

目 录

1、 编制依据及说明.....	1
2、 铁塔组立施工工艺要求.....	2
3、 铁塔组立准备工作要求.....	5
4、 组立施工流程图	7
5、 铁塔组立施工方法.....	7
6、 铁塔组立质量控制点	19
7、 安全及文明施工控制点.....	21
8、 铁塔组立劳动力安排.....	24
9、 铁塔组立主要工器具配置表.....	25
10、 铁塔组立危险点分析及控制措施.....	27

1、 编制依据及说明

1.1 编制依据

《110-500kV 架空电力线路施工及验收规范》(GB50233);

《电力安全工作规程》(线路部分)(2009-664);

《输变电工程“达标投产、创优”考核评定办法》;

《110~500kV 架空电力线路工程施工质量检验及评定标准》

电力建设安全健康与环境管理工作规定

110kV 输变电工程. (架空线路部分) 设计说明书及铁塔施工设计

图纸。

1.2 施工说明

1.2.1 工程概述

本工程新建铁塔 16 基，其中 2 基钢管杆，14 基角钢铁塔（直线角钢塔 7 基，终端钢管杆 2 基，终端角钢塔 2 基，转角角钢塔 5 基）。铁塔重量共计 193.79 吨。

1.2.2 本工程线路方向规定见图 1，塔腿编号统一规定见图 1，规定由小号侧向大号侧为线路的前进方向。



图 1 线路方向示意图

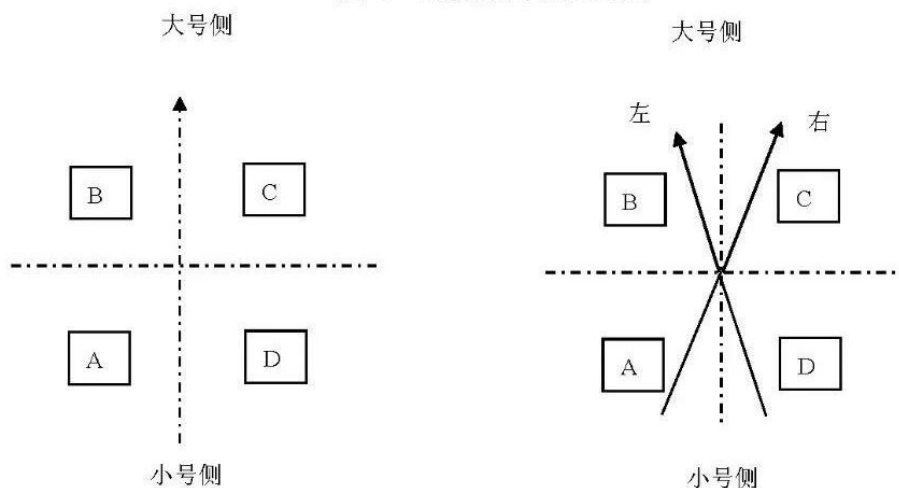


图 2 塔腿编号示意图

2、铁塔组立施工工艺要求

2.1 分解组塔施工工艺流程

角钢塔组立：挖地锚坑→立塔准备→人力组装腿部塔段并封装花材（留一面不装）→利用已装塔段起立抱杆→抱杆起吊上段塔身、封装花材紧固螺栓→提升抱杆、固定上拉线下承托绳→吊塔片封附铁→提升抱杆→起吊地线支架→吊起上横担→吊起中横担→吊起下横担→拆除抱杆→封装完成。

钢管杆组立：杆件就位→（100 吨）吊车就位→新塔组立

2.1 本工程铁塔螺栓级别为：M16、M20 为 6.8 级，M24 为 8.8 级。各塔型各规格的防松、防盗、双帽螺栓及脚钉级别与对应的螺栓级别相同。

2.2 铁塔防盗、防松螺栓安装要求：铁塔防盗螺栓（含脚钉）应安装在最高（最短）腿面 8 米以内，临界点处的节点板全部安装防盗螺栓。其它铁塔除挂点处按照图纸要求安装双帽螺栓外均加一薄螺母。

2.3 螺栓穿向规定(以线路前进方向为准)，本工程所有螺栓均需加装一个相同规格的垫片，脚钉加装两个相同规格的垫片，铁塔螺栓穿向详见附图：

2.3.1 对立体结构：

- a> 水平方向由内向外、垂直方向由下向上；
- b> 斜平面的螺栓穿向：按业主要求安装，业主无要求时由下向上穿；
- c> 对于双主材，俯视方向按顺时针方向穿。

2.3.2 对平面结构

- a> 顺线路方向：由后向前。
- b> 横线路方向：两侧由内向外，中间由左向右。

c> 垂直方向：由下向上：

d>个别螺栓不易安装时，其穿入方向可予以变动。

2.4 脚钉安装位置规定：

本工程除单回转角塔变坡以下装在内角侧 B 或 D 腿，变坡以上装换在外角侧 D 或 B 腿外，其余单双回直线塔、双回耐张塔均采用 B、D 两腿安装脚钉。

2.5 铁塔地脚螺栓保护帽施工要求：

本工程铁塔采用地脚螺栓连接，需浇制保护帽，保护帽强度等级为 C15，高度 350mm，宽度是塔脚底板宽度边长+120mm，按塔座板外侧每边加 60mm，按地脚螺栓外露高度不同，另外加上部 50mm 高度抹成锥型斜面。

2.6 接地引下线安装要求

2.6.1 接地引下线安装在铁塔 4 个主材的接地眼孔上，在 AC 腿的侧面、BD 腿的正面引下，接地引下线应紧贴主材和基础顶面或保护帽及基础边缘引入地下，工艺要自然、美观，接地板眼孔与主材连接螺栓不得使用防盗螺栓。安装方法见图 3 所示。

