



建筑安装工程施工工艺标准系列丛书

发输电工程 施工工艺

山西建设投资集团有限公司 组织编写
张太清 梁波 主 编

中国建筑工业出版社

建筑安装工程施工工艺标准系列丛书

发输电工程施工工艺

山西建设投资集团有限公司 组织编写

张太清 梁波 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

发输电工程施工工艺/山西建设投资集团有限公司
组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2019. 3
(建筑安装工程施工工艺标准系列丛书)
ISBN 978-7-112-23174-4

I. ①发… II. ①山… III. ①发电-电力工程-工
程施工②输电-电力工程-工程施工 IV. ①TM614
②TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 007504 号

本书是《建筑安装工程施工工艺标准系列丛书》之一。该标准经广泛调查研究, 认真总结工程实践经验, 参考有关国家、行业及地方标准规范编写而成。

该书编制过程中主要参考了《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257—2014、《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GB 50147—2010 等标准规范。每项标准按引用标准、术语、施工准备、操作工艺、质量标准、成品保护、注意事项、质量记录八个方面进行编写。

本书可作为工业电气及发输电工程施工生产操作的技术依据, 也可作为编制施工方案和技术交底的蓝本。在实施工艺标准过程中, 若国家标准或行业标准有更新版本时, 应按国家或行业现行标准执行。

责任编辑: 万 李 张 磊
责任校对: 李美娜

建筑安装工程施工工艺标准系列丛书

发输电工程施工工艺

山西建设投资集团有限公司 组织编写

张太清 梁 波 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 19½ 字数: 380 千字

2019年5月第一版 2019年5月第一次印刷

定价: 70.00 元

ISBN 978-7-112-23174-4

(33255)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

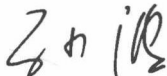
发布令

为进一步提高山西建设投资集团有限公司的施工技术水平，保证工程质量和安全，规范施工工艺，由集团公司统一策划组织，系统内所有骨干企业共同参与编制，形成了新版《建筑安装工程施工工艺标准》（简称“施工工艺标准”）。

本施工工艺标准是集团公司各企业施工过程中操作工艺的高度凝练，也是多年来施工技术经验的总结和升华，更是集团实现“强基固本，精益求精”管理理念的重要举措。

本施工工艺标准经集团科技专家委员会专家审查通过，现予以发布，自2019年1月1日起执行，集团公司所有工程施工工艺均应严格执行本“施工工艺标准”。

山西建设投资集团有限公司

党委书记： 

董事长：

2018年8月1日

丛书编委会

顾 问：孙 波 李卫平 寇振林 贺代将 郝登朝 吴辰先
温 刚 乔建峰 李宇敏 耿鹏鹏 高本礼 杨雷平
贾慕晟 哈成德

主任委员：张太清

副主任委员：霍瑞琴 张循当

委 员：(按姓氏笔画排列)

王宇清 王宏业 平玲玲 白少华 白艳琴 邢根保
朱永清 朱忠厚 刘 晖 闫永茂 李卫俊 李玉屏
杨印旺 吴晓兵 张 志 张文杰 庞俊霞 赵宝玉
要明明 贾景琦 郭 钤 梁 波 董红霞
审 查 人 员：董跃文 王凤英 梁福中 宋 军 张泽平 哈成德
冯高磊 周英才 邢根保 张吉人 贾定祎 张兰香
朱忠厚 刘 晖 白艳琴 李玉屏 李逢春 郭育宏
谢亚斌 赵海生 崔 峻 王永利 王 瑛 王利民

本书编委会

主 编：张太清 梁 波

副 主 编：韩巨虎 王 瑛

主要编写人员：于秀平 王 涛 王 伟 刘 征 任建宝 刘权山
杨吉丰 杨娟香 杜振慧 李晓斌 李 鑫 张永世
董占峰 韩巨虎 嘉喜辉

序

企业技术标准是企业发展的源泉，也是企业生产、经营、管理的技术依据。随着国家标准体系改革步伐日益加快，企业技术标准在市场竞争中会发挥越来越重要的作用，并将成为其进入市场参与竞争的通行证。

