

1994 ---- 2008


[www.hite.com.cn](http://www.hite.com.cn)

海得控制系统股份有限公司



**上海海得控制系统股份有限公司**

**SHANGHAI HI-TECH CONTROL SYSTEM CO., LTD**



# 如何构建高性能的工业网络

上海海得控制系统股份有限公司——董平

# 如何构建高性能的工业网络

## 为网络故障付出的代价可能是昂贵的

**Result of a study by Infonetics, USA, among  
100 of the top 1000 US companies:**

**Average down days: 24 days per year**  
**Average failure duration: 4.86 hours per year**  
**Average failure cost: 32,000 \$ per hour**

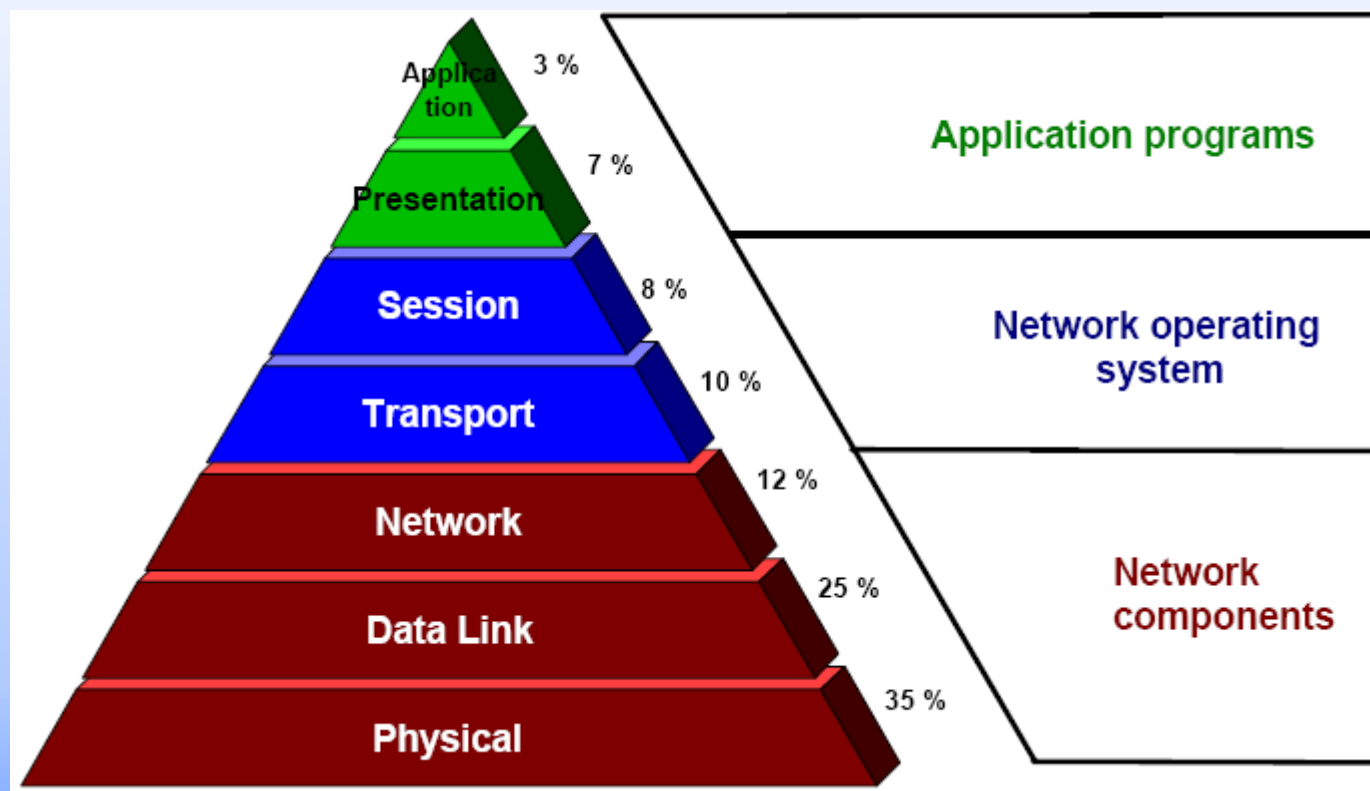
**Failure cost according to an ICL survey:**

<b>34 %</b>	<b>below 1,000 \$</b>
<b>34 %</b>	<b>1,000 - 10,000 \$</b>
<b>20 %</b>	<b>10,000 - 100,000 \$</b>
<b>12 %</b>	<b>above 100,000 \$</b>

网络故障造成的支出占到了每财政年度支出的2% ~ 16%  
( Infonetics Research 2007 )

# 如何构建高性能的工业网络

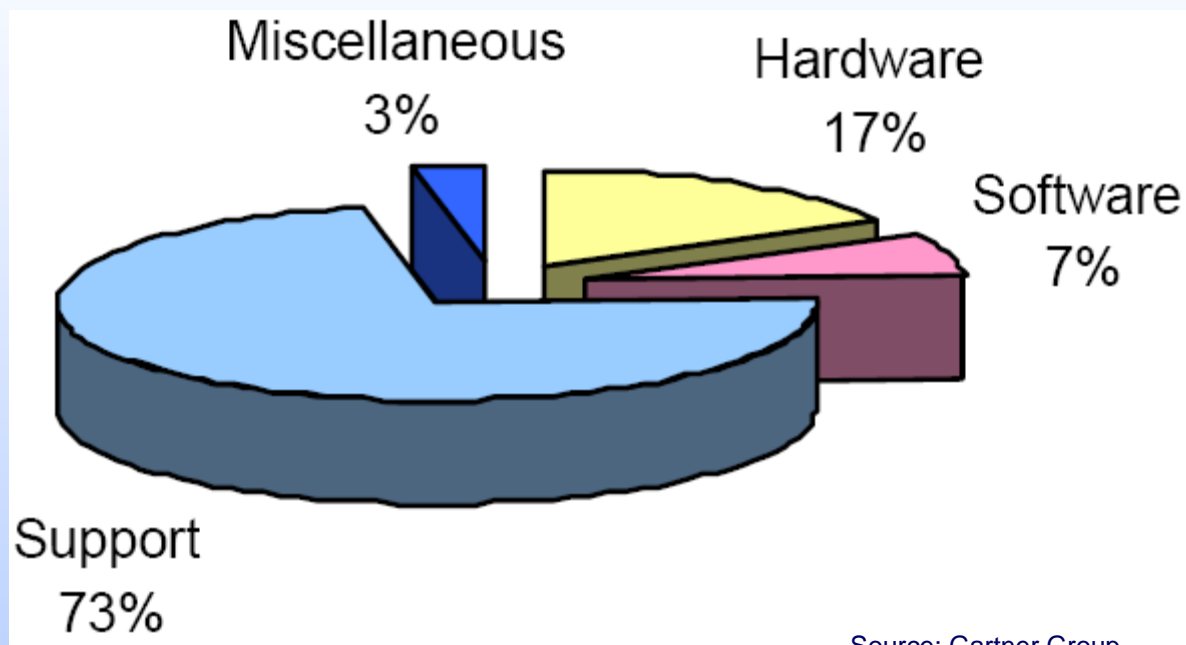
在所有故障中，大约2/3是由于网络设备故障造成的。



Source: Datacom, Network Management Special

# 如何构建高性能的工业网络

## 网络的 5 年总拥有成本



Source: Gartner Group

- 适当的方法可以降低支持维护的支出:
- 高质量的硬件和软件
- 冗余的网络规划
- 延长保修期

# 如何构建高性能的工业网络

- 网络类型选择
- 网络拓扑选择
- 工业网络系统设计要求
- 高性能工业网络的其他特性表现



## 如何构建高性能的工业网络

- 目前市场上的网络类型:
- ATM
- SDH
- RPR
- 令牌环网
- .....
- 工业以太网

# 如何构建高性能的工业网络

## 工业自动化组织的共同目标



工业以太网

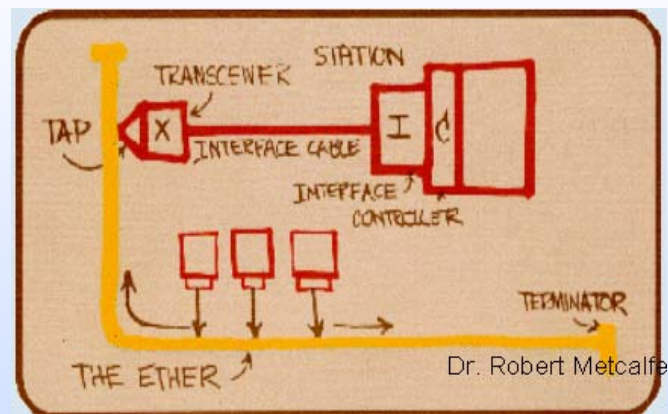
IAONA, Open Device Vendor Association (ODVA) and the Interfaces for Distributed Automation (IDA) Group collaboration. To extend existing commonalties in the different protocols and approaches for industrial Ethernet



# 如何构建高性能的工业网络

## • 以太网历史 (Ethernet)

- Ethernet的历史
- 最早追溯到1973年，共享介质
- 带宽10Mbit/s
- 总线拓扑结构
- CSMA/CD介质访问介质



## • Ethernet的今天

- 带宽不断扩展 10M/100M/1000M/10G bit/s
- 交换式全双工，无冲突
- IEEE优先级、QOS协议、访问控制标准
- 多种介质标准：铜缆、光纤、无线

# 如何构建高性能的工业网络

## 以太网为什么取得成功

### ✚ 连续不断的发展

全双工工作方式，具有相关标准——IEEE802.3x

流控制——IEEE802.3x

8个优先级和VLAN标识——IEEE802.3ac、IEEE802.1p&q

### ✚ 通信速度不断增加

IEEE802.3u-100BASE-T快速以太网和快速协商

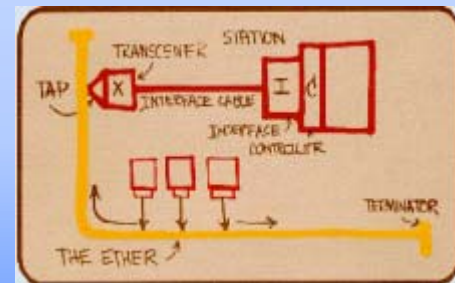
IEEE802.3z-1000BASE-X 千兆以太网

IEEE802.3ae-10Gbit/s 10G以太网

### ✚ 以太网是低成本、开放的、非专有的网络解决方案

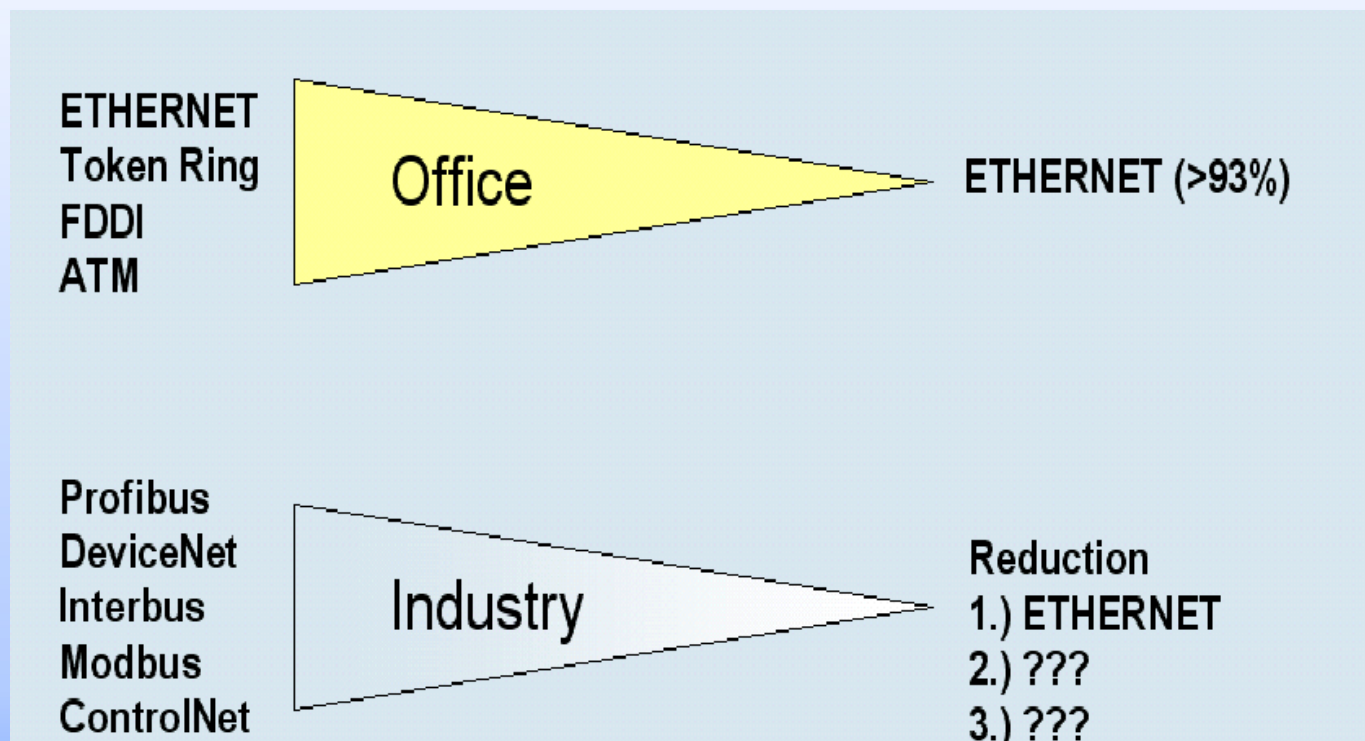
已有30年的历史，投资风险低

维护成本低



# 如何构建高性能的工业网络

## 网络的统一化趋势



# 如何构建高性能的工业网络

## 为什么采用以太网

现在，以太网是电子数据处理系统中应用最广泛的通信技术。在所谓的办公室环境里，以太网已经成为标准技术。

以太网支持丰富的传输媒介，例如铜缆，光纤，也包括了“无线”；数据传输速率从 **10 Mbit/s**，**100 Mbit/s** 到**1 Gigabit/s** 甚至**10 Gigabit/s**。

以太网技术现在也在工业自动化过程得到了重要的应用。除了具有标准化通讯的优势，以太网可以无缝地从办公室延伸到机器设备或传感器。

以太网技术使处理和生产数据不仅能够到现场控制层面获得，还可以无缝地集成到高层的数据获取系统中。

# 如何构建高性能的工业网络

## 工业网络发展方向

✚ 以太网和TCP/IP协议成为网络技术的主流:

✚ 工业网络向开放式、透明的系统发展

✘ 传统的受供应商控制的系统不再受欢迎

✚ 寻求可不断升级的网络解决方案

✘ 共享以太网，快速以太网，千兆以太网

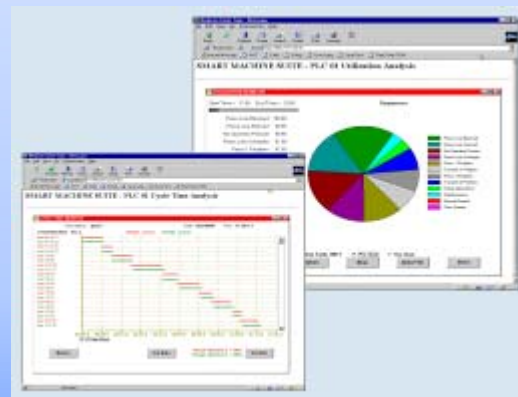
✘ 数据容量不断增加

✘ 过程数据 + 视频 + 音频+ 文件传输 等

✚ Internet / Intranet 的发展

✘ 信息层 / 控制层 / 设备层之间的数据流动

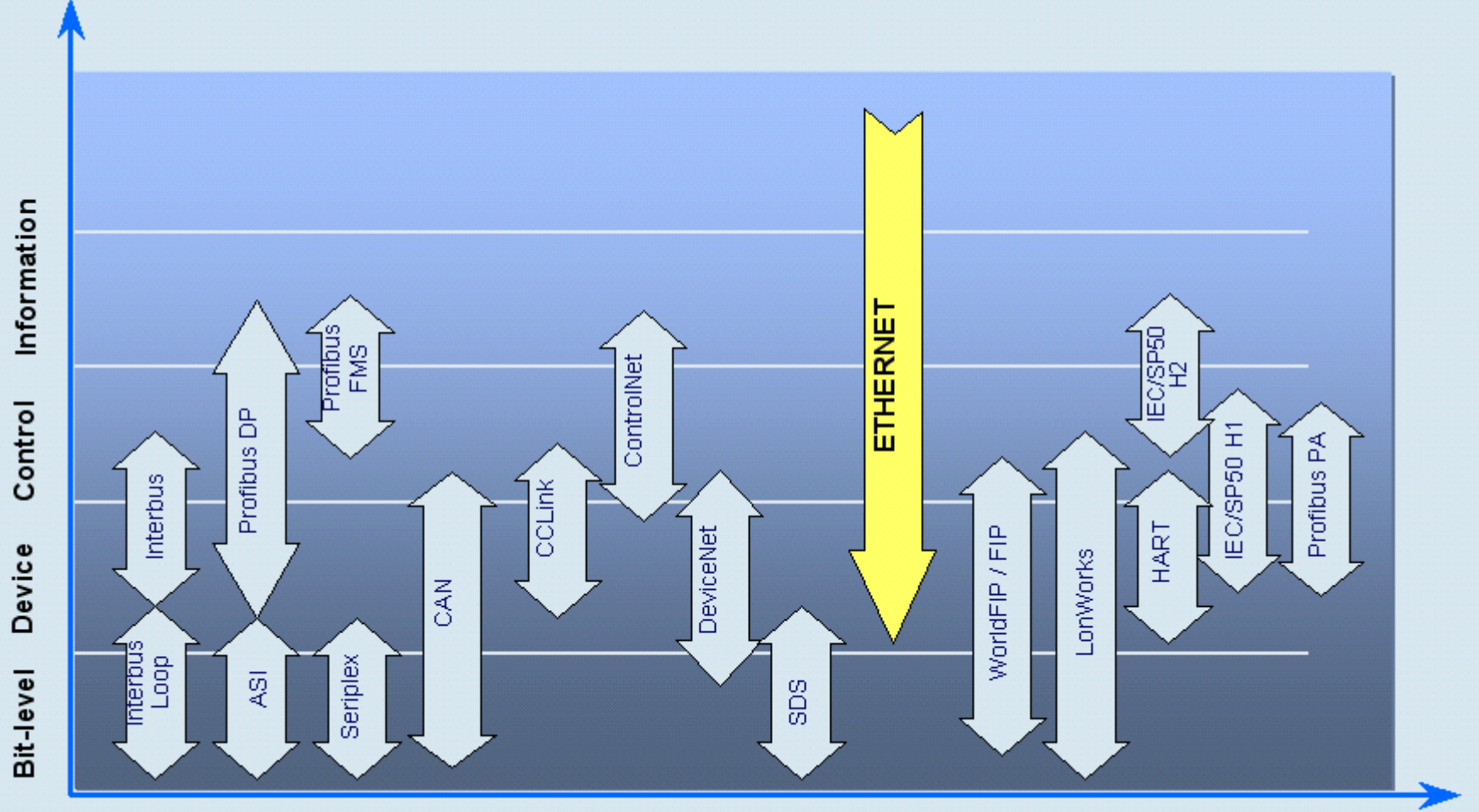
✘ 远程诊断，远程配置，自动报警，监控等





# 如何构建高性能的工业网络

## 以太网走向前台





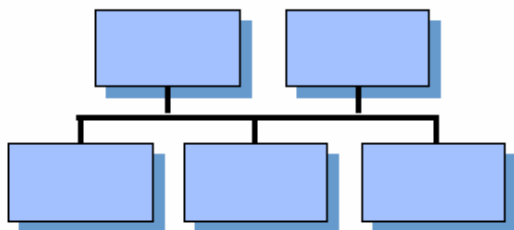
# 如何构建高性能的工业网络

- 网络类型选择
- 网络拓扑选择
- 工业网络系统设计要求
- 高性能工业网络的其他特性表现

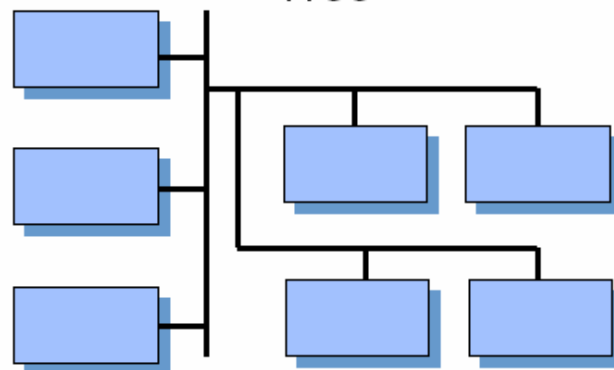
# 如何构建高性能的工业网络

## 网络设计——拓扑

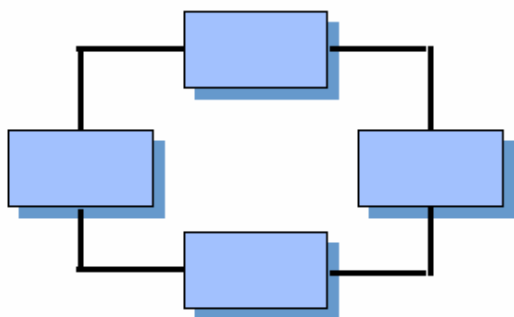
Line



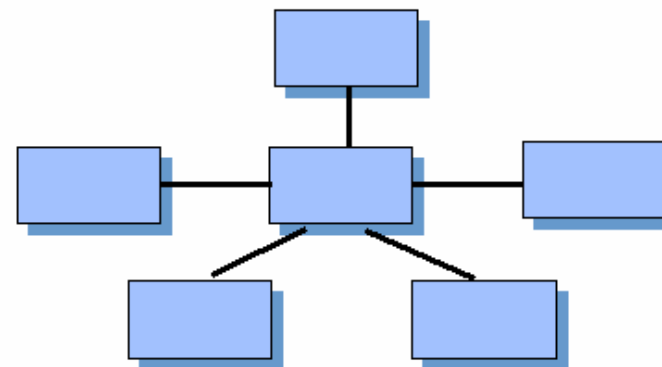
Tree



Ring



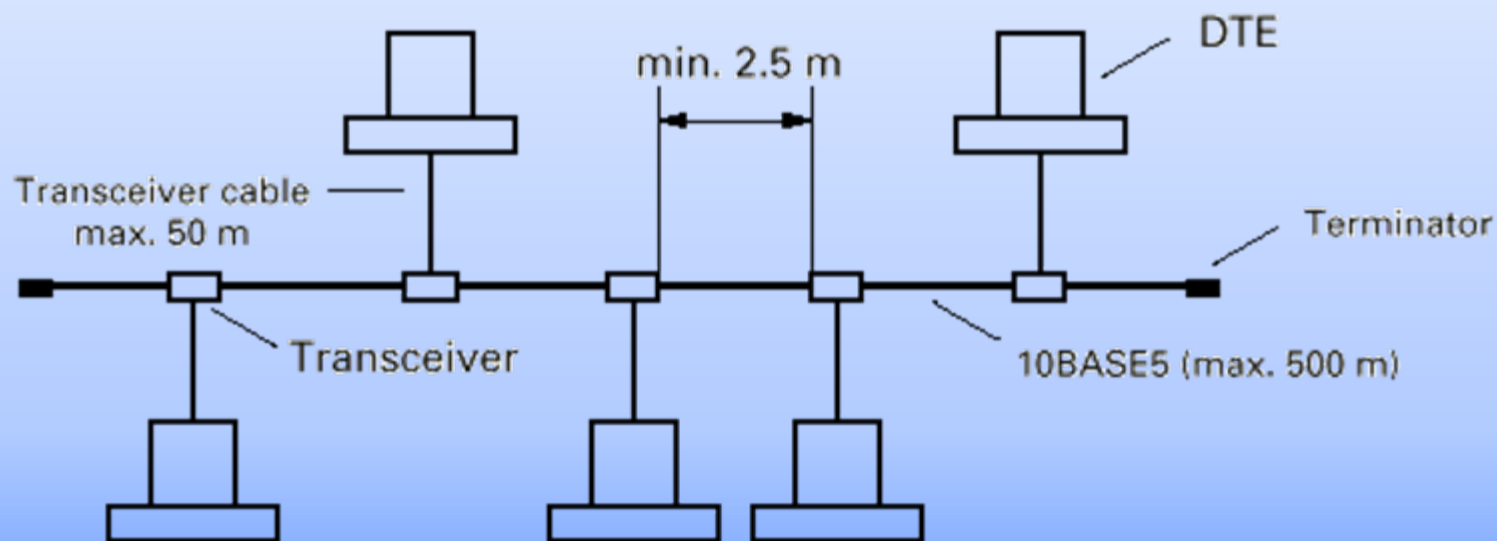
Star



# 如何构建高性能的工业网络

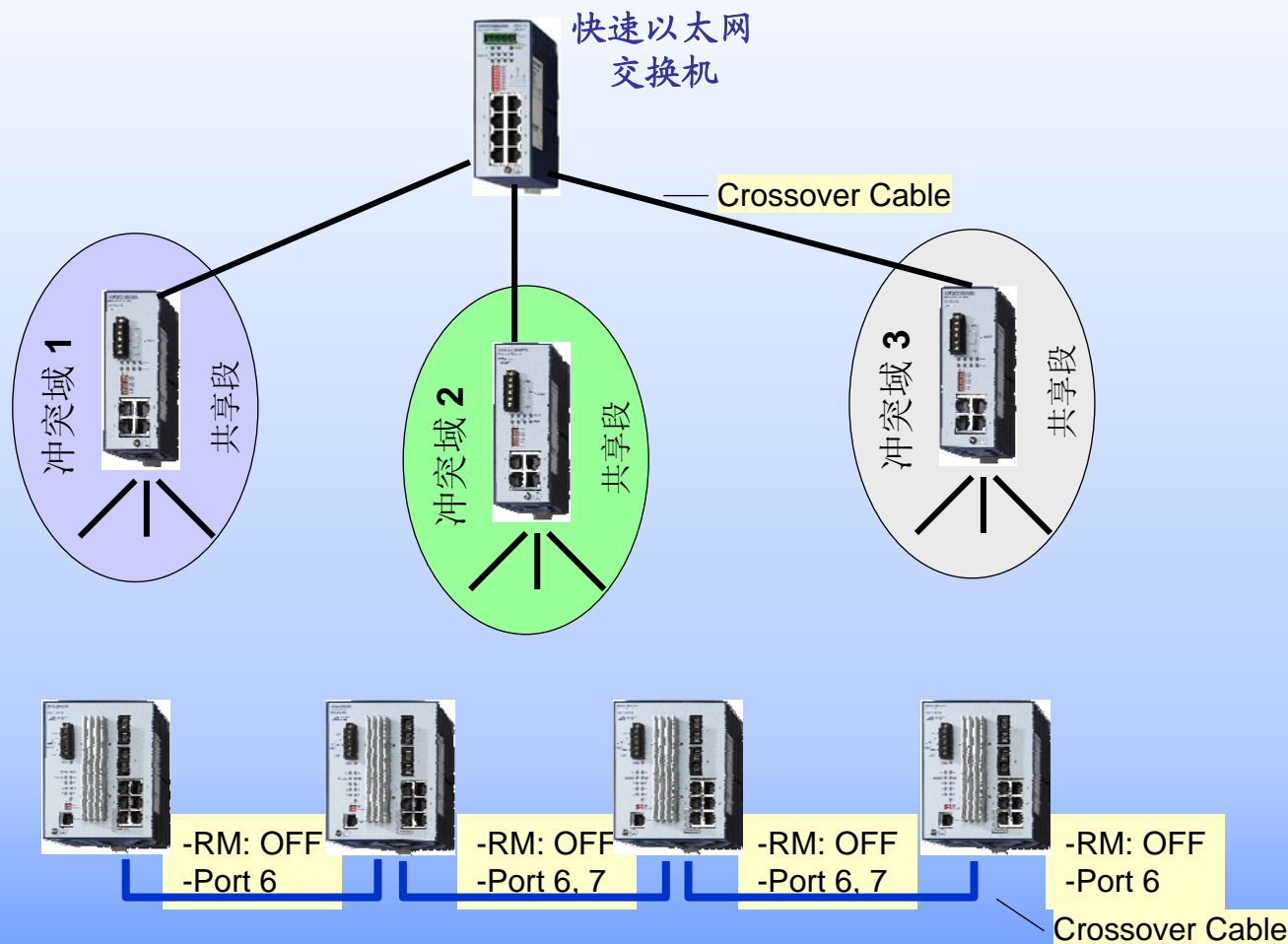
## 总线型结构

- 传统的以太网使用同轴电缆介质的总线拓扑
- 每个设备有一个来自主同轴电缆序列的下联线缆
- 不很实用



# 如何构建高性能的工业网络

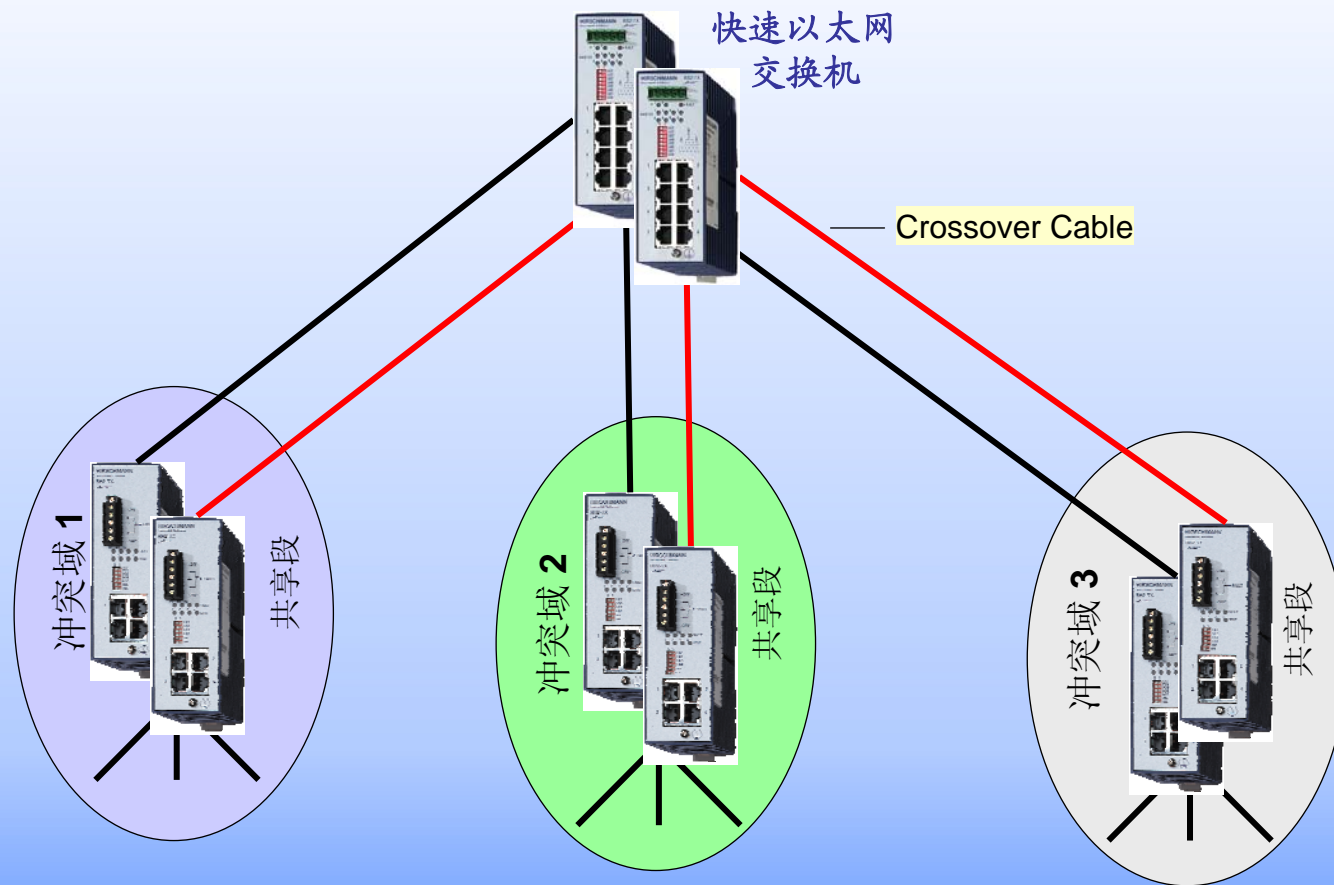
## 星型和总线型没有冗余



# 如何构建高性能的工业网络

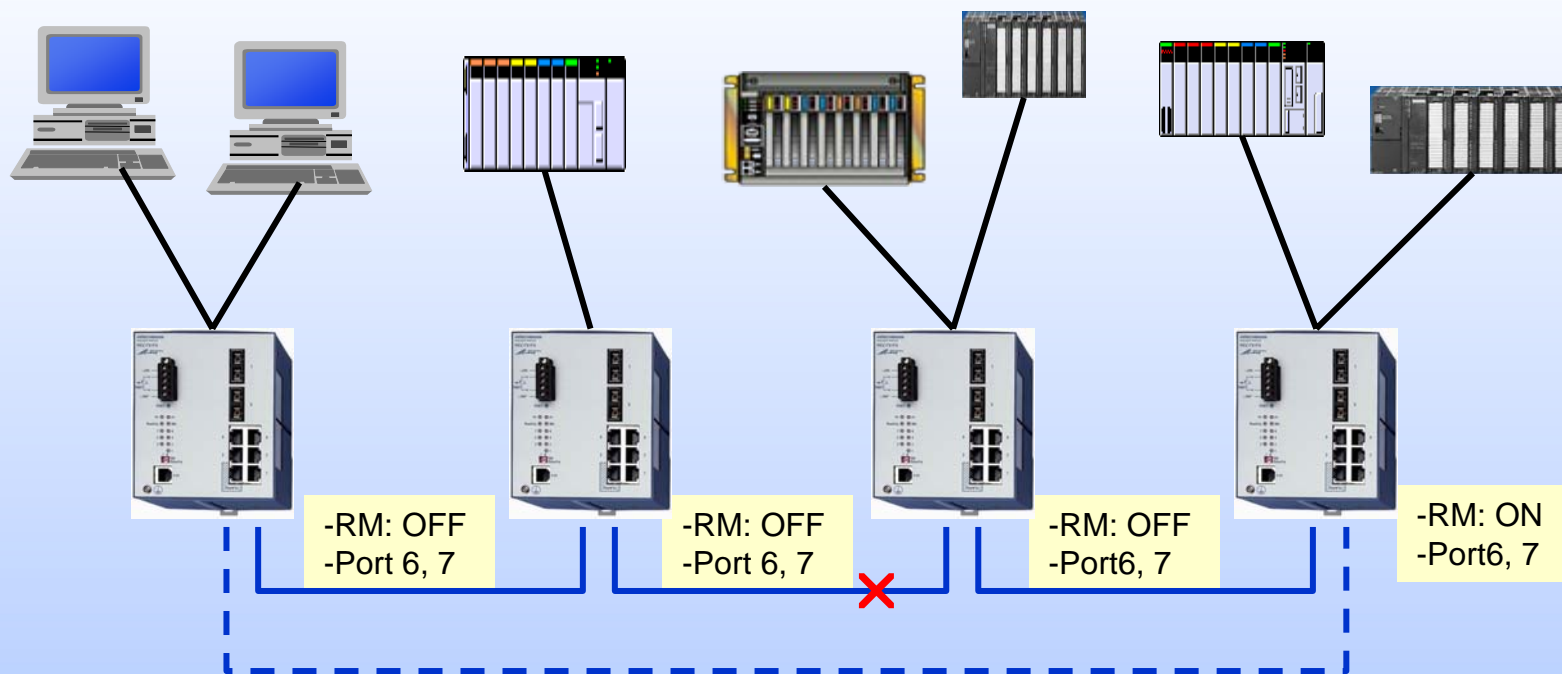
## 星型结构

—— 链路和设备冗余，投资加倍



# 如何构建高性能的工业网络

## 环型结构 —— 链路冗余



冗余连接 (恢复时间  $\leq 500$  ms)

— 100 Mbps (TP)

— 100 Mbps (TP/MM/SM)

