



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 749—2025

电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查 方法

Methods for checking resistance type frozen soil automatic observation
instrument sensor

2025-03-07 发布

2025-05-01 实施

中 国 气 象 局 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 一般要求 1

5 核查环境条件 2

6 核查方法 3

7 核查结果处理 3

附录 A(资料性) 电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查记录表式样 4

附录 B(资料性) 电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查报告式样 5

参考文献 6

前 言

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。

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专利的责任。

本文件由全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)提出并归口。

本文件起草单位：山东省日照市气象局、中国气象局气象探测中心、河北省秦皇岛市气象局、山东省青岛市气象局、山东省淄博市气象局、山东省临沂市气象局、南京信息工程大学、沈阳新力新信息技术有限公司、河南中原光电测控技术有限公司、华云升达(北京)气象科技有限责任公司、北京华云东方探测技术有限公司。

本文件主要起草人：宋树礼、崇伟、刘志刚、张振鲁、宋中玲、于富荣、严家德、王毅达、李鹏、陈为超、翟龙升。

电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查方法

1 范围

本文件规定了电阻式冻土自动观测仪核查的一般要求,描述了核查环境条件、检查方法、核查结果处理等。

本文件适用于电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电阻式冻土自动观测仪 resistance type frozen soil automatic observation instrument

通过测量以非纯净水(如井水、河水、自来水)为测量介质的水柱(冰柱)的等效阻值或等效电压比值,来间接反映土壤冻融状态的自动观测设备。

3.2

标准缓冲溶液 standard buffer solution

有一定的缓冲容量、抗稀释能力和确定 pH 值的缓冲溶液。

[来源:GB/T 19117—2017,3.5]

3.3

等效阻值 equivalent resistance

在特定频率和时间条件下,电阻式冻土自动观测仪通过测量相邻两电极之间水柱(冰柱)电压获取的,表征相邻两电极之间水柱(冰柱)冻融状态的阻值。

注:单位为千欧姆(k Ω)。

3.4

等效电压比 equivalent voltage ratio

在特定频率和时间条件下,电阻式冻土自动观测仪通过测量相邻两电极之间采样电阻的电压和水柱(冰柱)电压,获取的表征相邻两电极之间水柱(冰柱)冻融状态的采样电阻的电压和水柱(冰柱)电压的比值。

4 一般要求

4.1 测量电极截面积

应满足以下要求:

- 输出信号为等效阻值的电阻式冻土自动观测仪电极截面积 50.24 mm²,误差范围 ± 1.3 mm²;
- 输出信号为等效电压比的电阻式冻土自动观测仪电极截面积 28.27 mm²,误差范围

$\pm 0.2 \text{ mm}^2$ 。

4.2 测量介质截面积

应满足以下要求：

- 输出信号为等效阻值的电阻式冻土自动观测仪测量介质(水柱或冰柱)的截面积为 78.5 mm^2 ，误差范围 $\pm 1.6 \text{ mm}^2$ ；
- 输出信号为等效电压比的电阻式冻土自动观测仪测量介质(水柱或冰柱)的截面积为 50.24 mm^2 ，误差范围 $\pm 0.2 \text{ mm}^2$ 。

4.3 标准缓冲溶液

应满足以下要求：

- 采用蒸馏水作为配制标准缓冲溶液的溶剂，其电阻率($25\text{ }^{\circ}\text{C}$)不小于 $1 \times 10^5 \text{ }\Omega \cdot \text{cm}$ ；
- 配制标准缓冲溶液的化学试剂采用混合磷酸盐，且达“分析纯”等级要求(Na_2HPO_4 剂量为 0.883 g ， KH_2PO_4 剂量为 0.847 g)，配置 250 mL 溶液的 pH 值($25\text{ }^{\circ}\text{C}$)为 6.86 。

4.4 温度环境试验箱

除满足 $0 \text{ cm} \sim 150 \text{ cm}$ 电阻式冻土自动观测仪传感器性能测试外，还应满足以下要求：

- 温度调节范围： $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 温度误差： $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 温度波动度： $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 降温速率： $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

4.5 示值范围

至少选择 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 分别作为液态和冻结状态的核查温度环境，测量介质发生相变时阻值会发生突变，相邻两电极间的等效阻值或等效电压比值应在表 1 要求的允许范围内。

表 1 示值允许范围

冻融状态	信号输出类型	示值允许范围
液态($4\text{ }^{\circ}\text{C}$)	等效阻值/ $\text{k}\Omega$	$1 \sim 4$
冻结状态($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)		$100 \sim 200$
液态($4\text{ }^{\circ}\text{C}$)	等效电压比/无量纲	$30 \sim 70$
冻结状态($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)		$0 \sim 2$

5 核查环境条件

应满足以下要求：

- 温度： $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度：不大于 85% 。

6 核查方法

6.1 外观检查

6.1.1 采用目测法检查电阻式冻土自动观测仪传感器外观。

6.1.2 外观检查包括下列内容：

- a) 仪器表面涂层均匀、无脱落现象；
- b) 结构件无裂痕、锈蚀和其他机械损伤；
- c) 电源线、通信线等接插件连接可靠，标识清晰；
- d) 配制标准缓冲溶液的化学试剂包装袋上注明的试剂名称、25℃时的 pH 值、配制溶液的体积（250 mL）和生产厂家等，包装破损或标识不清者，不能使用。

