

松辽分水岭的水文地质特征及其对生态环境的影响

赵海卿^{1,2}, 苑利波³, 张哲寰², 王长琪²

(1. 中国地质大学 水资源与环境学院 北京 100083 ; 2. 沈阳地质矿产研究所 辽宁 沈阳 110034;

3. 辽宁省工程勘察院 辽宁 锦州 121001)

摘要 晚更新世以来形成的松辽分水岭是松辽平原新构造运动中最重要的地质事件之一,也是松辽平原西部脆弱生态环境恶化的重要地质因素。通过对松嫩平原分水岭的形成演化、地质及水文地质特征的研究,论述松辽分水岭的形成对松辽平原西部生态环境的影响,认为松辽分水岭是通榆、长岭、乾安、双辽一带水资源缺乏及生态环境恶化的重要地质因素,治理和保护生态环境应考虑到这一新构造运动的影响。

关键词 松辽分水岭; 生态环境; 新构造运动; 水文地质

松辽分水岭是位于松花江水系与辽河水系分界地的一个新构造隆起带,全长近 300 km。松辽分水岭东西横贯松辽平原,将松辽平原一分为二,北部为松嫩平原,南部为辽河平原。松花江和辽河两大水系各自都有发源于长白山和大兴安岭的两源。松花江由发源于长白山的第二松花江和发源于大兴安岭的嫩江在吉林省松原市北汇合而成;辽河则由发源于长白山的东辽河和发源于大兴安岭的西辽河于双辽南汇合而成。松辽水系支流几乎遍及东北地区,是东北地区生产和生活用水的主要水源。

1 松辽分水岭的形成与演化

松辽分水岭是在新构造运动作用下形成的一个构造地貌单元,它的形成是一个地质历史过程,是本区第四纪新构造运动的表现和结果。遥感卫片资料解译显示,于松辽盆地中央拗陷区的南部有数条近东西向延伸的断裂(F_3 、 F_4 、 F_5)呈阶梯状分布于分水岭两侧(图 1),并在分水岭核部有中生代早白垩世末期形成的新安镇、大兴、金山等轴近东西向的短轴背斜。这些基底构造在新构造运动的继承性活动下,隆起成为松辽分水岭,这是分水岭中部形成的构造基础。

中、新生代以来,以沉降为主的松辽平原曾有 2 次较大规模的隆起抬升,影响和控制着古地理环境和地质结构的变异。第一次发生于晚白垩世,燕山

运动使全区普遍上升,松辽盆地被分割成辽河与松嫩 2 个盆地。新生代以来,盆地逐渐收缩,中心不断西移,致使 2 个盆地间的晚白垩世和古近纪沉积层变薄或缺失,沿分水岭附近伴有多期玄武岩侵入或喷出,如大孤山、小孤山、范家屯西山、尖山、平顶山、大哈拉巴山、小哈拉巴山、玻璃山等。其中平顶山玄武岩侵入到白垩系下统地层,玄武岩 K-Ar 法年龄为 73.5 Ma,即形成于晚白垩世。大孤山火山侵入到新近系灰白色砂砾岩中,玄武岩 K-Ar 法年龄为 8.7 Ma 年,即形成于新近纪^[1]。第二次发生于中更新世晚期,在第一次隆起构造的基础上再度隆起,并形成一系列的南北向(或北偏西 5°)的断层,以及与其相伴生的西陡东缓的掀斜构造。分水岭的抬升导致分水岭附近的下更新统砂砾石和中更新统早期的沉积物遭受强烈剥蚀,乃至剥蚀殆尽。从下辽河平原缺失早、中更新世沉积,西辽河平原存在中更新世末形成的岩性及矿物粒度变化较大的界面^[2],说明西辽河改道南流发生在中更新世末。总之,地层分布、火山活动及断裂活动等资料分析表明,松辽分水岭的形成开始于白垩世末(东段高平原部分),形成于中更新世末和晚更新世初(中部低平原部分)。

中更新世末期以后,随着松辽分水岭的缓慢抬升,盆地的沉积环境发生变化,沿分水岭两侧堆积了以冲积相为主的浅色的亚砂土和粉细砂,厚度薄,仅 10~40 m,不足盆地中心的 1/3。在盆地的中心部位则是以湖积相为主的暗色淤泥质亚黏土、亚砂土夹

