

## 工程应用指南

### 1. 现场总线 PROFIBUS 在工厂自动化系统中的位置

一个典型的工厂自动化系统应该是三级网络结构。基于现场总线 PROFIBUS-DP/PA 控制系统位于工厂自动化系统中的底层，即现场级与车间级。现场总线 PROFIBUS 是面向现场级与车间级的数字化通信网络。如下图 3-1 所示：

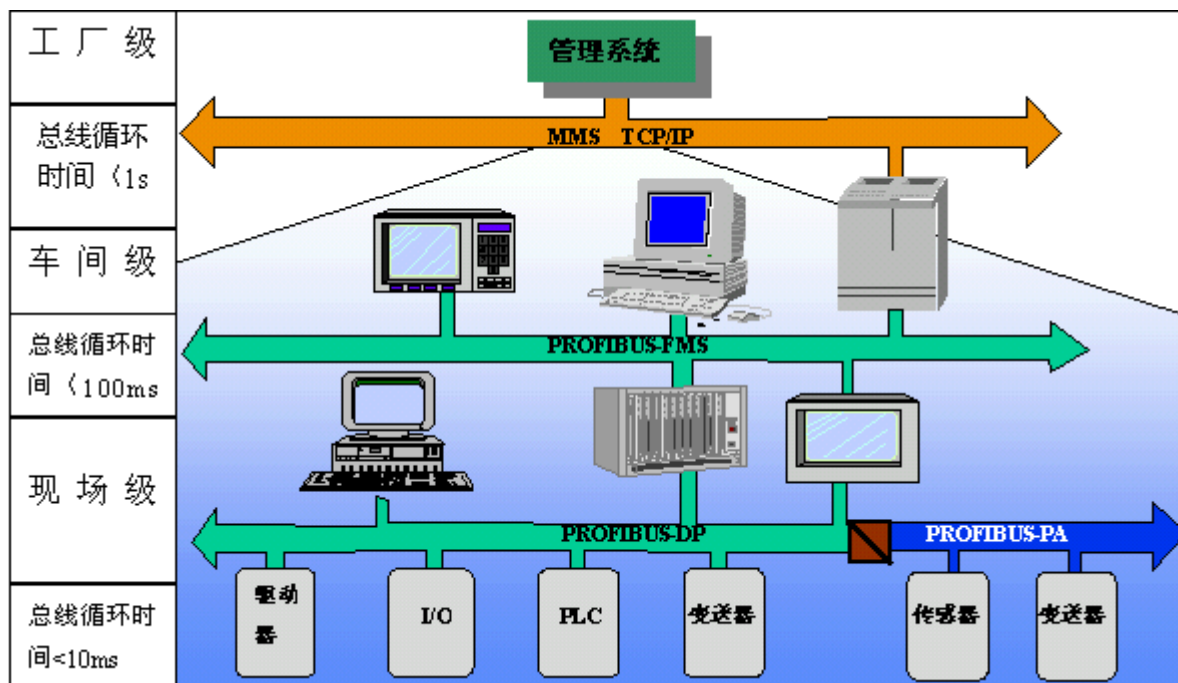


图 3-1: PROFIBUS 是面向现场级与车间级的数字化通信网络

(1) 现场设备层：主要功能是连接现场设备，如分散式 I/O、传感器、驱动器、执行机构、开关设备等，完成现场设备控制及设备间连锁控制；如一台加工设备控制、一条装配输送线或一条生产线上现场设备之间的连锁控制。主站（PLC、PC 机或其它控制器）负责总线通信管理及所有从站的通信。总线上所有设备生产工艺控制程序存储在主站中，并由主站执行。

(2) 车间监控层：车间级监控用来完成车间主生产设备之间的连接，如一个车间三条生产线主控制器之间的连接，完成车间级设备监控。车间级监控包括生产设备状态在线监控、设备故障报警及维护等。通常还具有诸如生产统计、生产调度等车间级生产管理功能。车间级监控通常要设立车间监控室，有操作员工作站及打印设备。车间级监控网络可采用 PROFIBUS-FMS，它是一个多主网，这一级数据传输速度不是最重要的，而是要能够传送大容量信息。

(3) 工厂管理层：车间操作员工作站可通过集线器与车间办公管理网连接，将车间生产数据送到车间管理层。车间管理网作为工厂主网的一个子网。子网通过交换机、网桥或路由等连接到厂区骨干网，将车间数据集成到工厂管理层。如下图 3-2 所示。

