

白皮书—协议介绍

Introduction to LonWorks, Modbus, OPC and BACnet

Version 0.1

Honeywell

此白皮书 由
ECC AP TAC 完成

更多资料，请访问Honeywell ECC 客户支持网站：

中文： <http://customer.honeywell.cn>

英文： <http://customer-ap.honeywell.com>

目 录

目 录.....	2
引 言.....	3
缩 写.....	4
协议基础	4
ISO/OSI	4
小结	6
LonWorks	7
历史背景	7
LonWorks 网络结构	7
LonWorks 通信信道	8
LonWorks 设备	8
LonTalk 特点.....	9
小结	10
Modbus	12
历史背景	12
Modbus 网络结构	12
Modbus 通信信道	13
Modbus 设备.....	13
Modbus 协议特点	13
小结	15
OPC	16
历史背景	16
OPC 网络结构	16
OPC 通信信道	17
OPC 设备.....	17
OPC 协议特点	17
小结	19
BACnet.....	20
历史背景	20
BACnet 网络结构	20
BACnet 通信信道	21
BACnet 设备	21
BACnet 协议特点	22
小结	23
总结.....	24

引言

Honeywell 是一家在多元化技术和制造业方面占世界领导地位的跨国公司。在全球，其业务涉及航空产品及服务、住宅及楼宇控制和工业控制技术、自动化产品、特种化学、纤维、塑料、电子和先进材料，以及交通和动力系统及产品等领域。

Honeywell ACS (自动化控制系统) 集团是 Honeywell 公司旗下四个业务集团中的一个，主要面向工业、民用和军事等在自动化控制方面的应用。其产品、服务和技术在全球超过一亿个家庭和五百万座楼宇中应用，更不用说在飞机、火车和汽车上的使用了。自动化控制系统集团业务部门包括霍尼韦尔工业过程控制部门 (HPS)、建筑智能系统部门 (HBS)、环境自控产品部门 (ECC)、传感器自控部门 (S&C)、安保产品部门 (HLS) 和消防产品部门 (Security)。

Honeywell ACS ECC (Environmental and Combustion Controls) 是上述 ACS 集团下的六个部门之一。ECC 为全球一亿的家庭和 5 百万商业楼宇提供控制保证，面向的客户主要包括原始设备生产商、商业客户、家居房主、楼宇建筑经理、咨询工程师和开发商。产品线覆盖供热、通风、制冷、空气净化、分区控制、加湿、空气调节、开关、传感器、控制器、和执行器等领域。从家居到商业楼宇，ECC 提供了全系列的先进的控制产品。

ECC AP TAC (ECC Asia Pacific Technical Assistance Center) 团队为 ECC 亚太区提供全面的技术支持，包括产品和系统的支持和培训、标准作业程序的评估和优化、资源认证、工具开发、建立标准的解决方案和基于网络的技术知识库、作为伙伴与销售/市场和研发团队进行充分合作等。

本白皮书介绍了几种目前楼控领域常见的网络协议，并分析了它们各自的特点。若读者能通过阅读本文，对这几种协议有总体上的理解，在做工程时对协议取舍能够做到心中有数，那么本文也就发挥了它应有的价值。

本白皮书供技术交流使用，若您有任何意见或建议
请email给我们: ecc.ap.tac@honeywell.com
我们非常愿意与您进行沟通

缩写

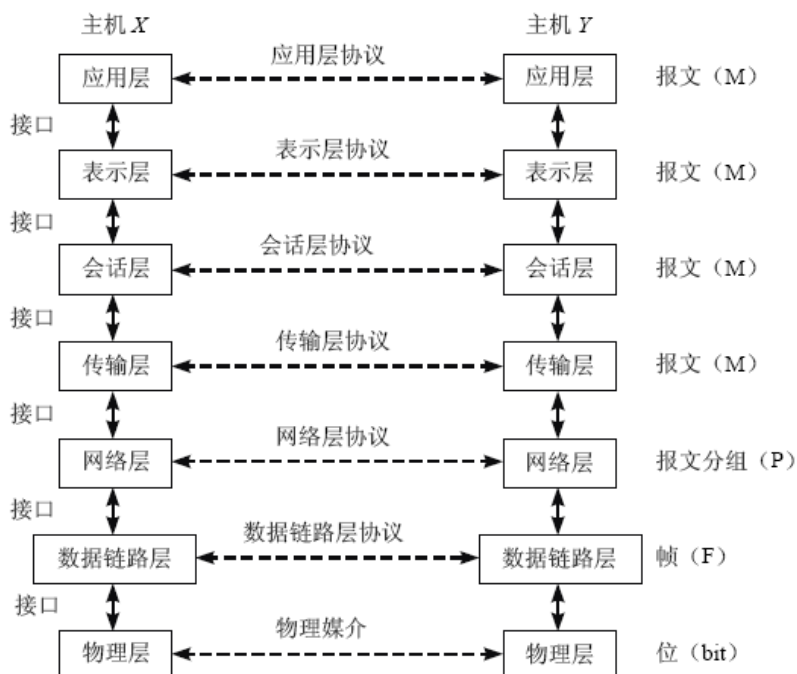
TCP/IP	Transport Control Protocol/ Internet Protocol
PLC	Programmable Logic Controller
HMI	Human Machine Interface
RAM	Random Access Memory
ROM	Read—Only Memory
Ole	Object Linking and Embedding
PC	Personal Computer
DCOM	Distributed Component Object Model
BA	Building Management Automation

协议基础

ISO/OSI

提到协议，不同的读者都会想到不同的例子，但一些标准的计算机协议，比如 **TCP/IP**，**FTP** 等可能是大家都比较熟悉至少听说过的。实际上，广义的协议定义是很宽泛的，任何约定好的信息表达方式，都可以称为协议。比如说英语，我们通过大脑发出命令、口或手作为信息发送端、特定的单词作为信息载体、空气或者纸张作为传输媒介、听觉或视觉作为接收端，最后到达另一个大脑，这样就完成了一次信息的传递，所以英语也可以算作一种协议。现实中协议是多种多样的，在计算机网络中也是如此。

那么，为了能够让不同类型的计算机能够相互通信，**OSI** (开放系统互联参考模型)诞生了。**OSI** 模型是两家标准化组织---国际标准化组织（**ISO**）和美国国家标准协会（**ANSI**）的产物。**ISO** 代表了 100 多个国家在经济、人文、科学和技术标准上的发展，**ANSI** 则与美国商界、政府机构和国际组织联手，建立了商业产品（包括网络和计算机产品在内）的标准。**OSI** 为 **ISO** 制定的标准之一 **OSI** 模型于 1974 年开发，主要应用于 **LAN** 和 **WAN** 的通信。所以从 19 世纪 80 年代开始产生或完善的网络协议，基本都参考了 **OSI** 的模型进行设计。