2.6.2 在铁塔组立前，必须安装完毕永久接地，否则不允许铁塔组立施工。

2.6.3 接地引下线必须涂二道锌黄底漆及二道沥青漆作防腐处理。

2.6.4 具体安装型式及要求详见接地装置施工图。

3.2 材料机具供应:

3.2.1 组塔施工所需的塔材、螺栓等已经到货, 并经检验合格;

3.2.2 按工器具配置表选择杆塔组立所需的工器具, 尤其是承力系统 (抱杆、钢绳、滑车、地锚) 应检验合格, 并做试验, 严格按规格选用, 不得以小代大, 超负荷使用, 机动绞磨应由机械人员检修合格, 并做拉力试验。

3.2.3 抱杆要认真做好检查工作, 抱杆组装好后必须平直, 接头螺栓的规格和使用接头孔径相匹配, 而且必须紧固;

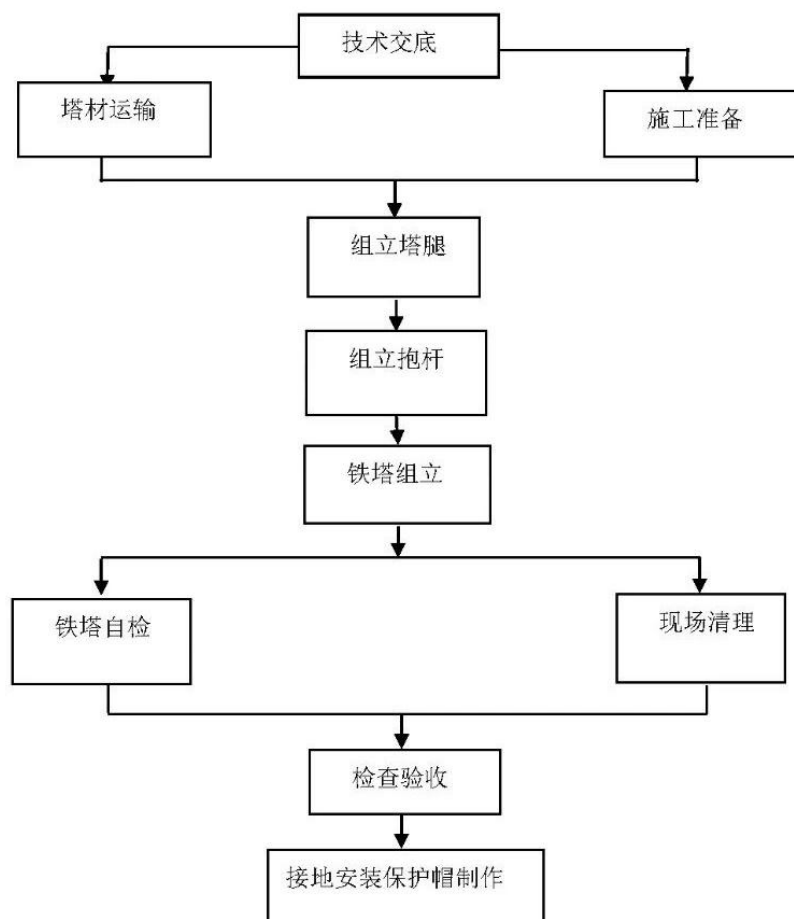
3.2.4 根据作业指导书给出的各部受力值选用钢绳的规格, 且做好检查工作, 由于各种规格的钢绳的反复利用产生疲劳现象, 易出各种隐患 (断股、断丝、硬弯、拉细), 在使用前应严格检查, 不合格的严禁使用;

3.2.5 滑车要经常检查, 边缘有裂纹的或严重磨损、轴承变形、轴瓦磨损严重者均不得使用, 吊钩外观检查有裂纹或有严重变形的不得使用;

3.2.6 双钩和手搬葫芦应定期试验检查合格, 缓松器要有足够的强度, 滚筒严重磨损的不能使用;

3.2.7 其它各种小型工器具在清点过程中都要仔细检查, 不符合使用要求的严禁使用。

4、铁塔组立施工流程图



5、铁塔组立施工方法

5.1 总体方案要求

5.1.1 根据本工程的地形和双回线路塔高塔重等特点，钢管杆工程采用 100 吨吊车进行吊装组立，本次角钢铁塔组立主要采用内悬浮抱杆内拉线的施工方法。

5.1.2 根据本工程的特点，特进行了最大受力计算，确定了最大起吊重量来确保吊装的安全。抱杆选用 500×500 及 600×600 两种的铁抱杆。相

应的其他主要工器具的配置也必须按照规定进行，具体配置见“工器具配置表”；断面 500×500 长 21 米的铁抱杆，考虑抱杆最大倾斜为 5 度，采用 1-1 滑车组，起吊 1800kg。断面 600×600 长 24 米的铁抱杆，考虑抱杆最大倾斜为 5 度，采用 1-1 滑车组，起吊 2500kg。起吊经 6 个滑车，调整大绳最大对地夹角为 45° ，抱杆有效高度与插入段之比为 7:3，磨绳受力 15.06kN，安全系数 6.58；上拉线受力 19.09kN，安全系数 6.42；承托绳受力 23.78kN，安全系数 6.43；抱杆轴向负荷 62.37kN，安全系数 3.14；调整大绳受力 4.3kN，安全系数 13.97。

5.1.3 吊装方法，塔身一般情况下是按自然段分片或单件吊装，必须采取动滑车组进行起吊；对铁抱杆，一次吊装重量最大不超过 1500kg，地线横担不超过 800kg，其它横担不超过 1000kg，起吊上部及各种横担和支架必须打反向落地拉线。

