

YL I II X-220S-S--T01-07

贵安高速建设项目 35-220kV 线路迁改工程
220kV 引两 I II 回#77 (79) ~#81 (83) 段迁改工程

施 工 图 设 计

结构部分

第一卷 铁塔及基础施工图说明书

贵阳电力设计院有限公司

工程设计证书: A252001665

二 0 二 四 年 七 月

贵 阳

贵安高速建设项目 35-220kV 线路迁改工程
220kV 引两 I II 回#77（79）～#81（83）段

施工图设计

批准 : 吴道云

审核 : 顾稳定

校核 : 章 亮

编写 : 郑焕贤

目 录

1、 铁塔	1
1.1 铁塔设计采用的主要规范、规程和规定	1
1.2 初步设计执行情况	2
1.3 铁塔加工及施工	2
1.4 铁塔施工及架线	4
2、 基础	7
2.1 基础设计采用的主要规范、规程和规定	7
2.2 初步设计执行情况	7
2.3 铁塔与基础连接	7
2.4 基础材料标准	8
2.5 基础施工、开挖要求	8
2.6 基础施工预偏	11
2.7 基础检测	11
2.8 塔基自然环境保护	11
3、 铁塔和基础运行注意事项	13
4、 劳动安全	14

1、 铁塔

1.1 铁塔设计采用的主要规范、规程和规定

《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）；
《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233-2014）；
《架空输电线路杆塔结构设计技术规程》（DL/T 5486—2020）；
《架空输电线路荷载规范》（DL/T 5551—2018）；
《电力设施抗震设计规范》（GB 50260—2013）；
《钢结构设计标准》（GB50017—2017）；
《钢结构焊接规范》（GB 50661-2011）；
《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）；
《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）；
《碳素结构钢》（GB/T 700-2006）；
《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591-2018）；
《厚度方向性能钢板》（GB/T 5313-2010）；
《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》（GB/T 3098.1-2010）；
《紧固件机械性能 螺母》（GB/T 3098.2-2015）；
《输电线路铁塔制造技术条件》（GB/T 2694-2018）；
《输电线路杆塔及电力金具用热浸镀锌螺栓与螺母》（DL/T 284—2021）；
《架空输电线路运行规程》（DL/T 741-2019）；
《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》（中国南方电网有限责任公司企业标准）；
《南方电网公司反事故措施（2023）》及其他有关规程、规范、技术规定。
《工程建设标准强制性条文》（电力工程部分）；
《初步设计审查意见》。

1.2 初步设计执行情况

铁塔选型按初步设计审查意见执行，铁塔型式与初步设计一致。本工程使用耐张塔 2E21X1-JKA。

1.3 铁塔加工及施工

1.3.1 铁塔加工要求

1) 铁塔加工应符合《输电线路铁塔制造技术条件》（GB/T2694—2018）及“角钢技术协议书”的规定。

2) 铁塔加工用钢材、焊条必须符合现行国家标准的各项技术条件要求。对每批材料除具备厂家技术文件外，还应抽样检查其化学成分、物理机械性能及断面尺寸。

3) 本工程加工前须对照《铁塔及基础明细表》及相关的设计文件，检查各塔位所用铁塔型式、呼称高、接腿是否正确，若有出入须及时通知设计单位。

4) 铁塔使用的角钢、钢板及其它材料规格、材质均按设计图纸要求使用，如有材料代用需征得设计同意。

5) 角钢准线除结构图注明外，均按各册结构图中的《铁塔加工统一要求》规定值加工，放样时结合前后段的准线值，如发现有矛盾之处，请立即通知设计单位。

6) 各种塔型须进行试组装，且必须进行第一金具与铁塔的试组装，经检查合格后方可投入批量生产。**本工程铁塔导、地线及跳线挂孔孔径根据电气第一金具确定**，挂孔孔径为电气第一金具螺栓直径加 1.5 毫米（如M24 螺栓，挂孔孔径为 $\phi 25.5$ ）。电气第一金具螺栓直径见“电气部分图纸”。

