

干旱区**绿洲**生态安全 与水资源配置理论及应用



刘金鹏 著



兰州大学出版社

干旱区**绿洲**生态安全 与水资源配置理论及应用

刘金鹏 著



兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

干旱区绿洲生态安全与水资源配置理论及应用 / 刘金鹏著. —兰州:兰州大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-311-04252-3

I. ①干… II. ①刘… III. ①干旱区—绿洲—生态安全—研究—西北地区 ②干旱区—绿洲—水资源—资源配置—研究—西北地区 IV. ①P942.407.3 ②TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 212897 号

策划编辑 陈红升
责任编辑 张 萍
封面设计 杨佩哲

书 名	干旱区绿洲生态安全与水资源配置理论及应用
作 者	刘金鹏 著
出版发行	兰州大学出版社 地址:兰州市天水南路 222 号 730000
电 话	0931-8912613 (总编办公室) 0931-8617156 (营销中心) 0931-8914298 (读者服务部)
网 址	http://www.onbook.com.cn
电子信箱	press@lzu.edu.cn
印 刷	兰州瑞昌印务有限责任公司
开 本	710 mm×1020 mm 1/16
印 张	11.75
字 数	229 千
版 次	2013 年 9 月第 1 版
印 次	2013 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-311-04252-3
定 价	26.00 元

图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

序

我国辽阔的大地根据各地的地理位置、自然条件的差异特点,分为东部季风区、西北干旱区、青藏高原区三大自然区。

我国西北干旱区由于深居欧亚大陆腹地,平均年降水量在 200 mm 以下,是世界上最严酷的干旱区之一。干旱区不同于其他区域,在气候、土地利用类型、水资源的组成与转化等方面具有鲜明的特点。具体表现为:水资源承载力相对较低、生态环境十分脆弱、社会经济发展与生态环境的保护对水资源的竞争十分剧烈。

绿洲是干旱区自然资源特殊结构的产物,也是人类劳动的结晶。在干旱区不仅农牧业生产要靠绿洲,村落、城镇建设也都是以绿洲为依托,与城镇有关或相关的工业建设等也都必须以绿洲为基础。交通、矿业等虽说离开了绿洲,但也都以绿洲为基点。因此,在西部大开发中认识绿洲地位的重要性尤为必要。刘金鹏博士撰写的《干旱区绿洲生态安全与水资源配置理论及应用》从我国自然地理总体概况出发,层层细化,逐步向读者介绍了绿洲的类型、特征、演化,具有很好的认知作用。

绿洲的唯水性是绿洲系统的重要特征。在干旱区,绿洲的存在是依靠水资源在干旱区的非均衡配置,一旦水资源供应减少,绿洲的系统平衡就会被打破,从而引起绿洲系统的退化。因此,水资源问题是绿洲问题的核心。研究绿洲问题,以水资源利用为切入点,已是一种共识。

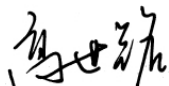
长期以来,干旱区绿洲区域由于社会经济用水严重挤占生态环境用水,导致区域生态环境持续恶化,最终影响整个区域和流域的可

持续发展,人类的生存环境面临着巨大的威胁。因此,从生态安全目标出发,进一步完善干旱区绿洲生态环境需水和水资源配置的研究方法,合理实现水资源配置,是促进该区域经济社会和生态环境可持续协调发展的首要问题。

干旱区绿洲在进化的过程中,一直体现着绿洲本身与干旱区沙漠生存抗争的特点。20世纪90年代后期,一些学者针对干旱区绿洲两大生态系统(绿色和灰色)在发展中由于发展的不均衡而导致的一系列生态环境问题,从整个区域或流域生态系统的角度出发,提出了面向生态的水资源合理配置的一些建议和措施,并对面向生态的水资源合理配置和调控模式进行了探索性研究,形成了有关面向生态的水资源合理配置的基本理论基础。

面向生态的水资源合理配置研究,是一个具有综合性和学科交叉性的新领域。涉及自然地理学、生态水文学、环境经济学、水资源学等多个基础学科。解决面向生态的水资源合理配置复杂而庞大的模拟模型等问题,不仅需要传统计算技术的支持,也需要新技术的支持。因此,系统方法论、价值论、现代计算机技术、数值模拟等方法的有机结合,是完成这项工作的技术保证。

