

附件 2

中 国 水 利 学 会 团 体 标 准

《时域反射法土壤水分监测仪器》

（征求意见稿）

编 制 说 明

主编单位：天津特利普尔科技有限公司（签章）

《时域反射法土壤水分监测仪器》编制组

2021 年 1 月

编制说明

一、工作简况

1、任务来源

本标准由天津特利普尔科技有限公司牵头，于 2020 年 3 月向中国水利学会提交立项申请，5 月通过中国水利学会立项论证会并公示，8 月中国水利学会正式批复立项。

2、主、参编单位

本标准牵头单位：天津特利普尔科技有限公司。

天津特利普尔科技有限公司是专业从事水文仪器研发、制造，信息传输、软件和信息技术服务的国家高新技术企业。自主研发的 SFCW-TDR 技术及墒情监测仪器已获多项发明专利、实用新型专利及软件著作权等。在墒情监测领域的研制开发处于国内领先水平，相关技术和产品达到国际先进水平，已在国内多地安装使用。

参与编制的单位有：水利部信息中心、水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心、江苏南水科技有限公司、河南安宏信息科技有限公司、辽宁省河库管理服务中心（辽宁省水文局）、河南省水文水资源局、山东省水文局、黄河水土保持西峰治理监督局。

2、主要工作过程

2019 年 10 月，成立编制组。召开了第一次标准编制组工作会议，重点围绕标准编制背景、目的和必要性、标准主要技术内容和适用范围、标准章节主要框架及内容等问题进行了深入讨论和研究，明确了任务分工和进度计划安排。

2020 年 3 月，编制组完成了《时域反射法土壤水分监测仪器》初稿。天津特利普尔科技有限公司向中国水利学会提交《中国水利学会标准制修订立项申请书》及《时域反射法土壤水分监测仪器》初稿。

2020 年 3 月 31 日至 4 月 8 日，中国水利学会组织专家对《时域反射法土壤水分监测仪器》初稿开展了立项论证，采用函审方式进行。会议成立了专家组，各专家就标准立项背景、必要性、可行性、已有工作基础及其于相关标准的协调关系、标准的框架结构及主要内容进行了审查。专家组同意该标准立项并提出了审查意见。

2020 年 04 月至 12 月，根据专家组修改建议，编制组多次讨论研究、补充试验，完成了各章节统稿，形成《时域反射法土壤水分监测仪器》标准征求意见稿。

2021 年 1 月提交征求意见稿和编制说明

3、主要起草人及其所做的工作

本标准主编陆明董事长，全面负责标准编制工作。水利部水文及岩土工程仪器质检中心徐海峰高工负责标准统稿及标准程序性流程工作。主要起草人及其分工见下表。

序号	姓 名	职务/职称	工作单位	主要编写分工
1	陆明	董事长	天津特利普尔科技有限公司	全面负责
2	何生荣	正高	水利部水文及岩土工程仪器质检中心	技术协调与组织
3	章树安	正高	水利部信息中心	技术指导
4	王兴泽	高工	辽宁省河库管理服务中心（辽宁省水文局）	技术指导
5	卢玉	高工	天津特利普尔科技有限公司	技术内容、土壤制备和试验方法编写
6	刘惠斌	高工	天津特利普尔科技有限公司	技术内容编写
7	章雨乾	高工	中国水权交易所	技术指导
8	何俊霞	高工	河南省水文水资源局	用户要求编写
9	李根峰		河南安宏信息科技有限公司	用户要求编写
10	王晨光	高工	天津特利普尔科技有限公司	资料收集与整理
11	郜文旺		黄河水土保持西峰治理监督局	用户要求编写
12	刘薇	高工	山东省水文局	用户要求编写
13	蒋泽民	高工	天津特利普尔科技有限公司	技术内容、土壤制备和试验方法、用户要求。
14	陆之平	高工	天津特利普尔科技有限公司	资料收集与整理
15	张敦银	高工	河南安宏信息科技有限公司	技术指导
16	徐海峰	高工	水利部水文及岩土工程仪器质检中心	统稿和工作程序

17	邓超	高工	水利部水文及岩土工程仪器质检中心	技术内容、土壤制备和试验方法编写
18	吴喜军	高工	辽宁省河库管理服务中心 (辽宁省水文局)	用户要求编写

二、主要内容说明及来源依据

1. 技术综述

时域反射技术是一种电子测量技术，应用于土壤水分测量实质上是通过测量土壤的相对介电常数实部实现，其基于如下的基本理论：

a) 水作为介质，在一定频率范围的电磁场作用下，其相对介电常数的实部较为稳定

介质的相对介电常数 k 在电磁学理论中通常用无量纲的复数表示：

$$k = k' + jk''$$

其实部 k' 描述了其对于电磁能量的存储能力和极化能力，不同频率的电磁场作用下会激发不同性质的极化，从而造成该物质介电常数实部的不同衰变，分别称为 α 衰变（空间极化）、 β 衰变（转向极化）、 γ 衰变（离子极化）及 δ 衰变（电子极化），因而 k' 是一个有关频率的函数。

由图 1 可见，当施加的电磁波频率在约为 1MHz~2GHz 的范围内，水分子处于空间极化和转向极化之间，其介电常数实部相对稳定，因而时域反射法测量土壤水分多利用这一频段的电磁信号。

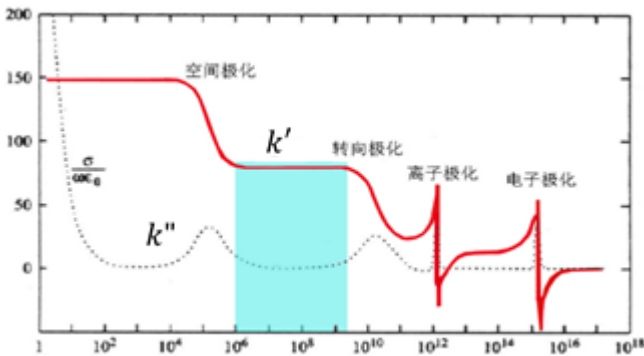


图 1 水的电磁极化介电频谱

b) 土壤相对介电常数的实部主要由其所含水分决定

土壤是由空气（气相）、矿物质颗粒（固相）和水（液相）组成的三相混合物，空气相对介电常数的实部为 1，矿物质颗粒在 2~4 之间，而水在 20℃ 时相对介电常数的实部高达 81.2，随着温度下降，该值略有升高，反之下降，但在 75~88 之间变化，远远高于其它各相。因此土壤相对介电常数的实部主要依赖于土壤含水率。

