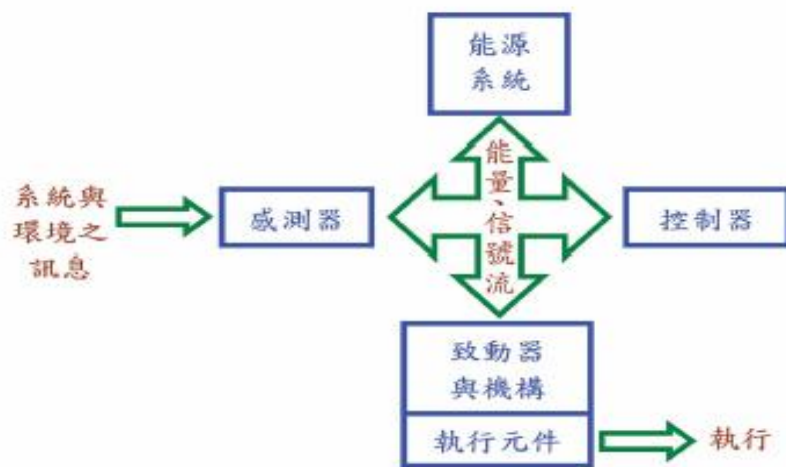


# 机电一体化简介

机电一体化技术由四大相关技术组成,分别为机械、控制、计算机及电机/电子工程。

## 1. 机电一体化系统架构:

机电一体化系统可大致归纳为四部分(如图1所示):控制器(Controller)、传感器(Sensor)、致动器(Actuator)与机构和执行组件(Mechanism)。但在设计时不能分开对待必须从整合观点、同步设计、功能导向与整体最佳化的方向出发,才能达到预期的目标—更好(Better)、更快(Faster)、更便宜(Cheaper)。



图一：机电一体化系统架构图

## 2. 机电一体化系统之组成部分及其功能:

机电一体化系统大致上可分为四部分:

### (一) 控制器

控制器就相当于人体中的大脑,负责处理信息并做出决策的单元。常见的控制器大致可分为四类:可编程控制器(PLC)、计算机控制系统器(PC-Based Controller)、嵌入式计算机控制系统、数字讯号处理器(Digital Signal Processor)等。

#### 1) 可编程控制器

可编程控制器是将逻辑运算、顺序控制、时序、技术以及算术运算等控制程序,用一串指令形式存放到内存中,然后根据存储的控制内容,经过仿真、数字等输入输出部件,对生产设备和生产过程进行控制的装置。

## 2)计算机控制系统

由于计算机发出的信号为数字量,故需要接口转换器以接受不同信号。他的优点是灵活性大,集中可靠性高,能用数字运算形式对若干个回路,甚至数十个回路的生产过程。而且只要改变控制算法和应用程序便可实现较复杂的控制.如前馈控制和最佳控制等。计算机控制系统不但作为一个控制平台,他更可以连系计算机上通用的软件,如数据库分析软件,把功能大大增强。计算机控制系统有 Industrial PC (工业计算机), Panel PC (平板计算机), PC104 (模块计算机)等。

## 3)嵌入式计算机控制系统

嵌入式计算机控制系统和通用计算机不同,嵌入式系统是以嵌入式计算机为技术核心,具有实时处理能力,是针对具体应用的专用系统,它的硬件和软件都需要高效率地设计,量体裁衣,去除冗余,以实现更高的性能。嵌入式系统中的软件代码一般都固化在只读存储器中或闪存中,也就是说软件需固化存储,而不是存储在磁盘等载体中。嵌入式控制系统有ARM 系统等。

## 4)数字信号处理器 (DSP) :

数字信号处理器是一种具有特殊结构的微处理器。DSP 芯片具有专门的硬件乘法器,广泛采用流水线操作,提供特殊的 DSP 指令,可以用来快速地实现各种数字信号处理算法。目前,DSP 芯片的价格也越来越低,性能价格比日益提高,具有巨大的应用潜力。自动控制的应用主要如引擎控制、自动驾驶、机器人控制、磁盘控制。其它应用有,信号处理、通信、图像/图形、仪器仪表、医疗、家用电器、语音、军事等。

