

已经看过。2008.7.29

## 建筑设备监控系统产品技术的进展分析

同济大学社区信息化与智能建筑研究中心 王琳 程大章

摘要 本文在介绍智能建筑建筑设备监控系统的基础上，着重对其产品技术的新进展进行分析。

关键词 网络层次 Honeywell Siemens Johnson Controls TAC

### The Progress in Technology of products of BAS

Abstract This paper is focused on analyzing the new progress in technology based on the Building Automation System of Intelligent Building.

Key Words: Network Layers Honeywell Siemens Johnson TAC

#### 1. 引言

建筑设备监控系统（BAS，Building Automation System）是智能建筑的重要组成部分，它通过对冷热源系统、空调系统、送排风系统、给排水系统、照明系统、变配电系统等的控制、管理与协调，实现机电设备管理的自动化，从而改善系统调节品质、提高管理水平、降低运行管理劳动强度、节省运行能耗。建筑设备监控系统采用基于集散型计算机控制系统，也称分布式控制系统（DCS，Distributed Control System），它的特征是“集中管理，分散控制”，即用分布在现场的 DDC 装置完成被控设备的实时检测和控制任务，克服了计算机集中控制带来的危险性。从现场总线（Fieldbus）技术的角度上看，逐渐成熟的现场总线控制系统（FCS，Fieldbus Control System）正在建筑设备监控领域中得到越来越多的应用。

#### 2. 产品技术分析

建筑设备监控系统产品的品牌在国内影响较大的公司有霍尼韦尔（Honeywell）、西门子（Siemens）、江森自控（Johnson Control）、施耐德（TAC）等。本文从系统网络结构、现场控制器及其扩展方式、系统软件对这四家公司的新产品技术进行分析。

##### 2.1 网络结构

目前的建筑设备监控系统主要采用以下三种网络拓扑结构：(1)扁平结构—

Deleted: 楼宇自动化

Deleted: 楼宇自动化

Deleted: 楼宇自动化系统

Deleted: 结构

Deleted: 控制器 系统软件

Deleted: of BAS Products and

Deleted: ies

Deleted:

Deleted: s

Deleted: w

Deleted: of

Deleted: products

Deleted: b

Deleted: a

Deleted: s

Deleted: w

Deleted: BAS n

Deleted: w

Deleted: controller

Deleted:

Deleted: software

Deleted: 楼宇自动化

Deleted: 运行

Deleted: 楼宇自动化

Deleted: 现代控制理论的

Deleted: 和常规仪表控制功能单

Deleted: 随着

Deleted: 不断发展

Deleted: 楼宇自动化

Deleted: 楼宇自动化

Deleted: w

Deleted: 就

Deleted: 楼宇自动化

工作站直接与现场控制设备相连；(2)两层网络结构—上层网络与现场控制总线两层，两层网络之间通过通信控制器连接；(3)三层网络结构—在上层网络与现场控制总线之间增加了一层中间层控制网络，解决由于末端分布范围较广形成的复杂联动控制问题。【这种分类方法有待商榷，关于 BAS 的网络结构，请参看最新国家行业标准 JGJ16—2008 第 18 章第 266 页】

### 2.1.1 Honeywell 公司的 ComfortPoint 系统

ComfortPoint 系统是基于 BACnet 标准开发，在 MS/TP（主从/令牌传递）网络段中采用的是对等网络结构【? MS/TP 有三种通信方式，主从、令牌及混合，例如你的文章中说的“主从”就不是对等网络结构】，即使一台设备发生了故障也不影响其他设备，确保了操作的连续性【什么意思？】。ComfortPoint 系统的模块化控制器数量可随被控设备数量的增加而增加。

