

河北平原地裂缝的分布规律及成因初探

李俊¹, 刘金峰², 莫多闻¹

(1. 北京大学环境学院, 北京 100871; 2. 河北地质学院, 石家庄 050031)

摘要: 以丰富的资料, 阐述了河北平原地裂缝的发展现状、形态特征、时空分布规律。通过分析地裂缝与地形地貌、土体岩性、降水、地表水、地下水动态、构造运动的关系, 初步揭示了地裂缝的成因是以构造运动、地震为主导因素, 水的活动为诱发因素, 地形地貌、土体岩性为影响因素。

关键词: 地裂缝; 构造运动; 地震; 地下水动态

中图分类号: P694

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)03-0062-04

Distribution and Origin of the Riffs in Hebei Plain

L I Jun¹, L I U Jin-feng², M O Duo-wen¹

(1. College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

2 Hebei University of Geology, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: The morphological characteristics and space-time distribution of the riffs in the Hebei Plain were discussed. The relations between the riffs and the landforms, lithology, precipitation, surface water, groundwater regime, earthquake, and tectonic movement were analyzed. It can be found that the tectonic movement and earthquake is the controlling factor, the water's movement is the inducing factor, the land form and lithology have also played an influencing role in the development of the rift.

Key words: rift; tectonic movement; earthquake; groundwater regime

1 引言

地裂缝是地表岩土体在自然和人为因素作用下被破坏, 并在地面形成一定长度和宽度裂缝的一种地质现象。当地裂缝对人类经济造成毁损或人身伤害时, 便成为地质灾害。地裂缝成因复杂, 有由于地震及基底断裂活动派生的构造地裂缝, 有因土体遭潜蚀、黄土湿陷胀缩地面沉降、滑坡等非构造地裂缝, 以及混合成因的地裂缝。河北平原从60年代开始在邯郸市发现地裂缝。1978年以后特别是进入80年代以来, 地裂缝迅速增加, 至1995年共发现地裂缝573条。(图1)已使城乡建设、工程设施、交通及人民生命财产蒙受巨大损失, 成为一类新的灾种。本文对河北平原地裂缝的发展现状、形态特征、时空分布规律, 及其成因进行了讨论, 对地裂缝灾害的治理、地裂缝的工程地质评价等应用问题具有实用的意义。

2 河北平原自然地理与地质概况

河北平原位于东经114°26'~117°50', 北纬36°03'~39°

25'之间。东临渤海, 西到太行山前, 南、东南分别与豫、鲁相接, 北至北京、天津。总面积约 $7.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。区内人口稠密, 工农业发达。属温带半湿润半干旱大陆性季风气候区, 降水量时空分布不均, 变差大。夏秋季节具有强度大、时间集中的暴雨。

河北平原地形平坦, 自山前向渤海微倾, 近山地海拔100 m左右, 向渤海逐渐降低。地貌上分为山前冲积洪积平原、中东部冲积湖积平原、滨海冲积海积平原三大区域。第四纪堆积厚度大, 最厚达550 m。

河北平原属华北地台北断拗的一部分, 为中生代以来以下降为主, 伴随短暂上升所形成的断陷盆地。区内地壳较不稳定, 新构造运动明显, 有第四纪活动断裂分布。断裂走向以NNE向及NE向为主。现代地震活动活跃, 分布有潜在震级6~8级的地震危险区。地震基本烈度大都6~8°。

