

# 模型黄土高原建设与研究的若干问题探讨

李 敏

(黄河水利委员会 黄河上中游管理局, 陕西 西安 710021)

[关键词] 黄土高原; 水土保持; 模型建设; 原型观测模型; 实体模型; 比尺模型

[摘要] 模型黄土高原是为研究黄土高原水土流失规律和水土保持治理模式、治理效益, 借助实体模拟理论与技术、测控技术、信息技术等而构建的高科技试验研究模型体系。模型黄土高原的物理模型具有广义性、多目标性、多类型性、典型性、交互性特点。模型黄土高原需要研究的内容包括水土流失规律、水土保持治理模式和水土保持效益三方面。讨论了建设模型黄土高原的技术路线和工作基础, 认为借鉴国内外已有的水土流失规律和土壤侵蚀预报模型研究成果, 依托黄委科研机构, 已初步具备了建设模型黄土高原的条件。

[中图分类号] S157.1 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2005)12-0007-03

模型黄土高原建设虽已拉开帷幕, 但在什么是模型黄土高原、如何建设、它研究解决的问题是什么等方面, 许多从事该项研究工作的同志心里并没有底。近年来, 笔者结合《“模型黄河”工程规划》及其开展的一些工作, 对模型黄土高原的含义与特点、模型黄土高原研究的主要内容、模型黄土高原的工作基础、模型黄土高原的技术路线进行了认真思考与研究, 期望与有关研究者一起推动该项工作的开展。

模型黄土高原建设是一项全新的工作, 没有成功的经验可以借鉴, 因此本研究中的一些术语、定义、概念与现行的某些标准、规范会有出入甚至相左, 希望广大关心此项工作的同志能给我们提出好的意见和建议。

## 1 模型黄土高原的含义及其物理模型的特点

模型黄土高原是为研究黄土高原水土流失规律和水土保持治理模式、治理效益, 借助实体模拟理论与技术、测控技术、信息技术等而构建的高科技试验研究模型体系。模型黄土高原建设需要在黄土高原选择不同类型区建设野外和室内物理模型, 开发数学模型, 探索水土流失规律, 提出水土保持治理模式并研究其效益。

模型黄土高原建设首先需要建设的是物理模型, 该物理模型具有如下特点:

一是广义性。模型黄土高原的物理模型具有不同于模型黄河中其他物理模型的特点。河道模型、水库模型、河口模型都是对具体对象的模拟, 即将实物缩小而制作的样品。黄土高原面积 64 万 km<sup>2</sup>, 境内千沟万壑, 包括 13 个水土流失类型区, 水土流失复杂, 涉及多种气候和植被类型, 各地经济社会条件差异显著, 不可能简单地将其缩小而作为一个整体建立物理模型进行试验研究。因此, 模型黄土高原的物理模型不是也不可能整个黄土高原。为了探索黄土高原水土流失规律, 研究水土保持治理模式和效益, 必须有目的地在黄土高原不同类型区

选择典型建立物理模型。每一个典型的、局部的模型都是黄土高原物理模型的一部分, 都具有黄土高原的某些特性, 但都不是黄土高原的全部。所有不同类型区的模型叠加才构成了黄土高原的物理模型。

二是多目标性。水土流失主要是指由人为经济活动造成的加速侵蚀, 而水土保持则是指动员千家万户农民治理千沟万壑的社会经济活动, 是使农业经营方式由粗放经营向集约经营转变的经济活动。因此, 对水土流失不仅要研究其发生发展的自然特点和规律, 还要研究造成水土流失的社会原因, 否则只能是“空对空”。同样, 研究水土保持也离不开对“三农”问题的研究。

三是多类型性。模型黄土高原的研究对象决定了其物理模型是由多个、多种模型组成的模型群。根据试验研究手段的不同, 模型黄土高原的物理模型可分为野外原型观测模型(简称“原型观测模型”)、野外实体模型(简称“实体模型”)和室内比尺模型(简称“比尺模型”), 各类模型的主要特点如表 1 所示。根据试验目标的需要, 把每一类模型进一步细分为如图 1 所示的多个子模型。