ComfortPoint系统结构如图1所示。

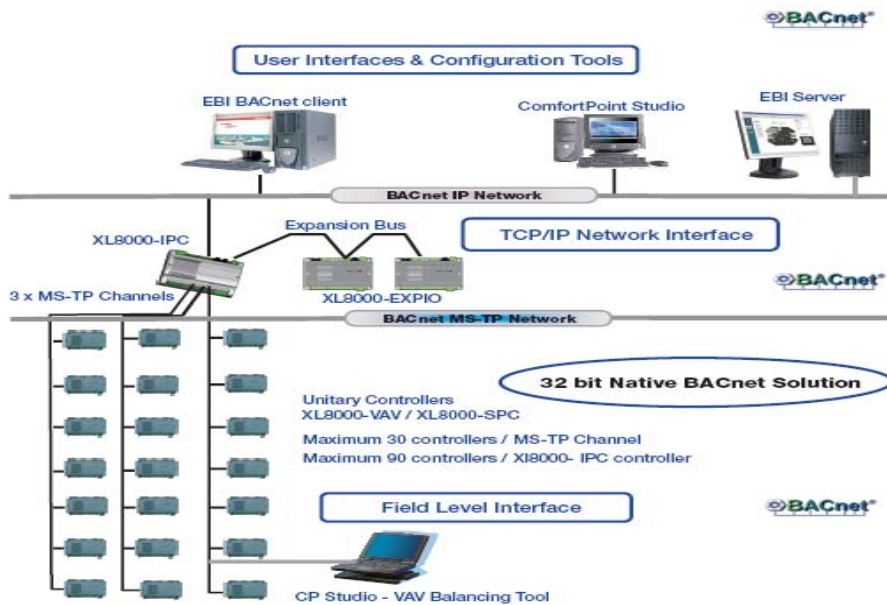


图 1 ComfortPoint 系统结构图

ComfortPoint 系统结构采用的是三层基于 Native BACnet 系统框架。

管理层：是 EBC 系统的服务器和工作站，其信息通道是以太网。

控制层：由可自由编程的 32 位 CPU 的网络控制器 XL8000-IPC 组成，内置 BACnet IP 路由器，实现与管理层的通信，还内置 BACnet MS/TP 路由器，可连接三个 BACnet 现场控制网络。XL8000-IPC 带有内部扩展总线(Expansion Bus)，

Deleted: w

Deleted: Native

Deleted: BACnet IP 和

Deleted: 网络结构以及

Deleted: 的

Deleted: 都

Deleted: 着

Deleted: 对其进行扩展

Deleted: 可与

Deleted: 连接的人机界面，

Deleted: 应用

Deleted: BACnet

Deleted: 其

Deleted:

Deleted: 可

长度可达 1300 米，用于连接扩展的输入输出 I/O 模块。除本身能够控制 24 个物理点外，每台 XL8000-IPC 通过连接扩展输入输出模块，最多可以控制 128 个输入输出物理点。

