

水利水电工程基础处理中的排水与降水技术研究

刘秋梅

新疆北方建设集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 833200

摘要：水利水电工程作为国家基础设施建设的核心构成部分，其基础处理质量直接关乎整个工程的安全性与稳定性。排水与降水技术作为基础处理的关键环节，在防止地基软化、降低孔隙水压力、提高地基承载力等方面发挥着不可替代的重要作用。本文深入剖析了水利水电工程基础处理中排水与降水技术的常用方法、应用要点，旨在为相关工程实践提供全面、深入的理论参考与技术指导。

关键词：水利水电工程；基础处理；排水技术；降水技术

1 引言

水利水电工程通常建设在复杂多变的地质和水文环境中，基础处理面临着诸多严峻挑战。地下水的存在是影响基础稳定性的关键因素之一，若不采取行之有效的排水与降水措施，地下水可能致使地基土体软化、强度大幅降低，进而引发不均匀沉降、边坡失稳等一系列严重问题，给工程的安全运行带来极大威胁。因此，深入探究并合理运用排水与降水技术，对于保障水利水电工程基础质量、提升工程整体效益具有至关重要的现实意义。

2 水利水电工程基础处理中常用的排水与降水技术方法

2.1 排水技术方法

2.1.1 明沟排水

明沟排水是一种较为简单、常用的排水方法，适用于地下水位较低、土质较好且排水量不大的情况。其原理是在基坑周围或基础范围内开挖明沟，将地下水引入集水井，再用水泵将集水井中的水抽出排走。在实际施工中，明沟的开挖深度和宽度应根据地下水位的高低和排水量的大小来确定。一般来说，明沟的深度应比地下水位低0.5-1.0m，宽度应保证水流顺畅，通常为0.3-0.5m。集水井的间距一般控制在20-40m左右，具体间距要根据地质条件和排水要求进行调整。明沟排水具有施工方便、成本低等优点，但排水深度有限，对于地下水位较高或渗透性较大的土层，排水效果可能不理想。例如，在一些砂砾土层中，地下水渗透速度快，明沟排水可能无法及时将地下水排出，导致基坑内仍有积水。

2.1.2 盲沟排水

盲沟排水是在地下设置渗水暗沟，沟内填充碎石、卵石等透水材料，使地下水通过透水材料汇集到排水管道中排出。盲沟排水适用于地下水位较高、排水量较大且对排水要求较高的工程^[1]。在施工过程中，盲沟的布

置应根据地下水的流向和工程的具体情况进行设计。一般来说，盲沟应沿着地下水的流向设置，间距根据地下水量和土质条件确定，通常为5-15m。盲沟的深度应深入到不透水层以下一定深度，以确保能够有效地截断地下水。它可以有效地降低地下水位，减少地下水对基础的渗透压力，并且盲沟可以埋设在基础底部或周围，不影响基础的正常使用。

2.1.3 塑料排水板排水

塑料排水板是一种新型的排水材料，它由芯板和滤膜组成，具有良好的排水性能和较高的强度。在水利水电工程基础处理中，将塑料排水板垂直插入地基土中，通过排水板形成的排水通道，将地基中的孔隙水迅速排出，加速地基的固结沉降，提高地基的承载能力。塑料排水板的插入深度应根据地基的厚度和加固要求确定，一般插入深度可达10-30m。插入间距根据地基的土质条件和设计要求确定，通常为0.8-1.5m。塑料排水板排水具有施工速度快、排水效果好、对地基扰动小等优点，广泛应用于软土地基处理等工程中。例如，在沿海地区的软土地基水利水电工程中，塑料排水板排水技术能够有效地改善软土地基的性能，提高工程的稳定性。

2.2 降水技术方法

2.2.1 轻型井点降水

轻型井点降水是沿基坑四周或一侧将直径较细的井管沉入深于基底的含水层内，井管上部与总管连接，通过总管利用抽水设备将地下水从井管内不断抽出，使原有地下水位降至基底以下。轻型井点降水适用于渗透系数为0.1-50m/d的土层中，降水深度一般不超过6m。在施工时，井管的布置应根据基坑的形状和大小确定，一般采用环形或线形布置。井管的间距通常为0.8-1.6m，具体间距要根据土质条件和降水要求进行调整。抽水设备的选择应根据井点的数量和降水深度来确定，确保能够满

