

黄土高原沟壑区 集雨节水灌溉技术

李怀有 赵安成 郭永乐 编著



黄河水利出版社

黄土高原沟壑区集雨节水灌溉技术

李怀有 赵安成 郭永乐 编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书针对黄土高原沟壑区自然区域特征,以实现雨水资源化的集雨节水灌溉技术为主题,系统地论述和介绍了各种雨水集蓄工程及节水灌溉工程的规划设计、设备选择、施工安装、管理养护技术,管理节水与农艺节水措施,技术经济分析评价方法。可供半干旱缺水地区农、林、水利、果树等专业技术人员参阅、使用,也可作为有关大专院校师生的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

黄土高原沟壑区集雨节水灌溉技术/李怀有, 赵安成,
郭永乐编著. —郑州: 黄河水利出版社, 2002. 8

ISBN 7-80621-578-6

I. 黄… II. ①李…②赵…③郭… III. ①黄土
高原—降水—蓄水—灌溉—技术②黄土高原—节约用水—
灌溉—技术 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 042509 号

出 版 社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话及传真: 0371-6022620

E-mail: yrcp@public2.zz.ha.cn

承印单位: 黄委会设计院印刷厂

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 18.5

字数: 446 千字

印数: 1—1 500

版次: 2002 年 8 月第 1 版

印次: 2002 年 8 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-80621-578-6/S·43

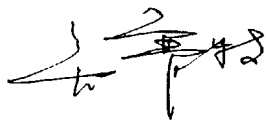
定价: 40.00 元

序

干旱缺水与水土流失并存是制约黄土高原干旱半干旱地区经济社会可持续发展的首要限制因子。特殊的点棱接触支架式多孔结构造就了其土壤固有的微弱抗冲性,通过地表径流的有效调控和高效利用,不仅可以大大降低径流冲刷作用、减缓水土流失,还可以达到缓解区域干旱缺水的严峻局面。因此,雨水资源化已经成为该地区水土保持生态环境建设、农业可持续发展,乃至区域经济可持续发展的重要措施之一。

黄河水土保持西峰治理监督局编写的《黄土高原沟壑区集雨节水灌溉技术》一书,结合黄土高原沟壑区的自然、区域特征,以实现雨水资源化的集雨节水灌溉技术为主题,较为系统、翔实地介绍了雨水集蓄工程规划、集雨场、集雨材料的选择与规划设计方法,工程的施工、管护与配套技术,集雨节水灌溉常用的微灌技术、管理节水技术、农艺节水技术等,以及集雨节水灌溉工程的技术经济分析。该书内容翔实,深入浅出,实用性强,颇具特色,对黄土高原沟壑区雨水利用工程的设计、施工、管理等具有现实指导作用。相信该书的出版,对推动黄土高原沟壑区雨水资源化技术的推广应用,发展集雨灌溉技术,普及节水科学知识都具有重要的现实意义,也对黄土高原水土保持生态环境建设具有一定的指导与借鉴作用。

国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心主任、博士



2002年3月

前 言

我国是一个水资源十分短缺的国家,被联合国列为世界 13 个贫水国之一,人均水资源量 $2\,200\text{m}^3$,相当于世界人均水平的 $1/4$ 。全国年均缺水量 300 亿~400 亿 m^3 。在一般年份,农田受旱面积达 667 万~2 000 万 hm^2 ,因旱减收粮食 200 亿~300 亿 kg。在农村还有 2 400 多万人和 2.5 亿头牲畜饮水困难。干旱缺水已日益成为影响我国国民经济和社会发展的全局性重大问题。

黄土高原沟壑区地处我国西部地区的黄土高原腹地,当地人民在同干旱作长期斗争的过程中,创造了许多经济实用的集雨蓄水技术,如修水窖、涝池、塘坝等,取得了较好的效果。由于受当时生产力水平和技术条件的限制,多数蓄水工程只以解决人畜饮水为主,农业生产仍未摆脱干旱的困扰。20 世纪 80 年代以来,针对日趋严重的干旱形势,黄土高原沟壑区所在的甘肃、宁夏、陕西、山西等省(区)相继开展了以集雨节灌为主要内容的工程建设,集雨节水灌溉事业得到了较快的发展,如甘肃省实施的“121”雨水集流工程,宁夏自治区实施的“窖水蓄流”工程,陕西省实施的“甘露”工程以及山西省实施的雨水集蓄工程,等等,都对推动该区集雨节灌事业的发展起到了十分重要的作用。

