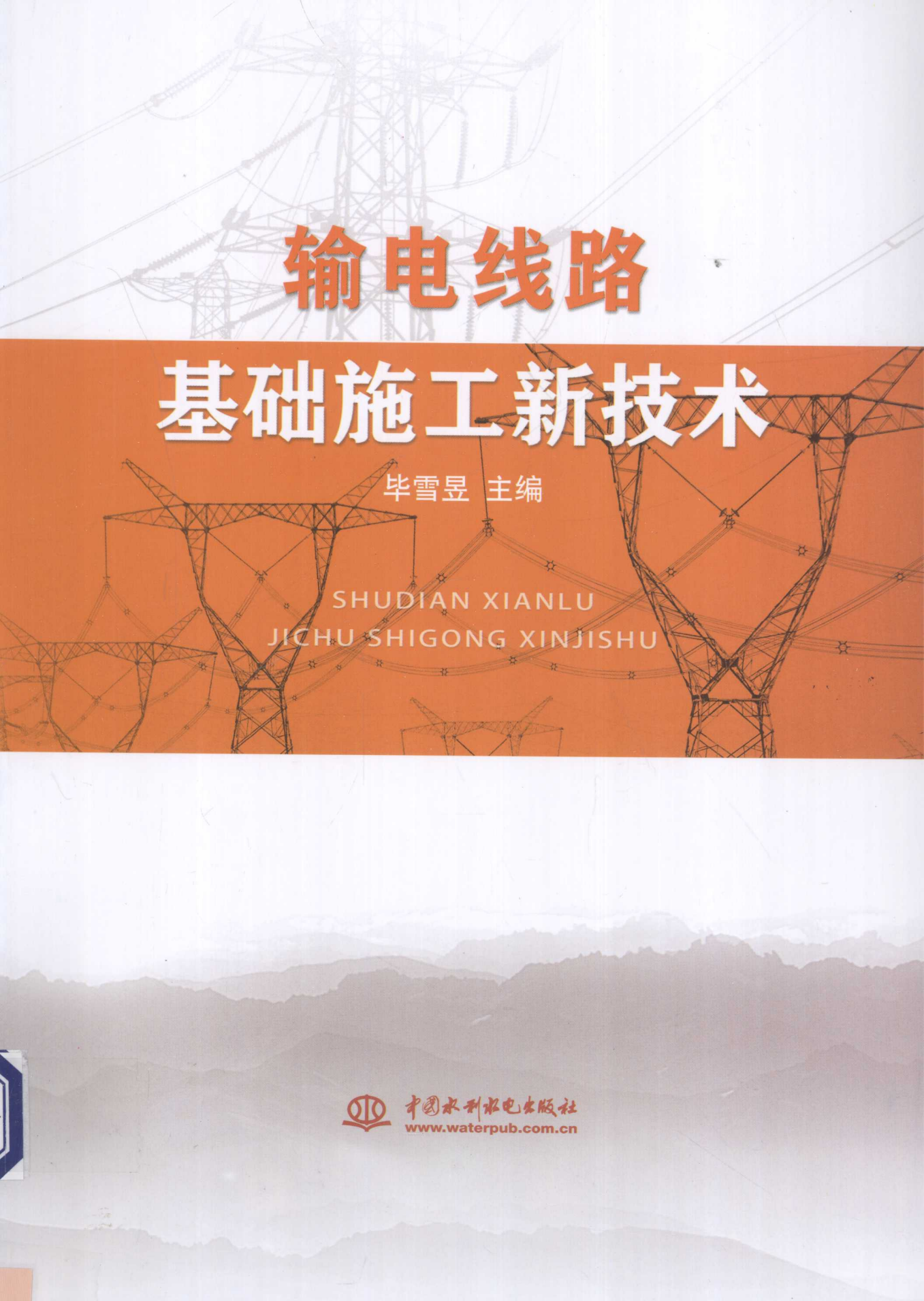




输电线路 基础施工新技术

毕雪昱 主编

SHUDIAN XIANLU
JICHU SHIGONG XINJISHU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

