

泵站工程地基处理技术选择与施工质量控制

吴桐

天津润泰工程监理有限公司 天津 300451

【摘要】：泵站是城乡排涝、农田灌溉和水资源调度的重要水利基础设施，工程地基的稳定性、承载力与沉降控制效果直接影响泵站结构安全与机组运行精度。我国多数泵站建设于软土、砂土等不良地质区域，普遍存在土体含水量高、压缩性大、承载力偏低、不均匀沉降显著等问题，极易造成泵房开裂、机组振动、渗漏失稳等病害。为提升泵站工程建设质量，本文结合水利工程施工实践，分析泵站常见地基特点，总结不同地基处理技术的适用条件，提出科学的技术选型原则，并从施工全过程梳理质量控制要点，归纳常见质量通病及防治措施，可为同类泵站地基施工与质量管控提供参考。

【关键词】：泵站工程；地基处理；技术选型；质量控制；软土地基

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.019

1 引言

泵站泵房结构刚度大、设备荷载集中，对地基沉降变形极为敏感，微小沉降差即可导致水泵机组对位偏差、密封失效、运行振动超标，严重影响工程使用寿命与运行安全。我国沿江、沿湖及滨海地区泵站多坐落于软土地基之上，天然地基承载力不足、固结时间长、沉降量大，若地基处理方案不合理、施工管控不严，极易引发工程质量隐患。

地基处理是泵站施工的关键工序，不同地质条件、建筑部位、荷载等级对应的最优处理工艺差异较大。当前部分中小型泵站工程存在技术选型随意、施工工艺不规范、过程监测缺失等问题，导致地基加固效果不佳、后期沉降超标。因此，科学选用地基处理技术、建立系统化施工质量控制体系，对保障泵站工程安全稳定运行具有重要工程意义。

2 泵站工程地基特点及处理基本要求

2.1 不良地基主要特点

泵站场地不良地基以软土、松散砂土、湿陷性黄土为主。软土具有高含水量、高孔隙比、高压缩性、低承载力特点，受力后沉降大、固结周期长；松散砂土结构疏松，抗液化能力差，在动荷载及水力作用下易出现渗透变形、流土、管涌隐患；湿陷性黄土遇水易发生结构性破坏，产生突发性不均匀沉降。

同时，泵站地基长期承受结构自重、设备动荷载、水压力及土压力组合作用，受力复杂，对地基整体稳定性、均匀性、防渗性均提出更高标准。

2.2 地基处理基本要求

结合现行泵站施工规范，地基处理需满足四项基本要求。一是承载力要求，处理后地基承载力需满足上部结构荷载需求，杜绝剪切破坏；二是变形控制要求，严格控制总沉降量与沉降差，保障机组安装精度；三是稳定性要求，提高地基抗滑移、抗倾覆能力，抵御水力及地震作用；四是防渗要求，封堵

渗流通道，避免地基土体渗透破坏。

3 泵站工程地基处理技术选型分析

3.1 常用地基处理技术及适用范围

3.1.1 换填垫层法

换填垫层法主要适用于软弱土层厚度3m以内的浅层地基及泵站副厂房、进水池、场区道路等次要建筑物基础。通过挖除表层软弱土体，换填级配砂石、灰土、水泥土等高强度、低压缩性材料，分层碾压成型。该工艺施工简便、造价低、工期短，能够有效扩散基底压力，减小地基不均匀沉降，是中小型泵站浅层地基处理的常用工艺。

3.1.2 水泥土复合地基

以水泥土搅拌桩、高压旋喷桩为代表的复合地基技术，适用于厚度3~15m的淤泥质软土地基。搅拌桩施工无振动、无噪音，对周边土体扰动小，桩体与桩间土协同受力，可显著提升地基整体承载力；高压旋喷桩桩体强度高、整体性好，兼具地基加固与防渗帷幕双重效果，适用于地下水丰富、防渗要求高的泵房基础施工。

3.1.3 桩基处理技术

钻孔灌注桩、预应力管桩等桩基工艺适用于软弱土层较厚、荷载大、沉降控制严格的主泵房基础。桩基可将上部荷载传递至深部稳定持力层，承载力高、沉降变形小，能有效解决深层软土地基加固难题，广泛应用于大中型泵站主体结构施工。

