

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.017

# 110 kV 半高型布置变电站的改造实践

贲树俊<sup>1</sup>, 张晓龙<sup>2</sup>, 葛乃成<sup>3</sup>, 周建华<sup>2</sup>, 袁俊<sup>2</sup>

(1. 南通供电公司, 南通 226006; 2. 南通电力设计院有限公司, 南通 226006; 3. 国家电网公司 华东分部, 上海 200120)

**摘要:** 建于上世纪80年代至90年代初期的110 kV变电站, 由于周边负荷增长, 原有规模已经不能满足发展的需要, 并且普遍存在砼杆老化剥落、建筑漏雨、设备老化、备件难寻、隔离开关卡涩等诸多影响运行的隐患, 升级改造迫在眉睫。文章从不停电改造和全停电改造两个方面提出多套110 kV、220 kV改造方案, 并就不停电改造的步骤、注意事项等做了详细分析说明。通过改造可以提升设备水平, 改善运行工况, 满足负荷需要, 提高供电能力。文章为后续变电站的改造设计提供有益借鉴, 可产生较大的经济效益和社会效应。

**关键词:** 半高型变电站; 改造; 设计

中图分类号: TM76

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)02-0088-04

## Modification Practice of a 110 kV Half-height Layout Substations

BEN Shujun<sup>1</sup>, ZHANG XiaoLong<sup>2</sup>, GE Naicheng<sup>3</sup>, ZHOU Jianhua<sup>2</sup>, YUAN Jun<sup>2</sup>

(1. State Grid Nantong Electric Power Supply Company, Nantong 226006, China;

2. Nantong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Nantong 226006, China;

3. East China branch, State Grid Corporation of China, Shanghai 200120, China)

**Abstract:** 110 kV substations, established from the 1980s to the early 1990s, cannot meet developing needs owing to growth of load around, and have such problems as aging and peeling of cement pole, rain leakage of building, equipment aging, difficult searching of spare parts and stuck isolating switch, all of which are potential risks to influence their operation. So, it is an urgent task to upgrade or reconstruct them. In the aspects of reconstruction without turning off electricity and reconstruction by turning off electricity, this paper proposed several sets of 110 kV and 220 kV reconstruction schemes and made specific analysis and instructions on steps and precautions of reconstruction without turning off electricity. Reconstruction will improve their equipment level and operation situation so as to make them satisfy the demand of load and enhance electricity supply capacity. Moreover, as this paper is of beneficial reference for subsequent reconstruction and design of substations, it will produce huge economic benefits and social effects.

**Key words:** half-height layout substations; reconstruct; design

上世纪80至90年代初期建设的110 kV变电站, 运行至今已达25~30年左右。这些变电站110 kV配电装置采用户外AIS设备, 半高型布置型式(带空中走道); 35 kV配电装置采用AIS户内装配式布置; 10 kV配电装置采用固定式开关柜户内布置。这些变电站普遍存在砼杆老化剥落、建筑漏雨、设备老化、备件难寻、隔离开关卡涩等诸多影响运行的隐患, 因而对此类变电站进行改造迫在眉

睫。通过5年来对该地区近10座此类变电站的改造实践, 本文总结出一些实用经验, 可为其他地区此类变电站的改造提供借鉴。

## 1 改造必要性

### 1.1 变电站现状

110 kV进(出)线回路一般为2~4回, 采用AIS设备户外单列布置, 双母线带旁路接线, 半高型布置型式(带空中走道), 见图1, 间隔宽度8 m, 一般2~4个间隔为一跨, 进线一般接于不同跨母线, 个别工程同接于一跨母线, 110 kV场地(围墙至道路中心线)纵向深度一般为36.5 m左右。

主变一般为2台, 户外一体式, 单台主变容量

收稿日期: 2015-03-23

作者简介: 贲树俊(1980), 男, 江苏海安人, 高级工程师, 注册咨询师, 主要从事变电站设计及质量技术管理工作(e-mail) benshujun@163.com。