输电线路 基础施工新技术

毕雪昱 主编



中国水利水电出版社

cn

2014

82.00元

内 容 提 要

本书为输电线路基础施工技术的专著，主要是在总结近年来全国各地输电线路基础施工经验的基础上编写而成的。本书共分十四章，主要内容包括：输电线路基础施工概述、输电线路基础施工机具、输电线路基础典型施工方法、高海拔多年冻土地区输电线路基础施工、输电线路螺旋锚基础施工、沙漠地区输电线路装配式基础施工、输电线路岩石锚杆基础施工、输电线路岩石嵌固式基础施工、输电线路混凝土沉箱基础施工、输电线路LV铁塔基础施工、输电线路掏挖基础施工、输电线路钻孔灌注桩基础施工、输电线路地脚螺栓式现浇基础施工、输电线路基础工程施工质量检验及评定等。

本书可供输电线路基础施工单位的技术人员及管理人员使用，也可供输电线路设计、监理人员以及大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目（C I P）数据

输电线路基础施工新技术 / 毕雪昱主编. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2014.1
ISBN 978-7-5170-1682-3

I. ①输… II. ①毕… III. ①输电线路—基础施工—
技术培训 IV. ①TM726

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第013779号

书 名	输电线路基础施工新技术
作 者	毕雪昱 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 24.25印张 575千字
版 次	2014年1月第1版 2014年1月第1次印刷
定 价	89.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

《输电线路基础施工新技术》

编委会名单

主 任：王修江

副 主 任：刘 枰

委 员：毕雪昱 马力克·麦合苏提 张 健 王宇辉

主 编：毕雪昱

主 审：刘建彬 李 亚

编写人员：唐宏根 丁赞成 宋焕东 姚 晖 金晓兵

张 鑫 米和勇 于舒涵 盛建新 张继升

马小云 文 波 张宏海 李大伟 曹 军

焦 傲 常 成 王晓波 倪兆瑞

序

随着我国国民经济的飞速发展，国家每年用于电力基础设施，特别是用于高压输电线路的投资日益增加。杆塔基础作为输电线路结构的重要组成部分，它的造价、工期和劳动消耗量在整个输电线路工程中占很大比重，基础选型、设计及施工的优劣对输电线路工程的建设产生重要影响，因此，有必要加强对输电线路基础的研究，从而降低基础造价，节约资源，同时也减少对植被的破坏，加强环境保护，创造较好的经济效益和社会效益，实现可持续发展。

我国幅员辽阔，各个地区的地质条件相差很大，采用的输电线路基础形式也多种多样。《输电线路基础施工新技术》一书针对不同地区的地质条件提出差异性的基础形式和处理方法，针对输电线路杆塔基础的共性、前沿和关键问题，探索输电线路杆塔基础的机理和规律，形成系统完整的输电线路基础设计和计算的理论体系，并瞄准国家急需解决的“西电东送”工程中出现的一系列地基基础工程关键科学技术问题进行探索与创新，研究开发出安全、可靠、经济、实用的科技成果为工程建设服务，为各种基础形式的实验研究提供依据，对提高输电线路的可靠性、推动行业技术进步有着重要意义，书写了我国输电线路基础工程技术先进与设计安全合理的新篇章。

此书是奋战在输电线路一线的专业技术人员基于多年对杆塔基础的切实践，附以翔实的图解和理论计算依据，对不同特性地基、不同形式基础开展的系统性的试验、测试和分析研究，有效地解决了地基处理及其基础形式选择与设计优化这一当前输电线路工程中迫切需要解决的重大课题，必将在我国电网建设中发挥更大的作用！

王 强

2014年1月5日

前言

输电网络是由输电线路组成的，其主要功能是远距离输送大量的电能。输电线路及相关设备将电力系统连接成为一个庞大的利益共同体，将系统中偏远处的丰富能源转换成电能向缺少能源的任何电力负荷中心输送。如果电能输送不需要了，电力系统也就不再有存在的必要了。20世纪60年代，美国联邦动力委员会曾对输电的重要意义作了一个简明的总结：输电的战略重要性比它在电力系统建设的全部费用的10%还要大得多。输电的具体体现是在特定地区范围内将发电、输电和用电设备等电力设备互相连接构成一个完整的系统。

