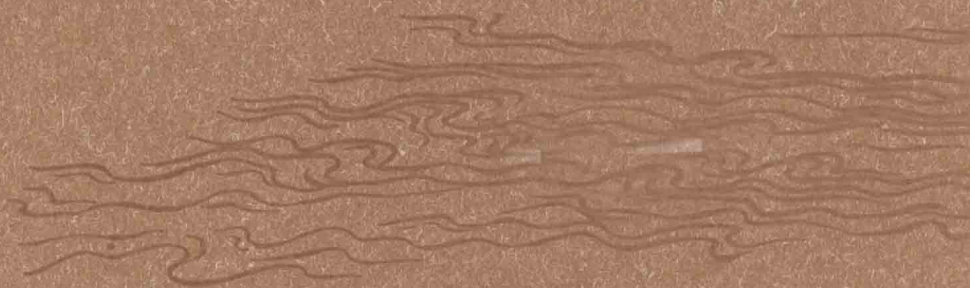


新疆地下水资源

XINJIANG GROUNDWATER RESOURCES



新疆科学技术出版社

新疆地下水资源

XINJIANG GROUNDWATER RESOURCES

主 编 董新光 邓铭江

新疆科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新疆地下水资源/董新光等编. —乌鲁木齐:新疆科学技术出版社,
2005. 6

ISBN 7 - 80727 - 056 - X

I. 新… II. 董… III. 地下水资源—研究—新疆 IV.TV211.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 074998 号

出版发行	新疆科学技术出版社		
地 址	乌鲁木齐市延安路 21 号	邮 政 编 码	830001
电 话	(0991)2888243 2866319(Fax)		
E - mail	xk@xjkjcb.com.cn		
印 刷	新疆新华印刷厂		
版 次	2005 年 10 月第 1 版	2005 年 10 月第 1 次印刷	
开 本	880mm × 1 230mm	1/16	
印 张	12.5		
插 页	14		
字 数	350 千字		
定 价	85.00 元		

版权所有,侵权必究
如有印装质量问题,请与本社发行科联系调换

董新光，男，教授，博士生导师，1957年2月生，山东文登人。现任新疆农业大学科研管理处处长。主要从事干旱区地下水和水资源系统理论与实践的教学、科研工作。近年来，主持国家“863”、国家自然科学基金、国家科技部科技攻关、国际合作项目、水利部等9个重大和重点项目；累计主持与参予40多个科研项目，其中“新疆准噶尔盆地西北缘白垩系弱含水层油田供水水源地优化开采研究”等5个项目分别获得省部级科技进步奖二、三等奖。主编《新疆准噶尔盆地典型流域水资源系统优化配置研究》等学术专著4部，在国内外各类杂志上发表学术论文60余篇。指导硕士和博士研究生数名。2002年和2005年分别被评为新疆维吾尔自治区有特殊贡献的优秀专家和专家顾问团成员。政府特殊津贴获得者。



邓铭江，男，教授级高级工程师，1960年6月生，湖南耒阳人。现任新疆维吾尔自治区水利厅总工程师，中国水利学会理事、新疆水利学会副理事长。近年来，作为技术总负责，组织策划了若干项重大水资源开发工程建设项目，主持水利部和自治区19项科学研究项目，其中“塔里木河下游应急输水与生态改善监测评估研究”等3个项目获得省部级科技进步二等奖，2个项目获得三等奖，“新疆引额供水工程规划”项目获得新疆维吾尔自治区优秀工程勘察设计一等奖。主编《新疆水资源及可持续利用等学术专著2部，在国内外各类杂志上发表学术论文50余篇。2004年获得“开发建设新疆”奖章。



本书组织委员会

主 任 邓铭江 赵 卫 赵 伟
副 主 任 王志杰 张幸福 董新光
特邀委员 章曙明 赵忠贤 凯赛尔 朱志新 刘 丰
王云智 尤平达 董 慧 王 智

本书编写委员会

主 编 董新光 邓铭江
副 主 编 王 智 刘 丰 赵 伟 周金龙 姜卉芳
特邀技术顾问 郭西万 王定亚 贺显声
参 编 赵忠贤 朱志新 尤平达 贺 铮 王云智
董 慧 钟瑞森 王水献 孙宝林 王 东
彭 亮 杨鹏年 杨 瑾 魏 琳 葛新娟

INTRODUCTION

序

新疆位于祖国西部边陲、亚欧大陆腹地,与8个国家接壤,土地面积占全国国土总面积的1/6;自然资源丰富,是我国重要的棉花基地和能源后备基地,也是国家西部大开发重点地区之一。新疆“三山夹两盆”的地形地貌特征,使山区降水形成的地表河流均呈向心水系向盆地汇集,在径流过程中经历了不同的岩相地貌带,转化补给形成了具有不同水力特征的地下水系统,即潜水含水系统—潜水承压水系统—承压水系统。认识这一水资源系统特征,对深入研究新疆地下水资源的形成、埋藏与分布、数量与质量、利用与保护具有重要的意义。

