



*Qihou Bianhuaxia Ningxia Nongye
Zonghe Kaifa de Tansuo Yu Shijian*

气候变化下 宁夏农业综合开发的 探索与实践

陈延 马琼 周斌◎主编



黄河出版传媒集团
阳光出版社



图书在版编目(CIP)数据

气候变化下宁夏农业综合开发的探索与实践 / 陈延, 马琼, 周斌主编. — 银川: 阳光出版社, 2012.4

ISBN 978-7-5525-0108-7

I. ①气… II. ①陈… ②马… ③周… III. ①气候变化—影响—农业开发—研究—宁夏 IV. ①F327.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 067979 号

气候变化下宁夏农业综合开发的探索与实践

陈延 马琼 周斌 主编

责任编辑 吴月霞 景 岚

封面设计 姚洪亮

责任印制 郭迅生

黄河出版传媒集团
阳光出版社 出版发行

地 址 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 宁夏精捷彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁)0009660

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.25

字 数 200 千

版 次 2012 年 4 月第 1 版

印 次 2012 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-0108-7/S·59

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究

编委会

主 编：陈 延 马 琼 周 斌

编 委 会：李凤霞 宋乃平 刘 静
沈振荣 徐秀梅 张启敏
王建锋 刘 伟 睦克仁
张 伟 张新华 李赞成
李盛荣 刘团结 周 华
马晓红 赵 雁 刘 兵
孙兰芳 杨 宁 丁艳玲
马汉峰

前 言

以全球变暖为主要特征的气候变化，已对环境、生态和社会经济系统产生了重大影响，并直接威胁到国家和粮食安全。我国农业同样有适应气候变化的迫切需求，但在如何采取适应气候变化的措施和开展相应行动等方面，仍然需从理论与实践上进行深入研究探索。

宁夏农业综合开发 20 多年来，致力于农业基础设施的建设和生态环境的改善，在一定意义上讲就是应对气候变化的实践，但还缺乏系统研究和理论指导。因此，对于农业综合开发而言，适应气候变化是一个新的概念，但并不是新的内容，为此我们从适应气候变化的角度，通过课题研究将这些存在的适应性活动进行筛选甄别，系统地组织起来形成合力，同时根据气候变化的新情况引入新的措施，并在更高层面上提出政策建议，加速推进农业综合开发适应气候变化的实践。

本书在广泛收集整理宁夏农业综合开发实践成果的基础上，结合宁夏农业综合开发应对气候变化的缺陷性分析和脆弱性评价研究，宁夏农业综合开发应对气候变化实践和取得的成效研究，气候变化对宁夏中部干旱带农业生产潜力的影响分析研究，以及在中部干旱带进行了不同农作物品种节水补灌技术示范等工作，提出了宁夏农业综合开发适应气候变化的对策与建议等。本书紧密结合农业综合开发实际工作，针对宁夏社会经济发展需要与热点问题，不仅对今后农业综合开发主动适应气候变化工作具有一定的指导意义，而且对从事农业工作的同志们也有较高的参考价值。但由于时间及编者水平所限，本书仍有许多不完善之处，敬请广大读者不吝赐教。

编 者

2012 年 4 月

目 录

第一章 气候变化对宁夏农业的影响	1
第一节 宁夏气候变化概述	1
第二节 气候变化对宁夏农业的影响	10
第三节 气候变化对宁夏中部干旱带农业生产潜力的影响	22
第四节 未来百年宁夏气候变化对农业影响的预估	41
第二章 宁夏农业综合开发应对气候变化的实践	50
第一节 气候变化下宁夏农业综合开发概述	50
第二节 宁夏农业综合开发的活动背景	54
第三节 宁夏农业综合开发土地治理项目状况与类型	64
第四节 宁夏农业综合开发应对气候变化采取的主要措施	74
第三章 宁夏农业综合开发典型项目成效评价	86
第一节 宁夏农业综合开发取得的成效	86
第二节 农业综合开发项目适应气候变化措施的成本效益分析	92
第三节 不同类型项目区应对气候变化成效与评价	113
第四节 适应气候变化农业开发项目实施效果评价	123

