



## 如何选择更合适的人工模拟降雨设备

人工模拟降雨设备是一种非标定制的实验仿真装置。其主要功能是模拟不同强度的自然降雨，为有关方面研究土壤水分运移、地表汇流、水土流失规律及土木工程创造环境条件。由于人工模拟自然降雨不受时间和空间的限制，既能节约大量的人力、物力，又能在短时期内重复试验，缩短试验研究周期，所以很受水保生态、农业气象、工程建筑、岩土力学等科研单位的青睐。

从专业角度来分析，人工模拟降雨设备的技术难度并不高，是典型的线性、低耦合系统，传统的建模方法与控制手段很容易对其进行表征。以当前的技术水平和加工能力，国内所有生产人工模拟降雨设备的企业均能提供雨强 5~300mm/h 的仿真装置，稳定性、可靠性都很好。有许多科研单位也根据个性化需求，自研组装了自己的降雨仿真设备，在发表文章的同时还申请了许多专利。但站在使用者的角度考量，要选择一款实用、好用的人工模拟降雨设备，还应从自身的研究方向、课题需要以及现场条件进行研判。

**首先，要从布设形式上进行研判。**人工模拟降雨设备在

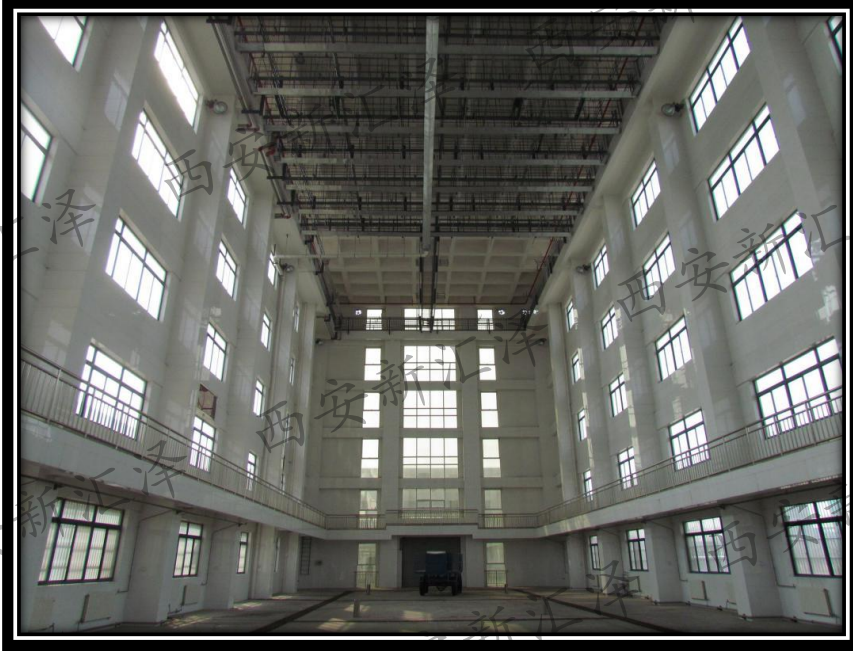


形式上可分为“人工模拟降雨大厅”（或称之为“室内人工模拟降雨系统”）、“便携式人工模拟降雨器”和“野外人工模拟降雨设备”三大类。**第一类，人工模拟降雨大厅。**此类降雨系统设计规格高，降雨面积200m<sup>2</sup>以上，一般布设在科研院校的重点试验基地或者教学中心，有相对独立的支撑建筑和成体系的地面配套实验装置。建造人工模拟降雨大厅，涉及到建筑设计、水电安装、规划监理等行业，资金需



