

综  
述  
评  
价

# 黄土高原雨水资源化与农业持续发展\*

王文龙 穆兴民

中国科学院  
(水利部)水土保持研究所·陕西杨陵·712100

**摘 要** 该文详细地论述了干旱缺水 and 水土流失是制约黄土高原农业发展的限制因素。通过对本区农业生产的主要水源、雨水利用的技术经济可行性及雨水利用与农业可持续发展密切关系的分析,进一步指出,雨水利用是黄土高原农业发展的根本途径。

**关键词:** 黄土高原 雨水利用 农业可持续发展

## Resourcelization of Rainfall and Agricultural Sustainable Development on Loess Plateau

Wang Wenlong Mu Xingmin

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** This paper describes that drought or water insufficient and soil and water loss are the limited factors to agricultural development in loess plateau. By analysing the tech-economic availability of main water-resources, rainfall use for agricultural production in this region and the relations between rainfall use and agricultural sustainable development points out that rainfall use is the key way for agricultural development on loess plateau.

**Keywords:** loess plateau; rainfall use; agricultural sustainable development

### 1 前 言

水是地球上一切生物赖以生存最重要的物质和环境组成中最活跃的因素,也是人类社会发展和经济活动中的重要因素。在全球变化研究中,水资源的可持续开发原则是保护人类生存环境中重要的一环<sup>[1]</sup>,已经引起国际上重视。在一些国际会议上也不断发出警告:“石油危机后的下一个危机便是水”<sup>[2]</sup>;“淡水紧张和使用不当,对可持续发展和环境保护构成了严重而又不断增长的威胁”<sup>[3]</sup>等等。《中国 21 世纪议程》白皮书第 14 章“自然资源保护与可持续利用”一章中,把水资源的保护与可持续开发利用列为重要内容和优先发展领域<sup>[4]</sup>。水污染严重和水资源短缺已成为实现中国水资源可持续利用的两大重要障碍。特别是农业缺水十分严重,每年缺水达 300 亿 m<sup>3</sup>,受旱面积约 2 000 万 hm<sup>2</sup>,实际灌溉面积仅 4 867 万 hm<sup>2</sup>,此外还有 8 000 万农村

人口饮水困难。在黄土高原,1997 连续 80 多天大旱,黄河 4 次断流,断流最长时间达 47 天,促使人们开阔思路,着眼于雨水集蓄为农业和人畜提供水源这一古老的技术。80 年代末,甘肃省水利厅率先进行了雨水集蓄利用研究,理论上取得了有价值的成果,并大范围地进行了成功的实施。实践证明,雨水集蓄利用不失为干旱、半干旱地区发展农业的有效手段。

## 2 干旱缺水与水土流失是制约黄土高原农业发展的两大障碍因子

### 2.1 干旱是制约黄土高原农业持续发展的最大障碍因素<sup>[5]</sup>

2.1.1 一年中季节干旱经常性发生 黄土高原大部分地区农田水分亏缺 200~800 mm,整个地区均有不同程度的缺水现象;同时由于降水季节分配不匀,降水时节与农作物需水时节错位,故一年中季节干旱均有发生。

2.1.2 干旱发生频繁且持续时间长 据气象资料统计,黄土高原地区干旱频率达 27%~41%(平均为 36%),约为 9 年一大旱(大旱频率为 11%),4 年一小旱(小旱频率为 25%)。

本区连旱的频率:持续 2 年的平均为 45%,高的(长治)达 52%;持续 3 年的平均为 21%;持续 4 年的平均为 11%。

2.1.3 以春旱为主且季节干旱具有地域分异特征 对农业生产危害较大的季节干旱中,以春旱严重且频率高,夏旱次之,秋旱较少。本区春旱频率高且地区差异不大;夏旱主要发生在陇中、晋南、关中和宁夏地区;秋旱较少,主要发生在处于北部地区。

