

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



SHUPEIDIAN XIANLU
SHIGONG JISHU

输配电线路 施工技术

黄宵宁 吴宝贵 钱玉华 编
张 勇 马 骏



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



SHUPEIDIAN XIANLU
SHIGONGJISHU

输配电线路 施工技术

黄宵宁 吴宝贵 钱玉华 编
张 勇 马 骏
李光辉 主审



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材。

全书共分十章, 主要内容包括绪论、输电线路塔杆基础施工、输电线路接地装置及其施工、输电线路杆塔组立施工、输电线路导线架设施工、配电架空线路施工、电力电缆线路敷施工、输配电线路施工安全措施、输配电线路施工工程管理和输配电线路工程施工监理。本书选材新颖, 反映了当前国内外输配电线路建设施工技术的新工艺、新技术, 以及发展现状和趋势; 内容丰富全面, 涵盖了输电线路与配电线路、架空线路与电缆线路、施工技术与施工管理等与输配电线路工程施工相关的所有主要技术环节。

本书主要作为普通高等学校电气信息类相关专业的教学用书, 也可作为高职高专和函授教材, 同时可供从事输配电线路工程施工、管理人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

输配电线路施工技术/黄宵宁等编. —北京: 中国电力出版社, 2007

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5083-6075-1

I. 输… II. 黄… III. 输电线路-工程施工-高等学校-教材 IV. TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 145775 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 10 月第一版 2007 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 508 千字

定价 33.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神,加强教材建设,确保教材质量,中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校,满足学科发展和人才培养的需求,坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

近年来,发展应用型本科教育、培养本科层次的应用型人才已经成为许多高等院校的办学定位和培养目标。目前,我国明确将办学定位为“应用型”的普通本科院校的数量已近200所,应该说,应用型本科教育和应用型本科院校的发展已得到社会的广泛认可与关注,应用型本科院校正日益成为我国高等学校格局中重要的组成部分。

应用型人才具体可以区分为研究应用型、工程应用型、技术应用型和技能应用型等类型。对于学术性人才和研究应用型人才,显然主要应该由研究型大学和传统的“学术性、理论型”大学培养。而技能应用型人才的培养,目前主要由高职高专学校来承担。在这两者之间的工程应用型人才一直是我国高等教育人才培养的薄弱环节,而这正是应用型本科院校出现的契机所在。

输配电线路工程作为电气工程及其自动化专业的一个重要人才培养方向,主要就是培养从事电力系统输配电工程的设计、施工、调试、运行管理等工作的工程应用型人才。

本书作为普通高等教育“十一五”规划教材,正是紧扣我国当前电网建设任务艰巨、而对输配电线路施工与管理人才的大量需求客观存在这个时代脉搏,从基本概念、基本原理出发,注重与本专业方向前续课程知识体系的衔接。本书选材新颖,反映了当前国内外输配电线路建设施工技术的新工艺、新方法,以及发展现状与趋势;本书内容丰富全面,涵盖了输电线路与配电线路、架空线路与电缆线路、施工技术与施工管理等与输配电线路工程施工相关的所有主要技术环节。

本书主要章节如下:第一章为绪论,介绍输配电线路的作用与组成、我国输电线路施工技术的发展、输配电线路施工的工艺流程;第二章介绍杆塔基础类型、基坑开挖与回填、现浇混凝土基础施工工艺、其他类型基础施工工艺;第三章介绍接地装置与接地电阻、接地装置施工;第四章介绍倒落式抱杆、直立式抱杆、外拉线抱杆、内拉线抱杆等常见的整体和分解组立杆塔的工艺,介绍了钢杆及其施工工艺;第五章介绍拖地架线施工,张力架线施工,弧垂观测与调整,导、地线的连接,附件安装及复合光缆的架设;第六章介绍高低压架空配电线路施工、配电变压器台及其安装、开关台及其安装;第七章介绍电力电缆的种类和结构、35kV及以下电力电缆的敷设施工、110kV及以上电力电缆的敷设施工;第八章介绍基础工程的安全措施、杆塔组立的安全措施、架线施工的安全措施;第九章介绍线路施工组织设计、线路施工技术管理、线路施工质量管理、线路施工安全管理、线路施工机械管理、竣工验收与资料管理;第十章介绍监理工作及其实施。

本书由南京工程学院黄宵宁负责整理、统稿、审核,并编写第一、四、五章;第七、八

章由浙江省电力职业技术学院吴宝贵编写；第九、十章由江苏省送变电公司钱玉华编写；第三、六章由江苏省昆山供电公司张勇编写；第二章由江苏省电力培训中心马俊编写。本书由三峡大学李光辉主审。

