及工程应用

文/西安西电开关电气有限公司 张 葵

随着国家电网改造的逐渐深入，气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）已广泛应用于各类电站，为满足用户各种实际工况，GIS工程的布置形式呈现多样化。根据使用习惯，国外用户多选用三相分箱母线形式，着重介绍一种分箱母线的结构布置及工程应用。

GIS 主要用于变电站和输电线路的控制、保护和测量。GIS主接线中一般包含断路器、隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、电缆终端、出线套管和母线等元件，母线是连通各间隔的关键元件，其在间隔内的布置形式可分为三相共箱型和分箱型。主要介绍一种三相分箱型母线在GIS中的布置及应用。

总体结构、技术参数介绍

1. 总体结构

三相分箱型母线总体结构由壳体、内导、单相盆式绝缘子、底架和支架等组成。在GIS间隔内的布置外形如图1所示。

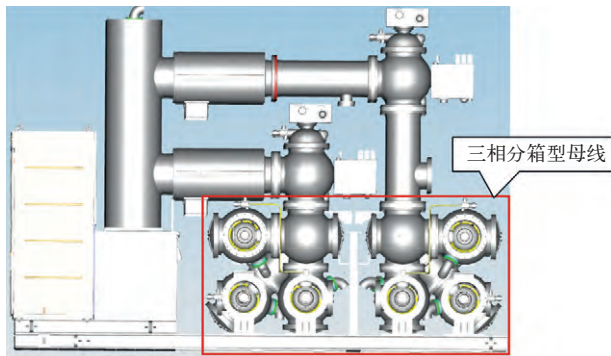


图1 三相分箱型母线在GIS间隔内的布置

2. 使用条件

- 1) 使用场合：户内或户外。
- 2) 周围空气温度： $-25 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 海拔：1 000 m、2 000 m、3 000 m。
- 4) 最大日温差：25 K。
- 5) 日照强度： $0.1 \text{ W}/\text{cm}^2$ （在风速为0.5 m/s时）。
- 6) 相对湿度：日平均不大于95%，月平均不大于90%。
- 7) 最大风速：34 m/s。
- 8) 覆冰厚度：10 mm。
- 9) 耐地震能力：抗震设防烈度9度。

3. 额定参数

- 1) 额定电压：252 kV。
- 2) 额定电流：4 000 A。
- 3) 额定频率：50 Hz。
- 4) 额定短路开断电流：50 kA。
- 5) 额定短时耐受电流：50 kA。
- 6) 额定峰值耐受电流：125 kA。
- 7) 额定短路持续时间：3 s。
- 8) 额定短时工频耐受电压（有效值）：相对地：460 kV。
- 9) 额定雷电冲击耐受电压（峰值）：相对地：1 050 kV。

10) SF₆气体额定压力(20℃时表压): 0.5 MPa。

设计思路

首先确保GIS中母线与间隔内隔离开关接口位置、尺寸不发生变化;其次规范三相分箱母线设计思想,降低实际工程中母线设计的随意性,即不仅实现功能且尽量减少母线壳体的设计种类;再次要考虑三相母线在间隔空间内的布置应合理、紧凑;然后单相盆式绝缘子采用原GIS出线分支的盆式绝缘子,可减少绝缘件类型,提高通用性;最后设计分箱母线支撑,为解决工程现场基础、装配误差,应实现装配便捷,可调节。

设计过程

根据GIS产品标准间隔距确定间隔内母线壳体的标准长度,根据GIS间隔内现有空间尺寸合理布置A、B、C三相母线,根据布置方位设计相关壳体的外形、结构,同时设计内导零部件。三相母线总体外形布置如图2所示,壳体种类如图3所示,A、B、C分相壳体组装模块如图4所示,A、B、C分相内导结构如图5所示,分相母线支撑如图6所示。