由于水在冻结为冰后，相对介电常数的实部会急剧下降至 3 左右，因此时域反射法无法测量冻土的土壤水分。

c) 在足够高频率的电磁波作用下，土壤的表观介电常数近似于其相对介电常数的实部

电磁波在介质中的传输速度 v 满足以下的关系：

$$v = c / \left\{ k' \cdot \frac{1 + (1 + \tan^2 \delta)^{1/2}}{2} \right\}^{1/2} \quad (1)$$

其中 c 为光速， k' 为介质介电常数的实部，而 $\tan \delta = \{k'' + (\sigma_{DC}/2\pi f \epsilon_0)\}/k'$ 被称为损耗因子，其中 f 为电磁波的频率， σ_{DC} 是介质的直流电导率， k'' 是介质相对介电常数的虚部， $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ 西门子/米为真空绝对介电常数。

土壤基本属于同向线性均匀媒质，其满足： $k'' \ll k'$ ，当所施加的电磁波频率足够高时 $\sigma_{DC}/(2\pi f \epsilon_0 k') \ll 1$ 成立（根据对电导率较低的土质沙土的计算，这一频率应达到 1GHz 以上，处于微波频段），因而有：

$$k' \approx \left(\frac{c}{v} \right)^2 \quad (2)$$

d) 结合本标准 5.1 条，可见时域反射法测量土壤水分原理的实质是通过测量土壤相对介电常数的实部，因而其测量结果受电导率等的影响较小，这也是 TDR 对田间可耕作土壤可以实现盲测的根本原因。

2. 部分关键技术指标和参数的说明

2.1 时域测量迹线

TDR 仪器本质上是一个高解析率的高频示波器，其测量结果是通过显示的不同波形迹线进行分析而实现的。由于测量针对的土壤成分及结构极为复杂，经常会产生意外的噪音信号，造成内置算法无法自动识别，从而影响测量结果的准确性。

实际案例：

某实际监测点某次上报的 10cm、20cm、40cm 的监测数据分别为 35.4%、22.4%和 2.81%，通过横向与历史数据及纵向与其它各层数据

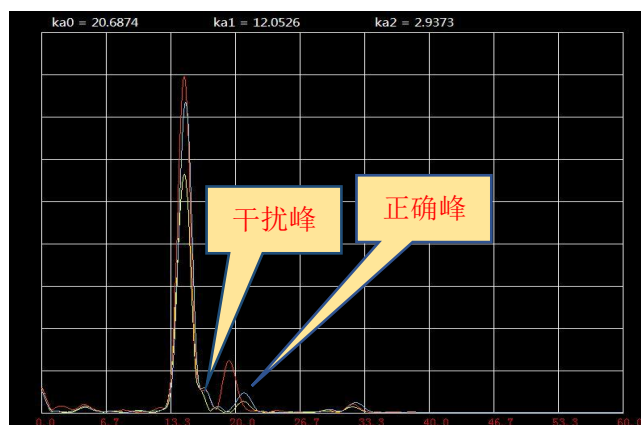


图 2 发生误判的实际测量迹线

比较,可以判断 40cm 层所报为错误结果。经调取同期监测曲线发现,40cm 层测量迹线(蓝色)出现了一个明显的干扰波峰,造成了数据的错报,通过调节内部算法的阈值,保障了上传数据的准确性。

由此可见测试迹线的提供对于时域反射法测量土壤水分的仪器是必要的。

2.2 上升沿时间

目前投入市场的宣称为 TDR 技术的水分监测仪器种类有多种,原理不尽相同。从发射的电磁波信号种类就有无载频脉冲的阶跃波、步进频率的调频连续波、单频正弦波以及具有快速上升沿的针状脉冲波等。依本说明前述公式 1,对于所采用的电磁波频率应有一定的要求,但对于阶跃波及针状脉冲波,其考察的主频分量要通过复杂的傅里叶变换确定,因此为对各种技术综合考察,采用了统一的信号上升沿时间作为标准。

3. 关于公式

介电法测量土壤水分,通常都是通过对所测土壤的介电参数与土壤含水量建立的经验公式实现,由于时域反射技术测量依据的介电常数实部相对稳定,受到土壤的其它因素干扰较少,特别是受土壤电导率的影响较少,因而得以使用单一的公式。1980 年,加拿大学者 G. C. TOPP 在大量实验数据的基础上,拟合得到描述体积含水率与表观介电常数之间关系的经验公式:

$$\theta_v = 4.3 \times 10^{-6} K_a^3 - 5.5 \times 10^{-4} \times K_a^2 + 2.92 \times 10^{-2} \times K_a - 5.3 \times 10^{-2}$$

该公式被称为 TOPP 公式,是目前最有效也是应用最广泛的公式之一,也是大多数时域反射法仪器预置的基本公式。我们经过大量的实验和野外实际应用对比证明,对于体积含水率低于 40%,干容重 1.2~1.6 之间的耕作土壤, TOPP 公式能够满足绝对测量误差平均值低于 2%的测量准确度要求。