在本书的编写过程中，参考了许多相关资料、文献，在此向资料和文献的作者表示谢意。由于编者水平有限，书中难免有不妥或疏漏之处，恳请读者批评指正。

编者

2007 年 8 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 输配电线路的作用与组成	1
第二节 我国输配电线路施工技术的发展	3
第三节 输配电线路施工的工艺流程	7
第二章 输电线路杆塔基础施工	9
第一节 杆塔基础类型	9
第二节 基坑开挖与回填	12
第三节 现浇混凝土基础施工工艺	14
第四节 其他类型基础施工工艺	26
第三章 输电线路接地装置及其施工	40
第一节 接地装置与接地电阻	40
第二节 接地装置施工	42
第四章 输电线路杆塔组立施工	50
第一节 杆塔组立施工前准备工作	50
第二节 杆塔构件组装	65
第三节 倒落式抱杆整体组立杆塔	78
第四节 直立式抱杆整体组立杆塔	88
第五节 外拉线抱杆分解组立铁塔	92
第六节 内拉线抱杆分解组立铁塔	102
第七节 钢杆及其组立施工	114
第八节 其他杆塔组立工艺介绍	117
第五章 输电线路导、地线架设施工	123
第一节 拖地架线施工	123
第二节 张力架线施工	135
第三节 其他架线工艺介绍	160
第四节 弧垂观测与调整	166
第五节 导、地线的连接	173
第六节 附件安装	181
第七节 复合光缆的架设	188
第六章 架空配电线路施工	196
第一节 高压架空配电线路施工	196
第二节 配电变压器台及其安装	207
第三节 开关台及其安装	213
第四节 低压架空配电线路施工	217
第七章 电力电缆线路敷设施工	222

第一节 电力电缆的种类和结构	222
第二节 35kV 及以下电力电缆的敷设施工	226
第三节 110kV 及以上电力电缆的敷设施工	241
第八章 输配电线路施工安全措施	258
第一节 基础工程的安全措施	258
第二节 杆塔组立施工的安全措施	261
第三节 架线施工的安全措施	266
第九章 输配电线路施工工程管理	273
第一节 线路工程施工管理概述	273
第二节 线路施工组织设计	275
第三节 线路施工技术管理	277
第四节 线路施工质量管理	292
第五节 线路施工安全管理	296
第六节 线路施工机械管理	298
第七节 竣工验收与资料管理	309
第十章 输配电线路工程施工监理	315
第一节 监理工作概述	315
第二节 监理工作实施	318
参考文献	325

第一章 绪 论

第一节 输配电线路的作用与组成

一、电网与电力系统

电能与其他能源不同,其主要特点是:不能大规模储存,发、输、配、用电在同一瞬间完成;发电和用电之间必须实时保持供需平衡,如果不能保持实时平衡,将危及供电连续性和用电的安全性。

输电功能由升压变电站、降压变电站及其相连的输电线路完成。所有输变电设备连接起来构成输电网,所有配电设备和配电线路连接起来构成配电网。输电网和配电网统称为电网,其中输配电线路是电网的主要组成部分之一。发电厂、电网和用电设备连接起来组成为一个集成的整体,这个整体被称为电力系统。图 1-1 为电力系统示意图。

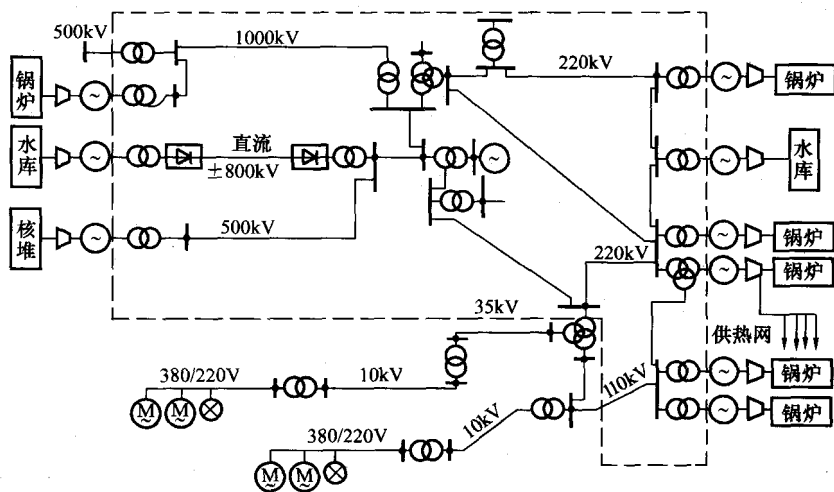


图 1-1 电力系统示意图 (虚框内为输电网)

二、输配电线路任务

输送电能的线路统称为电力线路。电力线路有输电线路和配电线路之分。由发电厂向电力负荷中心输送电能的线路以及电力系统之间的联络线路称为输电线路,由电力负荷中心向各个电力客户分配电能的线路称为配电线路。

