

西部严重缺水地区

人畜饮用地下水 勘查示范工程

GROUNDWATER EXPLORATION FOR DRINKING
IN THE WATER-SHORTAGE AREAS OF THE WESTERN CHINA

中国地质调查局 著



中国大地出版社

新一轮国土资源大调查重点项目研究成果

西部严重缺水地区 人畜饮用地下水勘查示范工程

Groundwater Exploration For Drinking
In The Water – shortage Areas of The Western China

武选民	文冬光	郭建强	张福存
武毅	刘方	李爱军	朱廉生
石维栋	于德胜	董建国	任建会
王恩荣	鄢毅	旷正国	朱春林

著

中国大地出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

为加快推进我国西部地区人畜饮用缺水问题的解决,国土资源部中国地质调查局从1999年开始,在西北、西南、内蒙古、山西以及辽宁西部等地区人畜饮用严重缺水的数百个村镇,实施了地下水勘查与供水示范工程。本书依据工程所获得的大量最新数据,对不同类型示范区水文地质背景、示范供水井类型与技术参数、地下水埋藏与富集机理、地下水勘查新技术新方法、钻探成井新工艺等进行了系统总结和深层次研究,提出了不同类型缺水地区人畜饮用地下水勘查与开发利用区划。该书将为我国人畜饮用缺水地区和地方病高发区供水安全工作实施提供技术指南。

本书是我国西部人畜饮用严重缺水地区地下水勘查与示范工程的文字成果专著,其研究内容、技术思路以及所采用的技术方法体系,可供从事水文地质、地球物理勘探、遥感、钻探等领域的地质调查、科研、教学人员及高等院校本科生和研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

西部严重缺水地区人畜饮用地下水勘查示范工程/中国地质调查局著. —北京:中国大地出版社,2006.1
ISBN 7-80097-809-5

I. 西... II. 中... III. ①干旱区-饮用水-地下水资源-水文地质勘探-西北地区②干旱区-饮用水-地下水资源-水文地质勘探-西南地区 IV. P641.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第154940号

责任编辑:叶丹 李颖

出版发行:中国大地出版社

社址邮编:北京市海淀区学院路31号 100083

电 话:010—82329127(发行部) 010—82329008(编辑部)

传 真:010—82329024

印 刷:北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:25.25

彩 插:153

字 数:740千字

版 次:2006年1月第1版

印 次:2006年1月第1次印刷

印 数:1—1700册

书 号:ISBN 7-80097-809-5/F·139

定 价:160.00元

(凡购买中国大地出版社的图书,如发现印装质量问题,本社发行部负责调换)

项目主持单位：中国地质调查局

项目实施单位：中国地质调查局水文地质工程地质
技术方法研究所

项目参加单位：

陕西省地质调查院

甘肃省地质调查院

宁夏回族自治区地质调查院

青海省地质调查院

新疆维吾尔自治区地质调查院

内蒙古自治区地质调查院

山西省地质调查院

辽宁省地质矿产调查院

吉林省地质调查院

四川省地质调查院

重庆市地质矿产勘查开发局

云南省地质调查院

项目参加人员

中国地质调查局

武选民 文冬光 吴登定 张二勇 杨 澍

中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所

郭建强 张福存 武 毅 孙建平 邢卫国 马志靖 曹福祥
杨进生 佟元清 王立新 叶成明 姚秀菊 朱庆俊 安永会
贾淑琴 郑宝锋 邵汝君 彭 成 李巨芬 杨英健 郑继天
李旭峰 吴宏涛 杨桂新 李国占 李凤哲 孟庆延 冉德发
李炳平 马岳昆 王 璇 马绍忠 王永哲

陕西省地质调查院

刘 方 马思锦 方长生 董永超 畅俊斌 李益朝 李 锋
朱立峰 王友林

甘肃省地质调查院

薛斌义 叶得金 佟成利 贾贵义 李生永 李爱军 王延江
伦国星 周 斌 崔旭东 程旭学 刘心彪 喻生波 闫成云
刘如珍 付东林 王有权 魏林森 张彦林 郝明林 王志强
刘 海 曹炳媛 屈君霞 刘多朝 赵聚林 蒋 文 王鹤轩
李绪善 冯 军 李天河 南居信

