

# 绪 论

## 一、限制农业生产的瓶颈因子

我国现有 12 多亿人口，是世界上人口最多的国家。水资源总量虽然居世界第 6 位，但人均水资源占有量仅为 2 400 立方米，居世界第 109 位，只是世界人均占有量的 1/4，为 13 个缺水国家之一。

我国有 2.5 亿人饮水困难，至今还有大约 8 000 万人没有完全解决饮水问题。2.5 亿人中已解决饮水问题的 1.7 亿人中相当一部分标准很低，很不稳定。人畜饮水困难的地区主要集中在干旱、半干旱的黄土高原，西南岩溶地区和沿海岛屿。这些地区地表径流和地下水都很短缺，调蓄困难，人畜饮水无法保证。人工集蓄雨水是解决这一问题的主要途径。

全国现在还有大约 6 000 多万的贫困人口生活极端困难，脱贫任务极为艰巨。已脱贫的地区返贫现象也很普遍。这些贫困地区大都位于缺水的山地丘陵区。要逐步脱贫，除解决饮水困难外，适当发展高产稳产农田是一项有效的措施。这一措施实施的前提是解决水的问题。

我国年降水量 800 毫米等值线以北的地区属于干旱、半干旱和半湿润易旱地区。该区是我国主要的农业生产区。在农业生产中，该区域不但降水总量不足（年平均降水量小于一年两季作物的需水量）而且供需错位（即年降水量的 50%~60%集中于 7、8、9 三个月，与作物生育期的需水耦合性极差），干旱胁迫是农业生产的第一制约因子。旱灾较其他自然灾害具有范围广、历时长特点，对农业生产影响最大。据统计，1949~1995 年我国各种自然灾害（如旱灾、水灾、冰雹、霜冻等）累计受灾面积为 120 607 万公顷，成灾面积为 59 407 万公顷，其中旱灾受灾面积为 69 879 万公顷，成灾面积为 31 445 万公顷，分别占受灾总面积和成灾总面积的 57.94% 和 52.93%。1997 年北方地区发生百年罕见的特大旱灾，损失惨重。因此可以说，旱灾位于各种自然灾害之首，受灾损失为其他自然灾害损失之和。旱灾频仍，普遍存在，只有时空上的差异。其中尤其以该区域的山丘区更甚，不但作物的产量低而不稳，而且人畜饮水短缺问题十分严重。在这里，水的问题不解决或解决不好，不要说经济腾飞，就连温饱问题的长期稳定都不可能。

## 二、传统农业技术增产的极限

考古资料表明，我国干旱地区早在西周时期就出现了以旱地农业为主的传统农业。如果将西周作为该区传统旱作农业的奠基时期，雨养农业至今已有近 4 000 年的历史。经过干旱区人民数千年的实践、创造、发展和总结，干旱区农业技术已形成了相当完善的以精耕细作、蓄水保墒、轮作倒茬、间作套种、培肥地力和选育抗逆良种等为核心的传统旱作农业技术体系，对中国乃至世界的农业做出了不可磨灭的贡献。新中国成立 50 多年来，

由于现代农业科学技术和科学管理知识在旱作农业生产实践中的广泛应用，传统旱作农业技术有了长足发展。其重要标志是，在传统旱作农业耕作技术体系的基础上，进一步形成了以梯田建设、地膜覆盖种植和小流域综合治理为主要技术特征的现代水保型旱作农业技术体系，即水保型农业，从而使该区旱地农业生产力有了明显的提高。然而，该区降水量少，降水的季节和年际变率大，降水、土壤水分与农作物生长用水三者之间耦合程度很低，致使雨养农业常常处于严重的水分亏缺胁迫之中。在这样一个恶劣的自然生态环境背景下，尽管水保型农业技术措施在减轻干旱对作物的胁迫和提高旱地农业生产力方面发挥了重要作用，但并没能使雨养农业从根本上摆脱干旱缺水的制约，没能走出小旱小灾、大旱大灾的“天赐农业”的被动困境。在“八五”期间旱灾几乎年年出现。1995年出现几十年不遇的大旱，1997年出现百年不遇的特大旱灾。由于旱情严重，数百万公顷的雨养农业旱田严重受挫，数十万公顷的丘陵旱地几乎完全绝收。

支持水保型农业的三大技术体系为梯田技术，地膜覆盖种植技术，小流域综合治理。梯田技术是一项古老的旱地农业技术，早在我国东汉时期就已经出现，在南北朝有了更进一步的发展，并逐渐趋于成熟。其根本作用在于变坡耕地为水平梯条田，以更多地接纳天然降水，使其就地入渗，储存于土壤之中，实现农田水分的以丰补歉。地膜覆盖技术的主要作用在于减少土壤水分的无效蒸发，蓄水保墒，改善农田供水状况，提高降水利用率。小流域综合治理则是从农业结构、耕作制度与种植制度改革总体目标出发，运用农业生态工程原理，将整个小流域农业生态系统结构进行整体与分层优化设计，形成组分完善、结构合理、功能优良的农业生态系统。在土地利用上实现“地尽其力”，在水土保持上把降到流域内的天然降水尽可能“吃干喝尽”，以获取最大的系统综合生态经济效益。不言而喻，这些技术措施对减少降水径流损失、保护生态环境、改善农田土壤水分质量、提高农田的自然资源综合生产效益肯定是有作用的。但是，即是在最好的技术组合条件下，实施水保型农业措施最多也只能多接纳一般在坡地上损失掉的10%~15%的地表径流水，不可能更多，因而改善旱作农田土壤水分状况和补偿作物亏缺水分的作仍十分有限。更何况水保型农业技术措施效应的发挥在很大程度上与降水年型有关。正常降水年份，技术成效明显，而在异常年份（大旱年份）其效应甚微。因此，就抗旱减灾的机制而言，水保型农业属于典型的被动农业。由于干旱缺水是干旱地区雨养农业的本质特征，是制约生产潜力发挥的“瓶颈因子”，而诸如土壤贫瘠、环境质量劣变、农村经济贫困和社会发展滞后等一系列问题在深层次上都与干旱缺水紧密相关。因此，要想使干旱地区雨养农业彻底摆脱目前的落后状况，赢得一个长足发展的机会，真正走上持续、高效、高产、优质的良性发展轨道，并在21世纪为实现粮食（食物）产需总平衡和自己养活自己的战略目标做出应有的贡献，关键在于能否有效地解决旱作雨养农业干旱缺水的问题。历史与现实已经证明，要解决这一问题，不能继续沿着水保型农业的路子走，而应当寻求建立在干旱防范行为上更为主动和有效的抗旱减灾农业生产体系。

