ICS 07.060
CCS N 93

团 体 标 准

T/CHES XXXX—20XX

蒸渗仪
Lysimeter

（报批稿）

20XX - XX - XX 发布　　20XX - XX - XX 实施

中国水利学会　　发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　分类、组成和基本参数 2
4.1　分类 2
4.2　组成 2
4.3　材料 3
4.4　基本参数 4
5　总体要求 4
6　技术要求 4
6.1　外观 4
6.2　工作环境 4
6.3　尺寸 5
6.4　测量误差 5
6.5　重复性标准误差 5
6.6　电源 5
6.7　防雷 5
6.8　外壳防护等级（IP 防护等级） 5
6.9　水密性 5
6.10　数据采集与传输 5
6.11　称重式蒸渗仪 5
6.12　非称重式蒸渗仪 6
6.13　机械环境适应性 6
7　试验方法 6
7.1　试验要求 6
7.2　试验方法 6
8　检验规则 7
8.1　出厂检验 7
8.2　型式检验 7
9　标志、使用说明书 8
9.1　标志 8
9.2　使用说明书 8
10　包装、运输、贮存 8
10.1　包装 8
10.2　运输 8
10.3　贮存 8

前　言

根据中国水利学会团体标准制修订计划安排，本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件共分为10章，主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、分类、组成和基本参数、总则、技术要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、包装、运输、贮存等。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条16号，邮编100053），以便今后修订时参考。

本文件主编单位：安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院。

本文件参编单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、水利部淮河水利委员会水文局（信息中心）、水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心、中水淮河规划设计研究有限公司、江苏南水科技有限公司、北京澳作生态仪器有限公司、安徽农业大学、六安市治淮指挥部办公室、水利部信息中心、水利部南京水利水文自动化研究所、江苏省水文水资源勘测局南京分局、西安新汇泽测控技术有限公司、安徽省淠史杭灌区管理总局、河海大学、广东岭秀科技有限公司。

本文件主要起草人：董国强、王怡宁、赵瑾、李瑞、朱梅、姜蓓蕾、王雪松、许慧泽、苏南、穆禹含、张卫、钱筱暄、李硕、许一、胡永胜、杨俊杰、陈家栋、时召军、樊孔明、李军德、李红娟、周超、鲍艳香、吴静子、蒋东进、万义周、赵家祥、谷黄河、梅海鹏、王敏杰、司巧灵、董涛、王振龙、许晓春、储华平。

蒸渗仪

1 范围

本文件规定了蒸渗仪的分类、组成和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则等。

本文件适用于蒸渗仪的设计、生产、使用和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 9359—2016 水文仪器基本环境试验条件及方法

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 15966—2017 水文仪器基本参数及通用技术条件

GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 50095—2014 水文基本术语和符号标准

SL 180 水文自动测报系统设备 遥测终端机

3 术语和定义

GB/T 50095—2014界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蒸渗仪 lysimeter

