

东北地区饮水型地氟病与地质环境

邸志强, 李景春, 苗 英, 金洪涛, 李旭光, 王长琪, 李 霄, 郭小东
(沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110033)

摘 要: 东北地区饮水型氟中毒病具有病区分布广、病人多、病情重、危害大的特点, 控制东北地区饮水型氟中毒病区分布的主要因素有气候、水文、地形地貌、地质构造、水文地质环境、地球化学环境. 分析了地氟病与地质环境的关系, 提出了饮水型氟中毒病区防病改水的途径和对策.
关键词: 地氟病; 地质环境; 东北地区

东北地区是我国地方病的重病区之一, 几乎每个行政区县都有不同程度的地方病分布. 其中饮水型地氟病具有病区分布广、病人多、病情重、危害大的特点. 本文所称‘饮水型地氟病’系指机体以饮水为主要途径摄入过量氟所引起的地域性氟中毒, 主要病症表现为氟斑牙和氟骨症.

1 东北地区饮水型地氟病的分布

依据《地方性氟中毒病区划分标准》(GB 17018—1997)^[1], 结合东北地区的特点, 区内饮水型地氟病可划分为轻、中、重三级(表 1)

表 1 饮水型地氟病区分类标准
Table 1 Classification standard for the distribution areas of drinking water- caused endemic fluorosis

项目	轻病区	中病区	重病区
地下水含氟量/(mg/L)	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 以上
氟斑牙患病率 (当地 8~12 岁人群)	30%	30%~60%	>60%
中度氟骨病	无	有	有
重度氟骨病	无	<2%	>2%

东北地区氟中毒病流行的地区主要有辽宁省的盘山、黑山、辽中、康平、建平、法库、新民、彰武、凌海、辽阳, 吉林省的通榆、白城、洮南, 黑龙江省的肇源、肇东、肇州、安达、林甸, 内蒙古自治区东部的通辽市、赤峰市、呼伦贝尔市及兴安盟的部分行政区域. 据资料统计^①, 黑龙江省、辽宁省及内蒙古自治区东部病区人口约 820 万人, 患病人数约 257 万人. 其中患氟斑牙约 238

万人, 氟骨症约 19 万人. 病区居民生活用水主要是第四纪浅层水, 地下水氟含量一般为 1~3 mg/L. 饮用高氟地下水是氟中毒致病的主要原因.

据调查研究分析, 东北地区饮水型地氟病分布有如下规律: (1) 从地形地貌上, 主要分布于松嫩平原、西辽河平原、呼伦贝尔高平原, 以及辽西构造盆地; (2) 从构造形态上, 分别位于松辽沉降带以及阴山—燕山近东西向构造与松辽沉降带相交复合部位; (3) 从水化学环境方面, 恰与高氟地下水的分布相吻合.

2 控制饮水型地氟病分布的因素

东北地区饮水型地氟病的诱因与饮用高氟地下水密切相关, 其分布均受周边自然环境、地质环境、人类活动等诸因素制约(图 1).

2.1 气候环境

气候控制和影响着本区地下水中氟的富集. 区内由南至北, 由东向西气候具有明显的差异, 降雨量和蒸发强度亦具由东向西变化幅度大的特点. 大气降水在入渗—淋溶—强烈蒸发—浓缩的反复作用下形成了本地区高氟水体, 主要分布于年蒸发量大于年降雨量的干旱和半干旱气候区. 如辽西地区年降水量仅 350~400 mm, 蒸发量 1800 mm 左右; 松嫩平原、西辽河平原西部年降水量仅 300~400 mm, 而蒸发量则达到 1800~2000 mm.

2.2 水文环境

东北地区水文网比较发育, 水体在形成径流、排泄

收稿日期: 2007-11-08; 修回日期: 2008-01-21. 张哲编辑.
基金项目: 中国地质调查局地质调查项目‘东北地方病严重区地下水及供水安全示范’(项目编号 1212010634701) 资助.
① 辽宁、黑龙江、内蒙古自治区 2005 年地方病防治工作调查表.