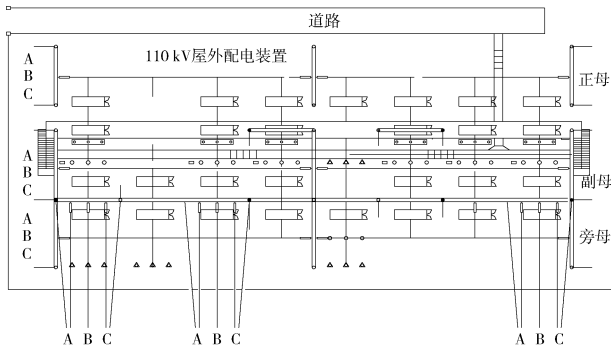


图1 原110 kV 配电装置平面布置图

Fig. 1 Original Layout of 110 kV Distribution Equipment

一般为31.5 MVA、40 MVA、50 MVA, 电压等级110 kV/35 kV/10 kV, 主变三侧均通过软母线与配电装置相连。

35 kV 出线回路一般为6~8回(实际运行2~4回), 采用AIS设备户内装配式双列布置, 双母线带旁路接线, 详见图2; 主变、旁路、母联、母设、站用变、楼梯间等间隔布置于靠近主变侧, 出线间隔布置于另一侧; 35 kV 配电装置楼分为两层, 底层布置断路器、电流互感器、电压互感器等设备, 二层布置隔离开关、母线等设备; 间隔宽度4.8 m, 配电装置进深10.6 m, 长度一般为43.2~48 m, 高度一般为9.5~10 m。35 kV 配电装置楼一般平行于主变场地布置。

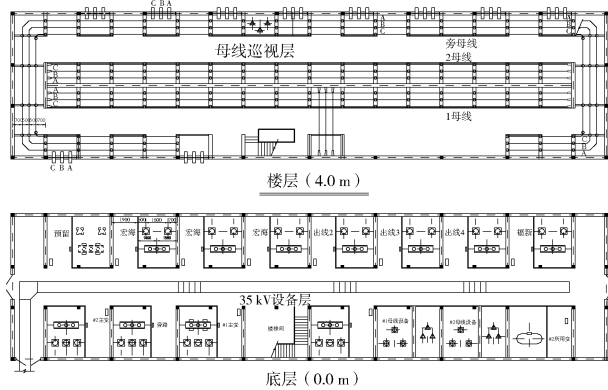


图2 原35 kV 配电装置平面布置图

Fig. 2 Original Layout of 35 kV Distribution Equipment

10 kV 出线回路一般为8~10回, 采用固定柜, 户内单列布置, 单母线分段带旁路接线, 开关室进深5.5 m, 开关室长度27~30 m, 一般垂直于主变场地布置, 详见图3; 每台主变一般设置无功补偿装置1套, 布置于户外; 接地消弧装置一般不配置。

二次设备室、工具间、备品间、厕所等一般位

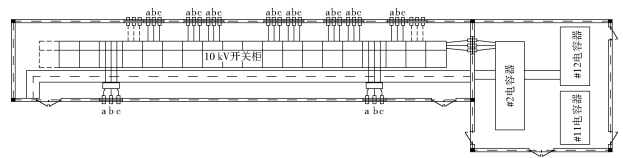


图3 原10 kV 配电装置平面布置图

Fig. 3 Original Layout of 10 kV Distribution Equipment

于毗邻35 kV 配电装置楼建设的二层小楼中。

变电站尺寸一般为80 m×80 m左右, 有些变电站加上站前生活区, 尺寸可以达到80 m×100 m左右。

## 1.2 主要存在问题

随着电气工业的发展, 110 kV 断路器均已采用SF6设备, 电流互感器采用油浸倒置式产品, 隔离开关的制造工艺和质量也有较大提升, 因而原有的双母线带旁路接线, 显得过于复杂, 往往造成倒闸操作的繁复, 人为增加事故的风险; 由于该类变电站均已投运25~30年左右, 原有的构支架一般采用砼杆或薄壁钢管, 风蚀雨淋, 很多都已经出线开裂、剥落、锈蚀、变形等问题; 空中走道时常出现砼块掉落, 砸坏设备的情况, 上层隔离开关操作也不方便。