带有地面、地下排水和土壤水测定装置的用于水文循环中的下渗、径流和蒸散发等研究的装置。

3.1.1

称重式蒸渗仪 weighing lysimeter

依据水量平衡原理，通过重力、压力和位移的变化进行测量的**蒸渗仪**(3.1)。

3.1.2

非称重式蒸渗仪 non-weighing lysimeter

利用计量法进行测量的**蒸渗仪**(3.1)。

3.2

水平衡器 water balance equalizer

一种控制**蒸渗仪**(3.1)水位平衡的连通装置。

3.3

马氏瓶 markov bottle

一种既能控制水位又能自动连续补水的计量装置。

注：蒸渗仪（3.1）的组成部分，广泛应用于地下水均衡场的地中蒸渗仪和实验室的供水量测系统中。

3.4

过滤层 markov bottle

铺设于**蒸渗仪**（3.1）测筒罐体底部，由不同砂石颗粒级配组成的滤料层。

3.5

实验土柱 testing soil column

用于研究水文循环和农田水转化中的潜水蒸发、地表径流、下渗、土壤水变化和溶质运移等过程而设置的柱状土体。

4 分类、组成和基本参数

4.1 分类

4.1.1 按量测方法分

蒸渗仪按照工作原理可分为称重式和非称重式。

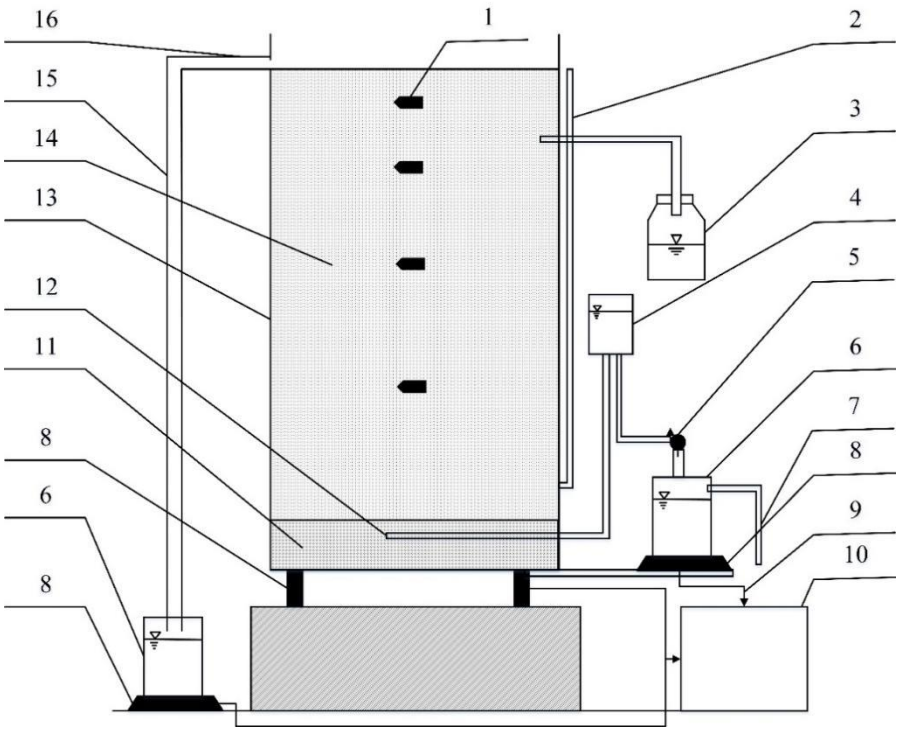
4.1.2 按测筒口径和测筒深度分

蒸渗仪按照测筒口径和测筒深度可分为大型、中型、小型。

4.2 组成

4.2.1 称重式蒸渗仪

称重式蒸渗仪主要由主体部分（测筒、过滤层等）、量测部分（称重传感器、地下水观测管、土壤溶液取样瓶等）、供排水部分（水平衡器、水箱、径流收集器、供水管、地下水连通管、水泵等）和数据采集及传输部分（数据采集箱、传输线等）组成。



