

封面展示



2013 年第05期

www.bmeep.com.cn

出版: 香港捷玛国际出版中心

编辑: 《建筑机电工程》杂志社

社长: Jim G. B. Han(加拿大)

编委会主任: 花铁森

编委副主任: 贺智修

编委会顾问: 陈怀德 陈振明 程大章 崔长起
龙惟定 方汝清 李兴林 鲁宏深
潘德琦 瞿二澜 寿炜炜 唐祝华
王瑞官 王元恺 温伯银 吴达金
吴祯东 吴成东 肖睿书 俞丽华
张飞碧 张渭方 赵姚同 赵济安
郑大华 诸建华 周国兴 左亚洲

编委会委员: 程宏伟 范强强 方玉妹 冯旭东
归谈纯 郭筱莹 何 焰 李国章
邵民杰 王 健 王志强 武 广
夏 林 徐 凤 姚国樑 叶大法
张海宁 周明潭

主 编: 花铁森

副主编: 姜文源 陈众励 陈汝东

本期特约执行主编: 田建强

地址: 香港湾仔轩尼诗大道139号中国海外大厦10楼

上海联络外电话: 86-21-34613501

编辑部信箱: bmee2004@msn.com

国际标准刊号: ISSN 1812-2353

出版日期: 12月18日

定 价: 15港币

案例透析

建筑电气设计中的新能源与建筑设备监控系统节能应用技术

文 / 鲁维德

建筑电气设计中的新能源与建筑设备监控系统节能应用技术

鲁维德

摘要: 本文主要对建筑电气设计中开发利用新能源及建筑设备监控系统重要节能技术与应用作研讨。

关键词: 太阳能与风力发电 光伏系统 逆变器 嵌入式工控机

建筑节能是我国一项长期的国策, 作为工程设计中从采用新技术、开发利用新能源与建筑设备监控以及建筑照明等几个方面作出安排。这是为什么呢? 在民用建筑中, 如空调用电、照明用电、给排水等设备用及其他设备用电等项目是建筑用电的“大户”, 其电能消耗尤为甚大。由此可知建筑电气设计中的节能具有很大潜力。需要指出的是在该建筑领域, 公共建筑的年耗电量却比住宅要高出许多, 尽管公共建筑面积比住宅要少, 但其耗电量却占到了主要的份额。为此作为工程技术人员, 在建筑节能方面所能做到的就是: 节电、环境保护。于是在建筑电气设计中应从以下几个方面作出努力: 采用新技术开发和利用新能源; 采用建筑智能化技术中的建筑设备监控系统; 采用高效、低能耗的设备, 提高能源的利用效率, 从而进一步降低能耗。

值此本文将对建筑电气设计中开发利用新能源及建筑设备监控等二大重要节能技术与应用作研讨。

而对于开发利用新能源问题, 以太能与风力发电二种新技术开发与应用说明。因对于我们来说, 太阳能与风力发电是一种取之不尽, 用之不竭的清洁能源, 值得应用和推广。

1 太阳能光伏组件及太阳能光伏系统技术及其太阳能逆变器系统应用

全球范围内能量的未来获取方式是一个新兴的焦点问题。矿物燃料的多个替代解决方案已经展开研究, 并将全球各地区进入了工业化的生产过程光伏并网发电是将太阳能电池阵列所发出的直流电转变为交流电馈送电网, 是太阳能发电走向可持续发展的必由之路。

太阳能是最广泛的替代能源之一, 其重点放在光伏(PV)系统的交付上。这包括用于电力公用事业、商用建筑以及个人住宅的高性能太阳能逆变器。逆变器是整个太阳能系统的关键部件。其可将PV电池的可变DC电压输出转换成清洁的50或60 Hz正弦电流, 适用于商用电网或本地电网供电。

太阳能光伏组件及太阳能光伏系统, 其产品生产从单晶硅棒、硅片、电池片到组件, 并在系统工程的设计与集成获得了迅速发展, 并在新能源发电、电力、通信、消防、航空和车船等领域获得广泛应用。

