

GROUNDWATER RESOURCES OF CHINA

中国地下水资源

(辽宁卷)

主编 张宗祜 李烈荣



中国地图出版社

“新一轮全国地下水资源评价”项目成果

中国地下水资源

(辽宁卷)

主编 张宗祜 李烈荣

中国地图出版社

.....

图书在版编目 (CIP) 数据

中国地下水资源. 辽宁卷/张宗祜, 李烈荣主编.

北京: 中国地图出版社, 2005.12

ISBN 7-5031-3975-7

I. 中… II. ①张…②李… III. 地下水资源—研究—中国 IV. P641.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 109734 号

.....

中国地下水资源 (辽宁卷)

中国地图出版社出版发行

(北京宣武区白纸坊西街 3 号 邮政编码: 100054)

西安煤航印刷厂印

新华书店经销

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 6 字数: 152 千字

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

印数: 0001—2000 册

.....

ISBN 7-5031-3975-7

定价: 640 元

版权所有 侵权必究

堅持科學發展觀
保護地下水資源

二〇〇四年三月
鄧家華

“新一轮全国地下水资源评价”项目

编纂委员会

主任委员 张宗祜 李烈荣

副主任委员 陈梦熊 卢耀如 袁道先 陈志凯

委 员 (以姓氏笔划为序)

王明德	田廷山	石建省	孙培善	孙继朝	刘彦博	任福弘
李文鹏	沈照理	陈 军	陈 冰	岑嘉法	武选民	张先林
段永侯	赵运昌	哈承佑	费 瑾	秦毅苏	陶庆法	黄志兴
葛文彬	戴喜生					

“新一轮全国地下水资源评价”项目

成果报告编辑组

主 编 张宗祜 李烈荣

副主编 秦毅苏 孙继朝 郭占荣 田廷山 孙培善

编 辑 陈德华 靳盛海 汪 珊 荆继红 张 胜 李政红 聂振龙

王 昭 谢振华 刑贵发 肖国强 张 毅 杨建勋 姜玉成

张振权 孙 伟 俞俊英 顾阿明 姜 云 彭玉怀 郑蔚雯

刘修奋 李延国 朱中道 邹安权 卢庆林 廖小英 伍乃东

陈安河 任幼蓉 李永建 杨秀忠 杨艳华 王作堂 李稳哲

赵 成 李长辉 王红英 陈 冰 叶文良

“新一轮全国地下水资源评价”项目

中国地下水资源

项目主持单位	国土资源部地质环境司
项目组织实施单位	中国地质环境监测院 中国地质科学院
技术负责单位	中国地质科学院水文地质环境地质研究所
项目领导小组	组长：李烈荣 成员（以姓氏笔划为序）：田廷山 石建省 汪 民 李文鹏 姜建军 赵 逊 陶庆法 黄志兴 董树文
项目技术顾问组	陈梦熊 卢耀如 袁道先 段永侯 赵运昌 沈照理 陈志凯 任福弘 费 瑾 李慈君 陆中光 刘祖植 张勃夫 杨志勋 葛玉玮 方家骅 奚德荫 杨先铎 张雪尧
项目首席科学家	张宗祜
首席科学家助理	秦毅苏 孙继朝
项目协调办公室	主任：田廷山 副主任：张发旺 李文鹏 武选民 成员：胡 杰 刘彦博 葛文彬
参加单位	中国地质科学院水文地质环境地质研究所 北京市国土资源和房屋管理局、地质环境监测总站 天津市规划和国土资源局、地质矿产局、环境地质研究所、 地质环境监测总站 河北省国土资源厅、地质勘查局、地质环境监测总站、水 文地质工程地质勘查院 山西省国土资源厅、地质环境监测中心 内蒙古自治区国土资源厅、地质矿产勘查开发局、第一、 第二、第四水文地质工程地质勘查院、地质环境监测总 站、内蒙古水文地质工程地质中心、第十矿产勘查开发 院 辽宁省国土资源厅、地质环境监测总站、地质矿产研究院 吉林省国土资源厅、地质环境监测总站 黑龙江省国土资源厅、地质环境监测总站