表 1 各类黄土高原物理模型的主要特点及优缺点

| 模型种类 | 原型观测模型                     | 实体模型                      | 比尺模型                      |
|------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 主要特点 | 天然降雨 + 天然下垫面               | 人工降雨 + 天然下垫面              | 人工降雨 + 人工下垫面              |
| 优缺点  | 全自然模型, 所得数据无变异, 试验不可控, 周期长 | 半自然模型, 所得数据有变异, 试验可控, 周期短 | 全人工模型, 所得数据变异大, 试验可控, 周期短 |

四是典型性。模型黄土高原将黄土高原“化整为零”进行建模, 从典型的、局部的模型(群)研究整体的物理特性, 其每一物理模型都是从各类型区选择典型小流域(小区)建立的, 以典型地点的典型模型研究区域特性。

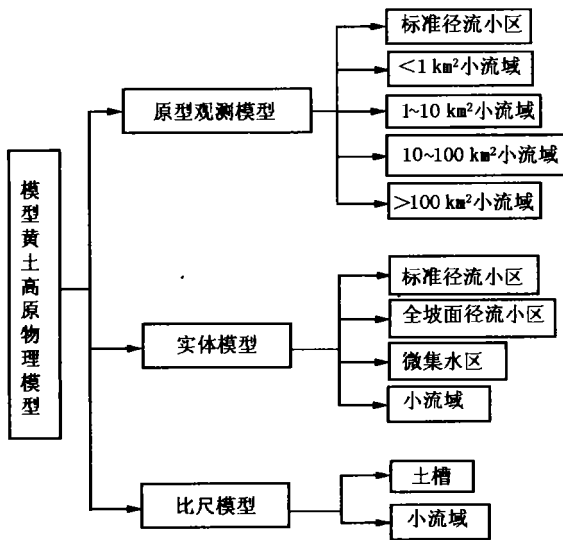


图1 模型黄土高原物理模型群

五是交互性。模型黄土高原物理模型中的原型观测模型、实体模型和比尺模型构成模型黄土高原的有机整体，三者功能不同，它们相互联系、相互印证、相互补充，其主要功能如表2所示。

表2 各类黄土高原物理模型的主要功能

| 模型种类 | 原型观测模型                    | 实体模型                        | 比尺模型                  |
|------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 主要功能 | 验证比尺模型、实体模型形成和产生的理论、规律及参数 | 在较短的时间内完成水土流失规律研究，获得数学模型及参数 | 在较短的时间内完成水土流失的理论和规律研究 |

## 2 模型黄土高原研究的主要内容

### 2.1 水土流失规律

黄土高原的水土流失主要由水力侵蚀造成，故模型黄土高原水土流失规律研究至少包括以下6个方面内容：

(1)土壤特性。包括对耕作土壤、森林土壤、草原土壤、风沙土壤以及土壤母质的一般理化性状和抗侵蚀能力的研究。通过试验，揭示土壤抗侵蚀力或土壤可蚀性的物理机制，并对其定量描述。

(2)地形特征。包括不同坡度和坡长的水土流失状况。通过试验，揭示坡地降雨径流的侵蚀、输沙过程及其机制。为摸清小流域土壤侵蚀机理，须研究 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 坡面和可能最大坡长的土壤侵蚀规律。作为基础研究，须进行裸露坡面溅蚀—片蚀—细沟侵蚀—浅沟侵蚀—切沟侵蚀—沟道侵蚀等的侵蚀及发展过程研究。

(3)降雨状况。须对天然降雨进行深入研究，包括雨滴大小及其统计学特征、雨型及其统计学特征、次降雨量、降雨历时等。

(4)径流状态。包括坡面径流发生与发展过程，不同坡面状况下的坡面流状态，坡面—沟道的汇流过程；水力侵蚀发生演变过程的水文及水动力学特征；坡沟系统水流汇集与泥沙输移过程，小流域水力侵蚀过程及其机制等。