*太阳能光伏技术基本理念

太阳能是各种可再生能源中最重要基本能源, 通过转换装置把太阳辐射能转换成电能利用的属于太阳能发电技术, 光电转换装置通常是利用半导体器件的光伏效应原理进行光电转换的, 因此又称太阳能光伏技术。而光伏电池的基本特征为: 当光线照射太阳能电池表面时, 一部分光子被硅材料吸收, 光子的能量传递给了硅原子, 使电子发生了跃迁, 成为自由电子在P-N结两侧集聚形成了电位差, 当外部接通电路时, 在该电压的作用下, 将会有电流流过外部电路产生一定的输出功率。这个过程的实质是: 光子能量转换成电能的过程。图1(a)为光伏电池框图。

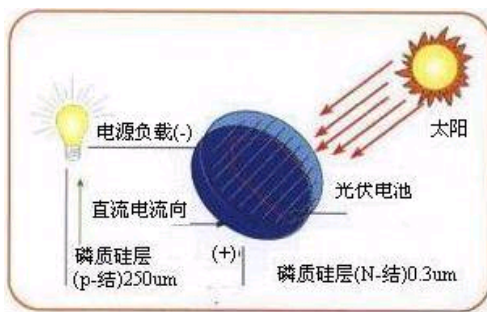


图 1(a)为光伏电池框图

*光伏发电系统的构成与类型

一套基本的太阳能发电系统是由太阳能电池板、控制器、逆变器和蓄电池构成。光伏发电系统有两大类: 并网发电和独立发电。而并网发电系统为太阳能电池方阵发出的电经过并网逆变器将电能直接输送到交流电网上, 或将太阳能所发出的电经过并网逆变器直接为交流负载供电, 图1(b)为并网发电系统组成框图; 而独立发电系统为太阳能电池方阵发出的电经蓄电池充电并经过逆变器直流转换成交流电, 图1(c)为独立发电系统组成框图。

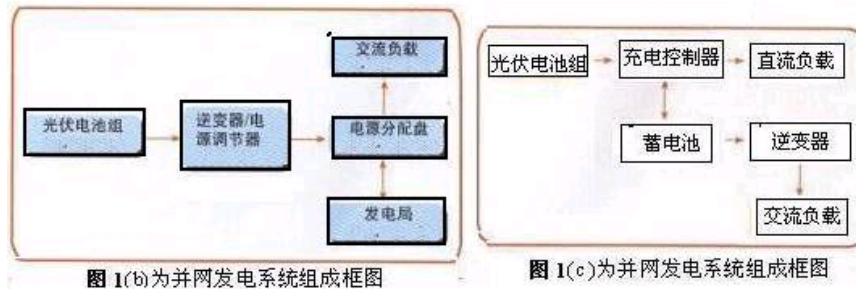


图 1(b)为并网发电系统组成框图

图 1(c)为并网发电系统组成框图

应该说太阳能光伏系统可在太阳能风力发电控制器、逆变电源、并网逆变电源等多种绿色能源得到广泛应用。值此重点先对数字信号控制器(DSC)技术在太阳能逆变器中应用作分析。

1.1 太阳能逆变器系统应用方案

*太阳能逆变新技术

作为光伏并网发电系统(如组合型),整个系统由控制系统和功率主电路两部分组成。功率主电路使用大功率智能功率模块IPM, 控制系统以DSP为核心, 检测直流侧及网侧的电量信号, 通过最大功率寻优, 电压、电流调节, 以及空间矢量PWM波形发生控制, 向功率驱动回路发出控制指令, 将太阳能直流转换单元输出的直流电变换成交流电, 并回馈至电网。

而太阳能并网逆变器是并网发电系统的核心部分, 其主要功能是将太阳能电池板发出的直流电逆变成单相交流电, 并送入电网。为此有必要对逆变电源技术特征作说明。

它是将直流电转变为交流电的装置, 是太阳能或风力发电系统的核心部件, 图2为其工作原理框图。

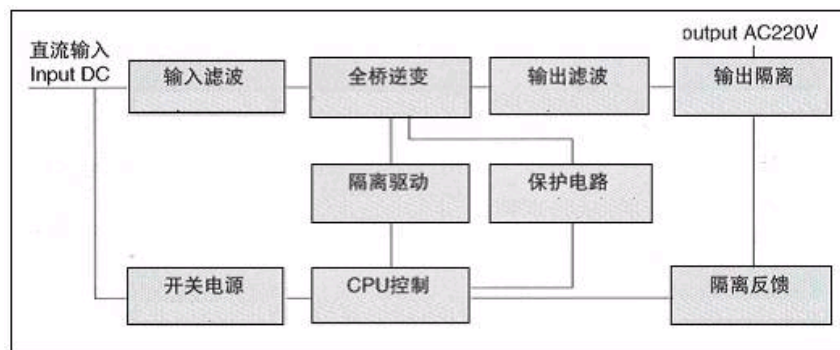


图2为逆变电源基本工作框图

*其性能特点为: DSP芯片控制, 智能功率模块组装, 纯正弦波输出, 输出稳压、稳频; 具有过压、欠压、过载、短路、输入极性接反等各种保护功能, 而逆变效率 $\geq 85\%$, 具有交流旁路功能, 输入输出优异的EMI / EMC指标, 可配备RS232 / 485接口, 是高可靠性、高效率。