上图是 OSI 结构的基本描述，它阐述了一个协议的基本思想：分层结构。在基本结构中，各层都有各自的协议，负责各自的功能，基于同一协议的网络基本有以下特征：

- 1、网中各节点都有相同的层次
- 2、不同节点的同等层次具有相同的功能
- 3、同一节点能相邻层之间通过接口通信
- 4、每一层使用下层提供的服务，并向其上层提供服务
- 5、不同节点的同等层按照协议实现对等层之间的通信

一个完整的通信流程就有点像前面介绍过的“英语协议”，最顶层“大脑层”发出命令，经过种种包装，包装成了“语言层”，再经过“媒介层”，传递给另一方的语言接受器官，最后再回到“大脑层”。下面我们来看一下 OSI 中的各层都是什么功能。

物理层：定义了协议所依赖的物理结构，比如说线缆的类型等等

数据链路层：定义了一些纠错的规则和硬件的寻址，比如说通过某种算法对传输过程中的 bit 流进行完整验证等

网络层：由于两个节点之间有可能有很多数据链路和物理结构，那么就需要在这两层之上构建一个网络层，用于路由寻址，交换结点等，以保证数据包能够正确到达目的地

传输层：传输层用来保证完整的端到端的通信，与网络层不同，它还要负责处理在传输过程中有可能产生的数据包乱序，信息碎片等

会话层：从这一层开始，终端用户就能真切体验到每层所带来的功能了。会话层的主要目的就是建立会话，保持连接等。比如数据服务器的登陆验证就是会话层来完成的

表示层：这一层规定了一些语法方面的东西，比如数据压缩，加密解密等。举个例子来说就像图片的压缩格式，就是这一层上规定的

应用层：提供用户访问网络的接口和报文格式，有点类似于“英语”的“语法”

小结

总的来看，七层结构为大家提供了比较清楚的协议的层次划分，这从理论上来讲很不错，但实际上却很少有协议完全遵循这七层结构设计，成本和易用性是主要原因。目前网络上的多数协议是将其中的某几层进行合并，最后做出四层、三层的网络协议，不仅成本低廉，易用性也比较好。另外，每一层也会有相应的协议标准，上层的协议往往会选择下一层的某些常用协议进行支持。比如 **LonWorks** 网络可以采用不同的线缆进行数据传输，不同的线缆也对应着物理层上不同的协议，**BACnet** 协议在传输层上也可以使用 **LonTalk** 协议进行传输。所以，协议就是将信息由发送端自顶向下通过某种方式逐层封装，经过某种形式的信号传输，再由接收端逐层解析，最终完成信息的传递的规则。

LonWorks

历史背景

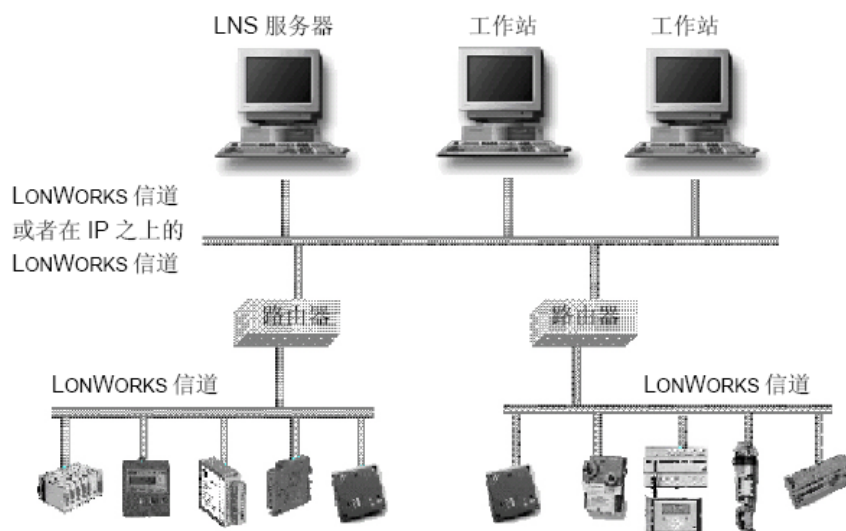
80 年代后期，美国 Echelon 公司开始着手开发 LonWorks 技术平台，希望它能够成为一个控制网络的通信标准。所谓控制网络就是以对等方式工作、监控传感器、执行控制器、可靠通信等为基础的网络，所以也可以看作是计算机网络的一种。1991 年 LonWorks 正式推出，目前广泛的应用于工业、楼宇、家庭、能源等自动化领域。

LonWorks 网络结构

对于一个完整的信息传输过程，LonWorks 提供了除了应用层之外的所有支持，对应用层则提供了丰富的接口。因此，在实际工程中，使用 LonWorks 作为网络解决方案，对协议的中间过程是不需要关注的。

LonWorks Network Service, 由 Echelon 开发的用来配置和操作 LonWorks 的一套软件（数据库），关于 LNS 有几点需要注意：

- 1、纯粹的 LonWorks 网络在使用时不需要 LNS，设备之间自己就可以经过设置进行通信
- 2、只有在配置或读取 LonWorks 网络上的数据时才需要 LNS，LNS 是按照信用点计费的
- 3、用户也可以基于 LonTalk 协议自行开发“LNS”来对 LonWorks 设备进行配置和数据操作，但同样要付费用给 Echelon 公司，当设备数量庞大的时候建议采用此种方式



上图是采用 LonWorks 技术的基本网络结构图，现场设备通过 LonWorks 总线连接，通过 LonWorks 路由器（如 iLon600）连接到上层信道（基于 IP 的 LonWorks），连接到中央管理软件。现场总线和上层信道是不同的，但它们都属于 LonWorks 架构下的技术，现场信道往往采用一些低速率、低成本的线缆（如 FT-10），用以配合低速率的现场设备，上层信道采用高速率的信道（如 IP），用来汇聚现场信息以及在工作站和服务器之间进行数据传递。LNS 服务器位于上层信道上，用以纪录整个 LonWorks 网络的配置情况，工作站通过 LNS 对现场设备进行配置，而现场设备间的通信则不需要 LNS 的干预。

