



地质调查成果系列

全国地下水资源及其环境问题
调查评价系列成果

准噶尔盆地地下水资源 及其环境问题调查评价

中国地质调查局

谌天德 陈旭光 王文科 刘 斌 等著



地质出版社

内 容 提 要

本书是中国地质调查局“全国地下水资源及其环境问题调查评价”项目中子项目成果。作者在综合研究已有成果资料基础上,进一步查明了准噶尔盆地第四纪地质及地下水系统的空间分布与结构,地下水补给、径流、排泄条件及演化趋势,对与地下水相关的生态环境地质问题进行了调查评价,建立了水文地质概念模型,评价了地下水资源、生态功能、环境功能,研究了地下水开发利用的环境效应和地下水合理开发利用方案。

本书供水文地质、环保、水利和农林部门有关人员,及高等院校相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

准噶尔盆地地下水资源及其环境问题调查评价/谌天德等著.
北京:地质出版社,2009.5
ISBN 978-7-116-06106-4

I. 准… II. 谌… III. ①准噶尔盆地-地下水资源-资源管理②准噶尔盆地-地下水-水环境-环境保护
IV. P641.8 TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 074008 号

责任编辑:赵俊磊 陈军中
责任校对:韦海军
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083
电 话:(010) 82324508(邮购部)
网 址:<http://www.gph.com.cn>
电子邮箱:zbs@gph.com.cn
传 真:(010) 82310759
印 刷:北京地大彩印厂
开 本:889 mm×1194 mm^{1/16}
印 张:22.5
字 数:620 千字
印 数:1—1300 册
版 次:2009 年 5 月北京第 1 版·第 1 次印刷
定 价:58.00 元
书 号:ISBN 978-7-116-06106-4

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

全国地下水资源及其环境问题调查评价成果

编纂委员会

主 任：殷跃平

副主任：石建省 武选民 文冬光

委 员（以姓氏笔划为序）：

王永贵	王贵玲	王晓光	刘少玉
刘文生	刘 斌	孙晓明	朱 桦
李 志	杨湘奎	吴学华	张二勇
张永波	张光辉	张兆吉	张翼龙
陈宗宇	陈德华	林良俊	郝爱兵
赵海卿	侯光才	韩 颖	程旭学

全国地下水资源及其环境问题调查 评价项目组织实施机构

主 持 单 位：中国地质调查局

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（排名不分先后）：

中国地质科学院水文地质环境地质研究所	天津地质矿产研究所
沈阳地质矿产研究所	西安地质矿产研究所
内蒙古自治区地质调查院	新疆维吾尔自治区地质调查院
青海省地质调查院	甘肃省地质调查院
宁夏回族自治区地质调查院	山西省地质调查院
河北省地质调查院	河南省地质调查院
山东省地质调查院	北京市地质调查研究院
天津市地质调查研究院	黑龙江省地质调查院
吉林省地质调查院	辽宁省地质调查院
中国地质大学（北京）	中国地质大学（武汉）
长安大学	吉林大学
石家庄经济学院	

前 言

我国地下水的长期持续开采为保障经济社会快速发展和农业稳产高产发挥了重要作用。随着地下水开采强度不断加大、地表水利工程大量修建等人类活动增加和全球气候变化影响,我国地下水资源与地质环境的整体状况与以往相比发生了很大变化,含水层枯竭、地下水污染、地面沉降地裂缝发育、土壤盐渍化和沙化程度加剧,原有的水文地质调查数据和成果已无法满足当代地下水资源开发和地质环境保护与管理的需要,亟待更新。同时水文地质理论、技术方法和相关研究领域不断发展,水文地质工作逐步转向资源与环境并重,促使我们需要用新的理论方法开展全国地下水资源和地质环境调查工作。

1999 年新一轮国土资源大调查启动以来,为全面掌握 20 多年来气候变化和人类活动影响下地下水资源和地质环境变化状况,制定地质环境保护的适应性对策,促进地下水资源的合理开发利用,中国地质调查局组织开展了“全国地下水资源及其环境问题调查评价”项目,第一期首先部署在我国北方的松嫩平原、三江平原、西辽河平原、华北平原、山西六盆地、鄂尔多斯盆地、银川平原、河西走廊、柴达木盆地、准噶尔盆地和塔里木盆地共 11 个平原盆地区,总面积达 $200 \times 10^4 \text{ km}^2$;项目开展前期,进行了多次专家论证,确保工作部署科学合理。项目组织实施单位水文地质环境地质研究所会同天津地质调查中心、沈阳地质调查中心、西安地质调查中心负责制订统一的技术要求,开展业务指导、关键问题研究、技术培训等工作,项目承担单位黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、北京、天津、河北、河南、山东、山西、宁夏、甘肃、青海、新疆 14 个省(区、市)的地质调查院,以及中国地质大学(北京)、中国地质大学(武汉)、吉林大学、石家庄经济学院、长安大学 5 所高等院校共 23 家单位的 400 余名水文地质人员参加了项目工作。

“全国地下水资源及其环境问题调查评价”,从 1999~2005 年,历时 7 年,采用遥感(RS)、地球物理勘查、同位素、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)和数值模拟等最新技术方法,以平原盆地为单位,重点调查了地下水系统的空间分布与结构,地下水的补径排条件及其变化,评价了主要平原盆地地下水资源量、调蓄能力、环境与生态功能,对新中国成立以来各主要平原盆地的地质和水文地质资料进行了系统整理编录,所有资料和数据全部录入数据库和信息系统。

项目取得的主要成果包括:①建立了北方主要平原盆地水文地质结构三维数字模型,查明了北方主要平原盆地的地下水系统空间分布与结构;②分区评价了各主要平原盆地地下水资源量及 20 多年来补径排条件及其变化;③查明了各平原盆地地下水开采现状、含水层枯竭、地面沉降、荒漠化、沙漠化、盐渍化及污染等环境地质问题;④以 GIS 软件为平台,建立了地下水资源与环境数据库;⑤采用 Visual Modflow、GMS、Feflow、PMWin 以及自主研发的 PGMS 软件建立了各平原盆地的区域地下水流数值模型,并进行了模拟预测;⑥开展了地下水资源、环境和生态功能分区评价,提出了各主要平原盆地地下水资源优化配置和合理开发利用方案,圈定了一批地下水应急供水水源地。各平原盆地报告成果主要内容如下。