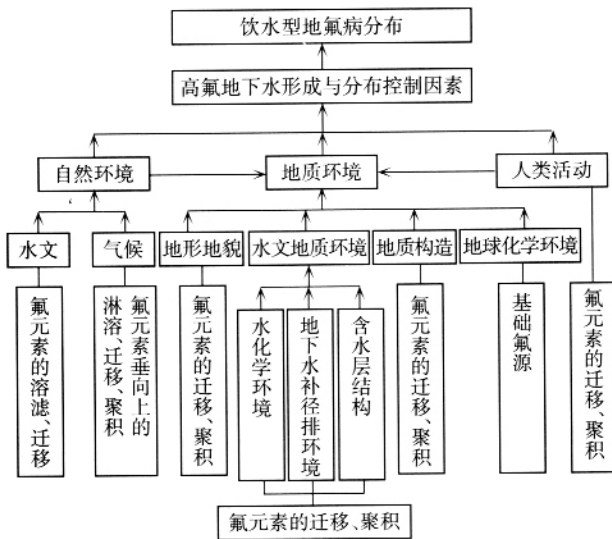


图1 饮水型地氟病分布受控因素分析框架示意图

Fig. 1 Analysis of controlling factors on drinking water-caused endemic fluorosis

(散失)的运动过程中,对F进行溶解、迁移、聚积的水文化学作用,导致松花江氟离子含量达0.52 mg/L左右,嫩江氟离子含量0.21 mg/L左右,月亮泡氟离子含量0.85 mg/L左右,查干泡氟离子含量1.70 mg/L左右(表2)。受水文环境的影响,在松花江、嫩江等流动的地表水体沿岸,地下水属低氟水区,多呈现非病区;而月亮泡、查干泡等闭流水体附近地下水为高氟水区,多出现中、重病区。

2.3 地形地貌

东北地区地势大体是西北高,东南低,西、北、东三面环山,南部濒临渤海和黄海,中南部形成宽阔的辽河平原和松嫩平原,东北部为三江平原。山地与平原之间为丘陵过渡地带。

高氟地下水基本分布在低平原区、霍林河盲尾散流地带及河间洼地。在低平原非流动性(闭流的)湖泊

表2 地表水体水化学特征

Table 2 The chemical types of surface water

水体	水化学类型	F/(ng/L)	TDS/(ng/L)	总硬度 CaCO ₃ /(ng/L)	pH
嫩江	HCO ₃ -Ca	0.21	158.4	71.91	7.36
洮儿河	HCO ₃ -Ca	0.37	206.66	91.85	7.8
月亮泡	HCO ₃ -Na·Ca	0.37	365.43	144.89	7.95
查干泡	HCO ₃ -Cl-Na	1.70	1044.66	156.82	8.81

附近多为中病区、重病区。低平原区病情较重,高平原区病情相对较轻(图2)。在同一地貌单元当中,正地形(高岗)病情较轻,负地形(碟型洼地)病情较重。而在松花江、嫩江等流动的地表水体沿岸多属非病区。

2.4 地质构造

区内高氟地下水和饮水型地氟病形成了在松辽沉降带和阴山-燕山近东西向构造与松辽沉降带相交复合部位规律性分布的格局^[3](图3)。

2.5 地球化学环境

地球化学环境控制着氟元素的来源。研究区地下水中氟离子来源是多方面的,主要来源为地下水补给区和径流区母岩及地下水径流区和排泄区土壤中的氟离子。

自然界中,氟主要以离子或络阴离子的形式存在于造岩矿物以及副生矿物中^[4]。高氟水分布区外围,前第四纪地质体岩性主要有沉积岩、变质岩、火山岩及侵入岩,其氟含量较高。这些岩石经物理-化学风化作用和大气降水淋溶、入渗,导致地下水氟含量增加。这些地区的泉水氟含量一般在1 mg/L或与之接近,而天然降水中氟含量一般小于0.01 mg/L,故高氟含量围岩是构成地下水多氟的一个主要物质来源。高氟病区周边北西向张性、张扭性断裂与裂隙中

