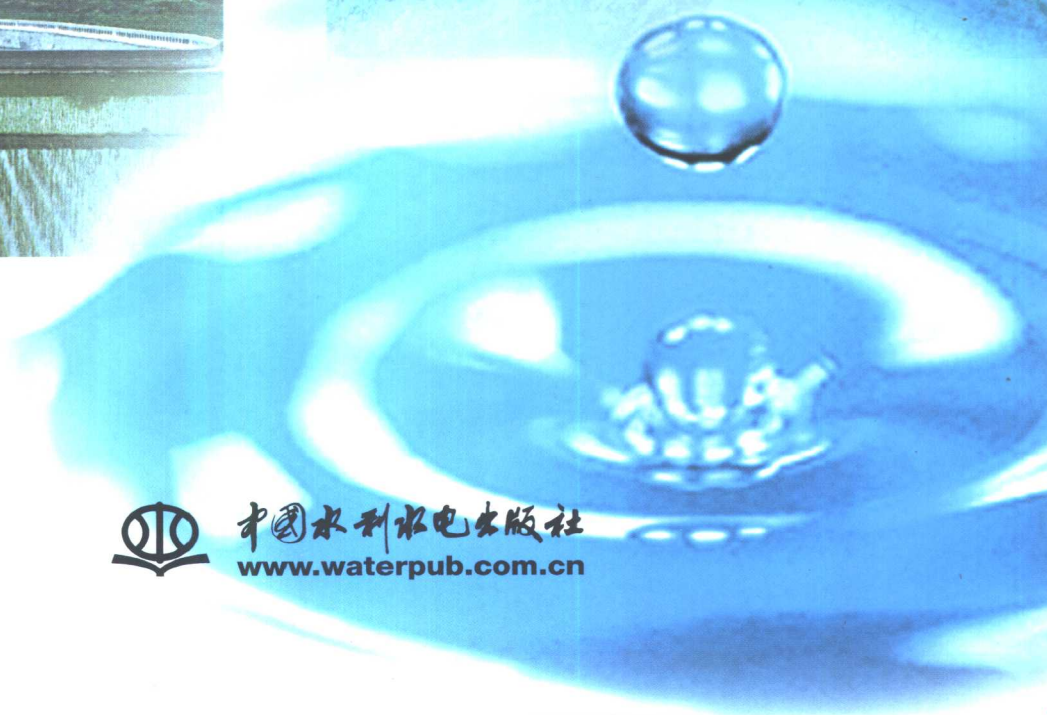


水利部农村水利司农水处 编

雨水集蓄利用 技术与实践



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

雨水集蓄利用技术与实践

顾斌杰 张敦强 潘云生
杨广欣 黄冠华 左 强 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

雨水集蓄利用技术与实践/水利部农村水利司农水处编
—北京：中国水利水电出版社，2001.6
ISBN 7-5084-0628-1

I. 雨… II. 水… III. 降水-蓄水-技术 IV. S273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 19992 号

书 名	雨水集蓄利用技术与实践
作 者	水利部农村水利司农水处 编
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: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部) 全国各地新华书店
经 售	
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 11 印张 258 千字
版 次	2001 年 6 月第一版 2001 年 6 月北京第一次印刷
印 数	0001—3100 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

绪 论	1
第一章 我国雨水集蓄利用概况	5
第一节 我国雨水集蓄利用的发展状况及成效	5
一、雨水集蓄利用的发展背景	5
二、雨水集蓄利用的发展现状与成效	5
三、问题与对策措施	7
第二节 雨水集蓄利用的区域发展状况	9
一、西北地区雨水集蓄利用发展状况	9
二、西南地区雨水集蓄利用发展状况	13
三、华北地区雨水集蓄利用发展状况	18
四、海岛地区雨水集蓄利用发展状况	25
第二章 雨水集蓄利用工程技术	31
第一节 雨水集蓄利用工程的规划	31
一、规划原则	31
二、规划内容	32
第二节 雨水集蓄利用工程的设计施工	37
一、集流面设计与施工	37
二、辅助工程的布置	39
三、蓄水工程设计施工	41
第三节 集蓄雨水的利用技术	73
一、人畜饮水的净化设施	73
二、取水输水技术	75
三、灌溉农业节水技术	80
第四节 雨水集蓄工程的管理	89
一、水源工程的维护管理	89
二、配套设施的维护管理	91
第三章 发展雨水集蓄利用工程的政策措施	93
第一节 甘肃省的政策措施	93
一、甘肃省集雨节灌工程建设管理办法	93
二、甘肃省集雨节灌工程资金使用管理办法	95
第二节 宁夏回族自治区的政策措施	96

一、宁夏南部山区集雨节灌工程建设管理办法	96
二、宁夏南部山区集雨节灌工程验收办法	98
第三节 广西壮族自治区的政策措施	99
一、广西旱地节水灌溉工程奖励投资实施办法 (试行)	99
二、广西国定贫困县地头水柜 (水池) 集雨节灌扶贫工程验收办法	103
第四节 贵州省的政策措施	104
一、贵州省“渴望工程”验收办法	104
二、贵州省“渴望工程”实施办法	106
附录一 有关省 (区) 雨水集蓄利用发展的经验	108
一、甘肃省雨水集蓄利用工程建设情况	108
二、宁夏回族自治区雨水集蓄利用工程建设情况	112
三、陕西省雨水集蓄利用工程建设情况	118
四、青海省雨水集蓄利用工程建设情况	121
五、内蒙古自治区雨水集蓄利用工程建设情况	124
六、河北省雨水集蓄利用工程建设情况	130
七、四川省雨水集蓄利用工程建设情况	133
八、云南省雨水集蓄利用工程建设情况	137
九、广西壮族自治区雨水集蓄利用工程建设情况	139
十、贵州省雨水集蓄利用工程建设情况	142
附录二 典型地、县 (市) 雨水集蓄利用发展经验	145
一、陕西省志丹县集雨节灌发展概要	145
二、内蒙古自治区清水河县集雨节灌发展概要	148
三、河北省井陉县集雨节灌发展概要	151
四、甘肃省秦安县集雨节灌发展概要	153
五、四川省巴中地区集雨节灌发展概要	157
六、广西凤山县集雨节灌发展概要	159
七、云南省宣威市集雨节灌发展概要	163
八、贵州省罗甸县集雨节灌发展概要	166
主要参考文献	170

