

塔里木盆地

四川盆地

准噶尔盆地

柴达木盆地

四川盆地

柴达木盆地

柴达木盆地

塔里木盆地

塔里木盆地

四川盆地

中国四大盆地 小麦丰产栽培

石书兵 谢德庆 李生荣 / 主编

准噶尔盆地

塔里木盆地

柴达木盆地

四川盆地

塔里木盆地

准噶尔盆地

柴达木盆地

四川盆地

塔里木盆地

准噶尔盆地

柴达木盆地

四川盆地

塔里木盆地

准噶尔盆地

柴达木盆地

中国农业科学技术出版社

四川盆地

塔里木盆地

四川盆地

中国四大盆地 小麦丰产栽培

石书兵 谢德庆 李生荣 / 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国四大盆地小麦丰产栽培 / 石书兵, 谢德庆, 李生荣主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2017. 1

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2820 - 6

I. ①中… II. ①石…②谢…③李… III. ①小麦 - 栽培技术 - 中国
IV. ①S512. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 269475 号

责任编辑 于建慧
责任校对 马广洋

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市海淀区中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010)82109708 (编辑室) (010)82109702 (发行部)
(010)82109709 (读者服务部)
传 真 (010)82106650
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司
开 本 710mm × 1 000mm 1/16
印 张 19.25
字 数 345 千字
版 次 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷
定 价 60.00 元

《中国四大盆地小麦丰产栽培》

编 委 会

策 划：曹广才（中国农业科学院作物科学研究所）

主 编：石书兵（新疆农业大学农学院）

谢德庆（青海省农林科学院作物育种栽培研究所）

李生荣（绵阳市农业科学研究院）

副主编（按姓名的汉语拼音排序）：

耿洪伟（新疆农业大学农学院）

齐士发（新疆农业职业技术学院）

任 勇（绵阳市农业科学研究院）

文卿琳（塔里木大学植物科学学院）

姚有华（青海省农林科学院作物育种栽培研究所）

周 强（绵阳市农业科学研究院）

编 委（按姓名的汉语拼音排序）：

迟德钊（青海省农林科学院）

迪里夏提·尔肯（新疆农业大学农学院）

杜小英（绵阳市农业科学研究院）

冯 魁（新疆农业大学农学院）

何员江（绵阳市农业科学研究院）

雷加容（绵阳市农业科学研究院）

梁海青（新疆农业职业技术学院）

罗新宁（塔里木大学植物科学学院）

欧俊梅 (绵阳市农业科学研究院)
宋勤璟 (新疆农业大学农学院)
陶 军 (绵阳市农业科学研究院)
魏有海 (青海省农林科学院植物保护研究所)
吴全忠 (塔里木大学植物科学学院)
伍 玲 (四川省农业科学院作物研究所)
杨卫君 (新疆农业大学农学院)
叶景秀 (青海省农林科学院作物育种栽培研究所)
于月华 (新疆农业大学农学院)
翟西均 (青海省海西州种子站)
张俭录 (都兰县农业技术推广中心)
张金汕 (新疆农业大学农学院)

前言

小麦的栽培面积和总产量均居世界各作物之首，中国各地均有小麦种植。其中，以四大盆地为代表的区域，在品种选用、栽培技术和优质丰产等方面各具特色，在全国小麦生产中占有重要地位。

塔里木盆地是中国最大的内陆盆地，其西部地区远在3 000多年前就已有小麦栽培历史，同时也是小麦亚种和变种最多的地区之一，占中国小麦变种总数的43%左右。塔里木盆地边缘的绿洲带，因沙泥沉积而形成扇状平原的大小绿洲达100多个，这些地区光热资源丰富，灌溉农业发达，盛产小麦、玉米等作物，对新疆农业、经济和社会生态起着极其重要的作用。准噶尔盆地是仅次于塔里木盆地的中国第二大盆地，其边缘为山麓绿洲，盛产小麦、棉花，其南缘冲积扇状平原广阔，是新垦农业区，受冰川和融雪水补给，水量变化稳定，农业发达。柴达木盆地是中国面积最大，海拔最高的盆地。其四周高山环绕，地理生态环境复杂。盆地南北边缘区广泛分布洪积扇和洪积倾斜平原，由于得天独厚的自然生态条件，使其成为中国农作物著名的高产地区之一。20世纪50年代开始，随着香日德农场、格尔木农场、德令哈农场、诺木洪农场等一批国有农场的相继建立，柴达木盆地农业耕地得到较大扩展，多次创下中国乃至世界小麦高产纪录。“中国春小麦的高产产区在青藏高原，而青藏高原的高产地区在青海的柴达木盆地”。四川盆地是中国日照时数最少的地区之一，盆地中土壤疏松、肥沃，灌溉便利，农业十分发达，是中国重要的小麦主产区之一，占全国小麦总产量的5%左右，对四川及中国的粮食生产有举足轻重的作用。