基于上述认识,刘金鹏博士在依据大量历史文献资料和相关学者研究成果的基础上,结合民勤绿洲的实证研究,提出了基于生态安全的干旱区绿洲适宜性评价基本指标,建立了绿洲水资源配置模型和评价体系,具有开拓性、创新性以及较高的理论水平和实践价值。相信该书的出版将有助于深化绿洲生态安全和水资源配置理论和方法的研究,为实施我国西部大开发战略、实现生态文明建设等起到积极的指导作用。

甘肃省科学院院长、研究员: 

2013年6月20日

前 言

随着人口增长和社会经济的快速发展,人类活动对生态环境的影响越来越大,由此引发的生态环境问题日益突出,已严重影响和制约了区域经济社会的可持续发展。这些生态环境问题包括水资源短缺、水土流失、水环境恶化、草场退化、森林破坏、河流断流及湖泊干涸等,它们的产生直接或间接地与不合理的区域水资源配置有关。其中,在配置过程中过分重视生产和生活用水、未充分考虑适度的生态环境需水要求以及忽视生态环境保护与建设措施等是主要原因。

20 世纪 90 年代以来,由水资源问题引起的危机在全球范围内频繁出现,人们开始将更多的目光转向与生态有关的可持续水资源研究,水资源、生态环境与经济社会的协调和可持续发展成为世界水问题研究的热点之一。1998 年的法国巴黎会议,集中研究和探讨了水与生态环境的发展关系、水资源在经济社会可持续发展中的地位和作用等问题。2000 年 3 月世界水问题论坛在荷兰举办,主要讨论包括水与生态环境、供水与卫生、水与粮食供应和农村发展三个部分的问题。2003 年 3 月,第三届世界水论坛在日本开幕,面对越来越严重的世界性水资源问题,会议表明,进行世界水问题的合作、保护水生态系统、保护水资源和水安全是全球扶贫战略、环境卫生、污水管理和防洪的前提条件。2006 年 9 月,我国“西北地区水资源问题及其对策高层研讨会”的与会专家达成共识:西北地区随着社会经济发展和人

工绿洲的扩大,生活、生产用水不断增加,大量挤占了生态环境用水,导致生态环境呈不断恶化趋势。解决西北地区水资源问题,是我国区域发展战略成败以及西北地区经济社会可持续发展的重大战略问题。解决西北地区水资源问题,必须从西北地区实际出发,必须加快节水型社会建设和水资源优化配置,促使区域经济社会发展与水资源、水环境相协调。2006年10月,首届“干旱半干旱地区水、生态系统与可持续发展”国际会议在新疆召开。专家、学者一致认为:干旱半干旱地区面临经济建设和环境保护相互协调的重大问题,尤其是水资源短缺、生态系统退化问题是阻碍经济和社会发展的重要因素之一。

目前,随着全球气候环境的剧烈变化,国际、国内的地学领域已积极着手进行环境变化条件下的水文循环及其时空演化规律研究,这充分说明水资源与生态安全研究已上升到全球共同行动的高度,将水与生态结合起来研究是发展趋势。尤其在干旱半干旱地区,由于经济与生态对水资源的双重依赖,水与生态问题更为密切。因此,生态环境需水规模和水资源合理配置研究是干旱半干旱地区生态环境保护与建设工作中必须开展的关键内容。

本书依据作者参阅的大量历史文献资料和相关学者的研究成果,以我国自然地理状况→干旱区自然地理状况→干旱区绿洲基本特征→干旱区绿洲典型代表(民勤绿洲)的生态安全为顺序逐步分层、逐步细化,详细介绍了干旱区绿洲的演化过程以及水资源配置、生态需水量计算等方面的理论方法及其应用。

由于作者水平所限,书中不足之处在所难免,尚乞教正。

刘金鹏

2013年7月

目 录

第一章 我国自然地理环境特点概述

1.1 地形地貌	001
1.2 河湖水系	003
1.3 气象水文	006
1.4 水资源	008
1.5 土地资源	008
1.6 生物资源	009
1.7 矿产资源	010
1.8 生态环境问题	010
1.9 自然区划	011

