

衡水市地裂缝形成机制分析及防治

刘 科

(河北理工大学, 唐山 063009)

摘 要:衡水市地裂缝穿越民房、穿过农田,致使建筑物破损、农田毁坏,影响到人民生活,以及厂矿生产和安全。该区规模较大的地裂缝截至 2002 年已发展到 14 条,遍及冀州、枣强、马朗、阜城、武强、饶阳等地,主要以 NE 走向为主,均为张性裂缝,分布不均匀,连通性好,平面形态为折线形或羽状,最长者累计长度可达 5 km。文章认为地裂缝的分布受当地基础构造控制,由人工过量抽汲地下水诱发形成,提出调整地下水开采层次作为其防治措施。

关键词:衡水市;地裂缝;成灾机制;防治措施

中图分类号:P642. 26

文献标识码:A

文章编号:1672-4135(2006)01-0076-05

地裂缝为一种区域性的表生地质灾害,它不仅对各类工程建筑、交通设施、城市生命线工程和土地资源等造成灾难性的直接破坏,而且可能导致一系列严重的生态环境问题。发生在 1996 年滹沱河大堤附近的地裂缝与古阳河故道沟通,直接造成“96. 8”特大洪水的发生,当时滹沱河北大堤形成特大管涌,喷出的水头很高。这次洪水给衡水市造成了巨大的经济损失,而引起这次灾难的直接原因就是地裂缝。

1 衡水市地裂缝的分布特征

衡水市所辖枣强、安平、饶阳、武邑等县,属于冀中平原,夏秋期间时常出现地裂缝,有的还伴随着地下水宏观异常现象。区内地裂缝常成片分布,往往数条集中一起出现,一般单条长 10~100 m,短的只有数米,长者达 400 m 以上,宽达 0.8 m,切割深度 0.3~0.5 m,最深达 2.2 m。地裂缝没有明显的力学规律,但却具有同一的张性特征:破裂面粗糙不平,近于直立,也有水平错动和挤压现象,仅发现少数裂缝有 1~4 cm 的垂直位移。冀中的地裂缝几乎都分布在古河道及海河上游各支流古河道上,分布的几何形态受特殊的地貌单元控制,如环形、弧形地裂缝多分布在圆形的汇水洼地或堤岸、路基、渠坝部位,追踪地裂缝多分布于平坦的农田或场

院,地裂缝的发生与一定的岩土性质有关^[1]。

1983 年 6 月 14 日至 7 月 5 日,枣强县王均乡于胜屯村中部在长 300 m、宽 80 m 的范围内发生地裂缝 10 条,其中东西向 6 条,南北向 4 条,最长者 45 m,最短者 2 m,裂缝最宽 2 cm。

此后,又发生多起地裂缝,其中规模较大的有 1990 年 6 月 25 日暴雨之后,安平县南王宋乡王刘乡村村北至深县双井乡大贾村西,曾出现一条近东西向(NE80°)、长约 2 km、一般宽 10 cm、最宽处达 67 cm、可见深度 1.5 m 的垂向张开的大型地裂缝。

1994 年 6 月,深州东蒲瞳和饶阳县的固店、王桥北马庄出现地裂缝,裂缝出现前田间有灌溉漏水现象,其中东蒲瞳裂缝宽 10~60 cm,长 500 m,可见深度 30~60 cm,裂缝一直延伸至村东的大坑边。固店裂缝宽 20~100 cm,长 100 m,可见深度 150 cm,沿走向有形似葫芦状塌陷坑。王桥裂缝宽 10~50 cm,可见深度 20~60 cm,长者 160 m;北马庄裂缝宽 10~100 cm,可见深度达 2 m。以上地裂缝的几个地点形成一条北东南西走向的直线。

1999 年 5 月,武邑县桥头乡青林村发生地裂缝,长约 2 km,宽 2~10 cm,深度超过 2 m,规模较大,数家民房被毁,破坏严重。

收稿日期:2005-06-13

基金项目:国家自然科学基金项目“河北省地裂缝的形成机制及其危害的研究”(No. 49272158)

