

浅谈岩土工程中基坑降水对周围地面沉降的影响

安宏科

(陕西铁路工程职业技术学院, 陕西 渭南 714000)

摘要:为解决岩土工程中基坑降水对周围地面沉降的危害,对岩土基坑开挖过程中的周围土体渗流-应力耦合情况进行了一定研究,发现基坑降水会导致周围土体固结沉降,并可能改变地下水流动状态,进而影响区域内的建筑物和设施的正常运行。针对以上问题,提出合理施工方案、基坑降水处理、监测和预测、地下水管理、加固处理、规范管理防治措施。通过这些措施的实施,可以有效减轻基坑降水造成周围地面沉降的影响,确保岩土工程的质量和安

关键词:岩土工程;基坑降水;地面沉降

中图分类号:TU463

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)39-0100-03

0 引言

随着城镇化的发展,城市建设项目也在不断地向纵深方向发展。随着建设规模的不断扩大,基坑的规模越来越大,地基的稳定受到了严重的破坏,为确保其正常使用,需降低基坑附近的地下水水位,从而导致基坑周边地表沉降。随着土地资源的日益紧张,人们开始把发展的眼光转向地下,基坑的规模也越来越大,越来越深。当基坑越挖越深时,越靠近地下水,其渗透性就越强。为避免因地下水渗入而引起的基坑塌方,应采取更为有效的排水措施。但随着地下水埋深的不断下降,周边地表将因应力变化而产生不同程度的沉降。

1 岩土工程中基坑降水造成地面沉降的危害

在岩土工程中,基坑降水是常见的一种处理方法,它可以降低地下水位,减小地下水压力,从而保证基坑施工安全。但是,基坑降水也可能对周围环境造成危害,其中之一就是地面沉降。地面沉降会给周围建筑物和设施带来不同程度的威胁,例如地面下沉后会使建筑物的承重能力减弱,可能会导致裂缝、倒塌等事故的发生;此外,地面沉降还可能对道路、桥梁、管线等基础设施的正常运行产生影响。因此,在进行基坑降水时需要考虑周围环境的稳定性,并在降水前进行充分的工程勘察和评估,制定合理的降水方案,采取有效的措施避免地面沉降对周围环境的危害。

2 岩土工程中基坑降水造成周围地面沉降的原因

在岩土工程中,基坑降水造成周围地面沉降的原因与周围土体渗流-应力耦合模型密切相关。在岩土基坑开挖过程中,周围土体受到了来自基坑和地下水的复杂应力与渗流作用。其中,渗流与应力相互耦合,导

致了基坑降水后周围地面沉降的发生。具体来说,基坑降水使得周围土体孔隙水压力下降,从而使得土体内部的应力状态发生变化。在岩土工程中,周围土体中的孔隙水与土颗粒形成细微的孔隙结构,通过孔隙结构传递应力,形成一个稳定的力学系统。但是,当孔隙水压力下降时,土颗粒之间的黏聚力减小,孔隙度变小,从而导致土体固结及沉降^[1]。此外,在基坑降水过程中,周围土体的渗流特性也会发生变化,从而影响周围土体的力学性质。由于基坑降水使得周围土体内孔隙水位下降,渗透系数与孔隙度的变化导致水分向降水区域流动,从而引起了地面沉降^[2]。当这种渗流-应力耦合达到某一临界值时,周围土体的压缩性增大,同时其体积减小,不可逆固结性沉降也将导致地面沉降的发生。这个模型的公式如式(1)所示。

$$\partial(\theta S \sigma_v) / \partial t = \nabla \cdot (k \nabla h) + Q \quad (1)$$

式中: $\partial(\theta S \sigma_v) / \partial t$ ——孔隙水压力与固结应力的耦合项; θ ——孔隙度; S ——饱和度; σ_v ——有效应力; t ——时间; ∇ ——梯度运算符; k ——土体的渗透系数; h ——地下水头; Q ——降水或排水量。

式(1)描述了孔隙水压力变化、土体固结和渗流过程之间的相互作用关系。左侧的耦合项表示孔隙水压力与固结应力的相互影响,右侧的第一项表示渗流流速的梯度以及渗透系数和水头的乘积,右侧的第二项表示降水或排水引起的源项。该公式表明了基坑降水会改变地下水流动状态,导致区域内地下水的流向和速度发生变化,从而影响区域内土体的水分质量和含水量等参数,最终也可能引起地面沉降。简单的讲,岩土工程中基坑降水造成周围地面沉降的原因主要有以下3点:①土体的孔隙水压力下降:基坑降水会导致周

围土体内的孔隙水位下降,从而引起孔隙水压力的下降。当孔隙水压力下降到一定程度时,土体内的孔隙水分子与土粒的黏聚力减小,土体的孔隙度减小,土体会发生固结和沉降。②周围土体重力势能释放:当基坑降水后,土体内的孔隙水位下降,土体内的重力势能也相应下降,土体内部的应力状态发生变化,土体内的各种力学参数也会发生改变,这些都可能导致土体内部的固结和沉降。③土体的压缩性:当基坑降水后,周围土体内部的水分状态发生变化,水分含量减少,土体压缩性增大。由于土体的压缩性与孔隙水压力、土体固结等多种因素有关,因此,基坑降水后,土体的压缩性增大,也会导致地面沉降。

