水土保持电声沙盘模型设计及应用

王具元，王晓春，高 见，张甲雄
（甘肃林业职业技术学院 测绘工程系，甘肃 天水，741020）

摘 要：[目的] 设计水土保持电声沙盘模型，为水土保持教学提供更为直观性的动态演示效果。[方法] 以典型小流域为基本蓝本，依据光、电、声系统对流域基本特征、水土流失类型、水土保持措施进行演示，借助微型人工模拟降雨系统演示不同降雨强度、降雨类型情况下的水土流失强度、水土保持措施效益、水土保持监测情况。[结果] 水土保持电声沙盘模型实际上是把一个简化的小流域分为 12 个大的演示区域，该模型侧重地形地貌、地物特征表达以及地理特点、自然要素的表现，能演示流域的边界及与周边流域的联系，典型小流域系统的基本组成要素，水土保持生物措施和工程措施，水文网系统的组成及汇流过程。[结论] 水土保持电声沙盘具有仿真性、趣味性、体验性、自主性、互动性，能增强学生学习的兴趣和主动性，提高教学效果。

关键词：沙盘；设计；应用；水土保持
文献标识码：B **文章编号**：1000-288X(2016)01-0193-03 **中图分类号**：S157，P208
文献参数：王具元，王晓春，高见，等. 水土保持电声沙盘模型设计及应用[J]. 水土保持通报，2016，36(1)：193-195. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2016.01.034

Design and Application of Electronic Sand Table Model for Soil and Water Conservation

WANG Juyuan, WANG Xiaochun, GAO Jian, ZHANG Jiaxiong
(*Department of Surveying and Mapping Engineering, Gansu Forestry Technological College, Tianshu, Gansu* 741020, *China*)

Abstract: [Objective] To design the soil-electric-acoustic sand table model in order to provide a more intuitive dynamic demonstration model for soil and water conservation education. [Methods] Based on the characteristics of a small watershed, the type of soil erosion, and soil and water conservation measures were demonstrated with the light, electricity and sound system. The soil erosion intensity, the soil and water conservation measures and the monitoring of soil and water conservation were demonstrated with the aid of the miniature artificial rainfall system. [Results] The soil-electronic sand table model was actually a simplified small watershed, which was divided into 12 large demonstration areas. The model focused on the expression of topography, terrain and geographical characteristics of natural elements. It could demonstrated the watershed boundary and its relations with adjacent watersheds, the basic elements of watershed system, biological and engineering measures for soil and water conservation, hydrological network system composition and concentration process. [Conclusion] The soil-electronic-acoustic model could provide an emulative, interesting, experience, autonomic and interactive model for soil and water conservation teaching, and could enhance the students' learning interest and initiative, and improve the teaching effect.

Keywords: **sand table; design; application; soil and water conservation**

沙盘分为物理沙盘和电子沙盘，电子沙盘是在物理沙盘的基础上发展起来的[1]。沙盘模型根据地形图或实地地形按一定比例用泥沙等材料制作的实物沙盘具有立体感强，形象直观等特点，在军事、教学、旅游及房地产开发等许多领域都有广泛应用，常用来制作经济发展规划和大型工程建设的模型，颇受计划

收稿日期：2015-06-05 **修回日期**：2015-07-10
资助项目：水土保持国家示范校重点建设专业学院自列课题“水土保持与荒漠化综合模拟实训室建设”
第一作者：王具元(1975—)，男(汉族)，甘肃省定西市人，硕士研究生，副教授，主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail：760318310@qq.com。
通讯作者：王晓春(1966—)，男(汉族)，甘肃省甘谷县人，本科，教授，主要从事森林培育及 3S 技术高等职业实践教育研究。E-mail：wangxiaochun68@126.com。

决策者和工程技术人员的青睐[2]。电子沙盘的研究与开发在国内外已经有较长的时间，目前的研究主要集中在场景的三维建模[3]以及基于 GIS 的动态可视化[4-5]方面，但关于水土保持沙盘研究较少。水土保持电声沙盘模型是在物理沙盘模型基础上，突破传统沙盘模型的设计理念，以典型小流域为蓝本，通过光(电)、声、雨等系统的辅助，将典型小流域系统地形地貌、水土流失类型、水土保持措施以动态的形式表现出来。水土保持电声沙盘具有仿真性、趣味性、体验性、自主性、互动性，能增强学生学习的兴趣和主动性，提高教学效果。

1 沙盘规格性能

1.1 外形尺寸

水土保持电声沙盘模型侧重地形地貌与地物特征表达以及地理特点与自然要素的表现，在设计上突破了传统的静态展示特征，以光电辅助，具有动态水保教学演示效果(如图 1 所示)。该模型长×宽＝6 m×3 m，高度约 1 m(不含支架高度)，总高度约为 1.4 m。