农业的本质是通过农作物同化环境，把自然资源转化为可供人类利用的农产品的生物学过程。在这一过程中，水是生命的介质，如果没有充足的水分保证，任何农业系统的丰收都是不可能的。降水总量不足、供需严重错位、水分严重亏缺，是干旱地区面临的最大的生态危机，也是导致生态系统结构受损、功能不良的主要原因。要从根本上解决农业系

统的水分亏缺，最关键的是要增加对农作物生产系统的水分投入，最大限度地补偿亏缺的水分。而补偿农田水分亏缺最有效的办法之一就是灌溉。但是，就干旱区而言，靠本区地表水和地下水补偿亏缺水分的可能性很小。另外，跨流域远距离调水，不但投资大，而且效益差，况且在我国现阶段的经济水平和发展条件下也难以实施，这是解决干旱地区雨养农业水分亏缺的最大难点。

### 三、人类用水文明发展的必然

从目前国内外的发展趋势来看，解决水分亏缺的最佳方案就是利用工程措施直接富集天然降水，使其变为人类可直接利用的水资源，补偿农业和人类所需淡水的不足，在天然降水资源化的基础上，发展集水农业。集水农业是中国乃至世界干旱、半干旱与半湿润易旱地区 21 世纪农业发展的主流，是农民解决温饱、实现小康的硬技术体系。通过硬技术体系的模式化、标准化、产业化生产 通过微生境的再造 创造作物生长的‘天堂’（微生境），实现商品生产的高产与高效。在完成由自给自足的小农经济向商品经济跨越的同时 减轻山区土地的压力 退耕还林还草 改善生态环境 实现农业的可持续发展。

我国干旱、半干旱和半湿润易旱地区尽管降水量少，但由于受季风气候的影响，存在一个降水相对集中的丰水季节（一般是 7、8、9 三个月）且降水多以暴雨形式出现 这样的降水特点为人工富集和利用降水提供了有利的条件。

集水就是通过工程设施，把天然降水所形成的地表径流富集并存储起来，变成可以利用的水资源。而集水农业就是把对农业无效部分的天然降水通过工程设施富集起来，实施时空调节，有限供水，补偿农田水分亏缺，实现农业生产力的稳定提高。其主要内容是，在干旱、半干旱和半湿润易旱地区 以微生境再造理论为指导 以天然降水富集工程、储存技术体系为基础，以节水有限补偿灌溉为手段，以集水高效农艺利用技术体系为核心，把经济管理和技术服务作为重要组分而综合发展的大农业生产过程。它是一种新的旱地雨养农业开发模式或增长方式，终极目标在于使雨养农业由完全被动抗旱型转变为主动抗旱型 实现干旱年农业生产也能丰产和稳产 大力发展商品生产 形成规模经济 促进整个地区社会和经济的全面发展。

雨水集流技术作为一项古老的富集利用天然降水的技术，在以色列、土耳其以及非洲、拉丁美洲和亚洲（包括中国）的许多国家已流传了数千年 并一直沿用至今。利用富集的雨水发展农业、林业的研究成果在中东地区及美国的西南部地区，已规模化推广，效益非常显著。

我国甘肃省自 1988 年以来，积极开展了屋顶和庭院雨水集蓄利用的系统研究。他们设计了由 80 ~ 120 平方米的水泥瓦和混凝土庭院集流面和 15 立方米的水泥砂浆防渗的储水窖组成的雨水集流系统。到目前为止，已解决了 12 万人的饮水问题，并利用剩余的雨水，发展了小型庭院经济。山西省河曲县砖窑沟流域也从 1988 年起利用屋顶和庭院收集雨水 集水面积平均每户在 200 平方米以上，修建了容积为 15 ~ 50 立方米的长方体砖灰结构的水窖。水窖分混合储水和分隔储水两种类型，单纯屋顶集水可作为饮用水，而由庭院集水和混合雨水组成的水则用于刷洗、牲畜饲养和庭院蔬菜灌溉。河北省提出了屋

顶庭院水窖饮水工程。该工程主要由径流场、集水槽、输水管、格栅、沉淀池、过滤池和储水窖组成，彻底消除了老式水窖水质差的弊端。这一技术已在河北省 30 多个县得到推广应用，受益人口达 7 万多人。河南省卫辉市太公泉镇道士坟村自 1991 年至今，已构筑储水窖 137 个，微型全封闭式水库 1 座，引进滴灌设备 140 套，建成旱涝保收田 19 公顷。

20 世纪下半叶，随着世界人口压力的不断增大，粮食需求总量急剧增加，国际上一些拥有较大的干旱、半干旱地区的国家，如美国、前苏联、以色列和非洲一些国家，相继将传统的小规模家庭雨水集流技术应用于旱作农田。90 年代以来，我国半干旱区不少从事旱地农业研究的农、林、牧、水利、土壤、气候等多方面的专家，不约而同地把注意力集中到了天然降水的开发利用上，并开始探寻新的雨养农业可持续发展的途径，主要是利用工程措施来富集、储存天然降水，将集蓄的雨水用于农田水分亏缺有限补偿灌溉的探索性试验。兰州大学干旱农业生态国家重点实验室与甘肃农业科学院合作，在定西进行了雨水集流补灌旱地春小麦的田间试验。结果表明，在小麦拔节期一次性补灌 45 毫米水，最高单产达到 6 512 千克 / 公顷，为未补灌对照田小麦产量的 2.4 倍；在小麦拔节期和抽穗期各补灌 45 毫米水，最高单产达到 7 335 千克 / 公顷，为未补灌对照田产量的 2.7 倍。河南卫辉市太公泉镇道士坟村在大旱的 1995 年进行的雨水集流补灌旱地冬小麦的田间试验表明，补灌 1 次，每公顷灌水量 225 立方米，产量为 2 250 千克 / 公顷；补灌 2 次，每次 225 立方米，产量为 4 650 千克 / 公顷；补灌 3 次，每次 225 立方米，产量为 5 625 千克 / 公顷。未补灌的对照田产量仅有 450 千克 / 公顷。这些结果令人欣喜，尽管这些试验结果是在小范围内取得的，但它充分显示了集水农业技术的成效，表明了集水农业虽不能够改变整个地区土地的水分状况，但却可以改变水分微生境，为农作物生长发育创造一个水热组合的天堂，实现局地农业高产、稳产和优质。集水农业理论的创立与实践给我国干旱、半干旱、半湿润易旱地区农业的生产和农村经济的综合发展带来了曙光，它开创了人类农业用水文明发展的新时期，同时也标志着我国传统旱地农业的发展进入了一个新的历史阶段。

