

# 工业控制网络技术

## 成绩构成:

平时30% (平时作业10%，两次报告20%)  
期末70%

## 教材:

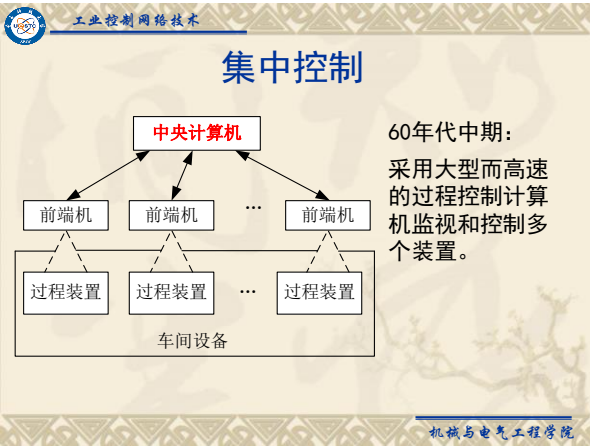
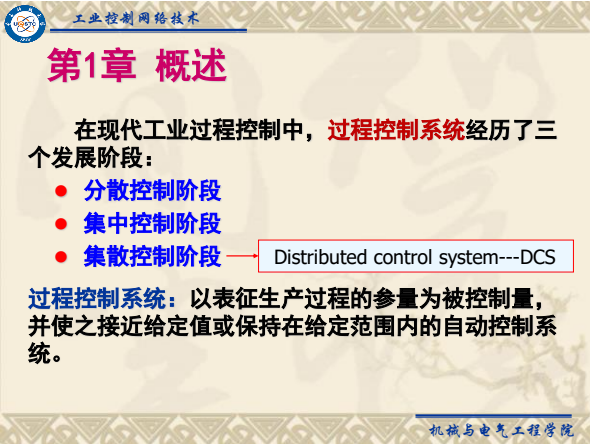
肖军. DCS及现场总线技术.  
清华大学出版社, 2011.10

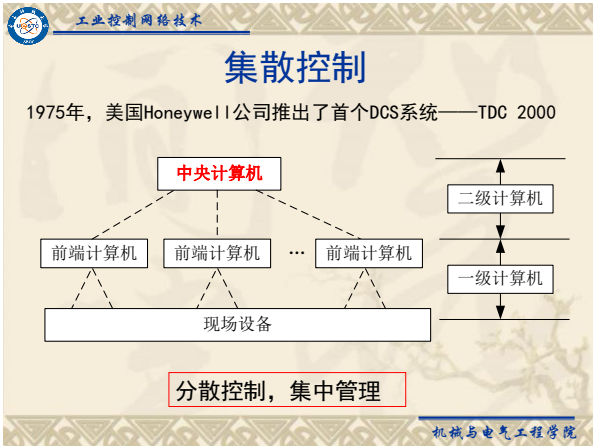
## 参考资料:

- 1. 李占英. 分散控制系统(DCS)和现场总线控制系统(FCS)及其工程设计. 电子工业出版社, 2015.7
- 2. 雷霖. 现场总线控制网络技术(第2版). 电子工业出版社, 2015.1
- 3. 张帆. 工业控制网络技术(第2版). 机械工业出版社, 2016.2
- 4. 谢昊飞 等. 网络控制技术. 机械工业出版社, 2009.6



# 主要内容





工业控制网络技术

### 本章内容：

- ❖ 1.1 计算机控制系统基础
- ❖ 1.2 集散控制系统基本概念
- ❖ 1.3 现场总线控制系统总体概念
- ❖ 1.4 DCS、PLC及FCS之间的差异

