

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2021.01.12

引用格式: 杨志岩,李元杰,武永涛,等. 国家地下水监测工程(自然资源部分)西辽河平原监测区建设成果概述[J]. 中国地质调查,2021,8(1): 108–113. (Yang Z Y, Li Y J, Wu Y J, et al. National groundwater monitoring project (natural resources section) achievements in West Liaohe plain[J]. Geological Survey of China, 2021, 8(1): 108–113.)

国家地下水监测工程(自然资源部分) 西辽河平原监测区建设成果概述

杨志岩, 李元杰, 武永涛, 牛艳东, 许蕊

(内蒙古自治区地质环境监测院, 呼和浩特 010020)

摘要: 为落实国家地下水监测工程与地下水水质监测工作任务, 实现对西辽河平原地下水动态的有效监测, 国家地下水监测工程(自然资源部分)在西辽河平原监测区共布设了国家级地下水自动监测井 117 眼, 其中新建监测井 93 眼, 改建机井 24 眼, 安装自动监测仪器 117 套。监测区控制面积 57 000 km², 主要监测层位为第四系松散沉积物孔隙水含水层, 监测层位最大深度为 206 m。建成了国家地下水监测工程信息服务系统, 提升了地下水监测信息获取、分析、共享和服务能力。该项目的实施大幅度提高了监测区地下水的监测频次以及信息的时效性、可靠性和准确性。

关键词: 地下水; 监测工程; 西辽河平原

中图分类号: P641

文献标志码: A

文章编号: 2095–8706(2021)01–0108–06

0 引言

地下水监测是认识和掌握地下水动态变化特征, 分析评价地下水资源, 合理开发利用、减轻和防治地下水污染及其相关生态环境等问题的重要基础。通过监测地下水水位、水质、水量、水温等动态信息, 不仅可以为水循环规律研究提供基础数据, 而且能够为政府提供信息和技术支撑, 对我国地下水资源优化配置、地下水环境改善、城市发展规划、生态环境保护、地质灾害预防、农业结构调整、工业发展布局等具有战略性的指导意义^[1–2]。国际上对地下水动态监测网的研究开始于 1981 年, 我国在相关方面的研究开始于 20 世纪 90 年代末期^[3–5]。

西辽河地区是东北地区最干旱少雨的区域^[6]。缺水是引起该区经济不发达的主要原因之一, 是制约地区经济发展的“瓶颈”^[7–8]。近年来, 流域水资源需求进一步加大, 降水与上游来水有所减少, 地下水在西辽河平原区的重要性更加突出, 合理开发和利用水资源是实现这一地区可持续发展的关键

环节。

国家地下水监测网建设项目是由自然资源部和水利部共同实施的, 可实现对全国地下水动态的有效监测。西辽河平原国家地下水监测工程作为国家地下水监测工程(自然资源部分)的一部分, 其任务就是进一步补充完善本区地下水监测井点的数量和布局, 实现对本区主要水文地质单元、主要开采区、主要城市的地下水动态和变化趋势以及由此引起的环境地质问题的监测^[9], 为西辽河平原地下水资源的管理和保护提供技术支持, 为从事地质环境管理的政府相关职能部门提供决策依据。

1 监测区概况

西辽河平原位于大兴安岭的东部和南部, 北起科尔沁右翼中旗的嫩江支流古里河, 南至奈曼旗的燕山北麓山地并与辽宁毗连, 西起翁牛特旗, 东至科尔沁左翼中旗, 与吉林省为邻。属东北松辽平原的西缘, 包括通辽市、赤峰市及兴安盟的绝大部分地区, 东西长约 360 km, 宽约 240 km, 整体呈三角形

