

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2017.02.010

常德市黄土店 110 kV 变电站的 配电装置优化设计

易槩槩

(湖南工业大学 电气与信息工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 为响应建设“资源节约型、环境友好型”社会以及“两型一化”变电站的号召,对常德市黄土店 110 kV 变电站进行了优化设计。110 kV 配电装置采用户外 GIS 设备,取消 110 kV 出线侧及主变 110 kV 进线侧的隔离开关,采用充分利用出线间隔内纵向空间的双层出线模式;35/10 kV 配电装置均采用新型气体绝缘开关柜。此方案与常规设计方案对比可知,本方案中变电站的占地面积比常规方案节约 68%,使变电站的布置更加紧凑。

关键词: 110 kV 变电站; 配电装置; GIS

中图分类号: TM64

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2017)02-0056-05

An Optimized Design of the Distribution Units of 110 kV Substations in Huangtudian, Changde

YI Qianqian

(School of Electrical and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: In response to the call for a “resource-saving and environment-friendly” society, as well as the construction of modernized substations, an optimized design has been proposed for the distribution units of 110 kV substations in Huangtudian, Changde. Outdoor GIS equipment, which has canceled the main transformer outlet side and the incoming line side isolation switch, has been applied in 110 kV distribution units, adopting the double outlet mode to make full use of the vertical space within the outlet space intervals. Novel gas insulated switchgear has been used in 35/10 kV distribution units. The optimized design, with its total land use 68% less than the conventional designs, helps to realize a more compact substation layout than before.

Keywords: 110 kV substation; power distribution unit; GIS

0 引言

随着国家电力行业的持续发展,电网的规模和覆盖范围也在不断扩大。在发展的同时出现了一系列问题,如电网无功补偿容量不足、配电装置占地面积大等^[1]。配电装置是变电站的重要组成部分之一,其合

理的选型和布局,可以保证变电站的正常、稳定运行,降低施工成本和日常维护费用。常见的高压配电装置中,气体绝缘金属封闭组合电器(gas insulated metal-enclosed switchgear, GIS)多应用于各个城市中心以及负荷密集的主要地区,它不仅占地面积小、维护工作量小,更重要的是具有较高的可靠性,也是未来电

收稿日期: 2016-12-25

作者简介: 易槩槩(1992-),女,湖南岳阳人,湖南工业大学硕士生,主要研究方向为电力网络自动化技术及应用,
E-mail: 758066259@qq.com

力行业环保、节能、高科技新形象的重要环节之一^[2-3]。

因此,本文在参照通用设计的基础上,结合常德市黄土店 110 kV 变电站的特点,对该变电站的配电装置选型、布置方案及变电站总平面布置等进行了优化研究与设计,以期优化配电装置提供一定的理论参考依据。

1 变电站设计方案

1.1 工程概况

黄土店 110 kV 变电站位于常德市鼎城区黄土店镇西北角。站址周围为农田,东侧平行于长安路,距离长安路约 50 m (直线距离),西侧临枉水河。110 kV 常德市黄土店变电站的建设规模如表 1 所示,其中每台主低压侧配置容性无功补偿电容器 4.8+3.6 MVar。

表 1 110 kV 变电站建设规模

Table 1 110 kV substation construction scale

项目	本期	终期
主变压器容量/MVA	1×50	2×50
110 kV 出线/回	1	4
35 kV 出线/回	2	4
10 kV 出线/回	8	16
主接线方式	单母线接线	单母线分段接线

1.2 配电装置选型

作为变电站的重要组成部分,配电装置按安装地点,可分为屋内配电装置和屋外配电装置;按组装方式,又可分为敞开式配电装置和成套式配电装置。配电装置的选型,必须结合变电站所在地区的地理情况及环境条件,并考虑安装、运行和检修的要求,因地制宜,通过技术经济比较来确定^[4]。

根据我国电力行业标准 DL/T 5352—2006《高压配电装置设计技术规程》第 8.2.2 及第 8.2.4 条规定,一般情况下,110 kV 电压等级的配电装置宜采用屋外中型配电装置或屋外半高型配电装置;IV 级污秽地区、大城市中心地区、土石方开挖工程量大的山区的 110 kV 和 220 kV 配电装置,宜采用屋内配电装置,当技术经济合理时可采用气体绝缘金属封闭组合电器(GIS)配电装置。因此本设计中,110 kV 配电装置采用户外 GIS 设备,35/10 kV 配电装置均采用新型气体绝缘开关柜^[5]。