3.1.4 排水固结法

通过设置塑料排水板、砂井等排水通道，配合堆载预压加速软土固结沉降，适用于大面积场区软基处理，多用于泵站厂区绿化、道路等附属工程，不适用主体泵房基础。

3.2 技术选型基本原则

第一，地质适配原则。浅层软土优先换填垫层，中层软土

选用复合地基，深层厚层软土及高荷载主体结构采用桩基工艺。第二，荷载匹配原则。主泵房高荷载区域选用桩基、高压旋喷桩；附属构筑物采用换填、普通搅拌桩，实现工艺与荷载精准匹配。第三，经济适用原则。在满足安全和规范要求前提下，优先选用施工便捷、性价比高的工艺，合理控制工程造价。第四，施工可行原则。结合场地环境、施工季节、设备条件选择低扰动、易管控的施工技术。

4 地基处理施工质量控制措施

4.1 施工准备阶段质量控制

施工前需完成详细地质复核与图纸会审，明确地基处理范围、桩体参数、压实标准及防渗指标。编制专项施工方案并完成技术交底，对进场水泥、砂石、土工材料进行复试，杜绝不合格材料进场。

做好测量放线工作，精准控制桩位、轴线和高程；基坑开挖预留保护层，避免基底原状土被机械扰动，及时做好基坑排水、防雨防护，防止基底泡水软化。

4.2 施工过程质量控制

换填垫层施工严格控制分层厚度与压实遍数，分层检测压实度，控制填料最优含水量，保证垫层整体均匀密实，分段施工做好搭接处理。

水泥土搅拌桩、旋喷桩施工前进行工艺试桩，确定合理水灰比、喷浆压力、提升速度。施工中保证喷浆连续均匀，严控桩位偏差、垂直度、桩长等关键指标，杜绝断浆、缺桩、缩径等问题。

桩基施工重点把控成孔质量、清孔沉渣厚度、钢筋笼安装精度及混凝土浇筑连续性，控制导管理深，防止出现断桩、夹泥、桩身离析等质量缺陷。

参考文献：

- [1] GB50265-2022, 泵站设计标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2022.
- [2] GB/T51033-2014, 水利泵站施工及验收规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [3] 王军. 水利工程软土地基处理施工质量控制研究[J]. 工程技术研究, 2025(02): 112-113.
- [4] 刘志强. 泵站地基处理技术选型及施工管控要点[J]. 水电水利, 2025(06): 56-58.

防渗帷幕施工保证桩体搭接宽度，形成连续封闭防渗体系，避免出现渗漏通道。施工全过程开展沉降、位移监测，发现异常立即停工调整工艺参数。

4.3 验收阶段质量控制

所有地基处理隐蔽工程必须经四方验收合格后方可覆盖。通过静载试验检测地基承载力，采用低应变检测桩身完整性，对垫层压实度、防渗体完整性进行抽样复检。完整收集施工记录、试验报告、监测数据，保证工程资料真实、齐全、可追溯。

5 常见质量通病及防治措施

地基不均匀沉降是泵站地基最常见病害，主要由土层处理不均、压实不到位、施工扰动、荷载不均导致。施工中需严格分层压实、对称施工，地基沉降稳定后再开展设备安装施工。

桩身强度不足、断桩、缩径等缺陷多由喷浆不连续、配比失控、浇筑中断引起，应严格执行试桩制度，全程自动化参数记录，对不合格桩及时补桩加固。

防渗帷幕渗漏多因桩位偏差大、搭接不足、施工间隔过长造成，施工需精准定位、连续作业，对薄弱区域及时补喷补强。

6 结语

地基处理质量直接决定泵站工程的安全性与耐久性，技术选型需依据场地地质条件、结构荷载等级、施工条件综合确定，做到因地制宜、按需选型。施工过程中需落实全过程质量管控，从严控原材料、施工工艺、现场监测和竣工验收，有效规避不均匀沉降、桩体缺陷、地基渗漏等质量问题。

在水利工程高质量发展背景下，泵站地基施工应不断优化组合处理工艺，依托精细化、标准化管控模式，持续提升地基加固质量，保障各类排涝、灌溉泵站长期安全、稳定运行，为区域水利防灾减灾、水资源优化配置提供坚实工程保障。