水是人类生存和发展的命脉,是绿洲经济与生态环境的源泉,是实现国民经济可持续发展的重要物质基础。而新疆气候干燥,降水稀少,蒸发强烈,生态环境脆弱,水资源的合理开发利用直接关系到社会经济可持续发展和生态环境的改善。

地下水资源是干旱区水资源的重要组成部分,也是干旱区天然植被赖以生存的重要水源。地下水埋藏分布比较广泛,水源稳定,水质好,开采容易,可就地取用。由于地下水系统的复杂性,地表水与地下水的频繁转化,客观地、动态地、科学地认识干旱半干旱区地下水资源的形成、转化、分布与开发利用潜力非常重要。对于新疆地下水开发、利用、保护要特别注意几个问题:一是客观估计地下水资源量,限制和遏制地下水超采区的扩大和开采规模;二是充分认识到新疆地下水中开采量是随着地表水利用程度提高而逐渐减少的过程;三是地下水资源的开发、利用、保护要与生态环境保护相互协调,统筹考虑,防止城市污水、农田排盐水、农药化肥残余物等污染地下水。

本书按照水利部水利水电规划设计总院的有关要求,在完成“新疆地下

水资源调查与评价”工作的基础上,从理论和实践两个方面对于新疆地下水资源和可开采量开展了系统的总结、归纳、提高;充分吸收了新疆3次地下水资源评价的成果,系统地总结了新疆地下水资源开发利用的经验,探讨了地下水评价工作的新思路、新途径和新方法;充分利用建国50多年以来新疆地质、水利及生产建设兵团等部门拥有的大量资料,做到了地下水资源与地表水资源评价数据的统一;采用了四水平衡的计算与评价方法,利用2000年全疆卫星遥感解译,合理地划分了流域及行政的灌区和非灌区面积与分布、作物和植被的面积与分布、水域与裸地的面积与分布等。具体工作中重点试验与典型区研究相结合,总结出符合实际的地下水资源和可开采量的评价方法和参数。

本书反映了近年来干旱半干旱区地下水研究与实践的最新成果,是新一代地下水工作者几十年来辛勤工作、研究、实践、总结的集中体现,是一本理论与实践密切结合的地下水资源评价专著,为新疆水资源综合规划提供了比较可靠的符合实际的地下水资源量。我相信,《新疆地下水资源》一书的问世,必将对新疆地下水资源开发、利用、保护与管理等起到重大的促进作用。

钱 宁

2005年10月25日

CONTENTS

目 录

1 绪 言

1.1 调查评价范围、目的与任务	1
1.2 调查评价的主要依据	1
1.3 地下水、地下水资源量及可开采量的概念	1
1.4 工作思路与流程	2
1.5 完成的主要工作量	3

2 新疆自然地理及水利设施概述

2.1 地理位置、地形地貌	6
2.2 气 象	7
2.3 土壤、植被	9
2.4 河流水系、湖泊、冰川	11
2.5 水利工程设施	13

3 地质及水文地质概况

3.1 地质概况	14
3.2 水文地质特征	16

4 地下水资源评价计算分区

4.1 行政分区	23
4.2 流域分区	26
4.3 地下水资源调查与评价计算分区	27
4.4 类型区	28
4.5 均衡计算分区	35
4.6 扩展分区	41

CONTENTS

9.6	地下水异常状况	100
9.7	地下水水质变化趋势	101
9.8	地下水水质污染状况	101
10	流域水均衡分析	
10.1	流域水均衡方法	103
10.2	典型流域水均衡分析	104
10.3	全疆水均衡分析	112
10.4	主要水均衡分析结论	115
11	典型区域地下水资源与可开采量评价	
11.1	天山北麓三工河流域地下水资源与可开采量评价	117
11.2	焉耆盆地地下水资源与可开采量评价	126
12	地下水可开采量分析	
12.1	地下水可开采量与有效利用量的关系	134
12.2	地下水可开采量计算原则	134
12.3	地下水可开采量计算与分析	135
12.4	近期地下水开采潜力分析	139
附表		140
参考文献		190

1 绪 言

在新疆水资源综合规划领导小组、新疆维吾尔自治区水利厅、新疆生产建设兵团水利局的大力支持下,新疆农业大学水资源科技服务中心、新疆水文水资源局和新疆生产建设兵团勘测规划设计研究院密切配合,按照国家水利部、黄河水利委员会和自治区水资源综合规划领导小组提出的技术、时间、进度要求,完成了新疆地下水资源调查与评价工作。

