

文章编号: 2096-1618(2018)02-0160-04

铂电阻温度传感器现场检定的干扰故障及处理方法

龚熙¹, 曾涛¹, 李中华¹, 李国华², 刘莹¹

(1. 湖北省气象信息与技术保障中心, 湖北 武汉 430074; 2. 黄冈市气象局, 湖北 黄冈 438000)

摘要:为解决中国自动气象站铂电阻温度传感器在现场检定过程中出现温度数据读取异常的情况,从软件和硬件两方面分析了可能造成数据读取异常的故障原因。通过调整软件的质控阈值范围和测量铂电阻温度传感器的对地电阻两种方式判定,得出结论为被测铂电阻温度传感器的接地故障导致了信号干扰引起数据读取异常。分析了3种导致铂电阻温度传感器产生接地故障的情况,并提出修复故障的方法,故障修复后现场检定工作得以顺利进行。

关键词:铂电阻温度传感器; 计量检定; 信号干扰; 接地电阻; 屏蔽

中图分类号: TN972

文献标志码: A

doi: 10.16836/j.cnki.jcuit.2018.02.010

0 引言

温度传感器在气象观测业务中的应用十分重要且极为广泛。在气象观测中,气温和地温数据的观测均纳入了常规气象要素的观测范围之内^[1]。目前中国投入运行的自动气象站观测产品中,普遍使用的测温元件多为四线制 Pt100 铂电阻传感器^[2],分别为浅层地温传感器、深层地温传感器、地表温度传感器、草面温度传感器和新型站的气温传感器。

随着气象观测自动化的发展,各行业对气象预报及观测数据的精确度要求也不断提高,对铂电阻的测温精度提出了更高的要求,因此必须定期对 Pt100 铂电阻温度传感器开展检定工作,以保证自动气象站的观测数据的准确性、可靠性和可比性,为气象预报和科学研究提供准确的观测数据^[3-4]。

1 铂电阻温度传感器测温原理

自动气象站铂电阻传感器是利用其电阻与温度成一定函数关系而制成的温度传感器,通过测量电阻随温度的变化进行测温^[5-6]。Pt100 表示它在 0℃ 时的阻值为 100 Ω。Pt100 铂电阻的特性曲线是非线性的^[7],其阻值计算公式如下:

$$\text{当 } -200\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 0\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ 时, } R = 100[1 + At + Bt^2 + Ct^3(t - 100)] \quad (1)$$

$$\text{当 } 0\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 850\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ 时, } R = 100[1 + At + Bt^2] \quad (2)$$

式中 $A = 3.90802 \times 10^{-3}$; $B = -5.80 \times 10^{-7}$;

$$C = 4.2735 \times 10^{-12}.$$

Pt100 铂电阻温度传感器具有良好的测温线性,在 0℃ ~ 100℃ 变化时,最大非线性偏差小于 0.5℃^[8]。同时,Pt100 铂电阻温度传感器还具有测量范围大,稳定性好,示值复现性高和耐氧化等优点^[9]。为消除长线传输和接地电阻影响,达到高精度测量的要求^[10],目前中国气象观测使用的铂电阻以四线制为主,四线制铂电阻原理如图 1 所示。

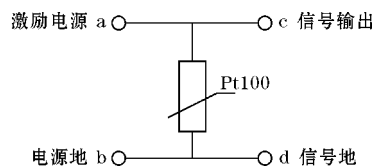


图 1 四线制 Pt100 铂电阻原理图

2 铂电阻温度传感器检定方法

目前湖北省内国家级自动气象站使用的铂电阻温度传感器主要采用现场检定的方式,参照的检定规程是《JJG(气象)002-2015 自动气象站铂电阻温度传感器检定规程》。现场检定方法采用比较法进行测量,将被测铂电阻温度传感器放在恒温槽中的均匀温度场内与标准器进行比较,通过被检传感器的测量误差检查传感器的计量性能^[11]。采用具有国家气象计量站颁发校准证书,型号为 RCY-1A 自校式铂电阻测温仪作为标准器,采用便携式干体炉作为测温槽,并在干体炉内装满 95% 浓度以上的乙醇作为传热介质。测量时将被测铂电阻温度计和标准铂电阻温度计同时插入便携式干体炉中,并使两支传感器的感温部位保持在同一水平面上,且两支温度计均应插入介质内足够的深

