



Practical Technology and Calculation
of Tension Stringing of Transmission Line

输电线路张力架线

实用技术与计算

李君章 编著

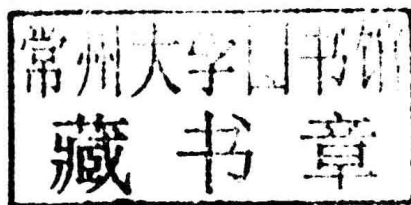


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

Practical Technology and Calculation
of Tension Stringing of Transmission Line

输电线路张力架线 实用技术与计算

编著 李君章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书针对张力架线施工中的张力放线施工、弧垂观测及紧线施工、跨越施工等主要工序进行深入分析,提出了实用的施工方法和计算方法,方便施工现场使用和掌握。内容主要包括输电线路张力架线基本知识,放线作业图的制作,张力放线过程及牵张力计算,放线滑车受力计算及悬挂,张力放线主要工器具的选择,布线施工计算与技术,特殊放线方式的计算与技术,弧垂计算、观测及调整,紧挂线及附件安装计算与技术,跨越施工计算与技术。

本书可供从事高压架空输电线路施工、运行技术人员和管理人员参考使用,也可供输电线路相关专业大中专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

输电线路张力架线实用技术与计算 / 李君章编著. —北京: 中国电力出版社, 2018.1
ISBN 978-7-5198-0942-3

I. ①输… II. ①李… III. ①输电线路—架线施工 IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 165711 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 乔 莉 (010-63412535) 盛兆亮

责任校对: 马 宁

装帧设计: 左 铭

责任印制: 吴 迪

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

版 次: 2018 年 1 月第一版

印 次: 2018 年 1 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 15

字 数: 367 千字

定 价: 50.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

本书是在我国近年来输电线路架线施工经验的基础上,从施工实际应用出发而编写的。提出了利用平断面图制作放线作业图,细化张力放线过程计算,详尽分析了张力放线系统主要设备及工器具受力,有助于合理选择工器具;提出了放线滑车状态图的绘制,给出了放线滑车上扬、碰塔等问题的应对措施;较为系统地分析了张力架线中弧垂观测及调整中的相关计算及常见问题的应对措施,有助于指导现场实际施工;针对钢管跨越架、承力索跨越网两种跨越方式进行了深入分析,给出了计算方法,有助于提高跨越施工安全。

本书不但推导了主要计算公式,而且量化分析了主要公式实际计算结果,有助于加深对架线施工的理解。对较为复杂的公式列出适合编写计算程序的流程表,方便编写实用的计算程序。主要适用于 220kV 及以上高压、超高压、特高压输电线路架线施工。对于输电线路的运行、维护、设计、教学也具有一定的参考价值。

本书共分十章:第一章为输电线路张力架线基本知识,主要包括输电线路张力架线概述及涉及的计算;第二章为放线作业图的制作,主要包括平断面图、放线曲线、放线作业图的制作;第三章为张力放线过程及牵张力计算,主要包括张力放线过程、牵张力计算、牵放过程细化计算;第四章为放线滑车受力计算及悬挂,主要包括放线滑车基本要求及类型、放线滑车荷载计算、放线滑车状态、放线滑车悬挂;第五章为张力放线主要工器具的选择,主要包括牵张设备选择、各级绳及连接器选择、放线滑车选择;第六章为布线施工计算与技术,主要包括布线概念及相关计算、布线方法及线长控制、导线混合展放;第七章为特殊放线方式的计算与技术,主要包括牵张场转向设置相关计算、环形放线施工技术、对牵法长距离张力架线施工技术、连续下坡段张力放线特征及应对措施;第八章为弧垂计算、观测及调整,主要包括设计弧垂计算、观测弧垂计算、弧垂观测方法、弧垂调整计算、连续上下山弧垂计算、弧垂观测中常见问题;第九章为紧挂线及附件安装计算与技术,主要包括紧挂线受力计算及工器具选择、提线荷载受力计算及工器具选择、附件安装相关计算;第十章为跨越施工计算与技术,主要包括风偏相关计算、钢管跨越架相关计算、承力索跨越网相关计算。

本书由河南送变电工程公司李君章编写,在编写过程中得到了河南送变电工程公司总经理胡志华、党委书记张军、总工程师刘万东等领导的关怀和指导,并提出了宝贵的修改意见,在此,对于在本书编写中给予帮助的相关人员表示感谢。

