

地质环境要素的层次分析方法 ——以辽宁省下辽河平原为例^①

赵天石

(辽宁第二水文地质工程地质大队 辽宁大连 116033)

摘要:在地质环境的研究中关于地质环境分析方法的研究有待于进一步深化,需要探索一些更为具体的可操作性的方法。本文以辽宁省下辽河平原的地质环境分析为例,提出了地质环境要素的层次分析方法并总结出前第四纪地质环境背景分析、第四纪地质环境的演化分析、全新世和古代人类活动对地质环境的影响和作用分析、现代人类活动对地质环境生态环境的影响分析等四个方面的分析要点和步骤,并总结出该地区地质环境的基本特点和对策。

关键词:地质环境 地质环境要素的层次分析 辽宁省

中图分类号: T69

文献标识码: A

构成地质环境的要素很多,包括岩性、地层、构造、地壳运动、外动力地壳作用、地貌、地质发展历史、自然地理、气候、土壤、大气、人类活动等,在进行地质环境的分析研究时,如何对这些地质环境要素进行分析,建立一种系统分析方法是十分重要的。地质环境分析的方法见诸于很多参考文献^[1~5],但专门分析方法的讨论还较少。本文提出的分析方法是地质环境要素的层次分析方法,既根据地质环境要素的发生顺序和对地质环境的影响程度、规模等建立分析的层次,并建立一种分析程序和规则,即评价地质环境要素的层次分析方法。具体讲分析方法的层次是:前第四纪地质环境背景分析,第四纪地质环境的演化分析,全新世和古代人类活动对地质环境影响和作用分析,现代人类活动对地质环境生态环境的影响分析。在这样一个思路指导下,本文试对环渤海地区的辽宁省下辽河平原地区的地质环境要素进行简要的分析,并由此总结出下辽河平原地质环境的一些基本特点和相应的对策意见。

1 下辽河平原的概况和地质环境背景分析

1.1 下辽河平原的概况^②

下辽河平原呈北东—南西方向宽带状斜卧在辽宁省的中部,东依千山山脉,西靠医巫闾山,北部隔铁法波状丘陵与松辽平原相望,南为渤海的辽东湾。东西宽 120~140 km,南北长

① 收稿日期: 2002-09-20

作者简介: 赵天石(1942~),男,教授级高级工程师,长期从事水文地质工程地质环境地质研究工作。

② 辽宁省地质局第二水文地质大队,辽宁省下辽河平原区域水文地质调查报告(内部出版),1979。

240 km,面积约 $2.65 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。作为一个完整的地质构造、地貌和水文地质单元,同时也是—个大的地质环境单元。这个地质环境单元是一个具有很多地质环境优势,同时又有很多地质环境问题的大单元,但总体上应属于地质环境相对脆弱地区。

1.2 大地构造和地壳运动特征

下辽河平原的基底构造属于华北地区的三级构造单元下辽河拗陷区,根据板块构造理论,属大陆裂谷盆地,与辽东湾合称为辽河裂谷,属渤海裂谷系组成部分的北支之一。渤海湾裂谷系北支长约 470 km,宽约 30~75 km,深 7~9.5 km。由于地幔物质上拱,地壳区域引张、裂陷,形成新生代沉积盆地,老第三系最大埋深超过 7 万米^[6]。下辽河平原基底较大的次级构造单元有东部斜坡带、东部凹陷、中部凸起、西部凹陷、西部斜坡带、大民屯凹陷。这种基底构造特点对地质环境的主要影响是:

1.2.1 奠定了区域地质环境的背景

构造决定的地质环境背景主要表现在中新世代的沉积特点和现今地形地貌特征。下辽河平原地区的新生代基底构造运动总体具有“先断后拗”的特点,即先断陷形成上述六大次级构造单元,并沉积厚达 7 万米的老第三系,然后总体拗陷,新生代盆地被新第三系和第四系填平,形成今日冲积平原的地貌景观、土壤和植被类型、分布特点。下辽河平原就是在这样的区域地质构造背景下诞生的,并以其独特的地质环境影响着生态环境的演化和人类的生存发展。

1.2.2 奠定了地质环境的优势和劣势

与地质构造有关的地质环境主要优势是:

(1) 地壳总体稳定,除构造斜坡带边缘地区外,构造活动相对平稳。

(2) 长期大幅度沉降的地质环境和粗粒相沉积物的发育,决定这里的油气资源和地下水资源十分丰富,地下水资源中不仅有丰富的第四系孔隙水资源(浅层水和深层水),而且有丰富的第三系孔隙—裂隙层间水资源,另外还有湿地和湿地植物等资源,这为当地的经济和社会发展奠定了基础。