(图 1(a))。监测区地势西高东低,地面波浪起伏,地貌结构差异较小。地表被新生界松散岩类广为覆盖,地表沉积物由较厚的第四系冲积、洪积、湖积

细砂及黏性土组成。在西辽河平原西部及南部地区,经风吹扬搬运形成了大面积沙地,称为科尔沁沙地。

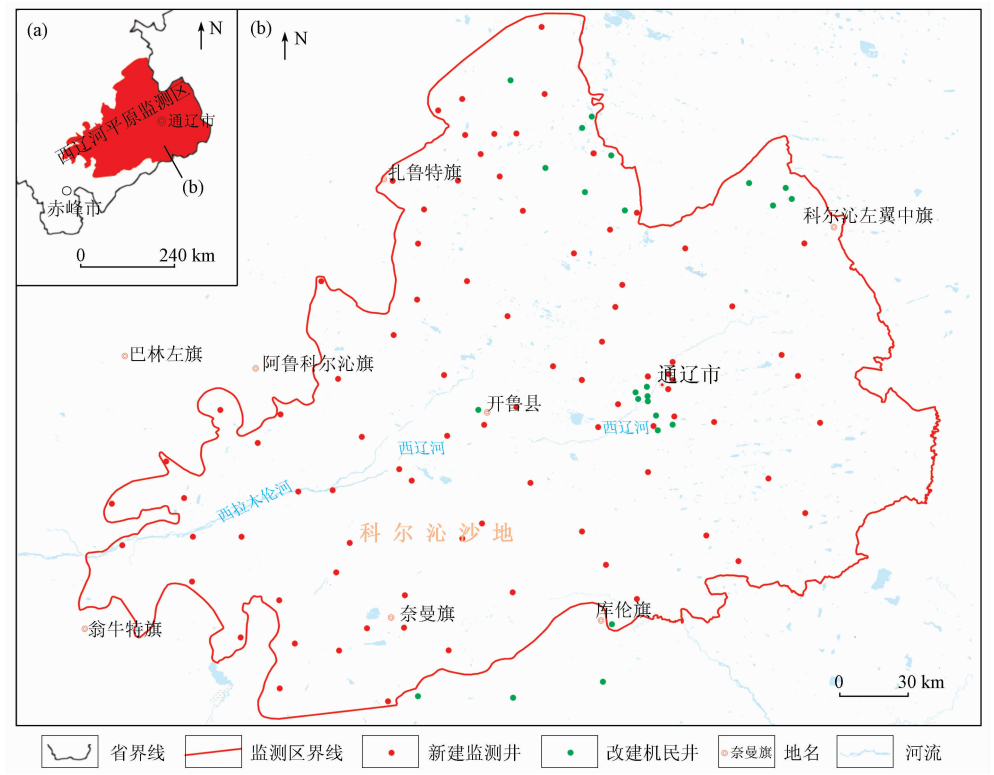


图 1 西辽河平原监测区地理位置(a)及监测井点分布(b)

Fig.1 Geological location (a) and the distribution of monitoring wells(b) in West Liaohe Plain monitoring area

西辽河平原主要含水层为第四系和新近系,含水层厚度大,岩性颗粒粗,补给、径流条件好,地下水循环快,水质好,矿化度低,一般小于 1.0 g/L,水化学类型以 HCO_3-Ca 型和 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型为主。

1.1 西辽河平原地下水环境问题

1.1.1 区域性水位下降及降落漏斗

西辽河平原浅层地下水的平均地下水埋深值由 1980 年的 2.39 m,增加至 2015 年的 6.23 m^[10]。至 2017 年末,地下水埋深超过 12 m 的区域主要位于通辽市城区、开鲁县和奈曼旗^[11]。通辽市城区地下水水位从 1979 年到 2015 年已平均下降了 9.15 m,平均每年下降 0.25 m,而最近 10 a 其下降幅度明显加大,下降幅度为 4.57 m,平均每年下降 0.457 m。经过多年开采,通辽市城区地下水已形成 2 个较稳定的地下水水位降落漏斗,分别为城区东郊工业区降落漏斗和第二水厂源地降落漏斗(图 2)。东郊工业区地下水水位降落漏斗出现在二十世纪七八十年代,水位与 1979 年同期相比,漏斗中心水位

下降了 10.31 m,地下水水位降落漏斗区总体呈增大趋势;第二水厂水源地地下水水位降落漏斗为 2005 年新增,呈圆形分布,2015 年与 2006 年同期相比,面积增大了 1.67 km²,中心水位下降了 4.81 m,地下水水位降落漏斗区总体呈增大趋势。

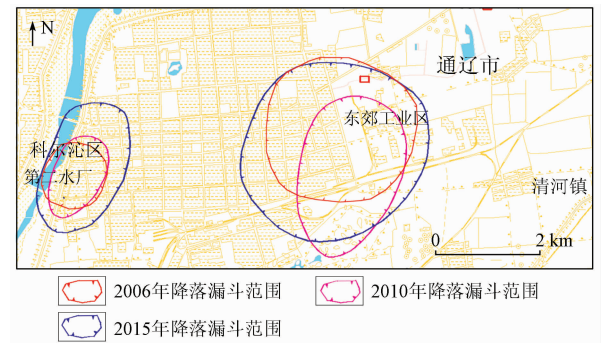


图 2 通辽市城区地下水水位降落漏斗变化
Fig.2 Change of downfall funnel of the groundwater level in Tongliao City