35 kV 采用户内装配式, 支柱绝缘子、穿墙套管普遍存在爬电距离小、易闪络等问题; 隔离开关、断路器等备品备件也难于采购, 基本处于淘汰的边缘; 隔离开关操作机构置于网门上, 连杆过长, 容易存在死点和卡涩; 配电装置楼由于是砖混结构, 屋面一般为预制板, 经常出现渗漏和涂料剥落等情况, 影响设备运行, 而且也不满足现行抗震规范的要求。

10 kV 固定式开关柜已属于淘汰产品, 备品备件稀缺, 主母线通流容量偏小, 柜体防护等级低, 高峰负荷时节, 往往会出现节点过热等现象, 严重影响运行安全。

由于原先规划主变为2台, 且三侧均采用软导线与配电装置连接, 各侧主母线及引线通流容量偏小, 无法超规模增容主变或者增加第3台主变, 因而无法满足变电站周边爆发式增长的工业、商业和居民负荷。

综上所述, 对此类变电站进行整体升级改造, 无论是提升设备水平, 改善运行工况, 还是满足负荷发展需要, 提高供电能力和可靠性, 都是十分必要和迫切的。对于负荷无法转移或者仅能部分转移

的工程,可以采用不停电改造方案,相对复杂繁琐一些。对于负荷可以全部转移的工程,则可以采用全停改造方案,相对简单一些,风险也小一些。下面将分别进行分析论述。

## 2 不停电改造方案

### 2.1 改造方案

110 kV 进(出)线回路为 5 回,采用 AIS 设备户外双列布置,单母线分段接线,中型布置型式,间隔宽度 8m,两段母线跨度分别为 16 m 和 24 m,不同电源分别接入两段母线,110 kV 场地(围墙至道路中心线)纵向深度一般为 36.0 m 左右;

主变本期 2 台,户外一体式,本期单台主变容量一般为 40 MVA、50 MVA,电压等级 110 kV/35 kV/10 kV,110 kV 侧通过软导线与配电装置相连,35 kV 侧通过电缆与开关柜相连,10 kV 侧通过铜排母线桥(或绝缘管形母线)+封闭母线与开关柜相连;远景主变容量  $3 \times 50$  MVA(63 MVA),考虑到经济发达地区系统 35 kV 变电站将逐步升压或退役,用户 35 kV 变电站将逐步改接或 T 接至 220 kV 系统变电站,远景 110 kV 变电站带 35 kV 电压等级已无必要,因而电压等级选择 110 kV/10 kV。

35 kV 出线回路为 4 回,采用中置柜户内单列布置,单母线分段接线;10 kV 出线回路一般为 16 回,采用中置柜户内双列布置,单母线分段接线;35 kV、10 kV 开关柜共室布置,二次设备室毗邻开关室布置;开关室进深 9.6 m,开关室长度 44 m~46 m;刚好可以布置于原 35 kV 配电装置楼的位置。远景可以拆除 35 kV 开关柜,将#3 主变 10 kV 配电装置布置于此。

每台主变一般设置无功补偿 2 套,采用装配式;每段 10 kV 母线配置接地消弧装置 1 套,采用成套装置。上述设备均可以布置于站内空旷处。

综合配电房采用现浇钢筋混凝土框架结构,砖墙填充。梁、柱、板混凝土强度等级采用 C30,钢材采用 HPB300、HRB400 级钢。内外墙厚 240 mm, MU10 多孔砖, M7.5 混合砂浆,  $\pm 0.0$  m 以下采用 M20 水泥砂浆。