(3) 地势平坦,总体自然条件比较优越,十分适合人类居住和工程建设活动。

与地质构造有关的地质环境劣势是:

(1) 构造斜坡带边缘地带仍有构造活动,并伴有破坏性地震发生,如海城地震,造成一定的破坏。

(2) 作为区域地表水地下水的汇集中心,地下水位较高,易涝,并伴有盐渍化的发生。

(3) 这种沉积环境下形成的软土、可液化砂土等不仅提高了工程建设的难度和造价,还可能诱发次生的环境地质问题,如地面沉降、砂土液化等。

2 第四纪地质环境的演化分析

第四纪地质环境主要是沉积环境,影响第四纪沉积环境的两个主要因素是全球第四纪古气候的周期性变冷和海水入侵。文献^[7]详细讨论了这方面的问题,叙述了以阿尔卑斯山的冰川为代表的全球第四纪冰川作用。1909 年命名了四次冰期,即贡兹、门德、里斯、武木冰期,后来又发现了更早的多瑙冰期和拜伯冰期。我国在七八十年代区域水文地质普查中进行了类似的命名和划分。文献^[1]将华北平原划分为四次冰期和三期间冰期,相应的第四纪古气候变化划分为湿润寒冷(第一冰期)—温和湿润(间冰期)—森林草原景观(第二冰

期)——略显干旱(间冰期)——干冷(第三冰期)——气候寒冷湿润转为温暖而干旱又转为湿润寒冷(第四冰期)——温凉潮湿转为温暖多雨又转为现代气候(冰后期),同时划分出六次海侵。笔者1979年在下辽河平原工作中也进行了相类似的划分^①,划分了四个冰期和三次海侵(榆树海侵、马坨子海侵、高坎海侵),但工作精度和研究程度低于华北平原。

第四纪古气候的变迁和海侵控制了辽河平原第四系的岩相分布和沉积物的形成,尤其是地下水的形成和分布:

(1)冰期作用控制了冰碛—冰水扇的分布。山前分布的冰碛物成为很好的隔水层,冰碛扇的前缘为杂乱无章的混杂的冰水堆积,主要堆积物为砂砾石混土,厚度30~80 m,最大可达100 m,岩相稳定,成为第四系下部的弱含水层,地下水较少开发。

(2)随着冰川作用的逐步减弱后退,河流的冲积作用逐步加强,再加上三面环山的地貌环境,冲积物和冲洪积物以粗粒相的砂和砂砾石为主,粘土类层较小,是区别于华北平原的重要特征。流水作用在下辽河平原形成九个较大的以 Q_2 和 Q_3 为主体的冲洪积扇,包括辽河冲洪积扇、太子河冲洪积扇、海城河冲洪积扇、大小凌河冲洪积扇、黑鱼沟河冲洪积扇、羊肠河冲洪积扇、东沙河冲洪积扇等,及扇间地带和河间地块,成为良好的地下水富集地区。我国特大型的沈阳水源、首山水源、盘锦水源等就座落在这些区域,并以“下辽河平原天然地面水库”著称,构成区域地质环境十分重要的特色和优势。

(3)由于气候干燥,下辽河平原南部(下游)几次经历大陆盐化作用,再加上三次海侵作用,地面水蒸发浓缩,矿化度升高(有些地段地面水矿化度已超过了卤水),形成了现今的“上咸下淡”的含水层矿化度结构。其有别于现代滨海地带“上淡下咸”(由水的比重决定的)的结构。经钻探测井和深井施工验证,上咸下淡的介面不是平直的,而是犬牙交错的,因此有“咸—淡—咸—淡”等多种含水层矿化度结构形式。作为有待进一步开发的“南大荒”,大面积咸水体的存在,为人类未来的发展留下了空间。

3 全新世和古代人类活动对地质环境影响和作用分析

一般认为人类出现在第四纪(258万年),但是原始的人类活动对地球的地质环境的影响是微小的。全新世时(1万年)随着人类的不断进化和数量的增加,对地质环境的影响不断加强。如果以1840年为时间界线,在此之前的环境地质作用可分为两大类,即自然环境地质作用和人类活动的环境地质作用。

3.1 自然环境地质作用

全新世的自然环境地质作用是第四纪环境地质作用的延续。全新世区域古气候经历了温凉潮湿、温暖多雨、现代气候三个阶段的演变。在下辽河平原地区,由于作用时间较短作用力较小,冲洪积作用形成冲洪积扇在平面分布上大大后退,萎缩,沉积厚度大大变小。山前地带不超过10 m,中部10~20 m,滨海地带可达20~30 m。仍以粗粒相为主,表层沉积物变细,以细砂、粉砂、亚砂土为主,有的则相变为亚粘土和粘土。此次的海侵范围最大,北部超越了盘山,可达台安南部,东部达到大石桥一带。在全新世这种自然环境地质作用下,形成了本区地质环境的优势和劣势。