1.1.2 地下水水质污染

在通辽市科尔沁区以东的西辽河平原区,地下

水污染严重^[12]。由于地下水埋藏较浅,污染物易随降水、灌溉水、城市污水等不断进入表层地下水中。在城镇周围,地下水污染主要是由生活、工业等废污水未达标排放及垃圾乱堆放产生的淋滤液进入地下水中造成的;农区的地下水污染主要是居民及牲畜活动、生活污水和农家肥与化肥使用造成的。部分地区浅层地下水已不适宜直接作为生活饮用水,部分区域铁和锰本底值超标严重。

1.2 原始地下水监测存在问题

原始地下水监测存在以下问题:①监测范围局限,监测点数量太少;②专业监测孔数量少,大部分为机民井,监测数据受外界条件影响大;③监测孔保护设施不完善,可利用的监测点数量逐年下降;④监测技术手段落后,设备、仪器比较陈旧,信息采集及传输手段落后,大部分地下水监测数据采集工作仍由人工方式实施;⑤数据分析全部人工完成,工作量大。

随着工农业发展,城镇化加速,原有监测井已经不能满足地下水监测要求,因此,建设更加专业、覆盖更全面的地下水监测网尤为重要。

2 国家地下水监测网西辽河平原监测区建设情况

2.1 目标任务

国家地下水监测网建设工程的目标任务是建立比较完整的国家级地下水监测站网,实现对西辽河平原地下水动态的有效监测,为政府各部门和社会提供及时、准确、全面的地下水动态信息,满足科学研究和社会公众对地下水信息的基本需求,为优化配置和科学管理地下水资源、防治地质灾害、保护生态环境提供优质服务,为水资源可持续开发利用和国家重大战略决策提供基础支撑,实现经济社会的可持续发展。

2.2 地下水监测网的布设原则和工程实施过程

2.2.1 监测井点布设原则

监测井点的布设重点关注地下水超采区、城市、水源地等地区以及地质环境问题突出的地区,同时兼顾一般开采区。在监测孔的布设和施工等方面,要求所选择的孔位交通便利,便于管理维护,节约资源^[13]。

国家地下水监测网西辽河平原监测区地下水监测井点布设充分考虑了西辽河地区经济发展、水

资源管理和地质环境保护的要求,建成的监测网能够及时掌握超采区、集中式地下水水源地、污染严重区、土地荒漠化区、地方病高发区的地下水动态和演变规律,并能及时预测和预报地下水资源状况和地质灾害。在原有监测井的基础上,对重点监测区监测点密度较低或缺乏的地区,新建专用监测网,达到全面监测的目的。

2.2.2 工程实施过程

(1)施工准备。编制施工设计及施工细则,按照国家级地下水监测网技术要求编制施工方案和工序。

(2)监测井施工。本项目共完成新建监测井 93 眼,改建机民井 24 眼,共建设监测井 117 眼。监测井建设工作流程为:野外踏勘确定井位→钻探成井→抽水试验→取水样送检→井口保护装置安装。

(3)自动监测仪的安装。西辽河平原地下水监测网建设共安装完成自动监测设备 117 套。

2.3 国家地下水监测网西辽河平原监测区建设概况

西辽河平原是我区重要的粮食生产基地,监测区控制面积 57 000 km²,区内地下水主要开采层位为潜水。共布设国家地下水监测井 117 眼,全部为潜水监测井,其中新建监测井 93 眼,改建机民井 24 眼(图 1(b)),监测井点布设密度为 2.1 点/1 000 km²,主要监测层位为第四系松散沉积物孔隙水含水层,监测层位最大深度为 206 m。监测井的分布基本满足水位及水质监测的要求,尤其是通辽市科尔沁区附近,其监测井较为密集,监测精度较高,能够较为准确地监测地下水水位和水温状况,较好地反映地下水水质状况,准确揭露该区地下水降落漏斗范围。

3 国家级地下水监测工程的成果

3.1 监测网布设更加全面、合理

本项目共建设 117 眼监测井,覆盖整个西辽河平原地区,对城市人口密集区进行加密布设,实现了对该地区地下水水位的有效监测,完善了国家地下水监测网络。另外,这 117 眼地下水监测井全部为专用监测井点,解决了目前绝大多数监测井为生产井和民用井的问题,保证了监测数据的持续性和可靠性。

3.2 信息采集传输实现了自动化,信息的时效性大幅度提高

本项目通过压力式传感器对地下水水位、水温

进行连续实时监测,经信号发射装置通过短消息(Standard Modular System, SMS)、通用无线分组业务(General Packet Radio Service, GPRS)模式以虚拟拨号专用网(Virtual Private Dial-up Networks, VPDN)传输方式将监测数据实时传输至国家地下水监测中心。同时采用接入点(Access Point Name, APN)虚拟通道作为数据传输备选方案,为数据传输安全提供技术保障。在地下水水位、水温监测数据传输工作中,每个监测井采集频率为每天采集数据 24 次,发送 1 次。由于水质数据获取具有一定的局限性,目前仍采用人工采样(表 1)。

