

阮本清 韩宇平 蒋任飞 著

GUANQU SHENGTAI
YONGSHUI YANJIU

灌区生态用水研究



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

灌区生态用水研究

阮本清 韩宇平 蒋任飞 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书在大量调查和掌握相关数据的基础上,以定量分析为主导,全面结合遥感、地理信息系统等新技术手段,以宁夏引黄灌区为例,对灌区生态耗水问题进行了深入细致的研究,系统地提出了灌区周边生态适宜用水量,细致研究了灌区的各类水盐均衡问题,同时通过地下水模拟模型试验提出了灌区适宜节水强度的推荐方案,反映了我国目前灌区生态用水方面的最新研究成果。

本书内容包括灌区生态耗水要素分析、生态耗水计算的主要内容、生态需水计算模型、灌区周边生态的适宜用水量计算、基本生态环境需水量计算、水环境容量计算、水均衡和盐均衡分析、灌区水量合理排引比值、浅层地下水模拟模型、基于地下水模型的灌区适宜节水规模、灌区生态环境需水量的保障措施等。

本书可供从事农业节水灌溉,生态环境保护,区域发展规划及水资源规划、管理、保护等方面的科技工作者及有关决策部门参考使用,也可供大专院校有关专业师生参考阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

灌区生态用水研究/阮本清,韩宇平,蒋任飞著. —北京:中国水利水电出版社,2007
ISBN 978-7-5084-5173-2

I. 灌… II. ①阮…②韩…③蒋… III. 灌区—水资源管理—研究 IV. S274

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 193064 号

书 名	灌区生态用水研究
作 者	阮本清 韩宇平 蒋任飞 著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 10.25 印张 243 千字
版 次	2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—1700 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言 qian yan

“水利是农业的命脉”，新中国成立以来，我国的灌溉事业取得了巨大的成就。截至 2002 年底，全国共兴建各类灌区 8.4 万处，灌溉面积达到 5586.7 万 hm^2 ，其中：规划灌溉面积在 2 万 hm^2 以上的大型灌区共 402 处，总规划灌溉面积 1919.8 万 hm^2 。我国以全球 6.4% 的国土面积和全世界 7.2% 的耕地，养育了全球 22% 的人口。农田灌溉事业无疑在农业发展中起到了重要的作用，在约占全国耕地 40% 的灌区面积上，生产了占全国总产量 75% 的粮食和 90% 以上的经济作物。长期以来的引水灌溉在灌区形成了比较特殊的生态环境，而且这种生态环境具有一定的稳定性。近年来，随着节水型社会建设的逐步推进，全国各灌区的节水力度逐渐加大，节水对于灌区特别是干旱地区的灌区长期形成的生态环境存在的影响值得研究，对于灌区生态用水的研究则是不可或缺的基础工作。

处在西北生态脆弱地区的宁夏引黄灌区生态耗水研究具有一定的典型性，主要表现在三个方面：一是灌区处于干旱半干旱地区，蒸发量大，降水量稀少，区域生态耗水的满足显得尤为宝贵；二是由于长期灌溉使得地下水位过高，加上大量蒸发，土壤盐碱化问题突出；三是针对灌区长期大水漫灌形成的水资源利用效率不高问题，节水型社会建设势在必行，但实施节水造成的灌区生态平衡变动在所难免，这种节水规模需要认真研究。所以，本书以宁夏引黄灌区为例对灌区生态用水进行研究，这无论是对于实现当地水资源的可持续利用，还是帮助灌区响应国家西部大开发战略，促进当地经济、社会、生态的和谐发展都具有重要的现实意义。

本书在大量调查和掌握相关数据的基础上，以定量分析为主导，全面结合遥感、地理信息系统等新技术手段，对宁夏引黄灌区生态耗水问题进行了深入细致的研究，系统地提出了灌区周边生态适宜用水量、灌区保持土壤脱盐的水量合理排引比值，同时通过地下水模拟提出了灌区适宜节水强度的推荐方案。全书共十一章，主要为以下几个方面内容：

(1) 系统分析了宁夏引黄灌区的生态耗水要素。对于在人类强烈干预情

况下形成的引黄灌区而言,我们更为关注的是人类可以通过直接或间接补水能够起到调控作用的生态环境耗水要素,这些生态耗水要素包括湖泊湿地生态需水量、荒地植被生态需水量、维持景观及城市生态需水量、人工防护林生态需水量、维持黄河河段自净能力的生态需水量以及保持灌区脱盐进程的盐分淋洗需水量等等。针对每一类生态耗水要素构建了相应的生态环境适宜用水量计算模型,分别构建了灌区湖泊湿地生态需水量、荒地植被生态需水量、人工防护林生态需水量、城市生态环境需水量及地质生态环境需水量的计算模型,为具体计算奠定了基础。

