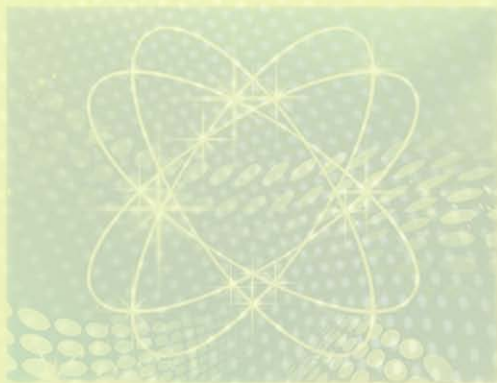


宁夏中南部严重缺水 地区地质构造控制 地下水分布规律研究

余秋生 周文生 韩银利 于相正 编著



阳光出版社

余秋生 周文生 韩银利 于相正 编著

地质构造控制地下水分布规律研究

宁夏中南部严重缺水地区



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

宁夏中南部严重缺水地区地质构造控制地下水分布规律研究 / 余秋生等编著. — 银川: 阳光出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-5525-1213-7

I. ①宁… II. ①余… III. ①干旱区—地下水资源—水文地质—分布规律—研究—宁夏 IV. ①P641.624.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 055189 号

宁夏中南部严重缺水地区地质构造控制地下水分布规律研究

余秋生 周文生 韩银利 于相正 编著

责任编辑 屠学农 那大庆

封面设计 梅治中

责任印制 郭迅生

黄河出版传媒集团 出版发行
阳光出版社

地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦 (750001)

网 址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 yangguang@yrpubm.com

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏报业传媒印刷有限公司

印刷委托书号 (宁)0014817

开 本 880mm×1230mm 1/32

印 张 4.875

字 数 100 千字

版 次 2014 年 3 月第 1 版

印 次 2014 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-1213-7/P·12

定 价 38.00 元

版权所有 翻印必究

目 录

绪 论	1
第 1 章 研究区自然地理概况	5
1.1 研究区范围	5
1.2 社会经济概况	5
1.3 水资源概况	7
1.4 地形地貌概况	8
1.5 气象水文概况	9
第 2 章 区域地质构造概况	15
2.1 区域大地构造概况	15
2.1.1 地史演化的基本特征	15
2.1.2 区域构造背景条件	18
2.2 区域地质概况	19
2.3 区域岩相古地理概况	26

2.4 区域构造概述	30
2.4.1 研究区西部旋卷构造	31
2.4.2 东部鄂尔多斯地块	37
第 3 章 构造对含水层的控制	40
3.1 构造对区域含水层的控制特征	40
3.1.1 松散岩类孔隙含水岩组	42
3.1.2 碎屑岩类裂隙孔隙含水岩组	43
3.1.3 基岩裂隙含水岩组	43
3.1.4 碳酸盐类岩溶含水岩组	44
3.2 构造对储水盆地的控制	44
3.2.1 第四系储水盆地	45
3.2.2 第三系储水盆地	45
3.2.3 白垩系储水盆地	47
3.3 构造对蓄水构造的控制	47
3.4 构造对第四系断陷盆地的控制	51
3.5 构造对山前断陷带的控制	54
第 4 章 构造对地下水形成演化的控制	58
4.1 区域地下水补、径、排特征	58

4.1.1 区域地下水的补给条件	59
4.1.2 区域地下水的径流条件	59
4.1.3 区域地下水的排泄条件	60
4.2 构造对西部地下水形成演化的控制	60
4.2.1 断裂构造阻水作用研究	60
4.2.2 构造对地下水补给的控制作用	66
4.2.3 构造对地下水径流的控制作用	70
4.2.4 构造对地下水排泄的控制作用	86
4.3 构造对东部地下水形成演化的控制	88
4.3.1 “南北古脊梁”地下水形成演化特征	88
4.3.2 构造对地下水的补径排的控制	90
 第 5 章 区域地下水系统划分	 100
5.1 地下水系统划分原则	100
5.1.1 一级划分原则	101
5.1.2 二级划分原则	101
5.2 区域地下水系统划分	101
5.3 区域地下水系统概述	102
5.3.1 西吉盆地地下水系统(I)	103
5.3.2 海原盆地地下水系统(II)	107