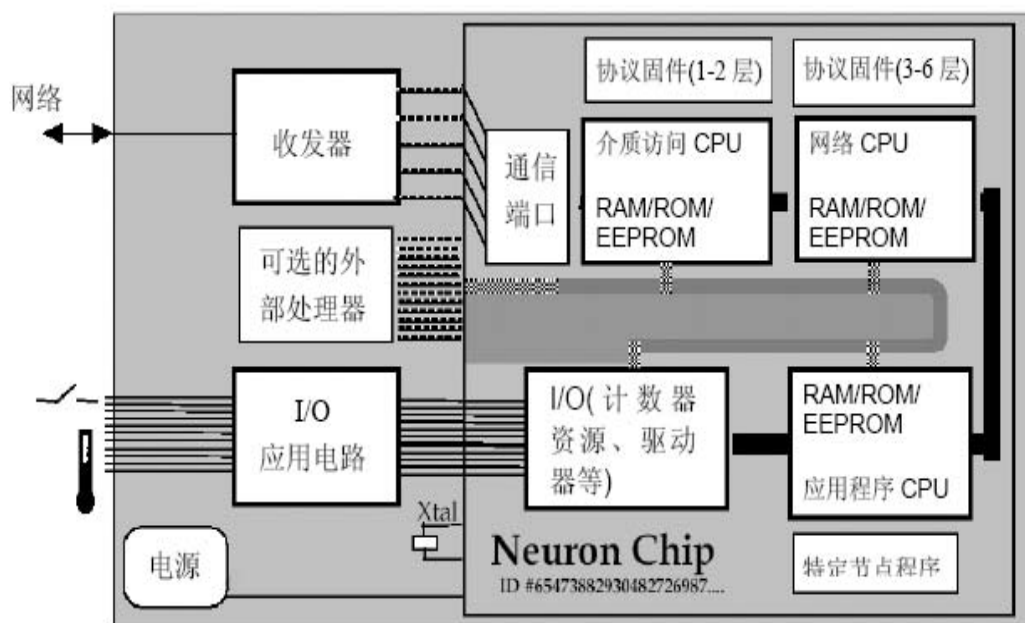
LonWorks 通信信道

前面我们提到 LonWorks 的上层信道和现场信道，下表列举了一些 LonWorks 常用信道的基本参数。其中 TP/FT-10 往往作为现场信道使用，TP/XF-1250 传输速率高一些，可以用于汇总现场数据，IP-10 则往往作为上层信道，用于连接工作站或 LNS，PL-20 则是利用现有的电力线来进行数据传输，其速率相对较低，同时传输距离也很有限，因此在楼控领域中很少见到。

信道类型	介质	数据速率	兼容的收发器	最大设备数量	最大距离
TP/FT-10	双绞线、自由拓扑或者总线拓扑、可选信道电源	78kbps	FTT-10A; LPT-11; FT 3120 & TF 3150	64-128	500米（自由拓扑） 2200米（总线拓扑）
TP/XF-1250	双绞线、总线拓扑	1.25Mbps	TPT/XF-1250	64	125米
PL-20	电力线	5.4kbps	PL 3120 & PL 3150	视环境而定	视环境而定
IP-10	IP之上的 LONWORKS	由IP网络决定	由IP网络决定	由IP网络决定	由IP网络决定

LonWorks 设备

LonWorks 设备相对于楼控领域的其它网络标准设备最大不同的地方就是每一个 LonWorks 设备都有一个称为神经元芯片（Neuron）的部件。神经元芯片包含了 ROM 和 RAM（只读存储器和读写存储器）、通信和 IO 接口组成，LonTalk 协议也封装在这个芯片中。这个芯片在出厂时就被赋予了全球唯一的一个 48 位码，被称为神经元 ID，LonWorks 网络设备之间也是基于这个神经元 ID 彼此进行区分的，这点有点类似于个人电脑上的网卡。



LonTalk 特点

这里先介绍一下 LonMark，很多人将它和 LonTalk 混淆。LonMark 是一系列支持标准 LON 协议的成员所组成的组织名称，设备印有 LonMark 标志，表明该产品经过了 LonMark 组织的认证，是符合 LonTalk 协议的标准 LonWorks 设备。没有 LonMark 标志的设备并不代表一定不支持 LonTalk 协议，只是还没有经过该组织的认证而已。

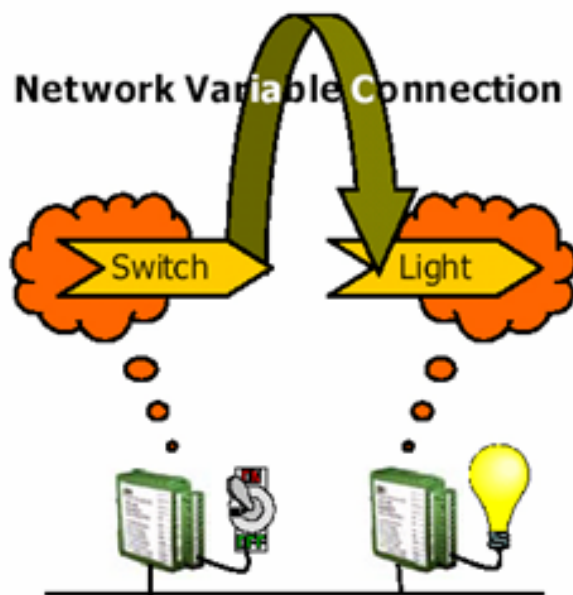
LonTalk 是 LonWorks 技术平台下所使用的网络通信协议，在这里我们不赘述协议的具体内容，只讲解一下它比较特殊的地方：网络变量。

网络变量（Network Variable），是 LonTalk 所规定的设备间通信的信息载体，指一个特定的设备应用程序期望从网上其他设备获得的（输入网络变量）或期望向网上其他设备提供的（输出网络变量）数据项（温度、开关值或执行器位置设定等）。

网络变量有点类似“暗号”，LonTalk 规定了一系列的标准的网络变量（Standard NV），通过标准的网络变量，设备间彼此能够明白对方想要表达的意思（数据），比如 SNVT_SWITCH 就是一个表示“开”还是“关”的标准网络变量，一个 LonWorks 设备令 SNVT_SWITCH 这个标准网络变量中的 value 域等于 1，然后通过 LonWorks 网络发送出去，另一个 LonWorks 设备在读到这个网络变量时，只需要看一下它的 value 值域的值，就知道对方想要做什么了。