(2) 科学地计算了灌区周边生态的适宜用水量。在充分掌握相关资料的基础上,采用各自的计算模型对宁夏引黄灌区各类生态耗水要素的适宜用水量进行了计算。计算结果表明:现状背景下,平水年份(降水频率 50%)灌区周边的适宜生态用水量为 11.12 亿 m^3 ,枯水年份(降水频率 75%)灌区周边的适宜生态用水量为 12.72 亿 m^3 。具体到各生态耗水要素,则平水年份灌区湖泊沼泽生态需水量为 4.17 亿 m^3 ,灌区非农地和荒地的生态需水量为 3.97 亿 m^3 ,灌区周边防护林带的生态需水为 2.78 亿 m^3 ,灌区中城市生态环境需水量为 0.2023 亿 m^3 。

(3) 科学计算了黄河宁夏段河道基本生态环境需水量和黄河宁夏段的水环境容量。黄河宁夏段河道基本生态环境需水量计算主要包括维护水生生境最小需水量、河道蒸发需水量和河道渗漏需水量。计算结果表明:1970 年($P=75\%$)黄河下河沿站、青铜峡站基本生态环境需水量分别为 82.32 m^3/s 、62.48 m^3/s 。1992 年($P=90\%$)黄河下河沿站、青铜峡站基本生态环境需水量分别为 71.2 m^3/s 、55.38 m^3/s 。黄河河道适宜生态流量计算结果为:75%保证率年份下河沿水文站、青铜峡水文站分别为 264.27 m^3/s 和 133.87 m^3/s ,90%保证率年份这一数字分别为 213.22 m^3/s 和 158.70 m^3/s 。本书还采用单向河流水环境容量计算模型,在主要模型参数和控制因子分析的基础上,拟定不同的计算方案对黄河宁夏段的水环境容量进行了计算。

(4) 全面进行了青铜峡灌区的水盐平衡分析,并研究了保持土壤脱盐的水量合理排引比值问题。首先进行灌区的水均衡和盐均衡模式分析,建立了灌区水均衡方程式和盐均衡方程式,这为灌区水量合理排引比值研究、灌区不同层次的盐分平衡分析提供了条件。在灌区水盐均衡模式分析的基础上,从不同层次上对青铜峡灌区的盐分平衡进行了分析,同时研究灌区水量合理排引比值。这些研究层次包括灌区控制范围的盐分平衡分析,灌区内不同地区的盐分平衡分析,灌区内农区非农区的盐分平衡分析,以及灌区土壤根层

的盐分平衡分析等。

(5) 系统构建了银川平原二维地下水流模拟模型。在分析和掌握研究区边界条件、收集大量的地下水观测数据、掌握详细的水文地质参数的情况下,采用国际流行的地下水模拟软件 MODFLOW 建立了灌区地下水模型,同时介绍了模型的求解过程,最后进行了有效的模型识别和模型验证。结果表明,所建地下水模拟模型和采用的计算参数是基本符合客观实际的,可用于数值模拟计算和灌区适宜节水规模的仿真计算。

(6) 提出了生态脆弱(风沙干旱)地区适宜节水强度的推荐方案。首先探讨了地下水位与灌区的生态环境的关系,重点是地下水与盐渍化的关系,以及地下水与荒漠化的关系,根据地下水埋深与土壤盐渍化、土地沙漠化的相关关系,制定了年内不同季节的灌区地下水位控制标准,以5~9月灌溉季节为例,宁夏青铜峡灌区的地下水埋深则应控制在1.2~1.5m,这样既不会造成盐渍化,也使得灌溉耕地具有良好的生态环境。根据灌区已有的节水规划拟定灌区的引黄灌溉方案,将不同的灌溉方案作为地下水模拟模型的输入项来分别进行仿真计算,然后采用7月的地下水埋深作为评价指标,来考察各方案的输出值——不同地下水埋深所占面积的变化。比较结果表明,将方案6作为灌区的节水规模更为适宜,在这一节水规模下,灌区的土壤盐碱化威胁与现状相比将降低27.7%,而其土地沙化威胁程度仅仅增加了12.6%。推荐方案对应的节水规模为全年引黄水量为44.71亿 m^3 ,渠系水利用系数达到0.56,渠系渗漏补给系数和田间渗漏补给系数达到0.13,与现状年的60.29亿 m^3 引水量相比,节水强度达到了25.8%,这一强度便是生态脆弱(风沙干旱)地区适宜节水强度。

(7) 初步提出了灌区生态环境需水量保障措施。在灌区一般生态耗水量计算的基础上,针对灌区生态用水面临的问题,提出建立节水型社会是生态环境建设和经济社会持续发展的必然要求。围绕灌区节水型社会建设这一中心,分别提出了灌区的农业节水相应的战略对策、城市节水相应的战略对策、生态环境建设与保护战略对策以及灌区管理体系建设相应的战略对策,为灌区管理部门和上级主管部门提供政策支持。

本书的创新和突破主要体现在以下几个方面:

(1) 在充分掌握相关资料的基础上,采用各自的计算模型对宁夏引黄灌区各类生态耗水要素的适宜用水量进行了科学的计算,计算的生态耗水主要包括湖泊沼泽生态需水量、灌区非农地和荒地的生态需水量、灌区周边防护林带的生态需水量、灌区中城市生态环境需水量,以及黄河宁夏段的水环境

容量等。

(2) 在灌区水盐均衡模式分析的基础上, 从不同层次上全面进行了青铜峡灌区的水盐平衡分析, 并研究了保持土壤脱盐的水量合理排引比值问题。

(3) 首次就我国北方生态脆弱(风沙干旱)地区的适宜节水强度进行了较为系统的研究, 并提出了相应的适宜节水方案。

本书第一章、第二章、第十章、第十一章由阮本清、韩宇平撰写, 第三章、第四章、第五章、第六章、第七章由韩宇平撰写, 第八章、第九章由韩宇平、蒋任飞撰写。全书由阮本清统稿。本书的完成和出版得到了国家自然科学基金重点项目(编号 50239090)的资助, 在此表示感谢!