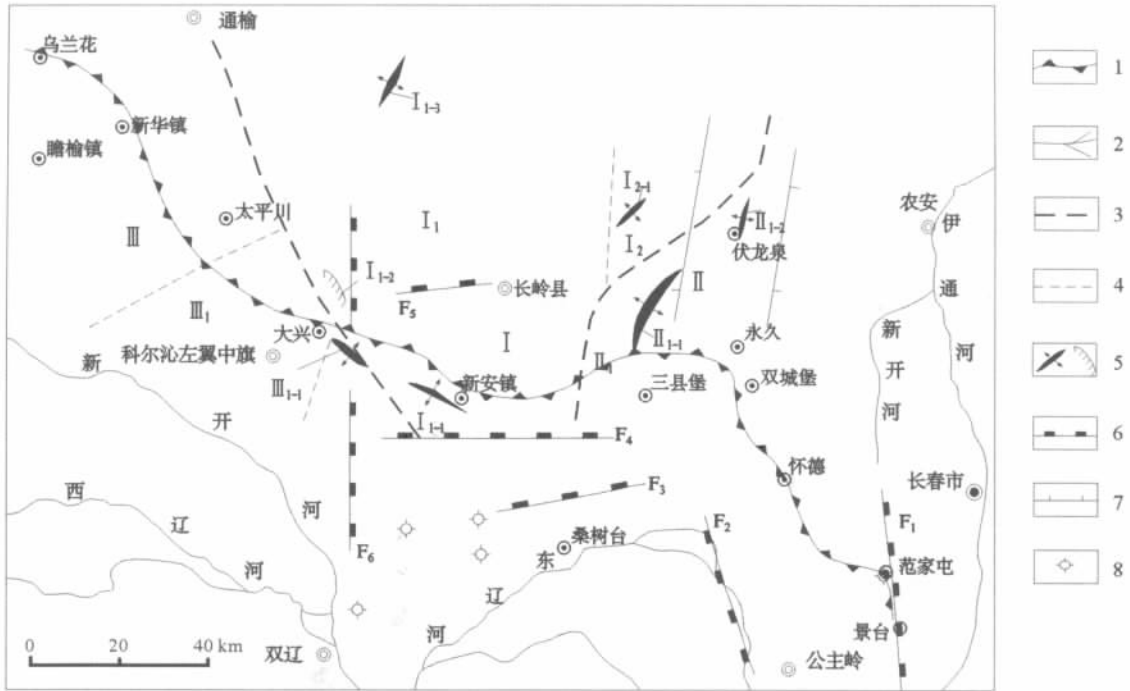


图1 松辽分水岭与基底构造分布图

Fig. 1 Distribution of basement tectonics of the Songliao divide

1—潜水分水线(watershed line of groundwater); 2—河流(river); 3—二级构造分区界线(boundary of secondary tectonic unit); 4—三级构造分区界线(boundary of tertiary tectonic unit); 5—局部构造(local structure); 6—卫星照片解译断裂(fault interpreted from satellite image); 7—实测断裂(surveyed fault); 8—火山锥(volcanic cone); I—中央拗陷带(central depression belt); II—东部隆起带(eastern uplift belt); III—西部隆起带(western uplift belt)

粉细砂层,厚 90 余米,这完全是受松辽分水岭隆起所控制的结果.全新世以来松辽分水岭仍处于很活跃的抬升阶段,据估算,长岭隆起上升速度为 $0.01 \sim 0.1 \text{ mm/a}^{[3]}$.

2 松辽分水岭的地质与水文地质特征

2.1 地质特征

松辽分水岭在地貌上由东向西跨越了松辽平原的东部高平原、中部低平原和西部山前倾斜平原.按其所处的不同地貌位置,可以将其分为东部高平原段(东段)、中部低平原段(中段)和西部山前倾斜平原段(西段)3段分水岭.