宁夏回族自治区地质调查院

张 黎 闫子忠 李天斌 张 钦 朱廉生 吴兴华 余秋生
薛忠歧 朱保良 杨江平 汤银虎 李献召 王红英 杨 建
李慧勤 高 宇 尹秉喜 于建华 朱志敏

青海省地质调查院

张森琦 石维栋 逯林章 郭宏业 李积成 李 健 韩留生
祁焕芳 马明珠

新疆维吾尔自治区地质调查院

刘 斌 门国发 谌天德 陆建国 于德胜 王占和 张明江
邵争平 常志勇 赵振宏 李同贺 蔡瑞庆 程 强 云红祥
谢 宁 陈旭光 颜连章 张 磊 王 珍 乃尉华

内蒙古自治区地质调查院

王 兵	田林浩	董建国	李 志	李虎平	闫福贵	丁天才
王海波	刘秉旺	苏新旭	侯俊林	乔 榛	刘寅彪	蒙奎文
王占政	张 宏	邵积东	安存杰	胡凤翔	陈志勇	徐宗培
马挨荣	张茂盛	马少华	郑成杰	温向阳		

山西省地质调查院

任建会	王贵喜	袁新华	韩 颖	张政奎	王东桃	梁树雄
张 佳	陈永胜	张胜宇	胡玉生			

辽宁省地质矿产调查院

倪 金	王恩荣	闫宝强	邓怀民	杜 飞	王庆雨	郭冬梅
姜艳玲	马 秀	王丽华	周 玲	田兴成	侯宝君	赵凤文
徐 超	赵继文					

吉林省地质调查院

杨绍刚	赵海清	张丽玲	王 成	李春霞	王德仲	郑洪忱
周绪春	蔡卫东	任 光	初鸿雁	徐仁愉	王立春	张哲环

四川省地质调查院

鄢 毅	袁丙华	刘俊贤	钱江鹏	毛 郁	刘宗绪	范如芝
张志明	赵云红	王晓东	袁永洪	李鸿雁	翟胜强	柯 强
余正良	杨 俊	唐定洪	乔海涛	钟 声	贾来庭	

重庆市地质矿产勘查开发局

刘安云	刘光华	宋国均	旷正国	樊新庆	黄 杨	彭开林
肖兴亮	李怀良	谷海华	蒋 嘉	龙盛军		

云南省地质调查院

朱春林	饶春富	杨广珠	念文祥	李 燕	段嘉寿	李俊东
骆银辉	赵志芳	李连举	李建华	耿 弘	任 坚	王 宇
包 钢						

Abstract

In order to solve drinking water shortage of man – livestock in Western China, exploration and demonstration engineering project of groundwater supply has been implemented by China Geological Survey of Ministry of Land and Resources at hundreds of villages and small towns in the Northwest and Southwest of China, Inner Mongolia Autonomous Region, Shan'xi Province, the west of Liaoning Province etc since 1999. According to a large number of the newest data that had been obtained from the project, they were systematically summarized and comprehensively researched, which include hydrogeological settings, types and technical parameters of water supply wells, groundwater distribution and enrichment mechanism, new techniques and methods in exploration of groundwater and in drilling and construction well as well as zoning on groundwater exploitation in the studying area. This book is trying to offer the technical guide on water supply safety in the areas of drinking water deficient for man – livestock and highly – occurred endemic disease in China.

The contents and ideas of research and the technique framework taken in the exploration and demonstration engineering project of groundwater supply can be regarded as a good reference for those people who are taking up geological survey, scientific research and teaching in hydrogeology, geophysical prospecting, remote sensing and drilling.

