

# 中国东北地氟病防病改水示范:以肇源县为例

郭常来 李旭光 蔡 贺 王长琪

(中国地质调查局沈阳地质调查中心,辽宁 沈阳 110034)

**摘要:**本文介绍了中国东北地氟病分布规律,以肇源县示范区为例,结合病区水文地质条件,明确了地氟病致病含水层,提出了防病改水供水目的层及钻探成井工艺,为中国东北地区地氟病防病改水提供了示范经验。

**关键词:**地氟病;示范;供水目的层

**中图分类号:**P641.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2010)03-0651-07

中国东北地区是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。“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,“因病致残”、“因病致贫”的现状相当严重,严重制约了病区的经济发展。至今还未发现控制“氟中毒”的有效药物和食物,只能通过降低饮用水中氟含量才能得以有效控制,目前唯一的办法就是因地制宜,寻找低氟水源。

## 1 东北地氟病的分布

氟中毒是东北地区最主要的地方病种,约占地方病总人数的 80%,主要分布于松嫩平原、辽河平原及呼伦贝尔高原,特别是松嫩低平原和辽河低平原区,地下潜水中氟含量普遍较高,当地群众长期饮用含氟量较高的地下水,引发氟中毒病流行。

氟中毒病流行的地区主要有辽宁省的北部、吉林省的西部,黑龙江省的肇源、肇东、肇州、安达、林甸、大庆市大同区等县市,内蒙古自治区东部的通辽市、赤峰市、呼伦贝尔市西部、兴安盟的行政区域。病区人口约 750 万人,患病人数约 317.3 万人,主要表现为氟骨症和氟斑牙症。这些地区在地貌上主要为低平原、高平原和山前扇形平原的低洼地带,居民用

水主要是第四纪浅层水,高氟区地下水氟含量一般为 1~3 mg/L,饮用高氟水是氟中毒的主要原因。

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,恰好与高氟地下水的分布相吻合;(4)从水文地质条件来看,在地下水径流缓慢、排泄不畅、垂向蒸发强、以第四系浅层水为主要供水水源的区域多为地方病高发区。

## 2 东北病区水文地质特征

东北地区地下水的形成与分布受气象、水文、地貌、地质、构造等诸多因素控制,在不同的地区分布规律及特征和地下水补、径、排条件不同。中、低山—丘陵区包括东北地区东部长白山、东北部小兴安岭、西部大兴安岭、西南部燕山山脉的辽西山地,分布有基岩裂隙水、风化带孔隙裂隙水、碳酸盐岩溶洞裂隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水、松散岩类孔隙水。东北平原主要包括松嫩平原、辽河平原、三江平原、兴凯湖平原和呼伦贝尔高原,广泛分布着第四系松散岩类孔隙潜水,局部为承压水。总体上看,在地下水径流缓慢、排泄不畅、垂向蒸发强、以第四系浅层水为

收稿日期:2010-02-01;改回日期:2010-04-12

基金项目:东北地方病严重区地下水勘查及供水安全示范项目(1212010634701)资助。

作者简介:郭常来,男,1980年生,工程师,地质工程专业;E-mail:guochanglai@126.com。

主要供水水源的区域多为地方病高发区。

高氟地下水中 TDS 含量多超过 500 mg/L,水化学类型大多为 HCO<sub>3</sub> 型、HCO<sub>3</sub>-Cl 型或 Cl-HCO<sub>3</sub> 型,水中 Na/(Cl+SO<sub>4</sub>)毫克当量比值一般大于 1,说明苏打水对地下水中氟的富集有一定的控制作用。

### 3 改水示范

东北地方病严重区地下水勘查及供水安全示范项目自 2006 年实施以来,先后在吉林通榆县、乾安县以及黑龙江的肇源县、肇州县等地实施了供水安全示范工程。首先进行地方病高发区专项水文地质调查,查清病区水文地质条件;采用物探工作来确定

含水层厚度以及示范井井位;在钻探施工过程中严格控制钻探成井工艺,保证示范工程的成功性。本文以肇源县示范区为例,进一步阐述防病改水示范过程及工作方法。

### 4 肇源县示范区

示范区位于黑龙江省肇源县西北部,松嫩平原南部,行政区划隶属于浩德、大兴、头台等 3 个乡镇及义顺、和平、新站、肇源镇的部分地区,人口总数 11.59 万,患病人口 4.75 万人,其中大兴、浩德两乡患病率超过 75%,是肇源县地方性氟中毒的重病区。地理坐标:东经 124°22'15"~125°12'46",北纬 45°31'