绪 论

一、雨水集蓄利用技术发展历史

雨水利用是一项被广泛应用的传统技术。据有关资料记载,雨水利用可追溯到公元前6000多年的阿兹泰克(Aztec)和马雅文化时期,那时人们已把雨水用于农业生产和生活所需。在墨西哥、秘鲁和南美的安第斯山脉上,建有大片梯田和数百公里精巧的渠道,使印加人的太阳帝国和现已消失的马丘比城的数十万人得以在此生活。在哥伦比亚、厄瓜多尔、苏里南沿海和秘鲁南部高原,3000多年前的村居就成功地利用不同地形,修筑台地种植玉米,在沟底种植水稻。公元前2000多年的中东地区,典型的中产阶级家庭都有雨水收集系统用于生活和灌溉。阿拉伯人收集雨水,种植了无花果、橄榄树、葡萄、大麦等。在利比亚的干燥河谷内,人们用堤坝、涵管把高原上的水引至谷底使用。埃及人用集流槽收集雨水作为生活之用。2000年前,阿拉伯闪米特部族的纳巴泰人在降雨仅100余mm的内盖夫(Negev)沙漠,创造了径流收集系统,利用极少量的雨水种出了庄稼,后人称之为纳巴泰方法。20世纪70年代从卫星照片上发现了埃及北部的径流收集系统和非洲撒哈拉东南部存在的集水灌溉系统。在印度西部的塔尔沙漠,人们通过水池、石堤、水坝、水窖等多种形式收集雨水,获得足够的水量来支持世界上人口最稠密的沙漠(60人/km²)。几百年前,美国亚利桑那的印地安人用漏斗状的长堤,把雨水集中到几公顷的土地上,种植玉米、甜瓜等。500多年前,科罗拉多的阿那萨基人建造数以千计的小坝截留雨水种植玉米、豆子和蔬菜。雨水利用曾经有力地促进了世界上许多地方古代文明的发展。

然而,从19世纪末、20世纪初开始,随着现代技术的兴起,先是地下水的开采在许多地方逐渐取代了雨水利用技术。接着,以控制洪涝灾害、利用河川径流和开采地下水为目标的当代水利工程的修建,又为社会经济的发展,特别是农业的持续稳定增长,发挥了很大的作用,取得了巨大的效益。雨水利用渐渐被人们遗忘。但是,人类社会经济的进一步发展,人口的不断增长,对有限的水资源提出了越来越高的要求,水资源的紧缺已成为许多地方制约经济发展的因素,同时,大型水利工程引起越来越多的生态环境问题也迫使人们思考和寻找其他出路。因此,近20年来,雨水利用又重新引起了人们的注意。特别是联合国“国际供水与卫生十年”(IDWSSD)开展以来,这一技术迅速在世界各国复兴和发展,成为许多国家解决水资源不足,特别是农村人口生活用水困难的一个重要途径。

雨水集蓄利用技术在我国也有悠久的历史。早在2500多年前,安徽省寿县修建了大型平原水库——芍陂,拦蓄雨水,用于灌溉。秦汉时期,在汉水流域的丘陵地区还修建了串联式塘群,对雨水进行拦蓄与调节。我国西北干旱半干旱地区通过长期的生产实践,创造了许多雨水集蓄利用技术,建造了如坎儿井、土窖、大口井等多种蓄水设施,对当地农业的发展发挥了十分重要的作用。

国内外雨水集蓄技术的应用概括起来可分为两方面,即在生活方面的应用和农业灌溉方面的应用。全球6大洲都有收集雨水解决生活用水的例子,其中发达国家如日本、澳大

利亚、加拿大、美国、德国、瑞典等，发展中国家如泰国、印度、尼泊尔、斯里兰卡、孟加拉、菲律宾、伊朗、巴勒斯坦、肯尼亚、突尼斯、南非、博茨瓦纳、纳米比亚、津巴布韦、乌干达、赞比亚、坦桑尼亚、埃及、巴西、墨西哥及哥伦比亚等国都在发展这一技术，这些地区的年降雨量从 3200 mm 到 200 mm 不等。其集蓄雨水的目的主要是解决包括城市和农村的生活用水。日本是在城市中开展雨水利用规模最大的国家，所集蓄的雨水主要用于冲洗厕所、浇灌草坪，也用于消防和发生灾害时应急使用。美国从 20 世纪 80 年代初就开始研究用屋顶雨水集流系统解决家庭供水问题，1983~1993 年，美国国际开发署资助了一项面向全球的雨水收集系统计划 (RWCS)，以后又建立了雨水收集信息中心 (RWIC) 和一个通讯网。美国的关岛、维尔京岛广泛利用雨水作为冲洗、洗衣和草地灌溉，但提醒人们不要利用雨水进行盥洗。在农村利用雨水规模最大的是泰国，20 世纪 80 年代以来开展的“泰缸”(Tai jar) 工程，建造了 1200 多万个 2 m^3 的家庭集流水泥水缸，解决了 300 多万农村人口的吃水问题。澳大利亚在农村及城市郊区的房屋旁，普遍建造了用波纹钢板制作的圆形水仓，收集来自屋顶的雨水。据南澳大利亚的一项抽样问卷调查表明，使用雨水的居民比用城镇集中供水系统的要多。加勒比海地区的雨水也是许多地方居民生活用水的主要来源，百慕大群岛 80% 以上的居民用水来自雨水收集系统。在非洲肯尼亚的许多地方，联合国开发署和世行的农村供水和卫生项目把雨水存储罐作为项目的一个重要内容。这种技术后来传到博茨瓦纳、纳米比亚、坦桑尼亚等地，带动了非洲雨水集蓄工程的发展。在拉丁美洲的墨西哥和巴西，雨水利用也开展得比较普遍：墨西哥的 Chiapas 高原有较完善的雨水收集系统，由铝制屋顶、梯形地下水池、过滤池、水泵等组成；巴西东北部靠近赤道的半干旱带 Petrolina 地区，在加拿大等国际组织的资助下，帮助贫苦居民修建用铁丝网水泥、预制混凝土板、石灰衬砌和砖砌的储水罐，数量达 2000 多个。