山西建设投资集团有限公司前身为山西建筑工程（集团）总公司，2017年经改制后更名为山西建设投资集团有限公司。集团公司自成立以来，十分重视企业标准化工作。20世纪70年代就曾编制了《建筑安装工程施工工艺标准》；2001年国家质量验收规范修订后，集团公司遵循“验评分离，强化验收，完善手段，过程控制”的十六字方针，于2004年编制出版了《建筑安装工程施工工艺标准》（土建、安装分册）；2007年组织修订出版了《地基与基础工程施工工艺标准》、《主体结构工程施工工艺标准》、《建筑装饰装修施工工艺标准》、《建筑屋面工程施工工艺标准》、《建筑电气工程施工工艺标准》、《通风与空调工程施工工艺标准》、《电梯与智能建筑工程施工工艺标准》、《建筑给水排水及采暖工程施工工艺标准》共8本标准。

为加强推动企业标准管理体系的实施和持续改进，充分发挥标准化工作在促进企业长远发展中的重要作用，集团公司于2004年版及2007年版的基础上，组织编制了新版的施工工艺标准，修订后的标准增加到18个分册，不仅增加了许多新的施工工艺，而且内容涵盖范围也更加广泛，不仅从多方面对企业施工活动做出了规范性指导，同时也是企业施工活动的重要依据和实施标准。

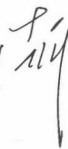
新版施工工艺标准是集团公司多年来实践经验的总结，凝结了若干代山西建设投入的心血，是集团公司技术系统全体员工精心编制、认真总结的成果。在此，我代表集团公司对在本次编制过程中辛勤付出的编著者致以诚挚的谢意。本标准的出版，必将为集团工程标准化体系的建设起到重要推动作用。今后，我们要抓住契机，坚持不懈地开展技术标准体系研究。这既是企业提升管理水平和技术优势的重要载体，也是保证工程质量和安全的工具，更是提高企业经济效益和社会效益的手段。

在本标准编制过程中，得到了住建厅有关领导的大力支持，许多专家也对该标准进行了精心的审定，在此，对以上领导、专家以及编辑、出版人员所付出的辛勤劳动，表示衷心的感谢。

在实施本标准过程中，若有低于国家标准和行业标准之处，应按国家和行业现行标准规范执行。由于编者水平有限，本标准如有不妥之处，恳请大家提出宝贵意见，以便今后修订。

山西建设投资集团有限公司

总经理：



2018年8月1日

前 言

本书是山西建设投资集团有限公司《建筑安装工程施工工艺标准系列丛书》之一。该标准经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国家、行业及地方标准规范,在2007版基础上增加了发输电工程施工工艺,经广泛征求意见修订而成。

该书编制过程中主要参考了《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257—2014、《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GB 50147—2010、《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149—2010、《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168—2006、《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148—2010、《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB 50256—2014等标准规范。每项标准按引用标准、术语、施工准备、操作工艺、质量标准、成品保护、注意事项、质量记录八个方面进行编写。

本标准修订的主要内容是:

- 1 起重机电气装置及母线工程适用范围扩大了,电压等级提高了,相应提高了对安装各个环节施工技术、指标等要求。
- 2 爆炸和火灾危险场所电气装置工程部分增加了术语,修改了相关规定。
- 3 高压电器装置工程部分主要增加了SF₆断路器、空气断路器的安装要求、隔离开关的施工要求、互感器的施工要求、避雷器的施工要求、SF₆组合电器的施工要求。
- 4 增加了同步发电机的施工要求。

本书可作为工业电气及发输电工程施工生产操作的技术依据,也可作为编制施工方案和技术交底的蓝本。在实施工艺标准过程中,若国家标准或行业标准有更新版本时,应按国家或行业现行标准执行。

本书在编制过程中,限于技术水平,有不妥之处,恳请提出宝贵意见,以便今后修订完善。随时可将意见反馈至山西建设投资集团公司技术中心(太原市新建路9号,邮政编码030002)。