1.1 调查评价范围、目的与任务

(1)新疆地下水资源调查与评价的范围为除沙漠区以外的新疆全部地区,分为山丘区和平原区两个评价单元。山丘区总面积为 $70.13 \times 10^4 \text{ km}^2$,平原区总面积为 $94.24 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。新疆地下水资源总计算面积为 $120.82 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中,山丘区计算面积为 $69.91 \times 10^4 \text{ km}^2$,平原区计算面积为 $50.91 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。在平原区计算面积中,灌区面积为 $7.92 \times 10^4 \text{ km}^2$,非灌区面积为 $42.99 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

(2)新疆地下水资源调查与评价的主要目的是为新疆水资源综合利用规划提供有关地下水资源量和可开采量数据。在阐明新疆水文地质条件的基础上,依据有关规范、细则要求,运用水均衡法,计算与评价流域、地州、县市地下水资源量和可开采量,为区域社会、经济、环境协调发展与规划奠定基础。

(3)地下水资源调查与评价的主要任务是系统地总结新疆历次地下水资源评价成果,在充分利用近期地下水动态监测资料、水文地质测绘与勘探资料、县级地下水利用规划资料的基础上,补充必要的水文地质调查,完成 1:100 万精度的新疆地下水资源调查评价。本次评价主要对近期浅层地下水资源数量、质量及其时空分布特征进行全面评价,分析计算地下水可开采量。

1.2 调查评价的主要依据

- (1)《全国水资源综合规划技术大纲》(水利部水利水电规划设计总院,2003 年)。
- (2)《全国水资源综合规划技术细则(试行)》(水利部水利水电规划设计总院,2003 年)。
- (3)《地下水资源量及可开采量补充细则(试行)》(水利部水利水电规划设计总院,2003 年)。
- (4)《北方地区地下水资源量及可开采量评价工作的技术要求和办法》(水利部水利水电规划设计总院,2003 年)。
- (5)《全国水资源综合规划地下水水质调查评价汇总工作有关事项的说明》(水利部水利水电规划设计总院,2003 年)。
- (6)《新疆地下水资源调查与评价技术细则》(新疆水资源综合规划领导小组,2003 年)。

1.3 地下水、地下水资源量及可开采量的概念

本次地下水资源评价和规划中的概念均引自水利部水利水电规划设计总院编制的《地下水资源量及可开采量补充细则(试行)》。

(1)地下水是指赋存于地表面以下岩土空隙中的饱和重力水。赋存在包气带中非饱和状态的重力水(即土壤水)以及赋存在含水层中饱和状态的非重力水(如结合水等),都不属于本次地下水资源评价与规划界定的地下水。

(2)地下水在垂向上分层发育。赋存在地表面以下第一含水层组内、直接接受当地降水和地表水体补给、具有自由水位的地下水,称为潜水;赋存在潜水以下、与当地降水和地表水体没有直接补排关系的各含水层组的地下水,称为承压水。

(3)浅层地下水指埋藏相对较浅、由潜水及与当地潜水具有较密切水力联系的弱承压水组成的地下水,称为浅层地下水。

(4)深层地下水指埋藏相对较深、与当地浅层地下水没有直接水力联系的地下水,称为深层地下水(一般深层地下水均为深层承压水,所以,也可称之为深层承压水)。深层承压水分层发育,潜水以下各含水层组的深层承压水依次称之为第二、三、四……含水层组深层承压水,其中,第二含水层组深层承压水不包括弱承压水。

(5)地下水资源量指地下水中参与水循环且可以更新的动态水量(不含井灌回归补给量)。
(6)地下水可开采量指在可预见的时期内,通过经济合理、技术可行的措施,在不引起生态环境恶化条件下允许从含水层中获取的最大水量。

1.4 工作思路与流程

依据《全国水资源综合规划技术细则(试行)》(以下简称《细则》)和水利部水利水电规划设计总院《地下水资源量及可开采量补充细则(试行)》(以下简称《补充细则》),地下水资源调查评价任务可以分解为基本资料收集、参数确定、计算评价、成果检验、报告编写 5 个部分。

山区采用排泄量法计算评价地下水资源量。平原区采用水均衡法,分别计算各项地下水补给量、排泄量和储变量,并按三级流域进行地下水均衡计算和流域水均衡分析,从不同层面分析流域地下水资源计算的精度和可靠性,并在此基础上,计算出新疆地县级地下水各项补给量。

1.4.1 工作思路

(1)系统的水均衡分析方法。新疆降水稀少,地下水是在自然或人类活动下,大气降水及各种地表水渗入地下,并在含水层中生成、发展演变、排泄,是依附于含水层并同地质环境密切相关的水体。在地质历史时期,其水量、水质均随时空变化,尤其是受近代大规模的人类开采活动的影响,使地下水的运动更趋复杂。为此,对地下水的研究应不仅局限于地下水自身,而且应该从地下水的赋存环境着手,把与地下水有关的各种因素密切联系起来,作为一个整体对待,这就是所谓的“系统”观点。为此,必须引进新的系统理论与方法,开展水土平衡、耗水平衡、水盐平衡等系统的水均衡分析,通过几个平衡或均衡的相互检验,以保证地下水资源量评价精度。新疆地下水资源评价范围广、问题复杂、工作量大,水资源系统分析与典型地区地下水资源评价必须密切结合。根据均衡分析成果,并结合考虑水资源综合利用条件,最终确定出地下水可开采量。

