

# 水利水电工程基础处理施工技术研究

文 / 李培蕾 陕西水利水电工程集团有限公司

强龙龙 陕西水利水电工程集团有限公司

**摘要：**水利水电是我国经济社会发展的支柱，其施工好坏事关国计民生。在水利水电工程建设中，基础处理是保证其稳定与安全的重要步骤，其施工工艺好坏不仅会对整个项目的质量产生重要作用，而且还会对项目运营效益和使用年限产生重大影响。为此，开展水利水电工程基础处理施工工艺研究，对提高工程质量、保证施工安全、促进经济发展意义重大。基于此，文章分析了水利水电工程基础处理施工技术要点。

**关键词：**水利水电；工程基础；基础施工；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.078

## 引言

由于水利工程建设的特殊性，在基础建设过程中经常面临复杂的工作条件。为了保证地基的承载能力、稳定性和安全性，工程师必须根据具体的场地情况，选择最合适的地基处理方法，以实现地基加固。在水利水电工程中，基础处理是一项比较困难的工作，因此，在进行基础施工时，必须重视地基选用，并且要遵循相关的处理方法，以保证地基的安全和稳定。目前，随着我国水利建设的迅猛发展，各类地基处理方法得到了广泛的运用，在今后的施工中，必须注重施工工艺的选用<sup>[1]</sup>。

### 一、水利水电工程基础处理施工价值

#### （一）提高工程质量

在水利工程中，基础处理是关系到整个工程的质量和安的重要问题。其研究内容涵盖了地质勘探、地基加固和边坡加固等，需通过先进的施工方法，实现对复杂地质条件的精确处理，提高结构的稳定性和耐久性，从而避免由地质缺陷引起的安全事故。在此基础上进行地基加固，可以为现场地质组成、水文等有价值的现场资料支撑，帮助建筑设计师对施工方案进行优选，保证施工方案的科学性和可行性。在此过程中，对地基处理过程进行严密的监管和监控，可以使整个工程的安全防御体系更加牢固，从而为整个水利工程的长远、平稳运营打下了良好的基础。

#### （二）促进经济发展

在我国，随着社会的进步，水利水电建设也出现了一些新问题。水利工程是一项重要的基建项目，其建设好坏对整个水利工程的运行效率和效益都有较大影响。通过对地基进行精细化处理，保证其在复杂变化的地质条件下的稳定性，可以实现对水资源的合理调配，满足农业灌溉、城市供水、防洪排涝等多种需要，为我国经济和社会发展奠定良好的基础。水利水电是我国清洁能源的主要载体，其高效运营对能源结构优化和绿色低碳发展起着举足轻重的作用，在建造工艺上的持续革新和运用，还可以使整个水利水电工程的综合性能得到提高，从而使有关行业的产业链充满活力，促进了有关行业的发展，增加了更多的工作岗位，对促进我国的经济和社

会的可持续发展起到了至关重要的作用。

### （三）强化环境效益

在提高生态效益的过程中，水利的处理起着举足轻重的作用。通过对地基进行合理的加固治理，可以很好地控制土壤侵蚀，保护周围的生态环境，同时也可以大大提高水利工程在防汛抗旱和水资源管理方面的作用，为当地的生态平衡和环境保护提供坚固的防线。完善的基础处理工艺，将项目对周围环境的不利影响降到最低，提高了生物多样性，维持了区域内的协调与稳定。从长期角度出发，通过基础的优化设计与布局，可以有效地促进我国环境保护目标确立，增强水利水电工程地基处理建设的环境效应，既保护现有的自然环境，又着眼于今后的生态安全，实现人与自然的协调发展<sup>[2]</sup>。