前言

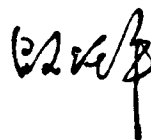
我国西部人畜饮用缺水地区，涉及陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、内蒙古、山西、辽宁、四川、重庆、云南、贵州和广西等省（自治区、直辖市），严重缺水区面积达 $217 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，约 4000 万人口缺乏足够的饮用水，其中西北地区 1300 万人，西南岩溶石山地区 1700 万人，红层地区 1000 万人。区内有些缺水村镇人畜共饮涝池水或田塘积水。有些地区居民长期饮用高矿化度苦咸水或高氟、高砷水。有些地区居民吃水依靠“水窖”集存雨水，干旱季节根本无雨（雪）水可集。有的村镇要到几公里甚至几十公里外运水，有的村庄干旱年甚至出现背井离乡“逃水荒”的现象。缺水不仅严重制约着居民基本生活生产条件的改善，而且是造成经济发展缓慢的重要原因，更是制约当地全面建设小康社会的“瓶颈”之一。

缺水地区人畜饮用水问题历来受到党中央、国务院的高度关注。胡锦涛总书记指示“无论有多大困难，都要想办法解决群众的饮水问题，决不能让群众再喝高氟水”。温家宝总理指示“要千方百计解决农村人畜饮水问题，采取各项措施，开辟水源，让缺水地区农民喝上水”。为解决缺水地区群众的饮水疾苦，国土资源部中国地质调查局于 1999 年开始，以西北地区、内蒙古、辽西山区、西南岩溶石山地区以及西南红层丘陵区缺水村镇为重点，开展了以解决人畜饮水为主要目标的地下水勘查与示范工程。1999 ~ 2004 年，先后为陕、甘、宁、青、新、内蒙古、山西、辽宁等省（自治区）的 100 多个村镇，建设地下水供水示范深井 340 眼，在川、渝、滇红层丘陵地区建设“小口径”供水示范浅井 6.18 万余眼。累计供水量 $70 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，直接为 300 万缺水人口提供了清洁安全的地下饮用水源。通过这些工程的示范，有效带动了当地各级政府解决缺水村镇居民饮用水工程的实施。如，四川省人民政府根据本项目探索出的地下水开采技术与供水示范工程，从 2004 年开始，筹集专项资金，与国土资源部中国地质调查局合作，在川东红层区的 105 个县实施农村饮水解困工程，以期通过该区 400 万缺水人口用水问题的解决推动川东地区农村经济快速发展。

本书为该工程的文字总结成果，以西部严重缺水地区人畜饮用地下水勘查与示范工程所获得的最新海量数据为依据，对不同示范区水文地质背景、示范供水井类型与技术参数、地下水埋藏与富集机理、地下水勘查新技术新方法、钻探成井新工艺等进行了系统总结和深层次研究，提出了不同类型缺水地区人畜饮用地下水勘查与开发利用区划。该书的出版将为我国人畜饮用缺水地区和地方病高发区供水安全工作实施提供技术指南。

本项目是在中国地质调查局几任局长的直接关怀下完成的。在此，对寿嘉华局长、孟宪来局长、叶天竺局长表示感谢。同时，对汪民（原主管副局长）、张洪涛副局长及局副总工邱心飞的悉心指导表示感谢。本项目在实施过程中，得到了所在省（自治区、直辖市）各级人民政府、国土资源厅、地勘局以及有关部门的参与和帮助，在此一并表示感谢。

中国地质调查局
水文地质环境地质部



2005 年 5 月

目 录

第一章 概况	(1)
第二章 西部严重缺水地区水文地质背景	(13)
第一节 西北内陆干旱盆地区水文地质背景	(13)
第二节 青海东部甘肃中部碎屑岩盆地区水文地质背景	(19)
第三节 宁南与陕北白于山区区域水文地质背景	(24)
第四节 鄂尔多斯盆地周边岩溶区区域水文地质背景	(27)
第五节 内蒙古高原区域水文地质背景	(32)
第六节 辽宁西部山区区域水文地质背景	(35)
第七节 西南红层区区域水文地质背景	(39)
第三章 典型示范工程实录	(45)
第一节 西北内陆盆地山前地下水深埋带示范工程	(45)
第二节 塔里木盆地防病改水示范工程	(64)
第三节 青海省西宁碎屑岩盆地示范工程	(72)
第四节 甘肃省中部碎屑岩盆地示范工程	(79)
第五节 宁夏南部山区示范工程	(86)
第六节 陕北白于山区示范工程	(97)
第七节 陕北多泥沙河流取水示范工程	(105)
第八节 鄂尔多斯盆地周边岩溶区示范工程	(109)
第九节 内蒙古高原示范工程	(131)
第十节 辽宁西部山区示范工程	(142)
第十一节 四川中东部红层丘陵区示范工程	(150)
第十二节 重庆西部红层区示范工程	(156)
第十三节 云南楚雄东部红层区示范工程	(166)
第四章 地下水赋存机理研究	(177)
第一节 内陆盆地山前地下水位浅埋带形成机理	(177)
第二节 内陆盆地冲湖积平原区地下淡水分布规律	(181)
第三节 西宁和甘肃中部碎屑岩盆地区地下淡水赋存机理	(191)
第四节 宁南及陕北白于山区地下淡水分布规律	(199)
第五节 鄂尔多斯盆地周边岩溶水富集规律	(206)
第六节 内蒙古高原示范区地下淡水赋存机理	(210)
第七节 辽西山地区示范区基岩裂隙水富集规律	(215)
第八节 四川中东部红层丘陵区地下淡水富集规律	(221)
第九节 重庆西部红层区地下淡水富集规律	(225)
第十节 云南楚雄东部红层地下水赋存规律	(233)

