

灌溉经济效益计算方法研究与应用

主 编 赵广和

副主编 沈佩君 王淑筠



河海大学出版社

本书编写组:

顾 问: 徐乾清、张季农

主 编: 赵广和

副主编: 沈佩君、王淑筠

参加编写人员: 宫崇楠、陈颂能、房玲娣、李朝纪、张玉书、李常煜、张星、张士君、钱荣寰、王淑筠、沈佩君、赵广和、赵广和、沈佩君、王淑筠共同统稿。

本书是在徐乾清、张季农指导下进行的,编写过程中还得到了董冠群、沈秀英、吴文桂、彭拯、李宗新等的帮助,灌溉经济效益计算实例是从各省报送的建国 40 年水利经济效益计算材料中选取的。在此向实例编写者及以上同志一并致谢。

灌溉经济效益计算方法研究与应用

目 录

第一篇 概 述

第一章 绪论	(1)
第一节 中国的干旱灾害	(1)
第二节 新中国灌溉事业的发展	(2)
第三节 灌溉分区及其效益	(4)
第二章 灌溉是农业稳产高产的保证	(10)
第一节 水与农作物的生长发育	(10)
第二节 灌溉是发展高产优质高效农业的支柱	(11)

第二篇 灌溉经济效益计算方法

第三章 直接对比法	(15)
第一节 理论依据及效益计算	(15)
第二节 灌溉与农作物增产量的回归分析	(16)
第三节 灌溉效益计算的方法和步骤	(22)
第四章 分摊系数法	(26)
第一节 理论依据及效益计算	(26)
第二节 灌溉效益分摊系数	(27)
第三节 方法的推广和应用	(38)
第五章 减产系数法	(44)
第一节 理论依据	(44)
第二节 $\Delta P-K$ 曲线绘制	(44)
第三节 计算方法和适用条件	(47)
第四节 亏缺水量与减产系数	(49)
第六章 灌溉效益的其它计算方法	(51)
第一节 扣除农业生产成本法	(51)
第二节 灌溉保证率法	(52)
第三节 亩增产量法	(53)
第四节 单方水增产效益指标法	(53)
第五节 生产函数法	(54)

第三篇 灌溉经济效益计算方法应用实例

第七章 直接对比法应用实例.....	(60)
第一节 山东省灌溉经济效益计算.....	(60)
第二节 福建省灌溉经济效益计算.....	(68)
第八章 分摊系数法应用实例.....	(76)
第一节 江苏省灌溉经济效益计算.....	(76)
第二节 吉林省灌溉经济效益计算.....	(85)
第三节 陕西省灌溉经济效益计算.....	(92)
第四节 山西省灌溉经济效益计算.....	(97)
第五节 广西壮族自治区灌溉经济效益计算.....	(102)
第九章 减产系数法应用实例.....	(110)
第十章 亩增产量法应用实例.....	(118)
第十一章 典型灌区灌溉效益计算实例.....	(124)
第一节 泾惠渠灌区灌溉经济效益计算.....	(124)
第二节 晋祠灌区灌溉经济效益计算.....	(128)
第三节 夹马口灌区灌溉经济效益计算.....	(134)
第四节 梅川灌区灌溉经济效益计算.....	(137)
第五节 结语.....	(140)

第一篇 概 述

第一章 绪 论

中国的灌溉事业有着悠久的历史,中华人民共和国成立后,在社会主义建设中,在“农业是国民经济的基础”和“水利是农业的命脉”的思想指导下,灌溉事业得到迅速发展,取得卓著成就,发挥了巨大的经济效益、社会效益和环境效益。为了总结经验,进一步阐述灌溉在农业发展中的作用和对国民经济的影响,本书研究以价值量反映灌溉经济效益的计算方法,这对提高灌溉经济效益的认识,促进水利经济良性循环和水利灌溉事业的发展,有着重要的意义。

第一节 中国的干旱灾害

一、历史上的旱灾简述

据历史资料统计,自公元前 206 年至公元 1949 年的 2155 年间发生过较大的旱灾 1056 次,大体平均 2 年有一次较大旱灾,可见我国的旱灾是很频繁的。

自 16 世纪至 19 世纪的 400 年中,1640 年,1671 年,1679 年,1721 年,1785 年,1835 年,1856 年及 1877 年全国受旱范围都在 200 个县以上,其中如 1785 年和 1835 年,全国分别有 13 个省和 15 个省受旱,延续时间一般长达 120 天至 140 天,最长的达 200 天以上。史书记载,1785 年大旱“草根树皮,搜食殆尽,流民载道,饿殍盈野,死者枕藉”。1835 年大旱“啃草根上,饿殍载道,民食观音粉,死徙其众”,更严重的情况是数年连旱,例如,上述 1640 年大旱开始于 1638 年;1877 年大旱开始于 1875 年,都是三年连旱。1785 年大旱也始于 1784 年,是两年连旱。

从 20 世纪到新中国成立,大面积旱灾的年份有:1920 年陕、豫、冀、鲁、晋 5 省大旱,灾民达 2000 万人,死亡 50 万人;1928 年华北、西北、西南有 13 个省 535 个县遭受旱灾;1929 年黄河流域各省大旱,灾民达 3400 万人之多;1940 至 1941 年干旱之后,又发生了 1942 年夏至 1943 年春的持续干旱,仅河南省就饿死数百万人。

