

地下水超采区地面沉降机理与防治措施

刘永嘉

河南省地质局地质灾害防治中心 河南郑州 450014

摘要: 地下水是人们生产和生活中必不可少的一种水体,在干旱、半干旱地区更是主要供水来源。但是由于人口增多以及经济的发展,地下水过度开采越来越严重,而由此产生的地表下沉问题对环境造成巨大破坏并且危及到人们的日常生活安全,已经成为影响当地发展的一大难题。本文基于真实案例分析了地下水超采区地面沉降的原因,而不是泛泛而谈,从实际应用的角度出发提出了切实可行的方法来防治地下水超采区的地表下沉问题,以期能够给相关区域治理带来一些帮助,促进当地的生态恢复与水资源的有效利用。

关键词: 地下水超采;地面沉降;沉降机理;防治措施

引言

在日常生活中,不少人会发现老家的水井越挖越深,村里的路面出现细小裂缝,一些老房子墙壁开裂、门窗变形,有的农田地表下陷,这些都是因为地下水过量开采导致的地表下沉^[1]。而地下水超采并不是一个遥不可及的概念,它就在我们身边,在北方平原地区、城郊农业区以及人口稠密的城市中,由于大量抽取地下水用于农业灌溉、生活饮用水及工业生产等活动,使得地表下沉问题日益严重并且不断扩散。虽然地表下沉发展较慢不易察觉,但是日积月累会给人们带来诸多危害,比如损坏房屋、道路、地下管线等公共设施,增加发生洪水的风险,造成土地资源浪费并破坏自然环境。所以了解地下水超采区地表下沉的原因,采取有效对策进行治理是非常必要的,这既是对大自然负责,也是为了广大人民群众的生命财产安全和社会稳定和谐发展着想。本文以实例为基础探讨其产生原因,并提出切实可行的解决方法供基层管理者借鉴参考。

一、地下水超采区地面沉降的核心机理

(一) 地下水的“支撑作用”丧失

地下水超采区是在一定时期和区域内,地下水实际开采量超过可开采量,或由于地下水开采引起地下水水位呈持续下降态势或产生生态地质环境问题的区域^[1]。20世纪90年代以来,江苏省先后开展4轮地下水超采区划定和治理工作,并针对超采区持续开展了苏锡常地下水禁采、苏北地下水压采、地下水“双控”、替代水源工程建设等地下水超采综合治理工作,全省地下水开采量、

水位以及地面沉降状况等得到了较好控制,地下水超采治理取得了显著成效。

地下岩层、土层中含有大量孔隙、裂隙,地下水存在于其中,起到类似于“千斤顶”的作用,支撑着上覆岩土体,保证地层稳定。而在正常开采条件下,开采水量不大于补给水量时,地下水位稳定,这种支撑作用就不会被破坏;但是在过度开采地区,由于抽取的地下水远大于其自然补给量,造成地下水位持续降低,在原来被水填充的孔隙、裂隙逐渐变得空虚,地下水对地层的支持力也随之减小直至消失殆尽。就如同我们用手挤压一个装满水的气球,里面的水会给予气球内壁向外的压力,如果把水倒出来,气球就会塌陷,地下土层失去地下水支撑后也会像放水后的气球那样逐步收缩而产生地面沉降现象。失去这种支撑是发生地面沉降的基础也是主要原因^[2]。

(二) 土层的压缩变形与蠕变

地下土层性质不同,对地面沉降的影响也不同,在各种类型中,松散砂层、黏土层最容易产生压缩变形,是造成地面沉降的主要因素。当水位降低或支撑力丧失时,上覆土层自重以及地表建筑、植物等荷载就会作用到下方松散土层上,使其中孔隙受到挤压而缩小,从而引起整个土层下沉,这就是土层压缩固结现象。例如许多农村地区农田下有较厚松散黏土层,在长期过量抽取地下水情况下,地下水位不断下降,黏土层内孔隙水被大量排出,孔隙逐渐闭合,使得土层变得更加紧密,进而造成地表下沉,农田出现轻微凹陷甚至影响农作物生长^[3]。另外,土层还有“蠕变”特性,即在无额外外

力情况下，由于长时间承受压力，也会缓慢发生形变，而且这种变形是有延时性的，在之后停止地下水超采并让地下水位回升之后，一些土层所发生的变形也无法完全恢复，因此会造成一段时间内的持续性地面沉降。例如某些城市曾经进行过长期的地下水过度开采，之后采取限制开采措施，但是仍然会有数年乃至十几年的时间出现持续性的地面沉降现象，这便是由土层蠕变造成的。