第二章 西北干旱区自然地理环境

2.1 我国三大自然区的划分及其区域特征	013
2.2 干旱区定义	014
2.3 干旱区特征	016

第三章 干旱区绿洲的基本特征

3.1 绿洲与绿洲系统	025
3.2 绿洲地理特征	027
3.3 绿洲效应	031
3.4 绿洲特性	034
3.5 我国绿洲区划	035
3.6 我国绿洲的基本类型	038
3.7 绿洲演化	039

第四章 干旱区绿洲水资源合理配置

4.1 水资源配置研究进展	044
4.2 生态环境需水研究进展	053
4.3 存在问题及发展趋势	057

第五章 干旱区绿洲典型代表——民勤绿洲基本情况

5.1 研究区概况	060
5.2 水资源状况及生态环境现状	063

第六章 基于生态安全的水资源合理配置理论与方法研究

6.1 生态安全概念	073
6.2 干旱区绿洲基于生态安全的水资源配置理论与方法	074
6.3 干旱区绿洲基于生态安全的水资源配置指导原则	076

第七章 基于生态安全的干旱区绿洲适宜规模研究

7.1 影响绿洲稳定的主要因素	079
7.2 绿洲生态系统安全的内涵	081
7.3 研究应用	086

第八章 干旱区绿洲生态环境需水量及优先次序研究

8.1 生态环境需水类型确定	091
8.2 不同生态环境需水类型优先次序确定	098
8.3 研究应用	098
8.4 基于生态安全的民勤绿洲生态环境需水量计算	104

第九章 基于生态安全的民勤绿洲水资源合理配置研究

9.1 水资源合理配置的目的与原则	116
9.2 水资源配置时段划分	117
9.3 不同时段经济社会发展指标预测	117

9.4 不同时段经济社会发展用水量预测 117

9.5 民勤绿洲主要农作物水分利用效率预测 119

9.6 基于生态安全的民勤绿洲水资源配置模型 126

9.7 民勤绿洲水资源配置方案设置 137

第十章 民勤绿洲水资源配置结论及建议

10.1 主要结论 160

10.2 建议 162

参考文献 164

第一章 我国自然地理环境特点概述

我国位于亚洲大陆的东部、太平洋西岸,陆地面积约 960 万 km^2 。我国领土北起漠河以北的黑龙江江心(北纬 $53^{\circ}30'$),南到南沙群岛南端的曾母暗沙(北纬 4°);东起黑龙江与乌苏里江汇合处(东经 $135^{\circ}05'$),西到帕米尔高原(东经 $73^{\circ}40'$)。从南到北,从东到西,距离都在 5000 km 以上。我国陆地边界长达 2.28 万 km,大陆海岸线长约 1.8 万 km,海域面积 473 万 km^2 。

1.1 地形地貌

我国幅员辽阔,地貌类型复杂多样,地貌景观千姿百态。几百万年前,青藏高原隆起,这一重大地壳运动形成了中国的地貌。从空中俯瞰祖国大地,地势就像阶梯一样,自西向东,逐渐下降。综观全境,同世界各国相比,有以下特征:

1.1.1 地势西高东低,呈阶梯状分布

最西端的喀喇昆仑山脉均高 6000 余 m,祁连山为 4000 余 m,秦岭山脉为 2000~3000 m,东面的华北平原仅 200 m 左右,西高东低的地势十分明显。我国地势由西向东下降的趋势并不是连续均匀的变化,而是呈阶梯状、跳跃式下降。由两组山脉构成的地貌界限,明显地把我国陆地划分为三级阶梯。

第一级:位于昆仑山—祁连山—岷山—横断山一线以南以西。第一级阶梯由高原、高大的山脉和宽谷组成。

第二级:由青藏高原往北向东至大兴安岭—太行山—巫山—雪峰山一线之间,是我国第二级阶梯。主要由广阔的高原、盆地组成,中间也分布着一系列的高大山脉。

第三级:在大兴安岭—太行山—巫山—雪峰山一线以东,是第三级阶梯。这一级阶梯地势低平,主要以辽阔的平原、起伏平缓的丘陵和低山地貌为主。

这样的地势特征存在以下几方面的基本影响:

①对气候的影响:阶梯状分布是地势在一定程度上加强了东部地区季风影响的强度和范围。同时,抑制了西部地区南北冷暖气流的交换,加剧了我国气候的地区差异。

②地势对河流的影响:我国西高东低的地势使得我国的河流大多自西向东

流,使青藏高原成为大河的发源地,影响了河流的分布。同时,在各阶梯的交界处河流产生巨大的落差,水能资源十分丰富。

③地势对交通的影响:一方面,向东流淌的大河沟通了我国东西的交通,方便了沿海和内陆的经济联系,有利于促进沿海地区经济的发展与西部地区经济的大开发;另一方面,阶梯交界处的高大山脉也成为我国东西交通上的巨大障碍。

1.1.2 地貌类型复杂多样

山地、高原、盆地、平原和丘陵等地貌在我国均有大面积分布。五大基本类型中,以山地和高原的面积最广,分别占全国面积的 33%和 26%;其次是盆地,占 19%;丘陵和平原占的比例都较少,分别为 10%和 12%。

此外,在我国独特的自然地理环境演变过程中,还发育众多特殊的地貌类型,这些地貌成因各不相同,属于成因地貌,如火山地貌、喀斯特地貌、冰川地貌、冰缘地貌、红层地貌、风沙地貌和海岸地貌等。复杂多样、类型齐全的地貌景观,使得我国自然条件多种多样,自然资源类型丰富,为农林牧副渔多种经营、发展提供了宝贵的场所,创造了优良的环境。

1.1.3 山地面积广且地势高差大

我国是一个多山的国家,在 5 种常态地貌中,山地面积在国土面积中占的比例最大,约占全国总面积的 1/3。起伏显著的地表,在各地形成不同类型的山地垂直景观,使我国的自然地理环境更加复杂,形成了以下山区特征:

①我国的山地具有多旋回的地质发展过程,在不同时代的地壳运动中有大量的火成岩体侵入,形成极其丰富的金属矿产资源。

②山地的垂直高度制约着热量、水分的再分配,从而对生物有深刻的影响,形成自然景观垂直带谱。垂直地带性与水平地带性犬牙交错,使我国地理环境的地域分异更加复杂。

③高山和极高山冰雪储水量成为干旱区宝贵的水资源。

④山地两侧气候条件的差异,成为区域分异的明显界限。

⑤山地多,高差大,从土地利用的角度来说是弊多利少。山地坡度大,土层薄,容易造成水土流失,还有滑坡、泥石流等地质灾害;温度低,生长季节短,不利于农林牧业发展;山区交通不便利,影响其开发程度;由于平地少,耕地相当缺乏。

1.1.4 山脉分布较广且具规律性

我国山脉虽然纵横交错,分布范围广泛,但其分布具有一定的规律性,不仅是构成宏观地貌分布格局的骨架,而且也是重要的地理分界线。根据走向,我国

山脉可以分为以下几种类型:

①南北走向的山脉:位于我国的中部地区,自北向南主要有贺兰山、六盘山以及著名的横断山脉。

②东西走向的山脉:主要有三列。最北的一列是天山和阴山,大致展布于北纬 $40^{\circ}\sim 43^{\circ}$ 。天山横亘于新疆中部,长 1500 km,南北宽 250~300 km。中间的一列大致位于北纬 $33^{\circ}\sim 35^{\circ}$,西部为昆仑山,中部为秦岭,东延淮阳山。最南的一列是南岭,位于北纬 $25^{\circ}\sim 26^{\circ}$ 。

③北西走向的山脉:主要分布在我国西半壁,主要有阿尔泰山、祁连山、喀喇昆仑山、可可西里山、唐古拉山、冈底斯山、念青唐古拉山等。青藏高原南侧的喜马拉雅山,在西段也为北西走向,向东逐渐转为东西向,表现为向南突出的弧形山脉。这些山脉大都山势高峻,气候严寒,普遍有现代冰川发育。

④北东走向的山脉:主要分布在东部,自西向东分为西列、东列与外列。西列包括大兴安岭、太行山、巫山、武陵山、雪峰山等。东列北起长白山,经千山、鲁中低山丘陵到武夷山,外列为台湾山脉。这三列山脉与李四光地质力学中华夏系的三列隆起带相吻合。

