

# 深基坑降水施工工艺与效果分析

李大鹏 张欣欣

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450000

**摘要:** 伴随高层建筑与地下工程快速进步,深基坑施工规模不停在扩大,降水作为控制地下水位、维持基坑稳定性的核心工序,其工艺选择、效果优劣,直接影响到工程安全与质量。本文将集水明排法、井点降水法及复合型降水工艺的分类和技术要点进行系统整理,建立包含水位降深、稳定性、经济性等指标的效果综合评价体系,结合工程案例剖析不同工艺的适配场景,分析当前施工中出现的周边环境受影响、复杂地质降水效率低这类问题,然后提出工艺优化及技术创新方向。旨在为深基坑降水工程的合理设计、高效施工及管控效果提供参考。

**关键词:** 深基坑降水;施工工艺;效果评价;工程应用;优化方向

随着城市化进程的不断推进,建筑工程中的深基坑施工日益增多,而深基坑降水施工对周边土体和建筑物的影响较大,是需要重点研究的问题。对于深基坑施工而言,地下水位过高是核心难题,极易造成基坑边坡失稳、出现涌水涌砂现象以及周边建筑物沉降等安全状况,给工程施工安全与周边环境稳定带来极大威胁。实现科学合理的降水施工是深基坑工程顺利推进的前提保障,但不同的地质情况、基坑规模与周边环境,对降水工艺适配性要求差异十分显著。基于此,本文重点围绕深基坑降水施工工艺与效果进行分析,系统分类主流工艺并明确技术要点,构建多维度的效果评估体系,依托工程实践案例检验工艺适用性,审视现存问题并提出优化路径,为工程技术人员提供科学的工艺选定依据与效果管控方案,辅助深基坑降水工程实现安全、高效、环保施工。

## 一、主流深基坑降水施工工艺分类与技术要点

### 1. 集水明排法

集水明排法是最基础的降水工艺,适用于地下水位不高、土层透水性差的浅基坑工程,尤其在黏性土或粉土地带应用广泛。其核心原理是在基坑的周边和内部设置排水沟与集水井,凭借重力的影响让地表积水及浅层地下水流入集水井,然后借助水泵抽排至基坑之外。施工时需先依照基坑坡度和排水坡度开挖排水沟,沟宽与深度通常控制在30~50cm,向沟内填充碎石形成过滤层;集水井彼此的间距为15~25m,深度比排水沟低0.5~1.0m,底部铺设30cm厚碎石滤层,防止泥沙让水泵堵塞。该工艺设备简单,只需要潜水泵、铁锹等工具,施工进

度快、成本花销少。但局限性十分明显,降水深度的大小受限,在砂性土或地下水位较高的场地,较易出现涌砂以及边坡失稳问题,要与别的工艺配合运用<sup>[1]</sup>。

### 2. 井点降水法

井点降水法是当下深基坑降水的主流工艺,按照降水深度与地质条件分为多种类型。轻型井点适用于水位埋深为3~6m的粉砂与细砂场地,在基坑周边布置直径50~75mm的井点管,连接集水总管后凭借真空泵形成负压进行抽水,井点彼此的间距为1.2~2.0m,滤管应把自己埋入透水层,接着填充滤料。喷射井点主要针对8~20m的中深基坑,依赖高压水泵将工作液送至喷射器形成负压吸水,井点管的直径跨度从100mm到127mm,适合渗透系数较小的土层。管井井点适用于水位埋深大、水量充足的砂土或砾石场地,采用直径300~500mm的钢管和混凝土管作为井管,完成成井操作后安装潜水泵抽水,相邻管井的距离为10~30m,降水深度可实现10~20m。深井井点则用于20m以上的超深基坑,井径为500~800mm,采用钻井机械实施成井,配备深井泵抽水,能切实控制住深层地下水,但其施工周期偏长,成本较高。

### 3. 复合型降水工艺

复合型降水工艺是针对复杂地质状况或特殊周边环境所开发的组合技术,其核心是依靠多工艺协同达成降水目标。常见组合形式包括“轻型井点+集水明排”“管井井点+喷射井点”“深井+浅层井点”等,如在软土与砂土交替存在的地层中,浅部采用轻型井点来把控上层滞水,在深部采用管井降低承压水水位。施工时需先进行地质勘察,明确含水层分布,之后按照“先深后浅、

