

工业自动化及其发展概况

主讲：（贵州工学院）李普恩

贵州省科学技术协会

一九七八年七月

工业自动化及其发展概况

一、概述

工业自动化是工业现代化的主要控制，也是实现四个现代化的关键。因此掌握和了解自动化的状况，促进自动化事业的发展是十分重要的。

在少数人参与下，控制生产设备，按工艺参数连续准确地自动实现生产过程称为“自动化”。自动化必须在首先在机械化基础上才能实现。实现自动化可以大大地提高劳动生产率，改善产品质量，高效率地使用生产设备，同时改善劳动条件，减少劳动强度。因此，必将是我国今后加速发展的重点方向。

主要工业国

一九六五～一九七〇年劳动生产率平均年增长率为4.4%，这阶段日本却为14.2%，其中重要原因是日本工业自动化发展的比较快。

例如，日本鹿岛制铁所（73年水平）与我国鞍钢相比，由于自动化水平不同，生产率相差很远。日本鹿岛年产钢740万吨，仅有职工4300人，我国鞍钢年产钢500万吨，职工约20万人，劳动生产率相差几十倍。这是因为鹿岛安装使用了电子计算机台，分大中小四级控制，构成一个“全生产线控制系统”。

第一级： 综合计划（订货处理、生产汇总、生产计划、发货）。

第二级： 二级计划（生产调度、进程控制、作业指令）

第三级： 过程控制、（生产过程与操作过程控制）

第四级： 在线控制、作业管理（实际生产数据收集、作业指令）

我国目前基本使用常规企业受理方法，生产过程控制基本采用继电器或可控硅控制系统，因此，生产率的提高是有一定限度的。

再有机械制造业；日本丰田汽车公司，平均每天每人可生产六台发动机，加工及装配全在生产自动线上进行。装配与库存管理工作由计算机控制。全厂职工 41,000 人，年产汽车 209 万辆。

最近国外出现计算机辅助设计（CAD）及计算机辅助制造（CAM）系统。它是通过计算机直接进行产品（或零件）设计与制造的新技术，可以省去传统的产品图纸这中间繁杂而拖延工时的手续。只要把设想制造产品的模型送入计算机，计算机不但可以自行设计，而且通过计算机硬件及软件接口，把设计出来的细节数据转变成机面指令，直接进行加工。美国波音飞机，起步比英、法、德的协和式飞机晚，却领先制造成功，就是因为美国首先采用计算机辅助设计与制造技术的结果。据介绍国外目前采用这种系统已有四万余台。这是机械制造业生产过程的一场革命，它对于发

品、制造新设备有着十分重要的意义。

二、工业自动化的发展历程，与实现自动化的主要手段

1. 工业仪表自动化：

从自动化角度看工业部门可以分为流程工业及离散工业；流程工业如石油化工、电力工业，它们的生产过程是生产对象在管道或线路中连续传送中进行的。为此，要连续测量温度、压力、流量、料位等参数。这些量通常在数值上是连续缓慢变化的，称为模拟量。因此主要控制方法是模拟量的自动控制。主要控制手段是采用工业自动化仪表（如DDZ型仪表）实行自动调节（PID）与自动控制。例如化肥生产，把反应炉中的温度、压力、流量、等参数连续地送入仪表，通过仪表的运算或比较，一方面输出信号自动调节阀门控制上述的各个量，使之符合工艺要求；另一方面实行自动记录发出显示信号。仪表安装在中央控制室内，实行集中管理与控制。这种自动化也称工业仪表自动化。

2. 电气传动自动化：

离散工业部门：如冶金、机械、采矿、轻工等部门，生产机械是由电动机传动实现操作与控制的。故常称之为电气传动自动化。这种自动化控制方法与手段比较多，但是，近年来由于电子技术的发展，把生产过程的各个量转变成电的脉冲信号，用电脉冲的个数来进行控制，这就是数字量的控制，常称为数字控制。

以上两种类型工业仪表与电气传动自动化，均可由电子计算机进行统一控制，计算机是功能最全、控制范围更为广泛的控制设备，也是正在发展着的，可广泛应用于工业各部门的控制过程的核心中枢。

下面着重介绍电气传动自动化的主要控制手段与计算机控制的关系：

电气传动自动化类型与控制手段

控制手段 类型	早期控制手段 30~50年代	近期控制手段 60年代	现代控制手段 70年代
单机自动化	继电器接触器 放大器 (四) 整流器 (功能电路)	顺序控制 可控硅控制 数字控制	微型计算机 (微处理器控制)
多机自动化或 自动化作业线	有触点的程序 控制	群控 (数字控制) 顺序控制	(小型计算机控制)
生产过程自动化	—	同上	大中型计算机 控制