进线构架柱为 A 字柱(部分加端撑),采用直缝焊接等径钢管(管径  $\phi$  273、壁厚 6 mm);母线构架柱、主变中间构架柱、主变构架柱及进线构架地线柱采用等径单柱钢管(管径  $\phi$  377、壁厚 9

mm);所有钢梁采用正三角形焊接的钢管式钢梁(管径  $\phi$  80、壁厚 6 mm),梁与柱采用螺栓铰接连接;构架避雷针采用变截面钢管;所有设备支架均采用等径钢管(管径  $\phi$  273、管壁厚 6 mm)。

室外电缆沟顶面高出场地平均标高 150 mm。电缆沟一般采用砖砌,贴临道路(距路边小于 1.0 m)及埋深大于 1.0 m 的电缆沟采用混凝土结构,过道路电缆沟采用埋管方式。盖板采用包角钢钢筋混凝土盖板或复合材料成品盖板,漫盖式。

根据地质条件,综合配电房基础一般采用钢筋混凝土独立基础,墙基采用钢筋混凝土条形基础;构支架基础均采用混凝土杯口基础;主变压器基础为大块式素混凝土基础;独立避雷针采用钢筋混凝土阶梯形基础。

围墙、道路、照明、接地、上下水、安防系统等均需要按照最新要求,配合主体工程同时设计、同时施工、同时建成投运,详见图 4。

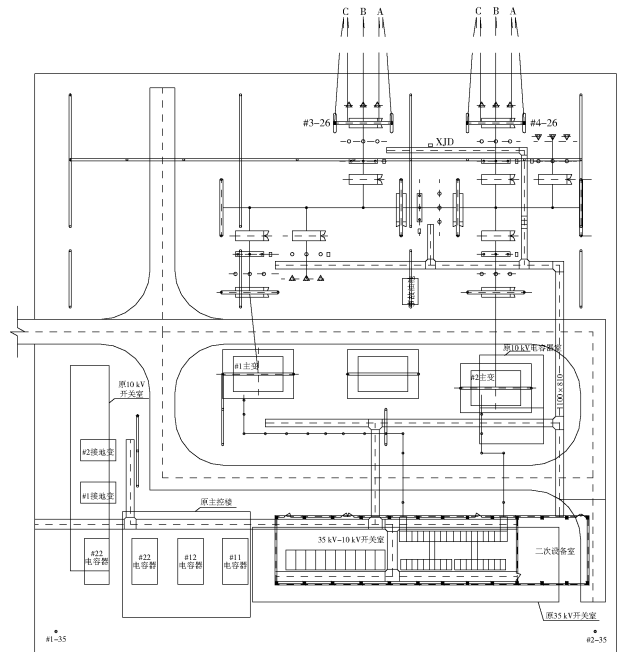


图 4 改造后的总平面布置图

Fig. 4 General Layout After Transforming

### 2.2 改造步骤

由于 35 kV 出线回路较少,对于有系统联络线的工程,一般先将 35 kV 线路通过站外搭接进行负荷转移;对于 35 kV 出线为全用户的工程,也可以通过在主变 35 kV 侧加装临时断路器进行过渡供电,可以维持两台主变双卷(110 kV/10 kV)或者三卷((110 kV/35 kV/10 kV)运行。拆除原 35 kV 配

电装置楼,新建综合配电房(包括二次设备室、10 kV及35 kV开关室),并安装调试上述设备。

拆除110 kV一跨母线(一般为3间隔)及相应间隔设备,一般保留跨维持一线两变、一线一变、两线两变运行方式。对于两回主变间隔与两回进线间隔分置不同跨的工程,可以通过110 kV临时电缆将电源从原终端塔引接至旁路或母联间隔,确保维持上述三种运行方式中的一种。新建110 kV母线(1段母线)、进线间隔1~2回、母设间隔(#1)、主变间隔(#1)及分段间隔的隔离开关;新建#1主变构架、基础及母线桥等。

维持#2主变双卷或三卷运行,将#1主变迁移至新位置,并完成三侧搭接;全站短时停电,110 kV外线改接至新配电装置,#1主变实现三卷运行,逐条改接35 kV、10 kV出线至新配电装置。

