



西安新汇泽测控技术有限公司

关于称重式土壤蒸渗仪结构原理初浅探析

土壤蒸渗仪(Lysimeter) 是一种为研究水文循环中下渗、径流、蒸散及排水中可溶解成分的转移等过程，而埋设在地面以下的观测装置，能够精确测量土体与外界环境的水分交换。全自动称重式土壤蒸渗仪是在现代电子技术、土壤物理学和微气候学等学科领域不断深入发展的基础上，为测定农田蒸腾蒸发和土壤水分运动而研发的一种综合性的试验设备系统，主要用以研究农作物的耗水规律和“SPAC”系统中水分运移转化规律。

近 10 年来，西安新汇泽测控技术有限公司紧盯水土保持与农田生态科技发展动态和实际需求，遵循原始创新、集成创新、引进吸收再创新的研发思路，以大田蒸腾蒸发实时在线监测和远程数据传输等智能化技术为主攻方向，对土壤蒸渗仪机械结构及原理进行了长期研究和现场实验，形成了初浅认识。

一、称重式土壤蒸渗仪的总体情况

土壤蒸渗仪是一种是非标定制的舶来品，上世纪 80 年



代引入中国，目前国内生产销售的蒸渗仪除原装进口的以外，大部分的机械结构与测量原理都是学习和引进国外的。哪家公司（或单位）实力强，研发转化水平高，本土化的效果可能就好一些。由于行业比较冷门，市场需求量又小，所以国内专业生产土壤蒸渗仪的企业很少，并且都是一些小微企业。国家当前也没有此类产品的统一标准和生产规范。

二、称重式土壤蒸渗仪的结构与原理

目前，国内企业所生产的土壤蒸渗仪，从结构上可分为悬挂式（也有人称之为吊丝式）、杠杆式、弹簧式和直称式。前三种结构的蒸渗仪工作原理都是间接称量法，用杠杆或钢丝（弹簧）平衡去掉被测土体和硬件土箱的原始重量，通过测定变化量来计算蒸发蒸腾量，渗漏量监测也是大同小异。

这三者在结构上唯一不同的是：杠杆式蒸渗仪是通过三级也就是三次转换平衡去掉原始重量，结构相对复杂；而悬挂和弹簧式可直接平衡去掉原始重量，结构要简单一些。直称式蒸渗仪，顾名思义，就是直接称量被测土体各测点随蒸发、蒸散、渗漏、降水或灌溉而引起的土壤总重量的变化。四种结构的蒸渗仪均有优缺点，可按实际需要择优选型。



