

# 电力自动气象站集成网络系统设计与实现

张亚涛<sup>1</sup>, 赵红<sup>1</sup>, 武红波<sup>2</sup>, 郭志红<sup>3</sup>

(1. 河南省电力公司南阳供电公司, 河南 南阳 473009; 2. 河南省电力公司郑州供电公司, 河南 郑州 450000;  
3. 河南省电力公司安阳供电公司, 河南 安阳 455000)

**摘要:** 分析了自动气象站与变电站自动化系统构架, 提出了一种新的系统集成方案, 通过自动气象站的通信协议转换层, 实现了自动气象站与变电站自动化系统的无缝联接。研究了变电站自动气象站电磁干扰问题, 提出了自动气象站抗干扰措施。实际系统建设运行结果表明, 该方案结构简单, 可靠性高, 具有较高的实用价值。

**关键词:** 自动气象站; 变电站自动化系统; 集成方案

## Design and realization of power automatic weather station integration network system

ZHANG Ya-tao<sup>1</sup>, ZHAO Hong<sup>1</sup>, WU Hong-bo<sup>2</sup>, GUO Zhi-hong<sup>3</sup>

(1. Henan Nanyang Power Supply Company, Nanyang 473009, China; 2. Henan Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou 450000, China; 3. Henan Anyang Power Supply Company, Anyang 455000, China)

**Abstract:** This paper analysis the system architecture of automatic weather station and substation automation system and electromagnetic interference problem of automatic weather station, put forward a new integration scheme and anti-interference measures of automatic weather station. From the transfer story of communication protocol, the seamless connection of automatic weather station and substation automation system is realized. This system has a simple construction, high reliability and higher practical value.

**Key words:** automatic weather station; substation automation system; integration scheme

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)24-0079-04

## 0 引言

气象已经成为影响电力建设与运行的重要因素之一。变电站和线路建设、电力负荷预测、电煤运输、水库调度、电网综合调度、电力污闪事故发生、导线覆冰都与天气条件有紧密的关系。极端气候条件会给电网造成巨大破坏。例如 2008 年冬季, 我国南方长时间的低温严寒与雪灾, 雪灾覆冰造成高压输变电铁塔倒塌, 变电站破坏, 其中贵州全省 500 kV “日” 字形环网被完全破坏, 全省进入大面积一级停电事件应急状态。多个城市地区电力供应中断, 铁路交通运输中断, 气温骤降电厂用煤告急。气象条件是影响电力负荷的主要因素之一。极端气候条件下, 如夏季高温、冬季严寒, 用电量会急剧攀升, 甚至会超过电网的承载能力而跳闸停电。其中温度是影响电力负荷指标的主要气象因子。电力污闪事故的发生与天气条件有紧密关系。由于污闪是发生在工频运行电压下, 开关自动重合闸的成功率较低, 容易造成大范围停电, 污闪造成的事故在电网事故中占很大比例, 造成的损失特别严重。研

究结果表明, 地面逆温现象、降水、空气相对湿度、雾、雾凇、雨凇等都与污闪有紧密关系。

及时准确地对天气进行预报, 就能够提前采取相应措施, 能够最大限度降低甚至避免极端对电网的破坏, 减少损失。根据气象因子, 对电力负荷尤其是短期负荷进行预测, 对电力系统的生产安排、经济调度和安全运行都起着十分重要的作用。

建设电力自动气象站网络系统, 对各区域气象进行实时监测, 对保障电力设备安全高效运行具有重要意义。

自动气象站与电力系统分属于两个不同行业的系统, 其系统构架、通讯规约与运行环境均有所不同。因此自动气象站与电力系统的集成与网络建设需要解决诸多技术问题。

## 1 自动气象站

自动气象站用于自动地观测和存储气象观测数据, 能够自动采集气压、温度、湿度、风向、风速、雨量、蒸发量、日照、辐射、地温等全部或部分气象要素。自动生成编发各类气象报告。按《地面气

象观测数据文件和记录簿表格式》形成观测数据文件。实现通讯组网和运行状态的远程监控。

自动气象站由硬件和系统软件组成，遵守气象行业《地面气象观测规范》标准。硬件包括传感器、采集器、通讯接口、系统电源、计算机等，系统软件有采集软件和地面测报业务软件。