地球上的煤、石油和江河等动力资源的分布是由自然界决定的,通常远离电力负荷中心。火力发电厂可以建在能源基地,也可以建在负荷中心附近,这取决于是远距离输电经济还是运送燃料经济。一座 300 万 kW 的燃煤发电厂,其年耗原煤量为 1500~2000 万 t (吨),若将其建在负荷中心附近,所耗原煤的年运输量将超过一条铁路专用线的年运输量,此外,负荷中心往往是人口密集区,这么多原煤燃烧会产生严重的环境污染。因此,从技术、经济 and 环境污染等方面比较,现代化的大型火力发电厂应尽量考虑建在能源基地,水力发电厂则

只能建在水力资源处。因此,这些电厂发出的电能需要通过输电线路向负荷中心输送。同时,为了减少系统备用容量,错开高峰负荷,实现跨区域跨流域调节,增强系统的稳定性,提高抗冲击负荷的能力,在电力系统之间往往采用超高压输电线路进行联络(也称联网)。电力系统联网运行既提高了系统安全性、可靠性和稳定性,又可实现经济调度,使各种能源得到充分利用。起系统联络作用的输电线路可进行电能的双向传输,实现系统间的电能交换和调节。

因此,输电线路的任务是将发电厂发出的电力输送到消费电能的地区(也称负荷中心),或进行相邻电网之间的电力互送,使其形成互联电网或统一电网,保持发电和用电或两电网之间供需平衡。

当然对于配电线路而言,其任务是在消费电能的地区接受输电网受端的电力,然后进行再分配,输送到城市、郊区、乡镇和农村,并进一步分配给工业、农业、商业、居民以及特殊需要的用电部门。

三、输配电线路分类

电力线路按电压等级分为低压、高压、超高压和特高压线路。电压等级高低的划分并没有绝对的标准。通常电压等级在1kV以下的是低压线路,1kV及以上的是高压线路,330kV及以上的是超高压线路,交流750kV、直流 ± 800 kV及以上的是特高压线路。一般地,输送电能容量越大,线路采用的电压等级就越高。目前我国配电线路(交流)的电压等级有10、35、110kV;输电线路(交流)的电压等级有35、(60)、110、(154)、220、330、500、750、1000kV,其中60kV和154kV在新建线路中不再使用。采用超高压输电,可有效地减少线路电能损耗,降低线路单位造价,少占耕地,使线路走廊得到充分利用。

输配电线路按结构特点分为架空线路和电缆线路。架空线路由于结构简单、施工简便、建设费用低、施工周期短、检修维护方便、技术要求较低等优点,得到了广泛的使用。电缆线路受外界环境因素影响小,但需用特殊加工的电力电缆,费用高,施工及运行检修的技术要求高,目前仅用于城市居民稠密区和跨海输电等特殊情况。

输配电线路按电流的性质分为交流和直流线路。最常见的是三相交流线路。与交流线路相比,在输送相同功率的情况下,直流线路需要的投资较少,主要材料消耗低,线路的走廊宽度较小;作为两个电网的联络线,改变传送方向迅速方便,可以实现相同频率甚至不同频率交流系统之间的不同步联系,能降低主干线及电网间的短路电流。随着换流技术的不断完善和换流站造价的降低,超高压直流输电有着广泛的应用前景。

架空输电线路按杆塔上的回路数目分为单回路、双回路和多回路线路。单回路线路是大量存在的,双回路和多回路线路主要用于线路走廊狭窄,靠近发电厂或变电站进出线拥挤地段。相较于单回路线路,双回路和多回路线路一方面节省了钢材和避雷线,降低了线路造价,减少了占地面积,具有实际经济意义;另一方面运行检修安全可靠,当其中一回线路发生雷击事故时,可能波及另一回线路,使停电范围扩大。另外,在检修中常会发生跑错间隔,操作人员误登带电线路,导致发生触电伤亡事故。

四、输电线路组成部分

架空输电线路主要由导线、地线、绝缘子(串)、金具、杆塔和拉线、基础以及接地装置等组成,这些部件也是施工安装的主要对象。

1. 导线

导线用以传导电流、输送电能,它通过绝缘子串长期悬挂在杆塔上。导线常年在大气中运行,长期受风、冰、雪和温度变化等气象条件的影响,承受着变化拉力的作用,同时还受到空气中污物的侵蚀。因此,除应具有良好的导电性能外,导线还必须有足够的机械强度和防腐性能,并要质轻价廉。

2. 地线

地线又称为架空地线、避雷线,悬挂于导线上方。由于架空地线对导线的屏蔽,及导线、架空地线间的耦合作用,从而可以减少雷电直接击于导线的机会。当雷击杆塔时,雷电电流可以通过架空地线分流一部分,从而降低塔顶电位,提高耐雷水平。架空地线常采用镀锌钢绞线。目前常采用钢芯铝绞线、铝包钢绞线等良导体,可以降低不对称短路时的工频过电压,减少潜供电流。采用光缆复合架空地线还兼有通信功能。

