

高地下水位地区输电线路基础施工分析

李 勇

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610000)

摘 要 近年来,越来越多的输电线路需要经过高地下水位地区,这给传统的输电线路基础施工方法提出了新的挑战 and 更高的要求。为了保证输电线路在这些复杂环境中的安全性和可靠性,工程技术人员必须结合工程实际情况,采取合适的施工方法和材料,进行科学合理的设计与施工规划。本文探讨了高地下水位对输电线路基础施工的影响因素,分析了现有的施工技术和方法,并提出相应的优化方案,以期为高地下水位地区的输电线路基础施工提供有益的理论指导和实践参考。

关键词 电力基础设施; 高地下水位; 输电线路; 基础施工

中图分类号: TM752

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.19.041

0 引言

在现代电力基础设施建设中,输电线路的稳定性与安全性对整个电网的可靠运行至关重要。然而,在高地下水位地区,基础施工面临着独特的挑战。地下水位的变化不仅影响土壤的承载能力,还可能导致土壤饱和、液化等现象,从而对基础结构的安全性构成威胁。因此,合理的设计和施工管理至关重要。通过详尽的地质勘察、先进的施工技术以及严格的项目管理,可以有效应对高地下水位带来的挑战,确保输电线路的安全与持久性。

1 高地下水位对输电线路基础施工的影响

1.1 土壤承载能力

高地下水位对土壤的承载能力产生显著影响。在水位上升时,土壤的颗粒间隙被水填满,造成土体饱和。这种饱和状态通常导致土壤的有效应力下降,进而降低承载能力。因此,当基础施加荷载时,饱和土的沉降和变形比干燥土更为显著。此外,土壤在高水位条件下更容易发生液化现象。液化是指在瞬间加载(如地震)作用下,饱和土体失去承载能力并表现出流动性的状态。这种情况在松散的砂土中尤为常见,若基础未能充分考虑这一点,可能会在施工后期导致严重的安全隐患,甚至造成基础的失效与坍塌^[1]。

1.2 施工安全隐患

高地下水位直接增加了施工过程中的安全隐患。施工现场水位升高,不仅会造成基坑液化,还可能导致基坑坍塌。特别是在大雨或持续降雨的情况下,地下水位迅速升高,施工团队如果未能及时采取防范措施,基坑的边坡可能会失去支撑,引发意外事故。此外,

高水位可能影响施工设备的稳定性和安全性。重型设备在湿润的土壤上作业时,更容易造成倾斜和搁浅。

1.3 基础设计要求

在高地下水位条件下,基础设计的复杂性显著增加。设计师需考虑水位浮力对基础的影响,这需要基于详尽的地质勘察和水文分析。基础类型的选择至关重要,通常桩基础被认为是解决高地下水位问题的优选方案。桩基础通过将上部荷载传递至更深、承载力更强的土层,降低了浮力带来的潜在风险。除了桩基,广基基础在某些情况下也可以作为选择。然而,其设计必须确保有充足的抗浮力,以抵御水位变化所带来的浮力影响。设计师必须结合具体的地质条件,选择适合的基础形式和材料,确保其在施工和使用过程中具备良好的可靠性。

1.4 施工周期与成本

高地下水位的存在通常会导致施工周期延长,影响项目的总体时间安排。为了控制地下水位,往往需要采取井点降水等额外措施,这不仅增加了施工的复杂性,还会引发施工成本的提升。施工管理者必须在预算中预估这些额外开支,以避免因不可预见的费用增加而影响项目的可行性。

2 高地下水位输电线路基础设计

2.1 桩基础

在高地下水位地区,桩基础是一种广泛应用于输电线路的基础设计方案。桩基础的设计理念是在不稳定的土壤条件下,通过将桩深埋至坚固的土层中,从而实现上部结构荷载的有效承载,避免因土壤饱和或液化而带来的风险。在桩基础的设计过程中,需要

对地下水位变化、土壤的物理和力学性质进行全面评估。这些基本数据不仅影响桩基的数量、长度和直径的计算,还直接关系到后续的施工方案。例如:若在勘察中发现地下水位较高,土壤为松散砂土或黏土,则需设计更长的桩基,并增加桩的数量,以确保充分的承载能力。设计桩基时,浮力的影响是一个必须考虑的重要因素。在考虑到地下水存在时,通过精确计算桩基的实际承载力,设计师需要确定合适的安全系数,以确保桩基在设计使用年限内的稳定性。特别是在大雨或水位突升的情况下,异常浮力可能会造成桩基失稳,因此,合理的桩长和埋深设计至关重要,以避免浮力对桩的影响。高地下水位的环境通常会增加土壤中的化学成分,从而对基础材料造成腐蚀,因此,选择合适的材料(如防腐钢筋或混凝土)可以大大延长结构的使用寿命^[2]。