1.2 太阳能并网逆变电源开发是重点

其基本设计方案可通过下述框图3(a)表示:

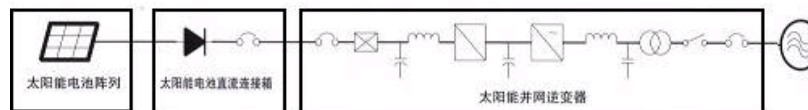


图3(a) 太阳能并网逆变电源基本设计方案框图

其性能特点为: DSP芯片控制, 智能功率模块组装; MPPT(最大功率点附近, 即MPPT工作方式)控制, 适时追踪太阳能电池板的最大输出功率; 纯正弦波输出, 自动同步并网, 电流谐波含量小, 对电网无污染、无冲击; 具有扰动检出技术, 实现运行控制; 采用LCD、LED显示功能,其保护和报警功能齐全; RS232 / 485通讯, 实现远程数据采集和监视; 具有并网 / 独立运行功能。

技术指标参数(例如1KW-50KW)如下: 输入直流电压(200V-400V), 输出谐波失真率 $\leq 5\%$, 过载能力150%、10秒, 逆变效率 $> 92\%$, 使用环境温度 $-25 \sim +55^{\circ}\text{C}$ 。

1.3 DSC为控制系统的太阳能并网逆变电源设计方案

由于DSP芯片是DSC核心部件, 所以太阳能并网逆变电源设计方案是基于DSP技术的太阳能并网逆变电源设计方案。值此以TMS320C2000TM DSP为典型应用作分析, 因为以TMS320C2000TM DSP的平台能够最佳地响应太阳能逆变器多条实施线路的实时挑战。该TMS320C2000TM, 内核32位CPU以150MHz的最高频率运行, 能够高效地执行在最大功率点下操作面板所需的高精度算法, 可确保最高的电源转换效率, 甚至在最苛刻与不断变化的条件下也是如此。其DC / AC转换器主桥的驱动由TMS320C 2000器件高度灵活的PWM模块执行并与片上高速12位ADC配合使用, 调节所需的电流与电压, 从而获得最常见的正弦波形。图3(b)以TMS320C2000 DSP为控制系统的太阳能并网逆变电源设计方案示意框图。太阳能并网逆变电源设计方案由控制系统和功率主电路两部分组成。

