

泰安地区地面塌陷简析

铁道部第一勘测设计院 朱大力

一、自然地理地质简况

泰安车站及津浦和辛泰两线的联络线三角区(以下简称“铁路三角区”)位于泰山(玉皇顶高程1524米)之南山前倾斜平原的中部,地形北高南低,高程135~140米。

本区虽临近东海岸,但气候又具大陆性特点,据泰安气象站近三十年资料,年平均气温 12.8°C ,年平均降水量722.9毫米,年平均气压1001.4毫巴,年平均蒸发量1745.4毫米。

地表为第四系冲洪积层,第四系(盖层)下部大部分为下古生界寒武系上统的风山组、长山组及崮山组的豹皮状、条带状、结晶状、致密状、鲕状、砾状、疙瘩状等石灰岩及灰、紫、绿色页岩等组成。地层走向北 20° ~ 25° 度西,倾向北东,倾角 10° ~ 30° 度,为一单斜构造。此外区内有大小断层十余条。

二、地下水开采简况

本区有二层水。潜水埋藏于第四系第二层砂及砾石层中,一般水位3~8米,8月最高,5~6月最低。含水层一般厚度1~4米,经抽水试验,渗透系数 K 为 $19\sim 75$ 米/日,潜水流向与地面坡降大致相同。单井出水量 $35\sim 200$ 米³/日,因已受污染,多不食用,只用以菜地灌溉。潜水层下部为渗透系数 $0.10\sim 2.77\times 10^{-4}$ 及 $0.90\sim 1.28\times 10^{-4}$ 米/日的隔水层或弱隔水层。普遍存在的潜水层可理解为隔气层。

岩溶裂隙水埋藏于寒武系各种石灰岩溶洞及裂隙中。原总的流向北偏西而南,1976年前尚为承压水,其压力水头1958年前后与潜水水位一致或略低,1976~1977年后有的地区已成为无压潜水。

承压水头高程在铁路三角区一带自1960年的123.46米已逐渐下降到1981年的91.50米。历时21年下降31.96米,平均年降1.52米强。基岩顶面高程在104~117米间,承压水头虽下降到基岩内成为无压水水位,而第四系潜水仍独立存在。

该区生产及生活用水多开采水质较好的岩溶裂隙水。六十年代该县城只有十几眼管井,到1982年已发展到130余眼。其开采量1975年前后约为5万米³/日,1981年已增加到10万米³/日左右。而岩溶裂隙水的补给量据山东省水文地质队计算约2.5万米³/日。铁路附近的开采量由1966年的1920米³/日发展到1982年的15264米³/日。

该区开采岩溶裂隙水的管井多为不设砾石过滤器的裸露式井,抽出的水中大部分含有泥砂,如泰安第二中学单井沉淀池内,年沉淀泥砂20米³,有的井抽出的砾石直径竟达20毫米,也有的井因抽出的泥砂过多而不得不停用。这些泥砂不仅来自溶洞和裂隙中的充填物,还来自盖层。

三、地面塌陷与塌陷影响半径扩展的规律性

泰安车站及铁路三角区一带,地面塌陷始于1977年,影响了铁路路基和其它建筑物的安全。该区地面塌陷多以塌陷坑形式出现,坑口略呈圆形,直径最大为10米,3~6米居多,可见深度0.5~6.0米,塌陷坑断面多为筒状或坛子状。

1978年塌陷3处,1979年塌陷7处,1980年塌陷2处。

1982年8月24日凌晨2时,旧镇大队五队仓库内塌陷一坑,后墙倒塌,价约500~600元的数捆塑料布埋入坑中。坑呈圆形,断面呈坛子状,坑口直径3米,可见深度2.5米,潜水位2.5米,距塌陷坑10米的民井水位也是2.5米,塌陷前后水位无变化。

塌陷影响范围的形状,一般与承压潜水井抽水时形成的降落漏斗形状相似,但位于被疏干部分中由于井周围的降落漏斗形状,有时近似圆形或椭圆形,故被疏干部分和塌陷影响范围,其形状亦将受到降落漏斗的具体形状控制。本文所列塌陷影响半径包括的范围,皆为圆形,这只是大概的形状,以便于表达逐年扩展的规律性。