用户也可以自定义网络变量，就像自己约定一些“暗号”一样，这点让 LonTalk 变得很灵活。但灵活的同时，也带来了一些隐患：两端的设备必须都知道这些“暗号”所代表的意义，他们才能够正常的通信，否则，通信就无法正常进行下去。所以有利有弊，是否使用自定义的网络变量，完全取决于你。

网络变量的最大长度是 31 个字节，所以创建一个自定义网络变量时值域不能太多，超过了 31 个字节的长度，通信就有问题了。



LonWorks 网络设备间是通过网络变量进行“对话”的，那么如何可以不经过 LNS 直接进行通信，这就需要使用一项 LonWorks 提供的功能：NV Binding (NV 绑定)

NV 绑定，就是在两个设备间建立一条直接的通道，不需要 LNS 的干预，彼此的 NV 就可以直接通信，这样即使在上层管理平台发生问题的时候，依然不会影响到现场设备的通信。具体的操作根据不同的编程软件会略有不同，一般来讲都很简单，指定好哪两个网络变量要进行绑定，就可以了。

小结

LonWorks 的应用非常广泛，它的优点也很明显：

层次清晰，功能完善。LonWorks 提供了除第七层外的所有层，用户只需要考虑好界面和接线，中间的协议转换等不需要关注。

布线灵活，媒介广泛。LonWorks 支持多种通信介质，而且支持自由拓扑，在设计时可以因材施教，因地制宜。

标准协议，应用普及。LonWorks 的应用和支持的厂商有很多，成功案例也很多，对学习、设计、施工都是很好的支持。

协议开放，分布控制。LonTalk 协议是完全开放的，各个厂商都可以开发自己的相应产品和软件，同时 LonTalk 支持 NV 绑定，可以实现真正的分布式控制。

LonWorks 优点很多，但若需要中央管理软件对现场进行监控管理，就要使用 Echelon 的 LNS 或自行开发 LNS，这样就要付给 Echelon 公司一笔额外的费用，无形中增加了 LonWorks 网络的成本。

Modbus

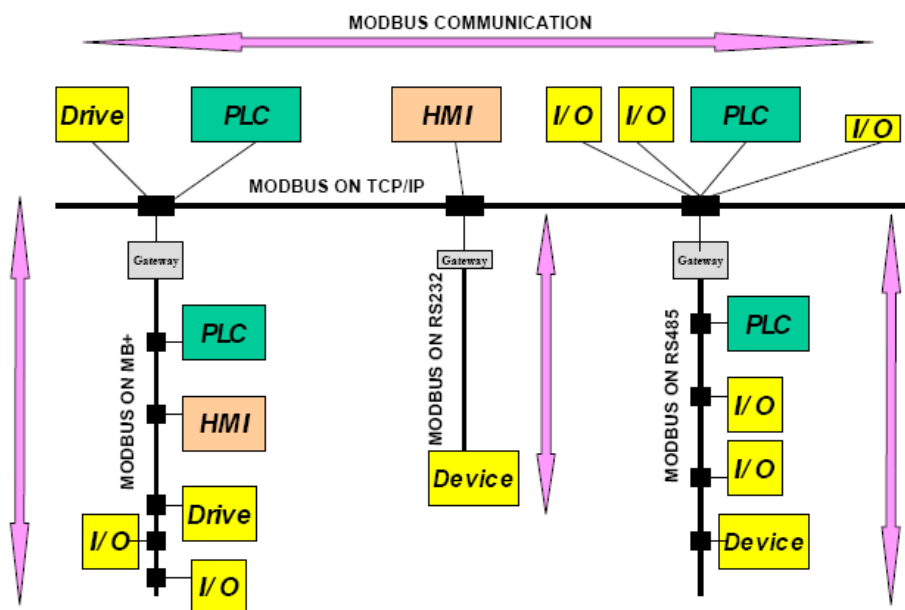
历史背景

Modbus 是一个工业现场的总线协议, 由 Modicon 公司在 1978 年发明的。1989 年 Modicon 公司开发出了新一代的 Modbus+网络。Modbus+以 Modbus 为基础, 它采用了令牌传递、对等方式、即插即用的网络结构, 为用户提供了更快的工业网络。1998 年施耐德公司推出新一代基于 TCP/IP 的 Modbus TCP。Modbus TCP 将 Modbus、TCP、IP 协议结合使用, 使得 Modbus TCP 可以在因特网上使用。

Modbus 网络结构

最初的 Modbus 网络只作为工业现场的总线协议使用, 后来随着计算机的发展以及网络的普及, Modbus 协议又进行了扩充, 就成为现在所说的 Modbus 协议。

下图是一幅 Modbus 网络示意图, 通过现场级的 Modbus 协议 (如 Modbus – RS232) 将现场设备连接起来, 然后通过专用网关转换为上层协议 (如 Modbus – TCP), 进行数据汇总。



Modbus 通信信道

下表列出了常用的传统 Modbus 协议和 Modbus TCP 协议的信道特性，目前其他类型的 Modbus 协议在国内应用很少，在此不作解释了。

Modbus TCP 的传输速率和距离由 IP 网络来决定的，一般速率会在 10Mbps 以上，传输距离看所使用的以太网信道材质，光线可达 2Km 以上。

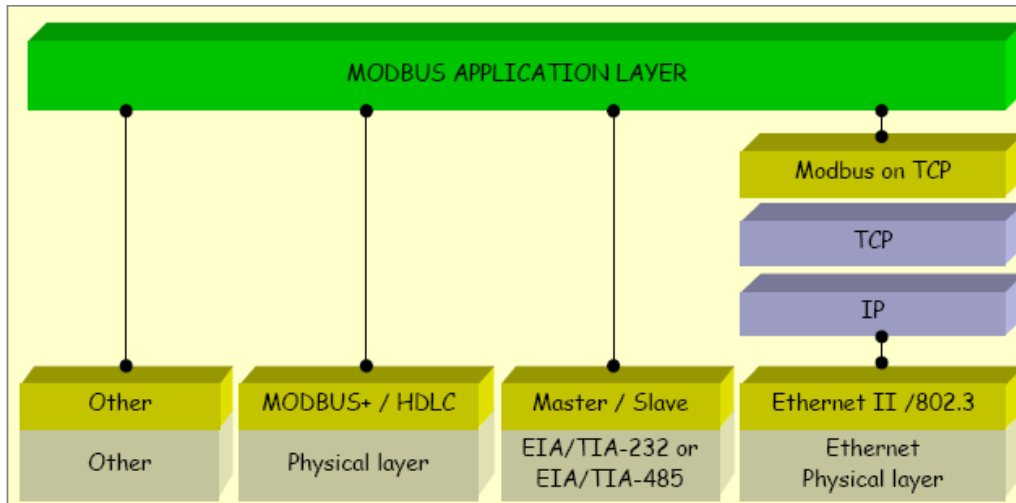
通信方式	信道类型	速率	最大从站数	距离
传统Modbus	双绞线	115200bps	31	1000m (485协议)
Modbus TCP	以太网	由网络决定	127	由网络决定