2.1.1 东部高平原段分水岭(东段)

东段分水岭南起伊通县的景台,向北经范家屯西、怀德到长岭县的三县堡与永久之间,是由南北向隆起所控制的一段分水岭.分水岭以垄岗地形呈近南北或北偏西 5° 方向延伸,长约 80 余千米.地面标高一般在 $226 \sim 250 \text{ m}$,最高点位于永久镇,高程为 260 m ,高出周围 $50 \sim 60 \text{ m}$.该区自晚白垩世末期,受东辽河(F_2)与新开河(F_1)两条北北西向断裂影响,形成了地垒式河间地块,隆起形成松辽分水岭的脊部.沿线

分布有大孤山、小孤山、范家屯西山、尖山等火山堆.在南部大黑山与松辽平原交界处出露有白垩系下统泉头组,局部上覆薄层中更新统黄土状土.由景台至双城堡,第四纪地层单一,主要为中更新统含砾黄土状土,一般厚度 $5 \sim 15 \text{ m}$,分水岭顶部较薄,向两侧变厚.下伏白垩系泥岩,在局部陡坎处有白垩纪地层零星出露(图 2).

2.1.2 中部低平原段分水岭(中段)

中段分水岭东起长岭县的三县堡北,经新安县、大兴屯至新华镇,长约 150 km ,呈近东西向展布.该段是由长岭弧形隆起所控制的一段分水岭.由东向西分水岭由高平原过渡到低平原,地形标高由 227 m 下降到 150 m ,分水岭逐渐变宽、变缓、多支,至大兴-太平川一带已无明显的分水岭地形,分水岭宽度达 $5 \sim 10 \text{ km}$.该段分水岭南北两侧的地层分布有很大差异.分水岭北侧有新近系地层分布,第四系为湖泊相沉积,而分水岭南侧则缺失新近系及白垩系上统明水组,第四系为洪冲积的黄土状土.在永久-大兴钻孔揭露的地层有新近系灰白色砂砾岩,第四系白土山组灰白色砂砾石,中更新统亚黏土夹砂,上覆上更新统黄色中细砂夹灰黄色亚砂土、亚黏土,局部为全新统的风积砂(图

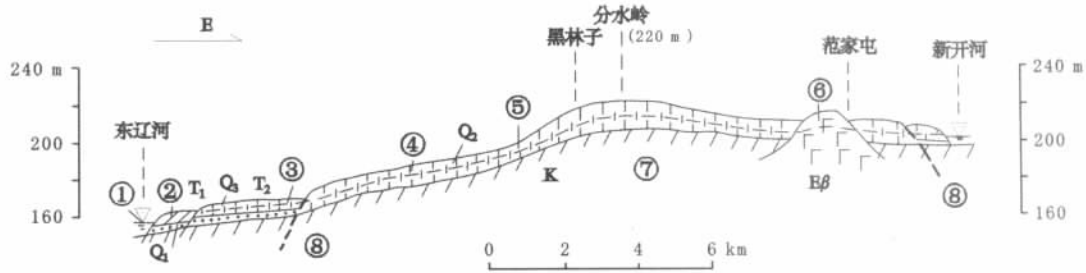


图 2 东部高平原段分水岭地质剖面图

Fig. 2 Geologic section of watershed in the eastern high plain

①—河流(river); ②—一级阶地, 亚砂土与砂(first-order terrace/T1, clayey silt and sand); ③—二级阶地, 黄土状亚黏土与砂砾石层(second-order terrace/T2, loess-like loam and gravel); ④—台地, 黄土状土(tableland, loess-like soil); ⑤—潜水位(water table level); ⑥—火山锥, 玄武岩(volcanic cone, basalt); ⑦—白垩系地层(Cretaceous stratum); ⑧—卫片解译断层(fault interpreted from satellite image)

3). 在东部高平原向低平原过渡地区, 分水岭南北两侧坡度不对称, 南侧坡度较陡, 并有冲沟发育, 北侧坡度较缓。

岭舒展、多支, 地形变化不太明显。

2.2 水文地质特征

2.2.1 地下水富水性

沿分水岭附近的不同地段, 地下水的含水介质和富水性差别较大。东部高平原分水岭附近, 由于第四系下更新统砂砾石含水层遭受剥蚀, 含水介质主要是第四系含砾黄土状亚黏土和白垩系粉细砂岩, 局部不连续分布的第四系砂、砂砾石, 厚度很薄。该段含水层富水性差, 地下水贫乏, 水位埋深一般 8~10 m 以上, 最深 30 m 以上, 单井涌水量小于 100 t/d, 水质以重碳酸钙、镁型为主。