## 二、影响水利水电工程基础工程质量的几点因素

### （一）地质条件的影响

在水利工程建设过程中，许多因素都会对地基处理效果产生直接影响，而对地基处理效果影响最大的是地质条件。在国内各类水利水电工程建设过程中，经常会面临多种建设环境，而这种情况又是选择和使用地基处理技术的重要参考。实践中，根据工程实际情况，采用的地基处理工艺也不尽相同。通常，在水利水电工程建设中，会遇到岩石类、软土类和砂类等多种类型的地质状况，需要针对这些类型的问题采取相应的措施，例如，岩石类的地质环境中，由于断层、溶洞和裂缝等因素影响，导致基础的承载力不够，对施工造成了安全隐患。软土基础的含水量高，透水性弱，这样的特性让基础压实度和密实度很难满足施工质量需求，也给水利水电工程带来了安全隐患。在砂土地层中，当遇到特定的外部荷载时，会发生液化和地基沉降。

### （二）自然灾害的影响

自然灾害对水利水电工程的地基质量也有较大影响，地震、海啸、水土流失、山体滑坡等是最普遍的自然灾害，往往是由于自然界不可抗力所致。与人为灾难不同的是，它们一旦发生，就会给人类带来无法弥补的灾难。对于水利水电工程地基处理来说，如果遇到重大的自然灾害，就会给地基带来损害，因此，在进行地基建设时，要根

据自然灾害对地基的影响,制定相关的防治方法,尽量减少自然灾害对地基的负面作用,提高地基的安全性<sup>[3]</sup>。

### (三) 地下的影响

在水利水电的地基处理中,一旦发生渗水,地基的稳定和安全就会受到很大影响,严重时还会发生塌方等问题。因此,在地基加固时,应注意防止和治理漏水问题。通常,引起基础渗漏的原因是:在正式建设前,有关人员没有对项目现场进行细致调查和研究,没有对场地内地下水分布、补给类型和水位等进行全面了解,缺少对地下水的防治措施。或是水利水电工程中,因人为操作不当,导致其与地基连接部位的处理不善,在地基无法承载上部荷载的情况下,易发生渗漏,且地下水是一个持续流动的过程,当水位发生改变时,就会产生沉降现象。

## 三、水利水电工程基础处理施工技术

### (一) 深层搅拌法

通过将水泥和石灰等固化剂与地基土有效结合,使

其具有明显的力学性能和稳定性,便是深层搅拌法。对于软土土层,特别是粉土,这种处理方式具有良好的适用性和有效性。其关键是将专用的搅拌杆插入土层中,借助旋转的搅动机理,保证固化剂能与表土中的物料进行充分拌和,从而得到稳定拌和土。在长期作用下,这种混合土将逐步硬化,并产生高强度、小压缩性的复合土,使其承载性能得到明显提高。

### (二) 压力注浆法

压注注浆是利用高压向土体裂缝或孔隙内灌注灌浆物质,达到强化基础、提高控制作用的一种技术,如图1所示。这种方法对有裂缝和空洞的土体,特别是砂性土和砾质土都有较好的效果。实践中,需采用管道将水泥浆和化学浆等浆液经管道输送到地层中,并沿着裂缝和孔隙向深层渗入,对土体内部的孔隙进行填充和加固。经加固处理后,可在土中生成硬质岩屑,使其整体强度、压实度明显提高,从而提高了地基的承载力和抗渗性。