因受时间和作者水平所限, 书中疏漏和不足之处, 恳请读者批评指正。

作者

2007 年 10 月 30 日

目 录

前言

第一章 灌区概况	1
第一节 基本概况	1
第二节 灌区引排水工程	2
第三节 灌区分区	4
第四节 灌区引排水量控制及分配情况	6
第五节 灌区降水、蒸发及其空间分布	7
第六节 灌区水资源情况	10
第七节 灌区参考作物蒸发蒸腾量计算	10
第八节 灌区现状土地利用格局	12
第二章 灌区生态耗水要素分析	14
第一节 灌区主要生态环境问题	14
第二节 生态环境耗水理论体系	18
第三节 生态耗水要素分析	23
第四节 基于水量平衡的灌区广义生态耗水量计算	25
第三章 灌区周边生态的适宜用水量计算	30
第一节 灌区相关生态需水量的计算方法	30
第二节 灌区湖泊湿地适宜用水量计算	40
第三节 灌区非农地（荒地）的适宜生态用水量计算	44
第四节 人工防护林带的适宜生态用水量计算	46
第五节 城市生态环境需水量	47
第六节 地质生态环境需水量	48
第七节 灌区周边（河道外）适宜生态需水量讨论及汇总	50
第四章 河道基本生态用水量	52
第一节 河道基本生态需水量概述	52
第二节 河道基本生态环境需水量确定方法	53
第三节 河道基本生态环境需水量计算	56
第四节 河道适宜生态需水量估算方法	64
第五章 水环境容量计算	67
第一节 水污染的现状变化趋势	67

第二节	水环境保护目标及水功能区划分	68
第三节	河流水环境容量的计算	71
第四节	污染物排放及入河量预测	75
第六章	灌区的水均衡与盐均衡	79
第一节	灌区水盐均衡模式	79
第二节	灌区水均衡方程式	81
第三节	灌区综合盐均衡方程式	82
第七章	灌区保持土壤脱盐的引黄水量合理排引比值	83
第一节	盐分时空分布规律	83
第二节	灌区控制范围内的水盐平衡分析	88
第三节	灌区内不同地区的水盐平衡分析	91
第四节	灌区农区非农区的盐分平衡	94
第五节	灌区耕地土壤根层的盐分均衡	98
第八章	浅层地下水数值模拟	101
第一节	地质条件与地下水资源系统分析	101
第二节	地下水动态分析	106
第三节	地下水数值模拟模型的建立	110
第四节	数值模型求解	114
第五节	模型的识别与验证	116
第九章	基于地下水模型的灌区适宜节水强度	125
第一节	地下水位与灌区生态环境	125
第二节	地下水位控制标准	129
第三节	灌区不同节水规模方案的拟订	129
第四节	适宜节水规模评价	131
第十章	灌区生态水资源保护措施	136
第一节	节水型社会建设的总体布局	136
第二节	农业节水战略对策	136
第三节	城市节约用水	140
第四节	生态环境建设与保护	141
第五节	管理体系建设	145
第十一章	结论与建议	148
参考资料		153

第一章 灌 区 概 况

宁夏引黄灌区包括青铜峡灌区和卫宁灌区两部分,在地质构造上分别属于银川平原和卫宁平原,本书的灌区一般生态耗水研究以整个宁夏引黄灌区为研究对象,而在水盐均衡及土壤脱盐的水量合理排引比值研究与生态脆弱(风沙干旱)地区适宜节水强度研究两部分中,则以青铜峡灌区作为研究对象。由于灌区降水量、参考作物蒸发蒸腾量和灌区土地利用图在灌区生态耗水计算中要多处涉及到,所以本章重点统计了宁夏引黄灌区的降水、蒸发情况,计算了灌区的参考作物蒸发蒸腾量(ET_0),并统计了灌区土地利用情况。

第一节 基 本 概 况

宁蒙河套平原西起贺兰山、大青山,东止呼和浩特、和林格尔,南达鄂尔多斯高原,北抵狼山、大青山,长约 750km,最宽处达 50km 以上,海拔一般在 1000~1200m,是黄河的冲积平原,分为宁夏平原和内蒙古河套平原。其中宁夏部分称西套,也叫银川平原;内蒙古部分称东套,并又分为前套和后套,统称为内蒙古河套平原。研究区属于温带大陆性干旱、半干旱气候带,降水稀少,蒸发强烈、干燥多风、日温差大、日照时间长是其主要气候特征。河套灌区是一个典型的没有灌溉就没有农业的地区。