(5)降雨、径流与土壤侵蚀的关系。根据以上4项研究成果，对小流域土壤侵蚀形态发生演变过程进行数值模拟。

(6)水土保持措施的作用。包括不同水土保持措施的蓄水减沙效果、不同植被覆盖状况下的蓄水减沙效果、不同类型沟道工程的蓄水减沙效果等。

不同水土流失类型区的土壤、地形、植被、降水状况及水土保持措施配置不相同，因此须选择典型区域进行研究。近期重点研究水土流失最为严重、对黄河淤积影响最大的多沙粗沙区，主要包括黄丘一区（即黄土丘陵沟壑区第一副区，下同）、黄丘三区 and 高原沟壑区的沟道、坡面侵蚀、产汇流规律及产沙输沙机理等。

### 2.2 水土保持治理模式

黄土高原不同水土流失类型区的综合治理措施的构成不同，如黄丘一区淤地坝所占比例较大，风沙区林草比例较大，黄土阶地区经济林果园比例较大等，这就需要开展不同水土流失类型区水土保持治理模式研究。

水土保持治理模式研究，主要是探索不同水土流失类型区科学、合理、高效的水土保持措施配置模式，研究水土保持关键、实用技术。治理模式应在结合“三农”问题的基础上不断完善。近期将结合“三道防线”和“先粗后细”的方针，重点在淤地坝坝系建设、生态修复、示范区和生态园建设及植被建设技术等方面开展研究工作，以期尽快取得较大突破。

### 2.3 水土保持效益

探索全面、系统、科学的水土保持效益监测评价指标体系和方法，研究水土保持生态、经济和社会效益的定量分析和评价指标。生态效益重点研究以小、中、大流域为单元的水保综合治理措施和单项措施的蓄水保土效益。经济效益重点研究水保综合治理措施和单项措施的增产效益。本研究不局限在模型黄土高原内进行，而是将研究范围扩大到模型黄土高原建设所在地的水保综合治理区域。社会效益研究将结合模型黄土高原建设所在地的水保综合治理区域进行。

## 3 模型黄土高原建设的技術路线

研究中，须在不同类型区选择典型流域建立模型，开展水土流失和水土保持机理研究，然后通过扩大试验区采集相关数据建立黄土高原模型群（体系）。

### 3.1 总体技术路线

通过建立原型观测模型、实体模型和比尺模型，结合遥感技术和地理信息系统，采用实体模拟理论与技术、测控技术和信息技术，把水土流失和水土保持重大理论与技术问题体现在相关物理模型上，通过对物理模型的试验（复演、模拟）与观测，研究这些理论和技术问题，探寻解决的路线和方法。

在水土流失规律研究上，首先开展径流小区侵蚀过程的观测与研究，揭示其侵蚀机理，为小流域侵蚀研究打下基础；其次结合地理信息系统和数学工具，研究小流域土壤侵蚀机理；再次通过扩大试验区，应用遥感技术在黄土高原各类型区采集数据，构建区域土壤侵蚀预报模型。

水土保持治理模式和治理效益研究，主要通过原型小流域的观测，分析不同治理措施的功能，研究不同措施组合的效

益, 提出各类型区适宜的治理模式。

具体实施上依托黄委 3 个水保站开展原型观测, 近期内在西峰水保站建立实体模型, 在黄委水科院建立比尺模型。

在组成黄土高原物理模型群的三大部分中, 原型观测模型是基础, 所采用的技术最传统; 实体模型在技术上较先进, 试验研究进度和精度可以有效控制, 但需要研制并应用大规模的人工降雨装置和微型传感器; 比尺模型在技术上最复杂, 相似性模拟理论、试验研究技术等均需深入探索。

### 3.2 实体模型建设的技术路线

小流域土壤侵蚀机理十分复杂, 为保证模型建设和试验研究的顺利实施, 实体模型建设宜按照“先简单, 后复杂; 先单因子, 后多因子; 先线性, 后非线性; 从小到大, 循序渐进”的技术路线逐步实施。具体工作中将实体模型分解成标准径流小区、全坡面小区、微集水区、小流域四步进行建设, 先进行小区单因子试验, 再进行全坡面小区试验, 然后进行微集水区(微流域)多因子试验, 最后进行小流域多因子、非线性试验研究。