收稿日期: 2017-07-12

基金项目: 中国气象局华中区域气象中心科技发展基金资助项目 (QY-Y-201405)

度,以消除热传递对检定结果的影响^[12]。检定温度点的要求如表 1 所示。

表 1 铂电阻温度传感器检定点/℃

使用温度范围	检定点
-50 ~ +50	-50, 0, +20, +50
-30 ~ +50	-30, 0, +20, +50
-10 ~ +50	-10, 0, +20, +50

注:对于使用温度上限高于50 ℃ 的温度传感器,还应在80 ℃ 检定点进行检定

将干体炉设置到检定规程要求的检定温度点,当干体炉内传热介质的温度到达稳定,且两支传感器的读数也均保持稳定后开始读数,每隔30 s读取一次标准温度传感器的读数和被测铂电阻温度传感器的读

数,共读取 4 次。完成所有检定点的标准温度传感器和被测铂电阻温度传感器数据读取和数据处理后,即可得到检定结果^[13]。

3 数据显示故障及处理方法

3.1 数据显示故障现象

在铂电阻温度传感器现场检定中,被测传感器通常由测报软件(ISOS) 进行数据读取。但在现场检定过程中,出现了测报软件数据读取异常的情况,软件界面无数值显示,无法读取被测传感器数据,如图 2 所示。