4、主要指标试验验证情况

4.1、验证试验对象

SOILTOP-200 型土壤墒情测定仪

SOILTOP-200-IM 型智能墒情监测系统

SOILTOP-300 型土壤墒情智能监测仪

SOILTOP-300 (4G) 型土壤墒情智能监测仪

4.2、验证试验机构

水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心。

4.3、主要验证试验仪器、仪表、设备

(1) 高低温交变湿热试验箱。

(2) 输出信号检测的仪器。主要包括：专用测试装置（具有电压显示、专门接口等），或者四位半数字万用表；电源：输出电压应满足土壤墒情测定仪的需要。

(3) 振动试验台。

(4) 跌落试验台。

(5) 电子天平，0.1 g。

(6) 分析天平，0.01 g。

(7) 电热恒温箱。

(8) 绝缘电阻测试仪。

(9) 温度计，0.1 ℃。

(10) 外壳防护试验台。

(11) 电导率仪。

(12) 规约测试平台

4.4、验证试验主要性能参数

按标准正文中“要求”一章的所有项目进行验证。

4.5、验证试验方法

按标准正文中“试验方法”一章规定进行试验验证。

5、试验结果

见附件。

三、专利情况说明

1、在征求意见稿及下一阶段的送审稿封面上，写上专利通知性的文字：“**请将您发现的有关专利信息及支持性文件随**

意见一并反馈”。

2、在标准的前言中对专利的处置进行了声明：

“本文件的发布机构对于专利的范围、有效性和验证资料不提出任何看法。专利持有人应向本文件的发布机构保证，他愿意同任何申请人在合理和非歧视的条款和条件下，就使用授权许可证进行谈判。自本文件发布实施之日起，专利持有人未在本文件发布机构进行专利许可备案的，因使用本文件而发生专利侵权的，本文件发布机构不应承担任何责任。”

四、与相关标准的关系分析

1、与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

标准检索未见国外相关标准可对比。

2、与国内相关标准协调性分析。

本标准中涉及相关标准的引用信息，均进行了协调一致性的校核。

五、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无

六、预期效益

对助推土壤水分测量技术的发展具有一定的引领，对该类产品技术的提高具有积极作用，对水利科技发展有具积极意见。

七、其他说明事项

无

附件:

1. 水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心
出具《SOILTOP-200 型土壤墒情测定仪》检测报告

 150021080844	
水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心 Inspecting and Testing Centre for Hydrological & Geotechnical Instrument's quality, MWR	
检 测 报 告	
Test Report	
水岩仪检 (20151169) 号	
产品名称:	SOILTOP-200 型土壤墒情测定仪
生产单位:	天津特利普尔科技有限公司
检测类型:	委托检测
报告日期:	20151112

一、检测概况



受天津特利普尔科技有限公司的委托,依据 GB/T 28418-2012《土壤水分(墒情)监测仪器基本技术条件》及产品检测委托函,对天津特利普尔科技有限公司提供的 SOILT0P-200 型土壤墒情测定仪进行检测。该样品采用时域反射法原理,检测过程中采用的体积含水量公式为 $Y=4.3 \times 10^{-6} K a^3 - 5.5 \times 10^{-4} K a^2 + 2.92 \times 10^{-2} K a - 5.3 \times 10^{-2}$ ($K a$ 为介电常数),实验室检测土样为潮土、红壤、黑土,具体检测情况如下:

- 1、外观:符合标准要求。
- 2、工作环境条件:在-10℃、55℃、95%RH(40℃时)三种工作环境条件下各保持 4h 后,工作正常,符合标准要求。
- 3、测量范围:该样品测量范围为 0~50%土壤体积含水量,符合标准要求。
- 4、准确度:符合标准要求,具体见表 1~表 6。
- 5、稳定时间:该样品稳定时间为 5.5s,符合标准要求。
- 6、工作电源:直流电源 14V,在 (11.9~16.8) V 范围内,测量标准试样 3 次,工作正常,符合标准要求。
- 7、信号输出:采用数字量输出,接口为 BNC。
- 8、功耗:该样品的整机工作电流为 707mA (无值守状态),不符合标准要求。
- 9、振动:在包装状态下,振动频率为 10Hz~150Hz~10Hz,加速度为 2g,扫频速率为 1 倍频程/min,试验后包装箱无开裂、变形。开箱后,样品无损伤,工作正常,符合标准要求。
- 10、自由跌落:在包装状态下,距地面 300mm 高处,自由跌落在平滑、坚硬钢板上,次数为 3 次。试验后包装箱无开裂、变形。开箱后,样品无损伤,工作正常,符合标准要求。

复核: 邵超

检验: 邵超



二、检测数据及处理

表 1

型号:SOILTOP-200								编号: TP150910EA
土壤类型:潮土								
土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)						误差 (%)
		1	2	3	4	5	6	
1	8.15	9.78	9.78	9.78	9.78	9.78	9.78	1.63
2	16.12	16.22	16.22	16.22	16.22	16.22	16.22	0.10
3	39.58	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	0.45
备注	误差标准值: 与烘干法相比, 土壤体积含水量测量的绝对误差的平均值在实验室中应不大于 2%。							

复核: 邵超

检验: 邵超

表 2



型号: SOILT0P-200					编号: TP150910EA				
土壤类型:潮土									
土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)							重复性 (%)
		1	2	3	4	5	6	平均值	
1	8.15	9.78	9.78	9.78	9.78	9.78	9.78	9.78	0.00
2	16.12	16.22	16.22	16.22	16.22	16.22	16.22	16.22	0.00
3	39.58	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	0.00
备注									

复核: 邓超

检验: 王华



表 3

型号:SOILT0P-200				编号: TP150910EA				
土壤类型:红壤								
土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)						误差 (%)
		1	2	3	4	5	6	
1	12.01	10.38	10.38	10.38	10.38	10.38	10.38	1.63
2	24.77	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	1.32
3	34.50	35.70	35.70	35.70	35.70	35.70	35.70	1.20
备注	误差标准值: 与烘干法相比, 土壤体积含水量测量的绝对误差的平均值在实验室中应不大于 2%。							

复核: 检验: 

表 4



型号: SOILTOP-200		编号: TP150910EA							
土壤类型: 红壤									
土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)							重复性 (%)
		1	2	3	4	5	6	平均值	
1	12.01	10.38	10.38	10.38	10.38	10.38	10.38	10.38	0.00
2	24.77	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	0.00
3	34.50	35.70	35.70	35.70	35.70	35.70	35.70	35.70	0.00
备注									