5.3.3 清水河河谷平原地下水系统(Ⅲ)	115
5.3.4 同心—固原东山黄土丘陵地下水系统(Ⅳ) ...	121
5.3.5 罗山及山间盆地地下水系统(Ⅴ)	122
5.3.6“南北古脊梁”地下水系统(Ⅵ)	127
5.3.7 鄂尔多斯白垩系盆地西缘地下水系统(Ⅶ) ...	137
5.3.8 宁中北山及山间平原地下水系统(Ⅷ)	140
5.3.9 六盘山基岩裂隙水地下水系统(Ⅸ)	143
 第 6 章 结 论	 144
参考文献	146

绪 论

我国西北地区的宏观地貌格局是高山环绕大的盆地,具体表现在山地与平原、盆地相间分布,除内陆盆地外,山地丘陵也占有相当的比例。西北地区气候干旱,降水稀少,多年平均降水量 234mm,是全国唯一降水量少于农作物需水量的地区。在这些地区,地形地貌和地质构造的差异性较大,水文地质条件极为复杂,加之干旱少雨,使原本就极少的降水资源易失难储,地表水资源严重短缺。许多地区人民群众生活处于贫困线以下,脱贫致富的前提是必须寻找到合适的水源。由于地质构造、水文地质条件的复杂性,决定了地下水分布规律极为复杂,在这些地区开展勘察找水研究急需理论指导。

宁夏是我国主要少数民族自治区域,回族人口占自治区总人口的 34.9%。其中,绝大多数回族群众聚居在宁夏中南部地区,该地区是典型的西北干旱山区,自南西向北东山地、平原盆地相间分布,集山地、丘陵、平原、盆地于一体,可谓西北地貌微缩景观。由于干旱少雨、植被稀疏,生态环境脆弱,人畜饮水极度困难。开展宁夏中南部地区地质构造控制地下水分布规律的研究,对于缓解该地区城镇生活用水和农村人畜饮水,维护民族团结和社会稳定具有重要意义。同时,对于西北同类地区的勘察找水具有借鉴作用。





地质构造对地下水的控制作用是各国学者在新构造学的研究中逐渐探索出来的。1949年在莫斯科自然科学工作者会议上，B.A.奥勃鲁切夫提出以“新构造”代替以往任意使用的术语，并主张将新构造运动从阿尔卑斯旋回中划分出来，地学中诞生了一个新的分支——“新构造学”。荷兰(1953)、意大利(1955)等国家都相继召开了讨论地壳新构造运动及现代构造运动会议，成立了国际性专门研究机构进行学术交流。1956年我国地质部召开了“第一届全国水文地质工程地质会议”，肖楠森教授在会议上首次提出“新构造控制地下水活动”的观点，标志着我国构造控水研究的萌芽。刘光亚教授(1979)在《基岩地下水》一书中指出了蓄水构造与储水构造的区别：蓄水构造是从地下水不断交替运动的角度来考虑的，把水交替过程中半封闭的地质构造称为蓄水构造；而储水构造则专门指含水层完全被隔水边界封闭，地下水几乎不能交替的地质构造。此后，20世纪80年代，钱学溥教授出版了《中国蓄水构造类型》专著，明确给出了蓄水构造的定义：由地质体组成，具有供、排水意义的、蓄积地下水的空隙系统。在这本专著中，第一次系统地划分了我国蓄水构造的类型，即孔隙蓄水构造类型、岩溶蓄水构造类型、裂隙蓄水构造类型和地区性蓄水构造类型。此后，肖楠森、张文佑等经过系统的研究探讨和反复实践，使构造控水理论得到不断的完善和发展。

构造控水理论促进了构造控水方法的研究进展。刘东升(1998)指出：构造控水研究应以构造力学分析为主线，有机地将力学分析法、历史分析法和几何分析法结合成一起，并充分