#### 四、集水农业的远景展望

我国是一个农业大国，农业在国民经济的发展战略中占有十分重要的地位。但是占我国半壁江山的干旱、半干旱和半湿润易旱地区，都存在严重的缺水问题。利用工程措施直接富集天然降水，是解决这些地区水资源不足最经济、最有效的途径。集水农业的技术体系如能得以推广，足能保障这些地区人畜饮水和粮食的富足。甘肃、宁夏、河北、河南等省（区）的部分地区集水农业的试验成功，为我国同类地区提供了一个区域经济发展的样板。集水农业研究的成果不但适合于干旱缺水的山丘区，而且适合于水资源稍好的广大平原地区。降水总量不足和供需错位依然是制约平原地区农业生产力提高的关键因子，尤其是果树、园艺作物等经济作物受制约更甚。因此，充分利用平原地区的村庄、道路、田头、地边进行集水存储，亏缺期补偿有限灌溉，将会改变农业生产条件，产生难以估量的经济与社会效益。

80 年代以来，世界面临着人口、资源、环境等问题的困扰，人口增长对水资源的压力与日俱增，水荒正在各地蔓延，水环境的污染不断地威胁着人类的健康，水的问题已成为

当今世人所关注的焦点，尤其是解决缺乏水源和供水条件的广大地区的水资源供需问题更是迫在眉睫。针对这一问题，80年代以来，国际上兴起了雨水集流系统（Rainwater Catchment System）的研究。嗣后国际雨水集流系统协会（International Rainwater Catchment System Association, IRCSA）成立，并先后在世界各地组织召开了8次国际雨水集流系统大会。

从集水农业工程的角度看，雨水集流不仅具有很大的潜力，而且具有效果好、投资小、工程简便、可行性强的特点。从规模上看，雨水集流属于小型或微型水利工程，易于在广大缺水地区推广。雨水集流系统与节水利用技术相结合，可以有效地解决分散性的供水问题。在水量转化理论的指导下，今后雨水集流系统必将在继承传统技术体系的基础上获得更大的发展。传统措施与现代化技术的结合，新概念与新技术的应用研究，将使雨水利用推陈出新，雨水资源化一定会丰富和刷新水资源评价与利用的观念。

# 第一章 天然降水集水的历史综述

天然降水集水就是将地面产生的径流收集、储存起来，为人类开展的各种经营活动所利用。“集水”一词是用来描述从经过处理的、可以增加降水径流的地方收集和储存水分的过程。从雨雪形成的径流中收集起来的水储存在某种形式的储水“容器”中，供人畜饮用和作物灌溉，这就是集水的目的。

任何一个集水系统都有一套完整的由收集、储存和排放等设施组成的系统，它由集水面、集水渠道、过滤装置、储水容器、输水管、控制蒸发装置等和各种附属设施组成。集水面和集水渠道是集水系统中接收和集中雨水的设施，任何不透水或透水性差的地面都可用来作集水面，如公路系统、建筑物顶、城市空地、学校广场、裸露的大片岩石均是天然的集水面。储水容器是集水系统中的储水设备，任何能防止渗漏损失的容器均可作为集水容器，如水库、蓄水池，特别是储水窑窖都是典型的储水容器。输水管道是集水区与储水容器之间以及储水容器至用水地点之间的输水设备，钢管、塑料管以及用各种材料修筑的渠道均可作为输水管。储水容器可以是全封闭的，也可以是顶部开口的。开口的储水池通常要求有降低或防止水分蒸发损失的设备。控制水分蒸发的方法包括在水池上装置顶棚，或设置浮在水面上的盖板。

天然降水的集蓄利用是人类历史上广泛使用的传统技术，至今已有几千年的历史。它不仅在干旱缺水地区特别重要，而且在多雨地区、裸石山地（特别是具有喀斯特地貌的地区）和海岛也被广泛采用。古罗马时期的私人别墅甚至整个城市，都将雨水作为供水的主要来源。在以色列、土耳其、澳大利亚、古巴、伊朗、印度、日本和美国 雨水集流技术已经流传了数千年。中国的干旱、半干旱地区，甚至长江以南的湿润地区，也有着悠久的雨水集蓄利用的历史。时至今日，在世界上许多缺乏供水工程的地区，雨水集流仍然是主要的供水方式。随着工业革命以来的大生产以及城市抽提地下水的迅速发展，这一技术被忽视了。而在人类面临日益严重的资源、能源、生态等问题的今天，这一传统技术又重新得以复兴和大规模推广。

## 第一节 国外天然降水集水的历史综述

### 一、天然降水集水的历史

天然降水集水是古代获取水分的一种方法。一般认为，利用径流集水起源于4 000~6 000年前的古伊拉克，当时是为了给商人提供饮用水。4 000多年以前，以色列涅杰夫沙漠的农夫就把清理过的山坡面作为径流面，将汇集的雨水引到山谷的农田中，浇灌作物。

公元前2000年前的中东地区，典型的中产阶级家庭都有雨水收集系统，存储的雨水

用于灌溉、饮用、私人洗浴和公共卫生。在利比亚的干燥河谷里，雨洪在高原边缘被石墙和涵洞导入谷底，由另外或宽或窄的石墙控制。在高原上也一样，雨洪由石墙引入淤积的浅滩，用以改善放牧条件。阿拉伯人汇集雨水，以灌溉干谷中的农田，在那里种植无花果、橄榄树、葡萄和大麦等，这类地区曾以罗马帝国的粮仓而著名。《利比亚研究》杂志 1989 年发表的一份 UNESCO 报告 把他们的做法总结为 没有一滴水被浪费。公元前 47 年 埃及人使用集水槽供水。公元前 8 世纪，希腊人的房子备有储水槽、淋浴室和卫生间等，并且有用陶土管建成的排水系统。

