

# 基于径流调控利用的水土保持多元综合治理模式研究

李怀有<sup>1</sup>，高健翎<sup>2</sup>，赵安成<sup>1</sup>

(1 黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站，甘肃庆阳，745000；

2 黄河上中游管理局，陕西西安，710021)

**【摘要】**论述了黄土高原沟壑区现有治理模式的内涵和特点，首次提出了基于径流调控利用的多元综合治理模式，总结出了 20 种径流泥沙调控利用模式，并与现有治理模式从治理区域、治理重点部位、防治措施、防治特点、防治目标等方面进行了分析评价，该模式已在黄河水土保持生态工程建设中得到推广应用并取得显著成效。

**【关键词】**径流；调控；多元；综合治理；模式；

黄土高原水土保持工作的方略是塑造协调的水沙关系，使黄河泥沙在河口的造陆运动能够继续，同时减少泥沙在河道中的淤积，不至于形成大的危害。黄土高原沟壑区土壤侵蚀主要类型为水力侵蚀和重力侵蚀，而水力同时也是促进和加重重力侵蚀危害的重要原因。水的流动性产生的挟沙能力是导致当地水力侵蚀的核心原因，因而，通过对径流的调控达到对泥沙的调控，径流的调控利用就成为构建协调的水沙关系的主要技术手段。黄委提出了建设黄河水沙调控体系，黄土高原的水土保持工作在建设黄河水沙调控体系中大有可为，应该是黄河水沙调控体系中根本性、基础性措施。对于黄土高原沟壑区，采取“以水换沙”是构建黄土高原沟壑区水沙调控体系的技术关键，也就是就地拦蓄汛期的雨洪资源，达到就地截留、入渗、集蓄、转化或利用，大幅度减少泥沙的流失，减轻黄河下游泥沙淤积危害。以泾河流域为例，用汛期 10.195 亿  $\text{m}^3$ 、相当于潼关以上 2.8% 径流量的拦蓄利用，可减少汛期 2.339 亿 t、相当于潼关以上 19.7% 的输沙量。泾河流域作为黄河产沙量最大的支流之一，在建设黄河水沙调控体系中具有重要地位。

## 1 现有的治理模式

水土保持工作经过了半个多世纪的研究与实践，取得了大量的成果，并在生产实践中也得到了大面积推广。在黄土高原沟壑区水土保持综合治理模式的研究方面也取得了系列化成果，在建立典型示范小流域的同时，也做了大量的推广工作<sup>[1]</sup>。

### 1.1 “三道防线”模式

此模式是由黄委会西峰水土保持科学试验站以南小河口流域为依托，于 20 世纪 70 年代提出的。该模式根据黄土高原沟壑区塬、坡、沟三大地形地貌特点，提出了“以建设农田、村庄道路和沟头沟边防线的塬面治理，以兴修水平梯田，建立山地果园，营造防护林防线的沟坡治理，以主沟道布设坝系，支毛沟打柳谷坊，植速生防冲林防线的沟谷治理”的“三道防线”的综合治理模式。防治的基本方针是“按照水土流失规律，保塬固沟，塬、坡、沟综合治理；充分开发利用水土资源，塬面建设粮食生产基地，沟壑发展用材林、果园和牧草”。初步摸清了黄土高原沟壑区水土流失规律，提出了“保塬固沟”的治理方略，为黄土高原沟壑区水土流失综合治理和保障塬面的完整提供了科技支撑，该模式在同类地区的 137 条小流域得到推广。

### 1.2 “四个生态经济带”模式

此模式是 1987 年由黄委会西峰水土保持科学试验站以庆丰沟流域为依托提出的。该模式以小流域为开发的生态经济系统，按照“把具有相同的经济发展方向，又具有类似的生态环境问题而需要改造的地带划为同一条生态经济带”的原则和方法，将小流域生态经济系统划分为“塬面农业生态经济带，塬边林果生态经济带，沟坡草灌生态经济带，沟底水利生态经济带”。该模式最突出的特点是强调了生态效益、经济效益、社会效益三兼顾，明确提出“小流域治理要和发展农村商品经济相结合，积极为当地经济发展服务”，探索了既有利于自然生态环境改善，又有利于生产经济发展的合理途径，引进和开发了一些生态经济型治理措施。该治理模式在泾河流域推广后，取得了显著的蓄水保土效益。