上海市房屋土地资源管理局、地质调查研究院
 江苏省国土资源厅、地质调查研究院环境地质研究所
 浙江省国土资源厅、地质环境监测总站
 安徽省国土资源厅、地质环境监测总站
 福建省国土资源厅、地质环境监测中心
 江西省国土资源厅、地质工程勘察院
 山东省国土资源厅、地质环境监测总站
 河南省国土资源厅、地质环境监测总站
 湖北省国土资源厅、地质环境监测总站、水文地质工程地质大队
 湖南省国土资源厅、地质环境监测总站、地质研究所
 广东省国土资源厅、地质环境监测总站、水文地质工程地质一大队
 广西壮族自治区国土资源厅、地质环境监测总站
 海南省国土环境资源厅、地质环境监测总站
 重庆市国土资源和房屋管理局、地质环境监测总站
 四川省国土资源厅、地质环境监测总站
 贵州省国土资源厅、地质环境监测总站
 云南省国土资源厅、地质环境监测总站
 西藏自治区国土资源厅、四川省地质矿产勘查开发局 915
 水文地质工程地质队、西藏自治区水文水资源勘测局
 陕西省国土资源厅、地质调查院、地勘局第一水文地质工程地质大队
 甘肃省国土资源厅、地质环境监测总站
 青海省国土资源厅、地质环境监测总站、水文地质工程地质勘察院
 宁夏回族自治区国土资源厅、地质环境监测总站
 新疆维吾尔自治区国土资源厅、地质矿产勘查开发局第一、第二水文地质工程地质大队、地质环境监测院

注：1. 台湾省地下水资源评价工作由福建省国土资源厅、地质环境监测中心承担。
 2. 香港特别行政区和澳门特别行政区地下水资源评价工作由广东省国土资源厅、地质环境监测总站、水文地质工程地质一大队承担。

辽宁省地下水资源评价

项 目 主 持 单 位：国土资源部地质环境司

项 目 技 术 负 责 单 位：中国地质科学院水文地质环境地质研究所

承 担 单 位：辽宁省国土资源厅

项 目 组 长：姜玉成

项 目 付 组 长：陈远新 王力江

报 告 编 写 单 位：辽宁省地质环境监测总站

站 长：陈远新

总 工 程 师：王力江

技 术 负 责：王力江

技 术 顾 问：谢源清 张鸣鹤

报 告 编 写：王力江 陈远新 赵 杰 张鸣鹤 金 速
白秀媛

数字制图及建设空间数据库：赵 威 王 亮

打 字：商松涛

序

水既是重要的自然资源，又是重要的自然环境因素，是可持续发展的基础与条件，是环境问题与发展问题的核心。21 世纪可持续发展的水资源战略问题是一个关系人类前途和命运的重大问题。水资源的极端重要性已成为国际社会的共识。

党中央、国务院对我国水资源问题非常重视，要求要从战略高度认识水资源问题。江泽民同志指出：“当今水资源为世界各国所关注，我国的水资源大为短缺，我们过去的认识很不够，必须引起全党十分重视。人无远虑，必有近忧。”“水是人类生存的生命线，是经济发展和社会进步的生命线，是实现可持续发展的重要物质基础”。

地下水是水资源的重要组成部分，在保障我国城乡居民生活用水、支持社会经济发展、维持生态平衡等方面具有十分重要的作用。尤其是在地表水资源相对缺乏的我国北方干旱、半干旱地区，地下水具有不可替代的作用。科学地认识和掌握我国地下水资源的时空分布及其变化规律，是实施我国水资源可持续利用战略的基础。

20 世纪 80 年代初，原地质矿产部组织开展了第一轮全国地下水资源评价工作，于 1984 年底提出了评价成果：全国地下水天然资源量每年为 8717 亿 m^3 ，可开采资源量每年为 2940 亿 m^3 。自第一次评价工作距今近 20 年来，由于受气候变化、人类工程经济活动及地下水开采量急剧增长等因素的影响，区域水循环条件已发生了改变，导致地下水资源无论在数量、质量和区域分布上都发生了较大的变化，第一轮评价成果已不能反映当前地下水资源的实际状况。特别是在我国华北、西北地区，由于水循环条件改变和地下水的不合理开采，致使区域水文地质条件发生变化，出现一系列生态环境问题，严重影响了经济社会的协调发展。