在以色列的涅杰夫沙漠中，年降水量仅 100 毫米，天然降水是惟一的水源。大约 1 500 年前，纳巴泰人的沙漠商队利用当地这少量的雨水灌溉，种出了庄稼，而且建立起了一座座城市，创造出灿烂一时的沙漠文明。雨水集流是世界上干旱地区共同的用水特征。在印度西部的塔尔沙漠 人们利用水箱、储水池、石墙、水坝、水窖和其他方式收集雨水 依然能够获得足够的水量，每平方千米养活 60 人，使之成为世界上人口最稠密的沙漠。 20 世纪中期 以色列制订了“沙漠花园”计划 采用有效的雨水利用技术 把以色列的水源“榨取”到了极限 以致水泵消耗了该国 1/5 的电力。虽然严重缺水的这些地区，每年只有一两次暴雨，以色列人却巧妙地利用一些拦水墙，把沙漠周围光秃秃的山头上的雨水拦截到耕作田地的沟渠水网里。除了农场以外，有些地区将收集到的雨水存储在山腰的储水池里，供应牧民以及羊群全年的用水。根据不同地形、雨水条件和作物需水量，以色列人建立了径流农场、微集水区、蓄水池等多种雨水利用工程 在沙漠中种出了“《圣经》中提到的大部分庄稼”。

在加勒比海、中东以及澳大利亚等地，雨水集流技术长期以来被作为当地重要的供水技术。它的潜力很久以前就被认识到，但也是近年来才在一些地方被开发出来。

美国同样有雨水利用的悠久历史。几百年前，亚利桑那州沙漠中的印第安人就用漏斗边似的长堤，把雨水汇集到几公顷大的区域，用以种植玉米、南瓜和甜瓜。50 年代这种技术体系被植物学家埃得加·安得森描绘为“世界上最值得注意的农业系统之一”。500 年前 在科罗拉多高原以北 阿那萨基人建造了数以千计的小坝 截留冲下山坡的雨水 用于浇灌干旱峡谷里的玉米、大豆和蔬菜。

在墨西哥和南美的安第斯山坡上，陡峭的山腰上有数百万公顷靠石墙汇集雨水灌溉的梯田和数百千米建造精巧的渠道，为印加人的“太阳帝国”和现已消失的马丘比城供水。1 000 多年前建造起来的这种雨养梯田不仅能排涝，而且能用于灌溉，并且在排洪沟底收集绿藻产生的肥料，使几十万人在这片土地上生活，其规模和景观使得现代农业专家惊叹不已。

在哥伦比亚北部、厄瓜多尔以及苏里南沿海和秘鲁南部奥迪波兰诺高原，3 000 多年前村民就开始修筑台田，成功地利用台田和沟地的高差重新分配雨水，分别种植旱作玉米和水稻。

在古代及现代的干旱区 另一项重要的雨水利用工程是暗渠(坎儿井)它在波斯山区也有广泛的分布。伊朗约有 4 万多条暗渠 总长 27 万千米。在 50 年代 这些已有 2 000 多年历史的渠道仍然提供着伊朗 3/4 的用水。严格意义上讲，暗渠并非直接的雨水利用设施 它只不过是利用暗渠防止蒸发损失 将其他地区的雨水、冰雪融水、河道潜水和地下潜

水集流到使用地区。但是，从扩大集流面、满足局地需求这一雨水集流的本质意义上讲，暗渠仍不失为一种较好的雨水利用技术。

## 二、天然降水集水的现状

干旱是全世界范围内倍受关注的一个严重问题。为了解决人类面临的这个重大问题，世界各国科技工作者进行了比较深入的研究，其中汇集径流开发利用水资源就是其中一个非常重要的内容。利用径流灌溉树木和农作物、提供人畜饮水，采用各种防渗集水材料修建各种结构的储水容器，减少无效耗水量等，已成为世界各国干旱地区开发水资源的主攻方向。

美国在干旱、半干旱地区采用建造大型集水区的形式，汇集径流于储水池内，用来解决人、畜、野生动物的饮水，引流浇灌以发展农、林、牧业生产。美国在防渗集水材料方面的研究较为广泛，如塑料薄膜、金属箔板、沥青、石油树脂、石蜡、合成橡胶、混凝土等，但普遍使用的材料是耐老化的纤维布。采用盖瓦式方法，即上幅的下沿压住下幅的上沿，铺在集水区表面，上面涂刷一层沥青，然后再喷涂一层反光降温材料银粉。为了把汇集的径流储存起来，后来又用输水管道把封闭严密的储水容器连接起来，根据用水情况定时、定量地将水输送到需水地点。集水区的面积，根据当地的降水量、需水量和集水区集水量进行设计，少则 1 公顷，大则达到 60 公顷。在林业上，美国多采用阶式梯田、新月形台地等整地方法进行蓄水。为了减少渗漏、增加径流量，对径流面进行清理，压实土壤，拍光表面，用重油、石蜡或橡胶乳液等喷涂地面，增加造林地有效水分的供给。

巴基斯坦、印度、澳大利亚、墨西哥等国家的干旱地区，在农场里建立微型集水区，用以浇灌农作物。阿富汗的斯考省应用微型集水区汇集径流，种植小麦和果树的面积达 7 万公顷。前苏联、突尼斯在干旱沙漠区修建 10~1 000 平方米的集水区，汇集径流，发展果树。澳大利亚把石蜡颗粒均匀混合于土壤表层，能汇集 90% 以上的地表径流。

美国、日本等国家用黑色聚乙烯、聚氯乙烯塑料薄膜覆盖农作物行间，抗旱保墒效果非常明显。美国、英国、比利时等国家用沥青乳液喷洒地表，形成的连续黑色薄膜不但可以减少土壤水分蒸发，而且中午能提高土壤温度 12~16℃。突尼斯用沥青乳液喷洒栽植阿拉伯松的林地表面，处理的地面上的树其高度平均为 37 厘米，比对照的高 9 厘米，前者比后者的生长量大 5 倍以上。利比亚把 9 份合成橡胶乳液和 1 份油的浓缩状水溶液混合，喷洒在干旱沙漠地表，栽种的 160 公顷桉树苗全部成活。在干旱严重的澳大利亚西部，人们把石油树脂喷洒在小树周围，试验区面积为 22 公顷，栽植的 1.5 万株金合欢树、桉树等长势良好，而对照区的树苗均未成活。美国应用牛皮纸、塑料薄膜等材料，采用浅色砾石铺压、木瓦及枝条遮荫等方法抗旱造林，降低土壤水分蒸发量，抑制杂草生长，同时还能汇集径流，提高苗木成活率。