1.3 简化电气接线

GIS 是最近几十年发展起来的高、精、尖输变电设备,利用 SF₆ 气体良好的绝缘性能,把断路器、隔离开关、接地开关、避雷器、母线等封闭组装在一起。该设备占地面积小,技术先进,维护工作量小,

运行可靠性高,将是未来变电设备中重要的组成部分之一。

由于 110 kV 配电装置选用户外 GIS 设备,拟对 110 kV 配电装置电气一次接线进行简化:取消 110 kV 出线侧及主变 110 kV 进线侧的隔离开关。简化电气接线有 2 个方面的原因:

1) 断路器两侧设置隔离开关,主要是为断路器现场检修提供必要的安全隔离^[6]。随着设备制造水平的提高,断路器质量亦随之提高,其检修次数减少,因此,出线隔离开关操作频次也随之减少,其存在的必要性降低。另外,断路器随被保护元件(如线路、变压器)同时投退,当断路器打开时,被保护元件的对侧断路器亦会打开,故出线隔离开关与断路器同时带电或失电,已起不到原有的隔离功能,降低了存在的必要性^[7]。因此取消出线侧及主变进线侧隔离开关,可以有效减少电器元件,降低成本。

2) 当采用“T”接线路时,若取消出线侧隔离开关,检修维护断路器时,须打开“T”接线路中对侧变电站的另外 2 台断路器,使“T”接线路停运,这样降低了电网运行可靠性。根据设计的可行性研究报告,本站 110 kV 线路并不存在“T”接线路的情况。因此,取消变电站内 110 kV 线路侧隔离开关不会对电网运行的可靠性造成影响。

综上所述,本设计取消 GIS 设备内 110 kV 出线侧及主变 110 kV 进线侧的隔离开关是可行的^[8]。

2 配电装置布置方案

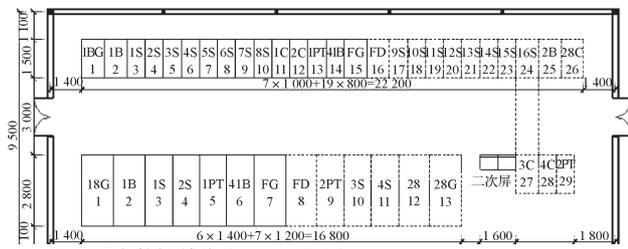
综合考虑变电站站址情况,按照节约耕地的原则,参照《国家电网公司输变电工程通用设计 110~750 kV 智能变电站部分》A-1-2 方案^[4],本设计 110 kV 配电装置拟采用 GIS 户外布置方案,站内设一栋综合配电室,所有 35/10 kV 配电装置被布置于室内,二次屏柜被布置在二次设备预制舱内^[9]。

2.1 优化要素

通过对国家电网公司 110 kV 配电装置的 GIS 户外布置通用设计方案及我省已建成 110 kV 配电装置的 GIS 户外布置方案进行分析,总结出 4 个影响变电站占地面积的因素:1) 站内建筑物的总体尺寸及合理布置;2) GIS 设备尺寸及出线方式;3) 电容器组布置方式及位置;4) 站内环形道路的设置。由此可见,主变压器室和 110 kV GIS 设备的合理布局及 110 kV 出线方式是影响变电站总体占地面积的主要因素,而站内建筑物的布置及站内环形道路的设置也是影响变电站占地面积的重要因素^[10]。

2.2 35/10 kV 配电装置形式及优化

在通用设计中, 35/10 kV 配电装置采用小车式开关柜联合双列布置方式布置在同一配电室内, 配电室的平面布置情况见图 1。配电室的建筑面积 (25.0 m × 9.5 m) 为 237.5 m²。



注: 图中数据单位为 mm, 下同。

图 1 常规小车式开关柜方案配电室布置示意图

Fig. 1 A schematic diagram of distribution room layout of conventional trolley type switch cabinets

为了有效控制配电室的建筑面积, 结合厂家的设备制造水平, 本设计 35/10 kV 配电装置均采用了安装尺寸较小的环保型气体绝缘开关柜, 并被联合布置在同一配电室内。其中, 35 kV 部分采用电缆进、出线, 10 kV 部分采用全绝缘管母线与主变相连, 电缆出线。环保型气体绝缘开关柜为终身免维护产品, 不带断路器小车及隔离小车, 操作检修通道仅需 1 500 mm, 且柜体尺寸均比常规中置式小车柜有大幅减小, 从而大大压缩了配电室的建筑面积 [6]。