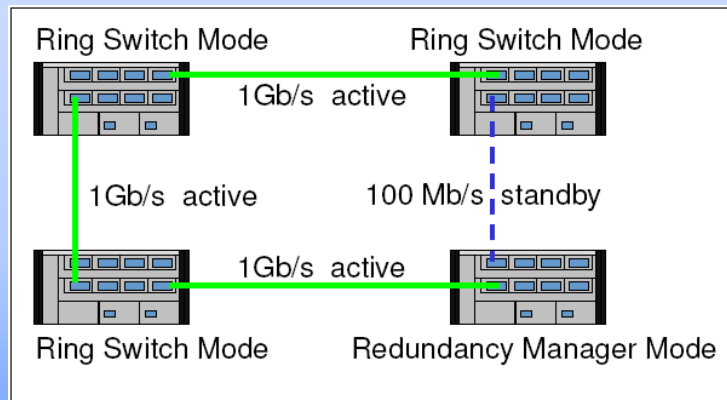
✗ 容许故障



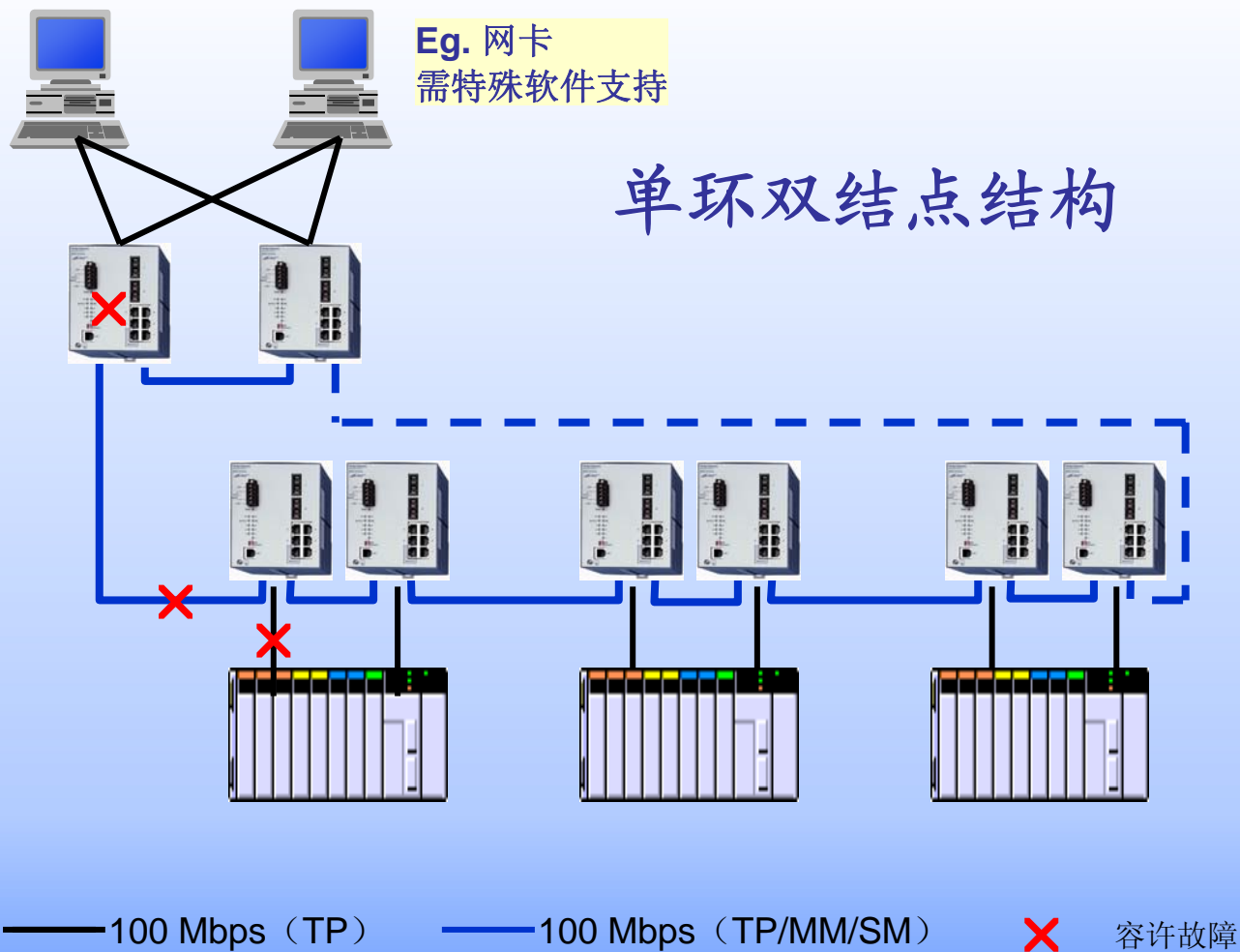
# 如何构建高性能的工业网络

## 工业环网特性:

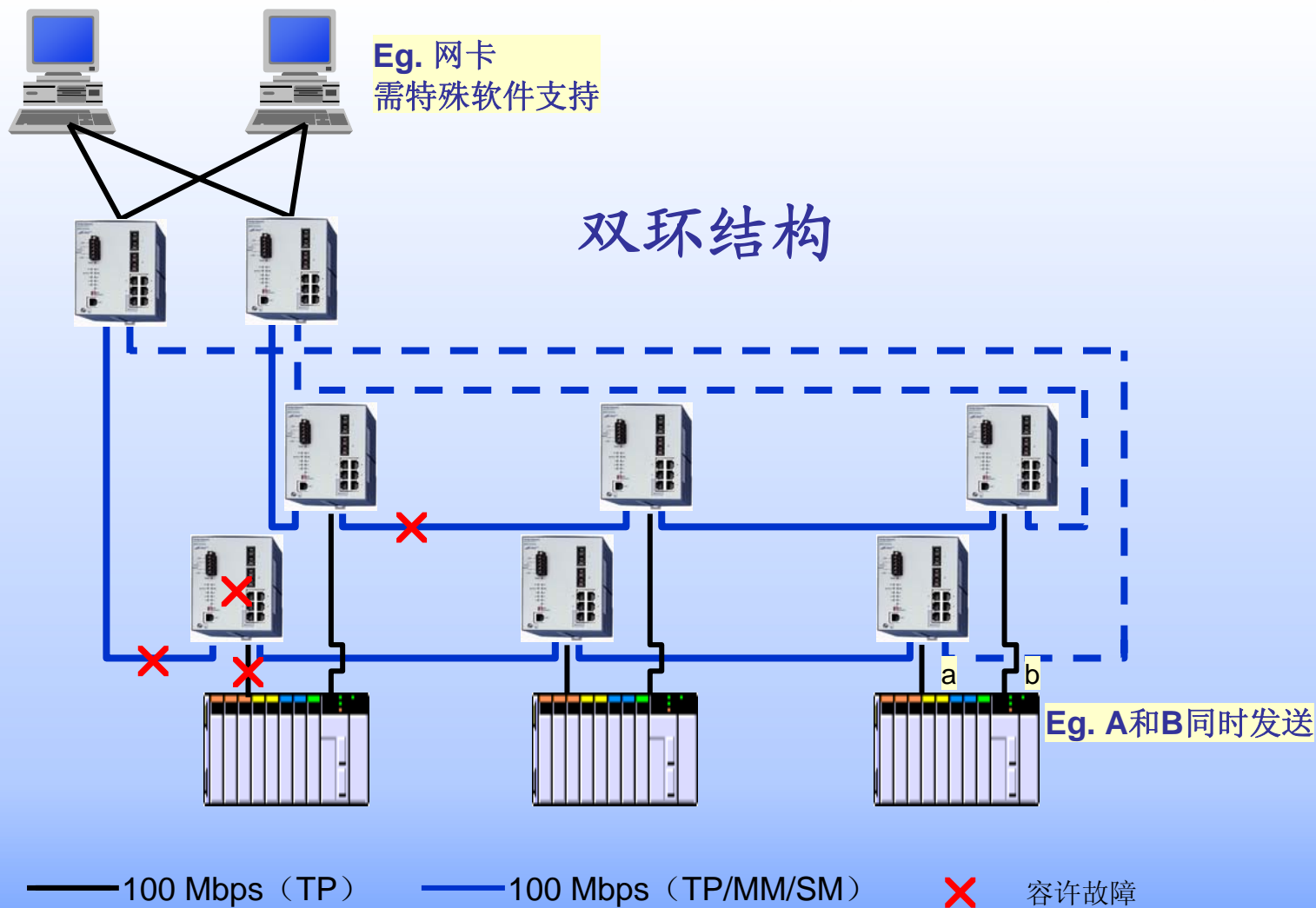
- 支持多种速度组合 ( **10/100/1000Mbps** )
- 支持多种介质组合 ( 双绞线、多模光纤、单模光纤 )
- 各系列交换机可以结合在一起组成快速冗余环网
- 完全快速的冗余机制 ( 自愈时间 < 几十ms )
- 比已知的办公网络冗余机制要快得多 ( e.g. **Spanning Tree** )
- 减少停机时间 → 节约成本
- 网络拓扑结构简单清晰
- 满足工业网络的需要



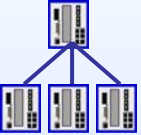
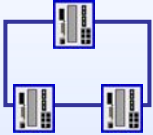
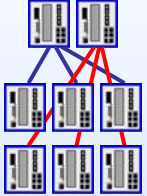
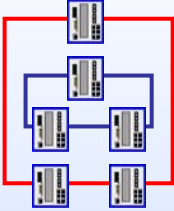
# 如何构建高性能的工业网络



# 如何构建高性能的工业网络

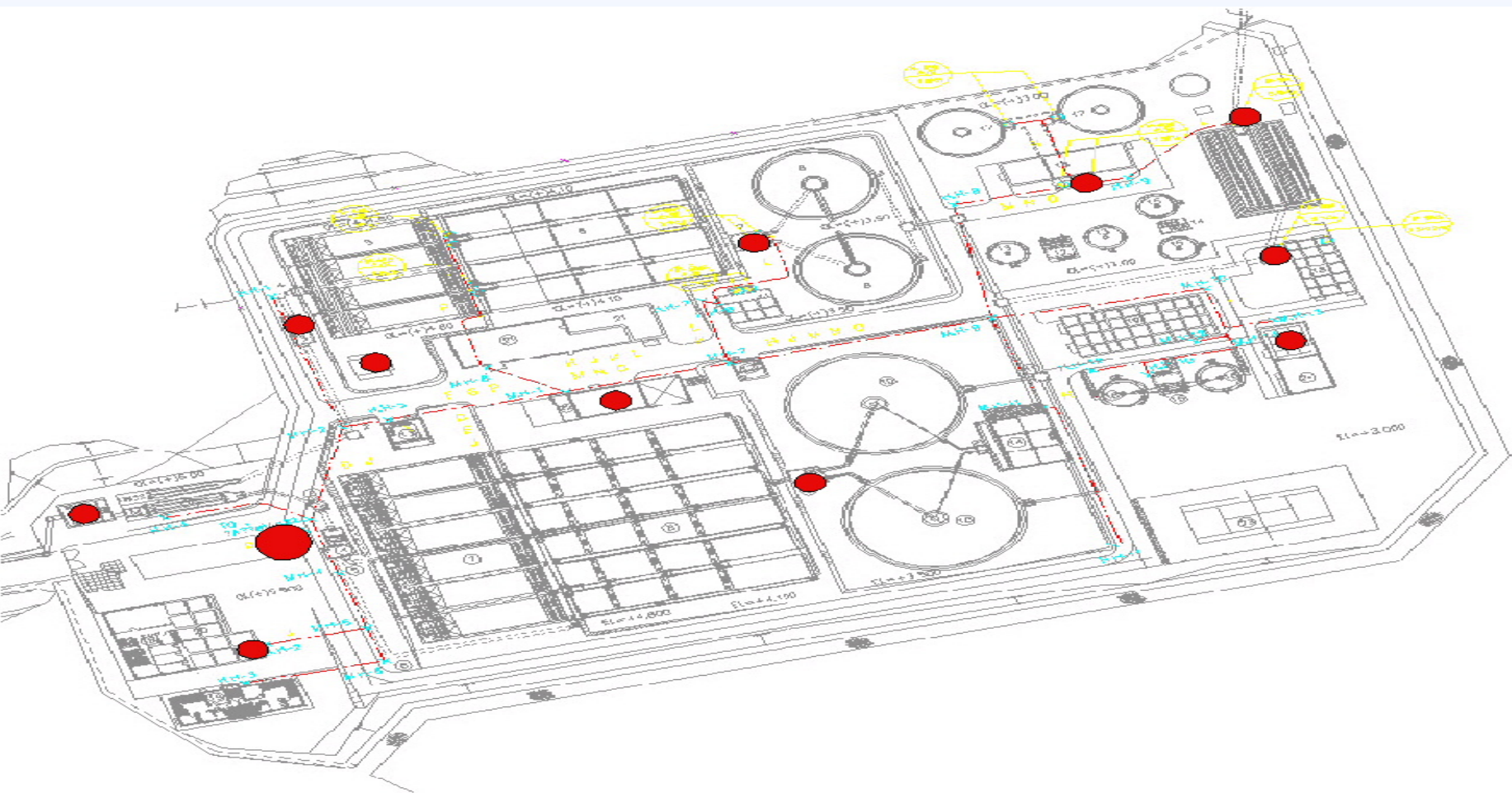


# 如何构建高性能的工业网络

	星型	环型	双星型	双环型
拓扑图例				
优点	布线简单，管理方便，直接通过背板交换，交换速度快	分布式网络，允许光纤出现一处断点。发生链路故障时，网络自动在 <b>500ms</b> 之内切换到总线	冗余网络，允许交换机、光纤、网线（网卡）三种故障，直接通过背板交换，交换速度快	冗余网络，允许交换机、两处光纤、网线（网卡）四种故障。是常用的高级工业冗余网络
缺点	没有冗余，且中央交换机风险过于集中	属于简单冗余，当某一交换机发生故障时，会导致单点网络故障	布线复杂，所有网络设备、网络光（电）缆、网卡均为双份，成本高。冗余实际上是通过软件编程实现的，因此切换时间与程序编制有较大关系	布线较双星形简单，其它成本，如网络设备、网络光（电）缆、网卡均为双份，与双星型一样
成本	低	最低	最高	高
冗余切换时间		< 500ms	取决于软件	链路故障恢复< 500ms，其它故障取决于软件