### (二) 传感器

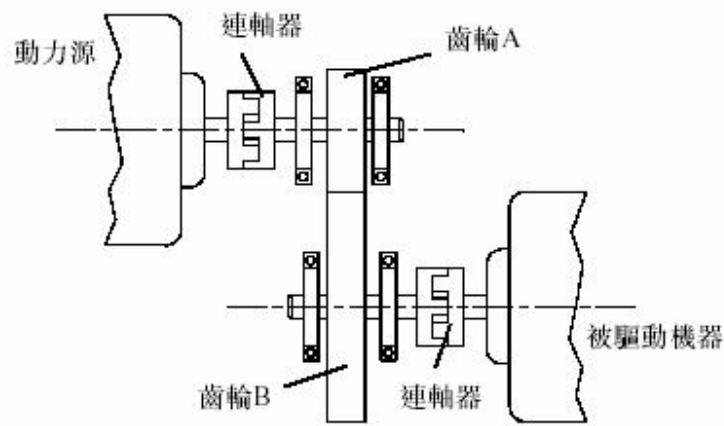
传感器基本上是将各种物理量(如:位移、速度、加速度、力量、压力、力矩、温度、流量等)转换成控制器可以感知的信号,一般为电气量或电参量(如:电流、电压、电阻、电感、电容、频率值等)。

### (三) 致动器

致动器基本上是将电能转换为机械能的设备,因此致动器是联系机与电最重要的接口。常见的致动器包括电动机与电磁阀。其中电动机又可粗略分为:直流马达、交流马达、步进马达等。

### (四) 机构组件

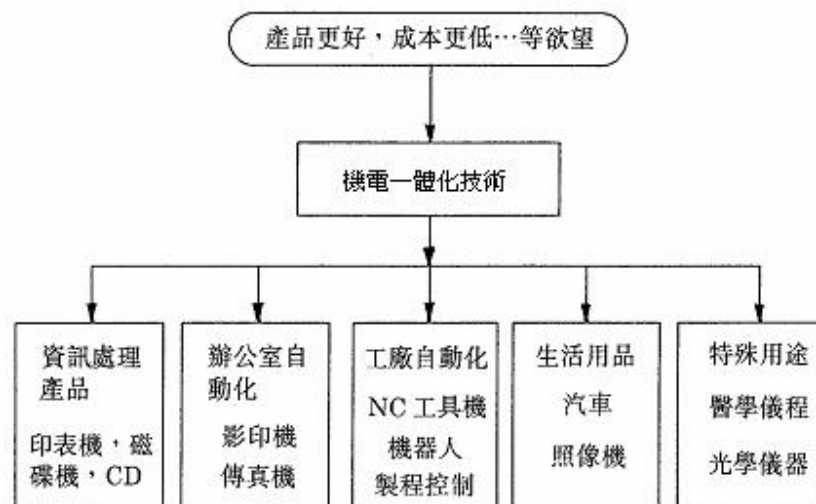
机构组件包括系统本体与传动机构。系统本体主要提供机电整合系统中控制器、传感器、致动器与传动机构以及终端作用机构一个载体,达到固接的作用;传动机构的作用主要系将动力经过大小与方向的转换而传递给终端作用机构。图 2 是齿轮减速装置示意图。



图二：齿轮減速裝置示意图

### 3. 机电一体化系统的应用

机电一体化技术应用相当广泛，可用图3来表示。其目标是针对实际机电产品的改进而产生，透过机电整合技术，应用于多方面系统。



图三：机电一体化技术应用

# ※可编过程控制器※

## 1. PLC 系统概述

### 1.1 PLC 在顺序控制系统的典型应用

PLC 是典型的顺序控制系统。我们在日常生活和工业生产中常常要求机器设备能实现某种顺序控制功能，即要求机器能按照某种预先规定的顺序、以及各种环境输入信号来自动实现所期望的动作。比如一个配料系统(如图 1 所示)，我们可能对其运转提出以下要求：

- 1) 先装入原料 A，直到液面配料桶容积的一半；
- 2) 再装入原料 B，直到液面配料桶容积的 75%；
- 3) 然后开始持续搅拌 20 秒；
- 4) 最后停止搅拌，开启出料阀，直到液位低于配料桶的 5%后再延时 2 秒，最后关闭出料阀；
- 5) 以上过程反复进行。