分区降水”原则安排设备布置，保证各工艺参数合理匹配，如深井与管井的间距需根据水力影响半径作出调整。该工艺能突破单一工艺的适用局限，在基坑面积大、地质复杂的地铁车站以及超高层地基工程中应用广泛，可同步控制不同深度的水位高低，减少周边地层出现的沉降。但对施工组织要求高，需精准管控各系统抽水强度，防止水位降深出现不均，而且设备投入和施工成本超出单一工艺水平。

## 二、深基坑降水效果评价体系与分析方法

### 1. 效果评价核心指标

评价深基坑降水效果需搭建多维度核心指标体系，以全面覆盖安全、质量、经济及环保方面要求。首要指标为地下水位控制精度，也就是实际水位与设计水位的相差数值，一般需保证基坑内水位低于开挖面0.5-1.0m，偏差必须控制在±0.3m内，这是保障基坑能进行干燥作业的基础。其次是基坑稳定性相关的指标，包括边坡水平位移（日均≤2mm、累计≤30mm）、周边地表沉降（建筑物周边≤20mm）及孔隙水压力降幅，直接体现降水对地基抗滑、抗突涌能力的提升成效。采用单位能耗抽水量和水位稳定时间对降水效率指标进行衡量，避免因效率过低增加工期成本。经济性指标涉及设备购置、成井以及运行能耗成本，应算出单位降深的具体造价。环保指标关注地下水回灌率及废水排放是否达标，回灌率应≥80%，废水悬浮物含量需符合《污水综合排放标准》的相关要求。

### 2. 效果分析方法

降水效果分析需要把现场实测与理论计算联合起来，创建能实现互补验证的方法体系。现场监测法成为核心要点，在基坑周边与内部布设水位计、测斜仪、沉降观测点等装置，实时采集数据，在关键施工阶段把采样频率调整为每2小时1次，采用趋势分析法分析数据的变化规律，及时就异常状况作出预警。数值模拟法适合进行效果预测与过程优化，借助包含FLAC3D、MODFLOW的软件，输入土层分布、渗透系数等地质参数，构造三维模型以模拟水位的变动，通过监测数据对比后修正模型参数，加大预测的精准水平。初步评估可采用理论计算法，以裘布依公式计算承压水的涌水流量，采用泰斯公式分析非稳定流降水进程，但需结合地质勘察报告修正相关参数，避免因理论假设与实际地质的差异引起误差。三种方法相互结合，可达成“实时监控-过程分析-结果验证”的全流程管控<sup>[2]</sup>。

## 3. 不同工艺效果对比分析

不同降水工艺所产生的效果差异明显，应结合地质条件针对性地对比选优。集水明排在地下水位浅（≤2m）、透水性差的黏性土中效果最优，水位控制的达标率达90%，成本仅为井点降水费用的30%-40%，但在砂土之中容易出现涌砂，边坡位移达标率不到70%。粉砂层适用轻型井点，若降深为3-6m，此时效率达到最高，水位稳定所经历的时间≤24h，边坡沉降控制的达标占比≥85%，但能耗比管井井点高20%。管井井点在砂土、砾石层这种地质里优势明显，降深在10-20m这个阶段，抽水量稳定下来，单位能耗所花成本少，但对周边范围的沉降影响相对较大，需配套回灌手段。“管井+轻型井点”等复合型工艺在多层复杂地基呈现突出态势，水位控制合格比例≥95%，周边的沉降量下降40%，然而设备投入成本有25%-35%的增加。软土地基宜优先选用复合型工艺，浅基坑黏性土宜优先采用集水明排方案，达成效果与成本之间的平衡。

## 三、工程应用案例与实践总结

选取三类典型地质条件下的深基坑降水工程案例，依靠核心数据对比，归纳工艺选型及施工管控的实践经验要点。案例覆盖软土、砂土及复杂多层地基，皆为城市核心地带的工程项目，对降水效果和周边环境的控制要求十分苛刻。实践表明，软土与交互地层需采用复合型工艺平衡降深与沉降控制；砂土中管井井点效率不错，但需同步安置回灌井以减少环境影响。施工过程中需强化水位监测频率，实时灵活调整抽水量。成井阶段滤料的搭配级配与井壁封闭质量，直接影响降水效率与抗砂能力的水平，是案例内效果差异的核心要素<sup>[3]</sup>。（如表一）。

