

## 架空输电线路杆塔基础设计与施工技术分析

李晓清

河北广安联合电力工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着社会经济的快速发展和电力需求的持续增长,电力架空输电线路的建设规模日益扩大。作为架空输电线路的重要组成部分,杆塔基础设计与施工技术直接关系整个输电系统的安全、稳定运行。由于架空输电线路需跨越不同地质和气候条件,其杆塔基础需承受复杂多变的荷载和自然灾害(如地震、冰雪和大风)。因此,深入研究架空输电线路杆塔基础设计与施工技术,成为确保输电系统高效、安全运行的迫切需求。

[关键词]架空输电线路;杆塔基础设计;施工技术

DOI: 10.33142/ec.v8i12.18775

中图分类号: TM75

文献标识码: A

### Design and Construction Technology Analysis of Tower Foundations for Overhead Transmission Lines

LI Xiaoqing

Hebei Guang'an United Power Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the rapid development of the social economy and the continuous growth of electricity demand, the construction scale of overhead power transmission lines is expanding day by day. As an important component of overhead transmission lines, the design and construction technology of tower foundations are directly related to the safe and stable operation of the entire transmission system. Due to the need for overhead transmission lines to span different geological and climatic conditions, their tower foundations must withstand complex and variable loads as well as natural disasters such as earthquakes, ice and snow, and strong winds. Therefore, in-depth research on the design and construction technology of tower foundations for overhead transmission lines has become an urgent need to ensure the efficient and safe operation of the transmission system.

**Keywords:** overhead transmission lines; tower foundation design; construction technology

#### 引言

在现代电力系统当中,架空输电线路属于用来实现电能长距离输送的极为关键的基础设施,它的安全状况、可靠性以及稳定性都和电网能否正常运转以及能源供应是否有保障紧密相关。杆塔基础是架空输电线路的支撑重点所在,它一方面要承受杆塔自身以及导线的重量,另一方面还要抵御风载、冰载、地震以及其他环境荷载所产生的作用。所以说,基础设计以及施工质量会直接对线路整体的安全性以及使用寿命产生影响。随着我国电网建设规模变得越来越大,并且地形地质条件也日益复杂起来,杆塔基础设计和施工所面临的技术要求以及挑战也随之提高了。传统的设计办法以及施工技术在复杂的地质条件或者特殊的环境之下,很容易出现承载力不够、沉降不均匀或者存在施工安全隐患等一系列问题,迫切需要借助科学的设计计算、合理选择基础类型、精细的施工工艺以及针对

性较强的特殊施工技术来加以处理。本文在全面深入分析架空输电线路杆塔基础受到地质以及环境因素影响的情况之下,着重探讨杆塔基础的设计原则、地质勘察以及基础选型、设计计算还有在特殊地质条件之下的设计要点等方面的内容,与此还结合施工技术的实际操作情况,对基坑开挖、基础处理、钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑与养护以及特殊施工技术等关键环节展开详细的剖析,目的是为了给架空输电线路杆塔基础的科学设计以及高质量施工给予理论方面的参考以及技术层面的指引,进而推动电网建设朝着安全、高效且可持续的方向去发展。

#### 1 地质与环境因素对架空输电线路杆塔基础设计的影响

在架空输电线路杆塔基础设计环节当中,地质方面以及环境方面的诸多因素,对于基础类型的择定、结构形式的确立以及施工方案的制定,均有着直接且颇为重要的影

响作用。地质条件具体包含了土层所属类型、承载力状况、地下水所处的具体水位情况以及岩石分布态势等。这些因素在很大程度上决定了基础所具备的稳定性程度、沉降特性表现以及抗倾覆的能力大小。就好比说,在那种松软土或者填土所在的地区范围之内,基础或许就需要进一步加深下去,又或者是得采用桩基的形式,以此来促使承载力得以提升。然而在岩石或者坚硬土层所处的区域之中,那么就可以采用浅基础的方式,从而实现节约施工成本的目的。环境因素所涉及的范围就比较广泛了,它涵盖了气候方面的各种条件、地形以及地貌呈现出的状况,还有施工区域所存在的生态环境情况。其中像降雨量的多少、冻融循环所产生的影响以及风力大小等因素,都会对基础施工的方法以及材料的选择产生影响。在那些高寒或者多雨的地区,务必要考虑到混凝土的养护事宜以及防冻的相关措施。而处于地形起伏程度相对较大的山区区域,那就得针对可能出现的不均匀沉降情况以及施工所面临的较大难度,去精心设计出较为合理的塔位以及基础形式。除此之外,地震、风载以及雷电这类自然条件,同样会对基础设计提出更高的要求,这就需要在结构计算的过程当中,充分地将安全系数以及抗灾能力考虑进去。所以,在杆塔基础设计开展的整个过程当中,必须要对地质以及环境条件展开全面且细致的分析与评估工作,科学合理地去选择基础类型、结构形式以及施工方案,进而切实保障架空输电线路在后续运行期间能够具备足够的安全性、可靠性以及长期的稳定性。