7) 铁塔订货必须以复测调整后的铁塔及接腿配置为准。

8) 塔脚板制作

a、塔脚板四周应平整、光滑、无毛刺和裂纹。

b、塔脚板上的靴板倾角应保证其精度，在与塔身主材、斜材连接时不得

有空隙。

c、塔脚板上的地脚螺栓孔制孔时，应先引孔，并逐次达到设计所规定的孔径。

d、塔脚板在矫正后应平整，不得有凹凸出现，以致影响与基础的连接。

9) 当螺栓采用双帽时，应确保装好螺帽后螺杆出扣或平扣。

10) 所有的铁塔必须严格控制挂线点尺寸，金具的挂点净空宽度不容许出现负误差（即负误差为 0，正误差小于 2mm），并保证其能灵活转动。

11) 脚钉安装

a、直线塔塔身脚钉排列在 D 腿，头部(曲臂及以上)A、D 腿侧均装脚钉；

b、干字型转角塔边横担以下的脚钉装在内角侧的 D 腿(右转)或 B 腿(左转)上，以上部位的脚钉装在外角侧的 A 腿(右转)或 C 腿(左转)上；

c、双回路耐张塔脚钉对角安装于 B 腿及 D 腿；

d、酒杯型转角塔(含直线转角) 的脚钉装在内角侧的 D 腿(右转)或 B 腿(左转)上，头部(曲臂及以上) D、B 腿侧均装脚钉；

e、双回路转角塔脚钉对角安装于 B 腿 D 腿；

f、0 度转角时除非电气专业有明确要求，一般均视为右转。

12) 脚钉采用 P 型脚钉（该脚钉只满足脚钉功能）。

13) 在新建铁塔塔身和横担处加装铁塔滑轨（防坠落装置）。

14) 标志牌：标志牌等的制作安放需按中国南方电网有限责任公司企业标准《架空线路及电缆安健环设施标准》执行。

15) 本工程铁塔加工有部分修改，详见塔图卷册。

1.3.2 铁塔材料标准

1.3.2.1 铁塔钢材

铁塔所用钢材一般为 Q235 钢、Q355 钢和 Q420 钢，其质量标准应分别符合《碳素结构钢》（GB/T 700—2006）、《低合金高强度结构钢》（GB/T1591

—2018)的要求。钢材质量等级：所有铁塔结构的钢材均应满足不低于 B 级钢的质量要求。钢板厚度等于或大于 40mm 的钢板，采用抗层状撕裂的 Z 向钢材，其材质应符合现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T5313 的规定。

1.3.2.2 连接螺栓

连接螺栓一般采用 6.8 级 (M16、M20) 和 8.8 级 (M24) 普通粗制螺栓 (具体详见各铁塔结构图)。其质量标准应符合《输电线路杆塔及电力金具用热浸镀锌螺栓与螺母》(DL/T 284-2021)、《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》(GB/T3098.1—2010) 及《紧固件机械性能 螺母》(GB/T 3098.2-2015) 的要求。

1.3.3 铁塔防松、防卸

1)、铁塔最短腿所在基础顶面以上 9m 范围内的螺栓需采用防卸螺栓。当遇到包角钢有部分在此范围内时，整个包角钢均采用防卸螺栓。防卸螺栓要求防卸性能良好、质量上乘、经过有关部门的技术鉴定、并有一定的施工和运行维护经验。

2)、全线铁塔除安装防卸螺栓 (具有防松性能) 外的其它铁塔单螺栓帽均需采用螺栓防松罩。

1.3.4 铁塔防腐

所有铁塔构件、螺栓 (含防松罩、防卸螺栓)、垫片、垫圈均热浸镀锌防腐。

1.4 铁塔施工及架线

铁塔施工及验收按《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》(GB 50233-2014) 执行。现就其它注意事项说明如下：