3 防治岩土工程中基坑降水造成地面沉降的措施

为了防治这种现象,需要在岩土基坑开挖过程中,综合考虑周围土体渗流特性和力学性质,并采取以下措施。

3.1 制定合理施工方案

在开挖前,需要制定详细的施工方案,根据周围土体的渗透系数、孔隙度等参数,合理设置降水井、拱形支撑、钢板支撑等措施,以确保施工安全和环境保护。具体可以从以下方面入手:①基坑开挖前进行地质勘察和分析,了解周围土体特征,包括地形、地质构造、岩土性质等,并根据周围土体的渗透系数、孔隙度等参数制定合理的降水方案,同时考虑周围建筑物和管线的影响。②选择合适的降水井和降水管道,布置合理的降水井网格,以及与之配套的反渗透屏障和防渗墙,实现基坑降水的有效控制^[9]。③对于较深的基坑,需要设置拱形支撑和钢板支撑等措施,以增强周围土体的支撑能力和稳定性。此外,对于较软的土壤或多孔介质,也可以采用注浆加固等方法,提高周围土体的稳定性。

3.2 基坑降水处理

在基坑开挖过程中,需要采用科学的降水处理方法,合理控制降水量和降水速度,避免过度降水导致周围土体压缩和沉降。具体处理方法包括:①泵水降水:泵水降水是一种常见的降水处理方法,通常适用于较浅的基坑。在施工过程中,通过设置多个降水井和排水管道,将基坑内的水泵出去,基坑泵水-降水井降水如图1所示。可以根据基坑周围土体的渗透系数、孔隙度等参数,以及地下水水位高低设置合适的降水量和降水速度,避免过度降水导致周围土体压缩和沉降。②地下水封闭:地下水封闭是一种常用的限制地下水流动的方法,通常适用于较深的基坑。在施工过程中,可以通

过堵截基坑周围的地下水流动,形成一定的防渗效应^[9]。具体方法包括设置隔离带、挖掘截止坑、注浆加固等。需要注意的是,应根据地质条件和基坑深度等因素来确定具体的封闭方式和方案。③钻孔排水:钻孔排水是一种针对深部基坑的降水处理方法,通常需要通过钻孔在深层土体中设置排水管道,将地下水引入管道中,然后将其泵出。该方法可以控制地下水水位,避免过度降水造成的周围土体沉降。④爆破降水:在岩石较硬的地质环境中,可采用爆破技术进行降水。具体做法是在井孔内装设炸药并引爆,形成洞穴,使地下水顺流而下,从而达到降低基坑周围地下水位的目的。⑤螺旋钻洞降水:在软土或岩石较软的地质环境中,通常采用螺旋钻洞降水。该方法利用螺旋钻钻孔,通过井孔引流将地下水抽出,并通过水泵泵送到排水系统中进行处理和排放。

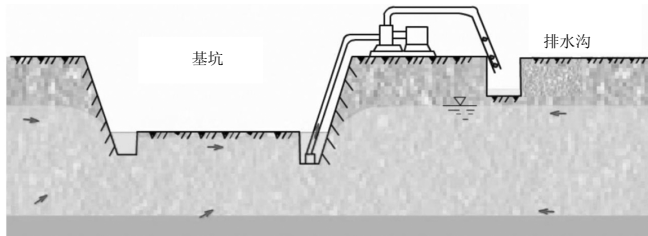


图1 基坑泵水-降水井降水

3.3 监测和预测

在基坑降水处理过程中,需要对周围土体的变形和沉降进行实时监测和预测,早期发现并及时处理问题,避免后续情况加剧。基坑降水土体监测如图2所示。

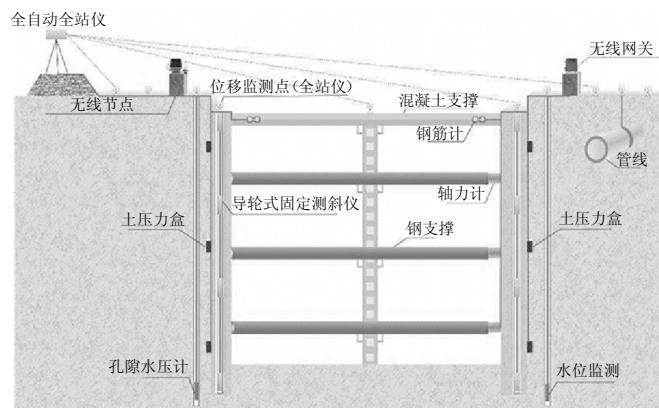


图2 基坑降水土体监测

具体包括:①土体变形监测:在基坑开挖过程中,需要对基坑周围土体的变形进行实时监测。通常采用测量坐标法、位移传感器或者全站仪等技术手段,对土体变形情况进行精确的数据记录和分析,及时发现并处理土体变形问题。②沉降监测:基坑开挖过程中,基坑周围土体沉降是一个常见的问题,需要对其进行实