限于编者水平和编写经验,书中疏漏和不足在所难免,望读者批评指正。

前言

第一章 输电线路张力架线基本知识	1
第一节 输电线路张力架线概述	1
第二节 张力架线施工相关计算	3
第二章 放线作业图的制作	7
第一节 平断面图概述	7
第二节 放线曲线	11
第三节 放线作业图的制作	26
第三章 张力放线过程及牵张力计算	30
第一节 张力放线过程	30
第二节 牵张力计算	32
第三节 牵放过程细化计算	43
第四章 放线滑车受力计算及悬挂	50
第一节 放线滑车基本要求及类型	50
第二节 放线滑车荷载计算	51
第三节 放线滑车状态	58
第四节 放线滑车悬挂	61
第五章 张力放线主要工器具的选择	65
第一节 牵张设备选择	65
第二节 各级绳及连接器的选择	70
第三节 放线滑车选择	72
第六章 布线施工计算与技术	75
第一节 布线概念及相关计算	75

第二节	布线方法及线长控制	78
第三节	导线混合展放	81
第七章	特殊放线方式的计算与技术	84
第一节	牵张场转向设置相关计算	84
第二节	环形放线施工技术	88
第三节	对牵法长距离张力架线施工技术	91
第四节	连续下坡段张力放线特征及应对措施	92
第八章	弧垂计算、观测及调整	97
第一节	设计弧垂计算	97
第二节	观测弧垂计算	104
第三节	弧垂观测方法	107
第四节	弧垂调整计算	118
第五节	连续上下山弧垂计算	121
第六节	弧垂观测中常见问题	129
第九章	紧挂线及附件安装计算与技术	170
第一节	紧挂线受力计算及工器具选择	170
第二节	提线荷载受力计算及工器具选择	180
第三节	附件安装相关计算	182
第十章	跨越施工计算与技术	192
第一节	风偏相关计算	192
第二节	钢管跨越架相关计算	208
第三节	承力索跨越网相关计算	222
参考文献		234

输电线路张力架线基本知识

第一节 输电线路张力架线概述

一、张力架线定义及特征

1. 张力架线定义

张力架线是在我国建设 500kV 超高压输电线路工程时发展起来的一种新型架线施工工艺，通过几十年的不断探索、改进与创新，已积累了丰富的施工经验，施工工艺更加成熟，施工方法更加简单。全国各大送变电施工企业都配有成套的张牵设备及工器具，并有熟练的施工作业人员。500kV 及以上架空输电线路导线均采用一牵多展放方式进行导线张力放线，并采用与张力放线相配套的工艺进行紧线、挂线、附件安装等作业，整套架线施工方法就称为张力架线。

利用牵引机、张力机及一系列的配套工器具（如走板、放线滑车、牵引绳、导引绳、连接器等）展放导线、地线，使其在展放过程中离开地面和障碍物呈架空状态的放线方法称为张力放线。

2. 张力架线的基本特征

输电线路张力架线具有以下基本特征：

（1）导线在架线施工全过程中处于架空状态，可避免导线与地面摩擦致伤，减轻运行中的电晕损失及对无线电系统的干扰，提高导线施工质量。

（2）以施工段为架线施工的单元工程，放线、紧线等作业在施工段内进行。

（3）施工段不受设计耐张段限制，可将直线塔作施工段起止塔，在耐张塔上直通放线。

（4）在直线塔上紧线并作直线塔锚线，凡直通放线的耐张塔也可直通紧线。

（5）在耐张塔上高空压接、平衡挂线，避免施工人员长距离出线安装卡线器的操作，避免导线由于外力作用而产生的强制弯曲，安全可靠、工效高、节约导线且可保证导线的安装质量。