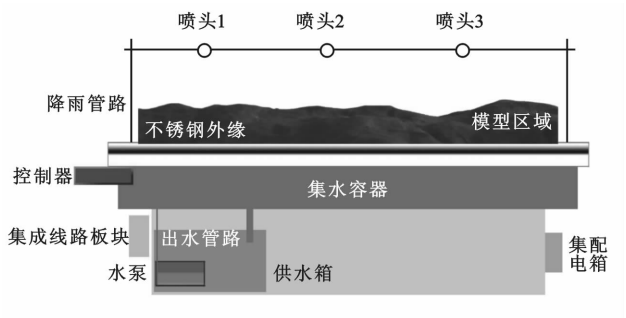


图 1 水土保持电声沙盘模型外形尺寸

1.2 材料及控制设备。

(1) 模型主材料为聚安脂玻璃钢，底座为钢结构加木质主材料，模型四周为不锈钢包边，透明有机玻璃挡板(如图 2 所示)。

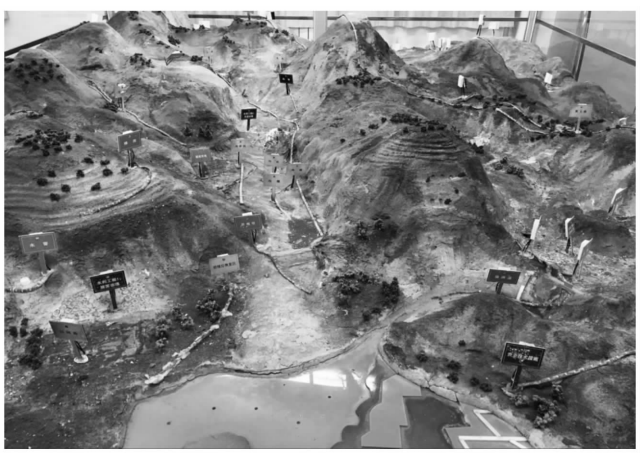


图 2 水土保持电声沙盘模型

(2) 由软件、触摸屏及其他集成板块所支持的 3 个辅助子系统，分别为：电声系统、微型降雨模拟系统、多媒体触摸屏模型灯光控制系统。

(3) 其他辅助的仿真材料，比如：大面积水、草和建筑物等。

(4) 系统演示所必须的真实自然元素，比如泥土、水等。

1.3 性 能

(1) 能在模型范围内按比例尺表现一个完整流域的边界及与周边流域的联系。

(2) 能展示一个稳定流域系统的基本组成要素，上下游和左右岸不同的地形地貌特征。

(3) 水土保持生物措施和工程措施的组成和搭配镶嵌。包括梯田、水浇地、坡耕地；水源涵养林、乔灌草结合的水土保持坡面防护林、经济林果、道路系统及防护林、封山育林与岸滩防护林及整治工程；由毛沟、1 级和 2 级支沟及主沟道组成的沟道系统、沟道特征沟沿线与沟坡跌水以及沟道横断面 V 型和 U 型及复合沟道等形态、沟道治理工程谷坊或拦沙坝等。

(4) 展示水库和 3 大件组成(放水建筑物、溢洪道、坝体)及其工作原理，并能自动控制仿真演示。

(5) 展示水文网系统的组成及汇流过程，并能自动控制仿真演示。

1.4 建设路线

(1) 为较清晰的表现各种生态属性、治理措施拟以 1∶2 000 平面比例尺，1∶500 的高程比例尺完成基本地形模型制作。

(2) 汇流产沙是小流域主要的动态要素，在沙盘模型上加装模拟变雨强降雨系统，充分显示不同降雨条件下径流、汇流、入渗。

(3) 由于比例尺关系，模型地貌以大地真色彩表现，沟、田、地等属性以形态及色彩表现，林、草、库坝以缩小模型表现，模型采用玻璃岗为形态基层，采用多层复叠技术(玻璃钢基层＋色彩层＋树脂保护层)，即可保护沙盘模型又可防水(降雨，汇流)。

(4) 主沟两侧分别表现为严重退化的生态环境和人工治理后生态环境恢复，以便于直观比照两者差异，以及降雨条件下水土保持效果差异。

(5) 主要的生态属性和治理措施以立体柱状灯光和数字显示。

(6) 沙盘模型侧上部加装的模拟降雨系统可动态模拟的各种强度和雨型的降雨，以演示不同降雨条件下小流域的汇流特点，该系统用水为封闭循环方式，可动态演示各种模拟降雨及沟网产流汇水过程。