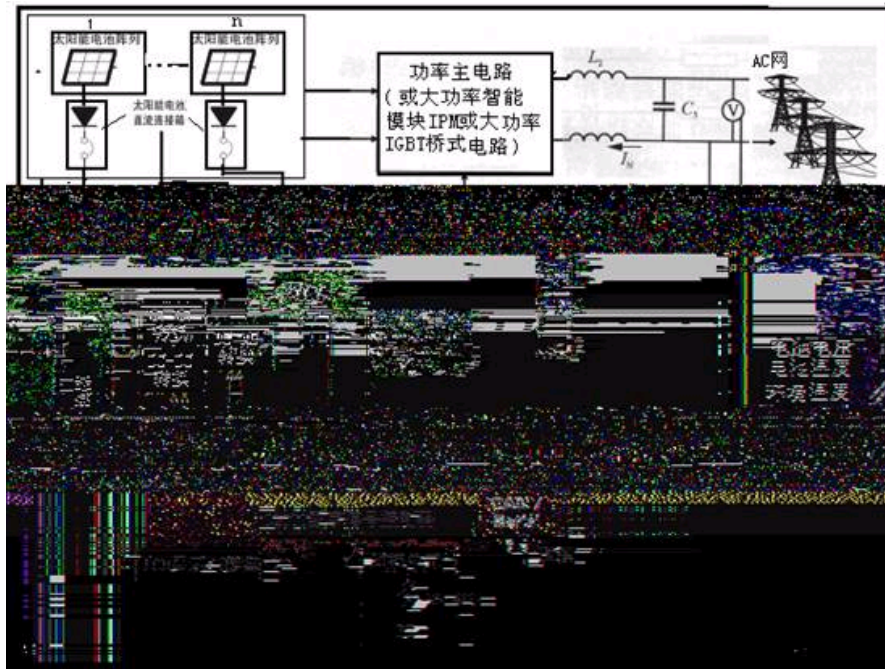


图3(b)以TMS320C2000 DSP为控制系统的太阳能并网逆变电源设计方案示意框图

其控制系统能的工作简介:当控制电路上电后,首先检测电网参数和光伏电池的电压,当网压正常,全桥逆变器工作在PWM整流器状态,中间电压为400V左右。逆变器工作过程中,由控制芯DSP检测中间电压、并网电流,如果中间电压过高或者并网电流超过最大电流时,由控制芯片封锁全桥逆变器和Boost升压斩波器的开关管控制脉冲,同时断开继电器。延时一段后再尝试重新启动,若故障仍然存在,则断开逆变器,DSP能快速响应命令。

太阳能电池输出的最大功率随着光照强度和温度的变化而变化,系统的最大功率跟踪由前级Boost升压斩波器控制,为实现与电网电压同频同相的并网电流,其由后级全桥逆变器控制。他们的控制都是由DSP芯片TMS320C2000协调完成逆变器的设计。太阳能并网逆变器是并网发电系统的核心部分,其主要功能是将太阳能电池板发出的直流电逆变成单相交流电,并送入电网。由此可知它DSC为控制系统的太阳能并网逆变电源设计方案最适用太阳能等绿色能源领域。

1.4 太阳能发电系统应用

太阳能发电系统它的利用不仅解决我国目前八千万无电居民的用电问题,而且可能改善了目前全球日趋严重的环境污染问题。除此之外,它的利用给用户带来巨大的经济效益。太阳能风能发电系统多为直流电源或交直流电源供电系统。其直流电源系统(见图4所示)。它是利用太阳能电池将光能转化为电能,通过太阳能电源控制器向蓄电池充电,同时将蓄电池的电能供给直流负载。

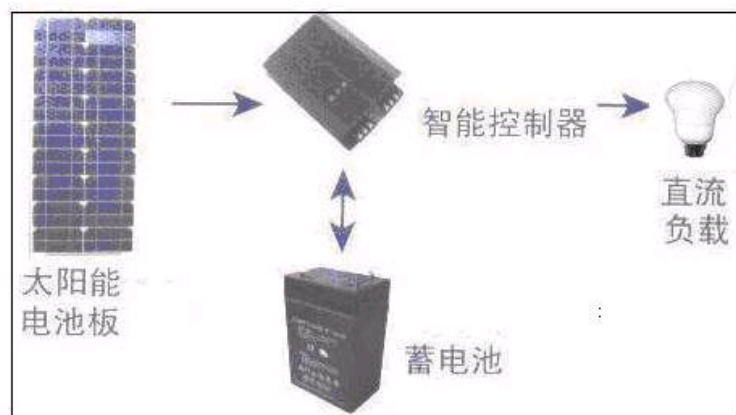


图4属太阳能风能发电系统的直流电源系统示意框图

而交直流电源系统是太阳能电池将光能转化为电能,通过太阳能电源控制器向蓄电池充电,同时蓄电池通过太阳能电源控制器向直流负载和逆变电源提供电力,逆变电源再将交流电力提供给交流负载。

2 风力发电为建筑电气节能开辟了新途径

目前,利用风力发电已成为风能利用的主要形式,受到世界各国的高度重视,而且发展速度最快。风能产业作为一个新兴的有前景的高新技术产业

风力发电有三种运行方式:一是独立运行方式,通常是一台小型风力发电机向一高层或几幢高层建筑用户提供电力,它用蓄电池蓄能,以保证无风时的用电;二是风力发电与其他发电方式(如柴油机发电)相结合,向一个高层建筑区、社区、单位或一个村庄或海岛供电;三是风力发电并入常规电网运行,向大电网提供电力,常常是一处风电场安装几十台甚至几百台风力发电机,这是风力发电的主要发展方向。而兆瓦级风力发电技术早已开始研发。

