

5 控制与自动化技术的应用领域

© 西安交通大学电子与信息学部 蔡远利 教授

5.1 引言

控制与自动化技术发展至今，可以说是已从“人类手脚的延伸”扩展到“人类大脑的延伸”。控制与自动化技术时时在为人类“谋”福利，可谓无所不在、无处没有。

5.2 机械制造自动化

5.3 过程工业自动化

5.4 电力系统自动化

5.5 飞行器控制

5.6 智能建筑

5.7 智能交通系统

5.8 生物控制

5.9 生态与环境控制

5.10 社会经济控制

5.11 大系统控制与系统工程

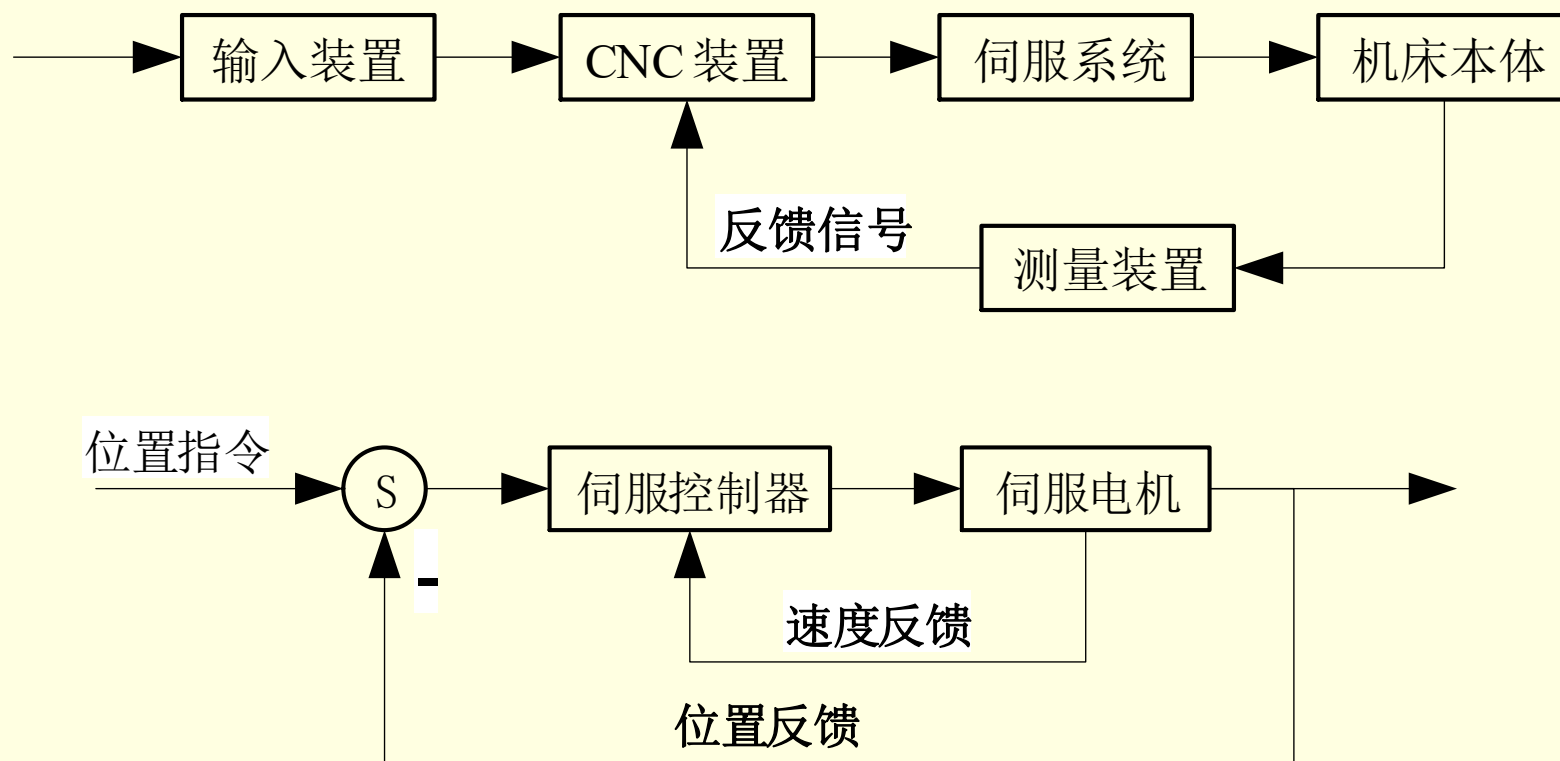
5.2 机械制造自动化

机械制造自动化技术从20世纪50年代至今，经历了：

- 单机自动化、刚性生产线
- 数控机床、加工中心
- 柔性生产线、柔性制造

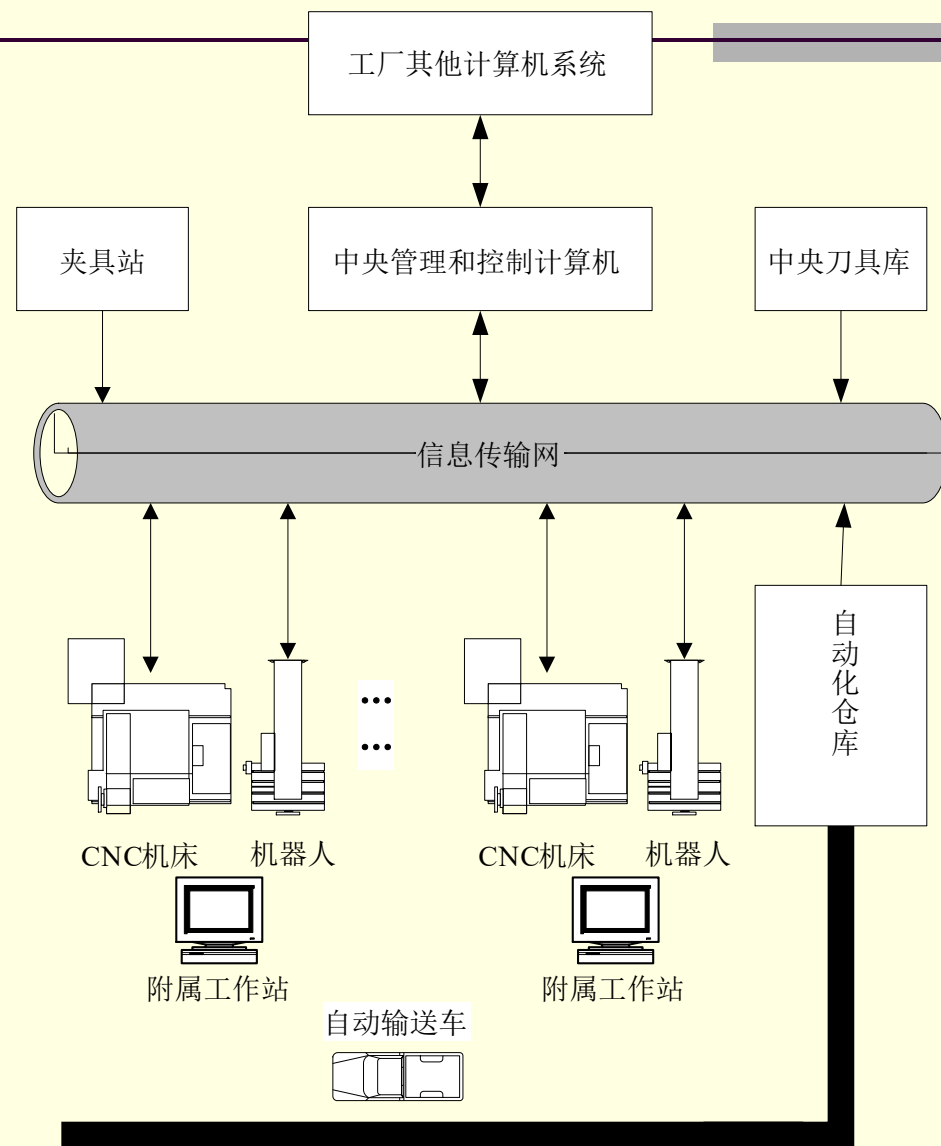
正向计算机集成制造(CIM)发展。

5.2.1 数控技术和数控系统



5.2.2 柔性制造系统(FMS)