Modbus 设备

Modbus 设备不需要像 LonWorks 设备那样需要额外的硬件支持，只需要在 Firmware 里面提供对 RS232/TCP 的支持和 Modbus 协议栈，因此 Modbus 设备在成本上往往会相对低廉一些。那么，在同一个网络上，Modbus 网络是通过什么样的方式来区分每个设备呢，答案是通过设备地址。每一个 Modbus 网络上的设备都有其设备地址，主机发送含有目标地址的命令信息，相应地址的设备相应请求，这样就可以完成主机与设备的通信了。详细的通信过程，请参看下一节：Modbus 协议特点。

Modbus 协议特点

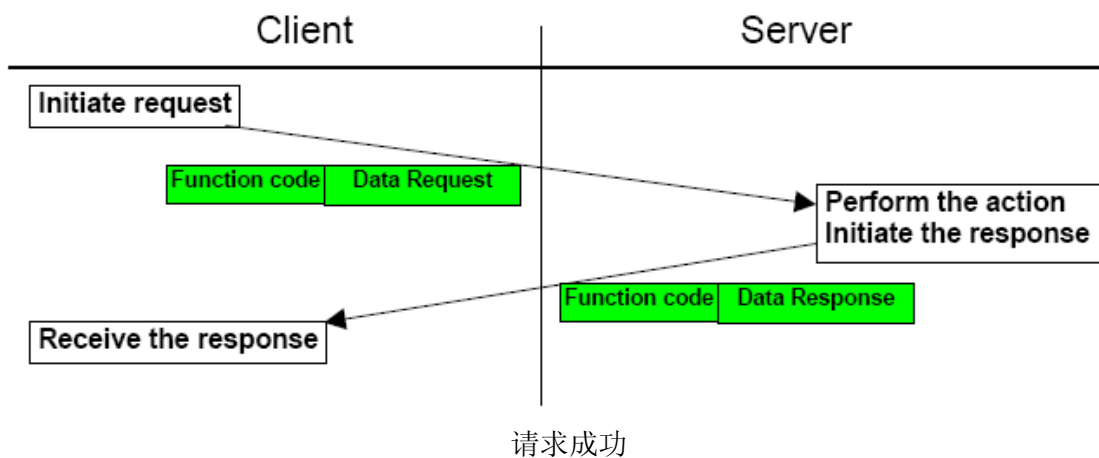
Modbus 协议位于七层协议的第七层，它与不同的下层协议（如传输层）相结合，就形成了不同的 Modbus 协议，如 Modbus 串行链路、Modbus+和 Modbus-TCP。如下图所示：

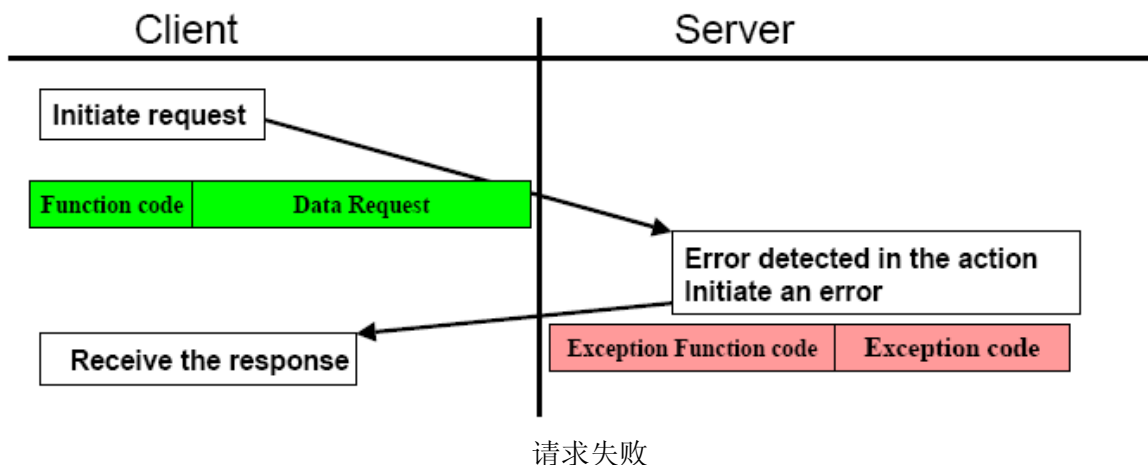


无论是哪种 Modbus 协议，它的数据格式都如下图所示：功能码 + 数据。通过功能码，设备双方都可以明白对方想要进行的动作，数据则是动作的具体内容。



Modbus 通信的方式采用主从式，所谓主从式就是由一方发起查询，一方应答的方式。被查询的设备是 **Server** 端，发起查询的设备是 **Client** 端。最初由 **Client** 端发送含有功能码的请求信息（如读取 3 号设备的寄存器地址 40004 的数据），服务端接收响应，将请求结果返回给客户端，如果请求成功，则返回含有同样功能码的结果，如果请求失败，则返回含有错误功能码的结果。下两幅图分别是请求成功和请求失败的情况。





关于功能码和通信协议格式等详细内容，不属于本文的讨论范围，读者可参考相关技术文章。

小结

传统的 Modbus 协议由于产生比较早，只需要 RS232 就可以进行传输，所以成本较低，大多数现场的仪表都支持传统的 Modbus 协议，各厂商生产的控制器也都支持 Modbus 接入，可以说是支持最广泛的协议之一。另外 Modbus 协议格式简单，同数据容量下所需带宽小，而且通过 RS232 转 485 可以达到很大的传输距离，很适合作为现场的总线协议使用。