应该说,国内风电设备制造行业的迅猛发展,而风机电控系统的快速、可靠性和稳定性很大程度上决定了

一款风机的成功与否，所以它是风力发电应用技术的核心部件。而电控系统的性能主要取决于所选方案和所采用的零部件。

故主要对风力发电控制系统基本架构与风力发电应用中的电控系统及其新型控制器选择和应用作分析说明。

2.1 风力发电控制系统基本架构

*系统构成

图5为风力发电控制系统网络拓扑图。从图5所知，风电机组电控系统是对风电机组自动启动、停机、平稳并网、双速切换、自动对风、数据检测和处理、故障记录及自动保护等就地控制功能。风电厂由三部分组成：现地控制部分、中央集控部分与通信部分。根据不同风机的应用通信部分分为两部分：风机与风机间或风机与控制中心的网络通信部分与风机内部控制通信部分。

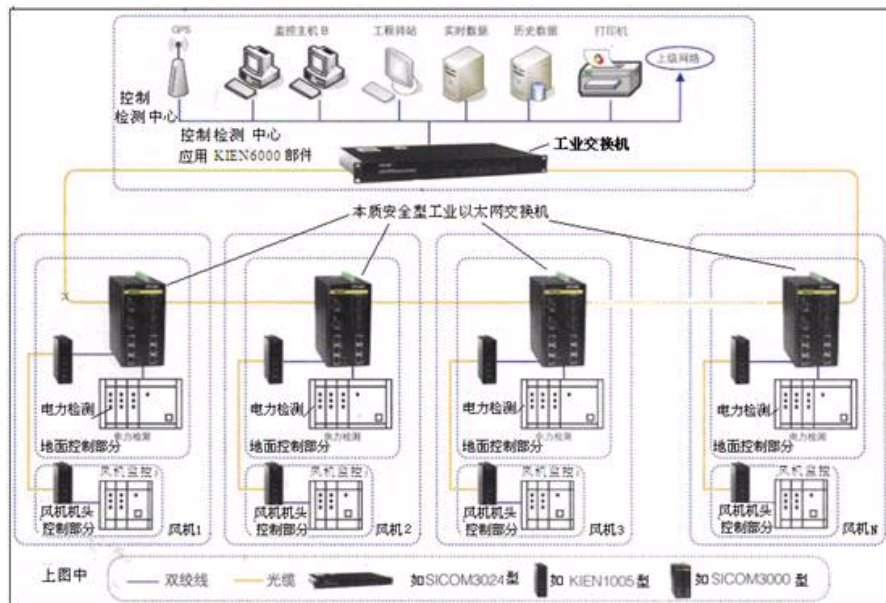


图5为风力发电控制系统网络拓扑图

*网络结构及其系统主要部件与功能

也从图5可知，风电作为典型的分布式控制系统，采用光纤及工业交换机组成环形网络结构，要求网络设备可以在高粉尘、高寒、高热、强电磁环境中运行，实现宽带、可靠稳定的传输风机的各种参数。

其系统主要部件与功能如下：

- **SCOM3024**是专门针对电力系统高等级变电站设计的工业交换机。主要应用在220KV、500 KV、700 KV超高压变电站继电保护系统中。

- **S1COM3000**系列：卡轨式，提供3个1000M端口，6个10 / 1000Base-TX接口，支持WEB管理，Tclnet, SNMP，基于SNMP的网管。RMON、DT-ring2.0、RSTP、MSTP功耗小于5.6W，为本质安全型工业以太网交换机。

- KIEN1005风机机头控制器，应用于风机内部的控制通信部分。

- 又采用了SCOM3000、KIEN2032、KIEN6000部件，其应用为：与风机与风机间或风机与控制（检测）中心的网络通信部分；其KIEN6000部件应用在控制中心，完成风场SCOM3000等工业交换机数据落地，同时启用三层功能，与上级网络隔离。

*关于风电场的监控系统

由于风电场单机容量小，数量多，为了确保各台风力机的安全运行，风电场设置有先进的计算机监控系统，该系统一般由地面监控（或称就地监控-LCS）（可从图5看出）和中央监控(CMCS遥控)两部分组成，其中就地监控主机可使用工控机（如ARK3382型），就地监控包括如下功能：