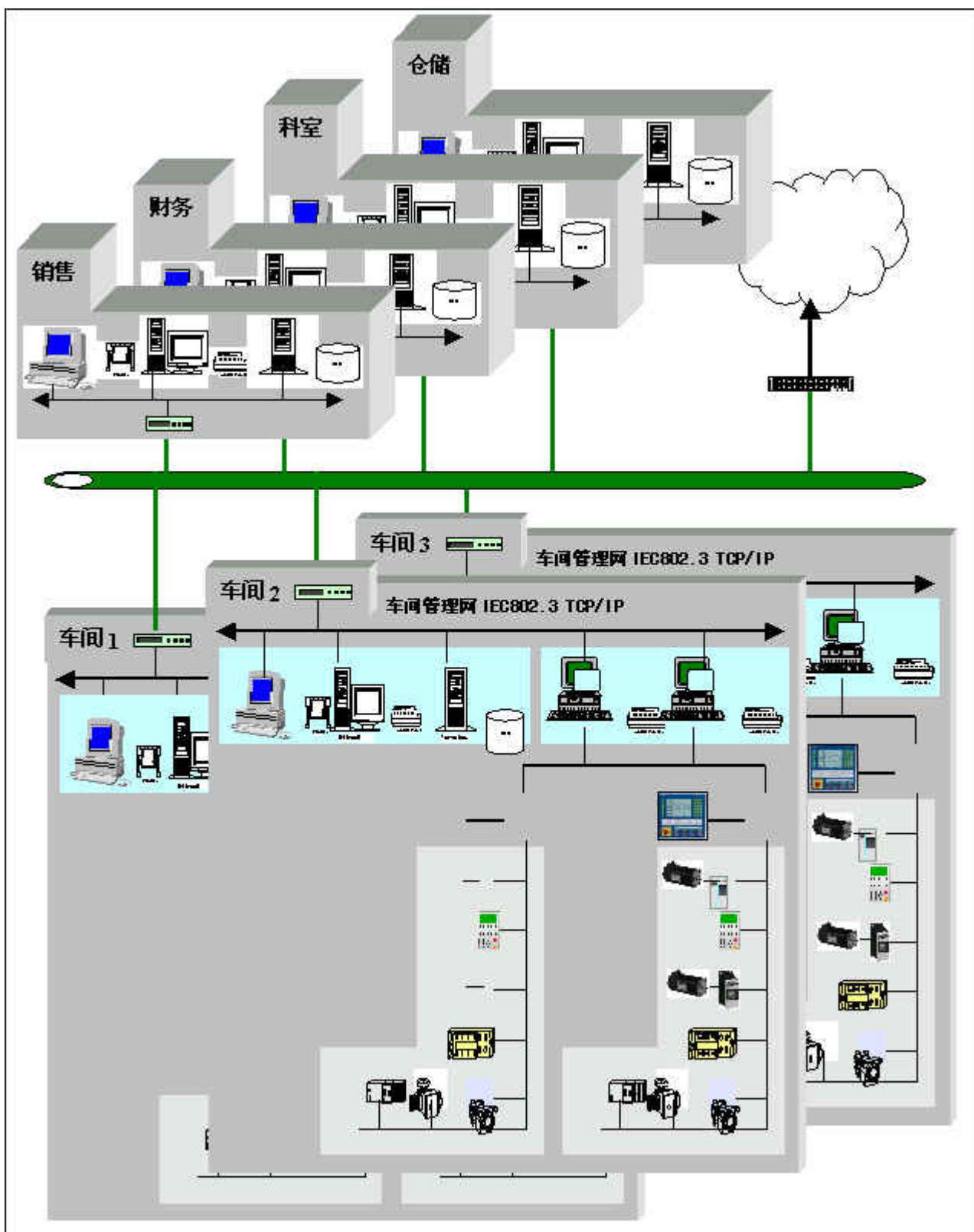


图 3-2

车间管理层采用通常所说的以太网，即 IEC802.3、TCP/IP 的通信协议标准。厂区骨干网可根据工厂实际情况，采用如 FDDI 或 ATM 等网络。

2. 现场总线 PROFIBUS 控制系统组成

2.1. 一类主站

一类主站指 PLC、PC 或可做一类主站的控制器。一类主站完成总线通信控制与管理。

2.2. 二类主站

二类主站指操作员工作站（如 PC 机加图形监控软件）、编程器、操作员接口等。完成各站点的数据读写、系统配置、故障诊断等。

2.3 从站

(1) PLC（智能型 I/O）：PLC 可做 PROFIBUS 上的一个从站。PLC 自身有程序存储，PLC 的 CPU 部分执行程序并按程序指令驱动 I/O。做为 PROFIBUS 主站的一个从站，在 PLC 存储器中有一段特定区域作为与主站通信的共享数据区。主站可通过通信间接控制从站 PLC 的 I/O。

(2) 分散式 I/O（非智能型 I/O）：通常由电源部分、通信适配器部分、接线端子部分组成。分散式 I/O 不具有程序存储和程序执行，通信适配器部分接收主站指令，按主站指令驱动 I/O，并将 I/O 输入及故障诊断等信息返回给主站。通常分散型 I/O 是由主站统一编址，这样在主站编程时使用分散式 I/O 与使用主站的 I/O 没有什么区别。

(3) 驱动器、传感器、执行机构等现场设备：即带 PROFIBUS 接口的现场设备，可由主站在线完成系统配置、参数修改、数据交换等功能。至于那些参数可进行通信及参数格式由 PROFIBUS 行规决定。

3. 现场总线 PROFIBUS 控制系统配置的几种形式

3.1 根据现场设备是否具备 PROFIBUS 接口可分为三种形式

(1) 总线接口型: 现场设备不具备 PROFIBUS 接口，采用分散式 I/O 作为总线接口与现场设备连接。这种形式在应用现场总线技术初期容易推广。如果现场设备能分组，组内设备相对集中，这种模式会更好地发挥现场总线技术的优点。见图 3-3:

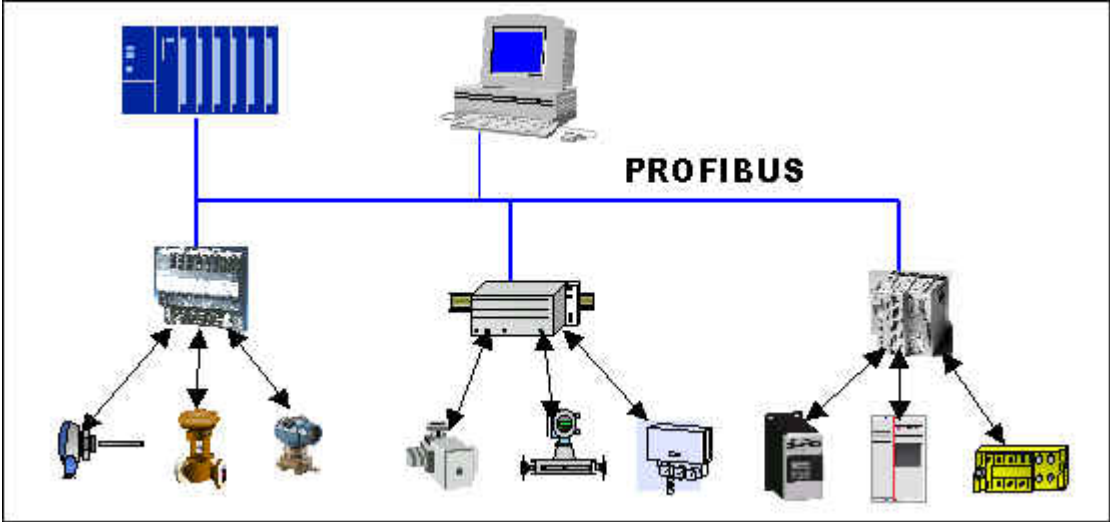


图 3-3：采用分散式 I/O 作为总线接口与现场设备连接

(2) 单一总线型: 现场设备都具备 PROFIBUS 接口。这种一种理想情况。可使用现场总线技术，实现完全的分布式结构，可充分获得这一先进技术所带来的利益。新建项目可能具有这种条件，就目前来看，这种方案设备成本会较高。见图 3-4:

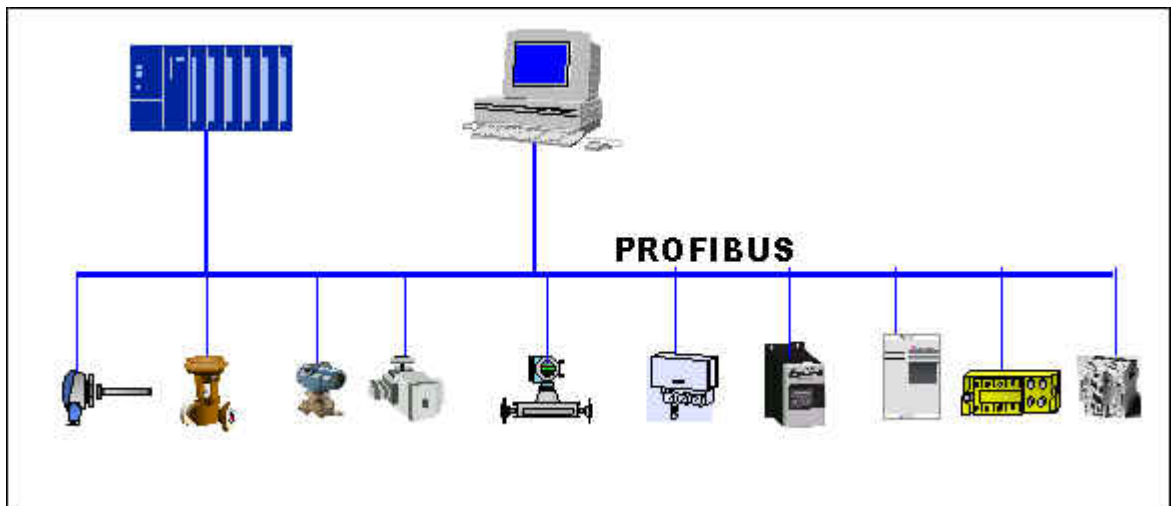


图 3-4：现场设备都具备 PROFIBUS 接口

(3) 混合型：现场设备部分具备 PROFIBUS 接口。这将是一种相当普遍的情况。这时应采用 PROFIBUS 现场设备加分散式 I/O 混合使用的办法。无论是旧设备改造还是新建项目，希望全部使用具备 PROFIBUS 接口现场设备的场合可能不多，分散式 I/O 可作为通用的现场总线接口，是一种灵活的集成方案。见图 3-4。

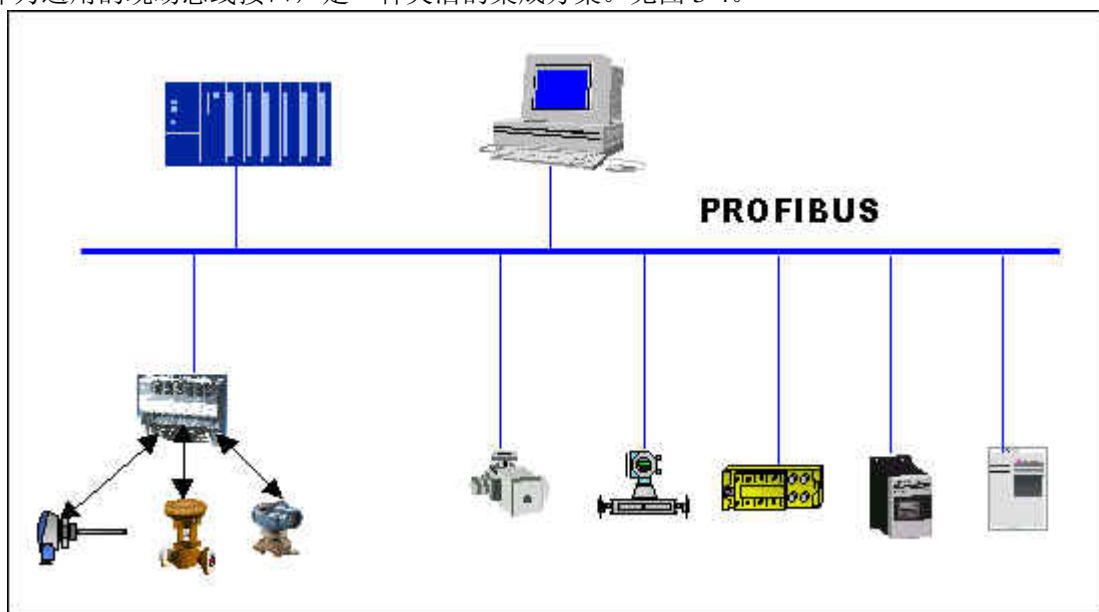


图 3-4：混合型

### 3.2 根据实际应用需要的几种系统结构类型

根据实际需要及经费情况，通常有如下几种结构类型：

(1) 结构类型 1：以 PLC 或控制器做一类主站，不设监控站，但调试阶段配置一台编程设备。这种结构类型，PLC 或控制器完成总线通信管理、从站数据读写、从站远程参数化工作。如图 3-5 所示。