3 河北平原水文地质环境

本区地下水主要赋存在第四系多层交迭的各种砂卵砾石层及亚砂土的孔隙中, 构成一个几何形态复杂, 各种成因

收稿日期: 2003-04-25

基金项目: 国家自然科学基金(批准号: 40271013); 教育部高等学校博士学科点专项科研基金(批准号: 99000149)资助。

作者简介: 李俊(1979-), 女, 硕士生, 地貌与第四纪地质学专业。

河北省环境地质图说明书, 河北省环境水文地质总站(1990)。

类型的含水地质体。不同地貌类型区域的环境水文地质条件差异明显。山前平原冲积扇顶部轴部含水层多为连续巨厚砂

岩溶水补给,水力坡度大。包气带厚度一般为 4~ 6 m,漏斗区最大约 30 m。包气带岩性以砂性土为主。中部平原至滨海平原含水层沉积物由粗变细,地下水坡度渐缓,水位埋深渐深。包气带厚度渐薄,一般 2~ 6 m,滨海地区包气带小于 2 m。河间地岩性以黏性土为主。由于地下水长期超采,导致地下水水位区域下降漏斗迅速扩展。目前河北平原共有 28 个漏斗,总面积达 33 328.34 km²。浅层水漏斗分布于中东部平原及与中部平原交接地带。深层水漏斗分布于中东部平原至滨海平原。地下水水位持续下降,使得多个相邻的漏斗相连,形成包括几个中小型漏斗的复合漏斗。

4 地裂缝的分布规律

4.1 地裂缝的发展现状

河北平原 573 条地裂缝主要分布在北京、天津、廊坊、衡水、沧州、保定、石家庄、邢台、邯郸等地区。其中 60 年代仅在邯郸市发现 14 条地裂缝,70 年代,石家庄发现地裂缝 16 条,邯郸地区发现地裂缝 20 条。北京地区发现地裂缝 48 条。天津地区也发现地裂缝 40 余条。80 年代以来,则在北京、天津、廊坊、衡水、沧州、保定、石家庄、邢台、邯郸等地,地裂缝大量出现。地裂缝断开道路、毁坏桥梁、阻断交通、切断管道、破坏建筑、裂开河流大堤,引发洪水威胁危险等等,使人民群众、生命财产蒙受巨大损失。如邯郸市地裂缝至 1983 年为止共损坏楼房 7 处、平房数十间,切断管道 2 处,损坏围墙数十堵,经济损失以百万计。此种现状已引起社会各界的极大关注。

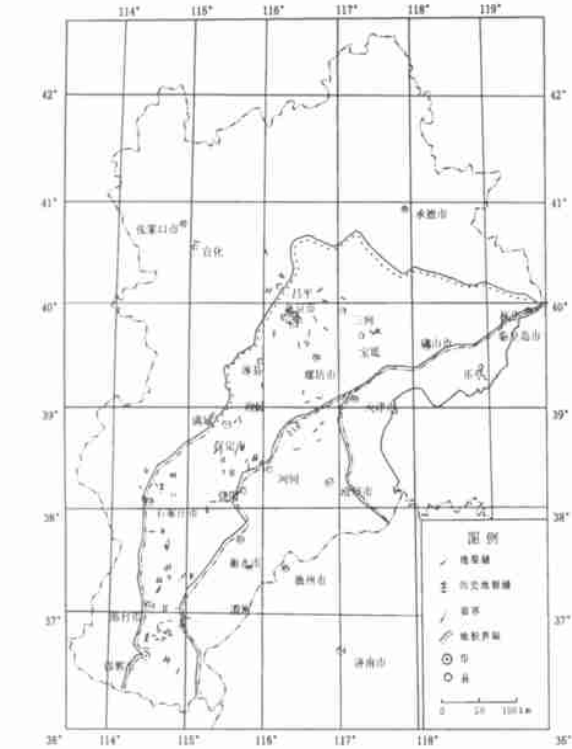


图 1 河北平的地裂缝分布图(王景明, 2000)

卵砾石层,强烈透水,极易接受降水、地表水、山麓裂隙水及

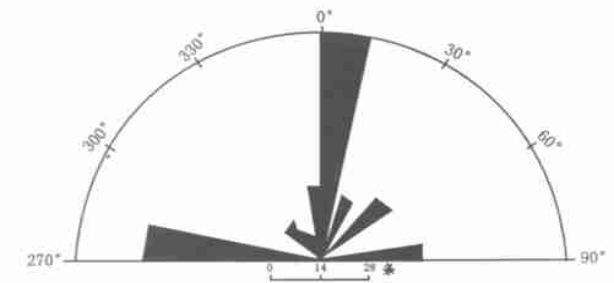


图 2 河北平原地裂缝走向玫瑰图(王景明, 2000)