(2)充分利用已有的基础资料。新中国成立 50 多年来,新疆地质、水利、农业、环境、生产建设兵团等部门做了大量水文地质调查、勘探,地下水资源评价与开发利用规划,以及地下水动态(水位、水量、水质等)监测工作,积累了丰富的基础资料,特别是 1980 年、1988 年、1997 年开展了 3 次较大规模的全疆水资源评价工作(分别进行了地表水和地下水资源调查与评价)。在 2002 年,由新疆水利厅牵头,组织了新疆各方面的专家,对 3 次水资源评价进行了系统的总结,尤其是对地下水资源量与可开采量做了认真的分析评述。因此,本次评价充分利用、吸收前人的工作成果,并探讨在新的历史条件下开展地下水资源评价工作的新思路、新途径、新方法,力求提高地下水资源评价精度,提出合理可行的地下水可开采量,为地下水资源开发利用规划提供科学的、可靠的量化数据。

(3)合理确定与选用参数是地下水资源评价的基础。新疆地域广阔,地层岩性差异性大,不可能对所有参数都做试验研究,故本次计算与评价抓住了对地下水资源评价有重大影响的参数,同时选择有代表性的地区进行试验研究。由于资金投入所限,采取资料收集与野外补充调查、试验相结合的方法获取数据。对区域性地下水资源总量影响不大的补给项目中的一些参数,可以重点参考国内外公认的经验参数。

(4)把握地下水资源计算评价的主要矛盾。由1980年新疆地下水资源评价结果知,新疆平原区河道水、渠道水和田间水入渗补给量占总补给量的84%,显然,地表水转化补给是新疆平原区地下水资源的主要组成部分。为此,搞清楚地表水,特别是各种引、蓄、调水等工程的分布、数量与质量,是保证地下水资源计算与评价精度的基础。充分收集、整理、分析水文监测资料、灌区引水资料以及工农业用水情况是本次评价工作的重要任务。

(5)详细调查现状水利工程及其运行情况,是搞好地下水资源评价的前提。随着水利化标准的提高,地表水与地下水转化也在发生着本质上的变化,如20世纪50~60年代全疆渠道水利用系数仅30%左右,90年代末全疆渠道水利用系数接近50%。因此,在探讨水利化标准提高的情况下,建立一种动态的地下水资源评价与地下水可开采量评价方法,也是本次评价的一项重要工作。

(6)20世纪80年代地下水资源评价成果留下了一笔宝贵的财富,从此开始建立了新疆部分区域的地下水动态观测网,使有可能利用地下水动态监测资料,全面系统地总结和分析天山北坡、吐一哈盆地近20年的地下水开发利用经验。故本次评价以典型区调查与评价工作为切入点,积累经验,以期圆满完成评价工作。

(7)充分利用地理信息系统、卫星遥感、地球卫星定位等“3S”系统,实现了计算方法的程序化,基础数据和参数的数据库化,地图、遥感、专业图件的矢量化,且将三者有机地结合起来,形成一套较为完整的计算与评价数据库和软件系统,加快了计算评价的速度,提高了评价精度。

(8)按照《补充细则》要求,地下水资源计算评价时段选用1980~2000年,而水资源现状调查评价只进行了1980年、1985年、1990年、1995年和2000年5个典型年份。因此,降水补给量选用1956~2000年系列资料计算,河道渗漏补给按1980~2000年系列的平均值代表河道渗漏补给量,其他各项补、排项仅计算上述5个典型年,并将其均值作为多年平均值。

总之,本次地下水资源评价工作,力争在评价方法、现代计算技术应用、参数与典型区评价、地下水可开采量确定方法等方面有所突破,提出比较符合实际、较为准确的地下水资源量,为新疆水资源综合利用规划奠定可靠的地下水资源量基础。

1.4.2 工作流程

工作流程见图1-1。

1.5 完成的主要工作量

1.5.1 完成的主要实物工作量

(1)1:100万补充性水文地质调查。调查区面积 $50.91 \times 10^4 \text{ km}^2$,实测机(民)井水位1069眼,采集地下水水样914组(常规和微量元素分析),施工探井424个。

(2)渠道水、田间水渗漏试验。收集资料[主要是近年世界银行塔里木盆地灌溉排水与环境保护(二期)工程贷款项目[简称塔(二)项目]水盐监测项目的试验资料]并完成渠道水渗漏试验37处、田间水渗漏试验22处。