宁夏引黄灌区南起中卫县沙坡头,北止石嘴山,长 320km,东西宽 40km,属黄河冲积平原,灌溉 11 个市县及 15 个国营农林牧场,灌溉面积 524 万亩。以青铜峡为界,南部为卫宁灌区,属无坝引水,现有灌溉面积 80 万亩,包括中宁、中卫县;北部为青铜峡灌区,灌溉面积 425 万亩,包括吴忠、灵武、青铜峡、永宁、银川、贺兰、平罗、惠农、陶乐。

宁夏引黄灌区年降水量仅 180~200mm,降水量小,且时空分布极不均匀,年降水多集中在 7~9 月,其降水量约占全年降水量的 70%;而每年的最大降水量多出现在 8 月,最小降水量多出现在 1 月或 12 月。降水量的年际变化比较大,年降水量变差系数 C_v 为 0.25~0.40。引黄灌区受引黄灌溉的影响,空气湿度增大,年均水面蒸发量为 1000~1400mm,是降水量的 7 倍多;其水面蒸发量的年际变化相对较小,一般变化幅度不超过 20%;但其年内变化较大,随各月的气温、湿度、日照、风速等不同而变化。年均气温为 8~9℃,日温差一般为 12~15℃,无霜期为 140~160d,年太阳总辐射量为 586~628 kJ/cm^2 ,日照时数 3000h 以上。

流经宁夏引黄灌区的主要河流为黄河,灌区内沟渠纵横交错,湖泊星罗棋布。黄河由本区的下河沿入境,向东流入青铜峡后沿银川平原的东部边缘自南向北流去,多年平均入境流量 $1044\text{m}^3/\text{s}$,过境水量约 329 亿 m^3 ,水源充足水质好,是本区灌溉用水的主要水

源。区内天然湖泊密布,按其成因分为两大类,一类是故河道型湖泊,由黄河改道发育而成,具有明显的牛轭湖性质,多沿黄河故道呈条带状分布,另一类是扇前或扇间洼地形态控制,呈不规则状。宁夏引黄灌区的主要水系如图 1-1 所示。

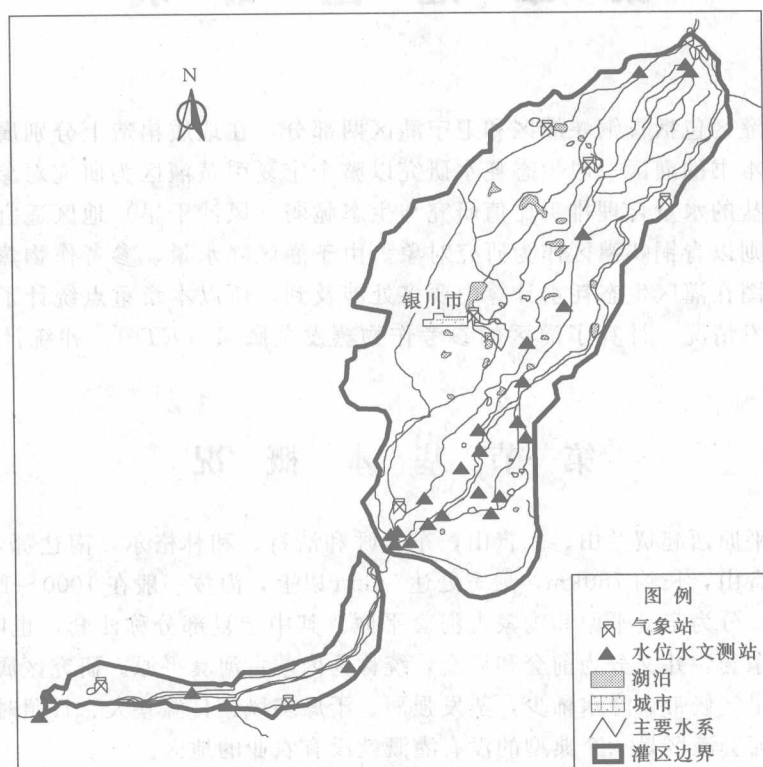


图 1-1 宁夏引黄灌区主要水系图

第二节 灌区引排水工程

卫宁灌区是宁夏中卫、中宁两县独成系统的灌区,位于黄河沙坡头与青铜峡之间。其灌溉渠系主要有美利渠、羚羊角渠、羚羊寿渠、七星渠和跃进渠。排水沟主要有中卫第一排水沟、中宁南河子沟和中宁北河子沟。

青铜峡灌区由河西灌区和河东灌区两部分组成,土地面积为 848 万亩(其中黄河水面面积 75 万亩)。自流灌溉系统采用干、支、斗、农四级或干、支、农三级组成渠系灌溉网,干渠长度为 1026km,引水能力 $685\text{m}^3/\text{s}$,自流灌溉面积 448 万亩。唐徕渠、汉延渠、惠农渠、西干渠、大清渠、泰民渠等大干渠在河西总干渠引水,引水能力 $450\text{m}^3/\text{s}$;秦渠、汉渠、马莲渠等在河东总干渠引水,引水能力 $115\text{m}^3/\text{s}$;东干渠在青铜峡水库东岸直接引水,引水能力 $49.0\text{m}^3/\text{s}$ 。扬水灌溉分布在自流灌区周边,水源引自西干渠、二农场渠、东干渠等,灌溉面积 47 万亩;此外灌区西部及渠道末梢灌水困难地区还有机井灌溉面积约 10 万亩。宁夏引黄灌区主要引水渠道情况如表 1-1 和图 1-2 所示。