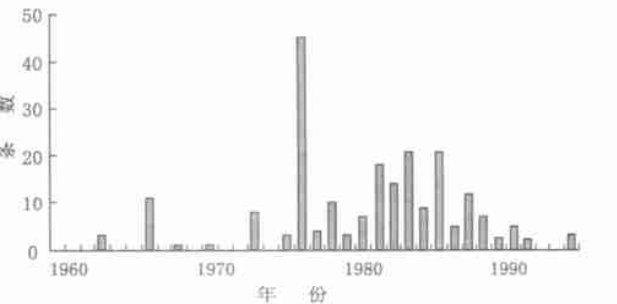


图 3 河北平原地裂缝频度图

4.2 地裂缝的形态特征

地裂缝的长短、宽窄与深浅统称为地裂缝的规模。本区发育的地裂缝规模大小各异。单条最长者可达 7 000 m,而短者只有数米,宽度一般在 0.02~ 0.07 m 以上。地裂缝的切割深度浅者 0.2~ 0.5 m,一般为 1~ 3 m,最深达 9.8 m。以长度来划分地裂缝的规模等级,本区可分为大于 1 000 m,1 000~ 500 m,500~ 200 m,小于 200 m 四个级别。大于 1 000 m 者有 90 条。长度 1 000~ 500 m 的共 185 条,宽度一般为 0.01~ 0.5 m,切割深度小于 3 m。

区内地裂缝平面形态的展式可分为 5 种类型: 直线

型。地裂缝平直伸展,走向稳定,整条地裂缝无转折或弯曲。邯郸市 1963~ 1986 年形成的五条走向 NE 5 的地裂缝,呈断续的直线状延伸,各长 600~ 1 850 m。雁列式。一系列大致平行的次级地裂缝,平面上呈现雁列排列形式,其总体方向与每条次级裂缝走向有一定夹角。1973 年 7 月 5 日大雨后,河北永年韩营村西洛河冲洪积阶地上,出现一条长 600 m,走向 NE 60°~ 70°次级地裂缝右行雁列排列而成,雁列角 35°。次级地裂缝呈直线型,间隔 10~ 30 m,宽 0.5~ 1.0 m,可见深 1.0~ 1.5 m,伴有一些大大小小的落水洞。锯齿型。地裂缝在走向方向上有似锯齿状折曲,齿形之间有次

级小的方向转折。每个齿形都有2~3组不同方向的次级地裂缝转折而成,它们与锯齿状地裂缝总体走向都有一定的夹角,一般小于 45° 。河北永年杨庄走向 $NE5^{\circ}$ 、长150m的地裂缝呈锯齿状。交叉或分叉的地裂缝,弧形。1991年雨后,河北永年县龙泉出现长5000m,宽0.5m的地裂缝,其一侧走向 $NW85^{\circ}$;向西转为 $NW60^{\circ}$ 呈现弧形。

按地裂缝展布方向,作走向玫瑰花图(图2)。从图中可见地裂缝发育优势方向大体上循 $NW85^{\circ}$ 、 $NW55^{\circ}$ 、 $NE5^{\circ}$ 、 $NE30^{\circ}$ 和 $NE60^{\circ}$ 等固定方向^[1]。

本区地裂缝在剖面上形如锯齿,裂口上宽下窄呈楔形向下延伸,裂面粗糙近直立。某些裂缝偶见下滑的擦痕,裂缝两侧有明显垂向位移,位移量可达0.01~0.19m,如邯郸市电台办公楼。邯郸市民航宿舍围墙发现有0.01m位移的顺扭现象,裂缝均显示为张扭性。

除上述平面及剖面形态外,与地裂缝伴生的还有塌陷落水洞,有的呈条带状,串珠状出现,还有的呈带状塌陷坑出现。经实地调查多处均被掩埋,已不见地裂缝的痕迹。

4.3 时空分布规律

经统计各年份地裂缝出现的条数,作河北平原地裂缝频度图(图3)。

从图中可以看到,地裂缝在60年代开始出现,共发现16条,1966年发生的邢台地震时对其可能有影响。70年代地裂缝迅速增加,共发现185条,这与1976年唐山地震有关。80年代,地裂缝的出现达到高潮期,共发现346条。90年代发现地裂缝21条。随着时间的推移,地裂缝的数量迅速增长,只是进入90年代以后变少了,有的地裂缝经掩埋,在地表存在有短暂性。