作者简介:刘科(1976-),男,硕士,主要从事环境工程地质、地质工程研究,E-mail: liuke1976@163.com。

表 1 衡水市地裂缝一览表

Table 1 A general view of the ground fissures in Hengshui City

地裂缝出现地点	发生时间	地裂缝走向	长度	宽度	深度	产状	性质
枣强王均乡于胜屯	1983 - 06	近南北 4 条, 近东西 6 条	2~45 m	2 cm			张性
安平袁营乡大豆口及刘门口	1984 - 07	NE3°	100 m	15 cm		NE3°	张性
安平后张庄乡贾屯	1985 - 06 - 25	近南北	20 m	20 cm			张性
安平南王宋—马瞳	1988 - 07 - 21	275° ~ 95°	5 km	2 ~ 4 cm		NNE5°	张性
安平南王宋乡刘乡村北—深州双井乡大贾	1990 - 06 - 28	NE80°	2 km	5 ~ 10 cm, 最宽 67 m	可见深度 1~1.5 m	直立	张性
饶阳大官厅乡姚庄	1992 - 07 - 21	140° ~ 320°	750 m	10 ~ 40 cm	50 ~ 200 cm	直立	张性
深州东蒲瞳	1994 - 06	东北西南	500 m	30 ~ 60 cm			张性
饶阳周店			100 m	20 ~ 100 cm	150 cm		张性
饶阳王桥			160 m	10 ~ 50 cm	20 ~ 60 cm		张性
饶阳北马庄				10 ~ 100 cm	200 cm		张性
枣强马朗村	1995 - 06	东北西南	135 m	20 ~ 60 cm	100 cm	直立	张性
武邑桥头乡青林村	1999 - 05	东北西南	2 km	2 ~ 10 cm	超过 2 m	直立	张性

2 地裂缝成因分析

研究表明,决定地裂缝的形成和发育有多种因素^[2],按其发生、发展过程中所起的作用,可分为主导、诱发和影响三个因素。主导因素是决定和控制地裂缝孕育、发展、活动性质和展布格局的因素,包括新生代的构造环境、构造基础和触发地裂缝的动力源;诱发因素是决定和影响地裂缝发生时间、地段、强度的因素,主要有降水、干旱、重力、地震等自然因素,以及抽取地下水造成地面沉降、农灌诱发先存的隐伏地裂延及地表成缝等人为因素;影响因素则是只影响地裂缝发育程度的因素,如土质、地形、气候、水体等^[3]。

地层土质对地裂缝发生、发展的影响主要表现在两方面:一是作为构造应力、应变传递的介质,在一定的应力条件下,地裂缝发生的可能性及发生的强度和规模,很大程度受控于场地的土层条件;另一方面,不同类型的土层对某些诱发因素的反应程度不同,如湿陷性土层受水的作用发生湿陷变形,压缩性土层因地下水超采发生沉降变形等^①。

2.1 衡水市地裂缝的构造基础

图 1 是衡水地区地裂缝的分布图。由图可见,位于辛集、安平、深县、饶阳等地的地裂缝与无极—饶阳第四纪纬向弧形断裂位置基本吻合稍偏南。河北省第二水文地质大队寇秋焕^[4]调查了该地裂缝东段深县东蒲瞳和饶阳县固店、王桥、北马各地的地裂缝,指出该带下伏有近东西向隐伏断裂,受其影响上露土层亦发育同向地裂缝。处于无极—饶阳断裂与深县断裂交叉点附近的辛集杜合 1988 年发生 3.8 级地震,两个月后再遇大雨便出现地裂缝;1994 年在无极—饶阳断裂东段弧顶附近发生两次 3.0 ~ 3.9 级地震,当年沿该断层出现地裂缝 5 处,断续延伸 24 km。1990 年 6 月 25 日在安平南王宋发生地裂缝,12 月 24 日在其东侧 3 km 的东刘村发生 4.5 级地震。此后 1992 年在辛集宿王村、安平南王宋,1994 年 6 月 28 日在深县张村,7 月 12 日在深县东蒲瞳村,饶阳固店、王桥、北马庄依次向东发生地裂缝,这条地裂缝是伴随地震发生前后出现的,其基底断裂无极—饶阳断裂沿线,1882 年 12 月 2 日在深县双井发生过 6 级强震,说明该断裂活动强烈。同时这条辛安深饶折线形地裂缝在河北平原地裂缝中属于典型的构造地裂缝。

① 刘科:河北平原地裂缝与地震相关性及其能量释放研究. 河北理工学院硕士研究生学位论文,2002.

