

枣庄市饮用水源地地面塌陷分析及防治对策

兆运¹, 陈 博²

(1. 枣庄学院旅游与资源环境系, 山东 枣庄 277160; 2. 枣庄市城市水资源管理办公室, 山东 枣庄 277100)

摘 要: 十里泉、丁王庄位于枣庄市南、东南部, 是枣庄市的两个主要的供水源地。由于十里泉电厂的建成、投产以及地区经济的发展, 对地下水的利用量加大, 随之引起水源地面塌陷, 引起了一系列的地质灾害, 制约了当地社会经济的发展。分析了产生地面塌陷的机制, 并提出了相应的防治措施。

关键词: 地面塌陷; 水源地; 对策; 枣庄市

中图分类号: X 141 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2004)03-0103-02

Analysis on Prevention and Countermeasure of the Subsidence of the Ground of Drinking Water Source of Zaozhuang

DING Zhao-yun¹, CHEN Bo²

(1. Department of Tour & Resources Environment of Zaozhuang Collage, Zaozhuang 277160, Shandong, China;
2. Zaozhuang Water Resources Administering Committee Office, Zaozhuang 277100, Shandong, China)

Abstract: Shiliquan village and Dingwangzhuang village, the two of main water supply sources of Zaozhuang, lie in the south and southeast of Zaozhuang. After the Shiliquan power plant had been built, the operation of the plant and the development of regional economy led to the increase of the consumption of underground water, which caused the subsidence of the ground and a series of geological disasters. And the following consequence is that the further development of local economy is limited. The mechanism of the ground subsidence is analyzed and the corresponding prevention and treatment measures are put forward.

Key words: the subsidence of the ground; drinking water sources; countermeasure; Zaozhuang City

1 塌陷现场综述

十里泉、丁王庄位于枣庄市南、东南部, 距离市中心 7 ~ 8 km, 是枣庄市的两个主要供水源地, 承担着 60% 的城市供水及市驻地 80% 的厂矿企业自备水源的供水任务。1978 年, 十里泉电厂建成投产, 先后在这两个水源地大量抽取地下水, 地面塌陷随之发生。至 1994 年 6 月, 两地共发生不同规模的塌陷坑洞 140 余处, 总面积达 1 000 余 m², 涉及范围近 50 km², 而且有逐年上升的趋势。大面积多发性的地面塌陷引起了污水回灌、地面建筑物遭受破坏等一系列地质灾害。当地村庄 95% 以上的民房搬裂, 部分房屋成为危房(见表 1), 直接危及了人民群众的生命财产安全。东王庄村小学及一些住户被迫搬迁、重建。至 2001 年底, 该市主管部门累计投入工程处理费用已达 250 多万元。现场调查发现地面塌陷有其一定的时空规律。

1.1 塌陷产生的时间与大量开采地下水的时间相对应

80 年代初, 有关单位曾对本地区进行过地下水资源的勘探与评价, 当时核定地下水可采资源分别为: 十里泉 6. 9 × 10⁴ m³/d, 丁王庄 5. 5 × 10⁴ m³/d, 两地合计为 12. 4 × 10⁴ m³/d。十里泉水源地从 1975 开始供水, 以后用水量逐年增加, 至 1982 年产生塌陷时达到 7. 8 × 10⁴ m³/d, 次年即产生塌陷。至 1994 年 6 月底, 二水源地的实际开采量已达 17 × 10⁴ m³/d ~ 21 × 10⁴ m³/d, 塌陷酿成工程地质灾害。可见, 两

地塌陷均是在大量开采地下水的情况下发生的。在此期间, 地下水位经历了几次大幅度的升降。因此, 地下水的活动是产生地面塌陷的主要动力来源。

表 1 十里泉及丁王庄水源地房屋开裂程度分类调查表

类别	户数	间数	建筑面 积/m ²	草 房		建筑面 积/m ²	瓦 房		建筑面 积/m ²
				户数	间数		户数	间数	
危 房	225	604	16248. 8	67	199	3894. 6	158	617	12354. 7
破坏较重	442	1459	30067. 6	127	374	6609. 9	315	1062	23457. 8
一般开裂	865	2981	59495. 3	143	457	8578. 4	722	2515	50916. 4
合 计	1532	5244	105811. 7	337	1030	19083. 9	1195	4194	86729. 4