雨水集蓄技术在农业生产上的应用是国际发展的趋势。20 世纪中叶以来，国外兴起了对径流农业 (Runoff Agriculture) 的研究和实践。以色列政府制定了为期 30 年的庞大的径流农业计划，在内盖夫地区建立可持续发展的农业生态系统。联合国有关组织把发展适合当地条件的径流农业技术作为援助非洲的一项重要内容，组织发达国家科技人员在非洲许多地区作了大量试验示范。以色列通过多年努力，重新起用和改进了古代的纳巴泰系统，并被中东、非洲及美洲一些国家的干旱地区竞相效仿。在技术方面还研究了集流面材料及相应的集流效果，提出了设计方法和发展农业的基本技术措施。径流农业是指对降雨产生的径流进行收集、储存和利用，发展农业生产的措施。巴西的 Petrolina 地区进行了利用田间土壤富集雨水的试验和示范，对比试验表明，此种措施可使作物增产 17%~58%。印度对 Andhra Pradesh 地区 8.9 hm^2 的小流域研究认为，修建 6 处由 1 hm^2 集流面、 300 m^3 蓄水池组成的系统，即可为该流域农田提供充足的补充灌溉用水。在印度许多省份，采取修建小型水池、塘坝、谷坊等拦蓄雨水，进行灌溉。在墨西哥，采用淤地坝、谷坊等来收集储存雨水。肯尼亚莱基比亚 (Laikipia) 地区示范项目在年雨量 600 mm 的情况下，资助居民修建容积为 100 m^3 的地下水池，其中 25 m^3 用于家庭生活及牲畜饮水， 75 m^3 用于灌溉庭院，雨水收集面为铁皮屋顶。项目收到很好效果，玉米产量从项目实施前的 120 kg/亩 提高到 180 kg/亩 ，增产 50%。由于粮食的增加和有了水的保证，畜牧业也得到了发展。

修整梯田、台地、水平沟等，可以有效拦截雨水，增加土壤含水量，在中东和北非有

着广泛的应用。该方法是沿着山坡修建浅的沟网，把洪水引入干旱河谷。在河谷中修筑梯田，或者修建小水坝、堰，把土地截成小块，以拦蓄引过来的雨洪。伊朗北部阿塞拜疆省在年降水 250 mm 的条件下，修建水平沟和台地，植树种草，增加植被，取得了一定效果。在布基纳法索试验了一种用植物障碍拦截雨洪的方法，可以增加在障碍前后的土壤含水量，由于植物障碍的透水性，又不致于造成上游被水淹没。

二、雨水集蓄利用工程的组成

所谓雨水集蓄利用工程是指在干旱半干旱及其他缺水地区，将规划区内及周围的降雨进行汇集、存储、以便作为该地区水源加以有效利用的一种微型水利工程。它具有投资小、见效快、适合家庭经济等特点。

雨水集蓄利用工程系统一般由集雨系统、净化系统、存储系统、输水系统、生活用水系统（解决人畜饮水及生活用水）及田间节水系统（解决农田补充灌溉）等部分组成。其系统构成如图 0-1 所示。

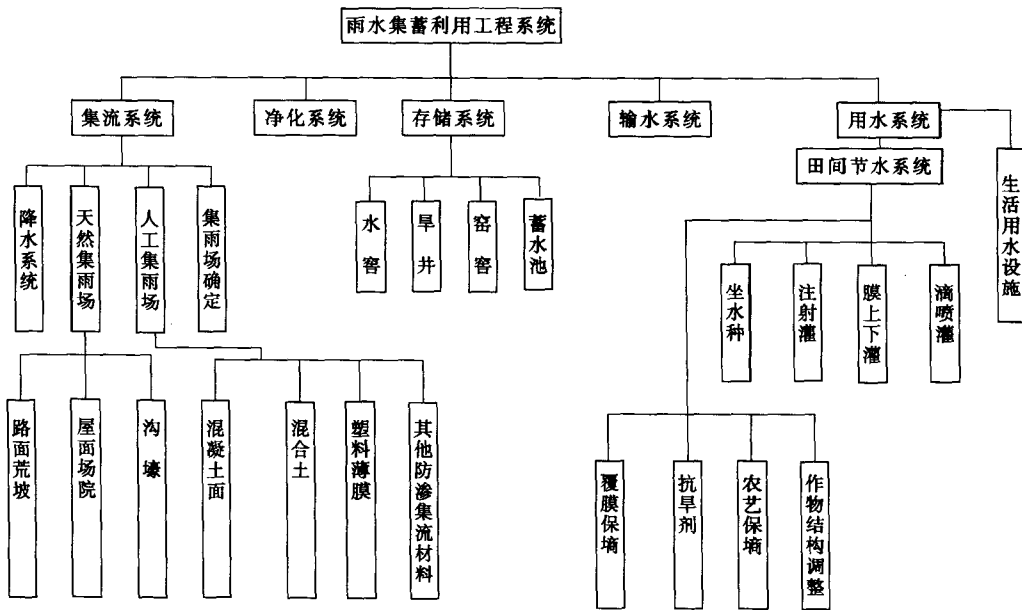


图 0-1 雨水集蓄利用工程系统图

（一）集雨系统

集雨系统主要是指收集雨水的场地，按集雨方式可将集雨场分为自然集雨场和人工集雨场。

自然集雨场主要是利用天然或其他已形成的集流效率高、渗透系数小、适宜就地集流的自然集流面集流。如东南沿海的海岛、石灰岩溶地区的局部地方及村庄、房舍、庭院、道路等可作为集流面集流。

人工集雨场是指无可直接利用场地作为集流场的地方，而为集流专门修建人工场场地。如在华北、西北黄土高原丘陵山区的部分地区需利用专门的田块作为集蓄雨水的场地，将集蓄的雨水供其他田块使用。