### 3.3 大规模人工降雨装置研制设想

对于在小流域人工模拟降雨试验中采用的降雨装置, 初步考虑如下 3 种备选方案:

(1) 地面铺设式人工降雨装置。即将目前采用的下喷式人工降雨装置布置在距离地面 10 m 的高度内, 相当于现有降雨装置的机械扩展。此方案的优点是降雨装置在技术上已较为成熟, 不需要再进行率定; 缺点是流域地面高低不平, 架设存在一定难度, 同时装置的支架和管线很多, 对地面干扰较大, 会影响到试验观测。

(2) 高空悬挂式人工降雨装置。即在小流域两侧的山梁上架设钢索, 将降雨喷头悬挂在钢索上进行人工降雨试验。该装置的最小高度要满足两侧山梁顶部的降雨要求。此方案的优点是将现有降雨装置的位置高移, 装置对地面没有干扰; 缺点是架设难度较大, 且高空水分蒸发损失较大, 许多指标需要重新率定。

(3) 高空喷射式人工降雨装置。即在小流域两侧山梁上架设不同口径、不同压力的高压喷头, 降雨试验中两侧相对均匀地喷洒。此方案的优点是架设相对简单, 但装置没有先例借鉴, 需要从头研制, 且高空喷洒水分蒸发量大。

考虑到资金投入和技术问题, 还需对大型人工降雨装置的研制与建设进行深入的探索, 论证其技术和资金投入的可行性。近期主要开展以标准径流小区为单元的人工降雨试验研究。

## 4 模型黄土高原建设的工作基础

模型黄土高原建设主要包括模型建设和模型研究两部分, 其中: 模型建设是硬件, 主要包括建立物理模型的设施和仪器; 模型研究是软件, 主要涉及物理模型以外的各种模型的建立。

水土流失作为世界性的环境问题越来越受到各国重视, 长期以来许多国家在防治水土流失方面开展了大量的研究, 取得了许多成果(图 2), 这些都为开展模型黄土高原建设提供了有益借鉴。

### 4.1 水土流失基础理论研究成果

土壤侵蚀预报模型研究是水土保持研究的一项基础性工

作, 近一个世纪以来, 许多国家的学者在土壤侵蚀预报模型研究方面做了大量的工作, 通过试验、观测建立了模型。

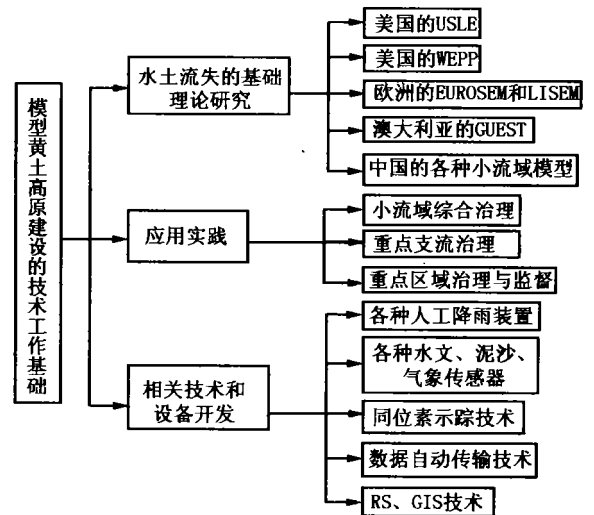


图 2 模型黄土高原建设的技术工作基础

国外在土壤侵蚀模拟理论和模型建设方面取得了较多成果。1965年美国提出了著名的通用土壤流失方程式 USLE 这是一个用于定量预报农地或草地坡面年均土壤流失量的经验性土壤侵蚀预报模型。其后, 随着研究的深入, 美国又提出了水蚀模型 WEPP 和修正的通用土壤流失方程式 RUSLE。欧洲学者建立了 EUROSEM 和 LISEM 模型, 澳大利亚建立了 GUEST 模型。在这些模型中, WEPP 模型是较为完整、复杂的土壤侵蚀理论模型, 它几乎涉及到与土壤侵蚀有关的所有过程。而 LISEM 模型则实现了土壤侵蚀模型与 GIS 技术的有效结合, 使研究结果更具直观性和可视性。