1.2 塌陷多发生在旱季及雨季初期

本区 6~9 月为雨季, 10 月至次年 5 月为旱季。据统计, 发生在 3~7 月份的塌陷占 73%。

1.3 塌陷坑的分布具有明显方向性

本区塌陷主要分布在陷落漏斗中心附近, 近东西向展布, 与降落漏斗长轴方向相吻合。此外, 塌陷坑还沿着 NNE 岩溶裂隙延伸方向呈串珠状分布。

1.4 塌陷坑主要产生在地形低洼处

资料显示, 产生的积水坑塘、河床、道路两旁低洼处的塌陷坑占总数的近 70%。本区塌陷坑从平面形态看可分为点

¹ 收稿日期: 2004-04-23
作者简介: 兆运(1966-), 男, 山东薛城人, 山东枣庄学院旅游与资源环境系副教授, 主要从事自然地理及环境生态方面的教学与研究。

状和线状两种。点状塌陷坑多位于隐伏溶洞上方,呈似圆形或椭圆形,直径 3~10 m,深度 1.5~8 m 不等;线状塌陷坑主要分布在岩溶裂隙上方,延伸方向多为 NNE,宽 2~15 m,长数米至数十米不等。剖面形态多为直筒状、漏斗状和坛状。

2 地质背景和水文地质概况

枣庄市在构造上为一单斜断陷盆地——枣陶盆地,盆地内广泛发育着古生界地层,由南至北依次出露寒武系、奥陶系和石炭系含煤地层。地形南北高、中间低并略有起伏。十里泉和丁王庄水源地就位于枣庄向斜南翼石炭系与奥陶系的界限南缘。

南部山区露寒武系地层,岩溶不太发育,富水性较弱。中北部地势平坦,奥陶系灰岩除零星出露外,大都隐伏在第四系覆盖层之下,岩溶裂隙发育,富水性较强。在垂向上,岩溶发育可分为上下两个带,上带埋深 30~90 m,下带埋深 110~190 m,在这个两个带中,有规模较大的溶岩和岩溶裂隙,为地下水提供了良好的储存空间和径流通道。随着深度的增加,岩溶发育减弱,至 260 m 以下基本无岩溶现象。奥陶系灰岩上覆第四系松散层,厚度 5~10 m,上部为黄褐色砂质黏土,局部含少量钙质结核,下部为黏质砂土夹粗砂和粉、细砂,底部为砂砾层,分布不均,这种上细下粗的盖层结构,使第四系孔隙水与下伏基岩岩溶裂隙水有密切的水力联系,在盖层较厚的地方,地下水为承压水,较薄的地方为弱承压水。

本区气候属半湿润型大陆季风气候,年均降雨量为 800 mm 左右,80% 的降雨集中在 6~9 月份,地下水的补给来源主要是大气降水。由于第四系厚度薄,基岩岩溶裂隙发育,故有利于接受大气降水的入渗补给,降雨量的大小能直接控制地下水位的上升幅度。据观测,每降 100 mm 雨,地下水位上升 10 余 m。一般是雨季获得大量补给,水位迅速上升,旱季消耗补给量,水位逐渐下降,年水位变幅 40 余 m。由于受地形影响和构造控制,地下水径流途径短,水力梯度大。十里泉原是西、西南及北部地区地下水的排泄口,即十里泉泉群。丁王庄一带地下水是从东、北两个方向而来,至东王庄村出露成为东王庄泉群。现两处泉群均已干涸。位于盆地东南方向的峰城是整个盆地东部的地下水总出口。东部地区汇聚的地下水大部分被抽汲使用,多余部分则以地下径流的形式通过峰城出口泄出境外。

3 塌陷形成机制

地下水位的大起大落是本区产生地面塌陷的主要动力来源,当地下水的动力条件处于剧变的情况下,则必然对其周围的介质产生各种强烈的物理地质作用,诸如潜蚀作用、散解作用,真空吸蚀作用及失托加荷作用等。然而,无论哪一种作用,从力学上分析,都是使土、岩体内原有的力学平衡发生变化,使其上覆土体的微观结构发生破坏,首先产生土洞,进而发展成塌陷,以寻求新的力学平衡。由此可见,塌陷的实质是塌陷力与抗塌陷力综合作用的结果,当总塌陷力大于总抗塌陷力时,塌陷将随之发生,反之,盖层仍保持平衡。潜蚀作用、散解作用,真空吸蚀作用,失托加荷作用在不同的地质条件和不同的时间,它们各自所起的作用有所不同。从地质条件上看,在盖层较厚的地方,真空吸蚀和失托加荷作用占主导地位,散解作