现场层：由专用控制器组成，内置可与网络控制器 XL8000-IPC 进行通信的接口，通过 BACnet MS/TP RS485 信道与网络控制器进行连接。

### 2.1.2 Siemens 公司的 Apogee 系统

Apogee 系统把上层的操作员工作站及下层的远程 DDC 监控控制器通过网络方式连接，以达到监控的目的。

Apogee 系统的网络结构由三个层面组成，如图 2 所示。

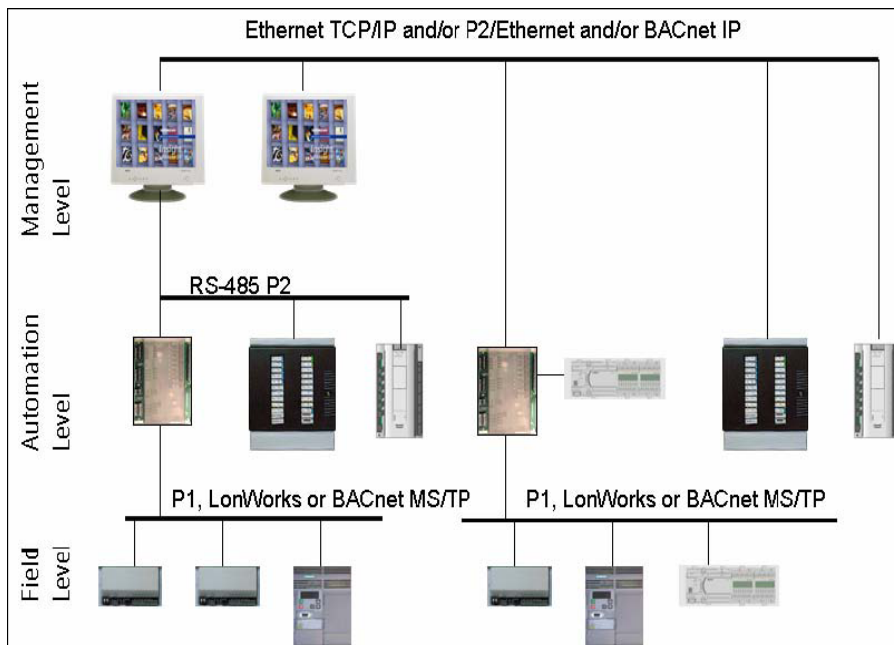


图 2 Apogee 系统图

管理级网络 (Management Level): 在管理层网络上的所有工作站都能监控控制器网络层上的控制器，编辑其数据库。管理层采用以太网连接，并以 TCP/IP 为其通信协议。

自动化级网络 (Automation Level): 该层为 RS485 标准网络，且以对等方式通信 (Peer to Peer)。在这一层网络上可以支持其他系统 (如与 LonWorks、Modbus 等) 的集成。

现场级网络 (Field Level): 此网络支持一些专用控制器通讯，控制器在该网

- Deleted: 可编程现场
- Deleted: 和可编程区域控制器
- Deleted: 。可编程区域控制器
- Deleted: 可
- Deleted: 的设计是
- Deleted: 终端
- Deleted: 完全

- Deleted: 层
- Deleted: LN
- Deleted: 系统终端
- Deleted: 监控点和
- Deleted: 设备
- Deleted: 以及
- Deleted: , DDC 也可以直接挂在以太网上
- Deleted: N
- Deleted: 高速率的
- Deleted: 同层
- Deleted: 网络
- Deleted: 为主要结构
- Deleted: w
- Deleted: 楼层
- Deleted: N
- Deleted: 通讯
- Deleted: 特殊应用的

络上可传输共享信息。

Deleted: 重要的 DDC 控制器(如 PXC MODULAR 系列) 能支持最多 3 条楼层级网络。

### 2.1.3 Johnson 公司的 MSEA 系统

MSEA (Metasys Extended Architecture) 系统在原有 Metasys 系统两层网络结构 (N1 和 N2) 的基础上又拓展出两条二级总线构成: 其一是基于 BACnet MS/TP 的总线; 其二是基于 LonWorks 的总线。其中, ADS (应用数据服务器软件) 和 NAE (网络控制引擎) 是该系统的两个最重要的部分。系统可以与任一符合其通信协议的产品进行联网, 其开放性和灵活性也因此有了大幅度的提高。

