

[开关设备]

126 kV GIS检修及扩建过程的连续性供电

文/王伟 惠小彬 张会杰 何鑫哲 孙召红 王攀
西安西电开关电气有限公司

随着社会经济的不断发展，电力设备运行的可靠性及连续性尤为重要，气体绝缘全封闭组合电器（GIS）作为高电压等级电源开关控制设备，其运行过程中避免不了设备定期检修或扩建，因此GIS设备运行过程中遇到检修或扩建时要求相邻间隔尽量减小停电范围。主要阐述126 kV GIS不停电检修、扩建方法以及可拆卸导体单元在GIS检修或扩建时的应用。

126 kV GIS正常运行时停电主要为三种情况：

①预留隔离开关间隔位处本体间隔的扩建，即在母线隔离开关处扩建本期间隔；②母线对接处扩建，即本期扩建间隔与已运行整站通过母线对接扩建；③电力公司计划性检修停电。除第三种电力公司计划性停电外，其余两种情况目前用户要求尽量少停电、不停电，以免造成经济损失^[1-3]。

对于预留隔离开关处本体间隔的检修及扩建，目前国内一小部分厂家通过使用DDS（双断口隔离开关）实现主母线与本期对接间隔本体物理隔离，但其因其成本较高，在实际项目中应用较少。对于此处扩建若使用可拆卸单元与过渡气室单元布置形式，虽成本上升较少，但因为可拆卸单元与过渡气室单元的布置会造成整间隔尺寸加长约1.5 m左右，因此国内GIS变电站母线隔离开关与间隔本体之间增加可拆卸单元与过渡气室单元的项目较少，仅在部分国外项目中使用过渡气室以便于间隔本体在不停电或停电范围小的情况下检修，但其弊端是不能完全将间隔本体拆除。

对于母线对接处扩建，可拆卸单元与过渡气室布置形式目前国内项目中应用较多，特别是在甘肃、青海和宁夏等地126 kV GIS间隔距较大的户外

变电站中应用比较广泛^[4-6]。

本文介绍了过渡气室在GIS检修下的作用，以减少整个GIS站停电范围，同时介绍一种可拆卸导体与过渡气室联合使用后可实现不停电、少停电的扩建解决方案，并通过Ansys软件对该可拆卸单元结构进行电场仿真计算，确定其良好的电场分布，并探讨该结构的适用情况。

126 kV GIS检修及扩建过程连续性供电的介绍

气体绝缘全封闭组合电器（GIS）由断路器、三工位隔离开关、检修（故障）接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、母线和出线终端等组成，这些设备部件全部封闭在金属接地的外壳中，在其内部充有一定压力的SF₆绝缘气体，故也称SF₆全封闭式组合电器。

1. 过渡气室在GIS间隔本体检修及预留隔离开关处扩建时的应用

目前GIS站在新建时用户多要求设计院、厂家考虑设备在扩建、检修时尽量做到不停电、或停电范围小的问题，大部分厂家参考IEC 62271-203标准中附录F要求执行^[7]，即在GIS产品的工程布置

中增加过渡气室，过渡气室设置在母线隔离开关与间隔本体之间，当检修某个间隔本体时可通过将过渡气室降半压处理，同时通过母线隔离接地开关接地、接地开关接地、快速接地开关接地等措施，断开间隔本体与主母线的连接，并将间隔本体需检修部分可靠接地，其接线原理如图1所示。

图1、图2为126 kV GIS间隔本体检修状态情况下的接线变化情况。图1主接线为典型双母单CT接线形式中电缆终端进出线主接线及气室图，其中M1/M2为互为备用母线，运行过程中各元件带电情况：M1带电，M2未带电，隔离开关DS1合闸，断

路器CB合闸，出线侧三工位隔离接地开关DES2隔离侧合闸，DES1处于中位状态（即DS分闸，接地开关ES分闸），当该间隔本体某元件（除对应母线隔离开关）需要检修时，相邻间隔及母线不停电情况下具体操作顺序如图2所示，M1正常带电运行，CB分闸，DS1分闸，DES1处于接地状态（即DS分闸，ES合闸），DES2接地，快速接地开关FES1接地，此时该间隔完全处于未带电并安全接地状态，同时将过渡气室G1/G2降半压，此时CB、DES2、FES1、CSE对应气室可将气室气压降至大气压并开盖检修，对应间隔断面布置形态，如图3所示。