参考文献:

- [1] 陈学军.水口山铅锌矿地面塌陷机制、形成模式分析[J].南京大学学报(地质灾害及其防治专辑),1991,(11):13-15.
- [2] 刘志云,等.峰林平原区岩溶塌陷特征与抽水诱发塌陷的预防——以广西来宾小平阳地区为例[J].中国岩溶,1996,(3):271-277.

用次之,潜蚀作用最弱,而在盖层较薄甚至基岩裸露区,则以潜蚀作用为主,失托加荷作用和真空吸蚀作用较弱,散解作用最弱。从时间上看,在雨季,一方面地下水接受大量补给,水位迅速回升。另一方面大量抽水使水位不断下降,水位在基岩和盖层间来回波动,潜蚀作用和散解作用最为强烈,真空吸蚀和失托加荷作用较弱。雨季过后,随着水位持续下降,真空吸蚀和失托加荷作用逐渐增强,至水位降至基岩面时,失托加荷作用达到最高,潜蚀作用退居最后,在长时间的旱季里,真空吸蚀和潜蚀作用微弱。久旱之后,雨季来临,潜蚀作用和散解作用又恢复其主导地位。如此循环往复,使地面塌陷愈演愈烈。

4 防治对策

十里泉和丁王庄的塌陷是由于大量抽取地下水引起的。如果从消极方面考虑,只要减少开采量,使地下水动态恢复到天然状态,塌陷自然就会消失。但作为枣庄市的主要水源地,为了适应城市发展的要求,不仅不能减少抽水量,相反,还要增加开采量。根据规划,到 2010 年,枣庄市的供水量要达到 $30.24 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,针对以上实际,笔者提出以下几点防治意见。

4.1 兴修地下水库

地下水位在盖层与基岩间上下波动是产生地面塌陷的诱发因素。如果采用大降深抽水的方法,把地下水位波动带降至基岩面以下,即使是雨季也不例外,这样减少了地下水对上覆土层的冲刷、潜蚀作用。当水位降低后,大气可通过裸露的基岩,岩溶裂隙等通过进入到真空区,使原来的负压带充气减压,形成包气带,消减了真空吸蚀作用。只要土层和一部分浅部的岩溶裂隙始终处于饱气带的位置,土体结构就会稳定,塌陷就会终止。采用此举,旱季无需减少抽水量仍旧可以抽取地下水,通过加大抽水漏斗降深,扩大降落漏斗范围,可减少本区地下水向境外泄流量,加深加大疏干漏斗,在底下腾出更多空间,以便雨季增加入渗补给量,减少地表径流量。通过人为的方法将原来大量流到境外的地表径流转化为地下水可开采资源,这就相当于把水库修在地下。目前十里泉和丁王庄两个水源地地下水位波动带埋深为 10~15 m。到了雨季水位均能回升到覆盖层中。笔者认为有必要对两地的地下水资源可开采量重新进行评价,将动水位埋深降至 30~70 m 是比较适宜的。因为本区岩溶裂隙发育的上带埋深为 30~90 m,我们应充分利用地下水天然空间来蓄积地下水,以增加地下水可开采资源量。

4.2 加强工程地质勘探工作

对十里泉和丁王庄两个水源地的降落漏斗中心区及其附近,开展详细的地质调查和工程地质勘探工作,查明易发生塌陷的岩溶裂隙和溶洞强烈发育地段,以及第四系覆盖层的厚度、分布,编制出塌陷预报预测图件。兴修民房和其它建筑物时,应尽可能远离塌陷区,避开岩溶裂隙带和溶洞,或对地基作加固处理。如用钢筋混凝土铺盖、浇筑圈梁等。

4.3 工程处理

对已经发生灾害的地段,应分门别类地采用不同的方法进行工程处理,如回填夯实塌陷坑;对规模较大的陷坑要采用“架桥”、“铺板”等工程措施,然后回填;修补房屋裂缝、加固墙体;改造或搬迁危房等。