

DOI:10.13296/j.1001-1609.hva.2018.04.030

110 kV GIS 垂直出线配电装置及其在变电站应用

鄢庆猛

(福建省电力有限公司建设部, 福州 350003)

摘要: 变电站高压配电装置占地面积约为全站50%~70%。文中提出一种新型的变电站110 kV GIS垂直出线配电装置,从GIS设备产品实现方案、配电装置布置设计以及工程应用方面进行了阐述,对配电装置内部尺寸进行计算校验并提出推荐值,同时对其在工程应用中应关注的问题进行了说明。该配电装置具有减少间隔宽度、节约占地、节约工程投资的特点。

关键词: 110 kV GIS; 垂直出线; 配电装置

110 kV GIS Vertical Outlet Distribution Device and Its Application in Substation

YAN Qingmeng

(Construction Department of Fujian Electric Power Company, Fuzhou 350003, China)

Abstract: The area of high voltage power distribution device is about 50%~70% of the total substation, this paper proposes a new type of substation 110 kV GIS vertical line distribution equipment, and expounds from several aspects, such as the implementation scheme of GIS equipment products, power distribution equipment layout design and engineering applications; internal dimension calculation and check of power distribution equipment and put forward the recommended value, at the same time, the problems which should be paid attention to in the engineering application are explained. The power distribution device has the characteristics of reducing the interval width, saving the area and saving the project investment.

Key words: 110 kV GIS; vertical outlet; distribution device

0 引言

随着城市化进程的不断推进,土地资源日益紧张,电力建设者在积极探索可靠性高、占地面积更小的新型配电装置,以适应社会经济发展。近年来GIS户外布置在变电站工程中得到广泛应用,文中提出一种采用三层梁垂直出线、两回出线共用一樘10.5 m构架、单回出线间隔宽度仅5.25 m的110 kV GIS户外布置方案。比较常规三相水平出线,可有效减少间隔宽度,减少变电站占地,减少GIS母线长度,提高经济指标;同时垂直出线也更方便与线路终端塔对接,布置更加清晰。该新型配电装置具有通用性。

1 垂直出线与GIS设备产品实现方案

110 kV GIS为三相共箱结构,利用SF₆气体的高

绝缘性能,将断路器(CB)、隔离开关(DS)、电流互感器(CT)、电压互感器(PT)、避雷器(MOA)、母线、套管等组合在全封闭的外壳中,称为SF₆全封闭组合电器^[1]。各设备厂产品已实现模块化、标准化,具有集成度高、结构紧凑、外形尺寸小的特点,本体宽度一般为1 m。对于户外变电站架空出线,配电装置横向尺寸主要取决于出线构架的宽度。利用GIS设备分支母线管引接方便、布置灵活的特点,通过改变出线三相排列方式可达到压缩出线间隔宽度,减少配电装置占地的目的。将110 kV GIS线路平行出线改为垂直出线,即将三相出线套管旋转90°、垂直于母线布置,相比110 kV线路的出线挂点平行布置,可有效缩减配电装置的横向宽度。因垂直出线与线路终端塔各层横担的导线连接相序是固定不可调整的,GIS制造前要明确出线套管各相相序,制造厂可采用过渡模块实现110 kV GIS套管垂直于主母线布置,以达到改变分支共箱母线管内三相导体布置型式的目的。

2 110 kV GIS垂直出线配电装置

2.1 配电装置布置设计

110 kV GIS户外配电装置在平面上各间隔采用“一”字型排列布置,以双母线接线为例,主要元件包括两段母线、母线侧与线路侧隔离开关(接地开关)、断路器与两侧电流互感器、线路侧电压互感器、避雷器等。采用垂直出线方式时,母线、间隔内开关设备、电流互感器及线路侧电压互感器均内置于GIS成套设备内。根据规程要求,变电站应在GIS套管与架空线路的连接处装设避雷器^[2],线路侧避雷器采用户外氧化锌避雷器,敞开式独立布置。110 kV线路间隔出线布置图见图1,在GIS设备布置方式上与水平出线方案的主要差异在于将三相出线套管旋转90°。垂直于母线布置,内侧的边相GIS出线套管(图1(a)中A相)上部的接线端子导体对GIS间隔内本体安全净距较小,需抬高GIS出线套管离地高度,以满足安全距离要求。此处安全距离须满足人员到达高位布置的操作机构或表计处巡视与检修要求,按规程规定的“带电作业时带电部分至接地部分之间安全净距 B_1 值”控制,110 kV电压等级为1 650 mm^[3]。避雷器位于GIS出线套管靠间隔中心线侧布置(如图1(b)),三相采用软导线连接,相邻两间隔避雷器按规程规定的“平行的不同时期停电检修的无遮栏带电部份之间安全净距 D 值”控制,不小于2 900 mm^[3]。

