

GROUNDWATER RESOURCES OF CHINA

中国地下水资源

(四川卷)

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

(四川卷)

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. 四川卷/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 (四川卷)

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)

西安煤航印刷厂印刷

新华书店经销

开本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 印张: 7.5 字数: 187 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
郭家華

“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 杨先锋 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。

四川省地下水资源评价

项目承担单位：四川省地质环境监测总站

项目技术指导：葛文彬

项目负责：李永建

报告编制：李永建 黄 昆 谢封春 李 强 邱晓玲

吴锡奎 徐志文 蒋 俊 吴英琪 姜泽凡

报告校核：姜泽凡

总工程师：李云贵

站 长：钟沛林

报告提交单位：四川省地质环境监测总站

报告提交时间：2002年7月

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量；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、多种形式的数据库输出等功能。

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、赵运昌、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

进行新一轮地下水资源评价，是在充分利用建国 50 多年来四川省的水文地质勘查和研究成果，并参考以往历次地下水资源评价的基础上进行的。在保证地下水环境质量情况下以开采利用地下水为目的，按照我省人口和经济发展规划对地下水资源的需求来对地下水资源的数量、质量、时空分布特征和开发利用条件重新作出科学的、全面的评价，为政府决策提供科学依据。

二、任务

重新评价四川省地下水天然补给资源量、地下水可开采资源量和地下水环境质量；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，提出今后开采利用地下水的意见。其工作成果：《四川省地下水资源》报告、《四川省地下水资源图与水环境图》、“四川省地下水资源与水环境评价信息系统”。

三、本次评价特点

1. 体现新的思路：开展新一轮地下水资源评价，一切以供水为目的；在环境容量允许条件下进行可开采资源量的评价；重新认识“红层”地区地下水的供水意义；全面引入计算机信息及成图技术，建立“四川省地下水资源评价信息系统”。

2. 体现“动态”观点：资源评价体现“动态”观点，以“动态”观点分析研究自然和人为因素的影响所导致的地下水补、径、排条件的改变，从而引起的资源量及质的变化；分时段评价过去、现在及将来的资源量；采用资料延续时间长，充分体现了地下水“动态”变化特点；进行资源评价时，重新修正了资源评价参数；最终成果之一的“四川省地下水资源评价信息系统”可以根据地下水“动态”变化，适时方便地予以修改。

3. 统一标准：本次四川省地下水资源的重新评价标准与以往评价标准有所改变，既体现了与全国的统一，又体现四川省特点，更着重于体现评价“以开采利用”为目的。

4. 评价单元：本次评价除以水文地质单元——流域、地貌为单元外，更注重以市、县行政区为单元进行评价。

5. 评价成果的多样化：本次评价成果除以传统的纸质成果外，首先采用计算机技术，全面建立“四川省地下水资源评价信息系统”，从而使成果的查询更方便，管理更容易，修改更快捷。

《四川省地下水资源》是《中国地下水资源》的子项目，是在对四川省水文地质条件进行全面详细调查后完成的四川省第一轮地下水资源评价基础上进行的第二轮全面系统的评价，本次评价是在充分收集分析了四川省多年的成果资料，参考了历次评价成果，反复修正了评价参数，听取了多位专家建议，在四川省国土资源厅葛文彬教授级高级工程师指导下完成。四川省新一轮地下水资源评价不仅按照全国地下水资源统一标准，而且根据四川省的具体条件作了适当修改，以达到更符合四川省地下水资源实际情况为目的。本次评价历时两年，主要由四川省地质环境监测总站完成，项目主要成员及分工如下：

项目技术指导：葛文彬

项目负责：李永建

报告编制成员：李永建 黄 昆 谢封春 李 强 邱晓玲 徐志文
蒋 俊 吴英琪 姜泽凡

信息系统建立：吴锡奎

目 录

第一章 自然地理及社会经济概况	(1)
第一节 社会经济概况	(1)
第二节 自然地理概况	(1)
第二章 水文地质概况	(6)
第一节 地下水系统划分	(6)
第二节 水文地质基本条件	(7)
第三章 地下水资源评价	(13)
第一节 地表水资源及其变化	(13)
第二节 地下水资源评价	(18)
第四章 地下水环境质量评价	(60)
第一节 地下水质量分布的基本特征及其变化规律	(60)
第二节 地下水中某些评价参数与地方病关系讨论	(71)
第三节 地下水污染状况动态变化及其趋势分析	(72)
第四节 地下水系统天然防护条件(脆弱性)评价	(80)
第五章 地下水资源的开发利用	(83)
第一节 地下水开采量	(83)
第二节 地下水开采程度	(84)
第三节 地下水资源利用	(85)
第四节 缺水状况及地下水资源潜力分析	(87)
第五节 地下水开发利用规划建议	(90)
结论及建议	(98)