松嫩平原:建立了松嫩平原全区的三维水文地质结构模型,利用同位素技术调查评价了松嫩平原地下水资源可更新能力,划分了松嫩平原地下水系统;查明松嫩平原近 20 年来土壤盐渍化、沙化面积进一步扩大,湿地大面积减少,水质污染加重;查明哈尔滨、大庆、长春等主要城市地下水位下降漏斗的发展变化以及与地下水相关的环境地质问题;利用地下水数值模拟模型对 2010 年和 2020 年的地下水流场变化进行了预测,给出了未来松嫩平原地下水流场变化趋势;建立了典型地区地下水水质污染预警系统。

三江平原:构建了三江平原地区地质结构模型,分析了不同时期第四系沉积特征和新构造运动特

点,划分了地下水系统;调查发现目前沼泽湿地仅占平原总面积的十分之一,零星分布在几个保护区及河流漫滩与古河道内,而在20世纪50年代占平原总面积的三分之二,80年代占三分之一;开展了地质环境质量和生态承载力评价,提出了三江平原地区生态地质环境保护的措施和对策建议。

西辽河平原:重建了西辽河平原第四纪地层系统,将本区第四系划分为不同时代、不同成因类型24个地质单元;利用20世纪80年代末和2000年TM卫星遥感数据,分析研究了地表水体与湿地分布、沙漠化、盐渍化的现状及发展趋势,研究结果表明土地沙漠化和土壤盐渍化面积在增加,而水域面积在减少;以县(旗)为单元,对地下水资源进行了现状及2010年两个时期的供需平衡分析,提出了地下水合理开发利用方案。

华北平原:重新厘定了第四系水文地质结构,查明了华北平原浅层地下水位和深层地下水位现状、变化以及地下水漏斗的分布,系统评价了含水层调蓄能力,选取了7个地下水调蓄的有利地段;圈定了北京、天津、石家庄等10个城市的23个应急水源地;进行了南水北调通水以后区域水资源供需状况分析,预测在南水北调实施后经过10年的开采量调整,至2020年,重点控制区内的浅层和深层地下水漏斗中心水位有不同程度回升,深层地下水漏斗影响范围也有显著缩小。

山西六盆地:在地下水系统划分的基础上,研究了盆地地下水流场时空演化规律,绘制了不同时期盆地地下水等水位线图,查明了各盆地地下水位降落漏斗分布范围、下降速率等变化情况;应用同位素技术,研究了地下水补径排条件及更新能力;分析了各盆地水化学特征及主要离子含量变化规律,开展了典型盆地两期水化学场的变化特征研究,发现通过近20年地下水开采,加速了地下水的循环交替,盆地中部水位下降,蒸发盐化作用减弱,微咸水区显著减少。

鄂尔多斯盆地:建立了全盆地三维地质结构模型和白垩系含水层结构模型;查明了盆地地下水资源总量及其开发利用潜力,发现了18处特大型地下水富集区,圈定了161处地下水源地;进行了盆地尺度含水层系统和地下水流系统划分;利用Packer定深分层取样技术,采集了白垩系巨厚含水层不同深度的地下水水头、同位素及水化学样品,分析了其变化规律;通过潜水补给与蒸发强度的原位试验研究,提出了不同条件降雨入渗补给规律和参数系列;采用多种地下水测年技术评价了地下水的可更新能力。

银川平原:对银川平原地下水主要水文地质参数进行了重新分析计算,科学地评价了地下水资源;应用同位素技术研究表明银川平原地下水补给量的80%来自于引黄灌溉入渗补给;建立了银川平原地下水三维数值模型及水资源优化配置模型,对银川平原2003~2020年的水资源利用进行了优化;提出了引黄水量减少后银川平原地下水合理开发利用对策。

河西走廊:在地下水资源及其开发利用潜力评价的基础上,分析了地下水开发利用的环境效应,确定了不同生态类型区的地下水水位埋深阈值;提出了昌马、双塔、花海、党河四个灌区地下水和地表水资源优化配置方案。

柴达木盆地:划分了柴达木盆地地下水系统和含水层系统,查明了柴达木盆地地下水水化学特征及演化过程,对全盆地地下水质进行了分级评价;通过同位素样品的采集和分析,探讨了主要流域地表水、浅层地下水、深层地下水的循环及更新性;建立了格尔木河流域地下水流数值模型,提出了格尔木地区水资源合理开发利用模式。

准噶尔盆地:查明了盆地区域含水层结构,建立了天山北麓地质-水文地质结构模型;研究了区内水化学场时空演化规律,利用环境同位素分析了地下水循环特征以及可更新性;总结出区内“三水”转化的四种模式;通过原位试验研究,建立了包气带水分迁移转化数值模型及河流脱节条件下包气带水分迁移转化概率分布模型,定量评价了“三水”转化规律;开展了表生生态环境效应调查,研究了地下水水质、包气带含水量和含盐量与表生生态环境关系;利用地下水流数值模型对六种水资源开发利用方案进行了预测,确定了合理的水资源与生态环境保护方案,提出了地下水合理开发利用模式。

塔里木盆地:通过对盆地南缘TK17钻孔岩石地层学、磁性地层学、孢粉分析研究,揭示了盆地的第四纪地层结构,古地理环境变迁,古气候演化过程;在查明区域水文地质条件的基础上划分了地

下水系统，利用地下水同位素特征，分析了地下水形成和演化过程；选择 20 世纪 70 年代的 MSS 遥感数据和 90 年代的 ETM 遥感数据对比研究表明，土地利用面积、盐渍化土地面积减少，而沙化土地面积却有大幅度增加，严重沙化土地和重度沙化土地面积增加较多；规划论证地下水水源地 39 处。

