

降水施工技术应用及施工管理研究

陈洋

上海宝济药业股份有限公司, 上海 201900

DOI:10.61369/ERA.2026050022

摘 要 : 降水施工技术的合理应用和科学管理, 是建筑工程顺利推进的重要前提。本文以宝济重组蛋白药物产业化项目为依托, 分析降水技术的应用场景、适用条件, 阐述方案设计与施工准备的关键点, 讨论特殊地质、周边环境、设备运行及多工序协同等难题及其应对措施。通过技术与管理的有机结合, 对地下水位进行精准控制, 减少工程的风险性, 保证工程质量及施工进度, 给类似工程提供可以借鉴的实践经验, 促进人们降水施工领域内的技术水平提高和管理水平的进步。

关 键 词 : 降水施工; 深基坑施工; 施工管理

Research on the Application of Dewatering Construction Technology and Construction Management

Chen Yang

Shanghai Baoji Pharmaceutical Co., Ltd., Shanghai 201900

Abstract : The rational application and scientific management of dewatering construction technology are crucial prerequisites for the smooth progress of construction projects. Based on the Baoji Recombinant Protein Drug Industrialization Project, this paper analyzes the application scenarios and suitable conditions of dewatering technology, expounds on the key points of scheme design and construction preparation, and discusses challenges such as special geological conditions, surrounding environment, equipment operation, and multi-process coordination, along with corresponding countermeasures. Through the organic integration of technology and management, precise control of groundwater levels is achieved, reducing project risks, ensuring project quality and construction progress, providing practical experience that can be referenced for similar projects, and promoting advancements in technical and management levels within the field of dewatering construction.

Keywords : dewatering construction; deep foundation pit construction; construction management

在建筑工程当中, 地下水问题和施工的安全以及基础稳定有直接的关系, 在工程施工向着复杂的地质结构还有深基坑方向发展的时候, 降水施工遇到的难题也变多起来, 例如在特定的土层降水的效率, 周围环境要怎么保护等等情况。若运用降水技术不当或者缺少管理, 容易出现地基下沉、结构变形等状况。所以深入探究降水施工技术的运用与管理工作的解决实际问题中的困难提升施工安全性和经济性有着重要的意义有利于为建筑工程的高质量发展打下基础。

一、降水施工技术应用场景与适用条件

降水施工技术应用场景与适用条件的关联, 在工程实际需求中有体现, 地下水埋藏深度不同造成影响存在差异。地下水位距离地表比较近的时候, 土壤的饱和程度会影响到地基的承压情况, 施工过程中可能会产生坑壁坍塌之类的状况。使用降水技术可以降低地下水位, 为地基基础施工提供适宜的工作条件, 在城市中施工, 周围建筑物、地下管线多, 降水时要考虑对周边环境的影响。过度降水会导致地面下沉, 危及建筑与管线的安全, 不同的地质种类对降水技术有不同需求, 砂土质地层透水性强, 地下水流动速度很快, 需要尽快排除水分, 粘性土层透水性差, 降水技术要考虑如何降低土壤含水量。

工程的规模和深度也会对选用的降水技术产生影响, 深基坑施工要把地下水位降低到更深处, 而浅基础施工时对于降水深度的要求则相对较低。地下水水质有腐蚀性成分的时候, 降水设备具有防腐能力, 地形状况也很关键, 低洼地带容易存水, 降水施工务必配合地表排水办法。这些因素共同决定了降水施工技术的应用场景和适用条件, 彼此之间存在影响关系, 进而影响到施工技术的选择和应用效果。

二、项目概况

宝济重组蛋白药物产业化项目, 位于上海市宝山区罗店镇罗新东路555号。项目总建筑面积74338.7 m², 包含11个建筑物和4

个构筑物。项目中车间二，地下车库等存在深基坑的部位，车间二是地上4层，地下1层的钢框架结构，地下车库是地下1层的钢筋混凝土结构。场地位于长江三角洲入海口东南前缘滨海平原地貌，地形有轻微起伏。地基土在深度60.3m内为第四纪松散沉积物，按结构特征等可分七层。地下水存在潜水、微承压水、承压水对深基坑施工有影响。