足降水要求。该方法设备简单、操作方便、降水效果较好,在中小型水利水电工程基础施工中得到广泛应用。

2.2.2 喷射井点降水

喷射井点降水是在井点管内部设喷水混合器,当高压水或空气通过喷水混合器时,在井点管内形成负压,将地下水经过滤管吸入井点管内并混合后喷出地面。喷射井点降水适用于渗透系数较小的细粒土层,降水深度可达8-20m。与轻型井点相比,喷射井点降水具有降水深度大、适用范围广等优点,但设备较为复杂,能耗较高。在施工过程中,喷射井点的安装和调试需要专业的技术人员进行操作,确保设备的正常运行。同时,要定期对设备进行维护和保养,及时更换损坏的部件,以保证降水效果。

2.2.3 电渗井点降水

电渗井点降水是利用井点管(轻型或喷射井点管)作阴极,在其外侧适当位置插入金属棒(钢筋、钢管、铝棒等)作阳极,通入直流电后,在电场的作用下,土中的水分从阳极流向阴极形成电渗现象,将地下水从井点管中抽出。电渗井点降水适用于渗透系数很小的饱和黏性土、淤泥、淤泥质黏土等土层。该方法可以与其他井点降水方法联合使用,提高降水效果,但能耗较大,成本较高^[2]。在应用电渗井点降水时,要严格控制电流强度和电压,避免对周边环境和人员造成危害。同时,要定期监测地下水位和电渗效果,及时调整电渗参数。

2.2.4 管井井点降水

管井井点降水是由滤水井管、吸水管和抽水机械等组成,通过在基坑周围布置一定数量的管井,利用抽水设备将管井内的地下水抽出,从而降低地下水位。管井井点降水适用于渗透系数较大、地下水丰富的土层,降水深度较大。在施工时,管井的布置应根据地下水的分布和工程的要求确定,一般采用梅花形或方形布置。管井的间距通常为15-30m,具体间距要根据地下水量和降水要求进行调整。管井的深度应深入到含水层以下一定深度,以确保能够有效地抽取地下水。该方法具有排水量大、降水深度深、适用范围广等优点,但管井的施工成本相对较高,且对井管的材质和施工质量要求较高。

3 水利水电工程基础处理中排水与降水技术的应用要点

3.1 施工前的勘察与设计

3.1.1 地质勘察

在施工前,必须进行详细的地质勘察,了解工程场地的地质条件、水文地质参数,包括土层的分布、渗透系数、地下水位及变化规律等。地质勘察的准确性直接

影响到排水与降水方案的设计和施工效果。因此,应采用多种勘察手段,如钻探、物探、原位测试等,获取全面、准确的地质资料。钻探是最常用的勘察方法之一,通过钻探可以获取不同深度处的土样,了解土层的性质和厚度。物探方法如电阻率法、地震波法等可以快速、大面积地探测地下地质结构。原位测试如标准贯入试验、静力触探试验等可以直接在现场测定土的物理力学性质。通过综合运用这些勘察手段,能够为排水与降水方案的设计提供可靠的地质依据。

3.1.2 方案设计

根据地质勘察结果和工程要求,进行排水与降水方案的设计。设计方案应综合考虑多种因素,如地下水位降低深度、排水量、工程规模、施工条件、周边环境等,选择合适的排水与降水方法,并确定井点布置、井深、井距等参数。同时,要对排水与降水系统进行水力计算,确保系统能够满足排水与降水的要求。水力计算包括确定抽水设备的流量、扬程等参数,以及计算排水管道的管径、坡度等。在设计过程中,还要充分考虑施工过程中的不确定因素,如地下水的突发性变化、施工机械对排水设施的破坏等,制定相应的应急预案。

3.2 施工过程中的质量控制

3.2.1 成井工艺

对于管井、井点等降水设施,成井工艺是关键环节。在成井过程中,要严格控制井管的质量和安装精度,确保井管的垂直度和连接密封性。滤水管的制作应符合设计要求,滤料的规格和填充方式要合理,以保证良好的透水性和防止井管堵塞。井管一般采用钢管或塑料管,其材质应符合相关标准,具有足够的强度和耐腐蚀性^[3]。在安装井管时,要使用专业的测量仪器确保井管的垂直度,偏差一般不应超过1%。滤水管通常采用穿孔管外包滤网的形式,滤网的孔径应根据土层的颗粒大小确定,以防止土颗粒进入井管。滤料的填充要均匀、密实,一般采用砂砾石等材料,填充高度应符合设计要求。

3.2.2 设备安装与调试

抽水设备的安装要牢固可靠,连接部位要密封良好,防止漏水漏气。在设备安装完成后,要进行调试运行,检查设备的性能和运行状况,确保设备能够正常工作。同时,要设置水位观测装置,实时监测地下水位的变化情况,以便及时调整抽水设备的运行参数。抽水设备如水泵的选择应根据井点的深度、流量和扬程等参数确定。在安装水泵时,要确保其基础稳固,电机与水泵的连接紧密。调试运行时,要检查水泵的转向、流量、扬程等是否符合设计要求,同时检查管道连接处是否有