《中国四大盆地小麦丰产栽培》的编委会成员包括国内多所大学及科研机构的专家学者、科研人员。前期以集体研究、讨论的形式确定了写作提纲并明确了写作分工，后期通过组织交流、会议研讨等形式对各章节的具体内容进行了修改及确认。本书以塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地和四川盆地为对象，阐述了小麦在中国绿洲种植区域的生长发育规律和生理过程，介绍了它们在中国绿洲不同区域中的种植制度和栽培技术。全书共4篇，分别对塔里木盆

地小麦丰产栽培, 准噶尔盆地小麦丰产栽培, 柴达木盆地小麦丰产栽培, 四川盆地小麦丰产栽培等进行了论述。编写期间, 编委会组织全体成员对中国四大盆地小麦生产进行了实地考察及研究, 以确保本书内容的科学性、翔实性、实用性及可操作性。

本书是在中国农业科学院作物科学研究所曹广才先生的倡导下, 由新疆农业大学农学院、青海省农林科学院作物育种栽培研究所、四川省绵阳市农业科学研究院、塔里木大学植物科学学院共同组织于2014年下半年开始, 经相关领域学者和专家多次酝酿和讨论, 确定了《中国四大盆地小麦丰产栽培》一书编写工作。2015年9月, 组织科研院所和高等院校有关专家召开本书编写会议, 制定了编写计划和详细的编写提纲; 2016年6月, 进行了由全体编委参加的集体审稿工作, 完成了全书的编写、审稿、统稿和定稿工作。

本书是集体共同编著的科技专著, 在统稿过程中力求全书体例的统一, 编写上注重理论联系实际, 强调实用性和可操作性, 文字表达上力求简练, 内容上深入浅出, 结构确保系统完整。希望本书对中国小麦产业发展起到积极作用。

本书参考文献按篇编排, 国内文献以作者姓名拼音字母顺序排列, 国外文献以作者姓名英文字母顺序排列, 同一作者的文献则按发表或出版年代先后为序。

在本书编写过程中参考了大量文献和数据资料, 并汇聚了众多研究人员的科研成果, 是集体智慧的结晶, 在此对相关作者和编者表示感谢。本书编写和出版是在中国农业科学院作物科学研究所曹广才先生全面悉心指导下, 在全体编者和中国农业科学技术出版社编辑人员共同努力下完成的成果, 并得到了参编者所在单位的大力支持, 在此表示衷心感谢。

本书面向广大农业科技工作者, 也可作为农业院校相关专业师生的参考用书。

不当之处, 敬请同行专家和读者指正。

石书兵

2016年9月

目录

塔里木盆地篇

第一章 塔里木盆地自然条件和绿洲农业	3
第一节 自然条件	3
第二节 塔里木盆地绿洲农业	4
第二章 塔里木盆地绿洲小麦丰产栽培主要技术环节	12
第一节 选用品种	12
第二节 整地	18
第三节 播种	20
第四节 种植方式	25
第五节 施肥	35
第六节 灌溉	42
第七节 田间管理	53
第八节 适时收获	63
第三章 塔里木盆地绿洲小麦品质	64
第一节 新疆小麦品质生态区划	64
第二节 南疆小麦品质概况	67
本篇参考文献	72

准噶尔盆地篇

第一章 准噶尔盆地自然条件和绿洲农业	81
第一节 自然条件	81

第二节 准噶尔盆地绿洲农业	83
第二章 准噶尔盆地绿洲小麦丰产栽培主要技术环节	85
第一节 选用品种	85
第二节 整地	89
第三节 播种	90
第四节 种植方式	90
第五节 施肥	102
第六节 灌溉	103
第七节 田间管理	111
第八节 适时收获	115
第三章 准噶尔盆地绿洲小麦品质	116
第一节 新疆小麦品质生态区划	116
第二节 准噶尔盆地小麦品质概况	118
本篇参考文献	126