（6）耐张塔划印采用比试法，断线尺寸精确，减少操作过程中的误差，提高施工效率。

（7）同相子导线同时展放、同时收紧，减少导线蠕变对运行线路的影响且工艺规范。

（8）悬空展放导引绳，可减少输电线路施工中青苗、果树、暖棚等地面附着物的损坏，缓解跨越物繁多、展放导引绳困难的现状。

(9) 施工作业高度机械化、速度快、工效高。用于跨越江河、公路、铁路、经济作物区、山区、泥沼、河网地带等复杂地形条件，更能取得良好经济效益。

二、张力架线作业内容

张力架线的主要作业内容包括准备工作、导地线张力放线、导地线紧线、附件安装等，如图 1-1 所示。

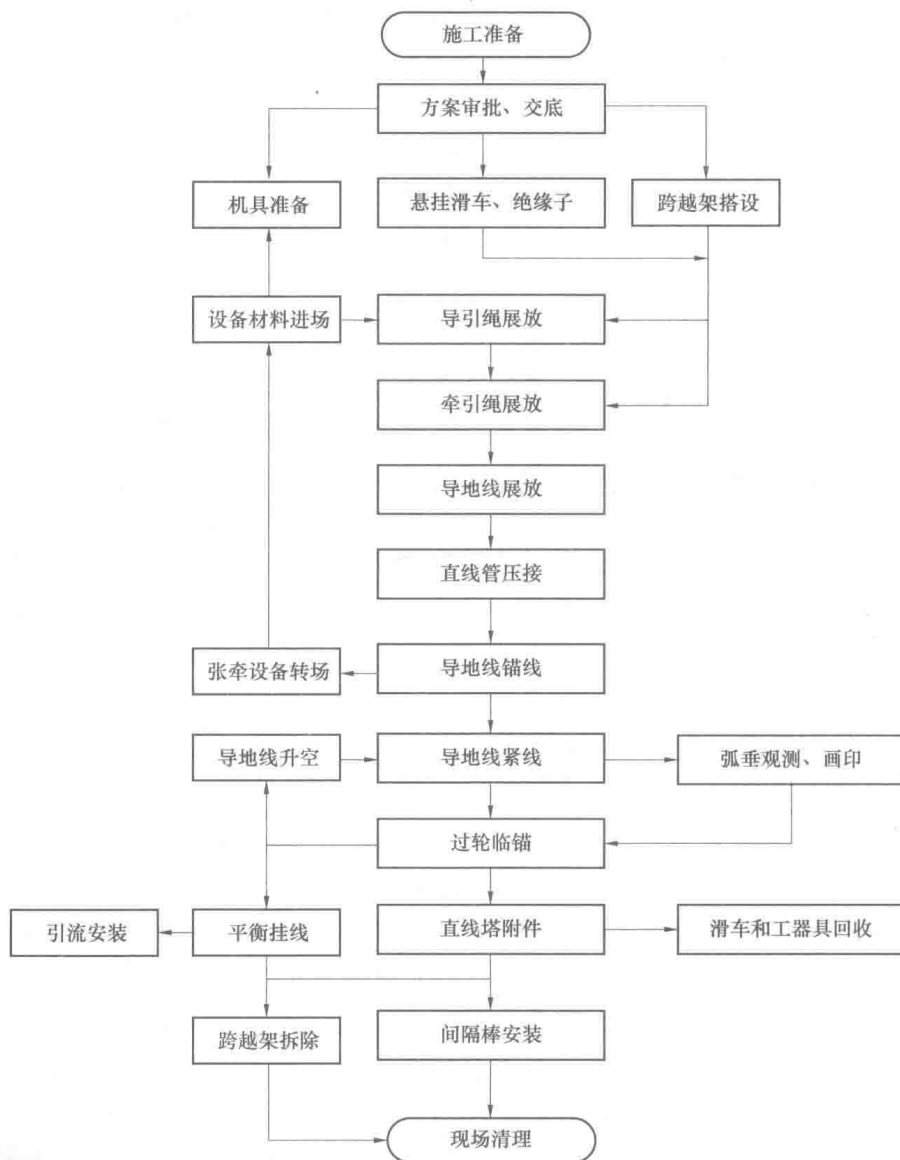


图 1-1 张力架线作业内容

1. 准备工作

(1) 架线分部工程开工前的准备。在架线分部工程开工前所做的准备工作主要包括施工线路全线调查、放线段选定、架线技术方案准备、技术培训和交底、架线设备及工器具准备、架线材料准备、必要的工程试验（如压接试验、工器具进场试验）。架线技术方案一般包括导地线架线施工技术方案、液压施工作业指导书、光缆架设施工技术方案、导地线弧垂表、跨

越方案等。

(2) 放线段放线前的准备。放线段放线前的施工准备, 主要包括树木砍伐、房屋拆迁、跨越架搭设、被跨越物的处理、牵张场进场、材料运输、放线滑车悬挂、地锚埋设等。尤其是跨越高速公路、铁路、电力线等重要跨越时, 需要提前办理相关跨越手续和报送跨越施工计划。

2. 导地线展放

导线的展放方法如下:

(1) 导引绳展放。一般采用飞行器腾空展放初级导引绳, 将初级导引绳放入放线滑车内, 由初级导引绳逐级展放后面的各级导引绳, 当展放规格达到一定值时, 可以采取一牵多的方式展放多根导引绳, 然后逐基进行分绳, 保证每个放线滑车内均有导引绳。

(2) 展放牵引绳。在分绳完毕后, 可以采取一牵一方式, 逐级牵引导引绳, 当达到一定规格时, 采用一牵一方式牵引牵引绳, 展放完毕后, 收紧牵引绳, 保持对地、对跨越物的安全距离。

