

Full Application of Unite Off Track Erect with Soil Type for 220kv Substation at Miluoxi

Wen Jiang Jinhua Yang

POWERCHINA Hubei Electric Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430040, China

Abstract

In order to save the area inside the enclosure wall of the substation, the 110kV and 220kV power distribution devices of the Luoxi 220kV substation project in China have fully applied the unite off track erect with soil type. Through the three-dimensional space charged distance verification, the soil type all meets the charged distance requirements, and the steel is reduced compared to the universal design of the same scale, and the area occupied by the fence is reduced by 22.3% compared to the feasibility study. When the area of the land is limited, the unite off track erect with soil type is particularly applicable and can be used as a reference for similar projects.

Keywords

substation; unite off track erect with soil type; three dimensional

风帆联合出线构架在汨罗西 220kV 变电站的全面应用

姜文 杨金虎

湖北省电力勘测设计院有限公司, 中国·湖北 武汉 430040

摘要

为节省变电站围墙内占地面积, 中国汨罗西 220kV 变电站工程 110kV、220kV 配电装置全面应用了风帆联合出线构架。通过三维空间带电距离校验, 风帆构架均满足带电距离要求, 且钢材较同规模通用设计有所降低, 围墙内占地较可研减少 22.3%。当用地范围受限时, 风帆联合出线构架格外适用, 可供类似工程参考。

关键词

变电站; 风帆联合出线构架; 三维

1 引言

随着土地资源越来越紧张, 节约变电站的建设用地已成为设计重要的指导思想。特别是在城市规划区域或郊区, 变电站的选址愈来愈困难, 征地费用也逐年增高。变电站如何更有效的节约用地是当前亟待解决的课题。

调查中国国网 220kV 变电站通用设计及各地已完成的 220kV 户外 GIS 变电站发现: 220kV 出线构架通常采用一回出线 13m 跨度, 或者两回出线 24m 跨度的出线构架; 110kV 出线构架通常采用一回出线 8m 跨度, 或者两回出线 15m 跨度的出线构架。这种型式的出线构架虽然满足电气设备安全运行需求, 但占地面积大, 出线构架用钢量也随之增大。

2 工程概况

2.1 建设规模

汨罗西 220kV 变电站工程位于中国湖南汨罗市古培镇石

牛村。该工程是中国国家电网公司首批三维设计试点工程之一, 是 2017 年三维设计竞赛依托工程。220 及 110kV 终、本期均采用双母线接线。10kV 终期采用单母线三分段接线, 本期采用单母线接线。主变压器采用三相三绕组有载调压油浸自冷高阻抗变压器, 220、110kV 均采用 GIS 组合电器, 10kV 采用金属铠装户内开关柜。详情如表 1 所示。

表 1 汨罗西 220kV 变电站建设规模

序号	项目名称	本期	远景
1	主变压器	1×180MVA	3×180MVA
2	220kV 出线	2 回	8 回
3	110kV 出线	6 回	12 回
4	10kV 出线	10 回	24 回
5	无功补偿	3×10MVar 电容器	9×10MVar 电容器

2.2 可研方案

工程可研阶段依托中国国家电网公司户外 GIS 通用设计方案 A-1 进行设计。即户外 GIS 配电装置, 架空进、出线, 采用分相式断路器双列布置; 220kV 出线架构采用双回出线共用方式, 单回出线间隔宽度 12m, 双回出线共用间隔宽度 24m, 出线门型架挂点高度 14m; 110kV 出线架构采用双回出线共用方式, 单回出线间隔宽度 7.5m, 双回出线共用间隔宽度 15m; 出线门型架挂点高度 10m。方案围墙内占地为 $103\text{m} \times 83.5\text{m}^{[1]}$ 。

3 风帆联合出线构架全面应用

3.1 初步方案

常规 GIS 出线构架采用钢管结构柱与格构式钢梁或钢管梁组成的门式结构, 出线导线挂点位于同一高度, 通过水平方向的挂点距离满足导线的带电距离要求, 通常有两回一跨构架, 两回出线 ABC 三相共 6 个挂点水平布置在出线构架梁上^[2], 如图 1 所示。