^① 赵天石,辽宁省下辽河平原第四系划分的初步意见(第一届全国第四系学术讨论会)(未刊)。

地质环境的优势：

(1) 浅层含水层分布广泛,属较富水的范围,为水资源调蓄留下了空间。

(2) 有些地段表层分布有不同厚度的粘性土,这可保护含水层,使其与地下水都免遭污染,成为含水层和地下水的自然保护层和良好的含水层上边界。

地质环境的劣势：

(1) 含水层,尤其粉细砂等细粒含水层裸露地表,成为沙尘暴的主要物质来源。

(2) 含水层直接裸露地表,失去粘性土的保护,成为易受污染的地下水环境脆弱地带。

3.2 人类活动的环境地质作用

下辽河平原地区早在几十万年以前就有了原始人类的活动^[8],新石器时代的人类活动遗址几乎遍及全区,其中以 7200 年前的沈阳新乐遗址为典型代表。辽东一带的土地开发始于三千多年以前的殷末周初,辽河流域的开发则始于春秋战国时期,为农业的开拓阶段。至两汉时期,人口已达十二万八千户六十二万五千人。明代人口达三十八万,耕地 2267 ~ 2467 km²。民国初期,除了沿海滩涂,西北部的盐碱沙荒和东部山区中的小块荒地之外,均不同程度的进行了开发利用。1928 年地区人口已达 1100 万人,估计土地面积 59333 km²;目前,该地区人口 4138 万(1999 年),耕地 45077 km²(辽宁省全区)。

如果以 1840 年为通常的中国古代史和近代史的分期,则在古代本地区开发程度较低,即使到了明代,其人口和耕地也仅为目前的 0.92% 和 5.5%,因此对地质环境的影响是很小的。而且这种开发程度较低的状态保持了很长时间,两汉时期的人口和明代人口都保持在一种人烟稀少状况下的稳定,甚至有所减少,因此不可能有较大的人类工程活动,对自然环境地质作用的影响和干扰也相对较小且稳定,自然环境地质作用仍然在不受干扰的“自然的”延续,地质环境保持一种长期的稳定。

但是,古代人类活动对地质环境的影响问题仍是一个有待于进一步研究的边缘课题。

4 现代人类活动对地质环境生态环境的影响分析

对于中国,一般认为 1840 年的鸦片战争是近代的开始,1949 年则是现代的开始,现代人活动实际上就是这两个时期的活动,有 160 多年的历史。这两个时期与人类历史相比虽然很短暂,但对地质环境生态环境的影响则十分巨大,而且越来越大,甚至表现为一种几何级数增长的趋势。

第一是人口膨胀。根据有的学者研究^[9],五千年前世界人口为 500 万,公元元年为 1.7 亿,1850 年为 12 亿,1950 年为 25.16 亿,1999 年为 60 亿。在我们所研究的时间段内(1850 - 1950 年)翻了一番。人口增长必然伴随着规模扩大的拓荒开垦和工程活动的增加,而且工程规模越来越大,越来越复杂,并向三维空间发展。

在本区,全面改变地质环境有较大的影响工程活动有：

(1) 在山区星罗棋布的地表水库工程的修建,从根本上改变了地表径流条件。大量地表径流被拦蓄在山区,实际上是改变了十分重要的作为外动力地质作用的重要组成部分之一的冲积作用,也就改变了本区的现代沉积作用,还激化了新构造运动,形成水库诱发地震。

(2) 大规模长期的森林采伐,改变了地区的生态环境和条件。

(3) 长期引用外水资源种植水田,在本区建立了一种长期的相对稳定的人工湿地(水田),既建立了一种新的生态系统,同时对原有的三角洲生态系统也有所改造和优化,荒漠的

滨海盐碱地地质环境得到了生态环境上的改造和优化。

(4)大规模的矿业开发活动破坏了原有的地质地貌环境,也在一定程度上改造了原来的生态环境。

(5)大规模地下水资源的开发,影响到原来的地质环境(主要是地下含水结构的地质环境),也直接影响到地下水的水质和地区人类生态环境。

(6)城市的建设和扩大,影响到地壳的稳定性、地面稳定性和岩土体稳定性,而且很多的影响是负面的。笔者曾研究过城市人工边坡问题^[10],这是人类活动对城市地质环境影响的典型实例之一。