地裂缝的分布范围呈逐渐扩大的趋势。1963年首先在邯郸市发现3条地裂缝,60年代中后期伴随邢台地震第一次出现高潮。到70年代在石家庄地区先后发现16条地裂缝。进入80年代以来,则在北京、天津、廊坊、衡水、沧州、保定、石家庄、邢台、邯郸等地普遍发现地裂缝。同时地裂缝的分布区域逐渐由南向北具扩展之势。

从地裂缝的整体展布看,主要以太行山山前倾斜平原一线及中部平原一线分两条带状布。地裂缝发育在全新世巨厚的冲洪积相的亚砂土、亚黏土、黏土和砂层中。裂缝大致走向呈北北东及北东向。

5 地裂缝的形成原因

5.1 地裂缝与地貌的关系

河北平原地裂缝主要分布在太行山前和燕山山前与河北平原交接地带以及山前平原与中部平原交接部位,地势相对低洼的洪积扇前、各洪积扇间,各条河流的河漫滩、古河道及湖泊洼地地区。地裂缝集中分区较好地反映了地裂缝与以上地貌的紧密关系。如:永年—南和一隆尧—宁晋一带,是地裂缝多发区之一,地貌形态主要为冲洪积平原亚区的平地小

区、洼地小区,是地表及地下水的汇流处。而在里县—肃宁—安平—饶阳地裂缝集中分布区,地貌上为冲洪积平原亚区与冲积平原亚区交接地带,多分布在泛滥坡地小区及泛滥洼地小区,河漫滩地小区。本区是平原第四系堆积最厚的地区之一。在霸县—文安—大城一带地貌形态亦是具有相同的特点。在山前一线地裂缝分布带,地貌形态为冲洪积平原的倾斜地小区、坡平地小区,是山前地形坡度变缓,地势相对平坦的地区。

平原地貌为河流直接建造,但受基地构造所控制。本研究区亦同样具有如此特点。山前大断裂和基底沉降最剧烈的冀中拗陷和临清拗陷带,是地貌分区的主要分界线,此区地势变化明显,也是地裂缝分布较集中的地区。由此可见,地裂缝与地貌的关系实质上受构造所控制。此外地裂缝还受微地貌控制,地裂缝沿路边、沿河堤、沿塘坑等地出现较多。

5.2 地裂缝与土体岩性的关系

从平面上看,本区土体在地表分布主要有三种类型:(1)砂及轻亚砂土。(2)亚砂土及轻亚黏土。(3)重亚黏土及黏土。在山前及部分河道带主要为砂及轻亚砂土,分布面积较小,而亚砂土及轻亚黏土分布区域较大,约占研究区的3/5,且出露普遍,而重亚黏土及黏土则主要分布在山前平原与中部平原交接处,地势较低洼的湖泊地区。而地裂缝多数分布在亚砂亚黏及黏土当中。统计结果表明分布在亚砂土及亚黏土中的地裂缝居多。砂及轻亚黏土中次之,黏土中较少。黏性土层压缩变形,由于基底的不平,黏性土厚度不同,而引起不均匀沉降从而产生地裂缝。

5.3 地裂缝与水的活动的关系

河北平原降水量时空分布不均,变差大,多年平均降水量为540mm,年降水量多集中在7、8、9月份,约占全年降水量的70%~80%,多年平均蒸发量介于950~1150mm之间。地裂缝多发生在大雨、暴雨之后的6~9月份,基本与汛期相符,说明降雨加速了地裂缝的形成。例如河北保定地区150余起地裂缝事件大多集中在每年的雨季发生,尤其集中在7、8两个月。

地裂缝的发生部位除在河沿滨地区比较集中外,其次也与地表水流域带其他地带相伴生。在太行山山前与中部平原的交接带,由北东至南西方向分布有多个多字型排列的湖沼洼淀,在这些地区都有多条地裂缝产生,如坝县附近的东淀、文安洼、束鹿—安平—饶阳以及宁晋坡泊和大陆泽、永年洼等低洼地带。在山前一带产生的地裂缝,一般均沿河流域展布。如易县一带的地裂缝主要沿大清河附近。完县—漕河一带产生的地裂缝主要沿漕河流域和唐河流域。地裂缝与地表水的伴生性说明地表积水、排水不畅和强渗透性径流条件是诱发地裂缝的主要环境之一。