5.1.4 对距导地线较近时，必须注意保护导地线不受损伤，必要时采取单件起吊。

5.2 内悬浮式抱杆组塔施工技术要求：

- a 抱杆起吊时可向起吊侧倾斜，但倾斜角不得大于 5° （21m 抱杆顶部倾斜不超过 1.8m、24m 抱杆顶部倾斜不超过 2.1m）。
- b 牵引绳起吊侧与抱杆轴线间夹角 β 不宜过大， $\beta \leq 20^\circ$ 。
- c 控制大绳与地面夹角一般为 25° ，最大时不应过大 45° 。
- d 抱杆有效高度不大于抱杆全长的 $2/3$ 。
- e 反向落地拉线与地面夹角不应大 60° 。
- f 抱杆组接好后，整体弯曲不得超过其长度的 1‰，各联接螺栓必须齐

全并紧固到位。

g 抱杆最上节变截面段用顶帽，底部用专用承托座。

5.3 施工原理及工器具布置图

内拉线悬浮抱杆分解组立铁塔施工原理：在地面分片或分段组装好铁塔，利用承托系统及内拉线系统在已经组立好的塔身中间悬浮抱杆，通过设置在抱杆上的起吊系统分片或分段吊装塔材的施工方法，施工原理简图见图 4。

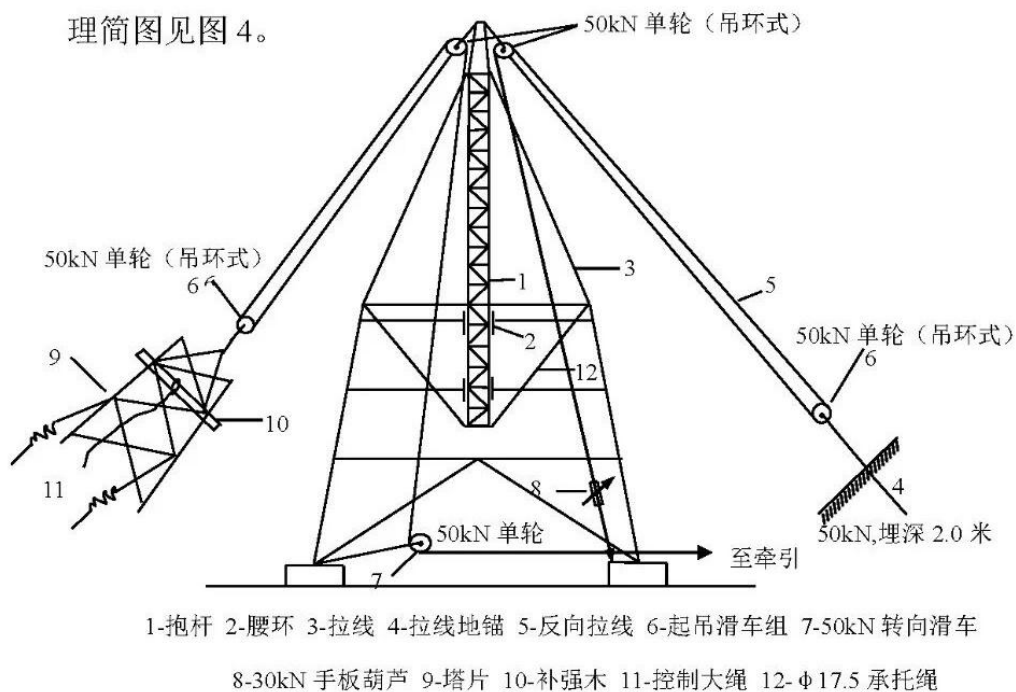
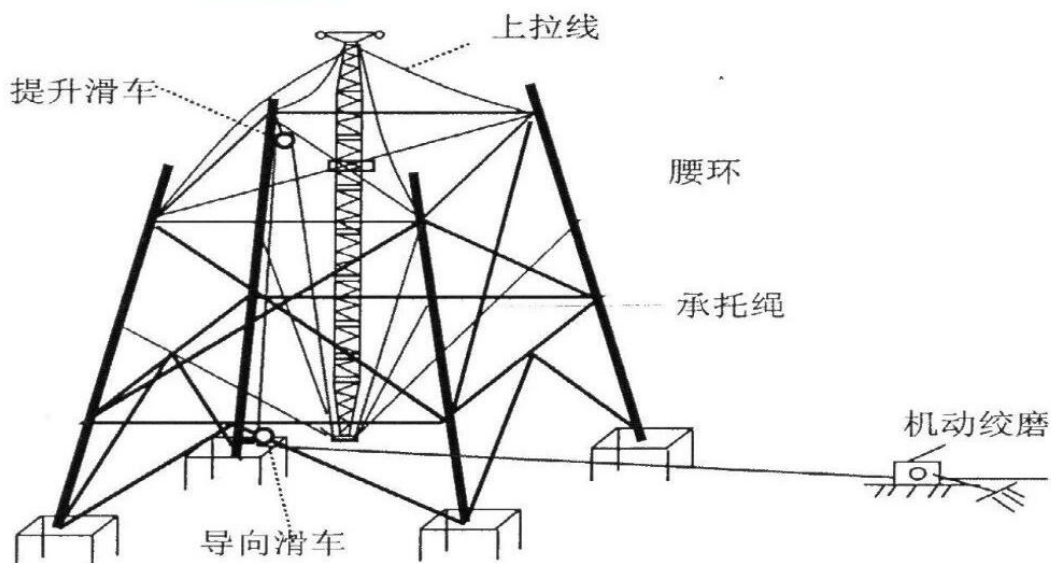