如图1所示,垂直出线两个间隔共一榀构架,由两侧人字柱和3层构架梁组成,人字柱的结构材料采用焊接钢管,构架梁为正三角形截面格构式钢梁。三相出线分别垂直布置在3根横梁上:A相出线布置在最上层横梁,由GIS套管引上经安装在中层横梁的支柱绝缘子和上层横梁下的悬垂绝缘子串后出线;B相出线布置在中层横梁,由GIS套管引上经安装在下层横梁的支柱绝缘子后出线;C相出线布置在下层横梁,由GIS套管引上直接出线。三相引上导线至构架接地部分净距满足“带电部分至接地部分之间安全净距 A_1 值”要求,不小于900 mm^[3];上层与中层引上导线(图1(a)中A相和B相)安全距离满足“不同相的带电部分之间安全净距 A_2 值”要求,不小于1 000 mm^[3]。支柱绝缘子安装在正三角形横梁斜边,斜度约60°。

变电站内构架各层横梁的相序安排可以根据线路专业要求进行相应调整,采用垂直出线方式后,变电站构架出线与线路终端塔导线排列一致,更方便与线路终端塔对接。

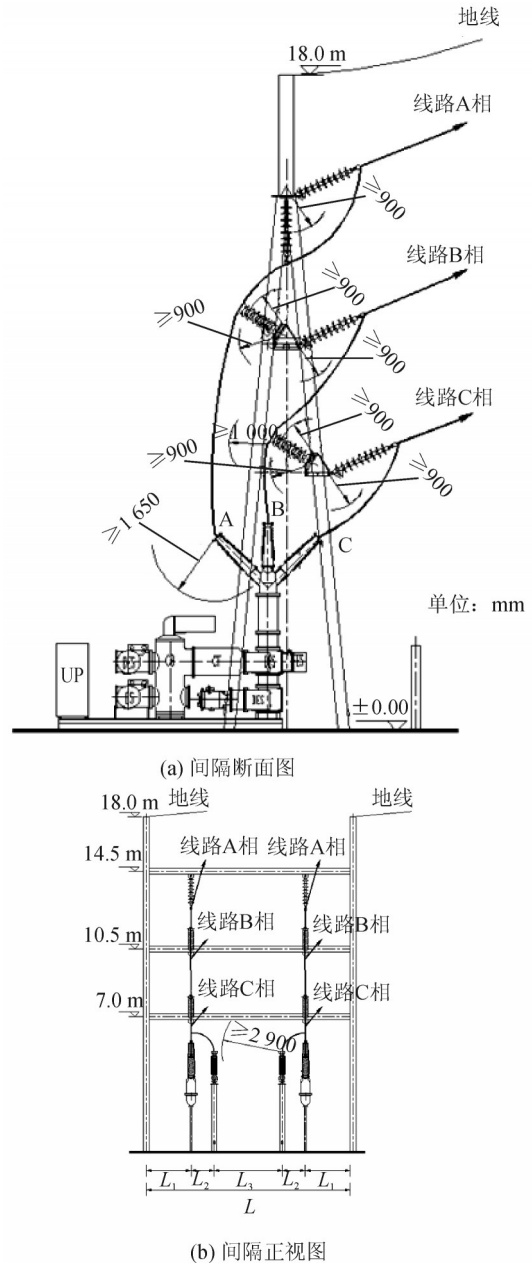


图1 110 kV线路间隔出线布置图

Fig. 1 Layout drawing of 110 kV line interval outlet

2.2 110 kV 配电装置内部尺寸

2.2.1 构架宽度的确定

构架宽度需要分别计算确定图1(b)中的 $L_1 \sim L_3$ 值, L_1 为相地距离,结合配电装置型式,需要计算出线引下线与构架支柱相地距离、构架上人与带电体保持 B_1 值所要求的相地距离,两个尺寸取大值。

2.2.1.1 进出线引下线与构架支柱的相地距离校验

根据上述配电装置布置方案,对进出线引下线与构架支柱的相地距离进行校验,由于垂直排列三相引下线投影在同一直线上,对引接最长的B相中层导线进行校验。参考电力工程电气设计手册附录10-2中建立的模型和计算方法^[4],计算输入条件

如下:

1)导线型式:单根 300 mm²截面钢芯铝绞线,外径 23.76 mm,自重 1.058 kg/m;