第四章 宁夏农业综合开发应对气候变化的适应性评价	134
第一节 宁夏农业发展适应气候变化的评价	134
第二节 现行耕作方式对气候变化的适应性评价	147
第三节 农业综合开发适应气候变化的实用技术研究	152
第四节 应对气候变化敏感性评价	159
第五章 宁夏农业综合开发应对气候变化的脆弱性评价	169
第一节 脆弱性评价的目的与方法	169
第二节 典型区域农业应对气候变化脆弱性评价	177
第三节 中部干旱带生态脆弱性评价	182
第六章 宁夏农业综合开发适应气候变化实践典型案例	186
第一节 不同玉米品种筛选及节水补灌技术	187
第二节 马铃薯抗逆品种的筛选及节水补灌技术	200
第三节 高产耐旱杂交谷子的引种试验示范	219
第四节 喷灌技术的推广应用	227
第七章 宁夏农业综合开发项目适应气候变化的政策	251
第一节 宁夏农业综合开发政策适应气候变化的缺陷分析	251
第二节 宁夏适应气候变化的农业综合开发措施层次构建	256
第三节 宁夏适应气候变化的农业综合开发政策构建	279
第四节 宁夏适应气候变化的农业综合开发政策建议	283
第五节 适应气候变化的农业综合开发行动方案	288

第一章 气候变化对宁夏农业的影响

第一节 宁夏气候变化概述

近 50 年,宁夏年平均气温升高了 1.75℃,自 1987 年后,升温幅度逐渐加大,特别是 1997 年后快速上升,每年比 30 年平均气温升高 0.4℃~1.6℃。北部灌区增温最快,南部山区相对较慢,年平均气温南北差异加大。宁夏气温年较差在减小,最低气温的升高尤为明显,最高气温相对较慢。宁夏平均增温幅度每 10 年可达 0.51℃,比全国大,冬季增温尤为明显。近 50 年来,宁夏降水日数明显减少,以夏、秋季 10mm 以下减少日数明显,但 25mm 以上降水日数尤其是暴雨日数明显增加,强降水出现的概率增大。日照时数、年平均风速、年大风日数、年总云量呈减少趋势。冬、夏季平均陆面蒸发量增加,春、秋季减少,平均日照时数冬、夏季减少,春、秋季增加,平均风速四季均减少,总云量冬季增加,春、夏、秋减少。极暖和极冷日数显著增加,旱灾呈增加趋势,尤其是近 20 年来重大旱灾发生频率呈快速增加之势。

一、近 50 年气候变化

(一) 气温

宁夏近百年来年平均气温持续上升,近 50 年来气候变暖趋势尤为明显,年平均气温自 1961 年以来升高了 1.75℃,每 10 年增温 0.36℃,高于西北地区的 0.27℃。1987 年后气温快速上升,灌区中北部增温速度最快,年平均气温每 10 年增温 0.4℃以上;中部干旱带大部及南部山区的北部每 10 年平均升温 0.3℃~0.4℃,南部山区每 10 年平均增温 0.24℃~0.27℃。

宁夏年平均最高气温近半个世纪以来升高了 1.5℃,每 10 年增温 0.31℃,

明显低于年平均气温的增速。增幅最大的区域在灌区中部，灌区大部、中部干旱带大部和彭阳每 10 年增温大于 0.3℃。

年平均最低气温近半个世纪以来升高了 2.1℃，较年平均气温、年平均最高气温的上升速度快，每 10 年增温达到 0.43℃。银川以北 10 年增温 0.6℃以上，灌区大部、中部干旱带中西部、南部山区东部增温为 0.3℃~0.6℃。