二、新中国成立后的旱灾

根据 1950 年至 1990 年(缺 1967 年—1969 年 3 年资料)共 38 年的旱灾资料统计,我国平均每年因旱受灾的农田达 3.1 亿亩,其中减产 30% 以上,成灾面积超过 2 亿亩的大旱年份有 7 年,依次为:1961 年、1978 年、1960 年、1988 年、1989 年、1986 年和 1972 年。见表 1-1。

表 1-1 新中国成立后大旱年成灾面积

年 份	1961	1978	1960	1988	1989	1986	1972
成灾面积(亿亩)	2.8	2.7	2.4	2.3	2.3	2.2	2.0

1960、1961 年是连年大旱, 实际上一些省区的干旱始于 1959 年 (全国受旱面积 5.1 亿亩, 成灾面积 1.7 亿亩), 是一次连续 3 年的特大干旱。

另外, 由于我国国土幅员广大, 气候多变, 有的年份旱灾与水灾同年发生, 先旱后涝, 或者水旱交错, 灾情都很严重。例如 1963 年, 我国南旱北涝, 华北大水, 成灾面积达 1.57 亿亩, 居建国以来第 3 位; 中南重要产粮省份大旱, 成灾面积达 1.35 亿亩。同是 1963 年, 华北地区先遭旱灾, 成灾面积达 3313 万亩 (冀、晋、蒙三省区); 进入 8 月, 发生特大暴雨洪水, 仅河北一省, 成灾面积即达 4395 万亩。水旱灾害交错发生, 冀、鲁、豫三省是全国水、旱灾害最严重的地区。

三、旱灾对农业产量的影响

各种自然灾害中, 对我国农业总产量影响最大的莫过于干旱。大旱对农业减产和潜在的影响往往大于水灾。从历年水利统计资料及粮食总产量和水、旱成灾面积对比中可以看出这一点。1958 年水、旱灾害都不大, 全国水灾成灾面积 2162 万亩, 旱灾成灾面积 7546 万亩, 粮食总产量 2000 亿 kg; 1959 年因旱成灾 16760 万亩, 粮食总产量 1700 亿 kg, 比上年减产 300 亿 kg; 1960 年又因旱成灾 21265 万亩, 产量为 1435 亿 kg, 较 1958 年减产达 565 亿 kg; 1961 年持续干旱, 成灾面积 27981 万亩, 产量 1475 亿 kg; 较 1958 年减产 525 亿 kg。河南省 1961 年的产量只有 1958 年的一半。又如 1972 年大旱, 全国粮食总产量 2404.9 亿 kg, 较前一年减产 96.5 亿 kg。辽宁省继 1987、1988 年连续干旱之后, 1989 年出现多年未有的特大干旱, 山东省自 1976 年到 1989 年连续 14 年干旱少雨。1989 年的大旱, 使辽宁、吉林、黑龙江、山东四省较上年减产粮食 110 多亿 kg。

第二节 新中国灌溉事业的发展

我国灌溉事业的发展, 可追溯到远古。在距今 4000 年以前中国就有了临河挖渠、凿井汲水的灌溉农业, 历史上著名的灌溉工程, 如引漳十二渠、都江堰、芍陂、白起渠、灵渠等。

历史上的灌溉工程, 对当时的农业生产和社会经济发展起着非常重要的作用。但是, 历史变迁, 灌溉工程历经兴衰, 到 1949 年农田水利面貌千疮百孔, 基础非常薄弱, 总库容超过 1 亿 m^3 的大型水库只有 6 座 (其中 3 座还是电站水库), 库容 1000 万 m^3 到 1 亿 m^3 的中型水库仅有十几座, 灌溉用机电井几乎没有, 机电排灌动力总计只有 6 万余 kW。灌溉主要靠一些不能调蓄水量的河道引水工程和保证率很低的塘坝、土井等用人力、畜力车水。这种低标准的灌溉面积也只有 2.4 亿亩, 农业生产基本靠天吃饭。

新中国成立后, 灌溉事业得到迅速发展。1950 年—1989 年国家用于水利建设的财政总支出累计达 1336 亿元, 其中 50% 用于灌溉事业, 广大人民群众也投入大量人力、物力、财力, 修建了大量的灌溉工程。到 1990 年建成以蓄水为灌溉水源的大、中、小型水

库 8.3 万余座，蓄水总库容 4660 亿 m^3 ，其中大型水库 366 座，蓄水总库容 3397 亿 m^3 ；蓄水的塘坝工程更是星罗棋布；提地下水灌溉的机电井 273 万眼，提地上水灌溉的固定机电排灌站 47 万多处，机电排灌动力达 6800 多万 kW，各类水闸 2.7 万多座。由于这些工程的兴建，全国总灌溉面积由解放初期标准很低的 2.4 亿亩，发展到 7.6 亿亩，其中有效灌溉面积为 7.2 亿亩，比建国初期增加了 2 倍；林地灌溉面积 2600 余万亩；牧草灌溉面积为 1100 万亩。农田旱涝保收面积为 5.1 亿多亩，目前有效灌溉面积占耕地面积 80% 以上的省、自治区、直辖市有江苏、上海、浙江、湖南、广东、新疆、北京、天津（见表 1-2），其中新疆发展最快，从 1949 年的 1600 万亩发展到 1990 年的 4287 万亩，黄淮海