第五章 地下水勘查技术方法综合研究	(239)
第一节 遥感技术应用与研究	(239)
第二节 地球物理勘查技术应用与研究	(265)
第三节 钻探新技术与成井工艺研究	(299)
第四节 取水工程	(314)
第五节 不同水文地质区地下水勘查技术方法体系	(317)
第六章 西部严重缺水地区人畜饮用地下水开发利用区划	(329)
第一节 勘查示范县域地下水开发利用区划	(329)
第二节 陕西省北部缺水地下水开发利用区划	(340)
第三节 甘肃省缺水地下水开发利用区划	(346)
第四节 宁夏南部缺水地下水开发利用区划	(352)
第五节 青海省缺水地下水开发利用区划	(356)
第六节 新疆缺水地下水开发利用区划	(362)
第七节 内蒙古自治区缺水地下水开发利用区划	(365)
第八节 山西省吕梁山西侧缺水地下水开发利用区划	(369)
第九节 辽宁西部缺水地下水开发利用区划	(373)
第十节 四川红层缺水地下水开发利用区划	(376)
第十一节 重庆红层缺水地下水开发利用区划	(379)
第十二节 云南红层缺水地下水开发利用区划	(381)
结论与建议	(386)
主要参考文献	(388)

CONTENTS

1	General Introduction	(1)
2	Hydrogeological Settings of Serious Water – Deficient Areas in Western China	(13)
2.1	Inland arid basin in the Northwest	(13)
2.2	Clastic rock basin in the middle of Gansu Province and the east of Qinghai Province	(19)
2.3	Baiyu mountainous areas in the north of Shanxi Province and in the south of Ningxia Hui Autonomous Region	(24)
2.4	Karst terrain around Ordos Basin	(27)
2.5	Highland in Inner Mongolia Autonomous Region	(32)
2.6	Mountainous areas in the west of Liaoning Province	(35)
2.7	The red – strata areas in Southwest China	(39)
3	Representatives of Demonstration Engineering	(45)
3.1	Deep groundwater distributed around the rim of the inland basin in the Northwest	(45)
3.2	Prevention of local diseases and alteration of drinking water in the Tarim Basin	(64)
3.3	The clastic rock basin in Xining, Qinghai Province	(72)
3.4	The clastic rock basin in the middle of Gansu Province	(79)
3.5	The mountainous areas in the south of Ningxia Hui Autonomous Region	(86)
3.6	The Baiyu mountainous areas in the north of Shanxi Province	(97)
3.7	Water withdrawal from the rivers with plenty of mud and sand in the north of Shanxi Province	(105)
3.8	Karst terrain around Ordos Basin	(109)
3.9	Highland in Inner Mongolia Autonomous Region	(131)
3.10	The mountainous areas in the west of Liaoning Province	(142)
3.11	The red – strata areas in the middle east of Sichuan Province	(150)
3.12	The red – strata areas in the west of Chongqing municipality	(156)
3.13	The red – strata areas in the east of Chuxiong, Yunnan Province	(166)
4	Studies on Enrichment Mechanism of Groundwater	(177)
4.1	On shallow buried zone of groundwater table in the front of mountains around Inland Basin	(177)
4.2	Fresh groundwater in the alluvial lacustrine plain in Inland Basin	(181)
4.3	Fresh groundwater in the clastic rock basin in the middle of Gansu Province and Xining	(191)
4.4	Fresh groundwater in the Baiyu mountainous areas of North Shanxi Province and South Ningxia Hui Autonomous Region	(199)
4.5	Karst water around the Ordos Basins	(206)