### 1.3 多元小生态系统交错配置的经济生态农业模式

此模式是 1987 年由甘肃省庆阳地区水利处和宁县水保站以老虎沟流域为依托联合提出的。该模式是指“依照因地制宜，因害设防，为农业生产服务的原则，把保持水土同合理开发利用土地、提高经济效益、改善生态环境统一起来，使土地利用逐步趋向合理，经济收入不断提高，生态环境得到改善；把总体规划的需要同一村一户为单元实施的可能性统一起来，通过建立小生态单元，达到总体规划的要求；把综合防治和不同效能的各单项治理措施的布设统一起来，通过建设多层次、多功能的单项水土保持措施，达到综合治理的目的”。该模式在概念上提出了“建设小生态单元”的基本观点，在防治体系的建设中，进一步明确了“三道防线”中的主导措施，即：“建设以水平条田为主体的塬面防治体系，以造林为主体的坡面防治体系，以塘坝、谷坊及防冲林为主体的沟道防治体系”。

### 1.4 全方位综合防治体系模式

此模式是 1987 年由甘肃省平凉水保所以茜家沟流域为依托提出。此模式是指：建设以基本农田为主体的工程措施和全面绿化为核心的生物措施相结合的塬、坡、沟多层次防治体系。所谓全方位，是指在空间上从塬面到沟底，塬、坡、沟兼治；在土地类型上从农田到“三荒”地，包括道路、村庄全面设防。综合体系则是指工程措施与生物措施紧密配合，拦蓄引结合，农林牧综合安排。成功实践了“以水平条田为主的农田防治体系，以山地梯田、防护林带、果园为主的塬坡防护体系，以沟坡防护林、支毛沟柳谷坊为主的沟壑生物防护体系”。

## 2 基于径流调控利用的多元综合治理模式的特点

该模式由黄委会西峰水土保持科学试验站以中尺度流域——砚瓦川流域为依托，在黄河水土保持生态工程齐家川示范区和砚瓦川项目区建设中首次提出。该模式紧抓水土流失中径流的主导性，水土流失因素是多因子，汇水单元具有多单元，治理措施采取多手段，治理效果是多方面效益，治理目标是多目标。

该模式以汇水单元为径流调控利用单元，以塬面的径流调控利用为核心，以沟道的径流和泥沙调控为支撑，以坡面的径流调控为补充，构建完善的径流泥沙调控利用体系。在塬面，整修农田低凹的集流槽和缓坡地为水平梯田，建设庭院水窖、沼气池等生态经济系统，民居集中连片化，村庄道路砂石化，行道树林网化，胡同道路改道，封堵胡同，以塬面低凹地、废弃机井、地坑院和胡同复垦地作为径流调蓄区，道路两侧低凹边角地修建涝池，沟头修建涝池、沟边埂，修改汇水通道，杜绝塬面径流从沟头处下沟；在坡面，修建集水造林工程和集水种草工程；在沟道，修建柳谷坊、淤地坝、塘坝、治沟骨干工程，红

土泻溜面栽植灌木林，陡坡泻流泥面栽植乔灌混交林或灌木林，配套建设沟底防冲林和护岸林；在川道，川台地整修成水平梯田，冲沟修建淤地坝，实现以坝代路，购置移动式低扬程管灌或喷灌设备灌溉经济作物。根据治理效益确定重点治理部位，依次按照塬面、沟谷、阴坡、阳坡进行治理。