35/10 kV 配电室建筑面积 (26.2 m × 4.0 m) 为 104.8 m², 具体布置情况见图 2。

通过比较可知, 此设计与常规布置方案相比, 配电室的建筑面积减少了 135.5 m², 同比压缩了 57% 的建筑面积, 更有利于变电站的整体布局。

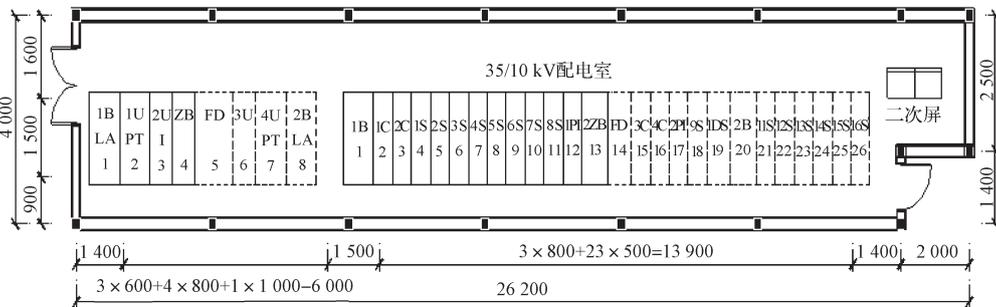


图 2 气体绝缘开关柜方案配电室布置示意图

Fig. 2 A schematic diagram of distribution room layout for gas insulated switchgear

2.3 110 kV 配电装置布置形式选择及优化

本设计 110 kV GIS 设备布置情况见图 3。

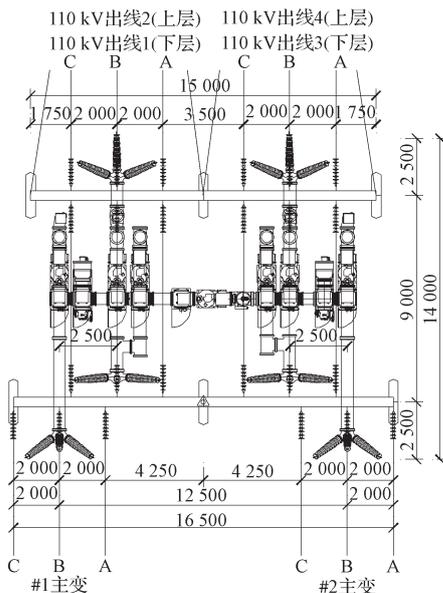


图 3 110 kV 双层出电气平面布置图 (避雷器内置)

Fig. 3 A planar layout of 110 kV double discharge of gas and electricity (arresters internal layout)

根据线路走廊条件, 本文优化了 110 kV 配电装置, 减小其横向尺寸, 以减少占地面积。110 kV GIS 的布置不同于通用设计中出线门型构架采用的“一”字型排列, 而是采用充分利用出线间隔内纵向空间的双层出线模式。采用双列布置可以实现在一个间隔宽度内出线 2 回, 从而减少配电装置占地面积 [11]。

本设计 110 kV GIS 终期共有 9 个设备间隔。通过咨询国内主要设备厂家可知, 最小间隔宽度按 1 m 考虑。将出线避雷器布置在 GIS 设备内, 布置场地横向尺寸为 16.5 m, 纵向尺寸为 14.0 m。相比国家电网公司通用设计中的“一”字型布置方式, 本设计节省了母线长度, 减少了占地面积 [7]。

2.4 其他设备及设施布置

结合此工程建设规模及上述各配电装置布置方式和规格, 2 台主变压器采用紧凑形式布置, 且 2 台主变压器之间设置一堵防火墙; 电容器组与站用变布置在户内, 与 35/10 kV 配电室联合构成综合配电室布置在变电站的南面 [12]。

主要设备位置及其占地面积确定后, 根据运行、检修及消防的要求, 变电站内设置了一条“T”型

道路。这样既满足了总平面布置需求，又减少了变电站的占地面积^[13-15]。

主设备及总平面的布置方案已基本确定，再对其余设备和功能房间进行合理布置。整个变电站的

总平面布置方案见图4。变电站主进出口设在站区东侧。经过优化后，本方案围墙内面积为1462 m²（34 m×43 m），比常规方案（69.5 m×65.9 m）少3118.05 m²，节约占地面积约68%。