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

### 1.1 计算机控制系统基础

计算机控制系统是应用计算机参与控制并借助一些辅助部件与被控对象相联系，以获得一定控制目的而构成的系统。

**辅助部件：**输入输出接口、检测装置、执行装置

**被控对象：**生产过程、机械装置、交通工具、仪器仪表、家用电器等

**控制目的：**使被控对象的状态或运动过程达到某种要求或达到最优目标。

计算机控制系统可以是闭环的，也可以是开环的。

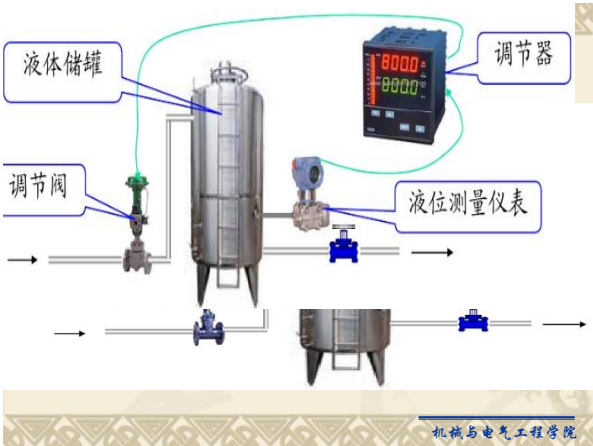
机械与电气工程学院

工业控制网络技术

### 典型闭环控制系统

计算机不断采集被控对象的各种状态信息，按照一定的控制策略处理后，输出控制信息直接影响被控对象。

机械与电气工程学院



工业控制网络技术

### 计算机控制系统

用计算机代理控制器，就构成了计算机控制系统。

显然：要改变控制策略及算法，只要改变计算机的程序（软件）就可以实现相应功能。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

计算机控制系统工作过程

计算机控制系统的工作过程是一个测、算、控、管不断重复的过程。

◆ 实时数据采集: 检测被控量的瞬时值, 将采样结果输到计算机中。

◆ 实时决策: 给定值与被控量的数值处理后, 按照预定的控制规律进行控制运算—实时决策。

◆ 实时控制: 将实时决策结果转化为控制信号适时地送给执行装置—实现过程控制。

◆ 信息管理: 随着网络技术和控制策略的发展, 信息共享及管理在控制系统得到了充分的应用。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

计算机控制系统的组成

计算机控制系统控制器包括硬件和软件两个部分。

计算机控制系统

硬件部分

控制计算机 { 主机、外设、系统总线  
生产过程输入输出通道  
人一机联系设备、通信设备 }

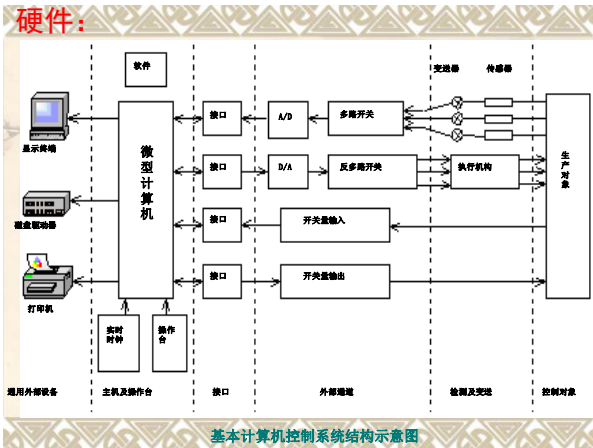
现场仪表 (测量传感器、执行机构等)

软件部分

系统软件 { 操作系统  
汇编或高级语言、过程控制语言  
通信网络软件、诊断程序等 }

应用软件 { 过程输入/输出程序、过程控制程序  
人机接口程序、打印显示程序  
各种公共子程序  
历史数据库、实时数据库 }

机械与电气工程学院



工业控制网络技术

计算机控制系统的特点

计算机控制系统具有精度高、速度快、存储容量大和有逻辑判断功能等特点, 而且能够进一步把过程控制和生产管理有机结合起来, 从而实现全面的自动化管理。

► 强调

计算机控制系统是以分时方式对控制对象进行控制的, 它以定时采样和阶段控制来代替常规调节装置的连续检测和连续控制。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

计算机控制系统分类

1. 按照系统的功能分类

❖ 巡回检测和操作指导系统

❖ 直接数字控制系统

❖ 计算机监督控制系统

❖ 集散控制系统

❖ 现场总线控制系统

❖ 工业过程计算机集成制造系统 (流程CIMS)