## 2 架空输电线路杆塔基础设计

### 2.1 设计原则

在架空输电线路杆塔基础设计方面,设计原则是要让杆塔在各类工况之下都可做到安全、稳定且具备经济性。其一,安全性原则属于核心要求所在,基础得能承受住杆塔以及导线自身的重量、风力作用产生的荷载、冰雪带来的荷载还有地震等各类荷载的作用,要保证在正常运转之时以及处于极端环境状况下都不会出现倾覆、沉降或者遭到破坏等情况。其二,稳定性与耐久性原则要求基础在长时间运行期间能够维持结构的完整性,可以适应土壤出现沉降、冻融循环以及地下水发生变化等环境方面的因素,以此来确保杆塔能够实现长期可靠的运行状态。其三,经济性原则着重强调要在满足安全以及功能相关要求的基础之上,对基础材料的使用量以及施工成本加以合理把控,挑选合适的基础类型以及施工方法,进而提升整个工程的经济效益<sup>[1]</sup>。可施工性与适应性原则同样极为重要,设计

的时候要充分考量现场施工的具体条件、地质环境以及施工机械设备所存在的限制情况,务必要确保设计方案能够顺利地得以实施。

### 2.2 地质勘察与选型

在架空输电线路杆塔基础设计方面,地质勘察以及基础类型选型属于极为关键的环节,其对于保证杆塔的安全性与稳定性有着重要作用。地质勘察通过针对土壤类型、土层厚度、承载力、地下水位还有岩石分布等诸多参数展开系统的调查,从而能够为后续的基础设计给予科学且合理的依据。勘察所得到的结果,一方面确定了基础的深度、尺寸以及具体的形式,另一方面还对施工方法的选择产生了影响。比如说,在软土或者松散填土所在的区域,为了提升承载力并且尽可能地减少沉降情况的发生,一般而言是需要采用桩基或者是扩大基础的方式的;而要是处在岩石或者密实土层当中,那么就可以选择浅基础,如此一来便可以在一定程度上降低施工的成本以及缩短工期。地质勘察还需要留意一些特殊的环境因素,像是冻融循环这样的情况、高地下水位所处的环境或者是地震区的地质条件等。

### 2.3 设计计算

在架空输电线路杆塔基础的设计工作当中,设计计算无疑属于一个极为关键的环节,它对于保证基础具备良好的安全性、稳定性以及经济性都有着十分重要的意义。在开展设计计算时,务必要全面且细致地考量诸多不同工况给基础所带来的影响,这其中就涵盖了杆塔自身的重量、导线所产生的荷载、风力带来的荷载、冰冻情况下的荷载,还有地震作用等因素。借助力学方面的分析手段,能够明确基础的受力特点、所具有的承载力以及可能出现的沉降变形状况。通常而言,设计计算会涉及到对基础土体承载力的具体计算操作,要确定基础的尺寸以及形状样式,得合理安排钢筋的配置事宜,并且要慎重选择混凝土的强度等级等内容。与此还得充分考虑到基础与塔身相互连接时的受力传递相关情况。面对不同的地质条件,还需开展差异化的计算分析工作。

### 2.4 特殊地质条件下的设计要点

在架空输电线路杆塔基础设计方面,针对特殊地质条件展开设计有着不容忽视的重要意义,毕竟不良地质环境会在很大程度上对基础的稳定性以及使用寿命产生影响。就软土、淤泥或者松散填土这类承载力较弱的土层而言,应当选用桩基,并且要借助加深基础埋深、增大基础面积又或是改善地基土体等办法来提升其承载力以及抗沉降