河北平原从山前平原到中东部平原和滨海平原,由于地质地层不均匀,开采地下水时,水位下降不一,从而地面沉降量和地面平均沉降速度也不一。山前平原,主要开采浅层水,

砂层(包括卵砾石层)相对较厚,黏性土层相对较薄。含水层呈扇状,主要为中粗砂卵石,富水性强,补给条件好,水位埋藏浅,在开采过程中水位下降小,黏性土释水量少,压缩程度低,所以地面沉降量小。在中东部和滨海平原,主要开采深层淡水。砂层相对较薄,黏性土相对较厚。含水层多呈条带状,主要为细砂、中细砂(中东部平原)以及粉砂(滨海平原),富水性弱,补给条件(垂向和侧向)差。由于超采地下水,水位下降幅度大,埋藏深度大,所以黏性土释水量和压缩量都大,地面沉降量也大。可见区域地面沉降和平均沉降速度从山前平原到中东部和滨海平原,沿地下水流向,由小到大。开采地下水,地下水位下降,使上覆地层相对荷载增加,使土层压缩释水,土颗粒孔隙压密,以至固结,地面下沉,从而诱发地裂缝的产生。例如,根据饶阳县大官厅乡姚庄村地裂缝踏察报告,该地裂缝位于饶阳县大官乡姚庄村东南约1 km的滹沱河北大堤内。据悉该处地裂缝现象发生在7月21日大雨之后,当时当地并没有发生有感地震,因此该地裂缝与地震无关。据地下水动态监测资料,1978年3月饶阳县城关一带水位埋深不足4 m,1992年6月份水位埋深17 m左右,14年水位下降约13 m。水位的大幅度下降,使原来的含水层被疏干,土颗粒之间失去水浮力的作用,在土层自重压力作用下产生缓慢的压缩沉降,由于地层结构的不均一性,而产生了不均匀沉降,其结果产生了隐蔽地下裂缝。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得多,致使裂缝处发生土壤潜蚀作用,裂缝则逐渐加深、延长,直至形成张性裂开。当裂缝上部地形低凹,大雨之后,形成积水。积水与下部裂隙沟通以后,水沿裂缝迅速流入地下,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,使上部土体失去稳定,发生坍塌陷落,形成地裂现象。可见地下水的变化对地裂缝的产生有诱发作用。尤其当疏松细粒砂土的岩性条件、中微裂隙存在的渗流潜蚀通道、平坦积水的入渗条件、一定水位差的排泄条件具备时,有助于地下水携带细粒砂土向下游和深处渗流潜蚀,从而地下水对地裂缝的产生作用更明显。

5.4 地裂缝与地震的关系

地震由构造运动引起,是地应力集中释放的具体表现。研究地震与地裂缝的关系更有利于理解地质构造与地裂缝的关系。

区间地裂缝发育的优势方向,可划分为NE、NW、SN和EW向四组,与河北平原现代主压应力方向近NE向的应立场,在理论上所应产生的几组破裂面方向完全相符。从区间地裂缝比较稳定的方向性及与地震活动时间的对应性来看,区间地裂缝与区域上的中强地震确实存在着成因联系。

另外,对地裂缝频度分析得知,河北平原地裂缝的活动高潮年份分别是1963年、1968年、1973年、1978年、1982年、1987年、1992年,而地震高潮年分别是1961年、1966年、1971年、1976年、1981年、1986年、1991年。显然,二者活动周期具有高度的一致性,各地裂缝活动高潮分别滞后各地震活动高潮1~2年,不仅地裂缝与地震活动高潮对应,而且许多单条地裂缝与当地中小地震活动在出现时间和空间

上也常有对应关系。例如赵县丁村村民在邢台地震后几年中多次到南大坑挖泥时,见到埋藏于坑下宽10 cm的裂缝,1984年此处发生4.4级地震,1886年浇地时地裂缝延及地表显现出来。可见地裂缝与地震活动成因联系密切,也有助于说明地质构造是地裂缝产生的主导因素。