图 4 悬浮抱杆立塔正视图

5.4 抱杆本身的提升系统布置

如图 5 所示，抱杆本身的提升是通过抱杆底部的朝地滑轮来实现



的，当抱杆提升时，在抱杆身部装设腰环，一般将上腰环设置在已组的塔段的最上部，而将下腰环设置在抱杆提升后的根部位置。

提升抱杆的步骤如下：

- A、绑好提升抱杆的腰环，使抱杆在结构中心线上就位。
- B、解开上拉线，把定长的上拉线绑到下一工作位置。
- C、把牵引钢绳从牵引动力侧向塔根抽回适当长度，然后在接头水平铁附近主材上绑死。再让牵引绳依次通过抱杆根部的朝地滑车、塔上的提升起重滑车，引向地滑车直至牵引动力。
- D、启动牵引钢绳，把抱杆提升很小的一个高度，解松承托绳。承托绳在抱杆提升过程中最好不要完全解脱，应使其在不受力的状况下。
- E、继续拉紧牵引钢绳，使抱杆逐步向上提升，在提升抱杆的过程中由专人指挥调整上（外）拉线的长度，以使抱杆保持正直，在抱杆即将提升到位前，应通过调整上（外）拉线的长度使抱杆位置符合起吊所需要的倾斜角度。

F、抱杆提升到位后，把承托绳拉紧，在规定的地方固定牢固。

G、松开牵引动力，使牵引钢绳恢复起吊构件的工作状态，作好起吊构件的准备。

5.5 铁塔组立施工程序步骤

5.5.1 准备工作：

5.5.1.1 按照作业指导书要求准备立塔的工器具，对人员进行明确分工。

5.5.1.2 根据现场地形、地质情况，布置施工现场，平整施工作业场地，清除地面障碍物，埋设各类地锚。

5.5.1.3 校核塔型、根开、对角线、基础顶面高差。

5.5.1.4 清点检查运到桩位的塔材，按规定或使用顺序摆放在适当位置。

5.5.2 地面组装：

5.5.2.1 塔身及横担分段、分片组装在铁塔附近合适的位置，以方便吊装。

5.5.2.2 地面组装时，构件组装应牢固，组装完毕后应设专人用加力扳手再复紧一遍螺栓。各段接头联板及包铁的螺栓不应太紧，以利高空就位连接。

5.5.2.3 组装时，应严格按图纸要求进行组装，特别是螺栓规格、级别；双帽螺栓位置、数量；角钢安装方向、切角的位置、垫片的规格、数量；脚钉的规格、数量、弯钩方向。当出现无法组装的现象时应先查明原因，再进行组装，严禁强行组装。

5.5.3 塔腿段组立：

5.5.3.1 塔腿段主材采用小人字抱杆起立，辅材用人工吊装。

5.5.3.2 塔腿主材可按下述方法进行起立安装：如图 6，把主材放置在合适的位置以便于连接起吊，将主材最下端眼孔与塔脚板上相应的眼孔进行连接，如果最下端眼孔与塔脚板上相应的眼孔进行连接后影响起立时，可先不安装，然后通过人字小抱杆利用人力或机动绞磨起立到位后再安装主材。

5.5.3.3 组立塔腿主材必须注意如下事项：

一般情况下，先组装铁塔腿部，并预留一方不组装以作为抱杆起立用。待腿部三方组立并封装完成，即利用已组立好的塔段起竖抱杆。特殊地形或特殊塔型也可采用先起竖立抱杆，再利用抱杆进行腿部塔材的吊装。

A、当主材长度小于 10 米且重量在 300 公斤内，地形较平坦时，可采用人力将其竖起；

B、当主材长度大于 10 米且重量在 300 公斤以上时，应采用人字抱杆将其竖起；

C、必要时应先竖立小抱杆，再利用小抱杆竖立主材；

5.5.3.4 主材起立角度至 $75^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 时，停止牵引，用控制绳调整、就位主材。主材就位后应及时将联接螺栓紧固。

5.5.3.5 主材最大起立高度不得超过 10 米。

5.5.3.6 当四根主材均就位后，按图 7 所示吊装辅材。吊装辅材时，应在主材上端外角侧打好临时拉线，并在两侧主材上端挂好滑车后，由地面人员用绳索通过滑车将辅材吊起，禁止高空人员直接用绳索提升辅材。

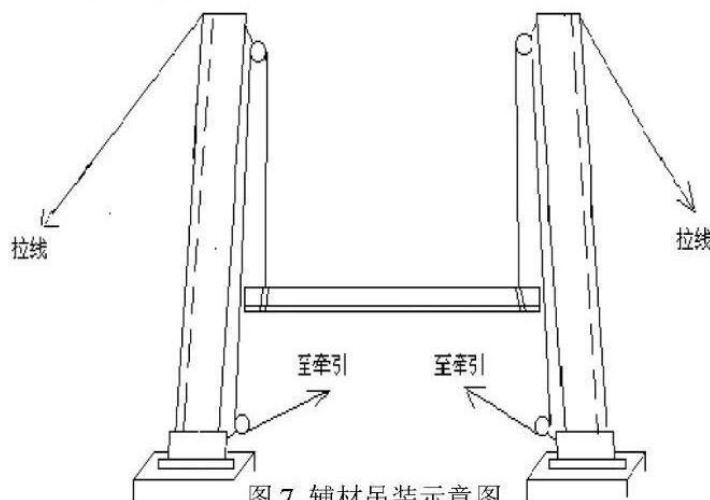


图 7 辅材吊装示意图

5.5.3.7 在吊装辅材时应将有利于组立抱杆的一面开口，待抱杆起立后再进行组装。

5.5.3.8 先竖立抱杆起吊主材的方法：利用小人字抱杆起吊抱杆，拉线和承托绳均固定在塔脚板上，调整抱杆倾斜方向，但不大于 10 度，即可利用起吊系统进行单腿主材的起吊。严禁在基础上固定和布置钢丝绳、套，以免损伤基础。竖立抱杆前必须套上腰环、穿上起吊绳、上拉线、承托绳。