目 录

第 1 篇 电气施工标准	1
第 1 章 220kV 及以下架空电力线路施工工艺	1
第 2 章 电缆线路敷设施工工艺	49
第 3 章 二次回路接线施工工艺	62
第 4 章 爆炸和火灾危险场所电气装置施工工艺	68
第 5 章 起重机电气装置施工工艺	79
第 6 章 同步发电机电气安装施工工艺	85
第 7 章 高压母线施工工艺	95
第 8 章 高压断路器施工工艺	108
第 9 章 隔离开关施工工艺	122
第 10 章 互感器施工工艺	136
第 11 章 避雷器施工工艺	144
第 12 章 全封闭式组合电器施工工艺	149
第 2 篇 电气调试标准	163
第 13 章 避雷器调试标准	163
第 14 章 电力变压器调试标准	166
第 15 章 串联谐振耐压试验标准	172
第 16 章 电抗器及消弧线圈试验标准	179
第 17 章 电力电缆试验标准	183
第 18 章 并联电容器试验标准	187
第 19 章 断路器试验标准	190
第 20 章 发电机本体静态试验标准	197
第 21 章 高压电动机试验标准	202
第 22 章 高压电器设备介损试验标准	206
第 23 章 隔离开关、负荷开关及高压熔断器试验标准	212
第 24 章 电流、电压互感器试验标准	216

第 25 章	交流工频耐压试验工艺	222
第 26 章	直流耐压及泄漏电流试验工艺	226
第 3 篇	仪表施工工艺	231
第 27 章	就地检测仪表及控制仪表施工工艺	231
第 28 章	仪表管路施工工艺	238
第 29 章	仪表盘、箱、柜施工工艺	247
第 30 章	仪表线路施工工艺	253
第 4 篇	仪表调试标准	265
第 31 章	分析仪表调试标准	265
第 32 章	流量仪表调试标准	269
第 33 章	调节类仪表调试标准	273
第 34 章	温度仪表调试标准	280
第 35 章	压力仪表调试标准	284
第 36 章	液位仪表调试标准	291
第 37 章	仪表回路调试标准	295

第 1 篇 电气施工标准

第 1 章 220kV 及以下架空电力线路施工工艺

本工艺标准适用于 220kV 及以下架空电力线路铁塔基础、铁塔组立、输电线路、地线、导线架设的安装工程。

1 引用文件

《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》GB 50233—2014

2 术语

2.0.1 架空电力线路 overhead power line

用绝缘子和杆塔将导线及地线架设于地面上的电力线路。

2.0.2 档距 span length

两相邻杆塔导线悬挂点间的水平距离。

2.0.3 对地距离 ground clearance

在规定条件下，任何带电部分与地之间的最小距离。

2.0.4 耐张段 section of an overhead line

两耐张杆塔间的线路部分。

2.0.5 垂直档距 weight span

杆塔两侧导线最低点之间的水平距离。

2.0.6 弧垂 sag

一档架空线内，导线与导线悬挂点所连接直线间的最大直距离。

2.0.7 杆塔 support structure of an overhead line

通过绝缘子悬挂导线的装置。

2.0.8 根开 root distance

两电杆根部或塔脚之间的水平距离。

3 施工准备

3.1 基础工程施工准备

3.1.1 材料准备

砂子、石子、水泥、水、钢筋、模板、钢管、扎丝、铁丝。

3.1.2 机械准备

混凝土搅拌机、振动棒、钢筋切割机、电焊机、木工锯、大锤。

3.1.3 检测设备

钢卷尺（20m）、钢卷尺（5m）、水平尺、经纬仪、水准仪。

3.1.4 作业条件

- 1 施工地树木、杂草等障碍物处理完毕，达到场地平整要求；
- 2 线路复测完成，基坑位置确定；
- 3 临时施工道路修筑完成、施工材料机械到位。

3.2 外拉线内悬浮抱杆组塔施工准备

3.2.1 材料

塔材、铝镁合金抱杆、承托绳（ $\phi 19\text{mm}$ ）、起吊绳（ $\phi 13.5\text{mm}$ ）、外拉线（ $\phi 13.5\text{mm}$ ）。

3.2.2 机械与工具

卷扬机、起吊滑车、地滑车、地锚（3t）。

3.2.3 作业条件

- 1 施工人员应熟悉并掌握设计图纸和施工方案。
- 2 清理施工场地，保证无施工障碍物。
- 3 对基础顶面高差（或主角钢顶面）和工器具进行施工前的检查，保证基础型和塔型无误，工器具无朽、无伤且满足施工要求并填写转场检查表。
- 4 清点塔材并按顺序排列整齐。
- 5 施工人员合理组织，分工明确。