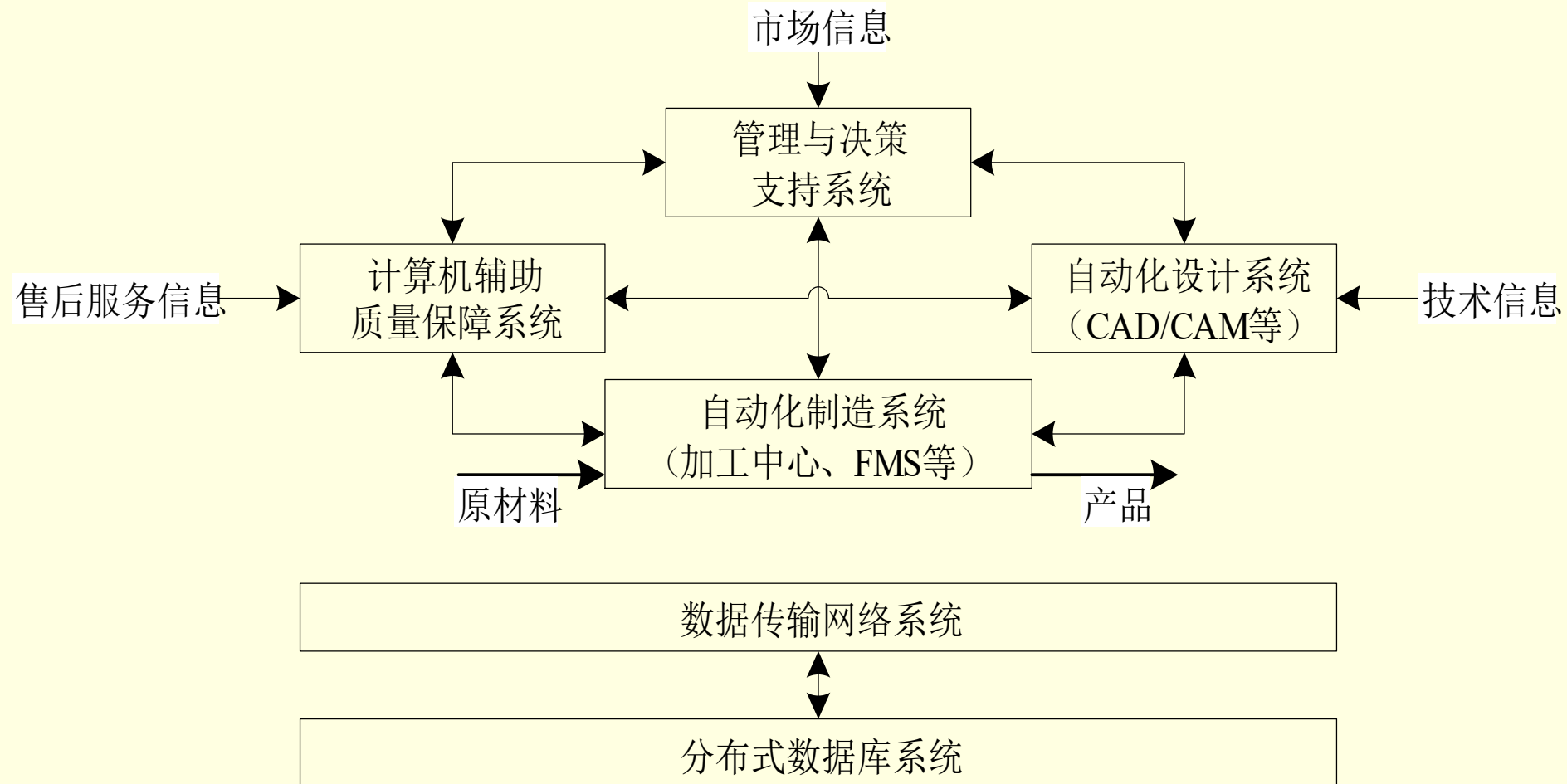
柔性制造系统由
加工系统、物流
系统、中央管理
系统组成。





实际柔性制造生产线

5.2.3 计算机集成制造系统(CIMS)



5.3 过程工业自动化

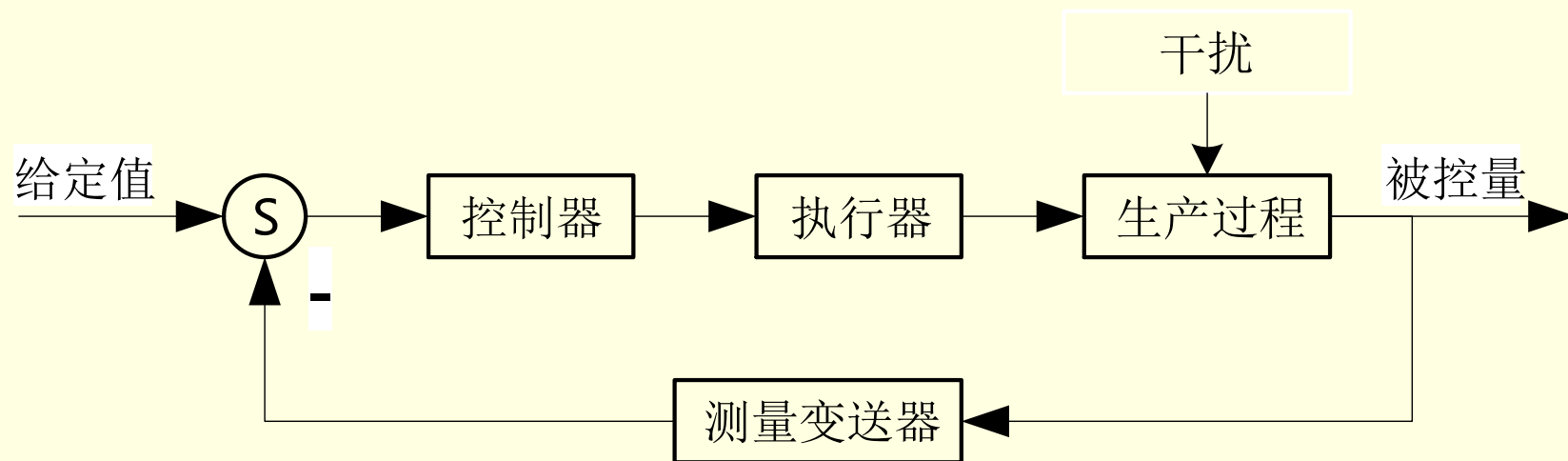
在连续型工业中，主要对系统的温度、压力、流量、液位（料位）、成分和物性等六大参数进行控制的工业，称之为过程工业。

