

基坑降排水施工技术与管理控制要点

庄玉才

大洲设计咨询集团有限公司

摘要：社会经济不断发展，推动了建筑行业的发展，因此增加了建筑工程的数量。在施工过程中建筑基础工程发挥着重要的作用，建筑基础工程质量直接关系到整体工程质量和功能，尤其是大型工程的施工必然进行基坑大开挖，在遇到地下稳定水位较高或者雨季施工时，基坑降排水直接影响到工程施工质量，因此需要加强控制基坑降排水的施工技术，同时需要做好监理控制工作，保障基坑降排水的顺利实施，以保证基坑的稳定和地下结构施工的安全。

关键词：基坑；降排水施工技术；监理控制要点

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.17.014

在建筑工程施工中，由于施工环境、地质条件、工艺要求和技术标准的差异，常常要进行一些必要的深基坑开挖，目前我国在深基坑开挖方面已取得了一定的技术成果，但仍存在着降排水方面的问题。降排水技术的选择和运用，对深基坑开挖、支护和地基处理等各工序的顺利实施有着重要的影响。所以，在深基坑工程中，要加大对降排水施工技术方案的可行性、经济性的研究力度，同时还要加大对降排水技术监管与管理力度，这样，才能更好地提高施工过程中的基坑稳定。

一、概述基坑降排水施工的意义

社会经济不断发展，建设项目逐渐增加，然而由于大型工程的基坑开挖深度较大，整体造价较高，降排水困难，而且实际施工对周边环境产生较大的影响，使其在我国建筑行业面临着巨大的挑战。基坑施工是一个复杂的过程，在实际施工过程中，在保证周围建筑物安全的前提下，进行深基坑降排水施工，将产生巨大的经济、社会效益^[1]。所以，在新的时代背景下，随着城市化进程的不断加速，加强基坑降排水施工与监理控制的研究，对于改善城市建筑工程的安全施工，保障周围建筑物安全运营有着非常重大的社会与经济价值。

二、影响基坑降排水的主要因素

（一）承压水对基坑的危害

1. 过量沉降：一些施工单位因为传统施工观念的影响，片面的认为在基坑降排水施工过程中只需要在基坑内设井按需降水，可以有效控制沉降在可控范围内，但是在实际施工中，如果不设置回灌井，保持基坑内外水压力的平衡，降排承压水会引发周围地层严重沉降，极大的超过沉降标准，干扰周围建筑物和管线正常使用。

2. 顶托破坏：顶托破坏主要表现为坑底突涌，具体的形式包括坑底顶裂和坑底流砂以及坑底“沸腾”问题，出现这种情况主要是因为坑底土层自重小于水浮力，导致抗突涌安全系数较低，或者没有全面封闭地质

探孔^[2]。

3. 开挖面突涌：产生开挖面突涌现象，主要是因为围护结构存在缺陷，围护结构外侧在水压力的作用下，产生流土、流沙现象，从而在开挖面以上出现渗漏问题，在基坑施工中容易出现这种情况。

4. 异常管涌：在开挖面下围护结构出现渗漏问题，将会在坑底出现涌水的情况，出现这种问题的原因是坑内外水压差，如果围护施工不合理，基坑底部隔水帷幕长度较短，导致基坑以下止水帷幕的水流路径太小，水力梯度就会增加，就不利于发挥止水作用，从而引发异常管涌^[3]。

5. 有效应力丧失：在基坑开挖阶段会不断降低总应力，如果没有采取降压措施，无法降低孔隙水压，最终会降低有效应力，如果降低抗突涌安全系数到1.0以下，那么土体有效应力将会趋于零，这时土体颗粒处于悬浮状态，无法提供侧向抗力，导致柱脚发生位移问题，再加上承压水的顶托作用，将会显著增大基坑回弹量，最终涌出明水。

（二）降水对周边环境的影响

土体固结压缩系数和含水层厚度以及渗透系数、降水时间等直接关系到降水沉降，不同地质条件的降水沉降敏感度是不同的，需要结合施工相近工点沉降情况和降水沉降试验对沉降量进行预测，需要利用合理措施控制沉降，有效保护周围建筑物和重要设施。采取的保护措施如下：降低降水速度，通过控制水位抽水，在设计过程中可以在被保护物的一侧，加大井点间距^[4]。通过利用回灌技术，在降水井和被保护的建筑物中设置一排回灌井点，通过降水井点抽水，同时通过回灌井点向土层中灌水，因此减少地下水流失，提高地下水位的稳定性，保持水位平衡，防止周边建筑物及重要设施发生过度沉降。