### 3 该模式的主要模式

根据黄土高原沟壑区塬、坡、沟、川四大地貌单元的不同特点，各个区域径流泥沙调控利用的范式不尽相同。

#### 3.1 塬面径流泥沙调控利用模式

塬面径流泥沙调控利用主要范式有：

①村庄土路—砂石化—道路集雨—涝池蓄水—低压管灌系统，该范式主要结合村庄砂石道路建设进行；

②塬面集流槽或缓坡地—水平梯田—地埂栽黄花菜—保水保土耕作，该范式主要适宜专门从事农作物生产的农户；

③庭院硬化—集雨—水窖蓄水—果园滴灌系统，该范式主要适宜果树专业户；

④庭院硬化—集雨—水窖蓄水—暖棚养畜—沼气池—果园滴灌系统，该范式主要适宜既养畜又经营果园的农户；

⑤庭院硬化—集雨—水窖蓄水—暖棚养畜—沼气池，该范式主要适宜种草养畜的农户；

⑥胡同改道—封堵胡同—塬面低凹地、废弃机井、地坑院和胡同复垦地作为径流调蓄区—沟头修建涝池、沟边埂—修改汇水通道—杜绝塬面径流从沟头处下沟，该范式主要是在塬面划定径流调蓄区，阻断塬面汇水通道。

#### 3.2 塬坡径流泥沙调控利用模式

塬坡径流泥沙调控利用主要范式有：

①坡面集雨—鱼鳞坑或水平阶整地—喜湿乔木纯林（如油松），该范式主要适宜阴坡；

②坡面集雨—鱼鳞坑或水平阶整地—喜湿乔灌混交林（如油松和沙棘混交），该范式主要适宜半阴坡；

③坡面集雨—鱼鳞坑整地—抗旱灌木林（如狼牙刺），该范式主要适宜阳坡；

④坡面集雨—鱼鳞坑或集蓄槽整地—抗旱乔灌混交林（侧柏和狼牙刺混交），该范式主要适宜半阳坡；

⑤坡面集雨—水平阶整地—种植禾本科牧草，该范式主要适宜立地条件比较差的天然草地改良。

#### 3.3 沟道径流泥沙调控利用模式

沟道径流泥沙调控利用主要范式有：

①泉水—小高抽提水—塬面水塔调蓄—管道输水—人畜饮水，该范式主要适宜流域中下游无机井地区解决人畜饮水难题；

②泉水和坝库水—小高抽提水—塬面水塔调蓄—管道输水—果园节水灌溉系统，该范式主要适宜流域上中游果园补充灌溉问题；

③柳谷坊—淤地坝—塘坝——养鱼或提水上塬灌溉菜园或果园，该范式主要适宜城市

郊区的小流域；

④柳谷坊—淤地坝—治沟骨干工程—沟坡防护林—沟床护岸林，该范式是该区域适宜的主要拦沙措施；

⑤红土泻溜面—鱼鳞坑整地—灌木林（如沙棘），该范式主要针对沟谷最大产沙区红土泻溜面的治理措施；

⑥陡坡滑泻流泥面—鱼鳞坑整地—乔灌混交林或灌木林，该范式主要针对重要产沙区陡坡滑泻流泥面的治理措施。

### 3.4 川道径流泥沙调控利用模式

川道径流泥沙调控利用主要范式有：

①川台地—水平梯田—移动管灌或喷灌设备—地膜覆盖—等高种植瓜菜，这是川道经济效益比较高的一种范式；

②泉水或河川径流—小高抽—高位蓄水池—管道输水—人畜饮水，该范式主要解决该区人畜用水需要；

③冲沟—修建淤地坝—坝顶做路—村庄道路砂石化—河道修建过水桥—道路边修建硬化排水沟，该范式主要解决该区冲沟侵蚀、道路侵蚀和交通困难。

在黄河水土保持生态工程齐家川示范区和砚瓦川项目区建设中，提出了基于径流调控利用的多元综合治理模式，根据该模式在塬、坡、沟、川的特点，提出了以上 20 种径流泥沙调控利用范式。该模式已在黄河水土保持生态工程建设中得到推广应用并取得显著成效。