2.2 广基基础

在高地下水位的地区,广基基础也可以作为另一种可行的基础设计选择,尤其是在土壤条件相对较好、承载力较高的情况下。广基基础的设计强调其占地面积较大,能够通过分散荷载来降低单一面积上的压力,从而提高基础的稳定性与安全性。设计广基基础时,确保其具备足够的抗浮力是关键。抗浮力是指基础能抵抗地下水浮力的一种能力。采用几何优化设计可以增加基础的抗浮能力,同时确保经济性和可施工性。例如:在设计时可以考虑扩大基础的面积与厚度,以增加浮力对基础的不良影响。土壤类型和强度的评估在广基基础设计中同样重要。基础设计应该根据不同的土壤特性进行调整,包括确定基础的埋深和斜坡等设计细节。通过对土壤的全面勘察,工程师能够确定不同土层的适用性,并结合项目实际情况对基础的样式进行合理规划。在某些情况下,可以考虑采用加固措施,如嵌入桩基或进行土壤换填,以提高广基的承载能力和抗浮力^[3]。

3 高地下水位监测与管理

3.1 监测系统

在高地下水位地区进行基础施工,建立健全的地下水位监测系统是至关重要的。通过设置地下水位观测井,施工单位可以定期记录水位变化,及时掌握地下水的动态情况。这些数据对后期的施工方案制定具有指导意义,能够在实施阶段有效预警可能的水位波动,调整施工计划。监测系统应定期由专业人员进行检查和维护,以确保其准确性。此外,结合地质勘察数据,监测系统应当具备自动化功能,能够在水位变

化超过设定阈值时,及时报警并提醒施工团队实施应急措施,以减少潜在的安全隐患。

3.2 排水措施

针对高地下水位环境,有效的排水措施是施工过程中不可或缺的一环。建设井点降水系统是降低施工现场地下水位、确保干燥施工环境的一种便捷有效的方式。井点降水系统通过设置多个排水管道,借助抽水泵排出地下水,降低水位,提供一个相对干燥和安全的施工环境。在实施井点降水时,设计应考虑选择适当的泵送能力,以确保在施工期间能够快速有效地控制地下水位。同时,施工单位还应做好排水设施的日常维护与管理,以避免因设备故障导致的水位恢复过快和施工风险。此外,针对不同土壤和水文条件,施工单位还可考虑结合其他排水措施,如重力排水或化学加固等,以进一步降低地下水位,提供安全的基础施工环境。

4 输电线路工程实例分析

4.1 工程概况

本次研究项目是长三角地区的一条600千伏高压输电线路,起点为某大型变电站,经过城市和乡村,最终连接到另一个重要的变电站。由于项目路径涉及多个高地下水位区域,施工单位面临严峻的工程挑战。长三角地区气候湿润,雨水丰沛,尤其在梅雨季节,地下水位经常处于高位,这对基础施工的安全和质量造成了不小的影响。为了满足电力供应的需求,施工单位需在有限的时间内完成线路基础的建设。同时,该项目还需考虑对周边生态环境的保护,确保施工期间不会对水资源造成污染和生态破坏。

4.2 施工措施

4.2.1 桩基础设计

在项目开始之前,项目团队进行了全面且详细的地质勘察,结果显示大多数施工区域的土层较为软弱,无法直接支撑重型基础设施。为了确保基础具备足够的承载力与稳定性,设计团队决定采用桩基础作为主要解决方案。桩基础的设计和实施涉及多个关键技术措施,确保满足结构安全和使用要求。首先,施工单位选用了强夯法作为桩基施工的主要技术。该方法通过反复对土壤进行夯击,形成密实层,从而有效提升桩基的承载能力。在实际操作中,桩基被打入至5米深的坚实土层,以确保桩基能够获取足够的支撑。这一过程中的夯击次数和夯击重物的选择经过精确计算与优化,以确保桩基的稳定性符合设计要求。强夯法不仅能够快速提升基础的承载性能,还减少了施工期