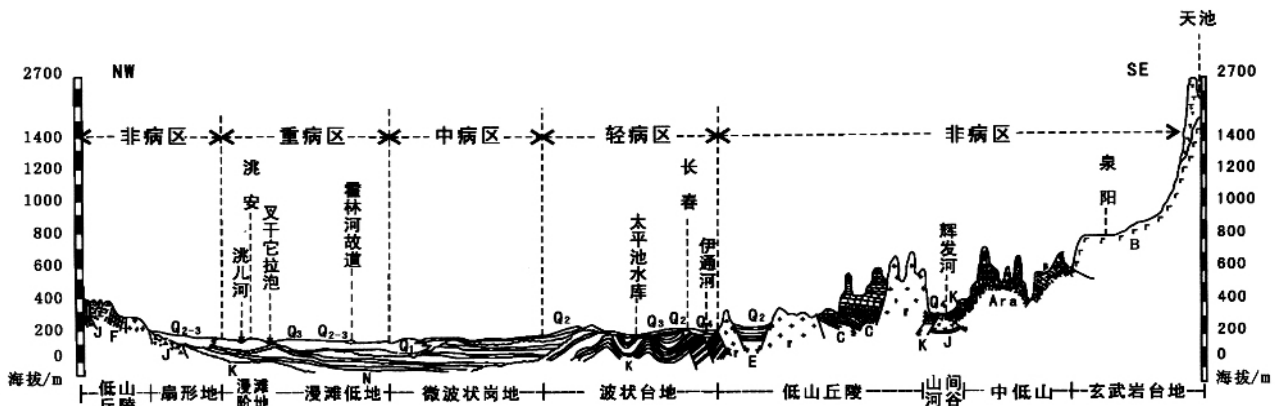


图2 饮水型地氟病分布与地形地貌关系图

Fig. 2 Relation between the distribution of drinking water-caused endemic fluorosis and geomorphology

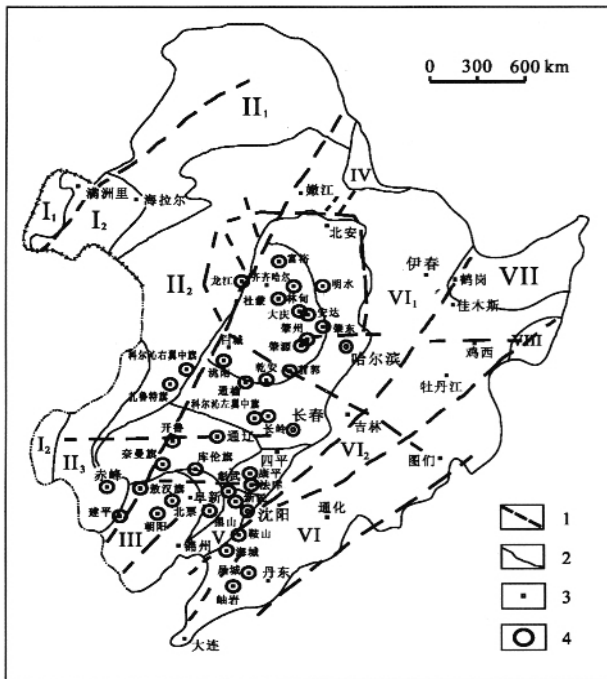


图3 东北地区新构造运动与饮水型地氟病分布图

Fig. 3 Distribution of neotectonism and the endemic fluorosis
新构造运动单元(neotectonic unit); I—呼伦贝尔沉降带(Hulunbuir subsidence zone); II—大兴安岭隆起带(Daxinganling mole track); III—阴山隆起带(Yinshan mole track); IV—逊克沉降带(Xunke subsidence zone); V—松辽沉降带(Songliao subsidence zone); VI—小兴安岭—长白山—千山隆起带(Xiaoxinganling—Changbaishan—Qianshan mole track); VII—三江沉降带(Sanjiang subsidence zone); VIII—兴凯湖沉降带(Xingkaihu subsidence track); 1—活动断裂(active fault); 2—构造单元分割线(boundary of tectonic unit); 3—城镇(city/town); 4—地氟病分布区(distributed area of endemic fluorosis)

常发育有萤石矿脉.在其附近的泉水中,氟离子的含量均较高,可高达 2.2 mg/L.所以萤石矿脉也是高氟水的主要来源之一.

岩石是土壤发育的母质.成土母质中氟矿物的组成、结构不同,其在土壤中的稳定程度不同.经各种地球化学作用,分解成游离的氟离子、络阴离子,被土壤中胶体和其他物质吸附、吸收而固定在土壤中的含量也不同,导致了不同类型土壤含氟量的差异.根据采样分析,土层中存有含氟矿物,且不同土壤中水溶氟含量不同(见表3).20 m深度以内的土层中,上层氟离子含量较高,且随深度的增加而逐渐减少.由于表层土中氟离子含量较高,在降水的淋滤、溶解作用下,土壤中的氟溶于地下水中,亦成为地下水的氟源之一.

表3 包气带不同岩性氟含量表

Table 3 F⁻ content for various rocks in vadose zone

岩性	淤泥质亚黏土	亚黏土	黄土状黏土	亚砂土
氟含量/(ng/100g土)	1.15	0.39	0.28	0.20

2.6 水文地质环境

2.6.1 含水层结构

区内含水系统为自下而上由新近系始新统-渐新统依安组承压水、中新统大安组承压水、上新统泰康组-第四系下更新统承压水及第四系浅层孔隙水叠置组成的多层结构.