三、降水方案及施工

（一）降水方案设计

降水方案设计以工程地质和水文条件为依据，确定设计目的和技术参数，将基坑内的地下水位降低至低于基坑底部0.5~1m，使开挖面保持干燥，加固坑内及坑底土体，增大土体的抗力，减小坑底隆起与围护结构的变形。减少开挖层土体的含水量，有利于施工，防止发生流砂、管涌等不良现象。

针对不同的地质情况选择相应的技术，对于渗透系数小的淤泥质粉质粘土层采用真空深井降水，在厂区内布置34口环形井点疏干井，井深9~12m，单井出水量控制在150m³/d左右。部分区域结合轻型井点降水，井点管直径48mm钢管，有效半径7~8m，每组长度不大于50m。设计的时候要考虑到预降水的时间，疏干降水要比开挖提前10~25天运行，加载真空负压使真空度大于-0.06MPa，从而保证开挖时土体的含水率。

（二）降水施工技术

1. 真空深井施工技术

真空深井施工前，技术人员需要对地质资料、设计图纸和行业规范等深入研读，确定降水范围、井位布置的详细情况以及施工标准。成井工艺须遵照要求，真空管井成孔直径至少为650mm，滤水管外包两层30~40目尼龙滤网，过滤掉地下水中的杂质，防止滤管堵塞，沉淀管长1.0m，联结在滤水管下端，用于收集沉砂以保障进水效率。井壁管使用3mm厚焊接钢管，保证坚固。井底往上2.00米围填适应的滤料，中粗砂围填面以上围填好的优质粘土至地表并夯实，做好井口管外封闭，井口高出地面0.50M，防止地表污水倒流。施工前调试设备，潜水泵抽水能力需匹配单井最大出水量，后续空压机活塞联合洗井，确保井内淤小于30cm，真空深井稳定运行有保障。

2. 轻型井点降水施工技术

轻型井点降水施工之前，要专门规划冲孔及埋管流程，冲孔直径保持在300~400mm左右，孔深要比滤管深0.5~1.0m，让滤管能够接触地下水，每口井灌砂量不少于0.45m³，灌砂时要保证均匀且密实，不能形成空洞，以免影响到降水效果。井点管采用48mm钢管，有效降水半径7~8m，每组长度不大于50m，根据基坑范围分组。总管布置标高靠近地下水位线，必要时提前挖槽，与水泵轴心标高平行或略高，并设0.25~0.5%坡向水泵的坡度，便于地下水流动。滤水管外包30~40目尼龙滤网，沉淀管和滤水管直径相同，

长1.00米，底口用铁板封死。施工前检验滤管、滤网规格性能，场地标高有起伏的时候，调节管井最上面的井壁管长度，让井点深度按照井底标高精准把控，给浅层水疏干打下根基。

3. 降水系统运行调控与维护施工技术

在降水井施工完成并进入持续抽水阶段后，系统运行过程中的调控与维护技术对降水效果和基坑稳定性具有决定性作用。降水系统运行需通过合理配置抽水模式、监控运行参数以及故障快速处理，确保井群始终处于高效稳定的工作状态。

首先，在运行模式上，根据不同土层渗透系数及现场水位下降速度，采用持续抽水与间歇抽水组合模式。在降水初期应保持连续抽水，使水位快速形成稳定降落漏斗；在水位趋于稳定后，可根据监测数据适当采用分区间歇抽水方式，以降低对周边地层的扰动，减少沉降风险。对于真空井系统，通过调节真空管路阀门，实现真空度分级调节，避免因真空度不足导致浅层水无法有效排出，也避免过高真空度造成井壁扰动。其次，建立运行参数巡检制度，对水泵电流、管路压力、真空度、单井出水量等关键指标进行实时记录。单井出水量若在24小时内下降超过15%，需检查滤管是否堵塞、管路是否漏气，并及时进行反洗井或气举排堵处理。真空系统若出现真空度波动，应对各联接点进行气密性检查，采用橡胶密封圈、卡箍紧固等方式进行排气补漏。通过定期巡检与及时维护，可有效延长井点系统使用寿命，提高整体降水效率。此外，对不均匀降水区域需采用局部补井、加密井点、调增抽水量等技术措施。利用水位监测数据绘制等水位线图，可快速识别水位下降不足的“弱抽区域”。针对这些区域，通过加设小口径井点或局部增大抽水量的方式使其与整体降水面保持一致，从而保证基坑底部水位均衡下降，避免因局部水头过高形成管涌或隆起风险。

