

地面气象观测站远程保障系统设计与实现

蔡 宏¹, 张福贵², 李 俊¹

(1. 湖北省气象信息与技术保障中心, 湖北 武汉 430074; 2. 中国气象局大气探测重点开放实验室, 四川 成都 610225)

摘要:随着中国地面气象观测业务自动化工作有序推进, 为保证地面气象观测业务自动化的稳定运行, 后续保障工作尤为关键。据统计, 现在中国局站分离的气象观测站有 747 个, 未来这个数据还会继续增加, 而自动气象站的故障约 80% 可以通过重启电源的方式解决。因此, 地面气象观测业务自动化的远程保障系统十分必要, 在及时排除故障的同时减轻运维成本。另外, 在实现地面气象观测业务自动化后, 气象观测场的安全问题也很突出, 预防动物、鸟类或非工作人员进入观测场搞破坏很重要。因此, 地面气象观测站远程保障系统正是满足了地面气象观测业务自动化的两大需求而设计, 为全面实现地面气象观测自动化、智能化提供强力支撑。

关键词:观测站; 远程; 保障系统; 设计实现

中图分类号: TP391

文献标志码: A

doi: 10.16836/j.cnki.jcuit.2019.05.012

0 引言

随着信息和网络技术发展, 自动化、智能化地面气象观测已成为气象现代化的重要组成部分, 实现无人值守也成为当今地面气象观测自动化发展的必然趋势。截至 2018 年底, 湖北已全面实施国家气象观测站无人值守业务。值班人员迁移至各气象局业务平台, 地面观测场不再设专业人员值守, 为技术保障与运行维护带来新挑战。当观测设备或通信网络等出现故障时, 维护保障人员需要立刻从局里赶赴观测场进行现场维护。由于观测场往往处于较为偏僻的地方, 赶赴现场需要一定的时间及人力成本, 因此开发地面气象观测站远程保障系统, 实现远程操控显得尤为重要。

1 系统结构设计

1.1 总体设计

地面气象观测站远程保障系统总体目标是围绕地面观测业务自动化、智能化, 以减轻运维成本、释放人力资源为核心理念, 以覆盖台站地面观测系统装备、控制室所有电器设备及观测场安防设施为重点, 基于现代电子测控技术、自动化技术、通信和红外等技术构建地面气象观测站的远程维护系统, 实现对地面气象观测系统装备、控制室电气设备、辅助设备的远程监控, 通过监控数据判别装备故障并对相关装备进行远程操作和控制, 以达到快速排除故障的目的。此外, 通过红

外技术建立地面气象观测场安防系统, 预防动物、鸟类和非工作人员在无业务人员的情况下破坏观测场, 提升综合观测系统运行的稳定性^[1-4]。

依托气象大数据云平台, 基于现代测控技术、通信技术以及嵌入式技术开发地面观测站远程维护系统, 实现省(市)、县、台站三级联动的远程监测维护, 具体目标:

(1) 搭建系统的总体技术框架, 建设统一的状态监控、数据分析、故障判断等平台展示功能, 集功能管理、系统监控、人员管理、权限管理、接口管理和信息推送管理为一体的系统管理功能。

(2) 架构本地控制系统, 完成地面气象观测系统装备、控制室电气设备、辅助设备的联动控制, 实现台站电气设备远程保障全覆盖。

(3) 架构远程监控平台, 完成远程监控数据共享、在线支持、故障判断等功能开发, 实现省(市)、县、台站三级上下联动远程监控维护。

(4) 架构远程保障业务信息服务子系统, 实现业务信息综合展示、工作任务管理、故障报警提醒、业务规范管理、日志记录等日常应用快捷服务。

(5) 搭建控制系统保障系统, 完成本地控制系统的供电电源备份, 实现本地控制系统稳定运行双保险。

1.2 系统总体结构

气象观测站远程综合控制系统由省(市)级、县级和台站观测站三级控制组成。系统总体结构如图 1 所示, 系统实施结构如图 2 所示。

省(市)级控制室设置省(市)级监控平台, 由 1 台或多台计算机及服务器组成监视及控制系统, 可实现对省(市)内各个气象观测站的远程监控。

县级控制室设置县级监控平台,由 1 台计算机组成监视及控制系统,可实现对辖区内气象观测站的实时监控。

观测站控制系统由 PLC 及附属控制回路组成,通过 PLC 实现对本地开关系统的状态采集及控制。本地控制系统可接收远程控制命令,控制观测站内各设备重启。同时,本地控制系统将控制对象状态采集后,上传至远程监控平台。考虑到系统的可靠性,系统分本地(以防止网络中断的情况)、远程两种控制方式,可通过观测站主控制屏上的切换把手来选择控制方式^[5-6]。