以任丘地区为例继续探讨地裂缝与地震的关系。任丘地区处在华北平原冀中拗陷的次一级构造单元—饶阳凹陷内。从1926年开始,任丘油田通过井孔向地下注水。随着断续的不同强度的注水活动,微震活动显得较为活跃,其间也发生了一些地裂缝现象。区间地震活动具有一定的周期性。1970~1976年共发生 $M_s > 2.5$ 级地震12次,年均2次;1977~1980年仅一次地震;1981~1987年8次,年均1次;1988~1990年未发生地震;1991年之后地震活动又开始活跃起来。在第一次地震活动期,未见地裂缝显见的记录;第二次地震活动期中,地震活动频度与地裂活动频度成正相关,当地震频度较高或震级较大时,地裂缝呈现为高 $M_s > 3$ 级地震相对应。地震频度与地裂缝显现频度图显示了这种相关性^[2](图4)。

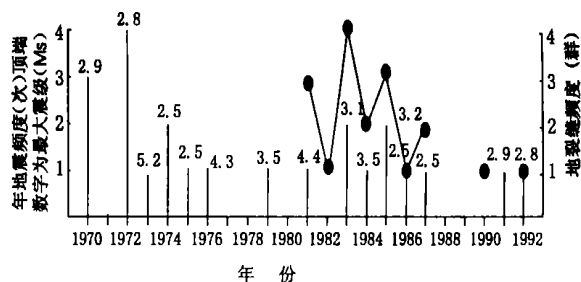


图4 任丘邻区地震频度与地裂缝显现频度图(刘金峰,1995)

5.5 地裂缝与地质构造的关系

从河北平原地裂缝的分布看,地裂缝集中分布的两个条带,大致呈北北东或北东方向展布。山前地裂缝分布带主要与山前大断裂走向一致。本带是新华夏系运动以来升降运动差异最大的分界线。而第二条带主要在冀中拗陷及冀南拗陷内,本区在第三纪末,尤其第四纪为强烈沉降区,存在着强烈的构造差异活动,是应力易于集中的地区。因此可见本区地裂缝与构造运动所产生的内应力有着密切的联系。

华北地区现代地壳处于一致性较好的应力场中,其主压应力轴为NEE向,主张应力轴为NNW向,主应力轴的倾向都不大。在这个统一的应力场作用下,NEE和NNW是剪切应力最大的方向,也是本区主要构造线展布方向。而地裂缝的走向绝大多数也为NNE、NE向,次为NW及NNW向。可见地裂缝的产生受控于地球内营力。

太行山山前断裂,以正定附近NNW向断裂为界分为南北两段。北段总体走向为NE30~40°;南段为NE15~25°。该断裂控制着山区与平原区的地层分布,断裂东侧新生代沉积物齐全(古新统除外),而西侧只有厚度不大的上第三系及第四系。沿断裂带重力梯度变化明显,近期有右旋扭动性质,

(下转第116页)

利用市场机制推动水资源的优化配置、节约保护、高效利用和可持续发展。

3.3 改善生态,保持水土,抓好水源保护环节

城市水环境建设必须从源头抓起,持之以恒地改善生态环境,加强水土保持,涵养水源,增加可利用量。一要突出水源地的生态保护。要切实按照水环境功能分区的要求,落实水源地保护的政策措施、技术措施、监管措施,防止污染项目进区和人为生态破坏,提高水源地的水资源自我补给能力,保护水源地水质。二要突出城区的生态保护。合理确定工业、商业、旅游业、居住地的布局和发展结构,实行污染物排放总量控制和污染集中治理,最大程度防止污染物的扩散,降低对水源的影响。要提高城区绿地率,减少地面刚性覆盖率,加快透水性地砖等环保建材的推广应用,加快雨、污分流系统、雨水调蓄工程和渗水井的建设等,充分利用雨水补给地下水源。同时,应加快建设拦河坝、地下水库等拦蓄补源工程,千方百计增加地下水补给,避免超负荷污染导致水环境功能下降甚至资源变污染源,满足城市长远的生活、生产、景观等用水需要。三要突出大环境的生态保护。充分利用退耕还林、还草的政策机遇,加大植绿造绿和封山育林力度,增加植被覆盖率,涵养水源。