时监测。通常采用沉降管、支撑测斜仪、重力计或者全站仪等技术手段,对土体沉降情况进行数据记录和分析,及时发现并处理沉降问题。③预测模拟:在基坑开挖前,需要进行基于数学建模的预测模拟,在不同的场景下预测土体变形和沉降。通常利用岩土工程软件,使用有限元、有限差分等方法,进行求解和模拟,以便制定合理的施工方案和调节措施。

3.4 地下水管理

在岩土工程中,需要精细地管理地下水,掌握地下水的分布和流动规律,合理调节地下水水位,避免地下水侵入基坑,导致周围土体的渗透系数、孔隙度等参数发生变化。具体管理措施如下:①地下水勘探:在岩土工程施工前,需要进行地下水勘探,了解地下水分布和流动规律。通常采用地下水位、流量、化学成分等多种指标,通过井、钻孔、遥感技术等方法,对地下水进行分析和研究。②地下水模拟:在施工前,可使用岩土工程软件,模拟不同场景下地下水的分布和流动规律,以便制定合理的施工方案和调节措施。③地下水位调节:在施工过程中,需要采取合理的地下水位调节措施,以防止地下水侵入基坑。常见的调节措施包括设置排水系统、注浆、围堰等^[4]。

3.5 加固处理

针对不同的工程要求和地质条件,可以采用以下具体措施进行加固处理,以有效减少基坑降水对地面的沉降影响:①围堰加固:对于基坑较深或附近有多个建筑物的情况,可采用围堰加固措施。围堰可分为钢板桩、板桩和混凝土围堰等类型,其目的是防止土体滑动,增强基坑支撑力度和稳定性,从而减小沉降影响。②注浆加固:注浆加固是一种常见的加固处理方法,可将注浆管插入土体内部,通过注入水泥浆等材料,加强周围土体的承载力,增加基坑的支撑力度和稳定性,从而减少地面沉降。③灌浆加固:灌浆加固是将水泥砂浆、聚氨酯等固化材料灌入孔穴中,在孔壁与土体之间形成一个固体结合体。该方法能够提高岩土体的强度和硬度,从而增加基坑周围土体的支撑力度和稳定性,减小地面沉降。④预应力加固:在基坑土体中设置预应力锚杆或钢束,施加预拉力,使土体产生内在应力,从而提高其强度和稳定性。该方法适用于基坑较深和周围有多个建筑物的情况,能够有效降低沉降量。需要根据实际情况选择合适的加固处理方法,并进行综合施工规划和设计,以确保施工质量和安全性,并减少对环境的影响。同时,在加固处理过程中需加强监测和调控,及时发现和解决问题,提高加固效果。

3.6 规范管理

施工过程中应加强管理,确保施工人员和设备的安全性和建设质量。主要包括以下4个方面:①施工现场管理:施工前应制定详细的施工方案和现场管理规定,并对施工人员进行培训和考核。在施工现场,需加强对施工人员、设备和材料等的监管,确保施工过程中的安全性和建设质量。②相关法规和标准的遵守:在施工过程中应严格遵守相关法规和标准,特别是《岩土工程施工规范》和《深基坑支护与抗拔设计规范》等规范和标准。保证施工过程对环境的影响最小化。③安全防护措施:应加强对施工人员和设备的安全管理,制定应急救援预案,采取安全防护措施,如悬挑脚手架、减少震动扰动等。④环保措施:在施工过程中应注重环境保护,减少噪声和粉尘污染,防止水土流失等。同时应妥善处理施工废弃物,保持施工现场的卫生与整洁。需要根据实际情况制定相应的管理方案,并逐步落实。规范管理能够提高施工质量和安全性,减小基坑降水对地面的沉降影响,也能够保护自然环境,降低施工给周边社区带来的不利影响。

4 结语

综上所述,岩土工程中基坑降水造成的地面沉降对周围工程本身以及周围设施都有着很大的危害。因此,必须对引起地面沉降的各种因素进行分析,并采取相应的措施,以达到防止地面沉降的目的。

参考文献

- [1] 贾洪亮,金增弟,张浩.基坑降水对周边建筑物影响研究[J].地下空间与工程学报,2021,17(2):620-627.
- [2] 雷满生,李志强,李珂.基坑降水对邻近水源地的安全影响分析[J].环境保护科学,2021,47(2):125-129.
- [3] 张文超,高峰,吕培轩.基坑降水对邻近道路沉降的影响[J].地下空间与工程学报,2020,16(5):1468-1476.
- [4] 黄佳倩,杨德玲,冯芳.基坑降水对邻近既有建筑物的影响分析[J].公路交通科技,2019,36(6):92-97.
- [5] 丁晓林,杨园园,王亚奇.基坑降水对周围地表沉降影响研究[J].岩土工程学报,2019,41(1):66-73.

基金项目: 陕西铁路工程职业技术学院校级课题资助项目“岩土基坑降水及开挖过程中的土体渗流应力耦合模型研究”(KY2022-41)。

作者简介: 安宏科(1982—),男,汉族,甘肃静宁人,硕士研究生,副教授,主要从事土建工程、高职教育教学工作。