为了进一步贯彻落实党和国家领导人关于我国水资源问题的一系列指示精神，更扎实地做好我国地下水资源勘查评价工作，为国家综合决策提供更准确的基础资料，国土资源部在 2000 年至 2002 年期间，组织开展了新一轮全国地下水资源评价工作。

新一轮全国地下水资源评价所采用的基础资料，全面反映了我国近 50 年

特别是近 20 年来在地下水资源勘查、评价、监测与水环境研究方面的工作成果，体现了最新进展。新一轮全国地下水资源评价的主要对象是浅层地下水，同时也对地下微咸水和半咸水资源进行了评价，并评估了深层承压水可利用率；不仅评价了地下水资源的数量，同时也评价了地下水资源的质量，尤其注重以环境质量作为地下水可开采资源评价的约束条件，使得评价成果更符合实际。并根据地下水资源分布规律、开发利用现状与国民经济和社会发展对水资源的需求，对地下水资源可持续利用进行了科学分析，提出了相应对策和建议，为规划决策提供了科学依据。

新一轮全国地下水资源评价成果在表现形式上，既有文字报告，又有图集，还建立了数据库系统，用多种方式表述和展示了我国地下水资源的分布规律和数量、质量状况。尤其是《中国地下水资源与环境图集》，它是我国第一部全国性的地下水资源和水环境图集，与 20 世纪 70 年代编制出版的以反映水文地质规律为主的《中国水文地质图集》相比，该图集更突出反映了地下水资源的分布变化规律、开发利用状况及地下水环境状况，有更强的实用性。

新一轮全国地下水资源评价成果，是全国国土资源系统水文地质专家和地下水资源管理工作共同劳动的结晶。它的问世，展示了我国地下水资源调查研究的最新进展，对于促进我国经济社会与资源环境的协调发展具有十分重要的意义。



2004 年 3 月 2 日

前 言

地下水是水资源的重要组成部分,我国地下水资源量约占水资源总量的三分之一,虽然在数量上比地表水资源数量少,但它是就地资源,可因地制宜开发利用,具有分布广,水量相对稳定,不易受污染等特点。地下水不仅是保障我国城乡居民生活用水、支持社会经济发展的重要战略资源,而且在维持生态系统安全和生态环境建设等方面发挥着重要作用。尤其在地表水资源相对缺乏的我国北方干旱、半干旱地区,地下水具有不可替代的作用,有的地方甚至是唯一的供水水源。在城市用水量中,地下水比重占 30% 以上的有 400 多座城市。我国地下水资源开采量逐年增加,据不完全统计,1980 年开采量为 619 亿 m^3 ,1989 年为 829 亿 m^3 ,1999 年已达 1116 亿 m^3 ,19 年间增加了 497 多亿 m^3 。我国现有地下水集中供水水源地 1200 多处,其中已开采 800 多处,可供规划利用的约 400 多处。地下水资源的开发利用,有力地促进了地区的经济发展。所以,查清地下水资源大账,并对其保证程度做出评价,是水资源科学开发利用规划的重要基础性工作,也是区域经济、社会发展规划和宏观决策的重要依据。

我国区域地下水资源评价始于 20 世纪 70 年代,1984 年完成了第一轮全国地下水资源评价工作。其评价结果是:全国地下水天然补给资源总量 8717 亿 m^3/a ,可开采资源总量 2940 亿 m^3/a ,这一成果作为国家宏观决策依据沿用至今。自第一轮评价至今近 20 年来,由于受气候变化和人为因素的干扰,水循环条件已发生了很大变化,导致地下水资源无论在数量上、质量上,还是在区域分布上都发生了较大变化,第一轮的评价结果已不能反映当前的地下水资源实际情况。特别在我国华北、西北地区,由于水循环条件改变和不合理的开采,致使区域水文地质条件发生变化、出现一系列生态环境问题,制约着地下水的进一步开发利用。因此,重新评价地下水资源是一项十分紧迫的任务,对我国社会经济可持续发展具有重要的现实意义。