Modbus TCP 则可以在 TCP/IP 上传输，使 Modbus 在复杂信息的传递上也能游刃有余。

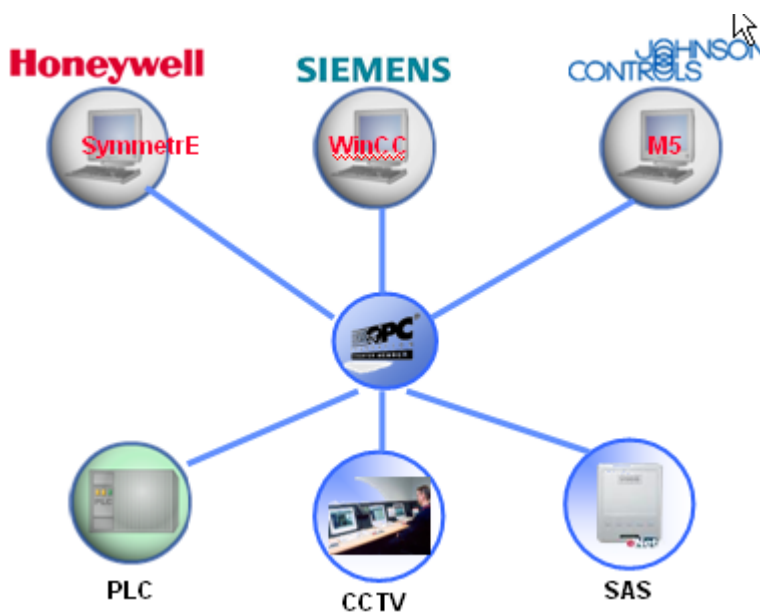
OPC

历史背景

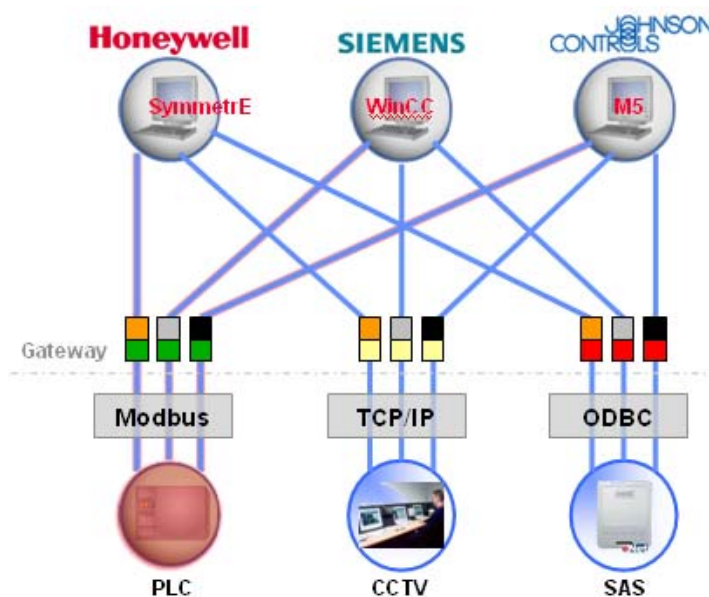
OPC (Ole for Process Control) 标准是一个工业过程控制软件接口标准，它定义了应用微软操作系统的基于 PC 的客户机之间交换自动化实时数据的方法。1996 年 8 月，OPC Task Force 制定的 OPC (OLE for Process Control) 规范正式诞生。随后，1997 年 2 月微软公司推出了 Windows95 支持的 DCOM 技术，1997 年 9 月新成立的 OPC Foundation 对 OPC 规范进行修改，增加了数据访问等一些标准，OPC 规范得到了进一步的完善。

OPC 网络结构

下图是一个采用了 OPC 作为数据集成中间平台的示意图。从图中可以看到，现场数据统一放到 OPC 服务器中，三大厂商各自的中央管理平台均从 OPC 服务器取得现场数据，整个网络结构清晰简单。



下图是没有采用 OPC 作为数据集成中间平台的示意图，对比之下，读者不难发现 OPC 的最大价值：数据集成。



OPC 通信信道

OPC 提供数据给上层管理平台是采用的以太网作为通信信道，采集现场数据则根据现场的具体协议类型，然后编写相应的转换模块来进行的。所以 OPC 本身的通信信道是以太网，并且它只是一个基于 Windows DCOM 技术的“数据中间层”。

OPC 设备

与前两种协议不同，OPC 并不是一种数据传输协议，而是数据集成的中间层。所以提供 OPC 服务的设备只需一台装有 Windows 操作系统的计算机，或者有类似功能的嵌入式系统。

OPC 协议特点

前面提到，OPC 缩写是 Ole for Process Control，所以 OPC 协议也是以这两大部分：Ole 和 Process Control 为基础展开的。通俗讲，就是以 Ole 为技术基础，Process Control 为具体应用的这样一个技术。

OPC 服务器由几个对象组成（Ole 特征）：服务器(Server)、组(Group)和项(Item)

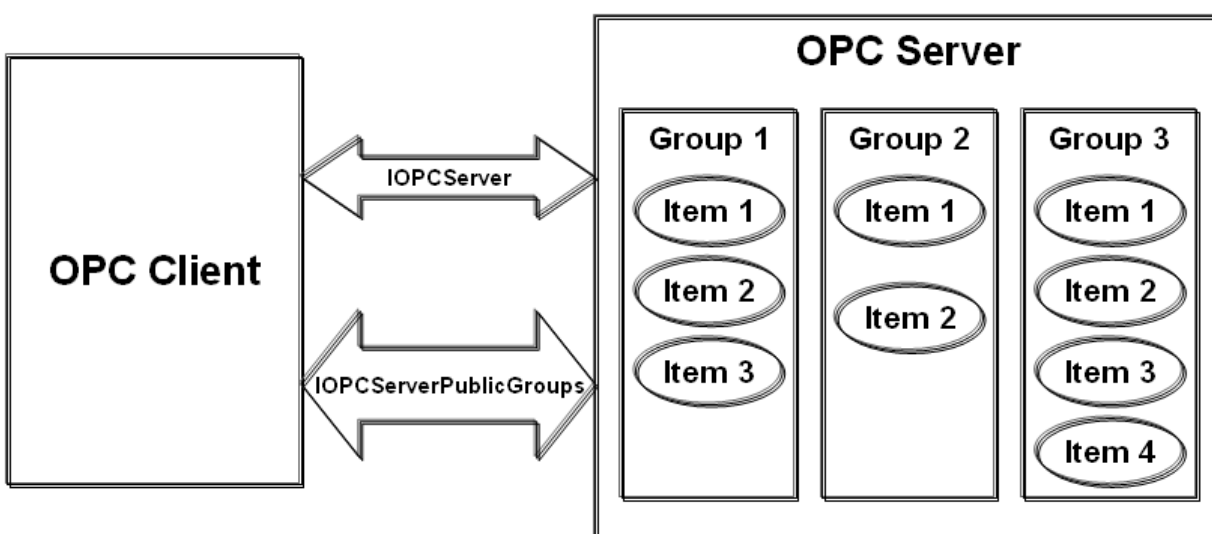
OPC Server 对象维护和管理有关服务器信息，并同时作为一个容器为 Group 对象提供服务。