柴达木盆地篇

第一章 柴达木盆地自然条件和绿洲农业	135
第一节 柴达木盆地农业自然条件	135
第二节 柴达木盆地农业发展简史	137
第三节 柴达木盆地绿洲农业	139
第四节 柴达木盆地小麦生产的气候条件	142
第二章 柴达木盆地小麦丰产栽培主要技术环节	147
第一节 春小麦生长发育和产量形成的特点	147
第二节 选用品种	150
第三节 整地	166
第四节 播种	168
第五节 轮作倒茬	173
第六节 施肥	174
第七节 灌溉	179
第八节 田间管理	186
第九节 适时收获	197

第十节 柴达木盆地春小麦超高产栽培简介	198
第三章 柴达木盆地小麦品质	203
第一节 小麦品质概况	203
第二节 筋性评价	207
本篇参考文献	212

四川盆地篇

第一章 四川盆地自然条件和小麦生产	219
第一节 自然条件	219
第二节 四川盆地小麦生产	221
第二章 四川盆地小麦丰产栽培主要技术环节	223
第一节 选用品种	223
第二节 多熟制中的小麦接茬关系	243
第三节 整地	243
第四节 播种	244
第五节 种植方式	252
第六节 施肥	254
第七节 灌溉	256
第八节 田间管理	259
第九节 适时收获	265
第十节 四川盆地小麦高产典型和技术要点	266
第三章 四川盆地小麦品质	268
第一节 四川盆地小麦品质性状的地域差异	268
第二节 四川盆地小麦品质概况	269
第三节 加工品质	286
本篇参考文献	289

塔里木盆地篇

塔里木盆地自然条件和绿洲农业

塔里木盆地绿洲小麦丰产栽培主要技术环节

塔里木盆地绿洲小麦品质

第一章 塔里木盆地自然条件和绿洲农业

第一节 自然条件

塔里木盆地位于新疆维吾尔自治区（以下简称新疆）南部，在天山与昆仑山、阿尔金山之间。东西长 1 400km，南北宽约 550km，面积 56 万 km^2 ，为中国最大的内陆盆地。塔克拉玛干沙漠位于塔里木盆地中心，大沙漠东西绵延 1 000km，南北宽约 400km，面积 33.76 万 km^2 ，是大型封闭性山间盆地。四周高山海拔 4 000 ~ 6 000m，盆地中部海拔 1 100 ~ 1 300m，地势西高东低，并稍微向北斜。地势的最低点是位于盆地东端的罗布泊洼地，海拔 781m。边界受东西向和北西向深大断裂控制，成为不规则的菱形，并在东部以 70km 宽的通道与河西走廊相接。

由于天山、昆仑山阻隔了印度洋和西太平洋暖湿气流的进入，所以降水量少，气候变化大。夏季炎热少雨，沙面温度高达 70 ~ 80℃。冬季异常寒冷，气温经常在 -25 ~ -20℃，最低气温可达 -50℃。春季多风，平均每月大风 4 ~ 5 次。风速常在 5m/s 以上，风沙危害严重。

塔里木盆地四周的高山阻隔了海洋性湿润气流，造成流域内气候极端干旱，盆地西北部山前平原区多年平均降水量为 50 ~ 70mm，东、南部山前平原为 16 ~ 32mm，降水多集中在 6—8 月，占全年降水量的 50% ~ 60%，年蒸发量 1 000 ~ 2 000mm，为降水量的 10 ~ 40 倍。盆地内部的塔克拉玛干沙漠区，年平均降水量多为 25 ~ 50mm，北部为 50mm，南部 25mm，东部 15mm，沙漠腹心地区在 10mm 以下，年平均蒸发量在 2 100 ~ 3 400mm，塔中地区年蒸发量则高达 3 700mm，干旱控制着整个盆地，干旱指数达 (60 ~ 140) : 1，太阳总辐射约 $628\text{kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ ，年日照 2 655h，日照百分率 60%，平原区 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 4 244.3℃，年均温 11.6℃，无霜期 190d 左右。