表 1-2 1990 年各省、自治区、直辖市灌溉面积

省、市、区	有效灌溉 面积 (万亩)	当年实灌	旱涝保收 (万亩)	有效灌溉面积 占耕地比重 (%)
全国总计	72,584	62,156	51,548	51
北 京	493	463	363	80
天 津	519	450	319	80
河 北	5,659	5,261	3,846	58
山 西	1,707	1,483	926	31
内 蒙	2,310	1,976	1,430	31
辽 宁	1,589	1,269	1,360	31
吉 林	1,333	1,051	871	23
黑 龙 江	1,618	1,189	761	12
上 海	480	426	460	99
江 苏	5,956	4,806	4,355	87
浙 江	2,216	2,157	1,525	86
安 徽	3,950	3,118	2,779	60
福 建	1,400	1,295	942	76
江 西	2,755	2,655	2,049	78
山 东	6,695	5,791	4,832	65
河 南	5,325	3,789	4,007	51
湖 北	3,550	3,070	2,942	68
湖 南	4,014	3,710	3,212	81
广 东	3,242	2,930	2,403	86
广 西	2,263	1,879	1,813	58
海 南	358	273	260	55
四 川	4,209	3,625	2,801	45
贵 州	825	621	708	30
云 南	1,581	1,432	998	37
西 藏	195			58
陕 西	1,894	1,594	1,207	36
甘 肃	1,365	1,185	1,119	26
青 海	326	246	202	38
宁 夏	470	438	403	39
新 疆	4,287	3,974	2,655	93

平原地区，由原占耕地不到 10% 增加到 50% 以上，其中利用地下水灌溉占这一地区灌溉面积的 60% 以上，是我国井灌最集中的地区。南方沿江滨湖的机电排灌工程、丘陵地区引蓄结合“长藤结瓜”工程，西北地区的高扬程提灌工程，东北地区水稻灌溉工程都有很快发展。

新中国在灌溉工程建设中，首先恢复、改建和扩建了原有灌区，提高灌区的抗旱能力。到 1957 年全国有效灌溉面积已达到 3.8 亿亩，约占耕地面积的 22%。

从 50 年代末开始，大量兴建大、中型水库蓄水工程，建设新的大、中型灌区，已建成灌溉面积在 30 万亩以上的大型灌区近 150 处，同时兴建了一大批塘坝、堰、小型蓄引工程及人、畜提水灌溉工程。

进入 70 年代，随着我国机电工业的发展，国家具有大量开发利用地下水的条件，把提取地下水作为北方地区发展灌溉的重要水源。到 1990 年北方 17 省、自治区、直辖市发展配套机电井 269 万眼，装机 2623 万 kW，机电井灌溉面积发展到 1.76 亿亩，其中，冀、鲁、豫三省发展配套机电井 193 万余眼，装机 1834.6 万 kW，机电井灌溉面积 1.13 亿亩，占全国配套机电井的 71%，占全国机电井灌溉面积的 64%，是全国井灌面积集中区。

在北方发展机电井灌溉的同时，全国各省修建了大量机电提水泵站，代替过去的人、畜、风力的低效率提水灌溉，大大提高了提水排灌能力。如江苏省苏北地区靠抽江水北调，使粮食由不能自给变成商品粮基地，江汉平原、洞庭湖平原、鄱阳湖平原、太湖平原、珠江三角洲地区等均因建设有强大的电力排灌网，为保障这些地区的经济发展发挥了重要作用。

60 年代以来陆续修建了一批 100m 以上的高扬程提灌站，使大片严重缺水的荒地，改变了面貌。如甘肃省景泰川、三角城等，不仅粮食产量成倍增长，还使这些地区的环境和人民物质文化生活水平都发生了根本的转变。

进入 80 年代，灌溉工作的重点转移到加强经营管理，提高经济效益方面来，主要是改革灌区管理体制，提高管理单位自给能力，推广各地节水增产技术，发展喷、滴灌等新型节水工程。目前全国喷、滴灌面积已达 1000 多万亩。管道灌溉、渠道防渗节水工程和措施，也取得显著成效。

第三节 灌溉分区及灌溉效益

我国幅员辽阔，水土资源分布和组合很不均衡。东南沿海年降水量超过 1600mm，而西北的荒漠地区降水量不到 200mm，有些地方甚至终年无雨。年降水深为 400mm 的等雨量线由东北向西南形成对角线，把我国分成两部分，在此线以北以西地区为干旱半干旱地带，约占国土面积的 43%，耕地不多、人口稀少，基本上是无水利即无农业的地区。在此线以东以南地区，降雨量较多，是我国主要农业区，全国 90% 左右的人口和耕地集中在这一地区。但是降水量在年度和季节分布上很不均匀，例如，长江以南 4 月到 7 月为多雨季节，4 个月的降雨量约占全年的 50—60%，台风的活动对东南沿海地区影响较大，台风雨过少导致伏旱，华北和东北地区 6 到 9 月为多雨季节，4 个月的降雨量约占全年降水量的 70—80%。因此，这一地区经常发生春旱，降水量在年际变化上也很大。多水年份