为使调查研究成果及时服务于社会和政府规划决策需求，现分册编辑出版北方主要平原盆地地下水资源及其环境问题调查评价成果报告，供国土、环保、水利和农林等相关行业 and 教学科研部门参考使用。

本系列成果报告凝聚了我国水文地质学界众多专家、领导和科技人员的智慧和心血，是历时多年集体创新钻研的结果。张宗祜院士、陈梦熊院士、袁道先院士、卢耀如院士、薛禹群院士、林学钰院士、陈志恺院士、李佩成院士和王秉忱、岑嘉法、李烈荣、段永侯、哈承佑、王瑞久、沈照理、任福弘、张人权、秦毅苏、朱延华、邱心飞、韩再生等国内外著名专家对项目给予了长期悉心的指导。原中国地质调查局领导叶天竺、寿嘉华、孟宪来始终关注和支持项目进展，国土资源部副部长、中国地质调查局局长汪民同志亲自带队深入基层进行调研，并多次就项目进展做出重要指示，以上专家和领导的指导和支持确保了项目的顺利完成，在此一并致以衷心的感谢！

编者

2008 年 12 月

引 言

一、项目的由来与目标任务

（一）项目的由来

“新疆准噶尔盆地地下水资源及其环境问题调查评价”是“全国地下水资源及其环境问题调查评价”项目中的一个子项目。2003年3月依据中国地质调查局“关于下达2003年第一批地质调查水工环工作任务书的通知”（中地调函[2003]75号），新疆维吾尔自治区地质调查院开展新疆准噶尔盆地地下水资源及其环境问题调查评价工作。

（二）项目总体目标

根据2003年总体任务书的要求，本项目总体目标是：在综合研究已有成果资料的基础上，进一步查明准噶尔盆地第四纪地质及地下水系统的空间分布与结构，查明地下水补给、径流、排泄条件和演化趋势；开展与地下水相关的生态环境地质问题调查评价；建立准噶尔盆地地下水资源及其环境问题空间数据库；建立重点地区地下水系统数值模型，评价地下水资源、生态功能、环境功能与调蓄能力；提出地表水、地下水资源合理配置及生态环境保护方案，为促进水资源合理开发利用、经济建设与生态环境保护提供科学依据，为全国地下水资源及其环境问题综合评价提供基础资料。

（三）项目的任务

- 1) 建立准噶尔盆地地下水资源及其环境问题空间数据库。
- 2) 进一步查明准噶尔盆地水文地质条件，计算地下水资源量。
- 3) 基本查明盆地内生态环境现状和近期生态环境演化特征。
- 4) 建立重点地段（乌鲁木齐-奎屯）地下水数值模型，评价地下水资源。
- 5) 在奎屯河流域进行地下水资源评价、生态功能、环境功能与调蓄能力研究，提出地表水、地下水资源合理配置及生态环境保护方案。
- 6) 宏观上研究艾比湖及其周边平原区生态环境现状及演变特征。

项目按照分步实施、滚动安排的工作思路，中国地调局下达了2003~2005年各年度的工作任务。

1. 2003年工作任务

- 1) 组织编制项目总体设计。
- 2) 系统收集已有资料，初步建立盆地第四系地质结构模型、水文地质概念模型、地下水系统模型，分析存在的主要水文地质、生态环境地质问题。
- 3) 开展盆地内地下水补给条件、区域地下水位、水质变化、重点地区开采现状及与地下水有关的环境问题等调查。
- 4) 在玛纳斯河流域开展山前地带含水层调蓄能力调查评价。
- 5) 开展艾比湖生态系统环境现状及演变特征调查，查明水资源开发与生态环境演变的关系。
- 6) 开展地下水资源与环境问题空间数据库建设工作。

2. 2004年工作任务

2004年中国地调局分别给承担项目的新疆地质调查院和长安大学下达了任务书。

（1）新疆地质调查院任务

- 1) 继续收集整理地质、水文地质钻孔资料，完善地质空间结构模型。
- 2) 充分分析已有资料和研究成果，在重点地段继续开展水文地质参数系列研究工作，完善区域地

下水系统空间结构模型；完善盆地内第四系水文地质结构模型；完成盆地地下水资源初步计算和评价。

3) 开展盆地内地下水补给条件、区域地下水位、水质变化、重点地区开采现状及与地下水有关的环境问题等调查。

4) 开展地下水资源功能，环境与生态功能，调蓄能力评价及区划工作。

5) 开展玛纳斯山前地带含水层调蓄能力调查及调蓄功能的机理研究。

6) 加强艾比湖周边潜水浅埋区的水位观测，以及包气带岩性结构研究；开展重点地段灌溉入渗、降雨入渗、河流入渗机理研究，总结水资源的分布与转化模式。

7) 建立重点地区地下水系统数值模型；提出地表水、地下水资源合理配置及生态环境保护方案。

8) 调查研究绿洲区表生生态环境与深层地下水水位关系。

9) 收集整理乌鲁木齐地下水水化学资料，开展地下水污染调查评价。

10) 参与全国地下水资源动态评价平台数据集成，提供所需资料。

11) 建立完善地下水资源与环境问题空间数据库。

(2) 长安大学任务

1) 分析水文、气象、水文地质以及生态环境资料，建立区域地下水系统数值模型。

2) 研究包气带水分、盐分及蒸发量随时间的变化规律，建立包气带水分与盐分运移模型。取得包气带含水率-负压关系曲线、盐分弥散系数、蒸发量等，为建立包气带水分运移与盐分运移模型提供参数。