从技术经济的角度，很容易证明在某一地区进行适当的系统互联的优越性。

(1) 更经济合理地开发一次能源，优化电能资源配置，实现水、火电资源的优势互补。联网后形成较大的、稳定的负荷需求，由此可以采用大容量发电机组来提供电能，从而降低系统运行成本，增加经济效益。可以在煤炭丰富的矿区建设超临界、超超临界汽轮发电机组，利用高效率、低成本的大型特大容量坑口电厂向能源缺乏的区域送电；可以建设具有调节能力的大型水电厂，充分发挥水电和火电在电力系统中的互补作用。大容量、远距离的输电线路的存在，让远离负荷中心的电厂的电能能够传输到负荷中心，有利于水能、火电（坑口电厂）、风能、地热资源等通常地理位置较偏远能源资源的充分开发和利用。

(2) 利用负荷的不同时性，可提高发电机组的利用率，减少总的装机容量。负荷的不同时性主要是指：不同种类的负荷不同时用电；同种类负荷的不同时用电；不同经度地区因日照时间不同而不同时用电。由于各区域电网的用电构成、负荷特性、电力消费习惯存在一定的差异，各电网的年负荷曲线、周负荷曲线和日负荷曲线不相同，使得各电网高峰用电负荷可能不出现在同一时间而相互错开。

输电线路施工最重要的工序是基础施工。输电线路杆塔的地下部分的总体统称为基础。它承受输电线路杆塔的各种荷重，将杆塔的各种荷重传递给周围的地基，以达到稳固输电线路的杆塔的目的。目前，输电线路中常见的基础形式有：阶梯基础、板式基础、斜插基础、掏挖基础、岩石基础及桩基

础,其中阶梯基础、板式基础、斜插基础三类基础因其基坑成型特点习惯地称为“大开挖”基础。在施工过程中,不同的基础形式具有不同的特点及技术要求,为了有效地控制基础施工的质量,需要制定相应的施工技术措施。

在输电线路进行基础施工前必须做好复测和分坑工作。输电线路复测施工是指线路施工前,施工单位核对设计单位提供的杆塔明细表、平面图和断面图与现场是否相符,设计桩是否丢失或移动,复核杆塔位中心桩及转角塔位桩位置、挡距和断面高程是否符合设计及规范要求而进行的测量施工。复测时若发现偏差超过规范允许范围时,必须查明原因并予以纠正。路径复测确认无误后,根据基础及杆塔型式、基础根开(正面、侧面)、基础对角线(包括基坑远点、近点、中心点)及坑口尺寸等项目进行坑口放样,称此为分坑测量。通常把这两步工作统称为复测分坑。

21世纪以来,我国西电东送、南北互联工程相继启动,国家对电力建设的投资力度进一步加大,开发大西北的号角已经吹响,大西北的输电线路建设进入一个大发展时期。由于地处高海拔地区、多年冻土地区、沙漠戈壁地区,因此在输电线路基础设计和施工上有许多创新,本书就是在总结全国各地(特别是新疆、青海、西藏、陕西等地)输电线路基础施工经验基础上编写而成的。本书共分十四章,主要内容包括:输电线路基础施工概述、输电线路基础施工机具、输电线路基础典型施工方法、高海拔多年冻土地区输电线路基础施工、输电线路螺旋锚基础施工、沙漠地区输电线路装配式基础施工、输电线路岩石锚杆基础施工、输电线路岩石嵌固式基础施工、输电线路混凝土沉箱基础施工、输电线路LV铁塔基础施工、输电线路掏挖基础施工、输电线路钻孔灌注桩基础施工、输电线路地脚螺栓式现浇基础施工、输电线路基础工程施工质量检验及评定等。

本书编写人员还有许建、马小云、贾喜远、兰成杰、王政、胡中流、郑雅琴、李军华、王晋生、许杰、周小云、王京伟、古丽华等。

本书可供输电线路基础施工单位的技术人员和管理人员使用,也可供输电线路设计、监理人员以及大专院校有关专业师生参考。

在本书编写过程中,作者参考了近年来全国各地输电线路基础施工中涌现的新材料、新技术、新工艺,收集、整理并引用了近年来全国各地输电线路基础施工的丰富经验和研究成果,特别是新疆送变电工程公司、黑龙江省送变电工程公司、华东送变电工程公司、宁夏送变电工程公司、重庆电网建设有限公司、西藏电力有限公司电网建设管理分公司、呼伦贝尔电业局基建部、甘肃省送变电工程公司、安徽送变电工程公司、北京送变电公司、河南