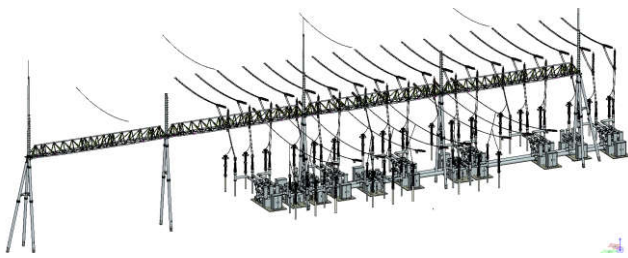


图 1 常规 GIS 220kV 出线构架示意图

为节约配电装置和构架的占地, 利用 GIS 电气设备导管可以随意引接、灵活布置的特点, 通过将门型出线构架设置成三层出线梁, 出线 A、B、C 三相垂直布置, 220kV 三层梁的高度设置为 9m、14m、19m, 三层梁水平间距按 4m 控制; 110kV 三层梁的高度设置为 7m、9.5m、12m, 三层梁水平间距按 1.75m 控制。这样, 由 GIS 出线套管引出的 A、B、C 三相满足电气距离要求, 如图 2.2 所示。该结构以外形似风帆而命名为“风帆联合式”出线构架, 优化布置后, 220kV 配电装置每个出线间隔横向尺寸较可研缩小 4.5m, 即两个出线间隔共 15m; 110kV 配电装置每个出线间隔横向尺寸较可研缩小 2.5m, 即两个出线间隔共 10m。详情如图 2 所示。

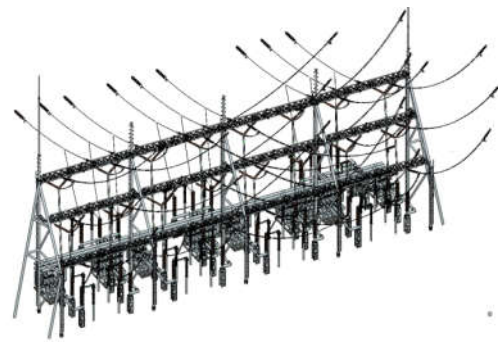


图 2 汨罗西 220kV 风帆出线构架示意图

采用这种布置后, 配电装置区的占地大为节约, 围墙内用地尺寸可调整为 $80\text{m} \times 83.5\text{m}$, 较可研减少 22.3%, 如图 3 所示。



图 3 风帆联合出线构架全面应用布局规划

3.2 构架结构力学分析验证

风帆构架柱由两高度不同的钢管柱支撑, 中间联合布置横撑和斜撑, 利用 A 型柱受力特点, 将短柱与斜撑布置成一定斜率的 A 型柱, 在主要承受平面内导线拉力的构架设计中, 增加了平面内刚度和稳定, 使受力合理。^[2]

风帆联合式构架的基本结构单元为钢管柱和格构式梁(或钢管梁, 用于 110kV), 两竖向主柱为等截面钢管柱, 本工程利用了 Staad.pro 进行出线构架的计算, SSDD 进行计算结果的中国钢结构规范验算, 如图 4、图 5 所示。

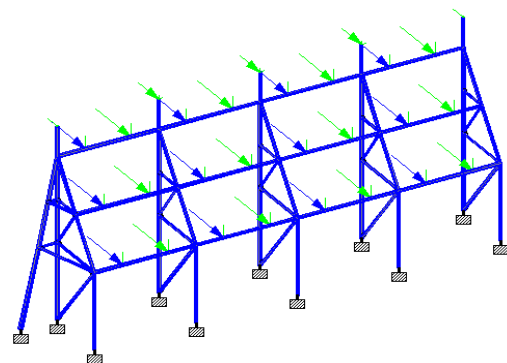


图 4 风帆联合出线构架力学模型(节点受力)