区内致病含水层主要为第四系浅层孔隙水含水层.含水层岩性为粉砂、细砂、砂砾石.总趋势是含水层由南向北逐渐增厚.单井单位涌水量一般为30~120 m³/d,地下水化学类型以HCO₃-Na·Mg型为主,TDS 0.452~1.126 g/L, F 0.78~3.78 mg/L.

区域水文地质条件显示,松嫩平原第四系浅层孔隙水含水层之下,广泛稳定地分布有富水性良好、水质优良的第四系孔隙承压水和新近系及白垩系孔隙裂隙、裂隙孔隙承压水.

2.6.2 地下水补径排环境

受构造、地貌条件控制,区内形成了山区为补给区,河谷及山前冲洪积扇为径流区,低平原和湖积中心为径流-排泄区的地下水补给、径流、排泄环境.

沿地下水径流方向上,地下水化学特征具有以下变化规律^[4]:

地下水补给区地下水化学类型以HCO₃-Ca·Mg型水为主,TDS 166.61~385.04 mg/L,总硬度 85.02~202.66 mg/L, pH值 7.0~7.3, F 0.3~1.2 mg/L.

地下水径流区地下水化学类型为HCO₃-Ca·Mg、HCO₃-Ca·Na、HCO₃-Na·Mg型水,TDS 489.45~509.63 mg/L,总硬度 253.45~270.47 mg/L, pH值 7.0~7.5, F 0.8~1.5 mg/L.

地下水排泄区地下水化学类型以HCO₃-Na·Mg、HCO₃-Na型水为主,TDS 640.24~1000 mg/L,总硬度 315.55 mg/L, pH值 7.3~7.8, F 1.0~4.5 mg/L.浅层地下水中的高氟水主要分布在松嫩平原中西部地下水排泄区.

2.6.3 水化学环境

区内氟的富集与地下水水化学环境存在密切关系.平原区水化学类型多为HCO₃-Ca·Mg、HCO₃-Ca·Na型,地下水氟含量 0.5~1.2 mg/L;从平原到湖积中心的过渡带水化学类型为HCO₃·SO₄-Na·Mg型和HCO₃-Na·Mg型,其地下水的氟含量为1.3~8.0 mg/L;在湖积中心水化学类型则为HCO₃-Cl·Na型,其中地下水氟含量达到最高值 10.0~15.0 mg/L, pH为7~8,构成了弱碱性环境.地下水的弱碱性环境为氟的迁移搬运提供了条件,形成了分布范围较大的高氟水区.

浅层潜水化学类型在不同病区有一定规律性. 在中、重病区, 阳离子多以 Na 、 $\text{Na} \cdot \text{Mg}$ 型为主, 轻病区以 $\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型为主, 非病区水化学类型多以 Ca 型水为主.

3 防病改水的途径和对策

地方性氟中毒是一类已知病因的生物地球化学地方病. 只要通过调节限制饮水和食物中的氟含量, 即可达到满意的防治效果^[5]. 为此, 饮水型地氟病防治方向应是使病区人民饮用安全卫生低氟水源.

(1) 加强科学管理, 合理开发利用水资源.

加强水资源科学管理, 规范水源地建设; 封闭不合格水源井, 防止高氟含水层地下水对深层地下水的污染; 合理开发利用水资源.

(2) 加强科学研究, 保障饮水安全.

研究生物、物理、化学除氟技术与方法, 研制行之有效的设备, 提高改水效果, 保障饮水安全.

(3) 开展水文地质勘察, 实施深井改水工程.

开展病区水文地质勘察, 查清水文地质条件, 明晰供水目的层, 实施以深层地下水为水源的深井改水工程. 但需指出, 水源井的成败取决于止水效果, 故应注意成井工艺, 严格止水, 提高成井质量.

(4) 排积水、治盐碱, 改善自然环境.

在高氟区不仅地下水含氟量高, 而且在土壤中含氟量也较高. 所以在高氟区结合土地开发整理, 全面计划, 疏通沟渠, 引低氟淡水灌溉, 排除地表积水, 改良土壤, 治理盐碱, 降低土壤中氟的含量, 控制和改变地下水中氟的富集条件.

(5) 因地制宜, 实施避让搬迁.