上述众多的山脉,纵横交织,把中国大地分隔成许多网格,镶嵌于这些网格中的分别是高原、盆地、平原和海盆,从而构成我国地貌网格状分布的格局。

1.2 河湖水系

我国河流湖泊众多,这些河流、湖泊不仅是我国地理环境的重要组成部分,而且还蕴藏着丰富的自然资源。我国的河湖地区分布不均,内外流区域兼备。外流区域与内流区域的界线大致是:北段大体沿大兴安岭—阴山—贺兰山—祁连山(东部)一线,南段比较接近于 200 mm 的年等降水量线(巴颜喀拉山—冈底斯山),这条线的东南部是外流区域,约占全国总面积的 $2/3$,河流水量占全国河流总水量的 95%以上,内流区域约占全国总面积的 $1/3$,但是河流总水量还不到全国河流总水量的 5%。我国湖泊众多,但在地区分布上很不均匀。总的来说,东部长江中下游地区,分布着我国最大的淡水湖群;西部以青藏高原湖泊为主,多为内陆咸水湖。

1.2.1 河流

我国是世界上河流最多的国家之一。我国有许多源远流长的大江大河。其中流域面积超过 1000 km^2 的河流就有 1500 多条。我国的河流,按照河流径流的循环形式,有注入海洋的外流河,也有与海洋不相沟通的内流河(表 1-1)。

表 1-1 我国主要河流简表

河流名称	长度/km	流域面积/km ²	流量/(m ³ /s)
外流河			
黑龙江	3420	1620170	8600
松花江	1927	545000	2530
嫩江	1089	283000	824
乌苏里江	890	187000	2000
绥芬河	254	10004	60
图们江	520	33168	268
鸭绿江	795	63788	1005
辽河	1430	164104	302
滦河	877	44945	149
海河	1090	264617	717
黄河	5500	752443	1820
洮河	669	31400	172
大黑河	274	13679	5.7
汾河	695	39400	53
渭河	818	107340	292
泾河	322	11555	122
淮河	1000	185700	1110
长江	6300	1807199	31060
雅砻江	1500	129930	1800
大渡河	1070	90700	2033
岷江	735	135788	2752
嘉陵江	1119	159710	2165
乌江	1018	86815	1650
澧水	372	18872	553
沅江	1060	88815	2158
资水	590	28899	797
湘江	817	96738	2288

续表 1-1

河流名称	长度/km	流域面积/km ²	流量/(m ³ /s)
外流河			
汉水	1532	150710	1792
赣江	744	82068	2054
钱塘江	494	54349	1484
瓯江	338	17543	615
闽江	577	60992	1980
九龙江	258	14741	446
韩江	325	34314	942
浊水溪	186	3155	176
下淡水溪	159	3257	228
珠江	2210	452616	11070
柳江	730	54205	1521
郁江	1162	90720	1700
桂江	437	19025	569
北江	468	38362	1260
东江	523	25325	700
鉴江	211	9433	270
南渡河	340	6841	180
澜沧江	2153	161430	2354
怒江	2013	124830	2000
雅鲁藏布江	2057	240480	4425
额尔齐斯河	546	50860	342
内流河			
乌伦古河	715	22032	35.6
伊犁河	441	65000	410
玛纳斯河	406	4056	40.5
阿克苏河	419	35871	195
塔里木河	2137		
喀什噶尔河	507	11500	61.9
叶尔羌河	1037	48100	203
和田河	1090	28232	142
车尔臣河	527	18119	16.4
格尔木河	419	15477	23.5
疏勒河	540	20197	26.4

1.2.2 湖泊

我国湖泊众多,共有湖泊 24800 多个,其中面积在 1 km² 以上的天然湖泊就有 2800 多个。湖泊数量虽然很多,但在地区分布上很不均匀。总的来说,东部季风区,特别是长江中下游地区,分布着我国最大的淡水湖群;西部以青藏高原湖泊较为集中,多为内陆咸水湖。