20 世纪 50 年代，人们也试图用乙烯和乙炔薄膜作为掩遮集水区的覆盖物，但因太阳辐射和风害而失败。直到研究出了耐用的、简便的且费用较低的方法和材料，集水才被认认为是一种经济有效的供水方法。60 年代，美国建立了各种政府的、私人的研究结构。其他干旱、半干旱地区的国家也开始研究新的材料和方法，试图降低建造集水系统的费用，

提高集水效果，延长集水系统的使用寿命。70年代初，以色列在干旱的涅杰夫沙漠区，在年降水量只有100毫米的情况下，根据各种植物的需水量，建造16~1000平方米面积不同的集水区，每一集水区的最低处挖一深约40厘米的坑，里边种果树或农作物等，效益十分显著，经济果树等的产量相当可观，如桃产量每公顷达6~12吨、杏3~7.5吨、葡萄12~15吨、苜蓿(鲜重)16.5~37.5吨、燕麦19.5~30.0吨。

20世纪80年代初，美国就开始了利用屋顶雨水集流系统为家庭供水的研究。1983~1993年，USAID资助了一项基于面向全球的研究计划，其核心是健康的水源和卫生工程(WASH)，起初称之为雨水收集系统或屋顶集流系统。1988~1993年集流技术的发展为雨水收集系统提供了信息和技术服务。

20世纪80年代以来，以供水为目的的雨水集流系统有了迅速的发展。全世界发展中国家的农村已经建立了数以千万计的雨水集流系统，而且愈来愈多的国家对此产生兴趣，甚至在城市与工业区也是如此。在南亚和东南亚，如尼泊尔、印度和菲律宾，迅速推广低成本的竹制集流系统。虽然水源污染以及水质问题越来越严重，引起了人们愈来愈多的关注，但这并没有减少人们利用雨水集流系统的兴趣。例如，泰国自从1985年以来，已经建造了1200多万个2000升的家庭供水屋顶集流水泥罐。肯尼亚的许多地区建造了10~100立方米的大型储水罐，数以千计的集流系统出现在学校、医院和家庭里。从肯尼亚发展起来的技术传播到博茨瓦纳、纳米比亚、坦桑尼亚和马里。雨水集流不但用于巴西里约热内卢的贫民窟里，而且工业化的国家也逐渐对此感兴趣，如日本、澳大利亚、美国的夏威夷、新加坡等。

## 第二节 中国天然降水集水的历史综述

### 一、天然降水集水的历史

农业是我国古代最重要的生产活动，雨水在农业生产中具有关键性的作用，上至帝王将相，下至平民百姓，都有祈求降雨的迷信活动。各地的龙王庙、皇帝的天坛祈年殿等都足以说明雨水在古代社会中受到的重视。

早在4000多年前，我国就有用“圳天法”种庄稼的历史(辛树帜、蒋德麒,1982)。所谓“圳”就是把两耜合并一起，在山坡上沿等高线开沟，沟宽0.3米，深0.3米。庄稼种在圳里，利用拦蓄的雨水灌溉作物。南宋时期，还创造了高山梯田法、区田(坑田)法、沟垄种植法等，其目的都是为了拦蓄径流。据考证，公元740年，唐玄宗时就采用地面覆盖技术进行蔬菜生产。清代嘉庆年间，人们为了抗御干旱，在西北地区大面积采取以卵石和砂砾覆盖地面的“砂田”栽培技术。这是一种特殊的地面覆盖方式，一直延续至今，现在在生产上仍发挥着重要的作用。2500年前，安徽寿县修建了大型平原水库——芍坡，拦蓄雨水径流，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，对雨水进行多次调节。我国黄土高原地区的径流农业蓄水窖至今仍是一些山区农业生产和家庭供水的主要方式。

我国北方干旱地区的劳动人民在很早以前就懂得利用径流进行集水。群众选择低洼的有利地形修建水窖，在下雨时将雨水汇集在水窖内储存起来，解决常年吃水问题。南方山区群众利用自己住房的屋顶作径流面，在屋檐装上竹管作为输水管，将天然降水引入大水缸中。这种存储起来的水群众称之为“天水”，是人们最喜爱也是最卫生的饮用水。

## 二、天然降水集水的现状

20世纪以来，随着地下水开采技术的发展与迅速推广，古代的雨水利用技术逐渐走下坡路，雨水利用技术仅仅存在于缺乏有效的可靠水源的地区，如边远地区以及岛屿上。现代社会的污染、资源、能源、人口、欠发达等许多问题都促进我们使用传统技术（即那些今天可以接受的、节省能源的古代技术）。雨水收集的复兴可以说是时代的要求。

雨水资源化技术的复兴有许多原因，如人口增加对水资源的压力、乡村人口向城市转移、水源污染以及取水成本增加等。但主要原因是雨水集流家庭应用系统具有建造简单、使用方便、技术灵活、容易维护、运行费用低、适应性强、不需要消耗能源、无污染等优点。

持续干旱造成的农业生产大面积歉收及绝收、地面下沉及环境问题，使我国对雨水利用的兴趣愈来愈浓，我国的许多科研工作者在探讨雨水利用的持续发展方面做出了较大的贡献。《集水农业引论》的出版标志着我国天然降雨资源化技术应用的成熟。该书对集水农业的可行性、集水农业的基础及集水农业设施的构建作了充分的论述，并在此基础上进行了集水农业的试验和试点工作，为集水农业技术的大面积推广做出了卓有成效的贡献。甘肃省的农业科技人员进行了干旱区雨水蓄集利用的研究与推广（朱强等，1994）。贵州省的水利部门利用集流水窖抗旱，效果明显。南方进行了有效雨水利用，以减少水稻田灌溉。舟山群岛、南海诸岛的雨水集流，湖南、江西、浙江等地区的雨水蓄集，湖北、安徽等地的埂塘田生态系统，黄淮海地区的节水农业等，都是我国有效的雨水利用措施。北京有关科研单位在“七五”期间研究了城市雨洪的开发利用问题（王应楷等，1992）。