从上面的简单分析中可以看出,人类为了生存和社会发展的需要,顽强地认识自然,努力地改造自然,甚至要“人定胜天”。人类工程活动无疑会给人们带来很多好处,这是它的优点,但也会带来很多负面影响,存在很多问题,威胁到经济和社会的可持续发展。笔者曾经研究过这个问题^[11],进行过初步的讨论和分析,受到了有关方面的重视。

5 地质环境的利用和优化方向

针对上面分析中提出的问题,可以提出以下对策思路:

(1)开发水利工程不仅要满足人类的需要,还要满足地质环境优化的需要。恢复必要的合理的冲积作用和沉积作用,建立起符合自然规律的水资源调度系统和流域管理系统。

(2)植树造林,恢复植被,保护水土,增强自然制氧功能。

(3)保护各类湿地地质环境和生态系统。

(4)将矿业开发提高到一个新的层次——一边开发边复垦边绿化。

(5)在新的水资源管理调配系统的基础上保护并优化地下水储水系统和地下水环境。

(6)建立起新的城市荷载补偿均衡系统,实现地壳、地面、岩土体的动态平衡和稳定。

上述对策思路虽然是初步的概念性的,但却是方向性的根本性的,具有很强的针对性。有些已经实施,并且立了法,有些还没有受到应有重视,负面影响还在延续之中。

6 结论与讨论

6.1 结论

(1)当人类实施可持续发展战略,日益重视地质环境的意义时,地质环境要素的分析方法问题就同时被提出。在我们充分认识到这个问题的困难性和复杂性时,还应努力进行探索。地质环境要素的层次分析方法分析的层次分别是前第四纪地质背景分析、第四纪地质环境的演化分析、全新世和古代人类活动地质环境影响和作用分析、现代人类活动对地质环境生态环境的影响分析。

(2)这种分析的特点是建立在地质历史分析和人类历史分析相结合的基础上,是历史与现实的结合,是自然与人类的结合,这正是地质环境分析研究应有的基点。

(3)地质环境分析是面对未来的,因此不仅要分析它的优势,还要分析它的劣势,即要寻找它的问题,又要提出避免劣势,解决问题,优化地质环境的方向和措施。

6.2 讨论

地质环境不仅本身的组成和相互关系是复杂的,而且它与外部系统的关系也是复杂的,

很多课题有待于深化研究。最重要一点是人类本身的工程和经济活动对人类本身地质环境的影响:正面的和负面的、历史的和现实的、单一的和综合的、宏观的和微观的。这些将直接指导地质环境影响评价工作和人类的工程和经济决策。

参考文献

- [1] 张宗洁,沈照理,薛愚群,等.华北平原地下水环境演化[M].北京:地质出版社,2000
- [2] 黄春长.环境变迁[M].北京:科学出版社,2000
- [3] 张永波.水工环研究的现状与趋势[M].北京:地质出版社,2001
- [4] 籍传茂.地质与人类生存、环境、自然灾害[A].全球变化[C].北京:地质出版社,2000
- [5] 朱大奎,王颖,陈方.环境地质学[M].北京:高等教育出版社,2000
- [6] 张占文.辽河盆地天然气地质[M].北京:地质出版社
- [7] M.A.J. Williams. 第四纪环境[M].北京:科学出版社,1997:16-18
- [8] 辽宁省计划经济委员会.辽宁国土资源[M].沈阳:辽宁人民出版社,1987:5-7
- [9] 中国科学院可持续发展研究组.中国可持续发展战略报告(2000)[M].北京:科学出版社,2000:67-75
- [10] 赵天石.试论城市人工滑坡的若干问题[J].中国地质灾害与防治学报,2001,12:38-42
- [11] 赵天石.人类工程活动对地质环境的影响和岩土工程问题[J].辽宁地质,2000,17(1):57-61

The gradation analysis methods of geological environment factors : an example of the plain of the lower reaches of the Liaohe river in Liaoning province

ZHAO Tian - shi

(No.2 Hydrogeology and Engineering Geology Team of
Liaoning Province , Dalian 116033 , China)

Abstract

It is necessary to put forward more concrete and accessible analysis methods in studying geological environment. According to the geological environment analysis of the plain of the lower reaches of the Liaohe river in Liaoning province , the article proposes the gradation analysis methods of geological environment factors , including the analysis of Quaternary geological environment background , the analysis of Quaternary geological environment evolution , the analysis of recent and hominid activity effect on geological environment , the analysis of modern human being activity effect on geological and ecologic environment , and summarizes characteristics and countermeasure of geological environment in this area.

Key words :geological environment ; the gradation analysis methods of geological environment factor ;Liaoning province