5.5.4 抱杆起立

5.5.4.1 地形条件允许时，将五节抱杆（组合高度 21 米或根据现场情况适当调整）一次组装好，并仔细检查其是否平直、有无裂纹。在弯曲小于 1‰的情况下，可在抱杆连接处加垫片以消除弯曲，但同一点垫片数量不得超过 2 个。

5.5.4.2 在抱杆底部安装起立抱杆制动绳（可用承托钢丝绳替代，承托绳采用 $\phi 17.5$ 钢丝绳），在抱杆顶部安装起立抱杆控制绳（ $\phi 13$ 钢丝绳，用 3t U 型环联接），起吊滑车组（用 5t 单滑车组）、抱杆内拉线。临时拉线

安装在抱杆帽上适当位置，以不妨碍起吊滑车及磨绳为宜。

5.5.4.3 在基面适当的位置布置牵引系统准备起立抱杆，动力采用 5t 机动绞磨（牵引地锚采用 5t 钢地锚，距离铁塔距离大于抱杆高度的 1.2 倍）。起立抱杆时吊点处必须用钢绳将抱杆的四根主材全部包裹，严禁在单根或两根主材上绑扎吊点。

5.5.4.4 工作负责人检查各部位的布置及人员到位情况后，下令开始牵引，当抱杆头部离开地面约 0.5 米时，停止牵引，对抱杆做冲击试验，无异常后，再开始牵引。

5.5.4.5 起立过程中两侧控制绳应松紧适当，根据指挥人员的命令进行收紧及放松。抱杆起立至 $80^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 时，停止牵引，将临时拉线连接在已布置好的拉线地锚上，通过拉线调整好抱杆角度。

5.5.5 抱杆起立后，应完成以下工作：

5.5.5.1 抱杆起立就位后，固定四面临时拉线，及时将铁塔开口面封好、螺栓紧固。

5.5.5.2 装好内（外）拉线，然后再拆除临时拉线。

5.5.5.3 将其它各种设备按要求布置妥当。起吊磨绳不得与塔材、拉线等磨擦；内（外）拉线及承托绳要求有效长度一致，以避免抱杆横向倾斜或受力后扭转。

5.5.5.4 抱杆的提升按 5.4 节的要求执行。特别应注意以下几点：

- a 当抱杆升起高度不能满足起吊及安装塔段时要提升抱杆，抱杆提升前，应将已组塔段的所有螺栓全部紧固，铁件安装齐全。
- b 绑好上腰环及下腰环，使抱杆在铁塔中心位置，上腰环设置在已组塔

身的最上部，下腰环与上腰环间距应不小于 6 米。腰环绳采用 $\Phi 11$ 钢丝套、3 吨 U 型环及 3 吨小双钩，腰环固定方法见图 8。

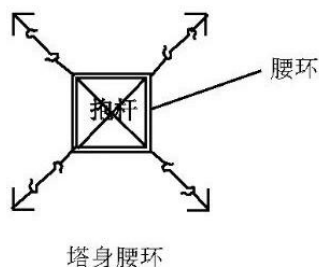


图 8 腰环安装固定示意图

- c 解开内（外）拉线在塔身的绑扎点，启动牵引设备，待承托绳不受力后，解去承托绳在塔身的绑扎点，然后继续开动牵引设备，使抱杆逐步升高。
- d 抱杆提升过程中要用内（外）拉线对抱杆进行控制，防止抱杆向一边倾倒，待抱杆升到起吊位置后，固定好承托系统。
- e 回松牵引设备，使承托系统受力后将内（外）拉线固定在已组立塔身上部或外拉线地锚上，调整内（外）拉线使抱杆正直、四根拉线受力均匀。
- f 承托绳要绑扎固定在铁塔主材与辅材交叉上方。内拉线要绑扎固定在铁塔主材与辅材交叉下方。
- g 松去抱杆提升钢绳，解开上下腰环绳，使腰环绳处于自然状态，打好反向落地拉线，将起吊钢绳恢复到起吊位置，做好起吊准备。

5.5.6 塔身吊装

5.5.6.1 本工程塔身段采用分片或单件吊装，根据塔片结构特点，必要时

对塔片进行补强。

5.5.6.2 因下部根开大，塔段重量大，组立下部分塔身时，可以每根主材连同部分辅材，单腿进行吊装。

5.5.6.3 塔身吊装时，根据其重量决定是否带部分辅材，若带部分辅材后重量不超过组立施工数据表规定的重量时，可考虑带部分辅材，以减少吊装次数。

5.5.6.4 分片吊装时，将塔片组装在线路的前后或左右两侧，带齐或带部分辅材，带辅材的螺栓必须出扣，但不得紧固，即要保证辅材转动灵活，又要保证连接牢固。

5.5.6.5 塔片吊装采用沿塔片横向两点吊，吊点钢绳夹角不得大于 90° 。吊点绑扎及吊装如图。

5.5.6.6 开始起吊时，将构件下部控制绳拉紧，放松上部控制绳，使构件平稳。起吊后调整上下控制绳的力量，使构件缓慢、匀速起吊。

5.5.7 由于横担上部根开较小，中导线及地线支架起吊时，可以采取单片起吊或整体起吊。单片起吊时抱杆处于横担中心，整体起吊时抱杆偏离横担中心外不超过 0.5 米。