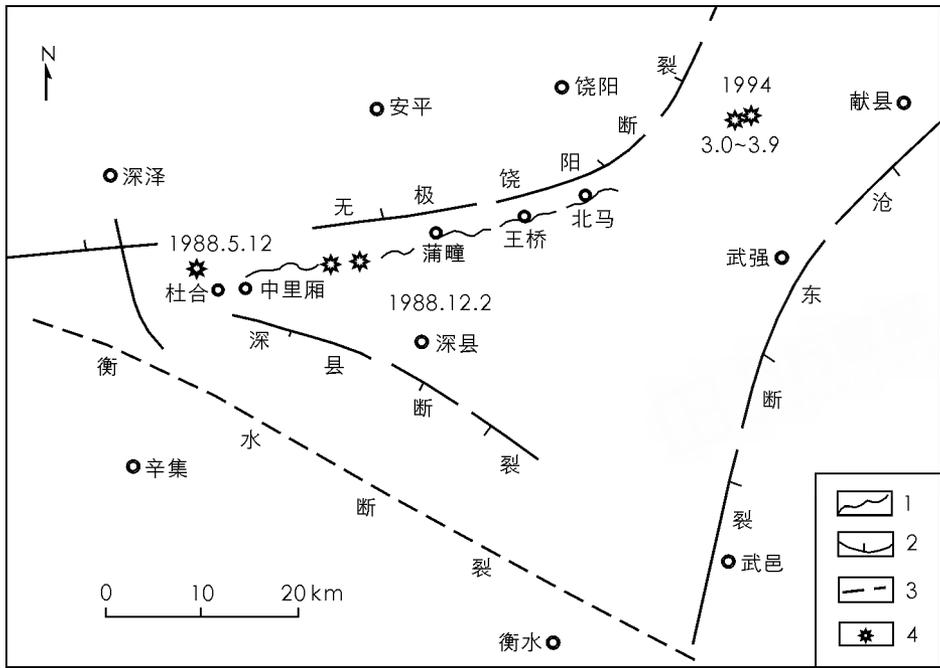


图 1 无极—饶阳断裂及地裂缝分布图

Fig. 1 Wuji - Raoyang fault and nearby ground fissures

1. 断裂; 2. 地裂缝; 3. 地震震中与震级 (图内震中附近的年月日为地震发生时间)

杨景铎^[5]将无极—饶阳断裂划归纬向构造体系的压扭性断裂, 实为纬向断裂挽近期特别是第四纪以来活动的形迹, 为一条隐伏的活动断裂。据物探剖面分析, 走向 NWW 转 NEE 呈向南突出弧形的无极—饶阳断裂, 将第四纪、新近纪、古近纪地层切断, 是冀中拗陷内的一条次级横向断层; 与之相邻的深县断裂, 则是一条 EW 向延伸往北略突出的弧形活断层^[5]。

区域地应力的活动, 特别是在增强和突变时易产生地震和地裂缝。如 1990 年末该区地应力活动出现异常^[6], 无极—饶阳断裂西端的黄壁庄应力深孔 NE45°元件从 1990 年 11 月初缓慢下降, 11 月 28 日异常回升, 12 月 7 日回升较快, 并于 12 月 24 日在辛集、安平、深县、饶阳、地裂缝带东西两段错列点安平东刘村发生 4.5 级地震, 12 月 28 日异常基本恢复^[7]。这说明辛安深饶地裂缝孕育和发生前后, 该区的区域构造应力场活动增强、变化剧烈, 成为地裂缝发生的主导因素。

2.2 人工抽汲地下水是地裂缝的诱发因素

衡水市发生的地裂缝与人为抽汲浅层地下水有关。深县、安平、饶阳一带属全淡水区, 第

一含水组埋藏浅, 地层岩性结构松散, 直接接受大气降水和河道侧渗补给。由于区内地形平坦, 坡降小, 侧向径流微弱, 自然条件下主要作垂向运动, 即入渗蒸发, 其采水量及水位变化主要受降雨量影响, 丰水年农灌用水量少, 枯水年农灌用水量大, 水位下降幅度大。自 1980 年以来, 只有 1985 年为丰水年, 1983 年尤其干旱, 1986 年以后连年干旱, 全淡水区 (深县、安平、饶阳一带) 浅层地下水水位平均下降 0.24 m, 有一定咸水的淡水区, 浅层地下水年平均水位下降 0.2 m。地下水位的连续下降加上一定的土层岩性特征, 易发生地裂缝。