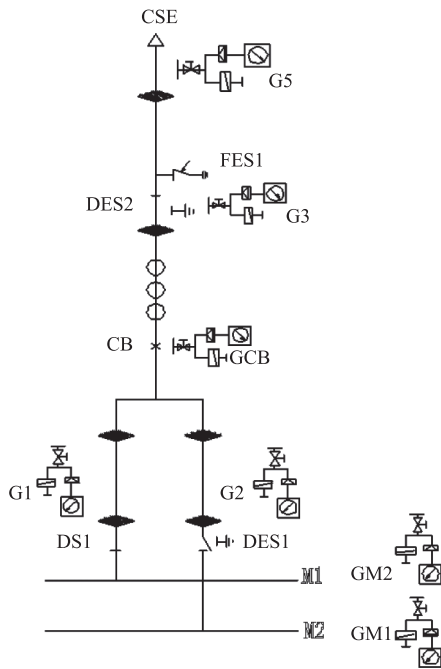


图1 运行状态下主接线及气室情况

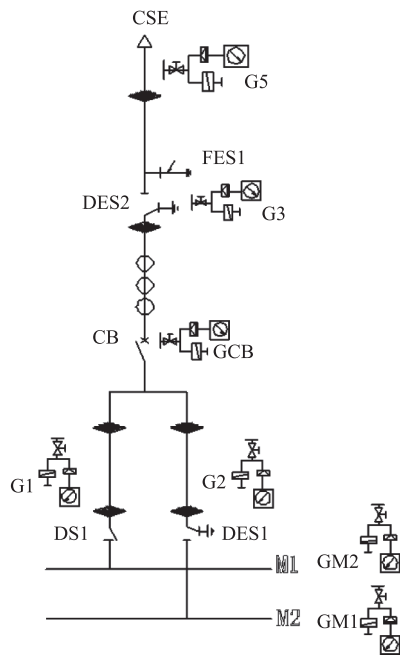


图2 间隔本体检修状态下主接线及气室情况

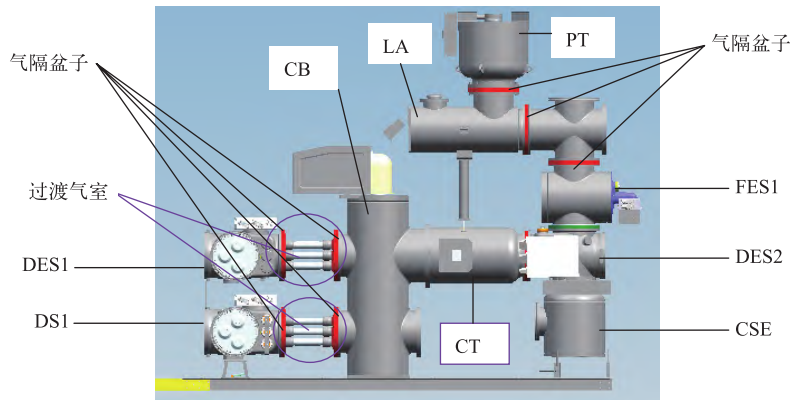


图3 母线隔离开关与本体之间增加过渡气室

DES—三工位隔离接地开关 DS—隔离开关 CB—断路器 LA—避雷器 PT—电压互感器
CT—电流互感器 FES—故障接地开关 CSE—出线电缆终端

对于预留隔离开关处本体间隔的扩建，在母线隔离开关与断路器之间增加过渡气室，整站GIS无法实现不停电或停电时间短进行扩建，而是需要在预留隔离开关处不仅要增加过渡气室，同时再增加一个可拆卸单元，但此种方法会导致间隔本体布置