编者结合个人多年从事集雨节灌科研的实践,在对黄土高原沟壑区集雨节灌工程建设的经验和科研成果进行系统总结的基础上,编著了《黄土高原沟壑区集雨节水灌溉技术》一书。本书着重介绍了雨水收集、集水存蓄、工程节水、管理节水、农艺节水以及集雨节灌技术经济分析等内容,可作为黄土高原沟壑区集雨节水灌溉工程建设的培训教材和参考书。

参加本书编著的有李怀有(第二、三、四、七、八、十一、十二、十四、十五章及附录)、赵安成(第一、五、六、九、十、十三章)、郭永乐(第十六、十七、十八章)。本书由李怀有任主编,并负责全书的统稿工作。

本书得到了黄河上中游管理局科研基金项目“高原沟壑区果园集雨节水灌溉技术示范与研究”的资助。国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心主任吴普特博士为本书作序,并对本书提出了许多宝贵的意见。在本书编著过程中,黄河水土保持西峰治理监督局张志萍工程师绘制了书中插图,并参与了高原沟壑区降雨资料部分计算工作,附图中底图由闫剑工程师绘制,等值线图由吴永红工程师利用计算机绘制。另外,在成书过程中还得到了黄河水利委员会水土保持局朱小勇工程师等有关单位的大力支持。在此,一并表示感谢!

由于试验研究资料 and 我们的水平所限,书中缺点和疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 1 月

目 录

序
前 言

吴普特

第一编 雨水集蓄工程

第一章 概 述	(1)
第一节 雨水集蓄工程的组成	(1)
第二节 雨水集蓄的历史、现状、存在问题与展望	(3)
第二章 雨水集蓄工程规划	(5)
第一节 雨水集蓄工程规划的任务和原则	(5)
第二节 基本资料的收集	(5)
第三节 雨水集蓄工程规划	(6)
第三章 集雨场工程	(15)
第一节 集雨面材料选择	(15)
第二节 集雨场设计	(15)
第三节 集雨场的施工与管护	(18)
第四章 蓄水工程	(19)
第一节 蓄水工程的选址和类型	(19)
第二节 容积设计	(20)
第三节 结构设计和工程量计算	(23)
第四节 水窖和蓄水池的管护	(32)
第五节 蓄水工程的配套设施	(34)

第二编 节水灌溉工程

第五章 概 述	(38)
第一节 微灌工程的种类与优缺点	(38)
第二节 微灌系统的组成和分类	(39)
第三节 微灌发展概况、趋势和前景	(40)
第六章 微灌设备	(41)
第一节 灌水器	(41)
第二节 管道与连接件	(55)
第三节 控制、量测与保护装置	(60)
第四节 过滤设备	(63)
第五节 施肥施药装置	(67)
第七章 微灌工程规划	(69)