2)校验状态:大气过电压时风速 15 m/s、覆冰 5 mm,内部过电压时风速 18 m/s、覆冰 0 mm,最大工作电压时风速 35 m/s、覆冰 0 mm。

计算校验所需各种尺寸见图 2,中层横梁支柱绝缘子接线板与构架中心线距离 230 mm,出线悬挂点至构架中心线距离 300 mm,引下线弧垂 400 mm,耐张串长度 1 800 mm,出线对构架横梁垂直线的偏角 10°,引下线高差角 48.5°。

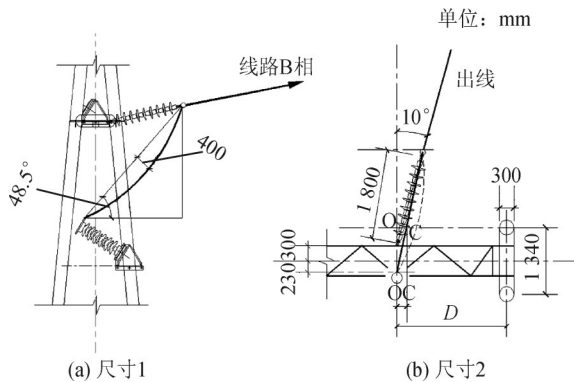


图 2 引下线与构架支柱间的相地距离校验图

Fig. 2 The phase and ground distance check diagram between the downlead and the frame pillar

由引下线偏角引起的引下线水平位移 OC 及各种状态时引下线的风偏摇摆角 α 计算结果见表 1。

表 1 引下线水平位移 OC 与风偏摇摆角 α 计算结果

Table 1 The results of the downlead horizontal displacement OC and the wind deviation angle α

参数	大气过电压	内部过电压	最大工作电压
OC/mm		122.2	
风偏摇摆角 α /(°)	1.655	2.531	12.266

大气过电压、内部过电压、最大过电压所要求的最小相地距离计算结果见表 2。

表 2 引下线对构架最小相地距离计算结果

Table 2 The results of calculating the minimum phase and ground distance between the downlead and the frame pillar

计算结果	大气过电压	内部过电压	最大工作电压
最小相地距离 D/m	1.196	1.202	0.669

2.2.1.2 构架上人与带电体保持 B1 值所要求的相地距离

垂直排列的间隔尺寸要满足构架人字柱爬梯上人时人体与带电体之间距离不小于 B₁ 值 1 650 mm 要求。导线在构架上人时的风偏水平位移同表 1 计算方法,计算结果为 134 mm。人体宽度取值 413 mm^[4],导线外径 23.76 mm,计算中心距这两项数值取二分

之一。计算得出 D 值要求为 2 002 mm。

2.2.1.3 架构宽度尺寸确定

L₁取上述两项计算结果的最大值 2 002 mm。L₂值为同间隔的避雷器与 GIS 套管间距,同相之间采用软导线连接,主要考虑巡视通道及安装接线便利,按经验数据取 1 200 mm。L₃为相邻间隔避雷器带电体之间距离,要满足平行带电体不同时停电检修 D 值 2 900 mm 要求,避雷器端盖直径取值 400 mm, L₃计算结果为 3 300 mm。图 1(b)中设备之间距离计算结果见表 3。

表 3 设备之间距离计算结果

Table 3 Distance calculation results between equipments

距离	控制因素	安全距离	计算结果/mm
L ₁	导线与构架	受构架上人 B ₁ 值控制	2 002
L ₂	通道及接线方便	同相无要求	1 200
L ₃	相邻避雷器带电部分	受不同时停电 D 值控制	3 300

由表 3 可得, L=2 002+1 200+3 300+1 200+2 002=9 704 mm。工程实施 L 推荐值为 10.5 m, L₁=2 300 mm, L₂=1 200 mm, L₃=3 500 mm。L₃增加 200 mm,给不同厂家设备尺寸差异及现场施工误差留有裕度。L₁增加 300 mm,主要考虑到垂直出线 110 kV 配置装置间隔宽度较小,实际工程中要结合地形及线路出线转角来预排线路终端塔的塔位,以保证两回线路终端塔边导线间距不小于 5 m,变电站出线的条件较复杂,适当增加间隔中心线与构架的距离即图 1(b)中的 L₁值,可允许更大的导线偏角,更能满足大部分工程的实际需要。

2.2.2 构架梁高的确定

2.2.2.1 下层梁高确定

下层梁高设计需综合考虑电气安全净距与输电线路出线配合的因素。为满足内侧边相套管上部导体对间隔内 GIS 本体检修和巡视的安全净距要求,垂直出线的 GIS 出线套管需抬高,抬高后套管高度按 5.5 m 设计,110 kV 带电体至接地部份之间的安全距离不小于 A₁ 值 0.90 m,二者叠加为 6.45 m,取 7 m。同时,工程实施时应根据站外地形校核构架与线路终端塔孤立档导线弧垂最低点对地不小于 6 m。