三、基坑降排水施工技术控制要点

（一）工程地质条件

本文结合具体的工程，结合工程水文地质特点，分析基坑降排水和施工该技术要点。该工程的基坑开挖长度为250m、宽为80m。通过岩土勘察发现施工现场潜水位于地表1.6~3.50m范围内，其中地表潜水主要来源大气降水和地表径流补给，隔水层黏土层下部水具有微承压性，位于圆砾层中，开挖基坑的场地分为以下土层：1. 杂填土：呈现出杂色，厚度为0.4~2.5m，其中包含较多的碎石砖块等，其余成分主要是黏土，局部涉及耕地和沟塘淤泥^[5]。2. 黏土：呈现出褐黄色和褐灰色，处于软塑、可塑状态中，具有中压缩性，切面具有光滑性，层厚处于2.0~4.5范围内。3. 粉砂：呈现出灰

色，局部存在粉土，分布条件具有不均匀性，层厚处于2.3~6.0m范围内。4.圆砾：呈现出深灰和褐黄色，具有较高的饱和度，颗粒级配程度较差，砾石含量在60%~70%范围内，充填黏性粉土。5.圆砾：呈现出渗水色，具有较高的饱和度，颗粒级配程度较差，砾石含量在50~60%范围内，充填粉土和粉砂，分布具有不均匀性，层厚处于4.6~8.2m范围内。6.圆砾以下主要为岩石层，未揭穿。

（二）施工前的技术准备

1. 在施工之前，施工单位需要系统性的分析地质勘察报告，相关技术人员需要掌握到开挖区域的地下水埋深，并掌握各种土壤的物性特征，进而确定出最适合的土方开挖、支护结构和降排水方案。因此，在确定支护结构的承载力时，既要根据其极限状况来确定，又要考虑到周围环境和支护结构的变化等因素^[6]。

2. 工程技术人员需要调查深基坑施工现场周围建筑物，重点检查房屋在挖掘之前有无裂缝、倾斜等异常状况，并通过拍照、绘图等方式搜集数据，如有需要，还可以委托专业机构进行分析和评估。针对基坑内部已有的电力、给水、排水、通信、燃气管道，都要进行改迁。

3. 施工方案应经专家论证，遵循“方案先行”的原则，结合基坑实际情况提出切实可行、安全可靠的施工计划方案，组织专家组根据程序开展论证评审工作。

4. 施工所需的水泥、砂石、砌块等，应适当地在工地上堆置，应视具体情况，采取边建边运的办法，提高施工现场利用率，同时也可减少物料的堆置量。在施工准备期，要提前组织各类建筑材料的订购、配合比测试、质量检测，保证各种材料能够按施工进度分批入场。

5. 应根据有关单位核准的施工方案施工，在实际施工中不能随意更改施工方案^[7]。如果需要修改施工方案，必须经过相关程序的审核，才能进行施工。在深基坑的坑顶边缘，不能随意堆放材料、土方和设备，尤其是那些具有振动作用的机械设备，应该尽可能远离深基坑边缘，以降低坑顶的载荷附加作用。

（三）深基坑降排水方案的选择

因为现场地表水埋深1.6~3.50 m，基坑开挖深度6.5 m，在大多数地段含水量丰富的杂填土、圆砾层中。因此为了避免在挖掘的过程中发生基坑突涌，并对周围的建筑物产生不利的影 响，在进行基坑开挖之前，应当在基坑周边做好止水措施和降水技术措施。

常用的止水降水方法有井点降水、帷幕止水和坑内止水等。井点降水具有经济性和有效性等有事，因此使用频率比较高。鉴于工程地质特征，在施工过程中首先进行坑内降水，经过安全技术、工期及工程质量的对比，最终确定了悬挂式深搅拌桩止水帷幕与坑内井点降水相结合的组 合施工方法。

在工程施工过程中，基坑降水会引起降低周围地下

水位，会产生不均匀沉降，将会破坏基坑周边地面原有建筑物和地下构筑物及周边道路。要想将上述的破坏降到最低，就应该在基坑和要被保护的建筑物之间进行回灌，并针对该基坑的地质特征，使用的是坑外设置回灌井，另外为了更好地掌握地下水位的 变化情况，并能对回灌水量进行适时的调节，同时还应该在基坑四周设置水位观察井^[8]。