人工集流常用的集流防渗材料有混凝土、瓦（水泥瓦、机瓦、青瓦）、塑料薄膜、衬砌片（块）石、天然坡面夯实土等。

（二）输水系统

输水系统是将集雨场的雨水引入沉沙池的输水沟（渠）或管道。

（三）净化系统

在所收集的雨水进入雨水存储系统之前，须经过一定的沉淀过滤处理，以去除雨水中的泥沙等杂质。常用的净化设施有：沉沙池、拦污栅等。

（四）存储系统

存储系统可分为蓄水池（水柜）、水窖、旱井、涝池和塘坝等。

（五）生活用水系统

生活用水系统包括提水设施、高位水池、输水管道、水处理设施等。

（六）田间节水系统

田间节水系统包括节水灌溉系统与农艺节水措施。节水灌溉系统包括首部提水设备、输水管道、田间灌水器。常用的和集水技术配套的田间节水灌溉形式有：坐水种、膜下灌、注射灌、喷滴灌等。为有效提高水的利用效率。除灌溉系统外，还常配有田间农艺节水措施如地膜覆盖、化学制剂的施用、选用抗旱品种等。

我国是一个水资源十分短缺的国家，发展雨水集蓄利用技术对于解决干旱、半干旱地区的生活用水和农业的补充灌溉，促进农业生产，建设生态系统具有十分重要的作用和广阔的应用前景。

我国雨水集蓄利用概况

第一节 我国雨水集蓄利用的发展状况及成效

一、雨水集蓄利用的发展背景

我国西北黄土高原丘陵沟壑区、华北干旱缺水山丘区、西南旱山区，主要涉及 13 个省（市、自治区），742 个县（市），面积约 200 万 km^2 ，人口 2.6 亿。水资源贫乏，区域性、季节性干旱缺水问题严重又不具备修建骨干水利工程的条件，是这些地区的共同特征。

北方黄土高原丘陵沟壑区与干旱缺水山区多年平均降雨量仅为 250~600 mm，且 60% 以上集中在 7~9 月份，与作物需水期严重错位。根据试验资料，该地区的主要作物在 4~6 月份的需水量占全年需水量的 40%~60%，而同期降雨量却只有全年降雨量的 25%~30%。由于特殊的气候、地质和土壤条件，区域内地表和地下水资源都十分缺乏，人均水资源量只有 200~500 m^3 ，是全国人均水资源量最低的地区。“三年两头旱，十种九不收”是当地干旱缺水状况的真实写照。

西南干旱山区尽管年降雨达 800~1200 mm，但 85% 的降雨集中在夏、秋两季，季节性的干旱缺水问题也十分突出。这些地区大部分属喀斯特地貌，土层薄瘠，保水性能极差，雨季降雨大多白白流走；许多地方河谷深切、地下水埋藏深，水资源开发难度大；加之耕地和农民居住分散，不具备修建骨干水利工程的条件，干旱缺水是当地农业和区域经济发展的主要制约因素。

由于缺水，上述地区 3.9 亿亩耕地中，70% 是“望天田”，粮食平均亩产小麦只有 100 kg 左右，玉米只有 150 kg 左右，遇到大旱年份，农作物还要大幅度减产甚至绝收，农业生产水平低下，种植结构与产业结构单一，农村经济发展十分落后。区域内有国家级贫困县 353 个，约占县（市）总数的一半，贫困人口 2350 万，有 3420 万人饮水困难，是全国有名的“老、少、边、穷”地区和扶贫攻坚的重点地区。为了生存，当地群众普遍沿用广种薄收的传统耕作方式，陡坡开荒，盲目扩大种植面积，陷入“越穷越垦，越垦越穷”的恶性循环，区域内 25° 以上的坡耕地面积有 4650 多万亩，有 50% 以上的面积属水土流失面积，生态环境恶劣。

改变这一地区的贫困落后面貌，关键是要解决好水的问题。实践证明，大力发展小、微型雨水集蓄工程，集蓄天然雨水，发展节水灌溉是这些地区农业和区域经济发展的唯一出路，而且这项措施投资少，见效快，便于管理，适合当前上述区域农村经济的发展水平，应该大力推广，全面普及。

二、雨水集蓄利用的发展现状与成效

（一）发展历程

长期以来,上述地区的群众就有集蓄雨水,解决人畜饮水困难的做法。从20世纪80年代末期开始,随着节水灌溉理论、技术、设备的广泛应用,群众将传统的雨水集蓄工程和节水灌溉措施结合起来,实施雨水集蓄利用,发展农业生产,从试点示范到规模发展,大致经历了以下三个阶段:

(1) 试验研究阶段。通过对相关技术的试验研究,论证了雨水集蓄利用工程的可行性和可持续性,提出了雨水集蓄利用的理论与方法,编写了《干旱半干旱地区雨水集蓄利用》、《集水农业的理论与实践》、《半干旱丘陵山区集雨节水灌溉工程试验》等一批实用论文,为雨水集蓄利用工作的开展奠定了理论和技术基础。

(2) 试点示范阶段。甘肃、宁夏、陕西、山西、内蒙、河南、四川等省区在试验研究的基础上,进一步开展试点示范工作,使雨水集蓄利用从单项技术发展为农业综合集成技术;从单一的利用模式走向高效综合利用;从理论探讨、技术攻关走向实用阶段,找出了一条干旱山区农业和社会经济发展的新路子。

(3) 推广应用阶段。1997~1998两年,有关部门联合组织的雨水集蓄利用试点工作带动了西北、西南、华北地区雨水集蓄利用工作的迅速发展,各级政府和广大群众对雨水集蓄利用的认识进一步提高,工程建设开始从零散型向集中连片型发展,“人均半亩到一亩基本农田”、“一园一窖”成为广大群众奋斗的目标。

据不完全统计,到1999年底,西北、西南、华北13个省(区)共修建各类水窖、水池等小、微型蓄水工程464万个,总蓄水量13.5亿 m^3 ;发展灌溉面积2260多万亩,其中节水灌溉工程面积645万亩;解决了约2380多万人、1730多万头牲畜的饮水困难和近1740万人的温饱问题。