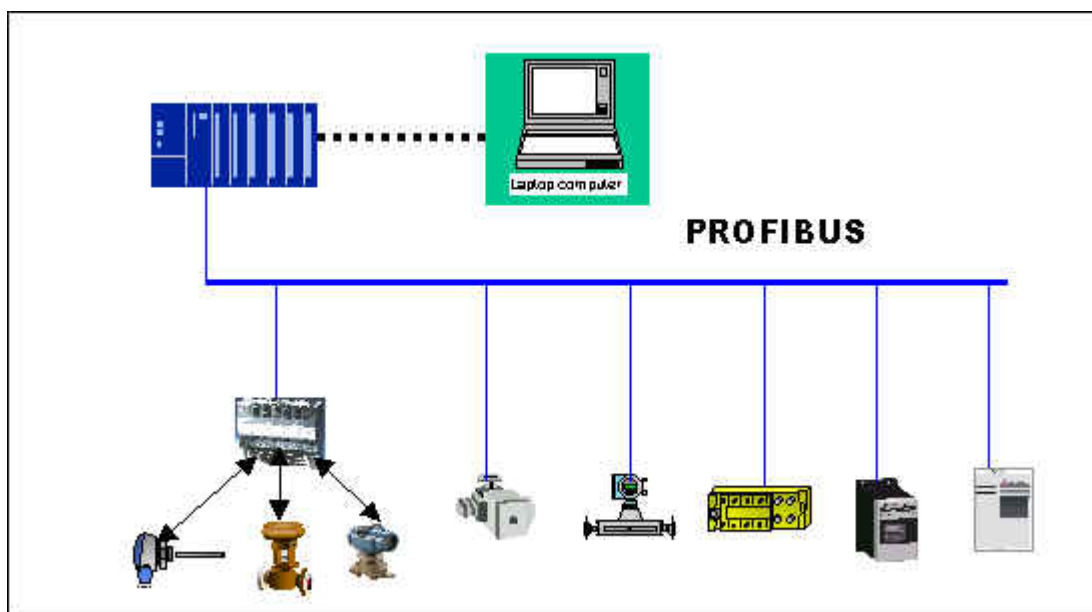


图 3-5: 结构类型 1

(2) 结构类型 2: 以 PLC 或控制器做一类主站，监控站通过串口与 PLC 一对一的连接。这种结构类型，监控站不在 PROFIBUS 网上，不是二类主站，不能直接读取从站数据和完成远程参数化工作。监控站所需的从站数据只能从 PLC 或控制器中读取。如图 3-6 所示。

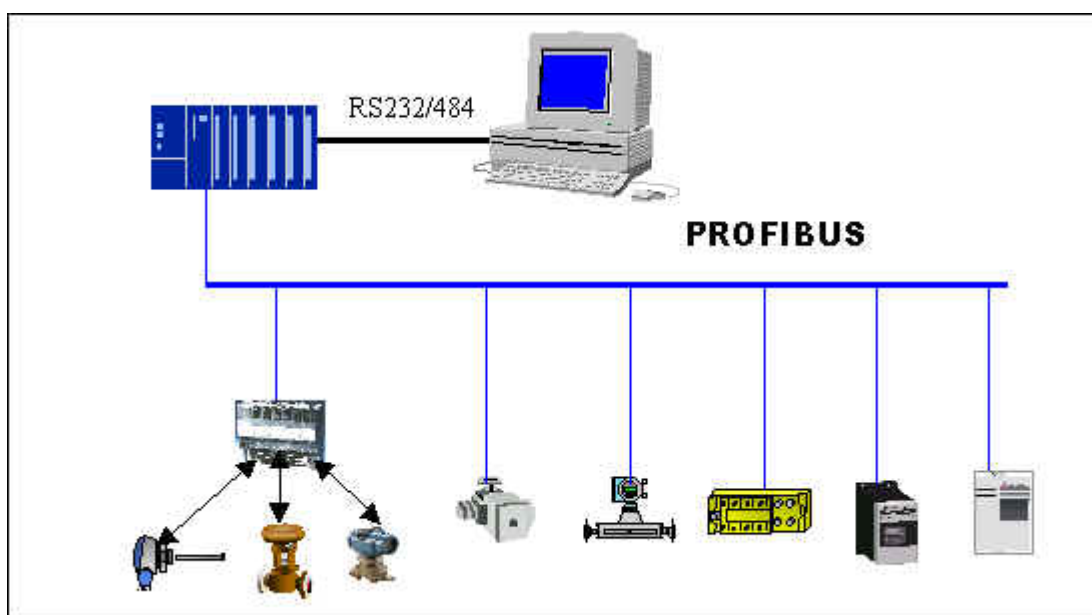


图 3-6: 结构类型 2

(3) 结构类型 3: 以 PLC 或其它控制器做一类主站，监控站（二类主站）连接 PROFIBUS 总线上。这种结构类型，监控站在 PROFIBUS 网上作为二类主站，可完成远程编程、参数化及在线监控功能。如图 3-7 所示。