Deleted: w

MSEA 系统结构如图 3 所示。



图 3-1 MSEA 系统结构总图

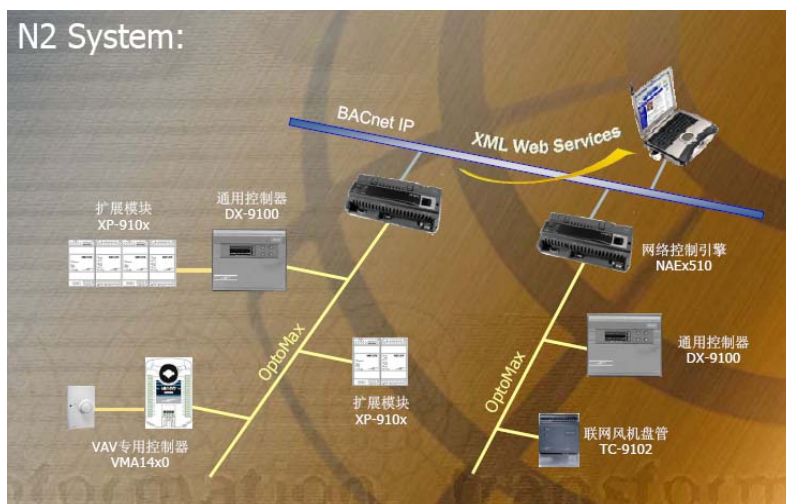


图 3-2 MSEA 系统结构分图-N2 系统



图 3-3 MSEA 系统结构分图—LonWorks 系统

Deleted: w

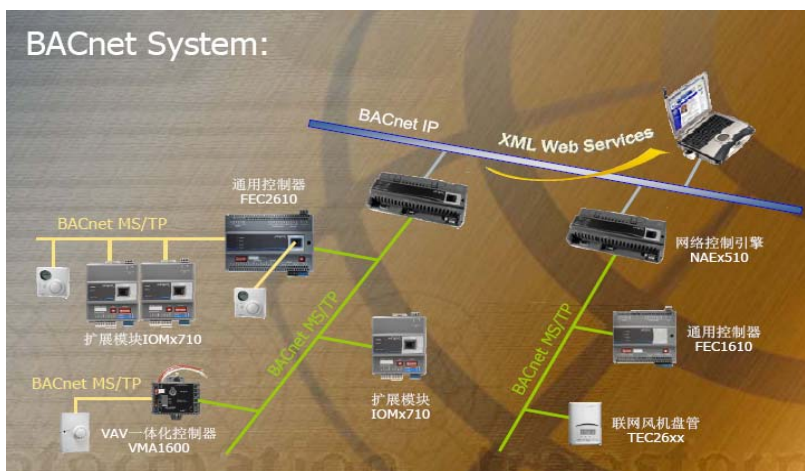


图 3-4 MSEA 系统结构分图—BACnet 系统

MSEA 系统属于两层网络系统结构。

上层网络：系统通过采用互联网协议（IP）的以太网进行 BACnet 信息交换，网上各节点之间【这些节点是指那些设备？N2 是点对点吗？】的数据交换采用点对点（peer to peer）方式，各节点均具备动态数据访问（Dynamic Data Access）功能。

下层网络：连接控制器及接口模块至网络控制引擎（NAE）。其中，N2 总线是以 Optomax 协议为基础的，该协议最初是为工业应用而设计的，现已证明是一种可靠的通信网络；LonWorks 总线是采用 LonTalk 协议；BACnet 体系采用的是 BACnet MS/TP 通信协议。不同的总线对应着不同的控制器和扩展模块。