3.2.4 现场布置

如图 1-1、图 1-2：1号、2号、3号、4号为抱杆拉线，对地夹角在抱杆最高时不大于 45° ，用3t地锚，埋深1.6m。

3.2.5 周围地形高差比较大的塔位，为了便于起吊过程中控制起吊构件与塔身的距离，以及便于吊件就位，要求在起吊侧设置3t控制绳地锚，并在控制绳尾端配用滚杠。

3.2.6 当起吊重量超过1000kg时，必须在起吊构件上安装5t动滑车（1-1回头滑车）。

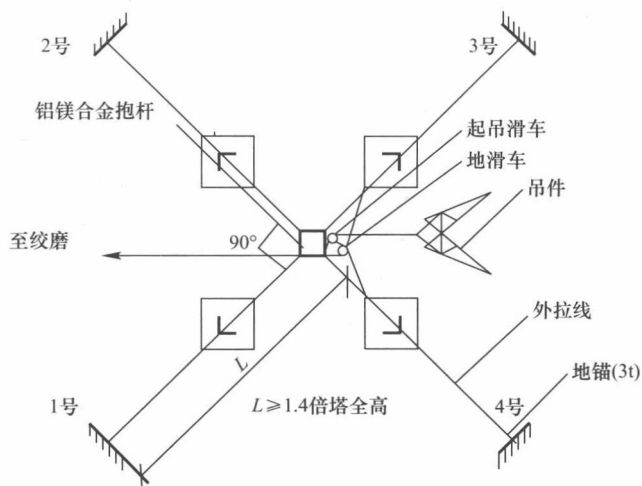


图 1-1 外拉线悬浮抱杆分解组塔平面布置示意图

(注：相邻拉线夹角如受地形限制不满足 90° 时，最大偏转角度不允许超过 $\pm 20^\circ$)

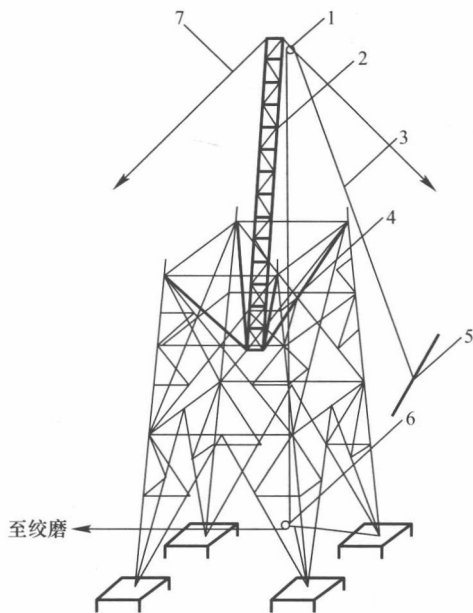


图 1-2 外拉线悬浮抱杆分解组塔示意图

- 1—起吊滑车 (5t)；2—铝镁合金抱杆 ($0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 23\text{m}$)；3—起吊绳 ($\phi 13.5\text{mm}$)；
4—承托绳 ($\phi 19\text{mm}$)；5—吊件；6—地滑车 (5t)；
7—外拉线 ($\phi 13.5\text{mm}$)

3.3.3 抱杆的选择及布置

1 抱杆的构成

抱杆由朝天滑车、朝地滑车及抱杆本身构成。在抱杆两端设有连接拉线系统和承托系统用的抱杆帽及抱杆底座。

朝天滑车连接于抱杆帽，其主要作用是穿过起吊绳以提升铁塔塔片并将起吊重力沿轴向传递给抱杆。单片组塔法用单轮朝天滑车，双片组塔法用双轮朝天滑车。抱杆帽与抱杆的连接，一般采用套接力式。朝天滑车能在抱杆顶端围绕抱杆中心线水平旋转，以适应起吊绳在任何方向都能顺利通过。