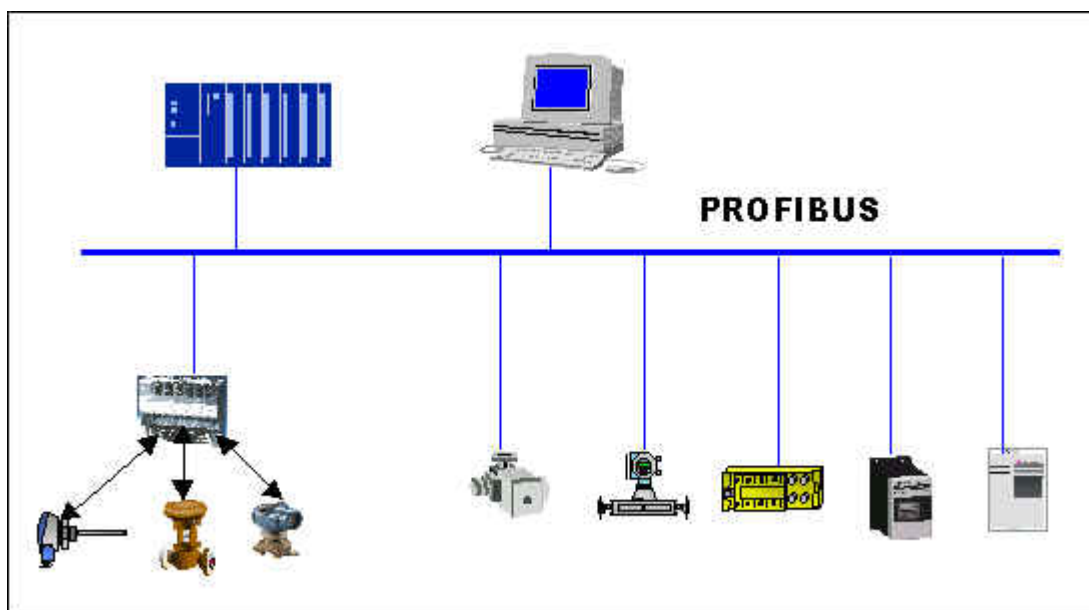


图 3-7：结构类型 3

(4) 结构类型 4：使用 PC 机加 PROFIBUS 网卡做一类主站，监控站与一类主站一体化。这是一个低成本方案，但 PC 机应选用具有高可靠性、能长时间连续运行的工业级 PC 机。对于这种结构类型，PC 机故障将导致整个系统将瘫痪。另外，通信模板厂商通常只提供一个模板的驱动程序，总线控制、从站控制程序、监控程序可能要由用户开发，因此应用开发工作量可能会比较大。如图 3-8 所示。

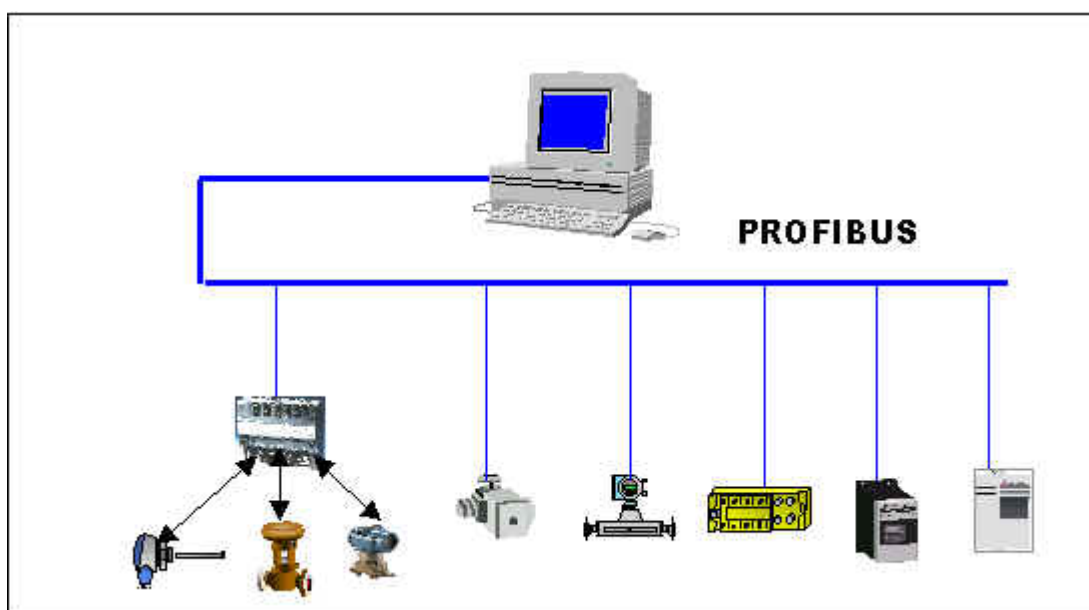


图 3-8：结构类型 4

(5) 结构类型 5：坚固式 PC 机（COMOPACT COMPUTER）+PROFIBUS 网卡+SOFTPLC 的结构形式。如果上述方案中 PC 机换成一台坚固式 PC 机（COMOPACT COMPUTER），系统可靠性将大大增强，足以使用户信服。但这是一台监控站与一类主站一体化控制器工作站，要求它的软件完成如下功能：

- ▼支持编程，包括主站应用程序的开发、编辑、调试。
- ▼执行应用程序。



- ▼通过 PROFIBUS 接口对从站的数据读写。
- ▼从站远程参数化设置。
- ▼主/从站故障报警及记录。
- ▼主持设备图形监控画面设计、数据库建立等监控程序的开发、调试。
- ▼设备装态在线图形监控、数据存储及统计、报表等功能。

近来出现一种称为 SOFTPLC 的软件产品，是将通用型 PC 机改造成一台由软件（软逻辑）实现的 PLC。这种软件将 PLC 的编程（IEC1131）及应用程序运行功能，和操作人员监控站的图形监控开发、在线监控功能集成到一台坚固式 PC 机上，形成一个 PLC 与监控站一体的控制器工作站。笔者认为这种产品结合现场总线技术将有很好的发展前景。如图 3-9 所示。