考虑地层、岩性等地质、水文地质条件,多层次、多角度进行系统的研究,最终判定构造控水模式。也就是说,地质构造条件和水文地质条件综合分析法是构造控水研究最基本也是最重要的方法。随着构造控水研究工作的不断深入,许多学者开始探索一些定量或半定量的方法。同位素技术在水资源领域是一项比较成熟的技术。美国、澳大利亚、德国等许多发达国家以及一些发展中国家都已经广泛应用这项技术来识别地下水流系统、追踪地下水的运动状况。我国的许多学者已经把同位素技术应用到构造控水研究之中。章程、劳文科等(1994)用 D 、 ^{18}O 以及水化学分析查明了天津蓟县山前断裂两侧具有水力联系。左家和等(2002)通过断裂两侧 D - ^{18}O 以及 T 值的对比分析来判定断裂的水理性质,也取得很好的效果。除 D 、 ^{18}O 、 T 以外, ^{36}Cl 和 ^{234}U 也可用来判定断裂的水理性质。同位素、水化学对比分析法为半定量的研究方法。此外,还有数值模拟反向识别,层次分析评价富水优势断裂、含水层顶、底板等值线图以及构造指数模型等定量或半定量的方法。

经过几代地质工作者的努力,研究区基础地质工作已取得较大的进展。主要有覆盖全区的 1:20 万区域地质调查成果,部分地区完成了 1:5 万区地质调查工作,控制面积约 13800km²。水文地质工作主要以 1:10 万人畜饮用、农田灌溉供水勘查为主,局部地段开展了 1:2.5 万~1:5 万集中供水水源地勘查。通过近四十年的勘查工作,虽然基本查明了研究区地质构造和水文地质条件,确定具有供水意义的含水岩组有 4 种类型,积累了丰富的勘查找水经验,但对地质构造控制地下水分布规律尚未



进行系统研究。

本文依据上述地质构造控水理论,结合大地构造背景条件,在充分论述大地构造对研究区含水层、储水盆地控制作用的基础上,对区内的蓄水构造类型进行了分类。研究了地质构造对地下水分布规律的控制作用,重点对区内新构造运动控制第四系断陷带地下水形成演化规律进行了研究,认识到寻找该类蓄水构造是解决区内城镇和农村生活用水困难最有效的途径,并首次依据地质构造控水理论对区内地下水系统进行划分。

第 1 章 研究区自然地理概况

1.1 研究区范围

宁夏回族自治区位于西北地区东部,周边与内蒙古自治区、甘肃省、陕西省毗邻,地理坐标为东经 $104^{\circ}17' \sim 107^{\circ}39'$,北纬 $35^{\circ}14' \sim 39^{\circ}23'$,南北长 456km,东西宽 50~250km,面积 51800km²。行政区划辖银川市、石嘴山市、吴忠市、中卫市和固原市五个地级市,自治区首府为银川市(图 1-1)。

宁夏中南部地区是指北纬 $37^{\circ}40'$ 以南的低山丘陵区,行政区划辖固原市原州区、彭阳县、泾源县、隆德县、西吉县全境,中卫市沙坡头区、海原县全境及中宁县部分地区,吴忠市同心县全境、盐池县部分地区,面积约 3.2 万 km²,占宁夏总面积 61.8% (图 1-1)。

1.2 社会经济概况

据《宁夏统计年鉴(2004 年)》,宁夏全区 2003 年末总人口 580.19 万人。其中,回族人口 202.47 万人,占宁夏总人口的 34.9%,是我国最大的回族聚居地。宁夏中南部严重缺水地区人口 298.08 万人,占宁夏总人口 51.4%;回族人口 130.47 万人,