(3)资料收集与整编。系统收集了与地下水资源评价有关的气象、水文、水利管理、水文地质、地下水资源利用规划、土地利用、防病改水等资料,建立了资料数据库。

(4)土地遥感解译。利用2000年8月1:10万卫片解译资料(中国科学院新疆分院),编制了

平原区土地利用状况图(电子版),并与地下水资源调查评价的各专业图件结合,为本次评价提供了大量基础数据。

(5)相关图件编制。编制 1 : 100 万或 1 : 200 万相关图件(纸介质和电子版)14 套,并将所有图件缩为 1 : 400 万作为本书的附图。

(6)地下水水质、水量评价表格填制。编制相关表格 21 套。

(7)完成了黄河水利委员会下达的新疆地下水调查与评价成果的全部汇总工作。

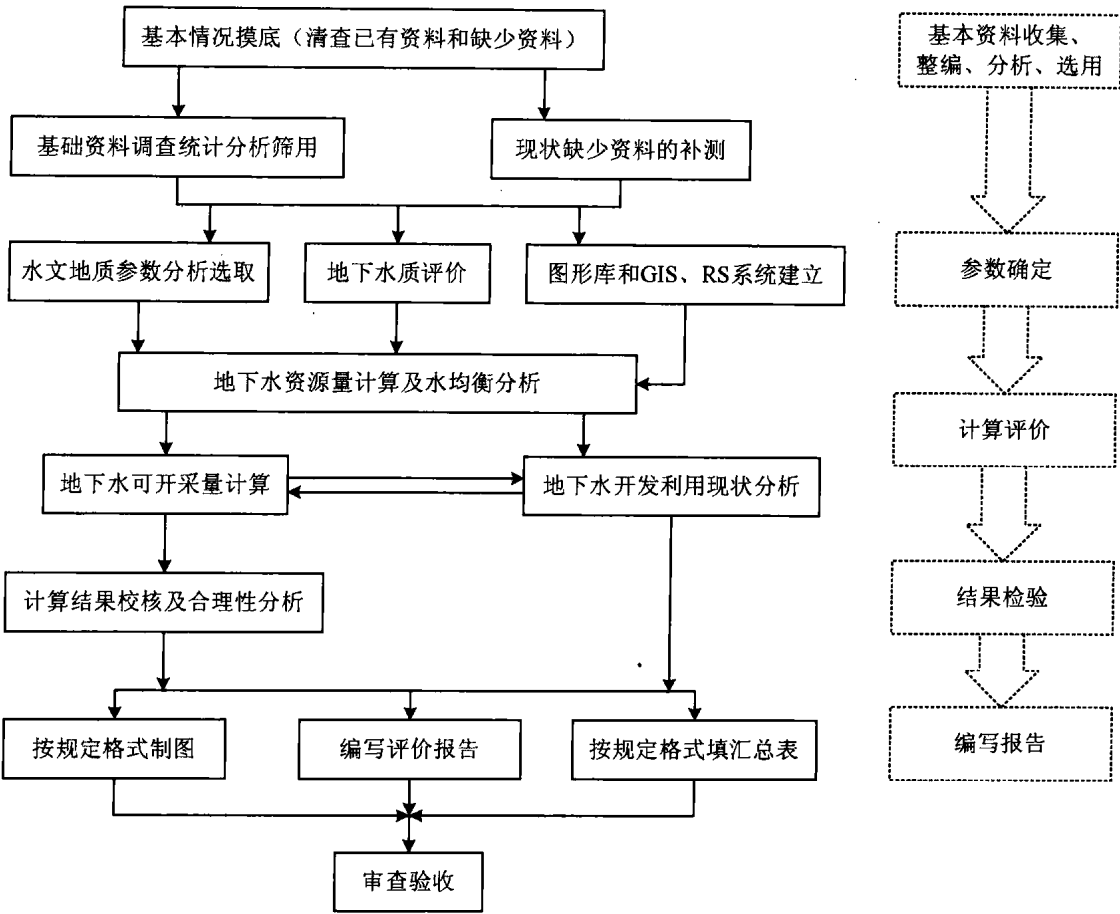


图 1-1 地下水资源评价工作流程图

1.5.2 提交给黄河水利委员会参与全国汇总的图件及表格

1.5.2.1 图 件

- (1)包气带岩性分区图(1 : 200 万)。
- (2)1980~2000 年平均地下水埋深分区图(1 : 100 万)。
- (3)2000 年现状地下水埋深分区图(1 : 100 万)。
- (4)地下水资源评价类型区分布图(1 : 100 万)。
- (5)多年平均降水入渗补给量模数分区图(1 : 200 万)。
- (6)多年平均地下水资源数量模数分区图(1 : 200 万)。
- (7)地下水化学类型分布图(1 : 100 万)。
- (8)地下水 pH 分布图(1 : 200 万)。
- (9)地下水矿化度分布图(1 : 200 万)。
- (10)地下水总硬度分布图(1 : 200 万)。
- (11)地下水资源质量类别分布图(1 : 100 万)。