在天然降水资源的林业应用上，我国虽然至今还没有成立专门的研究机构，但在开发利用地表径流研究方面已经取得了一定的进展。甘肃省林科所和干旱造林研究中心，从70年代末期就开展了径流育苗、造林的研究工作。在年降水量300毫米左右的兰州南北山区，采用单坡式、双坡式、漏斗式、扇形、V字形等集水整地的方式造林，试验集水面积4平方米，土壤含水率提高6%~25%。营造的白刺、柽柳、毛条等灌木成活率达90%~100%。在8平方米的集水区表面铺设防渗材料，栽植的桃、红枣等存活率为60%~80%。他们的径流集水造林研究成效明显，并取得了突破性进展，在国内外产生了很大的反响，国内兄弟省区参观人员达1000多人次。国外同行专家们对此也产生了浓厚的兴趣，自1986年以来，瑞典、前苏联、美国、日本、加拿大、法国、英国、科威特、德国、奥地利及联合国计划开发署等10多个国家和机构的专家学者纷纷前来参观，并给予了高度的评价。1991年本项研究被林业部列为100项科技成果推广项目。中国科学院林业土壤研究所和河北省有关研究部门在80年代初采用局部地膜覆盖造林，土壤含水率平均增加了1.81%，造林成活率平均提高22.8%。辽宁省水土保持研究所于1986年在半干旱石质山地，利用地膜覆盖技术造林，也取得了明显的成效。近年来，北京林业大学在半干旱的山

西省建立的试验基地上,开展了径流造林试验。利用山坡面作集水区,将坡面整平,修成纵向的长方形径流面,铲除杂草,砸实拍光后,再喷上一层高分子化合物有机硅,集水效果显著。在年降水量 330 毫米的气候条件下,8 平方米的微型集水区,经有机硅处理后拦蓄径流达 1.66 吨,在 2 平方米的植树带内相当于增加了 830 毫米的降水量。树高、径生长量分别比自然坡面上的提高 150% 和 140%。据对刺槐、白榆人工林的测定,利用集水措施浇灌的树林,可以有效地提高光合速率和叶片中叶绿素的含量。林木光合速率的变化趋势为:坡面喷有机硅 > 坡面砸实拍光 > 自然坡面。在经有机硅处理的坡面上,林木叶绿素含量多于自然坡面。刺槐提高 25%,白榆提高 11%(丁学儒等,1994)。

从发展趋势看,我国目前开发和利用地表径流除解决人、畜饮水外,农业、林业及水土保持方面的应用也较为普遍,如拦蓄径流防洪、发展旱作农业、开展植树造林。其措施有修建水平梯田、水簸箕、连环水窖、土谷坊、水平阶、反坡梯田等。1978 年以来,我国开始引进塑料薄膜地面覆盖栽培技术,在蔬菜、粮食作物、经济作物以及林木育苗等方面广泛应用,而且正趋于大面积推广。

### 第三节 小结

天然降水的利用技术已经取得了令人瞩目的成就。联合国曾将 1981 ~ 1990 年规定为“国际饮水及卫生十年”,目标是到 1990 年全球人口都能饮用到水质安全、数量充足的水,而且具有基本的卫生设备。因为集蓄的雨水可以作为城市、郊区及农村一种经济方便的备用或补充水源,雨水收集系统获得了有关水资源管理和规划人员的重视。雨水收集系统因是支持“国际饮水及卫生十年”这一计划的重要技术手段而受到了有关国际组织的支持,从而使雨水集流的现代技术迅速发展并且推广开来(Yu-shi Fork, 1991)。

第一届雨水集流利用国际会议是 1982 年 6 月在美国夏威夷召开的,这时为“国际饮水及卫生十年”的伊始。该会及时地配合了世界卫生组织的计划,受到了广泛的注意。随后分别在维尔京群岛(1984.6)、泰国(1987.1)、菲律宾(1989.8)、中国台湾(1991.8)、肯尼亚(1993.8)和中国北京召开了 6 届国际大会,另外,还召开了区域性会议(日本京都,1992.10 东京,1994.8)。每次会议都吸引了许多有关的科学家、规划决策人员、政府官员等,推动了雨水资源家庭和农业应用技术的发展,会议出版物受到了广泛的欢迎。第七届雨水集流利用国际会议于 1995 年 6 月在我国北京召开。这次会议取得了一系列富有建设性的成果,它表明集水利用技术在解决全球部分地区水资源紧缺以及生态环境问题方面的可行性和有效性得到认可。这次会议对于雨水利用在中国的复兴起到了巨大的推动作用。第八届雨水集流利用国际会议于 1997 年 4 月在伊朗首都德黑兰举行。这次大会就雨水收集利用的技术、管理、环境、经济与社会、发明以及宗教文化等方面进行了充分的交流。在实践应用上,中国的雨水利用技术,如甘肃的“121 工程”、宁夏的“窑窖工程”和陕西的“甘露工程”等,已使雨水利用在人畜供水和农业补灌方面形成了一定的规模,走在世界同类研究的前列。

目前,国际上开展的雨水集流研究与技术推广,主要侧重于解决缺水地区的人畜饮水

问题，重点是雨水集流系统的规划、设计、开发以及社会、经济、管理等方面的问题。近期有关研究的重点是雨水利用的系统工程、雨水灌溉工程的持久性、妇女对雨水利用的参与及远郊等不发达地区雨水的开发应用工程等。

## 第二章 天然降水资源的分区

### 第一节 天然降水的自然分区

天然降水集流可发展的地区为距水源较远、供水费用太高、地质条件不利、凿井费用高、地下水缺乏、开发利用地面水和地下水困难、取用地下水不现实或季节性缺乏水资源的地区。年平均降水量的多少是衡量和评价一个地区天然水资源量潜力大小的一个重要指标，它对于一个地区集水工程的规划、设计（储水设备的类型、数量和容量的大小）和工程的布局等而言，是一个极为重要的参考指标。在我国，雨水集蓄利用工程技术适用于年降水量大于 200 毫米（或 250 毫米）的所有地区。根据我国的天然年平均降水资源量的大小，集水工程适于发展的地区分为三大地区。

#### 干旱地区

这类地区年平均降水量小于 250 毫米。年平均降水量 50 ~ 80 毫米是集水工程的最低极限。由此可知，我国干旱地区除新疆南部的部分地区外均可适当发展集水工程。

这类地区人口密度低，人均占有土地面积大，人口呈集群型分布。因此，人均占有的天然降水量是很可观的。广大面积的集水，可为较小面积集约经营提供充分的水源保证。

#### 二、半干旱和半湿润易旱地区

半干旱区指年降水量为 250 ~ 500 毫米的地区，主要分布在从东北通辽开始，经河北张北、山西雁北、宁夏固原、甘肃定西，直到西藏拉萨的 400 毫米年降水量等值线两侧地带，总面积约 175 ~ 220 万平方千米。该区光、热、土资源丰富，年日照时数达 2 400 ~ 3 000 小时， $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温为 2 000 ~ 3 600 $^{\circ}\text{C}$ 。土地辽阔，人均耕地 0.13 公顷，有的可高达 0.66 公顷。