3. 绝缘子

绝缘子用来支持或悬挂导线和地线,保证导线与杆塔间不发生闪络,保证地线与杆塔间的绝缘。绝缘子长期暴露在自然环境中,经受风雨冰霜及气温突变等恶劣气候的考验,有时还受到有害气体的污染,因此,绝缘子必须具有足够的电气绝缘强度和机械强度,并应定期检修。送电线路常用绝缘子有盘形瓷质绝缘子、盘形玻璃绝缘子、棒形悬式复合绝缘子。

4. 线路金具

金具是输电线路所用金属部件的总称。金具种类繁多,常用的有夹类金具、接续金具、连接金具、保护金具以及拉线金具等。在设计线路时,应尽量选择标准金具,以保证其具有足够的机械强度。与导线相连的金具,还必须具有良好的电气性能。

5. 杆塔和拉线

杆塔用来支持导线、地线和其他附件,使相邻导线以及地线之间彼此保持一定的安全距离,并保证导线与地面、交叉跨越物或其他建筑物等之间具有允许的安全距离。

拉线用来平衡杆塔的横向荷载和导线张力,减少杆塔根部的弯矩。使用拉线可减少杆塔材料的消耗量,降低线路的造价。

6. 杆塔基础

杆塔基础的作用是支承杆塔,传递杆塔所受荷载至大地。杆塔基础的形式很多,应根据所用杆塔的形式、沿线地形、工程地质、水文和施工运输等条件综合考虑确定。

7. 接地装置

接地装置的作用是导泄雷电流入地,保证线路具有一定的耐雷水平。根据土壤电阻率的大小,接地装置可采用杆塔自然接地或人工设置接地体。接地装置的设计应符合电气方面的有关规定。

第二节 我国输配电线路施工技术的发展

进入 21 世纪以来,电网建设得到了加强。电力工业改变了历史上“重发、轻供、不管用”的状况,逐步加大对电网建设的投入。全国电网从省级电网发展到区域电网,并开启了大规模西电东送、南北互济、全国联网的新时代;主网架电压等级也从 220kV 提升到 500kV,基本形成较为完备的 330/500kV 主网架。

三峡工程的建设标志着中国水电工程技术和装备技术达到了国际领先水平。以三峡至常州±500kV 直流工程建设为标志,中国直流输电工程已经处于世界前列,基本掌握了工程设计、施工、调试技术。西北 750kV 电网示范工程的建成,为更高电压等级的电网建设奠定了基础。

随着输变电电压等级的不断提高,送变电施工队伍迅速成长壮大,施工技术水平不断提高,送变电施工从解放初期的马车运输、人抬肩扛、人推绞磨组立杆塔、人力地面拖拽放线等强体力劳动,改革过渡到载重汽车运输、吊车装卸、机动绞磨组立杆塔、牵引机械放线和导地线爆压连接。对于 500kV 线路的张力放线,有些工程还采用了直升机放线,输电铁塔吊装已开始采用液压提升装置,改进了基础杆塔、架线、运输等主要工序的施工技术,并形成了一整套送电施工工艺的设计理论计算体系。在变电安装方面,随着电网电压等级的提高,安装容量从 35、110kV 的几百千伏安增大到了 500kV 的 75 万 kVA。随着电压的提高和容量的增大,相应的施工技术要求也得到发展和提高。施工企业的技术装备逐步提高,特别是改革制造了许多适用的小型机具,形成了我国特有的一套施工工艺,从而提高了送变电工程的安装质量,并缩短了施工工期。

一、基础施工

输电线路杆塔有铁塔和混凝土杆等常用结构,其基础则分别有大块混凝土和预制底、卡盘两种,基础的形状则普遍是上面小、下面大,以起稳定作用。因此,在基础施工中,习惯的做法是采用土石方的大开挖,基础施工后再回填。这种施工方法无形中增大了土石方,还破坏了地基的原状。对于淤泥、流沙等特殊地质条件下的基础施工,则更为困难。因此,输电线路基础施工技术的改进,集中在减少土石方量和保持原状土这两个方面。

通过 50 多年来的实践经验,一些线路工程的施工中,在岩石地区采用锚杆基础;在黏土质地基处采用掏挖式基础;在淤泥、流沙地区采用爆扩、爆沉桩基础或钻孔灌注桩基础。在实施上述施工工艺时,各施工单位制造出相应的专用工具或小型机械,并与科研单位合作将无损检测技术应用到跨越工程大直径、大深度灌注桩的桩体质量检测,以判别其施工质量。在基础施工方面,还采用了钻扩式原状土基础、旋锚桩基础、塑料薄膜养生和喷塑养生的工艺。