降水量与少水年份降水量之比，南方为 1.5-2 倍，北方为 3-5 倍。由于降雨年内和年际分布不均，农作物需水的季节常常无雨或少雨，造成干旱，导致农作物减产或绝收。因此，进行灌溉补水是农业产量稳定持续增长的必要保证。

按照农作物对灌溉要求不同，我国耕地可以划分为常年灌溉带、不稳定灌溉带和补充灌溉带三种类型，如图 1-1。

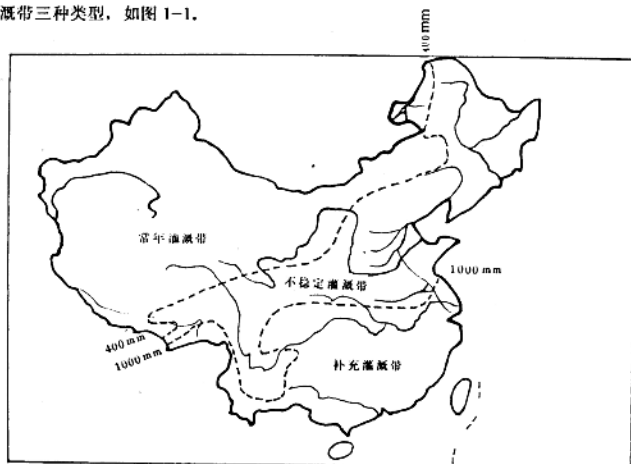


图 1-1 灌溉带分布图

一、常年灌溉带

这是指年平均降水量小于 400mm，常年需要对农作物进行灌溉的地带。如图 1-1 中 400mm 等雨量线西北的大片土地，约占国土面积的 43%，主要包括西北内陆河地区及黄河上、中游部分地区。该地区在年降水总量或各季节降水总量上都不能满足农作物正常生长发育的需要，一般灌溉需要补给农作物需水量的 50-60%，这种灌溉水量占农作物需水量的百分数，通常称为灌溉需要指数。这些地区要发展农业就首先要发展灌溉事业，没有灌溉就没有农业。

二、不稳定灌溉带

这是指年平均降水量大于 400mm、小于 1000mm 的地带，主要包括黄淮海地区和东北地区，约占国土面积的 21%。由于降水年内和年际变化很大，因而农作物对灌溉要求很不稳定。在干旱年份，黄淮海地区农作物的灌溉需要指数可达 50% 以上，湿润年份指数只有 30% 左右。在东北，水稻的灌溉需要指数较高，达 50% 左右，旱作物干旱年份指数为 20-30%，湿润年份对旱作物来说可以不灌溉。灌溉是这一地区农业稳产高产的重要保证。

三、补充灌溉带

这是指年平均降水量大于 1000mm 的地带。这一地带包括长江中下游地区，珠江、闽江流域及西南部地区。总面积为 344 万 km^2 ，占国土面积的 36%。由于这一地带是我国水稻主要种植区，所以又称水稻灌溉带。因为水稻需水量较高，虽然雨量充沛，仍由于降雨年际和年内分配不均，故无论单季稻或双季稻种植区，都需要进行补水灌溉。双季稻种植区灌溉需要指数为 30—60% 之间，旱作物则仅在干旱年份需进行补水灌溉。灌溉需要指数约为 10—30% 之间，这一地带集中或大强度的降雨，往往造成农作物受涝，故在灌溉同时，普遍有排涝要求。这一地带水利工程的作用，突出的表现在水稻灌溉保证率的提高，种植面积的扩大和增加复种指数上。

1、在长江中下游地区水稻播种面积占该地区耕地的 60—70%。由于降水时空分布不均，往往发生伏旱和秋旱，水稻必须灌溉才能保证高产稳产。

2、珠江地区，指广东、广西、福建和海南等省区，土地面积 69 万 km^2 ，平原以水稻、甘蔗为主，农作物复种指数较高，一年可种 2—3 季，丘陵坡地多种植水果、咖啡、胡椒等热带经济作物。由于该地区 10 月至次年 3 月的降雨量仅占全年雨量的 10—15%，易发生春旱和秋旱，所以灌溉仍是该地区高产稳产的保证措施。

3、西南地区，年降雨量 1000—1500mm，其中 80% 集中于 4—9 月，虽该地区光、热、水资源都很丰富，由于地形地貌和降雨时空不均，干旱仍是农业生产的主要威胁，水稻必须灌溉才能稳产高产。

下面根据三个不同地带的降雨特征和不同的灌溉要求，选择若干典型雨量站和若干作物为代表，分别列出它们的降雨特征及灌溉需要指数数据，见表 1-3 和表 1-4。

新中国灌溉事业的飞速发展为我国农业的发展提供了可靠的基础，对解决 11 亿人口吃饭问题起到了重要作用。灌溉促进了水稻的发展，从一年一熟改为两熟、三熟，现在全国每年水稻播种面积达到 4.9 亿亩，总产量从 1949 年的 487 亿 kg 增加到 1800 亿 kg，为原产量的 3.7 倍；旱作物灌溉面积从 4800 万亩增加到 3.6 亿亩，使很多过去常受干旱灾