我国在水土流失规律研究和土壤侵蚀预报模型建设方面也开展了大量的工作, 最早的坡面土壤侵蚀经验模型于 1953 年提出。20 世纪 60 年代以后, 清华大学、中科院水利部水土保持研究所、山西省水保所等单位在土壤侵蚀预报模型建设方面作了有益探索, 建立了坡面侵蚀、流域产沙与影响因子之间的经验统计模型。

黄委在坡面产流及侵蚀产沙机理、水保措施蓄水减蚀拦泥作用及不同地貌部位、形态对产流产沙的影响等方面做了大量研究工作, 初步弄清了小流域径流泥沙来源, 建立了小流域产流产沙预报模型, 取得了一大批有较高理论水平和实用价值的科研成果, 其中获省部级以上的科技成果奖达 50 多项。

以上研究成果为模型黄土高原建设提供了有益的借鉴。

### 4.2 成果应用方面进行了卓有成效的推广

美国的 USLE 已在世界许多国家得到推广应用。我国的水土流失研究成果在水保生产实践中也得到普遍推广应用: ① 根据小流域水沙来源, 有针对性地实施了以小流域为单元的山水田林路综合治理。② 针对黄河中游多沙粗沙区实际, 国家开展了重点治理、黄河水保生态工程和淤地坝建设等一大批治理项目。③ 20 世纪 80 年代, 西峰水保站研制了由计算机控制的野外大型人工降雨装置, 建立了国内最大、最先进的人工降雨试验场, 开展了人工模拟降雨土壤侵蚀试验研究。(下转第 25 页)

解梯田在不同阶段的完成情况、保存情况及质量状况,以减少不必要的重复;对分布比较零散的地块,则采用GPS接收机进行监测,结果并入数据库。

## 2 监测结果

### 2.1 地面坡度分级

以1:10 000比例尺地形图为依据,建立南小河流域数字高程模型DEM,从DEM直接提取坡度专题信息<sup>[2]</sup>,结果见表1。

表1 南小河流域地面坡度分级结果

| 坡度分级                 | 0°~5° | 5°~10° | 10°~15° | 15°~25° | 25°~35° | >35°  | 合计    |
|----------------------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|
| 面积(km <sup>2</sup> ) | 20.70 | 0.69   | 0.98    | 2.82    | 4.44    | 6.67  | 36.30 |
| 占总面积比例(%)            | 57.03 | 1.90   | 2.70    | 7.77    | 12.23   | 18.37 | 100   |

### 2.2 土地利用现状

采用遥感影像人机交互解译的方法获得了南小河流域土地利用成果。截至2004年7月底,南小河流域共有农地条田1 197.86 hm<sup>2</sup>,果园条田119.62 hm<sup>2</sup>,农地梯田345.97 hm<sup>2</sup>,果园梯田18.70 hm<sup>2</sup>,居民地278.65 hm<sup>2</sup>,道路34.50 hm<sup>2</sup>,其他(坝地、坡耕地、林地、草地、水域和难利用地)1 634.70 hm<sup>2</sup>。

### 2.3 梯田质量分级

梯田的质量直接影响其蓄水保土能力,因此引入质量分级的概念。影响梯田质量的指标主要有原地面坡度、地块大小、田面平整程度、田坎地埂完好情况及梯田毁坏情况等,根据以上指标将梯田分为以下3个不同质量等级。