6.1.3 外观检查结果填写在核查记录表外观描述中，核查记录表格式见附录 A。

6.2 核查流程

6.2.1 剪开装有混合磷酸盐化学试剂的包装袋，剪开上端一角，将试剂倒入 250 mL 烧杯中，用少量蒸馏水冲洗包装袋的内表面，将袋中残余试剂洗入烧杯，重复 3 次，再向烧杯中加入蒸馏水至 250 mL，用玻璃棒搅动直至试剂全部溶解，再将 250 mL 溶液倒入 2000 mL 烧杯，加入蒸馏水稀释至 2000 mL。

6.2.2 更换电阻式冻土自动观测仪传感器中的介质，并用蒸馏水冲洗电阻式冻土自动观测仪传感器存放测量介质的器具，重复 3 次。

6.2.3 电阻式冻土自动观测仪传感器灌注标准缓冲溶液后，打开注水口，垂直静置至少 30 min，排出灌注介质的气泡，再拧紧注水口的螺丝，将其置于核查箱中，模拟融化或冻结过程。

6.2.4 核查顺序为液态（4℃），冻结状态（-10℃）。先将恒温箱调整至 4℃，运行 30 min 后，间隔 3 min 读一组电阻式冻土自动观测仪输出的等效阻值或等效电压比值，重复 3 次，并记录；再将恒温箱调整至 -10℃，运行 60 min 后，间隔 3 min 读一组电阻式冻土自动观测仪输出的等效阻值或等效电压比值，重复 3 次，并记录。

6.2.5 在不同温度环境下，测量电阻式冻土自动观测仪相邻两电极间水柱（冰柱）的等效阻值或等效电压比值，每次测量结果均在要求的示值范围内。

6.2.6 测量结果记录在核查记录表中，表格式样见附录 A。

7 核查结果处理

7.1 电阻式冻土自动观测仪在不同相态下输出的等效阻值或等效电压比值作为传感器性能核查结果。

7.2 核查完成后出具性能核查报告，报告式样见附录 B。

7.3 选择在非结冰期开展性能核查工作，核查周期宜为 2 年。

附 录 A

(资料性)

电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查记录表式样

电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查记录表的内容及格式见图 A.1。

环境条件	气温/℃：		相对湿度/%：			
核查时间	开始时间：			结束时间：		
设备信息	标准缓冲溶液			电阻式冻土自动观测仪		
	化学试剂： 纯度要求： 溶剂： 配制比例：			使用单位： 器具名称： 生产厂家： 型号： 编号： 信号输出类型： ☐ 等效阻值 ☐ 等效电压比		
外观检查	涂层			☐ 合格	☐ 不合格	
	结构件			☐ 合格	☐ 不合格	
	线缆			☐ 合格	☐ 不合格	
	配置标准缓冲溶液的化学试剂			☐ 合格	☐ 不合格	
测量电极深度/cm	液态(4℃)示值			冻结状态(−10℃)示值		
	1	2	3	1	2	3
1						
2						
3						
...						
148						
149						
150(最大冻结刻度线)						
示值范围要求	冻融状态	等效阻值要求示值范围/kΩ		等效电压比要求示值范围/无量纲		
	液态(4℃)	1~4		30~70		
	冻结状态(−10℃)	100~200		0~2		
核查依据	《电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查方法》(QX/T 749—2025)					
是否超限	☐ 是 ☐ 否					

核查：

核验：

核查日期： 年 月 日

图 A.1 电阻式冻土自动观测仪性能核查记录表的内容及格式

附录 B

(资料性)

电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查报告式样

电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查报告的内容及格式见图 B.1。

报告编号：						
核查所使用的主要测量介质						
名称	生产日期	保质期	配制溶液量/mL	配制溶液温度/℃	pH 值	
核查地点及环境条件						
核查地点：_____ 环境温度：_____℃ 环境相对湿度 _____%						
电阻式冻土自动观测仪输出信号类型						
☐ 等效阻值/kΩ ☐ 等效电压比/无量纲						
电阻式冻土自动观测仪传感器性能要求						
冻融状态	等效阻值要求示值范围/kΩ			等效电压比要求示值范围/无量纲		
液态 4(℃)	1~4			30~70		
冻结状态(−10℃)	100~120			0~2		
核查结果						
测量电极 深度/cm	液态(4℃)示值			冻结状态(−10℃示值)		
	重复 次数	示值	结论	重复 次数	示值	结论
1	1			1		
	2			2		
	3			3		
2	1			1		
	2			2		
	3			3		
...	1			1		
	2			2		
	3			3		
150(最大 冻结刻 度线)	1			1		
	2			2		
	3			3		

图 B.1 电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查报告的内容及格式

参 考 文 献

- [1] GB/T 19117—2017 酸雨观测规范
 - [2] GB/T 20001.10—2014 标准编写规则 第10部分:产品标准
 - [3] GB/T 35221—2017 地面气象观测规范 总则
 - [4] 中国气象局. 中国气象局综合观测司关于印发冻土自动观测仪功能规格需求书的通知:气测函〔2018〕170号[Z], 2018年12月18日发布
-

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
电阻式冻土自动观测仪传感器性能核查方法
QX/T 749—2025

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京建宏印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:0.75 字数:22.5千字
2025年3月第1版 2025年3月第1次印刷

*

书号:135029-6432 定价:20.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301