1) 本工程大量采用了铁塔长短腿，基坑开挖前必须对塔基地形先进行复测，如与设计不符，须立刻通知设计单位进行长短腿的调整。铁塔组装前应检查铁塔接腿的构件编号是否与设计吻合，以免出现差错。

2) 悬垂型直线塔已考虑了五相(单回路)、八相(双回路)全锚作业情况,但只考虑了一相(根)导线或一根地线正在进行锚线作业,锚线对地夹角不大于 20 度。

3) 耐张塔已考虑作为锚线塔、紧线塔或二者兼之。耐张塔锚塔、牵引塔安装导线、地线需设置临时拉线。临时拉线对地夹角不大于 45° , 其方向与导线、地线方向相一致。临时拉线按分别平衡导、地线紧线张力的 30%考虑,临时拉线需两侧安装完成后方可拆除。牵引塔的牵引线对地夹角不得大于 20。

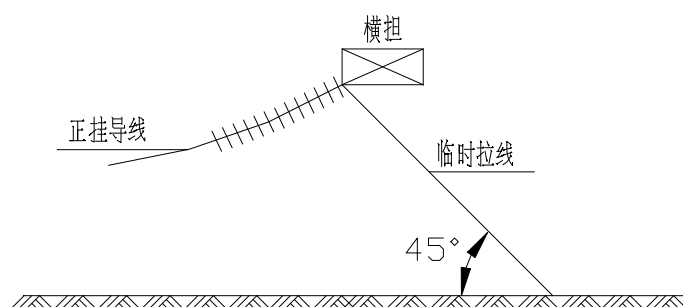


图1:锚塔安装示意图

锚塔、牵引塔安装导线、地线临时拉线设置如下示意图:

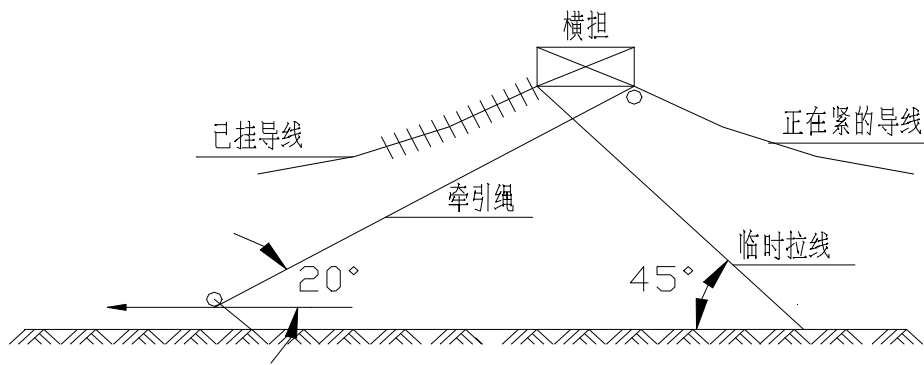


图2：锚塔兼牵引塔安装示意图

4) 有关架线要求说明：安装导线、地线宜错开一个耐张段进行。为满足杆塔强度，双回路导、地线架线顺序：先架设地线，后架设导线、(分侧)自上而下逐相(根)架设；单回路导、地线架线顺序：先架设地线，后架设中导线，再架设边导线逐相架设。

5) 铁塔组立后，地脚螺栓与塔脚板之间的间隙须用 M15 的水泥砂浆填实。

6) 悬垂型直线塔，耐张塔应在架线后检查合格方可浇筑保护帽。

2、 基础

2.1 基础设计采用的主要规范、规程和规定

《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233-2014）；
《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）；
《架空输电线路荷载规范》（DL/T 5551—2018）；
《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）；
《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T 5219—2014）；
《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2011）；
《混凝土结构设计规范》（2015 版）（GB 50010—2010）；
《钢筋混凝土用钢》（GB 1499）；
《建筑基桩检测技术规范》（JGJ 106-2014）；
《钢筋焊接及验收规程》（JGJ 18-2012）；
《输电杆塔用地脚螺栓与螺母》（DL/T 1236-2021）；
《电力工程基桩检测技术规程》（DL/T 5493-2014）；
《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》（中国南方电网有限责任公司企业标准）；
《初步设计审查意见》。