4.6	Fresh groundwater at the highland demonstration areas in Inner Mongolia Autonomous Region	(210)
4.7	Bedrock fracture water in the mountainous areas in West Liaoning Province	(215)
4.8	Fresh groundwater in the red – strata areas in the middle east of Sichuan Province	(221)
4.9	Fresh groundwater at the red – strata areas in West Chongqing municipality	(225)
4.10	Groundwater at the red – strata areas in East Chuxiong municipality, Yunnan Province	(233)
5	Comprehensive Studies on Techniques for Groundwater Survey	(239)
5.1	Application and study on remote sensing	(239)
5.2	Application and study on geophysical prospecting	(265)
5.3	Study on techniques for drilling and well construction	(299)
5.4	Study on groundwater withdrawal engineering	(314)
5.5	On technique framework for groundwater survey in different hydrogeological areas	(317)
6	Zoning on Groundwater Exploitation and Utilization for Man and Livestock Drinking in the Serious Water – Deficient Areas in West China	(329)
6.1	In the demonstration areas	(329)
6.2	In North Shanxi Province	(340)
6.3	In Gansu Province	(346)
6.4	In South Ningxia Hui Autonomous Region	(352)
6.5	In Qinghai Province	(356)
6.6	In Xinjiang Uygur Autonomous Region	(362)
6.7	In Inner Mongolia Autonomous Region	(365)
6.8	In the west side of Mount Lúliang in Shanxi Province	(369)
6.9	In West Liaoning Province	(373)
6.10	At the red – strata areas in Sichuan Province	(376)
6.11	At the red – strata areas in Chongqing municipality	(379)
6.12	At the red – strata in Yunnan Province	(381)
	Conclusions and Suggestions	(386)
	References	(388)

第一章 概 况

一、项目由来

我国西部缺水地区，涉及陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、内蒙古西部、山西、辽宁西部、四川、重庆、云南、贵州和广西等省（自治区、直辖市），严重缺水区面积达 $217 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，缺水人口 4000 余万（图 1-1）。其中西北、华北、东北八省区 1300 万人，西南岩溶石山地区 1700 万人，红层地区 1000 多万人。西部严重缺水地区是我国“老、少、边、穷”分布区，集中了全国 80% 以上的少数民族人口，国家级贫困县多达 187 个，占全国 592 个国家级贫困县的 31.6%，占西部 13 个省（自治区、直辖市）479 个国家级贫困县的 37.2%。缺水不仅严重制约着人民群众的基本生活生产条件的改善，而且是造成地区经济发展速度缓慢、当地长期处于贫困状态的主要原因，更是制约当地建设小康社会的重要“瓶颈”之一。

我国陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆 5 省（自治区）及内蒙古西部地区，面积约 $330 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的广大地域是我国著名的干旱区，大气降水稀少，大部分地区年降水量不足 200mm，塔里木等大型内流盆地沙漠腹地年降水总量仅 10mm 左右。地表水系空间分布不均，河流流量变化大，一般远离河流的村庄、城镇利用地表水的难度大，且费用昂贵；部分地区几乎没有可以利用的地表水资源。受各种条件的制约，尤其是当地居民缺乏地质技术的支撑，开采地下淡水的工程往往是盲目实施，成功率较低。上述因素致使西北地区数百个村镇群众的基本生活用水至今仍未解决。

西南地区虽降水较丰沛，但年内、年际分配不均。广大岩溶石山地区岩石裸露，岩溶地质作用强烈，地表落水洞、地下洞穴和管道发育，雨水和地表水极易漏失到地下，造成“地下水滚滚流，地表水贵如油”及“一场大雨到处淹，十天无雨遍地旱”的状况。四川、重庆和云南等红层分布区，由于红色砂泥岩地层对水资源的涵养能力较差，丰沛的降水难以渗入，因而迅速汇入江河而流失，导致该地区非降雨季节人畜饮用水极度困难。