5.5.8 导线横担吊装，边相导线横担按左右侧分片或整体吊装。地线横担吊装完毕后，利用地线支架作转向支点吊装导线横担，绑扎位置通过现场试吊确定。

5.5.9 吊装过程中应收紧棕绳，使横担的角铁离开塔身 0.2~0.3m。当横担吊至设计位置时，调整控制绳就位。

5.5.9 抱杆拆除

5.5.9.1 铁塔吊装完毕后，便可进行抱杆的拆除工作，降落抱杆的方法与提升抱杆的方法相似，施工布置如图 11，施工中要注意如下事项。

5.5.9.2 提升抱杆钢丝绳不小于 $\phi 11$ ，各部位滑车不小于 3 吨。

5.5.9.3 将起吊塔段（片）的起吊钢绳，从牵引设备向塔位抽回适当长度。

5.5.9.4 抱杆上端适当位置连接一滑车，将提升抱杆牵引绳的一端固定连接在塔身最上端，该牵引绳分别经过抱杆上端的滑车 1、布置在铁塔上的滑车 2、3 塔脚处的地滑车 4，直至牵引设备。

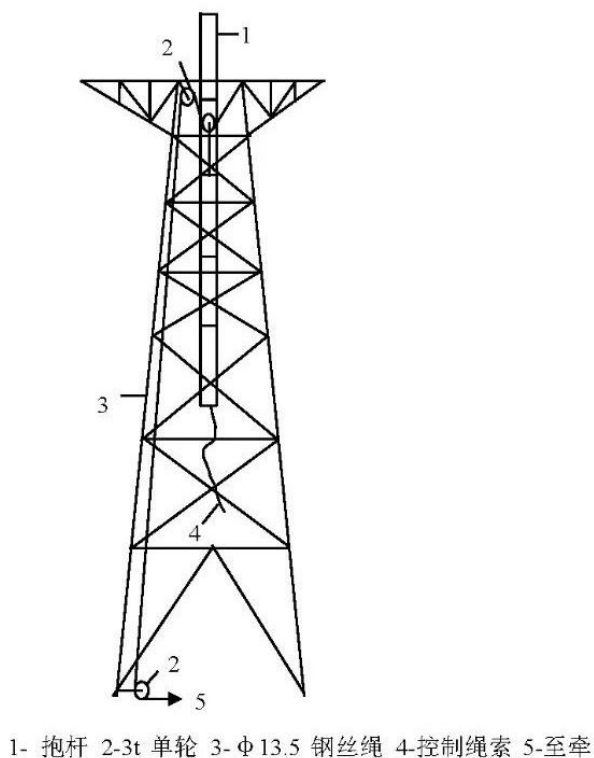


图 11 抱杆拆除示意图

6、铁塔组立施工质量控制点

6.1 铁塔必须严格按施工图进行组装，施工过程中如发现问题应及时向

技术部反映，不得随意变动；

6.2 用螺栓连接构件，应符合下列规定：

6.2.1 螺杆与构件面垂直，螺栓端头平面与构件间不应有空隙。

6.2.2 螺母拧紧后，螺杆露出螺母的长度：对单螺母不应小于两个螺距，对双螺母可与螺杆相平。

6.3 加垫的部位按图纸施工。图纸上未标注垫片但必须加垫时，每端不宜超过两个垫片；

6.4 杆塔部件组装有困难时应查明原因，严禁强行组装。个别螺孔需扩孔时，扩孔部分不应超过 3mm。当扩孔超过 3mm 时，应先堵焊再重新打孔，并应进行防锈处理，严禁用气割进行扩孔或烧孔；

6.5 铁塔组立后，各相邻节点间主材弯曲不得超过 $1 / 800$ ；

6.6 直线塔结构倾斜不得超过 2‰；转角塔挂线后不得向内侧倾斜。

6.7 铁塔构件变形处理：塔材弯曲变形不应超过构件长度的 2‰，且最大弯曲变形量不超过 5mm，若变形超过上述规定范围、而未超过表 6—1 规定时，允许采用冷矫正法进行矫正，矫正后的构件表面不应有洼陷、凹痕、裂纹和硬伤。

表 6-1 采用冷矫正法的角钢变形限度

角钢宽度(mm)	变形极限(‰)	角钢宽度(mm)	变型极限(‰)
40	35	90	15
45	31	100	14
50	28	110	12.7
56	25	125	11
63	22	140	10
70	20	160	9

75	19	200	7
80	17		

6.8 运输、组装及起吊过程中钢丝绳不得直接与塔材接触，起吊时必须将构件包裹、清刷干净，表面不沾有泥土、油渍，保持表面的清洁。

6.9 塔材表面的麻面面积不得超过钢材表面总面积的 10%。塔材镀锌颜色一致，镀锌层不得有面积超过 100mm² 的脱落，小于 100mm² 的脱落只许有一处，出现时应用环氧富锌漆进行防锈处理。

6.10 杆塔连接螺栓应逐个紧固，其扭紧力矩不应小于下表的规定，螺杆与螺母的螺纹有滑牙或螺母的棱角磨损导致扳手打滑的螺栓必须更换。

表 6-2 螺栓紧固扭矩标准

螺栓规格	扭矩值(N.m)		
	4.8 级	6.8 级	8.8 级
M16	80	120	160
M20	150	230	310
M24	250	380	500

7、安全及文明施工控制点：

7.1 凡参加施工的人员，必须通过安全考试合格并接受安全技术交底后方可上岗，熟悉并能严格执行《国家电网公司电力安全工作规程（线路部份）》有关规定。高处作业、机械操作人员均应持证上岗，严禁无证操作。

7.2 进入施工现场人员必须正确佩戴安全帽，穿软底胶鞋。高处作业人员必须系好安全带，安全带必须系在主材或结实牢固的构件上，不得系在附材上，并随时检查是否可靠。高处作业应设安全监护人。

7.3 在施工前应先进行试点，熟悉施工的每一环节，对出现的问题应及时反馈技术部，在问题得到解决，措施完善后，方可进入正常的施工状态。

7.4 铁塔组立现场布置要严格遵守作业指导书的规定，不得任意改动，如现场情况特殊，需作修改时，要取得技术部门的同意。

7.5 铁塔组立所用的各类工器具及设备必须按安全规程要求设置，施工技术和铭牌进行检验，不合格者严禁流入施工现场，每次使用前必须由使用者进行外观检查，不得以小代大或超负荷使用。