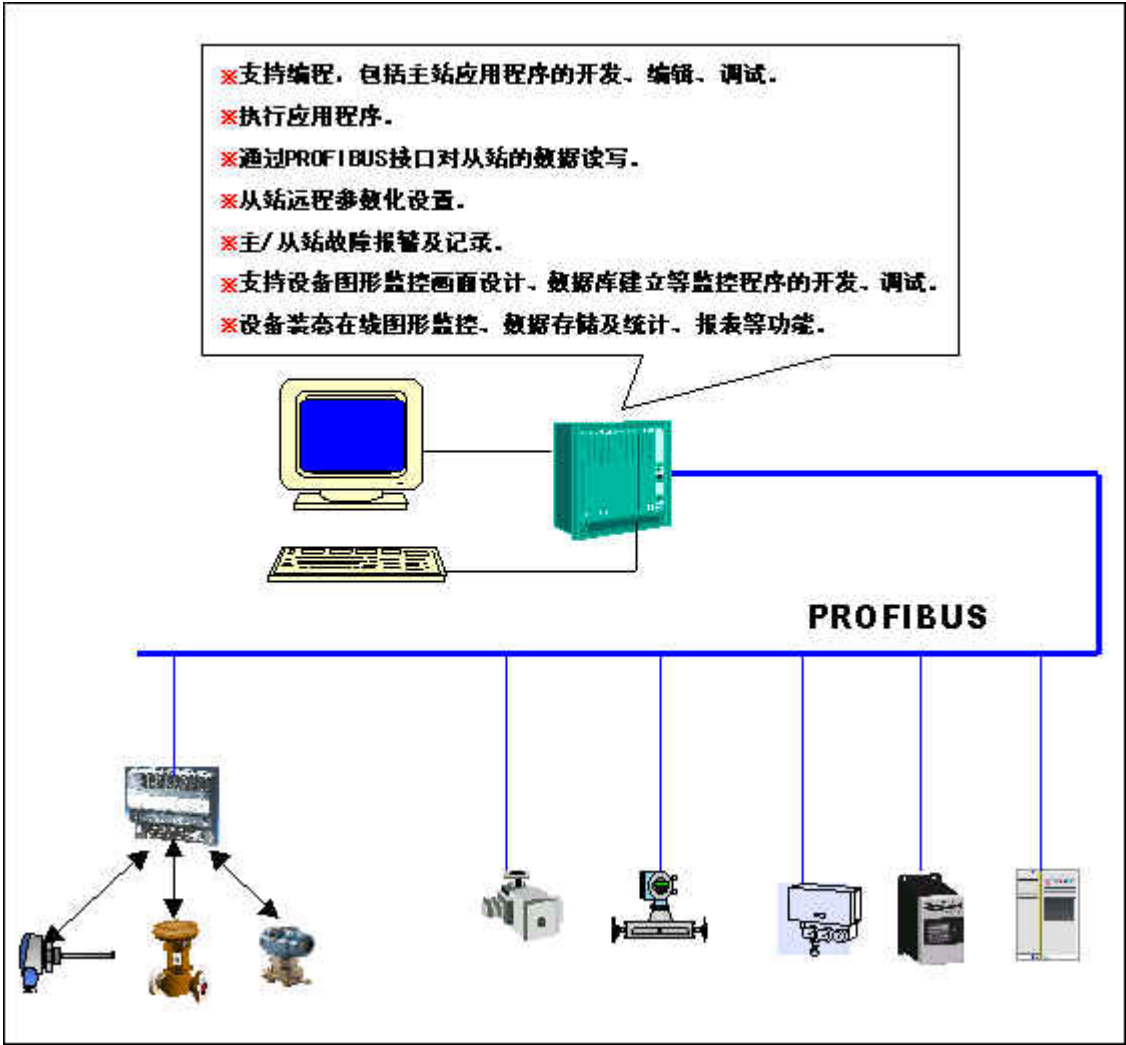


图 3-9：结构类型 5

(6) 结构类型 6：使用两级网络结构，这种方案充分考虑了未来扩展需要，比如要增加几条生产线即扩展出几条 DP 网络，车间监控要增加几个监控站等，都可以方便进行扩展。如图 3-10 所示，采用了两级网络结构形式，充分考虑了阴影部分的扩展余地。