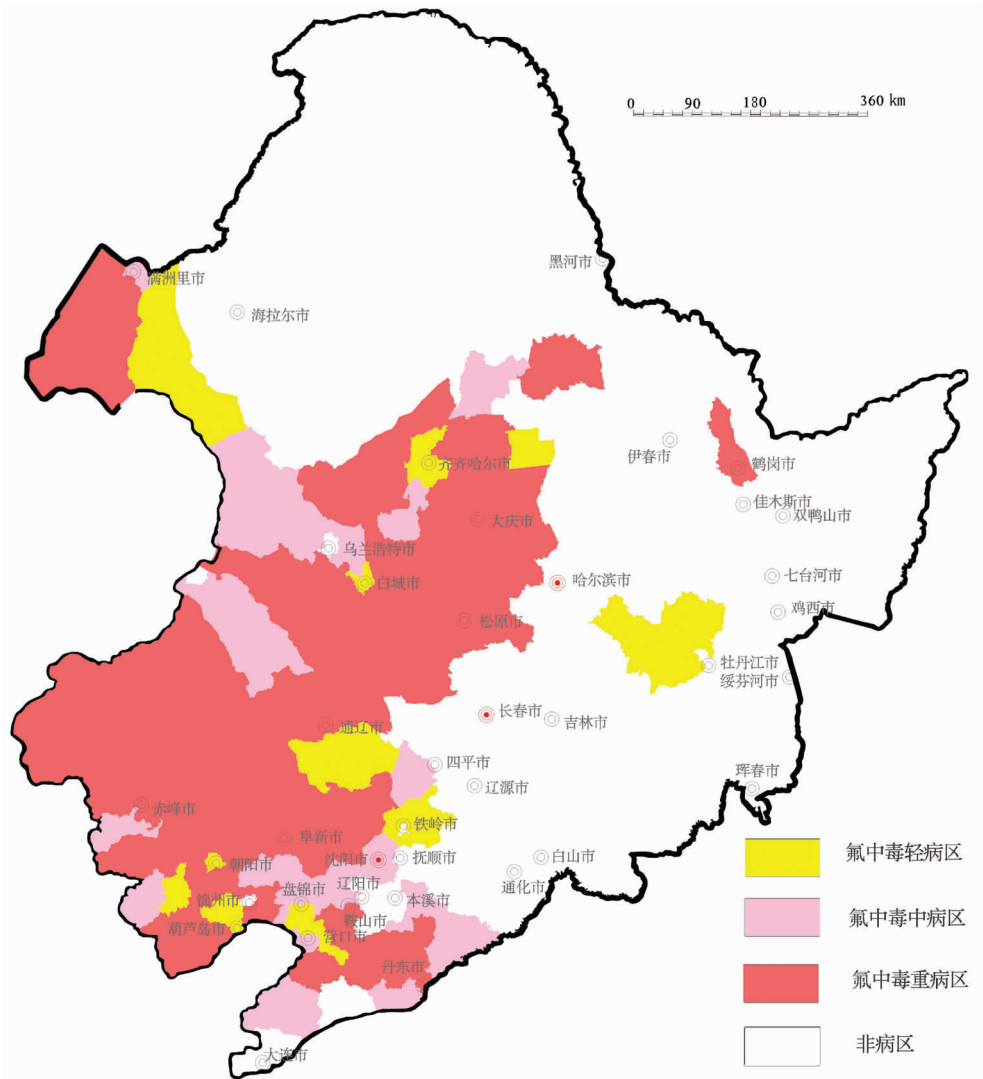


图 1 东北地区饮水型地氟病分布图

Fig.1 The distribution of potable water type endemic fluorosis in northeast China

12"~45°56'24",面积 1000 km<sup>2</sup>。

### 4.1 肇源县水文地质条件

通过 1:5 万专项水文地质调查发现,第四系上更新统粉细砂孔隙潜水在县域内均有分布,属弱碱性淡水,水量在高平原区贫乏,其他地区较丰富,局部地区 F<sup>-</sup>含量大于 1.0 mg/L,是肇源县地方性氟中毒的致病层位。第四系中更新统中粗砂、砂砾石孔隙承压水分布于肇源镇—薄荷台乡连线以西地区,在义顺、新站一带缺失,水量较丰富,属弱碱性低矿化软—中硬度水,F<sup>-</sup>含量多小于 0.7 mg/L,是肇源县生活农业用水的主要开采目的层之一。第四系下更新