长度增加1.5 m左右，因此实际工程中应用较少。

2. 过渡气室及可拆卸导体在母线对接处扩建的应用

在主母线处仅增加过渡气室，整站GIS无法实现不停电或停电时间短进行扩建，其对应主接线及气室图如图4所示。

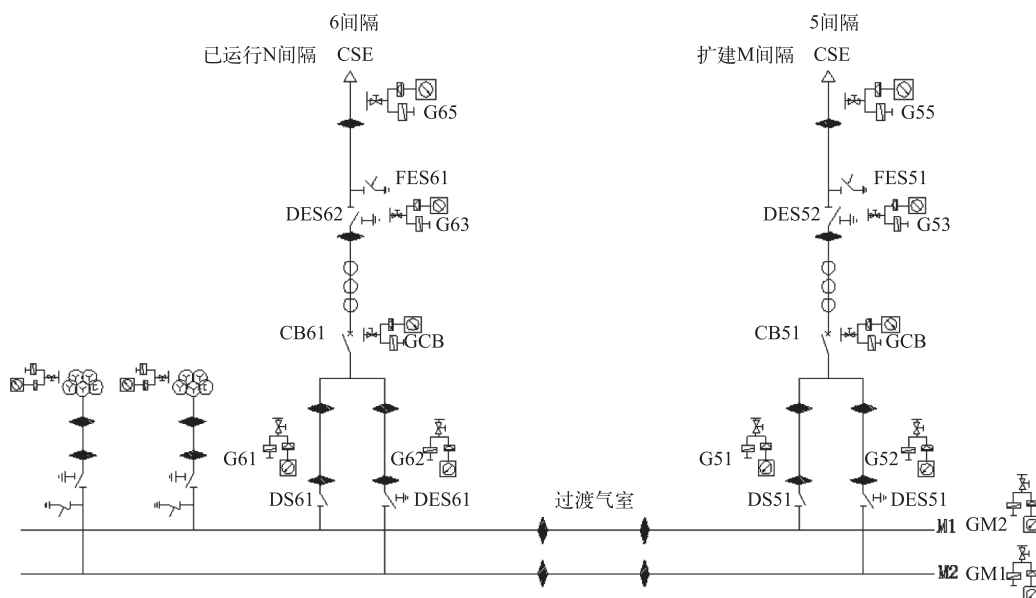


图4 过渡气室在母线上布置形式

因此126 kV GIS工程设计过程中需在母线过渡气室处再增加一处可拆卸导体单元，以便在扩建过程中通过倒母线（M1/M2停电时，对应保护间隔处

接地）将过渡气室单元气压降至额定气压的一半，并拆除可拆卸导体，如图5所示。

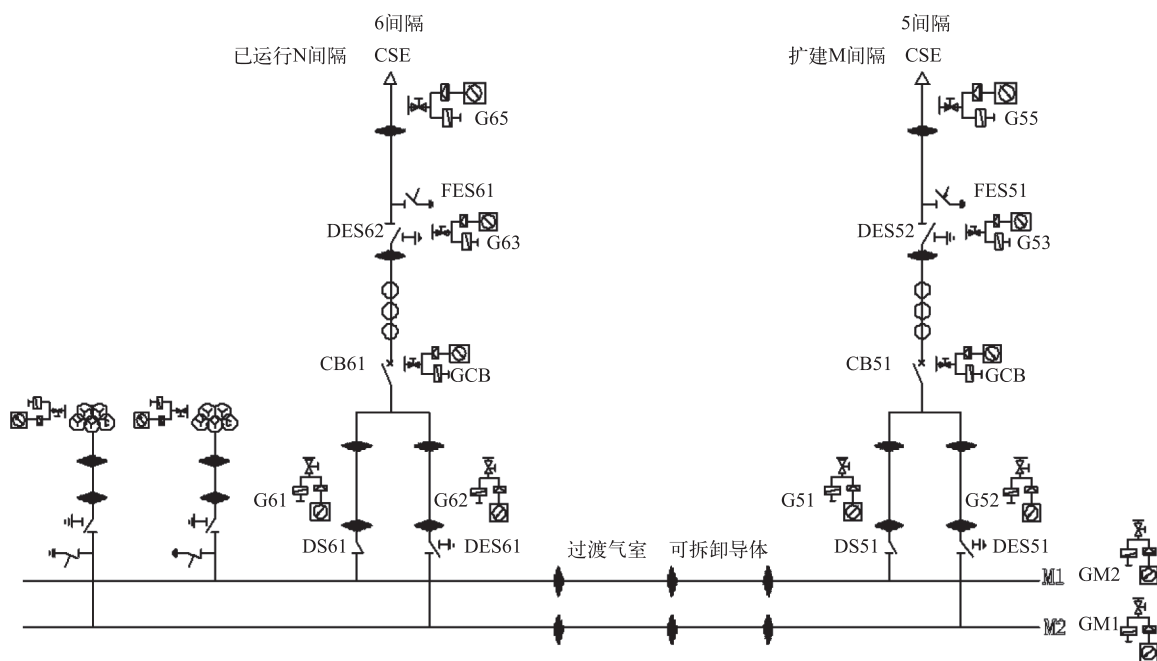


图5 过渡气室及可拆卸导体在母线上布置形式

通过设置过渡气室单元及可拆卸导体单元可实现已运行间隔不停电或少停电的情况下完成本期母线处的扩建工作，其主母线处扩建的操作为：当M1带电，M2停电，M2通过保护间隔处接地使整条母线接地，同时将M2过渡气室降半压，可拆卸导体单元气压降至大气压，随即拆除与过渡气室相连的可拆卸导体。倒母线后，使用同样方法拆除M1处可拆卸导体，完成上述操作后，M1/M2在扩建时可拆卸导体单元处于断路状态，即本期扩建间隔与已运行间隔完全物理隔离。待本期扩建完M个间隔后，通过上述操作原理，并通过倒母线将可拆卸导体单元安装完整。由此可见，带过渡气室及可拆卸导体单元结构在母线处扩建过程时可实现不停电扩建或减少扩建停电时间。