表 1-3 三个地带的降水特征

地带分类	地 区	雨量站 所在地	年降水 量(mm)	各时期降水量及占年降水量比重					
				6—9 月 (mm)	比重 (%)	3—5 月 (mm)	比重 (%)	10—2 月 (mm)	比重 (%)
常年灌溉带	西北内陆地区	酒泉	84	56	67	18	21	10	12
	黄河上游地区	银川	202	146	72	36	18	20	10
不稳定灌溉带	黄淮海地区	德州	573	446	78	73	13	54	9
		淮阴	879	514	58	203	23	162	19
	东北地区	哈尔滨	559	431	77	75	13	53	10
		沈阳	702	509	73	110	16	83	11
补充灌溉带	长江中下游地区	宜昌	1145	673	59	286	25	186	16
	珠江、闽江地区	广州	1648	902	55	508	31	238	14
	西南部分地区	宜宾	1169	777	66	206	18	186	16

表 1-4 三个地带的灌溉需要指数

分 类	地 区	作 物	干 旱 年			湿 润 年		
			总需水量 (mm)	要求灌溉 量(mm)	灌溉需要 指 数	总需水量 (mm)	要求灌溉 量(mm)	灌溉需要 指 数
常 年 灌溉带	西北内陆 地 区	春小麦	450-525	300-450	0.7-0.9	300-450	200-350	0.7-0.8
		玉 米	375-450	250-350	0.7-0.8	375-450	250-300	0.7-0.8
		棉 花	600-750	450-500	0.6-0.7	600-750	300-450	0.5-0.6
不 稳 定 灌溉带	黄淮海 地 区	水 稻	1000-1200	600-800	0.6-0.7	850-1000	400-600	0.5-0.6
		冬小麦	600-750	300-450	0.5-0.6	500-600	200-300	0.4-0.5
		玉 米	450-600	300-450	0.7-0.8	300-500	100-200	0.3-0.4
		棉 花	750-900	300-450	0.4-0.5	550-675	100-200	0.2-0.3
	东北地区	水 稻	900-1100	500-700	0.5-0.6	800-1000	300-500	0.4-0.5
		春小麦	300-450	80-150	0.2-0.3	225-375	0	0
		玉 米	400-500	100-150	0.2-0.3	300-400	0	0
补 充 灌溉带	长江中下 游 地 区	水稻(早)	675-825	300-450	0.4-0.5	450-600	100-150	0.3-0.4
		水稻(晚)	825-1000	450-600	0.5-0.6	750-900	150-300	0.2-0.3
		冬小麦	400-600	50-100	0.1-0.2	225-375	0	0
		棉 花	750-975	150-300	0.2-0.3	575-700	0-100	0-0.1
	珠江江地 区及西南 部分地区	水稻(早)	600-750	300-400	0.5-0.6	450-600	100-150	0.2-0.3
		水稻(晚)	750-825	300-450	0.4-0.5	600-750	150-300	0.3-0.4
		冬小麦	400-600	0-50	0-0.1	250-350	0	0

害、产量低而不稳的农田，成了高产稳产的非农田，在占全国农田面积一半的灌溉面积上，生产着占全国 2/3 以上的粮食，60% 的经济作物，80% 的蔬菜。经初步计算，从 1949-1987 年全国累计实际灌溉面积达 163 亿亩，由于灌溉作用而增产的粮食 13320 亿 kg，棉花 112 亿 kg，油料 131 亿 kg，产生的灌溉经济效益以价值量表示为 4436 亿元，是同期总投入的 3.9 倍。

根据水利部 80 年代初对灌溉农田和非灌溉农田粮食产量的调查，灌溉农田的水稻平均亩产为 486kg，旱作物平均亩产为 300kg，而非灌溉农田平均亩产为 140kg，一般灌溉农田的产量要比非灌溉农田的产量高 1-3 倍，越是干旱的地区增产幅度越大，经济效益十分显著，详见表 1-5。

表 1-5 分地区灌溉与非灌溉农田粮食亩产对比 (单位: kg/亩)

地 区	灌 溉 农 田		非灌溉农田
	水 稻	旱作物	
东北地区	339	240	149
黄淮海地区	468	405	147
西北地区	313	203	74
长江中下游地区	512	318	179
东南沿海地区	518	470	209
西南地区	467	407	205

从几个不同类型的灌区调查,开灌前与开灌后的产量对比也可看出增产效益是显著的(见表1-6)。

表1-6 不同类型灌区开灌前后产量对比 (单位: kg/亩)

灌区名称	开灌前	开灌后	增产百分数(%)
浙江省南山水库灌区	287	509	77
江苏省高邮南关白灌区	284	554	95
山东省陈垓引黄白灌区	117	388	231
内蒙古自治区河套永济灌区	47	301	540
甘肃省景泰川高扬程提水灌区	50	250	400
山西省大禹渡电力提水灌区	100	300	200