(7) 沙盘模型水土保持治理区域加装入渗措施,可分析土壤入渗情况,进一步分析水土保持效益。

2　水土保持电声沙盘模型的应用

2.1　小流域特征演示

水土保持电声沙盘模型以具有南北方显著特征的小流域地貌为蓝本,分 12 个大的演示区域,其功能如下。

(1) 演示生态退化与修复的空间区域。模型以流域主沟道左右(即东西)为界通过地貌特征、颜色渲染、细节刻画进行了塑造仿真,西片区域分为:严重退化区域、中度退化区域、一般退化区域、无明显退化区域;东片区域为合理治理后恢复区域。

(2) 展示了水库的构造特征,除基本 3 大件外,还通过不同深浅的蓝颜色,标注了"常水位"、"枯水位"、"高水位",水闸可以手动控制。

(3) 展示了由毛沟、1 级和 2 级支沟及主沟道组成的沟道系统,其中,主沟南北走向,共 1 条;1 级支沟基本为东西走向,共 5 条。

(4) 降雨及汇流演示区。以光电辅助,充分显示不同降雨条件产流、汇流、入渗的过程。

(5) 地表断层表现区域,以颜色区分不同构造的岩层及暗流。

(6) 分水岭表现区域。

2.2　水土流失类型演示

水土流失类型演示包括以下内容:①水力侵蚀;②沙砾化面蚀;③鳞片状面蚀;④细沟状面蚀;⑤沟蚀;⑥泥石流、崩塌与滑坡;⑦石漠与砾漠(戈壁)。

2.3　水土保持措施演示

水土保持措施演示包括:①梯田;②水浇地;③坡耕地;④水源涵养林;⑤乔、灌、草结合的坡面防护林;⑥经济林果;⑦道路系统;⑧沟道治理工程谷坊或拦沙坝;⑨防护林、封山育林、岸滩防护林及整治工程。

2.4　动态演示

(1) 微型人工降雨控制模拟系统。本系统由主控制器、显示屏、降雨器、计算机组成。

该模拟系统可以进行模拟自然降雨,能在一定范围内调节雨滴大小和降雨量,从而模拟不同雨强和雨量下产流过程,分析各种水土流失基本特征,模拟配置不同水土保持措施,进行水土保持效益分析。

(2) 水库泄洪及灌溉系统。本系统由设手动控制器、分线路、电子闸门、水路系统等组成。

中国北方地区河流含沙量较高,在多沙河流上修建水库,泄洪排沙建筑物的布置是工程规划设计时需要考虑的主要问题之一。该模型可以展示水库和 3 大件组成(放水建筑物、溢洪道、坝体)及其工作原理,并能自动控制仿真演示产流汇流过程,模拟计算水土流失量,进行水土保持效益分析。

(3) 光(电)、声辅助系统。以成熟的自动控制技术和一流的创意设计,将静态模型与多媒体触摸屏互动的结合起来。使用者通过手指点击触摸屏,浏览特制的多媒体介绍演示系统,得到文字、图片、视频、动画、解说等信息的同时,系统将同步控制模型内的灯光状态,全方位地将模型展示出来,赋予了模型更加生动的内涵,在功能上力求简洁、全面,在多媒体效果上力求明快、生动,在使用上力求简洁、准确、方便、条理清晰。

3　结 论

水土保持电声沙盘模型,突破了传统沙盘模型的限制,以典型小流域为基本蓝本,依据光、电、声系统对流域基本特征、水土流失类型、水土保持措施进行演示,借助微型人工模拟降雨系统演示不同降雨强度、降雨类型情况下的水土流失强度、水土保持措施效益、水土保持监测情况,这种教学方式在提升学生综合能力方面有无可比拟的优势,可以弥补传统教学中的不足。

[参 考 文 献]

[1] 杜建丽. 电子沙盘制作方法的研究[D]. 西安:西安科技大学,2009.

[2] 谭树人,张茂军,程钢. 等. 增强现实电子沙盘及关键技术研究[J]. 系统仿真学报,2007,19(20):4727-4730.

[3] 杨威,侯鲲,林和平,等. 改进的单亲遗传算法在汇水盆地三维建模中的应用研究[J]. 系统仿真学报,2005,17(11):2749-2755.

[4] 杜志强,李德仁,朱宜首,等. 基于 3D GIS 的木构建筑群三维重建与可视化系统[J]. 仿真学报,2006,18(7):1886-1889.

[5] Dollner J, Hinrichs K. An object-oriented approach for integrating 3D visualization systems and GIS[J]. Computers & Geosciences, 2000,26(1):67-76.