从以上我们可以清楚看出,干旱对黄土高原地区农业生产危害极大,且成为本区农业持续发展和社会经济发展的最大限制因子。

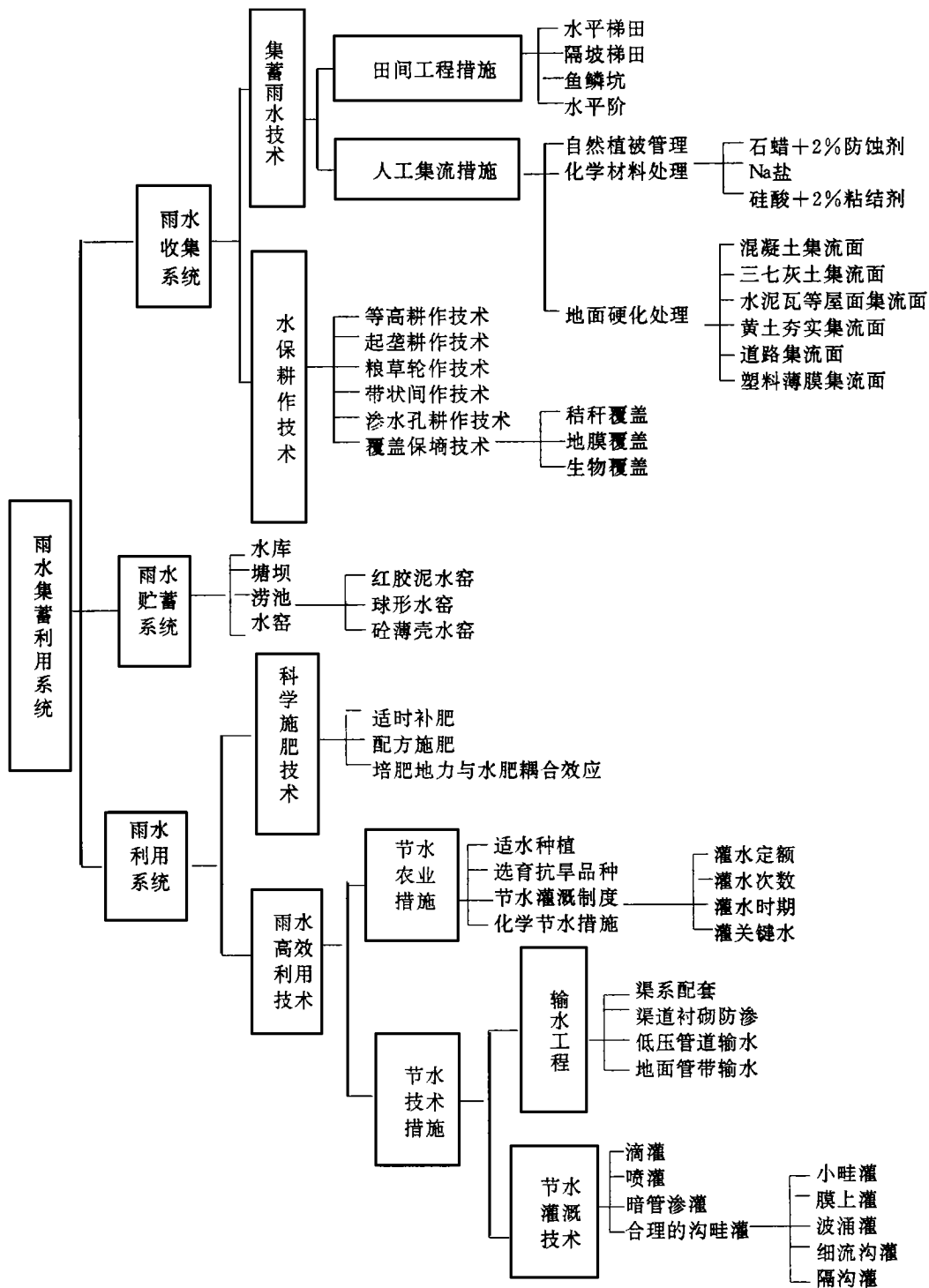
### 2.2 严重的水土流失使原本脆弱的生态条件更加恶化

2.2.1 水土流失造成土地资源减少 由于黄土高原沟壑密度很大,稠密的沟壑网,使地面支离破碎。黄土高原绝大多数沟头的溯源侵蚀都很活跃,同时重力侵蚀极其发育使沟壑面积不断扩大,沟间坡地不断缩小。严重的水土流失吞噬了大量宝贵的土地资源,使可利用的土地变得越来越少了。

2.2.2 水土流失造成土壤肥力下降、土地瘠薄 水土流失不仅输入黄河大量泥沙,而且导致大量养分流失,破坏了农业生态系统的养分循环,土地严重退化。土壤侵蚀使土壤细颗粒被冲刷流失,粗粒所占的比例增加,造成土壤砂化和砾质化;土壤有机质大量的流失,造成土壤结构不良,使土壤中有效水含量降低,持水性较差,土壤板结通气差。总之,水土流失造成土壤肥力下降,土地瘠薄。