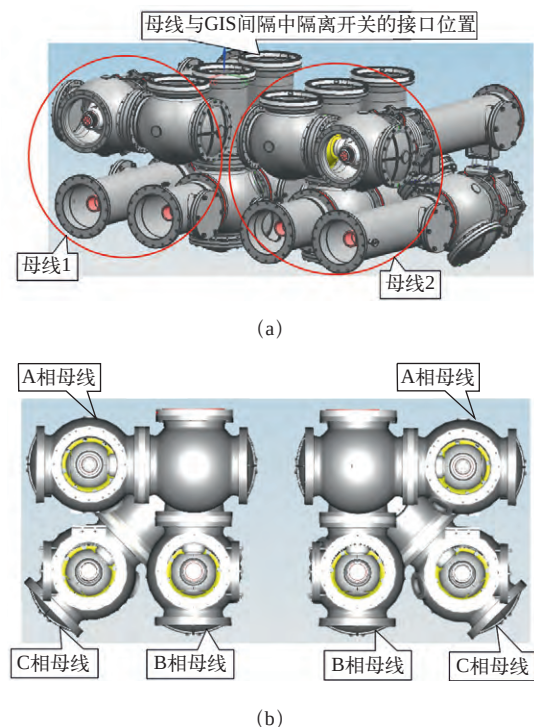


图2 三相分箱母线在间隔内的布置

为了降低工程中母线设计的随意性,要尽量减少母线壳体的设计种类,提升壳体在实际工程

中的通用性,设计了下列通用壳体,如图3所示。

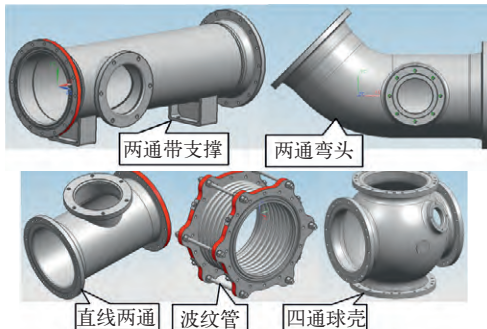


图3 通用壳体种类

为便于投产、组织产品成套,以及后续装配车间领用零部件、分装,需要把壳体按A、B、C相序组装成固定模块,如图4所示。

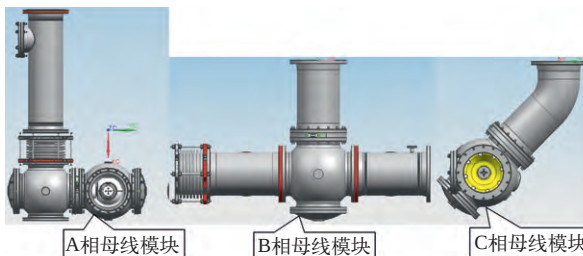


图4 A、B、C相母线壳体组装模块

A、B、C分相壳体对应的内导由单相盆式绝缘子、触头、导体、屏蔽和连接螺栓等组成,结构示意图如图5所示。

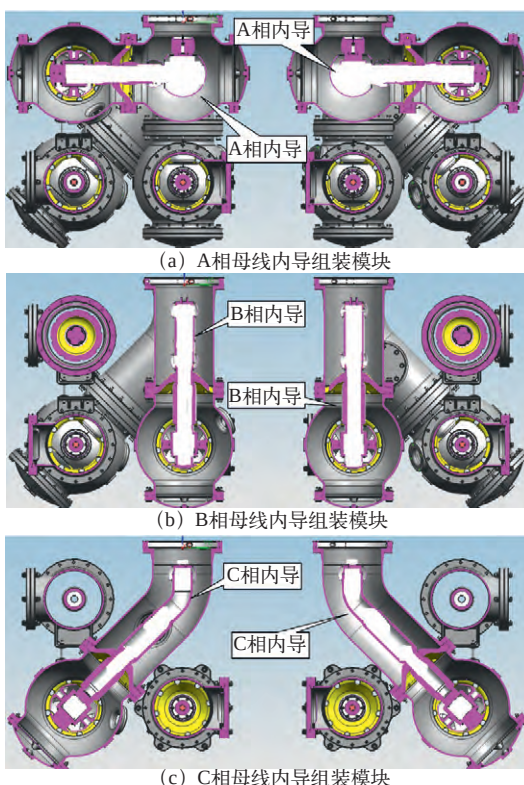


图5 三相母线上内导组装模块

支撑的设计需要考虑到解决工程现场基础、装配误差,应实现装配便捷、可调节和零部件通用性高等特点,如图6所示。

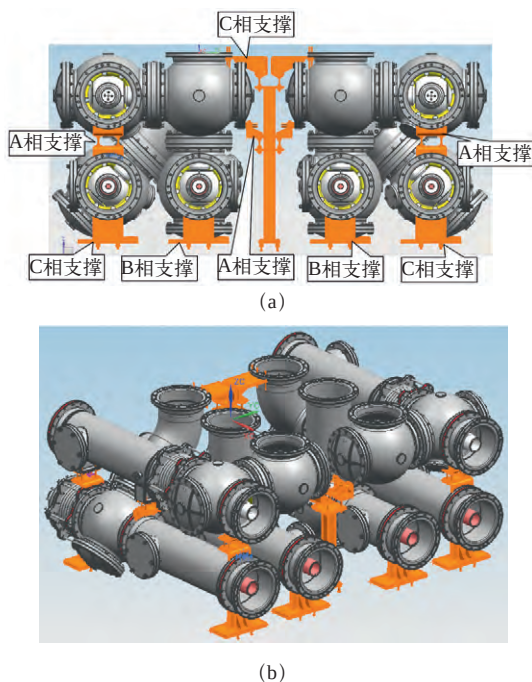


图6 三相母线的支撑模块示意图

技术分析

252 kV三相分箱母线产品外形小巧美观,结构紧凑;产品运行、维护可实现分相监测、管理,降低运行、维修成本。