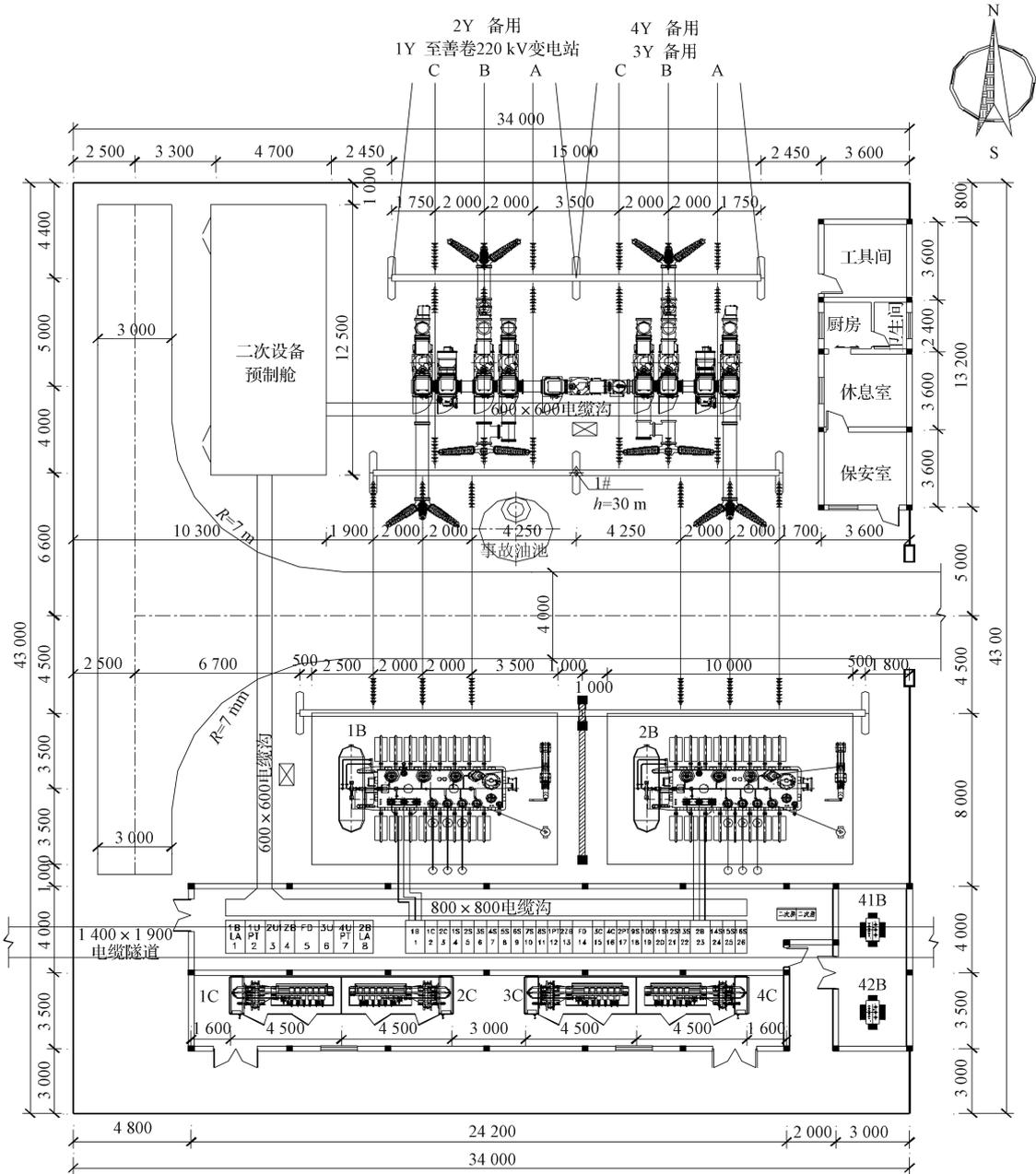


图4 变电站电气总平面布置图

Fig. 4 A planar layout of transformer substations

3 结语

本文对常德市黄土店 110 kV 变电站的配电装置进行了布置，通过选择合理的配电装置形式、优化配电装置以有效减少黄土店 110 kV 变电站的占地面积。110 kV GIS 的布置采用充分利用出线间隔内纵向空间的双层出线模式。通过采用双列布置可以在一个间隔宽度内出线 2 回，从而减少配电装置占地面积。

35/10 kV 配电装置均采用了环保型气体绝缘开关柜，并被联合布置在同一配电室内。此柜体尺寸远小于常规中置式小车柜，从而压缩了配电室的建筑面积。依据分析结果可知，本方案是可行的。

参考文献:

[1] 刘振亚. 智能电网知识读本 [M]. 北京: 中国电力出版

- 社, 2010: 12-13.
- LIU Zhenya. Basic Knowledge of Intelligent Grid[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2010: 12-13.
- [2] 刘泽洪. 气体绝缘金属封闭开关设备 (GIS) 质量管理与控制 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2011: 100-103.
- LIU Zehong. Quality Management and Control of Gas Insulated Metal Enclosed Switchgear (GIS) [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2011: 100-103.
- [3] 徐继敏. 220 kV GIS 配电装置的设计应用浅析 [J]. 华中电力, 2010, 32(2): 67-69.
- XU Jimin. Brief Analysis of 220 kV GIS Distribution Equipment Design and Application[J]. Central China Electric Power, 2010, 32(2): 67-69.
- [4] 史京楠, 胡君慧, 黄宝莹, 等. 新一代智能变电站平面布置优化设计 [J]. 电力建设, 2014, 35(4): 31-37.
- SHI Jingnan, HU Junhui, HUANG Baoying, et al. Layout Optimizaiton Design of of New Generation Smart Substation[J]. Electric Power Construction, 2014, 35(4): 31-37.
- [5] 王小波, 吴丹, 付磊. 新一代 110 kV 智能变电站总平面及各级配电装置布置优化设计 [J]. 湖北电力, 2013, 37(9): 1-4.
- WANG Xiaobo, WU Dan, FU Lei. The Optimal Design of the General and all Levels of Layout of Distribution Equipment for the New Generation of 110 kV Smart Substations[J]. Hubei Electric Power, 2013, 37(9): 1-4.
- [6] 刘文阁. 解析某变电站屋外配电装置的布置优化 [J]. 中国电力教育, 2011(30): 123-124.
- LIU Wenge. An Analysis of the Layout Optimization of the Outdoor Distribution Device in a Substation[J]. China Electric Power Education, 2011(30): 123-124.
- [7] 艾璐博. 110 kV 智能变电站设计的研究 [D]. 济南: 山东大学, 2012.
- AI Lubo. 110 kV Smart Substation Design Research[D]. Jinan: Shandong University, 2012.
- [8] 郭金龙, 肖强晖, 陈杰. 110 kV 变电站中 GIS 双层出线方案研究 [J]. 湖南工业大学学报, 2015, 29(5): 62-66.
- GUO Jinlong, XIAO Qianghui, CHEN Jie. Research on GIS Double Outlet Schemes of 110 kV Substation[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2015, 29(5): 62-66
- [9] 杨洋, 李祥飞, 王星. 株洲茶陵城关 110 kV 变电站优化设计 [J]. 湖南工业大学, 2016, 30(3): 37-42.
- YANG Yang, LI Xiangfei, WANG Xing. Optimized Dseign of 110 kV Substations in Chengguan District of Chaling County[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2016, 30(3): 37-42.
- [10] 彭鹤, 田娟娟, 陈燕, 等. 重庆大石 220 kV 新一代智能变电站优化设计 [J]. 电力建设, 2013, 34(7): 30-36.
- PENG Hu, TIAN Juanjuan, CHEN Yan, et al. Optimization Design of Chongqing Dashi 220 kV New Generation Smart Substation[J]. Electric Power Construction, 2013, 34(7): 30-36.
- [11] 葛少云, 贾鹤莎. 配电变电站多阶段优化规划模型 [J]. 电网技术, 2012, 36(10): 113-118.
- GE Shaoyun, JIA Ousha. Multi-Stage Model for Optimal Distribution Substation Planning[J]. Power System Technology, 2012, 36(10): 113-118.
- [12] 侯勇. 高压配电网规划中变电站选址定容与协调优化问题研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2006.
- HOU Yong. Study on Substation Locating, Sizing and Coordination Optimization of High Voltage Distribution Network Planning[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2006
- [13] 刘巍. 变电站站址优化与配网开关优化配置的研究 [D]. 郑州: 郑州大学, 2003.
- LIU Wei. Research on Optimal Substation Positioning and Optimal Switcher Allocation in Distribution Power System [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2003.
- [14] 张弛. 变电站设计项目管理优化及实证研究: 以桓西 220 kV 变电站设计优化为例 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2014.
- ZHANG Chi. The Research on Design of the Substation Project Management Optimization and Empirical Analysis: Huanxi 220 kV Substation Design as an Example[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2014.
- [15] 余贻鑫, 张永伍, 严雪飞. 高压配电变电站的优化规划 [J]. 天津大学学报, 2006, 39(8): 889-894.
- YU Yixin, ZHANG Yongwu, YAN Xuefei. Optimal Planning of High Voltage Distribution Substations[J]. Journal of Tianjin University, 2006, 39(8): 889-894.

(责任编辑: 邓彬)