对于人口稀少, 居住分散, 水文地质、环境地质条件恶劣, 且不具备改水条件的村屯, 可酌情考虑避让搬迁. 结合社会主义新农村建设的规划要求, 将人口搬迁

至具备改水条件的地方进行发展.

4 结语

控制东北地区饮水型氟中毒病区分布的主要因素有地形地貌、地质构造、水文地质环境、地球化学环境. 饮水型地氟病的分布在地形地貌上, 主要分布于松嫩平原、西辽河平原、呼伦贝尔高平原, 以及辽西构造盆地; 在构造形态上, 分别位于松辽沉降带以及阴山-燕山近东西向构造与松辽沉降带相交复合部位; 在水化学环境方面, 具有与高氟地下水的分布相吻合的分布规律.

区内致病含水层主要为第四系浅层孔隙水含水层. 新近系及白垩系孔隙裂隙、裂隙孔隙承压水, 可作为病区供水目的层. 饮水型地氟病防治方向应是使病区人民饮用安全卫生低氟水源.

致谢: 本文在撰写过程中得到项目参加单位吉林省环境监测总站、黑龙江省环境监测总站、辽宁地质调查院、吉林大学环境与资源学院老师和科技人员的鼎力帮助, 谨表真诚的谢意.

参考文献:

- [1] 中华人民共和国卫生部. 地方性氟中毒病区划分标准 GB 17018—1997[S]. 1997.
- [2] 商翎. 元素生态地球化学及其应用[M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 1997. 109—120.
- [3] 邱志强, 苗英, 贾伟光, 等. 辽西蓄水构造分析[J]. 地质与资源, 2007, 16(1): 112—115.
- [4] 贾伟光, 邱志强, 金洪涛, 等. 东北平原西部山前台地区地下水环境同位素分析[J]. 东北大学学报(自然版), 2004, (10): 1013—1016.
- [15] 林年丰. 医学环境地球化学[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1991. 177—185.

DRINKING WATER-CAUSED ENDEMIC FLUOROSIS AND ITS GEOLOGICAL ENVIRONMENT IN NORTHEAST CHINA

DI Zhi-qiang, LI Jing-chun, MIAO Ying, JIN Hong-tao, LI Xu-guang, WANG Chang-qi, LI Xiao, GUO Xiao-dong
(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China)

Abstract: The drinking water-caused endemic fluorosis in Northeast China is characterized by wide distribution, large population of patient, serious illness and harmfulness. The main factors that control the distribution areas of the fluorosis are climate, hydrology, geomorphology, geologic structure, and hydrogeologic and geochemical environments. Based on the analysis of the relationship between the endemic fluorosis and geological environment, the counter measures and ways to prevent the disease and provide safe drinking water in these areas are proposed.

Key words: endemic fluorosis; geological environment; Northeast China

作者简介: 邱志强 (1955—), 男, 教授级高工, 1981 年底毕业于河北地质学院, 主要从事水文地质、工程地质、环境地质调查与研究工作, 通信地址 沈阳市北陵大街 25 号, 邮政编码 110033, E-mail/sysh.dzq@163.com

(上接第 134 页)

TECTONIC EVOLUTION AND COAL-SEARCHING PROSPECT OF TONGXU UPLIFT

ZHAO Dong-li¹, ZHAO Xiu-jun¹, ZHENG Lin², SONG Hong-wei¹, YU Zheng-sheng¹
(1. Henan Institute of Geophysical and Engineering Exploration, Zhengzhou 450044, China;
2. Resources and Environment Investigation Center, Henan Bureau of Coalfield Geology, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Tongxu uplift, tectonically located in the north of Southern N. China Basin, is formed by a NWW-trending wide and gentle anticlinorium, superimposed by NNE-trending brachyfolids, and cut through by NWW-, NE- and NNE-trending fault systems. During Paleozoic to Triassic, the area received marine, continental-marine transition and continental basin sediments, then uplifted in the end of Triassic and was denuded widely. The tectonic evolution of Tongxu uplift significantly affected the coal-forming conditions in the area. The coal-searching is prospective in the secondary sags and domes of the uplift.

Key word: Tongxu uplift; tectonic evolution; coal-searching prospect; Henan Province

作者简介: 赵东力 (1962—), 男, 河南郑州人, 工程师, 毕业于郑州地质学校, 从事地质找矿及管理方面工作, 通信地址 河南省郑州市长兴路 21 号 河南省地球物理工程勘察院, 邮政编码 450044, E-mail/zhaoxjcunt@126.com