（四）基坑止水、降水技术措施

1. 基坑壁防渗止水

施工现场的浅表充填层疏松，属于杂填土，开挖深度内部地基土的强度地基土的强度较低，地下水埋深较浅，场地周围涉及密集的住宅建筑。在基坑开挖之后，坑壁上受到的主动土压力和水压力都会增加，因此，坑壁土体很容易向坑里滑动。为了确保基坑支护施工的顺利进行，并且保障周边建筑物的安全，在基坑开挖之前，应该在基坑开挖上口线外，提前建设一排互相搭接的深搅止水帷幕桩。根据相关施工规范和岩土工程勘察报告的相关规定，对深搅止水帷幕桩进行了设计与施工。据地质调查，本项目所挖的基坑底部都是较厚的圆砾地层，属于较弱的透水层，没有任何阻隔防水效应，因此只能采用悬挂式深搅止水帷幕，指的是在透水层悬吊帷幕，搅拌桩深入透水层中一定的深度，在基坑周围形成一个圆形封闭结构，这样在基坑内降水过程中，坑外地下水的渗流路径因此延长，有效的降低了水力梯度，可以顺利开展坑内降水和坑外回灌工作，预设的环形闭合帷幕可以保证基坑喷锚支护施工。

（五）基坑内部降排水

1. 轻型井点降水技术

在井点施工方面，为提高降排水的实用效果，应在施工过程中重视下列技术问题：①按项目设计施工图进行布置二级降水井点；②在基坑定位放线部位，挖掘出沟槽，以确保顺利布置井点管DN50@1.2米；③利用高压泵在水沟内进行竖向钻孔，钻孔的深度应视不同土壤条件及地表水位的高低而确定；④当排水管道进入钻孔之后，过滤管的上部填充中粗砂和粗砂，并在冲孔的上部采用原有土进行堵塞和夯实，因此隔绝外界空气。⑤当完成一套井点管冲孔作业之后，利用弯连管将井点管与总进水口DN75相连，并用铁丝固定，保障井点系统的真空效果^[9]。

回灌井与观测井：在基坑降排水工程中，为确保钻井质量，需要将泥浆比例保持在1.1~1.2范围内，并尽可能将其含沙率保持在12%以内，并采用天然土层成浆为主，当钻井时，若泥浆的含沙量沙大于20%时，应根据有关技术规范，进行人工补充和更换泥浆。为了防止钻头出现较大的挠曲，在进行深基坑钻孔时，需要缓慢钻进。与此同时，在钻进的过程中，要确保每次钻进一根钻杆后，都要进行一次全面的扫孔，清除孔洞中的残渣，在结束之后，要及时的进行清孔，以确保返回泥浆中不存在较大的泥块。

在深基坑轻型井点降排水工程中,需要将各个井点管的井点器、主管安装在相同高度,采用真空泵、高压离心水泵将井点水抽取到坑口,或直接排放到周围的深井中,然后采用大型泵将深井中的水排放到邻近的河流或市政污水管网中,从而达到提高降水工程的效果。在深基坑中的水全部下降到工作面上时0.5米时,即可开展基坑的土方开挖工作。

2. 排水沟

选择在基坑内外分别设置排水沟,以防止土壤被水浸软,并能及时排水,以便于基坑工程的施工。坑外排水沟被布设在深搅帷幕桩的外侧,距离坑壁有1.5 m的距离,它是一个圆形的封闭状态,它用砖砌水泥砂浆来进行抹面,在基坑开挖之前要提前修筑好,水沟宽0.8 m、深0.6 m,并与市政排污管接通,要以现场的实际状况为依据,在合适的位置上修建沉淀池,从基坑中抽排出的地下水,经过沉淀池的沉淀之后,再排入到市政污水管道中。坑内排水沟在基坑壁的最下方,通常是基坑挖到底部的时候进行修筑,在修筑的时候,要以建筑物基础的外挑宽度为依据,设置明沟。