能力。处于高地下水位的地区，得做好排水设计以及防渗处理，以此来避免水土流失以及基础浸泡给混凝土强度所带来的影响。在冻融区或者高寒地区，需要充分考虑到混凝土的抗冻性能、基础埋深以及防冻措施，以防冻融循环引发的基础裂缝与沉降情况<sup>[2]</sup>。而对于岩溶、滑坡亦或是地震高发区来讲，那就得依据地质勘察的结果来进行稳定性分析以及抗震设计，在必要的情形下还需采取锚固、支护或者柔性连接等举措来强化基础的抗震以及抗变形能力。

### 3 架空输电线路杆塔基础施工技术

#### 3.1 施工准备

在架空输电线路杆塔基础施工期间，施工准备属于确保工程质量、安全以及施工效率的重要前提。在施工开始之前，得仔细研读设计图纸以及相关的技术规范，全面掌握杆塔的具体类型、基础呈现的形式还有其受力方面的特点，并且要综合考虑沿线的地形地貌状况、地质条件以及施工环境等因素，以此来科学地编制施工组织设计以及专项施工方案，清晰明确施工工艺、质量控制的关键要点以及技术标准，与此同时还要做好较为周全的技术交底相关工作。施工单位还需要针对现场展开细致的踏勘活动，着重去调查土层的结构情况、地下水的实际状况、地表存在的障碍物以及交通运输的相关条件，合理地规划施工便道、临时用电安排、材料堆放的位置以及机械作业的区域，从而给施工营造出良好的条件。测量放样这项工作需要提前着手开展，精准确定杆塔的中心位置、基础开挖的具体范围以及标高控制点，以此来保证基础的位置和尺寸能够符合设计方面的要求。在材料与设备的准备工作上，要依据施工进度计划提前组织钢筋、混凝土、模板等主要材料进入到施工现场，并且要对施工机械设备做好检修、调试以及保养等工作，确保其性能处于稳定且可靠的状态。

#### 3.2 基坑开挖与基础处理

在架空输电线路杆塔基础开展施工活动之时，基坑开挖以及基础处理这两项工作和杆塔基础的承载性能、整体稳定性还有长期运行安全紧密相关，其在施工阶段当中属于核心控制环节。在施工进程里，得严格按照设计文件以及测量成果来实施放线定位，同时要结合地质勘察资料以及现场的实际条件，合理去确定开挖的方式以及施工的顺序，优先选用机械开挖和人工修整相互结合的办法，精确对基坑的平面尺寸、开挖深度以及边坡坡度加以控制，努力减少对原状土体的干扰，防止出现超挖致使承载力降低的情况。对于软土、砂土、湿陷性黄土以及地下水位比较

高等复杂地质条件，需要提前制定专门的措施，借助放坡、支护、降水或者排水系统来控制基坑的稳定，避免发生坍塌、涌水以及基底软化等一系列问题<sup>[3]</sup>。基坑开挖完成之后，应当及时去做基底检查与验收工作，着重对土质情况和承载力指标进行核查，针对局部存在松散、扰动或者不符合设计要求的基底，要采取换填级配碎石、灰土、素混凝土垫层或者是夯实加固等处理办法，以此来提升地基的力学性能以及均匀性。

#### 3.3 钢筋绑扎与模板安装

在架空输电线路杆塔基础施工环节当中，钢筋绑扎以及模板安装这两道工序在很大程度上能够对基础结构的强度起到关键作用，同时也能确保尺寸精度以及耐久性能方面有所保障。在正式施工之前，务必要严格按照设计图纸以及相关的规范来仔细复核钢筋的规格、数量还有加工尺寸等方面的情况。钢筋运送到施工现场之后，还需要对其进行细致的外观检查以及力学性能方面的检验，只有经过检验并且确认合格之后才能够投入使用。在钢筋绑扎的过程之中，要依照设计的具体要求精准地去布置主筋、箍筋以及构造钢筋等，从而保证钢筋之间的间距、锚固的长度以及搭接的位置都能够严格符合规范所提出的要求。绑扎操作务必做到牢固且可靠，切忌出现位移或者变形等情况，并且要通过设置垫块或者搭建支架的方式来极为严格地把控保护层的厚度，以此来切实保障钢筋的受力性能以及防腐蚀的能力。模板安装这项工作应当在钢筋经过验收并且确认合格之后再去做。模板所使用的材料必须要具备足够的强度、刚度以及稳定性，在安装的时候需要极为严格地去把控基础的平面位置、截面尺寸以及标高等方面的情况，确保模板的拼缝能够做到严密无缝，支撑体系也要稳固牢靠，避免在混凝土进行浇筑的过程当中出现跑模、胀模或者是变形等这类情况。