自动气象站常用的传感器有：气压：振筒式气压传感器、膜盒式电容气压传感器；气温：铂电阻温度传感器；湿度：湿敏电容湿度传感器；风向：单翼风向传感器；风速：风杯风速传感器；雨量：翻斗式雨量传感器；蒸发：超声测距蒸发量传感器；辐射：热电堆式辐射传感器；地温：铂电阻地温传感器。气象数据采集器是自动气象站的核心，其主要功能有数据采集、数据显示、数据处理、数据存储、实时时钟、参数设定及数据通讯传输。采集软件由厂家提供，基于嵌入式实时多任务操作系统的软件平台，写在采集器中。其主要功能有：(1) 接受和响应业务软件对参数的设置和系统时钟的调整（时钟也可在采集器上直接调整，但必须保证采集器和计算机时钟一致）；(2) 实时和定时采集各传感器的输出信号，经计算、处理形成各气象要素值；(3) 存储、显示和传输各气象要素值；(4) 大风报警；(5) 运行状态监控。

自动气象站业务软件根据地面气象业务的需要编制。其主要功能包括：参数设置、实时数据显示、定时数据存储、编发气象报告、数据维护、数据审核、报表编制，按照《地面气象观测数据文件和记录簿表格式》形成统一的数据文件等。

自动气象站，用于对风向、风速、雨量、气温、相对湿度、气压、太阳辐射气象要素进行全天候现场监测。自动气象站由气象传感器、通风防辐射罩风杆支架、气象数据采集器、电源系统、通讯系统、气象网络软件与数据库等部分构成。

## 2 自动气象站网络

由一个中心站、若干个自动气象站通过有线或无线通信电路和组网软件组成自动气象站网。主要

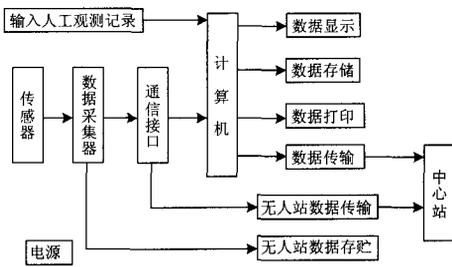


图1 自动气象站网络系统框图

Fig.1 The system diagram of automatic weather station network

功能有：自动观测各气象要素、编制和存储各类气象报告和观测数据文件、建立气象观测数据库、实现气象观测报告和观测数据文件的自动传输、调用、实时控制及对系统运行的状态远程监控。

## 3 电力自动气象站网络集成方案设计

### 3.1 变电站自动化系统简介

变电站综合自动化系统通常由计算机监控系统、通信控制单元、远动装置、线路和变压器测控装置、通用测控装置、保护测控装置、变电站成套微机保护装置等构成。变电站综合自动化系统采用基于嵌入式实时多任务操作系统的软件平台，开放式系统，系统设备支持主备冗余配置，采用商用数据库管理系统。变电站综合自动化系统一般具有如下功能：

#### (1) 监视功能

1) 数据采集(状态量、交/直流模拟量、脉冲量)与处理功能；2) 报警及事件记录功能；3) 历史数据记录功能；4) 图形功能；5) 显示及打印功能；6) 报表功能。

#### (2) 组态功能

1) 系统配置组态功能；2) 图形组态功能；3) 数据库组态功能；4) 基于 IEC1131-3 标准的 PLC 控制功能组态。

#### (3) 通信功能

1) 具有多个支持多种介质及多种网络的通信接口 (RS232、RS422、RS485、CAN、LONWORKS、以太网、电力载波、电缆、光缆、无线等)；2) 与测控单元的高速网络数据通信功能；3) 与多种微机保护的通信功能；4) 与多种智能设备的通信 (微机直流系统, 智能电度表, 智能消防报警, GPS 等) 功能。

### 3.2 集成方案

自动气象站与电力系统集成通常采用气象数据库共享的方式，即气象站服务器使用自动气象站业务软件从气象站中读取气象要素数据，存储在气象服务器的数据库中，再使用专门的软件从气象数据库中读取气象数据，通过网络传输到电力中调数据库中，供分析处理使用。这种方案要求为每个自动气象站配置一台专用气象服务器和气象业务软件，结构复杂，成本高。我们提出了一种新的系统集成方案，即将自动气象站作为终端设备，通过与变电站自动化系统通讯，直接接入变电站自动化系统中，这种方案结构简单，运行维护成本低。要实现自动气象站与变电站自动化系统之间的通讯，必须要解决两种不同系统之间的互联技术问题。

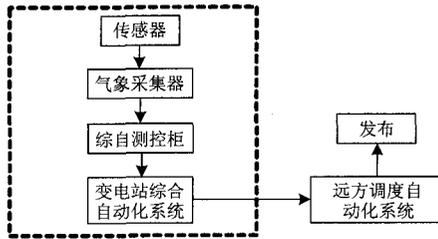


图 2 电力自动气象站系统框图

Fig.2 The system diagram of power automatic weather station

### 3.3 通信接口和通信协议

由于自动气象站与变电站自动化系统均具有 RS232/485 标准通讯端口,因此在通讯硬件上可直接互联。自动气象站通讯协议遵守《地面气象观测规范》,与变电站自动化系统的 modbus 协议不兼容,我们定义了自动气象站 modbus 协议转换层协议,其功能是将自动气象站通讯协议转换成标准 modbus 协议。