朝地滑车连接于抱杆底座，其作用是提升抱杆。

抱杆分段应用内法兰连接，以便在提升抱杆时，能顺利通过腰环。如果为外法兰接头，提升抱杆过程中，接头通过应有防卡阻的措施。

2 常用的内拉线抱杆

木抱杆 $400\text{mm} \times 9 \sim 12\text{m}$ ，适用于吊装 110kV 及以下线铁塔，限吊质量 1500kg 以下。

薄壁钢管抱杆 $\phi 250\text{mm} \times 15 \sim 18\text{m}$ ，分段内法兰，适用于吊装 $220 \sim 500\text{kV}$ 线路铁塔，限吊质量 1500kg 以下。

铝合金抱杆 $400\text{mm} \times 15 \sim 18\text{m}$ ，分段内法兰，适用于吊装 220kV 线路铁塔，限吊质量 1000kg 以下。

铝合金抱杆 $500\text{mm} \times 21\text{m}$ ，分段内法兰，适用于吊装 $220 \sim 500\text{kV}$ 线路铁塔，限吊 1500kg 以下。

钢抱杆 $500\text{mm} \times 21 \sim 24\text{m}$ ，适用于吊装 500kV 线路铁塔，限吊质量 2500kg 以下。

3 抱杆的长度

根据吊装铁塔的分段长度及根开尺寸，选择适宜的抱杆长度。

抱杆在塔上位置示意如图 1-5 所示，抱杆露出已组塔段的长度 L_1 及插入已组塔段的长度 L_2 应保持一定比例。一般经验是： $L_1 : L_2 = 7 : 3$ 。为了方便构件（即塔片）安装就位，抱杆可以稍向起吊的构件侧倾斜，其倾角不应大于 10° 。

抱杆上部长度 L_1 应满足吊装构件就位的需要，抱杆下部长 L_2 应满足承托绳与相对的承托绳间夹角小于 90° 的要求。

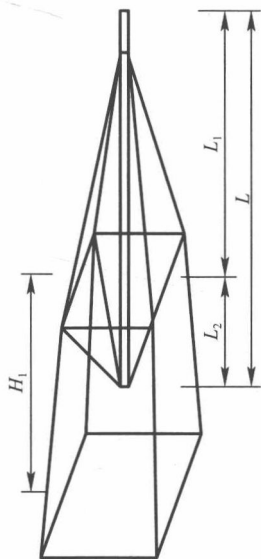


图 1-5 抱杆位置

3.3.4 抱杆拉线的布置

抱杆拉线是由四根钢丝绳及相应索具组成。拉线的上端通过卸扣固定于抱杆帽的拉环，下端用索卡或卸扣分别固定于已组塔段四根主材上端节点的下方。

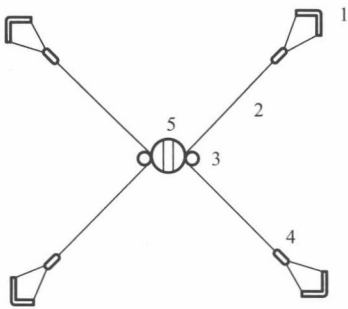


图 1-6 承托系统布置平面

1—塔段主材；2—承托钢丝绳；

3—平衡滑车；4—双钩；5—抱杆座

拉线与塔身的连接点应选在分段接头处的水平段附近，或颈部 K 节点（指酒杯形铁塔）的连接板附近。挂拉线的主材处宜设置挂板或预留施工孔。

3.3.5 承托系统的布置

抱杆的承托系统由承托钢丝绳、平衡滑车和双钩等组成。承托系统布置平面如图 1-6 所示。

承托绳由两条钢绳穿过各自的平衡滑车，其端头直接缠绕在已组塔段主材节点的上方，用卸扣锁定，也可以通过专用夹具或尼龙吊带固定于铁塔主材上。承托绳在已组塔段上的绑扎点，应

选择在铁塔水平材节点上方，或者颈部的 K 节点处附近。

为了保持抱杆根部处于铁塔结构中心，两条承托绳的长度应相等。

两平衡滑车根据起吊构件位置可以前后或左右布置。当被吊构件在塔的左、右侧起吊时，平衡滑车应布置在抱杆的左、右方向；当被吊构件在塔的前、后侧起吊时，平衡滑车应布置在抱杆的前、后方向。该布置方式可使抱杆的承托绳受力均匀及防止抱杆在提升过程中沿平衡滑车位移。