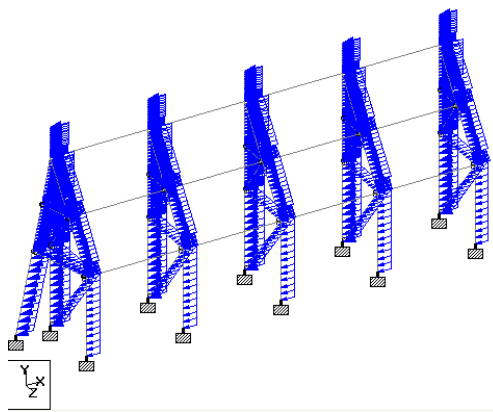


图5 风帆联合出线构架力学模型(X向风载)

通过构架位移分析验算,柱顶位移主要为平面外荷载引起的,平面内刚度较大,因此位移较小。构架柱顶位移受端撑约束作用,最大位移22mm,满足规范H/200要求;构架梁跨中位移相对最大,最大值为21mm,亦满足规范L/200要求。

通过验算,110kV、220kV风帆联合构架长细比和截面应力满足要求,最大应力比如表2所示。

表2 110kV、220kV风帆联合构架长细比、截面应力

序号	项目名称	长细比	应力比
1	220kV风帆构架	0.79	0.63
2	110kV风帆构架	0.75	0.64

由上可知,110kV、220kV风帆构架受荷后,各项指标参数均满足初步方案设想和规范要求,本站可以全面应用风帆联合出线构架。

3.3 构架三维深化设计应用

本工程应用Bentley软件平台,完成全站三维设计,如图6所示。通过三维空间带电距离软硬碰撞校验,110kV、220kV风帆构架均满足带电距离要求,构架间连接合理。此外,结构完成了风帆构架及其基础的细部设计,如110kV构架深化设计完成了所有细部节点,包括挂线板、爬梯护笼、栏杆走道、梁柱节点,完全达到装配模型,可供构架加工单位参考,直接按件加工,如图7所示。

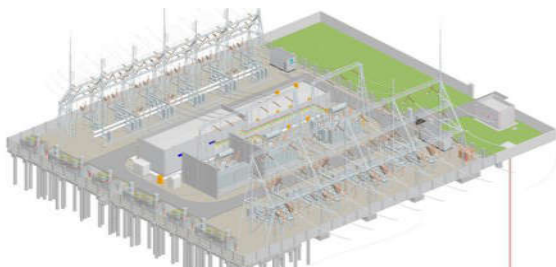


图6 全站三维组装模型

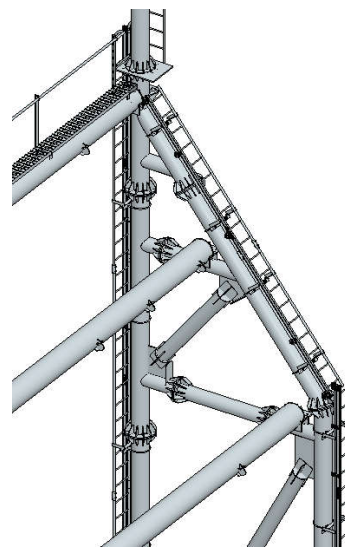


图7 110kV构架三维深化模型

4 风帆联合出线构架应用及成效

本工程构支架、配电装置楼、警卫室、主变防火墙及水工构筑物均按装配式方案设计施工。2018年9月正式开工,2019年6月竣工投产,其中,风帆构架到现场拼接、吊装不到两周。

4.1 220kV风帆联合出线构架实施方案

220kV构架布置为1榀连续4跨联合风帆式出线构架,构架间隔宽度为15m,纵向柱距8m,220kV构架按终期规模一次建成,如图8所示。

220kV构架柱采用直缝焊接圆形钢管柱,构架横梁采用三角形格构式桁架梁。构架柱主材直径为 $\phi 350$,辅材直径为 $\phi 350$ 、 $\phi 300$;钢梁弦杆直径为 $\phi 140$;220kV构架避雷针为与柱形式统一,采用钢管结构^[9]。钢材均采用Q235B级钢,钢材总用量42.0t,较同规模通用设计减少6.6t。