张山清等 (2013) 利用新疆 101 个气象站 1961—2010 年的逐月日照时数资料，使用线性趋势分析、Mann-Kendall 检测以及基于 ArcGIS 的混合插值法对春、夏、秋、冬四季和年日照时数的变化趋势、突变特征以及日照时数多年平均值和突变前后变化量的空间分布进行了分析。结果表明，塔里木盆地春季

日照时数为：巴音郭楞蒙古自治州东北部为 750 ~ 800h；阿克苏地区大部以及巴音郭楞蒙古自治州东、南部为 700 ~ 750h；“南疆三地州”的喀什、和田和克孜勒苏州春季日照时数较少，只有 600 ~ 700h。夏季是新疆日照时数最多的季节，全疆平均为 899h，其空间分布总体呈现“北疆多，南疆少，东部多、西部少，平原和盆地多，山区少”的格局。南疆大部为 700 ~ 900h，塔里木盆地南缘和天山、昆仑山山区夏季日照时数较少，一般在 700h 以下。新疆秋季平均日照时数为 696.3h，其空间分布总体呈现“由东南向西北递减”的格局，南疆的巴音郭楞蒙古自治州东南部、和田地区东部秋季日照时数较多，为 750 ~ 840h；南疆的其余大部为 700 ~ 750h。冬季是新疆日照时数最少的季节，全疆平均 509.9h，其空间分布总体呈现“东部多，西部少”的格局，南疆的巴音郭楞蒙古自治州东部和南部、和田地区大部冬季日照时数较多，为 550 ~ 700h；南疆的其余大部以及天山山区为 450 ~ 550h。

新疆平均年日照时数为 2 868.1h。受四季日照时数空间分布的影响，年日照时数空间分布呈现“东部多，西部少；平原和盆地多，山区少”的格局。南疆东部年日照时数较多为 2 900 ~ 3 450 h；南疆的其余大部为 2 700 ~ 2 900h；天山和昆仑山山区年日照时数较少，一般不足 2 700h。

2000 年马志福等人研究发现，塔里木盆地冬季（1 月）平均气温随着地理经度、纬度、海拔高度的增加而递减。其中，地理纬度每增加 1°，温度递减 0.5℃；经度增加 1°，温度递减 0.2℃；海拔高度每增加 100m，温度降低 0.3℃。夏季（7 月）平均气温只随着地理纬度、海拔高度的变化而变化，纬度增加 1°，温度降低 0.6℃；海拔高度每增加 100m，温度降低 0.6℃。

第二节 塔里木盆地绿洲农业

一、塔里木绿洲的形成和演变

（一）塔里木绿洲的形成

1. 绿洲的类型

（1）按绿洲形成的历史划分

古绿洲：即形成最早，以后由于各种原因放弃，大部分已沦为沙漠、戈壁、风蚀地和盐碱滩，但有遗址存在，多分布在河流下游尾端。

旧绿洲：形成时间较早，到 20 世纪 40 年代还存在并一直延续至今，习惯上也称为“旧灌区”，多分布在河流出山后形成的冲积扇及冲积平原上段。

新绿洲：是新中国成立后兴修水利开荒造田扩大耕地面积发展起来的绿洲，习惯上也称“新灌区”，多分布在旧绿洲外围和边缘，位于冲积扇外缘及冲积平原中下段。

(2) 按绿洲所处地貌类型划分

河谷绿洲：处山间谷地，水土条件具优，基本农田主要分布在河流阶地上。

冲积扇绿洲：处河流出山后形成的冲积扇上。由于河流水量多少不同，其所形成的绿洲大小也不一样，由于引水较方便，水源稳定，多是旧绿洲的主体部分。

冲积平原绿洲：受河流侧渗影响，沿河两岸多形成一定宽度的地下水淡化带，绿洲农田多分布于此。其上段多是旧绿洲，中、下段多为新绿洲。

河流尾端绿洲：位于中、小河流及较大河流的汉流尾端，地貌类型为散流干三角洲。古代引水开垦条件较好，有很多古绿洲分布。现也有旧绿洲，但引水灌溉条件差，受风沙威胁大或盐渍化重。