过程工业包括电力、石油化工、化工、造纸、冶金、制药、轻工等国民经济中举足轻重的许多工业。

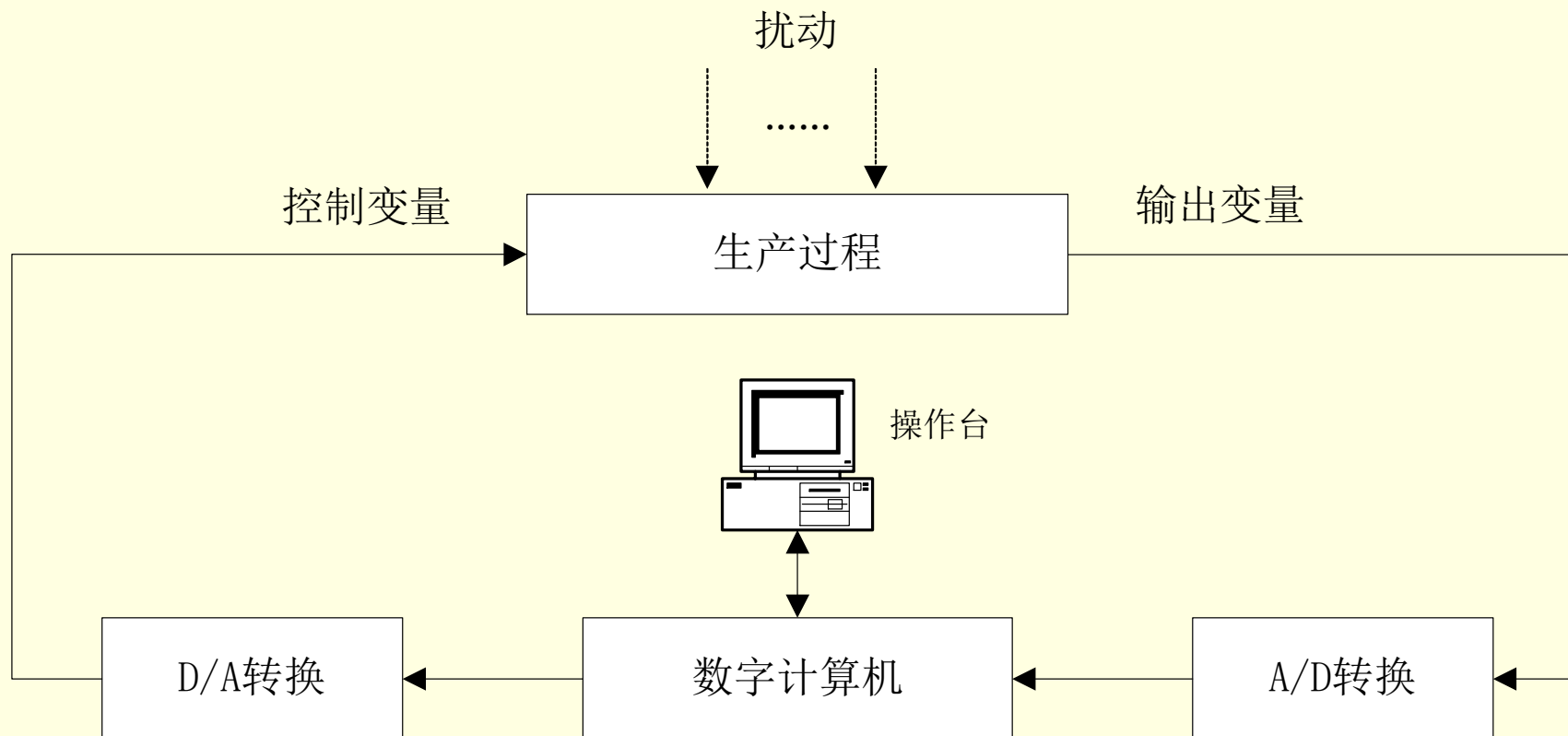
过程工业自动化的特点

- 连续型工业生产过程的变化机理十分复杂，有的还非常不清楚。
- 过程工业往往处于十分苛刻的生产环境，例如高温、高压、真空，有时甚至是在易燃、易爆、有毒的环境。
- 过程工业生产过程一般具有较大的惯性或滞后性，不像机器人、机床等控制对象那样反映迅速，属于一种较难控制的对象。
- 过程工业的生产过程是连续的，因而强调生产控制和管理整体性，应把各种装置和生产车间连接在一起成为一个整体来考虑，实现了个别设备或装置的优化不一定是整体最优的，应谋求全厂的最优化。