表 1-1 宁夏引黄灌区主要引水渠道

渠 道	兴建年代	水 源	引水能力 (m ³ /s)	长度 (km)	设计灌溉面积 (万亩)
一、河东灌区			164	238.3	74
总干渠	—	青铜峡枢纽	115	12	—
秦渠	公元前 214 年	总干渠	65	96	36
汉渠	公元前 119 年	总干渠	30	44.3	14
马莲渠	—	总干渠	20	31.3	7
东干渠	1975 年	青铜峡水库	49	54.4	17
二、河西灌区			450	845.9	270
总干渠	—	青铜峡枢纽	450	47	—
西干渠	1960 年	总干渠	50	112.7	33
唐徕渠	公元前 102 年	总干渠	153	301.2	101
汉延渠	公元前 211 年	总干渠	80	84	50
惠农渠	1729 年	总干渠	94	229	70
大清渠	清代	总干渠	24	25	10
泰民渠	清代	总干渠	16	47	6
三、卫宁灌区			—	—	—
美利渠	公元前 90 年	黄河	50	113	28.22
羚羊角渠	明代	黄河	1.5	15.5	1.05
羚羊寿渠	明代	黄河	10	32.31	13
七星渠	公元前 92 年	黄河	61	87.6	49.3
跃进渠	1958 年	黄河	28	88	13.4

灌区排水主要以沟道排水为主，干沟、支沟、斗沟、农沟组成排水系统。青铜峡灌区骨干排水沟道共有 20 余条，长 609km，排水能力 489m³/s，控制排水面积 630 万亩。在 20 世纪 80 年代初期，银北地区有机井约 5000 眼主要用于排水，年排水量在 0.8~1.5 亿 m³。观测资料显示：机井排水控制地下水位效果明显，同时地下水盐分含量也明显减少。90 年代初期，排水机井运行的数量约 1500 眼，目前仍然运行的井数不多。暗管排水近几年在灌区田间排水中得到了较快的推广应用，现有暗管排水面积近 20 万亩。

卫宁灌区现有干沟 22 条，全长 233km，排水能力 70m³/s，控制排水面积 51 万亩。

宁夏引黄灌区主要排水沟情况如表 1-2 所示。

表 1-2 宁夏引黄灌区主要排水沟

渠 道	兴建年代	流经县 (市)	沟道长度 (km)	排水能力 (m ³ /s)	排水面积 (万亩)	支 沟	
						条数	长度(km)
一、河东灌区			134.6	74.9	605.2	—	—
金南干沟	1965 年	青铜峡	13.5	16	72	—	—
清水河	1952 年	青铜峡、灵武	26.5	30	192	86	352

续表

渠 道	兴建年代	流经县 (市)	沟道长度 (km)	排水能力 (m ³ /s)	排水面积 (万亩)	支 沟	
						条数	长度(km)
苦水沟	天然	盐、同、青铜峡、灵武	33.8	—	119	—	—
灵南干沟	1965 年	灵武	9	8.3	69.4	9	36
东排水沟	1955 年	灵武	30.8	12.6	91.4	123	246
西排水沟	1956 年	灵武	21	8	61.4	44	79
二、河西灌区			457.7	334.8	3429	—	—
大坝沟	1962 年	青铜峡	10.5	3	39.6	—	—
中沟	1964 年	青铜峡	20.9	10	79.6	—	—
反帝沟	1970 年	青铜峡	17.2	15	60	23	29
中滩沟	1965 年	青铜峡	24.5	10	62.8	—	—
胜利沟	1974 年	青铜峡	7.8	5	25.6	8	—
第一排水沟	1951 年	青铜峡、永宁	26.4	35	206	8	72
中干沟	1974 年	永宁	24.5	11	55.6	27	74
永清沟	1964 年	永宁	22.5	18.5	52.8	33	84.5
永二千沟	1970 年	永宁、银川	26.2	15.5	124	37	—
第二排水沟	1952 年	银川、贺兰	32.9	25	287	79	164
银新沟	1973 年	银川、贺兰	33.8	45	126	—	—
第四排水沟	1956 年	银川、贺兰、平罗	43.7	54.3	744	55	237
第五排水沟	1957 年	贺兰、平罗、惠农	87.2	56.5	592	96	332
第三排水沟	1953 年	贺兰、平罗、惠农	80	31	974	47	123
三、卫宁灌区			—	—	—	—	—
第一排水沟	1957	中卫	36.5	25	15.2	2	44.2
南河子沟	1964	中宁	40	10~15	10	—	—
北河子沟	1965	中宁	20	5~7	5	—	—