第一节	微灌工程规划的任务与原则	(69)
第二节	水利计算	(70)
第三节	微灌工程的总体布置	(72)
第八章	微灌工程设计	(73)
第一节	有关设计参数的确定	(73)
第二节	设计灌溉制度	(79)
第三节	微灌系统的工作制度	(81)
第四节	系统流量计算	(82)
第五节	管道水力计算	(83)
第六节	支、毛管设计	(93)
第七节	干管及首部枢纽设计	(94)
第九章	微灌系统水质处理	(97)
第一节	灌水器和过滤器堵塞的原因	(97)
第二节	微灌水质标准	(98)
第三节	水的过滤处理	(100)
第四节	水的化学处理	(101)
第十章	微灌施肥	(106)
第一节	微灌施肥的特点	(106)
第二节	微灌施肥技术	(106)
第十一章	典型微灌系统	(110)
第一节	集雨微灌系统	(110)
第二节	燕山滴灌系统	(111)
第三节	绿源微灌系统	(112)
第四节	莱塑微灌系统	(113)
第五节	润地滴渗兼用灌溉系统	(114)
第六节	华源渗灌系统	(115)
第七节	重力滴灌系统	(116)
第八节	格润微灌系统	(116)
第九节	环能软管微灌系统	(117)
第十节	多功能微灌系统	(119)
第十一节	涌泉灌微灌系统	(120)
第十二节	注水灌溉系统	(123)
第十三节	微灌与管道施药复合系统	(125)
第十四节	脉冲式微灌系统	(128)
第十二章	微灌工程的施工与安装	(131)
第一节	施工安装要求及准备	(131)
第二节	设备选择与工程设施	(132)
第三节	微灌工程施工	(134)
第四节	设备安装	(136)

第五节	管道冲洗和系统试运行·····	(138)
第六节	微灌工程验收·····	(139)
第十三章	微灌工程的管理·····	(140)
第一节	组织管理·····	(140)
第二节	用水管理·····	(141)
第三节	工程运行管理·····	(142)
第四节	维修与保养·····	(149)
第十四章	低压管道输水灌溉工程·····	(151)
第一节	概述·····	(151)
第二节	低压管灌的规划·····	(152)
第三节	低压管灌的设计·····	(155)
第四节	施工图绘制和工程预算编制·····	(159)
第五节	水泵和附属设备的选型与配套·····	(159)
第六节	管材及其连接·····	(161)
第七节	低压管灌工程施工·····	(170)
第八节	试水回填与竣工验收·····	(172)
第九节	低压管灌工程的运行管理·····	(173)

第三编 管理节水与农艺节水措施

第十五章	管理节水措施·····	(175)
第一节	管理节水措施的分类和主要特点·····	(175)
第二节	主要管理节水措施·····	(176)
第三节	旱作物需水量测定和灌溉制度试验·····	(179)
第四节	苹果园需水量与灌溉制度·····	(181)
第五节	梨园需水量与灌溉制度·····	(183)
第六节	葡萄园需水量与灌溉制度·····	(184)
第七节	石榴园需水量与灌溉制度·····	(185)
第八节	棉花膜下滴灌需水量与灌溉制度·····	(186)
第九节	温室鲜切花灌溉制度·····	(187)
第十六章	农艺节水措施·····	(190)
第一节	农艺节水措施的分类和主要特点·····	(190)
第二节	农艺节水措施节水作用的分析·····	(191)
第三节	覆盖保墒措施·····	(193)
第四节	化学保墒措施·····	(197)
第五节	化学调控措施·····	(199)

第四编 集雨节水灌溉工程的技术经济分析

第十七章	雨水集蓄工程的技术经济分析·····	(201)
第一节	工程费用的计算·····	(201)

第二节	工程效益的计算	(203)
第三节	经济分析	(205)
第十八章	节水灌溉工程的技术经济分析	(208)
第一节	工程费用的计算	(208)
第二节	节水灌溉工程效益的计算	(211)
第三节	节水灌溉技术经济指标计算	(216)
第四节	财务评价	(217)
第五节	国民经济评价	(221)
第六节	不确定性分析	(223)

附 录

附表

附表 A	集雨节水灌溉工程有关水质标准	(225)
附表 B	皮尔逊Ⅲ型频率曲线的模比系数 K_p 值	(229)
附表 C	高塬沟壑区降水、降雨和社会经济情况有关资料统计	(238)
附表 D	混凝土、水泥砂浆材料配合比参考资料	(244)
附表 E	常用肥料的性质及使用	(246)
附表 F	常用农药能否混合使用一览	(250)
附表 G	常用水泵代表符号及有关参数	(251)
附表 H	微灌常用电动机、柴油机技术数据	(258)
附表 I	集雨节灌工程常用单位换算及风力等级	(261)
附表 J	投资年金现值终值	(263)
附表 K	微灌和低压管灌设备生产服务单位一览	(267)

