

刘希林,梁振清,李强. 实验室温湿度跟踪与分析系统的设计与应用[J]. 气象研究与应用,2021,42(4):106-110.

Liu Xilin,Liang Zhenqing,Li Qiang. Design and application of temperature and humidity tracking and analysis system in laboratory[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2021,42(4):106-110.

实验室温湿度跟踪与分析系统的设计与应用

刘希林, 梁振清, 李 强

(广西壮族自治区气象技术装备中心, 南宁 530022)

摘要: 根据 JJF1069-2012 法定计量检定机构规范的要求, 采用温湿度传感器与温湿度测控仪智能一体化设计, 运用 C++ 语言开发温湿度跟踪与分析系统, 对温湿度自动监测分析, 实现了对温湿度自动监测分析查看、数据统一管理、数据存档及时超限报警以及温湿度环境数据跟踪。结果表明, 气温与相对湿度的检测值与实际值误差绝对值分别在 1.0° 和 3.0%RH 内, 满足气象计量实验室对环境温湿度数据跟踪与分析的要求, 有助于提高气象计量检定的工作效率和促进检测质量控制工作的开展。

关键词: 实验室; 温湿度; 跟踪分析; 设计与应用

中图分类号: P49

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.4.19

OSID:

引言

根据 JJF1069-2012 法定计量检定机构规范的要求, 必须对环境条件实施监测控制和记录, 分析判断环境条件是否影响检定、校准结果的准确性和可靠性^[1]。气象计量实验室需要在一定的温湿度范围内才能对仪器进行检定^[2-5]。因此通过使用温湿度跟踪与分析系统实现温湿度自动监测, 实时查看环境温湿度情况, 满足气象计量实验室对环境温湿度数据跟踪与分析的要求, 有助于提升气象计量检定的工作效率。

在实验室的监控项目中, 不同实验室对温湿度都有要求, 大部分实验都是在明确的温湿度环境中展开。在医药、生化、仪器校准、农业、气象、建筑与电器等领域中所用的仪器和设备都需要追踪并控制温度^[6-14], 实验室环境条件直接影响着这些仪器的检定和检测结果, 每项实验的进行过程都需要精确可靠的监测仪器提供准确的环境参数数据。实验室要求适宜的温度和湿度, 室内的小气候, 包括气温、湿度和气流速度等, 对在实验室工作的人员和仪器设备有影响。夏季的适宜温度应是 18~28℃, 冬季为

16~20℃, 相对湿度最好在 30%(冬季)~70%(夏季)之间。

气象计量实验室的环境条件需要符合相关检测物品对应的检定规程要求^[15]。本文运用 C++ 语言实现对实验室温湿度连续检测跟踪与曲线分析, 同时可查看所有监测点实时显示数据, 不间断采集温湿度数据^[16], 最终实现对气象计量实验室总体温湿度的监控分析。

1 系统布点原则及实施条件

计量实验室内外环境, 如温、湿度等因素会造成设备性能的不稳定, 严重影响计量设备的管理可靠性。环境温湿度的控制, 是保证实验操作能够满足实验程序各个过程的需要^[17-18]。根据监测环境结构及各实验室布局特点和布置不同的监测点位属性, 监测点优化设定的原则是:

(1) 监测点应优先设置在监测环境空气流动平稳处, 进出风口位置不宜放置。根据管理人员可视范围调节放置高度, 方便管理人员查看数据。

(2) 监测点位置以不影响工作人员正常工作为原则, 远离各种热源, 尽量避免日常操作碰到设备。

收稿日期: 2021-09-10

作者简介: 刘希林(1973—), 男, 广西藤县人, 高级工程师, 现从事气象仪器检定校准工作。E-mail: 75691369@qq.com

(3) 温湿度跟踪与分析系统安装完成后,DSR 通过 485 通讯线和对应的转换器连接,然后接入交换机,交换机最终无线连接至中心机房交换机或计算机,实现监控。

(4) 需装 DSR 的区域根据实际布线,其中温度室、气压室、湿度室、雨量室、酸度室及综合室安装 DSR-THP-RA 型号;档案室、收发室、仓库、会议室及网络室安装 DSR-TH-RA 型号,每个测点提供一个固定 IP(与线路总数一致)。