第三节 灌 区 分 区

将宁夏引黄灌区(包括扬黄)按气候、引水方式、种植习惯、耕地面积、土壤和行政区划等不同,划分为6个大区、19个亚区(15个自流、4个扬水渠系)、20个小区(县区和单位)。6大区:卫宁(平原)灌区、青铜峡(平原)河东灌区、青铜峡河西银南灌区、青铜峡河西银北灌区、青铜峡河东陶乐扬黄灌区、周边扬黄(大型)灌区,简称为:卫宁、河东、银南、银北、陶乐、扬黄,各灌区的分布如图1-2所示。亚区:美利渠、羚羊二渠、七星渠、跃进渠、东干渠、秦渠、汉渠、马莲渠、大清渠、泰民渠、河西总干渠、唐徕渠、汉延渠、惠农渠、西干渠、固海、红寺堡、南山台子、盐环定扬水。小区:中卫、中宁、青铜峡、利通区、灵武、永宁、银郊、贺兰、平罗、惠农、大武口区、陶

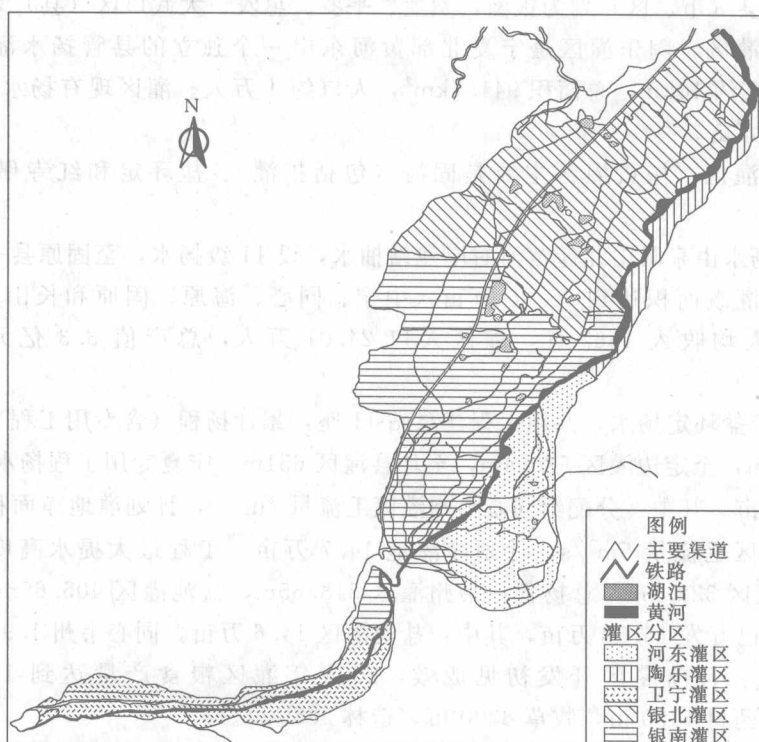


图 1-2 宁夏引黄灌区分区图

乐、同心、盐池、海原、固原、红寺堡、农垦农场、监狱农场、其他。

各分区的主要情况和特点如下所述。

(1) 卫宁灌区。卫宁灌区是中卫、中宁两县独成系统的灌区，地处黄河沙坡头与青铜峡之间，为长 120km 的狭长地带，围绕东西走向的黄河，渠河包络面积 658km²。中卫河北为美利渠和北干渠，河南为羚羊二渠（羚羊角、羚羊寿渠），20 世纪 70 年代还新开了南山台子扬水；中宁河南为七星渠，河北为新开的跃进渠。在建的沙坡头枢纽将使卫宁灌区结束无坝引水的历史，建成后，其灌溉保证率将大大提高。

(2) 河东灌区。河东灌区是银川平原的组成部分，南起牛首山，北抵明长城，东靠鄂尔多斯台地，西临黄河，面积为 874km²，包括利通区、灵武市和青铜峡市的部分乡镇，人口近 60 万人。灌区包括自流、扬水两部分，自流灌区海拔 1110~1150m 之间，扬水灌区多分布在牛首山和鄂尔多斯台地边缘。1960 年青铜峡水利枢纽建成后，提高了供水保证率，现有秦、汉、东干、马莲等 4 条大干渠，灌溉面积达 98 万亩。

(3) 银南、银北灌区。银南、银北灌区属青铜峡河西灌区的组成部分。河西灌区是银川平原的主体，南起青铜峡，北至石嘴山，中经永宁、银川、贺兰、平罗、惠农等 6 个县（市），渠道与黄河河边包络面积 4197km²。现有唐徕、汉延、惠农、西干、大清、泰民等 6 条干渠，各大干渠总长 576.7km，引水能力 433.5m³/s，实灌面积 368.9 万亩，占黄河灌区总灌溉面积的 64.5%，是宁夏引黄灌区的精华地区之一。将青铜峡、永宁、兴庆、

金凤、西夏五县(市、区)划为银南,贺兰、平罗、惠农、大武口区(县)划为银北。

(4) 陶乐灌区。陶乐灌区是宁夏北部黄河东岸一个独立的县管扬水灌区。南北长 103km,东西宽约 10km,总面积 941.7km²,人口约 4 万人。灌区现有扬水站 21 座,实灌面积 12.12 万亩。