7.6 各种施工机械必须进行定期保养、维修，使用前应进行详细检查，以确保性能正常，施工机械要设专人操作，维修和保管，并具有机械操作证，无证人员严禁操作机械；机械运转不正常时，应立即停车，报告工作负责人妥善处理。严禁机械设备、工器具带病工作。

7.7 施工现场必须设立安全施工围栏及文明施工警示牌。

7.8 铁塔组立施工必须坚持三项安全工作制度：班前安全讲话制度、安全工作票制度、安全活动日制度；坚持反三违活动：反违章作业、反违章指挥；反违犯劳动纪律；坚持三不伤害原则：我不伤害自己、我不伤害他人、我不被别人伤害。坚持三交三查，三交：交安全、交任务、交技术。三查：查三保、查衣着、查精神状态。

7.9 塔材大运过程中，必须有专人押车，塔材装车时必须根据运输道路的具体情况合理装车。装车必须对塔材的绑扎情况进行检查，确认无问题后方可上路。

7.10 人力运输塔材时，应保证一定的安全距离，对多人同时运输主材或

钢抱杆时应统一行动并同肩抬放，中间休息时应互相照应，以防将他人伤害，人力运输时严禁流动吸烟。

7.11 运到塔位的塔材应按不段别、组装顺序摆放整齐，保证施工现场整洁、有序。

7.12 高处作业时，传递物件时必须使用小绳，严禁抛掷，应尽量减少双层作业，必须双层作业时，必须设专人监护并互相照应。上层作业人员所用物件必须放置稳妥，防止下落危及下层作业人员的安全。

7.13 绞磨地锚的埋设，埋深必须大于 1.8 米，挖好马道，布置应尽可能远离塔中心的安全地带。使用外拉线组塔时，拉线地锚埋深不小于 1.8 米，且四根拉线夹角均匀布置。严禁用塔腿及塔基周围的树木或石头做锚桩使用。

7.14 抱杆升起且需过夜时，必须打设防风外拉线。外拉线锚固应牢固、可靠。

7.15 提升抱杆时必须采用双腰环，上下腰环间距不小于 6 米，腰环绳应绑扎在已组塔身的节点处（钢丝与塔材接触部位必须用软物进行衬垫），腰环中心线应位于塔身中心，起吊构件时，腰环绳应松弛，不得受力。

7.16 立完塔后应检查防盗螺栓、防松罩安装高度及双帽螺栓的安装位置、安装质量是否符合设计要求，并将地脚螺栓复紧一遍。

7.17 遇有六级以上强风、雷电、浓雾天气、不得进行高处作业。

7.18 本工程均在带电线路附近，进行工作时，距带电体的最小安全距离必须满足下表要求：

项 目 \ 带电体电压等级(kV)	10kV 及以下	35kV~110kV	220kV 及以上
工器具、安装构件等与带电体的距离(米)	2	4	8

7.19 铁塔组立后必须进行接地。

7.20 其它相关安全施工措施按《电力建设安全工作规程》要求执行。

8、铁塔组立劳动力安排

序 号	工 种 人 员	工 作 部 位	数 量	备 注
1	指挥	现场	1	
2	安全员	现场	1	安全监护
3	登高人员	塔上	6~8	
4	普工	地面	14	
5	起重工	绞磨	1	拉绞磨尾绳不少于 2 人
6	普工	夜间值班	2	
7	合 计		25~27	
备注	以上为一个作业点的人员配置，本工程按 3 个作业点考虑			

9、铁塔组立工器具配置表

项目	序号	名 称	规 格	单位	数量	备 注
抱杆系统	1	抱 杆 (钢、铝合金)	500×500mm或 600×600mm	套	6 16	上段一节, 中段四节, 底座一个
	2	人字抱杆	φ 150×9m	付	2	起立塔腿、抱杆及塔片补强用
	3	U型环	10t	个	2	抱杆头悬挂起重滑车用
拉线系统	4	钢丝绳	φ 15.5×18m	根	4	(内拉线用, 两端插套)
	5	钢丝绳	φ 15.5×120m	根	4	(外拉线用, 两端插套)
	6	地锚	5t(钢制)	个	3	1600×400 (外拉线数量为7个)
	7	手扳葫芦	6t	个	2	调整外拉线用和承托绳用
	8	手扳葫芦	3t	个	4	调整内拉线用
	9	U型环	5t	个	20	连接拉线用
腰环系统	10	腰环	500×500mm或 600×600mm	个	2	
	11	钢丝套	φ 11×8m	根	4	腰环用, 两端插套
	12	钢丝套	φ 11×10m	根	4	腰环用, 两端插套
	13	双钩	3t	个	8	腰环用
	14	U型环	3t	个	8	
承托系统	15	承托钢丝绳	φ 18.5×12m	根	4	两端插套, 另配4根 φ 17.5×15m立高塔用
	16	钢丝绳	φ 13.5×150m	根	1	提升抱杆用, 两端插套
	17	钢丝绳	φ 9×0.5m	根	1	提升时连接抱杆用
	18	单轮滑车	5t	个	3	转向, 提升滑车
	19	U型环	10t	个	8	
起吊系统	20	单轮滑车	5t	个	2	吊点动滑车
	21	单轮滑车	5t	个	4	转向
	22	单轮滑车	1.5t	个	6	吊斜材及小塔材
	23	绞磨	5t	台	1	带连接钢丝套
	24	钢丝绳	φ 11×150m	根	2	吊斜材用
	25	钢丝套	φ 17.5×3m	根	4	吊点套, 两端插套