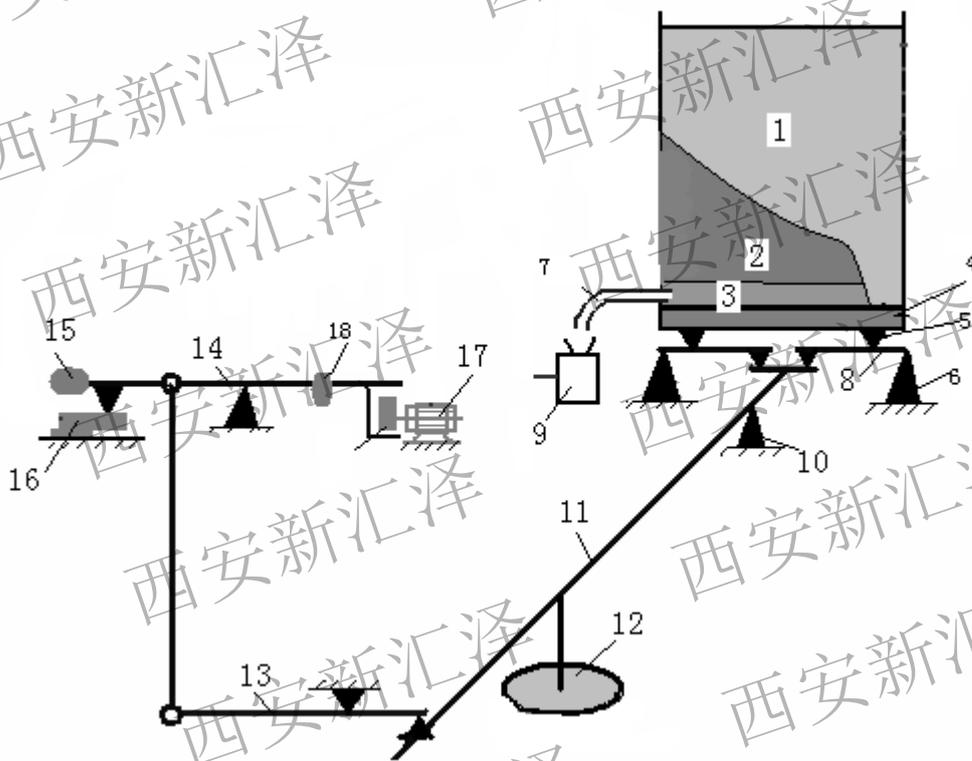
(一) 杠杆式蒸渗仪整个称重系统可以看作一个巨大的

杆秤。其用平衡码平衡掉蒸渗仪的初始重量(如下图 1 所示),

然后将土箱和土体的重量作为一个固定值, 系统默认重量的

变化都是由土壤水分变化引起的, 这样称重传感器感应到的

就为水分的变化量, 再结合渗漏量计算出蒸散量。



其中: 1、土箱, 2、土体, 3、过滤层, 4、土箱箱底, 7、

渗漏管, 9、渗漏传感器, 5、6、8、11、12、13、14 为杠

杆系统, 15、为平衡砝码, 18、为游码, 16、为称重传感器,

17、为清零电机。

图 1 杠杆式蒸渗仪原理图



(二) **悬挂式蒸渗仪**称重机构原理如下图 2 所示:由两

块方钢夹在钢丝绳中部与两块斜铁及平衡臂产生工作状态。

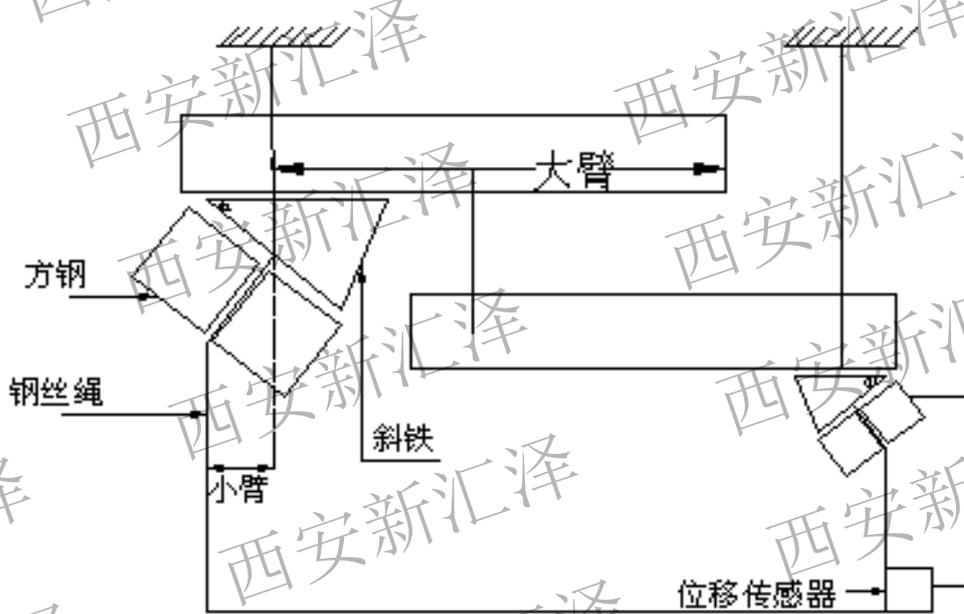
在平衡臂水平时, 钢丝绳产生垂直错位(为基准零点)。当

土体重量发生变化时, 平衡臂上下摆动形成摆角变化, 通过

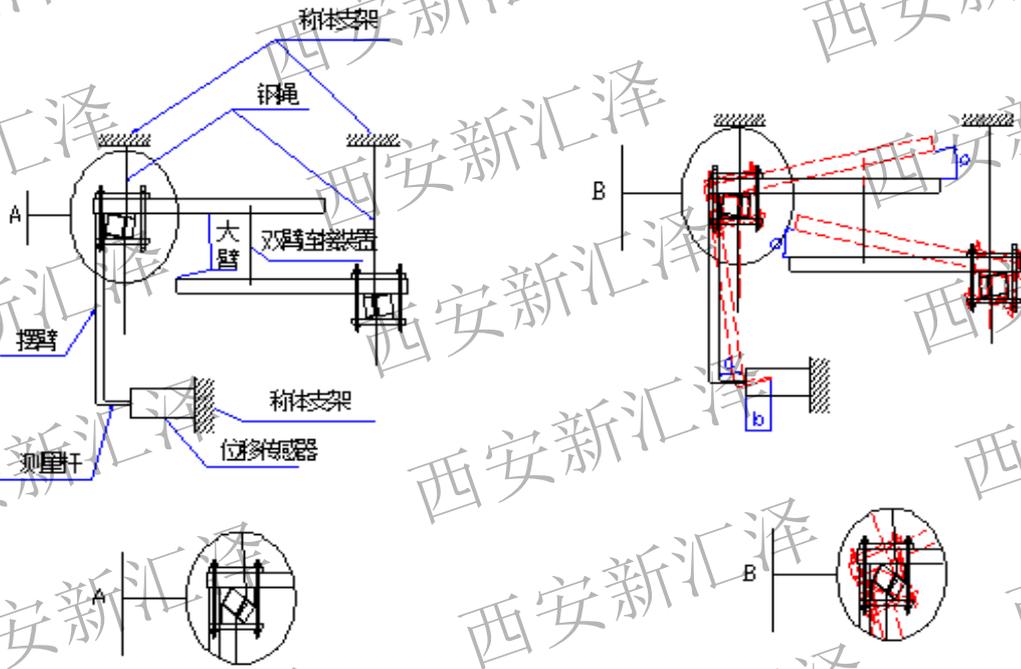
刚性连杆机构将摆角的变化转换为线位移, 再利用高分辨率

的位移传感器测出位移变化量, 从而实现土箱重量变化的测

量。



称重机构原理示意图



其中 G 代表土体和土筐重力， F 代表砝码重力。

图 2 悬挂式蒸渗仪测量原理图

(三) 直称式蒸渗仪的结构最简单，在被测土体下互成 120° 角安装了三只称重传感器（如图 3 所示）。



图 3 直称式蒸渗仪原理图



(四) 弹簧式土壤蒸渗仪是在被测土体下面等距离互成

120°安装了三只强力弹簧和悬臂梁传感器（如图 4 所示），利用强力弹簧平衡盛土容器和原状土的总重量，用高精度悬臂梁传感器监测所设定的前后两次变化量，测值之差即为当时段的蒸散量。