为了进一步贯彻落实党中央国务院关于我国水资源问题的一系列指示精神,切实履行国土资源部门在地下水资源勘查评价、监测、监督等方面的职责,进一步做好我国地下水资源勘查评价工作,为国家综合决策提供新的地下水资源基础资料,国土资源部在国土资源地质调查计划中,安排开展了“中国地下水资源及其环境评价”项目,后改为“新一轮全国地下水资源评价”项

目，并下达了项目任务书。项目编号为 K5.4，任务书编号为 0299209078。

新一轮全国地下水资源评价工作的目的是，重新评价全国地下水资源以及与地下水资源开发有关的环境问题，重点评价地下水可持续利用的开采资源，提出地下水资源开发利用的战略建议。

新一轮全国地下水资源评价工作包括四部分内容：

一、地下水资源数量评价。重新评价地下水天然补给资源量、地下水可开采资源量、深层承压水可开采储存量，同时进行地下水开采量和开采状况调查。历史地、动态地分析研究地下水开发利用历史、现状及其开发利用中所存在的问题，科学地分析地下水资源量变化趋势和开发利用前景、地下水开采潜力等。

地下水资源分别按全国、省和县三级行政区进行评价。省级包括 32 个省（区、市）和香港、澳门两个特别行政区，县级有 2000 多个县市。此外还按黄河流域、长江三角洲、黄淮海平原、松辽平原、三江平原、西北干旱地区、南方岩溶地区等七个重点地区进行评价。

二、地下水环境质量评价。评价的内容包括地下水水质、地下水污染、不合理开发利用地下水引起的环境地质问题和地下水脆弱性等。

三、编制《中国地下水资源与环境图集》。用图的形式反映中国地下水资源分布、开发利用现状、开采程度、开采潜力以及存在问题。提出合理开发利用的供水对策，为国土规划供水决策提供科学依据。该图集包括序图组、全国图组、地区图组和分省图组，共 126 幅图。

四、建立中国地下水资源数据库系统。以数字化的形式反映了本次全国地下水资源评价的综合成果，数据库资料包括地图数据库、技术文档和多媒体信息，以 GIS 为支撑环境开发的应用软件实现了对上述资料信息的管理。该系统具有资料信息目录管理、数据信息显示（播放）、数据信息综合查询、多种形式的数据信息输出等功能。

本次评价充分利用了 1984 年以来有关地下水资源方面的新的系列资料。包括历时近 20 年完成的全国区域水文地质普查（以 1:20 万比例尺为主）资料，130 万 km² 的农田供水水文地质勘查资料，数千项关于城市和工矿供水水文地质勘查资料，“八五”期间完成的 700 多个县（市）区域水文地质调查资料，“九五”开始实施的“西北地区地下水资源特别计划”研究成果，“六五”以来西北地区、黄淮海地区、黄河流域、华北地区等的科技攻关成果，以及近 50 年地下水动态系列监测资料等。

本次地下水资源评价工作,以地下水系统理论为指导,划分水文地质区和地下水资源计算单元;以水均衡原理为依据,计算各单元、各地区的地下水资源量;统筹考虑水资源开发、水环境以及社会发展因素进行综合评价。

用动态变化的观点,分析和研究地下水补给、径流、排泄变化规律及其自然和人为因素对地下水资源的影响,分析了 20 世纪 80 年代以来地下水资源数量变化的原因,在评价地下水可开采资源量时,考虑了环境容量这一约束条件。对地下深层承压水的可开采储量,及其可持续利用的评价,也是本次区域地下水资源评价的新内容。为合理开发利用地下水资源开拓了新思路。

本次地下水环境质量评价与地下水资源量的评价紧密结合,同时又与影响地下水资源质量变化的环境因素变化的分析相结合。以地下水是多功能环境因子的观点和大气降水、地表水、地下水(“三水”)转化规律来研究地下水的环境质量变化,综合分析不合理开发利用地下水所诱发的环境地质问题,预测地下水环境质量变化的趋势。

《中国地下水资源和环境图集》是我国第一部涵盖全国的地下水资源图集。20 世纪 70 年代编制的《中华人民共和国水文地质图集》是以反映水文地质规律为主,此次编制的《中国地下水资源与环境图集》是以反映地下水资源的分布、数量及其变化、开发利用状况及其潜力以及水环境状况等为主要内容。在图集的内容和表达方式上,都体现了通俗性和实用性。