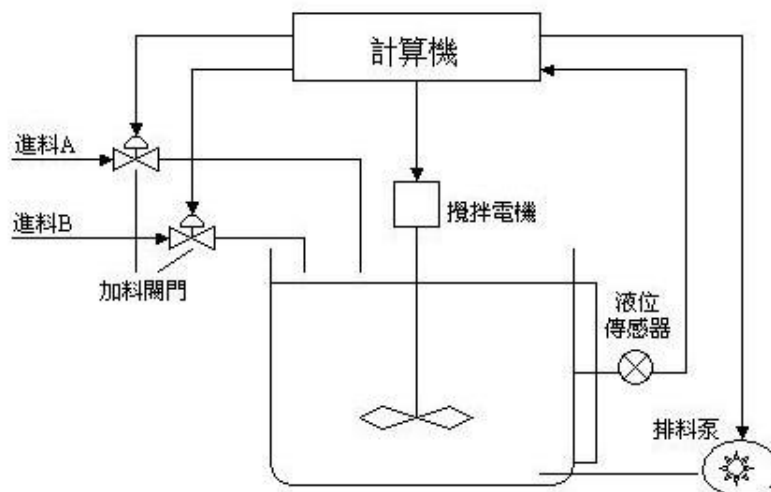


圖1：配料系統

由此可见，顺序控制系统中的动作存在确定的先后关系，即顺序。且后面的动作必须根据前面的动作情况来确定。

## 1.2 GM 10条与 PLC 的诞生

继电器逻辑控制柜是 PLC 诞生之前最广泛使用的一种顺序控制器，其基础控制组件是继电器，通过继电器控制线圈之间的硬联机来实现某种顺序控制逻辑。

但是，继电器控制柜是一种刚性自动化控制器。刚性是继电器控制柜的最主要缺点。由于其控制逻辑是由硬联机决定的，要改变其控制逻辑就必须改变其硬联机。改变硬联机需要设备停产，而且时间较长。

1968 年，美国通用汽车公司（GM 公司）为了适应汽车型号不断更新的趋势，以求在竞争激烈的汽车工业中取得优势，试图研制一种能尽量减少因汽车型号变动而重新设计汽车装配在线各种继电器控制线路的方法，从而降低生产成本，缩短产品开发周期，并提出了 10 条技术招标指标：

- 1) 用户编程方法简单易行，并可以在现场调试时方便地修改程序；
- 2) 系统应由插件或者模块组成，以使用户维护和修理；
- 3) 系统的可靠性应明显高于原继电器控制柜；
- 4) 系统的体积应明显小于原继电器控制柜；
- 5) 与原继电器控制柜相比，系统生产成本应有较强的竞争力，即其性能价格比应高于原继电器控制柜；
- 6) 可将数据直接输入到系统中的管理计算器中，以使用户操作；
- 7) 输入的开关量应该可以是高于交流 115V 的电压信号；
- 8) 输出的驱动信号应具有 115V、2A 以上的容量，即可以直接驱动电磁阀等执行机构；
- 9) 具有灵活的扩展能力，以便在制造新型汽车或者改进制造工艺和流程时，不需对原装置的硬件作大的改动；
- 10) 用户程序的容量不少于 4KB。

DEC 公司中标后，于 1969 年研制成功，从而诞生了世界上第一台可编过程控制器（Programmable Logic Controllers），简称 PLC。

PLC 在 GM 汽车工业的成功应用立即引起了世界各工业国的普遍关注，日本、德国、法国等相继投入到 PLC 的开发上来。

## 1.3 PLC 是什么

今天，PLC 在很多应用上替代了传统的继电器控制系统。但 PLC 与传统的继电器控制系统不是简单的替代关系，PLC 是基于传统继电器控制柜的发展和超越。成熟有效的继电器控制思想和设计实践是 PLC 成功的根本，充分利用不断出现的新技术和新器件，则是 PLC 持续成功的手段。今天以微处理器为核心的 PLC 不再局限于传统的开环顺序控制领域，比较广泛地应用于死循环过程控制中，而且随着其扩展能力和通信能力的发展，PLC 已经成为各种复杂的分布式控制系统的重要组成部分。

然而，经过了几十年来的发展，但 GM10 条至今仍是 PLC 的基本要求。GM10 条的核心就是要研制一种能替代继电器控制柜的可编程序的新型控制器，也就是说，这种新型控制器要实现与原继电器控制柜相同的逻辑功能。计算器科学表明：任何一种逻辑功能，既可以采用硬件实现，也可以采用软件实现。也就是说，硬件实现和软件实现两者在逻辑上是等价的。因此在计算器发展的不同阶段，“硬件软化、软件硬化、软件固化”三种技术不同程度地运用到计算器应用的各个方面。PLC 的做法恰好利用了“硬件软化”技术将作为硬件的一个控制点，即继电器上的一对触点或一个控制线圈，软化成计算器中的一个 BIT，即一个 I/O 点；同时将继电器线圈之间的硬件联机软化成为控制程序。