# 如何构建高性能的工业网络

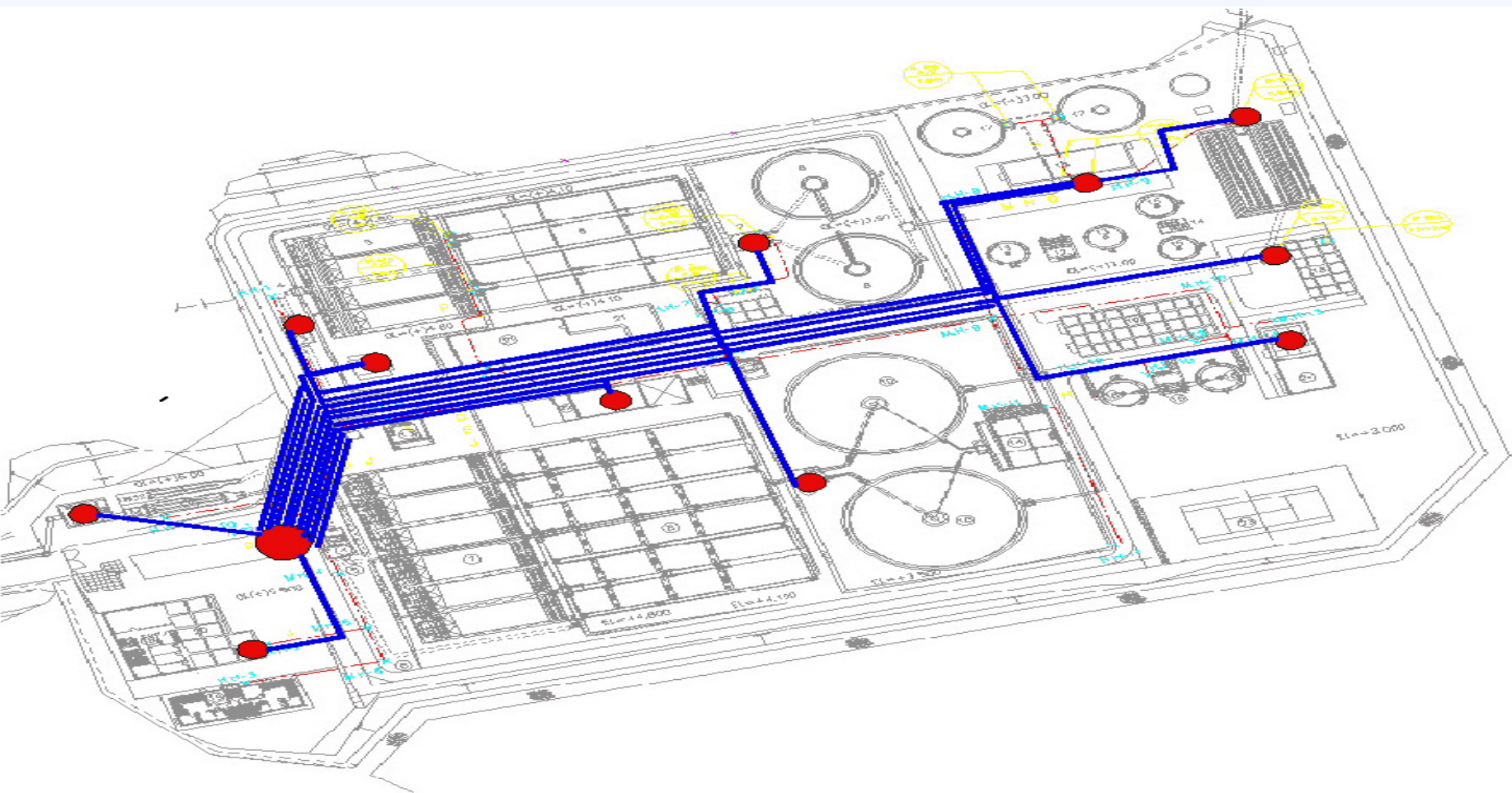
## 实例分析：水处理厂的网络规划





# 如何构建高性能的工业网络

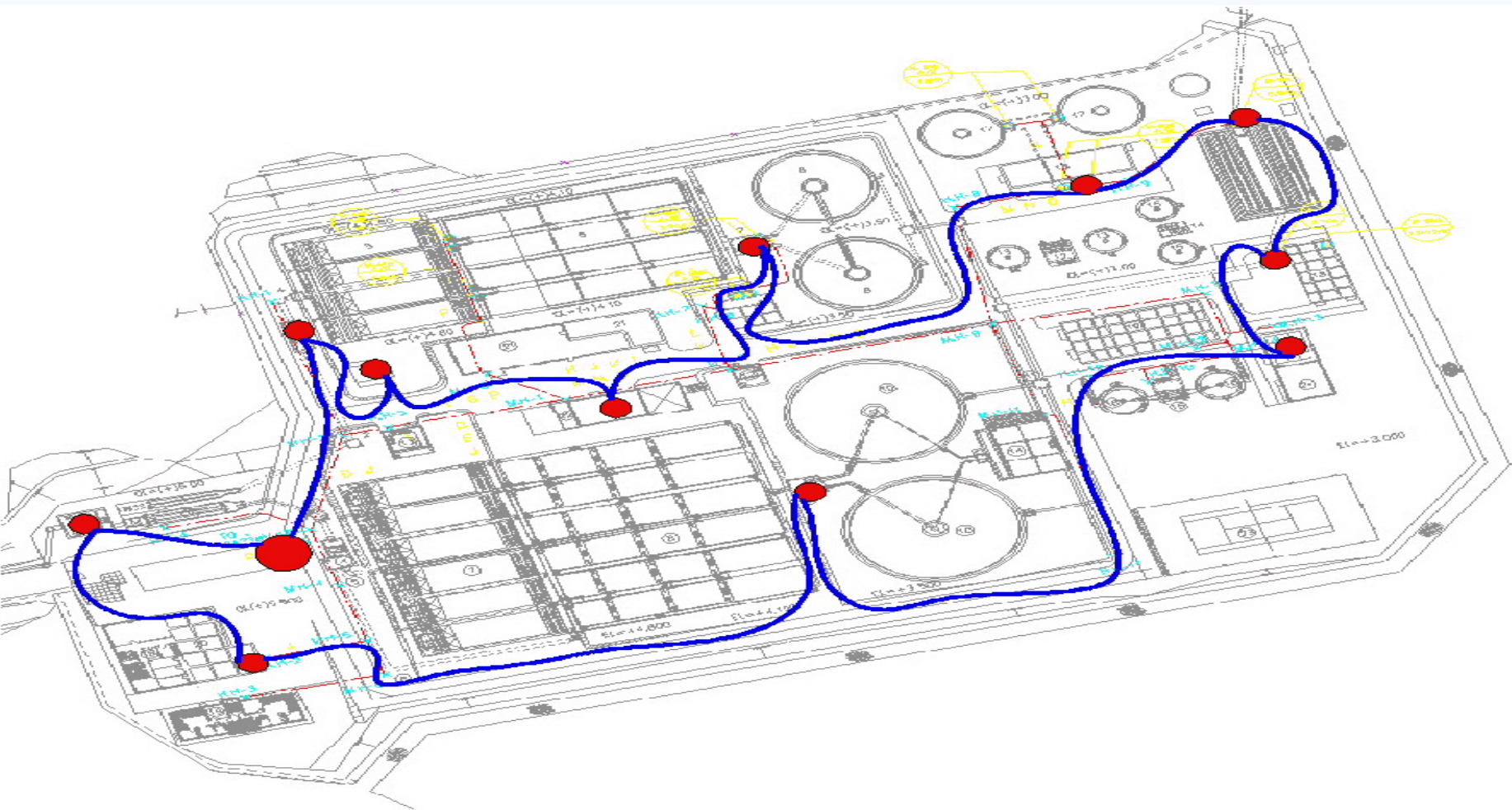
## 星型拓扑结构（没有冗余）





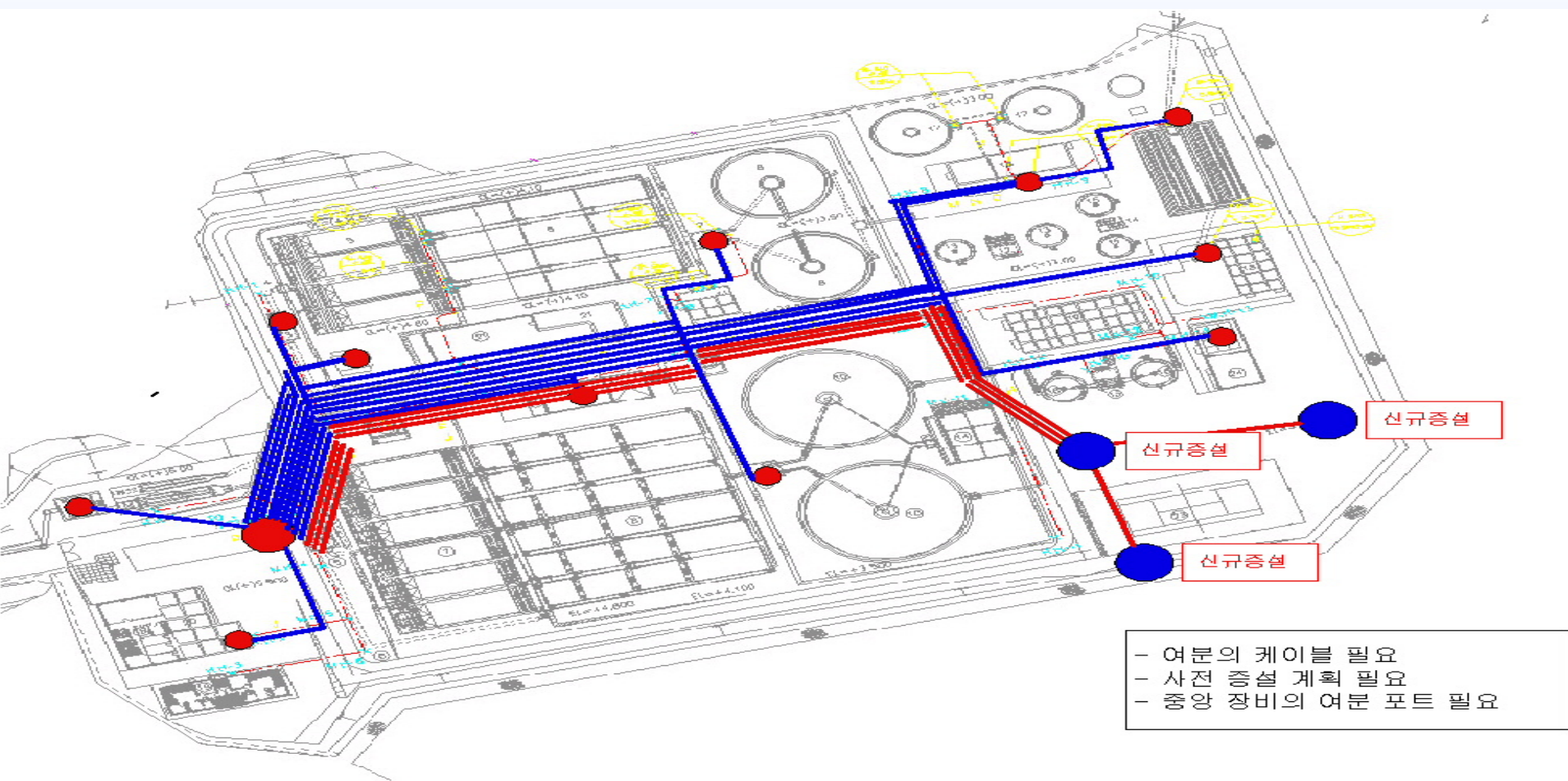
# 如何构建高性能的工业网络

## 自愈环型冗余拓扑结构（有冗余）



# 如何构建高性能的工业网络

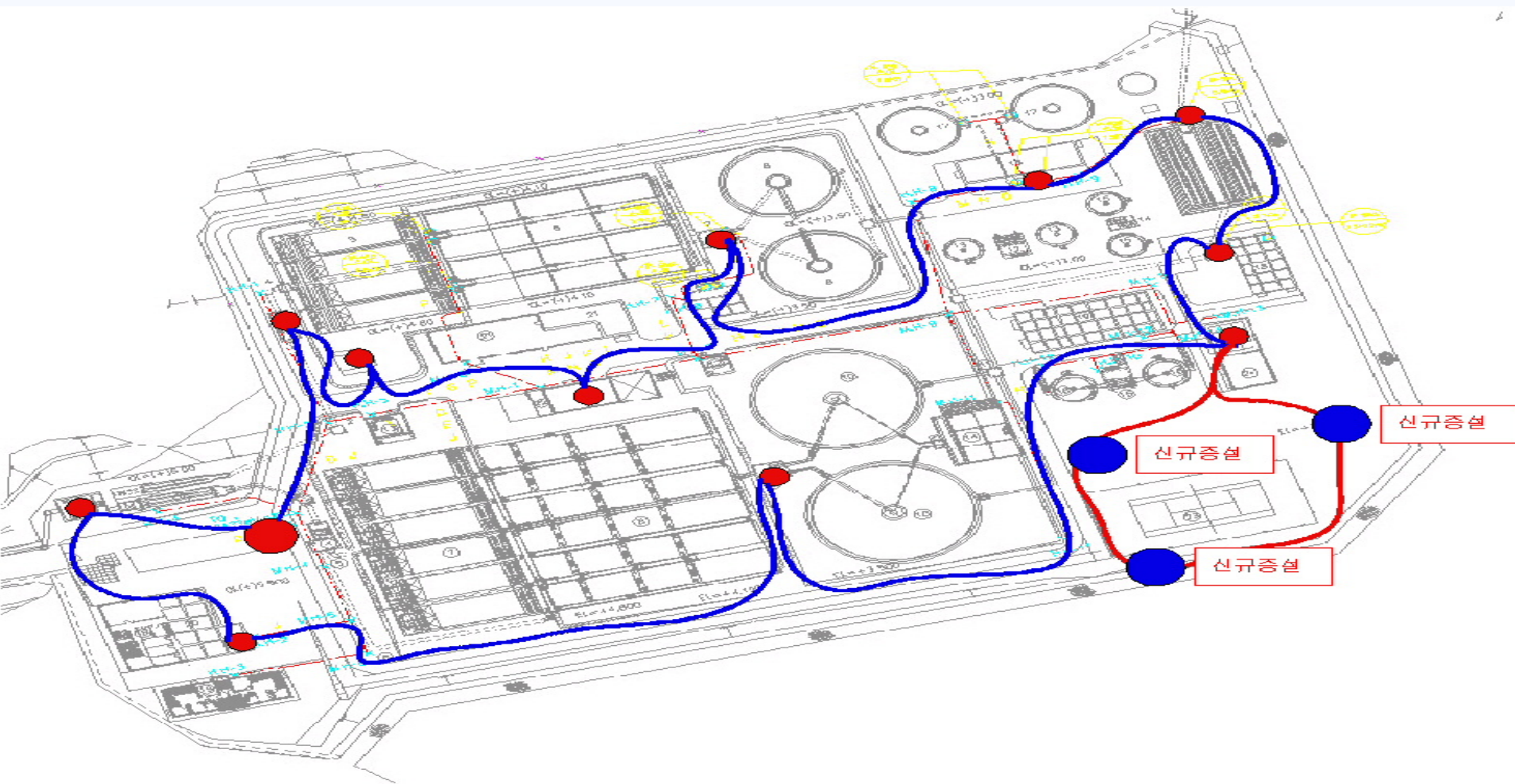
## 星形拓扑结构的网络扩展





# 如何构建高性能的工业网络

## 环形拓扑结构的网络扩展



# 如何构建高性能的工业网络

- 网络类型选择
- 网络拓扑选择
- 工业网络系统设计要求
- 高性能工业网络的其他特性表现

# 如何构建高性能的工业网络

## 现代工业网络的需求:

- 高可靠性和可用性
- 经济性
- 高性能
- 技术成熟
- 安全机制（访问控制，防火墙，.....）
- 符合工业标准（鲁棒性）
- 友好的用户界面，简单易用
- LAN / WAN / SOHO 接口
- 实时（低时滞，抖动，.....）
- 可升级，可扩展
- 提供培训，服务
- 灵活性
- 可管理

# 如何构建高性能的工业网络

## 网络设计的步骤:

- 确定需求:
  - - 应用
  - - 距离, 线缆
  - - 规划涉及的范围, 公司未来的发展, .....
- 技术选择: ETHERNET (TCP/IP)
- 冗余设计 (连接, 元器件, 电源, .....
- 产品初步规划: Hub, switch, router, .....
- 处理能力: 10 / 100 / 1000 Mbps
- 详细规划: 设备选型, 认证, 温度, EMC, IP 地址规划, .....
- 设计
- 标书

# 如何构建高性能的工业网络

## 优秀的网络设计 I

- 出现故障的概率主要基于：
  - 硬件 / 软件 / 用户的出错 / 错误的设置
- 系统的可用性是由单个产品的可用性决定的
- 在开发硬件和软件的时候需要考虑产品的成熟性（软件包中是否有 bug! ）
- 网络结构越是简单清晰，由于用户出错或配置错误造成问题的可能性就越小
- 随着时间的推移，扩展升级会使网络变得越来越复杂，无序
- 要在实验环境中测试新的功能或设备（通过使用新的方法和设置，很多问题能在这个阶段被消除）
- 办公，生产，测试系统要相互隔离（ firewall ）



# 如何构建高性能的工业网络

## 优秀的网络设计 II

- 使用尽可能少的协议： 如果可能，仅使用IP
- 减少所使用产品的种类： 尽可能少的产品供应商
- 确定全局设置的参数：
  - Disable Autonegotiation / Passwords / Configure ports uniformly ....
- 如果可能，尽量限制客户设置核心设备
- 仅在必须时才配置复杂的功能，比如multicasting, QoS, prioritization, .....
- 设置大多数用户需要使用的功能，如果可能的话，避免使用很少使用的功能
- 避免太多的附加特性
- 配置冗余功能

## 线缆

# 如何构建高性能的工业网络

## 选择线缆的因素:

- 线缆一般占整个网络预算的5-7%
- 将线缆的价格作为唯一的选择因素，绝不是一种明智的决定
- 考虑线缆系统的使用寿命
- 运行在线缆上的应用类型
- 质保的期限和覆盖的设备
- 标准，应用，厂商对线缆的支持期限

# 如何构建高性能的工业网络

## DIN EN 50173 修订

- prEN50173-1           **Generic Cabling System General Requirements (Basics)**
- prEN50173-2           **Generic Cabling System Office Premises**
- prEN50173-3           **Generic Cabling System Industrial Premises**
- prEN50173-4 / 5 / 6 / 7           **Residential- / Data Centers- / Hospitals- / Airport Premises**

# 如何构建高性能的工业网络

## 光纤优点:

- 👍 不会受到电磁干扰的影响，例如**EMI**, **lightning**
- 👍 没有辐射（没有串扰，保密性能非常好）
- 👍 不存在电势问题（防爆）
- 👍 传输距离长，最大超过**100km**（低衰减时）
- 👍 重量轻，体积小
- 👍 传输能力（带宽）巨大

## 光纤缺点

- 👎 光纤端口的价格大大高于10M或100M的双绞线端口

# 带宽计算



# 如何构建高性能的工业网络

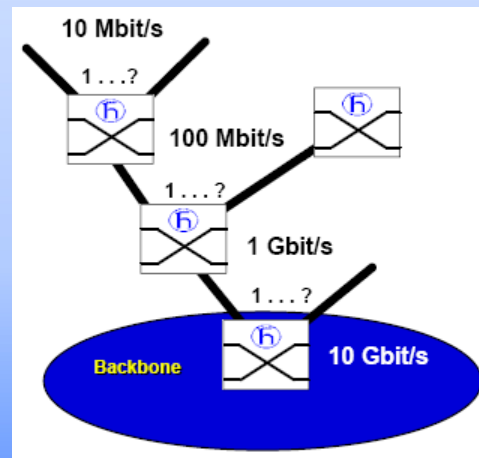
## 无阻塞的网络架构

### 办公网络

- 在实际应用中办公网络100%无阻塞并不是必须的。用户并不需要长时间占用100%带宽去访问网络，只有网络的核心区域才需要无阻塞的构架。

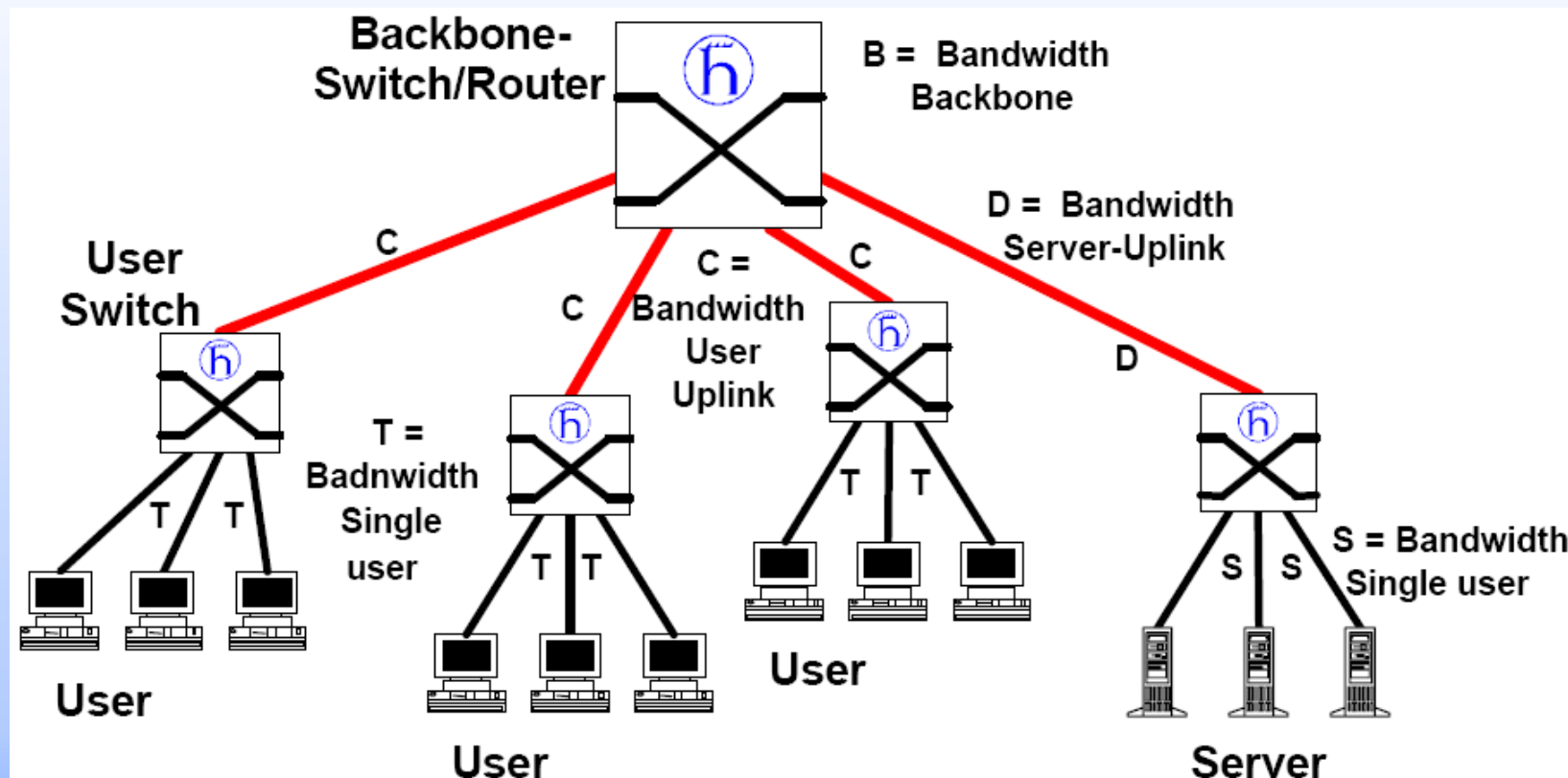
### 工业网络

- 工业网络就不同了。只要可能，就不应该让网络过载，这样未来应用的实时传输才能够保证。为以后的扩展预留带宽在网络规划时就应该被考虑。



# 如何构建高性能的工业网络

## 带宽计算



# 如何构建高性能的工业网络

## 交换机/网络延时计算



Store & Forward delay = (propagation time of 1 bit) x packet length (bytes) x 8  
 Delay (per switch) = Store & Forward delay + latency