针对我国疆域辽阔、自然条件和地下水开发利用情况差异较大的特点,在评价工作开始之初,由技术负责单位秦毅苏、孙继朝、朱延华、王明德、郭占荣、张永波、刘文生、戴喜生等人编写了工作大纲和技术要求,统一了工作内容和工作方法。

新一轮全国地下水资源评价工作正式开始于 2000 年底,至 2003 年提交项目成果审查,历时两年半多。前后有 100 个单位、372 名科技工作者参加了本项目。新一轮全国地下水资源评价成果,是我国老、中、青三代水文地质专家集体智慧的结晶,也是全国国土资源系统地下水资源管理及水文地质工作者的共同劳动成果。

该项目成果于 2003 年 7 月 20 日通过了由国土资源部组织的有关专家的评审,会后根据专家提出的意见作了适当修改。最终提交的项目成果如下:

- 1.《中国地下水资源》(综合卷),是在各省(市、自治区)有关单位提交报告的基础上汇编成的综合报告;
- 2.《中国地下水资源与环境图集》;

3. 《中国地下水资源数据库系统》;

4. 各省(市、自治区)的地下水资源评价成果共分 32 卷。

两年多来,在国土资源部各级领导关怀下,在国土资源部地质环境司领导下,在中国地质科学院、中国地质环境监测院、水文地质环境地质研究所和各省(市、自治区)国土资源厅(局)等各级领导的直接关怀下,使评价工作得以顺利完成。在工作过程的各个阶段都得到陈梦熊、薛禹群、林学钰、卢耀如、袁道先等院士以及段永侯、赵运吕、哈承佑、孙培善、沈照理、李慈君等专家的热情指导,在此一并表示诚挚的感谢。

编纂委员会

2004 年 3 月

本卷前言

一、目的与任务

自然资源是国民经济与社会发展的重要物质基础,以较低的资源代价和社会代价取得高于世界经济水平,并保持可持续增长,是具有中国特色的可持续发展的战略选择。辽宁省是我国东部沿海社会经济发达的省份之一,但从总体上看,自然资源总量和人均占有量都低于全国平均水平。因此,研究自然资源保护与可持续利用,对实施全省国民经济与社会可持续发展战略,具有重要的现实意义和深远的历史意义。

辽宁省多年平均地表径流量,即地表水资源量为 $324.72 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,地下水资源量 $164.91 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,可开采资源量流量为 $91.76 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,扣除重复计算部分,则全省水资源总量 $360.97 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,多年平均河川径流量仅是全国的1.23%,多年平均地下水补给量也仅是全国的1.44%,可见辽宁省属国内水资源贫乏省份,人均地表水资源量为 892 m^3 、公顷 8951 m^3 。都只相当于全国人均、公顷的 $1/3$,辽宁省是我国北方严重缺水的省份之一。

水资源地区分布不均衡,主要特点是东部水量偏丰,西部枯,中部略好于西部。东部鸭绿江流域多年平均径流量为 $32.45 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,人均水量高达 4600 m^3 ,是全省平均的5.2倍;西部地区多年平均径流量为 $44.94 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,人均水量仅 575 m^3 ,只相当全省人均水量的61%,是省内严重干旱缺水地区;中部辽河中下游地区,多年平均径流量为 $104.23 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,占全省径流总量32%,但人均水量也只有 525 m^3 ,仅为全省人均水量的61%,加之这里又是全省工农业生产基地,用水量占全省总用水量的70%,造成供水严重不足,成为辽宁省内缺水最严重地区。辽宁省水资源利用程度较高,地表水利用率达27%左右,辽河流域已达63%;地下水利用率达90%,有的地区地下水利用率超过100%,部分地区地下水水质严重超标,形成大面积地下水漏斗区,沿海地区出现海水倒灌现象,造成水质污染。全省现有水利工程供水能力约为 $147 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,达到全省水资源量的45.27%,但仍然缺水,缺水量占总需水量4.8%,1995年缺水 $7.33 \times 10^8 \text{ m}^3$,但1995年是丰水年,水资源总