因此，PLC 是计算器技术和自动控制技术相结合的产物，是一种特殊形式的计算器控制装置。对此我们可以参考以下日本电气控制学会对 PLC 的定义：“可编程控制器是将逻辑运算、顺序控制、时序、技术以及算术运算等控制程序，用一串指令形式存放于内存中，然后根据存储的控制内容，经过仿真、数字等输入输出部件，对生产设备和生产过程进行控制的装置。”

## 2. PLC 的基本原理

### 2.1 PLC 的工作原理

作为一种特殊形式的计算器控制系统，PLC 是利用计算器技术对传统的硬件逻辑控制系统——继电器控制柜——进行“硬件软化”的结果，但在运行方式上 PLC 的软件逻辑也与继电器控制系统的硬件逻辑存在根本性的区别。

继电器控制系统的硬件逻辑采用的是并行运行的方式，即如果一个继电器的线圈通电或者放电，该继电器的所有触点（不论是常开还是常闭、也不论其处于继电器线路的哪个位置上）都会立即同时动作；而 PLC 的软件逻辑是通过 CPU 逐行扫描执行用户程序来实现的，即如果一个逻辑线圈被接通或断开，该线圈的所有触点并不会立即动作，必须等扫描到该触点时才会动作。

为了消除两者之间由于运行方式不同而造成的这种差异，PLC 在程序运行方式、输入输出操作、特殊功能模板等方面作了特别的考虑。

#### A. 循环扫描：

PLC 采用了一种不同于普通微型计算器的运行方式——循环扫描方式。因为继电器控制柜中各类触点的动作时间一般超过 100ms，因此只要 PLC 运行整个用户程序的时间——扫描周期——小于 100ms，其运行结果与继电器控制柜就没有什么差别。

## B. 建立 I/O 映射区:

PLC 在输入输出操作上采用定时采样、定时输出的方式。即在一个扫描周期的固定时刻(一般在扫描周期的开始或结束)采样所有的输入点,采样结果存入 RAM 中一个区域(输入映像区)。这样在执行程序时,所需的现场信息全部从输入映像区中取用,不直接从现场取。同样控制信息输出也不是采取生成一个就输出一个的方法,而是先将它们存放在 RAM 中的一个区域(输出映像区),扫描周期结束时再将输出映像区中控制信息集中输出。通过建立 I/O 映射区,使 PLC 成为一个真正的数字采样控制系统;虽然 PLC 不可能像继电器控制柜那样随时根据现场输入实时控制现场输出状态,但只要采样周期足够短,即采样频率足够高,这样的采样系统应该完全符合实际系统的需要。

## C. 特殊功能模板:

由于 PLC 在扫描周期方面限制了用户程序的长度,这对于一般的数字量控制应该不成问题。但实际的生产过程对 PLC 提出了更多得要求:仿真量处理、死循环控制、网络通信、高速 I/O 等。对于模拟量输入输出以及简单的控制,一般是利用 PLC 的主 CPU 和一定的硬件支持,通过相应的软件来实现;其它情况由于牵涉到比较的计算量和 CPU 运算时间,以及 PLC 扫描周期的限制,一般采用自带 CPU 的专用模板,由模板系统软件完成相应的控制任务。这样,这些模板与 PLC 主 CPU 并行工作,两者之间通过总线接口进行联系,主 CPU 定期向模板发送命令,模板也定期将自身的状态信息发送给主 CPU。

综上所述,在完成系统自身初始化以后,PLC 系统执行用户程序的循环扫描方式可分为三个阶段:输入扫描、程序扫描、输出扫描。而计算量比较大或者响应实时性比较高的应用则由自带 CPU 的专用模板和专用软件来实现。

## 2.2 PLC 的硬件实现

一般地,PLC 由四大部分组成:CPU、内存、I/O 系统以及其它可选部件。前三大部分是 PLC 完成各种控制任务所必需的,一般称为 PLC 的基本组成部分。其它可选部件包括编程器、外内存、模拟 I/O、通信接口、扩展接口以及测试设备等,主要用于系统的编程组态、程序存储、通信联网、系统扩展和系统测试等。

## 3. PLC 程序的编制

### 3.1 PLC 编程语言

PLC 常用的编程语言有:

- 梯形图语言
- 助记符语言
- 流程图语言
- 其它高级语言(如 PL/M(386)、各种类 PASCAL 语言)

梯形图语言是从传统继电器控制图的基础上发展而来的。由于 PLC 的使用和维护对象主要是生产现场的电气技术工人，所以 PLC 编程通常不采用普通微机的高级语言，而采用简单易懂得面向控制的梯形图语言。图 2 是常用的梯形图符号。

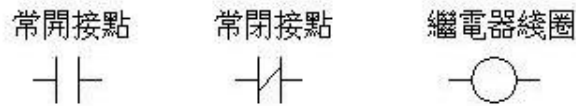


圖3：梯形圖符號

梯形图语言编程要点归结如下：

1. 形图按自上而下、自左而右的顺序排列，最左边的竖线称为起始母线，然连接各个接点，最后以继电器线圈连接到结束母线，构成一个逻辑行；
2. 形图中接点分常开和常闭两种。接点可以是 PLC 输入点所接的外部开关，可以是 PLC 的内部继电器接点或者内部寄存器、计数器的状态。在梯形图中，每种接点都用不同的符号标识。
3. 梯形图中的继电器线圈不一定是实际的继电器线圈，它包括输出继电器线圈，辅助继电器线圈，寄存器及计数器。但是其逻辑动作只有在线圈接通之后，才能引发相应的常开或常闭接点动作。
4. 梯形图中的接点可以任意串联、并联，但继电器线圈只能并联，不容许串联。
5. 内部继电器、寄存器及计数器等不能用作输出控制，只能当作中间结果供 PLC 内部使用。
6. PLC 按循环扫描方式沿梯形图的先后顺序执行程序，在同一扫描周期中的结果保留在输出状态寄存器中，所以输出点的值在用户程序中可以当作条件使用。
7. 程序结束时必须有结束标记 END。

PLC 具有比较丰富的指令系统。所有指令按功能可分为基本指令和特殊指令。基本指令包括输入、输出和逻辑操作（与、或、非等），可实现对输入/输出点的简单操作。特殊指令包括定时/计数器指令，数据移位元/传送/比较指令，算术运算、数制转换、复杂逻辑运算、程序分支与跳转、子程序与中断等等。

### 3.2 PLC 控制系统的一般设计方法

- 1) 确定受控对象和控制范围：即分析受控对象、控制过程和控制要求，了解工艺流程，确定控制系统应实现的所有功能和控制指针。受控对象确定后，需要进一步明确哪些操作应由 PLC 来控制，哪些操作适宜于手动控制；
- 2) 机型选择：在选择机型前，应先对受控对象从以下几个方面进行估计：
  - (a) 多少个开关量输入，电压分别是多少；
  - (b) 多少个开关量输出，输出功率要多大；
  - (c) 多少个模拟量 I/O；
  - (d) 系统有什么特殊要求，如远程 I/O、高速计数、实时性、网络通信等。

这样，借助于各公司的 PLC 产品样本就可以选择相应的机型；

- 3) 定义 I/O 表：在 I/O 表中一般必须指定每个 I/O 点对应的模块编号、端子编号、I/O 地址、用途以及信号有效状态。定义好了 I/O 表以后，一个 PLC 控制系统有关的硬件实现和软件编制就可以同步进行了；
- 4) 内存估计、I/O 模块配置以及系统电源选择；
- 5) 程序编写；
- 6) 离线仿真调试；
- 7) 联机调试。

## ※人机界面专案的创建※

### 1. RSView 32 概述

RSView 32 是一种易用的、可集成的、基于组件的、用于监视和控制生产过程的人机界面软件。它基于微软最成熟的 Windows 平台而设计，而且是第一个把 ActiveX 控制嵌入画面的人机界面软件。由于它与罗克韦尔软件的其它产品(如 RSLinx等)无缝连接，因此为 RSView32 监视和运行控制系统提供了极大的灵活性。RSView 32 具有以下显著特点：