附图

附图 1	黄土高塬沟壑区区域图	(273)
附图 2	黄土高塬沟壑区多年平均降水量等值线图	(274)
附图 3	黄土高塬沟壑区多年平均降雨量等值线图	(275)
附图 4	黄土高塬沟壑区多年平均有效降水量等值线图	(276)
附图 5	黄土高塬沟壑区果树生育期降水量等值线图	(277)
附图 6	黄土高塬沟壑区果树生育期有效降水量等值线图	(278)
附图 7	黄土高塬沟壑区保证率 50% 全年降雨量等值线图	(279)
附图 8	黄土高塬沟壑区保证率 75% 全年降雨量等值线图	(280)
附图 9	黄土高塬沟壑区保证率 95% 全年降雨量等值线图	(281)
附图 10	黄土高塬沟壑区多年平均有效降水量离差系数等值线图	(282)
附图 11	黄土高塬沟壑区多年平均有效降雨量离差系数等值线图	(283)

参考文献	(284)
------	-------

第一编 雨水集蓄工程

第一章 概 述

雨水集蓄技术就是收集、导引雨水径流,并把它蓄存起来的技术。雨水集蓄的试验研究最早的报道见于1929年,当时澳大利亚的A.S.Kenyon工程师用 $2\,415.5\text{m}^2$ 的白铁皮收集雨水,并把它输送蓄存到一个 409.14m^3 的带盖的蓄水池中,当地年平均降水量 304.8mm 。此后,雨水集蓄的试验研究工作在世界各地相继展开。

在集水面的处理、径流导引方面,国外主要采用植被管理、地表处理和化学处理三种方法。在雨水收集方法上,主要有微型集水区雨水收集系统和径流农业雨水收集系统。雨水蓄存主要采用蓄水池形式。

在黄土高原沟壑区,雨水集蓄已有悠久的历史并继续得到发展。不过,雨水集蓄的试验研究工作起步较晚,而且很少有人将雨水集蓄作为一个系统来研究。

在陇东黄土高原沟壑区,甘肃省水利科学研究所用了5年时间(1988~1992年)作了大量的天然降雨试验,并利用黄河水利委员会西峰水保站的人工降雨基地作了大量的人工降雨试验。试验研究了在几种不同材料制成的集水面上,不同雨量分级、不同雨强分级的降雨集水效率,并从技术、材料、经济的角度分析论证了雨水集蓄工程用于人畜饮水和作物灌溉的可行性。此外,黄河水利委员会西峰水保站、甘肃省庆阳地区水利处和山西省临汾地区水利局等单位也做过类似的集水效率试验研究工作。

黄土高原沟壑区是我国优质苹果生产基地,发展雨水集蓄灌溉工程具有重要意义。即使在需水临界期进行一两次限额灌水,也能大幅度提高其产量和质量,增加收益,效果十分显著。该区降雨多以暴雨形式集中发生在年内6~9月,致使水土流失严重,土壤肥力下降,农业生产水平低下,农民收入低而不稳,生态环境恶化。若能充分有效地利用当地雨水资源,不仅可以在很大程度上解决缺水问题,而且可以有效减少暴雨径流灾害,实现暴雨径流资源化,防止水土流失。因此,深入系统地研究当地雨水集蓄是很有现实意义的,其成果将促进该区农业发展,加速农民脱贫致富,并有利于振兴该地区的社会经济,改善生态环境。

第一节 雨水集蓄工程的组成

雨水集蓄工程是指人工对降雨进行收集、汇流、蓄存并进行调节利用的微型水利工程。蓄水容积不大于 $10\,000\text{m}^3$,灌溉面积小于 33.3hm^2 。一般由集雨系统、输水系统和蓄水系

统组成。

一、集雨系统

集雨系统主要是指收集雨水的场地。集雨场可以是庭院、屋面、道路、胡同和大田等,也可以是采用防渗材料铺砌的地面。常用的集雨面材料有混凝土、水泥瓦、机瓦、青瓦、沥青路面、塑膜、黄土压实面、自然土等,集雨场面积的大小主要根据当地有效降水量、集雨面的集水性能、水窖的容积、年水窖重复利用率等因素确定。