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

1) 巡回检测和操作指导系统

——主要对过程参数进行定时巡回检测、数据记录、数据计算、数据统计和处理、参数的越限报警以及对数据进行积累和实时分析。

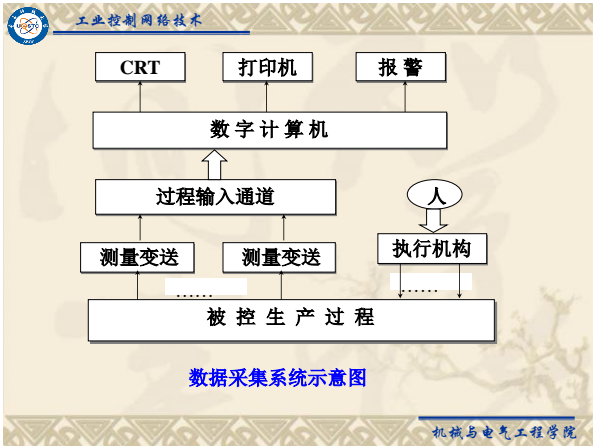
❖ 计算机不直接参与生产过程的控制。

❖ 代替大量的常规显示和记录仪表, 对整个生产过程进行集中监视。

➢ 数据采集系统 (Data Acquisition System, DAS)

※ 监视控制与数据采集系统 (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA)

机械与电气工程学院



工业控制网络技术

### 2) 直接数字控制系统 (Direct Digit Control , DDC)

DDC系统中用一台微机对多个被控参数进行巡回检测，再根据规定的控制规律、进行控制运算，并输出到执行机构对生产过程进行控制。

计算机的输出直接作用于控制对象，所以称为直接数字控制。

- DDC系统中，计算机不仅完全取代模拟调节器，实现多回路的PID调节，而且不改变硬件，只通过改变软件就可以实现较复杂的控制算法。

DDC具有在线实时控制、分时控制、灵活和多功能三个特点。

机械与电气工程学院



工业控制网络技术

### 3) 计算机监督控制系统(Supervisory Computer Control, SCC)

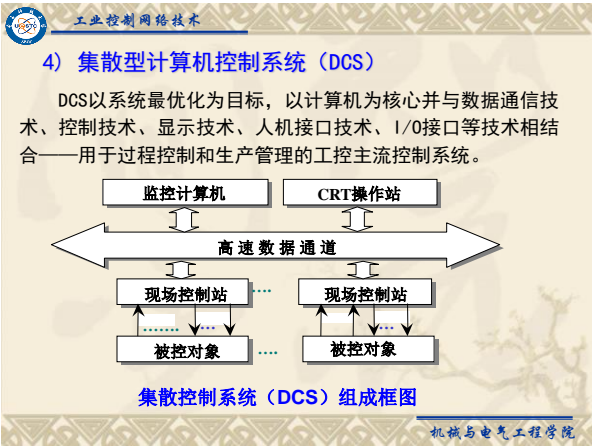
**两级控制：**

**第1级：**用DDC计算机或调节器，完成直接控制；

**第2级：**用SCC计算机根据工艺信息和其他参数——即按照一定算法进行优化计算，自动地改变DDC系统的给定值，从而使生产过程始终处于最优工况(最低消耗、最低成本、最高产量等)。

- 又称给定值控制SPC(Set Point Computer Control)。
- SCC系统不仅可以进行给定值控制，同时还可以进行顺序控制、最优控制以及自适应控制等。

机械与电气工程学院





工业控制网络技术

### 集散型计算机控制系统 (DCS)

DCS采用**分散控制**和**集中管理**的控制理念与网络化的控制结构, 灵活地将控制设备、服务器、基础自动化单元等联系在一起。

按功能分散、危险分散、管理集中和应用灵活等原则进行设计, 具有高可靠性能, 便于维修与更新。

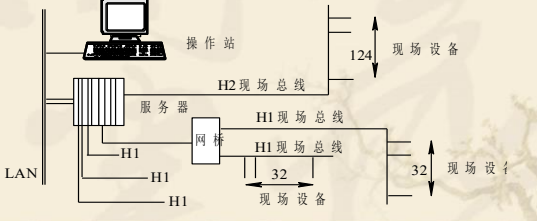
机械与电气工程学院

工业控制网络技术

### 5) 现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, FCS)

**现场总线**——连接智能现场设备和自动化系统的全数字、双向传输、多分支结构的通信网络。

FCS用现场总线把具有输入、输出、运算、控制和通信功能的**现场总线数字仪表** (如传感器、变送器、执行器) 等集成一体, 构成现场网络自动化系统, 实现了生产过程的信息集成。