送变电建设公司、湖北省送变电工程公司、陕西送变电工程公司、青海送变电工程公司等单位创造的典型施工方法，在此一并表示诚挚的感谢。

为本书提供资料并参与图表制作的还有：张强、张方、高水、石峰、王卫东、石威杰、贺和平、任旭印、潘利杰、程宾、张倩、张娜、李俊华、石宝香、成冲、张明星、郭荣立、王峰、李新歌、尹建华、苏跃华、刘海龙、李小方、李爱丽、胡兰、王志玲、李自雄、陈海龙、李亮、韩国民、刘力侨、任翠兰、张洋、吕洋、任华、李翱翔、孙雅欣、李红、王岩、李景、赵振国、任芳、魏红、薛军、吴爽、李勇高、王慧、杜涛涛、李启明、郭会霞、霍胜木、邢烟、李青丽、谢成康、杨虎、马荣花、张贺丽、薛金梅、李荣芳、马良、孙洋洋、胡毫、余小冬、丁爱荣、王文举等。

由于编者的经验和水平有限，本书在内容取材和章节布局上可能有不妥和错误之处，恳请各位同行和广大读者批评指正。

作者

2014年1月

目 录

序

前言

第一章 输电线路基础施工概述	1
第一节 输电线路基础工程分类	1
第二节 输电线路基础荷载	5
第三节 输电线路基础工程施工工艺规定	8
第四节 输电线路基础工程施工安全规定	14
第五节 输电线路基础工程文明施工和环境保护规定	16
第二章 输电线路基础施工机具	22
第一节 输电线路工程测量的基本要求	22
第二节 经纬仪	27
第三节 经纬仪的测量项目	31
第四节 定位测量	35
第五节 全站仪和全球定位系统	44
第六节 施工测量中值得注意的几个问题	46
第七节 打桩施工机械	48
第八节 混凝土搅拌机	51
第九节 混凝土搅拌运输车	54
第十节 混凝土振捣器	57
第十一节 凿岩机	59
第十二节 旋锚机	64
第十三节 钻孔机械和灌浆机械	65
第十四节 液压反铲挖掘机	67
第三章 输电线路基础典型施工方法	69
第一节 土石方开挖和爆破作业	69
第二节 混凝土及其施工步骤和要求	94
第三节 铁塔基础施工	107
第四节 岩石基础施工	110
第五节 金属基础施工	112
第六节 联合基础施工和大板基础施工	114

第七节	重力式基础施工	117
第八节	装配式钢筋混凝土基础施工	117
第九节	跨河铁塔灌注高桩基础施工	119
第十节	等径式灌注桩基础施工	120
第十一节	扩底短灌注桩基础施工	121
第十二节	钻孔灌注桩基础与挖孔灌注桩基础施工	123
第十三节	一般地质现浇基础施工	124
第十四节	泥水坑和流沙坑现浇基础施工	127
第十五节	插入式角钢基础施工	135
第十六节	复合式沉井基础施工	137
第十七节	掏挖式基础和大开挖基础施工	140
第十八节	地基处理技术	141
第四章	高海拔多年冻土地区输电线路基础施工	147
第一节	高海拔多年冻土地区	147
第二节	高海拔多年冻土地区杆塔基础开挖	148
第三节	高海拔多年冻土地区杆塔基础负温混凝土施工	149
第四节	高海拔多年冻土地区输电线路基础工程中的热棒安装施工	152
第五节	高海拔多年冻土地区输电线路环境保护和水土保持	154
第六节	高海拔多年冻土地区杆塔基础工程验收	154
第七节	高海拔多年冻土地区输电线路施工实例 (一)	154
第八节	高海拔多年冻土地区输电线路施工实例 (二)	160
第五章	输电线路螺旋锚基础施工	172
第一节	原材料及器材检验	172
第二节	螺旋锚加工与制造	173
第三节	螺旋锚施工钻进和螺旋锚基础浇制	174
第四节	螺旋锚防腐施工及要求	176
第五节	螺旋锚基础的质量验收与资料移交	176
第六节	螺旋锚基础施工实例	177
第六章	沙漠地区输电线路装配式基础施工	186
第一节	概述	186
第二节	板条式装配基础的组成和施工方法	186
第三节	沙漠地区输电线路装配式基础应用实例	190
第四节	沙漠地区输电线路施工器材运输方法	200
第七章	输电线路岩石锚杆基础施工	204
第一节	概述	204
第二节	施工作业流程	208

