

湛江市地面沉降的可持续性发展

李榴芬¹, 马秀峰²

(1.中山大学地球科学系, 广州, 510275;

2.江西省水利科学研究所, 南昌, 330029)

摘要: 湛江地区位于广东省西南部, 是中国大陆的最南端。湛江市是我国沿海对外开放城市, 是中国十大港口之一。随着城市化和工业化步伐的加速, 一方面, 人类工程经济活动发展很快, 各类工厂、建筑物、港口码头等如雨后春笋般涌现, 而且规模越来越大; 另一方面因人类工程活动给地质环境带来不良后果也日趋严重, 并有进一步恶化的趋势, 已出现明显的地质灾害如地裂缝、地面沉降等。由于地下水的抽取处于: 1) 开采的无政府状态; 2) 城市规划与工业布局同水资源条件不相适应; 3) 水源地过度集中(开采层次、开采时间、开采地段的三集中), 分布不合理。最终的结果是该区土层所承受的压力在开采前由土颗粒骨架和土孔隙中的水共同承担处于平衡, 而抽取地下水以后, 平衡被破坏了, 为了达到新的平衡, 土颗粒骨架增加了地下水少承担的那部分压力, 土层受压缩, 在形成抽水降落漏斗的地区, 相应的会出现地裂缝、地面沉降等环境地质问题。地面沉降和地下水资源可持续发展的对策: 1) 加强科学研究; 2) 要在不同层次、不同时间、不同地区开采, 对超采区地下水资源的利用与保护; 3) 强化地下水资源管理, 发挥水价的经济杠杆作用; 4) 依法治水, 完善地下水资源保护法规; 5) 建立节水型经济体系 控制需水量过速增长; 6) 实行地表水和地下水的联合运用, 尽可能修建一些水利设施, 拦截地表水及大气降水。

关键词: 湛江 地下水 地面沉降 可持续发展

地面沉降主要是指由于人类工程经济活动等人为因素的影响, 引起地下水活动而导致地面标高降低的地质现象, 是人为地质作用与自然地质作用相互反馈的结果。一般来说疏松的多层含水体系, 如果承压水层被长期开采, 而其顶、底板有正常固结或固结不佳的可压缩粘土层存在, 则易产生地面沉降; 此外, 承压水位大幅度波动式的趋势性降低, 是造成范围不断扩大的、累进性应力转变的必要前提。(张仲元等, 工程地质分析原理, 地质出版社)。湛江市位于广东省西南部, 是中国大陆的最南端。湛江市是我国沿海对外开放城市, 是中国十大港口之一。随着城市化和工业化步伐的加速, 一方面, 人类工程经济活动发展很快, 各类工厂、建筑物、港口码头等如雨后春笋般涌现, 而且规模越来越大; 另一方面因人类工程活动给地质环境带来不良后果也日趋严重, 并有进一步恶化的趋势, 已出现明显的地质灾害如地裂缝、地面沉降等。

1. 湛江市水文地质特征

湛江市是广东省降水量、径流量最小的地区, 而降雨时间不均匀, 地表淡水资源紧缺, 生产生活用水主要是依赖于地下水, 湛江市的城市供水有 80% 来自地下水、仅 20% 引自 60 公里以外的鹤地水库。

湛江市位于雷琼地下水自流盆地的东北部。地下水按含水岩类可分为松散岩类孔隙水、火山岩类孔洞裂隙水和基岩裂隙水三大类。湛江市的第四纪沉积为早更新世的湛江组、中更新世的北海组、晚更新世的湖光岩组, 该区以湛江组沉积厚度最大且典型。湛江组为灰黄、褐黄、深灰和紫红色的砾石、粘土互层, 一般厚度为 20—30m, 最大厚度达 200m 余, 据热释光测定为 $(754300 \pm 24000) - (1386800 \pm 88000)$ aBP, 其时代为早更新世。目前, 湛江市主要开采松散岩类孔隙水, 湛江地区地表水系不发达, 主要是利用地下水作为城市供水水源, 而该区地表全为第四纪覆盖, 主要开采浅层松散岩类孔隙水(如砂堤、砂地潜水、北海组及湛江组顶部潜水—微承压水, 埋深小于 30m、中层松散岩类孔隙水(含水层岩性为湛江组承压水, 埋深为 30—200m、少量开采深层承压水(含水层为下洋组等, 埋深大于 200m)。