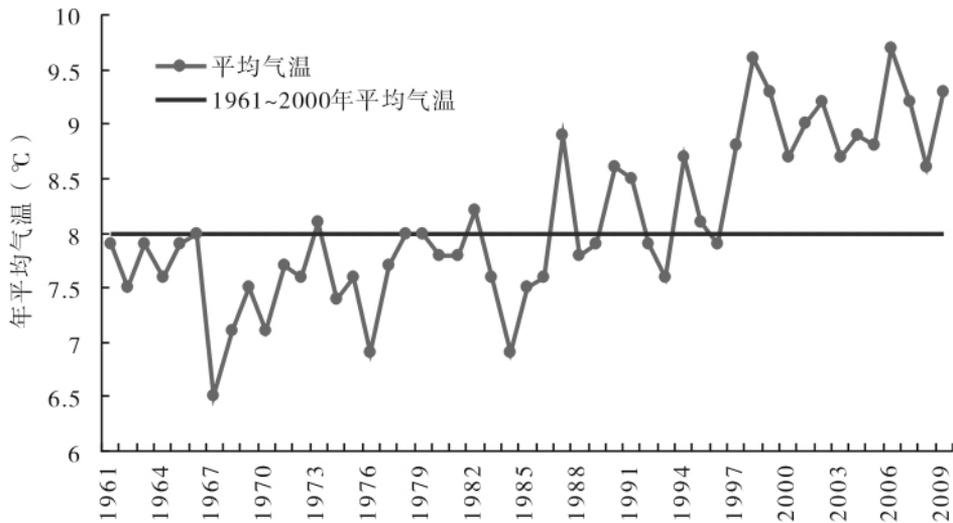


图 1-1 宁夏全区年平均气温变化

从季节分布来看，冬季增温最明显，近 50 年平均增幅 2.5℃，每 10 年增温达到 0.51℃。自 1961 年以来，宁夏出现了 17 个暖冬（以 1971~2000 年为标准气候值），其中 15 个暖冬出现在 1986 年以后。全区春季气温近 50 年增幅 1.75℃，每 10 年增温 0.36℃。全区夏季气温近 50 年增幅 1.16℃，每 10 年增温达到 0.24℃，为全年增温幅度最小的季节。全区秋季气温近 50 年增幅 1.6℃，每 10 年增温 0.33℃，略低于全区年平均气温上升速度。

（二）降水

近 50 年以来，宁夏年降水量呈减少趋势，平均每 10 年减少 9.87mm，相当于减少一场中雨。引黄灌区减幅为每 10 年 4.77mm，南部山区减少幅度最大，为每 10 年 21.19mm，尤其是六盘山区减幅达每 10 年 33.53mm。

全区春季降水变率增大，平均每 10 年减少 2.04mm。南部山区减少最快，为每 10 年 4.25mm，中部干旱带为每 10 年 2.82mm，灌区为每 10 年 0.71mm。全区夏季降水平均每 10 年减少 2.47mm，南部山区每 10 年减少 6.05mm，灌区为 2.10mm，中部干旱带为 1.11mm。全区秋季降水平均每 10 年减少 5.96mm，是减少最明显的季节。南部山区平均每 10 年减少 12.24mm，中部干旱带减少 7.99mm，灌区减少 2.30mm。全区冬季降水平均每 10 年增多 0.50mm，是全年唯一增多的季节，但增加总量很少。其中，南部山区增多 1.42mm，中部干旱带增多 0.36mm，引黄灌区增多 0.26mm。