中部低平原段分水岭附近虽是多层地下水分布区, 分布有上更新统粉细砂、下更新统砂砾石、新近系泰康组砂岩和大安组砂岩多个含水层。由于受分水岭隆起的影响, 下更新统、新近系泰康组及大安组含水层遭受剥蚀, 致使含水层变薄或缺失, 分布不连续, 富水性变差。上部第四系潜水, 含水介质颗粒细, 富水性小, 单井涌水量小于 100 t/d。因此在长岭、通榆南部和双辽北部地区地下水贫乏。该段潜水水位埋深一般 4~7 m, 承压水水位在 6~15 m。在分水岭附近的新华镇一带, 局部呈岛状分布的深层地下水, 矿化度高达 7 g/L, 可见其循环滞缓。

西部分水岭进入霍林河扇形地, 含水介质变粗, 为中、上更新统冲洪积砂及砂砾石, 厚 10~20 m, 富水性增强, 单井涌水量可达 1000~3000 t/d, 地下水位埋深 5~8 m。

2.2.2 地下水的流场

松辽地下分水岭与地表分水岭并不完全重合, 图 4 是松辽地下分水岭附近潜水位等值线图。可以看出, 高平原景台 - 双城堡段分水岭较窄, 地下水接受降水补

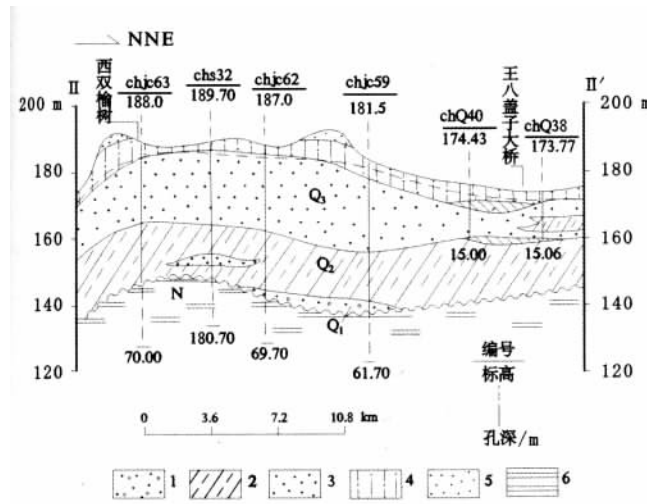


图 3 中部低平原段分水岭地质剖面图

Fig. 3 Geologic section of watershed in the central low plain

1—下更新统砂砾石(Lower Pleistocene gravel); 2—中更新统亚黏土(Middle Pleistocene loam); 3—上更新统粉细砂(Upper Pleistocene silty fine sand); 4—亚砂土(clayey silt); 5—风积沙(aeolian silt); 6—新近系泥岩(Neocene mudstone)

2.1.3 西部山前倾斜平原段分水岭(西段)

西段分水岭东起新华镇与乌兰花之间, 向西北延至霍林河扇形地, 长约 60 km。新生代以来, 该区构造运动较微弱, 且处于相对沉降状态, 接受了第四纪早更新世中期的沉积。受古地理环境的控制, 沉积物西北薄(20~30 m), 东南厚(70~90 m)。至更新世晚期, 新构造运动的隆起作用增强, 隆起强度自东南向西北逐渐增强, 致使瞻榆以西地面遭受剥蚀, 至霍林河扇形地, 上覆着沙丘, 地表呈波状起伏, 但地势比较开阔, 分水

流,但仅流经很短的流程就以 180° 角度调头南下.在二龙山一带,东辽河主流与其支流大北河,二者也呈钝角反向相接,这些说明松花江和东辽河都有过与现今流向相反的历史^[4].嫩江、第二松花江、西辽河、东辽河原本都是流向松辽平原中心的河流,中更新世晚期到末期,随着松辽分水岭的不断抬升,古嫩江改道东流,西辽河也调头南下,导致了松辽统一水系的解体.晚更新世,乾安大湖逐渐萎缩、消亡,到晚更新世末,现代松辽平原水文网的分布格局基本形成.