3) 通过野外调查，研究建立植被群落与地下水位、土壤含盐量、土壤含水量等因素之间的关系。

4) 开展艾比湖生态环境现状及演变特征调查。

3. 2005 年工作任务

1) 完成盆地地下水系统的空间分布与结构、地下水补、径、排条件和演变过程、地下水开发利用现状、水文地质参数的调查，重点开展综合研究工作。

2) 进一步综合分析已有的地质、水文地质钻孔资料，完善盆地地质结构模型和第四系水文地质结构模型，在 6 月份前建立水文地质概念模型。

3) 完成盆地内与地下水相关的环境与生态问题的分布、成因及演化过程的调查评价。

4) 完成盆地地下水的资源、环境功能、生态功能与调蓄能力评价，提出地下水合理开发利用方案。

5) 完成玛纳斯山前地带含水层调蓄能力调查及调蓄功能的机理研究。

6) 完成艾比湖包气带岩性结构以及重点地段灌溉入渗、降雨入渗、河流入渗机理研究，总结水资源的分布与转化模式，建立包气带水分运移与盐分运移模型；完成艾比湖生态环境现状及演变特征调查。

7) 完成重点地区地下水系统数值模型；提出地表水、地下水资源合理配置及生态环境保护方案。

8) 完善地下水资源与环境问题空间数据库，4 月份参加地下水资源动态评价平台集成，提供相关数据。

9) 编制项目成果报告和相关图件。

二、工作区以往研究程度及存在问题

(一) 工作区以往研究程度

20 世纪 50 年代以来，前人在准噶尔盆地内陆续开展了不同目的、不同精度的地质、水文地质工作。准噶尔盆地南缘是新疆工农业生产最发达的地区，水文地质研究程度相对比较高，在主要河流流域及经济发达地段开展了 1:5 万~1:10 万城市供水、农业供水水文地质勘察工作；准噶尔盆地北缘主要以牧业生产为主，水文地质研究程度相对较低，一般只开展了 1:20 万~1:50 万水文地质普查；古尔班通古特沙漠人类活动稀少，除开展了少量水文地质路线调查以外，只在局部开展了专项供

水水文地质勘察。据统计全盆地开展过比较系统的水文地质、工程地质、环境地质、地质灾害工作近 100 项,其中 1:50 万水文地质普查 3 项,覆盖面积为 193439 km² (部分覆盖区位于工作区之外,同时各勘察工作区有叠合现象),钻探总进尺 11447 m/78 孔;1:20 万水文地质普查 6 项,覆盖面积为 125593 km²,占工作区总面积的 48.1 %,钻探总进尺 33517 m/180 孔;1:5 万~1:10 万普查覆盖面积为 35962 km²,钻探总进尺 37432 m/267 孔,占工作区总面积的 13.67 %。由此可见工作区内水文地质工作研究程度较低,各地段工作精度差异较大。

自 20 世纪 80 年代以来,新疆维吾尔自治区水利厅、地质矿产局(国土资源厅)、新疆农业大学等部门和科研单位开展了 5 次包括准噶尔盆地在内的全疆水资源评价,其中,第一次“新疆地下水资源评价”由新疆维吾尔自治区水文总站于 1980~1984 年完成;第二次评价以 1986 年为现状年,由新疆水利厅、新疆地矿局、原新疆八一农学院于 1988 年共同完成;第三次评价以 1997 年为现状年,由新疆水利厅于 1999 年完成;第四次、第五次评价以 2000 年为现状年,由新疆国土资源厅、新疆农业大学分别完成。上述评价工作均是在收集资料和分析利用前人资料的基础上完成的,彼此之间计算方法、计算区面积、参数选用、计算对象均有所不同,因而,计算的结果也存在差异。

(二) 存在的问题

1) 在盆地内所做过的水文地质工作达到近百项,1:20 万水文地质普查覆盖面积占工作区总面积的 48.1 %,1:5 万~1:10 万普查覆盖面积只占工作区总面积的 13.67 %。总体来讲,全盆地水文地质研究程度较低,各地精度不一,所刻画出的第四系结构模型、水文地质概念模型精度不高。

2) 近年来随着人类工程和地下水开采强度的增加,地下水补径排条件发生了很大的变化,但区内水资源转化模式和地下水资源评价参数体系研究工作程度较低,地下水资源评价精度有待进一步提高。

3) 盆地内水资源分布不均,生态环境比较脆弱,水资源开发利用所引发的地下水位下降、自然湿地的衰亡和减少、植被退化、土壤次生盐渍化、沙漠化等不良地质环境问题加剧,科学合理配置水资源用水模式研究程度有待提高。

4) 准噶尔盆地各地段是一个有着相互联系、相互作用、相互制约的有机的统一体,但前人工作都是从某一流域或某一区域开展水文地质工作,没有从全盆地出发对水文地质结构模型、水文地质条件的变化、生态环境的演化等开展研究工作,从而影响了全盆地条件的深化和认识。

5) 以往的水文地质工作多从找水或供水角度出发开展工作,未将社会发展、生态环境、水资源可持续利用等有相互关联的内容统筹考虑,与现代社会发展不相适应。

6) 研究的技术方法手段尚显落后,缺少将所有前人资料集成的技术平台。

三、工作方法 with 完成工作质量

(一) 工作依据及技术要求

本项目的工作依据包括各年任务书及各类规范,主要包括:

1) “准噶尔盆地地下水资源及其环境问题调查评价任务书”,包括总体任务书(编号:水[2003])、2003 年度任务书(任务书编号:水[2003] 001—13)、2004 年度工作任务(编号:水[2004] 001—06)以及 2005 年度工作任务(编号:水[2005] 001—03)。

2) 经中国地质调查局审查通过的“准噶尔盆地地下水资源及其环境问题调查评价设计书”,包括总体设计书、2003 年年度设计书、2004 年年度设计书、2005 年年度设计书。