宁夏年降水量减少不多，但秋季降水呈显著减少趋势，特别是 1978 年后降水减少近 33%，中部干旱带减少 34%。进入 21 世纪以来，秋季降水又有所增加。

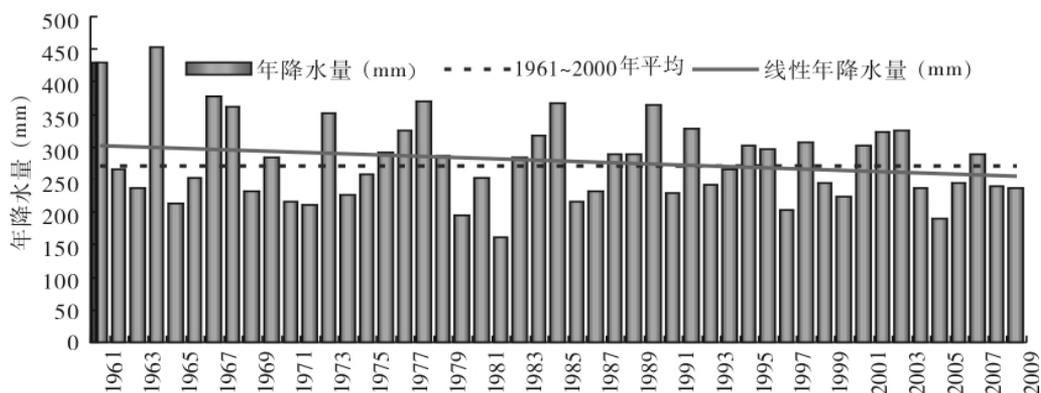


图 1-2 宁夏年降水量变化曲线图

(二) 湿度

宁夏年平均空气相对湿度每 10 年平均降低 0.64%，引黄灌区下降幅度最大，每 10 年降低 0.91%，中部干旱带降幅 0.40%，南部山区下降幅度最小，下降速率为 0.23%。从季节变化来看，春季平均相对湿度每 10 年平均下降 1.31%，其中灌区降幅最大，为 -1.54%，南部山区次之，为 -1.08%，中部干旱带降幅最小，为 -0.98%。夏季平均相对湿度降幅 0.37%，灌区降幅为 0.68%，南部山区降幅 0.20%，中部干旱带略上升。秋季全区平均相对湿度每 10 年降

幅 1.12%，灌区降幅 1.23%，中部干旱带降幅 1.21%，南部山区降幅 0.90%。冬季全区平均相对湿度与其他季节相反，以 0.34% 上升。灌区基本不变，中部干旱带和南部山区略上升。

（四）日照

近 50 年，宁夏中北部太阳总辐射呈减少趋势，南部山区 3~6 月份增加，其他月份略减少。20 世纪 60~70 年代太阳辐射偏强，80 年代初以来，太阳辐射以偏弱为主。

近 50 年日照时数和日照百分率年代际变化非常明显。60~70 年代增多，80 年代比 70 年代减少了 28.8 小时，90 年代比 80 年代增加 43.3 小时，近 10 年又比 90 年代减少 39.2 小时。从季节变化看，4、5 月明显增加，7、11 月弱增加外，其他月减少或保持基本不变。

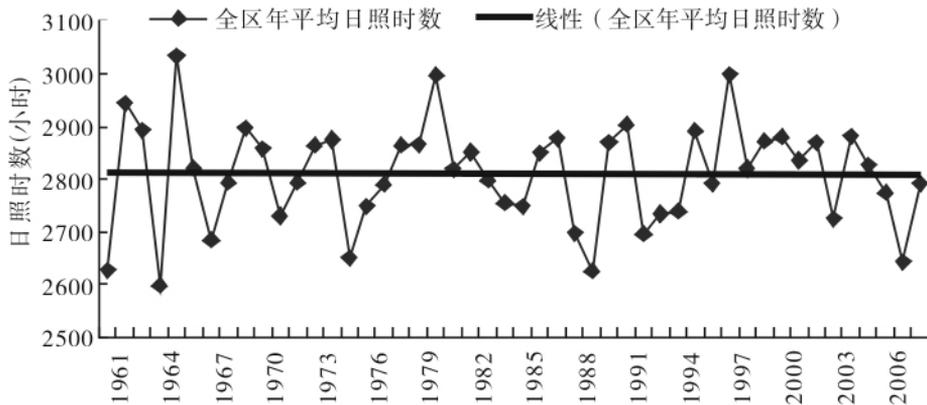


图 1-3 宁夏年平均日照时数年际变化

（五）蒸发

宁夏平均年蒸发量每 10 年下降 2.64mm，中部干旱带下降速率较快，为 3.51mm，南部山区相对较小，为 1.66mm。春季蒸发下降 1.61mm，南部山区下降最快，为 2.77mm，灌区下降速率最慢，为 0.67mm。夏季蒸发以 1.33mm 的速率略上升，中部干旱带上升速度最快，为 3.03mm，南部山区为 1.50mm，灌区上升速率最慢，为 0.10mm。秋季蒸发以 2.88mm 的速率下降，中部干旱带下

降较快，为 4.64mm，灌区下降 2.13mm，南部山区下降速率为 1.58mm。冬季蒸发以 0.52mm 的速率略上升，南部山区显著上升，为 1.23mm，中部干旱带上升速率为 0.44mm，灌区为 0.32mm。

（六）风

宁夏年平均风速变化较小。北部灌区风速略有增大，10 年平均增大 0.03m/s，中部干旱带年平均风速 10 年减小 0.05m/s，南部山区基本不变。春季全区风速略减弱，每 10 年减弱 0.02m/s，北部灌区略增，中部干旱带和南部山区分别减小 0.07m/s 和 0.04m/s。夏、秋季中部干旱带略减小，灌区和南部山区略增。冬季全区均呈减弱趋势，中部干旱带下降最明显。