塌陷影响半径内,抽水井对其周围溶洞、裂隙中的充填物及第四系盖层(首先是底部)的破坏力是普遍的,但只是在开口溶洞、裂隙处和盖层地层较松散部位才得以形成空洞并发展至地面塌陷。

本区塌陷坑分布的特点是集中于以水井为中心的地下水主要补给方向上,并成半圆形分布。如自来水公司3号井,塌陷坑均位于地下水主要补给方向上。又如离铁路较远的自来水公司曾灌庄水源地,其主要补给方向上分布有20余个塌陷坑。肉联厂井群的塌陷坑分布于东侧偏南,这是因为西侧多页岩东侧多灰岩,受构造影响后岩溶裂隙水主要来自东侧造成的。又如造纸厂5号井上游,即地下水主要补给方向上150米处,1982年8月24日开始塌陷一坑,即旧镇大队五队仓库内塌陷坑。

四、抽水量、塌陷水位波动范围 与地面塌陷坑数量的关系

铁路附近有肉联厂井群一组,其总抽水量为10080米³/日,周围有塌陷坑16个(包括与自来水公司3号、5号井互相干涉的塌陷坑9个);自来水公司3号井抽水量4320米³/日,周围有塌陷坑9个;自来水公司5号井抽水量1920米³/日,有塌陷坑2个。可见抽水量与塌陷坑数量有正相关关系。

塌陷水位在本文中定义为引起井周围地面塌陷的抽水井的稳定水位。塌陷水位又可分上限和下限,上限者开始塌陷,下限者暂时终止,上限和下限间亦可称塌陷水位波动范围。

五、塌陷原因探讨

覆盖型岩溶区盖层的稳定性决定于诸种因素。

就泰安特定地质条件下,本文为叙述方便,分内因和外因两种。内因者系指地质时期自

然形成的岩溶发育情况,特别是开口溶洞和裂隙情况,以及盖层岩层、岩性、土力学性质和厚度等。外因者指地下水开采、水位降等情况,即人为因素。

只有外因发展到一定程度,内因才起变化,即地面变形、开裂和塌陷。这是人们为着某种目的破坏自然界环境平衡所致。

超量开采岩溶裂隙水,迫使承压水头逐年下降,甚至由承压水变成无压水,这就破坏了平衡条件。

水井抽水,在降落漏斗范围内,可发生四种现象。一是地下水自补给边界向井内运动时,其流速逐渐增大,增大到一定程度便带动溶洞、裂隙中泥砂使其位移,或入井中,或入其它洞中。裸露式水井极易抽出泥砂,使溶洞中充填物变少甚至变空。如为开口溶洞,则为上部盖层下塌提供了空间条件。如果盖层下部没有形成空洞,则盖层不会下塌。

二是承压潜水井被疏干部分内的水位,因停泵开泵而时升时降,其升降速度愈快对充填物和盖层底部的破坏力愈大,这种时而正压时而负压的作用最容易引起塌陷。

三是裸露式水井周围,空气会自井口经过井管向被疏干的空洞、裂隙中扩散而补给空气。停泵后水位恢复,这部分空气又被挤压而自井口排出。如此反复,则充填物及盖层底部又受到空气正负压力的作用。

空气向水井周围扩散的距离,与抽水延续时间、裂隙沟通情况及井口严密程度等有关。苏联某书称之为空气影响半径,并对某地观测一般不超过150~200米。水井呼吸现象美、日等国名之呼吸井(*Blowing or sucking well*)。

四是承压潜水井被疏干部分内的空气影响半径以远部分,完全有条件发生瞬时真空现象,此现象可产生吸力,其大小据某些研究者认为有时大于10公斤/平方厘米。

瞬时真空现象产生的吸力,可加剧重力塌陷。有条件发生重力塌陷的可使其加快,暂尚未发生塌陷的也可因之而塌陷。

承压潜水井被疏干部分,重力塌陷是普遍的,而瞬时真空产生的吸力范围只能在空气影响半径以远的部位。

泰安地面塌陷是超量开采岩溶地下水,且当承压水头下降到基岩面以下时发生的,水头继续下降到岩溶已不发育的高程90米上下时,则塌陷又处于暂停状态。

泰安地面塌陷坑分布于以水井为中心的岩溶裂隙水主要补给方向上,且逐年扩展。

泰安盖层塌陷是自下而上塌陷的,且历时数日,有的尚未到达地面。

泰安地面塌陷属抽排水引起的类型。