拆除剩余110 kV配电装置、主控制楼、10 kV开关室、#2主变及主变10 kV侧引线构架等设施,新建110 kV母线(2段母线)、进线间隔2~3回、母设间隔(#2)、主变间隔(#2)及分段间隔其余设备;新建#2主变构架、基础及母线桥等。

迁移#2主变至新位置,完成三侧搭接,完成110 kV外线搭接,建设无功补偿及接地消弧成套装置,恢复全站完整接线方式供电。

完善围墙、道路、照明、上下水、安防系统等配套设施,全站改造完成。

### 2.3 注意事项

改造工作应尽量安排在负荷低谷时段进行,开工前编写详细周全的施工方案,并注意各道工序优质高效衔接,尽量缩短工期,降低薄弱方式的运行风险;现场必须做好安措,并将施工区与运行区域通过硬质围栏进行强制分隔。

110 kV进线间隔应尽量与原有位置对应,确保零档线的偏角在规程允许范围之内,对于需要重新组立终端塔的工程,终端塔的组立应配合内部改造同步实施。

35 kV临时过渡电缆应综合考虑主变至35 kV主变间隔、35 kV出线至35 kV终端塔的电缆长度,做到永临结合,确保电缆的利用,避免浪费。

对于需要进行改造的10 kV、35 kV砼终端杆,应进行通道的合理归并,并充分考虑与原有出线的衔接,一步到位进行改造,并为远景的出线预留足

够通道。

当110 kV母线拆除一跨时,剩余部分应通过临时拉线进行稳固,并注意临时拉线地锚的设置位置,避免与新配电装置的基础相冲突。

## 3 全停改造方案

对于可以全停改造的变电站,可以根据站址在电网中的地理位置及周边负荷发展情况,合理规划建设为110 kV、220 kV变电站。由于通用设计中110 kV变电站低压侧一般为10 kV电压等级,220 kV变电站低压侧一般为10 kV或者35 kV电压等级,因而应考虑将另一电压等级负荷进行切分转移。对于220 kV变电站的建设,还应综合考虑周边高压出线走廊和电缆通道等因素。

### 3.1 110 kV户外变电站

采用国网公司2013年版通用设计110-A1-1方案,变电站尺寸60.8 m×63.9 m。远景规模为:主变3×50 MVA;110 kV出线4回,单母线分段接线,架空出线;10 kV出线36回,单母线多分段接线,电缆出线;110 kV采用GIS设备,户外双列布置;主变采用一体式户外布置;10 kV采用中置柜户内双列布置。

### 3.2 110 kV户内变电站

采用国网公司2013年版通用设计110-A2-3方案,变电站尺寸77.0 m×39.5 m。远景规模为:主变3×50 MVA;110 kV出线6回,环入环出接线,电缆出线;10 kV出线36回,单母线多分段接线,电缆出线;110 kV采用GIS设备,户内单列布置;主变采用分体式户内布置;10 kV采用中置柜户内双列布置。

采用国网公司2013年版通用设计110-A2-5方案,变电站尺寸94.0 m×38.0 m。远景规模为:主变4×50 MVA;110 kV出线4回,单母线分段接线,电缆出线;10 kV出线56回,单母线多分段接线,电缆出线;110 kV采用GIS设备,户内单列布置;主变采用分体式户内布置;10 kV采用中置柜户内双列布置。

110-A2-5方案比较适合中心城区等高负荷密度地区,由于长度超出原站址尺寸,需要适当征地或者利用原站前生活区。多于空地可以根据需要设置运维检修班或区域维修中心等辅助用房。

(下转第95页 Continued on Page 95)

### 3.2 变电站重要设备剖面图制作及变形检测

由于在改扩建过程中,大型车辆、装备进入站址内,可能会对场地造成一定影响,进而影响到变电设备,如主变压器。故在扩建改造工程后,有必要对变电站的重要设备进行周期性的变形检测<sup>[6]</sup>。

对于变电站重要设备的变形检测,我们可采用模型比较法或者剖切线比较法,前者将两期模型叠加在一起,以不同颜色显示实际变形量;后者将叠加后的两期模型设置为统一的视图后沿着相同的部位进行剖切,可在 AutoCad 中对其偏差进行标注。