## 4 各种模式的比较分析

### 4.1 防治区域从小流域治理扩大到县域和中尺度流域

从 20 世纪 50 年代到 80 年代，主要开展以小流域为单元的水土流失综合治理，到 90 年代初，水利部选定了黄土高原沟壑区的长武县和泾川县作为黄土高原水土流失综合治理开发试点县，从 90 年代中期到目前，以黄土高原水土保持世界银行贷款项目和黄河水土保持生态工程建设项目为代表的国家大型水土保持综合治理工程扩展到中尺度流域，这得力于国家对生态环境的高度重视和大力持续投入。

### 4.2 防治的重点部位从塬面、塬坡逐步转移到塬面和沟谷

从 20 世纪 50 年代到 70 年代，黄土高原沟壑区水土流失防治的重点部位是塬面农田基本建设和沟头的治理，现存的水平梯田和涝池等主要是当时修建的。80 年代开始，以沙棘资源建设作为黄土高原水保建设的单独建设项目，以及后来的黄土高原水土保持世界银行贷款项目，使防治的重点部位逐步转移到坡面，从 90 年代末期到目前，在黄河水土保持生态工程建设中，根据该区域径流主要来自塬面，泥沙主要来自沟谷，塬坡产流产沙均比较少的水土流失规律，使防治的重点部位逐步转移到以径流调控利用为主要内容的塬面和以径流泥沙调控工程建设为主要内容的沟谷部位。

### 4.3 防治措施由常规的单项措施到新技术和新产品大量应用的综合措施

从 20 世纪 50 年代到 90 年代初，水土流失防治措施主要以单项措施为主，主要以水平梯田修建为主的农田基本建设，以植树造林和沙棘资源建设为主的坡面治理，以治沟骨干工程和小水库为主的沟道工程建设。80 年代以来，开始综合应用工程措施、植物措施和农业耕作措施进行小流域综合治理，一些新技术如集雨节水灌溉、集水造林、集水种草、遥

感技术、地理信息系统、全球定位系统、数字小流域等得到研究应用；同时，一些新材料如保水剂、防渗剂、防蚀剂等也得到推广。

#### 4.4 防治特点由采用全方位节节拦蓄的防线防治到基于径流调控利用的汇水通道防治

从 20 世纪 50 年代到 80 年代，无论是“三道防线”还是“四个生态经济带”，以及“全方位综合防治体系”，均是采用了全方位节节拦蓄的防线防治，在黄河水土保持生态工程建设中，根据黄土高原沟壑区水土流失规律，径流是导致该区水土流失最重要的、最具有能动作用的因素，提出了基于径流调控利用的水沙调控体系，以汇水通道治理为重点，以产沙坡面治理为关键的治理思路。

#### 4.5 防治目标从单纯治理水土流失走向建设人与自然和谐的生态文明

在治理水土流失初期，防治目标就是单纯的减少当地水土流失，减少入黄泥沙。到上世纪 80 年代，国家提出了以经济建设为中心的工作方针，水土保持也由单纯治理向治理开发并重、治理为经济振兴服务的转变。通过 30 年来的改革开放，我国的经济实力得到大幅度增强，国家对生态环境建设也日趋重视，投入进一步加大，同时，也提出了更高的要求，在相继提出建设物质文明、精神文明、政治文明的基础上，提出了建设人与自然和谐的生态文明。

### 参考文献

- [1] 赵安成. 陇东黄土高原沟壑区典型小流域治理模式剖析[J]. 水土保持研究, 1994 (1), 45-49

**基金项目：**“十一五”国家科技支撑计划课题（课题编号：2006BAD09B09）。

**作者简介：**李怀有，1969 年出生，本科，1992 年毕业于西北农业大学水利与建筑工程学院水土保持专业，学士学位，在黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站工作，主任，高级工程师。全国水土保持工作先进个人和中国水土保持学会第六届青年科技奖获得者。联系地址：甘肃省庆阳市西峰区南大街 268#，邮政编码：745000，联系电话：0934—3372818，13830400401。E-mail:qyxflhy@sohu.com。