3.1.2 现代河流的频繁改道

全新世以来,本区的新构造运动趋于活跃,致使地表水系频繁迁移改道.分水岭南侧的西辽河是全新世以来迁移改道最频繁的河流之一,晚更新世末古西辽河大致位于现在新开河的位置,全新世以来,河道大规模向南迁移了60 km,其中1917~1959年间就有5次大的向南流动改道.西辽河支流教来河1907~1949年间有6~7次改道^[2].第二松花江、新开河下游河段都有过多次改道.再如分水岭北侧的霍林河,原在同发与团结之间向东南流经长发河与四井子南,经尤家窝棚、龙沼、海坨并流向查干泡,改道后流向向海庙南和双岗站北,经马家窝棚流向查干泡,一般年份霍林河成为了盲尾、散流河.洮儿河在晚更新世末至全新世初,自洮南的中心屯东,向东流经二龙亭口、侯家屯,经现在的霍林河下游河道至查干泡东北注入嫩江,后在中心屯改道,向东北方向流至月亮泡注入嫩江^[5].

3.2 对地下水分布的影响

松辽分水岭的形成不仅改变了地表水系的分布,同时也控制了地下水的分布.分水岭的隆起,使其附近的主要砂砾石含水层遭受剥蚀变薄或缺失,含水层富水性变差.如新安镇至乌兰花一带,本应是有多层地下水的富水区,由于含水层遭受剥蚀变成了地下水贫乏区,农业和生活用水紧张.东部高平原分水岭附近第四系含水层几乎剥蚀殆尽,致使范家屯、怀德、双城堡、永久一带的居民生活用水只能依靠第四系黄土状土中的地下水.

3.3 对松辽平原西部土地荒漠化的影响

采用 ^{14}C 、热释光及考古等方法对松辽平原西部沙地古土壤和风成沙进行测年,得到本区沙地土壤年龄为全新世初期(11000 a.B.P.)—晚期(1200 a.B.P.)^[6],即形成于松辽分水岭形成之后.沙地在全新世经历了多次稳定期与活化期^[7],这与该地区的构造变动、气候变化有直接关系.气候变迁与构造变动的共同作用决定了沙地的形成演变过程,也决定了沙地演化的时空

模式^[8].

分水岭的抬升引起河床摆荡及河流相沉积物的裸露,为沙地的形成提供了物质条件.地壳抬升,河道比降减小,河流出山水流速度降低,河水中的大量泥沙堆积使河床抬高,又导致河道横向摆荡.沙滩、滨河床沙坝、天然堤等在盛行风的作用下移动,相互连接成沙丘群,经长期的发展演化形成大范围的沙地,这一过程在科尔沁沙地第四纪地层中有非常具体的体现^[9].

不仅科尔沁沙地如此,分水岭北侧的松嫩沙地的沙源也来自洮儿河、霍林河、松花江、嫩江的冲积河谷平原沙地^[10].这些沙地第四纪松散沉积物厚度一般70~90 m,其上部粒级多为0.25~0.1 mm^[11],已有的沙地土层薄、黏粒含量低,多砂质或砂壤质,抗风蚀能力低.这些沙地及已有的固定、半固定沙丘为松辽平原西部土地进一步沙化提供了充足的沙源.

3.4 对土壤盐渍化的影响

分水岭的抬升引起河流改道,河流在改道过程中留下的古河道、河曲带积水,在低平原形成多处封闭和半封闭的洼地^[12],形成了星罗棋布的湖泊群.由于这一带地势平坦,正常降水年份的降水基本不外流.这些湖泊在汇集周围地表水的同时也成为盐分运移的富集区.由于降水不能及时排泄,地表积水,增加了对地下水的补给,使地下水位升高,地下水的蒸发量增大,地下水中的盐分积留在土壤中,引土壤盐渍化.同时,这些湖泊没有常年河流补给,水浅,动态变化大,降雨多了积水形成涝灾,降水少了便干枯见底,露出白色的盐碱泡底,盐碱地随处可见,生态环境十分脆弱.

4 结论

(1) 松辽分水岭是在新构造运动作用下形成的一个构造地貌单元,是松辽平原第四纪新构造运动中的表现和结果.它形成于晚更新世末,至今仍在上升.它的形成对松辽平原西部生态环境的变化起着重要影响.