统含砾中粗砂、砂砾石孔隙承压水分布于肇源镇—和平乡连线以西地区,水量丰富,属弱碱性低矿化水,F<sup>-</sup>含量为 0.17~0.67 mg/L,是防病改水目的层。古近—新近系大安组裂隙孔隙承压水,分布于八家河一线以东至裕民以西,含水层岩性为含砾中细砂岩、砂砾岩,弱胶结,水量较丰富,属弱碱性低矿化淡水,F<sup>-</sup>含量一般小于 1.0 mg/L,为肇源镇防病改水目的层(图 2~3)。

### 4.2 采用物探方法确定目标含水层

根据示范井布设思路和原则,在井位布设前首先进行了激电、电测深及可控源变频大地电磁测深

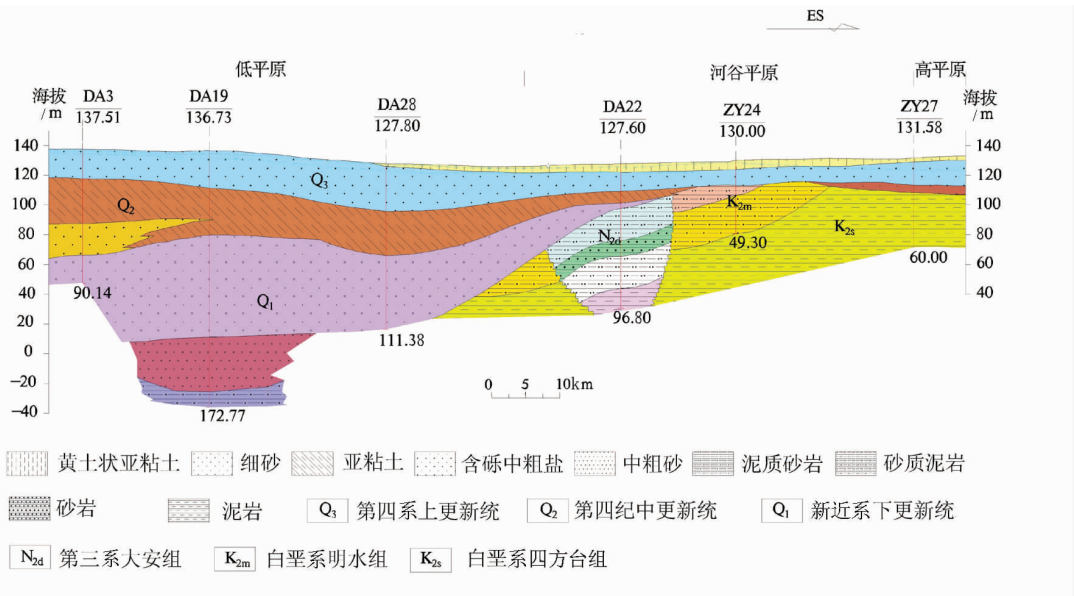


图 2 肇源县地方病严重区水文地质剖面

Fig.2 Hydrogeological profile of the endemic area in Zhaoyuan County



图 3 黑龙江省肇源县水文地质简图

Fig.3 Simplified hydrogeological map of Zhaoyuan County in Heilongjiang Province

(EH4)等物理勘探工作确定了含水层埋深、厚度和供水安全示范工程井位,确保了示范工程的准确性和成功率。

从图4可见交叉点(两条测线的中心点)深150m左右应发育有一高阻层,推断可能是一含水构造或致密岩层。从3D图上更清晰地看到150m这一含水构造的立体形态,包括30m、50m、80m、110m砂砾层。

在该井位施测的电测深、激电各两条剖面:Ⅰ剖面走向90°,长度1300m;Ⅱ剖面走向345°,面长1500m。该剖面电测深曲线类型呈K型。地表亚粘土、亚砂土在西南部比较厚,东部较薄,一般厚度在2~7m,下伏地层为中细砂层,西部厚、东侧薄。西部最厚可达26m,最薄的东侧厚约有10m,该层水量丰富,水质一般。之下下部地层为粘土、粉质粘土,并夹薄层砂。东西向较厚,南北向薄。再向下是第四系中粗砂、砂砾石。该层底板起伏变化不大,水质较好。基底为古近—新近系泥岩、砂砾岩层,顶板深度大于150m。在Ⅰ剖面的西部,1~3号点的底部,激电测深的 $\eta S$ 、 $J$ 、 $D$ 逐渐变大,表明该处地下水丰富。