2.2 初步设计执行情况

基础选型按初步设计审查意见执行，基础型式与初步设计一致。本工程自立式铁塔基础采用原状土基础。其型号为：

WK 型——人工挖孔灌注桩基础，用于直线塔及转角塔。

2.3 铁塔与基础连接

2.3.1 连接方式

本工程铁塔与基础采用地脚螺栓与塔脚板连接。人工挖孔灌注桩基础用直

地脚螺栓。

2.3.2 连接保护

本工程铁塔与基础连接均浇制保护帽，保护帽混凝土等级为 C15。塔脚板的地脚螺栓孔与螺栓间的空隙在开始架线前，逐个松开螺帽，用 M15 水泥砂浆将缝隙填实，再盖上垫板，拧紧螺帽。

对采用地脚螺栓连接的塔位，在铁塔架线完毕后应检查地脚螺栓螺帽紧固性和铁塔位移变形是否符合要求，确认合格后方可浇制保护帽，同时不应将接地孔掩盖，保护帽型式见《铁塔及基础明细表》说明部分。

2.4 基础材料标准

2.4.1 基础用钢筋

基础所用钢筋一般为：HPB300钢、HRB400钢，其质量标准应符合现行《钢筋混凝土用钢》（GB1499）的要求。

2.4.2 地脚螺栓

地脚螺栓性能等级采用 5.6 级，螺母性能等级为 6.0 级。其质量及加工按《输电杆塔用地脚螺栓与螺母》（DL/T 1236-2021）执行。

2.4.3 基础用混凝土

本工程人工挖孔灌注桩基础混凝土等级为C25，护壁混凝土等级同基础本身混凝土等级相等，基础保护帽用C15。

2.4.4 护坡、挡土墙、排水沟

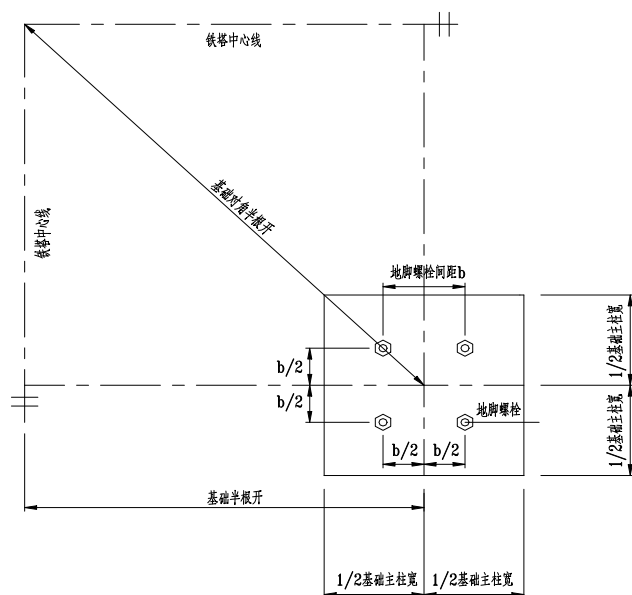
石材：强度等级不低于 MU30，如灰岩、花岗岩等，对易风化、整体性差、裂纹多、软化系数小于 0.75 的岩石及未经凿面的大卵石不能采用。

砂浆：M7.5 混合砂浆。

2.5 基础施工、开挖要求

1) 因本工程根据塔位的具体地形配置了不同长度的接腿，不同长度接腿

的基础半根开不同（基础根开如下图所示）。因此在基础施工分坑时，必须核实塔位是否正确，A、B、C、D四个塔脚与中心桩的高差是否符合《铁塔及基础明细表》中所标注的情况，如有不符，施工单位应及时通知设计代表。