从一些干旱地区和干旱年份更可看出灌溉工程所发挥的巨大作用。例如, 山西省是我国水资源十分紧缺的省份之一, 灌溉面积占耕地面积的1/4, 而灌区粮食产量却占全省总产量的1/2(丰水年)到2/3(干旱年); 又如干旱缺水的北京市, 耕地面积没有多大变化, 而灌溉面积则由1949年的21.3万亩增加到1990年的493万亩, 粮食产量由1949年的4亿kg, 增长到26.5亿kg。山东省西北部地区, 原是全国最贫困的地区, 旱、涝、碱、沙灾害频繁, 在总结引黄灌溉经验的基础上, 自70年代恢复引黄灌溉以来农业生产得到迅速提高, 1988年粮食总产达到99亿kg, 占全省粮食总产量的30.7%, 为1970年的2.56倍, 人均占有粮食407kg, 超过全省人均水平, 粮食由调进变成调出, 棉花生产提高10多倍, 相当全国棉花总产量的1/6, 农业生产跃进到全省及海河流域的先进行列, 江苏省1978年出现六十年未遇的大旱, 有的地区为百年一遇, 淮河中游来水出现了自有水文记载以来最少的一年, 江苏省发挥江水北调工程和机电排灌站的作用, 从长江抽水215亿m³, 仅江都站就抽引江水63亿m³, 还大量抽取地下水, 使得大旱之年全省农业获得大丰收, 粮、棉超过历史最高水平, 粮食总产达229亿kg, 比历史最高的1976年还增产17亿kg; 油料生产也达到历史最高水平, 江苏省苏北地区, 过去是全国著名的多灾地区, 解放后结合江河整治进行了大规模的农田水利建设, 灌溉面积由120万亩扩大到2000万亩, 水稻种植面积由200万亩扩大到1000多万亩, 农业产量大幅度提高, 粮食总产比1949年提高了5倍。淮阴市是依靠水利发展农业的典型, 江水北调和平原河网化, 使该市水稻面积从64万亩增加到600多万亩, 1988年遇到大旱, 淮河断流, 淮阴市粮食总产仍比1949年增长5.8倍, 达57亿kg, 80年代后期仍以7%以上的年增长速度向前发展。

我国灌溉面积在1949年到1980年间, 年平均增长率为3.4%, 而同一时期全国粮食产量的平均年增长率为3.5%, 两者基本同步增长。1980年以后, 由于水利投入资金大量削减, 工程老化失修, 效益衰减, “六五”期间有效灌溉面积增不抵减, 净减少1400万亩, 致使全国有效灌溉面积一直徘徊在7.2亿亩左右, 而粮食生产也于1984年突破4000亿kg大关之后, 出现连续五年徘徊局面, 灌溉面积与粮食产量的关系见图1-2及表1-7。从图1-2可见1989年灌溉面积开始回升, 粮食产量也开始增长。

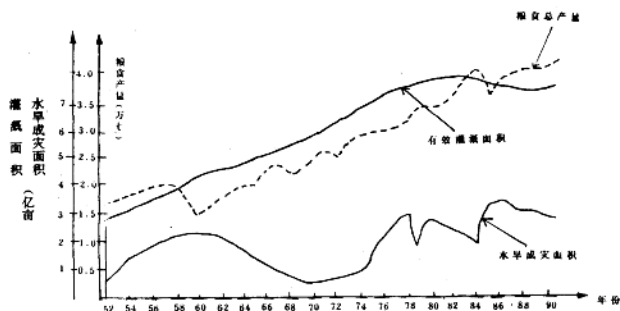


图 1-2 全国历年有效灌溉面积、水旱灾害成灾面积及粮食产量变化示意图

表 1-7 1949~1990 年各阶段灌溉面积与粮食产量增减情况

时 段	有效灌溉面积			粮 食 产 量		
	有效灌溉面积 (亿亩)	阶段增长 (亿亩)	平均年 增 长 (亿亩)	粮食产量 (亿 kg)	阶段增产 (亿 kg)	平均年增产 (亿 kg)
1949	2.39			1132		
1957	3.75	1.36	0.17	1950	818	102
1965	4.80	1.05	-0.13	1945	-5	-0.63
1978	7.21	2.41	0.18	3048	1103	85
1988	7.19	-0.02	-0.002	3947	899	89
1990	7.26	0.07	0.035	4462	581	261

从表 1-7 粮食产量和灌溉面积对比中可以看出，灌溉面积的增减与粮食总产量具有密切关系，而且往往具有一定的超前作用。40 年来，我国人口增长了一倍，人均耕地减少 50%，然而人均灌溉面积增加了 50%，全国粮食总产量净增 2.6 倍，因此，可以说灌溉为农业发展打下了重要基础，为解决我国十一亿人口吃饭问题立了大功。

灌溉事业的发展，不仅为农业高产稳产创造了直接经济效益，而且结合灌溉发展了水电和养殖业，也带动了农村用电、植树造林、农村供水和乡镇企业的发展，改善了居民的生产、生活条件，促进了地区社会经济的发展，其间接的社会效益和环境效益也是很大的。