复核: 邓红

检验: 姜华



表 5

型号:SOILTOP-200								编号: TP150910EA
土壤类型:黑土								
土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)						误差 (%)
		1	2	3	4	5	6	
1	12.45	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	0.81
2	22.48	20.94	20.94	20.94	20.94	20.94	20.94	1.54
3	35.18	34.91	34.91	34.91	34.91	34.91	34.91	0.27
备注	误差标准值: 与烘干法相比, 土壤体积含水量测量的绝对误差的平均值在实验室中应不大于 2%。							

复核: 邓超

检验: 王华

表 6



型号: SOILTOP-200		编号: TP150910EA							
土壤类型: 黑土									
土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)							重复性 (%)
		1	2	3	4	5	6	平均值	
1	12.45	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64	0.00
2	22.48	20.94	20.94	20.94	20.94	20.94	20.94	20.94	0.00
3	35.18	34.91	34.91	34.91	34.91	34.91	34.91	34.91	0.00
备注									

复核: 

检验: 

以下空白



水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

产品检验测试报告

产品名称	土壤墒情测定仪	型号规格	SOILTOP-200
生产单位	天津特利普尔科技有限公司	联系电话	022-83726948
抽样地点	——	样品数量	1 台
样品编号	TP150910EA	委托单位	天津特利普尔科技有限公司
委托单位地址	天津市新产业园区华苑产业区海泰发展大道 6 号海泰绿色产业基地 K2 座 2 门 302 室	委托单位联系电话	022-83726948
抽 / 送样方式	送样	抽 / 送样日期	2015. 09. 14
检测类型	委托检测	检测日期	2015. 09. 14 ~ 2015. 10. 29
检测地点	南京市雨花台区龙西路 11 号	检测环境条件	室内检测
检测使用主要仪器设备	恒温恒湿试验机、数字万用表、电子天平、电子秒表、直流稳压电源、绝缘电阻表、电热恒温干燥箱、标准土样、土样盒、环刀、土样容器、标准筛、电动振动系统、跌落试验台等。		
检测项目名称	外观、工作环境条件、测量范围、准确度、稳定时间、工作电源、信号输出、功耗、振动、自由跌落。		
检测依据	GB/T 28418-2012《土壤水分（墒情）监测仪器基本技术条件》。		
检测结论	经检测，该 SOILTOP-200 型土壤墒情测定仪已测项目除功耗外符合 GB/T 28418-2012 的要求。		
备注			

批准: 张 2. 6

审核: 李 10

主检: 24. 10

水岩仪检 (20151169) 号
共 8 页第 1 页

2. 水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心
出具《SOILTOP-200-IM 型智能墒情监测系统》检测报告


150021080844



水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心
Inspecting and Testing Centre for
Hydrological & Geotechnical Instrument's quality, MWR

检 测 报 告

Test Report

水岩仪检（20181063）号

产品名称： SOILTOP-200-IM 型智能墒情监测系统
生产单位： 天津特利普尔科技有限公司
检测类型： 委托检测
报告日期： 20180530





水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

产品检验测试报告

产品名称	智能墒情监测系统	型号规格	SOILT0P-200-IM
生产单位	天津特利普尔科技有限公司	联系电话	13702149935
抽样地点	——	样品数量	1 台
样品编号	180012	委托单位	天津特利普尔科技有限公司
委托单位地址	天津市华苑产业园区海泰绿色产业基地 K2-1-402	委托单位联系电话	13702149935
抽 / 送样方式	送样	抽 / 送样日期	2018.05.15
检测类型	委托检测	检测日期	2018.05.17 ~ 2018.05.17
检测地点	南京市雨花台区龙西路 11 号	检测环境条件	室内检测
检测使用主要仪器设备	恒温恒湿试验机。		
检测项目名称	低温-20℃、高温 60℃。		
检测依据	GB/T 9359-2016《水文仪器基本环境试验条件及方法》。		
检测结论	经检测,该 SOILT0P-200-IM 型智能墒情监测系统已测的低温-20℃、高温 60℃项目符合 GB/T 9359-2016 的要求。		
备注			

批准: 18.2.15

审核: 李刚

主检: 刘满红

水岩仪检(20181063)号
共 2 页第 1 页

一、检测概况

该样品在工作环境低温-20℃、高温 60℃两种工作环境条件下各保持 1h，工作正常，符合标准要求，具体如下表 1。

表 1

型号规格：SOILT0P-200-1M		样品编号：180012
检测项目	工作情况	备注
常温	正常	
低温（-20℃）	正常	
高温（60℃）	正常	

复核：

邓

检验：

刘淑红

以下空白

3. 水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心
出具《SOILT0P-300 型土壤墒情智能监测仪》检测报告



水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

Inspecting and Testing Centre for
Hydrological & Geotechnical Instrument's quality, MWR

检 测 报 告

Test Report

水岩仪检（20186024）号

样品名称：____SOILT0P-300 型土壤墒情智能监测仪____

生产单位：____天津特利普尔科技有限公司____

检测类型：____墒情自动监测仪器实验室检测____

报告日期：____20190321____



水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

检测报告

样品名称	土壤墒情智能监测仪	型号规格	SOILT0P-300
生产单位	天津特利普尔科技有限公司	联系电话	13702149935
样品编号	18A03-300-1000	样品检测编号	T-19
传感器类型	探针式	样品数量	1台
送样日期	2018年12月12日	检测日期	2018年12月13日~ 2019年1月17日
检测地点	南京市雨花台区龙西路11号	检测环境条件	室内检测
检测使用主要仪器设备	规约测试平台、恒温恒湿试验机、数字万用表、电子天平、直流稳压电源、绝缘电阻表、IP防护试验装置、电热恒温干燥箱、土样盒、环刀、土样容器、标准土样筛、电动振动系统、跌落试验台等。		
检测项目名称	规约符合性、外观、准确性、重复性、信号接口与输出、固态存储、工作环境、贮存环境、工作模式、自检自诊断、电源适应性、功耗、绝缘电阻、抗雷击浪涌、抗电磁干扰、机械环境适应性、外壳防护等。		
检测依据	1. 《墒情自动监测仪器实验室检验测试实施办法（试行）》； 2. 《墒情监测建设工程数据通信规程（报批稿）》。		
检测结论	按照检测依据，对SOILT0P-300型土壤墒情智能监测仪进行实验室检测，检测结果符合要求，判定该样品为合格。		