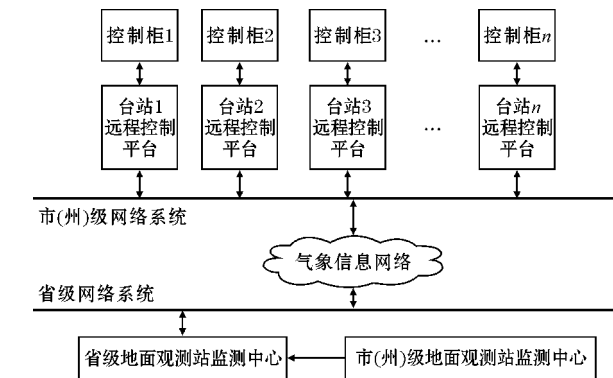


图 1 系统总体结构



图 2 系统实施结构

1.3 系统控制结构

控制系统由值班室主控制柜及观测场分控制柜组成,同时系统可根据需要设置控制子站,系统结构及主要控制对象如图 3 所示。

2 系统功能设计

地面气象观测站远程保障系统在省(市)、县和观测场进行三级部署,组成上下联动的远程控制:

(1)省(市)级控制监控平台:实现对省(市)内所

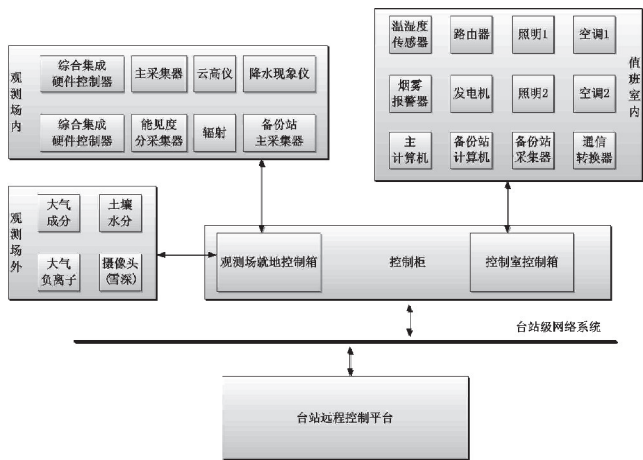


图 3 系统控制结构

有气象观测站的远程监控,存储各种监控数据和信息、远程故障判断、处理方法和建议等功能。

(2)县级控制监控平台:实现对辖区内气象观测站的远程监控,存储辖区内观测站监控数据和信息、接收省级故障判断意见、发送远程维护指令及报警预警等功能。

(3)台站保障控制系统:实现对观测站各设备状态的监测,接受省级、县级平台远程维护指令、启动或停止站内各设备。

系统控制分本地控制、远程控制两种方式,可自行切换控制方式,控制对象分为观测场设备电源监控、值班室设备电源监控及辅助控制两部分^[7-10]。

2.1 观测场设备监控

观测场设备监控包括综合集成硬件控制器电源、主采集器电源、能见度分采集器电源、降水显像仪电源、辐射监测仪电源、云高仪电源、备份站主采集器电源、大气成分监测仪电源、土壤成分监测仪、大气负离子监测仪电源及雪深摄像头电源的监控和控制。当县级控制监控平台监测到设备运行异常时,观测场控制系统接收远程控制室操作员命令对每个设备的电源进行切断控制,设备断电后重启以排除故障。同时监测观测场设备备份充电电池的电压状态,可远程控制备份电源的充放电情况。

2.2 控制室设备监控

控制室设备监控包括主计算机电源、通信转换器电源、备份站采集器电源、备份站计算机电源及路由器电源的控制。当县级控制监控平台监测到设备运行异常时,观测场控制系统接收远程控制室操作员命令对每个设备的电源进行切断控制,设备断电后重启以排除故障。