4.3 钻探及成井工艺

在水井施工时,采用小口径( $\Phi 154\sim 174$  mm)正循环钻进取心、大口径扩孔成井方法;结合物探测井划分地层岩性,确定含水层岩性、位置;钻孔深度一般以穿透供水目的层到下部隔水层为止,部分地段

含水层厚度大,80~100 m 尚未揭穿时按实际情况参照设计作适当调整。

供水井孔径依据井管及过滤器口径统一确定为 $\Phi 500$  mm,根据抽水设备及水位测量要求,井管口径统一确定为 $\Phi 250$  mm,过滤器选用尼龙纱网缠丝形式,过滤器长度根据含水层厚度确定,一般为20~

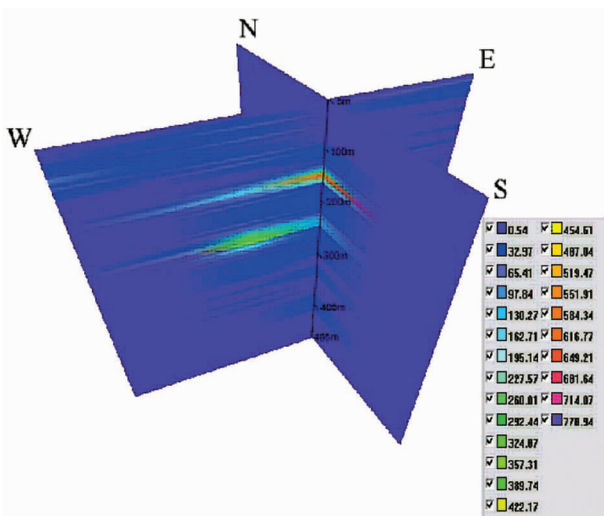


图4 肇源县义顺乡革志村EH4测量电阻率3D图  
Fig.4 3D diagram of electric resistance in Gezhi village of Zhao yuan County

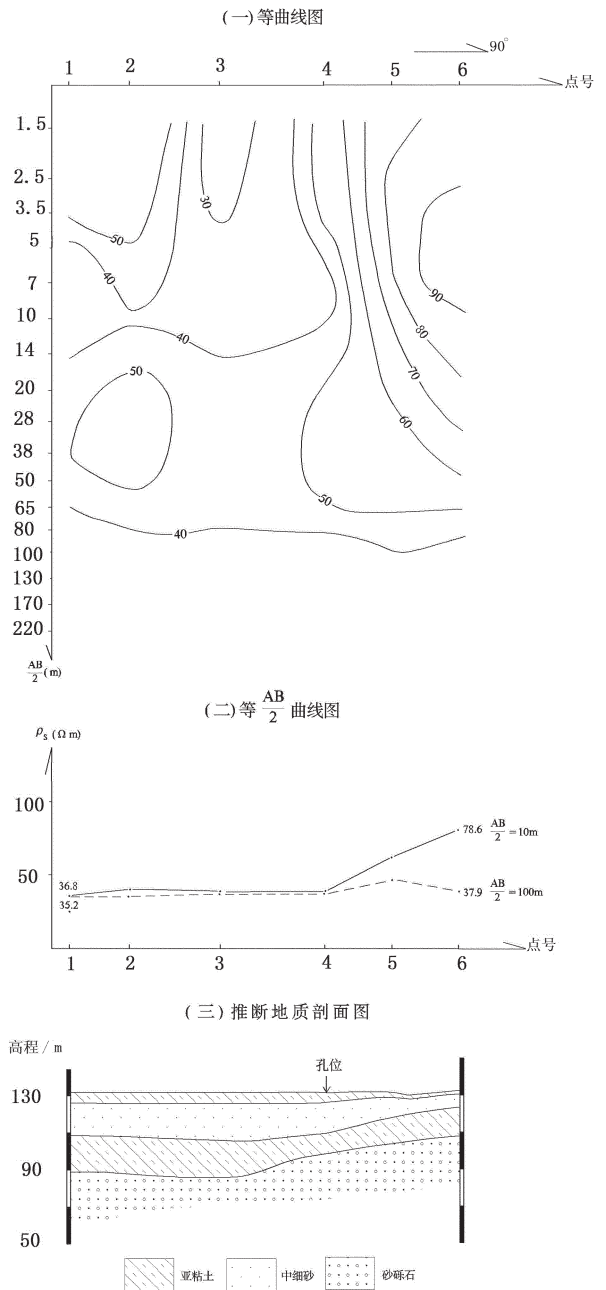


图5 义顺乡革志村Ⅰ剖面电测深综合剖面图  
Fig.5 No. I electric sounding integrated profile in Gezhi Village of Yishun Township