二、输水系统

输水系统是指输水沟(渠)和截流沟。其作用是将集雨场中的雨水收集起来并输送至沉沙池。输水系统可以是土渠,也可以是混凝土、机砖或塑膜衬砌的小明渠,具体根据各地的地形条件、防渗材料及经济条件等,因地制宜地进行规划布置。

三、蓄水系统

蓄水系统包括蓄水建筑物及其附属设施。其作用是蓄存雨水。

(一)蓄水建筑物

在黄土高原沟壑区,蓄水建筑物主要是水窖(窑)和蓄水池。用于生活用水和农业灌溉的形式基本一样,只是容积不同。一般用于生活用水的蓄水建筑物,为了取水方便,多建于庭院和场院附近,蓄水容积在 30m^3 左右,提水设备是以人力为主(手压泵)。用于灌溉的蓄水建筑物多建于田边和地头,容积一般在 $50 \sim 100\text{m}^3$,提水设备有用动力的微灌泵,也有人工的手压泵。蓄水建筑物按使用的建筑材料及形状可分为土窖、水泥砂浆薄壁窖、混凝土盖碗窖、砖拱窖、窑窖、蓄水池等。各地应根据地形地貌特征、土质条件、经济条件、施工技术和当地材料进行因地制宜地选型。

(二)主要附属设施

(1)沉沙池。其作用是沉降进窖(窑)水流中的泥沙,一般建于水窖(窑)进口处 $3 \sim 5\text{m}$ 远的地方,以防渗水造成窖壁坍塌,其容积为 $0.8 \sim 2.5\text{m}^3$ 。沉沙池的池底和池壁用混凝土或机砖衬砌,输水渠与进水管不宜正对,以提高泥沙的沉淀效果。

(2)拦污栅和进水管。拦污栅设在沉沙池和进水管接口处,可用冷拔丝或 $\phi 6$ 钢筋焊接,也可用铁皮制作,用于拦截水流中的杂物,如树叶、杂草等漂浮物和砖石块等。进水管一般选用直径大于 80mm 的塑料管、陶瓷管或钢管,将沉沙池中的水引入窖内。进水管进口应略低于输水渠出口,进水管出口应略低于进口。

(3)消力设施。为了减轻进窖水流对窖底的冲刷,应在进水管出口的下方窖底上设置消力设施,根据进窖流量的大小,选用消力池、消力筐或布设石板。

(4)窖口平台。其作用是保证取水口不致坍塌损坏,同时防止污物进窖。窖台一般高出地面 $0.2 \sim 0.4\text{m}$,平时要加盖封闭,如果是生活用水,要另外加锁,以保证水质安全,取水时可安装提水设备。

第二节 雨水集蓄的历史、现状、存在问题与展望

一、雨水集蓄的历史及现状

雨水集蓄是一项古老的实用技术,如公元前 4500 年,中东一些地区已开始收集雨水用于人饮和农业生产。在威尼斯,屋顶雨水收集和蓄存是直到 16 世纪为止 1 300 年间的主要水源。20 世纪中期,以色列制定了“沙漠花园”计划,实施多种形式的雨水集蓄工程,在沙漠上种出了庄稼,产生了巨大的经济效益。20 世纪 80 年代以来,雨水集蓄技术得到迅速发展,在一些多雨的国家也得到发展,雨水利用的范围从生活用水向城市用水和农业用水发展。特别是联合国 1981~1990 年的“国际饮水及卫生十年”计划的实施,使雨水集蓄技术得到迅速发展和推广。1982 年 6 月在美国夏威夷召开了第一届雨水集流利用的国际会议,成立了国际雨水集流系统协会。1995 年 6 月在中国北京召开了第七届雨水集流系统协会,以及全国首届雨水利用学术会议暨东亚地区国际研讨会的召开,进一步推动了雨水集蓄技术的发展。