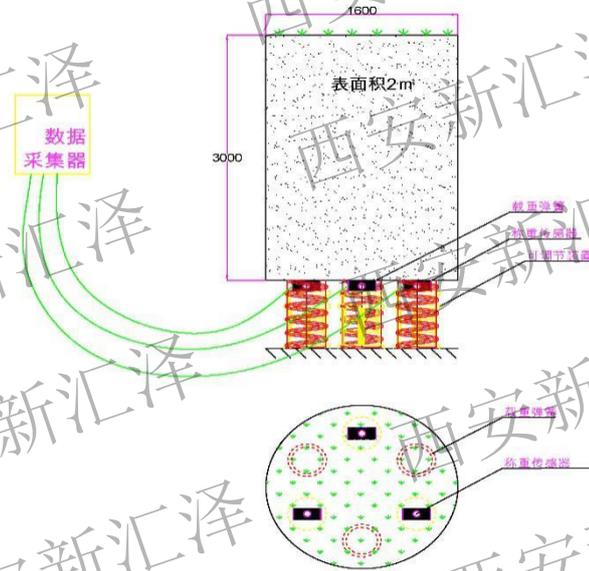


图 4：弹簧式土壤蒸渗仪结构原理图

三、如何选择合适的称重式蒸渗仪监测系统

客观的讲，目前国内安装的蒸渗仪监测系统有相当一部分没用真正发挥作用。主要原因：

一是生产商（或代理商）只重视硬件设施的安装，对蒸



渗仪本身的数据怎么使用研究不深不透，不能很好地对客户进行培训指导，导致多数客户不知道数据如何解析和使用，也就无法安排实验项目。

二是使用单位因后期经费和管理人员欠缺等因素制约，陷入“有钱买马，无钱置鞍”的窘境，影响了设备的定期保养维护，导致许多蒸渗仪闲置甚至废弃。

三是传统的称重式土壤蒸渗仪在设计上存在先天性缺陷，部分生产商（或代理商）在引进过程中只是简单的集成和组装，没有结合国内的使用习惯进行二次开发与转化，给用户正常使用蒸渗仪设备带来极大的不便。

基于以上情况，我公司建议客户在选定称重式土壤蒸渗仪时，应从以下两方面考虑：

一方面，充分考虑自身的需求定位。称重式蒸渗仪可为土壤水分形态与能量的关系、土壤水循环与平衡、土壤水分的生态分区与微区域特征、土壤水分的蒸发性能和移动规律、土壤—植物系统中的水分关系与土壤水资源的利用与评价等领域提供基础监测数据。而每个专业对蒸渗仪的尺寸大小、精度要求、结构数量、放置位置以及数据格式、采样间隔等



性能参数的要求又不一样，再加上经费来源、数额大小等客观因素，唯有综合考虑自身需求和条件，才能为定制蒸渗仪系统设备提供更详细的采购依据。

另一方面，对供货厂家的综合实力进行研判。 称重式蒸渗仪作为一款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，由于国家当前没有称重式蒸渗仪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6日