(3) 展放导线。在张力场, 由牵引绳通过走板连接从张力机引出的导线; 在牵引场, 将牵引绳倒至牵引机上, 进行导线牵引, 牵引过程中, 需要进行换盘、压接接续管、更换牵引盘等操作。放线过程中, 放线滑车也要进行处理, 如上扬塔需要压线, 转角塔需要预倾斜, 碰塔时需要采取对应措施。导线应牵引至指定位置。

(4) 锚线。导线牵引到指定位置, 调整牵张力, 保证导线对地、对跨越物的安全距离, 将导线锚固于地锚上。

地线的展放方法与导线基本相同。

3. 导地线紧线

张力放线完毕后, 一般导地线的弧垂还不能满足要求, 需要采用工器具收紧导线, 直至弧垂观测达到设计值。

4. 附件安装

紧线完毕后, 需要进行附件安装作业, 主要包括:

(1) 耐张塔平衡挂线作业。主要包括高空临锚、平衡挂线、耐张线夹压接及连接、均压环、屏蔽环、防振锤等金具安装。

(2) 直线塔附件安装。一般包括直线塔线夹安装、防振锤以及均压环、屏蔽环、重锤片安装。

(3) 跳线安装。在耐张塔挂线和直线塔附件安装完毕后进行跳线安装。

(4) 间隔棒安装。直线塔附件安装完毕后, 即可进行间隔棒安装。

5. 质量检查和现场清理

质量检查一般包括三级自检、监理初检、竣工验收等工序。检查完毕后及时消除缺陷, 确保无缺陷移交。

现场清理主要包括跨越架拆除、牵张场撤场等。

第二节 张力架线施工相关计算

一、张力放线相关计算

张力放线过程是一个动态过程, 一般简化成静力计算模型, 利用计算模型求解出张力放

线系统中涉及的主要设备、工器具、材料的受力,主要是牵张设备、导地线及绳索、放线滑车等主要元件的受力。只有在详尽掌握各主要元件受力的基础上,才能科学合理地选择工器具,提前处理存在问题的特殊点,及时发现施工过程中的异常情况,保证放线施工质量及放线施工安全,提高放线施工效率。

1. 牵张设备受力计算

张力机和牵引机的合理选择关系到放线施工安全和效率,牵张设备的选择必须建立在牵张设备受力计算的基础上,要求牵张设备额定受力均大于计算受力。

(1) 张力机出口张力计算。张力机出口张力主要与控制档内的地面及跨越物,控制档与张力机间的高差、放线滑车个数等有关。张力机出口张力不得小于控制档要求的张力机出口张力,满足对地及对跨越物安全距离是张力机出口张力控制的最低要求。在走板快到位时需要加大放线张力,尽量减少余线。但出口张力值也不能过大,超过一定值时,将会造成其他设备及工器具、导地线受力超过允许值。因此,在实际施工时,张力机出口张力不能过小,也不能过大。

张力机额定张力应大于计算的最大张力,同时应考虑走板快到位状态下的施加张力的情况。

(2) 牵引机牵引力计算。牵引机牵引力与张力机出口张力、过放线滑车个数、高差等有关,影响因素较多,计算相对复杂。牵引力计算结果方便牵引机操作手掌控,可以及时发现可能存在的异常情况,避免事故的发生。

牵引机额定牵引力应大于计算出的最大牵引力,保证在该种情况下持续牵引。

2. 导地线及绳索受力计算

(1) 导引绳及牵引绳受力计算。导引绳及牵引绳的受力也与张力机出口张力、走板或连接器的位置、放线滑车个数、放线滑车摩擦系数、高差等有关。实际施工时需要计算出牵引状态和展放状态下的受力情况,确保工器具选择合理。

(2) 导地线受力计算。在导地线展放和紧线过程中,要求导地线受力必须小于导地线的最大允许受力。导地线的受力与绳索受力基本一致,但主要考虑走板快到位时施加张力情况下的受力。

3. 放线滑车受力计算

(1) 放线滑车荷载计算。放线过程中放线滑车主要承受垂直荷载、水平荷载等,根据不同的放线过程,分别计算出放线滑车的荷载情况,方便选择和校核放线滑车强度。

(2) 放线滑车状态计算。根据放线滑车的荷载,计算出放线滑车的上扬及转角塔是否碰塔等特殊情况,方便护线人员提前采取措施,避免放线时的故障发生,保证放线施工顺利进行。