地脚螺栓基础根开示意图

2) 转角塔应按角平分线分坑。双回路终端塔、分支塔，按《铁塔及基础明细表》中的铁塔分坑示意图进行分坑。

3) 各腿施工基面应从上自下进行卸荷开挖，上边坡应严格按照《铁塔及基础明细表》中的关于边坡的要求执行。

4) 基础开挖过程中应核实地质情况，如与《铁塔及基础明细表》中描述的地质情况不一致的应立刻通知设计代表。

5) 采用人工挖孔灌注桩基础的，基坑开挖时应注意控制爆破药量，或采取其它可靠措施确保坑壁围岩不受破坏。一般原线路线下、电力设施、村庄附近及凡《铁塔及基础明细表》标有“严禁放炮”的，只能以人工开挖。在放炮时应注意对线路附近建、构筑物的影响，作好基础施工时的安全措施。

6) 铁塔与人工挖孔灌注桩基础连接采用直地脚螺栓连接。在浇制混凝土前严格核实基础型号，基础根开及地脚螺栓根开，基础顶面中心至铁塔中心桩高差。确认无误后方可浇制基础。

7) 塔位需考虑自然排水, 必要时应采取临时排水措施, 避免地表水直接冲刷塔基, 塔基范围内不得积水。基础施工期间应做好基坑的防水措施, 避免雨水进入基坑。

8) 当基础立柱露出地面高度 $\geq 1.0\text{m}$ 时设置攀爬措施。

9) 为了确保施工人员安全, 人工挖孔灌注桩基础在基坑开挖时采取护壁措施, 护壁厚度见护壁施工图, 如遇特殊情况请及时通知设计代表根据现场情况处理。

10) 采用护壁开挖时, 每挖 $0.5\sim 0.9\text{m}$ 就须进行护壁, 如遇特殊地质情况时, 其下挖速度应视护壁的安全情况而定。护壁中必须加配钢筋网, 待护壁混凝土达到一定的强度后方能进行下一段的基坑开挖。

11) 采用了护壁方式的基础基坑开挖时, 开挖直径=基础直径+护壁厚度 $\times 2$ 。

12) 基坑开挖时, 严禁将施工弃土堆放在基坑周围、并随时清理基坑周围的杂物、碎石、及其它重物, 以确保施工安全。

13) 基坑开挖至基础混凝土浇筑完成前, 若出现雨天等特殊气象条件时, 应及时采取有效的防水措施(搭雨棚、基坑周围高出部分修临时排水沟), 以防止基孔泡水后发生坍塌。

14) 为了挡水及保证孔口的稳定, 第一节混凝土护壁应高出坑口地面 200mm 。

15) 基坑内必须设置应急软爬梯。供人员上下井使用的电葫芦、吊笼等须安全可靠并配有自动卡紧保险装置, 不得使用麻绳和尼龙绳或脚踏井壁凸缘上下, 电葫芦宜用按钮式开关, 使用前必须检验其安全起吊能力。

16) 每日开工前必须检测孔内的有毒有害气体, 并应有足够的安全防范措施; 当桩孔开挖深度超过 10m 时, 应有专门向井下送风的设备, 风量不宜少于 25L/S 。

17) 位于原线路下方的基础，施工时应注意触电危险，施工开挖时，严禁爆破。

2.6 基础施工预偏

转角塔预偏：转角塔内侧、终端塔的线路侧基础顶面应高出要求 Δh 值， Δh 值可参考下表：

耐张转角塔	
转角<5 度	$\Delta h = \text{基础正面根开} \times 3/1000 \text{ (mm)}$
5 度 \leq 转角<12 度	$\Delta h = \text{基础正面根开} \times 4/1000 \text{ (mm)}$
12 度 \leq 转角<20 度	$\Delta h = \text{基础正面根开} \times 5/1000 \text{ (mm)}$
20 度 \leq 转角<40 度	$\Delta h = \text{基础正面根开} \times 6/1000 \text{ (mm)}$
40 度 \leq 转角<60 度	$\Delta h = \text{基础正面根开} \times 8/1000 \text{ (mm)}$
转角塔 ≥ 60 度	$\Delta h = \text{基础正面根开} \times 9/1000 \text{ (mm)}$