标引序号说明：

1——传感器；

2——地下水位观测管；

3——土壤溶液取样瓶；

4——水平衡器；

5——水泵；

6——水箱；

7——供水管；

8——称重传感器；

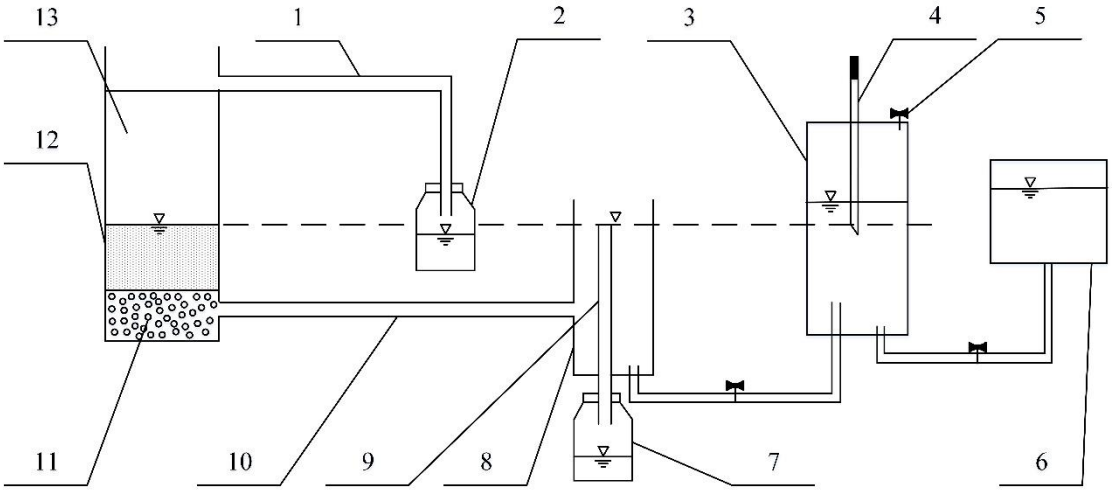
9——数据线；

10——数据采集箱；
11——过滤层；
12——地下水连通管；
13——测筒；
14——实验土柱；
15——产流管；
16——径流收集器。

图1　称重式蒸渗仪组成示意图

4.2.2　非称重式蒸渗仪

非称重式蒸渗仪主要由主体部分（测筒、过滤层等）、量测部分（径流计量瓶量、入渗量计量瓶等）、供排水部分（马氏瓶、水平衡器、通气管、地表径流管、水箱等）和数据采集及传输部分（数据采集箱、数据传输线等）组成。



标引序号说明：
1——地表径流管；
2——径流计量瓶；
3——马氏瓶；
4——通气管；
5——阀门；
6——水箱；
7——入渗计量瓶；
8——水平衡器；
9——入渗量进水管；
10——连通管；
11——过滤层；
12——测筒；
13——实验土柱。

图2　非称重式蒸渗仪组成示意图

4.3　材料

4.3.1　蒸渗仪的材料，其弯曲强度应不低于 147 MPa（1 500 kg/cm^2）、巴氏硬度应不小于 30 HBa，不应随环境的变化而改变。

4.3.2 蒸渗仪水箱体、测筒等应用优质的不锈钢、玻璃钢、碳钢、有机玻璃或 PVC 材料制成。

4.4 基本参数

4.4.1 蒸渗仪测筒的基本参数应符合表 1 的规定。

表1 蒸渗仪测筒的基本参数

分类	内口直径/mm	测筒深度/mm	测筒筒体厚度/mm	MTBF/h
大型蒸渗仪	2 257	4 000	10～20	≥16 000
中型蒸渗仪	1 580	2 000	5～10	
小型蒸渗仪	618	1 000		
注：测筒也可为长方体，基本参数可根据用户实际需求自行设定。				

4.4.2 不同口径大小和埋藏深度的蒸渗仪罐体（圆柱体）基本参数应符合表 2 的规定。

表2 罐体的基本参数

单位为毫米

种类	直径 d	高度 h	厚度 T
小型蒸渗仪	≤618	≤1 000	5～10，可根据材料与实际需求自行设定。
中型蒸渗仪	618＜d≤1 580	1 000＜h≤2 000	
大型蒸渗仪	＞1 580	＞2 000	

5 总体要求

5.1 蒸渗仪一般设在室外空旷的观测场内或有控制装置的室内，可单个或成组、成套设置。

5.2 根据用户需求与研究目的不同，选择不同类型的蒸渗仪，进行相应设计，安装所需传感器。

5.3 称重式蒸渗仪通过重力、压力和位移的变化直接精确地测定作物的蒸散量和潜水蒸发量等要素，依据水量平衡原理，称量装有土壤和植被的容器，实现自动测定土体水分变化。称重式蒸渗仪的罐体应符合下列规定：

a) 侧壁按照不同深度应预留传感器（土壤参数、环境参数等）安装孔；
b) 底缘应留有排水孔和补水孔；
c) 侧壁可预留土壤溶液取样孔。

5.4 非称重式蒸渗仪采用计量法测定供水量，通过不同定水位控制，测量由降水过程导致的渗漏量及蒸发过程消耗的补给水量。非称重式蒸渗仪的罐体应按照不同深度可预留传感器（土壤参数、环境参数等）安装孔，并做好密封处理。

5.5 在冬季及高寒地区，蒸渗仪应有一定的抗冰冻能力，仪器内不应在无水情况下，出现冻裂损伤等冰冻破坏现象。

5.6 蒸渗仪的可靠性应符合下列规定：

a) 蒸渗仪的平均寿命应不小于 10 年，包括罐体、给排水系统、称重系统等；
b) 蒸渗仪传感器和数据采集（控制）器平均无故障工作时间（MTBF）应不少于 16 000 h。