雨水集蓄利用的工程模式与技术方法也呈现灵活多样的特点。集流面形式有自然坡面、路面、人工集雨场(碾压场、薄膜、混凝土等),其中西南地区主要依靠天然集流,北方地区采用人工集流场或天然集流场与人工拦截措施相结合;蓄水工程形式北方地区以窖、窖、旱井为主,南方地区以水池、水窖、塘坝为主;节水灌溉的方法有座水种、点浇、管道输水灌溉、滴灌、渗灌、喷灌及精细地面灌等。普遍采用了地膜覆盖及其他综合农业技术措施,有些地区还开始发展设施种植、养殖业。

总结各地雨水集蓄利用的发展情况,主要有以下几方面经验和做法:一是领导重视。很多地方都成立了由主要领导挂帅的专门组织机构,负责项目组织实施,保证工作的正常开展。二是政策扶持。如改革体制,明晰产权,实行“谁建、谁有、谁管、谁用”,多干多补、少干少补、先贷后补、先干后补的政策。三是多方筹资。将扶贫和农业综合开发、水利、水土保持等多项资金统筹安排,向雨水集蓄利用工程倾斜;向农民提供“小额信贷”;鼓励私营企业主或个人通过投资兴建雨水集蓄利用工程进行土地开发等。四是严格管理。许多省(区)都制定了相应的规范、规程和管理办法,对雨水集蓄利用工程的发展起到了良好的保障作用。

(二) 取得的成效

(1) 解决了干旱缺水山区的基本生存问题。集雨工程的建设有效地解决了缺水地区分散农户的人畜饮水问题和贫困农户的温饱问题,以一方水土,养活了一方人。甘肃省通过“121”雨水集流工程,在不到两年的时间里,解决了130万人、118万头牲畜的饮水困难。

广西河池地区过去只能种一茬玉米，亩产 150 kg，温饱难以解决。现在有了水柜灌溉，可以种一茬玉米，一茬中（晚）稻，产量可达 700~800 kg，实现了温饱有余。

(2) 为农村产业结构调整、农民增收和山区经济发展创造了有利条件。雨水集蓄利用工程的实施，使当地农业种植结构从传统、单一的粮食种植向粮、果、菜、花等综合发展；农村产业结构从单一的种植业，向农、林、牧、副、渔业全面发展。西南地区的“池中养鱼，池边养鸭，池水灌溉，一水多用”；西北、华北地区的“要想富，塬边地头修水库”等模式，成为农民增收和致富的主要途径。云南大理州南涧县山区面积占 99.3%，从 1992 年开始到 1997 年，共建水窖 28816 个，1997 年粮食播种面积减少了 40%，粮食总产反比 1993 年增加 33.6%，腾出耕地发展烤烟，来自烤烟的人均毛收入 800 多元，1997 年的财政收入是 1993 年的 4.5 倍，贫困人口大幅度下降，经济实力大大增强。

(3) 促进了社会稳定、民族团结和农村精神文明建设。雨水集蓄利用工作的开展，密切了党群、干群关系，减少了用水纠纷，稳定了社会秩序，广大群众称之为“爱民工程”、“富民工程”。内蒙古凉城县六棋窑村，原有 42 户人家，因缺水外迁，仅剩下 8 户。修建集雨工程后，由于生活条件得到改善，已有农户开始回迁。雨水集蓄利用发展区内，聚居着 40 多个少数民族，人口总数达 4200 万，约占全国少数民族人口总数的 40%。雨水集蓄利用工程的建设促进了少数民族地区的经济发展，增进了民族团结。此外，通过房前、屋后集雨工程的建设，农村卫生状况得到很大改善，有力地促进了农村精神文明建设。

(4) 对保持水土和改善生态环境发挥了重要的作用。雨水集蓄利用使农作物单产有了较大提高，传统的广种薄收开始让位于精耕细作，部分地区出现了退耕还林、还草的现象。过去荒山、荒坡没人管，绿化不好搞。现在有了水，群众争着承包荒山荒坡，栽种优质水果，不仅收入可观，还有效地促进了水保、绿化工作的开展。这对于减少水土流失、建设生态农业和保护环境，都具有十分重要的意义。

(5) 有利于加快西部地区发展。雨水集蓄利用工程的实施，带动了西部山区农村产业结构的调整以及农村经济的发展，这对于加快西部地区的发展步伐，实现我国跨世纪的宏伟目标具有重要的现实意义。

三、问题与对策措施

(一) 存在的问题

尽管雨水集蓄利用技术得到了一定的发展，但仍存在着许多问题需要进一步解决，概括起来这些问题包括以下几个方面：

(1) 认识问题。一些地区的干部和群众对雨水集蓄利用认识不全面，或认为雨水集蓄利用可以代替一切，无所不能；或认为雨水集蓄利用小打小闹，成不了大气候，不值得花大力气。客观地看，雨水集蓄利用是在特殊季节、特定自然环境条件下，发挥特殊作用的小、微型水利工程，是对大中型水利工程的有效补充。在地面水和地下水都十分缺乏、骨干水利工程覆盖不到的地区，这些“小微水”可以发挥大作用。

(2) 投入不足。发展雨水集蓄利用的地区多为贫困山区，地方财力与群众自筹能力均十分有限。近几年的雨水集蓄利用工作取得了良好的效果，各级政府和广大群众对发展雨水集蓄利用的愿望十分强烈。按照贫困地区“人均半亩到一亩基本农田”的远景目标，还需要发展雨水集蓄利用面积 4600 多万亩，需求很大。但由于资金限制，目前每年能发展的

雨水集蓄利用面积不足 300 万亩。投入不足，是制约雨水集蓄利用发展速度的主要原因。

(3) 技术与管理问题。由于技术指导和服务力度不够，部分雨水集蓄利用工程的规划布局不尽合理，影响了工程效益的充分发挥。另外雨水集蓄利用工程的规划、设计、建设与管理还缺乏统一的标准、规范。