我国西部缺水地区，有些村镇长期以来人畜共饮涝池水或田塘积水，卫生条件极差；部分地区的居民长期饮用高矿化度苦咸水或高氟、高砷水，导致了严重的地方病；有些地区的居民吃水完全依靠“水窖”积存的雨水，在干旱季节根本无雨（雪）水可积，基本生活用水没有保障；有的地区要到几千米甚至几十千米外长途运水，部分地区每吨水成本高达 60 元；有的地方在干旱年份群众不得不背井离乡“逃水荒”；有些地区的群众时常为争抢饮用水而发生纠纷或械斗，严重影响当地社会稳定或民族团结；有些地区强壮劳动力为了日常基本生活用水而不得不在家里担水拉水，不能外出务工，严重制约了农村经济状况的改善（图 1-2、1-3、1-4、1-5）。

我国缺水地区存在的人畜饮用水问题，严重制约着西部大开发和全面建设小康社会战略的实施，历来受到党中央、国务院的高度关注。胡锦涛总书记在中央人口资源环境工作座谈会上指出“要加强国土资源调查，努力实现西部地区国土资源调查与找矿找水的新突破”。温家宝总理也曾指出“要千方百计解决农村人畜饮水问题，采取各项措施，开辟水源，让缺水地区农民喝上水”。

国土资源部中国地质调查局于 1999~2004 年在国家专项资金支持下，以西北干旱区、西南红层区严重缺水的村镇为重点，组织实施了以解决人畜饮水为主要目标的地下水勘查示范工程。