Deleted: w

#### 2.1.4 TAC 公司的 Vista 系统

TAC Vista系统通过数据通讯、数据采集、信息共享，建立一个可互操作的网络系统，可与其他基于开放系统框架的产品相结合。

Deleted: 专一的、

Deleted: 并

TAC Vista 系统构架如图 4 所示。

### Integrated TAC Vista™ Architecture

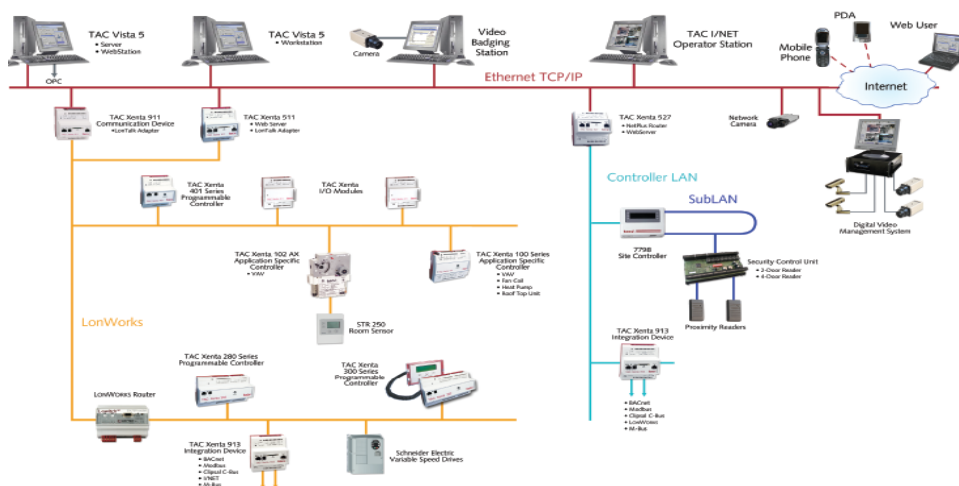


图 4 TAC Vista 系统构架图

TAC Vista 系统采用两层网络结构。

上层：TAC Vista Server、Workstation、Webstation 和 ScreenMate 使用 TCP/IP 协议在以太网上通讯。

Deleted: W

Deleted: W

Deleted: 和标准网络设备

Deleted: w

现场层：现场总线通讯基于开放的 LonWorks 技术，TAC Xenta 控制器提供标准 LonWorks 总线接入。TCP/IP 与 LonWorks 的网络通讯可以通过 TAC Xenta911（以太网通讯接口）来完成。

Deleted: 对

Deleted: w

Deleted: 访问

Deleted: w

Deleted: 装置

#### 2.1.5 小结

综上对各家产品网络结构的分析，可得出以下结论：

①上层网络：基本上都是采用以太网技术进行组网的，通信速率为

10M/100Mbit/s。

②主控网络：Honeywell ComfortPoint 主控网络由 XL8000—IPC 组成，

Deleted: w

XL8000—IPC 之间的通信是在以太网上进行，通信速率 10M/100Mbit/s。XL8000

Deleted: XL8000

—IPC 可通过内部扩展总线 Expansion Bus 对其监控点进行扩展；Apogee 主控网络 ALN 采用的是 RS485 标准网络，其通信速率最大可达到 115.2Kbit/s，使用令

牌控制方式；MSEA 系统控制网络由三条支持不同协议的信息通道组成；Vista 系统控制网络采用 LonWorks 协议，通信速率是 78Kbit/s。

③二级控制网络：Honeywell ComfortPoint 采用 BACnet MS/TP RS485，其通信速率为 76.8Kbit/s；Apogee FLN 采用 RS485，也支持 LonWorks 或者 BACnet MS/TP 协议，其通信速率最大可达到 38.4Kbit/s，采用主从控制方式。

## 2.2 控制器

### 2.2.1 网络型控制器

(1) Honeywell 公司 ComfortPoint 系统的 XL8000-IPC

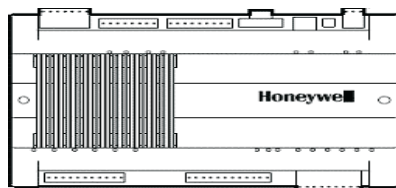


图 5 XL8000-IPC

XL8000-IPC 是可自由编程的 Native BACnet 控制器，32 位 CPU，32M 内部 RAM，32MFlash，24 个输入输出接口，可通过 XL8000-EXPIO 模块扩展到 128 个输入输出接口。

XL8000-IPC 主要应用于复杂的机电设备控制，用户通过 ComfortPoint Studio 对其进行编程，向上可接一个 BACnet IP 网络，向下可接三条独立的 MS/TP 通道。此外，它还可以与 Honeywell EBI 系统进行通信

(2) Siemens 公司 Apogee 系统的 PXC 系列控制器



图 6 PXC 系列控制器

PXC 系列可编程控制器带有 16M RAM，8M Flash，输入输出接口有 16 和 24 两种，其中通用的输入输出点还可以通过软件设定信号的类型。

PXC 控制器采用点对点 (peer to peer) 的通讯方式在自动化级网络 ALN 上彼此访问或与上位机通讯，支持以太网或 RS-485 网络。

Deleted: w

Deleted: 6.