二、杆塔组立施工

建国以来,我国输电线路的杆塔吊装工艺不断革新。20 世纪 50 年代始创了倒落式抱杆整体组立法和外拉线抱杆分解组塔法;60 年代推广悬浮式抱杆(即内拉线抱杆)分解组塔法;70 年代又提出了倒装组立高塔工艺;80 年代采用液压提升装置组立高塔,尤其是高塔吊装还采用过旋转式多臂抱杆机内附式塔吊吊装特高塔。从吊装工艺,尤其是高塔吊装工艺的发展中,可以明显看出,我国的技术革新是从改革工艺入手,不断创新,围绕新工艺的要求,带动了轻型机具的发展,推动了杆塔吊装技术进步,并促使我国的杆塔施工设计理论不断丰富和深化。这是与国外采用大型机械吊装线路杆塔施工截然不同的,是我国独有的特色。

此外,根据具体的塔型和施工条件,我国还创造了许多特殊的施工工艺,如采用井架或滑模施工上百米高的烟囱式混凝土跨越塔,直升机吊装塔和大型吊车吊装等。所有的吊装工艺均能使施工质量、安全以及劳动条件得到显著改善,缩短施工工期,并取得较好的经济效益。

杆塔施工工艺与采用的杆塔结构形式和设置环境的变化有着密切的关系,随着工程具体的杆塔施工要求的不断提高,在现有各种杆塔施工工艺的基础上,通过工艺设计理论计算,一定会推出更安全、更可靠的新工艺。

三、架线施工

架线工程施工的重点是导线展放,20世纪50年代是采用人力或畜力地面拽引,60年代开始试用汽车、拖拉机直接牵引,但均由于受农田影响和导线容易损伤等原因,无法在大范围内应用。70年代开始,各施工单位开始使用绞磨或拖拉机绞磨作牵引力,通过事先展放的钢丝绳来牵引导线的放线工艺,从而提高了效率、降低了劳动强度和少毁农田。从“六五”开始,随着500kV线路的出现,引进推广了张力架线工艺,采用了“连续直通放线”、“直线塔紧线”、“耐张塔平衡挂线”三大工艺。随着科学技术的进步,有些施工单位开发应用了许多新型的施工机械,如飞艇放线技术、大吨位牵张设备、六线张力机、导线长度光电测量仪等,创造了许多先进施工工艺和施工技术,如导引绳张力展放“绕牵法”施工工艺、大截面导线的展放技术、遥控模型直升机放线方法等。

在架线过程中,往往由于被跨越的电力线路无法按要求停电,严重地影响放线进度。特别是张力放线时,一次停电时间长达7~10天,如遇有一些重要运行线路,会给工农业生产带来很大损失。对此,输变电施工企业从20世纪50年代末开始研究,创造了许多少停电或不停电搭设跨越架的方法,如不停电跨越架、悬吊式桥型跨越电力线路和不停电张力放线线施工技术。在导线连接施工方面,从过去采用钳压或液压工艺发展到使用爆压法连接。在用药和工艺操作方面也做了一系列改进,使爆压技术得以广泛使用。

四、施工装备

解放初期输变电施工企业基本无大中型施工机械,经各单位几十年的艰苦努力,逐步朝着施工机械化的方向迈进。现在全国一些主要输变电施工企业均配备了大型牵张放线机、大型运输车辆及起吊机械、全站仪、压接机、放线滑车、牵引绳及导引绳、带电跨越架等专业设备。由于机械化水平的提高,大大改善了输配电线路施工的劳动条件,在提高工程质量、工效和缩短工期等这些方面发挥了很大作用。

五、环保施工

当前,国家正在倡导保护森林植被,维持生态平衡,在输配电线路施工过程中,尤其是超高压线路工程建设中,提高人们的环保意识,改进施工方式方法,如何进行环保施工,如何使森林植被得到有效保护,如何将施工对环境的影响降到最低,如何更好地恢复森林植被,减少施工对环境的影响等,是我们施工中必须引起重视的课题。

1. 正确把握地形地貌,减少原始植被损坏

在复测分坑阶段,强调了对塔位、塔坑位置的复测,确认实际与设计的符合性,对边坡的稳定性及边坡保护范围内的植被状况做到了了然于胸。另外,针对现场实际情况,按照有效保护原始植被的原则,按照有关程序对基础进行了合理的调整。

2. 基坑开挖阶段,土壤分类存放

在可耕地地段施工时,将从坑中挖出的土分成两类,一类是生土,另一类是“熟土”。所谓“熟土”,即可耕农田表层以下30cm到40cm左右,包含丰富有机肥料有利于农作物生长的土。“熟土”以外的土叫“生土”。关于生熟土的分类可以根据土壤的颜色深浅区分,这样可以真正做到因地制宜。基坑开挖阶段根据回填顺序分区堆放,并明确标识生熟土。