间可能出现的沉降风险,尤其是避免由于土层不均匀所引起的沉降问题。在施工期间,项目团队使用动态分析软件对桩基的数量及其布置进行了详细的优化。通过这些分析,最终确定了 126 根桩基的数量及其合理的布置方式,以实现最优的荷载分配,确保整体结构的安全性和耐久性^[4]。

4.2.2 水位监测

在项目施工作业启动之前,施工团队在施工现场建立了多点地下水位监测系统。该系统不仅能实时监测不同深度的地下水位,还能将数据显示传输至施工管理中心,便于项目管理人员随时掌握水位动态。为了获得准确的水文信息,围绕施工区域设置了多个监测井,监测井的深度及数量根据施工区域的地质特征和地下水位情况进行了科学安排。这些监测井定期记录水位变化情况,为确定最佳施工时间和施工方法提供了重要依据(数据见表 1)。例如:在某次降雨后,水位迅速上升,施工团队通过监测数据及时得知这一变化,迅速调整施工计划,暂停基础施工,待水位下降至安全范围后再继续作业。此外,在监测过程中,团队能够及时发现异常水位情况,迅速采取反应措施,调整施工方法,确保施工的安全和顺利进行。这种实时监测的做法显著提高了项目的安全性,降低了因突发水位变化而造成的施工风险。

表 1 监测井基本信息

监测井号	深度(m)	初始水位(m)	监测频率(小时)
1	3	1.5	1
2	4	2.0	1
3	5	2.3	2
4	6	2.8	2

4.2.3 井点降水

为了确保施工环境的干燥与安全,施工团队在施工现场布置了多个井点降水设备,确保基坑内始终处于干燥状态。这一措施被证明是确保施工顺利的关键环节,有效降低了地下水位,确保了基坑的施工环境。施工团队采用了多个井点井,结合抽水机制,确保当地下水位过高时能够进行及时抽水。通过连续的抽水操作,将地下水位降至预设水平,以保障基坑的干燥状态。在井点系统的设计和安装过程中,团队基于详细的地质调查结果,考虑了地下水流动的方向、土壤特性和周围环境,以确保系统的高效运行。在施工期间,井点系统经过定期的检查与维护,确保其可靠

性和有效性^[5]。技术人员每日对此抽水系统的运行状态进行监测,并根据天气变化及时调整抽水频率和流量,以适应突发的降雨天气。在抽水过程中,施工团队还设立了污水池,用于对抽水产生的水进行沉淀处理,确保施工污水的排放符合环保法规,减少对周围环境的影响。

4.3 施工效果

经过科学的运营和严格的管理,该项目的基础施工提前完成,并在规定时间内顺利竣工,确保了输电线路的安全与稳定运行。尽管面临高水位的严峻挑战,工程团队凭借先进的施工技术与科学的管理措施,提前完成了基础施工工作。原计划施工周期为 110 天,实际完成周期为 98 天,减少了约 10% 工期,施工期间严格强化安全教育与培训,未发生任何安全事故。所有施工人员经过专业培训,能够熟练操作设备,遵守安全规程。团队还建立了安全查机制,定期对施工现场进行安全隐患排查,有效降低了因水浸导致的设备损坏和安全隐患的风险。在施工过程中,团队遵循环境保护法规,确保施工不对周边水体造成污染。施工期间设置了专门的环保监督小组,定期检查和评估施工对环境的影响,确保污染物排放符合当地环保标准。根据监测数据,施工结束后周边水质合格率达到 100%。

5 结束语

高地下水位地区的输电线路基础施工充满了复杂性和挑战。然而,通过科学的设计选择、有效的水位监测和管理措施,本研究中 600 千伏高压输电线路工程不仅在安全性和质量上达到了预期目标,还为未来类似项目的建设提供了宝贵的经验和参考。工程师在高地下水位环境中进行基础施工时,需要综合考虑多种因素,以制定科学合理的技术路线与管理方法,从而确保施工的安全与稳定。

参考文献:

- [1] 郑鼎雄,孙彪,刘田珂.贵州某水库枢纽工程大坝填筑施工技术分析[J].水利技术监督,2023(08):202-209.
- [2] 张雄德.水利工程中面板堆石坝坝体填筑施工技术探析[J].黑龙江水利科技,2022,50(01):168-169,177.
- [3] 万超明.水库面板堆石坝工程的渗流设计及监测数据分析:以松阳黄南水库工程为例[J].珠江水运,2023(03):90-92.
- [4] 同[2].
- [5] 黄庆.如何提高水利工程面板堆石坝坝体填筑施工技术[J].建筑工程技术与设计,2023(22):635.