(1) 早期控制手段：

从30年代开始，单机自动化已采用继电器与接触器，控制机械的自动运行，目前我国大部分机床仍采用此种方法控制。后来在生产机械运行速度控制方面提出较高要求，如调速比（速度高限与低限比）及调速精度等等，对此在传动控制方面采用了反馈放大环节如电机放大器，磁放大器等设备，它综合了软齿男的

指令及指令控制仪号，使调速比达到了 1:100 的要求。60 年代半导体元件的发明，这一控制作用被高效率的可控硅元件所代替。目前我国大型机床立车及龙门刨床，已逐步的由放大器控制过渡到可控硅控制。

(2) 数字控制技术

一九五二年麻省理工学院“巴森兹” (POYSONS) 利用电子管制成了三坐标数字控制铣床，用于加工直升飞机螺旋桨。但是工业上应用数控技术是在半导体技术特别集成电路制造成功的 60 年代才发展起来的。所谓数字控制是利用电脉冲的个数作为传递信号实行控制的手段的控制技术。由于它借用了计算机的某些成果，具有存储器及运算器，可以实现多功能的复杂控制。

主要优越性是：

- a、速度快：500 KC 每秒可传输 50 万个信号，进给控制。
- b、精度高：加工或定位精度可达微米 (10^{-3} mm) 数量级。
- c、可加工复杂曲面，行走复杂轨迹，实现多功能控制：如加工螺旋推进器，模具及切割钢板控制等等，同时可以利用数控程序制成多功能加工中心，在同一机床完成铣、镗、钻等多种工序加工。加工过程自行变换刀具，这种设备国外已制造成功。

我国数控线切割机已有许多单位开始应用，收到良好效果，一个小时加工的模具，获得的成果可以代替高级钳工师傅半个月劳动。

数控技术在机械制造业应用较多，在其他部门也广泛应用，如数字仪表、数字称量及化工部门的专业机械等。

数控机床硬件发展的同时，采用电子计算机为数控机床自动编制程序的软件系统APT、FAPT-2等系统逐步形成，使数控机床的效率发挥得更加充分。我国数控线切割机和铣床的编程系统已初步形成。

(3) 群控：

用一台大型数控装置控制多台生产机械同时工作者称为群控。

如上海羊毛衫厂近成的控制十四台羊毛衫横机的一种群控，类似此种控制，到七六年底为止，我国已出现有十例。

由于数控装置本身就是一种简化的专用电子计算机，因此近年来趋向于采用电子计算机进行控制，使数控技术纳入了电子计算机的轨道。免去了设计与制造专用数控设备的繁杂手续，选用小型计算机的通用装置配以适当外部设备（软件）即可方便地实现控制，收到良好效果。

例如上海第二机床电工厂，用电子计算机控制6台仪表车床。可同时加工六种不同形状规格零件，提高生产率5~7倍。

例如西安仪表厂、西北大学研制了JSK~110型电子计算机，已应用于提花纺织机群控制，能织多种彩色图案。

(4) 顺序控制：

通常大量的机械设备运行过程，可分成若干步骤顺序地进行，因而用电子设备制成顺序控制机，控制设备按步骤地自动循环工作，很适于大批量生产的流水作业线的控制。自动线比单机生产提高工效3~5倍甚至几十倍。例如大连电机厂可编生产自动线，可提高劳动生产率十倍。

普及型顺序控制机由电子或步进及二极管矩阵板组成，电路简便可靠，灵活性通用性强。

这方面我国从73年开始研制，目前也开始向标准化、系列化的方向迈进。在全国范围内定型生产的有JSK~1基本逻辑型，JSK~2条件步进型，时间步进型正在定型酝酿之中。

最近几年在汽车拖拉机制造，轴承齿轮制造，冶金、轻工、建筑材料各工业均已开始应用。据76年统计仅上海地区已报者有90余台，北京单店砖厂码砖机的控制，已成功的采用了这种顺序控制机。这种控制机每台价格700~3000元之间，很适宜我国目前条件下推广使用。

此外还有可编程序控制机，它没有唯读存储机及简化的逻辑控制机，型式近似于数字控制装置，但是以顺序控制为其主要目的。

它可以作为计称机的控制终端与上级计称机联系。这种装置在我国已初步研制成功。

北京石油化工总厂引进日本日立公司 USC-4000 用于流程集中控制运行两年来稳定可靠。

顺序控制由于它具有简便可靠、成本低廉等特点，即使在工业自动化水平较高的日本、美国目前仍占很大比重，（约占基层控制装置的30%左右）。在不太复杂的生产机械的在线控制方面，它与微型电子计称机两者之间大有相互抗衡之势。