项目	序号	名称	规格	单位	数量	备注
	36	钢丝套	Φ 17.5×6m	根	4	吊点套,两端插套
	27	钢丝套	Φ 17.5×8m	根	4	吊点套,两端插套
	28	钢丝绳	Φ 14.5×300m	根	2	磨绳,一端插套
	29	钢丝套	Φ 15.5×14m	根	2	底滑车转向用,两端插套
	30	U型环	10t	个	10	
	31	钢丝绳	Φ 11×120m	根	4	控制吊物用
	32	棕绳	Φ 14×120m	根	4	吊物用
	33	衬垫方木	Φ 150×500mm	根	12	
其它	34	抬杠		根	若干	根据现场实际需要
	35	衬垫麻袋片			若干	根据现场实际需要
	36	套筒搬手	M16螺栓用	个	2	连接抱杆用
	37	钢锯弓		把	1	
	38	木工锯		把	1	
	39	大剪刀		把	1	
	40	管钳		把	1	
	41	园锉		把	8	
	42	小锤		把	4	
	43	撬杠	1.2m	根	4	
	44	尖撬杠		根	4	就位用
	45	指挥		套	1	红白旗、口哨、对讲机(不少于2台)
	46	工具袋		个	8	
	47	梅花扳手		把		M16、M20、M24各10把
	48	力矩扳手		把	1	
	49	八字环		个	6	
备注	表中所列工具为1个施工作业点的用量,本工程按 3个施工点考虑。					

10、铁塔组立作业危险点分析及其控制措施

作业内容	危险点	控制措施
------	-----	------

作业内容	危险点	控制措施
运输及地面组装	砸伤	1、抬运塔料大主材时，应设一人指挥，步调一致，同起同落； 2、使用的绳索要安全可靠； 3、传递小型工具或材料不得抛掷。
	挤伤	1、在成堆的塔料中选料应由上而下搬动，不得强行抽拉； 2、严禁将手指伸入螺孔找正； 3、组装前必须平整施工场地，清除附近障碍物。
组立杆塔	高空坠落	1、高处作业人员应衣着灵便，穿软底鞋，并正确佩戴个人防护用品； 2、高处作业人员到了作业区域，必须系好安全带（使用附绳），施工过程中应随时检查安全带是否拴牢。 3、高处作业人员在转移作业位置时不得失去保护，手扶的构件必须牢固； 4、作业人员上下塔要沿脚钉或爬梯攀登，在间隔大的部位转移作业位置时，应增设临时扶手，不得沿单根构件上爬或下滑； 5、在霜冻、雨雪后进行高处作业，应采取防滑措施。
	落物伤人	1、全体人员进入施工现场必须正确佩戴安全帽； 2、各种工器具应用小绳传递，要使用的螺栓要集中装袋，用小绳传送； 3、铁件及各种工器具严禁浮搁在杆塔及抱杆上； 4、在起吊过程中，构件的垂直下方不得站人； 5、带上的铺铁必须绑扎牢固，并且必须带平帽； 6、高处作业人员要经常检查所使用的工具套和工具袋，破损的必须更换。

作业内容		危险点	控制措施
		跑磨	1、绞磨应放置平稳，锚固可靠，受力前方不得有人； 2、拉磨尾绳 不应少于 2 人，且应位于地锚坑后面，不得站在绳圈内； 3、绞磨受力时，不得采用松尾绳的方法卸荷； 4、在使用时，必须把绞磨各种自锁装置锁好； 5、开绞磨人员必须持证上岗。
		工器具超负荷使用	1、在使用工器具前必须认真检查，不合格工器具决不能凑合使用； 2、吊装方案和现场布置应符合施工技术措施的规定。
		临时拉线的设置不按施工手册实施	1、绑扎工作应由技工担任； 2、一个地锚上临时拉线不得超过二根； 3、未绑扎固定前不得登高作业。
组立杆塔	外拉线内抱杆组塔	砸伤	1、外拉线内抱杆必须由队长统一指挥，四根临时拉线应均匀放出，每根拉线必须要派一名技工操作； 2、抱杆垂直下方不得有人，塔上人员应站在塔身的安全位置上； 3、抱杆根部与塔身绑扎牢固，抱杆倾斜面不宜超 15 度； 4、起吊过程中，吊件外侧应设控制绳。
	内拉线抱杆组塔		1、提升抱杆时必须设两道腰环，抱杆顶部应设临时拉线控制； 2、起吊过程中腰环不得受力，控制绳应随时放松； 3、抱杆拉线应绑扎在节点的下方，承托绳应绑扎在节点上方，且紧靠节点处。
地锚埋设		地锚埋深不够或夯得不实，不设马道	工作票上注明坑深尺寸，地锚埋设前，派员工测尺检查，深度足够，马道长度足够，回填完毕后，负责人和检查人必须在责任卡上签字。

作业内容	危险点	控制措施
	未经技术人员同意 班组擅自 更改施工方案	对擅自更改者按违章处理，班技术员严格把关，若更改须经项目部技术部门同意。
组 立 杆 塔	分解组塔 超重吊装	施工队技术员必须认真对照施工手册中规定的每吊参数，严格按施工手册施工。
	触电	1、在邻近带电线路附近施工时，起重设备、牵引绳等与带电线路必须保持足够的安全距离或采用绝缘绳； 2、保持不了安全距离时，该线路必须停电； 3、组塔工作因故间断收工时，抱杆不准升起，以防止抱杆倒在带电线路上。
	砸伤	1、工器具的选用必须按施工技术措施的规定进行，主要设备、工器具和主要受力锚桩除应按计算结果选用外，还应进行强度和稳定性试验； 2、现场应设统一指挥系统，指挥信号必须畅通可靠。