我国雨水集蓄工程也有悠久的历史。早在 2 500 年前,安徽寿县就修建了大型平原水库,拦蓄雨水,用于农业灌溉。高塬沟壑区人民在同干旱作斗争的过程中,创造了许多雨水集蓄技术,如土窖、大口井、涝池、塘坝等设施,发挥了很大的作用。20 世纪 80 年代以来,由于我国北方干旱日益严重,水资源日益紧缺,在国际雨水集流事业的推动下,开始了雨水集蓄技术和水资源持续利用问题的研究。进入 90 年代以来,各地发展较迅速,如甘肃实施的“121”雨水集流工程,内蒙古实施的“112”集雨节水灌溉工程,宁夏实施的“窖水蓄流”工程,陕西实施的“甘露”工程,广西实施的“水柜”工程,还有山西、河南、河北等省也大力发展雨水集蓄工程。这些雨水集蓄措施的研究与应用,取得了一大批成果,产生了显著的社会效益、经济效益和生态效益,具有强大的生命力。

二、我国雨水集蓄技术发展中的问题

(一)对雨水集蓄工程的重要性认识不足

面对日益干旱、水资源日趋紧张的局面,主要寄希望于拦截地表径流(如修水库)、开采地下水(打井),或跨流域调水,而对当地雨水资源开发认识不足,未把它当作解决缺水的重要途径,对水环境效益的认识更淡漠,不仅雨水较少的地区应当重视,雨水较多的地区更应重视,实际上雨水越多的地区越适合开发利用。

(二)宏观的、综合性、系统化的研究不够

对各地区及微地貌单元的可集水量缺乏量化指标,对降水量、降雨量、有效降水量、有效降雨量等指标缺乏适宜性研究与评价,并对不同的水文年的集水量缺乏研究。过去侧重于单项技术研究,缺乏系统化、集成化的技术研究。

(三)雨水收集方面的研究有待提高完善

对不同地区、不同地貌单元的雨水集蓄方式,各种集雨面的集雨效率、可集水量的计算方法,各种集雨面设计方法、技术标准,提高集雨效率的物理化学处理技术,新材料、新工艺在集雨面处理中的应用等方面的研究均有待完善提高。

(四)雨水蓄存方面需要提高系统化、标准化设计水平

雨水蓄存设施结构的优化定型设计与施工技术,不同地貌单元和不同需水条件下蓄存设施的结构、标准化设计参数均有待规范,雨水蓄存作为雨水收集和利用的中间环节,如何做到衔接配套,实现系统化设计,保证雨水收集、蓄存、利用,形成一个完整的体系,以及各种蓄水设施的防渗、防冻技术,包括一些防渗新材料的应用,新窖体、窖型的开发,以及雨水净化措施及物理化学处理技术等,都需要加大研究力度尽快解决,以适应雨水集蓄工程发展的需要。

三、雨水集蓄工程技术的发展前景

我国是一个水资源短缺的国家,干旱缺水已成为工农业生产发展的制约因素。高塬沟壑区年降水量多在 400~600mm,降水年内分配不均,多集中在 6~9 月,且以暴雨形式出现,造成水土流失。该区已成为我国优质苹果生产基地,而干旱缺水制约着当地土地和光热资源的充分发挥。因此,充分利用当地降雨资源,发展雨水集蓄工程,提高作物的产量和质量,帮助群众脱贫致富,不但是该区需要迫切解决的问题,也是我国农业生产中的一个带战略性的问题。

由于雨水集蓄工程一般规模小,分布较分散,不会造成淹没、移民等不利的环境影响,且有利于环境保护和可持续发展。因此,凡年有效降雨量在 250mm 以上的地区,都可开发雨水资源,用于解决生活、生产用水,实施节水灌溉,变被动抗旱为主动抗旱,这是我国 21 世纪水资源实现可持续利用的一条重要途径。雨水集蓄工程技术的发展前景十分广阔。

第二章 雨水集蓄工程规划

第一节 雨水集蓄工程规划的任务和原则

一、规划的主要任务

- (1)收集基本资料。
- (2)论证工程的可行性。
- (3)根据雨水资源、生产生活用水合理确定工程规模。
- (4)合理布设集雨场、蓄水建筑物和附属设施。
- (5)工程概算。
- (6)效益分析和施工组织安排。