第三节	施工步骤及方法	208
第四节	质量控制、安全文明施工及环境保护控制措施	218
第八章	输电线路岩石嵌固式基础施工	222
第一节	概述	222
第二节	岩石嵌固式基础施工操作要点	223
第三节	人员组织和材料设备供应	227
第四节	岩石嵌固式基础施工质量控制	228
第五节	安全措施和环保措施	230
第六节	岩石嵌固式基础应用实例	230
第九章	输电线路混凝土沉箱基础施工	232
第一节	概述	232
第二节	混凝土沉箱基础施工操作要点	233
第三节	人员组织和材料供应	234
第四节	混凝土沉箱基础施工关键质量控制	235
第五节	安全措施和环保措施	235
第六节	混凝土沉箱基础应用实例	236
第十章	输电线路 LV 铁塔基础施工	237
第一节	LV 铁塔基础施工方案和计算	237
第二节	LV 铁塔预制基础的焊接	238
第三节	LV 铁塔组立方式	239
第四节	LV 铁塔基础应用实例	240
第十一章	输电线路掏挖基础施工	241
第一节	概述	241
第二节	掏挖基础的机械化施工方法	243
第三节	半掏挖式基础施工方法	251
第四节	掏挖加锚杆复合环保型基础施工方法	263
第十二章	输电线路钻孔灌注桩基础施工	272
第一节	概述	272
第二节	大直径钻孔灌注桩基础施工方法	274
第三节	小直径钻孔灌注桩基础施工方法	286
第十三章	输电线路地脚螺栓式现浇基础施工	298
第一节	概述	298
第二节	地脚螺栓式斜柱现浇基础施工方法	300
第三节	地脚螺栓式棱台现浇基础施工方法	316

第十四章	输电线路基础工程施工质量检验及评定	331
第一节	概述	331
第二节	交流输电线路基础工程施工质量检验及评定	338
第三节	直流输电线路基础工程施工质量检验及评定	357
第四节	输电线路工程竣工资料移交清册	370
参考文献		374

第一章 输电线路基础施工概述

第一节 输电线路基础工程分类

一、杆塔基础

基础工程分为电杆基础和铁塔基础，电杆基础包括底盘、拉盘和卡盘。铁塔基础包括混凝土和钢筋混凝土基础，预制钢筋混凝土基础、金属基础、灌注桩基础和岩石基础六种类型。

杆子埋入地下，一般应坐落在基础中，基础能承受杆子的垂直荷重、水平荷重和事故荷重等，可以防止杆子发生上拔、下陷和倾倒现象。铁塔一般是在预先浇筑好的混凝土基础上组立起来的，铁塔一般由四只脚分别或整体现浇而成，它承受着铁塔上承受的一切荷载，尤其是耐张塔或转角塔（如不是拉线塔），基础上承受着上拔力、下压力和倾覆力等。垂直荷重包括杆塔本身重量杆塔上导线、绝缘子、金具及覆冰等重量；水平荷重包括风产生的横向压力，导线张力等；事故荷重是指导、地线断线时的拉力、扭力和弯矩等。

杆塔一般是竖立在大地面，而大地面多数是土壤，只有部分山丘才是岩石。因此杆塔竖立得是否牢固，土壤的性质也是一个关键问题。基础的大小、好坏除了看导线的荷重、风压、覆冰外，就要看土壤的性质了。