- (12)地下水 F⁻ 异常区分布图(1 : 200 万)。
- (13)地下水矿化度年均变化率分区图(1 : 100 万)。
- (14)地下水污染区分布图(1 : 200 万)。

1.5.2.2 表 格

- (1)选用地下水水质监测井汇总表。
- (2)地下水资源计算分区表。
- (3)平原区($M \leq 1\text{g/L}$)浅层地下水各项补给量、排泄量、储变量及资源量汇总表。
- (4)平原区($1\text{g/L} < M \leq 2\text{g/L}$)浅层地下水各项补给量、排泄量、储变量及资源量汇总表。
- (5)平原区($M \leq 2\text{g/L}$)浅层地下水各项补给量、排泄量、储变量及资源量汇总表。
- (6)山丘区($M \leq 1\text{g/L}$)浅层地下水各项排泄量及资源量汇总表。
- (7)计算分区($M \leq 1\text{g/L}$)浅层地下水各项补给量、排泄量及资源量汇总表。
- (8)计算分区($1\text{g/L} < M \leq 2\text{g/L}$)浅层地下水各项补给量、排泄量及资源量汇总表。
- (9)计算分区($M \leq 2\text{g/L}$)1956~2000 年降水入渗补给量及其形成的河道排泄量系列成果表。
- (10)平原区($M > 2\text{g/L}$)浅层地下水多年平均各项补给量及资源量汇总表。
- (11)平原区($M \leq 1\text{g/L}$)地表水体补给量汇总表。
- (12)平原区($1\text{g/L} < M \leq 2\text{g/L}$)地表水体补给量汇总表。
- (13)地下水化学类型汇总表。
- (14)地下水现状水质评价成果汇总表。
- (15)不同水质的地下水资源量状况汇总表。
- (16)地下水水质监测成果汇总表。
- (17)地下水水质变化趋势分析成果汇总表。
- (18)地下水水质污染分析成果汇总表。
- (19)地下水 pH、矿化度、总硬度分析成果汇总表。
- (20)地下水 F⁻ 含量分析成果汇总表。

结合新疆的实际,将上述表格内容以适合新疆地下水资源评价的表达形式,分别表述在本书各章节中。

2 新疆自然地理及水利设施概述

2.1 地理位置、地形地貌

新疆维吾尔自治区位于欧亚大陆中部,祖国西北边陲,地理位置为东经 73°40′~96°23′,北纬 34°25′~49°10′,从东北至西南分别同蒙古、俄罗斯、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、阿富汗、巴基斯坦、印度八国相邻。东南与甘肃、青海、西藏等省、自治区接壤。

新疆是多民族聚居地区,土地面积为 $164.37\times 10^4\text{km}^2$,约占全国国土总面积的 1/6,是全国面积最大的省区。在其国土面积中:山丘区为 $70.13\times 10^4\text{km}^2$,占总面积的42.7%;平原区为 $94.24\times 10^4\text{km}^2$,为总面积的 57.3%(包括沙漠面积 $43.03\times 10^4\text{km}^2$,水域面积约 3 000 km^2)。全区设有 15 个地(州、市)(3 个自治区直辖市、7 个地区、5 个自治州),86 个县(其中 6 个自治县);境内还有新疆生产建设兵团 14 个师,共 171 个农牧团场。地级以上行政区划见表 2-1。

表 2-1 新疆维吾尔自治区地级行政区一览表

地级行政区名称		代 码	简 称	总面积 (10^4km^2)	其中:平原区 面积(10^4km^2)	备 注
乌鲁木齐市		650100		1.135 5	0.405 1	农十二师 6 个农牧场
克拉玛依市		650200		0.839 6	0.784 5	
石河子市		659000		0.046 2	0.038 9	农八师师部所在地
吐鲁番地区		652100		6.673 9	5.673 1	新疆生产建设兵团直属 221 团
哈密地区		652200		14.275 6	10.352 2	农十三师 11 个农牧团场
昌吉回族自治州		652300	昌吉州	7.756 6	5.976 9	农六师 20 个农牧团场
伊 犁 哈萨克 自治州	伊犁地区	654000		5.750 8	1.412 1	农四师 19 个农牧团场
	塔城地区	654200		9.454 6	4.696 9	农七师、农八师、农九师 39 个农牧团场
	阿勒泰地区	654300		11.817 1	7.142 9	农十师 9 个农牧团场
博尔塔拉蒙古自治州		652700	博 州	2.509 1	1.088 1	农五师 11 个农牧团场
巴音郭楞蒙古自治州		652800	巴 州	47.899 5	27.557 3	农二师 17 个农牧团场
阿克苏地区		652900		13.107 6	9.183 4	农一师 17 个农牧团场
克孜勒苏柯尔克孜自治州		653000	克 州	7.006 4	0.545 1	
喀什地区		653100		11.167 0	6.033 7	农三师 18 个农牧团场
和田地区		653200		24.933 4	13.352 3	农十四师 3 个农牧团场
合 计				164.372 9	94.242 5	