综合来看，通过加强降水系统的运行调控与维护管理，能显著提升井点群抽水效率，维护降水过程的连续性与稳定性，为基坑开挖创造更加安全的水文环境。该技术在深基坑、复杂地质与环境敏感区段尤为重要，是降水工程中不可忽视的重要组成部分。

四、施工难点及对策

（一）特殊地质条件下的降水效率不足

部分工程区域有淤泥质粉质粘土之类渗透系数比较小的土层，此类土层的孔隙率不大高，透水性能较差，在这种情况下地下水在土层中移动得十分缓慢，一般手段下的降水没法迅速创建起有效的水位降落漏斗，疏干时间因而拉长，有的时候甚至会影响到基坑的挖掘。如果降水不到位，开挖面的土体含水率过高，就会出现泥泞、回弹等状况，这不但加大了土方挖掘的难度，而且也许会削减地基承载力，给后面的结构施工带来隐患。另外由于地质勘探时无法完全查清的暗浜、杂填土等地质不良体，在这

种区域施工时遇到土体松散不均,建筑垃圾或有机物含量大等情况,导致降水井滤管堵塞严重,单井出水量不足甚至部分水位降深不够形成“盲区”。

针对此类难点,从降水井的设计、施工工艺上进行改进。对渗透系数小的土层,采用真空管井和轻型井点联合降水平面,真空管井间距8-10米,井深比坑底深4-5米,抽水范围包括整个开挖区;轻型井点沿基坑四周及内侧交错布置,井点间距为1.2-1.5米,提高浅层水疏干效果。施工中对于暗浜区域降水井适当增大水泥掺量3%-5%,并使用井管两层滤网,外层采用40目尼龙网、内层60目不锈钢网防止杂质进入,加大洗井频率,使用空压机加活塞洗井,单孔洗井时间不得小于8小时保持滤管畅通。此外通过试降水监测水位变化,每隔2h记录一次水位数据,并随时根据水位调整抽水井的数量和运行频率,保持水位在坑底以下0.5-1m的位置以形成干燥环境进行开挖。

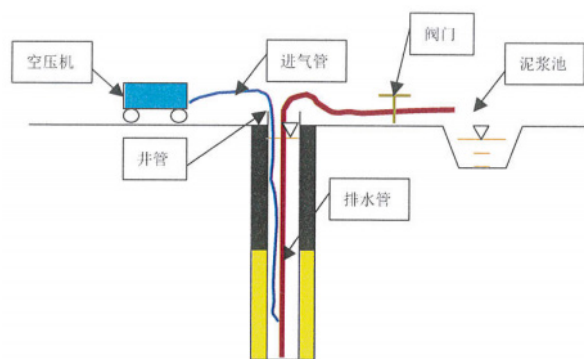


图1 空压机洗井示意图

（二）周边环境引发的降水控制难题

基坑周边若存在建筑物、地下管线等敏感设施,降水过程中地下水位下降会使得土体的有效应力增大,产生地面沉降,如果这个沉降量大于一定限度(一般为20mm)就会使周围建筑发生开裂、管线变形等情况而不能正常使用。传统的大面积均匀降水的方式很容易超出环境所能承受的范围,要准确地把握好降水的范围以及力度。另外,部分工程处在密集建筑群当中,施工场地有限,降水井布局受到空间约束,无法营造起均匀的降水体系,也许会出现局部水位过高情形,进而威胁到开挖安全。

针对此类情况要运用精细的降水与保护手段,先做数值模拟算出合适的降水量大小,在靠近敏感设施的地方立起止水帷幕,三轴水泥土搅拌桩就是一种选择,桩深18-20米,水泥掺量为百分之二十到二十三,这样就能形成一道封闭性的止水屏障,阻止地下水横向流动,减小对四周土层造成的影响。第二步,设置水位观测井,坑内每500 m²设一口,坑外沿周围每20-30米设一口,监测频率为一天一次,同时记录水位、沉降数据,当出现水位降深异常或者沉降超预警值的情况时,调整对应的降水井运行参数,比如降低抽水量或者停止抽水,并且可以采取地下水回灌的方式。针对空间有限的区域,采取直径300mm的小井,每口井的出水量控制在30-50m³/d,节省占地并保障抽水效果,必要时