这些地区不但年降水量较少、季节变率大，而且深居内陆，海拔较高，地形复杂多样。这里 70% 是山区，地面水和地下水一般都很缺乏，即使存在，也由于山区水低地高、沟壑纵横，地面水、地下水的开发利用十分困难。人类的水源除一些天然的河流和湖泊外，天然降水是一种极其重要的潜在水资源。特别是在无天然河流和湖泊的地区，天然降水是人们生活用水和生产用水的惟一来源，因此集水工程亟待开发和大力推广。长期以来，农业生产靠天吃饭，产量低而不稳，特别严重的是近几个世纪以来，人畜饮水一直不能得到解决。近几年，雨水利用已使部分地区初步解决了缺水问题，并初步找到一条摆脱贫困、走向小康的道路。

此外，在一些半湿润易旱地区，如江苏北部、河南淮河以北的地区等，在利用雨水解决

季节性缺水问题方面，也取得了明显成效。半湿润易旱地区指年降水量为 500~750 毫米的地区，该区不但年际间降水量差异较大，而且降水季节变化更为显著。相对于当地的农业耕作制度而言，这里存在着严重的降水总量不足、供需错位的矛盾，因此也是需要发展集水工程的地区。

### 三、湿润地区

湿润地区年平均降水量在 750 毫米以上。虽然这类地区各种水资源均较丰富，但某些特别地区人类生活用水和生产用水的矛盾也很尖锐。

#### 1. 深山区和浅山丘陵区

由于自然植被被严重破坏，小溪和河流可能在旱季干涸，加之地下水位较低，这些地区水资源也相对贫乏。特别是西南具有喀斯特地貌的地区，石灰岩裸露，裂隙和溶洞发育，降水除一小部分形成径流外，大部分渗入地下。由于该区山大沟深，河川径流和地下水的利用都比较困难，很多居民缺乏饮用水。但这里年降水量超过 1 000 毫米，雨水利用的潜力很大。

#### 2. 岛屿地区

我国约有近 7 000 个岛屿（不包括台湾、海南、香港、澳门），面积为 6 700 平方千米。其中有人居住的岛屿 433 个，常住人口 453 万人。多数海岛基岩裸露，地形陡峭，比降大，降水直接排泄，很少能够蓄存下来。同时，第四纪地层也很少，大气降水难以形成地下水。因此，这里虽然海水资源非常丰富，但是淡水资源严重不足。人均淡水资源量远远低于全国平均水平，普遍存在缺水现象。生活用水和生产用水主要依靠从大陆运输而来或用管道输送，耗资巨大。而我国海岛年降水量都较大，除山东以北的海岛年降水为 500~900 毫米外，其余海岛年降水均在 1 000 毫米以上。充分开发和利用极其丰沛的天然降水资源，不仅可以保证生活用水，还可以满足工农业生产的需要。

#### 3. 沿海地区

我国浙江、山东、福建等沿海地区多为丘陵山区，地形地质条件与海岛相似，人均地面水资源量远远低于全国平均水平。平原地区虽然存在地下水含水层，但因近海土质为碱性，加上海水的顶托，水的矿化度普遍较高。同时，地面污水渗入地下，水质进一步劣化，不能饮用。此外，大气降水季节分布不均匀，遇到旱季就会发生水荒。近年来，浙江沿海居民普遍推广了雨水集蓄工程，成功地解决了饮用水问题。

## 第二节 天然降水资源的综合分区<sup>①</sup>

根据降水利用的需要，牟海省在总结前人各种天然降水区划的基础上草拟了以指导雨水利用为目的的降水资源分区（表 2-1）。它的特点是，以降水总量、降水变率、降水类型为

<sup>①</sup> 参考牟海省博士学位论文《雨水资源化：理论和实践》（1995）。

(时间分配)下垫面集流储存条件、社会经济需要(耕作与供水)、有效性(与热量耦合)、雨水来源等为指标综合考虑分区的。

表 2-1 我国降水资源区划特征表

大区	分区	降水量(mm)	降水变率(%)	年降水日数(d)	雨型	水资源利用
DB	D <sub>1</sub>	< 500	10 ~ 15 15 ~ 20	80 ~ 100 60 ~ 80	夏雨 集中型	适宜发展径流式雨养农业及季节性雨水集流,并适宜建设土壤水库和地表水库
	D <sub>2</sub>	800 ~ 1 000 600 ~ 800	10 ~ 15 15 ~ 20	140 ~ 160 100 ~ 120	夏秋 雨型	不适宜家庭雨水集流,但雨养农业有较好前景,适宜建设土壤水库和地表水库
HB	H <sub>1</sub>	750 ~ 1 000	15 ~ 20 20 ~ 25	80 ~ 100	夏雨型	主要以土壤水库、平原水库建设为主,储积雨水
	H <sub>2</sub>	450 ~ 600	20 ~ 25 20 ~ 30	80 ~ 100	夏雨 集中型	宜开展地表水库与集流梯田、人工集流系统的建设
	H <sub>3</sub>	550 ~ 750	20 ~ 35	60 ~ 80	夏雨 集中型	急需建设土壤水库、地下水库,开展人工降雨
DN	Z <sub>1</sub>	1 000 ~ 1 400 1 400 ~ 1 600	15 ~ 20	100 ~ 140	冬春 阴雨型	地表水库、山丘区小型塘坝、埂塘田生态系统
	Z <sub>2</sub>	> 1 500 < 1 000	< 15 > 20	> 150	春夏 雨型	适合各种形式的雨水集流,作物一年三熟
XN	N <sub>1</sub>	1 000 ~ 1 200	< 15	100 ~ 140	四季 均匀型	岩溶地区地下水系发育,多夜雨、小雨,雨养农业
	N <sub>2</sub>	400 ~ 800	15	60 ~ 100	夏雨型	各种形式的雨养农业,集流比较现实
XB	X <sub>1</sub>	200 ~ 400	25 ~ 30	60 ~ 100	夏雨型	雨水集流灌溉牧场
	X <sub>2</sub>	400 ~ 600	> 25	40 ~ 100	夏雨型	发展集水梯田与雨养农业
	X <sub>3</sub>	50 ~ 300	30 ~ 50	20 ~ 60	夏雨型	雨养梯田,坝地
	X <sub>4</sub>	< 100	> 50	0 ~ 20	夏雨型	各种形式的水资源利用
	X <sub>5</sub>	200 ~ 400	20 ~ 25	60 ~ 100	夏雨型	建地下水库,蓄地下径流