(5) 扬黄灌区。扬黄灌区主要是固海(包括扩灌)、盐环定和红寺堡等大型扬水灌区。

1) 固海扬水由泉眼山北麓黄河右岸建站抽水,设 11 级扬水,至固原县七营乡,总扬程 382.47m,灌溉面积达到 56.86 万亩,中宁、同心、海原、固原和长山头农场受益。2000 年灌区人均收入 1369 元,灌区人口 24.01 万人,总产值 3.3 亿元,产量 1.9 亿 kg。

2) 陕甘宁盐环定扬水,共用工程建泵站 11 座,累计扬程(含专用工程)分别为:至盐池灌区 452m,至定边灌区 526.4m,至环县灌区 651m。宁夏专用工程扬水流量 7m³/s,灌地 20.36 万亩。其中:分配给同心韦州灌区毛流量 2m³/s,计划灌地净面积 5.66 万亩;分配给盐池灌区毛流量 5m³/s,计划净灌地 14.7 万亩。工程最大提水高度:韦州灌区 252m,盐池灌区 328.4m。总扬程:韦州灌区 318.65m,盐池灌区 405.65m。至 2001 年底,扬黄灌区已开发 16.58 万亩,其中:盐池灌区 14.6 万亩,同心韦州 1.98 万亩,受益人口 45162 人。目前灌区开发初见成效,2001 年灌区粮食产量达到 1495kg,瓜菜 1100kg,种植药材 1350 亩,牧草 8390 亩,造林 2850 亩。

3) 宁夏扶贫扬黄灌溉(简称 1236),建成红寺堡灌区和固海扩灌区,其中:红寺堡灌区,发展灌溉面积 13.5 万亩,固海扩灌于 2003 年 10 月下旬通水。

第四节 灌区引排水量控制及分配情况

一、青铜峡灌区引水量控制及分配情况

各分区引水量均由各渠口设站进行水文观测,控制引水量 95%以上。经各管理处及有关分水点管理所调查,各区引水量分配情况如下:河东灌区为秦渠、汉渠、马莲渠和东干渠各渠进水口;河西银南灌区,大清渠、泰民渠全部,西干渠分水断面位于永宁县铁桥头,占西干渠所引水量的 41.8%,汉延渠分水断面位于永宁县蔡家河,占汉延渠总引水量的 65.5%,唐徕渠分水断面位于永宁县陡坡,占唐徕渠总引水量的 22.6%,惠农渠分水断面位于永宁县双庙(主要是利民渠),银南灌区惠农渠引水量占总引水量的 6.6%;银北灌区为西干渠、汉延渠、惠农渠各渠总引水量减去银南所属部分。

二、青铜峡灌区排水控制及排水量分配情况

青铜峡灌区排水主要以明沟为主,灌区直接排入黄河大小排水沟 103 条(不包括陶乐 7 条)。水文站控制 20 条,控制排水面积 4034.2km²,占总排水面积的 80.7%;调查排水沟(每月实测流量 2~3 次)8 条,控制面积 132.26km²,占总排水面积的 2.6%;未控排水沟(主要是小毛沟)72 条,排水面积 835.54km²,占总排水面积的 16.7%,未控排水沟采用模数计算。

第五节 灌区降水、蒸发及其空间分布

本次收集了宁夏引黄灌区 8 个气象站（中宁站、中卫站、青铜峡站、银川站、陶乐站、平罗站、石嘴山站和惠农站）最近 50 多年（1953~2003 年）的气象资料，包括最高/最低气温、相对湿度、平均风速、日照时数、降雨量、蒸发量等。各气象站的相关信息如表 1-3 所示。

表 1-3 宁夏引黄灌区各气象站的地理位置

项 目	中宁站	中卫站	青铜峡站	银川站	陶乐站	平罗站	石嘴山站	惠农站
经度 (度)	105.67	105.18	106.07	106.18	106.70	106.55	106.38	106.76
纬度 (度)	37.48	37.53	38.02	38.48	38.80	38.90	39.00	39.22
海拔 (m)	1184.9	1125.7	1126.7	1112.7	1102.9	1099	1103.8	1092.2
风速感应器离地面高度(m)	10.5	10.6	13.5	12.5	10.5	11.2	13.9	10.5

一、降水

对各站多年的降水量系列用皮尔逊Ⅲ型曲线进行拟合，拟合结果如图 1-3 所示，对各站降水的统计结果如表 1-4 所示。利用 GIS 空间插值功能作出灌区多年平均降水量等值线分布图（图 1-4），插值计算可以得到研究区多年平均降雨量为 14.87 亿 m^3 ，平水年份（降水频率 50%）年降雨量为 14.48 亿 m^3 ，偏枯年份（降水频率 75%）年降雨量为 11.43 亿 m^3 ，特枯年份（降水频率 95%）年降雨量为 8.23 亿 m^3 。