量为多年平均值的 1.71 倍,如遇枯水年,全省缺水量将超过 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

全省近年工业、城市生活污水排放量都在 $20 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上,总排放率为 66%。含有酚、氰化物、油、砷等有害物质的污水排入河道,使城市段以下河水受到污染,不少河段鱼、虾绝迹,由于被污染的地表水渗漏以及地下水超标严重,导致地下水污染。沈阳等城市井水水质恶化,不符合国家饮用水标准,有的已不能饮用。

本次地下水资源评价的主要任务就是重新评价辽宁省域的地下水天然补给资源量,辽宁省地下水可开采资源量、深层承压水可开采贮存量和地下水环境质量,并调查地下水开采现状和存在问题,分析地下水开发利用潜力,提出今后地下水合理开发利用的意见。

二、工作概况及质量综述

本次全国地下水资源调查项目的主持单位是国土资源部地质环境管理司。项目技术负责单位是中国地质科学院水文地质环境地质研究所,项目参加单位有全国各省国土资源厅。2001 年 4 月 5 日下发中国地质环境监测院文件,中地环发〔2001〕54 号文《关于下达 2001 年“全国地下水资源评价”项目任务书的通知》正式要求辽宁省地质环境监测总站完成“全国地下水资源评价——辽宁部分”工作任务,接受任务后,立即组建专门地下水资源评价课题组具体实施。

1. 时间安排

根据《全国地下水资源评价工作大纲与技术要求》规定,本次评价工作共分 4 个阶段进行,具体时间安排如下:

第一阶段:1999 年 9 月~12 月

- ① 提出“全国地下水资源评价工作”大纲并通过专家评审;
- ② 提出“全国地下水资源评价技术要求和《中国地下水资源与环境图集》设计书”,并通过专家评审。

第二阶段:2000 年 1 月~12 月

- ① 编制全国性及分省性、地区性数字化底图;
- ② 空间数据库各种技术文档资料准备工作,含全国地下水资源评价空间数据库标准和数字制图图形分层与数字图例库;
- ③ 样图编制。

第三阶段:2001 年 1 月~12 月

- ① 各省开展地下水资源评价工作；
- ② 开展分省性、地区性和全国性的编图工作；
- ③ 空间数据库建设工作。

第四阶段：2002 年 1 月 ~ 12 月

- ① 分省性、地区性和全国性地下水资源和地下水环境评价汇总工作；
- ② 编制地区性图和全国性图；
- ③ 全部成果提交评审验收。

2. 工作特点

本次地下水资源计算工作，是在 1:20 万水文地质调查、1:5 万农灌供水水文地质调查与勘查、1:5 万供水水文地质勘查、1:10 万县（市、区）水文地质调查以及全省和下辽河平原地下水资源评价、下辽河平原南部新近系地下水勘察评价等资料基础上，按县域进行地下水资源计算，计算特点如下。

- ① 按县域计算地下水补给资源及开采资源；
- ② 确定地下水资源以丰补欠的原则，选取水文、降水多年平均值计算地下水补给资源量；
- ③ 计算县域山区开采资源时，注意地下水产流区与赋存开采区分布关系，正确处理补给资源和开采资源的关系；
- ④ 县域内平原区，计算地下水补给资源方法，有补给量总和法及有限差分法；
- ⑤ 县域内山区计算地下水补给资源，采用地下水径流模数法；
- ⑥ 县域内平原区计算地下水开采资源，采用以丰补欠水量平衡法、有限差分法及相关分析法；山区采用开采系数法——分布系数法，计算地下水开采资源。

3. 质量综述

本次地下水资源评价工作，主要是以收集大量的在全省开展过的地下水勘查评价资料为主，在此基础上进行复核计算，取得的成果如下。

- ① 按全省行政区划（市、县）进行地下水补给资源、开采资源计算；
- ② 分别计算山区、平原区、岩溶区的补给资料、径流模数、补给模数，计算山区河谷平原、平原区、咸水区新近系承压水的开发资源和开采模数，根据开采现状确定可扩大开采量；
- ③ 略述省内地下水形成条件、地下水类型、分布特征以及地下水水质与环境地质问题；