(2) 松辽分水岭的隆起使原本统一的松花江水系与辽河水系解体,导致松辽平原西部的通榆、长岭南部和双辽北部地区变成了无常年性河流的干旱缺水地区.分水岭的隆起也使沿分水岭附近的地下水含水层遭受剥蚀而变薄或缺失,导致地下水贫乏,生产、生活用水紧张.

(3) 分水岭的抬升引起河床摆荡及河流相松散沉积物的裸露,为土地沙化提供了物源,同时在松辽水系之间形成许多封闭和半封闭的洼地,成为盐分运移的

富集区和地下水位抬升区, 又为土壤盐渍化提供了条件。这是松辽西部沙地、盐碱地交错分布, 生态环境恶劣的主要地质因素。建设良好的生态环境应充分考虑到这一地质因素的影响。

参考文献:

- [1] 张庆云. 松辽分水岭的形成及其演化[A]. 见: 中国东北平原第四纪自然环境形成与演化[C]. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 1990.30—33.
- [2] 刘祥, 孙文丽. 西辽河水系变迁[J]. 内蒙古水利, 2001 (4): 69—71.
- [3] 刘祥, 云岚. 新构造运动与西辽河水系演化过程[J]. 内蒙古地质, 2002 (2): 24—27.
- [4] 姜琦刚, 刘占声. 松辽平原中西部地区生态环境逐渐恶化的地学机理[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2004, 34(3): 430—434.
- [5] 裘善文. 松嫩平原湖泊的成因及其环境变迁[A]. 见: 中国东北平原第四

- 纪自然环境形成与演化[C]. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 1990.146—153.
- [6] 裘善文, 李取生. 东北平原西部沙地古土壤与全新世环境演变[J]. 第四纪研究, 1992 (3): 224—232.
- [7] 乌兰图雅. 科尔沁沙地风沙环境形成与演变研究进展[J]. 干旱区资源与环境, 2002, 16(1): 28—31.
- [8] 李宝林. 松嫩沙地沙漠化的气候因素与沙地发育特征[J]. 中国沙漠, 1996, 16(3): 253—258.
- [9] 韩广, 张桂芳. 河流演变在科尔沁沙地形成和演变中的作用初探[J]. 中国沙漠, 2001, 21(2): 129—134.
- [10] 李取生. 松嫩沙地的形成与环境变迁[J]. 中国沙漠, 1991, 11(3): 36—43.
- [11] 肖荣寰. 松嫩沙地土地沙漠化研究[M]. 长春: 东北师范大学出版社, 1995.
- [12] 张哲寰, 赵海卿. 松嫩平原土地沙化现状与动态变化[J]. 地质与资源, 2008, 17(3): 28—31.

HYDROGEOLOGY OF THE SONGLIAO DIVIDE AND ITS ECO-ENVIRONMENTAL INFLUENCE

ZHAO Hai-qing^{1,2}, YUAN Li-bo³, ZHANG Zhe-huan², WANG Chang-qi²

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110034, China;
3. Liaoning Institute of Engineering Exploration, Jinzhou 121001, Liaoning Province, China)

Abstract: The formation of the Songliao divide since Late Pleistocene is one of the most important geological events of the neotectonism in Songliao Plain. It is also the significant geological factor for the deterioration of the fragile eco-environment in western Songliao Plain. Based on the study of the formation, evolution, geology and hydrogeology of the Songliao divide, the impact of the formation of the Songliao divide on the eco-environment in western Songliao Plain is discussed. It is concluded that the Songliao divide is an essential geological factor for the lack of water resources and the deterioration of ecological environment in the contiguous areas of Tongyu, Changling, Qianan and Shuangliao. The impact of the neotectonism should be considered in the control and protection of the eco-environment in the region.

Key words: Songliao divide; eco-environment; neotectonism; hydrogeology

作者简介: 赵海卿(1964—), 男, 中国地质大学(北京)在读博士, 教授级高级工程师, 长期从事水文地质环境地质研究工作, 通信地址: 沈阳市黄河北大街1号, 邮政编码 110034, E-mail/zhaohq64@163.com