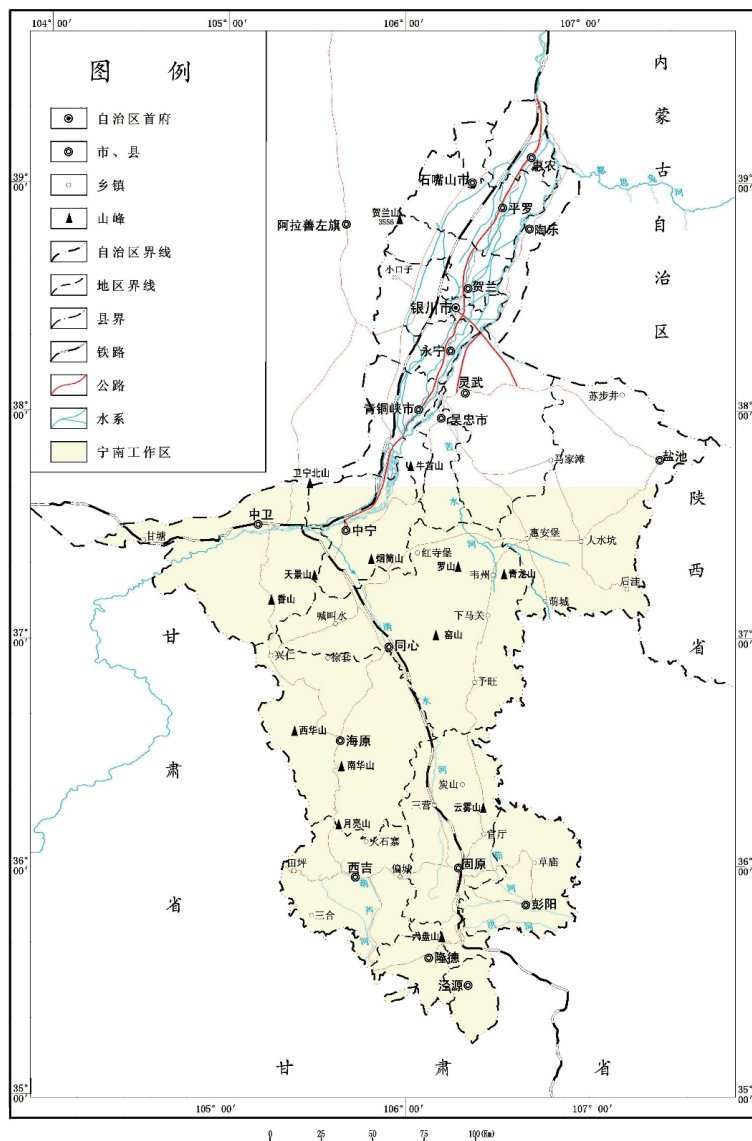


图 1-1 宁夏中南部地区地理位置图

占宁夏回族总人口的 64.4%,为宁夏回族主要聚居地;由于地处于旱带,研究区经济基础较为薄弱,主要依赖于农、牧业生产,财政收入为 3.44 亿元,仅为全区财政收入的 11.5%;粮食产量 116.04 万吨,占全区粮食总产 42.9%,基本上可以解决温饱问题。

1.3 水资源概况

研究区多年平均径流量 7.51 亿 m^3 , 多年平均径流深 19.44mm。特点是量少质差,地区差异大,年际变化大,年内分配不均。径流深由六盘山 300mm 向北递减到研究区北部不足 3 mm,相差近百倍。由于研究区内河流水系多发源于六盘山区,除黄河最大支流清水河向北径流外,其余河流多向南或向东流入甘肃境内。产水量最高的地区是位于六盘山区的泾源县,每平方千米产水 22.5 万 m^3 ,大量的地表水资源流入甘肃省境内而无法利用;为改善区内回族群众生产生活条件,自治区水利部门投巨资修建了两百余座中小型水库,降水量小时水库蓄不上水,降水量大又形成山洪,携带的大量泥沙致使水库淤塞。目前,研究区内 80%的水库因淤塞而失去调蓄能力成为人造平原。

据《宁夏水资源公报(2003 年)》,区内人均水资源占有量为 273 m^3/a ,仅为国际标准生存线的 27.3%,约为全国人均水资源量 9.12%。由于水资源严重缺乏,加之水蚀风蚀作用,区内植被稀疏,荒漠化、水土流失严重,生态环境极为脆弱,呈现大面积的干旱缺水状态,农业产量低而不稳。另外,根据 2002 年统计,研究区总需水量 6 亿 m^3/a ,而实际供水量只有 1.0323 亿 m^3/a ,



保证程度仅为 17.47%。水资源的严重失衡,导致该地区农业生产极不稳定,当地居民至今尚未改变靠天吃饭的局面,农村人畜用水和城镇生活用水更是困难,每逢干旱年份约有 50 万~80 万人极度缺水,最基本的生活用水也无法保障。为此,自治区人民政府于 1999 年制订实施了,旨在干旱年份保障干旱区群众维持基本生活用水的“生命工程”,自治区水利厅、地矿局采取远距离引水和打井开采地下水,解决了部分干旱带群众的吃水问题。

宁夏全境地下水天然资源量约 31 亿 m^3/a , 其中北部银川平原区约 22 亿 m^3/a , 研究区地下水天然资源量约为 9 亿 m^3/a (包括卫宁平原约 5 亿 m^3/a)。相对于地表水无法满足农村人畜饮用和城镇生活用水的现状而言,赋存于含水层中的地下水资源对于就显得更加珍贵,还有相当的潜力可以挖掘。