**FCS 的基本结构**

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

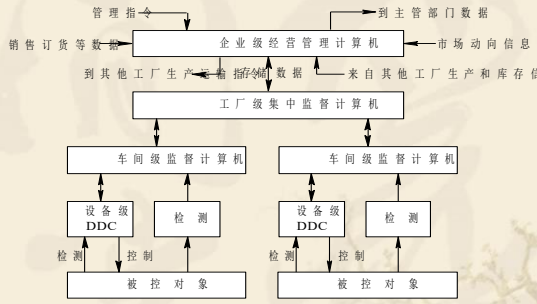
### 6) 工业过程计算机集成制造系统 (流程CIMS)

**CIMS**——Computer Integrated Manufacturing Systems

通过计算机硬、软件的综合运用, 利用现代管理技术、制造技术、信息技术、自动化技术、系统工程技术, **将企业生产过程中的人员、技术、经营管理三要素及其信息与物流有机集成**, 并实现优化运行的复杂大系统。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术



**CIMS的基本结构**

机械与电气工程学院


工业控制网络技术

**流程CIMS是工程大系统**, 它所解决的不是局部优化问题, 而是工厂、公司乃至一个区域的总目标或总任务的最优化问题。

最优化的目标函数包括产量最高、质量最好、原料和能耗最小、成本最低、可靠性最高、环境污染最小等指标, 它反映了技术、经济、环境等多方面的综合性要求。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术



**流程CIMS的递阶控制示意图**

流程CIMS的理论基础是**大系统理论**, 它代表了当今工厂综合自动化的最高水平, 被誉为是未来的工厂。

机械与电气工程学院

系统总貌

800XA扩展自动化系统—重新定义了自动化的标准！

ABB

工业控制网络技术

工业互联网

工业互联网系统架构(版本1.0)：

工业互联网是互联网和新一代信息技术与工业系统全方位深度融合所形成的产业和应用生态,是工业智能化发展的关键综合信息基础设施。其**本质**是以机器、原材料、控制系统、信息系统、产品以及人之间的网络互联为基础,通过对工业数据的全面深度感知、实时传输交换、快速计算处理和高级建模分析,实现智能控制、运营优化和生产组织方式变革。

工业互联网可以重点从“**网络**”、“**数据**”和“**安全**”三个方面来理解。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

工业互联网体系架构1.0

- ★三大体系
  - 网络是基础
  - 数据是核心
  - 安全是保障
- ★三大闭环
  - 机器设备运行优化的闭环
  - 生产运营决策优化的闭环
  - 全产业链、价值链的闭环

19:32:45 机械与电气工程学院

工业控制网络技术

工业互联网体系架构(版本2.0)：

工业互联网作为全新工业生态、关键基础设施和新型应用模式,通过**人、机、物的全面互联**,实现全要素、全产业链、全价值链的全面连接,正在全球范围内不断颠覆传统制造模式、生产组织方式和产业形态,推动传统产业加快转型升级、新兴产业加速发展壮大。

体系架构2.0将1.0中的三大智能化闭环归纳为共性的数据优化闭环;以平台替代数据,形成**网络、平台、安全**三大体系。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

工业互联网体系架构2.0

工业互联网体系架构2.0包括**业务视图、功能架构、实施框架**三大板块,形成以商业目标和业务需求为牵引,进而明确系统功能定义与实施部署方式的设计思路,自上向下层层细化和深入。

19:3 院

工业控制网络技术

工业互联网实施框架总体视图

19:32:45 机械与电气工程学院

工业控制网络技术

计算机控制系统分类

2. 按照控制规律分类

❖ 程序控制和顺序控制

❖ PID控制

❖ 有限拍控制

❖ 复杂规律控制

❖ 智能控制

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

1) 程序控制和顺序控制

❖ 程序控制是控制被控量按照预先规定的时间函数变化，被控制量是时间的函数，如加热炉的温度控制。

❖ 顺序控制则可以看作是程序控制的扩展，在各个时期所给出的设定值可以是不同的物理量，而且每次设定值的给出，不仅取决于时间，还取决于对以前的控制结果的逻辑判断。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

2)PID控制

❖ 调节器的输出是调节器输入的**比例、积分、微分**的函数。PID控制结构简单，参数容易调整,因此一直是应用最广、最为成熟的技术。

3)有限拍控制

❖ 有限拍控制的性能指标是**调节时间最短**，要求设计的系统在尽可能短的时间里完成调节过程。有限拍控制通常在数字随动系统中应用。

相关文献.....