6 技术要求

6.1 外观

蒸渗仪各部分应连接牢固，表面应进行防腐处理，不应有锈斑及划痕；零部件不应有明显的加工性缺陷。

6.2 工作环境

正常工作的蒸渗仪应能适用下列工作环境：

a) 量测装置工作温度：-10 ℃～50 ℃；
b) 测筒工作温度：-10 ℃～50 ℃（非冰期）；
c) 地下室环境温度应与室外土壤温度保持一致，并恒定；
d) 相对湿度：≤95%（40 ℃，无凝露）。

6.3 尺寸

蒸渗仪测筒的内口直径误差应满足下列要求：

a) 大型蒸渗仪应在 15 mm～20 mm 范围内；
b) 中型蒸渗仪应在 10 mm～15 mm 范围内；
c) 小型蒸渗仪应在 5 mm～10 mm 范围内。

6.4 测量误差

蒸渗仪测量范围内其测量误差应不大于2 %。

6.5 重复性标准误差

在蒸渗仪保持稳定的条件下，分别在蒸散发变幅约10 %、50 %、90 %的三点，每点重复测读6次，重复性标准差应不大于2 %。

6.6 电源

传感器、数据采集箱采用直流供电，应在9 V、12 V、24 V中选用，优先使用12 V，允许误差-15%～20%。采用交流供电时，应考虑电压的稳定性。

6.7 防雷

蒸渗仪应具有防雷击能力，其防雷级别应达到GB/T 17626.5－2019表1中等级3的要求。

6.8 外壳防护等级（IP 防护等级）

数据采集箱的外壳防护等级应不小于IP58。

6.9 水密性

6.9.1 测筒应灌水检查密封处有无渗水，持续时间应不低于 24 h 左右。

6.9.2 水箱等给排水装置应无明显渗漏水现象。

6.10 数据采集与传输

蒸渗仪的数据采集与传输应符合SL 180的要求。

6.11 称重式蒸渗仪

6.11.1 量测装置

称重传感器应满足下列要求：

a) 称量范围：大型蒸渗仪不小于 6 000 kg，中型蒸渗仪为 1 000 kg～6 000 kg，小型蒸渗仪不大于 1 000 kg；
b) 称量感量：应能准确反应不大于 0.05 mm 水层变化引起的重量变化值。大型蒸渗仪应不大于 500 g，中型蒸渗仪应不大于 300 g，小型蒸渗仪应不大于 100 g。

6.11.2 分辨力

用称重所得水量体积变化量与测筒内面积的比值来计算量测装置的分辨力，应满足下列要求：

a) 大型蒸渗仪应不大于 5 mm；
b) 中型蒸渗仪应不大于 1 mm；

c） 小型蒸渗仪应不大于 0.5 mm。

6.12 非称重式蒸渗仪

6.12.1 量测装置

径流量计量瓶、马氏瓶、入渗量计量瓶器口内面积应保持一致。

6.12.2 分辨力

测筒内面积与量测装置内面积的比值为单位刻度值，来标示量测装置水位变化值，根据标示刻度线的示值来读取水位值，示值的最小变化量应满足下列要求：

a） 大型蒸渗仪应不大于 1 mm；
b） 中型蒸渗仪应不大于 0.5 mm；
c） 小型蒸渗仪应不大于 0.1 mm。

6.13 机械环境适应性

6.13.1 振动

蒸渗仪在包装状态下，在承受10 Hz～150 Hz～10 Hz、加速度为2g的扫频振动后，应能满足下列要求：

a） 外包装箱不应有任何损坏和变形；
b） 产品内部结构中各结合部不应有松脱、零部件破损等现象；
c） 产品各项功能正常。

6.13.2 自由跌落

蒸渗仪在包装状态下，当毛重小于等于50 kg时，跌落高度为250 mm；当毛重在50 kg～100 kg时，跌落高度为100 mm。在离地面垂直方向自由跌落后，应能满足下列要求：

a）外包装箱不应有任何损坏和变形，内部结构中各结合部不应有松脱、零部件破损等现象；
b）各项功能正常。

7 试验方法

7.1 试验要求

7.1.1 试验前可对受检蒸渗仪进行常规性能检查测试，试验过程中不应对蒸渗仪进行调整。
7.1.2 试验使用的仪器仪表或试验装置，有计量要求的应经过定期检定或校准，并取得合格证书且在有效期内使用；自制试验装置，应进行自校准或检验合格后方可使用。
7.1.3 试验用的仪器仪表或装置，其精确度或准确度指标应高于蒸渗仪相关参数指标的精确度或准确度指标。