(3) 放线滑车悬挂处理。根据放线滑车的状态情况,提出对应的处理措施。主要是双滑车的悬挂、上扬的处理,碰塔的处理等情况。

4. 布线计算

通过线长计算、布线设计和实际放线控制,精确控制接续管的位置,保证接续管位置满足设计及规范要求,同时还应兼顾节约导线。

二、弧垂观测与调整计算

在张力放线完成后,导地线的施工弧垂还没有达到设计要求,需要进行紧线操作,紧线

操作时需要根据实际情况采用对应观测方法观测施工弧垂, 确保紧线达到对应的弧垂值。主要涉及的计算有:

(1) 设计弧垂计算。设计弧垂计算就是根据设计确定的气象条件和导地线的机械特性, 以最严重工况为控制条件, 确定不同档距、不同温度下的施工弧垂值, 考虑初伸长的影响后, 给出对应的弧垂表或弧垂曲线。对应的弧垂表或弧垂曲线均由设计提供。

(2) 观测弧垂计算。根据实际代表档距查取弧垂表或弧垂曲线, 求出该代表档距不同温度下的弧垂, 然后计算出对应的观测弧垂。

(3) 弧垂观测方法。根据现场条件采用不同的弧垂观测方法进行弧垂观测, 一般有等长法、异长法、角度法等测量方法。

(4) 弧垂调整计算。当弧垂超差时, 需要对弧垂进行调整, 弧垂调整需要计算加长或缩短线长, 保证一次调整成功。

(5) 连续上下山弧垂计算。当地形为连续下坡或连续上坡时, 在放线滑车内的导地线弧垂特性与最终在线夹内时的弧垂特性不同, 需要按照在放线滑车内导地线的弧垂特性进行弧垂观测, 然后按照对应的移印值进行附件安装才能确保最终在线夹内的弧垂满足设计要求。

三、紧线及附件安装相关计算

1. 紧线相关计算

紧线的相关计算包括:

(1) 导地线紧线计算。在放线完毕后, 需要进行紧线操作, 紧线时导地线受力大于放线张力, 应根据实际计算合理选取对应的工器具, 确保紧线施工安全。

(2) 导地线挂线计算及工器具选择。在导地线紧线、画印、压接完毕后, 需要将耐张线夹挂在耐张串的金具上, 一般需要过牵引一定的量, 一般过牵引的力量较紧线力量大, 为此, 应重点校核挂线过牵引时的受力, 确保工器具选择合理, 确保施工安全。

(3) 挂线时耐张串内外串调整计算。一般转角耐张塔的横担挂点是平行于横担中心线的, 当耐张串为多联双挂点时, 由于转角度数的影响, 内外串金具的长度不相等, 需要计算出对应的差值, 保证耐张串导线端长度一致。

2. 附件安装相关计算

附件安装的相关计算包括:

(1) 提线荷载计算。在悬垂塔附件安装时, 需要根据不同的高差、档距等情况计算出对应的提线荷载, 按照提线荷载选择对应的提线工器具。

(2) 跳线安装计算。跳线安装时的计算主要是跳线线长的计算, 保证跳线下料线长满足实际需要。

(3) 间隔棒安装计算。间隔棒安装计算主要是涉及次档距内线长的计算, 保证各次档距满足规范要求。

(4) 悬垂线夹铝包带计算。悬垂线夹与导地线连接时, 一般采用铝包带, 需要提前计算出铝包带长度, 保证下料长度满足实际需要。

四、跨越施工相关计算

跨越重要跨越物时需要搭设防护装置, 保证被跨越物安全, 常用的主要有钢管跨越架和

承力索跨越网两种方式，针对这两种主要跨越形式进行深入分析。

1. 风偏相关计算

跨越架及承力索跨越网的宽度均与风偏计算有关，风偏主要包括风荷载的计算、导地线风偏计算。根据风偏计算可以绘制风偏图，直观、清晰地反映风偏的大小，方便确定跨越架搭设宽度。根据风偏的影响因素，采取措施可以限制风偏，减小跨越架搭设宽度。

2. 钢管跨越架相关计算

钢管跨越架的相关计算包括：

(1) 钢管跨越架尺寸计算。主要包括跨越架搭设高度、宽度、长度的计算。

(2) 跨越架荷载计算。主要包括跨越架在正常、事故状态下承受的垂直、水平荷载及风荷载的计算。

(3) 跨越架强度、稳定性校核计算。根据跨越架的荷载计算，校核立杆、横杆、拉线等强度是否满足要求，保证跨越架架体稳固。校核跨越架的整体稳定性，保证不发生失稳现象。