一级:符合设计标准,原地面坡度小于5°,田面宽度在15 m以上,地块长度在200 m以上,田面水平或呈反坡,埂坎完好,在设计暴雨情况下不发生水土流失。

二级:原地面坡度5°~15°,田面宽度8~15 m,地块长度100~200 m,田面坡度小于3°,埂坎保存较好,保水保土能力较强。

三级:原地面坡度大于15°,田面宽度在8 m以下,地块长度小于100 m,田面坡度大于3°,埂坎破坏较为严重,保水保土能力较差。

各级梯田质量监测成果统计见表3。

表3 南小河流域梯田质量分级结果

| 质量分级                 | 一级       | 二级     | 三级    | 合计       |
|----------------------|----------|--------|-------|----------|
| 面积(hm <sup>2</sup> ) | 1 367.48 | 265.97 | 48.70 | 1 682.15 |
| 占总面积比例(%)            | 81.29    | 15.81  | 2.90  | 100      |

## 3 结 语

(1)利用高分辨率QuickBird卫星数据进行区域或流域梯田监测,能够解决梯田传统监测费劳、费时以及精度低等问题,是获得梯田等水土保持措施动态的一种有效手段。

(2)由于目前QuickBird卫星数据价格较高,宜在重点小流域或重点区域中应用,暂时还不能在大面积水土保持监测中推广。

### [参考文献]

- [1] 中国农学会土壤肥料研究会,水利电力部黄河水利委员会,四川省水利电力厅.全国梯田学术讨论会论文汇编[C].1986:44~46
- [2] 赵帮元,喻权刚,马红斌,等.不同比例尺数字高程模型在水土保持信息提取中的应用分析[J].中国水土保持,2004(2):33~34

[作者简介] 寇权(1967-),男,甘肃定西市人,工程师,学士,主要从事水土保持科研和水土保持监测工作。

[收稿日期] 2005-10-16

(责任编辑 徐素霞)

(上接第9页)④近年来黄委开展了水保遥感监测,利用“3S”技术对黄土高原水土流失状况和水土保持成效进行了观测并取得可喜的成果。

### 4.3 相关技术和设备方面的研究进展

科技进步推动了水保相关技术的发展:国内外均研制开发了不同类型的自动化人工降雨装置、小流域和径流小区水文泥沙观测传感器;放射性同位素在径流泥沙观测中得到应用;开发了数据自动化采集与传输装置及其软件;遥感技术和地理信息系统在水土保持科研中得到普遍应用,其中示踪技术(常用的有核示踪法、复合元素法和稀土元素法等)作为新型的土壤侵蚀研究方法在国内已得到广泛应用。

模型黄土高原在建设与研究上有两个要求,一是建设规模要大,二是研究内容要深,这就对技术设备提出了较高的要求。据调查,目前还缺乏开展大规模物理模型建设试验研究的人

工降雨装置,同时也缺乏精确观测水土流失的传感器,这些都需要在模型黄土高原建设中进行研制与开发。

[作者简介] 李敏(1952-),男,江苏徐州市人,教授级高工,学士,黄河上中游管理局副总工。

[收稿日期] 2005-10-16

(责任编辑 赵文礼)

# SOIL AND WATER CONSERVATION IN CHINA

No 12(285) 2005

## Abstracts

**Scientifically Pushing Forward Soil and Water Conservation Ecological Building of the Loess Plateau** ..... ZHOU Yue lu<sup>1, 2</sup>  
(1 Hohai University Nanjing Jiangsu 210098 China  
2 Upper and Middle Yellow River Administration Xi'an Shaanxi 710024 China) (1)

Scientifically pushing forward soil and water conservation ecological building in the Loess Plateau is to plan all aspects phases and linkages of soil and water conservation ecological building scientifically systematically and wholly and persist in scientific thinking control and management based on the demands of social economic sustainable development of the region and keeping the healthy life of the Yellow River and push forward the development of soil and water conservation ecological building of the Loess Plateau in a quick stable continuous and healthy way. On the concepts of soil and water conservation it shall persist in the ideas of human harmoniously getting along with the nature and "mutually win" of existing and developing. On a general plan for soil and water conservation it shall persist in the policy of "combining prevention and control giving priority to protection and strengthening management". On the strategic layout it shall persist in taking the silt laden and coarse sand region as the key and making breakthrough through concentrated efforts. On control measures it shall persist in putting the waping dam building on an outstanding position and attaching importance to the self rehabilitation of ecology. On management and decision making it shall persist in advancing with times and continuously innovating the concepts procedures means and methods of management.