编制：戚珊珊

审核：李刚

批准：2018.12.15

水岩仪检（20186024）
共14页 第1页



一、检测概况

1. 规约符合性

依据《墒情监测建设工程数据通信规约报文规定》，运行测试用例，获取测试报文，判读报文结构，已测报文符合要求。具体测试结果见表1，具体测试数据见表2。

2. 外观：符合要求。

3. 准确性：符合要求，具体数据见表3。

4. 重复性：符合要求，具体数据见表4。

5. 信号接口与输出：样品的通信方式为 GPRS，样品连接传感器（探针式）采用 RS-232 接口，可连接传感器数量为 3 支，符合要求。

6. 固态存储：样品固态存储芯片容量为 16MB，符合要求。

7. 工作环境

（1）传感器：在-10℃、50℃和 95%RH（40℃）三种工作环境下各保持 4h 后，样品工作正常，符合要求，具体数据见表 5。

（2）遥测终端机：在-10℃、55℃和 95%RH（40℃）三种工作环境下各保持 4h 后，样品工作正常，符合要求，具体数据见表 5。

8. 贮存环境

在-40℃、60℃、90%RH（40℃）三种工作环境条件下各保持 4h 后，样品工作正常，符合要求，具体数据见表 6。

9. 工作模式：兼容式。

（1）定时自报：试验时间为 48h，中心站接收定时自报的次数、时间和数据正确，符合要求，具体数据见表 7。

（2）查询应答：中心站下发 10 次召测查询命令，样品能实时采集土壤含水量数据并自动发送至中心站，符合要求，具体数据见表 8。

10. 自检自诊断：样品自检自诊断功能正常，符合要求，具体数据见表 9。

11. 电源适应性：在 DC 10.8V~14.4V 范围内工作正常，符合要求，具体数据见表 10。

12. 功耗：静态值守电流符合要求，工作电流符合要求，具体数据见表 11。

13. 绝缘电阻：在非工作状态下，用绝缘电阻表测量样品的电源输入端和外壳接地端间的绝缘电阻，符合要求，具体数据见表 12。

14. 抗雷击浪涌：符合要求，具体数据见表 13。



15. 抗电磁干扰: 符合要求, 具体数据见表 14。

16. 机械环境适应性

(1) 振动: 在包装状态下, 振动频率为 10Hz~150Hz~10Hz, 加速度为 2g, 扫频速率为 1 倍频程/min, 试验后包装箱无开裂、变形。开箱后, 样品无损伤, 工作正常, 符合要求, 具体数据见表 15。

(2) 自由跌落: 在包装状态下, 距地面 300mm 高处, 自由跌落在平滑、坚硬钢板上, 次数为 3 次。试验后包装箱无开裂、变形。开箱后, 样品无损伤, 工作正常, 符合要求, 具体数据见表 15。

17. 外壳防护

将样品放入浸水压力 0.01MPa 压力容器内, 保持 24h, 检查仪器无渗水, 工作正常, 符合要求, 具体数据见表 16。





二、检测数据及处理

表 1 通信功能

序号	应用功能码	应用功能定义	测试情况	备注
1	2FH	链路维持报	通过	——
2	30H	测试报	通过	——
3	32H	监测站定时报	通过	——
4	35H	监测站人工置数报	通过	——
5	37H	中心站查询监测站实时数据	通过	——
6	38H	中心站查询遥测站时段数据	通过	——
7	39H	中心站查询监测站人工置数	通过	——
8	3AH	中心站查询监测站指定要素数据	通过	——
9	40H	中心站修改监测站基本配置表	通过	——
10	41H	中心站读取监测站基本配置表/监测站自报基本配置表	通过	——
11	42H	中心站修改监测站运行参数配置表	通过	——
12	43H	中心站读取监测站运行参数配置表/监测站自报运行参数配置表	通过	——
13	45H	查询遥测终端软件版本	通过	——
14	46H	查询监测站状态和报警信息	通过	——
15	47H	初始化固态存储数据	通过	——
16	48H	恢复终端出厂设置	通过	——
17	49H	修改密码	通过	——
18	4AH	设置监测站时钟	通过	——
19	50H	中心站查询监测站事件记录	通过	——
20	51H	中心站查询监测站时钟	通过	——



10月21日

上行报文（共 2包， 第2包）	7E7E140012345678000038001B16002002FFFFFFFFFFF0000FFFF008 100810081008103A3D5
数据域	一日四次10厘米土壤含水量：4.5%，一日四次10厘米土壤含水量：4.5%，一日四次10厘米土 壤含水量：7.8%，一日四次10厘米土壤含水量：8.4%，一日四次10厘米土壤含水量：一，一 日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水 量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘 米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一 日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含 水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10 厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一 日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含 水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10 厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一 日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含 水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10 厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一 日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：一，一日四次10厘米土壤含 水量：一，一日四次10厘米土壤含水量：8.1%，一日四次10厘米土壤含水量：8.1%，一日四 次10厘米土壤含水量：8.1%，一日四次10厘米土壤含水量：8.1%。
39H	中心站查询遥测站人工置数
下行报文	7E7E001234567814000039800802000018122908052605CF7F
上行报文	7E7E1400123456780000390010020020181229080538F2F2454420322E3503A2AE
数据域	报文内容为：ED 2.5。
3AH	中心站查询遥测站指定要素数据
下行报文	7E7E00123456781400003A800E0200001812290804201011111131105A9F6
上行报文	7E7E14001234567800003A002302001C181229080432F1F100123456784DF0F018122 90804101100811111006213110081036097
数据域	10厘米土壤含水量：8.1%，20厘米土壤含水量：6.2%，40厘米土壤含水量：8.1%。
40H	中心站修改遥测站基本配置表
下行报文	7E7E00123456781404D240804602000018122908063901200A0000000228001122334 40450022180941531720095800538010139876543210C08020D4000000000B000000 0F6831303133303132333435363738050DB7
上行报文	7E7E14001234567804D240004D020023181229080653F1F1001122334401200A00000 0022800112233440450022180941531720095800538010139876543210C08020D4000 00000000B0000000F6831303133303132333435363738039A27