(4) 跨越架封网受力计算及选择。根据封网情况计算出封网受力荷载，合理选择封网，有效保证跨越物安全。

3. 承力索跨越网相关计算

承力索跨越网相关计算，主要是承载索的受力计算。

(1) 承力索计算模型。根据承载索的受力特点，建立对应的计算模型，计算出承力索的受力，方便合理选择承力索。

(2) 承力索跨越网设计方案优化流程。根据承力索的受力和对应的承载索强度，合理优化承力索跨越网的设计方案，保证既满足对被跨越物的安全距离又不影响放线施工。

放线作业图的制作

第一节 平断面图概述

一、平断面图

输电线路平断面图是测量专业的测量成果，是按设计人员选出的线路路径方案，测量出供设计用的断面图及平面图。在施工图设计后提供的平断面图还反映了排定杆位的成果图。断面图一般是指纵断面图，是沿线路中心线的剖面图，标示沿中心线的地形、被跨越物的位置和高等信息。平面图则表示沿线路中心线左右各 20~75m 宽地带的地形平面图。

平面图和断面图都展成直线画在一张图上，简称平断面图。

1. 平断面图的主要构成

如前面的平断面图的定义，由断面图、指示线、平面图和下方的说明构成。一般纵断面图在平断面的上部，通过指示线投影至下部的平面图，在平面图的下方有相关杆塔位置信息的说明。断面图可以看作面向线路大号站立时线路的右视图，平面图可以看作线路的俯视图，但是简化后的图形，使用对应的符号代替相应的地物、地貌。对于输电线路专业人员，可以通过断面图和平面图可以复原与输电线路有关的地形、地物、地貌的位置、大小、高低等信息。

2. 断面图的相关知识

(1) 断面图的纵横比例。断面图的横向坐标为从线路起点计算的里程。断面图纵坐标一般取黄海高程系的高程值。一般导地线的弧垂是档距的百分之几，如果按照 1:1 比例绘制，弧垂对地、对跨越的距离不太容易分辨出来，而且横向需要更多图幅。如图 2-1 所示，就是 1:1 比例的断面图。

图 2-1 中 L_V 为垂直档距， L_H 为水平档距， K_V 为垂直档距与水平档距的比值 $\left(K_V = \frac{L_V}{L_H}\right)$ ，

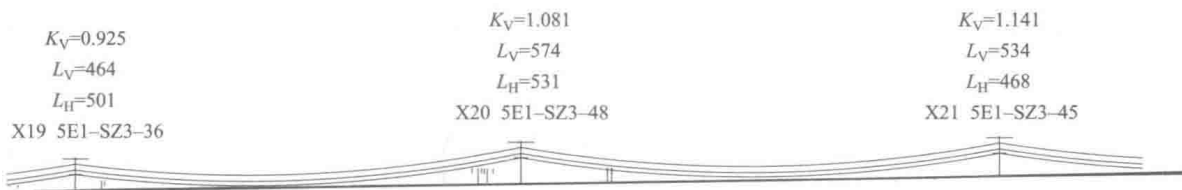


图 2-1 纵横比 1:1 比例的断面图

可以看出, 1:1 比例不太容易看出弧垂与地面及跨越物的距离。为了更好地查看弧垂与对地及对跨越物的距离, 将纵向比例放大了 10 倍。一般纵向比例为 1:500, 横向比例为 1:5000。纵横比例的比值为 10, 断面图如图 2-2 所示。