在高山大岭地段施工时,将从坑中挖出的土也分成两类,一类是“富养土”,另一类是“生土”。所谓“富养土”即地表以下40cm左右,含有树叶草根等腐烂物质的土层(该土层含有草根草种等杂质易于恢复植被)。其余的土即为生土。基坑开挖时将从坑中挖出的土分成两类予以分类存放,并明确标识。

3. 严格控制过程,消除过程污染

(1) 合理选择施工道路,减少植被损坏。在山区施工中的工地运输需要砍伐树木修建小运道路,首先尽可能利用原有山路进行拓宽改造,减少对成材树木的砍伐和植被的损坏;合理设置道路宽度,减少不必要的砍伐;根据地势情况,设置合理弯曲路径,避免顺坡度直上直下的道路,以防止形成泥石流冲刷。爱护施工经过的道路,严格做到工完料净场地清,不对道路造成污染,确保施工完毕后的施工道路和施工现场无任何施工和运输废弃物,以便于今后道路上生态的自然恢复。

(2) 原材料与地面隔离。砂石料、水泥等原材料,从进入现场开始均采用彩条篷布下铺上盖,尤其对于小运倒运点,也应切实做到。这样可以做到既不污染土壤又不污染材料,避免材料中出现杂质。

(3) 合理布置浇制现场,杜绝环境污染。基础浇制过程中,使用彩条篷布隔离现场材料与地面的接触,同时隔离搅拌机、发电机等机械与地面的接触,使用木板和彩条布将运送熟料的小路与地面隔离,使用彩条布将熟料与坑壁隔离(施工中根据进度拆除)。通过以上有效措施避免了生熟料和机械对环境的污染。

另外在生料的搅拌过程中,改变了搅拌方式,采用先搅拌灰浆然后添加生料的方式,这样虽然增加了搅拌时间,但基本避免了搅拌过程中的尘土飞扬污染环境的现象。

(4) 工完料净场地清。浇制完毕的现场清理很重要,首先要将彩条布上废弃的渣土清理到一起,对于大开挖基础则予以深埋处理,对于掏挖式基础则集中后予以外运处理。平原地带弃土予以外运,高山地带外运后覆以“富养土”处理。

对于弃土,可小运到不易冲刷的地方作为放置地,放置地的“富养土”也要及早取出,明确标识并单独存放。在弃土放置完毕后,按照临近山体的形状做成近似的坡形,在其表层培植“富养土”。

(5) 基坑回填先“生”后“熟”(“富养土”)。对于处于可耕田的基坑回填,首先回填生土并分层夯实,在回填到超出生熟土分界线10cm时即停止,然后回填熟土。这样基础周围基本可恢复原样,即使今后回填土有沉降,也可确保恢复原样。这样“富养土”基本和土壤紧密接触,确保几场雨后,附有养分的“富养土”中就会重新长出小草,植被就会逐渐得到恢复。

(6) 构建截水排水网,有效防止水土流失。在雨水充沛、森林茂盛的南方,排水系统是否有效,关系到如何更好地防止水土流失。有效的做法是:

1) 在基坑开挖过程中,不但对基坑及时用篷布进行覆盖,而且在基坑开挖之前即开挖截水沟和排水沟,解决临时排水问题,消除基坑积水问题。

2) 在基础施工结束,护坡、护面制作完成后,针对每基不同的地形,结合散水面、汇水面及设计要求,设计每基的排水系统,以保证基坑及护坡和边坡均得到保护,不受冲刷。

3) 排水沟和截水沟的挖掘也按生土和“富养土”分开的办法施工,以利于沟的形状的

保持,真正长久地起作用。

4) 基础护面按地形状况做成与地形相似的斜面,以保证基础上空的雨水及时排出,基础周围不积水。

4. 加强环保教育,提高环保意识

关于环保施工,可以专门制定技术方案,技术交底时加以强调,技术培训和考试时也可列为一项重要内容。

5. 合理砍伐树木,保护森林资源

线路走廊穿过森林的工程虽然采用高跨设计,但很多树木依然因技术的原因需要砍伐。组塔阶段可采用速度较慢的铝合金小抱杆组塔方案组塔,施工场地基本限制在基础周围,可以有效减少无谓的树木砍伐。架线阶段可采用以小引大的办法逐档牵引升空导引绳,尽量不砍伐通道。

线路架设完毕后,按照林业部门提供的各种树木的自然生长高度,按照运行规程高空逐相逐点测量计算净空距离,地面人员一一对应测量树木实际高度,然后现场确认所砍伐的树木,并明确标识一一记录。这样基本消除了以往运行单位要求“剃光头、铲树根”的现象,避免了无谓砍伐,确保了运行安全。