表 1-4 宁夏引黄灌区各站点降水频率统计

项 目	均 值 (mm)	C_v	C_s/C_v	降 水 频 率 (mm)			
				25%	50%	75%	95%
中卫站	185.6	0.29	1.22	220.0	181.8	147.4	103.8
中宁站	208.9	0.35	1.63	253.5	201.6	156.2	102.9
青铜峡站	185.5	0.34	2.23	222.0	177.3	139.4	98.4
银川站	194.3	0.35	2.61	233.1	184.1	144.7	102.5
平罗站	182.3	0.37	1.23	224.1	176.9	134.4	81.8
陶乐站	176.5	0.36	1.54	215.3	170.1	130.7	84.4
石嘴山站	174.0	0.42	1.18	219.3	168.1	122.1	65.1
惠农站	175.9	0.41	1.18	220.6	170.1	124.7	68.4

二、蒸发

通过对 8 个测站水面蒸发量的统计，得到灌区各测站蒸发量的历年变化及多年平均值如图 1-5、图 1-6 所示。统计表明，灌区多年平均水面蒸发量为 1968.9mm，在地域分布上表现为南北高，中间低的状况，在时间序列中表现为逐年下降的趋势。

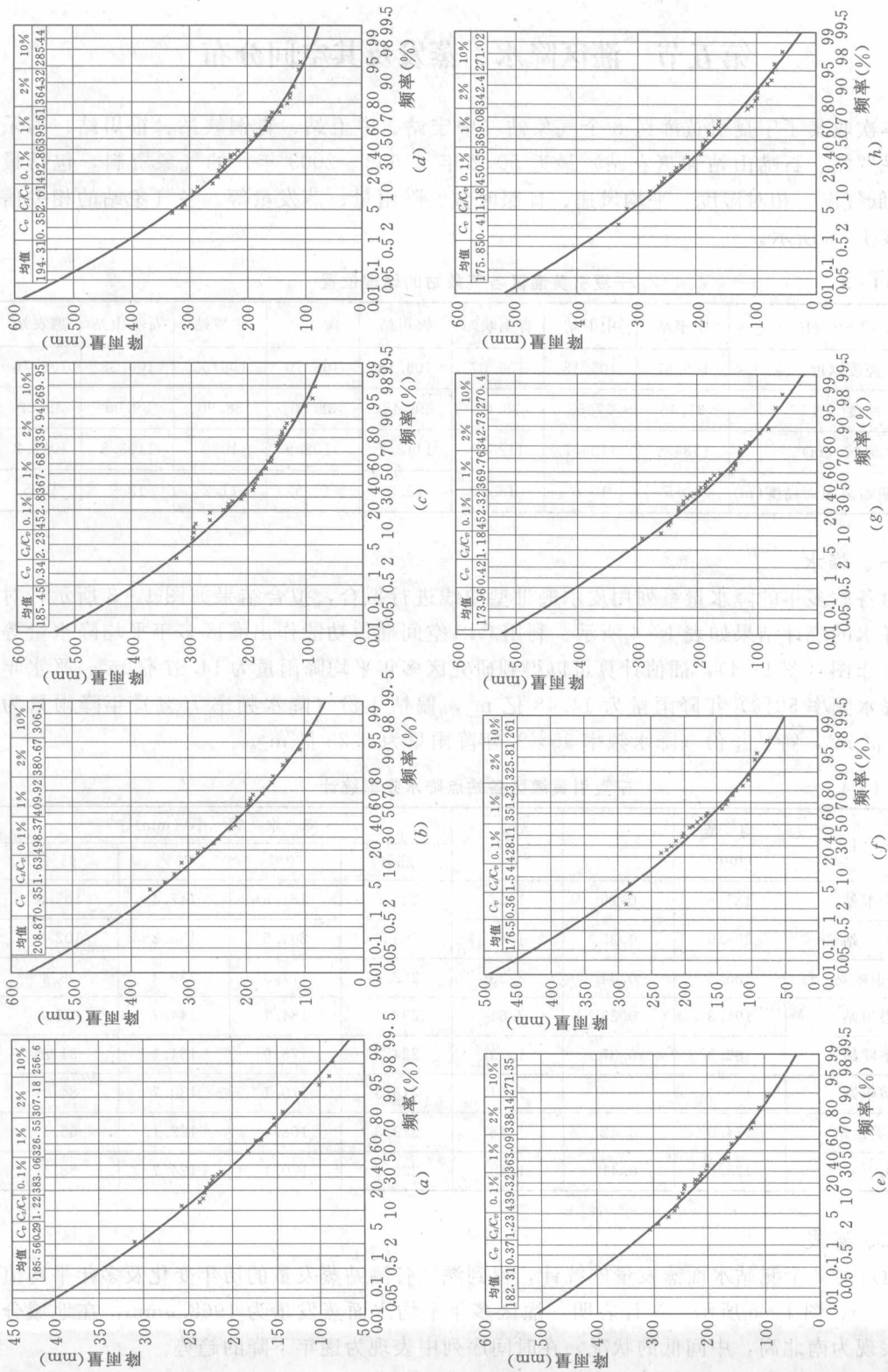


图 1-3 宁夏引黄灌区各站年降水量频率拟合曲线 (P-III 曲线)
(a) 中卫; (b) 中宁; (c) 青铜峡; (d) 银川; (e) 平罗; (f) 陶乐; (g) 石嘴山; (h) 惠安