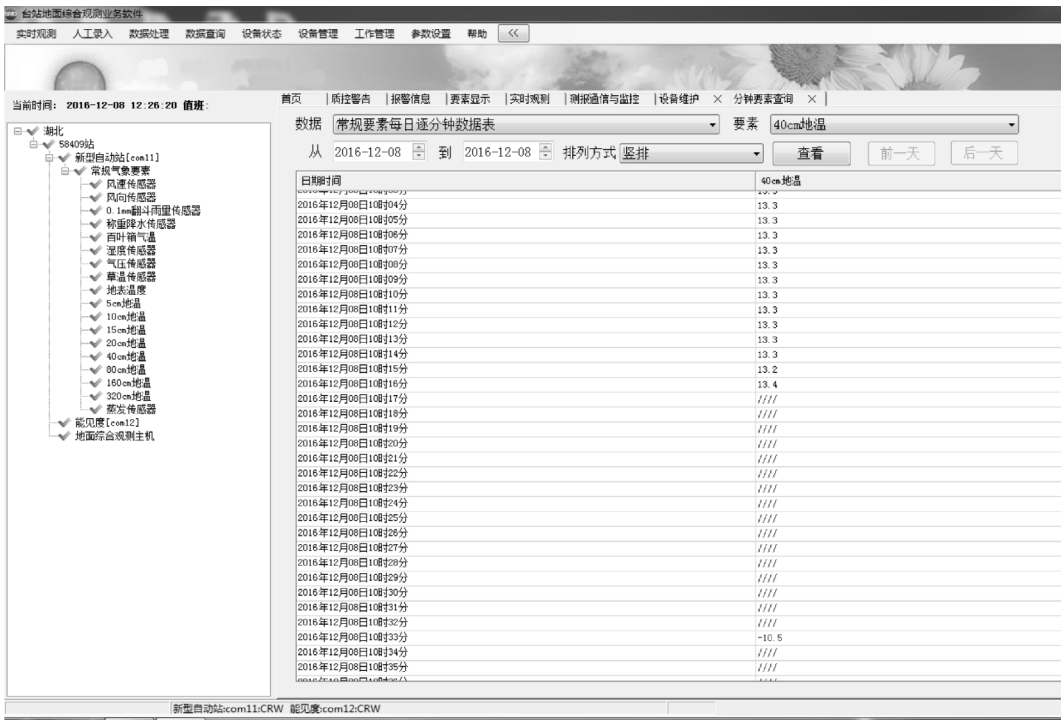


图 2 现场检定过程中被测传感器数据的异常显示

3.2 数据显示故障分析

3.2.1 软件端分析

在变温过程中,由于干体炉变温速度较快,导致被测铂电阻温度传感器也升温,此时,新型站主采集器(或地温分采集器)根据给定的阈值对采样数据的质控检查,发现采样数据超过了默认的质控阈值,采集器判定该采样值为错误数据,以缺测代替。在干体炉温度接近设定温度时,温度变化速率趋于平稳,此时采样数据也逐渐趋于稳定,正常情况下,采样数据应该能够通过采集器内部的质量控制,显示数据能够恢复正常。但在本次检定过程中,在干体炉温度接近设定温度时,

采集器数据仍然缺测,技术人员修改了质控范围,数据显示仍然异常,故障原因应该从被测铂电阻温度传感器硬件端进行排查。

3.2.2 硬件端分析

更换备份铂电阻温度传感器,发现故障现象仍未消除,既而利用串口直接连接采集器,发送命令直接读取被测铂电阻温度传感器的采样数据,发现被测铂电阻温度传感器采样数据以每秒 3 次以上的速度在快速跳变,单次跳变量超过0.5 ℃。由于采样值不断跳变,超过了采集器设定的质控阈值,使得分钟数据异常。经分析数据发生跳变频繁和波动范围大的状况是由于被测铂电阻温度传感器受到了信号干扰。干体炉

的工作会产生较强的电磁场,由于铂电阻温度传感器传输的电流较小,属于弱信号源,若铂电阻温度传感器的屏蔽功能失效,信号会受到严重干扰。关闭干体炉后,测报软件端的被测铂电阻温度传感器数据立即恢复正常。因此,故障原因可判定为被测铂电阻温度传感器的屏蔽功能出现了故障。

3.3 数据显示故障修复

由于铂电阻温度传感器为弱电电路系统,线路的屏蔽措施采用的是信号接地的方法。四线制铂电阻温度传感器除了有4根导线以外,还有1根单独的屏蔽线。在传感器的导线接到地温分采集器的同时,屏蔽线接在地温分采集器内能与大地通路的接线柱或接线端子上,根据中国气象局发布的自动气象站建设技术要求,接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。对于现场检定过程中被测铂电阻温度传感器出现屏蔽故障而产生的干扰现象,主要检查故障传感器的接地情况。

经排查发现,每次现场检定时出现的屏蔽故障,均为被测铂电阻温度传感器的接地出现故障,主要的故障情况有以下几种。

3.3.1 屏蔽线悬空未接地

部分自动站的地温分采集器打开箱门后发现,所有地温传感器的屏蔽线均未安装接地,在机箱内处于悬空的状态。将悬空的屏蔽线全部接在地温分采集器的机箱接地柱上,并用万用表测量了接地柱的对地电阻,屏蔽线接好后,且对地电阻小于 $4\ \Omega$,再进行现场检定操作时,测报软件的数据读取恢复正常,检定工作得到恢复。

3.3.2 屏蔽线被剪断

部分自动站的地温传感器出现过接线端口处屏蔽线全部被剪断的情况。将传感器电线末端剖开,找出屏蔽线并拉出足够的长度,接到地温分采集器的机箱接地柱上,并用万用表测量了接地柱的对地电阻,对地电阻小于 $4\ \Omega$,再进行现场检定操作时,测报软件的数据读取恢复正常,检定工作得到恢复。

3.3.3 接线柱对地绝缘

部分自动站的传感器屏蔽线全部安装良好,但依然出现读数故障。经观察发现,机箱内所有铂电阻温度传感器的屏蔽线均通过螺母的拧压固定在地温分采集器机箱背板内的一根螺丝上,使该螺丝作为屏蔽线接地的接线柱使用。用万用表测量该接线柱的对地电阻后发现电阻值过大,无法达到接地效果。取下该接线柱的螺丝和螺母后检查发现,该螺丝和螺母接触的机箱背板处全部被油漆覆盖,形成绝缘效果,无法与大地形成通路。刮掉接线柱与机箱接触面的油漆直至露