# 如何构建高性能的工业网络

## 包传播时间

- @ 10 Mbit/s = 0.1  $\mu$  s per packet bit
- (51.2  $\mu$  s for 64 bytes; 1217.6  $\mu$  s for 1522 bytes)
  
- @ 100 Mbit/s = 0.01  $\mu$  s per packet bit
- (5.1  $\mu$  s for 64 bytes; 121.7  $\mu$  s for 1522 bytes)
  
- Cable propagation time = 0.66 x 300,000km/s (speed of light)  
=198,000km/s
- (信号在光纤中传播的速度大约是光在真空中传播速度的)

# 如何构建高性能的工业网络

## 缓冲延时

- 端口缓存: 128 KB

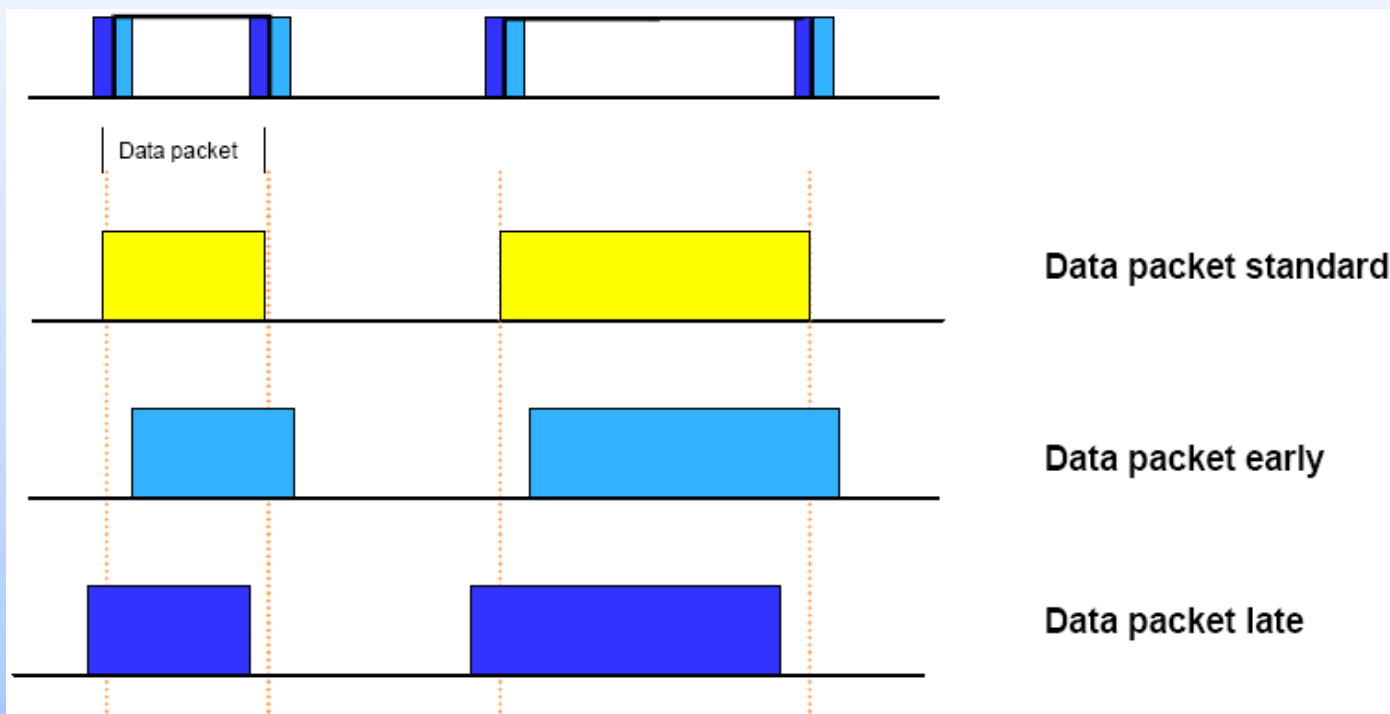
- $$\frac{128 \times 1024 \times 8 \text{ bit/byte}}{10 \text{ Mbit/s}} = \frac{1.048.576}{10.000.000}$$

speed	delay
10 Mbit/s	0,1 s
100 Mbit/s	0,01 s
1 Gbit/s	0,001 s

# 如何构建高性能的工业网络

## Jitter

网络的拥塞，时间漂移，或是路由的变化会导致数据到达时间出现抖动。



整个网络的抖动： 所有元件（交换机，终端，.....）的总和



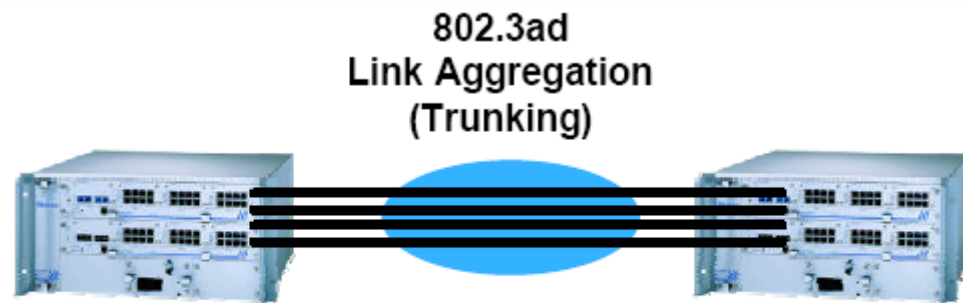
# 如何构建高性能的工业网络

冗余

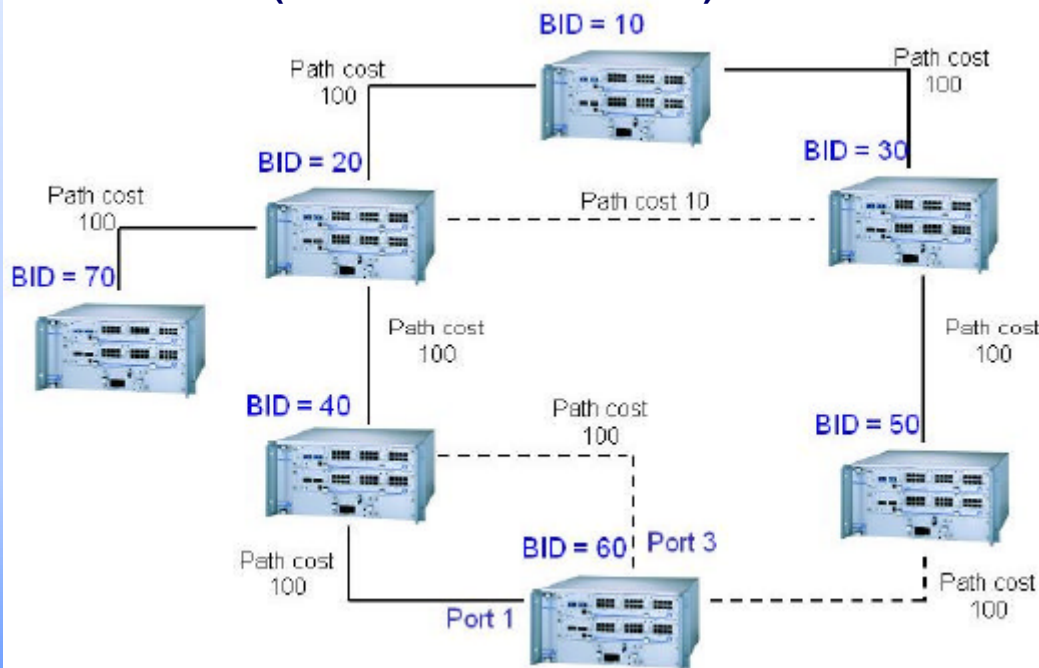
# 如何构建高性能的工业网络

## 标准 Layer 2 冗余

802.1D – STP (default max. 7 Switches)  
 802.1w – RSTP (default max. 7 Switches)