3) 《中国地质调查局项目管理办法》。

4) 中国地质调查局《西北地下水资源勘查评价空间数据库工作指南》。

5) 《地下水质量标准》(GB/T 14848—93)。

6) 《水文测井工作规范》(DZ/T 0181—97)。

7) 《水文地质术语》(GB/T 14175—93)。

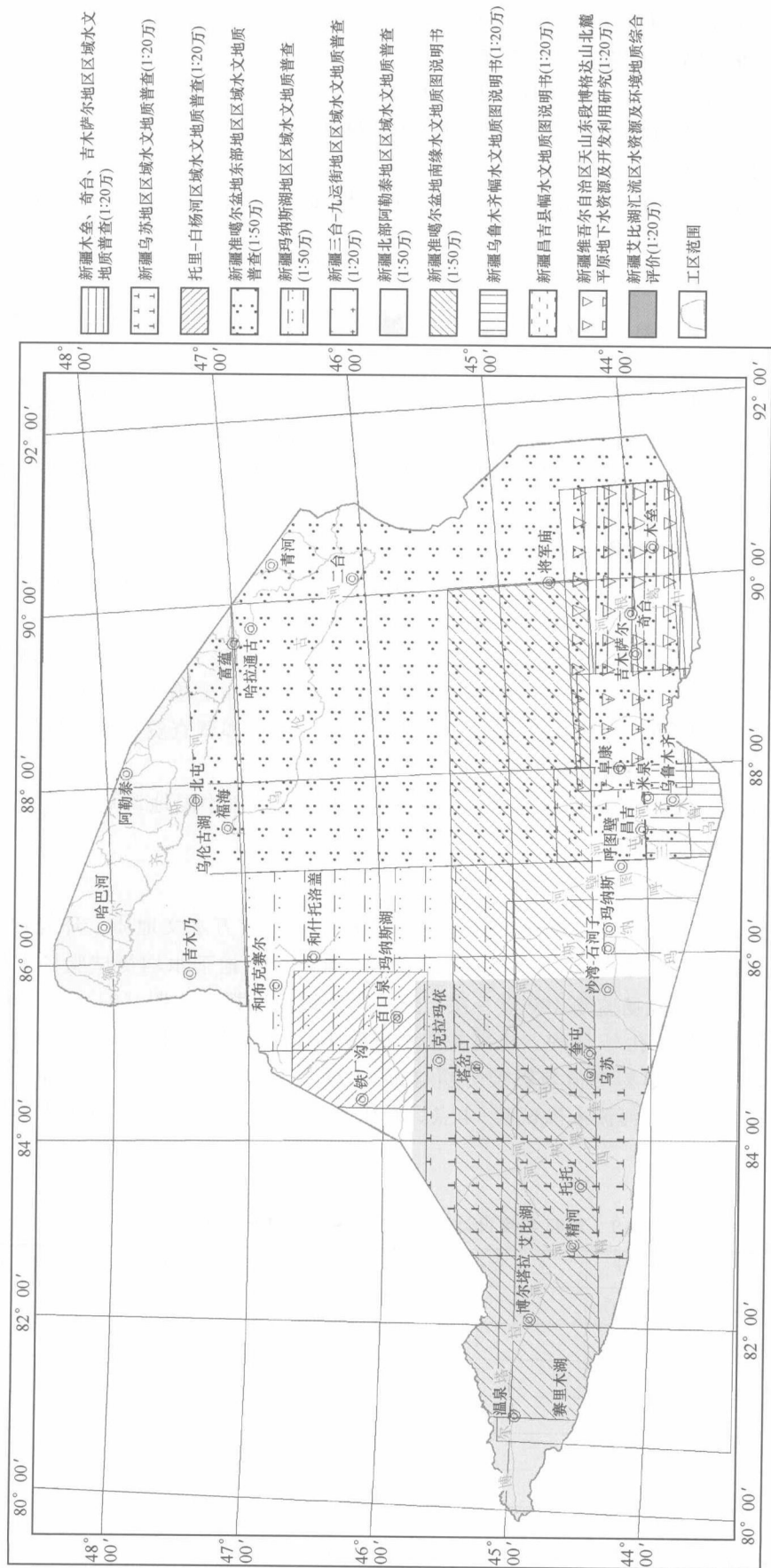


图 1 新疆准噶尔盆地区域水文地质研究程度图

- 8)《水文地质钻探规程》(DZ/T 0148—94)。
- 9)《区域地质调查遥感技术规定(1:5万)》。
- 10)《地下水资源分类分级标准》(GB 15218—94)。
- 11)《水文地质环境地质调查数据录入系统 HFGINFO 使用手册》。
- 12)《全国地下水资源调查评价数据库标准》。
- 13)中国地质调查局颁布的《全国地下水资源及其环境问题调查评价技术要求系列》(一)、(二)、(三)(简称《技术要求系列》,后同)。

(二) 工作方法及工作过程

勘查工作主要围绕总体目标,本着“以编为主、编测结合”,“分步实施,滚动安排”的基本原则开展工作。

本次工作方法包括:收集资料与综合研究、遥感解译、1:25万水文地质与环境地质补充调查、水文地质钻探、抽水试验、水土样分析测试研究、试验场水文地质参数试验、河流入渗试验、有压入渗试验、水文地质物探、第四纪综合研究、同位素研究、地下水动态监测、地下水水位统测、地下水数值模拟等。

本项目工作周期为4年,大致可以划分为3个阶段:

1)准备阶段(2003年1~7月):该阶段主要开展项目的前期论证、总体设计的编写,设计书的函审、审查工作。

2)野外施工及资料综合整理阶段(2003年7月~2005年11月):该阶段主要依据各年度任务书的要求,按照技术要求系列(一)、(二)开展资料的收集、野外工作的施工、资料的综合整理,基础图件的编制工作,同步开展数据库的建设工作。根据资料综合整理和调查资料结果以及各年度任务书的要求,按照缺什么补什么的原则部署安排下年度工作。