杆塔基础设计要点如下：

(1) 杆塔基础承受上拔、下压和倾覆荷载时，若地质条件合适，施工工艺能保证时，应尽量采用原状土类型的基础，以提高承载力，减小变形。

(2) 基础设计必须保证地基的稳定性和结构的强度，对大跨越塔和处于弱地基的终端塔的基础应进行地基变形验算，并使地基变形控制在允许范围内。

(3) 开挖式基础的回填土按已夯实土考虑，即基坑回填土夯实程度已达到现行施工规范中要求的夯实标准。

(4) 对计算基础上拔、下压和倾覆稳定时，地的物理力学指标的选取，要考虑杆塔基础地质条件的分散性和季节性的影响。

(5) 基础设计如遇地下水，应考虑地下水位季节性的变化，位于地下水位以下、混凝土和土壤的容重，应按浮容重考虑。

(6) 如果周围地下水、环境水和土壤对基础材料有腐蚀影响，应根据腐蚀强弱程度，采用相应的防护措施。

(7) 对湿陷性黄土、高压季节性冻土和膨胀土的杆塔基础，要参照有关规程要求进行处理。

(8) 对饱和沙土和饱和轻亚黏土地基的重要跨河高塔，当地震烈度在 8 度及以上时，



应验算地基地震液化的可能性，并采取相应的抗震设防措施。

二、开挖式现浇混凝土和钢筋混凝土基础

在砂石、水源和现场劳动力条件较好的情况下，一般常采用这种类型。常用的混凝土和钢筋混凝土基础，如图 1-1-1 所示。

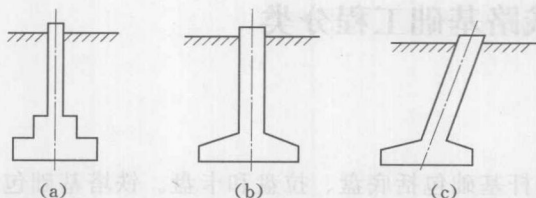


图 1-1-1 混凝土和钢筋混凝土基础

(a) 刚性基础；(b) 柔性基础；(c) 斜柱基础

钢筋混凝土基础的立柱有直立式和斜柱式，底板有刚性和柔性，刚性底板不配钢筋，做成台阶式，柔性底板需配筋做成板式。

直柱基础塔脚传递横向及纵向水平力较大，相应混凝土体积及配筋量较多。计算时不考虑立柱侧向土抗力，立柱配筋按悬臂柱计算。

而斜柱基础的特点是立柱倾斜，塔腿轴向拉力或压力由斜柱承受，塔脚传给基础的横向及纵向水平力大为减小，立柱受弯矩小，因而斜柱基础钢筋及混凝土量较直柱基础的小，是铁塔基础比较经济的一种形式。但斜柱施工工艺较复杂，需设置定向模板。

斜柱与塔脚的联结固定有两种方式：主材直插式和地脚螺栓埋入式。直插式可以省去较重的塔脚板，减轻基础的用钢量，但安装精度要求高；地脚螺栓埋入式，塔底部有塔脚板，由于立柱是倾斜的，地脚螺栓埋放时，一端要弯曲。

三、预制钢筋混凝土装配式基础

在缺少砂石、水源的地方采用，预制钢筋混凝土的单件重量要适应于杆塔位的运输条件，因此预制基础的部件的大小和组合方式也有所不同，常用的钢筋混凝土基础有预制底盘、拉盘、卡盘、铁塔基础，如图 1-1-2 所示。

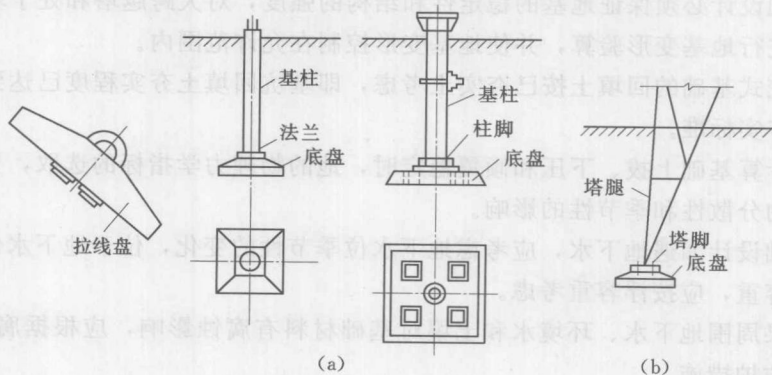


图 1-1-2 预制钢筋混凝土装配式基础

(a) 直柱单盘型（底盘、拉线盘）；(b) 金属塔腿埋入型



四、灌注桩基础

灌注桩基础属于桩式基础的一种。桩式基础可分为浅桩基础和深桩基础。

浅桩基础的柱长应为 $4\sim 10\text{m}$ ，用于地质条件较差的流沙、沼泽、泥水地带的塔位。浅桩基础有灌注桩基础、打桩基础、扩桩基础和岩石锚桩基础，其中扩桩基础又分为爆扩桩基础和机扩桩基础。