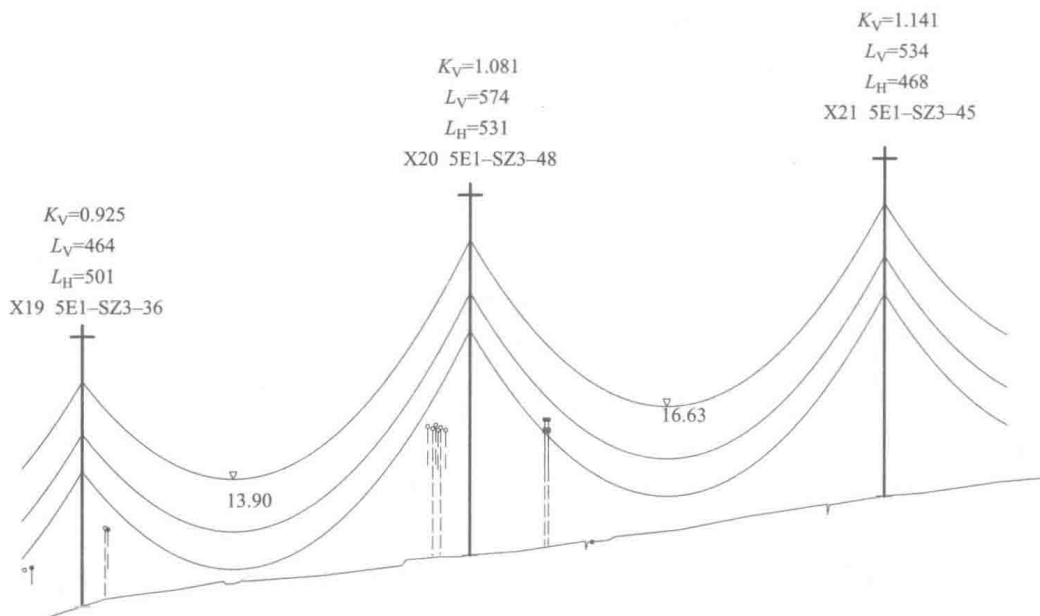


图 2-2 纵横比 10:1 比例的断面图

通过对比, 可以看出, 图 2-2 更容易判断弧垂对地、对跨越高度是否满足要求。

(2) 断面图中的地面线。断面图中的地面线一般为线路中心线地面起伏的曲线, 反映地形的变化。当横线路方向有高差时, 一般会绘制左侧和右侧的地面线, 反映横线路方向的高低变化情况。左侧地面线、线路中心地面线和右侧地面线为断面图的三条地面线。

(3) 断面图中的被跨越物。断面图中除了地面线外, 还要反映地面上地貌和被跨越物, 地貌如沟坎、河流、坑洞以及地面上的树木等植被, 被跨越物如电力线、通信线、高速公路及各种等级的道路、铁路、高铁、房屋等。断面图中主要反映其具体位置、里程和高度。

对于跨越树林等植被不需要砍伐处理时, 还会根据树木等植被自然生长高度和地面高度绘制出对应的高度曲线, 方便判断是否能够安全跨越。

(4) 断面图中的杆塔定位高程、横担下平面、导线悬挂点高度。一般杆塔位置钉有中心桩, 但中心桩顶面高程并不一定是定位高, 在山地中一般定位高程以最低腿基础顶面高程为准计算定位高, 为此中心桩和最低腿之间有一定的高差, 一般比中心桩低取负值, 比中心桩高取正值。在定位高程的基础上加上呼称高, 可以得到横担下平面的高度。而实际导线悬挂点的高度根据悬垂串的长度确定。

(5) 断面图的弧垂曲线。断面图中的弧垂曲线, 一般设计会提供上中下三条的弧垂曲线, 这三条曲线中的最上面的曲线为最大弧垂曲线, 是在特殊气象条件 (如高温、最大荷载) 时的曲线。下面两条弧垂曲线为安全线, 即在考虑垂直向下平移一定安全距离后的辅助弧垂曲线。利用安全线可以更直观地判断安全距离是否满足要求, 只要在安全线的下方就能保证对导线的安全距离, 如果高出安全线就不能满足对应的安全距离要求。中间的弧垂曲线为跨越

安全线,一般为跨越电力线路安全线或跨越树木安全线。被跨越电力线路的高度必须低于跨越安全线方能满足跨越安全距离的要求。最下面的弧垂曲线为对地安全线,地面必须低于对地安全线才能满足对地安全距离的要求。

一般设计院会提供上面的三条弧垂曲线,但也有设计院只提供对地安全线一种曲线,或提供对地安全线和跨越安全线两种曲线。

(6) 断面图的弧垂最低点。一般在提供弧垂曲线时会提供弧垂最低点,一般档距的弧垂最低点在档距内,但当高差超过弧垂的4倍时,弧垂最低点会在高度较低侧的档距外。通过杆塔大小号侧档距弧垂最低间的水平距离可以计算出杆塔的垂直档距。

(7) 断面图的横断面图及风偏曲线。在横线路方向高低起伏较大,一般会绘制横向路方向的断面图,当地面高度或考虑植被高度对导线距离较近,还需要单独绘制对应的风偏曲线图。

3. 平面图的相关知识

平面图基本是现场地形的俯视图,反映出地面上的地物、地貌等信息在水平面上投影后的位置信息,以线路中心线为横轴轴线,中心线上方为线路左侧的地面信息,中心线下方为线路右侧的地面信息。横坐标为杆塔里程,比例为1:5000,纵坐标比例也为1:5000,纵横比例为1:1。