7.2 试验方法

7.2.1 外观

目测和装水检查。装水检查的持续时间应不低于24 h。记录并检查测试情况。

7.2.2 工作环境适应性

按GB/T 9359—2016规定的相关试验方法进行试验。记录并检查测试情况。

7.2.3 尺寸

用钢尺、游标卡尺或激光测距仪等检测，在5个不同方向测量器口内径，记录并检查测试情况。

7.2.4 测量误差

在蒸渗仪满量程测量范围内，均匀选取不少于20个测量点，观读测量数据，记录测量值，计算测量误差、分辨力。

7.2.5 重复性标准误差

在蒸渗仪保持稳定的条件下，分别在蒸散发变幅约10 %、50 %、90 %的三点，每点重复测读6次，记录测量值，计算重复性标准差。

7.2.6 工作电源

将蒸渗仪通电后，调节供电电源，使蒸渗仪工作电压在其额定值的15 %～20 %内变化，检查蒸渗仪的工作情况，记录测量值。

7.2.7 防雷

按GB/T 17626.5－2019规定的试验方法进行测试，记录测量值并检查测试情况。

7.2.8 外壳防护等级（IP 防护等级）

按GB/T4208规定的试验方法进行测试，记录测量值并检查测试情况。

7.2.9 水密性

向蒸渗仪测筒、水箱中注入水，静置24 h，每隔12 h，用干试纸检查焊接处渗水情况，记录并检查测试情况。

7.2.10 数据采集与传输

按SL 180的规定进行测试，记录并检查测试情况。

7.2.11 称重式蒸渗仪

用砝码检查传感器的称重范围与称重感量，记录并检查测量情况。

7.2.12 非称重式蒸渗仪

用游标卡尺分别测量径流量计量瓶、马氏瓶、入渗量计量瓶器口内径，各测量6次，分别计算径流量计量瓶、马氏瓶、入渗量计量瓶器口内面积，记录测量值，检查测量情况。

7.2.13 机械环境适应性

7.2.13.1 振动试验

受试蒸渗仪在包装状态下，固定在振动试验台上进行扫频试验，持续时间45 min，记录并检查测试情况。

7.2.13.2 自由跌落试验

受试蒸渗仪在包装状态下，放置在跌落试验台上进行试验，连续跌落4次，记录并检查测试情况。

8 检验规则

8.1 出厂检验

8.1.1 产品出厂前应进行出厂检验。出厂检验项目分全检和抽检两种。对 6.1、6.3、6.4、6.6、6.9、6.10 进行全检，检验结果应完整保存、备查。

8.1.2 产品经生产厂质量检测部门检验合格后，并附检定结果表及合格证，方可出厂。

8.2 型式检验

8.2.1 要求

有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
b) 定型产品在结构、工艺或使用的材料作较大改变，可能影响产品性能时；
c) 产品长期（两年以上）停产后，恢复生产时；
d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
e) 正常生产时，定期或累计一定产量后，应周期性进行一次检查；
f) 市场监督管理机构提出进行型式检验要求时；
g) 合同规定进行型式检验时。

8.2.2 检验项目

型式检验应按第6章规定的全部要求进行检验。

8.2.3 抽样规则

型式检验的样品应从经出厂检验合格的产品中随机抽取，应不少于3台，若产品总数不足3台，则应全检。

8.2.4 判定规则

型式检验中有一台及以上单机产品不合格时，应加倍抽取该产品进行不合格项目复检，若仍有不合格时，则判该批产品为不合格；若全部检验合格，则除去第一次抽样不合格的产品，该批产品应判为合格。

8.2.5 易损件更换

经过型式检验的产品，需要更换易损件，应经出厂检验合格后方能出厂。

9 标志、使用说明书

9.1 标志

应符合GB/T 15966－2017的9.1规定。

9.2 使用说明书

应符合GB/T 9969的相关规定。

10 包装、运输、贮存

10.1 包装

应符合GB/T 13384的相关要求。

10.2 运输

应符合GB/T 15966－2017的10.2要求。

10.3 贮存

包装好的蒸渗仪应能适应下列环境条件贮存：

a) 相对湿度：不大于 95%（40 ℃时）；
b) 温度：-40 ℃～60 ℃；
c) 产品的贮存场所应干燥、通风、防晒，附近不应有化学侵蚀性物质。