深桩基础用于跨越河流，建立在河滩或河床内，基础顶面应高出最高洪水位，有一定的抗冲刷能力，桩柱的嵌固深度应大于 15m 。深桩基础分为灌注桩基础和打桩基础（应用困难）。

灌注桩基础又可分为等径灌注桩和扩底短桩基础。它需要事先钻孔，钻孔采用专门机具或人力推钻法；扩底多数为爆破成型，然后插入编扎好的钢筋骨架，并注入拌好的混凝土。

扩底短桩基础适用于黏土或其他坚硬的土壤。由于它被埋置在近原状土壤中，基础变形小和土壤结合力好，因而抗拔能力强。

灌注桩还能节约土石方，改善放工作业条件，尤其在河滩处，考虑河床的冲洗作用，用灌注桩更为恰当，如图 1-1-3 所示。

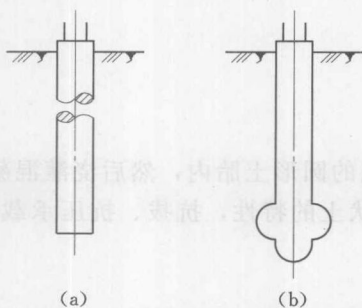


图 1-1-3 灌注桩基础
(a) 灌注桩；(b) 扩底灌注桩

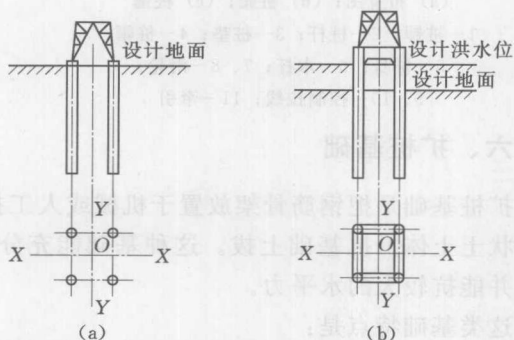


图 1-1-4 灌注桩基础
(a) 低单桩；(b) 高桩带连梁框架

灌注桩基础用专门的机具钻（或冲）成较深的圆孔，以水头压力和泥浆护壁，成孔后放入钢筋笼，在水下浇筑混凝土深桩基础，适用于跨河流地下水位较高的塔位，如淤泥、饱和沙土、流沙、有洪水冲刷等软弱地基，以及施工难以开挖成型的地基，如图 1-1-4 所示。

五、打桩基础

打桩基础是把一定数量的桩打入地基，桩的入土深度一般在 $4\sim 10\text{m}$ ，一般用桩锤打入地基，以增强基础的承载能力，解决流沙坑等不好施工的问题。打桩的方法有自由落锤打桩法及机械法。自由落锤打桩法如图 1-1-5 所示。

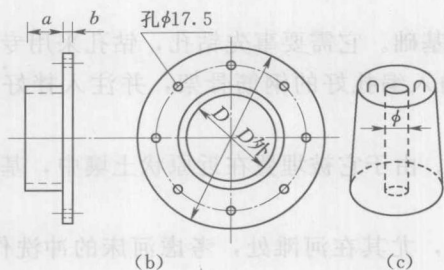
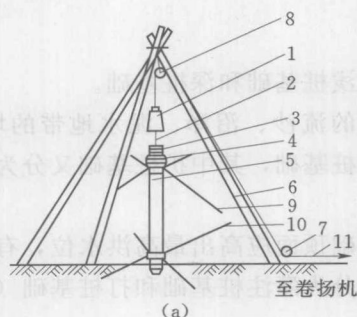


图 1-1-5 自由落锤打桩法

(a) 布置图; (b) 桩帽; (c) 桩锤

1—桩锤; 2—桩杆; 3—桩垫; 4—桩帽;

5—桩身; 6—木杆; 7、8—滑轮;

9、10—控制拉线; 11—牵引

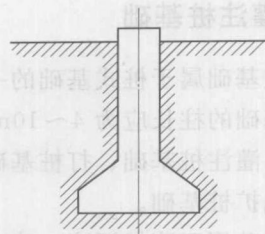


图 1-1-6 扩底桩基础



图 1-1-7 爆扩单桩基础形式

(a) 拉线基础; (b) 电杆基础、铁塔基础

六、扩桩基础

扩桩基础是把钢筋骨架放置于机械或人工掏挖扩底的圆形土胎内，然后浇灌混凝土，以原状土土体抵抗基础上拔。这种基础能充分发挥原状土的特性，抗拔、抗压承载能力强，并能抗较大的水平力。