数据域	中心站 1 地址: 10; 遥测站地址: 地址码为: 00, 站号为: 11223344; 目的地 1 主信道类型及地址, 主信道 1 类型为: IPV4, 目的地地址为: 218.94.153.172, 端口为: 9580; 目的地 1 备用信道类型及地址, 备用信道 1 类型为: 短信, 目的地地址为: 13987654321; 工作方式: 自报确认状态; 遥测站采集要素设置, 设置采集的要素为: 10CM 墒情; 20CM 墒情; 40CM 墒情; 遥测站通讯设备识别号, 卡类型: 移动通信卡, 卡识别号: 013012345678。
41H	中心站读取遥测站基本配置表/遥测站自报基本配置表
下行报文	7E7E00112233440A04D241801602000018122908071001200228040005000C080D400F00058891
上行报文	7E7E0A001122334404D241004D020026181229080724F1F1001122334401200A000000022800112233440450022180941531720095800538010139876543210C08020D4000000000B0000000F683130313330313233343536373803E854
数据域	中心站 1 地址: 10; 遥测站地址: 地址码为: 00, 站号为: 11223344; 目的地 1 主信道类型及地址, 主信道 1 类型为: IPV4, 目的地地址为: 218.94.153.172, 端口为: 9580; 目的地 1 备用信道类型及地址, 备用信道 1 类型为: 短信, 目的地地址为: 13987654321; 工作方式: 自报确认状态; 遥测站采集要素设置, 设置采集的要素为: 10CM 墒情; 20CM 墒情; 40CM 墒情; 遥测站通讯设备识别号, 卡类型: 移动通信卡, 卡识别号: 013012345678。
42H	中心站修改遥测站运行参数配置表
下行报文	7E7E00112233440A04D242800B02000018122908072320080605FD58
上行报文	7E7E0A001122334404D2420012020027181229080735F1F10011223344200806039089
数据域	定时报时间间隔: 6。
43H	中心站读取遥测站运行参数配置表/遥测站自报运行参数配置表
下行报文	7E7E00112233440A04D243800A0200001812290807282008057DD6
上行报文	7E7E0A001122334404D2430012020028181229080741F1F1001122334420080603ABC7
数据域	定时报时间间隔: 6。
45H	查询遥测终端软件版本
下行报文	7E7E00112233440A04D2458008020000181229080734058DF4
上行报文	7E7E0A001122334404D2450014020029181229080746F1F10011223344043138313203231E
数据域	软件版本信息: 1812。
46H	查询遥测站状态和报警信息
下行报文	7E7E00112233440A04D246800802000018122908073705BEF1
上行报文	7E7E0A001122334404D246001502002A181229080749F1F10011223344452000000001033894





水岩仪检 (20186024)
共 14 页 第 9 页



表 3 准确性

土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)						准确性 ($\leq 2\%$)
		1	2	3	4	5	6	
1	9.24	7.77	7.77	7.77	7.77	7.77	7.77	1.47
2	13.88	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	0.15
3	18.82	18.32	18.32	18.32	18.32	18.32	18.32	0.50
4	30.74	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	1.34
5	38.04	37.26	37.26	37.26	37.26	37.26	37.26	0.78
备注	1. 企业声明该产品工作原理为时域反射法, 不需率定, 故本次检测随机抽取土壤, 土壤类型为东北黑土, 传感器检测前未使用该土样进行率定; 2. 传感器为探针式传感器。							

表 4 重复性

土样 编号	标准值 (%)	测量值 (%)						重复性 ($\leq 1\%$)
		1	2	3	4	5	6	
1	9.24	7.77	7.77	7.77	7.77	7.77	7.77	0.00
2	13.88	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	0.00
3	18.82	18.32	18.32	18.32	18.32	18.32	18.32	0.00
4	30.74	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	29.40	0.00
5	38.04	37.26	37.26	37.26	37.26	37.26	37.26	0.00
备注	1. 企业声明该产品工作原理为时域反射法, 不需率定, 故本次检测随机抽取土壤, 土壤类型为东北黑土, 传感器检测前未使用该土样进行率定; 2. 传感器为探针式传感器。							



表 5 工作环境

测试项目	土壤含水量 (%)		
工作环境 (传感器)	传感器值	终端机值	
常温	8.4	8.4	
低温 (-10℃)	8.4	8.4	
高温 (50℃)	8.1	8.1	
湿度 (95%RH、40℃)	8.1	8.1	
测试项目	土壤含水量 (%)		
工作环境 (遥测终端机)	传感器值	终端机值	中心站值
常温	8.4	8.4	8.4
低温 (-10℃)	8.4	8.4	8.4
高温 (55℃)	8.1	8.1	8.1
湿度 (95%RH、40℃)	8.1	8.1	8.1
备注	——		

表 6 贮存环境

测试项目	土壤含水量 (%)
低温 (-40℃)	3.25
高温 (60℃)	3.54
湿度 (90%RH 40℃)	4.25
备注	——



表 7 定时自报

测试项目	定时自报		
时 间	土壤含水量 (%)		
	传感器值	终端机值	中心站值
2019.01.05 14:00	8.1	8.1	8.1
2019.01.05 20:00	8.1	8.1	8.1
2019.01.06 02:00	8.1	8.1	8.1
2019.01.06 08:00	8.1	8.1	8.1
2019.01.06 14:00	7.5	7.5	7.5
2019.01.06 20:00	7.8	7.8	7.8
2019.01.07 02:00	7.8	7.8	7.8
2019.01.07 08:00	7.8	7.8	7.8
备注	——		