1.4 地形地貌概况

研究区地势南高北低,平均海拔 1700~1800m。地貌形态可划分为山地、丘陵、盆地及台地四种类型,其主要特征简述如下:

山地:卫宁北山是研究区的北界,屏障于卫宁平原之北,东西向延伸近 50km,南北宽约 25km,山体相对高程 150~200m。

山地多呈北西—南东向弧形展布,相对高程大于 200m。自南西向北东可划分为五列,其规模依次变小。第一列为南华山、西华山、月亮山、马东山、大关山和小关山;第二列为香山、天景山、米钵山、桃山;第三列为烟筒山和窑山;第四列为牛首山及

大、小罗山;第五列为青龙山。

丘陵:没有确定的延伸脉络呈不规则面状分布,相对高程一般小于 200m。依据其形态和地层组成可进一步划分为黄土丘陵、红岩丘陵和残山丘陵。

黄土丘陵:主要有西吉—隆德黄土丘陵、海原黄土丘陵、清水河东岸黄土丘陵和彭阳黄土丘陵;大部分由马兰黄土组成,西部以黄土峁、黄土梁等为主,东部以黄土塬为主。

红岩丘陵:主要由第三系红色岩系组成,其上覆黄土已剥蚀殆尽。有六盘山东、西麓红岩丘陵,南华山、西华山西南麓红岩丘陵,清水河东西岸红岩丘陵,牛首山南麓红岩丘陵及卫宁北山山前红岩丘陵。

残山丘陵:基底大部分由元古界和下古生界碳酸盐岩组成,为南北古脊梁的一部分,在黄土前为山地,现部分黄土已被剥蚀,基岩山峰耸立于黄土丘陵之上,主要有炭山—云雾山残山丘陵。

盆地:主要有卫宁平原、香山北麓洪积斜地、清水河平原、韦州盆地、兴仁盆地、海原盆地和红寺堡盆地等。

台地:主要指的是研究区苦水河以北的灵盐台地。

1.5 气象水文概况

研究区位于我国季风区的西缘。冬季受蒙古高压控制,经常遭受南下的冷空气影响,寒冷异常;夏季处在东南季风西行的末梢,形成典型的大陆性气候。研究区具有冬寒漫长、夏热



短、春暖过快、秋凉较早、干旱少雨、日照充足、蒸发强烈、南凉北暖、南湿北干和气象灾害较多等特点,特别是春旱频繁。区内降水量自南向北逐步递减,由六盘山 600mm 至北部边缘减少到 300mm。虽然从总体看降水总量与华北平原相当,但由于区内地貌多为黄土丘陵,除六盘山、月亮山和南、西华山等基岩山区外,广大黄土丘陵区地表植被稀疏,地形切割破碎水土流失严重,加之降水主要集中在 6~9 月份,降水过后迅速流失而无法利用。降水量季节分配不均,春季占 14%~18%,夏季占 51%~65%,秋季占 24%~28%,冬季占 1%~2%,降水多集中在 6~9 月份(图 1-2、表 1-1)。

研究区内主要河流有清水河、泾河、葫芦河、茹河、洪河、苦水河和红柳沟等,多年平均径流量 7.51 亿 m^3 ,多年平均径流深 19.44mm(表 1-2)。

清水河:宁夏最大的黄河一级支流,发源于六盘山,源头在固原市原州区开城乡黑刺沟脑,流经海原县和同心县,在中宁县泉眼山入黄河,长 320km,流域面积 14481 km^2 ;流域平均年降水量 349mm,径流量 2.16 亿 m^3/a ,泉眼山站实测最大洪峰流量 2270 m^3/s (1933 年);平均含沙量 229 kg/m^3 ,输沙模数 3410 $\text{t}/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$;上游河水矿化度小于 2g/L,中下游河水矿化度 2~8g/L;有大中型水库 91 座。

泾河:黄河二级支流,渭河一级支流,宁夏水资源最多的河流。发源于泾源县境内的六盘山二龙河源,在泾源县境内长 39km,流经彭阳、盐池两县,流域面积共 4955 km^2 。流域内平均年降水量 510mm,径流量 3.49 亿 m^3/a (干流 2.19 亿 m^3/a),调查