雨水集蓄利用工程的配套措施也有待进一步提高。有些地区只注重蓄水工程建设，忽略了雨水汇集措施和沉沙过滤设施的配套建设。有的地区田间节水综合措施不完善，没有充分引导农民将集雨与节水灌溉、节水增产农艺措施及种植业和养殖业的发展结合起来。有些地区重建设，轻管理，不利于充分发挥有限水资源的利用效率。集雨工程虽然为缺水地区解决生存和区域经济发展创造了重要的基础条件，但它仅仅是脱贫致富奔小康这一系统工程中的重要一环，它必须与当地农、林、牧、副、渔业的可持续发展、农民的增产和增收措施相结合，才能显示出其强大的生命力。

(二) 对策措施

(1) 因地制宜，科学规划。搞好雨水集蓄利用工作一个非常重要的方面就是要因地制宜，根据各地降雨、土壤、地形和经济发展水平，科学地制定工程发展规划，合理布局，因地制宜地选择适合当地情况的工程模式与节水灌溉方法，防止出现“行政命令”，“一轰而上”，“一刀切”的现象，确保工程质量和效益。为此，编制了各地雨水集蓄利用工程发展规划和全国汇总规划。在规划具体实施过程中，还应对工程建设实施严格的项目管理，组织有关专家，对具体项目的规划设计和技术方案进行严格的技术审查，确保前期工作的质量。

(2) 广泛筹资，加大投入力度。实现所提出的规划目标，任务艰巨，需要大量的资金投入。为此，各地应坚持地方和群众自筹为主，国家补助为辅的指导方针。总的来讲，国家的投入是政策性的，主要起引导和鼓励的作用。各地应充分调动群众投资、投劳的积极性，鼓励个人、私营企业和社会各界投资兴建雨水集蓄利用工程。

发展雨水集蓄利用的地区多为贫困山区，地方财力与群众自筹能力均十分有限，国家应加大投入力度，安排专项资金扶持这类地区大力开展雨水集蓄利用工程建设；同时，国家现行的扶贫、农业综合开发等各项资金也应向这方面倾斜；根据近几年各地经验，国家可以每年安排一批“小额贷款”，鼓励群众自力更生开展雨水集蓄利用工程建设。

(3) 加强技术指导，提高科技含量。为保证雨水集蓄利用工作的健康发展，需做好如下几方面的工作：

1) 制定全国的雨水集蓄利用技术规范，加强人员的培训与技术交流，指导各地雨水集蓄利用的规范化、科学化发展。

2) 通过宣传教育，典型示范，制定相关政策，加大推广力度，引导农民将雨水集蓄工程与节水灌溉技术、先进的农艺措施相结合，提高水分的利用效率。

3) 加强新材料的研制及推广应用，降低建设成本，延长工程寿命。

4) 进一步加强雨水集蓄利用的科学研究，提供必要的经费支持。

(4) 严格管理，确保工程质量与效益。在资金管理上，结合各地的实际情况，制定相应的“雨水集蓄利用工程资金使用管理办法”，积极完善和推行以奖代补、以物代补等形式，保证专款专用，提高资金的使用效率。

在工程建设与管理上, 各级主管部门应加强技术监督与指导, 搞好工程项目管理, 实行技术经济责任制和项目责任制, 统一组织验收, 确保工程质量。对已建工程, 加强运行管理, 搞好水质的保护。

(5) 深化改革, 建立良性运行机制。雨水集蓄利用工程属小、微型水利工程, 基本以农户为单位, 各地应按照社会主义市场经济体制的要求, 深化改革, 建立起产权明晰、权责分明的管理体制和良性运行机制。工程验收后, 地方政府要采取措施, 尽快确权到户, 并核发产权证, 充分调动广大群众的积极性, 形成群众自主利用、自行维护管理的良好局面。

(6) 加强领导, 形成合力。雨水集蓄利用区各级政府应将雨水集蓄利用纳入区域经济社会可持续发展的系统工程, 作为本地区的一项基本建设工作来抓, 加强领导, 充分调动各有关部门的积极性, 明确分工, 协调配合, 落实各种形式的管理责任制和目标责任制。有关部门应加强雨水集蓄利用工程建设的组织与管理, 从资金、技术各方面保证项目的顺利实施, 使工程发挥最大效益。

第二节 雨水集蓄利用的区域发展状况

一、西北地区雨水集蓄利用发展状况

(一) 雨水集蓄利用工程建设背景

陕、甘、宁三省(区)黄土高原沟壑区共涉及 93 县(市) 3800 万人, 其国家和省级贫困县 85 个, 贫困人口 708 万。

黄土高原沟壑区自然条件十分严酷, 年降水量 250~550 mm, 分布不均, 60%集中在 7、8、9 三个月。由于黄土高原黄土层垂直裂隙多, 竖向渗透性强, 雨水降到地面之后, 迅速被充满垂直裂隙的黄土层所吸收而后再在干燥空气中蒸发, 降水很难形成径流, 即使有部分降雨入渗转化为径流, 也因含盐量高, 而不能利用, 该地区几乎没有可用的地表水。由于黄土高原地下不太深的地方存在厚厚的不透水层, 该特殊地质构造, 使该区地下水十分缺乏。既无地表水, 也无地下水, 极度缺水是该地区基本特征。据统计, 该地区人均水资源量只有 200~400 m³, 是全国人均水资源量最低的地区。

“三年二头旱, 十种九不收”是当地干旱缺水情况的真实写照。据记载自隋朝以来的 1400 年间, 发生旱灾 600 多次, 平均二年一次。1949~1996 年的 47 年间发生旱灾 38 次, 平均十年九旱。干旱缺水使这一地区粮食生产低而不稳, 到 20 世纪 90 年代中期, 该地区粮食平均亩产只有 50~150 kg 左右, 不到全国平均水平的一半, 遇到大旱年份农作物大幅度减产甚至绝收。1995 年甘肃遇到相当于 60 年一遇干旱, 黄土高原沟壑区粮食亩产不足 100 kg, 不少农田绝收。干旱缺水使该地区农业种植结构十分单一, 该地区经济作物很少, 商品经济不发达。1996 年底, 不少县(市)农民纯收入 700~800 元, 还有不少农民年均纯收入在 500 元以下, 没有解决脱贫问题, 该地区是全国最贫困地区之一。