宁夏年大风日数每 10 年平均减少 1.8 天，其中引黄灌区 10 年平均减少 1.5 天，中部干旱带减少 1.9 天，南部山区减少 2.4 天。春季大风日数呈减少趋势，南部山区减幅最大，北部引黄灌区减幅最小。夏季大风日数每 10 年平均减少 0.4 天。秋季减幅为 0.2~0.3 天。冬季减幅较其他季节明显，减幅为 0.7 至 1.0 天。

二、近 50 年气象灾害变化

（一）旱灾

干旱是宁夏发生频繁、影响范围最广、损失最大的一种灾害，自 1425 年至 1990 年的 566 年中，出现干旱 323 次，平均 1.8 年发生一次干旱，大旱共 137 次，平均 4 年一次，特大旱年 40 次，平均 14 年一次。近 50 年来，发生大旱 8 次，中、小旱和局部旱几乎每年都有，连旱年数最长为 12 年（1890~1901 年），其次为 11 年（1577~1587 年）和 10 年（1839~1848 年），连旱 5 年的出现频率约 33 年一遇，连旱 4 年约 20 年一遇，连旱 3 年约 12 年一遇，连旱 2 年约 7 年一遇。

宁夏干旱主要发生在中部干旱带及固原市北部，近 50 年干旱发生的频率为 59%，其中六盘山西麓发生频率为 61%，西吉最大，东麓泾源发生频率相对较少，为 44%。从不同季节每 10 年干旱发生频次的差异分析（图 1-5），20

世纪 60 到 70 年代春旱的频次相对较低，平均每 10 年出现春旱 2~4 次，进入 80 年代以后春旱明显增加，平均每 10 年出现春旱上升到 5~6 次，夏旱和秋旱出现最多的年代在 21 世纪，其次是 20 世纪 70 年代。21 世纪以来，春、夏、秋三季出现干旱的频次均在增加，干旱化的趋势明显加剧。

宁夏干旱按照发生季节可分为春旱、夏旱、秋旱及季节连旱。春旱发生最多，发生频率高达 86%，几乎十年九遇，分布地域广；夏旱发生频率为 74%，十年七遇；秋旱发生频率较低，发生频率虽为 56%，十年五遇，但影响极为严重，往往造成作物大面积减产，并危及次年的春播。季节连旱对农业的危害更大，两季连旱以春夏连旱最多，夏秋连旱次之，春夏秋连旱较少。50 年中春夏连旱发生频率 44%，夏秋连旱发生频率 34%；春夏秋三季连旱发生频率为 28%。对我区影响最大的季节连旱为秋春夏连旱或连续干旱 2~3 年，干旱持续 300 天以上。

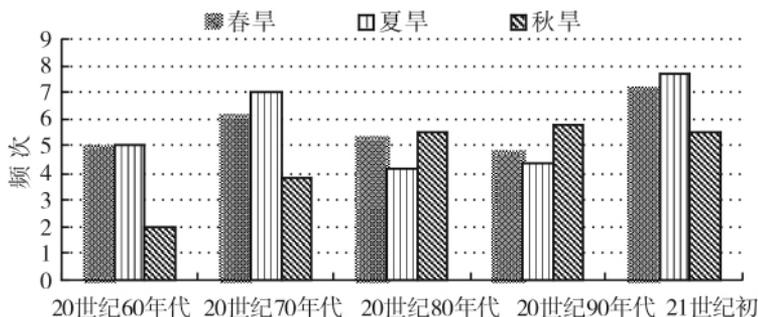


图 1-4 宁夏本区春、夏、秋三季各年代段干旱发生频次演变

宁夏春旱、夏旱、秋旱出现日数在不同年代段差异较大，20 世纪 60 年代年平均春旱日数为 40 天，70 年代至 90 年代下降至 30~32 天，进入 21 世纪后春旱日数显著增加到 44 天；夏旱日数各年代段的分布规律与春旱相似，20 世纪 60~70 年代，每年平均出现 38~43 天，80~90 年代下降至 27~32 天，进入 21 世纪以来夏旱出现日数急剧增加，年平均达到 52 天；秋季干旱日数各年代段的分布与春、夏两季不同，20 世纪 60~70 年代，秋旱日数相对较少，平均在 17~27 天，80~90 年代，秋旱日数显著增加，平均在 43~44 天，21 世纪以来秋旱日