可拆导体卸单元的设计

1. 可拆卸导体单元

目前国内外126 kV GIS主流产品均为全三相共

箱设计，本文所述126 kV GIS可拆卸导体单元按照三相共箱单元设计，且为独立气室，具体结构如图6所示。

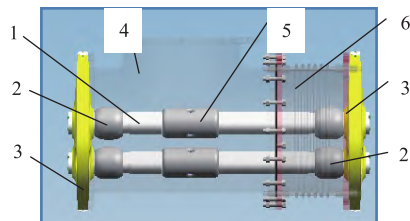


图6 可拆卸单元

1—型材导体 2—屏蔽罩及弹簧触指 3—气隔盆式绝缘子
4—T型罐体 5—可拆卸导体 6—波纹管等

2. 可拆卸导体单元的使用方法

目前国内各个厂家可拆卸导体单元各式各样，本文就其中一种（此单元两侧均为气隔盆子）进行阐述，并描述其工作原理，具体拆除方案如图7所示。

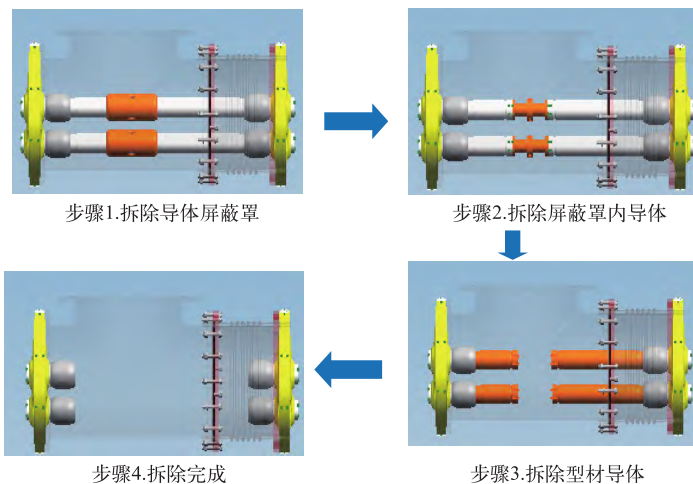


图7 可拆卸导体拆卸过程

3. 可拆卸导体单元电场分析

为验证本文所述可拆卸导体单元结构的合理性，利用Ansys 计算软件对126 kV GIS用可拆卸导体单元结构进行电场仿真计算。计算结果如图8、图9所示。

由图8、图9可以看出，可拆卸单元的最大电场强度为18.33 kV/mm，最大电场强度在可拆卸导体上，理论上可拆卸单元的电场强度满足使用要求，并在实际工程应用中也验证了此处绝缘裕度满足设计要求。