我国的湖泊按成因有河迹湖(如湖北境内长江沿岸的湖泊)、海迹湖(湄湖,如西湖)、溶蚀湖(如云贵高原区石灰岩溶蚀所形成的湖泊)、冰蚀湖(如青藏高原区的一些湖泊)、构造湖(如青海湖、鄱阳湖、洞庭湖、滇池等)、火口湖(如长白山天池)、堰塞湖(如镜泊湖)等。

表 1-2 我国主要湖泊简表

湖名	所在省区	面积/km ²	湖面高程/m
青海湖	青海	4583	3196
鄱阳湖	江西	3583	21
洞庭湖	湖南	2740	33.5
太湖	江苏	2425	3.1
呼伦池	内蒙古	2315	545.5
洪泽湖	江苏	1960	12.3
纳木错	西藏	1940	4718
色林错	西藏	1640	4530
南四湖	山东	1266	35.5~37.0
博斯腾湖	新疆	1019	1048

1.3 气象水文

1.3.1 水文特征

(1)降水空间分布

从我国年降水量分布图可以看出:800 mm 等降水量线在淮河—秦岭—青藏高原东南边缘一线;400 mm 等降水量线在大兴安岭—张家口—兰州—拉萨—喜马拉雅山东南端一线。塔里木盆地年降水量少于 50 mm,其南部边缘的一些地区降水量不足 20 mm;吐鲁番盆地的托克逊平均年降水量仅 3.9 mm,是中国的“旱极”。中国东南部有些地区降水量在 1600 mm 以上,台湾东部山地可达 3000 mm 以上,最多的年份为 8408 mm,是中国的“雨极”。

我国年降水量空间分布的规律是:从东南沿海向西北内陆递减。各地区差别很大,大致是沿海多于内陆,南方多于北方,山区多于平原,山地中暖湿空气的迎风坡多于背风坡。

(2)降水量的时间变化

我国降水量的时间变化表现在两个方面,即季节变化和年际变化。

季节变化是一年内降水量的分配状况。我国降水的季节分配特征是:南方雨季开始早,结束晚,雨季长,集中在5—10月;北方雨季开始晚,结束早,雨季短,集中在7、8月。全国大部分地区夏秋多雨,冬春少雨。

年际变化是年与年之间的降水分配情况。我国大多数地区降水量年际变化较大,一般是多雨区年际变化较小,少雨区年际变化较大;沿海地区年际变化较小,内陆地区年际变化较大。而以内陆盆地年际变化最大。

1.3.2 气候特征

(1)气候复杂多样

我国幅员辽阔,跨纬度较广,距海远近差异较大,加之地势高低不同,地形类型及山脉走向多样,因而气温、降水的组合多种多样,形成了多种多样的气候。从气候类型上看,东部属季风气候(又可分为热带季风气候、亚热带季风气候、温带季风气候),西北部属温带大陆性气候,青藏高原属高寒气候。从温度带划分看,有热带、亚热带、暖温带、中温带、寒温带和青藏高原区。从干湿地区划分看,有湿润地区、半湿润地区、半干旱地区、干旱地区。而且同一个温度带内,可含有不同的干湿区,同一个干湿地区中又含有不同的温度带。因此在相同的气候类型中,也会有热量与干湿程度的差异。地形的复杂多样,也使气候更具复杂多样性。

(2)季风气候显著

我国的气候具有夏季高温多雨、冬季寒冷少雨、高温期与多雨期一致的季风气候特征。由于中国位于世界最大的大陆亚欧大陆东部,又在世界最大的大洋太平洋西岸,西南距印度洋也较近,因而气候受大陆、大洋的影响非常显著。冬季盛行从大陆吹向海洋的偏北风,夏季盛行从海洋吹向陆地的偏南风。冬季风产生于亚洲内陆,性质寒冷、干燥,在其影响下,中国大部分地区冬季普遍降水少,气温低,北方更为突出。夏季风来自东南面的太平洋和西南面的印度洋,性质温暖、湿润,在其影响下,降水普遍增多,雨热同季。中国受冬、夏季风交替影响的地区广,是世界上季风最典型、季风气候最显著的地区。和世界同纬度的其他地区相比,我国冬季气温偏低,而夏季气温又偏高,气温年较差大,降水集中于夏季,这些又是大陆性气候的特征。因此,我国的季风气候大陆性较强,也称作大陆性季风气候。