出机箱面板的金属部分,重新安装好接线柱和屏蔽线使其与金属部分接触,并再次万用表测量了接地柱的对地电阻,对地电阻小于 $4\ \Omega$,再进行现场检定操作时,测报软件的数据读取恢复正常,检定工作得到恢复。

4 结束语

电磁干扰按其传播途径,主要有沿电源线、信号线传播的传导干扰和向周围空间发射的辐射干扰。从抑制干扰源的角度来看,主要的抗干扰方法有屏蔽、接地和耦合这3种技术手段。现用自动气象站的温度采集系统为弱电电路系统,主要的抗干扰方式为信号接地。所以当温度的观测数据出现读取异常时,首先要检查铂电阻温度传感器和采集器是否出现了接地故障。良好的接地不仅能避免铂电阻温度传感器在现场检定时出现数据读取异常的情况,在日常的观测工作中,也可以有效避免观测场周围电磁环境发生改变或引入干扰后,导致温度观测数据出现异常的情况。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003:4-6.
- [2] 吴奇生,华连生,陈斌. 4线制测温原理在气象地温数据观测中的应用[J]. 电子测量技术,2010,33(8):86-88.
- [3] 吕文华,朱乐坤,王经业. 自动气象站现场校准方法的研究[C]. 首届气象仪器与观测技术交流和研讨会学术论文集,2001.
- [4] 蒲晓勇,谢从刚,向立莉. 自动气象站检定结果不确定度的评定与表示[J]. 气象水文海洋仪器,2010,27(4):39-43.
- [5] 费晓红. 自动气象站温度传感器检定结果的不确定度评定[J]. 沙漠与绿洲气象,2014,8(增刊):169-171.
- [6] 王红萍. 铂电阻温度传感器测温研究[J]. 辽宁石油化工大学学报,2003,23(2):58-60.
- [7] 任燕,王锡芳,孙嫣,等. 温度传感器检定数据统计分析[J]. 气象科技,2016,44(1):19-22.
- [8] 严长城,应贵平. 基于Pt100铂热电阻的高精度测温系统的设计[J]. 机电工程技术,2015(3):71-74.
- [9] 陈志文,王玮. 基于Pt100铂热电阻的温度变送器设计与实现[J]. 现代电子技术,2010,33

- (8):197-199.
- [10] 胡帆,陈正一.自动气象站地表温度测量方式的改进[J].气象,2012,38(3):381-384.
- [11] 赵旭,邵长亮,迟晓珠,等.自动气象站温度传感器检定方法改进研究[J].气象与环境学报,2015(5):179-183.
- [12] 刘宇,张佳佳,刘文忠,等.铂电阻地温传感器检定不确定度评定[J].气象科技,2016,44(5):728-732.
- [13] JJG(气象)002-2015,自动气象站铂电阻温度传感器检定规程[S].
- [14] 王琳.电源线传导干扰测试系统的研究与设计[D].北京:北京交通大学,2010.
- [15] 常海龙,张丕状.强电磁干扰环境下高精度温度测量[J].传感器与微系统,2014,33(11):129-131.

The Interference Fault and Solution of the Metrological Verification for the Pt100 Platinum Resistor

GONG Xi¹, ZENG Tao¹, LI Zhong-hua¹, LI Guo-hua², LIU Ying¹

(1. Hubei Meteorological Information and Technology Support Center, Wuhan 430074, China; 2. Huanggang Meteorological Administration, Huanggang 438000, China)

Abstract: To solve the situation that temperature data of the Pt100 platinum resistor is unusual while the metrological verification is working, the reasons of the unusual temperature data in the process of metrological verification are analyzed from software and hardware. The conclusion is made that the fault of the bad ground connection caused the signal interference by adjusting the quality control threshold value and testing the earthing resistance of the Pt100 platinum resistor. Three ways which cause the bad ground connection of Pt100 platinum resistor are analyzed. The way of fixing the fault is put forward, and the metrological verification can work after resuming.

Keywords: platinum resistance thermometer; metrological verification; signal interference; earth resistance; shielding