针对跨越情况,在平面图中可以看出被跨越物相对线路走向的位置和交叉关系。再结合断面图可以复原新建线路与被跨越物的三维位置关系。

针对房屋、厂房等地物信息,可以根据平面图获取其大小信息和水平相对位置信息。方便判定是否满足水平距离要求。结合断面图可以复原与新建线路的三维位置关系。

针对地形情况,可以判断周围的地形变化的边界情况和水平相对位置关系。结合断面图也可以确定地形的高低变化情况。

一般设计院设计线路时,对可能影响的地形、地物、地貌进行了有效避让。

针对杆塔位置一般根据直线塔和转角塔均采用不同的颜色进行区分,转角塔在平面图上标出转角方向,并注明转角的度数。

4. 指示线

断面图和平面图在重要位置的对应关系是通过指示线联系,如图2-3所示。在断面图的重要位置,譬如杆塔位置、方向桩桩位、被跨越物位置等,一般设置投影至平面图的指示线,显示断面图与平面图的对应关系。

一般在指示线的左侧或右侧标注有指示线的百米内里程信息,标示信息如杆塔桩位编号、方向桩编号、被跨越物名称等信息,以及对应的杆塔高程、方向桩高程、被跨越物地面高程及高度等信息。

5. 标示信息

如图2-3所示,在平断面图的下方设置有标示信息,主要有桩间距、里程、档距、杆塔位置、耐张段长(代表档距)等信息。里程一般为从线路起始点计算的里程碑,小刻度为百米,大刻度为整千米。小于百米的里程信息可以通过指示线查取。一般对于耐张段还标示有耐张段弧垂曲线的 K 值,表示整个耐张段弧垂曲线的取值。



二、平断面图在架线施工中的应用

平断面图在架线施工中的应用主要有绘制放线作业图、制作跨越施工图等。

(1) 绘制放线作业图。平断面图中的断面图主要反映了设计最大弧垂曲线、地面及被跨越物竖直距离的关系。在放线施工阶段,可以利用断面图中已知的地面、被跨越物高度和绘制的放线曲线,判断放线曲线是否安全,这样省去了地面及被跨越物的信息录入,又可以直观地判断对地及被跨越物的距离是否满足要求。

(2) 制作跨越施工图。跨越施工图一般需要绘制断面图和平面图。

平断面图中断面图反映了竖直相对距离关系,主要用来绘制跨越断面图,在断面图上绘制出跨越架或承力索护网的封网及承载索曲线,可以判定与被跨越物的竖直距离是否满足安全要求,确定跨越架高度和承载索的高度等信息。

平断面图中的平面图反映了水平相对位置关系,主要用来绘制跨越俯视图,在平面图上可以绘制出封网和被跨越物的俯视图,判断封网是否能够有效防护被跨越物。

利用平断面图还可以提前确定跨越架及承载索的锚固是否有位置和是否合理,还可以直接量取相关距离等,有助于跨越施工计算。

第二节 放 线 曲 线

放线曲线是指在张力放线过程中,导地线、牵引绳、各级导引绳在杆塔间呈现的状态。放线曲线根据荷载性质不同,可以分为单档单一均布荷载的弧垂曲线、走板所在档的集中荷载和两种均布荷载的曲线。根据以上两种曲线可以绘制出整个放线段的放线曲线,下面对各种情况进行逐一介绍。

一、单档单一均布荷载弧垂曲线

单档单一均布荷载弧垂曲线是呈悬链线状态,但实际计算的模型有平抛物线模型、斜抛物线模型、悬链线模型。下面对各种模型进行简单介绍。

1. 平抛物线模型

假设线档内的电线荷载沿平行于档距均匀分布,如图 2-4 所示。以左侧挂点 A 为原点,向右 X 轴正向,向上为 Y 轴正向。

已知电线单位重量为 w ,档距为 l ,高差为 h ,高差角为 β ($\tan\beta=h/l$),水平分力为 H , A 、 B 点的支座反力 V_A 、 V_B ,任意一点 P 的坐标 (x, y) ,任意一点的弧垂为 f_x 。利用对 B 点求力矩平衡,可以求出 V_A ,利用对 A 点力矩平衡可以求出 V_B ,利用对任意一点 P 求力矩平衡,可以求出任意一点的曲线方程。

(1) 悬挂点 A 、 B 的支持力。

对 B 点的力矩平衡可以求出

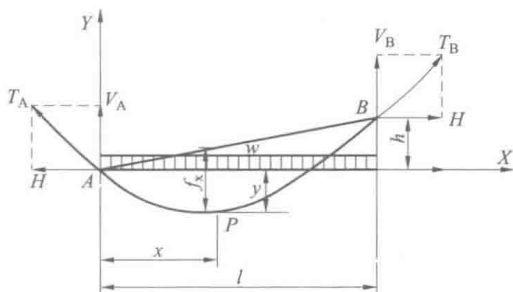


图 2-4 平抛物线的受力图