2. 绿洲形成因素

(1) 自然因素

水文：在无灌溉即无农业的干旱区，它决定着绿洲的分布和范围，绿洲的兴衰与水量和河道变化密切相关，断水往往是绿洲衰亡的根本原因。

地貌：制约着引水的难易，在不同的生产水平下于不同的地貌类型上形成不同的绿洲。

土壤：影响开垦利用，很多古代绿洲分布在沙漠腹地，此处土壤盐渍化轻，疏松易于开垦。

植被：对绿洲的形成也有间接影响，古代绿洲多分布在河流下游，与这里水草丰茂可兼营畜牧业，胡杨林可起到天然防护作用有关。

(2) 社会因素

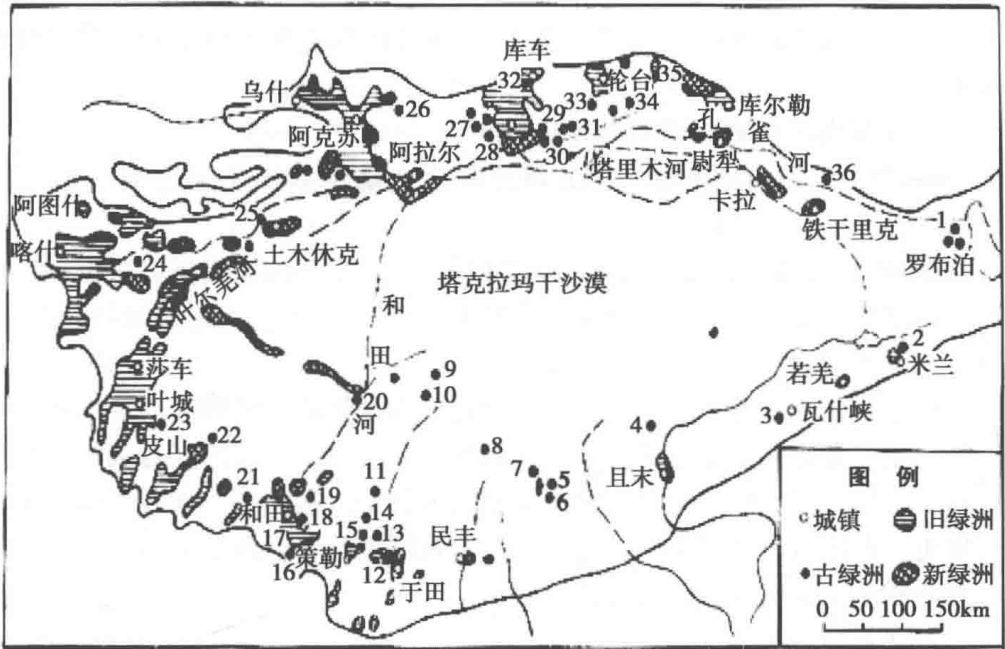
生产力水平：如水利技术的发展和生产工具的改进，是扩大灌溉面积开垦土地的先决技术条件。

人口增长：西汉时盆地人口仅 23×10^4 ，到了清末增加到近 180×10^4 ，1949 年为 309×10^4 ，1990 年达 721×10^4 ，因此不扩大绿洲就难以维持人类生活的基本需要。

(二) 绿洲的发展和演变规律

1. 绿洲的发展

塔里木盆地古绿洲、旧绿洲和新绿洲在不同地貌类型上的分布格局（图 1-1），反映了盆地绿洲发展演变的 3 个不同阶段。



注：古代绿洲：1 楼兰；2 古米兰；3 瓦什峡；4 古且末；5 铁英；6 达乌孜勒克；7 安迪尔；8 尼雅；9 喀拉墩；10 马坚里克；11 丹丹乌里克；12 墨哈斯；13 旧达玛沟；14 乌曾塔提；15 卡纳沁；16 买力克阿瓦提；17 约特干；18 阿克斯比尔；19 热瓦克；20 麻扎塔格；21 藏桂遗址；22 古皮山；23 拉-普；24 达漫城；25 托乎沙赖；26 喀拉玉尔滚；27 大望库木；28 通古孜巴什；29 穷沁；30 黑太沁；31 于什加提；32 皮加克；33 黑太克尔；34 若果特；35 野云沟；36 营盘