2.3 辅助设备监控

辅助设备监控主要包括对 UPS、发电机、照明及空

调等辅助设施的控制。系统实时监控 UPS、发电机等辅助设备运行状态,并实现远程保障维护。

2.4 远程监控平台

远程监控平台采用 B/S 架构,在气象信息网内任何一台工作站可通过浏览器访问已部署的平台^[11-12],整体功能、服务如图 4 所示。



图 4 监控平台架构图

3 系统实现与关键技术

3.1 硬件组成

(1) 主控单元

主控单元采用西门子 S7-1200 系列 PLC,S7-1200 系列可编程控制器具有集成 PROFINET 接口、强大的集成工艺功能和灵活的可扩展性等特点,为各种工艺任务提供了简单的通信和有效的解决方案,尤其满足多种应用中完全不同的自动化需求。

(2) 子站控制单元

子站控制单元采用西门子 ET200SP 分布式 IO 模块,ET200SP 可根据需要灵活扩展。ET200SP 支持 PROFINET 通讯,无须单独的供电模块形成各个负载组,系统支持永久接线,热插拔,模块空缺运行。ET200SP 模块均具有扩展诊断功能。

子站通过以太网连接至主站,主站再通过以太网连接至远程控制平台。

3.2 系统配置

系统硬件配置清单:PLC 主控模块 1 个;PLC 子站控制模块 n 个;网络交换机 n 个;控制继电器 n 个;控

制接触器 n 个;电压采集变送器 n 个;主站控制柜 1 个;从站控制柜 n 个;及电缆、光缆等辅材(n 为视观测场设备所需要的个数)。

3.3 系统软件配置

系统软件配置:操作系统:Win7(64 位);数据库:mysql-5.7.17\sql\yog_x64;Web 发布容器:apache-tomcat-7.0.32;数据库脚本:mstation.sql;JDK:jdk-7u80-windows-x64.exe。

3.4 关键技术

(1)研发气象观测站远程综合控制器,针对局站分离地面气象站,特别是高山站解决远程控制观测场主设备及辅助设备的问题。

(2)研发专家经验库,建立远程故障诊断流程,提高地面观测场设备故障排查时效。

(3)通过不同平台实现对气象地面观测场系统设备运行状态的监视,建立音视频会诊系统。

4 应用实例

4.1 本地控制

地面气象观测站本地控制系统由控制室主控制柜及观测场从控制柜组成,同时系统可根据需要设置控制子站,整体控制系统拓扑如图 5 所示。

控制系统主站与从站之间采用 PROFINET 通信方式,PROFINET 的重要性在迅速发展的工业以太网标准中逐步显现。通过支持实时功能(RT)和等时功能(IRT),这项技术极大地满足了现代系统和应用需求。控制系统主站采用 PLC,从站采用远程 I/O。

控制系统实时将现场各开关信息上传至监控平台,同时,控制系统接受监控平台发来的命令。继电器或接触器的触点串联在用电设备的供电回路中,由 PLC 输出模块控制柜内的继电器或接触器,实现电源的通断操作。

4.1.1 主控单元

采用 PLC 可编程控制器,其具有集成 PROFINET 接口、强大的集成工艺功能和灵活的可扩展性等特点,为各种工艺任务提供简单的通信和有效的解决方案,尤其满足多种应用中完全不同的自动化需求。集成的 PROFINET 接口用于编程、HMI 通信和 PLC 间的通信。此外它还通过开放的以太网协议支持与第三方设备的通信。该接口带一个具有自动交叉网线(auto-cross-over)功能的 RJ45 连接器,提供 10/100Mbit/s 的数据传

输速率,支持以下协议:TCP/IP native、ISO-on-TCP 和 S7 通信。保障系统监控平台可通过 TCP 通信方式,快速读取 PLC 中的数据信息。PLC 提供各种通信选项以满足所有的网络要求:I-Device、PROFINET、PROFI-

BUS、远距离控制通信、点对点通信、USS 通信、Modbus RTU、AS-i 和 I/O Link MASTER,保障控制系统可以根据需要,接入现场多种智能通信设备的信息。