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

4) 复杂规律的控制

针对实际情况采用各种复杂规律的控制——串级控制，前馈控制，纯滞后补偿控制，多变量解耦控制以及最优、自适应、自学习控制等。

❖ 对于存在随机扰动、纯滞后对象以及多变量耦合的系统，仅用PID控制是难以达到满意的性能指标的。

❖ 控制系统性能指标不单是过渡过程的品质，而且包括能耗最小、产量最高、质量最好等**综合性指标**。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

5) 智能控制

智能控制理论是把先进的方法学理论与解决当前技术问题所需要的系统理论结合起来的学科。它可以看作是三个主要理论领域的交叉或汇合：

➢ 人工智能

➢ 运筹学

➢ 控制理论。

智能控制系统实质上是一个大系统——综合的自动化系统。模糊控制、神经网络、遗传算法、专家系统等均可称智能控制。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

1.2 DCS的总体概念

DCS是由多个以微处理器为核心的**过程控制采集站**，分别分散地对各部分工艺流程进行数据采集和控制，并通过数据通信系统与中央控制室各**监控操作站**联网，对生产过程进行集中监视和操作的控制系统。

DCS是在集中式控制系统的基础上发展演变而来的，其产生的**基本思路**：

1) 分散控制

分解控制——多个专门的过程分散控制装置

2) 集中操作

保持操作习惯——良好的人/机操作界面(操作站)

机械与电气工程学院

7



工业控制网络技术

**数据通信：**建立操作站与过程分散控制装置的数据联系。

❖ DCS综合了4C技术的控制系统。

❖ 设计原则：

- 危险、控制分散
- 操作、管理集中
- 分级管理、分而自治

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

DCS是一个**分布式系统**，其基本构成包括三个部分：

- **集中显示管理**
  - 工程师站——组态和维护
  - 操作站——监视和操作
  - 管理计算机——系统的信息管理和部分优化控制任务
- **分散控制监测**
  - 控制站——实时控制
  - 监测站——实时监测
- **通信**——实现各个部分的数据、指令及其它信息的传递

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

图 9-10 YEWPACK MARK I 系统构成图

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

**DCS的主要特点：**

- **自治性：**控制站能独立地完成规定任务，操作站能自主地实现监控和管理。
- **协调性：**各部分通过信息传递，协调工作。
- **灵活性：**系统为积木式结构，可以灵活配置。
- **分散性：**控制分散、地域分散、设备分散、功能分散……分散的最终目的是将危险分散。  
——DCS硬件积木化和软件模块化是分散性的具体体现。
- **便捷性：**操作方便，显示直观。
- **可靠性：**采用容错设计、冗余设计等技术提高系统可靠性，且可在线快速排除故障。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

**DCS是具有数字通信能力的仪表控制系统。**

1) DCS是基于**数字技术**

除了现场的变送和执行单元外，其余的处理均采用**数字方式**。

2) DCS由**一个控制站完成多个回路的计算和控制**。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

**组态软件**

组态软件，上位机软件的一种，又称组态监控软件系统软件，是指一些**数据采集与过程控制**的专用软件。

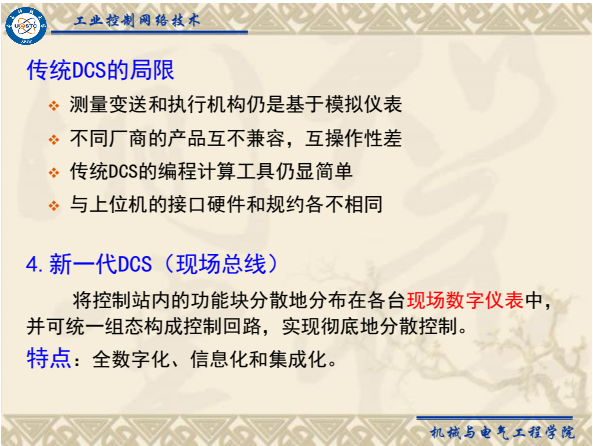
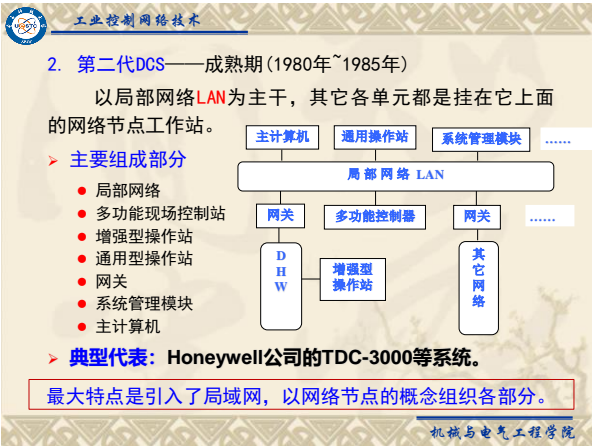
它们处在自动控制系统监控层一级的软件平台和开发环境，使用灵活的组态方式，为用户提供快速构建工业自动控制系统监控功能的、通用层次的软件工具