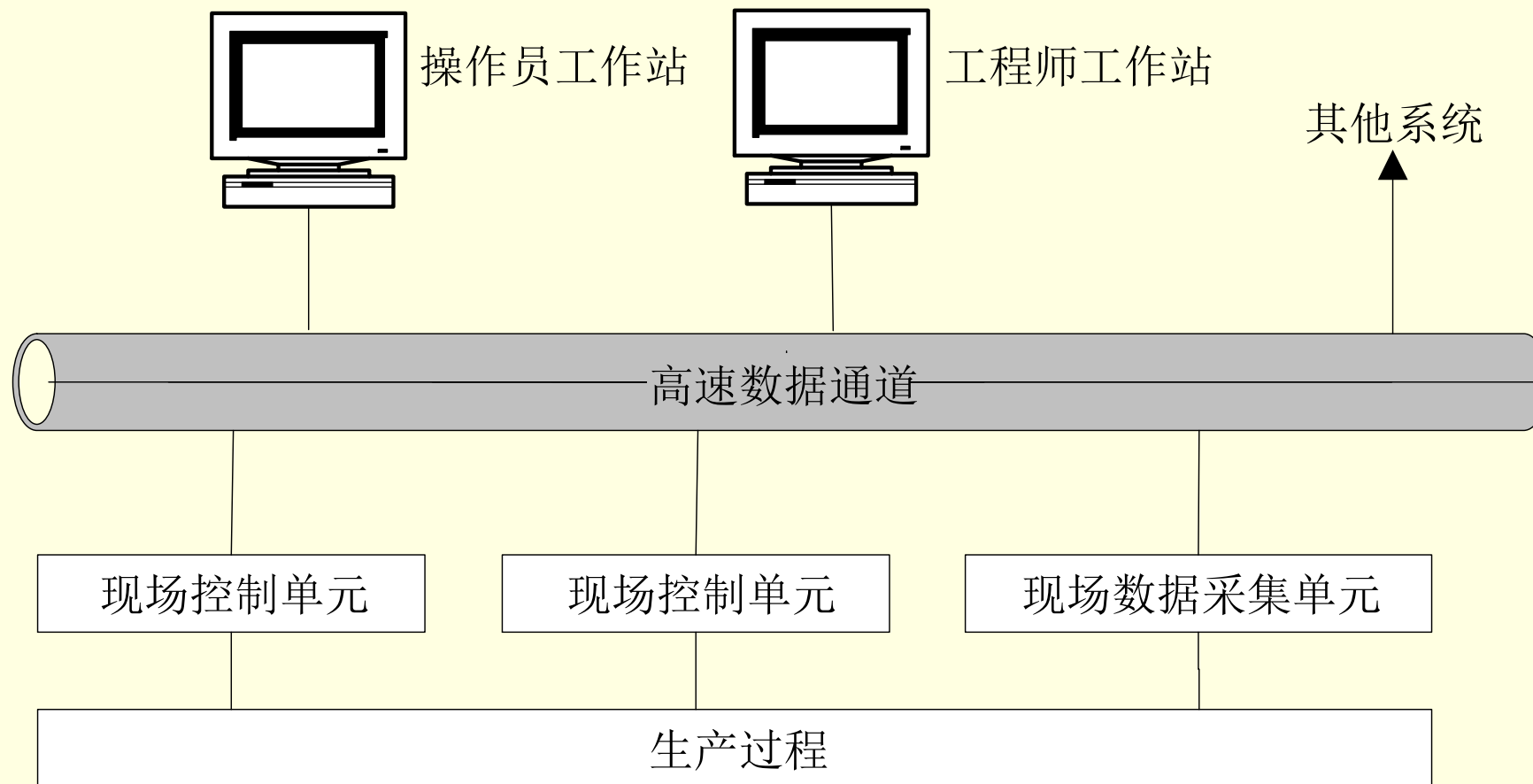
基本过程控制系统



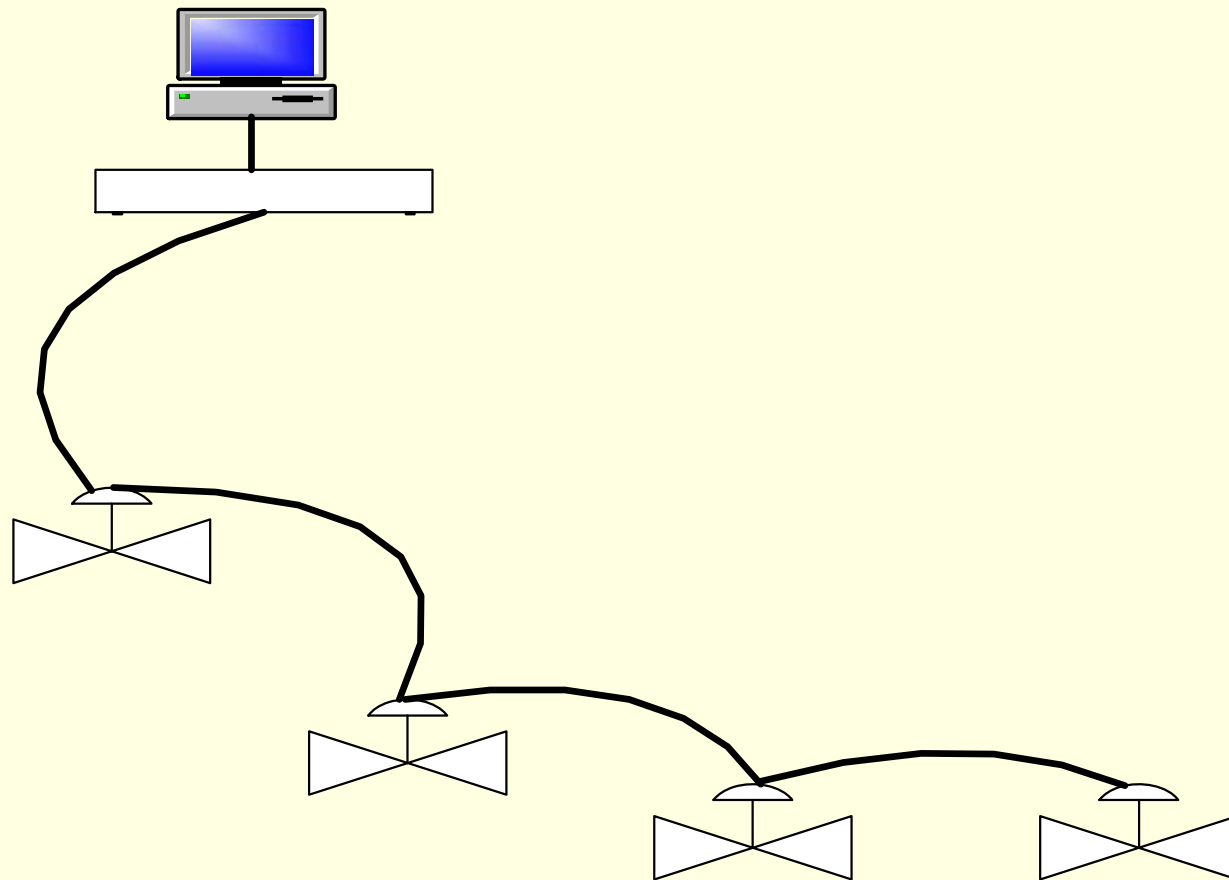
直接数字控制系统



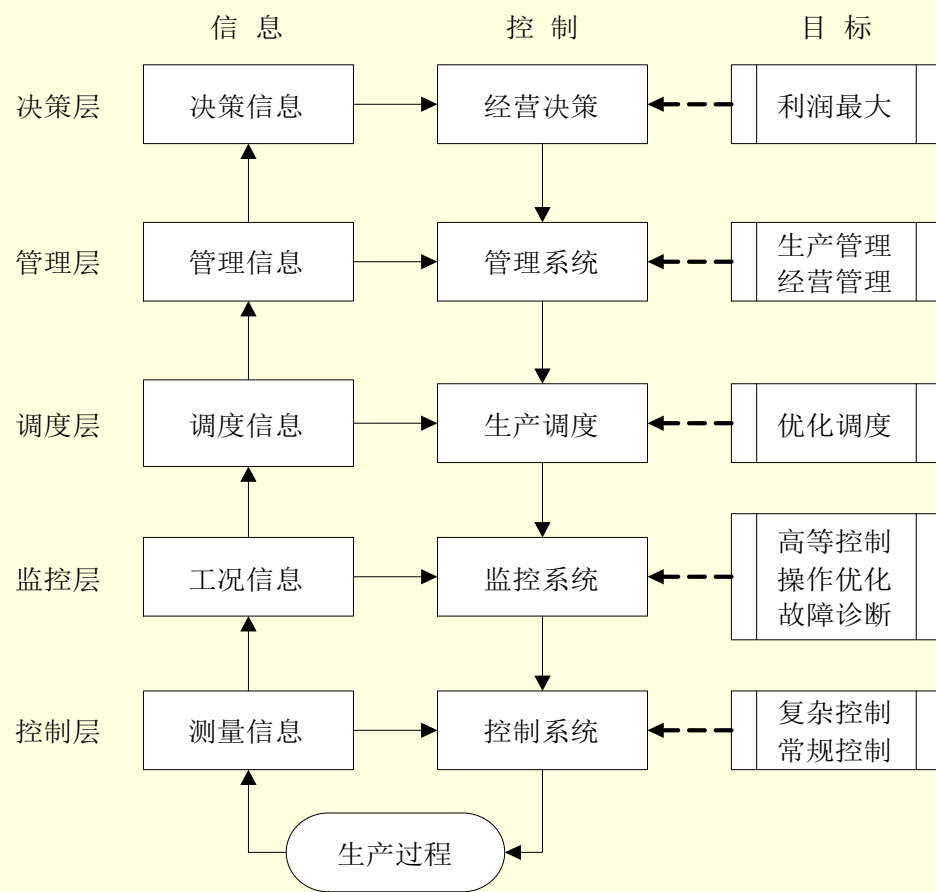
集散控制系统



现场总线控制系统



计算机集成生产系统的结构模型



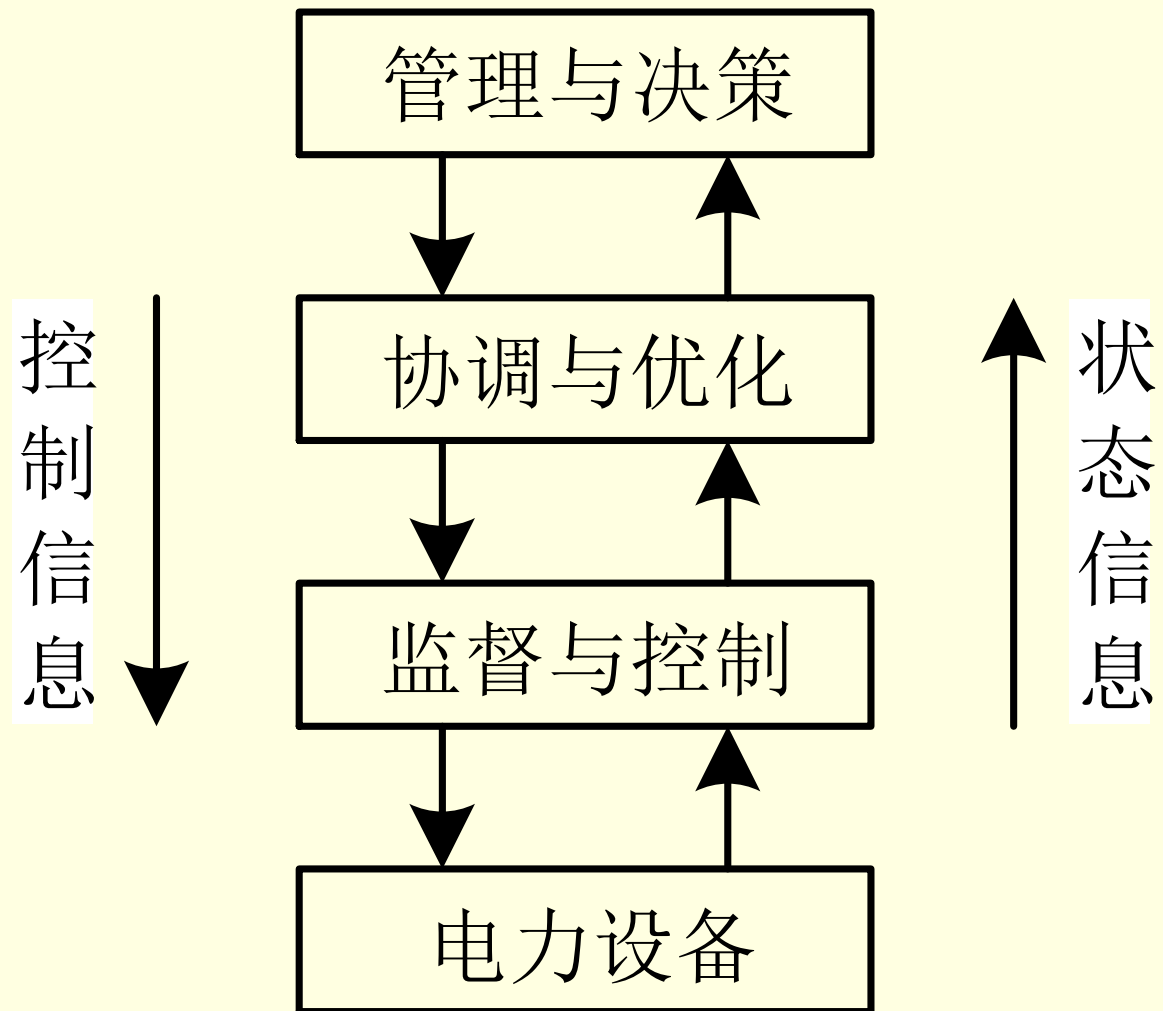
实质就是将过程控制、计划调度、经营管理和市场销售等信息进行集成，并求得**全局优化**。

生产过程计算机集成控制系统是一种**综合自动化系统**。目的是要使企业用最短的周期、最低的成本、最优的质量，生产出适销对路的产品，以获取最大的经济效益，增强国内外市场的竞争能力。