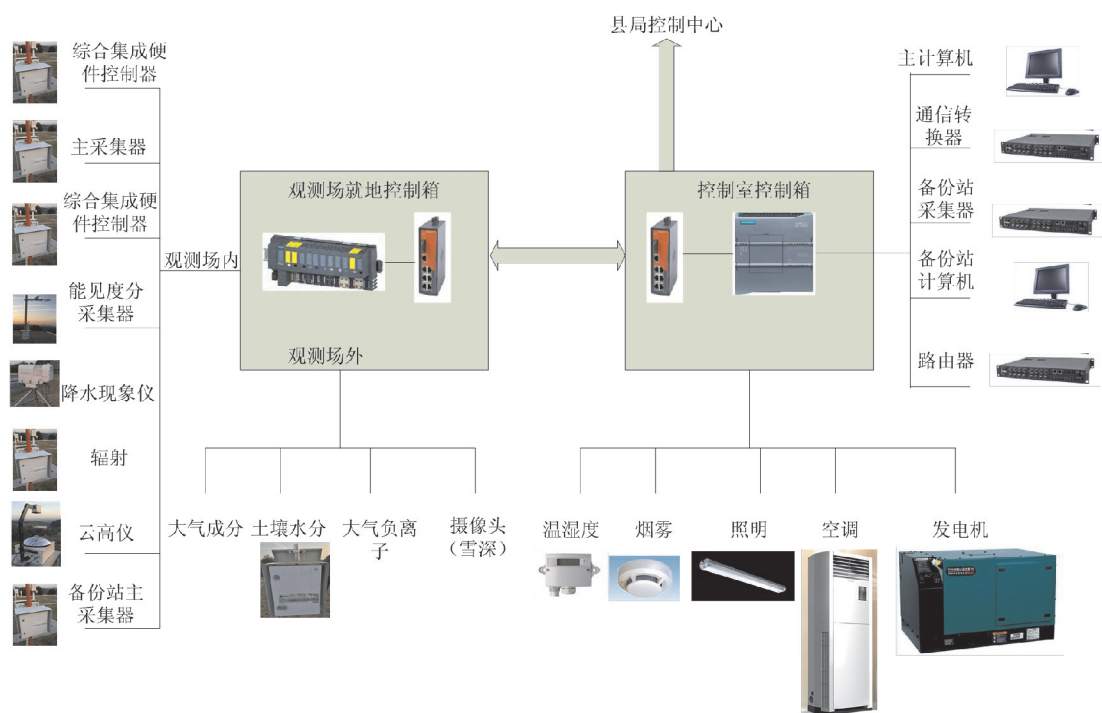


图 5 本地控制系统拓扑图

4.1.2 子站控制单元

采用远程 I/O 模块。现场总线接口耦合器模块由 PROFIBUS 用户组织认证,符合 PROFINET-IRT,连接多达 64 个数字量 I/O 模块,带两个以太网接口,集成数据交换功能可实现线性网络拓扑。独立于系统的 Web 服务器应用可以通过 USB 服务端登录接口模块,读取通道诊断、状态值和参数等所有信息,进行输入模拟或输出置位。现场总线接口模块集成系统供电,电源通过两个四极的连接器对输入输出分别配电。PROFIBUS 产品充分利用了诸如 GSD 文件和诊断信息等最新技术,有力地支持从工程、组态到故障排查过程中最重要的应用。功能强大,操作简单。

数字量 I/O 模块是自动化系统中现场总线和现场级产品之间的可靠接口。模块化系统由以下组件构成:现场总线接口模块,多达 64 个 I/O 模块扩展,可选的馈电模块以及丰富的附件,例如标记和终端套件。现场总线接口模块是各种总线标准和数字量 I/O 系统总线的链接中心,同时通过集成的系统电源回路为多达 64 个的 I/O 模块供电。

基于成熟的连接系统技术,通过总线接口模块实现 2×10A 的输入和输出模块供电,并提供系统供电。通过 Web 服务器,每个总线接口模块提供了与数字量

I/O 系统的直接连接,无需安装附加软件。从而实现参数设定,以及输入和输出的校对。可以通过基于以太网技术的现场总线或 micro USB 进行连接。

数字量 I/O 的模块化结构确保了快速启动和简单的服务。单排结构的设计能够有效减少接线错误,从而减少了设备和系统的启动时间。在系统或设备维护时,模块化的设计能够在不改变接线的情况下更换电子模块,提高了系统利用率。固定安装的模块底座支持系统在更换电子模块的同时不中断通信及系统的供电。这一创新的解决方案,最大限度减少设备的停机时间。此外,数字量 I/O 能在温度波动的情况下保持稳定,使得系统在-20℃~60℃的工作温度都无任何功能使用的限制,这不仅保证了可靠性和安全性,也保证了系统期望的使用寿命。