Deleted: , 使用预测的 P 坚持 CSMA 控制方式

Deleted: w

Deleted: XL8000

Deleted: w

Deleted: w

Deleted: n

Deleted: I/O

Deleted: HVAC

Deleted: w

Deleted: 集成。

Siemens Apogee 系统的 PXC MODULAR 系列控制器【PXC MODULAR 与 PXC 有区别吗？】



图 7 PXC MODULAR 系列控制器

PXC MODULAR 系列是可编程的模块化控制器，本身不带有输入输出点，在添加 TX-I/O 模块和 TX-I/O 电源的前提下完成对设备的监控。使用 RS-485 总线扩展模块，PXC MODULAR 系列可支持三条 RS-485 FLN 上的设备。

PXC MODULAR 系列配有 72M 内存，提供以太网端口和 RS-485 端口。

PXC MODULAR 优势在于：采用了先进成熟的自适应控制算法，比传统的 PID 算法更高效、适应性更强、响应速度更快、控制更稳定，尤其在响应时间和维持状态上更加具有优势；PXC MODULAR 使用西门子新的 TX-I/O 技术提供更加灵活的输入输出点，在通用输入上有很强的优势。

Deleted: 与 MBC 相比，其

Deleted: PXC

PXC MODULAR 系列其点位随意性强，通过 TX-I/O 模块可以支持 500 个点，在监控应用中根据点数和类型来设定控制器。

(3) Johnson 公司 MSEA 系统的 NAE



图 8 NAE

网络控制引擎（NAE）—MSEA 系统的核心硬件，是基于 Web 的网络控制器。NAE 内嵌 Windows XP 操作系统，向下支持 BACnet MS/TP、LonWorks、N2 总线技术，向上可通过 BACnet/IP 与控制域管理软件连接，也可通过 Web Service 与 ADS 软件连接。

Deleted: W

Deleted: W

Deleted: w

Deleted: w

Deleted: W

在大型系统中需要多个 NAE 进行协调工作，多个 NAE 采用点对点方式在以太网上进行数据共享。NAE 支持单一或多个 Web 浏览器用户界面，并且采用

Deleted: W



了密码授权以及 IT 行业的安全保护技术。

(4) TAC 公司 Vista 系统的 Xenta 511 和 911

● Xenta 511



图 9 Xenta 511

Xenta 511 是基于 Web 的 LonWorks 网络控制器。通过标准 Web 浏览器，操作者就可以方便地利用 Internet 或 Intranet 浏览和控制 LonWorks 网络中的控制器。此外还有 Xenta 700，它不仅具备了 Xenta 511 的全部网络管理功能，而且集成了多总线支持和现场功能，是一个集楼宇管理、网络管理、精美矢量图形系统为一体的集成控制器。

● Xenta 911



图 10 Xenta 911

Xenta 911 是一种以太网通讯装置，它可作为以太网上的 LonTalk 适配器使用，也可作为 IP 调制解调器使用。作为 LonTalk 适配器时，能够连接任何 LonWorks 网络；作为 IP 调制解调器时，使用一对 Xenta 911 装置就可替代电话拨号调制解调器在计算机网络拨号上网。

(5) 小结

综上所述可见：Honeywell、Siemens、Johnson 公司的网络控制器不仅仅是通信控制器而且还可做区域控制器【Siemens 的网络控制器指那些产品？】。对于中小型建筑、建筑群，使用 TAC Xenta 511 可以实现状态浏览、趋势浏览、图形显示、报警管理、事件浏览和日程管理等 BA Server 常用功能，从而节省了