数较上世纪 80~90 年代有所下降，但仍然高于 20 世纪 60~70 年代。20 世纪 60 年代干旱主要出现在春、夏两季，以春旱和夏旱为主，70 年代以夏旱为主，80~90 年代以秋旱为主，进入 21 世纪以来春、夏、秋三季干旱日数均较多（图 1-5）。

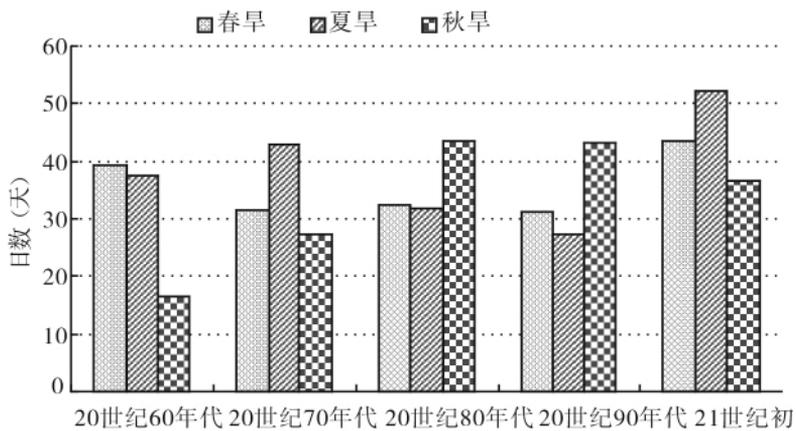


图 1-5 宁夏不同季节干旱出现日数变化趋势

春旱强度 20 世纪 60 年代较重，70~90 年代相对较轻，但 21 世纪以来干旱强度迅速增加，尤其是中部干旱带加重最快，近 10 年来春旱强度达到近半个世纪以来历史极大值，较 20 世纪 90 年代增强 63%。春旱强度在地域上也存在着较大差异，同心、海原春旱强度最重，其次是黄土高原丘陵区固原、西吉，地处六盘山区东麓的泾源春旱强度相对较轻。

夏旱强度从 20 世纪 60~90 年代总体呈下降态势，90 年代相对最弱，但进入 21 世纪以来夏旱强度迅速增加，尤其是中部干旱带加重最快，近 10 年达到了近半个世纪以来历史极大值，较 20 世纪 90 年代增强近 2 倍。从夏旱强度地域分布上看，同心、海原最重，固原、西吉其次，泾源相对最轻。

秋旱强度与春旱和夏旱有较大不同。同心、海原从 20 世纪 60~80 年代秋旱总体呈上升态势，80 年代秋旱强度达到最强，其后开始下降，目前仍低于 20 世纪 80~90 年代；固原、西吉、隆德、泾源从 20 世纪 60~90 年代秋旱总体呈上升态势，90 年代秋旱强度达到最强，其后开始下降，目前仍低于 20 世纪

90年代。

(二) 冰雹

宁夏冰雹次数呈缓慢下降趋势，其中20世纪70年代和80年代最多，特别是1984年全区出现了47次冰雹，为历史极大值；20世纪90年代以来，宁夏的冰雹呈现波动下降的趋势。南部山区的冰雹占全区冰雹总次数的62%，但从90年代以来减少明显，维持在历史较低水平；灌区及中部干旱带冰雹次数相对较少且变化不明显。

随着社会经济的发展，冰雹灾害造成的经济损失不断增加，冰雹天气的强度也在不断地增加。20世纪60年代，平均每年有2个县（市）遭受冰雹影响，70~90年代上升到3个县（市），2001年后平均每年遭受冰雹灾害影响的县（市）达到5个。20世纪80年代平均每年冰雹灾害造成的直接经济损失为962.5万元，90年代平均为1700万元，2001年以来上升到5242.9万元。

(三) 霜冻、低温冷害

宁夏霜冻频次呈明显下降趋势，初日逐渐推迟，终霜日期逐渐提前，无霜期延长。其中中部干旱带霜冻初日推迟趋势较其他地区明显，引黄灌区、中部干旱带和南部山区秋季初霜分别推迟4天、7天和3天；终霜日分别提前12天、10天和10天；无霜期分别延长16天、17天和13天。初霜日均自北向南每10年分别推迟0.77天、1.44天和0.51天。终霜日整体提早趋势明显，每10年分别提早2.35天、1.96天和1.94天。各地无霜期延长趋势明显，每10年分别延长3.17天、3.43天和2.59天。灌区和中部干旱带以1984年为转折点，固原以1982年为转折点，转折后无霜期延长了10~11天。