新疆东西长约 1 900km,南北宽约 1 600km,地形总趋势是盆地地势低,盆地周围的山系地势高。山系除北部的阿尔泰山及西北部的准噶尔西部山区山体相对较低(我国境内主要山峰海拔在 2 000~3 000m)外,其他主要山系山体雄伟高大,主要山峰海拔均在 4 000m 以上。在天山西部、帕米尔高原、喀喇昆仑山和昆仑山,有许多山峰海拔在 6 000m 以上,其中位于喀喇昆仑山的乔戈里

峰海拔 8 611m,为世界上第二高峰;盆地及平原区地势起伏和缓。塔里木盆地西高东低,盆地边缘绿洲海拔为 1 500m 左右,盆地内部海拔在 1 000m 左右,东部罗布泊处地势最低,海拔 792m。准噶尔盆地东高西低,盆地边缘绿洲海拔为 1 000m 左右,盆地中心海拔在 600m 左右,西部艾比湖最低,海拔为 189m。山间盆地中吐鲁番盆地最低,盆地内艾丁湖海拔为-154m,是我国陆地最低的地方。

新疆地貌轮廓的主要特点是“三山夹两盆”。“三山”是指横亘于新疆中部的天山、北部边界的阿尔泰山和南部边界的昆仑山。“两盆”是指介于天山和昆仑山之间的塔里木盆地及位于天山和阿尔泰山之间的准噶尔盆地。天山山脉由西向东横亘新疆中部,将新疆分为南疆、北疆。塔里木盆地是全国最大的内陆盆地,盆地中部的塔克拉玛干沙漠占盆地面积的 63.7%;准噶尔盆地中部的古尔班通古特沙漠占盆地面积的 16.3%。盆地四周高山环绕,山峰一般都在海拔 4 000m 以上。在天山、昆仑山宽广的山体中还有许多全封闭或半封闭山间盆地和谷地,其中较大的有:吐鲁番盆地、焉耆盆地、拜城盆地、哈密盆地、伊犁谷地等。吐鲁番、哈密一带位于新疆东部,俗称东疆。

2.2 气 象

2.2.1 气 温

新疆属典型大陆性干旱气候,干燥少雨,四季气温相差悬殊,冬、夏季漫长,春、秋季短暂,并有春季升温快、秋季降温迅速等特点。气温的年较差和日较差都很大,北疆各地的年较差多在 40℃ 左右,其中年较差最大的在准噶尔盆地,高达 44℃ 以上;南疆多数地方气温年较差在 30~35℃。全疆各地年平均日较差:北疆为 12~15℃,南疆为 14~16℃,年最大日较差一般在 25℃ 以上。年平均气温:北疆为 4~8℃,南疆为 9~12℃。夏热冬寒是大陆性气候的显著特征,夏季 7 月平均气温北疆为 15~25℃,南疆为 20~30℃;吐鲁番盆地是我国夏季最热的地方,有正式记录的极端最高气温为 47.7℃,出现在 1986 年 7 月 23 日。冬季 1 月平均气温:北疆为-30~-20℃,南疆为-20~-10℃,阿勒泰地区的富蕴县曾出现极端最低气温-51.5℃。

2.2.2 积 温

热量资源丰富程度主要由积温多少来衡量。全区除北疆北部山区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温小于 2 000℃ 外,大部分农业区积温都比较高。吐鲁番盆地西南部为 5 500℃,持续 215d;塔里木盆地多在 4 000℃ 以上,持续 180~200d;准噶尔盆地南部和伊犁谷地西部多为 3 000~3 600℃;北部阿尔泰山前平原、塔城盆地、伊犁谷地东部多在 2 500~3 000℃,持续 145~170d。一般纬度北移 1°, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温约减少 100℃,持续天数缩短 4d。如按热量划分,北疆可划为干旱中温带,南疆可划为干旱暖温带。

2.2.3 日照和太阳总辐射

新疆日照时间长,太阳总辐射量大,年总日照时数在 2 470~3 380h,比长江中下游地区年总日照时数多 500~1 000h。年总日照时数北疆盆地在 2 700~2 900h,山地略少;南疆盆地在 2 600~3 100h,山地略多。太阳总辐射量北疆一般为 5 200~5 600MJ/($\text{m}^2 \cdot \text{a}$),南疆一般为 6 000~6 200MJ/($\text{m}^2 \cdot \text{a}$)。最大值在哈密淖毛湖盆地,在 6 200MJ/($\text{m}^2 \cdot \text{a}$)以上;最小值在准噶尔盆地中心,在 5 200MJ/($\text{m}^2 \cdot \text{a}$)以下。