3.4 统筹兼顾,科学实施,抓好污水治理环节

一是城市污水治理应纳入城市经济和社会发展规划。城市建设的决策者应坚持规划先行的开发思路。有了规划应创造条件尽快审批,即使规划上有些问题还需进一步研究,也可先原则批准,对局部问题再做个案研究。同时,加强对规划及其法规的宣传,提高执法单位的自觉性,将因规划的滞后所造成的负面影响降到最低限度。二是重视和加强水环境治理建设项目的前期工作。可行性研究是合理利用投资和控制投资额度的关键环节。鉴于城市污水处理项目日益增多,在

我国对城市污水处理项目还缺乏足够建设经验的情况下,应加强建设项目可行性研究,使可行性研究报告真正起到根据需要与可能,控制建设项目规模、内容、标准、投资和对效益进行分析的作用。同时应严格建设项目可研报告的评估和审批程序,对建设项目加强宏观调控,提高投资效益。三是建立科学的收费机制,推进城市水工业的企业化经营管理。建立科学的城市污水排放和治理的收费制度是发展城市污水处理事业的重要保障。目前,国家和政府主管部门虽已制定了排污收费制度,但具体收费办法还需进一步落实。收费的污水量应按用水量的80%~90%计,根据排放水质实行差别计价,按排放水质征收超标排污罚款。四是改革投资体制,拓宽城市治污项目投资渠道。要加快城市污水处理项目的建设,必须引入竞争机制,多方面筹集资金。逐步建立由财政投入、市场补偿、有偿使用、合理计价的多层次、多元化的投资渠道。

3.5 着眼文化,丰富内涵,抓好城市水文化培育环节

“城市水环境不是孤立的,它融在城市这个大环境中,融在城市文明和历史文化中。因此城市水环境建设要注重发掘城市文化内涵,提高城市水环境的品位。”^[3]城市是一个地区的经济、文化中心,水文化是人文的重要组成部分,而水环境则是水文化的载体。“在城市水环境建设中,一定要打破传统的‘粗、灰、冷’,单纯追求安全性的建设模式,对水环境的建设要突出其文化性、艺术性、亲水性。”^[4]以山东蓬莱市为例,近年来的防潮工程建设,紧紧围绕海滨风景旅游城市定位和独有的海洋文化、神仙文化做文章,重点结合蓬莱阁、蓬莱水城、戚继光表功祠和戚家牌坊等文化古迹的保护修缮,在防潮堤上布设了八仙雕塑、相关绿化小品等景观,水利工程的造型与周围的环境美化协调,不仅丰富了城市文化内涵,而且增加了人对防潮工程的亲切感。

参考文献:

- [1] 梁山,赵金龙,葛文光 生态经济学[M].北京:中国物价出版社,2002:282,286
- [2] 靳怀春 城市建设要高度重视水环境问题[J].中国水利,2001(7):35
- [3] 张伟波 对城市水利的思考[J].中国水利,2001(7):34
- [4] 许晓彤 关于城市水环境建设的思考[J].中国水利,2001(7):37

(上接第65页)

并为NWW向断裂切断,在它们的交汇处常有地震发生。在冀中中断陷和冀南断陷内,受基底所控,位于NE向构造与NWW向(或NW向)的构造交汇部位,底板埋深最大,相应地裂缝分布也最为集中。

总之,地质构造是控制地裂缝孕育发展、活动性质和展布格局的决定性因素。

6 结 语

河北平原是地裂缝的多发区。地裂缝在时间上的递增

性、区域上的扩展性,以及危害的严重性日益引起各方面的重视。地裂缝形成原因多样,目前尚未达到完全的共识。初步分析认为地裂缝是以构造运动包括地震为基础,降水、地表水、地下水为促进,地形地貌、土体岩性为条件产生的。探讨地裂缝的分布规律及成因将有助于对地裂缝的形成及可能引发的灾害进行预防和治理,有一定的现实意义。

参考文献:

- [1] 王景明 地裂缝与其灾害的理论与应用[M].西安:陕西科学技术出版社,2000:112-119
- [2] 刘金峰 任丘地区井孔注水和地震活动与地裂缝关系[J].河北地质学院学报,1995,18(6):574