春、秋霜冻的年代际变化趋势一致，20世纪60~70年代，灌区、中部干旱带、南部山区春霜冻发生次数依次为46%、60%、11%；70年代以后春霜冻发生次数呈逐渐减少，自北向南依次为67%、56%、41%。秋霜冻在60~80年代三个区域发生次数呈减少趋势，减少幅度依次为32%、38%、49%；80年代以后又呈增加态势，其中南部山区增幅达57%，其余两个地区基本持平。

低温冷害是影响宁夏灌区水稻、玉米产量的主要灾害之一。灌区水稻低温冷害发生日数、区域和频次均明显减少。特别是 1994 年以来,除中卫外,仅个别站、个别年份出现冷害。1961~2006 年,以 10 年合计为单位,水稻低温冷害发生日数由 20 世纪 60 年代的平均每站 1.9 次减少为 0.4 次;水稻孕穗期低温冷害由平均每站 2.8 次减少为 1.2 次;水稻开花期低温冷害由平均每站 2.5 次减少为 0.4 次;水稻灌浆期低温冷害由平均每站 2.4 次减少为 2.2 次。

(四) 高温、干热风

宁夏年均出现高温 2.17 天,固原未出现高温天气,而同心和大武口高温日数分别达 47 天和 41 天。随着气候变暖,宁夏夏季高温日数在增加,相对于 1961~1990 年平均值,1991~2004 年的最高气温大于 32℃ 的日数距平百分率增加了 45%~163%。取 1961~1986 年与 1987~2004 年两个时段,1986 年后年 30℃~32℃ 范围的最高气温日数增加了 3.2 天,35℃~36℃ 的高温日数都出现在 1997 年以后,几乎每年有 6~8 个站出现高温天气。

宁夏灌区 14 个站在 1961~2004 年中共出现干热风 746 日次,平均每站每年出现 1.26 日次,主要在 6 月中旬至 7 月上旬。1961~1970 年平均每站每年出现 0.92 日次;1971~1980 年出现 0.75 日次;1981~1990 年出现 0.72 日次;1991~2000 年出现 1.82 日次,比前 30 年大幅度增加;21 世纪以来平均出现 2.8 日次,再一次增大,表明近 20 年来干热风出现的时间和频次急剧增多,干热风危害有急剧加重的趋势。

统计 1961~2004 年发生重干热风的站数,1991 年前平均每年 2.1 个站,1991 年后则达到 4.5 个站,干热风由 1991 年以前平均每年 0.8 日次上升为 1991 年以后的 2.2 日次。重干热风由 1991 年以前的 0.2 日次上升为 1991 年以后的 0.6 日次。大武口、同心为两个高值中心,年平均干热风日数达 3 日次,中卫为低值中心,年平均干热风日数仅 0.2 日次,引黄灌区中部也较轻,为 0.9 日次。随着气候变暖,春小麦开花期由 6 月上旬末提前到上旬初期,乳熟期由 6 月下旬末提前到下旬初期,提早 1 周左右。由于发育期有所提早,干热

风影响的时段也相应提早。

第二节 气候变化对宁夏农业的影响

一、水资源减少

宁夏水资源总量为 11.6 亿 m^3 ，扣除苦咸水和泥沙，地表水可用量为 5.31 亿 m^3 ，地下水为 1.39 亿 m^3 。宁夏允许耗用黄河水 40 亿 m^3 ，人均水资源为 706 m^3 ，不足全国平均值的 1/3。南部山区水资源极度匮乏，人均占有水量仅为 96 m^3 ，是黄河流域平均值的 11.6%，全国平均值的 4.4%。引黄灌区浅层地下水主要依赖于河道、渠道和田间渗漏补给，水位随灌溉和非灌溉期而变化；中部干旱带和南部山区浅层地下水的补给主要依赖自然降水。受气候变化的影响，近 50 年来黄河径流量呈逐渐减少趋势，20 世纪 90 年代以来减少趋势更明显。