2. 湛江市地面沉降现状

据资料表明,湛江市大规模开采地下水始于五十年代,以后逐年增加,且开采中层及深层承压水的增加速度较大(如表 1—1)。

表 1—1 湛江市承压水开采水量与区域水位下降情况表

截至年份	含水层组	开采水量 (m ³ /d)	漏斗中心区段水位下降值 (m)(多层组平均)
1966	中层	46075.0	5.863
	深层	0	
1973	中层	76961.9	9.825
	深层	13685.0	
1979	中层	106613.6	13.695
	深层	35847.8	
1984	中层	164909.0	18.413
	深层	76733.0	

*据广东省水文一队资料综合

开采地点主要集中在湛江霞山、赤坎、南油、调顺等地,其余地区仅有少量开采。由于开采地下水,使地下水位出现下降,在个别常年性开采浅层水的锅锥井出现平均地下水水位逐年下降的趋势,水位下降速度可达 0.1—0.2m/年;开采中层承压水地段,早在六十年代中期便形成区域性的降水漏斗,其中心位于湛江市化工厂—龙画一带,目前漏斗中心已延伸至霞山市区和南油基地,水位下降值最大达 20—21m,平均下降速度为 0.5—0.7m/年,其中水位下降值超过 2m 的范围达 690 平方公里(图 1—1),在开采深层承压水的部位易形成地下水位降落漏斗,目前水位下降值最大者达 10—12m,水位下降速度平均为 0.7—0.8m/年,地下水水位下降值超过 4m 的范围约有 500 平方公里。

在上述浅层及中层承压水漏斗的范围内,现已形成了以湛江霞山潜水运动学校和湛江市赤坎沙湾为中心的地面沉降漏斗(图 1—1),沉降量分别为 110.35mm 和 85.45mm,并向四周扩展,沉降量大于 20mm 的沉降区面积约 140 平方公里。地面沉降速度最大为 4.09mm/年,一般多为 0.5—3.0mm/年。湛江市形成区域性地面沉降的时间大致是在八十年代的初期(广东省水文一队资料),此外,沉降的平面分布形态和上述的浅层、中层地下水区域水位降落漏斗范围基本吻合。

3. 湛江市地面沉降影响因素

控制湛江市地面沉降的因素主要有:内在自然因素和外在人为因素。自然因素决定发生沉降可能与否;人为因素则在特定自然环境中促成地面沉降的发生、发展。

3.1 自然因素

湛江市年降雨量相对较少,且分配不均,日照时间长,蒸发量大,以致地表水系不发育,地表水严重不足;森林遭到破坏、植被减少,水土流失严重雷州半岛的大部分降雨集中在夏季的台风季节,它的特点是降水强度大,在没有林冠和植被保护的情况下,对地面形成冲刷,汇成地表径流,造成大面积的水土流失。大雨过后,不但肥沃的表土层被雨水带走,而且改变土壤的结构,更不利于植物的生长和水源涵养,水土流失,形成一种恶性循环。

湛江市地表全为第四纪松散层(主要分布有粘土、亚砂土、砾质亚砂土、粗砂及含砾亚砂土、砾砂)、火山岩及其风化壳所覆盖,均为塑性变形的易压缩岩土层,在天然状态下,地下水与岩土介质形成了动态的和力学的平衡。当人工大量开采地下水时,一方面地下水渗透水压力降低而引起的岩土体骨架的压缩及动水压力引起的土颗粒运移;另一方面,岩土体骨架的压缩和土颗粒运移导致岩土体渗透系数和孔隙率的减小,使岩土体的给水、透水及贮水能力降低,最终影响地下水的开采量;另外,抽水前,岩土颗粒与空隙中的水共同承担上