（三）自然地质条件的辅助作用

地面沉降的发生，除人为过度开采地下水起决定性作用之外，在一定程度上也受自然地质条件的影响，使地面沉降的程度和范围加大。在一些沉积平原地区，地下广泛分布着较厚的第四纪松散沉积物，它们未被完全压实固结成岩，孔隙大、密度小，本身就有压缩性，如果缺少地下水支撑就会产生压缩变形而成为易发生地面沉降的地方。例如华北平原、长江三角洲等地，地下松散沉积物丰富，是我国地面沉降的主要分布区。同时，干旱气候也是不容忽视的一个因素，在干旱条件下，由于缺乏降水对地下水的有效补充以及农业生产用水、居民生活用水需求量增大造成地下水被大量抽取，导致地下水位迅速下降，进而加快了地表下沉的速度。此外，有些地方受到构造活动影响，整个区域处于长期缓慢下沉过程中，尽管其下沉速率较小，但如果与因过量开采地下水所引起的下沉叠加在一起，则会导致更为严重的地面沉降问题出现^[9]。

二、地下水超采区地面沉降的主要危害

（一）破坏居民生活环境与基础设施

对一般民众而言，地面沉降最直接的影响就是住宅受损，在地下水过度开采严重的乡村以及城市中，许多老房子会出现墙壁开裂、门窗变形、屋顶漏水等情况，严重时还会出现房屋倾斜，不能居住，危及人们的生命财产安全。例如有的农村地区，因为长期过量抽取地下水造成村民家里的墙体有手指粗细的裂缝，在雨季雨水顺着裂缝进入房间内给百姓的生活带来极大困扰。此外，地面沉降也会损坏地下管线、道路等公共设施。地下的自来水管、天然气管道、污水管道等都会随着地面沉降而弯曲、扭曲甚至折断，从而造成自来水泄漏、天然气泄漏、污水外泄等问题，不但影响到居民日常生活而且存在一定的安全隐患。城市的道路会有路面开裂、塌陷、坑洼不平的情况发生，影响机动车行驶，甚至会造成交通事故；而乡村间的田间小路也会因下沉变得泥泞难行，不利于农作物运输。

（二）影响农业生产，破坏土地资源

农业发展离不开水，但是过量开采地下水造成的地面沉降又反过来加重农业用水紧张状况并且降低耕地质量，在耕地上，地面沉降使低洼地更容易积聚雨水，造成农作物烂根、减产；同时由于地下水位下降使得土壤含水量减少，土壤硬化，贫瘠化，不利于作物生长发育，甚至有的地方不能耕种。例如某些依靠地下水进行灌溉的农田，过度抽取之后，地下水位大幅度下降，井里无水可抽，庄稼因缺水而枯死，而且地面下沉造成田地塌陷，积水难以排出，给农业生产带来更大的损失。

（三）加剧洪涝灾害与生态环境恶化

地面沉降会使所在区域的地势下降，排水能力减弱，在沿海及低洼地区还会加大洪涝灾害的影响程度。雨季到来时，下沉区内的积水不能及时排出，造成农田被淹、房屋进水等现象发生，对人民生命财产安全构成威胁；另外，地面沉降也会引起海水倒灌问题，在沿海地带由于地面沉降使海平面相对升高，海水进入地下含水层，污染地下水，使饮用水水源受到污染而不能饮用，同时还会影响土壤盐渍化程度的变化，不利于农作物生长。

三、地下水超采区地面沉降的防治措施

（一）严控地下水开采，实现水资源供需平衡

在地面沉降严重地区，划定地下水禁采区，禁止新建地下水开采井，逐步关闭已有的开采井；在沉降较轻或缺水严重的区域，划定限采区，确定地下水开采总量及开采速率，严禁超量开采。例如，在农村可以根据农田灌溉需求合理划定限采范围，在沉降严重地块不得新建灌溉井，引导农户减少地下水用于灌溉。建立基层监管体系，由村干部、网格员进行巡查，一旦发现违法打井或者过度开采地下水行为立即制止。对违法开采的农户和企业给予批评教育、责令改正、罚款等处罚，加大违法成本。同时宣传地下水保护知识，使群众认识到过量抽取地下水的危害性，主动支持管理措施实施。根据不同地区的用水需求调整用水结构，代替地下水开采。在农村推广滴灌、喷灌等高效节水灌溉方式降低农业灌溉对地下水的需求量；通过收集雨水、引入河水等途径增加农业用水来源以减轻地下水开采负担。城市方面加快自来水管网建设提高供水能力，扩大公共供水服务面积，取代家庭日常生活以及工商业活动中使用地下水的情况，使市民能够方便快捷地获取干净优质的饮用水并减少自备井的应用。