**Key Words** soil and water conservation ecological building the Loess Plateau

**Research on Management of Concentrated Coarse Sediment Source Area of the Loess Plateau** ..... ZHENG Xinmin  
(Upper and Middle Yellow River Administration Xi'an Shaanxi 710024 China) (5)

85 000 large medium and small sized waping dams have been built in the silt laden and coarse sand region of the Loess Plateau. The distribution of silt laden and coarse sand regions are more in the north and less in the south taking Wupu as the boundary and the distribution of dams and reservoirs is just contrary of more in the south and less in the north. In the northern coarse sand source region the distribution of dams and reservoirs is less. Except the technical reasons it also has the reasons on planning policy cognition and investment aspects which needs earnest study. The paper puts forward corresponding suggestions in accordance with the issues of coarse sand utilization of silt laden and coarse sand region dam building techniques in felspathic sandstone region insufficient investment building large scale debris retaining reservoirs sediment blown into rivers siltation in a dry year and scouring in a wet year.

**Key Words** silt laden and coarse sand region coarse sand management dam reservoir building the Loess Plateau

**Approach to Issues of Model Loess Plateau Building and Study** ..... LIM in  
(Upper and Middle Yellow River Administration Xi'an Shaanxi 710024 China) (7)

Model Loess Plateau is a model system for high tech tests and study established by using the theory and techniques of physical simulation observation and control and information for the purposes of studying the soil and water loss rules and management modes and benefits of soil and water conservation of the Loess Plateau. The physical model of the Loess Plateau Model has the characteristics of broad sense multi objectives typical and interactive. The contents of study include the three aspects of soil and water loss rules soil and water conservation management modes and benefits. It discusses the technical ways and working foundations for establishing the Loess Plateau Model and considers to establish the model through using the existing study achievements on soil and water loss rules and soil erosion forecasting model both at home and abroad and depending on the scientific research organizations of Yellow River Conservancy Commission.

**Key Words** the Loess Plateau soil and water conservation model establishment prototype observation model physical model scale model  
**Study on Water and Sediment Reductions through Soil and Water Conservation Measures Conducted in Jing North Luo and Wei**

**River Basins** ..... RAN Da chuan<sup>1</sup>, LIU Bin<sup>2</sup>, WANG Hong<sup>3</sup>, et al  
(1. Institute of Hydraulic Research of the Yellow River YRCG Zhengzhou Henan 450003 China  
2. Xifeng Soil and Water Conservation Experimental Station Qingyang Gansu 745000 China  
3. Tianshui Soil and Water Conservation Experimental Station Tianshui Gansu 741000 China) (10)

The paper studies the function of water and sediment reduction through the measures of soil and water conservation conducted in the three basins of Jing North Luo and Wei rivers mainly by the calculation of "Soil Conservation Method". The results show that during 1970~1996 in the three river basins the annual average flood reduction through soil and water conservation measures is 187.5 million m<sup>3</sup> and the annual average floods sediment reduction 74.3 million tons the annual average flood reduction through hydraulic and soil and water conservation measures is 1 123.9 million m<sup>3</sup> and the annual average floods sediment reduction 94.3 million tons and the annual average water reduction through hydraulic and soil and water conservation measures is 3 481.6 million m<sup>3</sup> and the annual average sediment reduction 110.6 million tons. The annual average water reduction is 3 825.1 million m<sup>3</sup> and the annual average sediment reduction 108.6 million tons during 1990~1996 in the three river basins. In water and sediment reduction the measures of soil and water conservation play a leading role and the influence of precipitation variations second.

**Key Words** soil and water conservation integrated management water reduction function sediment reduction function Jing River basin North Luo River basin Wei River basin