表 8 查询应答

测试项目	查询应答		
测次	土壤含水量 (%)		
	传感器值	终端机值	中心站值
1	8.4	8.4	8.4
2	8.4	8.4	8.4
3	8.4	8.4	8.4
4	8.4	8.4	8.4
5	8.4	8.4	8.4
6	8.4	8.4	8.4
7	8.1	8.1	8.1
8	8.1	8.1	8.1
9	8.1	8.1	8.1
10	8.1	8.1	8.1
备注	——		



表 9 自检自诊断

测试项目	测试结果
自检自诊断	功能正常
备注	——

表 10 电源适应性

电源拉偏 10.8V				电源拉偏 14.4V			
测次	土壤含水量 (%)			测次	土壤含水量 (%)		
	传感器值	终端机值	中心站值		传感器值	终端机值	中心站值
1	7.8	7.8	7.8	1	7.8	7.8	7.8
2	7.8	7.8	7.8	2	7.8	7.8	7.8
3	7.8	7.8	7.8	3	7.8	7.8	7.8
4	7.8	7.8	7.8	4	7.8	7.8	7.8
5	7.8	7.8	7.8	5	7.8	7.8	7.8
6	7.8	7.8	7.8	6	7.8	7.8	7.8
7	7.8	7.8	7.8	7	7.8	7.8	7.8
8	7.8	7.8	7.8	8	7.8	7.8	7.8
9	7.8	7.8	7.8	9	7.8	7.8	7.8
10	7.8	7.8	7.8	10	7.8	7.8	7.8
备注	——						

表 11 功耗

测试项目	静态值守电流测量值 (mA)	工作电流测量值 (mA)	标准要求 (mA)
功耗	4.35 (不含有源墒情传感器)	73.33 (不含有源墒情传感器)	静态值守电流 ≤ 15 工作电流 ≤ 100
备注	——		

表 12 绝缘电阻

测试项目	测试结果
绝缘电阻 (M Ω)	电源输入端与外壳接地端
	100
备注	符合要求



表 13 抗雷击浪涌

测试项目	测量值 (%)
抗雷击浪涌	7.20
备注	——

表 14 抗电磁干扰

测试项目	测量值 (%)
电磁干扰	7.50
备注	——

表 15 机械环境适应性测试

测试项目	测量值 (%)
振动前	2.78
振动后	2.78
自由跌落前	3.66
自由跌落后	3.66
备注	——

表 16 外壳防护

测试项目	测量值 (%)
外壳防护	100
备注	——

以下空白

4. 水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心
出具《SOILTOP-300（4G）型土壤墒情智能监测仪》检测
报告



水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

Inspecting and Testing Centre for
Hydrological & Geotechnical Instrument's quality, MWR

检 测 报 告

Test Report

水岩仪检（20203013）号

产品名称: SOILTOP-300（4G）型土壤墒情智能监测仪
生产单位: 天津特利普尔科技有限公司
检测类型: 委托检测
报告日期: 20200426



水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

检验测试报告

产品名称	土壤墒情智能监测仪	规格型号	终端机: SOILTOP-300 (4G) 软件版本号: VER TL1.0 20190809
生产单位	天津特利普尔科技有限公司	联系电话	13752711378
抽样地点	——	样品数量	1 台
委托单位	天津特利普尔科技有限公司	样品编号	B202004003
委托单位地址	天津滨海高新区华苑产业园区 海泰发展六道 6 号海泰绿色产 业基地 K2 座 1 门 402 室	委托单位 联系电话	13752711378
抽 / 送样 方 式	送 样	抽 / 送样 日 期	2020. 04. 21
检测类型	委托检测	检测日期	2020. 04. 21-2020. 04. 22
检测地点	南京市雨花台区龙西路 11 号	检测环境 条 件	室内检测
检测使用主 要仪器设备	数据规约专用检测平台。		
检测项目 名 称	《墒情监测建设工程数据通信规约报文规定》规约符合性测试。		
检测依据	《墒情监测建设工程数据通信规约报文规定》; 委托检测协议书。		
检测结论	SOILTOP-300 (4G) 型土壤墒情智能监测仪已测报文符合《墒情监测建设工程数据通信规约报文规定》。具体测试内容及结果见表 1, 具体测试数据见表 2。		
备 注			

批准:

史江

审核:

李刚

主检:

东南

水岩仪检 (20203013) 号
共 6 页第 1 页



一、检测概况

依据 SL 651-2014《水文监测数据通信规约》和委托检测协议书，运行测试用例，获取测试报文，判读报文结构，得出测试结果。测试内容及结果见表 1，具体测试数据见表 2。

表 1 (HEX)

序号	应用功能码	应用功能定义	测试情况	备 注
1	2FH	链路维持报	√	
2	30H	测试报	√	
3	32H	遥测站定时报	√	
4	35H	遥测站人工置数报	√	
5	37H	中心站查询遥测站实时数据	√	
6	38H	中心站查询遥测站时段数据	√	
7	39H	中心站查询遥测站人工置数	√	
8	3AH	中心站查询遥测站指定要素数据	√	
9	40H	中心站修改遥测站基本配置表	√	
10	41H	中心站读取遥测站基本配置表/遥测站自报基本配置表	√	
11	42H	中心站修改遥测站运行参数配置表	√	
12	43H	中心站读取遥测站运行参数配置表/遥测站自报运行参数配置表	√	
13	45H	查询遥测终端软件版本	√	
14	46H	查询遥测站状态和报警信息	√	
15	47H	初始化固态存储数据	√	
16	48H	恢复终端出厂设置	√	
17	49H	修改密码	√	
18	4AH	设置遥测站时钟	√	
19	50H	中心站查询遥测站事件记录	√	
20	51H	中心站查询遥测站时钟	√	

注：“√”表示测试通过，“×”表示测试未通过，“—”表示不适用。



二、测试数据

表 2 (HEX)