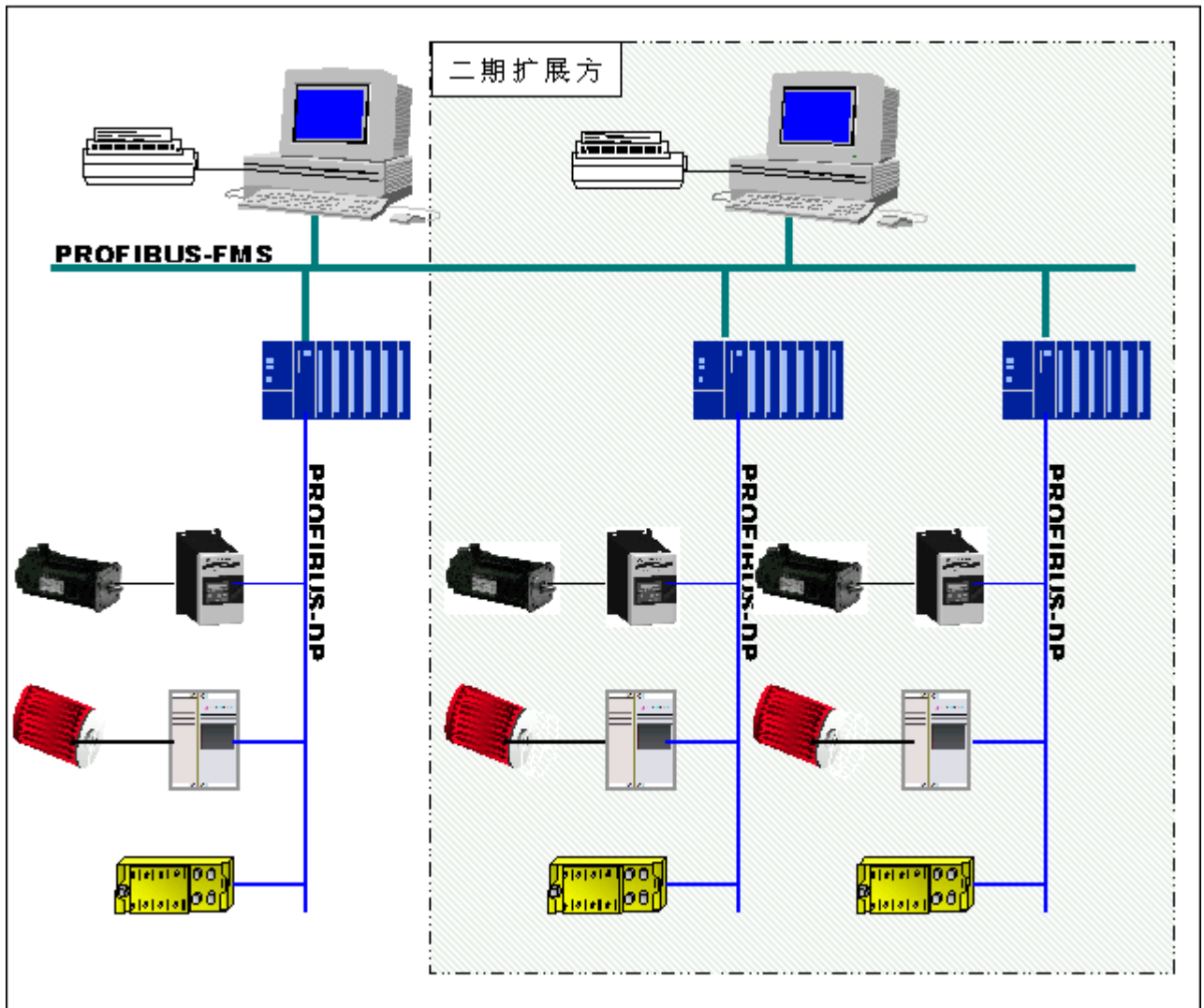


图 3-10：结构类型 6

#### 4. 应用 PROFIBUS 技术构成自动化控制系统时应考虑的几个问题

当我们面对一个实际应用问题，希望应用现场总线技术构成一个系统时，可遵循以下步骤，逐一思考以下几个问题并给出答案或作出选择，最终即可得到一个应用现场总线技术的实际问题的解决方案。

##### 4.1 项目是否适于使用现场总线技术

世上没有包治百病的灵丹妙药，任何一种先进技术，超出其适用范围也不会得到好的效果。因此可着重考虑以下几个问题：

###### (1) 现场被控设备是否分散？

这是决定使用现场总线技术的关键。现场总线技术适合于分散的、具有通信接口的现场受控设备的系统。现场总线技术优势是节省了大量现场布线成本，使系统故障易于诊断与维护。对于具有集中 I/O 的单机控制系统，现场总线技术没有明显优势。当然，有些单机控制，在设备上很难留出空间布置大量的 I/O 走线，也可考虑使用总线技术。

###### (2) 系统对底层设备有信息集成要求？

现场总线技术适合对数据集成有较高要求的系统。如需要建立车间监控系统、如建立全厂的 CIMS 系统。在底层使用现场总线技术可将大量丰富的设备及生产数据集成到管理层，为实现全厂的信息系统提供重要的底层数据。



(3) 系统对底层设备有较高的远程诊断、故障报警及参数化要求？

现场总线技术适合要求有远程操作及监控的系统。

#### 4.2 系统实时性要求？

所谓系统的实时性是指现场设备之间，在最坏情况下完成一次数据交换，系统所能保证的最小时间。简单地说就是现场设备的通信数据更新速度。以下实际应用可能对系统的实时性提出要求：

(1) 快速互锁连锁控制、故障保护：现场设备之间需要快速互锁连锁控制，完成设备故障保护功能。或系统实时性影响到产品加工精度。系统实时性不高，可能会导致设备损坏，或产品加工质量。

(2) 闭环控制：现场设备之间构成闭环控制系统，系统的实时性影响到产品质量，如产品薄厚不均、大小不一、成份不同等。

影响系统实时性因素如下：

(1) 现场总线数据传输速率高具有更好的实时性。

(2) 数据传输量小系统具有更好的实时性

(3) 从站数目少系统具有更好的实时性

(4) 主站数据处理速度快使系统具有更好的实时性。

(5) 单机控制 I/O 方式，比现场总线方式要有更好的实时性。如图 3-11 所示：1 与 2 之间的配合比 3 与 4 之间的配合具有更好的实时性。

(6) 在一条总线上的设备比经过网桥或路由的设备具有更好的实时性。如图 3-11 所示：3 与 4 在同一段 PROFIBUS-DP 上，而 3 与 5 位于两段不同的 PROFIBUS-DP 上，因此，3 与 4 之间的配合比 3 与 5 之间的配合具有更好的实时性。同理，3 或 4 与 5 之间的实时性是最差的。

(7) 有时主站应用程序的大小、计算复杂程度也影响系统响应时间，这与主站设计原理有关。

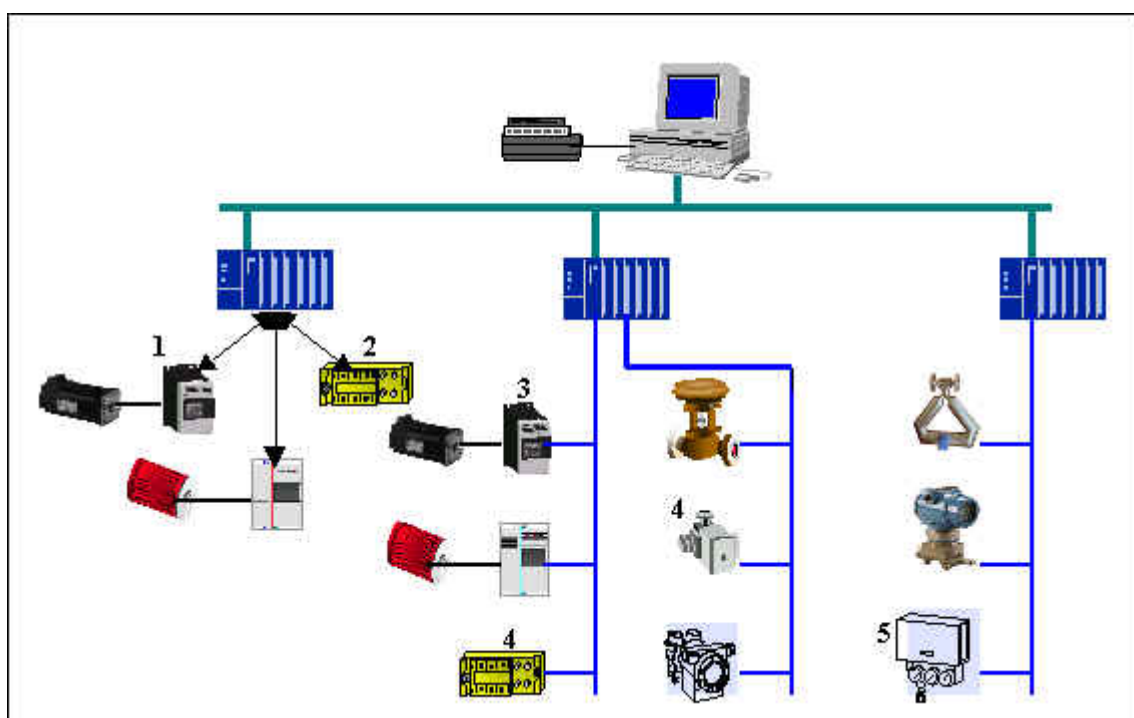


图 3-11

如果实际应用问题对系统响应有一定的实时要求。可根据具体情况分析是否采用总线技术。对 PROFIBUS-DP，以下数据仅供参考。当总线具有 32 个从站，数据传输速率为 12M 时，总线循环时间为 1 毫秒。见图 3-12。