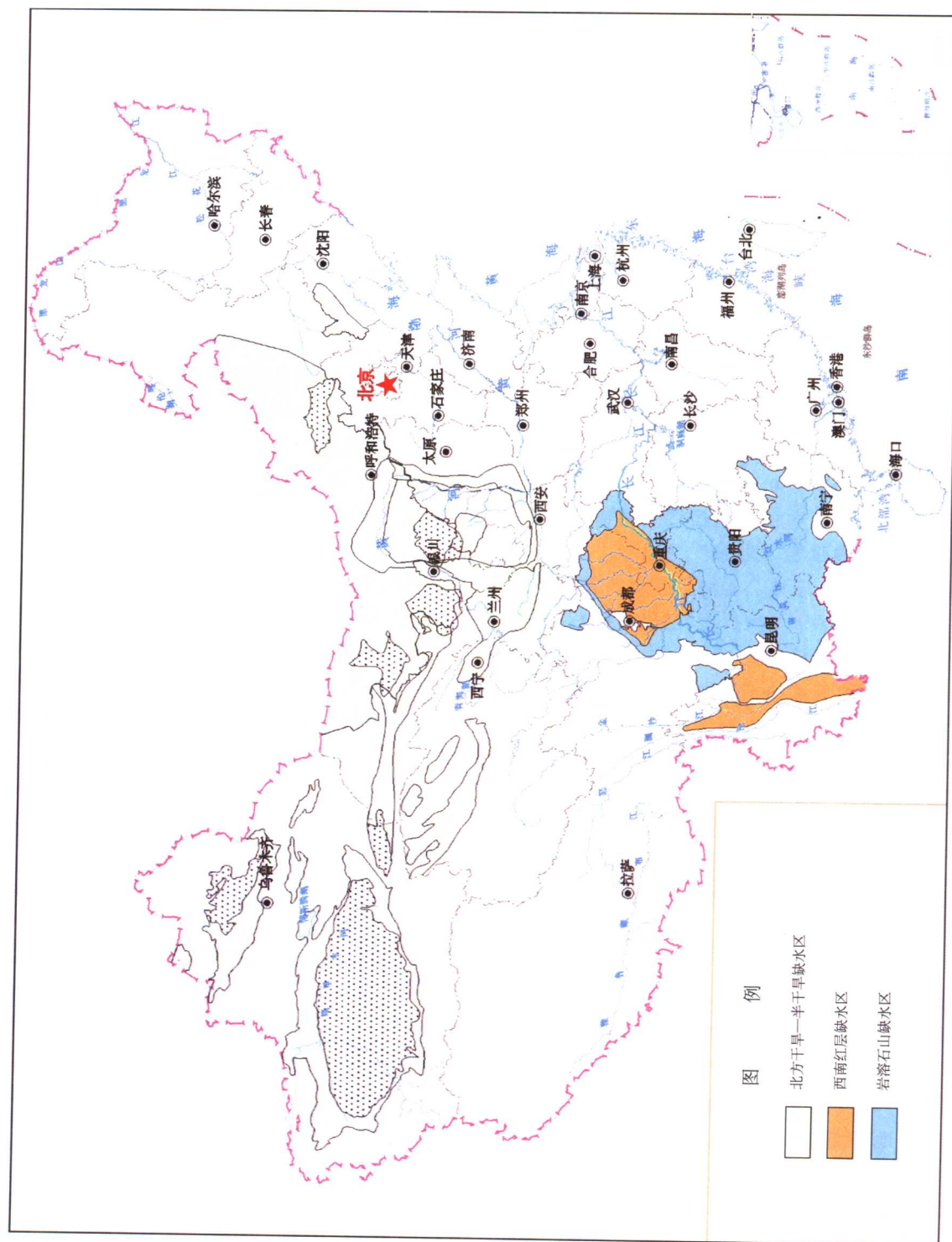


图1-1 西部缺水地区分布示意图



图 1-2 人畜共饮涝池水
(甘肃省马乐县马营村, 2001.7)



图 1-3 无奈而漫长的等待
(陕西省富县县城官泉, 2001.7)



图 1-4 焦渴的储水塘
(四川省乐至县, 2002)



图 1-5 背井离乡“逃水荒”
(青海省互助县, 2003)

二、工程实施概况

(一) 总体目标与任务

本项工程的总体目标是：通过西部严重缺水地区人畜饮用地下水勘查示范工作的实施，在不同类型的缺水地区，因地制宜地建立地下水开发利用示范工程，为类似地区地下水勘查与开发利用提供技术支撑。在示范的基础上，编制西部严重缺水地区人畜饮用地下水开发利用区划方案，为当地政府进一步解决缺水地区人畜饮用水问题提供地质依据。通过国家示范来带动当地各级政府、各个部门有效推动缺水地区人畜饮用水问题的解决，不断改善西部缺水地区人民群众生产、生活基本条件，加快群众脱贫致富步伐，为全面建设小康社会创造条件，为西部大开发创造良好的社会、经济环境。主要任务是：

(1) 在不同地区选择人畜饮用水严重困难的村庄或城镇为示范区，进一步开展水文地质调查研究工作，寻找具有供水前景的地段并实施钻探验证，通过探采结合的方式成井，为西部地区人畜饮用水严重缺乏的村镇建立一批地下水开发示范工程。

(2) 开展西部严重缺水地区地下水形成机理与开发利用模式研究，为缺水地区人畜饮用水问题的进一步解决提供地质理论支撑。

(3) 通过对不同缺水类型区的勘查示范工作，开展地下水勘查与取水技术研究，探索水文地质条件复杂区的找水、取水等新技术新方法。

(4) 分省（自治区）编制缺水地区人畜饮用地下水勘查与开发利用区划，为当地政府进一步解决缺水地区人畜饮水问题提供地质依据。

(二) 工程部署

按照“统筹规划,分步实施,典型示范,辐射带动”的原则,先后在西北大型内陆盆地、青海东部和甘肃中部中小型碎屑岩盆地、宁夏南部和陕西北部黄土高原区、鄂尔多斯盆地周边岩溶区、内蒙古高原、辽宁西部山区和川渝滇红层等地区,选择群众生活饮用水困难严重的106个县(市)部署了地下水勘查与示范工程。总体工程部署见图1-6。各个地区不同类型示范工程具体部署如下:

(1) 西北大型内陆盆地示范类型主要包括河西走廊、准噶尔盆地山前陡倾斜平原地下水深埋带,塔里木盆地、柴达木盆地冲积湖积平原区和沙漠边缘地下淡水勘查与开发利用示范。河西走廊示范区主要部署在民乐、永昌和肃南等县,准噶尔盆地示范区部署在奇台和裕民等县,塔里木盆地示范区部署在库车、喀什、岳普湖和策勒等县,柴达木盆地示范区部署在乌兰等县。

(2) 青海东部和甘肃中部中小型碎屑岩盆地示范类型主要包括青海互助、民和,甘肃会宁等白垩系、第三系断陷盆地边缘构造裂隙水和隐伏岩溶水的勘查与开发示范。

(3) 宁夏南部和陕西北部黄土高原区主要包括宁夏回族自治区西吉、海原、固原等黄土岗地梁峁地区第四系孔隙水、苦咸水河流河谷区地下淡水、黄土盖层下伏基岩构造裂隙水的勘查与开发示范,陕西北部白于山区靖边、吴旗、志丹等县缺水村镇白垩系地下淡水勘查与开发示范。

(4) 鄂尔多斯盆地周边岩溶区示范类型包括盆地东缘吕梁山西麓碳酸盐岩裸露与浅埋区,盆地南缘渭北黄土台塬岩溶水深埋区,盆地西缘甘肃平凉、宁夏“南北古脊梁”以及内蒙古桌子山棋盘井地区岩溶地下水勘查与开发利用示范。

(5) 内蒙古高原示范类型主要包括大青山以北、大兴安岭以西、贺兰山以东地区的翁牛特、阿巴嘎、武川等旗(县)农牧民严重缺水的村镇,第四系松散岩类孔隙水和隐伏基岩裂隙水勘查与开发示范,内蒙古西部阿拉善高原北部中蒙边界极度干旱的碎屑岩盆地地下淡水勘查示范。

(6) 辽宁西部山区示范类型部署在建平、朝阳、凌源等县,主要开展山间盆地区隐伏风化裂隙水、山区构造裂隙水的勘查与缺水村镇生活饮用水供水示范。

(7) 西南红层地区示范类型包括四川省东部红层丘陵区侏罗系、白垩系砂泥岩风化裂隙、层间砂岩裂隙地下淡水,重庆市西部大足、荣昌、铜梁等红色砂泥岩风化裂隙淡水和层间构造承压裂隙水,以及云南楚雄东部红色砂泥岩分布地区缺水村镇地下水勘查与示范。

(三) 主要技术路线与方法

充分收集前人已有的地质、水文地质资料及其研究成果,综合研究分析示范区区域水文地质条件,采用高分辨的遥感解译技术,以缺水村镇为中心遴选出具有前景的调查靶区,在所遴选的靶区开展1:5万或1:10万水文地质调查,初步圈定有利于地下水富集和便于建立供水工程的地段。根据地面水文地质调查资料和初步认识,选择适宜的地球物理探测方法,进行综合地球物理勘查,初步确定目的含水层的埋深与厚度、断裂等基岩富水构造的规模、咸淡水体空间分布等状况。由水文地质与地球物理专业技术人员,根据地面调查和物探数据,共同会商确定最佳宜井位置。继而选择钻探设备进行钻探验证,以及相关的野外水文地质试验、室内水质分析测试等工作。在水质、水量等具备开发利用的条件下,为当地建成取水示范工程。主要技术流程如图1-7所示。

(四) 完成的主要实物工作量

1999~2004年,西部严重缺水地区人畜饮用地下水勘查示范工程,在陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、内蒙古、山西、辽宁共建立地下水开发示范深井340处,在四川、重庆和云南红层地区建立地下水开发利用小口径示范浅井6.18万眼。完成的主要实物工作量有:1:5万水文地质调查 $14.53 \times 10^4 \text{ km}^2$;1:5万遥感解译面积 $14.53 \times 10^4 \text{ km}^2$;各类地球物理勘探剖面长度 $1.19 \times 10^4 \text{ km}$,勘探点2.98万个;水文地质钻探 $8.8 \times 10^4 \text{ m}$,红层区浅钻 $119.23 \times 10^4 \text{ m}$;抽水试验累计 $5.45 \times 10^4 \text{ h}$,岩土样和水样分析1.24万件(组)。设计及完成主要实物工作量见表1-1。