图 1-1 塔里木盆地绿洲分布变化图（樊自立，2001）

（1）下游简易引水阶段 根据历史和考古资料，新疆在 300 多年前就有了原始农业。纪元前后，按《汉书·西域传》记载：“西域诸国，大率土著，有城郭田畜，与匈奴、乌孙异俗”。当时除盆地东部都善国（今罗布泊一带）是以牧为主外，其余由土著民族建立的“城郭之国”是以定居农业为主并兼营牧业，多数分布在河流下游。究其原因在自然方面，首先是河流下游三角洲上地形平坦，坡降平缓，河流较多，水网发育，无缺水之虑，也不需要修建大型复杂水利工程，只是人工对自然水流加以疏导，有简易引水工程就可灌溉。其次，三角洲上植被繁茂，土壤肥沃，这由楼兰、尼雅及喀拉墩等遗址附近还保留有大片枯死的胡杨林，在未被风蚀的地表还有厚的腐殖质层及残留密集的草本植物根系可知。胡杨是天然绿色屏障，所以古代建在塔克拉玛干沙漠腹地的绿洲，虽风沙危害严重，但生态并不恶化。草甸植被是良好的四季草场，为兼营牧业创造了条件。社会方面原因，当时生产力水平低下，据《洛阳伽蓝记》（公元 530 年）对盆地东南部且末的记载：“不知用牛，来耕而田”。在以

木制工具为主和手工劳动的时代要想兴修大的水利工程和较大规模开发土地是不可能的。适应生产水平低下,先民们利用河流下游引水方便的有利条件,最早在那里建立绿洲是顺乎自然的。这和古代埃及人在尼罗河下游,巴比伦人在底格里斯河和幼发拉底河下游建立古代文明是一样的。

(2) 引水移向山前地带阶段 这一时期水利技术有了很大发展。拦河筑坝已由内地传入塔里木盆地,《水经注·河水篇》(公元512—518年)中记载,敦煌人索迈在楼兰屯田,“横断注宾河”,就是事实。灌区规划设计也相当成熟,如米兰遗址,保留有完整的灌溉渠系,干、支、农渠布局合理,设有总闸和分水闸,两侧引出7条支渠,顺地形脊岭分布,采用双向灌溉集中输水方式,有效控制了全灌区川。修建大型输水渠的技术也已具备,在今沙雅县东发现有长达100km的古渠,其规模和汉代关中的白渠相当。生产工具也有很大改进,在拜城克孜尔千佛洞有两幅西晋时的壁画,一幅是描绘两个人在用力挖地,手握铁锄,宽刃方头,与新疆现广泛使用的“坎土镩”相似,另一幅是二牛抬杠的犁耕图。宽大的铁犁铧与内地发现的汉代铁犁铧相似。可见,铁制工具和牛耕技术在当时已很普遍,水利工程的修建和开垦土地有利于扩大绿洲。

生产力水平提高,可使人们在河流出山口处建坝引水,开挖渠道通过戈壁砾石带,在冲积扇上扩大绿洲。在山前地带修建引水工程水源有保证,能引入灌区的水量多,可开发出更多的土地,以适应人口增长的需要。不像在河流下游,水量经沿途渗漏蒸发越来越少,在绿洲面积不大时可以满足,绿洲要发展扩大就受到限制。另外,还可以多引春水,春水对农业生产至关重要,无春灌播种,就无秋来收获。塔里木盆地河流多依靠冰川和降水补给,径流年内分配不匀,夏季洪水要占60%~70%,而春水比例只有5%~15%,按农田用水供需平衡,春水要占到35%才能满足需要,所以春季特别缺水,若绿洲位于河流下游、上游对春水稍加堵截,下游就无法生存。随着山前绿洲不断扩大,引走的春水和总水量增加,输往下游的水量就越少,使下游绿洲灌溉无保证。结果便由山前地带绿洲逐渐取代了河流尾端绿洲。

(3) 平原水库调蓄阶段 农业进一步发展,绿洲需要继续扩大,单纯依靠从河道自然引水灌溉已远不能适应需要,就必须修建人工水库对径流进行调节,以拦蓄夏洪和冬闲水进行灌溉。特别是新中国成立以后,盆地人口增长很快,原有绿洲已不能承载新增人口,必须开荒增加耕地。由于农业机械化的发展,使耕地面积扩大速度很快,到1990年全盆地达 $120 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 较1949年增加 $50 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。新垦土地的灌溉用水,主要依靠平原水库对径流的调蓄,截至1990年全盆地共修建大中小型水库189座,总库容 $32.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由于平原