Formatted: Bullets and Numbering

Deleted: W

Deleted: w

Deleted: W

Deleted: w

Formatted: Bullets and Numbering

Deleted: w

Deleted: w

使用监控软件的昂贵费用。

### 2.2.2 扩展式大规模控制器

#### (1) Johnson 公司 MSEA 系统的 FX15 系列控制器

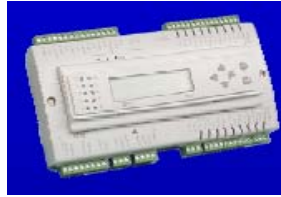


图 11 FX15 系列控制器

FX15 系列控制器带有 16 位 CPU，可提供 26 或 27 个输入/输出点，使用标准的 XT/XP 模块可对其进行扩展。FX15 系列控制器是一种与通讯协议无关的控制器，通过插入式通讯卡与中央控制系统联网，有两种分别支持 LonMark 和江森 N2open 协议的通讯卡可供选择。

FX15 系列控制器适用于冷冻机、屋顶机组、室内柜机、空调机组、闭环式控制机组的监控等。

#### (2) TAC 公司 Xenta 400 系列控制器

TAC Xenta 400 不带有输出输入单元，控制器可根据不同的应用需要配置 I/O 模块数量，I/O 模块既可以安装在 TAC Xenta 400 的附近【什么意思？】，也可通过网络分散在各个受控的设备附近。这样既提供了极大的灵活性并简化了安装，同时节省了大量的布线工作量。TAC Xenta 400 最多能处理 10 个 I/O 模块。

### 2.2.3 固定式小规模控制器

#### (1) Honeywell 公司 ComfortPoint 系统的 XL8000-SPC

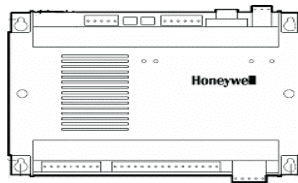


图 12 XL8000-SPC

XL8000-SPC 是 Native BACnet 专用控制器，配有 32 位 CPU，256K 闪存，32KRAM，19 个输入输出点。

XL8000-SPC 连接在 MS-TP 通道上，可实现点对点通信。

#### (2) Johnson 公司 MESA 系统的 FX05 系列控制器

Deleted: w

Deleted: 可自由编程的

Deleted: 小点数

Deleted: 其



图 13 FX05 系列控制器

FX05 系列专用控制器配有 16 位 CPU，16 个输入/输出点，是专门根据单压压缩机的冷水机或热泵机控制要求而设计的。FX05 系列控制器提供两种联网通讯卡，使用 LonMark 和江森 N2open 协议。

Deleted: 具有

(3) TAC 公司 Vista 系统的 Xenta 280 和 300 系列

● Xenta 280 系列

Formatted: Bullets and Numbering



图 14 Xenta 280 系列控制器

Xenta 280 系列主要用于小型采暖和空气调节系统，其配有 32 位 CPU，12/16 个固定输入输出接口。控制器通过双绞线在 LonTalk TP/FT-10 网络中通讯。

● Xenta 300 系列

Xenta 300 系列适用于小型和中型的采暖和空气调节系统，其配有 32 位 CPU，20 个固定输入输出接口，如果需要还可以加装单独的 I/O 模块。

Formatted: Indent: First line: 0 ch, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0 pt + Tab after: 21 pt + Indent at: 21 pt

Deleted: 制热

Deleted: 处理



图 15 Xenta 300 系列控制器

### 2.3 I/O 扩展模块

(1) Honeywell 公司 ComfortPoint 系统的 XL8000-EXPIO

Deleted: w

XL8000-EXPIO 可使 XL8000-IPC 扩展到 128 个 I/O 口，采用功能强大的处理器支持更快速度的 I/O 扫描。一个 XL8000-IPC 能支持至多 15 个 XL8000-EXPIO，XL8000-EXPIO 之间通过 RS485 内部总线连接。

Deleted: 其

Deleted: 4

## (2) Siemens 公司 Apogee 系统的 TX-I/O 模块

TX-I/O 模块是 Apogee 系统中集通讯和电源模块为一体的 I/O 点模块【?】。TX-I/O 模块包括 8 种 I/O 模块、TX-I/O 电源、总线连接模块和总线接口模块。