#### 3.4 混凝土浇筑与养护

在架空输电线路杆塔基础施工环节当中，混凝土的浇筑以及后续的养护工作，称得上是关乎基础整体性、承载能力以及耐久性能的极为关键的工序。在正式开展混凝土浇筑之前，务必要对配合比设计以及原材料的质量展开细致核查，要切实确认水泥、砂石还有外加剂均能够符合相关规范所提出的要求，而且要依据施工时的具体环境状况以及基础的实际体量，对混凝土的坍落度以及初凝时间加以合理的把控。在整个浇筑的过程之中，应当严格遵循分层且连续的施工原则，尽力避免出现中途停歇的情况，如此一来可防止施工冷缝的产生，混凝土需要均匀地进入模

具,并且要配合使用机械或者依靠人工来进行振捣操作,以此确保振捣能够达到密实的状态,避免出现蜂窝、麻面以及空洞等一系列的质量方面的缺陷,与此同时还要留意对振捣的时间以及力度予以把控,防止因过振而引发离析现象或者致使模板发生变形<sup>[4]</sup>。对于那些体积相对较大的杆塔基础而言,还需要着重关注温度的控制以及施工的顺序安排,可以采取分区分层的方式去浇筑,或者是降低混凝土的入模温度,又或者设置相应的保温措施,通过这些举措来削减温度应力以及裂缝出现的风险。在混凝土浇筑完成之后,应当及时着手进行表面的平整处理以及覆盖养护工作,依据气候的具体情况选用洒水、覆盖保湿材料亦或是采取保温措施等方式,以此来保障混凝土能够在规定的养护期限内始终维持着适宜的温湿度环境,进而推动其强度得以持续不断地增长。

#### 4 特殊施工技术

在架空输电线路杆塔施工期间,特殊施工技术着重于应对复杂地形、恶劣环境以及特殊地质条件所提出的施工方面的需求,以此来保障杆塔基础具备安全性并且能够提升施工效率。当在高山、峡谷、河流或者沼泽这类特殊地段开展施工活动的时候,往往得运用吊装、架桥、空中运输又或者是临时施工平台等相关技术,从而去克服运输存在诸多不便以及场地受到限制等一系列问题。而在软土、淤泥或者高地下水所在的地区,应当把地基加固、桩基施工、排水降水以及砂石垫层等多种措施相互结合起来使用,进而提高基础的承载能力并且避免出现沉降不均的情况。在高寒、冻融或者风沙比较严重的地区,需要实施混凝土

保温、模板加固、防冻养护以及抗风支撑等各类措施,以此来保证基础施工的质量以及结构的耐久性。对于沿着线路跨越铁路、公路或者其他障碍物的特殊杆塔基础施工而言,还必须要制定专门的施工方案,对施工顺序加以协调并做好安全防护工作,从而确保施工人员以及周边环境都能够处于安全的状态之中。

#### 5 结语

架空输电线路杆塔基础的设计及施工技术,和线路的安全性、稳定性息息相关。借助科学的地质分析、恰当的基础设计还有规范的施工工艺,能够提升基础承载力以及结构耐久性,确保杆塔于各类环境条件之下可长期稳定运行。基坑开挖、钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑与养护以及合理运用特殊施工技术,不但提升了施工质量与效率,还为后续的输电线路建设给予了实践经验与技术参考。

#### [参考文献]

- [1]孙岩,孙威,刘赫.架空输电线路杆塔基础设计施工技术分析[J].农家参谋,2018(12):193.
- [2]卢春源.架空输电线路杆塔基础设计与施工技术分析[J].通讯世界,2025,32(3):112-114.
- [3]吴德松.电力架空输电线路杆塔基础设计与施工技术解析[J].科技资讯,2025,23(5):102-104.
- [4]刘刚.输电线路杆塔基础设计施工技术分析[J].建材与装饰,2018(45):222-223.

作者简介:李晓清(1990.9—),男,汉族,河北省石家庄市,河北广安联合电力工程设计有限公司,高级工程师,硕士研究生,建筑结构方向。