据估算，未来 20 年宁夏水资源需求量逐步增加，其中，灌区总用水量 2010 年为 73.73 亿 m^3 ，2015 年为 101.61 亿 m^3 ，2020 年为 123.35 亿 m^3 。其中，农业用水量 2010 年后为 63.38 亿 m^3 ，2015 年为 68 亿 m^3 ，2020 年达到 75 亿 m^3 ；工业用水量 2015 年将达到 10.7 亿 m^3 ，2020 年将达到 14.7 亿 m^3 ，是目前用水量的 3~5 倍；生活和生态用水 2010 年为 3.62 亿 m^3 ，2015 年为 4.24 亿 m^3 ，2020 年为 4.86 亿 m^3 。

全球气候变暖后如果未来黄河来水持续偏枯，若按 2003 年的实况估计，2005~2020 年引黄水量缺口为 13.3 亿~14.83 亿 m^3 ，耗水量缺水 4.07 亿~9.42 亿 m^3 。2010 年以后，仅靠现在的可利用水资源量已无法满足可持续发展的需要，按来水 75% 的频率年计算，2015 年和 2020 年将分别需要新增用水 10 亿 m^3 和 24 亿 m^3 ，其中 20% 满足工业和城市发展需求，30% 满足生态建设需求，50% 供农业发展。由此可见，宁夏未来水资源供求矛盾非常突出。

1956~2000 年，全区平均天然径流量 9.49 亿 m^3 ，最大 1964 年为 19.26 亿 m^3 ，最小 1982 年为 5.07 亿 m^3 ，相差 2.8 倍。宁夏全区 1956~2000 年中丰水年有 18

年，平水年有 10 年，偏枯年有 17 年，连续丰水年最长为 3 年，连续枯水年最长为 2 年。受气候变化的影响，近 50 年来黄河径流量呈逐渐减少趋势，20 世纪 90 年代以来减少趋势更加明显。与多年平均径流量相比，50 年代偏丰；60 年代最丰；70 年代逐渐减少；80 年代偏丰；90 年代明显减少，为偏枯年；2000 年以后减少显著，为枯水年。

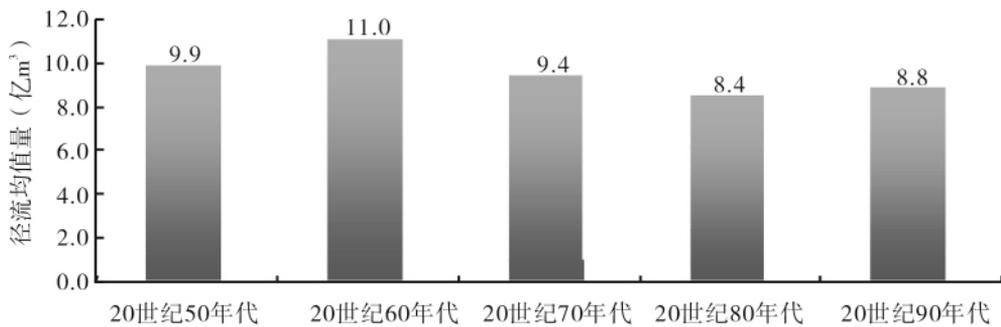


图 1-6 宁夏径流量年际变化

降水量减少导致径流量更大幅度的减少。2009 年，清水河降水量比多年平均减少 32%，径流量比多年平均减少 49%；泾河降水量比多年平均减少 23%，径流量比多年平均减少 45%；葫芦河降水量比多年平均减少 32%，径流量比多年平均减少 58%。

宁夏降水量南多北少，年际变率大，季节雨量分配极不均匀，夏季雨量集中，冬季雨雪稀少，水资源夏季最大，冬季最小，全年约 21% 的降水可被利用。宁夏南部降水多、蒸发小，可利用水资源较多，北部降水少、蒸发大，可利用水资源短缺。近 50 年来，我区作物生长季节的降水量呈减少趋势，南部山区的减少趋势最明显，尤其以春夏季减少明显。1991~2005 年 5~9 月平均降水量与 1961~1990 年同期降水量的差值只有平罗、青铜峡、中卫和盐池偏多，其他地区均偏少，南部山区偏少最多，加剧了水资源的供需矛盾，干旱加剧，给农业生产带来十分不利的影响。

二、光能资源有所减少

宁夏太阳辐射在 5000~6100 MJ/(m²·a) 之间，在全国 31 个省会城市太阳