3)报告编制阶段(2005年12月~2006年12月):该阶段按照中国地调局下发的技术要求系列(三),编制文字报告及成果图件。

(三) 完成工作量

项目实施四年来共完成1:25万遥感解译 $25 \times 10^4 \text{ km}^2$;1:25万水文地质、环境地质调查 $4.5 \times 10^4 \text{ km}^2$;地下水统测820点/2次,地下水长观200点/12月;建立地下水均衡试验场1处、利用地下水均衡试验场1处,开展试验场监测400点·次;施工水文地质勘探孔1眼/501m;EH-4物探剖面700点;完成钻孔抽水试验1孔/5落程、机民井抽水试验14组;采集水样全分析194组、简分析496组、同位素294组;采集土壤易溶盐与颗粒分析样品1094组、古地磁样品组571组、孢粉样品148组、 ^{14}C 与热释光样品10组;河流入渗试验14点、有压入渗试验6点/34次,各项工作完成情况见表1、表2、表3。

表1 2003年度设计及完成主要实物工作量一览表

工作方法		单位	2003年设计工作量	2003年完成工作量	2003年工作量完成率/%
1:25万遥感解译		10^4 km^2	25	25	100
1:25万水文地质调查		km^2	4.5	4.5	100
地下水统测		点	400	732	183
地下水长观点		个	200	200	100
样品测试	全分析	组	155	139	90
	简分析	组	155	242	156
	同位素	组	80	70	88
	易溶盐、颗粒分析	组	110	120	109

表 2 2004 年度设计及完成主要实物工作量一览表

工作方法		单位	2004 年设计工作量	2004 年完成的工作量	2004 年工作量完成率/%
1：25 万水文地质调查		10 ⁴ km ²	1	1	100
地下水统测		点	800	820	102
地下水长观点		个	200	200	100
地下水均衡试验		处	1	2	200
EH－4 剖面		点	500	500	100
水文物探测井		m	500	500	100
工程测量		点	600	650	108
水文地质勘探孔		孔/m	1/500	1/501	100
抽水钻孔		孔/落程	1/4～1/6	1/5	100
样品测试	全分析	组	50	55	110
	简分析	组	90	118	131
	同位素	组	45	45	100
	易溶盐、颗粒分析	组	585	585	100
	古地磁	个	170	517	336
	孢粉	个	170	148	87
	¹⁴ C、热释光	个	10	10	100
	矿物分析	组	50	50	100

表 3 2005 年度设计及完成主要实物工作量一览表

工作方法		工作内容	单位	年设计工作量	已完成工作量	完成率/%
水文地质调查		1：25 万水文地质补充调查	km ²	1	1	100
		地下水动态监测点	点·次	1600	1600	100
		输水工程路线调查	km	800	840	105
		河流入渗实验	点		14	
		有压入渗实验	点/次	0	6/34	
水文地质物探		EH－4 剖面	点	200	200	100
抽水试验		机民井	组	10～15	14	100
试验场测试		试验场监测	点	300～350	400	100
水、土样采集	水样	简分析	组	250	136	55
		同位素分析、 ¹⁴ C、 ¹³ C	组	150	179	119
	土样	易溶盐	组	400	389	97
		包气带含水率测试	个		500	
综合研究	编制出成果图件 128 幅、构建了盆地地质结构与水文地质结构模型、初步概算出了区内下水资源、完成了 2005 年设计					

四、工作质量评述

本次工作严格按照《技术要求系列》(一)、(二)、(三)的要求开展野外调查工作、综合整理、文字报告编写、图件的编制、数据库建设等工作,基本完成了总体下达的实物工作量。在野外工作中严格按照“三边一及时”工作原则开展工作,成果质量符合相关规范要求。2005 年中国地调局验收组对该项目野外工作进行验收并予以“优秀”级审查通过。

（一）资料的收集分析研究

资料收集分析、整理工作是完成本次工作，实现总体目标任务的重中之重，它贯穿于整个工作的始终。工作中基本收集到区内开展的主要区域地质、水文地质工作成果及大量专项水文地质、环境地质、地质灾害工作成果；收集到区内近 30 年以来气象、水文资料（部分资料系列长度可以达到 50a）；收集到近几年来各县（市）目前水土开发利用现状和方式、规模及人畜饮水现状及防病改水工程、国民经济现状及规划等资料，各类资料总数可达到 200 份以上，收集钻孔资料 1068 孔。为研究工作区第四系结构模型、水文地质概念模型、地下水资源补给、径流、排泄的动态变化、地下水资源计算、基础图件的编制、数据库的建设等提供了基础依据，基本满足了任务要求。收集资料来自于各地（团场）行政主管部门或部门、各勘察单位、水利部门、气象部门等，资料来源可靠，真实程度高，具有代表性。

（二）遥感解译

本次工作采用卫星遥感资料为主要信息来源，利用 ETM、MSS 卫片，在参考航空彩红外图像资料及前人工作成果的基础上，采用人机交互式解译和目视解译相结合的方法，提取生态地质、水文地质环境信息，圈定浅层地下水分布区、编制 20 世纪 70 年代和 90 年代两个时期的生态地质环境遥感解译图和水文地质遥感解译图，遥感解译成果提高了项目最终成果质量和精度，也丰富了项目的研究范围和内容。

（三）水文地质补充调查

水文地质补充调查工作着重开展以下内容：天山北麓地区地下水水位统测、建立地下水动态监测网并进行动态监测、典型地段地下水开采量调查，生态环境条件与地下水水位之间的关系研究等。通过水文地质补充调查首次基本查明整个天山北麓地区地下水流程及其近两年的变化特征，查明了近几十年来人类工程活动变化及水文地质条件的变化特征，基本查明了不同天然植被的适生条件，进一步核准工作区内的地下水开采量，为完成本次工作任务打下了基础条件。