5.4 电力系统自动化

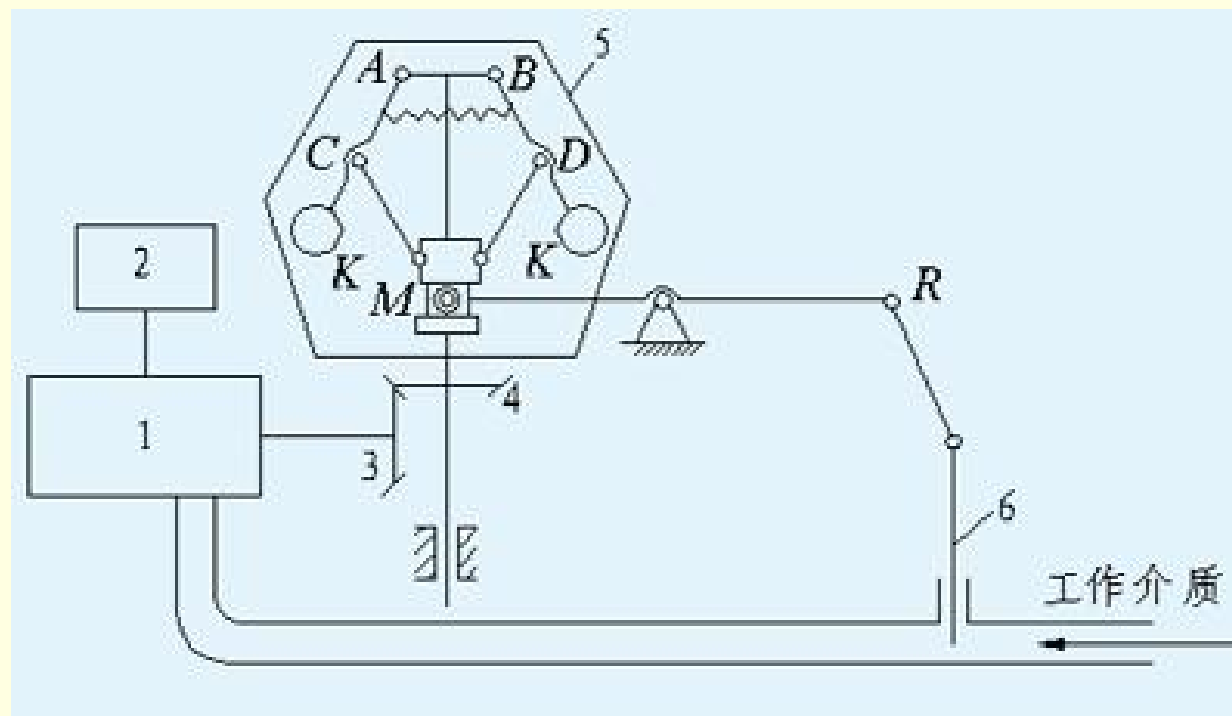
电力系统自动化的基本目标与任务就是保障电力系统安全、可靠及经济地运行

电力系统自动化的递阶结构



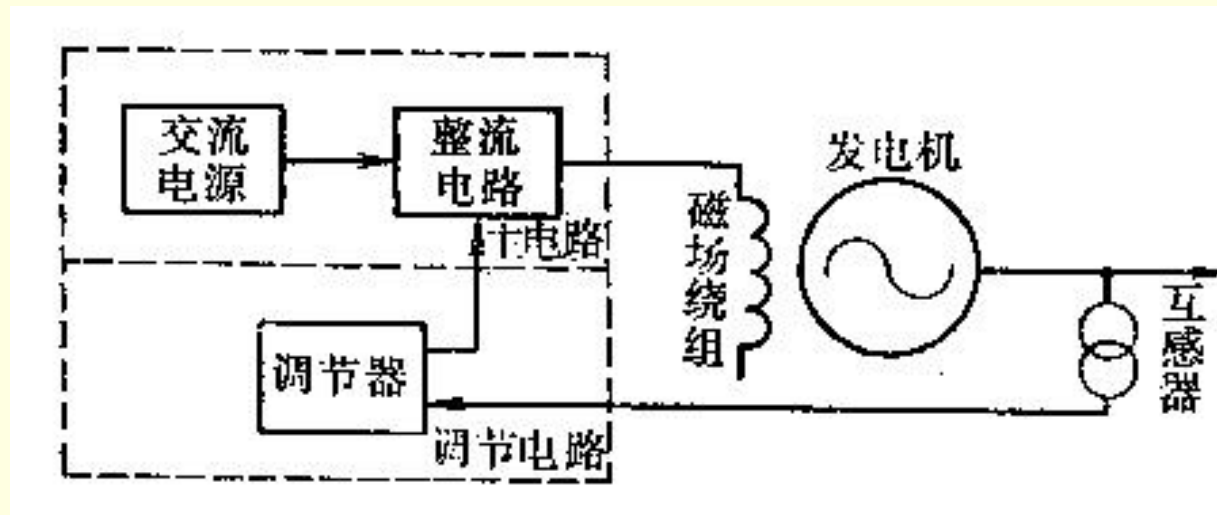
电力系统的频率

- 保持系统频率的精度是电力系统运行中的主要任务之一，一般要求系统频率相对额定频率的偏差不超过 $0.05\sim 0.15\text{Hz}$
- 离心式调速机工作原理图