(5) 子网络最终都与中心机房的交换机相连,通过路由器并可接入 Internet;从服务器连接到交换机,通过局域网获得子网络数据。

(6) 局域网 PC 可成为局域网授权访问终端,通过客户端软件访问服务器、查看数据;互联网 PC 可成为互联网授权访问终端,可远程访问、远程查看数据。

2 系统设计原理

依据气象计量实验室对环境温湿度跟踪与分析的需求,确保温湿度自动监测系统处在精准稳定的运行状态,对此将系统结构总体设计分为三大模块。

(1) 数据采集模块

采集过程主要通过传感器自动测量出实验室的温湿度,再使用转换器对数据进行简单处理。传统模拟式的温湿度传感器测量精度低且校准复杂,而该系统将采用具有先进的温湿度检测技术的 DHT11 温湿度复合传感器。DHT11 内部采用特殊的数字模块采集技术,将温度和湿度信息处理集成到传感器中,通过单总线与微控制器连接直接传输出时钟信号和数据信号,大大降低了所在电路的复杂性和范围。

由电阻式湿度传感器和 NTC 温度传感器构成 DHT11 的内部结构,连接着一个高性能 8 位单片机,这个单片机能实时将器件进行分析和处理,确保系统能够良好地运行,所以 DHT11 既有着高度的稳当性,同时也满足了品质卓越、超快响应、高性价比等优势。每个 DHT11 传感器都在极为精确的湿度校验室中进行校准,校准系数以程序的形式存在 OTP 内存中,传感器内部在检测信号的处理过程中要调用这些校准系数。单线制串行接口,结合无线收发芯片在无线网络传感器节点上的应用,使系统集成变得简易快捷,利于运用到实际电路系统中。

(2) 数据处理模块

通过监测电路,在 DSR 屏幕上实时显示实验室

内温湿度值,由直观的曲线变化来判断温湿度的变化,同时可由数据库将数据信息保存在系统内部,最终也可根据实际需求将数据导入终端。

(3) 终端 PC 监控模块

此模块是人机交互的一部分,通过电脑端的串行接口转换电路完成与单片机直接的通信,自动监测系统与远端 PC 之间的连接。当实验室内温度超出预警值时,DSR 记录仪发出警报到终端 PC,保证在 PC 端也能够实时参与到监控当中,得以实现人工及时调节操作功能。温湿度自动监控系统原理图如下图 1 所示。

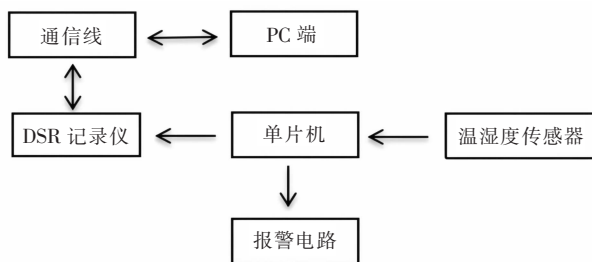


图 1 温湿度自动监控系统原理图

3 系统功能模块设计

本系统包含 10 个小的功能模块,本别是后台管理、子网管理、设备管理、设备工作参数设置、实时显示与记录功能、超限报警功能、数据统计分析功能、数据存储服务、数据导出功能、用户端查看功能。系统的运行处理流程如下图 2 所示。

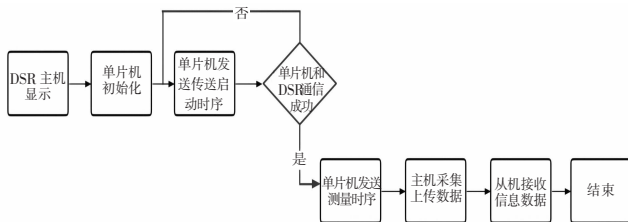


图 2 系统的运行处理流程

(1) 后台管理

服务器后台管理系统可完成对测量点监测设备的管理,诸如子网添加、组网设备添加、设备参数设置等。通过此后台管理软件便可将所有 DSR 设备的即时数据直接保存到服务器的数据库当中,并可以启动记录、下载,参数设置,停止记录,同步时钟。软件界面采用不同颜色提示,鲜明夺目,可实时查看各台仪器运行状况。

(2) 子网管理

本系统采用的是 RS485 组网方式,每个 DSR 通过 485 组网连接,再连入对应转换器中,转换器将 485 信号转换成以太网信号,每个转换器组成为一个子网。

(3) 设备管理

监控 PC 通过 IP 地址访问到转换器,通过仪器的序列号来分辨仪器的类型,所以需要将设备逐一添加,由于每台仪器都有对应的 IP 地址,所以 IP 地址要与仪器的序列号所在子网一一对应。

(4) 设备工作参数设置

右键后台软件上的仪器图标即可出现上图显示的对话框,在此对话框中可以设置仪器的属性参数,包括刷新间隔、记录间隔、报警上下限、启动方式与结束方式等。如果所有设备均使用同一设置,点击对话框中的“应用参数到同类设备”便可以将所有的仪器信息设置成统一参数。