表 4 准噶尔项目工作总量一览表

工作方法		工作内容	单位	下达总工作量	完成工作量	工作量完成率
遥感解译		1∶25 万遥感解译	10 ⁴ km ²	21	21	100%
水文地质调查		1∶25 万水文地质调查	10 ⁴ km ²	4.5	4.5	100%
		地下水统测	点	800	820	103%
		地下水长观点	个	200	200	100%
		地下水均衡试验	处	1	2	100%
		试验场监测	点	300～350	400	114%
		河流与有压入渗试验	点/次		20/48	
物探		EH-4 剖面	点	500	700	140%
		水文物探测井	m	500	500	100%
钻探		水文地质勘探孔	孔/m	1/500	1/501	100%
		钻孔抽水	孔/落程	1/4～1/6	1/5	100%
工程测量			点	600	650	108%
样品测试	水样	全分析	组	205	198	97%
		简分析	组	495	489	99%
	土样	易溶盐、颗粒分析	组	1095	1094	100%
		古地磁	个	170	571	336%
		孢粉	个	170	148	87%
		¹⁴ C、热释光	个	10	5	50%

（四）水文地质物探

本次采用 EH-4 电导率成像系统，从所取得的资料来看，EH-4 单点资料视电阻率随频率的变化曲线圆滑、连续、基本无断点、不突跳，相位随频率变化曲线圆滑、连续，且值在 $20^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，相关度大部分大于 0.8，点质量可达到优良。系统的质量检查工作采用同一测点，不同时间重新布设观测装置由不同人检查的方式进行，检查点与被检查点全频视电阻率曲线形态一致，对应频点数据接近，经编辑、插值后检查点与被检查点均方相对误差为 4.3%，满足精度要求。

通过物探工作基本查清了玛纳斯河流域山间洼地第四系厚度变化特征，为山间洼地地下水资源调蓄功能研究打下了基础；初步查清了区内主要流域沿河流流向第四系厚度的变化特征，为建立全盆地第四系结构模型提供了依据。

（五）水文地质钻探

在艾比湖流域内部署了一眼第四纪研究孔，该孔全孔取心并辅以物探测井、颗分、第四系研究来判断划分地层，岩心采取率达到 80% 以上，进尺完成 100%；同时采集到了大量的第四纪综合研究样，首次对艾比湖地区的第四系物质来源、古气候、古地理环境进行了研究。对该孔进行了 2 个试段 3 个落程抽水试验，稳定时间均大于 8 h。钻孔各项技术指标均符合本项目技术细则或相关规范规程要求。通过新疆地质调查院验收组验收，钻孔为优良孔。达到了对第四纪进行研究及求取水文地质参数的目的。

（六）样品的采集与测试

样品的采集与测试种类包括水样：全分析、简分析、氢氧同位素分析。土样：易溶盐、古地磁、孢粉、 ^{14}C 、热释光、古生物微体、包气带含水率等。按照地下水水化学控制精度布设部分全分析、简分析水样采样点，按照同位素综合整理要求布设部分全分析、简分析水样采样点；氢氧同位素样主要沿主要河流布设，构成同位素研究剖面；古地磁、孢粉、 ^{14}C 、热释光、均在 K3 钻孔中采取，主要用于艾比湖地区第四系研究；包气带含水率样均布置在试验场内，主要用于包气带水分运移规律的研究。通过样品的采集、测试及分析研究基本查明了区域地下水水化学特征的变化规律，主要河流域地下水氢氧同位素变化特征，典型地区包气带水分运移规律和艾比湖地区第四纪演化特征。

（七）综合整理

本次工作总的工作思路是以新中国成立 50 多年来特别是近 20 年来的水文地质调查研究成果为基础对资料进行全面的分析、研究。综合整理工作主要包括：①数据库的建设；②构建第四系结构模型；③研究区内气象水文条件的变化规律；④重新核算地下水资源量；⑤重点地区地下水资源合理配置及生态环境保护方案以及重点流域地下水资源调蓄能力研究；⑥区内生态环境的演化；⑦地下水功能评价；⑧地下水开发利用研究。

存在的不足：

- 1) 由于受资金和工作量的限制，本次工作对盆地北部地区缺少实际调查工作控制。
- 2) 按照分步实施，滚动安排的工作部署思路，实际下达的工作经费与项目总体设计工作经费有出入，对最终成果质量带来较大影响。
- 3) 新疆“十一五”规划目前尚未出台，同时难以收集到其他各行业的资料尤其是涉及国际河流跨流域调水资料，对全盆地水资源合理配置研究带来一定的人为性。
- 4) 工作区面积广大，前人地质、水文地质总体研究程度比较低，使得本次工作成果仍有许多缺憾。

五、本次工作特点与解决的主要问题

（一）本次工作特点

本次工作的特点表现为：

- 1) 充分利用前人工作成果，本着“以编为主，编测结合”总的工作原则开展工作。

- 2) 实行地下水勘查与科研相结合，专项勘查与综合评价相结合、区域勘查与重点勘查相结合，充分利用生产单位和科研单位的优势互补，以最小的工作投入达到较大的地质成果。
- 3) 采用多学科、多手段相互补充和相互融合的综合手段开展调查评价工作。
- 4) 首次构建了全盆地水文地质数据库，为建立地下水动态评价平台打下了基础。
- 5) 首次以全盆地为对象进行全面的水文地质、环境地质研究工作，同时对重点地区开展的水资源合理配置研究和地下水调蓄能力研究工作，对全盆地水资源的合理开发利用起到积极的推动作用。
- 6) 首次采用地下水数值模拟在天山北麓地区开展不同条件下地下水开采资源量计算。