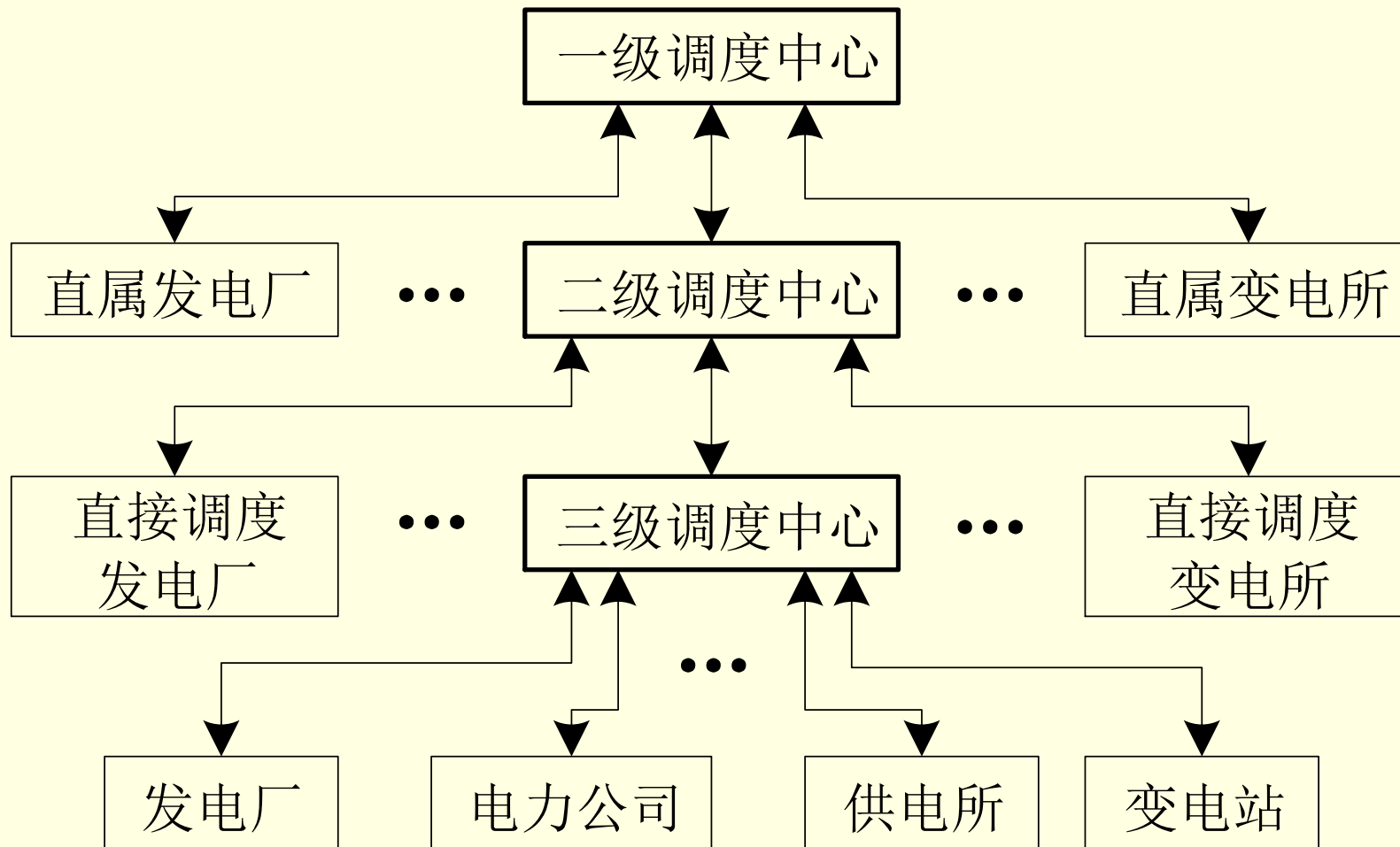


电力系统的电压

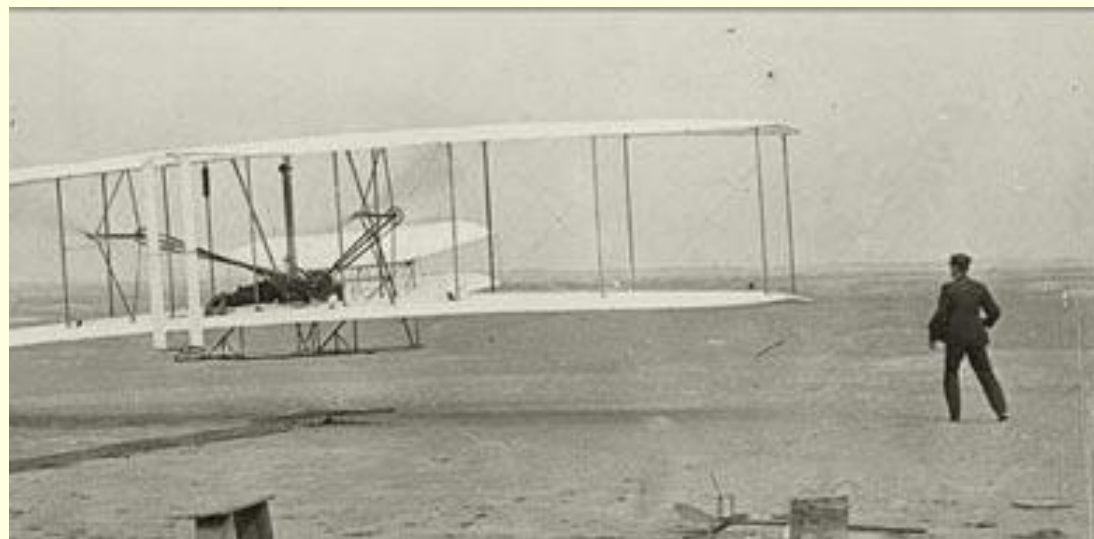
- 保持系统电压基本不变是电力系统另外一个重要的方面，通常要求电压幅值相对额定幅值变化量不超过 $\pm 5\sim 10\%$ 。
- 为了维持系统的电压水平，需要对发电机的励磁电流进行自动调节。