4.2 实例

根据系统总体和功能设计,在湖北省咸宁、荆门、大冶和江苏省南京大丰区、泗水等地面观测场实现对系统设备和辅助设施的远程控制。在实际应用中多次通过远程控制系统设备及辅助设施成功消除系统设备的异常,实现迅速排除故障,恢复设备正常运行,显著降低运维人员的工作强度,减少故障排除时间,提高运

维效率。实例见图 6~7。

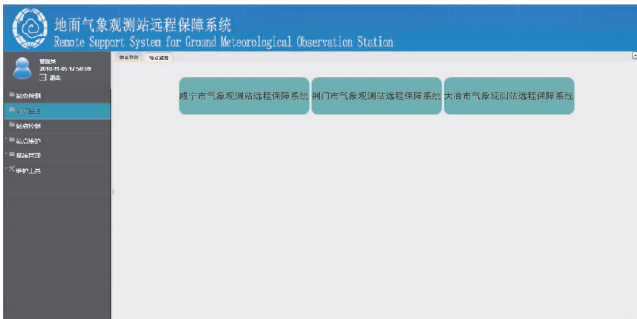


图 6 湖北省级平台实例



图 7 单站远程控制实例

4.2.1 站点台帐维护

站点维护模块用于实现对系统所有站点模型参数的维护,包括区域、站点名称、站点编号、物理地址、经纬度、海拔高度、观测场设备、控制室设备、辅助设备类设备台帐等。主要功能包括:支持站点模型的新增功能;支持站点模型的修改功能;支持站点模型的删除功能;支持观测场设备、控制室设备、辅助设备类设备模型维护(新增、修改、删除)功能;支持站点模型的操作开关排序功能。

4.2.2 站点参数配置

站点参数配置模块用于实现对本平台系统所有相关参数(数据采集时间间隔和告警阈值)的维护,主要功能包括:支持数据采集时间间隔的设置、禁用和启用功能;支持电压告警最小阈值设置、禁用和启用功能;支持电压告警最大阈值设置、禁用和启用功能;支持室温告警阈值设置、禁用和启用功能。

4.2.3 站点实时监测

站点实时监测模块用于实现对任意站点进行实时监视的功能,主要功能包括:支持实时监测当前站点各类设备当前状态;图形化展示;省、市、县多级监视。

4.2.4 运行控制

站点运行控制模块用于实现对任意站点进行远程控制,主要功能包括:支持状态按颜色显示,红色:断开,绿色:闭合;支持手动启动模式下,操作启动、停止开关后,界面提示确认操作,并闪烁显示开关状态(具备二次身份验证机制);支持手动启动模式下,操作启

动、停止开关后,系统自动计时;支持控制操作的日志记录功能。

表 1 数据格式明细表

类别	设备	数据类型
观测场设备	综合集成硬件控制器电源	布尔(开、关)
	主采集器电源	布尔(开、关)
	能见度分采集器电源	布尔(开、关)
	降水显像仪电源	布尔(开、关)
	辐射监测仪电源	布尔(开、关)
	云高仪电源	布尔(开、关)
	备份站主采集器电源	布尔(开、关)
	大气成分监测仪电源	布尔(开、关)
	土壤成分监测仪	布尔(开、关)
	大气负离子监测仪电源	布尔(开、关)
	雪深摄像头电源	布尔(开、关)
	电池电压	数值
	温度	数值
	湿度	数值
控制室设备	计算机电源	布尔(开、关)
	通信转换器电源	布尔(开、关)
	备份站采集器电源	布尔(开、关)
	备份站计算机电源	布尔(开、关)
辅助设备	路由器电源	布尔(开、关)
	UPS	布尔(开、关)
	发电机	布尔(开、关)
	照明	布尔(开、关)
	空调	布尔(开、关)

4.2.5 站点历史查询

站点历史模块用于实现对任意站点进行历史运行信息的查询、统计、汇总,以列表、图形等发生进行展示,主要功能包括:支持站点历史状态信息查询、统计;支持站点历史告警信息查询、统计;支持站点历史操作信息查询、统计。

4.2.6 系统管理

系统管理模块用于实现对系统所有可登录用户进行统一管理,维护系统用户的姓名、登录名称、登录密码等。主要功能包括:支持用户信息的新增功能;支持用户信息的修改功能;支持用户信息的删除功能;支持用户信息的密码重置功能。