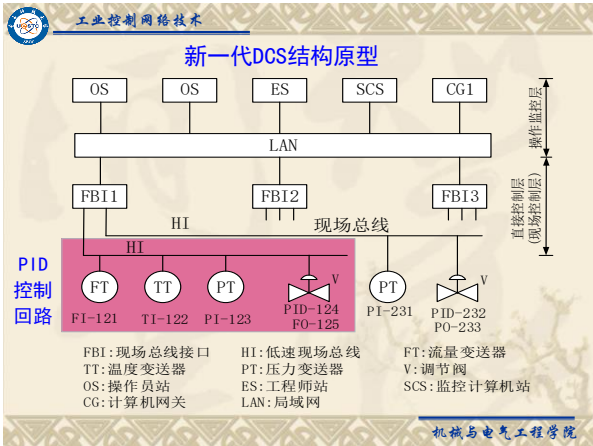
“组态（Configure）”的含义是“配置”、“设定”、“设置”等意思，是指用户通过类似“**搭积木**”的简单方式来完成自己所需要的软件功能，而不需要编写计算机程序，也就是所谓的“组态”。

**常见的组态软件有：**InTouch、iFix、Citech、WinCC、组态王、Controx开物、ForceControl、GE的Cimplicity、RSView Supervisory Edition、Lookout、Wizcon、MCGS等。

机械与电气工程学院







工业控制网络技术

### 1.3 FCS的总体概念

#### 1.3.1 FCS的基本概念

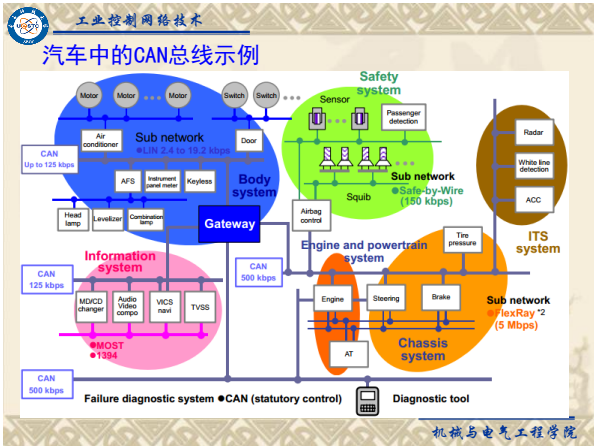
现场总线是指安装在制造或过程区域的现场装置和控制室内的自动控制装置之间的数字、串行、多点通信的数据总线。

**IEC的定义:**

**现场总线**——一种应用于生产现场,在现场设备之间、现场设备与控制装置之间进行双向、串行、多节点、数字式的数据交换的通信技术。(IEC定义)

- 现场总线就是以**数字通信**替代了传统4~20mA**模拟信号**及普通开关量信号的传输。
- 连接智能现场设备和自动化系统的全数字、双向、多站的通信系统。

机械与电气工程学院



工业控制网络技术

### 现场总线的技术特点:

#### 1. 现场通信网络

用于过程和制造自动化**现场智能设备**互连的数字通信网络,通过总线网络将控制功能延伸到现场。从而,实现开放型的互联网络。

#### 2. 互操作性

设备间具有互可操作性。互可操作性与互用性是指用户可以根据自身的需求选择不同厂家或型号的产品构成所需的控制回路,即可自由集成FCS。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

### 3. 分散功能块

现场设备是微机化设备,既有检测、变换和补偿功能,又有控制和运算功能。DCS控制站控制功能被分散给现场仪表,使控制系统结构具备高度的分散性。

从而,废弃了DCS的I/O单元和控制站,把DCS控制站的功能块分散地分配给现场仪表,构成了**虚拟控制站**,彻底地实现了分散控制。

#### 4. 通信线供电

通信线供电方式允许现场仪表直接从通信线上摄取能量,这种方式用于**本质安全**环境的低功耗现场仪表,体现了对环境环境的适应性。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