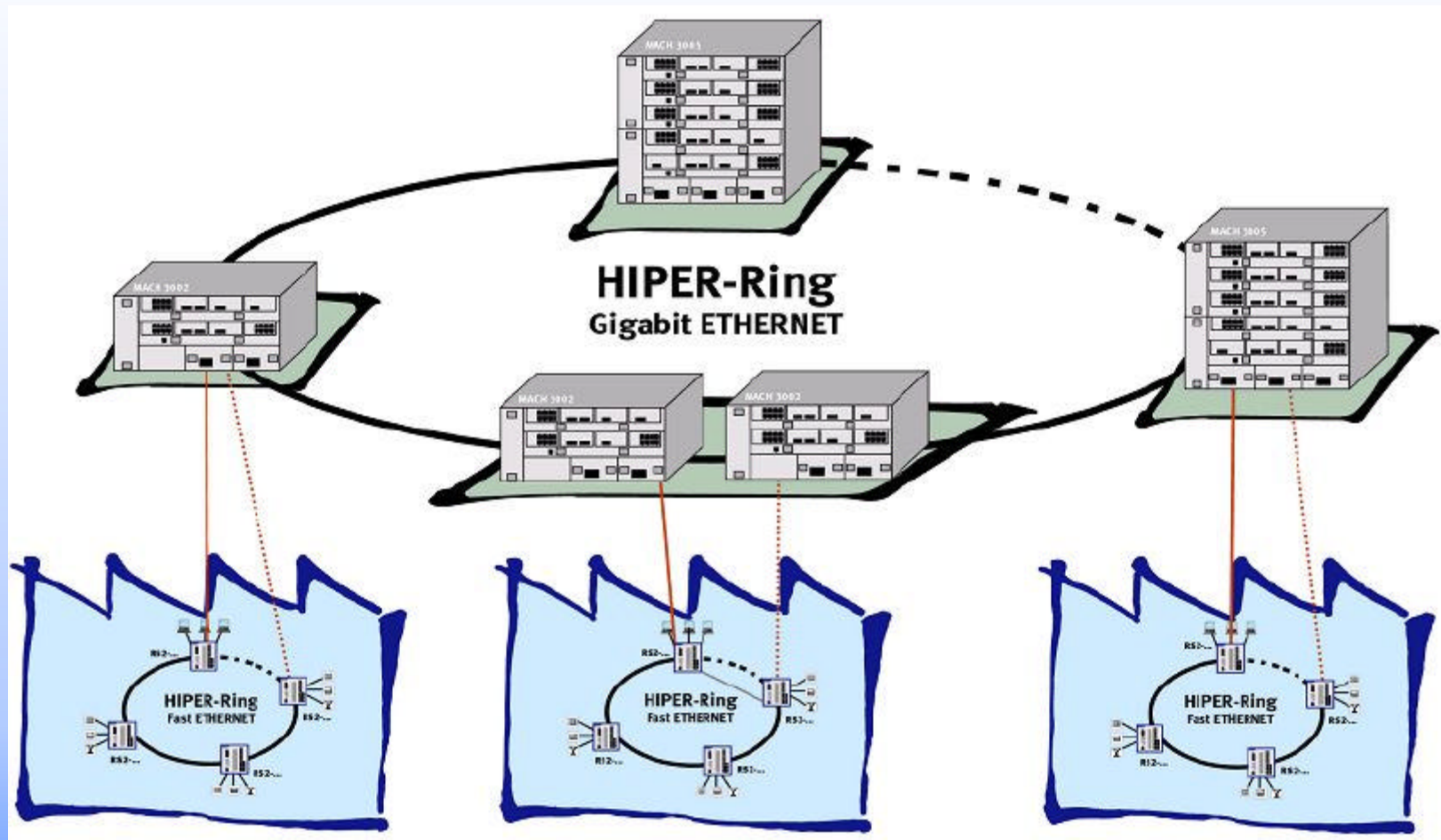


According to IEEE you can use as many trunked ports as possible



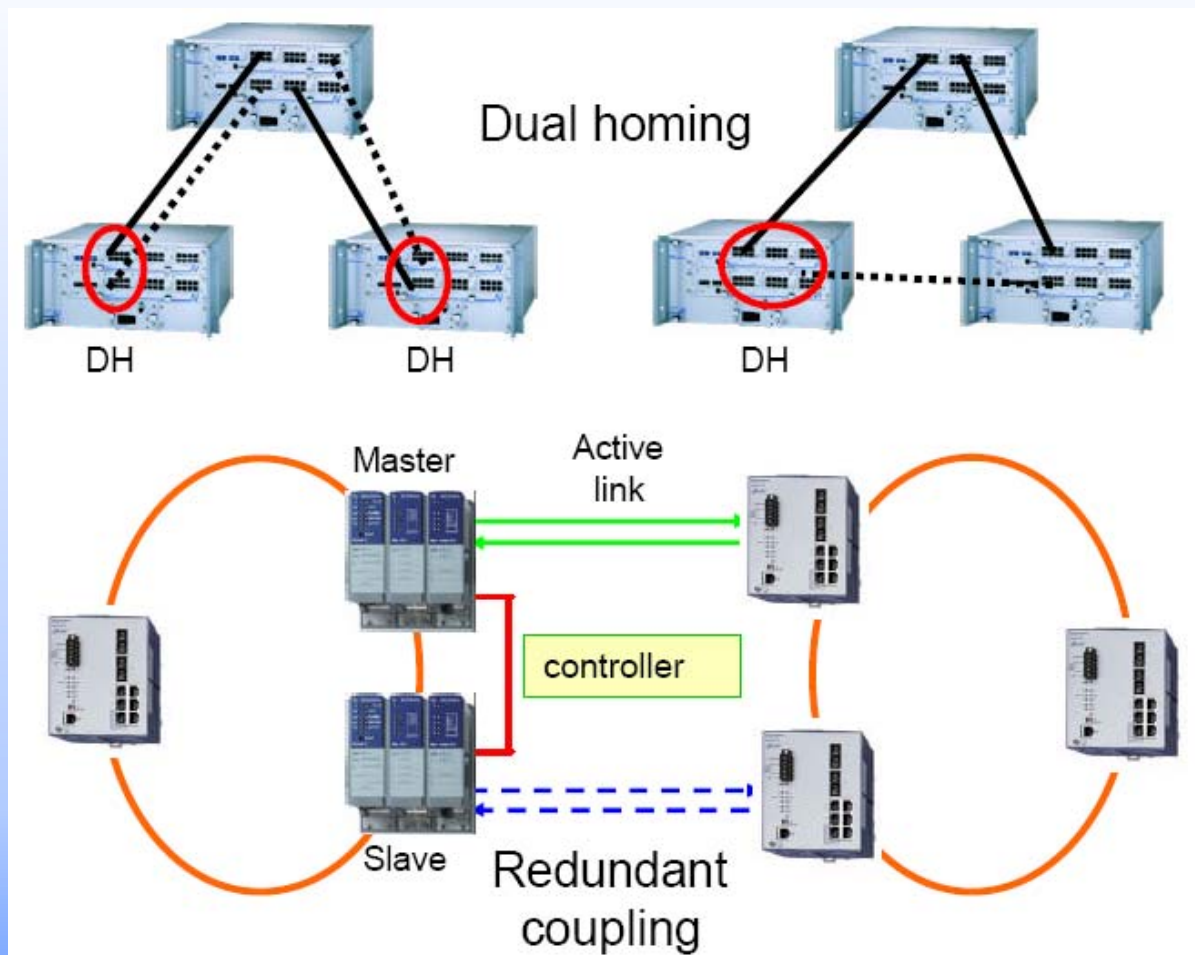
# 如何构建高性能的工业网络

## 工业标准快速 Layer 2 冗余



# 如何构建高性能的工业网络

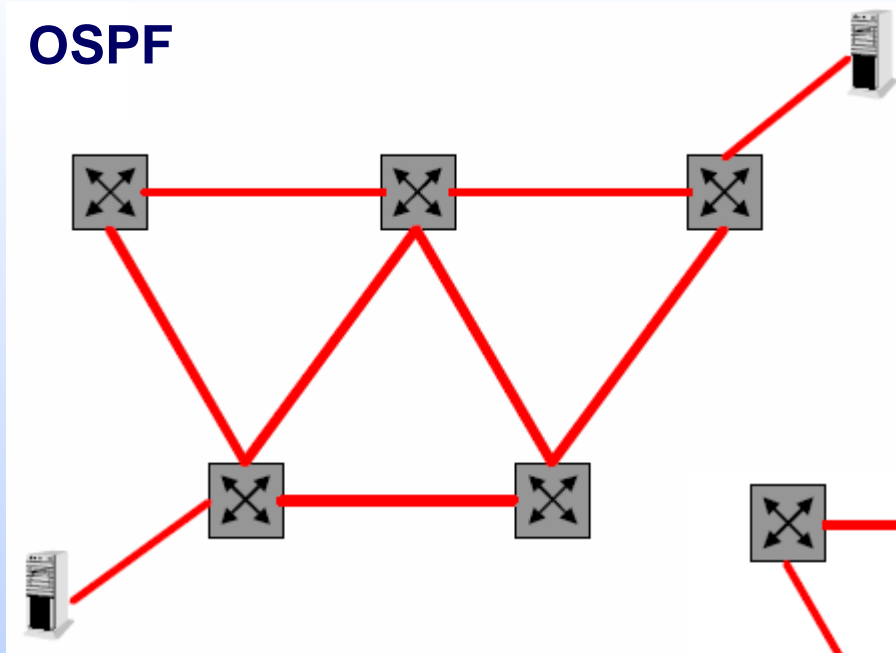
## 工业标准快速 Layer 2 冗余



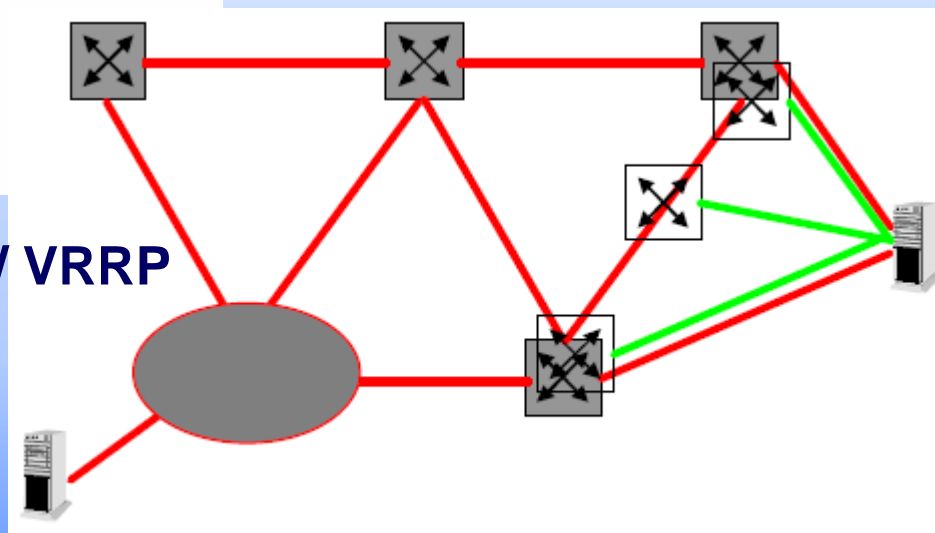
# 如何构建高性能的工业网络

## 标准 Layer 3 冗余

OSPF

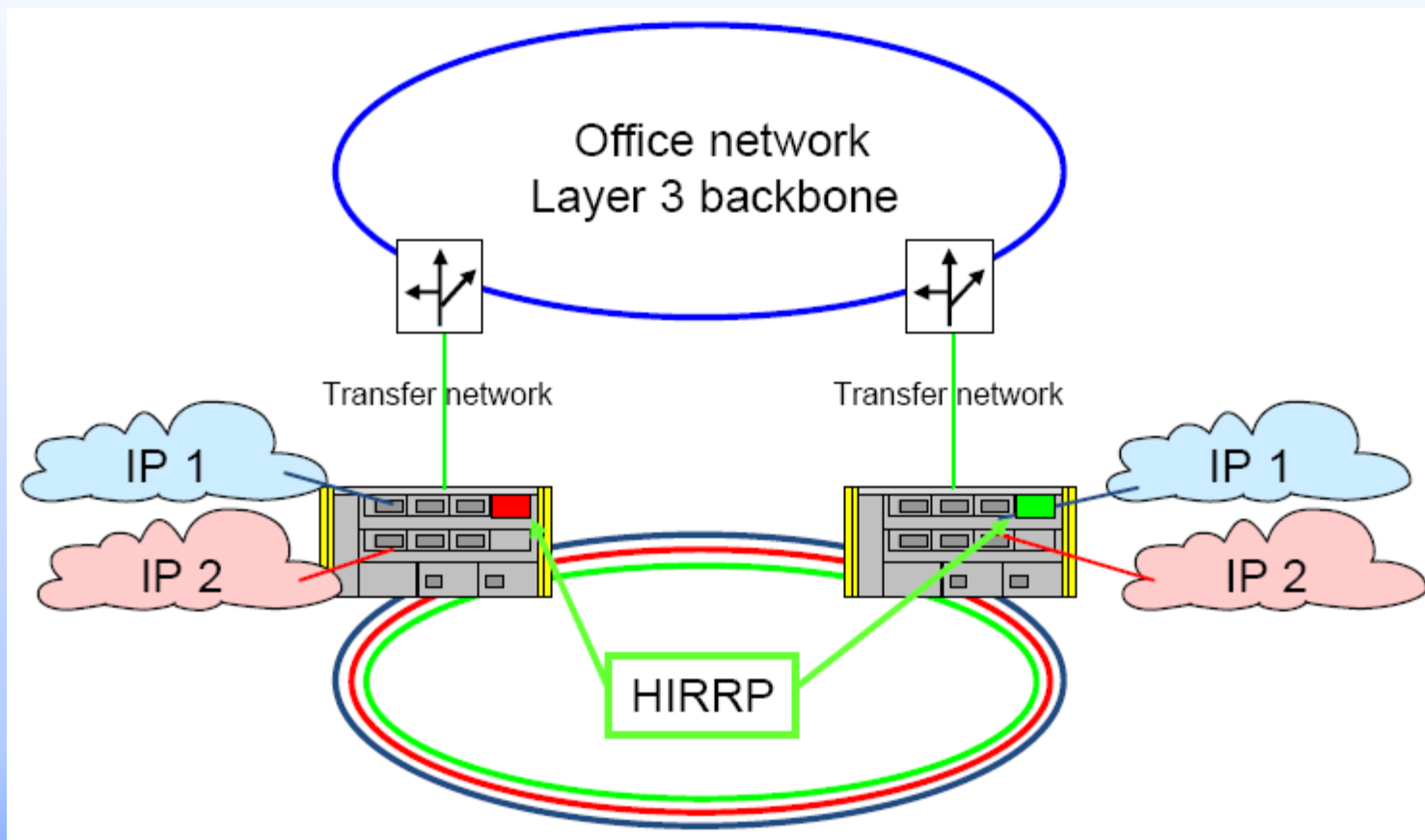


HSRP/VRRP



# 如何构建高性能的工业网络

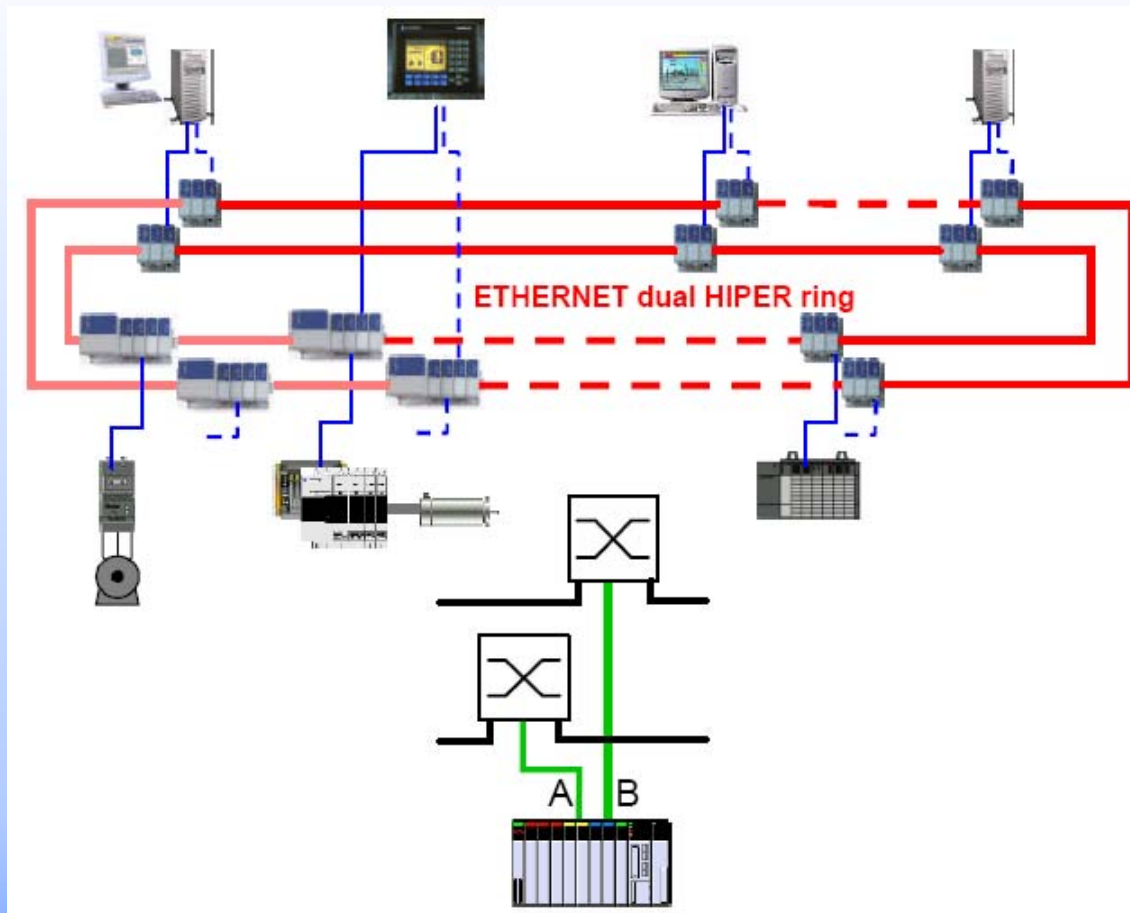
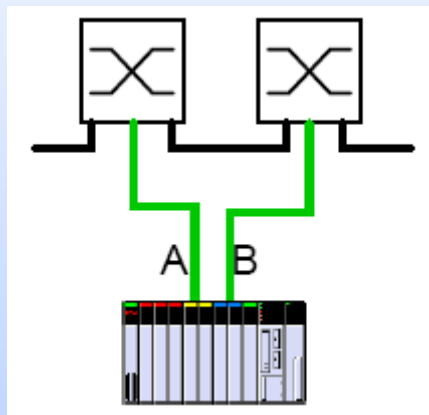
## 工业标准快速 Layer 3 冗余





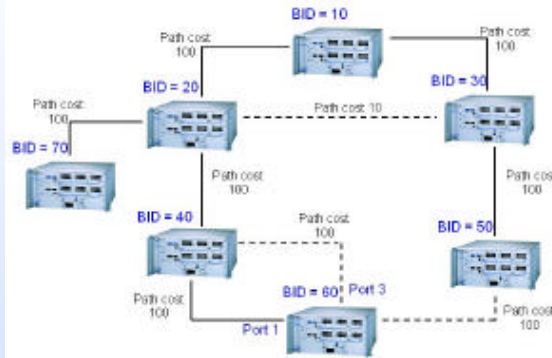
# 如何构建高性能的工业网络

## 结点冗余和双环冗余



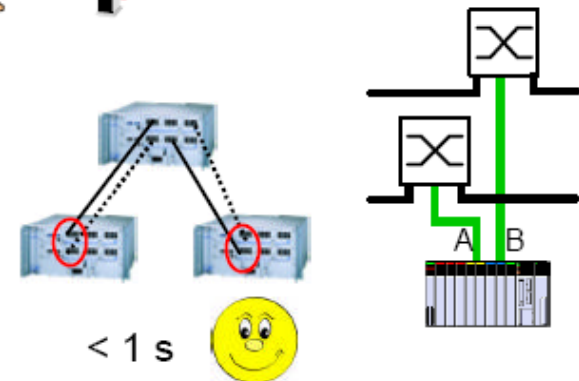
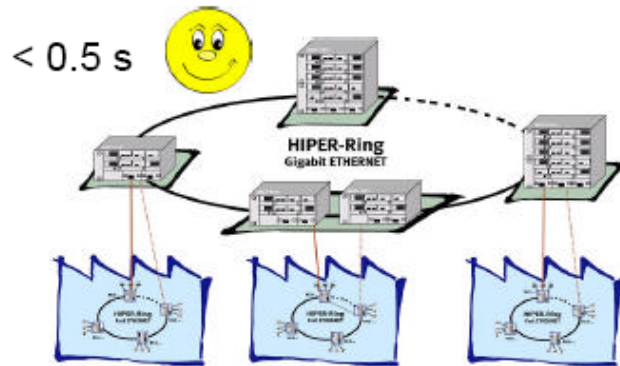
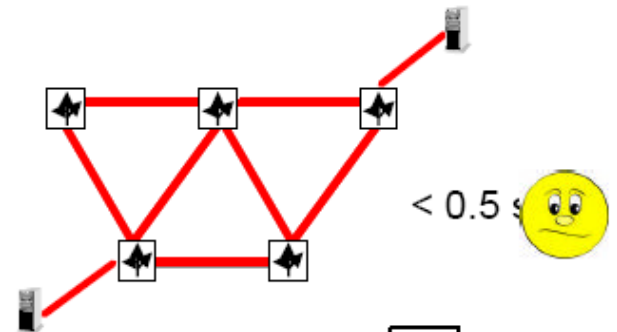
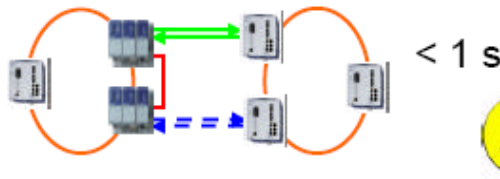
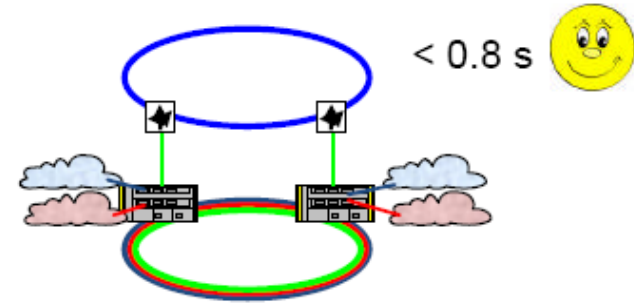
# 如何构建高性能的工业网络

## 冗余 — 选哪一种方法呢?



STP:  
30 - 90 s

RSTP:  
Typically: 1 s  
Worst case:  
30 - 90 s



# 如何构建高性能的工业网络

## 网络管理

# 如何构建高性能的工业网络

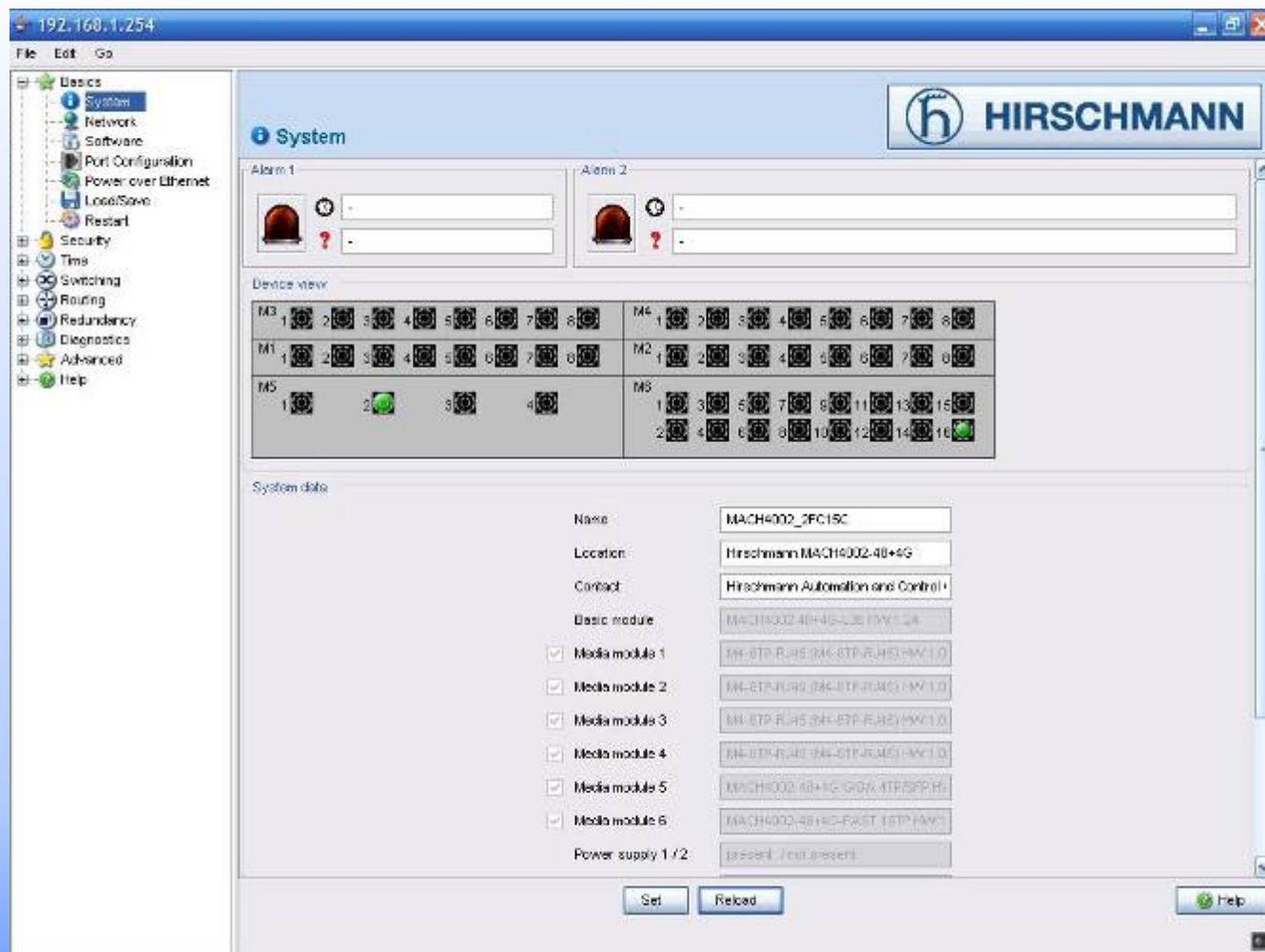
## 网管的目的



设计一个最佳有效性的数据网络

# 如何构建高性能的工业网络

## Web 管理



# 如何构建高性能的工业网络

## 网络管理系统

一个网络管理系统包括 3 个组成部分:

### □ 各个设备中的代理

- 收集状态、性能和出错数据，将数据提供给网络管理站
- 配置设备

### □ 网络管理站 NMS

- 从代理处轮循数据
- 接收代理的报警信息
- 提供对设备的集中监控和可视化管理
- 提供集中配置

### □ 网络管理协议: SNMP

- 用于代理和 NMS 间的通讯



# 如何构建高性能的工业网络

## SNMP 管理

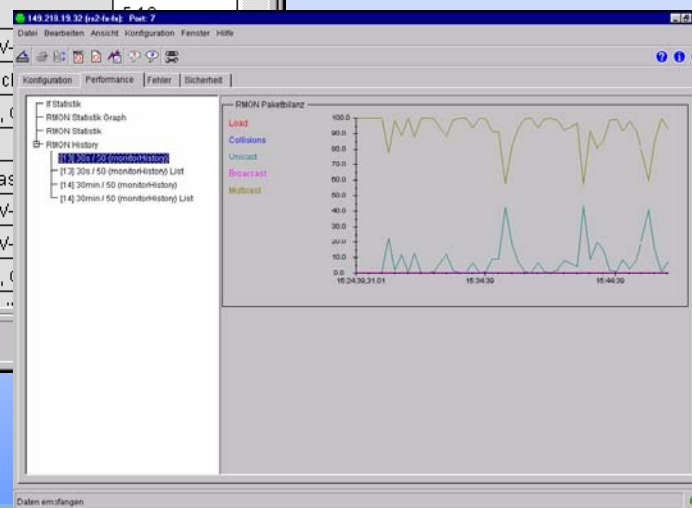
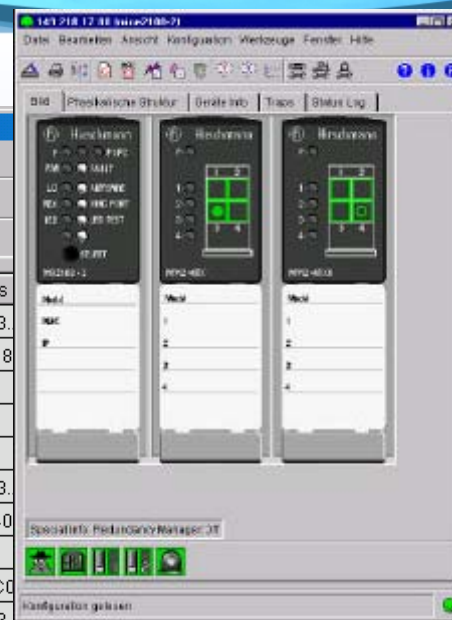
HiVision

Datei Bearbeiten Ansicht Konfiguration Werkzeuge VLAN-Manager Fenster Hilfe

Agenten Ereignisse VLAN-Manager

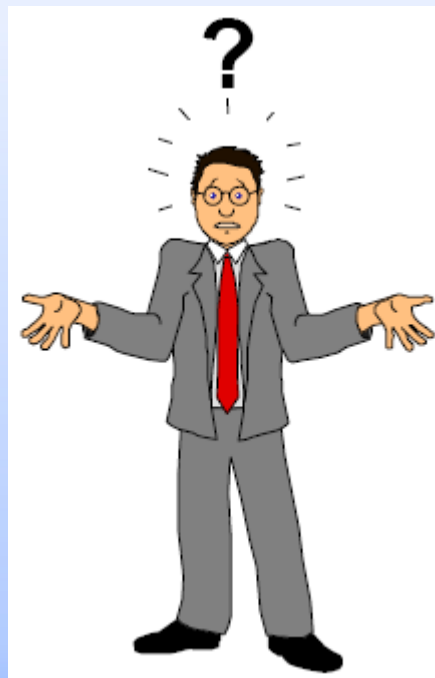
Typ	Status	P	E	L	IP-Adresse	Produkt	Standort	Name	Spezielle Infos
1	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.11	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3.
2	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.12	m-basic4		ash 32MB..	Chassis30018
3	✖	🔴	—	🔔	149.218.17.16			12345	
4	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.57	ESTP6			
5	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.58	GES-24TP Fl..	DEFAULT ..	DEFAULT ..	
6	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.59	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3.
7	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.60	m-basic4		MACH3000	Chassis30040
8	🔊	🔴	🔊	🔔	149.218.17.81	ms2108-2	Hirschma..	12345678..	
9	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.88	m-basic4		Markus'M..	Chassis336C0
10	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.94	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3.
11	🔊	🟢	🔊	🔔	149.218.17.105	rs2-fx-fx	Klaus	Hirschma..	
12	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.107	m-basic4	EDV- Schr..	MACH3000	EDV-
13	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.109	m-basic4		MACH3000	Krac
14	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.112	m-basic4		MACH3000	UG, C
15	🔊	🔴	🔊	🔔	149.218.17.127	rs2-bx-bx	Klaus	RS/2 mit A..	
16	✖	🟡	🔊	🔔	149.218.17.130	m-basic4		MACH3000	Chas
17	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.131	m-basic4	EDV- Schr..	MACH3000	EDV-
18	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.139	m-basic4	EDV- Schr..	MACH3000	EDV-
19	✖	🟢	🔊	🔔	149.218.17.143	m-basic4		MACH3000	UG, C

Netzscan beendet

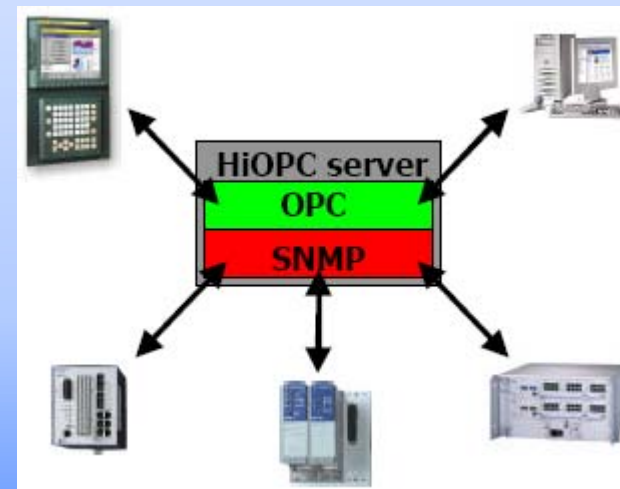
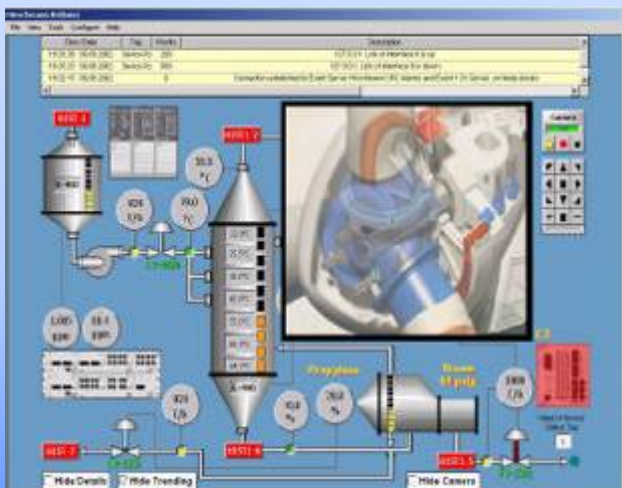


# 如何构建高性能的工业网络

## 管理的方式



Typ	Status	P	E	L	IP-Adresse	Produkt	Standort	Name	Spezielle Infos	SW Version
1	X	●	▲	▲	149.218.17.11	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3...	3.10
2	X	●	▲	▲	149.218.17.12	m-basic4		ash 32MB	Chassis30018	3.10
3	X	●	▲	▲	149.218.17.16			12345		3.10
4	X	●	▲	▲	149.218.17.57	ES1P6				2.11
5	X	●	▲	▲	149.218.17.58	GES-24TP FL	DEFAULT	DEFAULT		02.04.06
6	X	●	▲	▲	149.218.17.59	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3...	3.10
7	X	●	▲	▲	149.218.17.60	m-basic4		MACH3000	Chassis30040	3.10
8	X	●	▲	▲	149.218.17.81	ms2106-2	Hirschma...	12345678		2.00
9	X	●	▲	▲	149.218.17.80	m-basic4		Markus M...	Chassis336C0...	3.10
10	X	●	▲	▲	149.218.17.94	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3...	3.10
11	X	●	▲	▲	149.218.17.105	rs2-6-fx	Klaus	Hirschma...		5.10
12	X	●	▲	▲	149.218.17.107	m-basic4	EDV-Schr.	MACH3000	EDV-Schrank 5...	3.10
13	X	●	▲	▲	149.218.17.109	m-basic4	MACH3000	KrachMach 2		3.09
14	X	●	▲	▲	149.218.17.112	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3...	3.10
15	X	●	▲	▲	149.218.17.127	rs2-6-br	Klaus	RS/2 mit A...		5.00
16	X	●	▲	▲	149.218.17.130	m-basic4		MACH3000	Chassis30038	0.10
17	X	●	▲	▲	149.218.17.131	m-basic4	EDV-Schr.	MACH3000	EDV-Schrank 5...	3.10
18	X	●	▲	▲	149.218.17.139	m-basic4	EDV-Schr.	MACH3000	EDV-Schrank 5...	3.10
19	X	●	▲	▲	149.218.17.143	m-basic4		MACH3000	UG, Chassis3...	3.10



# 如何构建高性能的工业网络

## WLAN无线局域网

# 如何构建高性能的工业网络

## 设计难点

- 天线特性（全向还是定向）
- 发射的功率（要符合各个国家的规定）
- 干扰源（树木，建筑物，航空器等）

The diagram illustrates the relationship between network speed, area coverage, and range for different configurations. It is structured as follows:

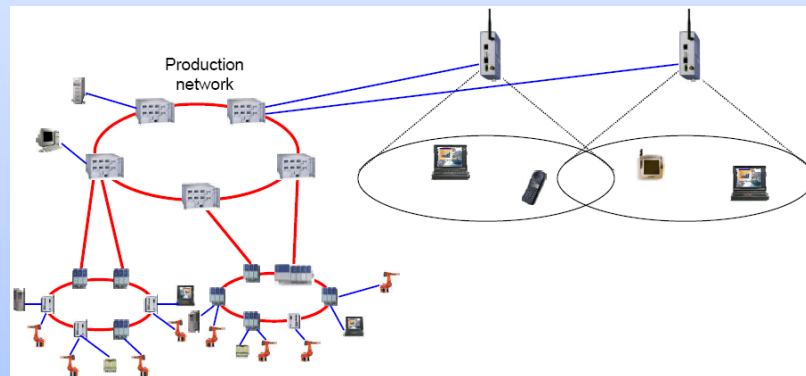
- Area** (top box) branches into three categories: **open**, **open / closed**, and **closed**.
- Speed** (left column) is linked to the **open** category.
- The **Speed** column is linked to the **Range** column (middle and right columns).

Speed	open	open / closed	closed
11 Mbit/s	150 Meter	30 Meter	20 Meter
5,5 Mbit/s	250 Meter	70 Meter	35 Meter
2 Mbit/s	400 Meter	90 Meter	40 Meter
1 Mbit/s	500 Meter	115 Meter	50 Meter

# 如何构建高性能的工业网络

## 无线局域网的实施

- 勘查现场
  - 现场调查建筑物的结构 / 材料，接线（网络 / 电源），测量可能的访问点的位置，无线信号覆盖范围，干扰，测量报告，.....
- 无线网络的安装
- 测试
- 无线信号的冗余
- 漫游问题
- 电源冗余
- 安全认证
- .....