大量抽汲地下水, 水位大幅度下降, 使原来的含水层被疏干, 含水层中土颗粒之间失去孔隙水压力的作用, 从而有效应力增加; 另一方面过量开采地下水, 携带走地层中一定数量的泥砂, 并加速溶解其中的盐类, 使地层中孔隙增大。随着地下水位下降, 在土层自重应力的作用下, 产生缓慢的压缩沉降, 由于土层结构的不均匀性而产生不均匀沉降, 结果导致出现隐蔽地下裂缝。在降雨渗入地下的过程中, 裂缝处的渗透速度比在土层中大的多, 致使裂缝处发

生土壤潜蚀作用,裂缝则逐渐加宽延长,直到形成张性裂缝。当裂缝上部地形低洼,大雨之后形成积水,积水与下部裂缝沟通以后,水便沿裂缝缝隙迅速流入地下,冲刷裂缝两壁的土层颗粒并带入深部,在地表以下形成大的裂缝或空洞,从而使上部土体失去稳定,发生坍塌陷落,形成地裂。

例如饶阳县大官厅乡姚庄村地裂即属这类原因。1978年3月饶阳县城关一带水位埋深不足4m,1992年6月份水位埋深17m左右,十四年水位下降13m,同时姚庄村南北大堤的存在,导致负荷不均衡,产生不均匀沉降,雨后出现地裂缝。

由于地下水位连续下降,表层土壤大量失水、干燥,土粒的薄膜水厚度变薄,水平收缩力增强,土体产生收缩,于是干涸的大地出现地裂缝(俗称干裂)。这种干裂沿原来的构造节理更易发生。同时不均匀沉降作用,如同催化剂一般,加速干裂向纵深发展,这种裂缝在外部因素水、降雨、树头摆动作用下发展更快。

深县双井乡地裂缝即属这种原因。出现地裂缝的地段土层多属粘土、亚粘土性质,易产生干裂,该地段正处于古河道上及其附近,地表上层结构不稳。另外,枣强县于胜屯村南大坑中的地裂缝及安平县后张庄贾屯村内西南角坑塘内的地裂缝,袁营乡大豆口刘门口村中东部水坑内的地裂缝都是这种原因形成的。

总之,衡水市的构造背景决定了该区地裂缝的分布、形态特征,在人工抽汲地下水以及降雨的作用下显现出来。

3 衡水市地裂缝防治措施

地裂缝属表生地质灾害,目前在衡水市尚未直接影响到本区经济发展,但因衡水市经济

发展对地下水需求的增长,诱发地裂缝的可能性便增大,对高层建筑的地基稳定性也会造成威胁,这些都应予以足够重视。

针对衡水市多次出现地裂缝,应采取以下防治措施:

(1)调整地下水开采层次,着重考虑开采第Ⅱ、Ⅲ含水组,避开因地下水位下降而易产生地裂缝的 Q_4 地层。

(2)在汛期发挥已有河道、渠道优势,贮存地表径流,以增加浅层地下水的渗入补给量,蓄水还可以直接用于灌溉。

(3)大力提倡节约用水,提高工矿企业对水的重复利用率。

(4)改进农作物灌溉方式,推广喷灌或滴灌,避免漫灌。

参考文献:

- [1] 翟振生,刘德林,张振江,等.冀中平原地裂缝特征及其成因浅析[J].河北地质学院学报,1984,(2):75-79.
- [2] 王景明,王江帅,刘金峰,等.地裂缝及其灾害的理论分析与应用[M].西安:陕西科学技术出版社,2000,1-567.
- [3] 王景明,王春梅,刘科.地裂缝及其灾害研究的新进展[J].地球科学进展,2001,16(3):303-312.
- [4] 寇秋焕,冯来全.模糊数学法与综合指数法评价地下水质量的方法简介与对比分析[J].河北地质矿产信息,2000,(1):15-17.
- [5] 杨景铎.河北省构造体系与主要铁矿类型关系的研究[M].中国分省构造体系研究文集(1).北京:地质出版社,1985,1-64.
- [6] 刘金峰,梁少春,赵文强,等.河北平原辛-安-深地裂缝成因探讨[J].中国地质灾害与防治学报,1996,7(3):64-69.
- [7] 马兴国,陈建国.山西、河北中强地震前地应力异常特征与地震预报[J].华北地震科学,1994,12(1):65-68.