这类基础特点是：

- (1) 与同类型开挖式现浇基础相比，能节约钢筋混凝土材料，降低造价。
- (2) 能加快施工进度，提高工效，掏挖成型后不需支模板，并不用回填土。
- (3) 由于基坑不用大开挖，塔基周围土坡植皮不被破坏。掏挖扩底式基础适用于土质较好，能掏挖成型的可塑性黏土和亚黏土、黄土，如图 1-1-6 所示。

七、爆扩桩基础

爆扩桩基础是将钢筋骨架与搅拌好的混凝土放入由炸药爆扩成型的土胎内，由于桩底爆扩成大头，挤压坚实、基础抗拔性能好，同时扩大头接触的持力层为一空间曲面，下压承载力大，这种基础爆扩成型的正确与否与土质、施工工艺有很大的关系，通常只能在有施工经验的情况下使用，如图 1-1-7 所示。

八、岩石锚桩基础

岩石锚桩基础是把锚筋直接锚固于岩石孔内，凭着岩石本身、岩石与砂浆间和砂浆与



锚筋间的接合力，抵抗上部结构传来的外力，以保证杆塔结构的稳定。它具有良好的抗拔性能，基础上拔与下压变形小，适用于覆盖土层较浅，或岩石露头的基岩。根据岩石风化程度的不同，分别选用不同的基础形式，如图 1-1-8 所示。

这种基础一般是在山区作为铁塔基础使用的，对于整体性较好的岩石，可以凿孔，浇入钢筋，作为塔基使用。

九、金属基础

金属基础属于装配式基础，适用于高山地区，交通运输条件极为困难的塔位，常用的形式，如图 1-1-9 所示。在我国东北地区应用较为广泛。

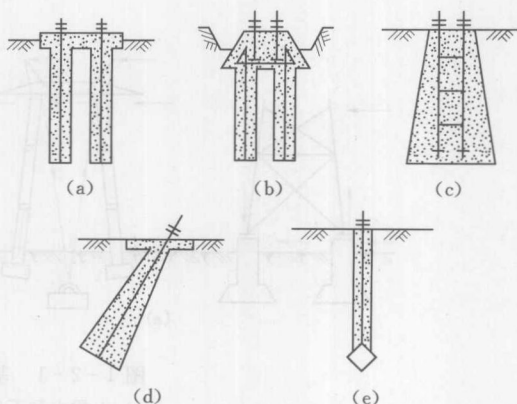


图 1-1-8 岩石锚桩基础
(a) 直锚式；(b) 承台式；(c) 岩固式；
(d) 拉线式；(e) 自锚式

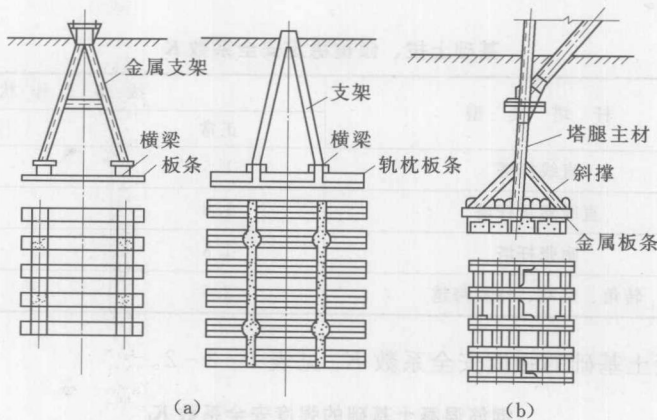


图 1-1-9 各类装配式基础形式
(a) 角锥支架型；(b) 金属基础

第二节 输电线路基础荷载

线路基础的荷载与杆塔荷载组合相同。

一、基础受力特点

无论杆塔基础属于何种类型，其受力的特点无非是上拔力、下压力或者倾覆力。宽基铁塔的基础，“∩”杆塔的主杆和拉盘就承受着上拔力和下压力，如图 1-2-1 (a) 所示；不带拉线的电杆基础和窄基铁塔的基础就承受着倾覆力，如图 1-2-1 (b) 所示。