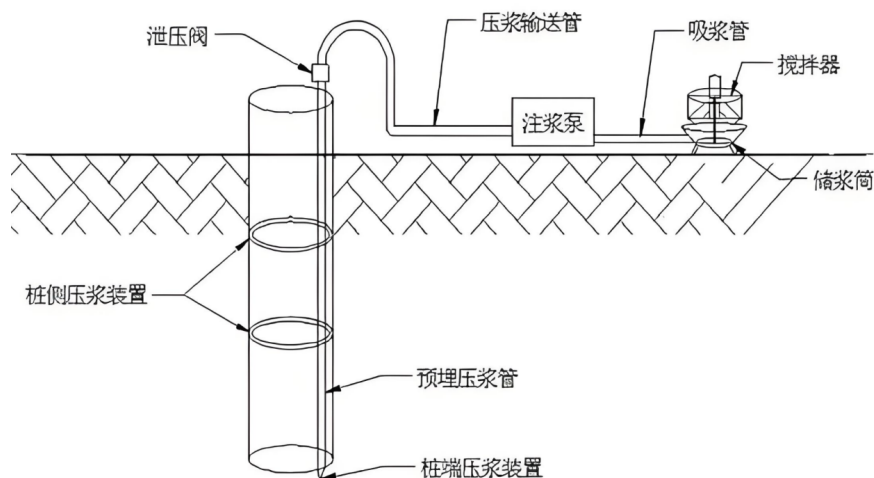


图1 压力注浆法示意图

### (三) 预压法

预压法是一种将压力和排水结合在一起的新技术,其主要作用是将软土地基中过量的水份抽走,从而提高地基加固效率。在实际工程中,首先要做的就是用机械和人工将松软基础上的垃圾清理干净,然后对地基采用塑料板和垫层进行处理,并提前进行下部排水管线埋设,保证排水体系的完整。在以上准备工作完成后,通过预先设计好的排水管道,利用真空预压和堆载预压等方法,将土体中的水分有效排除。同时,在塑料排水干管、真空泵和砂垫层相继铺设完毕后,将机械设备按顺序堆放在基础上,对预压应力进行微调,保证最终实现预定的预压效果。在水利水电工程地基加固中,采用抽水泵抽吸软土层与密封面之间的气体,并在土内部创造负压,从而使土体内部的水迅速排出。而在软土地区,由于其特殊的排水沟设计,使得雨水能够顺利排出,从而达到最佳排水效果<sup>[4]</sup>。

### (四) 加筋法与强夯法

在地基中植入纤维土工织物或高性能复合材料,可大幅提高地基的摩阻系数,实现对地基位移和变形的有效调控,进而减小地基变形,提高地基的承载力。由于这一技术良好的加固效果,简单的施工工艺,广阔的应用前景,受到了广大施工单位的欢迎和好评。强夯法是一种通过机械装置将夯锤提到一定的高度,然后在距离地面8~30 m的地方进行自由下落。在这种较强外界冲击下,江产生较强的冲击动能,可使土壤中的细观结构发生再重组和致密化,从而达到加固致密的目的。强夯是一项优良的软基处理方法,可有效提高路基的稳定性和承载力,对基础进行整体加固。

### (五) 置换法

置换法是一种针对软粘土进行地基处理的技术,针对软土、砂土和粉质粘土等软土地区,采用层层压实的方法,采用分层挤密方法,将具有优良的物理和力学特

性的岩石物质,通过层层压实,实现对软土、砂土和粉质粘土等松软基础的压实。特别是对于软土,土层较厚,采用传统方法如搅拌桩和注浆很难实现加固的情况下,这一技术更能适应这种要求。目前,在置换过程中,主要采用砾石和石灰等填充方式。该技术对改善基础受力性能、加速施工进度、提高施工质量、防止差异沉降具有重要意义。但该技术也有其不足之处,需要进行土方开挖和回填,尤其是对于较大厚度的软土地基,施工费用较高。因此,这种替代方式不一定适用于松软土层厚度较大的情况<sup>[5]</sup>。

#### (六) 碎石桩法

碎石桩是由工程师用高压水震动松软的土地,在地基上打造出工程孔洞,然后填充碎石和沙子等稳定性和硬度都很好的物质,经过夯实过程,形成圆柱形结构。该方法无地下水干扰、施工费用低、强度高、稳定性好的特征,特别适用于淤泥质、粉砂土等软弱地基。施工过程中,必须严格掌握桩基的数量、位置和间距等关键参数,避免影响其使用效果。而石灰桩的主要原理是采用手工或者机械钻孔,然后用生石灰等原料来进行加固。在工程实践中,通常通过在软弱土层钻孔,在钻孔中灌注石灰,通过与土体中的水发生化学作用,使其逐渐硬化,形成新型桩基形式。特别是在遇到高含水率软土时,会发生剧烈化学变化,导致土壤的物理性质发生变化,可以有效减水、改善土壤的物理性质,大幅提高地基的承载力。由于石灰原材料来源广泛,价格便宜,因此该方法不仅能很好地处理基础沉降,而且还能为节约建设资金做出贡献。