## (3) TAC 公司 Vista 系统的扩展模块

TAC Vista 系统拥有多种不同型号的 I/O 模块，它们可以与 Xenta 300/400 控制器用 LonWorks TP/FT-10 相互通信。

Deleted: W

## 2.4 系统软件

### (1) Johnson 公司 MESA 系统的 ADS 软件

ADS 是一种能够将个人计算机 (PC) 作为应用服务器在 IP 自动化网络中使用的软件包。ADS 提供的主要网络功能包括：允许多用户 (超过 4 个) 单点访问网络；可永久存储大量趋势分析及历史数据；可以选择支持 Microsoft SQL Server 2000 数据库软件包；可作为多个 (超过 4 个) 网络控制引擎和网络集成引擎的系统配置工具的主机。系统配置工具 SCT (System Configuration Tool) 是一种能够将 PC 平台作为网络控制引擎或网络集成引擎进行离线系统配置的软件包，它可离线生成 NAE、NIE、ADS 数据库，控制逻辑，用户图形以及离线测试和仿真。系统配置工具既可单独作为软件包提供，也可作为数据管理服务器软件包的一个组件提供。

### (2) TAC 公司 Vista 系统

TAC Vista 系统软件包括 TAC Vista Server、Workstation、Webstation 和 TAC Vista ScreenMate。其中 TAC Vista ScreenMate 是一个 TAC Vista 的网页应用程序，它使那些不熟悉建筑设备监控系统

Deleted: W

Deleted: W

Deleted: 楼宇自动化

系统的用户，用一个标准的网页浏览器与系统实现互联。TAC Vista ScreenMate 可替代复杂的房间恒温器的功能，它使用户可以对诸如房间温度设定值等参数进行查阅和修改，或者直接从用户 PC 机上查看室外温度。这个也算是 TAC Vista 软件的独到之处了。

## 3. 结束语

为了能适应大型被控设备的监控需要与小型被控设备分布设置的情况，各家公司都应用了计算机与控制的高新技术，针对不同的客户需求研发出可灵活配置的现场控制器。而就整个系统的功能而言，Honeywell 的集成性能比较高，其 EBI 系统包括了楼宇自控、火灾自动报警及联动控制、安全防范三大部分的集成，且

Deleted: w

EBI 系统的冗余能力也较高, 在支持服务器冗余备份的同时, 可进行部分网络设备冗余。Siemens 的三层网络结构清楚、分工明确。Johnson 的配置更灵活, 可支持符合 BACnet、LonWorks 和江森 N2 协议的产品, 无需专门添加协议转换设备。TAC 开放性能更高, 其产品基本均获 LonMark 认证。

Deleted: w

此外, 通讯协议的开放已成为建筑设备监控系统的发展趋势, BACnet 和 LonWork 协议俨然已成为行业的主流。各家公司也推出了相应的产品, Honeywell 的 XL8000 主要采用的是 Native BACnet 方案, Siemens 发展倾向于 Native BACnet 方案, 而 Johnson 主要是趋向于 LonWorks 方案, TAC 完全采用 LonWorks 方案。

Deleted: 楼宇自动化

Deleted: w

Deleted: w

Deleted: w

Deleted: w

总之, BA 系统产品的技术随着网络技术的发展, 正体现着主流开发方案的趋同性, 而底层的控制器不仅提升了通信的速率, 而且 32 位的嵌入式芯片的应用也日渐普遍。

### 参考文献

[1] 程大章. 智能建筑楼宇自控系统. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003

[2] Honeywell 公司 楼宇自控系统产品手册, 2006

Deleted: w

[3] Siemens 公司 Apogee 顶峰系统技术手册, 2006

[4] Schneider 公司 TAC Vista Building IT 智能化楼宇系统手册, 2006

[5] Johnson 公司 Metasys 系统产品信息

和常规仪表控制功能单一的局限性