（二）开展地下水补给，缓解地下水位下降趋势

根据当地地质情况，修建地下水回灌工程，在雨季利用雨水、污水处理厂处理过的再生水以及河流湖泊水源等，以回灌井、渗渠等方式把水引入地下含水层中，对地下水进行补充。例如，在城市里可以在公园、绿地、广场等地建设透水路面及雨水收集系统，使雨水自然下渗至地下，为地下水提供补给；而在农村则可借助田间沟渠、坑塘来蓄积雨水，让其经过土壤渗透进入地下含水层，这样不仅节约了宝贵的淡水资源而且还能有效防止地面沉降现象的发生^[5]。地下水补给区是地下水的“源头”，保护好补给区环境有利于增加地下水天然补给量。严禁在补给区内随意砍伐树木、大规模耕种土地或者违法占地等行为，要尽快恢复该地区的植被覆盖率并增强其土壤渗透性能，以便更多的降水能够渗入到地下成为新的水源。比如，在山地丘陵地带这类重要的地下水补给区域内实施植树造林、退耕还林等活动，改善生态环境的同时也提高了自然补给的能力。

（三）加强沉降监测与预警，防范安全风险

在村庄、城镇的重要部位，如老房密集区、农田洼地、工矿企业聚集区等地布设观测点，由专人负责定期观测地面高程变化情况。观测方法可简便实用，例如使用水准仪、卷尺等工具进行测量对比即可发现问题所在。对于观测到的异常下沉现象要及时发出警报信号，并依据其下降速率以及幅度的不同而分级报警，在第一时间通知居民撤离以保证人们的生命财产安全的同时也应及时告知相关单位做好防范工作以防灾情进一步蔓延。定期对地面下沉地段的住宅楼群、街巷道路、地下管网等公共设施进行全面检查维护，一旦发现问题立即整改。例如：对于出现裂缝的楼房要及时加固或修理；对于变形严重的地下管道要予以更换或者修复；对于低洼的道路要及时回填并整平，以降低地面沉降造成的损失。

（四）完善配套政策，强化协同治理

对于积极配合地下水管理、积极应用节水措施以及参加地下水补水工程的农民和企业给予一定补助或奖励，调动广大人民群众及企业的积极性。例如，在农村，对使用滴灌、喷灌等高效灌溉方式农户发放灌溉设备补贴；对自愿封停自备井农户发放生活用水补贴，使群众在治理过程中得到实惠。厘清政府、基层组织与群众各自职

责，构建“政府引导、基层执行、群众参与”工作机制。政府承担制定防治方案、实施治理项目、开展监督检查任务；基层组织履行巡查检查、宣传教育、发动群众作用；群众做到自觉履行管控要求，支持配合治理行动，齐心协力搞好治理工作。采取村级喇叭、宣传栏、微信群、村民代表大会等方式向广大群众宣传地下水保护以及地表下沉防治相关知识，使群众认识到过量开采地下水危害性，学会节约用水方法和预防地面沉降办法，提升群众环保观念和责任感，主动投身到防止地表下沉行动当中去。

结论

地下水超采区地面沉降是由人为过度开采以及自然地质环境综合作用所致，主要是由于地下水支撑力消失导致土体压缩变形，在一定程度上给人们生活生产带来不便，对农业生产造成影响，同时也会破坏当地生态平衡，而且这种现象具有持久性和不可逆性。防治地面沉降要结合实际情况进行论述而非空谈理论，应从基层出发，以“严控开采、补充补给、监测预警、协同治理”为原则，制定切实可行的办法来控制地下水过量抽取，恢复地下水资源量，做好对下沉区域监控工作并出台相应规定让民众参与到其中。这样才能及时制止地表下降趋势进一步扩大化，降低所造成的损失，维护好生态环境，确保广大人民群众的生命财产安全，促进地下水超采区健康发展。

参考文献

- [1] 胡晓雨, 蒋咏, 孙晓文. 地下水超采区域综合治理对策[J]. 江苏水利, 2026, (03): 5-8+18.
- [2] 贾茂平. 保定市平原区地下水超采区评价分析[J]. 水资源开发与管理, 2025, 11(09): 41-46.
- [3] 汪智群, 胡军, 梅海鹏. 宿州市地下水超采区地面沉降控制区判定及防治对策探讨[J]. 治淮, 2024, (03): 8-10.
- [4] 尤莉娜. 阜阳市地下水超采区地面沉降控制区判定研究[J]. 治淮, 2019, (12): 14-15.
- [5] 李平平. 甘肃省地下水超采区地面沉降控制区判定方法和结果探讨[J]. 中国农村水利水电, 2019, (06): 74-77.