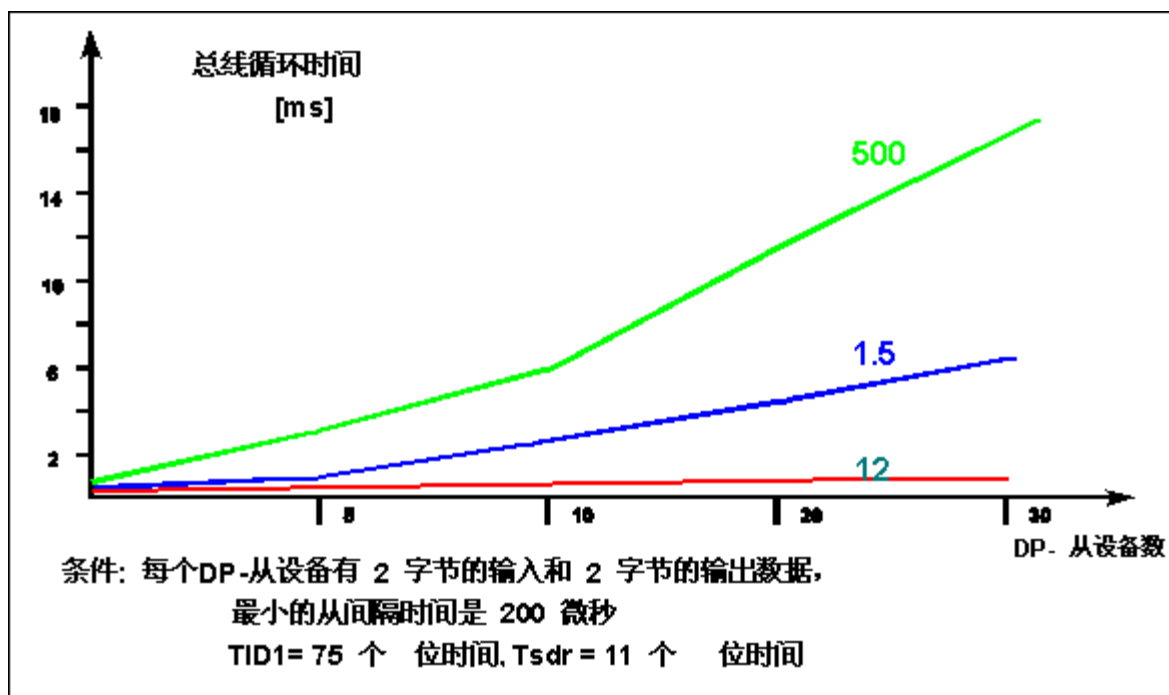


图 3-12

#### 4.3 有无应用先例?

有无应用先例也是决定是否采用 PROFIBUS 技术的一个关键。因为, 对于一个实际应用项目, 技术问题复杂, 很难用精确的数学分析、仿真方法给出技术可行性论证。对重大项目的决策, 应用先例或应用业绩是简单而又颇具说服力的证明。一般来说, 如在相同行业有类似应用, 可以说明一些关键技术上已经有所保证。就笔者所知, PROFIBUS 技术已在制造业、流程行业、楼宇、电力、交通等许多行业已有应用业绩。

#### 4.4 采用什么样的系统结构配置

用户决定采用现场总线 PROFIBUS 技术后, 下一个问题就是采用什么样的系统结构配置。

##### (1) 系统结构形式:

- “ 分层? 现场层? 车间层? 是否需要车间层监控?
- “ 结构(从站)? 有多少从站? 分布如何? 从站设备如何连接? 现场设备是否具备 PROFIBUS 接口? 可否采用分散式 I/O 连接从站? 哪些设备需选用智能型 I/O 控制。根据现场设备地理分布进行分组并确定从站个数及从站功能的划分。
- “ 结构(主站)? 有多少从站? 分布如何? 如何连接?
- “ 系统结构类型? 见“4.3.2 根据实际应用需要的几种系统结构类型”。

##### (2) 选型

- “ DP? PA? FMS? 根据系统是离散量控制还是流程控制, 现场级选用 PROFIBUS-DP 或 PA? 是否需要本征安全?
- “ 现场总线数据传输速率? 根据系统对实时性要求, 决定现场总线数据传输速率。
- “ 车间级监控及监控站? 是否需要车间级监控? 选用 FMS、监控站及连接形式。
- “ 主站形式? 根据系统可靠性要求及工程经费, 决定主站形式及产品。

#### 4.5 如何与车间自动化系统或全厂自动化系统的连接。

##### (1) 是否需要车间及监控?

如果需要作车间级监控或需要为车间级监控留出接口, 主站应配置 FMS 接口。控站应接到 FMS 网上, 因此

监控站也要考虑配置 FMS 网卡。

## (2) 设备层数据如何进入车间管理层数据库？

设备层数据如 PROFIBUS-DP 数据进入车间管理层数据库，首先要进入监控层 FMS 的监控站，监控站的监控软件包具有一个在线监控数据库，这个数据库的数据分两个部分，一是在线数据，如设备状态、数值数据、报警信息等；另一类为历史数据，是对在线数据进行了一些统计分类以后存储的数据，可作为生产数据完成日、月、年报表及设备运行记录报表。这部分历史数据通常需要进入车间级管理数据库。自动化行业流行的实时监控软件，如 FIX、INTOUCH、WIZCON、WINCC、RSVIEW 等，都具有 MICRO 系列数据库接口，如 ACCESS、SYBASE、FOBASE。工厂管理层数据库通过车间管理层得到设备层数据。