二、规划的主要原则

(一)因地制宜

由于雨水集蓄工程形式的多样性及各地工程条件的差异,要求必须根据当地的实际情况,因地制宜地选用合适的集雨场和蓄水建筑物的类型。

(二)实现多目标利用

尽量将人饮、养殖、庭院经济统一考虑,合理确定工程规模。

(三)与当前农村管理体制相适应

尽量建成一家一处或两处雨水集蓄工程,对大型雨水集蓄工程,实行统一规划和管理,以节省投资。

(四)突出效益的发挥

在解决人畜饮水的基础上,利用集蓄的雨水发展高效农业,提高工程的效益。

(五)多渠道筹资

由于雨水集蓄工程投资较大,而当地群众收入一般较低,加之工程社会、生态效益显著,因此,国家、地方应对工程进行资金扶持和技术支持,实行国家、地方、群众相结合,实现多渠道筹资。

第二节 基本资料的收集

为了因地制宜地做好雨水集蓄工程的规划设计与施工,应做好基本资料的收集。

一、地形地貌资料

包括工程所处的位置、高程、高差。一般单个小型雨水集蓄工程不需要地形图。但大型

的、多个雨水集蓄工程要有 1/500 的地形图。

二、水文气象资料

降水资料主要是多年平均降水量(保证率为 50%、75%、95%),一般选用最近的雨量站的近期资料,资料年限不少于 10 年;当地无资料时,可利用有关公式估算。气象资料包括多年平均气温、日照、无霜期及冻土层深度等。

三、集雨设施资料

对当地适宜作集雨场的庭院、场院、道路、胡同、屋顶、天然坡地等的面积进行量测,并收集相关集雨面的集雨效率数据。对工程控制范围内已建成的雨水集蓄工程使用状况进行调查。

四、土壤资料

对工程实施地点的土壤质地、容重、田间最大持水量、渗透系数、酸碱度及有机质含量等资料进行收集。

五、其他资料

对工程受益的人口和大小牲畜数进行调查,并对今后 5~10 年内的发展作出预测,对建筑材料应调查数量及分布地点。

第三节 雨水集蓄工程规划

工程规划的内容包括:①基本情况分析,即社会经济条件、降雨、地形地貌及集雨面状况;②可行性论证;③规划的原则及目标;④需水量的预测及规划;⑤集雨场规划,即在水量供需基本平衡的基础上,选择适宜的集雨面种类和面积;⑥蓄水工程规划,即蓄水建筑物类型选定及蓄水量确定;⑦投资概算,包括投资概算及资金来源分析;⑧效益分析,包括经济、社会、生态三大效益;⑨保证措施,包括组织保证措施、技术保证措施和管理保证措施。

一、来用水分析计算

根据集雨场集水量及生产、生活用水需求,进行水量供需平衡计算和分析,确定雨水集蓄工程合理的规模。

(一)年集水量计算

全年单位集水面积上可集水量按式(2-1)~式(2-3)计算。

$$W = E_y R_p / 1000 \quad (2-1)$$

$$R_p = K P_p \quad (2-2)$$

$$P_p = K_p P_0 \quad (2-3)$$

式中: W ——保证率等于 p 的年份单位集水面积全年可集水量, m^3/m^2 ;

E_y ——某种材料集雨面的全年集雨效率,以小数点表示,由于集雨材料的类型、各地降雨量及其保证率的不同,全年的集雨效率也不同,要选用当地的实测值,若

资料缺乏,可参考类似地区集雨效率,表 2-1~表 2-12 有关集雨效率可作参考;
 R_p ——保证率等于 p 的全年降雨量,mm,高塬沟壑区可从附表 C-1 和附图 7、附图 8、附图 9 中查得,也可按式(2-2)和式(2-3)计算;

P_p ——保证率 p 的年降水量,mm;

P_0 ——多年平均降水量,mm;

K_p ——根据保证率及 C_v 值(降水量离差系数)确定的系数,用小数表示,可从附表 B 和附图 10 中查得,高塬沟壑区 $C_v=2.0C_v$ 时可参照表 2-13;