(5) 实时显示与记录功能

不间断地采集和记录被监测实验室环境内温湿度参数的情况,以数字、图形、表格的方式进行实时显示和记录监测信息。

(6) 超限报警功能

DSR 温湿度记录仪内置蜂鸣器,具有超限报警功能,报警时能自动改变记录频率,确保记录数据真实反映环境变化,在出现异常数据的时候,如温湿度超过上下限时,可以按照管理人员指定的方式输出多种报警。如:邮件报警、电话报警、短信报警、蜂鸣报警、声光报警等。

(7) 数据统计分析功能

实时统一显示各个监测点的温湿度情况,可查询历史数据,显示各个被测环境温湿度数据曲线变化,数据分析功能可获得某监测点某段时间内的最大值、最小值、平均值等情况。

(8) 数据存储功能

DSR 温湿度记录仪本身带有内置存储功能,可记录 26 万条温度数据,最多可扩展 208 万条数据,所以可将数据保存在记录仪内部,同时服务器将监控软件界面的数据按自我设定的时间间隔保存至数据库,对数据实行双重保护,避免丢失温湿度数据。

(9) 数据导出功能

实时显示每个实验室的温湿度实时数据、趋势曲线,数据报表、图表、记录、存储、导出、打印等功能,同时也可以包含部分控制和报警功能等,管理员

可导出各个监测点温湿度数据变化曲线图或数据列表,并按照特定的要求,输出不同格式的报表,如:DOC、EXCEL、TXT 等。

(10) 用户端查看功能

该系统可设置用户端访问权限,在同一局域网内的 PC 可通过专业的用户端软件访问服务器,查看实时数据。若服务器连接进入互联网,远程 PC 也可通过网络访问服务器,查看实时数据。

4 系统检验测试

为了检验系统设计的合理性和准确性,选取测试点对系统进行监控和测试。

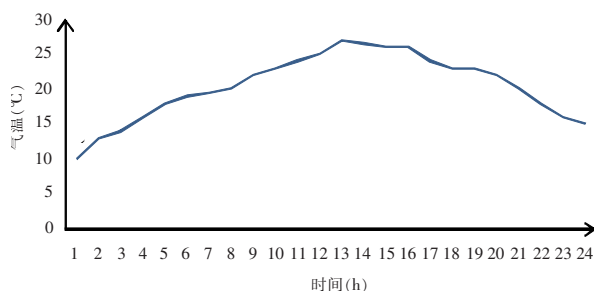


图 3 日气温测试变化曲线

如上图 3 曲线所示,在时间序列中选取 08:00、10:00、12:00、14:00、16:00 点测得的数据分别为 20.0°C、23.0°C、25.0°C、26.5°C、26.0°C,而用精确温度计测量的数据为 20.2°C、22.5°C、25.4°C、26.5°C、26.2°C。其误差分别为+0.1°C、-0.5°C、+0.4°C、0.0°C、+0.2°C,误差绝对值均在 1.0°C 内(如下表 1 所示),说明气温测试数据可用(如下表 1 所示)。

表 1 检测与实际温度比对照表

时间	检测温度 (°C)	实际温度 (°C)	误差值 (°C)
08:00	20.2	20.0	+0.1
10:00	22.5	23.0	-0.5
12:00	25.4	25.0	+0.4
14:00	26.5	26.5	0.0
16:00	26.2	26.0	+0.2

如图 4 曲线所示,在时间序列中选取 08:00、10:00、12:00、14:00、16:00 点测得的数据分别为 35.60%RH、39.50%RH、42.30%RH、37.60%RH、35.60%RH,而用精确湿度计测量的数据为 35.80%RH、39.40%RH、42.10%RH、37.30%RH、35.70%RH。其误差分别

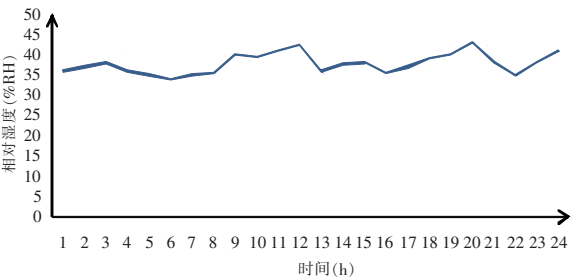


图 4 相对湿度测试变化曲线

为 +0.20% RH、-0.10% RH、-0.20% RH、-0.30% RH、+0.10%RH,误差绝对值均在 3.0%RH 内,说明相对湿度测试数据可用(如表 2 所示)。

表 2 检测与实际相对湿度比对照表

时间	检测湿度 (%RH)	实际湿度 (%RH)	误差 (%RH)
08 : 00	35.80	35.60	+0.20
10 : 00	39.40	39.50	-0.10
12 : 00	42.10	42.30	-0.20
14 : 00	37.30	37.60	-0.30
16 : 00	35.70	35.60	+0.10