覆岩土层的总压力，抽水后，原来由空隙中的水所承担的部分压力转嫁到岩土颗粒，在上覆岩土层总压力不变的情况下，岩土颗粒所承担的力增加了空隙水少承受的那部分力，达到新的平衡。岩土颗粒因承受了更大的压力，颗粒之间的空隙受到挤压，空隙缩小，因而引起地面沉降。

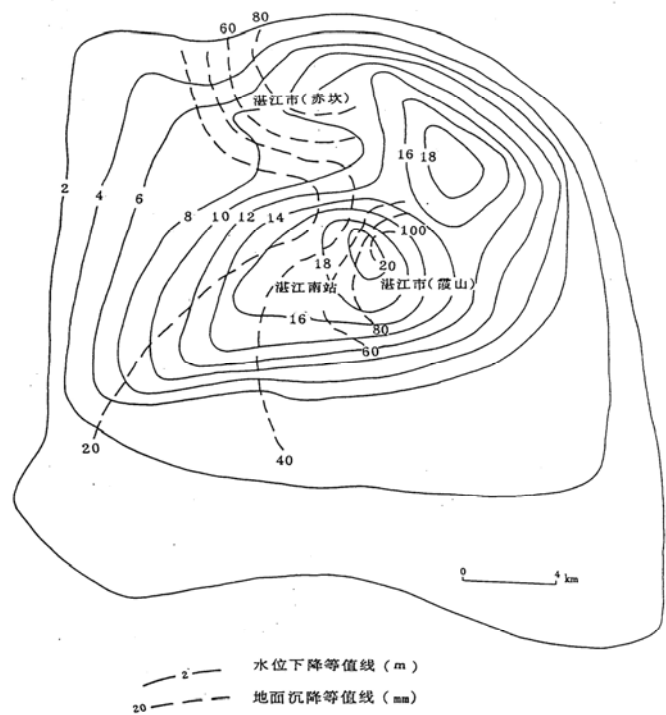


图 1—1 湛江市地面沉降与区域漏斗等值线图

*参考邵卫根硕士论文

3.2 人为因素

传统的耕作方式造成有限水资源浪费农业用水占整个用水量的 88.2%，农业是用水大户。目前农业的耕作方式沿用传统的粗放作业,采用大田漫灌,造成极大浪费。灌溉系统的各个环节均造成了浪费。农业灌溉用水利用系数平均仅为 0.40~0.45 左右；工业污染和生活污水造成水资源的破坏，工业用水中，只有很少一部分(约为用水总量的 10%~20%)消耗了(成为产品的组成部分或蒸发)，绝大部分在利用中作为废水排掉^[1]。这不但造成部分水不能利用，更为严重的是造成对其他可利用水资源的污染和破坏而不能利用，并引起其他环境问题；生活污水，特别是城市生活污水，每天大量向城郊排放，污染江河湖泊，影响水质，制约用水。

由于地下水的抽取处于：1) 开采的无政府状态，各自为政，根据自己的需要随意打井，影响周边水井的取水量的同时，还加深了地下水位降；2) 城市规划与工业布局同水资源条件不相适应，没有在进行水文地质调查之前就确定了工业布局，加大了用水的紧张度；3) 水源地过度集中（开采层次、开采时间、开采地段的三集中），分布不合理。例如，长期就近开采地下水，特别是市中心地区，加重了中心区的降深。

总之，湛江市地面沉降主要是超量抽取地下水引起的。

4. 湛江市地面沉降的可持续发展

1992 年，联合国环境与发展大会正式提出了“可持续发展”的概念，其实质是：“满足

当代人的需求又不损害子孙后代满足其需求能力的发展”^[2]，可持续发展的核心是世代伦理：“当今世代对未来世代的生存可能性负有不可推卸的责任。不论是破坏环境还是将地下资源消耗殆尽，都是当代世代对未来世代的加害行为，对未来世代的生存可能性造成了威胁”^[3]。为了保障湛江市地面沉降的可持续发展，必须采取一系列措施和对策。