干旱缺水是该地区贫困的根本原因, 如何解决缺水问题, 是当地干部群众苦苦思索和研究的热点, 也是社会各界关注的焦点。20 世纪 90 年代以来, 西北地区水利科技人员, 努力探索解决该地区缺水的办法。在对该地区地表水、地下水及空间水总体情况进行整体分析之后, 认为: 该地区地表水、地下水以及空间水虽然奇缺, 但还是有潜力可挖, 特别是空间

水(即降水)。尽管降水只有 200~550 mm,但人均耕地 3~7 亩,如果把降雨全部蓄起来,人均拥有水量 450~2310 m³ 是一个不小的数字。把降雨用好了,就能有效改善生存环境和生产条件,在反复实践以及认真总结广大群众与干旱抗争,求生存,求发展的实践经验基础上,90 年代初,提出了雨水集蓄利用的设想,并进行试点示范,取得显著成效,为黄土高原百姓生存和发展创出了一条新路。在政府支持下,雨水集蓄利用迅速在西北地区开展起来。到 1998 年底三省(区)共投入 13 亿元,打水窖 133 万眼,窖体容积达 5700 万 m³,发展节灌面积 65 万亩,解决了 83 万人和 68 万头牲畜的饮水困难。

(二) 雨水集蓄利用的发展历程

所谓雨水集蓄利用就是通过打水窖、筑集水场、修引水沟等工程措施,拦蓄夏秋之水,再用节水灌溉方式灌春天的耕地。雨水集蓄利用是群众打水窖解决人畜饮水困难的基础上发展起来的。西北黄土高原沟壑区不少地方,多年以来就有通过修水窖,集蓄雨水解决人畜饮水困难的做法,受这种蓄水方式的启发,近几年来,特别是在节水灌溉理论、技术、设备广泛推广应用之后,雨水集蓄利用工作逐步发展并形成规模。其发展大致经历了以下三个阶段:

第一阶段为 1992 年以前。主要是对雨水集蓄利用相关技术进行试验研究,论证雨水集蓄利用工程的可行性和可持续性,建立雨水集蓄利用理论体系。《干旱地区雨水集蓄利用》、《干旱区雨水资源研究》等一大批成果通过鉴定,从根本上突破了干旱缺水地区无法解决干旱缺水问题的传统观念,找到了一条实现可靠的兴水治旱的新路子,为雨水集蓄利用开展奠定了理论基础。

第二阶段为 1992~1996 年。这一阶段主要是开展雨水集蓄利用技术的试点示范工作。甘肃省定西、天水、平凉等 10 个地区(市),宁夏南部地区 10 个县以及陕北等地都开展了相应的试点,示范项目达 10 多万个。通过大范围试点示范,使雨水集蓄利用工作,从单项集雨技术变成农业综合集成技术;从传统集雨利用走向高效利用;从理论探讨、技术攻关走向实用阶段,从零星试点示范变成规模发展,雨水集蓄利用工作开始全面展开。

第三阶段是从 1996 年以后。在经历了 1995 年的特大干旱以后,有没有水窖的农户形成鲜明对照,使广大群众对雨水集蓄利用认识更加深刻,加上政府的扶持,一定规模的雨水集蓄利用工程建设已经开始,“人均一窖,人均半亩基本农田”、“一园一窖”已成为农民群众普遍奋斗目标。

(三) 雨水集蓄利用工程的效益

对于雨水集蓄利用效益农民感受最深,在调查中,不少农民告诉我们“要致富,田边地头修水库(窖)”、“雨水集蓄利用是党和政府给我们办的大好事”、“水窖是个宝,安居乐业离不了”,我们所走访的农民对集雨工程都给予充分肯定。的确,发展雨水集蓄利用工程,解决了干旱缺水地区群众生产、生活中许多问题,促进了农村经济发展与精神文明建设,改善了黄土地的生态环境,稳定了农村社会秩序,对促进我国西北地区农业持续高效发展具有十分重要的现实意义。其效益具体体现在以下几个方面:

(1) 有效地解决了农村饮水困难。西北黄土高原干旱与半干旱区的人畜饮水困难,曾长期困扰着当地各级政府和群众。过去一遇干旱,就要远距离运水来解决人畜饮水。不仅水价昂贵,而且用水纠纷不断,定西地区就曾出现过争水抢水的现象。实施集雨工程以后,

广大群众修了水窖，利用房屋院落作为集雨场地，通过一些净化措施，将降水引至水窖中，储蓄起来，以供平日生活之用，较好地解决了人畜饮水问题。一般来说，若一户拥有 60 m^3 的水窖（一眼 60 m^3 的窖或是 2 眼 30 m^3 的窖），则可稳定解决饮水困难。宁夏、甘肃省已通过发展水窖解决 180 多万人饮水困难。就是遇到 1998 年这样百年大旱，群众饮水没有发生大问题，社会安定。

(2) 较好地解决了温饱问题。据我们了解，黄土高原沟壑区人均耕地 3~7 亩不等，但大多是望天田，作物受天时节左右，雨水决定丰歉，作物产量低而不稳，亩产粮食一般 50 kg 左右，好的也只有 100 多 kg ，遇到大旱之年，粮食欠收，吃饭也成问题。由于雨水集蓄利用工程建设，利用所蓄集的雨水进行补充灌溉，从而解决了农作物的“卡脖子旱”问题，可使粮食亩产稳产在 400 kg 左右，效果很明显。一般来说，一眼 50 m^3 的水窖，加上节水灌溉方式和科学用水，可以使 2 亩农田稳产，稳定解决一家三口吃饭问题。陕、甘、宁三省（区）通过雨水集蓄利用已使 550 万人解决了温饱问题。

