

唐山市岩溶塌陷地质灾害治理 勘察工作研究

杜兴明 邢忠信

(河北地勘局第四水文地质工程地质大队 沧州 061000)

摘要 根据唐山市中心区岩溶塌陷的地质环境特点,提出岩溶塌陷地质灾害治理勘察工作的技术路线,工程布置及查、防、治相结合的具体措施。

关键词 岩溶塌陷 勘察 预防 治理

1 引言

国家“八五”期间地质灾害防治重点勘察项目“唐山市岩溶塌陷地质灾害防治前期勘察”工作,由河北地勘局第四水文地质工程地质大队完成,提交的报告已通过省、部级专家评审验收。

勘察成果对唐山市中心区岩溶塌陷地质灾害问题,从地质条件、塌陷形成模式、形成机制诸方面,进行了深入地分析研究并做了详尽的论述。通过多种手段勘察验证了原开滦命名的 F_1 — F_5 断层的确切位置,并确定了陡河断裂带和大城山北坡断裂带的形态及位置,新发现了区内四条小规模断层 F_{01} — F_{04} ,潜蚀扰动带18处,圈划出不稳定区 0.97 km^2 。初步指出了需要地基详细勘察治理及地其变形监测的重要建筑物。

在已圈划出 0.97 km^2 不稳定区内,局部地区的道路、管网反复塌陷、破裂;个别重要建筑物周围地面出现了大面积的积水洼坑,地板和墙体出现了严重的错动和开裂。时刻威胁着人民生命财产的安全,影响着城市安宁、和谐的氛围。建立健全城市地质灾害监测系统,加大宏观调控,重点治理的力度已势在必行。

2 地质环境

造成唐山市中心区隐伏岩溶塌陷的主要原因是:岩溶发育带上部土层饱水,在巨大的水头差作用下,通过集中渗漏点发生潜蚀,细料物质由岩溶径流带走或储存,致使其顶部土层形成土洞,继而发生地面塌陷。

2.1 覆盖层饱水

研究区地处燕山南麓山前倾斜平原,地势北高南低,地面标高 $15\sim 40\text{ m}$,坡降4%。覆盖层为晚更新世冲洪积地层,在基岩埋深小于 70 m 的范围内,基岩顶面起伏不平,致使松散层厚度不稳定。总体趋势:从研究区中部向东、南、西三方厚度逐渐中大,由粘性单一层逐

渐变成粘、砂多层结构,其砂厚比大部分小于 40%。含水层以冲洪积砂层为主,层厚 2~3 m,区内比较稳定的砂层 2~4 层。丰、枯季节的水位埋深分别为 3~4 m 和 10~14 m。其补给源主要为大气降水、地表水入渗、给排水管网渗漏和上游侧向径流等。市中心区除残丘基岩浅埋区局部第四系孔隙水被疏干外,其余大部分第四系处于饱水状态。

2.2 基岩为可溶岩

唐山市中心区规划面积大部分分布在可溶岩地区,地层主要为蓟县系,青白口系、寒系和奥陶系,主要岩性为碳酸盐岩夹少量的碎屑岩。

区内的蓟县系和奥陶系均属于碳酸盐岩连续型,岩性单一,结构均匀,构造裂隙切层性强,有利于地下水循环和岩溶发育。成为区内岩溶普遍发育的层位。在已圈划的岩溶发育的地基不稳定区 0.97 km² 内,奥陶系面积 0.72 km²,蓟县系面积 0.25 km²。

2.3 构造复杂

唐山市中心区位于开平向斜西北翼狭长型断块隆起上,构造极其复杂,岩层倾角一般大于 45°,局部直立或倒转,并发育若干次一级构造。使得基岩破碎,整体性差,沿层面多发育开口状裂隙或溶洞。

2.4 地震作用频繁

唐山是个地震多发区,自 76 年大地震以来,发生大于 4.5 级地震 50 余次。岩土体在地震动力的作用下,使排列有序的地层在基岩断裂带顶部发生揉搓或拉裂,同时受到挤压后的地下水产生巨大的能量,使基岩顶部隔水层的薄弱处发生管涌进行能量释放,之后形成永久性渗流通道,为以后的潜蚀作用奠定了基础。

2.5 岩溶水强径流带

受多期构造影响岩石支离破碎,尤其是沿断裂带或构造复合部位岩溶发育,形成了岩溶水管状通过道。经示踪试验证实,构造线展布方向形成岩溶水强径流带,其渗透速度与其它方向比为 6:1。岩溶水强径流带中的管状通道是运移和容纳松散层物质的通道和空间,为松散层潜蚀作用提供了有利场所。

2.6 地下水动力条件

研究区基岩浅埋区松散层为晚更新世近山前冲洪积地层,与基岩接触面上发育一层比较稳定的红色粘土隔水层,松散层孔隙水与基岩裂隙水双层水力联系微弱。据资料分析,在 60 年代以前,由于地下水开采强度低,基岩裂隙水头高于第四系孔隙水,70 年代以后受强烈的地下水开采影响,形成了基岩水与第四系水 35~40 m 的水位落差,通过渗流通道发生水力联系。

3 技术路线

针对唐山市目前的环境地质状况,岩溶塌陷模式和时空分布特点,从地下水动力学的角度出发,研究岩溶塌陷的发生和发展。围绕如何把握以岩溶塌陷中最活跃、最积极的地下水动力因素,科学、合理地选择勘探手段和工程布置方案。