第三节 输配电线路施工的工艺流程

架空输配电线路施工一般可分为准备工作、施工安装、启动验收三个阶段。

一、准备工作

(一) 现场调查

施工前对线路沿线进行现场调查非常重要。

1. 沿线自然条件的调查

(1) 沿线各桩位的地形、地貌、地质、地下水的调查,确定各桩位能否利用机械化施工,确定设计选定的杆位、塔位是否适合施工。

(2) 了解沿线气候情况,确定有无雨季积水、洪水和山洪等情况,对运输及施工有无影响。

2. 沿线交叉跨越及障碍物的调查

(1) 了解沿线被跨河流的情况。

(2) 了解沿线被跨公路、铁路的情况。

(3) 了解沿线被跨电力线、通信线的情况。

(4) 了解沿线被跨房屋、树木及其他障碍物的情况。

3. 运输道路、桥梁情况的调查

(1) 了解沿线各桩位运输道路、距离等情况。

(2) 了解沿线河流、桥梁、码头等情况。

此外,还须了解施工队驻地、职工生活设施、材料站、仓库、地方性材料、劳动力等情况。

(二) 复测分坑

根据设计提供的杆塔明细表、线路平断面图,对设计终勘定线、转角、高差、杆位进行

复测。在此基础上,按基础施工图进行分坑测量。分坑时要定出主桩、辅助桩,在地面上标出挖坑范围,并严格核对基础根开尺寸。

(三) 备料加工

输电线路的设备主要有导线、避雷线、绝缘子和金具等,物资部门应根据技术部门编制的设备、材料清册进行订货,明确质量要求、交货期限和到货地点。

输电线路材料有部分要自行安排加工或委托地方加工的,如基础钢筋、地脚螺栓、铁塔、混凝土电杆及铁件(如横担、抱箍等),这个工作要根据工期提前进行,确保施工需要。

二、施工安装

(一) 基础施工及接地埋设

按设计提供的杆塔明细表、杆塔基础配制表、杆塔基础施工图,并按复测分坑放样的位置进行基坑开挖、基础施工,由于杆塔基础的形式很多,所以施工方法和顺序各不相同。但基础都是隐蔽工程,必须严格按质量标准进行验收,并做好记录。

接地装置一般随基础工程同时埋设,或基础工程结束后随即埋设接地装置。

(二) 杆塔组立接地安装

杆塔工程一般包括立杆和立塔两部分。杆塔组立后就可将接地装置引出线与杆塔相连接。

(三) 导地线架设及附件安装

架线包括导地线的展放、紧线、附件安装等内容。放线前要清理通道,处理交叉跨越等工作,放线时可采用拖地放线,也可采用张力放线,然后进行紧线、附件安装等作业。

三、启动验收

(一) 质量总检

这是施工单位在完工后进行的一道严格的自我检查。工程处根据施工结尾和项目验收情况向公司申请竣工验收,同时提供全部质量检查记录,公司组织有关部门人员做统一的、全面的质量检查。

(二) 启动试验

在质量总检中存在的问题全部处理后,进行绝缘测量和线路常数测试。在经批准的启动委员会领导下,进行试送电 72h。

(三) 投产送电

线路经 72h 试运行良好就可以投产送电。投产前须移交全部工程记录和竣工图。

第二章 输电线路杆塔基础施工

第一节 杆塔基础类型

基础是指杆塔以下的部分结构,是用于稳定杆塔的装置。基础的作用是将杆塔、导地线荷载传到大地上,并承受导地线、断线张力等所产生的上拔、下压或倾覆力。

一、基础分类

1. 按杆塔型式分

高压架空输电线路的杆塔基础按杆塔型式分为三类:电杆(指钢筋混凝土电杆,下同)基础、铁塔基础、拉线钢杆(即轻型拉线铁塔)基础。

2. 按制作方法分

杆塔基础按制作方法分为八类:预制钢筋混凝土构件基础、现场浇制的混凝土或钢筋混凝土基础、深桩基础(分为打入式和钻孔灌注混凝土桩两种)、预制金属基础、掏挖型基础、爆扩桩基础、沉井基础、岩石锚筋基础等。

3. 按受力状态分

杆塔基础按受力状态分为四类:上拔基础,即基础仅受上拔力,例如拉线基础;下压基础,即基础仅受下压力,例如底盘基础;抗倾覆基础,这类基础是指埋置于经夯实回填土内的电杆基础或窄基铁塔基础;联合基础。