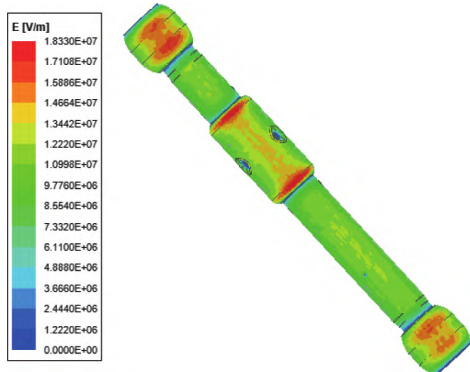


图8 导体单元电场云图

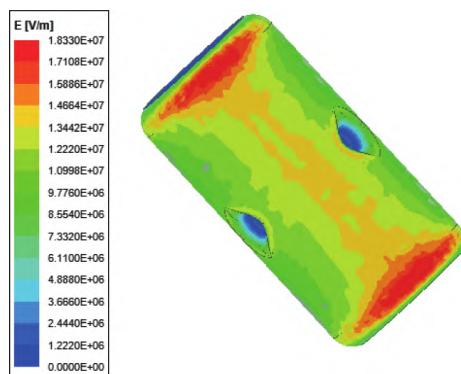


图9 可拆卸导体电场云图

4. 可拆卸导体单元与过渡气室布置形式

图10为126 kV GIS工程母线中较为常见的过渡气室与可拆卸导体单元连接方式布置图，其中左侧气隔单元为常规三相共箱式母线连接单元，右侧为本文所述一种可拆卸导体单元。

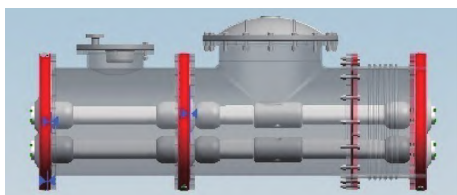


图10 可拆卸导体单元与过渡气室单元布置形式

工程应用情况

对于单独过渡气室，应用户要求，目前已在孟加拉国某总包项目中多个GIS站中应用，合计200多个间隔。对于可拆卸导体单元与过渡气室单元布置的结构已在国内多个126 kV GIS变电站母线中使用。

结束语

本文阐述了渡气室单元、可拆卸导体单元在不同场景时的应用情况，并描述其对GIS运行可靠

性、连续性的作用。文中就过渡气室单元、可拆卸导体单元基于经济、安装场地大小情况下的适用场景，并简要介绍过渡气室在不停电或停电范围小的情况下对本体间隔检修的操作方法。同时描述一种可拆卸导体单元与过渡气室单元联合使用单元，并简要介绍该单元在母线处扩建过程中的使用方法，以便减少GIS整站的停电范围或不停电。**EA**

(收稿日期：2024-11-24)

参考文献

- [1] 沈威, BAUSCH J, KOCH H. 气体绝缘开关设备(GIS)的运行连续性和模块设计对其运行、维护和扩建的影响[J]. 高压电器, 2021, 57(1): 136-142.
- [2] 郭彦伯, 李猛, 范震, 等. 非全停扩建施工方法在GIS变电站的应用[J]. 河北电力技术, 2016, 35(2): 30-31.
- [3] 邱吉庆, 王宝军, 刘树人, 等. 基于提高供电连续性的GIS布置结构研究[J]. 高压电器, 2022, 58(10): 116-120.
- [4] 李忠富, 闫亚刚, 吴军辉, 等. 一种ZF11-252型GIS不停电扩建装置的电场仿真及结构设计研究[J]. 电工技术, 2020, 17(1): 82-84.
- [5] 袁永智, 唐云武, 张栩铖, 等. 一种可拆式220 kV户外隔离刀闸检修平台的应用研究[J]. 水电与新能源, 2019, 2(33): 31-33.
- [6] 张长虹, 庞准, 黎卫国, 等. 基于双隔离断口的GIS不停电扩建功能模块的研发及应用[J]. 高压电器, 2019, 55(8): 72-80.
- [7] 高压开关设备和控制设备—第203部分: 52 kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备: IEC 62271-203—2011[s]. 2011.