**面积 200m<sup>2</sup> 模拟降雨大厅（外部照片）**

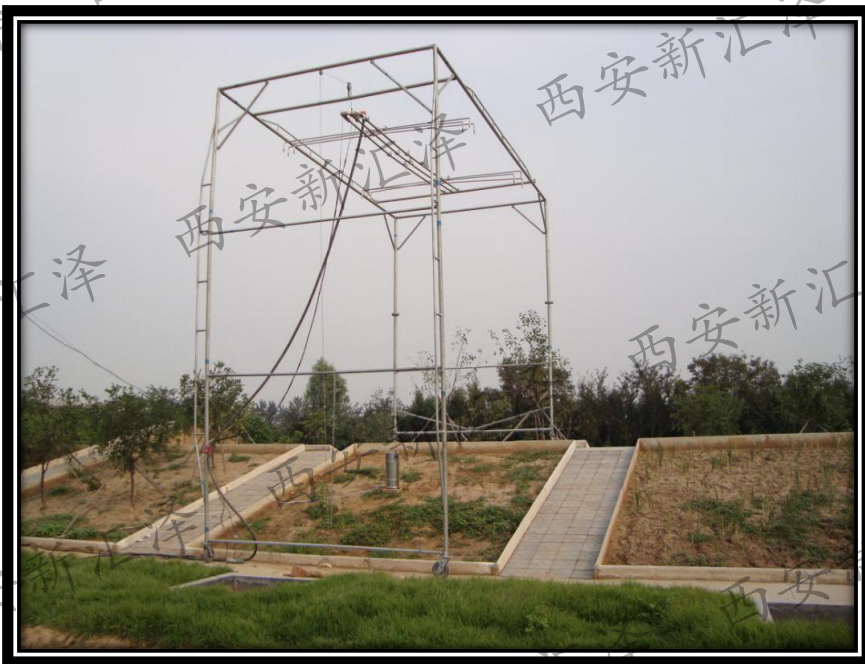
用量大，立项、审批环节多，施工周期长。一旦建成，可模拟降雨状态下地表汇流、产沙、下渗以及滑坡、城市排涝等相对复杂的实验，属于各科研院校重点投资项目。



面积 600m<sup>2</sup> 模拟降雨大厅（内部照片）

**第二类，便携式人工模拟降雨器。**降雨面积一般在 60m<sup>2</sup> 以内，其最大特点是：投资小，灵活机动，方便拆卸和移动。

适用于不断变换下垫面模型的短期、间歇性实验。



面积 30m<sup>2</sup> 便携式模拟降雨器（整体照片）



**第三类，野外人工模拟降雨设备。** 介于上述两种形式之间，降雨面积在 60—200m<sup>2</sup> 之间。它的特点是固定安装在野外



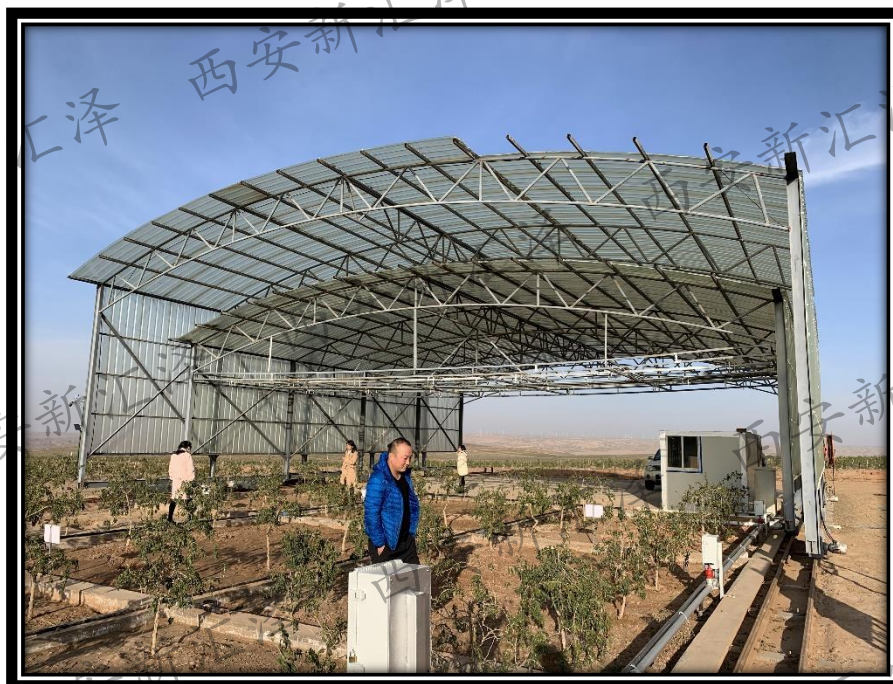
### 面积 200m<sup>2</sup> 移动式模拟降雨设备（整体照片）

试验站的可移动装置（行车）或简易遮雨棚上，适用于下垫面模型相对稳定且要做周期性实验的研究。简而言之，可通过所需要的降雨面积对布设形式进行研判。

**其次，要从喷头结构上进行研判。** 人工模拟降雨设备主要由供水系统、控制系统和喷头系统、遮雨系统（仅室内降雨厅用）等组成。其中，降雨喷头是人工模拟降雨设备的核心部件，也是降雨设备能否很好地仿真自然降雨各种特性的关键因素。目前，市场上的人工模拟装置所配备的降雨喷头



