

[类型] 新技术微试点

[关键词] 微波法，无机集料，含水率测试，一体化

智能微波法含水率一体测定仪

JWC2020-021

龙建路桥股份有限公司

马丽芙、郑立君、王举东、孙祥柱、张宏武、宋海峰

1. 成果简介

1.1 技术背景

随着中国公路工程施工技术的日臻成熟，机械化施工程度不断提高，施工速度全面提升，所要求检试验工作效率不断提高，快速检验和数据准确提供是未来工程施工的趋势。对于集料的含水率测定试验，如果按照现行《公路土工试验规程》中规定的试验方法进行，完成试验测定时间需要 30min-8h。为了不影响施工进度，寻求快速测定集料的含水率试验方法，根据实践经验总结提出“智能微波法含水率一体测定仪”。

1.2 解决的主要问题

- 1) 较大缩短集料的含水率测定试验时间，提高效率大约 100 倍；
- 2) 设计试验仪器轻便、可移动，实现现场检测、现场出检测结果；
- 3) 实现试验全过程一体化、智能化；
- 4) 填补国内检试验仪器在微波法这一领域的空白。

1.3 适用范围

测定非有机质的细集料、粗集料含水率，且平行精度误差小于 2%。

1.4 技术特点

利用微波的穿透、反射、吸收 3 个基本特点达到烘干效果原理与多位称重系统、排湿系统、智能互动式触摸屏显、打印输出系统、逻辑计算系统、远程数据共享系统和数据集成管理控制系统等多系统有机结合，实现土的含水率快速一体测定的目的，实现生产效率的提高。

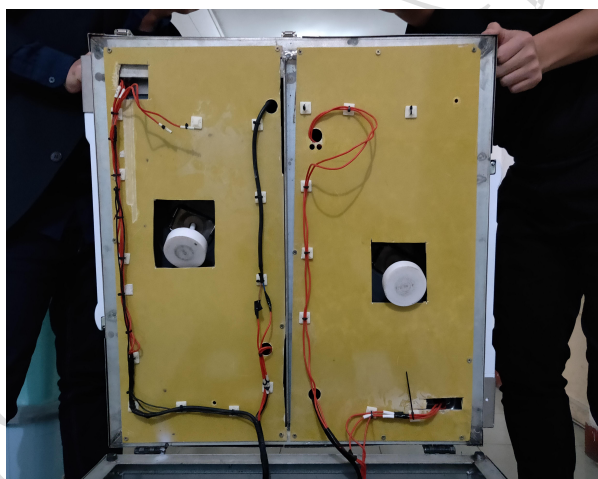


图1 智能微波法含水率一体测定仪

2. 技术内容

2.1 技术原理

电源向磁控管提供大约 4000 伏高压，磁控管在电源激励下，连续产生微波，再经过波导系统，耦合到炉内。当微波被水分子吸收后，水分子将盘以及含有磁性的软连接吸盘与称重传感器进行连接，传感器将毫伏信号传至 AD 采样模块后，并以电信号输送给控制单元，进行数据处理。系统将加热前湿土重量，加热后干土重量分别记录下来，最终进行土含水率的比例运算（“含水率=（湿土-干土）/干土×100%”），最终将换算结果显示并打印出来。