5. 可组态性

所有厂商的现场仪表引入功能块概念，统一组态方法。使得组态方法非常简单，不会因为现场设备或仪表种类不同带来组态方法的不同，从而，给组态编程带来了很大方便。

6. 开放性

通信标准的公开、一致，使系统具备开放性。实现网络数据库的共享。

7. 可控性

操作员在控制室即可了解现场设备或现场仪表的工作状况，也能对其参数进行调整，还可预测或寻找故障，系统始终处于操作员的远程监控和可控状态，提高了系统的可靠性、可控性和可维护性。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

1.3.2 FCS的本质特征

1. FCS的核心是总线协议

总线协议一经确定，相关的关键技术和有关的设备也就被确定。

目前国际标准的现场总线有8种。

2. FCS的基础是数字智能现场装置

数字智能现场装置是FCS的硬件支撑，实现现场设备的通信及现场级控制。

3. FCS的本质是信息处理现场化

**减少信息往返**是网络设计和系统组态的一条重要原则，FCS让大量信息在现场就完成处理。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

1.3.3 FCS的发展背景及趋势

1. 发展背景

现场设备的串行通信接口（如RS-232/485）是现场总线技术的原形。

大规模集成电路

现场设备智能化

增加串行数据接口

统一通信协议

一根通信电缆连接分散的现场设备

FCS

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

2. 发展趋势

现场总线技术是控制、计算机和通信技术的交叉与集成，它的出现和快速发展体现了控制领域对增强可维护性、提高可靠性、提高数据采集智能化和降低成本的要求，其发展趋势主要体现在以下几个方面：

- 统一的技术规范与组态技术
- 现场总线自身的技术水平将不断提高
- 应用将越来越广泛
- 工业以太网将逐步成为现场总线技术的主流

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

1.4 DCS、PLC及FCS之间的差异

1.4.1 PLC的基本概念

PLC——可编程逻辑控制器 (programmable logic controller)

PLC是一种执行数字运算操作的电子系统，其实质是一种专用于工业控制的计算机。

PLC的工作过程一般分为三个阶段：

**输入采样：**依次读入所有输入状态和数据

**用户程序执行：**由上而下顺序扫描用户程序（梯形图）

**输出刷新：**刷新所有输出锁存电路，再经输出电路驱动外设。

三个阶段为一个扫描周期，循环执行。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

1.4.2 DCS和PLC之间的差异

PLC系统与DCS系统的结构差异不大，只是DCS着重于闭环控制及数据处理，PLC着重于逻辑控制及开关量的控制。

PLC网络既可以作为独立的DCS网络，也可作为DCS的子系统。如监督控制与数据采集（SCADA）系统多以PLC作为现场控制站，称为PLC-SCADA系统，它具有和DCS几乎相同的网络结构。

PLC更适用于小工程，DCS则适用于大工程。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

总而言之：

计算机控制系统的发展在经历了基地式**气动**仪表控制系统、**电动**单元组合式模拟仪表控制系统、**集中式**数字控制系统以及**集散式**控制系统后，朝着**现场总线**控制系统的方向发展。

机械与电气工程学院

工业控制网络技术

知网查询“有限拍控制”的中文文献:

□	题名	作者	来源	发表时间	数据库
□1	有限拍控制研究	白敏	工业控制计算机	2011-09-25	期刊
□2	二次型最优的有限拍内模控制器设计	韩晓红; 杨青	计算机测量与控制	2009-12-25	期刊
□3	不确定系统的自适应鲁棒跟踪控制	金永强	汕头大学	2007-06-01	硕士
□4	交流电机微机测控实验系统的研制	舒丽芬	西南交通大学	2007-04-01	硕士
□5	系统辨识对象的有限拍内模控制	严奎	广东有色金属学报	2006-06-30	期刊
□6	高性能感应电机电流控制方法分析与比较	张承进; 程金路	控制工程	2006-03-20	期刊
□7	自适应有限拍感应电机电流控制器设计	程金路; 张承进	控制与决策	2005-10-30	期刊
□8	网给流量系统的有限拍控制	管晖; 张继川; 元伟	控制与决策	2005-07-30	期刊
□9	最优性能指标下的有限拍内模控制系统	韩晓红	四川大学	2004-05-10	硕士

机械与电气工程学院

[返回](#)