电力系统的调度



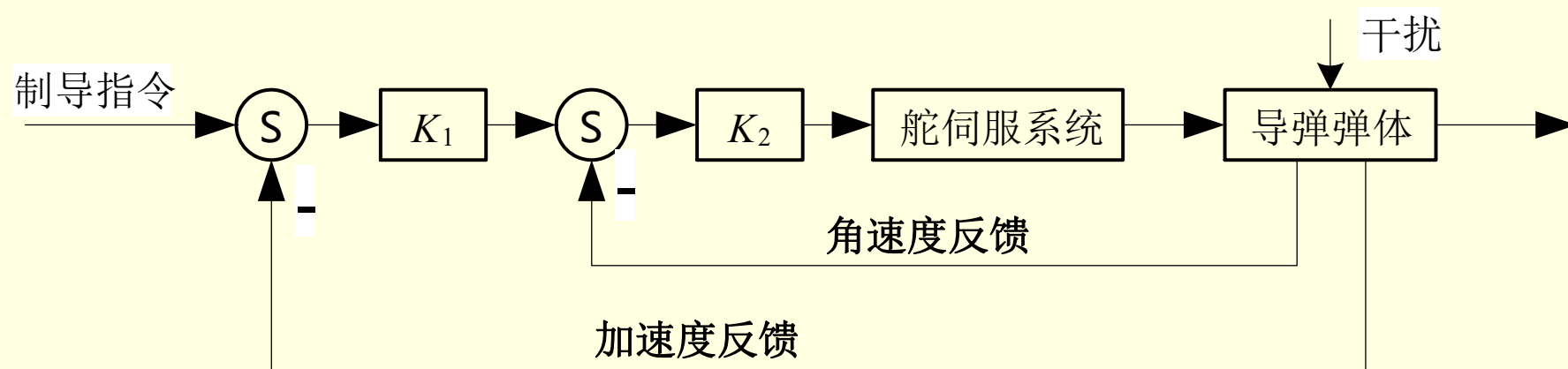
5.5 飞行器控制

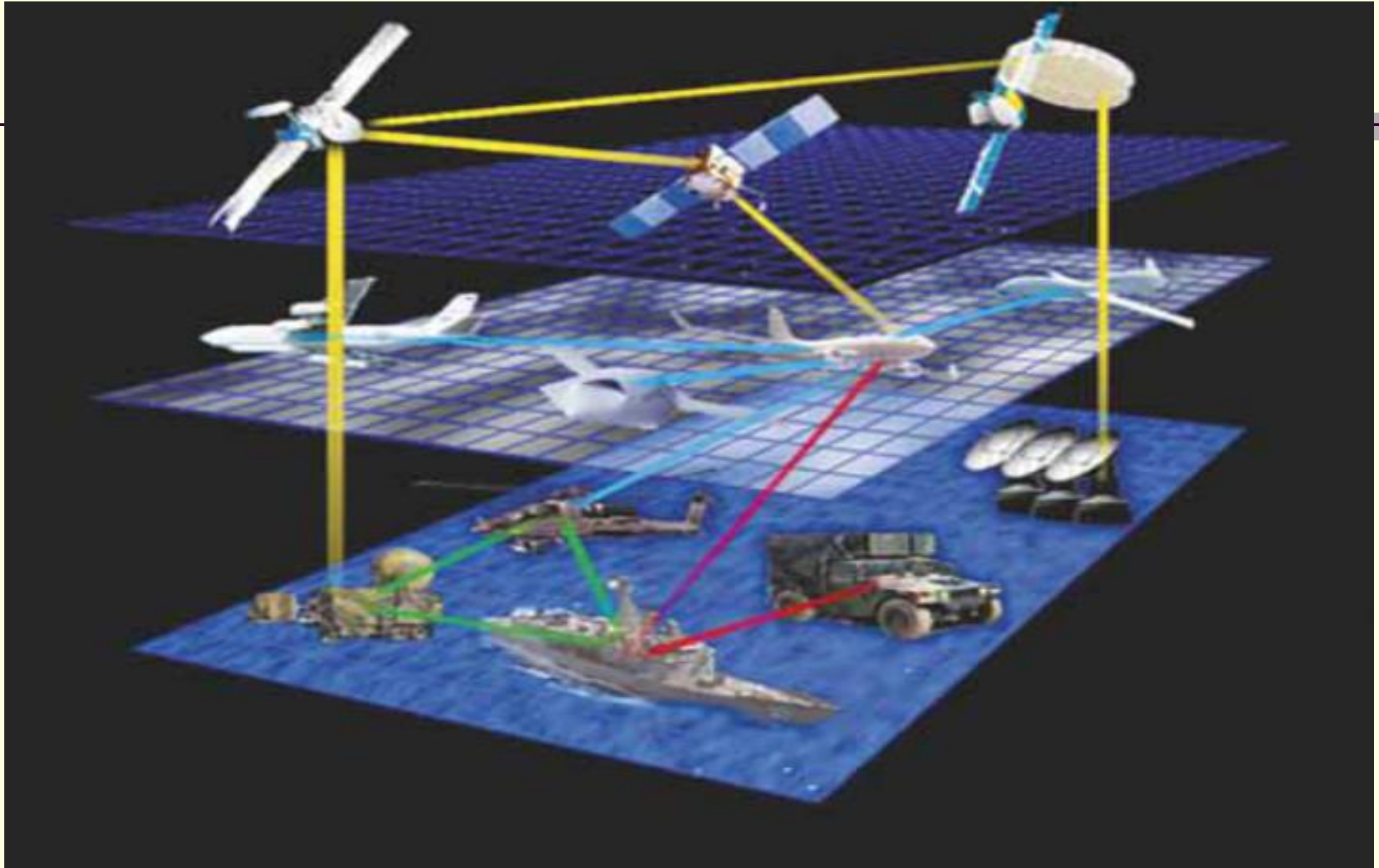


新一代战斗机J10是静不稳定的， 具有非常优良的机动性能

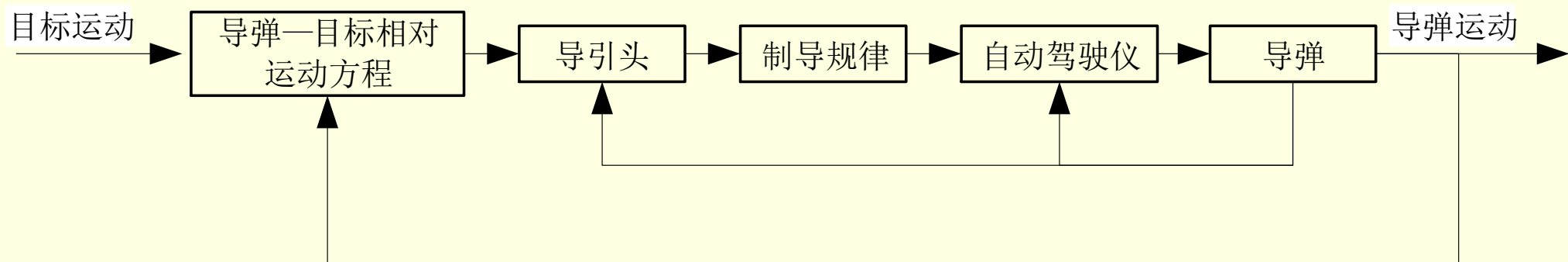


飞行器姿态控制系统





自动寻的导弹制导系统



制导方法

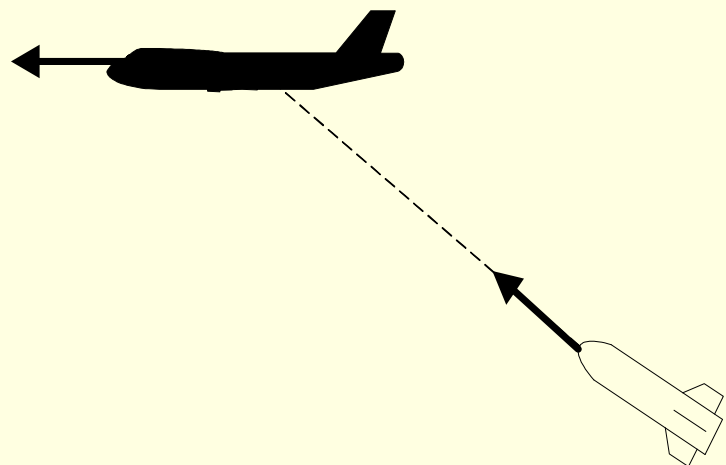


图5.8 追踪法示意图

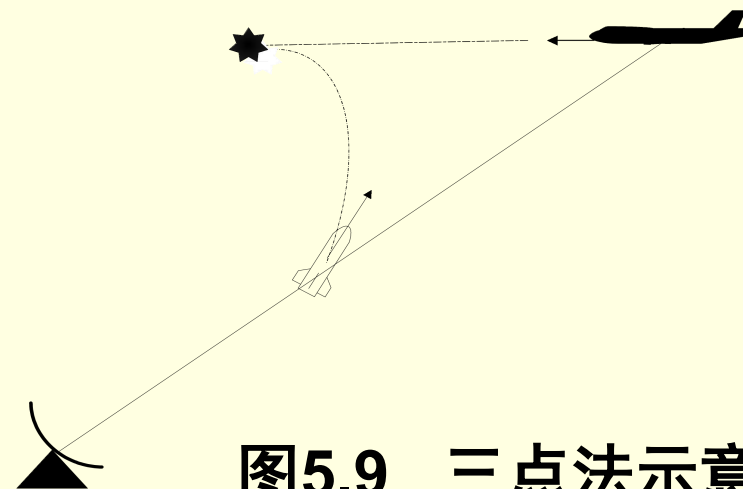


图5.9 三点法示意图

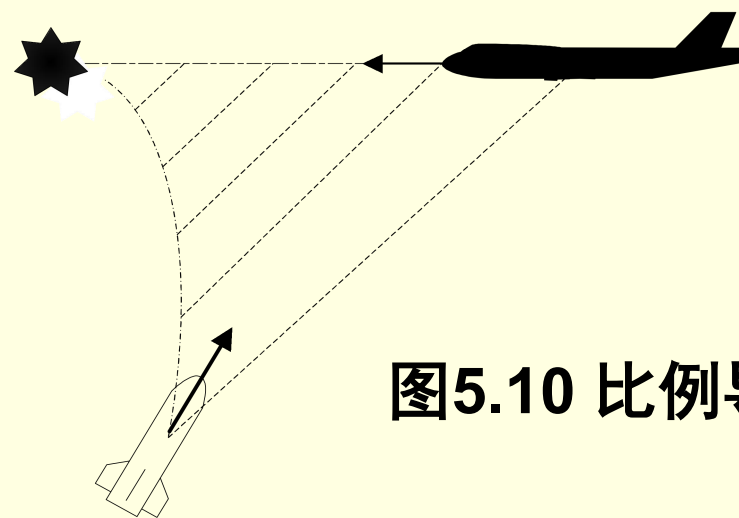
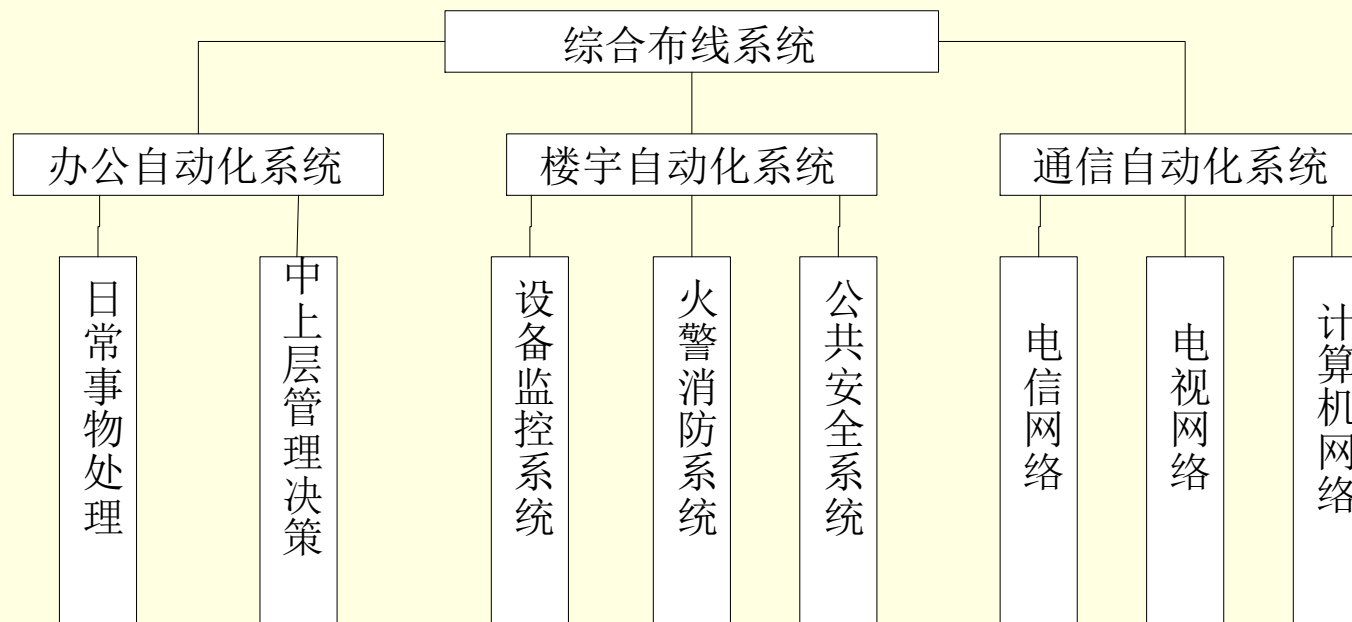


图5.10 比例导引法示意图

5.6 智能建筑



三大基本要素：楼宇自动化系统、通信自动化系统和办公自动化系统。

5.7 智能交通系统

5.7.1 智能交通系统的概念

智能交通系统可以广泛应用于包括高速公路、城市道路、桥梁等设施的庞大的运输网络，也可应用于数量日益增多的各种车辆。

- (1) 提高公路交通的安全性
- (2) 降低能源消耗，减少汽车运输对环境的影响
- (3) 提高公路网络的通行能力
- (4) 提高汽车运输生产率和经济效益

5.7.2 智能交通系统的主要内容

1. 出行与运输管理系统
2. 出行需求管理系统
3. 公共交通运营系统
4. 商用车辆运营系统
5. 电子收费系统
6. 应急管理系统
7. 先进的车辆控制和安全系统

出行与运输管理系统

该系统有6个子系统：

- (1) 在途驾驶员信息系统；
- (2) 线路引导系统；
- (3) 出行人员服务系统；
- (4) 交通控制系统；
- (5) 突发事件管理系统；
- (6) 排放测试与污染防护系统。

5.7.2.2 出行需求管理系统

该系统包括3个子系统：

- (1) 出发前的出行信息系统；
- (2) 合乘配载和预约系统；
- (3) 需求管理与运营系统。

5.7.2.3 公共交通运营系统

该系统有4个子系统：

- (1) 公共运输管理系统；
- (2) 途中换乘信息系统；
- (3) 满足个人需求的非定线公共交通系统；
- (4) 出行安全系统。

5.7.2.4 商用车辆运营系统

该系统有6个子系统：

- (1) 商用车辆电子通关系统；
- (2) 自动化路侧安全检测系统；
- (3) 商用车辆管理程序系统；
- (4) 车载安全监控系统；
- (5) 商用车辆交通信息系统；
- (6) 危险品应急反应系统。