- (1) 图形与动画：RSView 32 提供的绘图工具可生成简单或复杂的图形对象或文本，以及包含许多常用图形对象的库，这些图形对象可以拖放到画面中。另外，还可以使用其它绘图软件包如 AutoCAD 和 CorelDRAW 生成的对象。使用 RSView32 动画控制，可以启动图形对象，以使它们反映出过程的变化。
- (2) 报警监视：可对开关量或仿真量标签组态报警，并使用警告摘要窗口显示报警信息。可以自定义报警摘要窗口，如使用颜色标明警告严重性等级，以使操作者易于发现严重警告，或按时间顺序或严重性等级排列报警信息，或过滤警告，这样就可以只看到那些希望看到的警告。
- (3) 登录：在运行时记录系统信息。所有登录信息保存为 dBase IV(.DBF)格式，且能在第三方软件如 Microsoft Excel、Crystal Report 和 Foxpro 中使用。
- (4) 趋势：利用 RSView 32，可在一个趋势中绘制 16 条卷标曲线，并且当标签穿越参考值时使用阴影来突出显示。组态趋势可在运行时动态调整坐标轴以控制数据的显示。
- (5) 事件检测：事件是可触发动作的 RSView 32 表达式。利用事件检测能使应用软件对系统和过程中的事件进行自动应答。

- (6) 安全系统：项目级安全系统允许限制用户或用户组访问特定的画面或改变某些标签值。系统级安全系统允许将用户锁定在 RSVIEW 32 应用软件中,即不能退出到 Windows 操作系统。
- (7) 重复使用卷标数据库：只要打开 RSVIEW 32 标签浏览器,就可以导入逻辑编程软件中使用的全部数据库,或者选择需要的梯形逻辑所用的卷标,而不需要导入整个数据库。RSVIEW 32 提供了方便直观的文件夹结构以使组织和重新利用卷标更容易。
- (8) 重复利用画面：RSVIEW 32 支持许多标准图形文件格式,这样就可以使用现存的图形而不必重画,可以拖放图形文件,或复制并粘贴到 RSVIEW 32 画面,或使用 RSVIEW 32 图形库而不必亲自绘制复杂的对象。RSVIEW 32 带有成百个图形对象,可以将它们拖放到画面中。对经常使用的图形对象,可以创建自己的库。
- (9) 扩展和升级项目与系统：当项目扩展时,用户可以容易地将 RSVIEW 32 软件升级到更多卷标数据库限制版本,最多可扩展到70k个点,而对项目无需任何改变。因为 RSVIEW 32 项目在 Windows 95 和 Windows NT 操作系统间完全兼容,所以用户可以在任何一个操作系统上运行同一个项目,而只需要重新组态 PLC 驱动程序名称。
- (10) 互操作性：RS 的软件可以集成工作,所以用户可以建立自定义应用程序。例如,可以在 RSVIEW 32 中选择逻辑编程所使用的标签;利用同一个 RSLinx 通信驱动程序,可以直接建立梯形图编程软件和 RSVIEW 32 与处理器之间的通信。RSVIEW 32 的 ActiveX 控制能够自动集成到 RSVIEW 32 工具栏中。
- (11) 和微软产品共享数据：利用 RSVIEW 32 的开放性设计可以很容易地和微软的软件产品共事资料。RSVIEW 32 卷标数据库是 DBC 兼容的数据库,用户可以利用其它数据库工具浏览并管理卷标,如微软的 Access。RSVIEW 32 图形画面是 OLE 容器,不需要导入或导出就可以单独运行应用软件,即可以把 Excel 电子表格、Word 文文件和 Access 数据库放入监视画面中。

## 2. 工程项目的创作

### 项目创作的目的：

本项目创作的目的是学员通过使用香港理工大学自动化训练中心机电一体化的设备来完成工程项目,了解电机,电子,电气动系统和可编过程控制器(PLC)组合的硬件、软件、编程方法以及自动化控制的物料的运送和机械加工系统的设计,安装和测试方法。

## 项目创作的要求与步骤

- (1) 仔细阅读工程项目的概述, 设计解决的技术方案;
- (2) 构造系统布局;
- (3) 选择气动组件, 设计、安装和检查气动线路图。
- (4) 了解传感器(输入装置)和作动器(输出装置)与可编过程控制器的 I/O接口  
连线和地址; 设计、安装和检查电线路图。
- (5) 了解生产流程, 完成程序要求逻辑表
- (6) 设置或确认组态通讯;
- (7) 创建新工程;
- (8) 编写逻辑程序;
- (9) 组态通讯信道, 下载, 以及进入在线方式;
- (10) 试验运行, 利用测试表格确认其正确;
- (11) 了解和完成人机界面的创作, 掌握远程监控的技术;
- (12) 示范远程监控物料运送和机械加工生产线
- (13) 编写项目训练总结报告。