K ——全年降雨量与降水量之比值,用小数表示,高塬沟壑区可从附表 C-1 中查得。

(1)《甘肃省雨水集蓄利用工程技术标准》推荐的集雨效率,见表 2-1。

表 2-1 不同材料集雨场在不同降水量及保证率情况下全年集雨效率

多年平均 降水量 (mm)	保证率 (%)	集 雨 效 率 (%)								
		混凝土	塑膜 覆砂	水泥 土	水泥 瓦	机瓦	青瓦	黄土 夯实	沥青 路面	自然 土坡
400~500	50	80	46	53	75	50	40	25	68	8
	75	79	45	25	74	48	38	23	67	7
	95	76	36	41	69	39	31	19	65	6
300~400	50	80	46	52	75	49	40	26	68	8
	75	78	41	46	72	42	34	21	66	7
	95	75	34	40	67	37	29	17	64	5
200~300	50	78	41	47	71	41	34	20	66	6
	75	75	34	40	66	34	28	17	64	5
	95	73	28	33	62	30	24	13	62	4

(2)“甘肃山旱地集雨节灌高效农田的试验示范”项目推荐的集雨效率,见表 2-2。

表 2-2 集雨效率

集雨面	集雨效率	集雨面	集雨效率
塑膜	0.90	柏油马路	0.80
优质水泥路面	0.85	自然硬化场面	0.25

(3)“集雨灌溉工程技术研究与应用”项目推荐的集雨效率,见表 2-3。

表 2-3 集雨效率

集雨面	集雨效率	集雨面	集雨效率
混凝土	0.63	原土夯实	0.22
屋顶水泥瓦	0.63	屋顶机瓦	0.41

(4)“甘肃雨养农业区集水观测试验研究”项目推荐的集雨效率如下：

塑膜、水泥集水面集雨效率 0.74~0.77；

三合土、夯实土、自然土集雨效率 0.07~0.17。

(5)《庆阳地区农业实用技术选辑》推荐的集雨效率，见表 2-4。

表 2-4 集雨效率

集雨面	集雨效率	集雨面	集雨效率
混凝土	0.8	水泥瓦面	0.75
机瓦面	0.5	青瓦面	0.4
沥青路面	0.68	黄土压实面	0.25
自然土	0.08		

(6)甘肃省庆阳地区水利处孔繁洲推荐的集雨效率，见表 2-5。

表 2-5 集雨效率

集雨面	集雨效率	集雨面	集雨效率
各种屋面、混凝土 沥青路面	0.9	大块石铺切路面和沥青 表面处理的碎石路面	0.6
级配碎石路面	0.45	干砌砖石和碎石地面	0.4
非铺砌土地面	0.3	公园或绿地	0.15
计算洪峰流量	0.15~0.25(规划取大值)	庆阳地区塬面耕地	0.05
庆阳地区山川区平均	0.12~0.15(规划取大值)		

(7)黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站李怀有推荐的集雨效率，见表 2-6。

表 2-6 集雨效率及降雨径流含沙量

集雨面	集雨效率		平均含沙量(kg/m ³)	
	范围	平均值	范围	平均值
冬小麦	0.005 4~0.226	0.103 5	1.97~28.0	10.61
玉米	0.001 0~0.060 9	0.028 3	1.97~12.1	7.07
小豆	—	0.123 0	—	2.86
高粱	0.002 9~0.186	0.071 8	3.43~17.2	9.35
糜子	0.019~0.149	0.090 2	1.67~12.6	7.22
马铃薯	0.065 3~0.084 9	0.075 1	—	46.00
林地	0.000 1~0.041 9	0.002 8	0.00~29.7	3.84
苜蓿地	0.000 3~0.183	0.029 8	0.00~38.2	5.52
天然荒坡	0.000 4~0.359	0.051 5	0.00~902	118.13
乡间上路	0.122~0.382	0.287 7	4.56~10.4	7.17
庄院	0.264~0.368	0.303 3	2.04~4.29	2.95