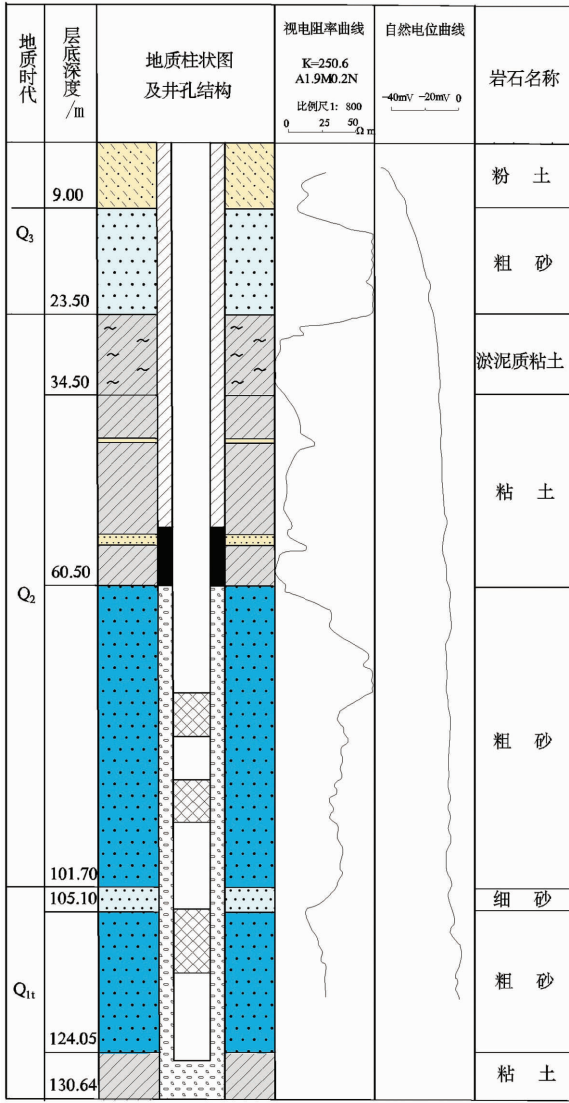


图 6 义顺乡革志村钻孔柱状及井结构图

Fig.6 Drill hole column and well structure in Gezhi Village of Yishun Township

30 m;在供水目的含水层隔水顶板至孔底全试段填砾,砾径按照《地方病严重区地下水勘查与供水安全示范技术要求(试用稿)》(中国地质调查局水文地质环境地质调查中心编制),滤料砾径 2~10 mm。隔水顶板底界至地表位置进行粘土球、粘土永久性止水,填砾、止水厚度 100~125 mm;选用 200QJ 型深井潜水泵进行抽水试验。在成井材料方面,考虑到松嫩平原地下水的特性,采用了 U-PVC 塑料管,可防止水井运行过程中铁锈的二次污染。

4.4 示范成果

供水安全示范项目在肇源县示范区共成井 8 眼

表 1 肇源县供水安全示范井成果数据统计  
Table 1 statistics of safe water supply in Zhaoyuan County

位置	涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	砷含量 (mg/L)	氟含量 (mg/L)	受益人口 (人)
义顺乡革志村	542.64	未检出	0.13	850
义顺乡东义顺村 前义顺屯	603.36	未检出	0.18	700
浩德乡莲花村莲花屯	1143.84	未检出	0.13	840
新站镇东	1441.20	未检出	0.16	3000
新站镇北	1143.84	未检出	未检出	5000
头台镇东大村	887.33	0.0025	0.43	1250
头台镇团结村	485.52	未检出	0.45	560
浩德莲花村大有甸屯	811.20	未检出	0.20	524