OPC Group 对象维护和管理有关自身信息，并为包容和逻辑管理 OPC Item 提供了操作机制。

OPC Item 仅代表了到服务器数据源的连接，所有对 Item 的操作都必经过 Group 进行

客户端通过访问服务器的组对象，来与数据点（OPC Item）进行数据交互，见下图：

Honeywell 的 SymmetrE 的中央管理软件就可以看成一个 OPC Client，OPC Server 是一个可以集成现场数据的第三方平台（或中央管理软件集成了 OPC Server 的功能），二者之间通过软件接口进行数据的读取和写入。



OPC 还包括一整套接口，属性和方法，提供给用户用于过程控制和工业自动化应用。Microsoft 的 OLE/COM 技术定义了各种不同的软件部件如何交互使用和分享数据，从而使得 OPC 能够提供通用的接口用于各种过程控制设备之间的通讯，不论过程中采用什么软件和设备。下表是部分标准规范：

标准	版本	内容
Data Access (DA)	3.0,2.0,1.0	实时数据访问规范
Alarms & Events (AE)	1.10,1.0	报警和事件规范
Historical Data Access (HAD)	1.0	历史数据访问规范
Batch	2.0,1.0	批量过程规范

小结

OPC 并不是一个应用于数据传输的协议，它与 LonWorks 和 Modbus 等协议有本质的区别。

OPC 按照面向对象的原则，将一个应用程序（OPC 服务器）作为一个对象封装起来，只将接口方法暴露在外面，客户以统一的方式去调用这个方法，从而保证软件对客户的透明性，使得用户完全从底层的开发中脱离出来。

OPC 实现了远程调用，使得应用程序的分布与系统硬件的分布无关，便于系统硬件配置以及，使得系统的应用范围更广。采用 OPC 规范，便于系统的组态化，将系统复杂性大大简化，可以大大缩短软件开发周期，提高软件运行的可靠性和稳定性，便于系统的升级与维护。

OPC 规范了接口函数，不管现场设备以何种形式存在，客户都以统一的方式去访问，从而实现系统的开放性，易于实现与其它系统的接口。

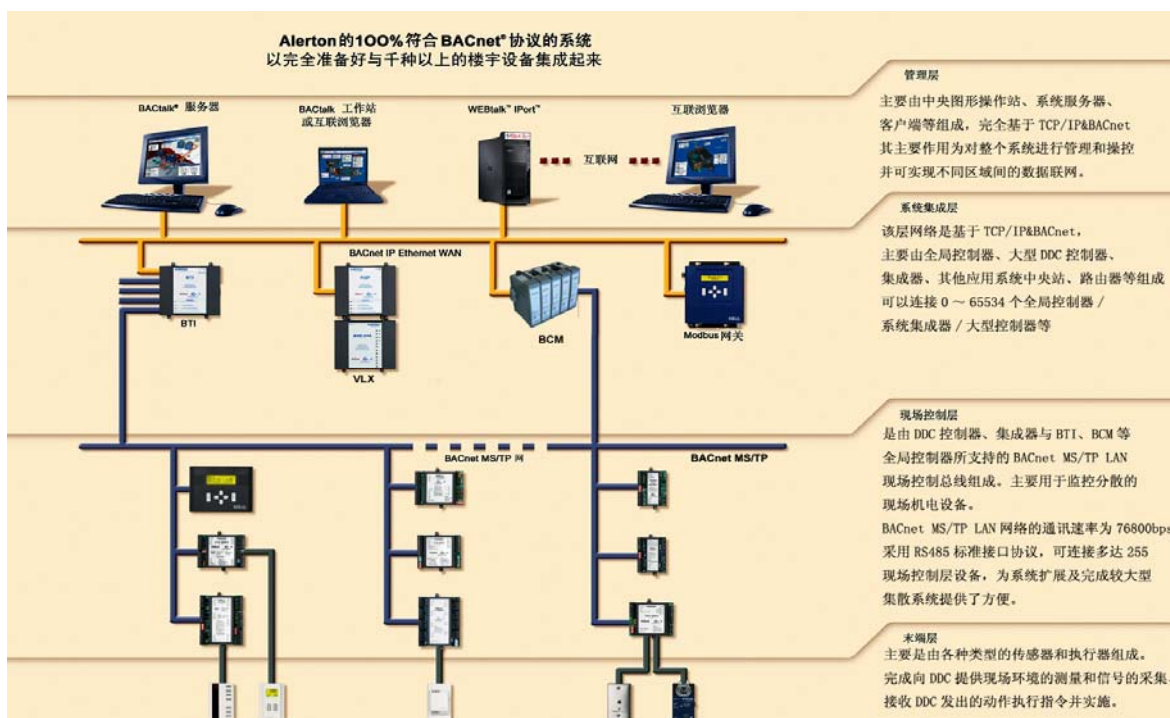
BACnet

历史背景

BACnet 是 A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Network 的简称，是一种为楼宇自控网络制定的数据通讯协议。1987 年，美国暖通空调工程师协会组织（ASHARE）的标准项目委员会调集了全球 20 多位业内著名专家，经过 8 年半时间，在 1995 年 6 月，ASHARE 正式通过全球首个楼宇自控行业通讯标准-BACnet，标准编号为 ANSI/ASHARE Standard135-1995，同年 12 月成为美国国家标准，并且还得到欧盟委员会的承认，成为欧盟标准草案。

BACnet 网络结构

下图是 Honeywell 公司 Alerton 系统的网络结构图。Alerton 系统是一套完全基于 BACnet 的 BA 系统，在现场控制器层和末端可以采用 BACnet MS/TP 的网络通讯协议，中央控制和系统集成层采用 BACnet TCP/IP 进行通讯，整套网络结构很清晰，性能也很优秀。