(二) 解决的主要问题

- 1) 构建完成了盆地水文地质数据库。
- 2) 基本查清了近 50 年来盆地内的气象、水文条件的变化规律和近 20 年来水文地质条件的变化特征。
- 3) 建立起了天山北麓第四系结构模型与水文地质概念模型。
- 4) 进一步核算了全盆地地下水资源量，首次在天山北麓经济带重点区开展了 3.46 km² 大面积的地下水数值模拟计算，较系统地揭示了重点区地下水资源在时空上的变化，为天山北麓经济带地下水资源可持续利用提供了依据。
- 5) 首次在艾比湖流域开展了多手段、多方法的第四系研究工作，揭露了该区第四系厚度，对第四系进行了时代划分，并对该区的古地理环境、古气候进行了综合研究，取得了第一手研究资料。
- 6) 在典型流域开展了水资源优化配置模型研究工作，对奎屯河流域水资源开发利用具有重要的指导意义，并为今后全盆地地下水资源合理开发利用提供了借鉴经验。
- 7) 对天山北麓地区典型流域开展了包气带水分与盐分运移规律研究，取得了大量的试验数据，并结合数值模拟技术对天山北麓细土平原区非饱和带水分运移特征进行了模拟，定量确定了有关水文地质参数，为区内地下水资源评价和生态环境保护提供了依据。
- 8) 首次在新疆对河流入渗补给地下水过程中包气带分布规律进行深入的研究，利用马尔科夫过程、泊松分布、瑞利分布等概率分布模型，预测河流补给地下水过程中地下水对河流入渗补给的响应过程。
- 9) 对玛纳斯河流域河水与地下水之间转换关系和地下水调蓄能力进行了详细研究，对天山北麓地区地下水资源合理开发利用有着很好的参考价值。
- 10) 运用 GFS 软件，采用总体目标的方法，对盆地第四系地下水进行了功能区划，将地下水功能划分为地下水可调蓄区、地下水可开采区、地下水适量开采区、限量开采区、地下水咸淡水综合利用区、景观保护区和植被保护区、土地与植被综合利用区等，为政府部门对地下水的规划提供了依据。
- 11) 较全面的总结了区内的地下水资源开发利用规律，阐述了区内地下水资源合理开发利用方案。

六、参加工作单位、人员及书稿分工

参加本项目的单位、人员和书稿（原报告）编写分工，及原报告附件与专题编写主要人员见表 5、表 6、表 7。

表 5 参加单位及工作内容一览表

单位名称		工作内容
项目 承担单位	新疆维吾尔自治区地质调查院	主持项目协调和管理工作及技术指导
	长安大学资源与环境科学学院	主持重点区地下水数值模拟、水资源合理配置、三水转化研究等专题项目
项目 实施单位	新疆地矿局第二水文工程地质大队地调所	主持项目实施
	长安大学资源与环境科学学院	负责准噶尔盆地乌鲁木齐-奎屯地下水数值模拟报告编写，奎屯河流域水资源合理配置研究报告编写，艾比湖生态环境现状及演变特征调查等专题报告编写

续表

单位名称		工作内容
项目	新疆地质调查院地质调查六所	协助野外工作实施和报告编写工作
实施单位	新疆地质调查院地质调查五所	负责物探工作
项目 协作单位	天津地质矿产研究所	负责艾比湖 K3 孔第四系采样及第四系研究报告的编写
	国土资源部遥感中心	负责遥感解译及报告的编写工作
	国土资源部水文地质方法研究所	协助完成物探工作
	国土资源部水文地质环境地质研究所	氢氧同位素测试
	国土资源部桂林岩溶所	氢氧同位素测试

表 6 书稿（原报告）编写分工一览表

报 告 章 节	主 要 编 写 人
引言	谌天德
第一章 自然地理与社会经济	刘霞
第二章 地质条件	刘霞、张金起
第三章 地下水系统特征	江善斌、史华安、秦江红、王文明、曹玉清
第四章 地下水资源评价	陈旭光、程强、秦江红、周晓燕
第五章 地下水数值模拟	王文科、王钊、梁旭枫
第六章 地下水功能评价	江善斌、聂振龙、周晓燕、王振山
第七章 地下水资源开发利用历史与现状	曾永刚、陈旭光
第八章 地下水资源开发利用的环境效益	江善斌、阎峰、杨泽元、方洪宾、张振德
第九章 地下水资源合理开发利用方案	曾永刚、母敏霞、赵顺阳、王文明
第十章 信息系统	秦江红、曹建敏
第十一章 结论与建议	谌天德、陈旭光
统 编	谌天德、陈旭光、王文科、江善斌、曾永刚

表 7 原报告附件编写单位

序号	附件名称	承担单位	主要编写人
1	准噶尔盆地地下水资源评价报告	新疆地质调查院	程强、陈旭光、周晓燕
2	准噶尔盆地物探工作报告	新疆地质调查院	颜连章、朱庆俊、孙建江
3	准噶尔盆地天山北麓典型地段地下水数值模拟报告	长安大学环境科学与工程学院	王文科、王钊、梁旭枫
4	准噶尔盆地艾比湖 K3 孔第四系研究报告	天津地质矿产研究所	张金起、陈旭光、王云生
5	准噶尔盆地生态地质及水文地质环境遥感解译报告	中国国土资源航空物探遥感中心	方洪宾 张振德 张佩民
6	准噶尔盆地数据库建设成果报告	新疆地质调查院	秦江红、曹建敏
7	准噶尔盆地天山北麓三水转化研究	长安大学环境科学与工程学院	王文科、王文明、曹玉清
8	准噶尔盆地奎屯河流域水资源优化配置研究	长安大学环境科学与工程学院	王文科、母敏霞、杜东
9	准噶尔盆地天山北麓山前平原区地下水水化学场与水环境同位素研究	长安大学环境科学与工程学院	王文科、曹玉清、段磊
10	准噶尔盆地玛纳斯河流域地下水库调蓄能力研究	长安大学环境科学与工程学院	王文科、王文明、曹玉清
11	准噶尔盆地艾比湖及其周边平原区生态环境现状及演化特征调查评价	长安大学环境科学与工程学院	王文科、赵顺阳、荆晶
12	准噶尔盆地生态环境问题研究（遥感解译报告）	长安大学环境科学与工程学院	王文科 杨泽元 曹玉清
13	准噶尔盆地地下水功能评价报告	新疆地质调查院	江善斌、聂振龙、周晓燕

此外，参加本项目工作的人员还有新疆地矿局第二水文工程地质大队的康天山、李凯、卞玉萍，新疆地质调查院地质调查六所张明江、买买提。