4.2.7 全景站点浏览

用于图形化全景展示当前辖区内所有的站点信息。主要功能包括:支持图形化全局展示所有站点;支持站点信息具备实时数据刷新功能。

4.2.8 控制指令下发

控制指令下发指上级单位通过远程遥控控制下级台站的设备。具备权限认证机制;具备异常日志记录功能等。

4.2.9 后台服务

后台服务主要采用 MODBUS 实现与 PLC 的通信。主要功能说明如下:支持 MODBUS 数据的动态组装功能;支持实时数据采集、遥控指令下发功能。

4.2.10 视频浏览

观测站摄像头接入气象业务网后,监控平台可进行相关配置,访问摄像头浏览视频监控。

5 结束语

目前地面气象观测站远程保障系统已经完成了系统设计,在湖北省咸宁、荆门、大冶和江苏省南京大丰区、泗水等地面气象观测站得到应用,且取得较好的效果,并在运行实践中对系统进行了进一步的优化。通过本系统研制、开发与建设,经总结、扩充故障实例库和优化经验库,将在地面气象观测自动化、智能化实时保障业务工作中有效提高技术保障能力。通过系统实现了对观测设备的远程控制,经实践检验可对凡重新启动即能恢复的设备异常均能实现快速恢复,达到缩短维修维护时间、降低运维成本、提高运维效率的目的。从而使观测设备的可用性大大提高,并为气象台站的安全运行提供了可靠保障。

参考文献:

[1] 黄思源,王力,傅伟忠.地面气象观测业务集成平台[J].气象科技,2014,42(4):589-592.

- [2] 宋连春,李伟.综合气象观测系统的发展[J].气象,2008,34(3):3-9.
- [3] 陈奕隆.美国自动地面观测系统[J].气象科技,1994(3):48-54.
- [4] 罗树如,胡玉峰,刘钧,等.自动气象站综合探测网的构建[J].气象科技,2006,34(2):184-187.
- [5] 李雁,周青,李峰,等.地面自动气象观测设备运行状态信息检测技术[J].气象科技,2015,43(6):1030-1039.
- [6] 匡昌武,符樑,王定贵.无人值守天气雷达远程监控系统设计与实现[J].气象科技,2011,39(3):360-362.
- [7] 饶勇,何汉武,吴悦明.增强现实设备维修系统操作状态检测方法研究[J].机电工程技术,2010,39(9):56-58,109.
- [8] 刘小钢,黎志波.闪电定位仪远程维修测试系统设计与实现[J].气象科技,2016,44(4):567-570.
- [9] 王立.地面自动气象站数据采集处理系统设计[J].成都信息工程学院学报,2004,19(4):573-578.
- [10] 葛芦生,潘世华,王晓东.基于现场总线轨机运行状态监测及故障诊断系统[J].自动化仪表,2002,23(6):48-50.
- [11] 韩华,刘凤鸣,丁永生.基于海洋综合观测平台的海洋智能预警的研究[J].计算机工程与应用,2008,44(30):226-228.
- [12] 段道聚,张永祯.虚拟技术在雷达维修诊断平台中的开发应用[J].电子工程师,2008,34(4):1-3.

Design and Implementation of Remote Support System for Ground Meteorological Observation Station

CAI Hong¹, ZHANG Fugui², LI Jun¹

(1. Hubei meteorological information and technical support center, Wuhan 430074, China; 2. Key open laboratory for atmospheric exploration of China meteorological administration, Chengdu 610225, China)

Abstract: With the orderly progress of the automation of ground meteorological observation services nationwide, the follow-up work is particularly critical to ensure the stable operation of the automation of ground meteorological observation services. According to statistics, there are 747 meteorological observation stations nationwide which are separated with the bureau of meteorology and the number will continue increase in the future. About 80% of the faults of automatic weather stations can be solved by restarting the power supply. Therefore, the automatic remote support system of ground meteorological observation service is very necessary, which can eliminate the faults in time and reduce the operation and maintenance costs at the same time. In addition, after the automatic operation of ground meteorological observation, the safety of meteorological observation field is also a serious problem, and it is very important to prevent animals, birds or non-staff from entering the observation field. The remote support system for ground meteorological observation station is designed to meet the two requirements of the automatic ground meteorological observation and provide strong support for the full realization of the automation and intelligence of the ground meteorological observation.

Keywords: observation station; remote; support system; design and implementation