我们采用的 PH 气象站通讯使用 RS-232C 串行接口。RS-232C 串行接口设置为:波特率 9 600 bps、无校验位、8 位数据位、1 位停止位。气象站通讯协议遵循 modbus 通讯协议,使用 modbus 的 RTU 模式,通信使用主-从技术,即主设备(气象计算机)发送查询消息帧,从设备(气象站)根据主设备的查询消息帧返回应答消息帧。一个消息帧由地址域、功能域、数据域和 CRC 检测域等 4 个域构成。

自动气象站与变电站自动化系统通信包含下列三点:

1) 读取自动气象站检测的实时温度、湿度、风速、风向等气象要素值。

2) 读取存储的历史纪录数据。在由于通讯故障导致实时气象数据丢失,计算机可以下载历史纪录,对气象数据进行补录。

3) 读取设定系统时钟、历史纪录定时时间以及其他系统参数。

计算机读取气象站数据使用功能码 03,计算机设置气象站参数使用功能码 10,数据域格式如下:

数据域长度为 18 byte,包含当前时刻的温度、湿度等气象要素值。

温度 (10 倍) / (°C)	湿度 (10 倍) / (%)	气压 /Pa	雨量/次
2 字节	2 字节	2 字节	2 字节

风速 (10 倍) / (m <sup>-1</sup> s)	风向	辐射/ (w/m <sup>2</sup> )	土壤温度 / (°C)	土壤湿度 / (%)
2 字节	2 字节	2 字节	2 字节	2 字节

空气温度、空气湿度、土壤温度、土壤湿度、风速等气象环境参数为一位小数点浮点数,通讯中将其数值乘以 10,变换成整数。一个字由两个字节组成,数据高字节在前,低字节在后。

自动气象站 modbus 协议转换层使用 C 语言开发,通过在自动气象站数据采集其中增加 modbus 协议转换层,自动气象站可以实现标准 modbus 通讯,从而可以与变电站自动化系统直接通讯。变电站自动化系统可以直接读取自动气象站的实时以及历史气象要素值,设定自动气象站的实时时钟,以及其他系统参数。变电站自动化系统将读取到的气象要素数据通过自动化通讯网络传输到调度室。供显示、分析处理,实现了自动气象站与变电站自动化系统的无缝集成。

## 4 自动气象站的电磁兼容性

变电站在电力系统中,是一次设备和二次设备最集中的场所,系统运行方式的变化,开关的动作,雷电流的出现以及二次回路电缆间的电磁耦合都会对二次回路产生干扰。自动气象站通常运行于较为空旷的地区,周围环境电磁干扰较小,因此自动气象站的气象传感器、气象数据采集器、电源的抗干扰能力较弱。因此要对自动气象站的电磁兼容性进行研究,提高自动气象站的抗干扰能力,保障自动气象站在变电站的可靠运行。

### 4.1 变电站的电磁干扰种类

#### (1) 谐波干扰

电力系统是由电感、电阻和电容组成的网络,在一定的参数配合下可能会对某些参数频率产生谐振,会在自动气象站上产生高次谐波感应电压、感应电流。当此电压和电流超过某一数值时,会对自动气象站工作造成影响或毁坏。

#### (2) 开关操作引起的干扰

开关操作引起的干扰是自动气象站所受到的最主要干扰。当线路或者变压器发生短路故障时,将感应出很高的脉冲电压和高频振荡电流,将使自动气象站的传感器信号受到干扰,影响自动气象站的测量精度。

#### (3) 雷击干扰

当雷电击中变电站后,大电流将经由接地点泄入地网,使接地点电位大大升高。若二次回路接地点的电位靠近雷击大电流的接地点,则二次回路接地点的电位将随之升高,会在二次回路中形成共模干扰,形成过电压,严重时会造成二次设备绝缘击穿。

### 4.2 变电站自动气象站抗干扰措施

(1) 屏蔽措施

气象传感器信号线屏蔽: 气象传感器到气象数据采集仪的信号线用屏蔽线, 并且屏蔽层采用两端接地。

(2) RS485 通讯线屏蔽

现场自动气象站数据采集器将传感器传来的气象数据通过 RS485 信号线传输给变电站控制室的电力自动化设备, 通讯距离达到数十乃至上百米。由于施工条件限制, 通讯线常常需要与强电电缆共用电缆沟, 这意味着通讯线与强电电缆并行数十米。由于干扰严重, 现场测试时, 自动气象站与控制室内的电力自动化设备之间的通讯时断时续。我们将通讯线改成双层屏蔽线, 且在电缆沟内进行多点接地, 有效地避免了通讯干扰。