- *运行人员可以从就地控制盘前计算机屏幕上了解到的各台风力机的运行状况，如：该风力机处风速、发电机电压、电流、功率因数、主轴转速、齿轮箱及轴承温度等等。

- *可以通过控制盘上的键盘，方便地修改风力机的保护定值，如过压保护整定范围，频率保护整定范围，风速极限值的修改等等。

- *该控制系统能根据自己所检测到的风速、风向情况自动发出开机寻找风向(即自动偏航)或停机的控制命令，同时还能进行自我诊断风力机是否存在故障是否需要停机。该系统还能对电网进行检测，如发现电网电压、频率工作不正常则立即停机，待电网恢复正常后自动启动。

- *该控制系统具有先进的记录功能，能记录所有发生过的故障或不正常运行状态，并告诉运行人员发生故障的时间。该系统还能进行产量报告，能记录该风力机的月发电量，及累计发电量和运行小时数。

中央控制系统设在控制室内，通过监视器我们可以了解到整个风场各台风力机的运行状况。中央控制系统除主机外，还有一套备用设备，可供主机故障时投入，可随时向人们提供所需的报告。

2.2 嵌入式无风扇工控机ARK3382型作为控制器在风力发电中的应用

*ARK3382嵌入式无风扇工控机为风力发电系统的前端（控制器）--电控系统的核心应用

控制器是整个风电机组电控系统结构中的核心，控制器主要任务是控制风机根据风能的变化调整输出，以

及风机在运行过程中的各种数据检测、系统保护、通讯等功能。整个控制系统的输入点数并不多，一般不多于300点。就是说，各种采集信号及控制信号通过工业以太网汇总到其中最前端的数据汇总处理机—控制器。值此选择了研华ARK3382系列嵌入式无风扇工控机为控制器。ARK3382可以提供4个以太网的接口，在前端可以汇集更多的数据，在网络方面可以采用链路聚合以及LAN Bypass的网络技术（图6中黑色箭头所示），有效地提高了网络的传输效率和传输的可靠性。图6为ARK3382嵌入式无风扇工控机为风力发电系统的前端与网络技术应用示意框图。

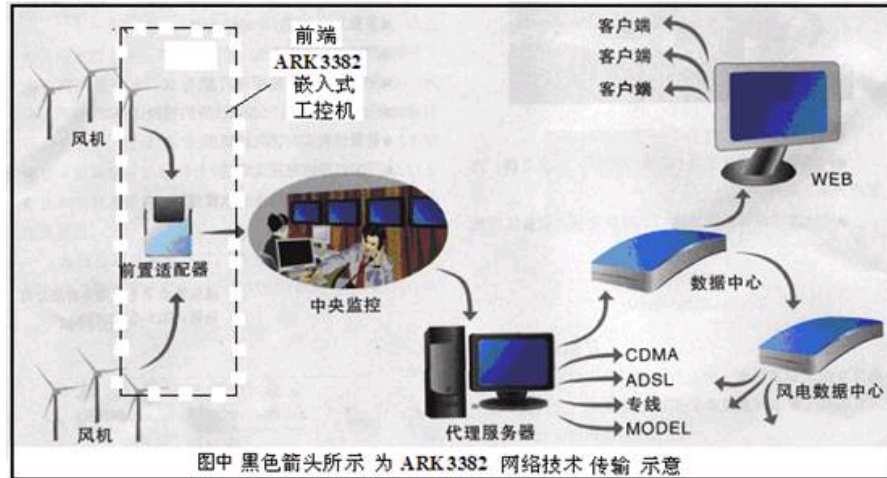


图6为ARK3382嵌入式工控机为风力发电系统的前端与网络技术应用示意框图。

ARK3382能够提供3个以上的网络接口，有良好的兼容特性，可以和下游的设备组成有机的连接。主频必须1G以上的，并且能够配合用户的程序稳定的运行。2个RS—232的接口，一个USB的接口。尺寸要求能够放在风机的设备里面，重量轻。AT供电模式，直流供电，不能干扰其他的设备。

由于设备要在风塔内运行，风塔内的环境比较严苛，要求温度—20到60度，抗灰尘，无风扇设计，24小时不停机运行。要求带一个15寸监控屏，直流供电。

3 建筑设备监控系统系统应用

3.1 问题的提出

随着计算机技术、控制技术及网络技术的发展，应用建筑设备监控系统对空调、冷热源、通风、给排水、变配电、照明、电梯等建筑设备实现状态监视和控制已不再困难，对建筑物内部的能源使用、环境及安全设施进行管理，提供一个既安全、节约能源、又舒适的工作或居住环境，大大提高了大厦管理的科学性和智能化水平。