该系统的图形化操作界面直观简单,用表格和曲线方式查询显示各监测点实时测量值和任意日月年历史数据,支持表格或图形方式显示和打印,能统计任意区间的数据最大值、最小值及平均值,可设置各监测点的上下报警值,并能记录可查询报警历史。

5 结论

该系统设计符合 JJF1069-2012 规范的各项指标,实现了对温湿度自动监测分析查看、数据统一管理、数据存档及时超限报警,能够跟踪温湿度环境数据同时能分析判断数据是否影响检定、校准结果的准确性和可靠性,支持多点监测以及数据报表打印,分级管理功能强大,有利于质量控制工作的开展,实现对实验质量活动的监测和管理,以及对实验环境及测试品进行有效的测量。系统采用湿度传感器与温湿度测控仪智能一体化设计,具有模块化结构、分散布置、组态灵活、扩展方便等特点,可与各种带标准通信接口的设备以及上级监控网络联网运行,具

有良好的兼容性。

参考文献:

[1] 黄耀文,赵天川,施昌彦,等.法定计量检定机构考核规范 JJF1069-2012[M].北京:中国质检出版社,2012.

[2] 晏敏,柳鸣,刘希林,等.铂电阻温度传感器检定结果的不确定度评定[J].气象研究与应用,2017,38(1):140-143,155.

[3] 陈雅媛.基于共享基础数据的实训基地实验室温湿度控制方法[J].商丘师范学院学报,2020,36(12):24-27.

[4] 李文博,颜平江.气压传感器在不同温湿度条件下的性能测试[J].国外电子测量技术,2018,37(12):106-109.

[5] 杜文辉,李冬梅,吴敬涛.气候环境实验室的温度校准及不确定度评定[J].装备环境工程,2020,17(5):77-81.

[6] 龚熙,曾涛,王延东,等.铂电阻温度传感器现场检定和实验室检定不确定度评定对比分析[J].气象科技,2020,48(1):76-80.

[7] 艾思奇,秦历杰,崔英杰,等.环境温度暴露对急救呼叫的影响——基于许昌市和郑州市数据的时间序列分析[J].中华预防医学杂志,2021,55(2):194-199.

[8] 廖昶,吴生文,林培,等.一种实验室用模拟白酒固态发酵的装置:中国,CN212982901U[P].2021.

[9] 李长宁,农倩,林丽,等.一种甘蔗养殖大棚:中国,CN213127317U[P].2021.

[10] 王晓亮,王静,刘静,等.一种建筑施工用温度检测装置:中国,CN212391129U[P].2021.

[11] 陈峻洪,林泽锋.一种新能源汽车用动力电池仓电器温度监测报警装置:中国,CN210272592U[P].2020.

[12] 李伟雄,叶青,蒋冬雁.基于区域自动气象站实验室校准系统设计与实现[J].气象研究与应用,2020,41(1):96-99.

[13] 韩宇龙,韦庆玲,谭龙,等.8路PT100温度传感器读取仪的研发[J].气象研究与应用,2019,40(3):109-112.

[14] 陆小林,罗广金,黎玲,等.超高产早稻生长特征与气象因素影响分析[J].气象研究与应用,2019,40(2):61-64,72.

[15] 郁有文,常健,程继红.传感器原理及工程应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2000.

[16] 张亚萍,李抗抗.实验室温湿度智能监控系统设计[J].兰州文理学院学报(自然科学版),2020,34(6):77-80.

[17] 兰鸽,李川江,徐磊.实验室智能温湿度监控系统设计[J].电子测试,2021(8):18-19,15.

[18] 袁兰婷.智能实验室监测系统的设计[D].江西师范大学,2020.

Design and application of temperature and humidity tracking and analysis system in laboratory

Liu Xilin, Liang Zhenqing, Li Qiang

(Guangxi Meteorological Technology and Equipment Center, Nanning 530022, China)

Abstract: According to the requirements of JJF1069–2012 Specification Of Legal Metrological Verification Institutions, the intelligent integrated design of temperature–humidity sensor and temperature–humidity measurement and control instrument was adopted. The temperature and humidity tracking and analysis system was developed with C++ language to automatically monitor and analyze the temperature and humidity. It realizes the automatic monitoring, analysis and viewing of temperature and humidity, unified data management, data archiving, timely over limit alarm, and temperature and humidity environment data tracking. The actual operation results show that the absolute error between the detected value and the actual value of air temperature and relative humidity is within 1.0° and 3.0% RH respectively, which meets the requirements of the meteorological metrology laboratory for the tracking and analysis of environmental temperature and humidity data. It is helpful to improve the work efficiency of meteorological metrology verification and promote the development of inspection quality control.

Key words: laboratory; temperature and humidity; tracking analysis; design and application