BACnet 通信信道

BACnet 的开发，由始至终要求在不同厂家生产的楼宇自控产品之间实现完全的“互操作”。为实现这个目标，BACnet 的委员会为 BACnet 的数据结构，控制和通信都制定了精确的标准。其中之一，就是定义了几种类型的局域网络，使 BACnet 的信息可以被传输。

网络类型	描述	速率
Ethernet	以太网(ISO 8802-3)是一种在商业环境中使用广泛的局域网标准。使用介质为双绞线、同轴电缆和光纤。以太网需要专用芯片处理网络通信。	10 ~ 100 Mbps
ARCnet (Attached Resources Computer Network)	ARCnet 是由美国Datapoint公司开发的一种令牌局域网，支持的设备需要使用芯片来处理网络通讯，已成为美国国家标准（ATA/ANSI 878.1）。最新一代的ARCnet芯片具有速度可调的功能，并可使用EIA-485电平信号。	150Kbps ~ 7.5Mbps 双绞线2.5Mbps
MS/TP* (Master-Slave/Token-Passing)	物理层使用EIA-485 的信号标准。使用屏蔽双绞线。MS/TP 局域网技术是 BACnet 标准为了适应低速应用定义的专有技术，这种类型网络成本低，适用于现场控制器的通讯连接。	9.6 ~ 76.8 Kbps
PTP* (Point to Point)	使用modem 和公共电话网络来实现数据交互操作的方法。PTP 适用 modem 协议 (V.32bis 和V.42)，使用EIA-232 信号标准直连电缆连接。	9.6 ~ 56 Kbps
LONTALK	LONtalk 是由 Echelon 公司开发的专有技术，是仅有的需要专用开发工具和专用芯片来实现的网络类型。	32kbps ~ 1.25Mbps

BACnet 设备

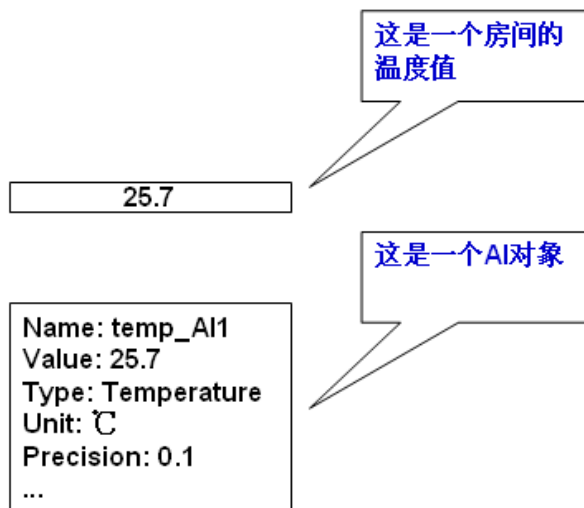
这里先请读者看一下这个表格：表格中列举了 BACnet 的层和 OSI 所对应的层次，前面已经讲过 BACnet 规定了一系列的通信信道，也就是数据链路和物理层已经规定好了，那么 BACnet 设备需不需要像 LonWorks 那样要有专门的芯片呢？答案是：取决于所选择的信道。如果选择基于 MS/TP 的双绞线作为通信信道，那么 BACnet 设备只需要支持 BACnet 协议栈和串口就可以，如果采用 LonTalk 作为传输信道，那么自然就需要 LonWorks 的支持了。

BACnet的层					OSI 对应的层
BACnet 应用层					应用层
BACnet 网络层					网络层
IEEE 802.2		MS/TP	PTP	LonTalk	数据链路
Ethernet	ARCNET	EIA-485	EIA-232		物理层

BACnet 协议特点

BACnet 是完全基于面向对象的概念定制的一个楼宇控制领域的通讯协议，因此在楼宇控制方面，BACnet 考虑得相当完善。BACnet 系统的所有数据使用“对象”，“属性”和“服务”来表示。这种数据表达的标准方法和活动使来自于不同厂家的 BACnet 设备实现交互操作。理解这种面向对象的机制是理解 BACnet 标准的基础。

举例来说，温度点和一个温度对象有什么不同？见下图：



BACnet 支持的标准对象在不断增多，最新的 BACnet 协议也将安防等因素考虑了进去，所以 BACnet 是一个很有潜力的网络协议。

小结

BACnet 协议独立于任何制造商，基于面向对象的设计使产品有良好的互操作性，有利于系统的扩展和集成。另外整套系统可以由不同厂商的产品组成，市场竞争之下价格也相对比较低廉。另外，BACnet 协议也允许生产商提供专用对象，专用对象增加的专用属性也可以提供一定的保密性。但是 BACnet 作为一种相对较新的标准化网络协议，正在不断地发展和完善之中，所以目前的普及还不及一些传统或者相对早期的通讯协议，不过目前它已被多个国家接纳为标准，也得到多个厂商的支持。

总结

前面分别对 OSI, LonWorks, Modbus, OPC 和 BACnet 进行了简单的介绍，这里做一下总结。

OSI 是现代网络协议的一个基础，它的分层模型对现代网络协议有非常深刻的影响，几乎所有的现代网络协议都是遵循这一模型向前发展的。

OPC 不同于其他三种协议，它更侧重于数据集成。采用 OPC 做数据集成主要有两大步骤：**1**，将现场数据采集到 OPC 服务器中；**2**，中央管理软件从 OPC 服务器中获得数据。这两步中的第二步往往很容易，多数中央管理软件都提供了比较方便的配置界面，相对复杂的是第一步。第一步需要针对不同的协议，编写不同的协议转换模块，或者是通过已有的协议转换模块，将得到数据依照 OPC 所规定的格式放入 OPC 服务器中，是比较消耗人工的。

LonWorks, Modbus 和 BACnet 都可以独立应用于一整套楼宇控制系统，也可以混合使用。三者都划分了现场总线 and 上层总线，都需要网关进行协议的转换，都倡导开放性。不同的是 LonWorks 需要专门的硬件设备（神经元）和软件（LNS）对网络进行访问、配置，但因 LonWorks 起步较早，目前拥有很多成熟的应用案例，受支持的范围也很广泛；Modbus 现场总线信息格式非常简单，无论编写还是解析都很容易，所以在现场层很受欢迎，目前几乎所有的仪器仪表都支持 Modbus-RS232 协议；BACnet 协议起步较晚，但也因此采用了很多先进的设计思想，相对来讲是最完善的，它所规定的对象以及属性，非常适合楼宇控制领域的应用，面向对象的思想也让 BACnet 协议在集成方面有得天独厚的优势。

这三种协议各有利弊，如何取舍，还要看具体应用。