地面沉降和地下水资源可持续开发的对策：1.加强科学研究。控制城市发展的规模，大力发展卫星城市，调整工业布局，避免用水户过于集中、地面承载力过大等，防止地下水的开采过于集中，减少地下水漏斗的下降幅度和速度。首先要在查明城市地下水资源储量的基础上，确定城市人口和工业布局，限制城镇高耗水产业发展，用水大户尽量迁出市中心区，通过城乡一体化来促进区域经济的发展；其次，根据实际情况调整供水水源的结构，以利用地表水为主，合理开发地下水，调整水的利用形式，深层地下优质水主要用于生活和食品加工业，浅层水和地表水用于农业和对水质要求不高的一般工业。2.要在不同层次、不同时间、不同地区开采，对超采区地下水资源的利用与保护，要限制地下水的开采量，避免地下水位下降幅度和速度的增大。此外，还必须注意调整地下水的开采层次，可适当增加对深层承压水的开采。3.强化地下水资源管理，发挥水价的经济杠杆作用。无论从哪个角度来看，地下水资源部不是取之不尽，用之不竭的资源，因此对地下水资源的开采利用，必须以《矿产资源法》、《水法》、《环境保护法》等为依据，制定适合湛江市具体情况的地方性法规，统筹管理，合理利用，提倡一水多用，节约用水。4.实行地表水和地下水的联合运用，尽可能修建一些水利设施，拦截地表水及大气降水。在合适的地点建立储备淡水的水库、水塘等，这既可以是直接利用地表水，又是地下淡水的优质、持久的补给来源。另一方面，可考虑从湛江市外的水质良好的鉴江、九洲江等处，引水入湛江市，这既可增加地表水量，减少地下水供应的压力，还可在必要的时候将地表水回灌到地下，以减轻因地下水位下降幅度及速度过大而引起的地面沉降。

参考文献：

- [1] 黄月琼,周畅, 雷州半岛干旱的成因及对策广东农业科学[J], 2001 年第 2 期: 49—50
- [2] Brundtland G H.Our Common Future:Report of the World Commission on Environment and Development[M]. Oxford, Oxford University Press. 1987
- [3] 林家彬.环境伦理学—关于环境与新思维[J], 科技导报, 1994, 10: 51—52

Sustained Development of Ground Settlement of Zhanjiang Area

Li liu-fen¹, Ma Xiu-fong²

(1.Department of Geosciences,Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510275, China;

2.Jianxi Province Water conservancy Science Graduate School, Nanchang, 330029, China)

Abstract: Zhanjiang area lies in the southern-west part of Guangdong province. It is the last south part of Chinese main land. Zhanjiang is a coastal city open to the oversea; it's one of the ten biggest ports of china. With the acceleration of urbanization and industrialization, in one side, people's engineering and economic activities develop very fast, all kinds of factories, buildings, ports and docks appears, and the scale is becoming larger. In the other side, people's engineering activity brings lots of badness aftereffects to geology environment, and it's becoming worth, some obvious geology disasters like terra-crake and ground settlement problems have occurred.

The surface water system of Zhanjiang area is not so developed. Underground water is the main water resource for the city. But this area was covered by the Quaternary sediments, the underground water was pumped in these states: 1)the non-government mine; 2)city arrangement and industry layout are not adapt to water resource condition; 3)the water sources are overly centralized(mine arrangement, mine time, and mine regions are all focused together), the distribution is unreasonable. Before the underground water was pumped, the soil grains framework and the water

in soil interspaces hold the pressure together, this balance was broken after the underground water was pumped away, to reach a new balance, soil grains framework take on more pressure while that part should take on by underground water, the soil layer was compressed. So terra-crake and ground settlement problems occur in those areas where have formed pump water funnel.

The countermeasures for ground settlement and sustained explored water resource are: 1. further study the areas which have occurred the ground settlement problems, and try to reconvert those places; 2. avoid the extending of ground settlement region by protecting the overly explored water resources in different mining arrangement, time and regions; 3. strengthen the management of ground water resources, use the water price to be the economic lever; 4. joint usage the surface water and underground water, build more irrigation works, store up the surface water and precipitation. In one world, we should explore underground water reasonably; make sure the water lever is among the safety position.

Keywords: zhanjiang underground water ground settlement sustained development