漏水现象。水位观测装置可以采用水位计或水位传感器等设备,将其安装在合适的位置,能够准确反映地下水位的变化。

3.2.3 排水系统维护

在排水与降水过程中,要加强对排水系统的维护管理。定期清理集水井、排水管道内的杂物,防止堵塞;检查抽水设备的运行情况,及时维修或更换损坏的部件;对排水水质进行监测,防止因排水对周边环境造成污染。集水井内的杂物可能会影响水泵的正常运行,因此要定期进行清理。排水管道内的杂物可能会堵塞管道,导致排水不畅,需要定期进行检查和疏通。抽水设备的运行情况直接影响排水与降水效果,要定期检查水泵的电机、轴承、密封件等部件,发现问题及时维修或更换。排水水质监测可以了解排水是否含有有害物质,如重金属、化学物质等,如果发现水质超标,要及时采取处理措施,避免对周边环境造成污染。

3.3 施工过程中的监测与调整

3.3.1 地下水位监测

在排水与降水施工过程中,要建立完善的地下水位监测系统,定期对地下水位进行观测。通过监测数据,及时了解地下水位的变化情况,判断排水与降水效果是否达到设计要求。如果地下水位下降速度过慢或未达到预期的降水深度,应及时分析原因,采取相应的调整措施,如增加抽水设备、调整井点布置等。地下水位监测点的布置应根据工程场地的大小和形状确定,一般每隔一定距离设置一个监测点^[4]。监测频率应根据施工进度和地下水位变化情况确定,在施工初期和地下水位变化较大时,应加密监测频率。通过对监测数据的分析,可以了解排水与降水系统的运行效果,及时发现存在的问题并进行调整。

3.3.2 周边环境监测

由于排水与降水可能会引起周边环境的变化,如地面沉降、建筑物变形等,因此要对周边环境进行监测。设置地面沉降观测点、建筑物倾斜观测点等,定期进行观测和记录。一旦发现周边环境出现异常变化,应立即停止排水与降水作业,分析原因并采取相应的处理措施,确保周边环境的安全。地面沉降观测点可以采用水准仪进行观测,定期测量观测点的高程变化。建筑物倾

斜观测点可以采用经纬仪或全站仪进行观测,测量建筑物的倾斜角度。通过对周边环境的监测,可以及时发现排水与降水对周边环境的影响,采取相应的措施进行保护,避免造成不必要的损失。

3.4 与其他施工工序的协调配合

排水与降水施工是水利水电工程基础处理的一个重要环节,需要与其他施工工序密切协调配合。例如,在基坑开挖过程中,要根据排水与降水的效果合理安排开挖进度,避免因开挖过快导致基坑涌水等问题;在基础施工时,要注意保护排水与降水设施,防止施工机械对其造成破坏。同时,各施工工序之间要及时沟通信息,共同解决施工过程中出现的问题。在基坑开挖前,应确保排水与降水系统已经正常运行,地下水位已经降低到安全范围。在开挖过程中,要根据地下水位的变化情况及时调整开挖速度和方式。在基础施工时,要设置明显的标志,提醒施工人员注意保护排水与降水设施。各施工工序之间应建立有效的沟通机制,及时交流施工进度情况和存在的问题,共同制定解决方案。

结语

水利水电工程基础处理中的排水与降水技术是关键系统工程,关乎工程及周边安全。实际工程中,需依地质、水文参数和工程要求科学选法,规范施工并强化过程管控。未来,该技术将向智能化、自动化、绿色环保及联合应用发展。我们应重视其重要性,加强研发推广、人才培养,提升建设质量效益,注重环保,推动水利水电事业可持续发展。

参考文献

- [1]林显宁.水利水电工程基础处理施工关键技术研究[J].水上安全,2024,(24):133-135.
- [2]宋国锋,李海波,宁继勇.水利工程大坝基础处理施工技术分析[J].水上安全,2025,(02):55-57.
- [3]郭俊楠,李磊,李南.黄金峡水利枢纽基础地质缺陷处理设计及效果分析研究[J].陕西水利,2024,(09):99-102+105.
- [4]石延飞,刘伟.水利水电工程基础处理施工方法及应用分析[C]//广西网络安全和信息化联合会.第二届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集.陕西珂郡建筑工程有限公司;渭南市瑞佳建设有限公司;2024:88-90.