第二章 灌溉是农业稳产高产的保证

水是农作物各器官组成的重要元素，一般农作物各部位的组织含水量在70—80%左右，即使是成熟的种子，其含水量也在10—15%左右，蔬菜作物含水量更高，一般可达90—95%以上。因此，水是农作物赖以生活的必要条件，也是农作物制造有机质和积累养分必不可少的元素。

农作物生长和生活所需要的水分，通常依赖于天然降水及人工灌溉补给。由于各地区的降水在时间上分布很不均匀，农作物需水最切的生长期，可能遭遇久旱无雨的气候条件；天然降水不能满足农作物生活和生长的基本要求，因此，调节农田水分状况的灌溉，成为夺取农作物稳产高产的一个主要措施。

第一节 水与农作物的生长发育

水是农作物溶解和输送养分、进行光合作用和积累有机质不可缺少的一种物质，灌溉是补充作物水分不足的唯一措施。在西北干旱地区，没有灌溉就没有农业生产；在南方，没有灌溉也不能获得农业生产稳定而高额的产量。

一、水与农作物的光合作用

光合作用是农作物制造和积累有机质的主要过程，也是农作物形成产量的主要物质基础。水在溶解了各种矿物质后，被作物吸收，并参与光合作用，使其转化为碳水化合物即有机物质。根据统计分析，农作物所形成的干物质中，碳水化合物占90—95%，矿物质仅占5—10%，故碳水化合物的积累，是产量构成的必要条件。光合作用形成的碳水化合物，除农作物本身消耗一部分以进行呼吸作用外，其余的均构成农作物的干物质即农产品的产量和农作物的植株。为了提高农作物产量，人们常常采取措施，促使光合作用加强而呼吸作用不要过分增长。

灌溉一方面供给作物光合作用所需的原料，另一方面，还可以利用水与土壤比热的差异，改善田间小气候，降低过高的温度，促使呼吸作用不致过强，以减少农作物呼吸作用对碳水化合物的消耗量。所以，灌溉在农作物生长发育和稳产高产中起着重要作用。

如果供给作物的水分不足，光合作用就会受到抑制，并直接影响农作物碳水化合物的合成和积累，导致农作物产量降低。因此，当农作物出现缺水时，对农作物进行灌溉，不但保证了光合作用继续进行，保持了农作物的生命活力，不致造成农作物的枯萎和死亡，而且保证了碳水化合物的合成和积累，为农业的稳产和高产创造条件。

二、水对农作物个体及群体的影响

农作物要获得高产，不仅要求个体发育和生长良好，而且也要使群体的动态指标满足

高产要求，如单位面积上分蘖的数量、叶面积系数的值、个体的整齐程度、根系发育状况、作物株行距及不同发育阶段作物群体变化的动态等指标，都能达到协调发展和高产的目的。其中，水是达到上述两个目标的主要控制因素。

从农作物个体来说，当土壤水分不足或缺乏时，对处于休眠状态的种子大多数不能恢复生命活力，种子萌发就会受到严重影响；对生长中的农作物也会导致根系吸收水分和养分减少，茎叶生长缓慢，植株矮小，黄瘦、发育不良，甚至停止生长。

从农作物的群体来说，密植可能使个体与群体发生矛盾，此时可用控制灌水的方法来调整其结构，如：高产麦田，年前分蘖过多，群体过大时，就可以根据小蘖枝体根浅的特点，深中耕、推迟灌水，以使大的分蘖因水分充足而继续生长发育，小的分蘖因缺乏足够的水分而陆续死亡。于是，可以得到一个合理的群体结构和健壮的个体，为农作物的高产和稳产打下基础。

三、水与土壤肥力

土壤肥力是指土壤给作物提供水、肥、气、热等生活条件的能力。其中，水是土壤肥力中的一个主要因素，它不仅直接影响土壤空气状况，而且还显著影响土壤的温湿状况。由于水的比热远远大于空气的比热，所以土壤水分增加，可以使土壤温度变幅减小，不致发生骤冷、骤热。冬季进行冻前灌溉，可以保持土温，免受冻害；夏季，灌水后能抑制土壤温度上升。另外，农作物吸收养分，也需要依赖于水，只有在适当水分配合下，养分才能被溶解，或使迟效性养分向速效性养分转化。因此，土壤含水量可以间接地反映土壤的肥力状况，灌溉是控制土壤水分的有效手段，也是提高土壤肥力的重要措施。

四、水与农业技术措施

水与农业技术措施如耕作、施肥、密植、防治病虫害等都有密切关系。耕作可以改善土壤的物理性状，增加土壤对水分的调蓄能力，有利于根系的伸展。高产作物要求有高质量的耕作，通常耕地土壤含水率在田间持水量的60%—80%时，耕作质量最好，砂土适宜于耕作的含水率范围较大。对于肥料，由于只有溶解于水后，才能被作物根系吸收，因此，田间追肥均与灌水结合进行。此外，土壤过分干旱，有利于病虫害的发生，所以，灌溉可以使某些农作物的病虫害得到控制。