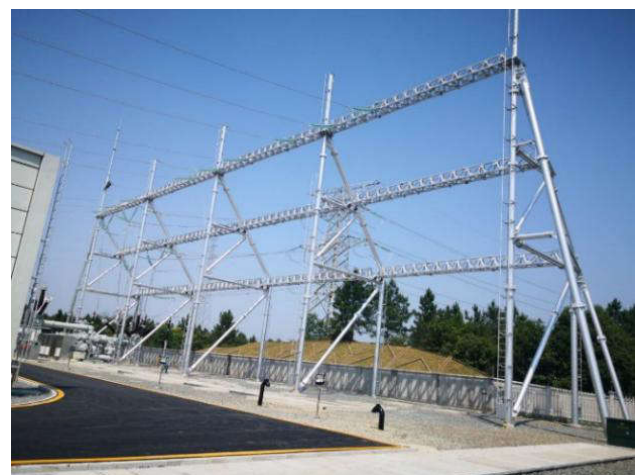


图8 220kV联合风帆构架实照

4.2 110kV 风帆联合出线构架实施方案

110kV 构架布置为 1 榀连续 6 跨联合风帆式出线构架，构架间隔宽度为 10m，纵向柱距 3.5m，110kV 构架按终期规模一次建成，如图 9 所示。

110kV 构架梁、柱均采用直缝焊接圆形钢管柱。构架柱主材直径为 $\phi 300$ ，辅材直径为 $\phi 300$ 、 $\phi 245$ ；钢梁直径为 $\phi 400$ ；110kV 构架避雷针为与梁柱形式统一，采用钢管结构。钢材均采用 Q235B 级钢，钢材总用量 42.2t，较同规模通用设计减少 14.5t。



图 9 110kV 联合风帆构架实照

4.3 围墙内节地综合利用

由于本工程建设用地前期已征用，采用联合风帆出线构架后，围墙内占地较原可研设计方案节余站前区 23m，用于建管、施工临建和材料堆场用，如图 10 所示。方便了施工安全管理，且与周边居民避免了相互干扰，后期可用作储能站、充电站等其它用途。



图 10 该站建设过程中的实照

4.4 风帆联系构架吊装施工

风帆联合出线构架自身刚度大，稳定性好，安装完成一榀后可实现自立，无需作额外安全保护措施，全面实现机械化施工，如图 11、图 12 所示。110kV、220kV 风帆联合构架现场拼接、吊装各不到一周时间完成，较常规 GIS 构架吊装节省工期 50% 以上。



图 11 220kV 风帆构架吊装现场



图 12 110kV 风帆构架吊装现场

5 结语

风帆联合式出线构架由两高度不同的钢管柱支撑，中间联合布置横撑和斜撑，平面内、外刚度和稳定性好，受力合理，吊装方便^[4]。

本站 110kV、220kV 出线构架可以全面应用风帆联合式结构，通过受力分析计算，位移比在规范范围内；构架长细比和截面最大应力比分别不超过 0.8 和 0.65，亦满足规范要求。

220kV 风帆构架三层梁的高度设置为 9m、14m、19m，三层梁水平间距按 4m 控制；110kV 风帆构架三层梁的高度

设置为 7m、9.5m、12m，三层梁水平间距按 1.75m 控制。

本工程应用 Benteley 软件平台，通过三维空间带电距离软硬碰撞校验，110kV、220kV 风帆构架均满足带电距离要求，构架间连接合理。

本站全面应用风帆构架后，钢材较同规模通用设计有所降低。配电装置区占地大为节约，围墙内占地由可研的 103m×83.5m 缩减为 80m×83.5m，较可研减少 22.3%。原围墙节余空地用于建管、施工临建和材料堆场用，极大方便了施工管理，后期亦可用作储能站、充电站等其它用途。

参考文献

- [1] 曲浩,周焕林,邱新刚,孟增,风帆式联合出线构架结构设计与分析. 建筑结构,2019.
- [2] 邱新刚,郑跃,孔宪扬,220kV 变电站风帆式联合出线构架受力计算分析. 安徽建筑,2015.
- [3] 电力行业电力规划设计标准化技术委员会. 变电站总布置设计技术规程:DL/T 5056-2007 [S]. 北京:中国电力出版社,2008.
- [4] 能源行业电网设计标准化技术委员会. 220kV ~ 750kV 变电站设计技术规程:DL/T 5218-2012 [S]. 北京:中国计划出版社,2012.