### 2.3 雨水资源化与雨水集蓄利用系统

2.3.1 雨水利用的定义 Myers 首先对集水作了定义,他认为“集水是对降雨地表径流和小河或小溪的收集和贮存”<sup>[6]</sup>,他也引用 Gurrier 的定义——从已处理的流域收集自然降水并合理利用的过程。最后的定义是:从一个为了增加降雨和融雪径流而专门处理过的面积小的区域收集水的技术。TH. M. Boers 等人从农业生产的角度定义为:“为在干旱和半干旱地区发展农业而导引、收集、蓄存和保护地表径流的一种方法”。不管采用何种方法,集水系统有三个共同的特征。第一,应用于具有间歇性径流的干旱、半干旱地区。即地表径流是个离散事件,是在一年的部分时间发生,而在旱早期却没有。由于水流是短暂的,因此蓄存是雨水收集不可缺少的一部分。第二,该技术不包括存贮河水于水库或开采地下水。第三从集水区面积、蓄存容积及投资相对而言,该技术是小规模的,此特征也是由以上两点所决定的。



附图 雨水集蓄利用系统框图

2.3.2 雨水集蓄利用系统 将雨水转化为雨水资源的过程定义为雨水资源化。通常,雨水集蓄利用系统,是由雨水集蓄系统、贮存系统、高效利用系统三大部分有机组成。其框图如附图所

示。

### 3 黄土高原雨水利用的必要性与可行性

#### 3.1 雨水是黄土高原农业生产的主要水源<sup>[9]</sup>

黄土高原丘陵山地和残塬区,地表水极为贫缺,地形起伏多变,水低地高,发展大型水利工程的前景不大;加之降水量偏少,降水季节和农作物生长需水时节极不一致,供需错位,且多以暴雨形式出现,雨水不能有效利用。据资料,黄土高原地区多年平均降水量443 mm,全区折算总量为2 757亿 $m^3$ ,相当于每年地表水和地下水总量的9.2倍,是分布面广、数量最大的唯一可利用的潜在水源<sup>[11]</sup>。因此雨水资源化是此区农业发展的现实出路。

#### 3.2 雨水利用的技术经济可行性

(1)庭院、道路收集效率高。屋顶、柏油路面等自身集流效率高;庭院经过人工硬化处理后,可以大大地提高集流效率,使收集效果非常显著。

(2)人均坡地面积大,具有天然收集雨水条件。坡面经过石蜡、钠盐等化学物质封闭土壤孔隙处理、或者用塑料、沥青或者混凝土覆盖,可有效地防止雨水入渗。

(3)水窖施工技术简单、投资少、见效快,费省效宏,群众有使用水窖和涝池等的历史,有丰富的打窖经验。据考证,春秋战国时期已有引洪漫地和塘坝,明代出现水窖,据1985年统计,黄土高原地区现有水窖150.83万眼,总容量5 866.5万 $m^3$ ,每窖的容积大约40 $m^3$ 。<sup>[11]</sup>

### 4 雨水资源化与黄土高原农业持续发展

#### 4.1 雨水利用是使农业生态系统稳定的基础

在黄土高原农业生产中最关键、最致命的问题就是干旱。而雨水资源具有时空分布间歇性,存在很大的波动性,派生水资源则具有相对稳定性,可进行连续的供水活动。雨水利用的第一步,首先是将时空不连续、不稳定的雨水资源转变为具有持续供水能力的稳定系统,增强了农业生态系统的稳定性。

#### 4.2 雨水资源是农业可持续发展的资源基础

农业可持续发展的物质基础是自然资源的可持续利用,雨水资源是干旱、半干旱地区有限而宝贵的自然资源,对其进行高效、集约、永续利用,是实现经济效益、生态效益和社会效率同步持续发展的重要途径。

#### 4.3 雨水利用与水土保持不相矛盾,核心是一致的

雨水利用所采用的手段是“聚集”径流,水土保持的手段是“分散”径流,前者主要是通过屋顶、庭院、道路、塑膜等具有较高径流系数的物面把径流集中到水窖里,而后者是采用水土保持耕作和工程措施,让径流就地入渗,分散径流,消耗能量,以致于不发生或较少发生水土流失,其目的是一致的都是保住“水”。

#### 4.4 提高物面集流系数和提高雨水利用率是农业可持续发展的关键

物面的集流系数较好,就可收集更多的雨水,可提供较多的可以利用的雨水资源;采用农业节水措施在关键期补充灌溉,不仅可以提高水的利用效率,还可使作物获得较高产量及较高的经济效益。

(参考文献略)