## 一、东北地区 ( DB)

东北地区属寒温带及温带的湿润与半湿润地区。东南季风使得东北雨量较多，雨季稍长。由于冬季长达 6 个月以上，1 月平均气温为  $-20^{\circ}\text{C}$ ，冬季干冷。东北地区整体上具有冷湿特征。东北地区降水量适中，耕作制度为一年一熟。植物生长季节正是多雨季节，85%~90% 的降水集中于作物生长的暖季，降水有效性大，而且可靠，因此适宜发展天然雨养农业。东北地区平原和西部山地丘陵，冬季少雪，春季多大风和沙暴，易导致春旱，需要集水与防蒸发措施结合。山地降水大于蒸发，为水源地；平原区降水量略小于蒸发量。由于冻土影响，土壤中形成不透水层，春播开始时，土壤中仍能保持一定水分。该地区适宜建设土壤水库和地表水库。

本区降水量由 200 多毫米变化到 800 多毫米。本区基本上可以以 450 或 500 毫米年降水量等值线为界划分为东西两部分。

### 1. 西区 $D_1$ )

本区位于分界线以西，地表径流少，水系不发达，以畜牧业为主，半干旱草原景观。降水量少于 500 毫米，属夏雨集中型，年降水日数 80~100 天，辽河中下游西部仅 60 天左右；降水变率山区为 10%~15%，平原丘陵区为 15%~20%。本区年降水总量小、夏雨集中，适宜发展径流式雨养农业以及季节性雨水集流应用。但冬春季节高寒，储水容器建设有防冻要求。

### 2. 东区 $D_2$ )

本区位于分界线以东，为半湿润地区，径流丰富，水系发达，土壤肥沃。降水量在 600~800 毫米，山区一般为 800~1000 毫米，属夏秋雨型，年降水日数 100~120 天，长白山深山区可达 140~160 天，降水变率为 15%~20%，长白山区和三江平原东部为 10%~15%。该区冬季、春季气温低，不适宜雨水集流家庭应用，固体降水占较大比例，但雨养农业有较好前景。

## 二、华北地区( HB)

华北地区包括秦岭—淮河以北、长城以南、黄河以东的地区。该区多年平均降水量为 450~1000 毫米，大部分地区为 500~750 毫米，降水类型以夏雨集中型为主，70%~80% 的雨水集中在 6~8 三个月，降水日数在 60~100 天，降水变率为 20%~35%，是我国降水变率较大的地区。该区的雨水来源主要为东南季风。该区的大部分地区为半湿润区，西部为半干旱区，只有胶东半岛为湿润区。本区降水与高温同期，雨水有效性强，冬季长而冷但不是酷寒，有利于雨水的存储，特别是本区为我国人口稠密、农业发达、缺少雨水而又旱涝频繁的地区，无论是家庭雨水集流，还是农业雨水利用都具有广阔的前景和巨大的潜力。

本区 12~2 月降水不及全年的 10%，冬季干冷，极易导致春旱，需要调节水分的年内分配。本区热量资源丰富，适宜种植大部分作物，因此水分缺乏更加明显。

本区主要特点是多暴雨，降水强度比东北地区大，而且降水变率大，雨水的自然有效性低，因此需要建设人工集流设施，适宜发展家庭雨水集流。

### 1. 南区( $H_1$ )

本区沿陇海线北侧经南四湖至山东半岛南侧分布，降水量在 750~1 000 毫米 属夏雨型，降雨日数 80~100 天，降水变率 15%~20%，淮河上游地带降水变率达 20%~25%。本区主要为平原地区，应以土壤水库、平原水库的建设为主，储存雨水，同时适当补给地下水，家庭用水主要以雨水转化的地下水为主。

### 2. 西区( $H_2$ )

本区主要指山西、河北西部太行山区与河南的北部地区。本区年降水量 450~600 毫米，年降水日数 80~100 天，年降水变率一般为 20%~25% 西南部在 20%~30%。由于本区降水变率大，总量也不多，特别是山区地形复杂，因此适宜地表水库与集流梯田以及人工集流系统的建设。

### 3. 北区( $H_3$ )

本区主要包括北京、天津、河北、山东中北部等地。本区年降水量在 550~750 毫米，年降水日数 60~80 天 降水变率 20%~35%，径流系数只有全国平均值的一半，地表水贫乏，是雨水利用最迫切的地区。本区急需建设土壤水库、地下水库，开展人工降雨，统一调配雨水。本区地表水库可作为补给地下水的水源使用，并非以蓄水为主要目的，因为蒸发损失水分较大。本区古河道沙层厚、颗粒大、空隙好，浅层（20~50 米）淡水丰富，下部往往有粘质底板（隔水层），是很好的地下水库构造。

## 三、东南地区(DN)

本区包括秦岭—淮河以南至东南沿海地区。本区年降水量多在 1 000~1 400 毫米 部分地区大于 1 400 毫米，属温暖湿润地区，雨水季节分配较均匀，降水日数 100~140 天 局部地区多于 150 天，除华南降水变率稍大（15%~20% 局部地区高于 20%）外 其余大部分地区降水变率在 15% 以下。本区是我国雨水最多的地区，适合雨水集流。由于山地和半原地形不同，本区仍有旱涝灾害。各种形式的人工小流域开发与工程的集流供水是雨水利用的主要措施。

### 1. 华中地区( $Z_1$ )

本区主要指秦岭—淮河以南，南岭以北的长江中下游地区。本区年降水量为 1 000~1 400 毫米，丘陵山区 1 400~1 600 毫米 降水变率在 15%~20% 年降水日数在 100~140 天，属冬春阴雨型。本区夏雨最多，春雨次之，秋雨再次，冬季降水超过全年的 10% 以上，是国内冬季降水比率最多、春季雨水最丰的地区。本区陆地水资源非常丰富。雨水集流的主要形式是地表水库，包括山区丘陵区小型塘坝、坑塘生态系统以及不受地表水污染的雨水集流系统。有些山区、背风少雨区较为干旱，宜发展雨养农业以及蓄水工程。

山丘区修建水库的条件差，水源不足，易发生旱灾；而平原地区，沿河滨海区易发生水灾。本区作物是一年两熟（双季稻）或三熟。梅雨是本区重要的降水现象，梅雨的早晚和历时长短影响本区旱涝。