根据大量的现场运行数据,母线故障主要集中在盆式绝缘子附件,而绝缘故障取决于绝缘件的电场结构和工艺制造,由于共箱母线使用的三相绝缘件相对于分箱母线使用的单相绝缘件的电场分布更为复杂,从而突出了单相盆式绝缘子电场结构相对简单,运行中可靠性高、故障率低和使用寿命长等特点。252 kV三相分箱母线与同类型电压等级的共箱结构母线相比较,分箱母线三相截面积总和仅占共箱母线截面积的65%,再考虑到三相分箱母线的长度系数,最终分箱气室容积约降到原有共箱气室容积的85%,如图7所示,三相分箱母线可极大地降低 SF_6 气体的使用量。虽然 SF_6 气体拥有非常优秀的绝缘性能,但由于 SF_6 气体是最强的人造“温室”气体之一,其大气变暖系数是 CO_2 的约23 000倍,因此要严格管理和使用 SF_6 气体,所以三相分箱母线产品在环境保护和职业健康方面做出了一定的贡献。

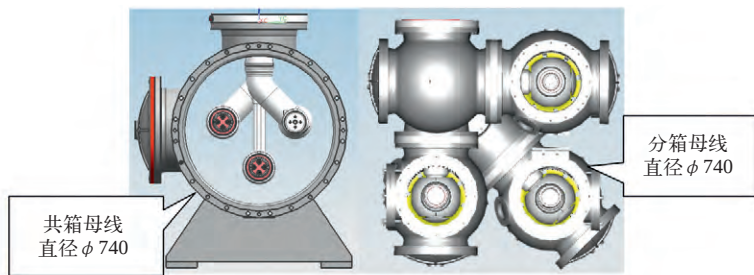


图7 分箱母线与共箱母线截面对比示意图



图8 三相分箱母线的部分工程应用

工程应用

目前252 kV三相分箱母线已先后在泰国、土耳其等工程项目中交付运行,如图8所示。该项目满足用户需求,丰富了GIS母线的设计种类,实现了母线单相管理、监测,有效地降低了 SF_6 气体使用量,提高了产品运行可靠性,实现了节能环保,创造了社会效益。

结束语

随着252 kV三相分箱母线在工程项目中的陆续应用,对工艺装配提出了明确需求,目前用户反映良好,后续将根据市场的反馈持续改进、完善。EA

(收稿日期: 2015.12.18)

(编辑: 刘群点)