应用功能码	应用功能定义
2FH	链路维持报
上行报文	7E7E0A001122334403E82F000802003520042307573903065C
数据域	链路维持。
30H	测试报
上行报文	7E7E0A00112233440000300027020024200422084508F1F100112233444DF0F020042109021011009211110080131100753812119003B969
下行报文	7E7E00112233440A00003080080200242004220845071B9AB8
数据域	10厘米土壤含水量: 9. 2%, 20厘米土壤含水量: 8%, 40厘米土壤含水量: 7. 5%, 电源电压: 11. 9V。
32H	遥测站定时报
上行报文	7E7E0A001122334403E832003C020036200423080115F1F100112233444DF0F02004221401FF10110073FFFFFFFFFF0073FF20110071FFFFFFFFF0071FF40110080FFFFFFFFF00803812119003031C
下行报文	7E7E00112233440A03E83280080200362004230801181B01E1
数据域	一日四次10厘米土壤含水量: 7. 3%, 一日四次10厘米土壤含水量: 一, 一日四次10厘米土壤含水量: 一, 一日四次10厘米土壤含水量: 7. 3%, 一日四次20厘米土壤含水量: 7. 1%, 一日四次20厘米土壤含水量: 一, 一日四次20厘米土壤含水量: 7. 3%, 一日四次20厘米土壤含水量: 7. 1%, 一日四次20厘米土壤含水量: 一, 一日四次20厘米土壤含水量: 7. 1%, 一日四次40厘米土壤含水量: 8%, 一日四次40厘米土壤含水量: 一, 一日四次40厘米土壤含水量: 一, 一日四次40厘米土壤含水量: 8%, 电源电压: 11. 9V。
35H	遥测站人工置数报
上行报文	7E7E0A001122334404D235001102002B200422084708F2F25120312E32333403DA9C
下行报文	7E7E00112233440A04D235800802002B2004220847071BCE83
数据域	报文内容为: Q 1. 234。
37H	中心站查询遥测站实时数据
下行报文	7E7E00112233440A03E837800802000020042214014505F2EC
上行报文	7E7E0A001122334403E8370027020031200422140145F1F100112233444DF0F0200422140110110073111100711311008038121190032A59
数据域	10 厘米土壤含水量: 7. 3%, 20 厘米土壤含水量: 7. 1%, 40 厘米土壤含水量: 8%, 电源电压: 11. 9V。
38H	中心站查询遥测站时段数据
下行报文	7E7E00112233440A000038801802000020042309305120041208200423080418010000FF4011055AB9



1957年10月10日



数据域	中心站 1 地址: 10; 遥测站地址: 地址码为: 00, 站号为: 11223344; 目的地 1 主信道类型及地址, 主信道 1 类型为: IPV4, 目的地地址为: 218.94.153.172, 端口为: 9708; 目的地 1 备用信道类型及地址, 备用信道 1 类型为: 短信, 目的地地址为: 13987654321; 工作方式: 自报确认状态; 遥测站采集要素设置, 设置采集的要素为: 10CM 墒情; 20CM 墒情; 40CM 墒情; 遥测站通讯设备识别号, 卡类型: 移动通信卡, 卡识别号: 013012345678。
41H	中心站读取遥测站基本配置表/遥测站自报基本配置表
下行报文	7E7E00112233440A000041801602000020042208452001200228040005000C080D400F000545AF
上行报文	7E7E0A0011223344000041004D020025200422084523F1F1001122334401200A000000022800112233440450022180941531720097080538010139876543210C08020D40000000000B0000000F6831303133303132333435363738038539
数据域	中心站 1 地址: 10; 遥测站地址: 地址码为: 00, 站号为: 11223344; 目的地 1 主信道类型及地址, 主信道 1 类型为: IPV4, 目的地地址为: 218.94.153.172, 端口为: 9708; 目的地 1 备用信道类型及地址, 备用信道 1 类型为: 短信, 目的地地址为: 13987654321; 工作方式: 自报确认状态; 遥测站采集要素设置, 设置采集的要素为: 10CM 墒情; 20CM 墒情; 40CM 墒情; 遥测站通讯设备识别号, 卡类型: 移动通信卡, 卡识别号: 013012345678。
42H	中心站修改遥测站运行参数配置表
下行报文	7E7E00112233440A000042800B020000200422084535200806057285
上行报文	7E7E0A00112233440000420012020026200422084539F1F1001122334420080603B913
数据域	定时报时间间隔: 6。
43H	中心站读取遥测站运行参数配置表/遥测站自报运行参数配置表
下行报文	7E7E00112233440A000043800A0200002004220845442008053925
上行报文	7E7E0A00112233440000430012020027200422084546F1F1001122334420080603B2DA
数据域	定时报时间间隔: 6。
45H	查询遥测终端软件版本
下行报文	7E7E0011223344140012458008020000200421101002051642
上行报文	7E7E1400112233440012450022020000200421101108F1F100112233441256455220544C312E30203230313930383039039941
数据域	软件版本信息: VER TL1.0 20190809。
46H	查询遥测站状态和报警信息
下行报文	7E7E0011223344140012468008020000200421101017054549
上行报文	7E7E1400112233440012460015020000200421101122F1F10011223344452000000001037451
数据域	交流电充电状态: 停电, 蓄电池电压状态: 正常, 水位超限报警: 正常, 流量超限报警: 正常, 水质超限报警: 正常, 流量仪表故障: 正常, 水位仪表故障报警: 正常, 终端箱门状态: 开启, 存储器状态: 正常, IC 卡功能有效: 关闭, 水泵工作状态: 水泵工作, 剩余水量报警: 未超限。
47H	初始化固态存储数据
下行报文	7E7E00112233440A000047800A020000200423093109970005AA20
上行报文	7E7E0A0011223344000047000F020049200423093109F1F10011223344038AAD
数据域	初始化固态数据。
48H	恢复终端出厂设置



检验: 苏南

水岩仪检 (20203013) 号
共 6 页第 6 页