（微波腔体及传杆器，此为上部）



（AD 采样模块及数据处理系统，此为下部）

图2 智能微波法含水率一体测定仪原理图

2.2 运行特点

智能微波法含水率一体测定仪由几大模块系统组成，共同完成试验、运行、打印功能：

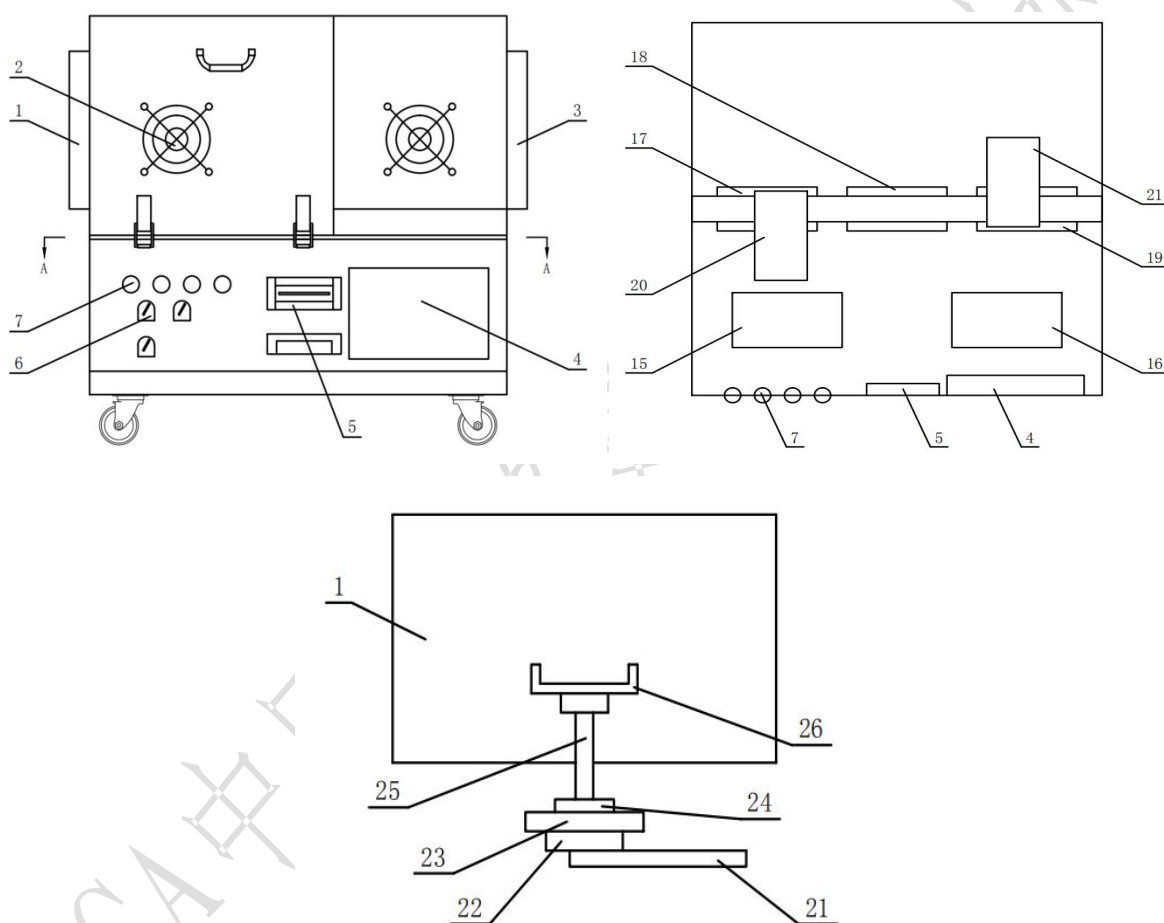
1. 微波加热：利用了微波穿透、反射、吸收三个特性，来实现对被测量土样含水量的测试。当微波被水分子吸收后，水分子将以每分钟上千万次频率震荡，从而产生热效应，伴随着温度上升，水份

便会一点点蒸发。

2. 软件系统：外置的高精度称重传感器（铝合金材质），通过耐高温的支杆和托盘，以及，含有磁性的软连接吸盘与称重传感器进行连接，传感器将毫伏信号传送至 AD 采样模块后，并以电信号输送给控制单元，进行数据处理。系统将加热前湿土重量，加热后干土重量分别记录下来。

3. 平行一体化：一台两个腔体共同运行、共同试验，平行差、精度满足国标要求且一体打印成型，可设定运行时间、试样最大量程、微波功率、稳定时间、修正系统、电子秤精度校核等一体机。显示湿土重、干土重、含水率、运行时间及日期。

2.3 结构组成



序号结构：1-第一腔体，2-排风网，3-第二腔体，4-数显控屏，5-打印机，6-开关，7-指示灯，8-第一上箱体，9-第二上箱体，10-下箱体，11-第一排风管道，12-第一风机，13-第二排风管道，14-第二风机，15-第一电源，16-第二电源，17-第一重量测量模块，18-中央控制器，19-第二重量测量模块，20-第一传感器支架，21-第二传感器支架，22-称重传感器，23-传感器上托盘，24-引力底盘，25-托杆，26-托盘，27-阻燃板