二、工业自动化发展趋势

1. 电子计称机控制：

电子计称机不但应用于科研设计计称和企业核算等方面，同样应用于生产自动化的控制方面。这种计称机通常称为工业控制计称机，简称工业控制机。

它的主要特点是控制用的输入接口较多，以适应于在线控制的需要。我国已研制成功的JS-130型机计称机，就是这种类型的机种。

1. 计称机分级控制：

如上所述，在现代化的大规模生产中计称机控制，分3~4级进行。这里以西德西门子公司五合型连轧机三级控制方案为例，分别介绍于下：我国武钢进口连轧机控制基本属于这种类型：

第一级：生产控制计称机；由两台大型计称机并联运行，互为备用，发生故障时自动切换。负担生产管理，接受上级计称机指定任务，向下级计称机发出生产指令，并负责全线自适应自学功能的控制（详见后），负责仓库管理及生产报表等。

仓库管理也依据数学模型进行控制，达到仓库最佳利用，来料供料连续顺畅，使吊车运载设备利用合理化。

第二级过程控制计称机；采用中型计称机，它管辖相当我国1~2个工段所管辖的范围。轧机总体共设3~4台计称机，分别完成加热炉，粗轧、精轧等控制。它的任务是按给定参数实行生产线计称，板坯跟踪，轧制节奏、实测数据收集处理等。

第三级微型计称机或顺序控制机；任务是接受上级计称机命令分别指挥生产线上的电气传动控制设备，如可控硅设备等执行自动控制具体任务。

采用上述控制不但产量提高，质量优良，规格2mm以内钢板厚度误差全在16mm以内。

(2) 微型计称机：（微处理机）

由于大规模集成电路生产工艺的突破，在微平方面上可以制成十余万个电子元件，使得微型计称机只有一块（面积这样大），成本便宜（50~100美元），具有结构简单、性能独特的优越性，配以外围设备可以完成具体生产机器的数据收集

与处理与控制的任務。它的出現可以將計統機作為控制元件而設在生產崗位上，為在工業上廣泛的採用計統機技術上開辟了新的途徑。為適應微處理機的软件設備，各國正在積極研製發戶之中。

目前我國已試制成功050型計統機基本屬於這種類型。正在研究060型微型計統機（仿M8600），只是由於集成電路的集成度尚趕不上國際水平，體積尚比較大，（約標子抽箱大小）洋貨在不久的將來會有較大的提高。

（3） 檢測元件及手段；

近年來計統機本身（硬件）方面解決的比較好，但是用來進行控制，必須配置自動檢測裝置，自動檢測被控制機械設備的運行參數和狀態，把它變為電量，輸入計統機以便實行運行控制。目前在檢測技術和手段方面，尚不能完全滿足計統機控制的需要。自動檢測技術正在不斷地發展，如液體、氣體濃度，壓力流量的測量，速度、厚度、長度、位置的自動測量等，不但要求必要精度，而且要有良好的動態特性，測量方面，我國已開始採用紅外線、同位素、微波測量技術，高速度、巡回檢測裝置已開始投入運行。

法國已研製出光學相關的測量高速軋鋼機軋件線速度的儀器。所有這些都將為計統機控制開了方便之門。

2. 控制理论方面的发已

电子计算机投入工业闭环运行，提出许多控制理论方面的新课题，这是经典的控制理论所不能解决的。

(1) 最优控制问题：

计算机控制多半是多变量时域系统，如何运算与控制使得产品质量、原材料消耗，生产率并技术经济方面达到最优的效果，是一个新的课题。这里的关键是为计算机提供理想的静态和动态的数学模型，最初从宇宙空间最佳轨迹控制方面有所突破，目前逐步引入工业控制方面来。

(2) 自适应控制与学习控制：

计算机运行控制过程，为了维持其最优控制纪律，由于外界条件偶然变化，超出予想或规定的运行范围，或局部元件损坏应控制计算机适应新的外界条件，及时修正运行参数或改变运行方式自动补足局部损坏带来的缺陷实行自适应处理，解决这些问题的控制理论称为自适应控制。

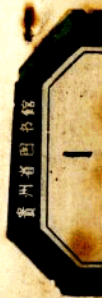
此外，为了使计算机具有学习或思维能力是正在发已着的学习控制理论，从而产生新一代的机器人。

我国正在研制的“工业机器人”（示教再现机械手）就是向这个方向逼近的第一步，这种机械手，只要人把着手示教它一遍，

此后，必须自行按着示教动作重复的执行工作任务。这种机械手
外国用于焊接汽车外壳自动化生产线上。我国将于80年内制成。

贵州工学院自动化专业 李普恩

78年7月



(0.05)

PDF