Forming Mechanism and Prevention Countermeasure of the Ground Fissures in Hengshui City

LIU Ke

(Hebei Polytechnic University, Tangshan 063009, China)

Abstract: Hengshui City is located in the center plain of Hebei Province, where the developing ground fissures are traversing and destroying houses and farmlands, and affecting the civil living and industrial production and safety. Up to 2002, the amount of the ground fissures of Hengshui City is to 14, extending along Jishou, Zaoqiang, Malang, Fucheng, Wuqiang and Raoyang Counties. The extension of the ground fissures is mainly NE, with features of opening, non-equality distributing but good connexity. The horizontal shape of the fissures is fold lines and featheriness. The longest fissure adds up to 5 km in length. Based on our investigation it is thought that the distribution of the ground fissures is depend on the underground structure / tectonic base and the excess pumping of the ground water. Therefore, it could be an efficient means for prevention of forming ground fissures to adjust the exploitation levels of the ground water.

Key words: Hengshui City; ground fissures; measure of prevention

《环渤海地区矿产资源图集》近日出版

按照科学技术部社会公益研究专项资金资助项目任务的要求,由天津地质矿产研究所矿产资源室李俊建研究员等编写完成的《环渤海地区矿产资源图集》近日已由天津科学技术出版社出版。

环渤海经济区位于东北亚经济区的中心地带,是连接欧亚大陆桥的东方起点之一,作为我国北方的最大经济区,在国民经济和社会发展中具有举足轻重的意义。该区除了悠久的历史文化,先进的教育科技和发达的工农业与高科技产业外,其陆地和海洋的矿产资源也独具特色和优势。石油、天然气、煤、铁、铜、金、钼、硼、菱镁矿、地热等资源丰富,已建成多个著名的能源和矿业基地,为促进区域的和全国的经济的发展做出了历史性贡献。进入 21 世纪,如何合理开发和保护环渤海地区的矿产资源,为区域的可持续发展服务,全面认识区域矿产资源的家底已属当务之急。为此,我所科研人员运用当代地质矿产理论和先进 GIS 技术,在进行大量信息集成、现场调研和综合研究的基础上精心编制完成了该图集。图集由 32 幅图件及文字说明组成,包括 86 个矿种和 4 200 个矿产地,内容包括环渤海地区 1:400 万地质图及其说明,1:250 万黑色金属、有色金属、贵金属、非金属、固体燃料矿产图及其说明,1:250 万油气田图及其说明;河北省、北京市、天津市,辽宁省,山东省,山西省 1:200 万黑色金属、有色金属、贵金属、非金属、固体燃料矿产图及其说明;内蒙古自治区中部 1:400 万黑色金属、有色金属、贵金属、非金属、固体燃料矿产图及其说明。图集系统总结了半个多世纪以来环渤海地区的矿产勘查、开发和研究成果;全面阐述了区域成矿的地质背景、矿床类型、矿床特征以及成矿时代和矿床分布规律;合理地分析了矿产资源现状,论证了该区的矿产资源潜力,包括有远景的矿种和矿床类型,从而全面展示了环渤海地区的资源开发前景。

该图集的一个特色是既提供了有广泛用途的矿产资源的基本信息,又有深入的地质科学内涵,深入浅出,普及与提高结合,集科学性、艺术性和可读性于一体,是对一个大区域地质矿产编图的成功尝试,也是一份不可多得的公益性基础性研究成果。

图集的出版必将对区域矿产资源的勘查、开发和保护,对区域发展规划、布局和有关决策,对发展矿业市场经济及教学和科研工作产生重要影响。
(天津地质矿产研究所矿产室供稿)