图3 智能微波法含水率一体测定仪结构图

2.4 操作简述

1、通电；2、开机；3、拉起操作台面板至45°；4、打开第一腔体，调节托盘螺栓至平，放入托

盘；5、点击操作面板中的 1#仓去皮；6、放集料进 1#仓托盘内；7、自动称重，确认重量锁定；8、打开第二腔体，重复 4-7；9、设定参数，运行时间、功率等；10、运行；11、打开通风按钮；12、运行中观察有无异常；13、打印数据；14、关机。

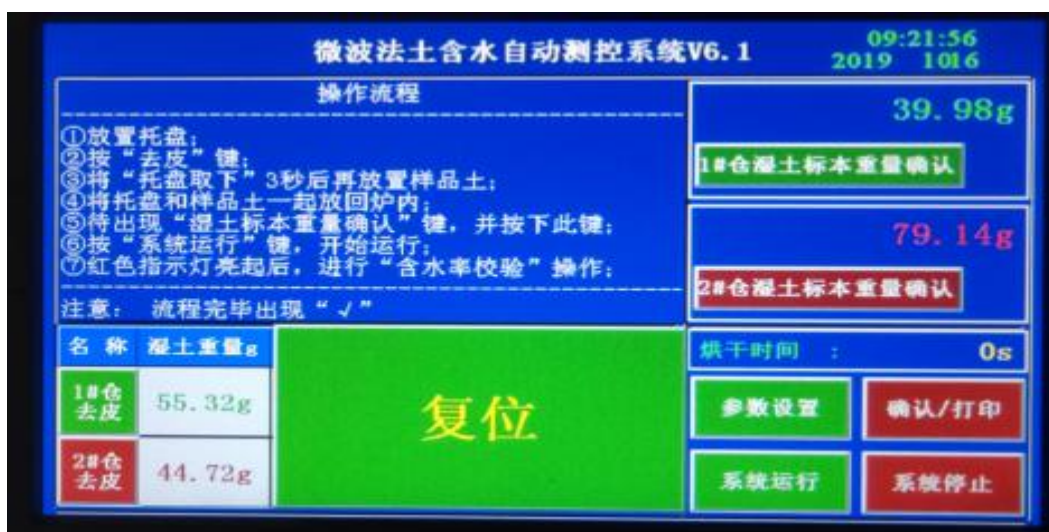


图 4 智能微波法含水率一体测定仪操作台显示屏

3. 应用效果

国道北京至抚远公路佳木斯至桦川段改扩建工程A2标段项目应用, 全线采用一级公路标准, 主要工程内容为路面工程、交通安全设施工程。2019年6月11日, 在建设方、监理方、施工方三方见证下, “智能微波法含水率一体测定仪”与烘干法进行了比对试验, 验证的土样有:土、砂性土、中砂、石屑四样材料。烘干法8小时后的数据与该仪器15分钟内得出数据相同。

由此建设方佳木斯市国道改扩建工程建设币区段东区指挥部, 证明此仪器试验方法可靠、精度满足要求且不需要与烘干法进行系数换算, 允许其在本工程路肩土、基层混合料、黑色面层混合料、单级集料等含水率测定上进行应用。

截止至2020年11月末, 我公司佳桦P2项目已完成交验工程, 公司财务共享中心联合审计进行项目成本核算, 通过报告分析测算出通过智能微波法含水率一体测定仪, 节省隐形成本25万元。

4. 推广应用前景

通过全体人员反复试验研究, 经过长时间的耐力测试, “智能微波法含水率一体测定仪”最终证明研制成功。经过施工现场和权威检测机构的评价: ①利用微波法研制的土的含水测定系统可以快速, 准确, 稳定的工作, 精准迅速检测含水率。②与国标试验方法烘箱法进行比对实验后, 含水率误差均不超过1%, 不需要进行系数换算。③能大大缩短测量时间, 提高生产效率。④设备填补国内检试验仪器空白, 是现行国家标准试验方法的补充, 需大面积推广应用。