(3) 改善了群众的饮食结构。随着雨水集蓄利用的发展，水源有了保证，更多的农民利用房前屋后空地种上多种新鲜蔬菜，不仅能自给，而且还有余。据调查的农户中 70% 以上，都有菜地果园，果菜长势良好。群众普遍反映“果菜比以前丰富多了，雨水集蓄利用让我们长了口福”。雨水集蓄利用的发展，物产丰富起来，当地百姓饮食结构已悄悄地发生了变化，“从一年四季吃土豆变成一年四季啥都有”，群众身体素质也在逐步提高。

(4) 为农民增收创造了条件。黄土高原地区许多本应是优质果菜生产基地，由于缺水，这种潜力一直没有发挥出来。实行雨水集蓄利用以后，果菜等经济作物种植面积不断增加，经济效益明显提高。农民收入随果菜数量增加和品质提高，每年以 15% 速度增加，有的地方农民增收速度更大。陕西富县、甘肃安县等准备大规模发展果树，争取三至五年果树种植面积 30 万亩以上，使农民年均收入增加 300~500 元。

(5) 带动了农村精神文明建设。据对甘肃、宁夏、陕西三省（区）的十多个村，近三十户人家的调查表明：为了提高蓄集雨水的水质，许多农户改掉了不良习惯，猪、牛、羊实行了圈养，家庭院落打扫得干干净净，屋内摆设也很讲究，柴草堆放整齐。不少村民说：“这样的卫生条件是历史上没有的”，雨水集蓄利用改变了一些农村脏、乱、差的局面，促进了农村精神文明建设。

(6) 有效地保持了水土。由于雨水集蓄利用工程的建设，特别是配合小流域综合治理的雨水集蓄利用工程，对促进当地的生态环境走向良性循环具有不可替代的作用。由于雨水集蓄利用工程有效地拦蓄了当地（尤其是坡地）的地表径流，水土流失明显减少，许多地方已出现郁郁葱葱的景象。

(7) 为控制乱开乱垦，退耕还林还草创造了条件。由于雨水集蓄利用工程的建设，并配合当地的梯田建设，使粮食单产出现相当幅度的提高，有效遏制了越贫越垦、越垦越贫等乱开乱垦现象，农民不再广种薄收。这也为再造“山川秀美”的西北提供的一条可行之路。陕西志丹县的湫家沟通过发展雨水集蓄利用，不少农民在政府的支持下已实行退耕还林还草，局部地区已绿草如茵。

(四) 加强雨水集蓄利用工作的做法

雨水集蓄利用在西北地区之所以能很快发展起来，究其原因，主要有以下几点：

(1) 加强组织领导。陕、甘、宁三省(区)各级领导对雨水集蓄利用工作很重视,各级政府从组织措施上对雨水集蓄利用的示范推广及大面积建设提供了必要的保证。甘肃省成立了以主管副省长、水利厅主管副厅长为正副指挥的雨水集蓄利用工程指挥部,各地(州、市)、县也成立了相应的领导班子,负责对项目组织领导,保证此项工作的正常开展。宁夏回族自治区则由水利厅牵头,区计委、财政厅、扶贫办、农业厅、科委等部门密切配合,齐心协力抓好此项工作。三省(区)各级水利部门建立了省(区)、地、县、乡四级技术推广网络体系,负责对此项工作技术指导,总之,在组织措施上,各省(区)的制度健全,方法得力,成效显著。

(2) 资金上给予扶持。按照群众自力更生为主,政府扶持为辅的原则,三省(区)加大对雨水集蓄利用扶持力度。在财政十分困难情况下,截至1998年底,三省(区)共筹集资金13亿元,用于雨水集蓄利用,共建成水窖133万眼,蓄水容积5700万 m^3 。

三省(区)对雨水集蓄利用采取不同的补助标准,陕西规定农民发展雨水集蓄利用工程每眼窖补助600元,甘肃省规定每眼窖补助200~400元,宁夏每眼窖补助800元。为保证补助资金真正用在工程建设上,三省都采取以物代资的补助办法,对农户只放水泥、灌排设备等实物,不拨资金,农民只见实物,不见钱。对于发展雨水集蓄利用所用的水泥、灌排设备等实物政府采取统一采购办法,保证了雨水集蓄利用资金专款专用。

(3) 制定了一整套办法,加强了项目管理。为加强对雨水集蓄利用工程的管理,各省(区)都制定了一套办法,甘肃省、宁夏回族自治区分别于1997年和1998年颁布了雨水集蓄利用工程技术标准。甘肃省于1997年还制定了《雨水集蓄利用工程建设管理办法》、《雨水集蓄利用工程资金使用管理办法》,陕西制定了《施工技术指南》、《竣工验收办法》、《工程管护办法》等。这些规范性文件对开展雨水集蓄利用工程的发展起到了良好的保障作用。

(4) 用政策调动群众积极性。一是结合农村经济体制改革,明确了雨水集蓄利用工程“谁建、谁有、谁管、谁用”的政策,允许继承转让,有的还颁发产权证,鼓励农民在房前屋后和承包地里建窖蓄水,发展生产;二是实行多干多补、少干少补的政策。群众积极性高、工程建得多的乡村,补助多;群众积极性不高的乡村补助就少。三是先贷后补、先干后补。工程竣工通过验收后,补助才到位。

(5) 加强宣传。各省(区)均充分利用省、地、县三级的电视、广播、报刊等各种宣传媒体,大力宣传雨水集蓄利用工程的必要性和技术特点等,使广大农民充分认识到雨水集蓄利用工程的重要性。各种雨水集蓄利用示范点又使群众看到雨水集蓄利用的效益,积极性空前高涨。

(五) 雨水集蓄利用工作中存在的问题

经过10多年的发展,陕、甘、宁三省(区)集雨工程,从理论和实践相结合的基础上总结出了一套可实际操作的模式,这些都为今后的发展打下了良好的基础。但雨水集蓄利用的发展还存在以下几个方面的问题:

(1) 技术服务力度不够。由于雨水集蓄利用工作面广量大,加上前期工作经费缺乏,技术指导和服务力度明显不够,有的地方水窖布局及窖址选择由群众根据自己的经验和喜好而定,雨水集蓄利用无统一规划;有的地方缺少技术人员指导,施工中出现一些问题,轻则窖体漏水,重则窖体坍塌。