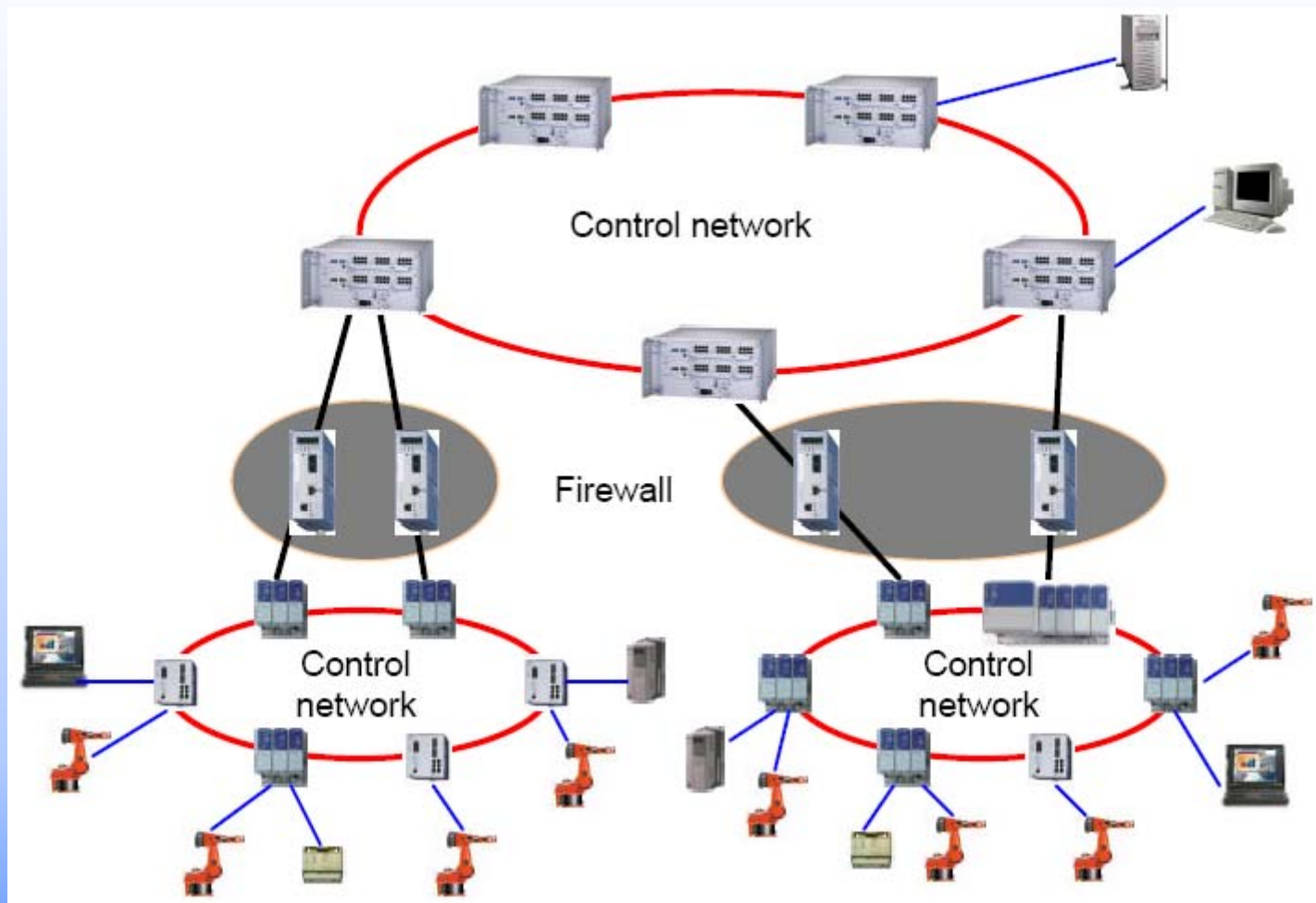
# 如何构建高性能的工业网络

## 网络安全



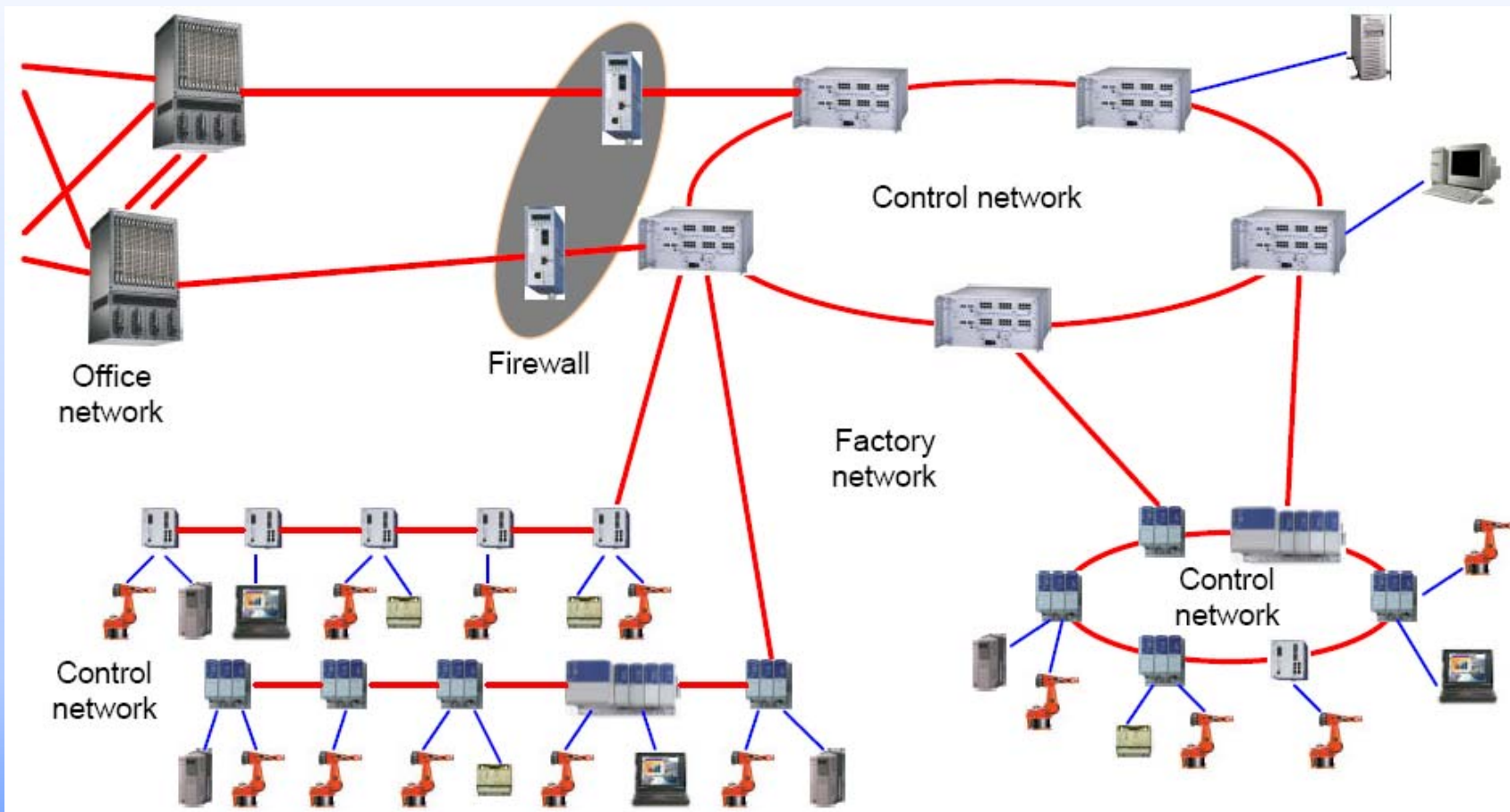
# 如何构建高性能的工业网络

## 应用：控制单元隔离



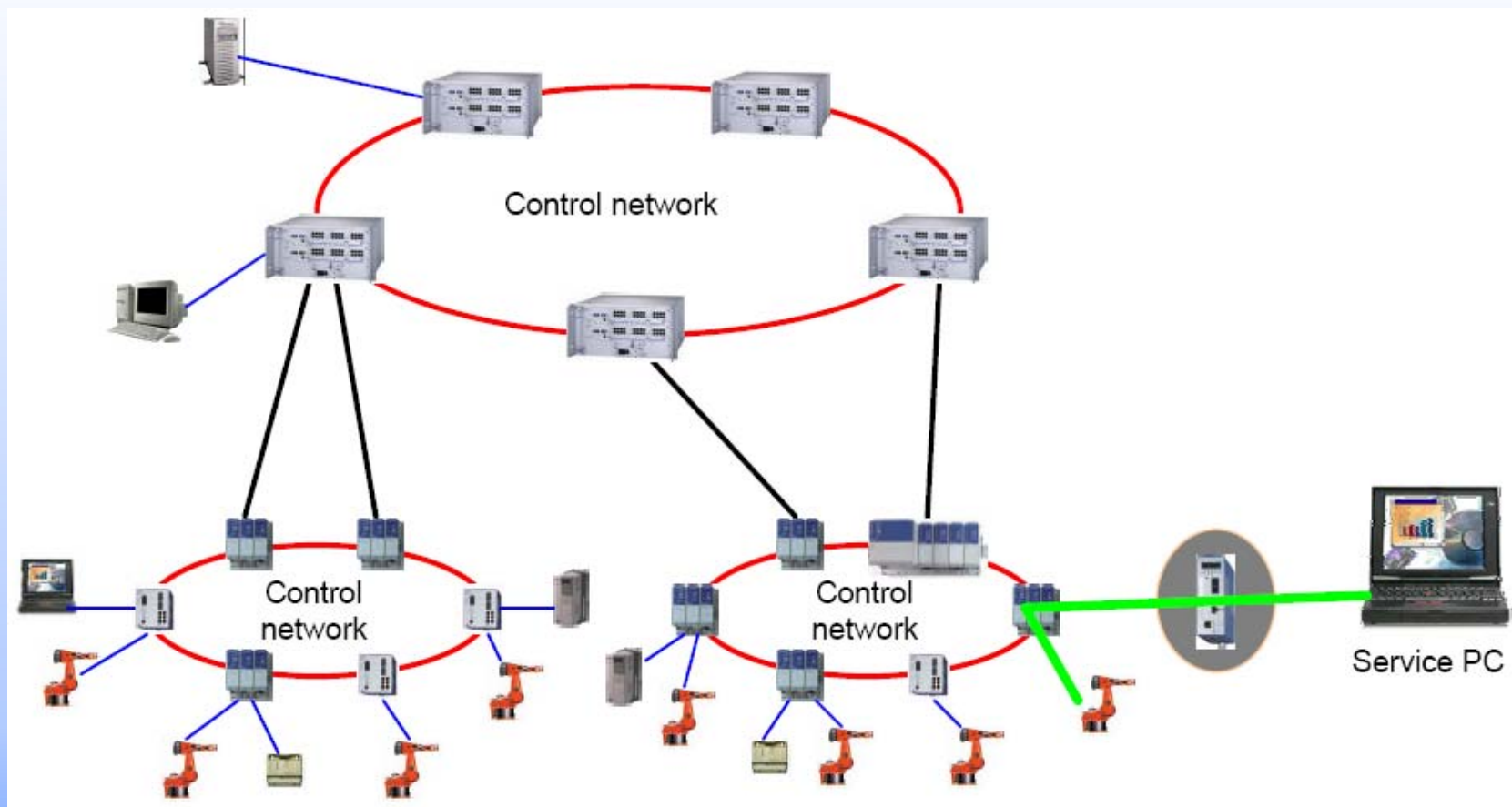
# 如何构建高性能的工业网络

## 应用：办公网隔离



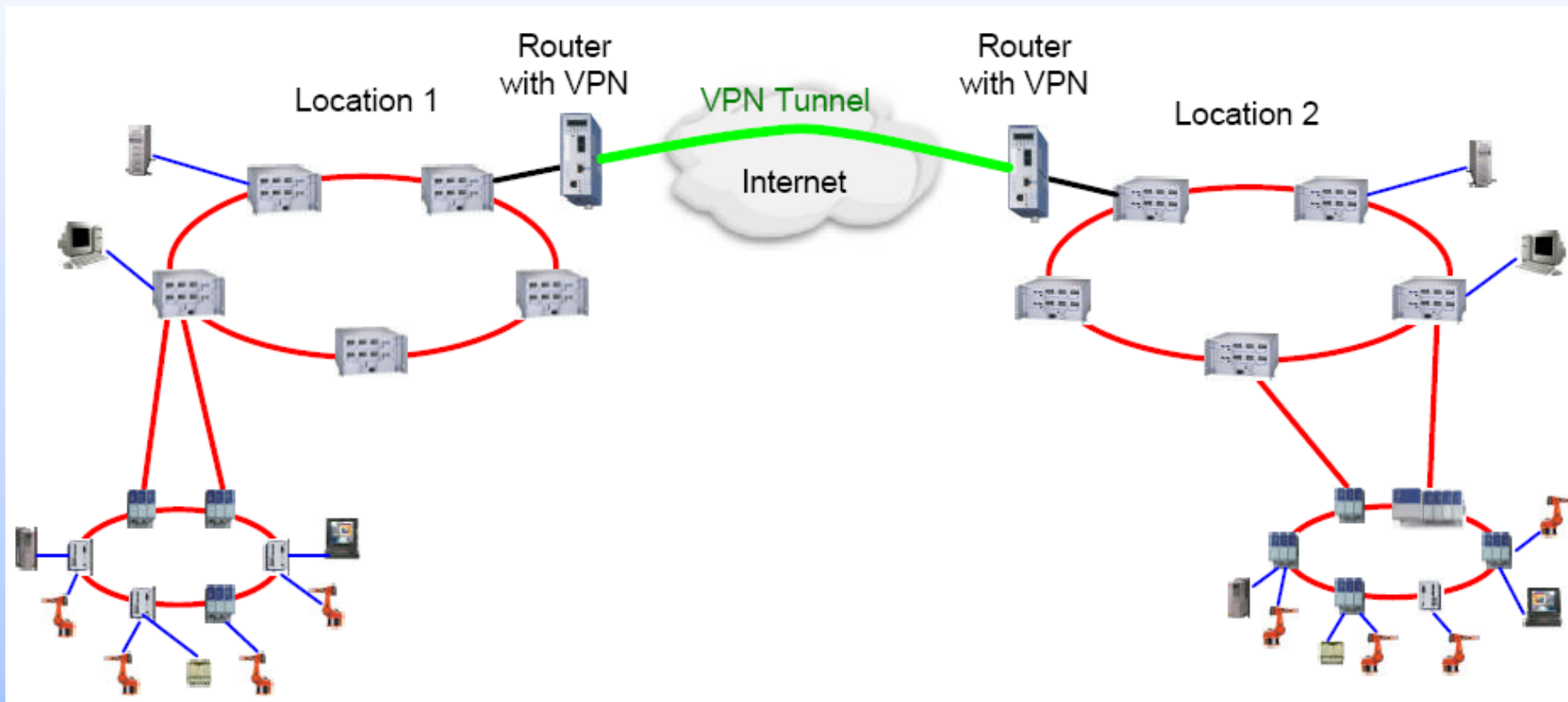
# 如何构建高性能的工业网络

## 应用：内部服务访问



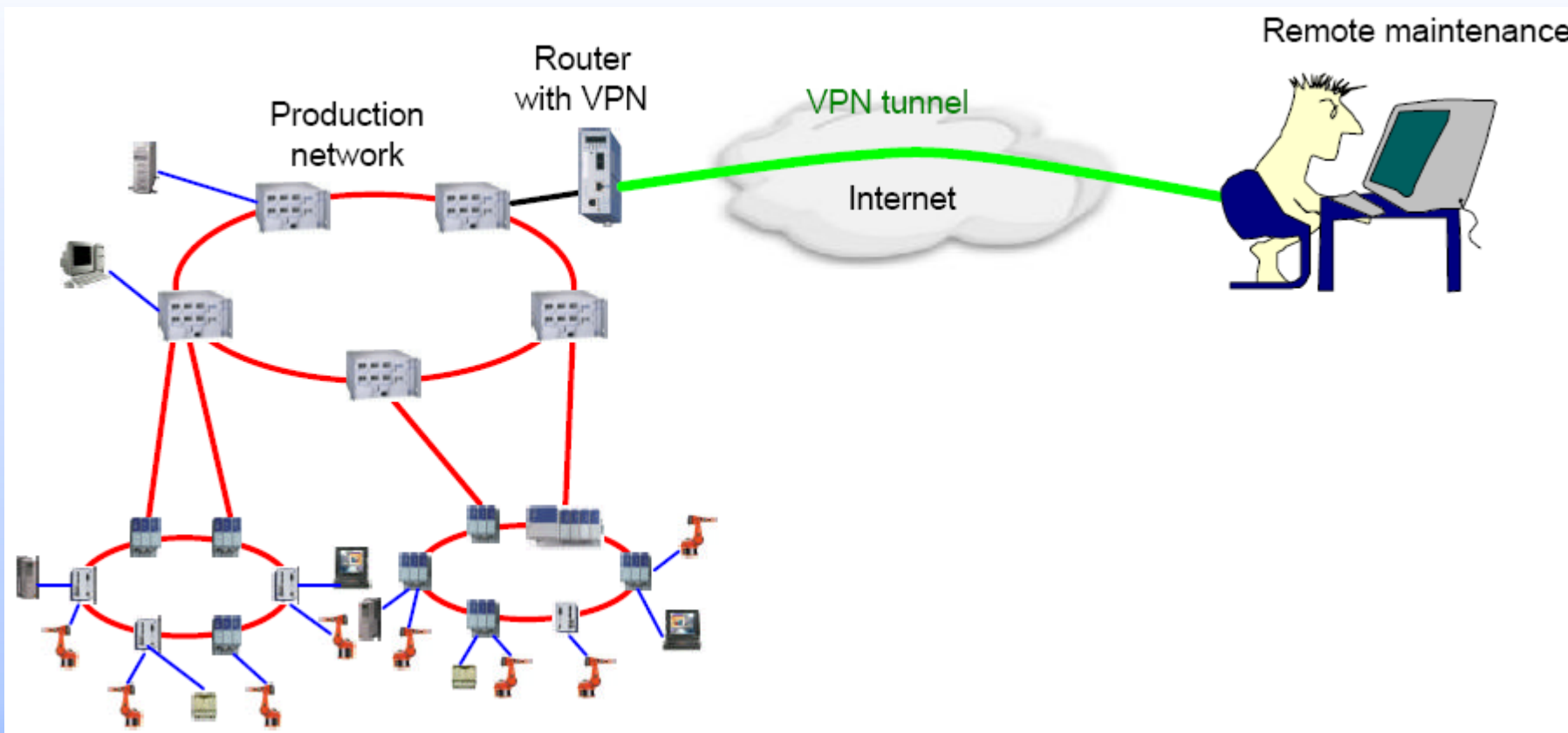
# 如何构建高性能的工业网络

## 应用：网络隔离



# 如何构建高性能的工业网络

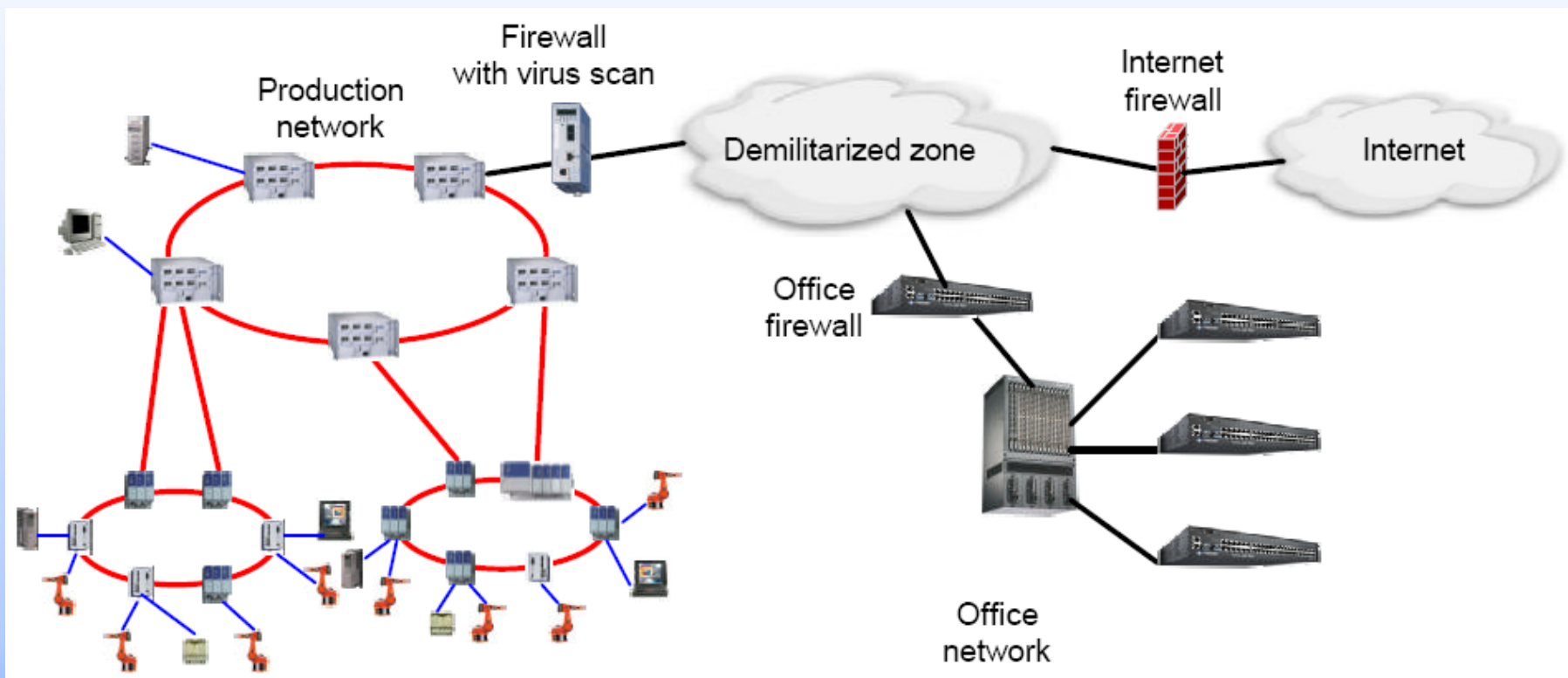
## 应用：远程维护





# 如何构建高性能的工业网络

## 应用：隔离区





# 如何构建高性能的工业网络

- 网络类型选择
- 网络拓扑选择
- 工业网络系统设计要求
- 高性能工业网络的其他特性表现

# 如何构建高性能的工业网络



**BeldenCDT** 作为电缆行业的卓越领导者，在全球范围内为以下行业机构及组织提供全面的布线解决方案：

- ODVA DEVICE NET<sup>®</sup>
- ENCOMPASS
- ISA
- RIA
- CONTROLNET<sup>®</sup>
- PROFIBUS
- SERIPLEX<sup>®</sup>
- HONEYWELL SMART DISTRIBUTION SYSTEM<sup>®</sup>
- ISA/SP-50 FOUNDATION FIELDBUS
- INTERBUS<sup>®</sup>
- EIA RS-485
- IEEE 802.4 AND 802.7



<sup>®</sup>Open DeviceNet Vendor Association, Inc. trademark.  
<sup>®</sup>Trademark of ControlNet International.  
<sup>®</sup>Trademark of Seriplex Technology Organization.  
<sup>®</sup>Honeywell, Inc. trademark.  
<sup>®</sup>Trademark of INTERBUS Club.

## 从厂房到企业总部 百通为您提供全系列一站式布线解决方案

**工业控制及仪器仪表电缆：**  
 无论您的工厂是离散型或是过程处理，**BeldenCable™** 为您提供从主干和数据高速公路到控制层和设备层电缆，以及马达发动机或工厂自动化的特殊电缆。

**音响、保安及报警电缆：**  
**Belden NewGeneration®** 弱电电缆系列可为您复杂的工业系统提供最新、最经济的多导体和同轴电缆产品，用于工业环境中的各个弱电系统。

**数据网络电缆：**  
**BeldenIBDN™** 端到端数据网络布线解决方案提供超五类，六类，增强六类及万兆铜缆布线系统及光纤布线系统，提供安装型性能及至少25年的系统保证。

**专业音频、视频电缆：**  
 无论是现场应用或是永久性设施安装，从电视台，演播室，电台到企业广播，会议电视，有线电视网络，**Belden Brilliance®** 音视频电缆产品能使您的应用高枕无忧。

**Belden CDT北京办事处**  
 北京西长安街88号  
 首都时代广场1015室  
 邮编：100031  
 电话：(8610)83915181/82/83  
 传真：(8610)83915186

**Belden CDT上海办事处**  
 上海市黄浦区西藏中路18号  
 港陆广场2605室  
 邮编：200001  
 电话：(8621)53853355  
 传真：(8621)62490879

**Belden CDT广州办事处**  
 广州市环市东路371-375号  
 世界贸易中心大厦南塔29楼2903室  
 邮编：510095  
 电话：(8620)87626118 / 28  
 传真：(8620)87626138

**Belden CDT成都办事处**  
 成都市西御街77号  
 国信大厦8楼G室  
 邮编：610015  
 电话：(8628)86198310 / 32  
 传真：(8628)86198313

查询请登录网址：  
[www.beldenct.com.cn](http://www.beldenct.com.cn)  
 或发信息至：  
[sales@beldenct.com.cn](mailto:sales@beldenct.com.cn)



# 如何构建高性能的工业网络

## 方案可靠性

99.999%  
99.99%  
99.9%  
99%

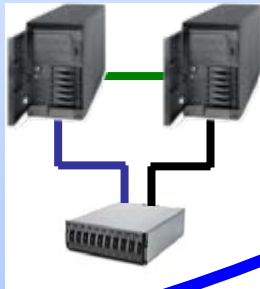
### 服务器不同冗余技术的可靠性对比



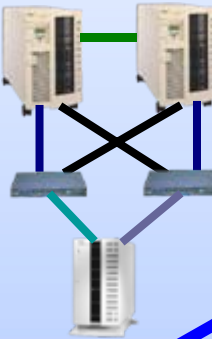
独立服务器



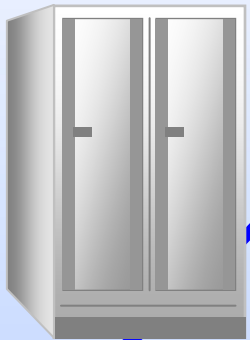
使用外部磁阵的独立服务器



简易的集群系统



消除单点故障的集群系统



大型主机



容错服务器

# 如何构建高性能的工业网络

具有更多冗余、安全特性的SCADA软件



*PcVue* 新功能检  
视

Kevin



# 如何构建高性能的工业网络



# Thank You

董平  
上海海得控制系统股份有限公司

Website: [www.hite.com.cn](http://www.hite.com.cn)