2.2.2.2 中层梁高确定

图 1(a)中,中层梁与下层梁之间有一相导线经斜装绝缘子引出,下层梁、中层梁与导线间应满足 A₁ 值要求,计及绝缘子斜装角度及导线弧垂,经计算

机模拟,中层与下层梁间距取3.5 m,即中层梁高为10.5 m。

2.2.2.3 上层梁高确定

上层梁与中层梁之间有一相导线经悬垂串引出,上层梁与中层梁间距需考虑悬垂串长1.5 m、横梁的高度0.8 m、110 kV带电体至接地部份之间的安全距离 A_1 值不小于0.90 m,三者相加并考虑导线弧垂,取4.0 m,即上层梁高为14.5 m。

3 110 kV GIS垂直出线配电装置在变电站应用

3.1 220 kV变电站应用

220 kV变电站中110 kV出线回路数多,110 kV采用垂直出线可大幅减少配电装置横向尺寸。以220 kV变电站为例,110 kV进出线14回和主变进线3台,110 kV采用双母线接线,共有20个间隔,GIS配电装置采用“一”字型、断路器双列布置。若110 kV GIS配电装置采用三相水平出线,两出线间隔共用一樘15 m构架,单间隔宽度7.5 m。若采用垂直出线方案,两出线间隔共用一樘10.5 m构架,单间隔宽度5.25 m。挂点设置在出线门型架上层横梁上,与水平出线方案相比如下:

1)110 kV配电装置区横向尺寸由105.0 m减少为73.5 m。避雷器布置在GIS套管侧面,不占用配电装置纵向空间,纵向尺寸由21.50 m减少为18.5 m。110 kV配电装置减少占地897.75 m²,减少40%。

2)可减少GIS母线57.2 m。

3)水平出线构架用钢量约25吨,垂直出线构架用钢量约33.7吨。垂直出线配电装置由于配电装置占地小,可减少GIS钢筋混凝土基础体积约57.2 m³,相应减少主电缆沟长度约30 m。

4)垂直出线配电装置布置清晰,三相导线垂直排列更有利于与线路终端对接。

3.2 110 kV变电站应用

110 kV户外GIS变电站规模通常为4线3变,采用单母线分段接线。户外GIS配电装置采用垂直出线方案,间隔宽度由两个间隔15.0 m优化为10.5 m,整个配电装置区横向尺寸由30 m减少为21 m;避雷器布置在GIS套管侧面,纵向尺寸由19 m减少为

18.5 m。由于110 kV变电站的出线回路少,采用GIS垂直出线的配电装置其经济性并不明显。但是,由于高压配电装置的布置决定了变电站总布置的基本格局,尤其在城市中心地段,该型式的配电装置为站内建构筑物在平面上的优化组合提供一种新的解决方案。

4 结语

110 kV GIS垂直出线配电装置已在实际工程成功应用,具体工程应用时应特别注意与线路终端塔配合。在220 kV变电工程中应用,可大幅减少配电装置横向尺寸、节省GIS母线管、节省用钢量和混凝土用量,达到节约占地、节省投资的效果;因地制宜地在110 kV变电站应用,在减少占地尺寸的同时实现站内建构筑物在平面上的优化组合,为用地受限的工程提供了灵活的解决方案。

参考文献:

- [1] 刘海东,王秀红. 探讨GIS、HGIS在发电厂配电装置的应用[J]. 内蒙石油化工,2008(11):73-75.
LIU Haidong, WANG Xiuhong. The application of GIS and HGIS in power plant distribution equipment[J]. Inner Mongolia Petrochemical Industry, 2008(11):73-75.
- [2] 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范:GB/T 50064—2014[S]. 2014.
Code for design of overvoltage protection and insulation coordination for AC electrical installations:GB/T 50064—2014[S]. 2014.
- [3] 高压配电装置设计技术规程:DL/T 5352—2006[S].2006.
Technical code for designing high voltage electrical switchgear: DL/T 5352—2006[S]. 2006.
- [4] 水利电力西北电力设计院. 电力工程电气设计手册:电气一次部分[M]. 北京:中国电力出版社,1989.
Northwest Electric Power Design Institute of Water Conservancy and Electric Power. Electrical engineering electrical design manual: Electrical part[M]. Beijing: China Electric Power Publishing House, 1989.

鄢庆猛(1966—),男,高级工程师,主要从事输变电工程建设方面的研究。