#### 四、案例分析

在某中型水库工程项目中,总库容 6330 万 m<sup>3</sup>,规划灌区 7.3 万公顷,已批准的概算金额为 3740.05 万。该项目的实施,尤其是地基处理和渗控加固,具有较高的工程难度。

##### (一) 项目背景与概况

本项目针对大坝存在的多个问题进行了全面的改造与加固,主要内容有:坝身及基础渗漏问题,坝顶宽度不够,坝坡破损、不平整,溢洪道防冲消能设施不完善,放水灌溉隧道漏水,放水塔及启闭设施陈旧,针对上述问题,本工程综合运用了各种新工艺、新方法。该中型水库工程将基础处理与防渗体系构建作为保障工程安全的核心任务,针对坝体渗漏及结构损伤等突出问题,通过多维度技术措施实现工程质量的全面提升:

##### 1. 坝基帷幕灌浆体系

针对坝基渗流隐患,采用帷幕灌浆技术进行系统治理,施工团队沿坝基裂隙带与断层构造区域实施高压水泥注浆,构筑连续防渗帷幕,成功截断地下渗流通道,作业过程中重点把控水灰比、注浆压力梯度及流量控制三大核心指标,通过动态监测与参数优化,确保帷幕体渗透系数达到 10<sup>-5</sup>cm/s 级防渗标准<sup>[6]</sup>。

##### 2. 塑性混凝土防渗墙建造

为强化坝体防渗结构,创新采用柔性防渗墙技术方

案,选用兼具抗渗性与结构适应性的塑性混凝土材料,结合地质条件优化施工工艺,针对传统抓取法存在的槽孔稳定性问题,实施“抓冲结合”的复合成槽技术,配合膨润土浓浆护壁措施,成功克服了浆液渗漏与塌孔难题,施工期间运用超声波检测与取芯验证双重手段,确保墙体连续性和 28d 抗压强度 ≥ 5MPa 的质量要求。

##### 3. 坝顶加宽与坝坡护坡

为增强大坝防洪安全性能,工程实施坝顶拓宽改造,并在上游坝坡铺设混凝土防护层,该防护结构可有效抵御水流冲蚀,延长大坝使用寿命,施工期间严把混凝土材料质量关,重点保障护坡结构的抗压强度和耐久性指标,同步强化施工过程监督与检测,确保各环节严格遵循设计方案执行。

##### 4. 溢洪道与隧洞加固

针对溢洪道防冲消能设施存在的不足,工程对陡槽段底板及鼻坎基础实施钢筋混凝土加固,显著提升抗冲刷性能,隧洞整治采用裂缝封闭、固结灌浆结合内衬钢管的综合方案,有效解决了隧洞渗漏问题,通过系统性加固处理,溢洪道和隧洞的结构稳定性及运行安全性得到全面提升。

#### 结语

综上所述,基于水利水电工程基础处理施工技术,可以保证项目的质量与安全。通过本课题的研究和实际工作,可以揭示出适合各种工程情况下的地基处理工艺,并通过工艺革新和新型材料的使用,提升了工程建设的速度。在我国,随着我国水利水电的发展,现代科技发展也在不断进步,因此,在地基处理的过程中,还需要对其进行更多的研究,在此过程中,需要对科技创新进行深入研究,同时还要主动地融入到智能和数字化环境中去,提升工人技能,强化对其质量的监测,从而保证整个水利水电工程的稳定施工。

#### 参考文献

- [1] 司利斌,郭雷.帷幕灌浆施工技术在水利工程大坝基础防渗加固处理中的应用研究[J].价值工程,2025,(11):128-130.
- [2] 刘晨亮.水利水电工程施工中不良地基处理技术研讨[J].水上安全,2025,(05):100-102.
- [3] 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.
- [4] 周洪阳.基于水利水电工程中防渗处理施工技术的研究[J].湖南水利水电,2025,(01):11-12.
- [5] 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.
- [6] 杨杰.浅析水利水电工程基础处理施工技术[J].当代农机,2024,(12):31-33.

作者简介:李培蕾,女,1989.4,汉,陕西省渭南市临渭区,本科,助理工程师,研究方向为水工试验。