(1) 在前期勘查资料的基础上,编制大比例尺施工图,根据区域地质构造和地层分布特点,结合建筑物的破坏情况,确定岩溶发育带和重点勘查区。

(2) 根据已建构筑物的布局,钻探施工场地狭窄的特点,勘探手段主要以浅层地震为主,

辅以必要的钻孔验证,并进行孔内电视录井和井中无线电磁波透视。确定基岩破碎带,溶洞及扰动松散土体的位置,制定合理的治理方案。

(3)在孔隙水补给岩溶水的地质环境中,将重点放在第四系浅层孔隙水的流场调查上,寻找第四系地下水集中渗漏点,确定潜在土洞的位置,为改变渗流场,控制潜蚀土洞的形成和发展提供科学依据。

4 工程布置

4.1 建立健全监测网

通过地下水的长期监测和对土洞影响范围内松散土体压缩变形规律的监测,进行岩溶塌陷监控和中、短期预报。

(1)水位监测在中心区 40 km^2 范围内布设第四系水和岩溶水水位观测孔。布孔原则:“内紧外松”,外围观测孔主要掌握区域流场变化状态,在岩溶发育带或重要建筑群加密布设第四系水位监测孔,掌握局部流场的变化情况,用以确定第四系水集中渗漏点,缩小勘探靶区,提高岩溶治理详查的命中率。

(2)地面变形监测,在主要街道和高大或重要建筑物墙角埋桩,进行一等水准闭合测量。结合第四系水位监测资料,掌握区域地面沉降与地下水流场的关系,研究与岩溶塌陷的内在联系,对岩溶塌陷进行中、短期预报。

4.2 重点勘查及治理

根据前期勘查资料,确定岩溶发育带上社会影响较大的企事业单位为重点勘查对象。对已发生严重变形的建筑物做为试点进行详细勘查,总结以浅层地震、电磁波透视、电视录井与钻探相结合方法的勘探经验,以较少的投入获取更多的岩溶信息,为岩溶灾害地基治理提出科学、合理的方案。

(1)对于分布在建筑物中部,且埋藏很深的土洞或松散扰动土体,不能采用人工或机械的方法进行直接处理的地基,宜采用围幕灌浆的方法,使建筑物地基形成一个闭合的整体,切断第四系孔隙水的侧向补给,控制潜蚀土洞继续发展,达到稳定地基的目的。

(2)对于分布在建筑物基础底部的松散扰动土体,采用斜孔水泥粉喷桩或水泥锚杆桩等加固松散土体,达到稳定地基的目的。

(3)对于分布在建筑物承重墙或其它承重结构基础底部的溶洞或土洞,采用水泥灌注桩进行基础处理,选择稳定的持力层,达到稳定地基的目的。

(4)通过经济比较,不能使用常规地基处理方法进行地基加固时,可比照盾构隧道、沉管隧道、顶管隧道的施工方法,进行基础加固和地基处理,保证建筑物的正常运行。

4.3 疏排第四系孔隙水

减缓和控制岩溶塌陷,最直接有效的办法是停止开采岩溶水,使其水位恢复到与第四系水位相当的状态。然而,唐山市大多数企业自备水源井为基岩井,一旦停采,势必加重目前紧张的供水局面而制约了经济的发展。为此,我们提出有效地疏排第四系孔隙水,可以大大的减缓潜蚀使用的发生与发展。

在岩溶塌陷危险区内施工一定数量的引渗孔,不仅可以疏干第四系孔隙水,抬高岩溶水位。缩小水头差,还可以进行能量疏导。地下水做为地应力、地震动力等能量的载体,通过

引渗孔进行疏散或释放,保持了正常的天然地层结构,从而抑制了新的潜蚀通道的发生。

通过第四系孔隙水的疏排水试验,获取引渗孔的一系列水文地质参数,评价引渗孔对环境地质的影响。提出疏排第四系孔隙水的具体方案。

(1) 试验布孔方案

在岩溶塌陷危险区内,选择比较平坦、开阔的场地做为试验区,在试验场区中心布设一眼第四系引渗孔,成井结构:第四系全部为滤水管,按水文成井要求花管外垫肋,缠丝,包棕填砾料;基岩接触面上,严格水泥止水固井,防止第四系水顺岩层顶面自由渗漏;基岩以下50 m视岩层破碎程度或裸眼、或花管护壁,以保证导水通道正常运行。沿地下水天然流场,通过引渗孔呈十字布第四系观测孔8~10个,成井要求与引渗孔的第四系井结构相同。

(2) 试验步骤

在选定的试验场区,首先进行自然电位测量,确定场区内天然流场形态,布线与拟布观测孔十字线重合。待引渗孔和观测孔施工完结,结合观测孔水位测量,进行不同时段的自然电位测量,以确定引渗孔的最大影响半径,绘制疏干浸润曲线。并在观测孔中取水样进行水质化验。在实验前还应埋设地面变形测量桩,掌握疏水后引起的地面沉降量。

根据试验观测资料,利用“单井疏干法”计算一眼第四系引渗孔疏排水的能力,为防止区域岩溶塌陷施工第四系引渗孔的设计提供科学依据;根据地面沉降和水质监测资料,评价第四系引渗孔对地质环境的影响,并对引发的环境地质问题进行预测。

The Study on Covernance and Exploration of Geological Calamities About Karst Collapses in the Ciyt of Tangshan

DU Xingming XING Zhongxin

(The 4th Investigation Institute of Hydrogeology and Engineering Geology,
Hebei Province, Cangzhou 061000)

Abstract

According to the features of geological environment for karst collapses located centre district in the city of Tangshan, makes the specific measures on the technical lines and engineering arrangements, as well as exploration, preventive and governance of geological calamities in karst collapses area.

Key wards karst collapses, exploration, preventive, governance