2.7 基础检测

1) 根据《贵州电网公司输变电工程地基基础质量检测管理办法》，本工程人工挖孔灌注桩基础均需进行检测，基础检测方法按检测数量按下表要求进行。

类型	检测方法	检测数量
桩基础	低应变法	所有桩基础都必须进行检测

注：本表所指检测数量，按同一施工单位、同一标段同类基础作为一个计算单位计算。

2) 基础检测除按上述要求执行外，还应符合《电力工程基桩检测技术规程》(DL/T 5493-2014)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2015)、《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106-2014)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)及其它有关技术标准的要求。

2.8 塔基自然环境保护

1) 保护塔位区域的自然环境，是保证线路安全运行的重要措施，同时也

为配合国家对生态环境的建设，防止水土流失，造福后代，也要将保护塔位的自然环境提到一个很重要的高度。施工时尽量维护自然地形、地貌，尽可能减少土石方开挖量。

2) 加强塔位的排水措施，防止地表水冲刷塔基。

a、对塔腿作成斜坡型(坡度为 5%~10%)；

b、对平地塔位作成龟背型，以利自然排水；

c、对可能出现汇水面、积水面及易受到冲刷的高边坡(坡高大于 5 米) 的塔位，若《铁塔及基础明细表》无排水措施的，应立即与设计代表联系，及时作出妥善的排水处理方式。

3) 位于斜坡的塔位，严禁将弃土就地置于塔位下坡方向，以防止弃土冲毁下坡方向自然地貌、植被，危及塔基安全。基础施工后的多余弃土(石) 应按照《铁塔及基础明细表》中指定的地方堆放。基坑开挖时，应注意对村寨及良田好土的影响。

4) 边坡保护

a、对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的上、下边坡因地制宜采用浆砌块石保护；对较好的岩石边坡根据坡高视现场地质情况进行放坡处理。

b、用砂浆抹面进行岩体表面保护对于表面岩体破碎易于受雨水冲刷水土流失的塔位，根据塔位情况酌情清除表面破碎岩屑后，用 M7.5~M10 砂浆抹面防护。

5) 农田复耕和植被恢复

对在线路施工过程中占用的场地，施工完毕后应及时进行农田复耕，对破坏的植被应种植草坪等恢复植被，特别是易受到冲刷的塔位，在施工形成的边坡上种上植被。

3、铁塔和基础运行注意事项

1) 运行应遵照《架空输电线路运行规程》（DL/T 741—2019）及运行单位相关要求等现行规程及有关规定执行。

2) 由于自然界的浸蚀作用和人为的干扰损坏，运行过程中对所有基础的埋深及稳定范围受到影响而危及铁塔安全的，需及时采取切实可行措施加以保护。

3) 在运行过程中如发现缺件（构件），缺螺栓或螺栓松动，应及时补件，补螺栓或拧紧螺栓。

4) 在雨季前后应加强巡线工作，应重视边坡、护坡、保坎的稳定性。经常保持排水沟的畅通，以利塔基排水。

4、劳动安全

1) 劳动安全主要考虑施工和检修时因电气而引起的人身安全。对国家规定的有关防火、防爆、防尘、防毒及卫生等劳动安全执行有关规程、规范。

2) 本工程施工时，会受到邻近输电线路的影响，产生电磁感应电压，所以要求在施工时应遵守《电业安全工作规程》中有关规定，落实安全接地措施，并在架线高空作业时，制定安全措施，确保安全施工。

3) 本工程建成后，运行维护中亦应遵守《电业安全工作规程》中有关规定，采取必要措施保证安全生产。

4) 本工程运行后，对邻近平行和交叉的其它输电线、通讯线等存在感应电压，故邻近线路在运行维护时严格遵守《电业安全工作规程》做好落实措施。