除了上述介绍的变形检测方法外,针对于特定情况(如:主变压器是很重要的设备,其对水平度要求特别高),还可以采取特定的方法,如特征提取法:以水平面作为固定基准面,使用主变压器顶部平面及侧面的点云分别拟合平面,分别计算这几个面的空间方程,以此计算出主变器顶部平面及侧面与固定基准面的夹角信息,进而可以与设计资料对比,指导设备维修。

(责任编辑 高春萌)

(上接第 91 页 Continued from Page 91)

### 3.3 220 kV 户外变电站

采用国网公司 2013 年版通用设计 220-A2-1(35) 方案,变电站尺寸 86 m × 102.5 m。远景规模为:主变 3 × 180 MVA; 220 kV 出线 6 回,双母线接线,架空出线; 110 kV 出线 10 回,双母线接线,架空出线; 35 kV 出线 12 回,单母线分段接线,电缆出线; 220 kV 采用 GIS 设备,户外布置; 110 kV 采用 GIS 设备,户外布置; 主变采用一体式户外布置; 35 kV 采用中置柜户内布置。由于长度超出原站址尺寸,需要适当征地或者利用原站前生活区。

### 3.4 220 kV 半户内变电站

采用国网公司 2013 年版通用设计 220-A3-4(10) 方案,变电站尺寸 80 m × 85.5 m。远景规模为:主变 4 × 180 MVA; 220 kV 出线 10 回,双母线单分段接线,混合出线; 110 kV 出线 12 回,单母线分段接线,混合出线; 10 kV 出线 28 回,单母线分段接线,电缆出线; 220 kV 采用 GIS 设备,户内布置; 110 kV 采用 GIS 设备,户内布置; 主变采用一体式户外布置; 10 kV 采用中置柜户内布置。由于长度超出原站址尺寸,需要适当征地或者利用原站前生活区。

## 4 结论

本文将三维激光扫描技术应用于变电站扩建改造工程中,可以快速获得变电站站址现状的二维地形图,三维模型,电器设备的剖面图等,不仅为变电设计人员设计提供了更为准确的现状二维、三维模型资料,而且为日后的变形检测提供了丰富的数据支持,具有一定的现实意义。采用本文的方法可以高效、安全、方便的对变电站扩建改造工程进行测量,同时还大大节省了人力和物力,具有一定的可行性和优越性。

#### 参考文献:

- [1] 范亮. 地面激光雷达技术在土方变化量监测中的应用 [J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(11): 249-251.
- [2] 陈秀忠,王晏民. 太和殿 3 维激光扫描精密控制网建立研究 [J]. 测绘通报, 2006(10): 49-51.

## 4 结论

上述 110 kV 半高型变电站一般位于原来的城郊或者中心城镇,在原有电网中处于关键节点和重要位置。随着经济社会的不断发展,周边地块的陆续开发,目前已经融为城市或者开发区的一部分,而此类地区寻找新的合适的站址和通道,变得日益困难。因此如何规划好整体改造方案,提升单个变电站的供电能力,发挥地块的最大效用,显得尤为重要。本文对此问题进行了积极探索和实践,总结出一套相对行之有效的办法和思路,为后续工程提供有益参考。有兴趣的读者也可以对上述方案进行进一步的拼接、组合、优化,结合具体工程提出相应解决方案。

#### 参考文献:

- [1] DL/T 5056—2007. 变电站总布置设计技术规程 [S].
- [2] GB 50016—2006. 建筑设计防火规范 [S].
- [3] GB 50059—1992. 35 kV~110 kV 变电所设计规范 [S].
- [4] GB 50060—2008. 3~110 kV 高压配电装置设计规范 [S].
- [5] 刘振亚. 国家电网公司输变电工程通用设计 110(66)~500 kV 变电站分册(2011 年版) [M]. 北京:中国电力出版社, 2011.

(责任编辑 高春萌)