采用局部加密井的方法,保证水位达到标准要求,既考虑施工安全也照顾到周边环境稳定情况。

（三）多工序交叉的协同管理复杂

降水施工需与基坑开挖、支护、结构施工等多道工序交叉进行,各道工序的进度衔接不好会影响降水的效果。拿开挖速度过快却没让降水到设计深度,土质含水太多,就容易出现流砂,管涌之类情况,支护施工迟缓又会使降水井暴露太久,重载车碰上或者土方堆压都可能会破坏井管,从而干扰抽水。同时多班组作业的时候,会存在职责重叠或者空缺,从而影响施工的效率以及安全性。

解决对策:需要形成一套系统的协调机制和流程。编制详细的工序衔接计划,要明确时间节点和责任人,降水井施工结束之后要有7-15天的试抽水时间,等到水位平稳到设计深度的时候,再由技术负责人发放开挖许可命令,开挖的时候,降水班组天天9时把水位监测报告交给人家,报告中的数据包含各个监测点的水位状况以及24小时降深情况,水位超过坑底0.5米就得暂停开挖,直到水位达到要求才可以继续开挖。设置专职协调人员,负责各班组之间的信息传达和问题处理,在每天开15分钟的短会进行进度汇报以及隐患告知并作好会议记录。安排专人跟踪土方开挖进展,对挖掘的井管及时拆除、养护,在降水井周围树立警示牌并设置防护栏杆,严禁重型机械碾压,支护施工留出3m以上操作距离,确实在井管旁边做活时由降水班组现场指导。而且,信息化管理平台将水位数据、施工进度、设备状态等相关信息进行实时上传,各班组随时可以查阅,实现信息共享和工序之间的无缝对接,降低沟通成本和失误率。

五、经验总结

降水施工技术的有效利用,关键之处在于做到地质状况和技术方案之间的精确对应。地质勘察获取的数据资料被剖析得越深,降水方式及其参数就选定得越合适,譬如淤泥质土层这种情况下要着重加大真空负压以及井点组合工艺的强度,使地下水位维持在坑底之下一个合理的深度之内。施工期间,动态监测体系不可或缺,经由对水位变化,周边沉降等数据的实时追踪,可以立即调节抽水量和井群运行方式,从而防止过度降水引发环境风险。技术细节也不可忽视,滤管选型,洗井工艺之类的东西加以改进之后,单井出水量与降水效率就能变得更高一些,设备故障造成的工期拖延现象也得以减轻。

管理层面的规划,系统性安排降水施工的开展,在岗位设置上建立清晰职责体系,明确各技术,施工,安全等岗位之间的协作方式可以有效避免工序间衔接问题的发生。针对多专业配合的复杂性,提前安排好工序衔接计划以及信息传递流程,以免出现因为沟通不畅导致施工混乱的情况。做好应急保障方面的工作比如双路电源供电,有备用的设备储备等,这些都会使得在出现突

发状况的时候不会过多影响到降水的效果。就工程实践而言，经由技术同管理协同优化之后，能够把水位的掌控精度改进，在此过程当中削减基坑变形的风险，而且维持施工进度按照计划来推进，从而做到工程质量得到合格验收。

六、结语

降水施工技术的应用与管理是一项融合技术精准性与管理系统性的工作。从宝济项目的实践来看，地质勘察的深度解析是方

案设计的前提，技术细节的把控是降水效果的保障，而管理体系的完善是工序协同的关键。通过真空管井与轻型井点的合理组合、设备的定期维护、动态监测的实时调整等措施，有效解决了特殊地质、周边环境限制等难点，实现了地下水位的有效控制。未来，需进一步结合工程实际创新技术应用与管理模式，提升降水施工的适应性和精准性，在保障工程安全的同时减少环境影响，为建筑工程的高质量发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1] 张孙莉. 基坑降水技术在建筑工程施工中的应用 [J]. 房地产世界, 2025, (04): 161–163.
- [2] 张强. 超深降水井施工监理技术与管理探析 [J]. 建设监理, 2025, (02): 31–34.
- [3] 任方. 基坑稳定性与降水施工技术研究 [J]. 江西建材, 2024, (12): 248–250.
- [4] 李涛. 基坑降水技术在建筑工程施工中的应用分析 [J]. 散装水泥, 2023, (06): 113–115+118.
- [5] 罗书弟. 基坑排水施工技术在水利工程中的应用探析 [J]. 人民黄河, 2022, 44(S2): 223–224.