表 1 原始监测手段数据采集与地下水自动监测数据采集情况对比

Tab.1 Comparison of data collection between original monitoring means and automatic monitoring means

监测项目	原始监测手段		地下水自动监测	
	监测方法	监测频率	监测方法	监测频率
水位、水温	人工测量	1 次/10 d	自动监测	24 次/d
水质	人工采样	1 次/a	人工采样	1 次/a

另外,为确保自动监测数据的准确性,采用现场人工实测与自动监测设备采集数据进行对比的方式进行数据校测。将人工实测数据与自动监测仪读取的数据进行对比,当水位误差小于探头深度(管口到探头的距离)的 1‰时,满足误差要求。自动监测仪将水位、水温数据传输到中心服务器后,首先进行数据的正常情况确认,对超过 3 d 尚未上报的监测井进行野外排查,然后提取监测数据,并对监测井附近的其他相同监测目的层井进行动态验证。

3.3 建成了国家地下水监测工程信息服务系统,提升了地下水监测信息获取、分析、共享和服务能力

地下水监测网信息采集与传输建设内容包括国家级地下水监测井信息采集设备及监测井至各级地下水信息站或监测中心的通信设备。国家地下水监测中心对国家级地下水监测井的信息采集与传输施行统一管理,地下水监测数据采集与传输流程如图 3 所示。水位、流量、水温等自动监测设备采集的监测数据通过数据同步工具同步到信息服务系统,水质数据采用野外取样化验室分析方式,将水质分析数据通过数据录入工具录入信息服务系统。

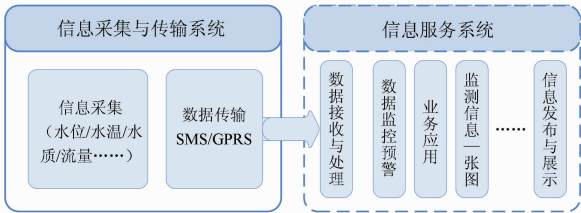


图 3 地下水监测数据采集与传输流程示意图

Fig.3 Groundwater monitoring schematic diagram for data collection and transmission process

该系统实现了地下水水位、水温监测数据的远程获取与数据入库,实现了地下水水位野外监测、地下水水质监测等相关数据的快速入库,为地下水环境监测数据库建设提供了信息技术支撑。利用地下水环境监测数据处理与分析系统软件,可进行地下水水位动态变化曲线与地下水水温动态变化曲线的绘制以及地下水监测数据的统计分析等,为实时监测各个监测井的地下水环境变化提供支撑。另外,地下水等水位线图、地下水埋深分区图、地下水质量评价和水化学分析等快速制图工具,也为地下水环境监测数据上报和地下水环境状况分析提供了有力支撑。

4 结论与建议

4.1 结论

(1)国家地下水监测工程(自然资源部分)在西辽河平原监测区共布设了地下水自动监测井 117 眼,其中新建监测井 93 眼,改建机民井 24 眼,安装自动监测仪 117 套。监测区控制面积 57 000 km²,主要监测层位为第四系松散沉积物孔隙水含水层,监测层位最大深度为 206 m。

(2)该项目使地下水动态信息采集传输实现了自动化,信息的时效性大幅度提高;建成了国家地下水监测工程信息服务系统,提升了地下水监测信息获取、分析、共享和服务能力。

4.2 建议

(1)监测井密度较低,另外监测井主要部署于平原区,主要监测地下水类型为松散岩类孔隙水及碎屑岩类孔隙裂隙水,对基岩裂隙水基本没有监测,山区、丘陵区监测点甚至是空白。建议开展国家地下水监测井二期建设时,对监测密度较低的地区增加监测井点,尤其要进一步加强污染严重区及重大工程沿线的监测。

(2)此外,地下水水质监测频率较低,突发水质问题不能及时监测,建议增加水质监测的频次。

参考文献:

- [1] 卢予北,李艺,陈莹,等.国家地下水监测井建设关键问题研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(6):1-6.
Lv Y B, Li Y, Chen Y, et al. Analysis on key issues of national groundwater monitoring well construction[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016, 43(6): 1-6
- [2] 魏明海,刘伟江,白福高,等.国内外地下水环境监测工作研究进展[J].环境保护科学,2016,42(5):15-18.
Wei M H, Liu W J, Bai F G, et al. Progress in the research of environmental monitoring of groundwater at home and abroad[J]. Environmental Protection Science, 2016, 42(5): 15-18.
- [3] Hughes J P, Lettenmaier D P. Data requirements for kriging: estimation and network design[J]. Water Resour Res, 1981, 17(6): 1641-1650.
- [4] 作彦卿,边农方.岩溶地下水监测网优化分析[J].地学前缘, 2003, 10(4): 637-643.
Wu Y Q, Bian N F. Optimization analysis of groundwater monitoring network of a karst aquifer[J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10(4): 637-643.
- [5] 余楚,张翼龙,孟瑞芳,等.河套平原浅层地下水动态监测网优化设计[J].吉林大学学报:地球科学版,2015,45(4):1173-1179.
Yu C, Zhang Y L, Meng R F, et al. Optimization design of the shallow groundwater dynamic monitoring net-work in Hetao plain[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2015. 45(4): 1173-1179.
- [6] Zhang Q X, Chen M J. Eco-environmental problems caused by water resources development in Xiliao river watershed, China[C]//Proceedings of 2011 International Conference on Electrical and Control Engineering. Yichang: IEEE, 2011: 3447-3449.
- [7] 李志,于孟文,张丽玲,等.西辽河平原地下水资源及其环境问题调查评价[M].北京:地质出版社,2009.

- Li Z, Yu M W, Zhang L L, et al. Investigation and Evaluation of Groundwater Resources and Environmental Problems in West Liaohe plain[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2009.
- [8] 龙文华.通辽地区浅层地下水化学特征演化研究[D].北京:中国地质大学(北京),2010.
Long W H. Study on the Evolution of Shallow Groundwater Chemical Characteristics in Tongliao City[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2010.
- [9] 刘志明,郭占荣,张新兴,等.地下水动态监测网的部署和调整探讨[J].水文地质工程地质,1998(6):14-18.
Liu Z M, Guo Z R, Zhang X X, et al. Discussion on the deployment and adjustment of groundwater dynamic monitoring network[J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 1998(6): 14-18.
- [10] 孙标,朱永华,张生,等.通辽平原区近35年地下水埋深及土地利用变化响应关系研究[J].中国农村水利水电,2019(8):15-19,25.
Sun B, Zhu Y H, Zhang S, et al. Study on the response relationship between groundwater depth and land use change in recent 35 years in Tongliao plains[J]. China Rural Water and Hydropower, 2019(8): 15-25
- [11] 丁元芳,黄旭.通辽市平原区地下水埋深变化及其影响因素分析[J].东北水利水电,2020,38(4):30-32.
Ding Y F, Huang X. Analysis of groundwater depth and its influencing factors in the plain area of Tongliao City[J]. Water Resources & Hydropower of Northeast, 2020, 38(4): 30-32.
- [12] 陈军,周丽,于孟文.内蒙古西辽河平原地质环境问题及地下水资源合理开发利用研究[J].水文地质工程地质,2008,35(3):123-125.
Chen J, Zhou L, Yu M W. Ecological environmental problems and suggestion of scientific exploitation and utilization of groundwater resource in West Liaohe plain in Inner Mongolia[J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2008, 35(3): 123-125.
- [13] 高志.国家地下水监测工程站网布设浅析[J].地下水,2012,34(5):83-84.
Gao Z. Analysis of the network layout achievements about the national groundwater monitoring project[J]. Journal of China Hydrology, 2012, 34(5): 83-84.

National groundwater monitoring project (natural resources section) achievements in West Liaohe Plain

YANG Zhiyan, LI Yuanjie, WU Yongtao, NIU Yandong, XU Rui
(Inner Mongolia Geological Environment Monitoring, Huhhot 010020, China)

Abstract: In order to implement the national groundwater monitoring project and the groundwater quality monitoring task, and to realize the effective monitoring of groundwater dynamics in West Liaohe Plain, 117 national automatic groundwater monitoring wells have been set up in West Liaohe Plain in the national groundwater monitoring project, including 93 new monitoring wells and 24 reconstructed civil wells, and 117 sets of automatic monitoring

instruments have been installed. The controlling area is 57 000 km², and the pore water aquifer of Quaternary loose sediments is the main groundwater monitoring horizon, with the maximum depth of 206 m. The national groundwater monitoring project information service system has been established, which has enhanced the ability of acquisition, analysis, sharing and serving of the groundwater monitoring information. The implementation of this project has greatly improved the frequency, timeliness, reliability and accuracy of groundwater monitoring in the monitoring area.

Keywords: groundwater; monitoring project; West Liaohe Plain

(责任编辑: 刘丹)