3. 坑外回灌井和观测井设置

为了降低基坑降雨对周围建筑造成的不利影响,在建筑物分布密集的区域一共布置了8个坑外回灌井和5个水位观测井,当回灌井不能达到回灌需求时,水位观测井还可以作为回灌井。回灌井和水位观测井可以并排布置,其布置地点应尽量离基坑外6-10 m(尽量离基坑较远)。回灌井段的设计参数和实测井段的基本一致,施工方法也基本一致^[10]。

4. 监理应急救援预案

由于受外部环境和内部水文地质和气候等因素的影响,使得基坑建设过程中的风险和不确定性更加凸显。所以,在进行基坑施工的时候,一定要对各种危险源展开科学的评价和分析,施工单位也要根据具体的情况,制定出与之相适应的应急救援方案。在基坑工程施工中,在应急救援预案中不仅涉及项目管理部,还包括作业班组,同时要在人、材、机等方面进行全方位的贯彻,确保工作职责的层层落实和到位,预防各种突发事件的出现,并对紧急情况做出迅速的响应。

四、基坑降排水施工监理控制要点

(一) 监理工作流程

1. 审核施工现场方案图,审核施工计划及方案,在施工之前对井位、控制点及水准点进行复核,保证测量结果的正确性。2. 物料采购质量管理:根据工程建设的物料进度表来完成物料的采购,物料进场时要有完备的数据(出厂合格证,物料清单,产品描述等)。3. 产品识别与可追溯:所有产品(机械设备、材料等)都要进行分类识别,并由专门人员负责,保证产品可追溯。4. 对已执行完毕的工序,严格执行“三检制度”并进行检验验收。

(二) 施工监理要点和措施

1. 在降排水施工之前,应准备好符合工程要求的设计文件、地质勘察资料以及工程周边管线、建筑及其他公用设备的有关资料,如有必要需要补充勘察和调查,以保证工程的质量,并保证邻近建筑的安全性。2. 施工方案须由施工企业请专业技术人员进行评审,报请监理工程师批准。3. 当施工过程中出现异常情况,必须立即停工,并请监理单位组织有关勘察、设计、施工等单位进行综合研究,及时采取措施排除存在的问题,以保证施工过程的顺利进行。4. 降水井在施工之前,必须根据设计施工图提供的立井平面坐标进行布设。5. 回填的过滤材料必须是干净的,并且要沿着井口管道方向投放,投放量要大于计算量。6. 排水管道的横截面要按排水量来决定,并且要紧密相连。排水经过沉淀后,可以向河湖和市政管网中排放。7. 在降水过程中,必须对地表沉降及主要结构物的位移进行观察,并对因降水而产生的地表沉降及主要结构物的位移进行严密控制。8. 降水完毕后,需要再井口中会太难级配砂石,并使地表完全恢复到原来的状态。

结束语

在基坑施工中,如果没有合理的处理地下水,将会降低地基承载力,引发流沙和管涌等问题,为了保障基坑施工的安全性,在基坑施工中需要合理的选择降排水技术,并且需要做好监理控制工作,保障基坑施工质量。

参考文献

- [1] 王芳. 农田水利工程基坑排水施工技术的应用研究[J]. 农村实用技术, 2023, No. 255 (02): 127-128.
- [2] 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.
- [3] 管子良, 任昌国, 刘书蔚. 深基坑岩石裂隙水降排水施工关键技术研究[J]. 建筑机械化, 2022, 43 (10): 61-63.
- [4] 李聪聪, 唐明成, 汤亮等. 沿海机场交通枢纽深基坑降排水施工技术[J]. 工程建设与设计, 2022, No. 485 (15): 231-233.
- [5] 肖根, 朱桂民, 罗威等. 强透水地质条件下的基坑降排水施工技术研究[J]. 建筑安全, 2022, 37 (04): 46-51.
- [6] 魏柳. 某天然河道堰坝建设基坑降排水施工技术[J]. 四川水利, 2022, 43 (01): 110-112.
- [7] 田光临. 基坑排水施工技术在水利工程中的应用分析[J]. 四川水泥, 2021, No. 299 (07): 256-257.
- [8] 张晓青. 软土地基深基坑真空管井降排水施工技术[J]. 建筑科技, 2021, 5 (02): 58-59+65.
- [9] 霍光明. 复杂环境条件下的深基坑降排水技术应用研究[J]. 甘肃科技纵横, 2020, 49 (08): 47-49+65.
- [10] 李斌. 轨道交通工程施工深基坑降排水关键技术分析[J]. 山西建筑, 2020, 46 (13): 8-10.