综上所述，灌溉可以调整农作物的群体结构，可以使农作物个体生长发育良好，增加碳水化合物化合物的积累，也为采用先进的农业技术措施，推广优良的作物品种，中耕、追肥、搞好植物保护等奠定基础，创造有利于作物生长发育的环境条件。

第二节 灌溉是发展高产优质高效农业的支柱

发展高产优质高效农业（以下称“二高一优”农业），也就是要使农产品达到亩产量高，质量好，受消费者欢迎，从而使农民收入效益有一个大的提高。这是90年代我国人民生活水平由温饱向小康跨越所提出的新要求。过去，我们为了解决人民的温饱问题，满足国民经济发展对农业的基本需求，把发展农业的重点放在农产品数量的增加方面，这无疑是十分必要和正确的。现在提出发展“二高一优”农业，是历史前进的必然，是改造传统

农业、实现农业现代化的必由之路。

发展“二高一优”农业生产，必然要在优化产品质量和产品结构，提高农业的经济效益上下功夫。只有这样，才能满足人民生活水平不断提高的需要，增加农民的收入，开辟农村劳动力就业容量，达到农民生活小康目标。

发展“二高一优”农业必然要从根本上改善农业生产条件，而灌溉就是最根本的生产条件之一。因此，灌溉事业的发展也就必须要考虑和处理好下述关键问题。

一、要适应“二高一优”农业与灌溉用水量变化的关系

由于实施“二高一优”农业后，必然会引起农作物种植结构的调整和灌溉用水量的变化，例如在我国南方广东、广西等省区的农民，为了实现“二高一优”农业，以便把农产品推向市场，把部分粮田改种蔬菜，并远销到北京、沈阳等北方城市，以获得高效益，这就要求灌溉设施能为蔬菜提供用水保证，同时对原有的灌溉工程提出了扩建和更新、改造的任务，这是当前迫切需要解决的一个关键问题。

二、要处理好“二高一优”农业与水资源合理利用的关系

由于我国的淡水资源量并不丰富，随着国民经济发展和人民生活水平的不断提高，工业生产和乡镇企业、城镇居民生活用水量等都在不断增加，水资源的供求矛盾会愈来愈突出。为此，必须根据当地水资源条件，工业和城镇居民用水要求及“二高一优”农业的灌溉需要，对水资源量进行合理调整和分配。探索 and 解决农作物的科学灌溉和合理用水问题，要研究节水灌溉的技术和管理方面措施，要研究非充分灌溉条件下，农作物的灌溉效益问题，以提高单方水农作物的增产量。

三、解决好“二高一优”农业与水质污染的关系，为“二高一优”农业提供好的水源

“二高一优”农业的发展必然会促使农业技术措施的革新和发展，化肥和农药用量增加。所以必须十分注意和处理好农田排水和河流水质污染防治问题，以免水质恶化，造成损失。

第二篇 灌溉经济效益计算方法

灌溉效益一般是指给农作物进行供水后主副产品产量的增加和质量的提高。由于农作物增产是通过作物生理的综合作用产生的，因此，灌溉效益的计算相当复杂，主要特点反映在下述几个方面：

一、影响因素多

农作物产量和质量提高，是由水、肥、土、种、密、保、工、管等技术措施综合作用的结果，灌溉只是促进农业增产的重要措施之一。因此，在计算灌溉效益时只能是在相同的农业技术措施条件下，通过灌溉措施而增加的农业产量部分。如果灌溉措施实施以后，农业技术措施有很大提高和改进，例如，杂交或改良品种的推广，低毒高效农药对防治病虫害的效果大幅度提高，化学肥料改进，新技术在农业上应用，或由于有了灌溉措施使作物良种、追肥次数和追肥量、耕作技术等得以提高和改进等等，从而导致农作物产量出现较大幅度的增长，这时农作物的产量增值，就应在“水利”和“农业”之间进行合理分摊。

二、随机性强

农业增产效益受自然条件的影响很大。由于降雨量及其分布的随机变化，灌溉效益也随之变化，有的年份灌溉效益大，有的年份灌溉效益不显著。

三、地区性突出

灌溉措施实施后，其效益的大小常受到地区的影响，这种影响主要反映在下述几个方面：

- 1、在西北干旱地区，灌溉效益非常显著，没有灌溉就没有农业，也就没有作物的稳产和高产。
- 2、在长江流域及其以南地区，实施灌溉后，由于水源有了保证，常常把旱作改为水田，单季稻改种双季稻等等，复种指数提高了，作物种植制度也有了变化，由低产作物改种高产作物，农作物产量就会显著提高。
- 3、有些地区有了灌溉措施后，水源有了保证，荒地可开垦为良田。

此外，灌溉还可以压盐，防止土壤沙化等，这些都直接或间接地起到了提高农作物产量的作用。

总之，农业离不开水，有了灌溉、排水，加上良种、肥料、植保等，就能取得农作物的稳产高产。没有灌溉，良种、肥料再充足，也难以完全发挥作用，“水利是农业的命脉”这个论断是符合我国实际情况的，它反映了客观规律。

灌溉设施兴建以后，除给原有耕地补水，提高农作物产量获得灌溉效益价值量以外，还可进行荒地开发，提高农作物复种指数，旱地改为水田，单季稻改种双季稻等等，在灌