也可分为三类。**第一类，垂直下喷式降雨喷头。**此种喷头的



工作原理是：带压水柱催动内置芯子高速旋转形成雨滴，呈圆锥形状散开下落。喷头由壳体、喷嘴和旋转芯子三部分组成，可分 1#、2#、3#、4# 四种规格。不同孔径喷头组合叠加，组成雨强连续变化的喷头组。喷头组按菱形布设，形成雨区。





### 垂直下喷式降雨喷头及部件 (照片)

此种喷头的优点是所模拟雨强变幅可达 10—200mm，雨滴大中小相结合，带有一定初速度，均匀性较高，与自然降雨十分接近；缺点是对水质要求较高，无法连续模拟雨强

10mm 以下的毛毛细雨。**第二类，侧喷式降雨喷头。**此种喷

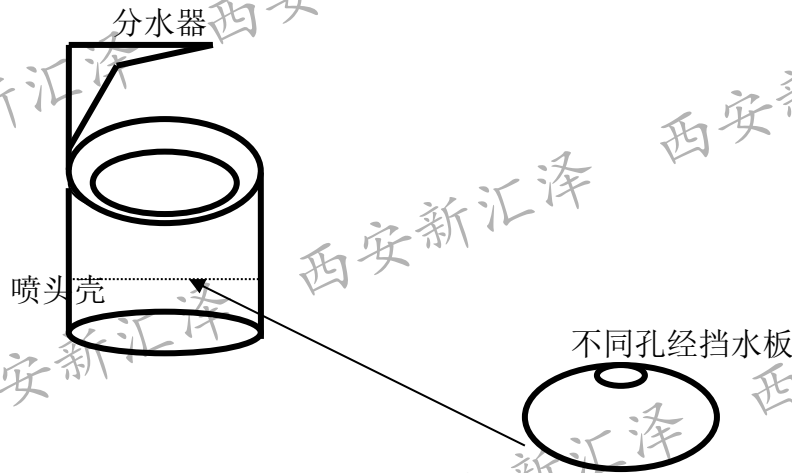
头是由



### 侧喷式降雨喷头 (照片)



不同规格的挡水板(见下结构图)组成,其工作原理是带压水柱经喷头喷射到空中,在重力和空气阻力作用破碎成大小不同的雨滴自由落体到地面,形成降雨区。侧喷式喷头模拟的降雨雨滴比较大,适合做特大暴雨下的溅蚀实验。



侧喷区喷头结构图

**第三类, 针式 (或滴水式) 降雨喷头。**此种喷头一般采用内径为 0.2 ~ 1.2 mm 的不锈钢细管或注射器针头制作,其工作



针式降雨喷头 (照片)



原理是降雨用水在重力作用下从针头末端以水滴形式自由下落到地面，形成雨区。针式喷头所模拟的降雨强度取决于针头在单位面积上的数量和内径大小。其优点是均匀性好，边际效应小，能实现精细化控制；缺点是水质要求更高，与自然降雨相比较，仿真程度差。

**第三、要从控投制方式进行研判。**人工模拟降雨控制系统最好采用闭环控制法，即就是在降雨区所布设的雨量计可



以实时监测降雨强度的大小，并将数据传输至控制中心，与设定的雨强值进行逼近式对比分析，再通过自动调节流量调节阀、调压阀等组件，改变供水水压及流量，从而更方便准确地模拟不同雨强的自然降雨。这种变步长无限逼近设定值





的控制方法，既可排除系统率定误差、管路、喷头偶然因素对降雨影响，又可很好的消除水滞后惯性波动，使雨强调控更平稳、快速。

**最后，要从供货商综合实力进行研判。**人工模拟降雨作为一种非标定制的耐用设备，采购时需要对供货厂家的技术实力进行广泛的市场调研，特别是要对其提供个性化服务的研发能力进行实地考察，不应仅凭网站宣传或者简单的电话沟通就确定意向。另外，由于国家当前没有人工模拟降雨产品的统一标准和生产规范，能否提供及时、优质、多样的售后服务也是采购研判的重要内容。

西安新汇泽测控技术有限公司

2020年2月17日