二、常见电杆基础

电杆基础又分为埋杆基础和三盘基础。

(1) 电杆下段埋置于基坑内,利用置于基坑内的杆段承受下压力及倾覆力矩。10kV以下电力线及部分35kV电力线的电杆均采用此类基础,简称埋杆基础。根据不同的电杆高度规定有不同的埋深,如表2-1所示。

表 2-1

电杆埋设深度

杆高(m)	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	15.0	18.0
埋深(m)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3	2.6~3.0

(2) 以混凝土底盘、卡盘和拉线盘(简称三盘)为主要部件与埋置于地下的水泥杆杆段组成的基础称为三盘基础。拉线盘简称拉盘。三盘的结构示意图分别如图2-1、图2-2和图2-3所示。

三盘为预制的钢筋混凝土构件。在个别地质条件较差的桩位,也采用现场浇制的混凝土底、拉盘基础。虽然在一些地方曾用过天然石材制作三盘,但目前已经基本不用。

三、常见铁塔基础

铁塔基础主要有下列六种类型。

(1) 现浇阶梯直柱混凝土基础。它是各种电压等级线路应用较广泛的一种基础型式,示意图如图2-4所示。它又分为钢筋混凝土直柱基础及素混凝土直柱基础两种。此类型基础与铁塔的连接均采用地脚螺栓。

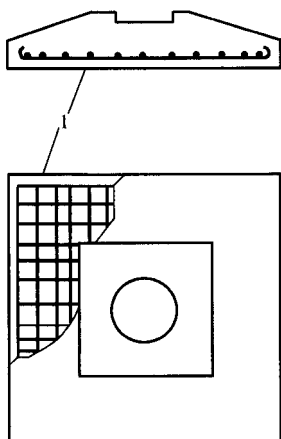


图 2-1 底盘示意图

1—钢筋网

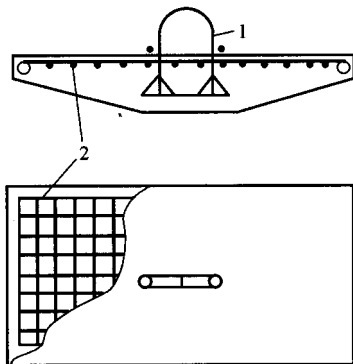


图 2-2 拉盘示意图

1—拉环；2—钢筋网

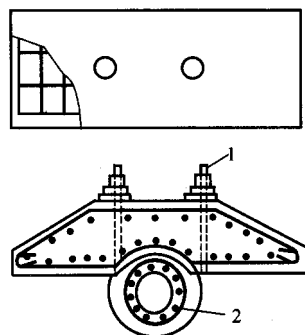


图 2-3 卡盘示意图

1—卡盘螺栓；2—混凝土电杆根部

(2) 现浇阶梯斜柱混凝土基础。它是 500kV 线路应用较广泛的一种新型基础，如图 2-5 所示。由于斜柱断面的差别，又分为等截面斜柱混凝土基础、变截面斜柱混凝土基础及偏心斜柱混凝土基础。基础与铁塔的连接有两种方式：一种为地脚螺栓式；另一种为主角钢插入式，又称为主角钢插入式混凝土基础。

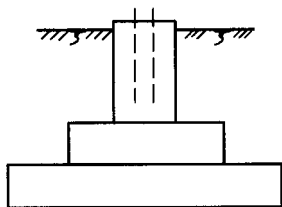


图 2-4 阶梯直柱基础

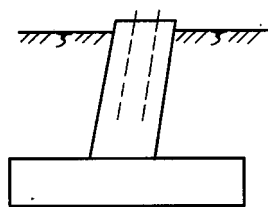


图 2-5 阶梯斜柱基础

(3) 装配式基础。根据基础使用主要材料的不同，装配式基础可分为金属装配式基础及钢筋混凝土构件装配式基础。

(4) 桩式基础。桩式基础因用料的不同分为木桩、钢桩、钢筋混凝土桩基础等，在送电线路设计中应用较多的是钢筋混凝土桩式基础。它有两种型式：一种为预制桩，另一种是现浇灌注桩，如图 2-6 所示。在阶梯直柱混凝土基础的设计原则下，经过改进出现了扩底短桩基础，如图 2-7 所示。

(5) 岩石基础。利用岩石地基的自然条件设计的锚筋基础称为岩石基础，分为单锚岩石基础和群锚岩石基础两大类。

(6) 复合沉井基础。它是由沉井与现浇混凝土基础两部分组成。基础上部为现浇混凝土，下部为沉井。对于地下水位较高的地区，沉井既是基础的一部分，又可以用来抵抗坑壁的流沙和泥水，有利于基础施工。

四、拉线铁塔及钢管电杆基础

(1) 拉线铁塔基础采用现浇阶梯直柱混凝土基础，铁塔与基础的连接为球铰连接，即基础顶面固定有钢板压制成的倒锅底形半球面，如图 2-8 所示。