当承托绳选用规格较大时，可不用平衡滑车，即用 4 条独立的钢丝绳分别挂于已组塔体的 4 根主材上。采用此布置方式时，要求 4 条承托绳应等长，连接方式应相同，使 4 条承托绳受力均匀。

3.3.6 起吊绳的布置

1 单片组塔时，起吊绳是由被吊构件经朝天滑车、腰滑车、地滑车引到机动绞磨间的钢丝绳双片组塔时，起吊绳经过 2 个地滑车之后还应通过平衡滑车。

2 单片组塔时，起吊绳同时也是牵引绳。为了方便论述及计算起见，起吊绳与牵引绳区分如下：以抱杆的起吊滑车（即朝天滑车）为界，起吊构件侧为起吊绳，牵引动力侧为牵引绳。双片组塔时，起吊绳与牵引绳通过平衡滑车相连接。

3 起吊绳的规格。应按每次最大起吊质量选取。当起吊质量在 1000kg 以下时，起吊钢绳选用 11mm 规格；起吊质量在 1000~1500kg 时，选用 12.5mm 规格；起吊质量大于 1500kg 时，应使用复式滑车组。

3.3.7 牵引设备的布置

内拉线抱杆组塔时，牵引设备选用 30kN 级机动绞磨或手扶拖拉机机动绞

磨。牵引设备的锚固：在坚土地质条件下，应使用二联角铁桩；在软土地质条件下，应使用螺旋地钻；在各种土质条件下均可使用钢板地锚。

绞磨应尽可能顺线路或横线路力向设置且与起吊构件方向约呈垂直线方向。在起吊构件过程中，绞磨机手应能观测到起吊构件。绞磨距塔位中心的距离应不小于1.5倍的抱杆长度且不小于20m。

3.3.8 攀根绳和调整绳的布置

1 攀根绳是绑扎在被吊塔片下端的绳，其作用是控制被吊塔片不与已组塔体相触碰。攀根绳受力的大小，对抱杆、拉线系统及承托系统的受力均有直接影响。而攀根绳与地面间的夹角大小，直接影响着自身的受力，一般要求夹角不大于 45° 。

攀根绳规格应根据计算确定。一般经验是：被吊构件质量小于500kg，且攀根绳对地夹角小于 30° ，选用棕绳规格应不小于 $\phi 18\text{mm}$ ；被吊构件大于500kg或由于地形限制，攀根绳对地夹角小于 30° 时，应选用 $\phi 11\text{mm}$ 或 $\phi 12.5\text{mm}$ 钢绳。

当构件组装后的根开小于2m时，攀根绳一般用一条，用V形钢绳套与被吊塔片相连接。攀根绳必须连在V形套的顶点处。当构件的根开大于2m时，宜使用2条攀根绳，且按八字形布置。

2 调整绳（也称上控制绳）是绑扎在被吊塔片上端的绳，其作用是调整被吊构件的位置及协助塔上操作人员就位时对孔找正。正常起吊构件时，调整绳不受力，处于备用状态。调整绳一般用2条，分别绑于被吊塔片两侧主材上端。当塔片较宽时，为协助塔片就位，也可以用4条，2条绑在主材上端，2条绑在主材下端。通常选用16~20mm的棕绳。

3.3.9 底滑车和腰滑车的布置

1 腰滑车是为了合理引导牵引绳走向，避免牵引绳与塔段或抱杆相摩擦所设置的一种转向滑车。

腰滑车应布置在已组塔段上端接头处（起吊构件对侧）的主材上。固定腰滑车的钢绳套越短越好，以增大牵引绳与抱杆轴线间的夹角，从而减小抱杆受力。

2 底滑车（也称地滑车）是将通过铁塔内的牵引绳引向塔外，直至绞磨，起转向作用。若为双片吊塔时，两条牵引绳引至塔外穿过平衡滑车后与总牵引绳相连接。

底滑车通过钢丝绳固定在靠近地面的3根或4根塔腿主材上，基础不需加固。在特殊地质、地形条件下，为防止铁塔基础受力损伤，可在牵引方向的相反侧，增设一根或两根（地质松软时用两根）角铁桩，以加固基础。角铁桩与塔腿间用钢绳及双钩连接，起吊构件前收紧双钩。