如今建筑设备监控系统已成为智能建筑中不可缺少的重要组成部分，在智能建筑中占有举足轻重的地位。

3.2 建筑设备监控系统基本架构

建筑设备监控系统控制网络是一个基于网络环境的自动化控制系统，这个控制网络的技术发展，体现在网络体系结构的变化上，从集中式网络到分级分布式网络到完全基于互联网技术的新型全以太网扁平式网络。

建筑设备监控系统控制网络组包括信息管理网络、自动控制网络、现场设备网络以及每种网络应用的各种网络通信协议，见图7所示为建筑设备监控系统控制其本架构示意图。

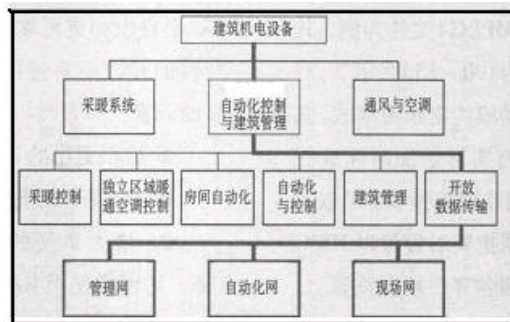


图7为建筑设备监控系统控制其本架构示意图

建筑设备监控系统控制网络体系逻辑结构是三层(虚)，但是，由于运行的软件和硬件不同，控制网络物理层次可以是三层、二层或一层(实)。在管理层，同样，信息系统的逻辑结构是三层(虚)，物理结构则可以是N层、三层、二层或一层(实)。

3.3 实用的建筑设备监控系统方案

符合国际标准ISO / TC 205-WG3(CEN / TC247WG4)三层网络的规定的典型建筑设备监控系统的网络逻辑结构如图8所示，管理网(信息层)、控制网(自动化层)和现场网(仪表层)，每层网络逻辑功能不同、相对独立。网络组物理结构则根据具体产品可以分别变化为三层、二层或一层。

*管理网是采用客户机 / 服务器网络结构的数据中心，称为信息管理层或中央管理工作站，采用以太网，完成设备集中监控以及进行与建筑管理信息网络的集成。管理网连接有各种服务器、客户机、网络接口器。

*控制网是采用分布式网络结构的由DDC直接数字控制器、PLC可编程序控制器、混合控制器HC组成的建筑环境过程控制层。控制层采用各种控制总线(包括现场总线)，完成建筑设备自动化过程控制，控制网连接有各种可以自由编程的通用控制器、网络接口器。

*现场网是采用现场总线网络结构的单元控制和仪表信号层。现场层采用现场总线，完成末端设备自动化控制和现场仪表信息传输，现场网连接有各种专用控制器(嵌入式控制器)、各种现场设备(输入输出模块、变频器、传感器、执行器)、网络接口器。

*采用各种网络接口器用于相对独立的三层网络之间的互连或本层网络的扩展，这些网络接口包括网线中继器、网桥、路由器、网关等接口设备，也可使用嵌入网络通信接口的控制器兼作网络互连的接口器。图8为建筑设备监控系统的应用示意框图。

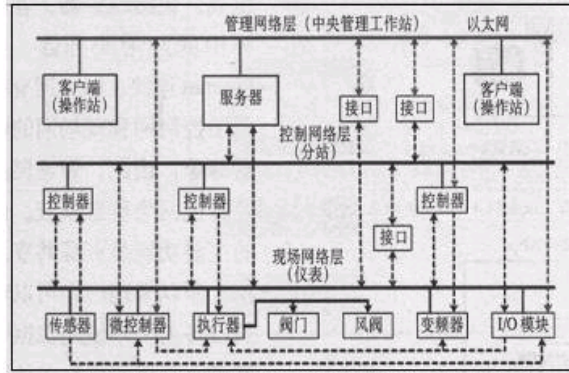


图8为建筑设备监控系统的应用示意框图。

作者信息：鲁维德

艾伦安控创新研究中心

杂志介绍 | 征稿启事 | 编委会 | 宣传服务

版权所有:建筑机电工程杂志社, 本网所有资讯内容、广告信息, 未经本网书面同意, 不得转载。

沪ICP备05061288号 网站制作和维护: 天照科技