表一 深基坑降水工程案例统计表

工程类型	地质条件	降水工艺	基坑深度	水位降深	周边沉降量
地铁车站	软土（黏粒含量65%）	管井+轻型井点	18m	9m	12m
商业综合体	中砂层（渗透系数25m/d）	管井井点	12m	7m	18m
地下管廊	砂-黏交互层	深井+集水明排	10m	5m	8m

## 四、深基坑降水施工现存问题与优化方向

### 1. 当前施工中的主要问题

深基坑降水施工目前的问题表现出多维度、复杂多样的特性，核心聚焦在地质适配、环境扰动、管控精度

以及资源浪费四个方面。地质适配性欠佳的现象尤为明显，在砂卵石与黏土层交替分布的复杂场地，单一管井井点易产生“上层水抽不干、下层水降不动”的困境，某城市地铁基坑因未对工艺做针对性调整，导致水位下降深度未能达到设计要求，造成工期耽误15天。环境影响失控的现象日益凸显，一些工程忽略了地下水回灌，过度抽取地下水引发区域地下水位漏斗现象，某商业综合体项目因为降水，让周边300米内的3栋老旧建筑沉降超过60mm，引起结构安全鉴定。监测管控存在明显短板，传统人工监测凭借经验进行记录，数据误差率高达15%，而且以8小时为周期的监测频率，无法捕捉暴雨后水位的突变。资源浪费及成本失衡现象颇为普遍，低效设备抽水的能耗与行业先进水平相比高40%，而盲目追求降水成效造成的“超量抽水”，造成部分工程水资源浪费量占总抽水量的比重超30%。

## 2. 工艺优化与技术创新

针对现存问题，工艺优化与技术创新需聚焦精准化、绿色化与智能化。优化工艺组合是核心基础，采用“分层降水+分区管控”模式，对于多层含水层场地，采用“浅层轻型井点+深层深井”协同作业工艺，某地铁站采用此工艺后，水位达标率从82%上升到99%。绿色技术革新核心聚焦于水资源循环利用，倡导推广“降水-处理-回灌”一体化系统，用石英砂过滤与活性炭吸附对抽排水加以处理，再借助压力回灌把水补进含水层。智能化升级为关键的突破路径，构建依托物联网的监测平台，安置无线水位传感器与孔隙水压力计，做到数据10分钟自动传输一次；借助BIM+FLAC3D耦合模型，依

靠AI算法预判水位的变化走向，预警响应时长从小时级别缩短至5分钟范围。设备及材料的创新同步开展，研发自清洁滤管解决砂层堵塞问题，选用变频潜水泵依照水位动态调控抽水量，使能耗减少30%；采用新型环保钻井液，也确实减少了成井过程对地下水的污染<sup>[4]</sup>。

## 结束语

综上所述，深基坑降水施工工艺的选用需紧密配合地质条件、基坑参数及周边环境，集水明排法、井点降水法以及复合型工艺各自存在适配场景和技术优势。效果评价应针对水位控制、稳定性、经济性等核心指标开展，采用现场监测、数值模拟等手段实现精确管理。未来要在新型设备研发、智能化监测调控系统应用、绿色降水技术创新等方向开展持续优化工作，带动深基坑降水工程往安全可靠、高效节能、生态环保的方向发展，给地下工程建设提供更坚实的技术后盾。

## 参考文献

- [1] 花捧洁. 基于绿色建筑标准的深基坑施工关键技术研究[J]. 新城建科技, 2025, 34(07): 129-131.
- [2] 朱蓉鑫. 房建工程深基坑降水技术实施效果及周边环境响应保护措施[J]. 大众标准化, 2025, (13): 90-92.
- [3] 杨龙成. 水利工程中水闸泵站基坑降水施工工艺及效果分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (09): 228-230.
- [4] 白宗瑞. 在建筑工程施工中基坑降水技术的应用[J]. 大众标准化, 2023, (11): 52-54.