2.2.4 无霜冻期

无霜冻期,通常是指春末日最低气温最后一次出现 0℃ 或 0℃ 以上日期至秋季日最低气温最早出现 0℃ 或 0℃ 以下日期之间的天数。新疆的无霜冻期差异显著,南疆长,北疆短;平原长,山地短。

北疆盆地一般在 150~170d,南疆盆地在 200d 以上,吐鲁番盆地长达 223d。天山海拔 3 500m 以上、昆仑山海拔 5 000m 以上为永久冻土带。

2.2.5 降 水

新疆在远离海洋和高山环绕的综合影响下,形成了典型干旱气候区,集中表现在全区平均降水稀少,盆地中部存在大面积荒漠无流区。新疆水汽来源主要是西风环流携带的西来水汽,其次是北冰洋南下水汽,而太平洋和印度洋的东南和西南季风的影响甚微。据自治区气象部门估算,新疆上空每年水分由西向东输送量为 $11\,540\times10^8\text{m}^3$,全疆地面降水总量 $2\,544\times10^8\text{m}^3$,占空中水分输送量的 22%。新疆平均降水量 154.8mm,为全国平均降水量 650.5mm 的 23.8%,列各省区的末位,其中北疆平均年降水为 254mm,南疆为 117mm。这些降水主要分布在山区,大部分直接蒸发返回大气层,小部分形成地表径流,部分渗入地下形成山区地下水。

降水量地区分布总趋势是北疆多于南疆,西部多于东部,山地多于平原,迎风坡大于背风坡。北疆山地一般为 400~800mm,准噶尔盆地边缘 150~200mm,盆地中心在 50mm 左右;南疆山地一般为 200~500mm,塔里木盆地边缘 50~80mm,东南缘 20~30mm,盆地中心 10mm 左右。山区年降水量多集中在 5~8 月,占全年降水量的 60% 以上,见表 2-2。

表 2-2 新疆代表性气象站多年平均月降水量统计表

站 名	月平均降水量(mm)												合 计 (mm)
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
阿勒泰站	11.9	10.5	8.9	12.9	17.4	16.7	25.8	17.5	16.6	15.2	20.7	19.2	193.2
伊犁站	18.7	17.6	23.9	26.9	27.5	26.5	23.5	14.7	14.5	23.8	26.2	22.0	265.8
塔城站	16.0	15.1	17.4	31.5	31.2	26.5	31.5	17.9	12.6	28.4	34.2	24.8	287.1
石河子站	8.8	7.7	15.5	26.2	28.6	22.2	21.6	18.3	15.3	17.2	16.0	10.4	207.7
乌鲁木齐站	9.0	9.1	18.9	30.0	33.2	34.5	27.8	21.2	22.7	22.9	16.4	12.4	258.2
吐鲁番站	0.9	0.3	1.5	0.5	0.7	2.9	2.2	2.6	1.4	1.3	0.4	0.9	15.7
哈密站	1.4	1.1	1.3	2.6	3.3	6.1	7.0	5.2	3.1	2.6	1.4	1.3	36.4
库车站	1.8	2.5	2.7	2.8	8.7	15.7	12.5	11.5	5.6	3.4	1.7	1.1	69.8
喀什站	2.2	5.3	5.1	5.6	12.1	6.8	7.2	7.6	5.0	2.3	1.3	1.3	61.8
于田站	1.8	1.4	1.2	3.8	8.7	10.0	9.6	5.5	3.8	0.5	0.3	0.5	47.0

2.2.6 蒸 发

新疆属于干旱及半干旱地区,降水稀少,蒸发强烈。蒸发分为水面蒸发和陆面蒸发。水面蒸发量的地区分布,主要受气温和湿度等因素影响,分布规律与气温基本相同,一般低温高湿区的水面蒸发量小,高温干燥区的水面蒸发量大。新疆水面蒸发量变化很大,最低值小于 700mm,最高值大于 2 400mm。除准噶尔盆地、塔里木盆地及吐—哈盆地的荒漠、沙漠区水面蒸发量达 1 600mm 以上外,其他地区水面蒸发量相对较低。比如准噶尔盆地边缘绿洲带内水面蒸发量在 1 000~1 400mm,只有克拉玛依市超过 1 400mm,伊犁谷地均小于 1 000mm;塔里木盆地边缘绿洲带内水面蒸发量为 1 200~1 600mm。北疆山区水面蒸发量低于 1 000mm(以上蒸发值均为折算后的 E_{601} 型蒸发器的蒸发量)。水面蒸发量的年际变化较降水量小,北疆以乌鲁木齐、南疆以和田为例,最大年与最小年水面蒸发量之比分别为 2.26 和 1.56。

新疆年水面蒸发量分布趋势是北疆小,南疆大;西部小,东部大;山区小,平原大。一般山区 800~1 200mm,盆地平原区 1 600~2 200mm。新疆各地水面蒸发量具有明显差异,其蒸发强度与降水量分布规律正好相反,见表 2-3。