(表 1),成井工艺先进,施工程序规范,水质均符合饮用水卫生标准,量丰质优,总计出水量 7058.93 m<sup>3</sup>/d,成功解决了 8 片村屯 1.27 万人的安全饮用水问题,并对当地的供水安全工程施工具有示范效应。

5 结论与建议

(1)东北地方性氟中毒是长期饮用高氟地下水引起的,防治途径只有依靠改水。

(2)防病改水的经验是先对病区进行专项水文地质调查,再进行物探确定防病改水供水目的层位置及井位,然后进行钻探成井,说明了调查、物探及科学钻探的重要性。

(3)在钻探时,应聘有技术力量的专业队伍进行施工,保证质量。

(4)在进行防氟改水施工时应注意成井工艺,采用科学的成井工艺,做好止水工作,避免上下层水串通及二次污染。

致谢:文稿撰写过程中得到黑龙江省地质环境监测总站科技人员的鼎力帮助,谨表真诚的谢意。

参考文献(References):

[1] 沈照理. 水文地球化学基础[M]. 北京:地质出版社, 1999.  
Shen Zhaoli. The Basis of Hydrogeochemical [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999(in Chinese).  
[2] 邱志强, 李景春, 苗英, 等. 东北地区饮水型地氟病与地质环境[J].

- 地质与资源, 2008, 17(2):153-157.
- Di Zhiqiang, Li Jingchun, Miao Ying, et al. Drinking Water-caused endemic fluorosis and its geological environment in Northeast China [J]. *Geology and Resources*, 2008, 17(2):153-157 (in Chinese with English abstract).
- [3] 黎昌健, 蒙衍强, 蒋才武. 地氟病在中国大陆的流行现状[J]. *实用预防医学*, 2008, 15(4):1295-1298.
- Li Changjian, Meng Yanqiang, Jiang Caiwu. Present state of endemic fluorosis in China Mainland [J]. *Practical Preventive Medicine*, 2008, 15 (4):1295-1298 (in Chinese with English abstract).
- [4] 赵国君, 王瑞, 刘延彬, 等. 大安市 1985 年以来防氟改水调查[J]. *中国地方病防治杂志*, 1999, 14(6):23.
- Zhao Guojun, Wang Rui, Liu Yanbin, et al. The water fluoride survey of Da'an since 1985 [J]. *Chinese Journal of Control of Endemic Disease*, 1999, 14(6):23 (in Chinese).
- [5] 马春江, 张德全. 延边朝鲜族自治州大骨节病和氟中毒病改水情况分析[J]. *中国地方病防治杂志*, 2001, 16(5):308-309.
- Ma Chunjiang, Zhang Dequan. Yanbian Korean Autonomous Prefecture of Kashin-Beck disease and fluorosis disease Analysis of water improvement [J]. *Chinese Journal of Control of Endemic Diseases*, 2001, 16(5):308-309 (in Chinese).
- [6] 周和宇, 周婷婷. 我国农村安全饮用水地区差异及对策研究[J]. *中国农村卫生事业管理*, 2009, 29(7):524-527.
- Zhou Heyu, Zhou Tingting. Imbalance of sanitary status of China's rural areas safe drinking water: issue and countermeasures [J]. *Chinese Rural Health Service Administration*, 2009, 29 (7):524-527 (in Chinese with English abstract).
- [7] 陶勇. 中国农村饮用水与环境卫生产现状调查[J]. *环境与健康杂志*, 2009, (1):1-2.
- Tao Yong. Rural drinking water and sanitation survey [J]. *Journal of Environment and Health*, 2009, (1):1-2 (in Chinese).

## Demonstration of the prevention of endemic fluorosis disease in drinking water supply in Northeast China: a case study of Zhaoyuan County

GUO Chang-lai, LI Xu-guang, CAI He, WANG Chang-qi

(Shenyang Center, China Geological Survey, Shenyang 110034, Liaoning, China)

**Abstract:** Exemplified by the demonstration area in Zhaoyuan County, this paper deals with the distribution of endemic fluorosis disease in Northeast China. In combination with hydrogeological conditions in disease areas, the authors have determined the endemic fluorosis-inducing aquifer and advanced the intent layer for water supply and the well drilling technology. All this has provided experience for water supply in Northeast China.

**Key words:** endemic fluorosis; demonstration; intent layer for water supply

**About the first author:** GUO Chang-lai, male, born in 1980, engineer, engages in geological engineering; E-mail: guochanglai@126.com.