(3) 机箱屏蔽

气象数据采集器、电源等设备放置在电磁屏蔽良好的金属材料机箱内, 并且作接地处理。机箱接缝、开口处采用电磁密封衬垫, 防止电磁泄漏干扰。

(4) 信号变送措施

自动气象站有许多传感器属于微弱信号, 比如采用热电堆材料制成的太阳总辐射传感器输出信号为 uV 级电压信号, 采用自动气象站配备的屏蔽线, 一点接地, 经过在变电站实地测量, 信号线上叠加的干扰电压仍能达到 mV 级, 当太阳总辐射较弱时, 干扰电压会将信号电压完全湮没。为了解决这个问题, 我们设计了专用信号变送器, 将 uV 信号变送成 4~20 mA 电流信号, 同时尽量缩短 uV 信号线, 有效地解决了气象传感器微弱信号的传输问题。

5 结束语

我们选用 PH 自动气象站, 在 PH 自动气象站气象数据采集器中增加自动气象站 modbus 协议转换模块, 实现了 PH 自动气象站 modbus 协议的兼容。采用屏蔽、信号变送等方法, 解决了自动气象站的电磁兼容性问题。解决了自动气象站的电磁兼容性问题。目前在我公司 2 个 500 kV、9 个 220 kV 变电站建立了自动气象站, 并在不同变电站中实现了与许继、南京南瑞科技、深圳南瑞等不同厂家变电站自动化系统的直接通讯; 所采集到的气象数据全部传输到地调调度自动化系统, 并显示在调度员值班台屏幕上; 同时在调度自动化系统平台上对采集的各变电站气温、风力和雨量数据进行采样, 依据气象发布预警标准, 按照红色、黄色、橙色形成气象数据告警系统运行稳定, 为调度员电网实时调度提供依据, 该系统投运以来取得了良好的效果。

在此基础上, 我们计划建立电力负荷预测决策支持系统, 根据采集到的气象数据预测电路负荷, 为电力调度科学决策提供依据; 同时计划建立污闪预测系统, 探索污闪事故发生规律, 预防污闪事故的发生。

参考文献

[1] 张宏刚.基于气象因素粗糙集理论的负荷预测方法[J]. 电力系统及其自动化学报, 2004,16(4): 59-62.  
ZHANG Hong-gang. Load Forecasting Based on Rough Set of Weather Factors[J]. Proceedings of Electric Power System and Automation, 2004,16(4): 59-62.

[2] 武建华.电力气象在线服务的需求分析与系统设计[J]. 内蒙古电力技术, 2004, 22(3):11-13.  
WU Jian-hua. Demand Analysis and System Design on Electric Power Meteorology On-line Service[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2004, 22(3):11-13.

[3] 张元芳, 关根志. 变电所一次线对二次线电磁干扰强度的计算[J].中国电力,1997,(1): 11-14.  
ZHANG Yuan-fang, GUAN Gen-zhi. Calculation on the Electro Magnetic Interference Intensity Caused by Power Line on the Secondary System in HV Substation. ELECTRIC POWER, 1997,(1): 11-14.

[4] 姜勇.电力系统中短期电力负荷预测方法简介[J].东北电力技术, 2002,19(8):49-52.  
JIANG Yong. Short-Term Load Forecasting Method in Power system[J].Northeast Electric Power Technology. 2002,19(8): 49-52.

[5] 谢宏. 短期电力负荷预测的数据主成分分析[J]. 电网技术, 2000,24(1):43-46.  
XIE Hong. Principle Component Analysis of Data Processing for Short-Term Load Forecasting[J]. Power System Technology, 2000,24(1):43-46.

[6] 潘峰.考虑气象因素的 SVM 方法在短期电力负荷预测中的应用[J].华东电力, 2007, 35 (11): 86-89.  
PAN Feng. Application of Weather Factor-considered SVM Method to Short-term Load Forecast[J]. East China Electric Power, 2007, 35 (11): 86-89.

收稿日期: 2008-10-08; 修回日期: 2008-10-29

作者简介:

张亚涛(1971-)男, 本科, 高级工程师, 从事电力系统继电保护工作。

赵红(1968-), 女, 本科, 高级工程师, 从事电力通信及自动化技术工作;

武红波(1976-), 女, 本科, 从事电力系统自动化技术和管理工作的。