5.7.2.5 电子收费系统

该系统通过电子卡或电子标签由计算机实现自动收费。

5.7.2.6 应急管理系统

该系统有2个子系统：

- (1) 紧急告警与人员安全系统；
- (2) 应急车辆管理系统。

5.7.2.7 先进的车辆控制和安全系统

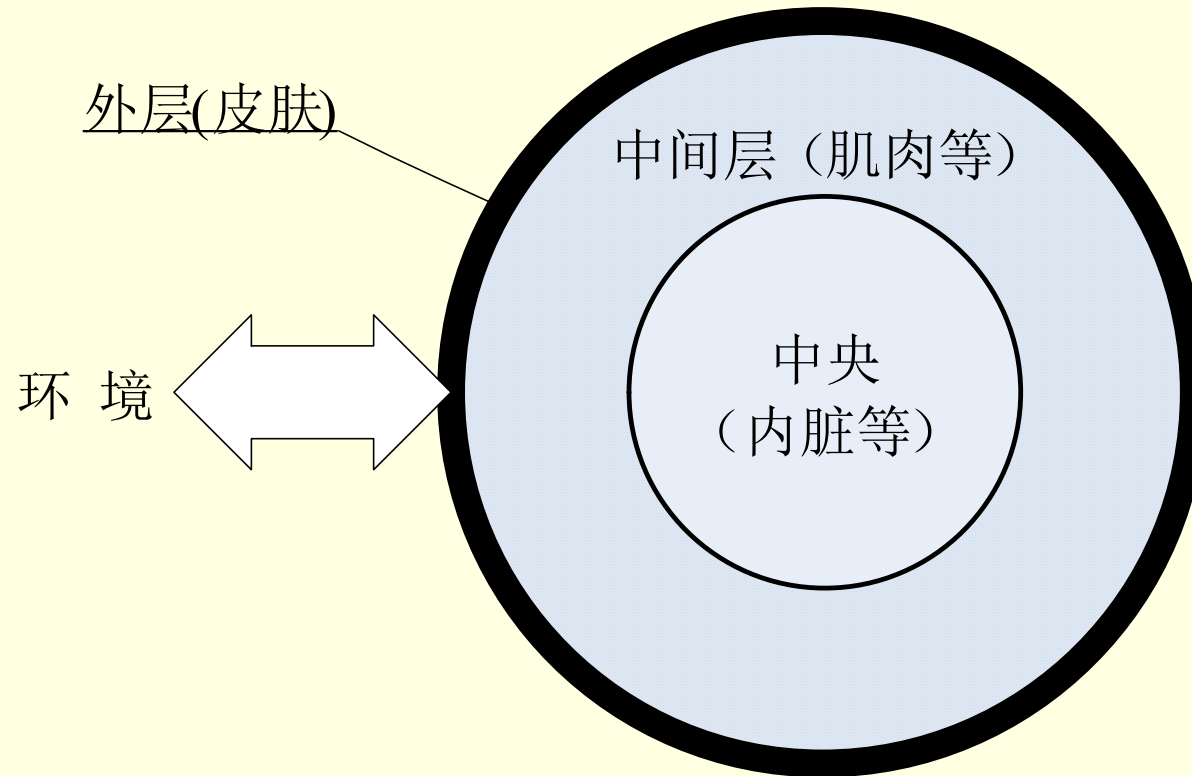
该系统包括7个子系统：

- (1) 纵向避撞系统；
- (2) 侧向避撞系统；
- (3) 交叉口避撞系统；
- (4) 视觉强化避撞系统；
- (5) 事故前乘员安全保护系统；
- (6) 危险预警系统；
- (7) 自动公路系统。

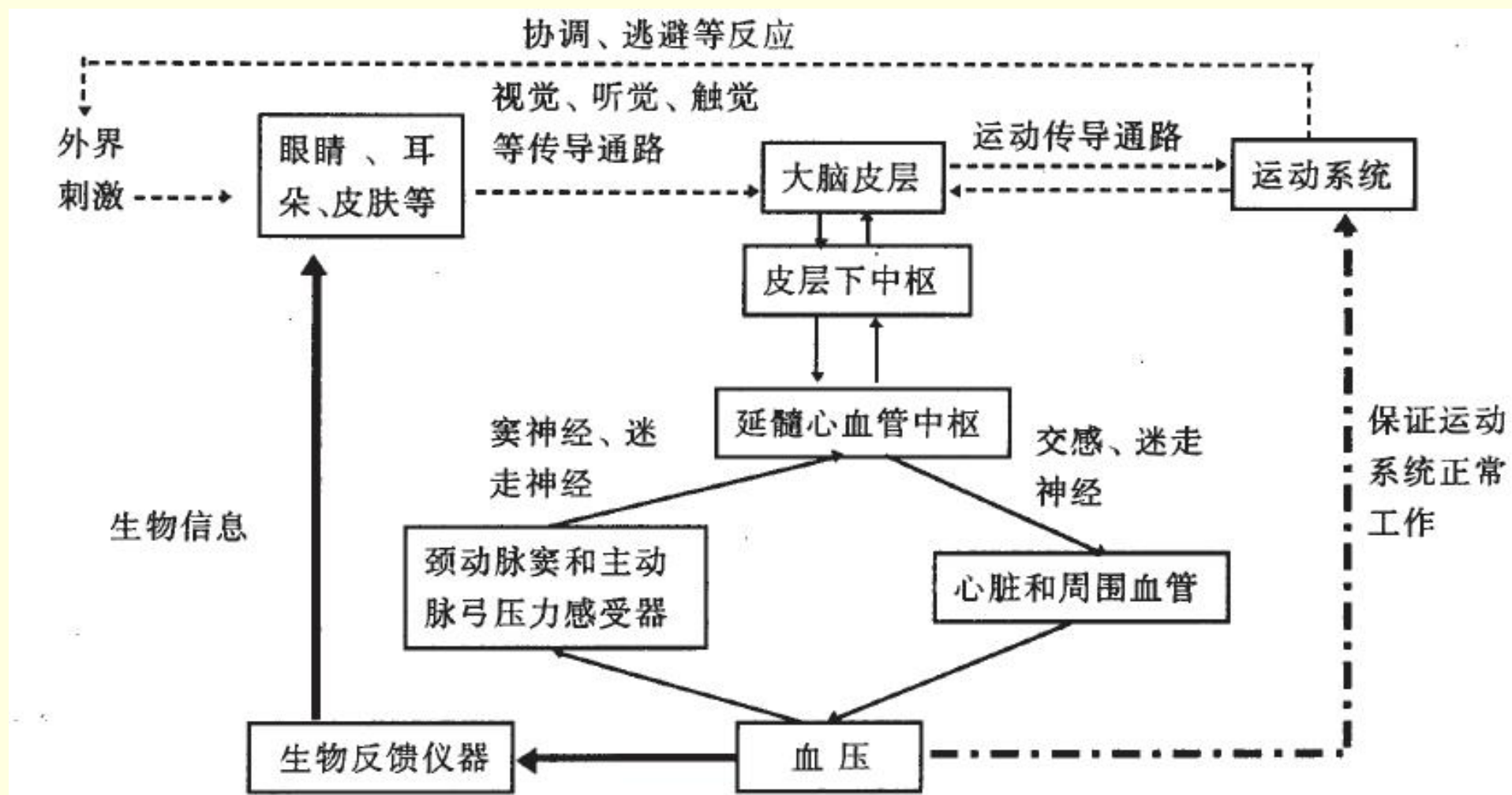
5.8 生物控制

- “生物控制论的目的主要在于建立能反映人体和动物体功能的模型和理论，而且这种模型和理论中的逻辑原理和有机体本身中起作用的逻辑原理是相同的。它也试图建立和生物系统有同样物理与生物化学成分模型。”

体温调节系统



心血管系统生物反馈治疗



5.8.3 仿生技术



5.8.4 生物控制与中医学

中医学是我国人民经过几千年实践总结出来的一门关于人的科学，它和生物控制研究方法的共同点是注重整体性和系统性。其中记载的经络学说实质上是世界上最早的古典生物控制理论。

5.9 生态与环境控制

5.9.1 生态控制

生态控制的基本任务之一是用系统和信息观点和方法分析、设计、规划和控制人工生态系统、资源的合理利用和再循环、环境的综合治理和优化以及在新的生态平衡格局下人类怎样适应和协调。

5.9.2 环境控制

将环境当作受控的开放系统，研究、实施有效的控制行为，使人们的生存环境质量维持在一个良好的水平。环境控制中的控制行为主要有三个方面：局部污染处理、综合环境治理和环境系统管理。

5.10 社会经济控制

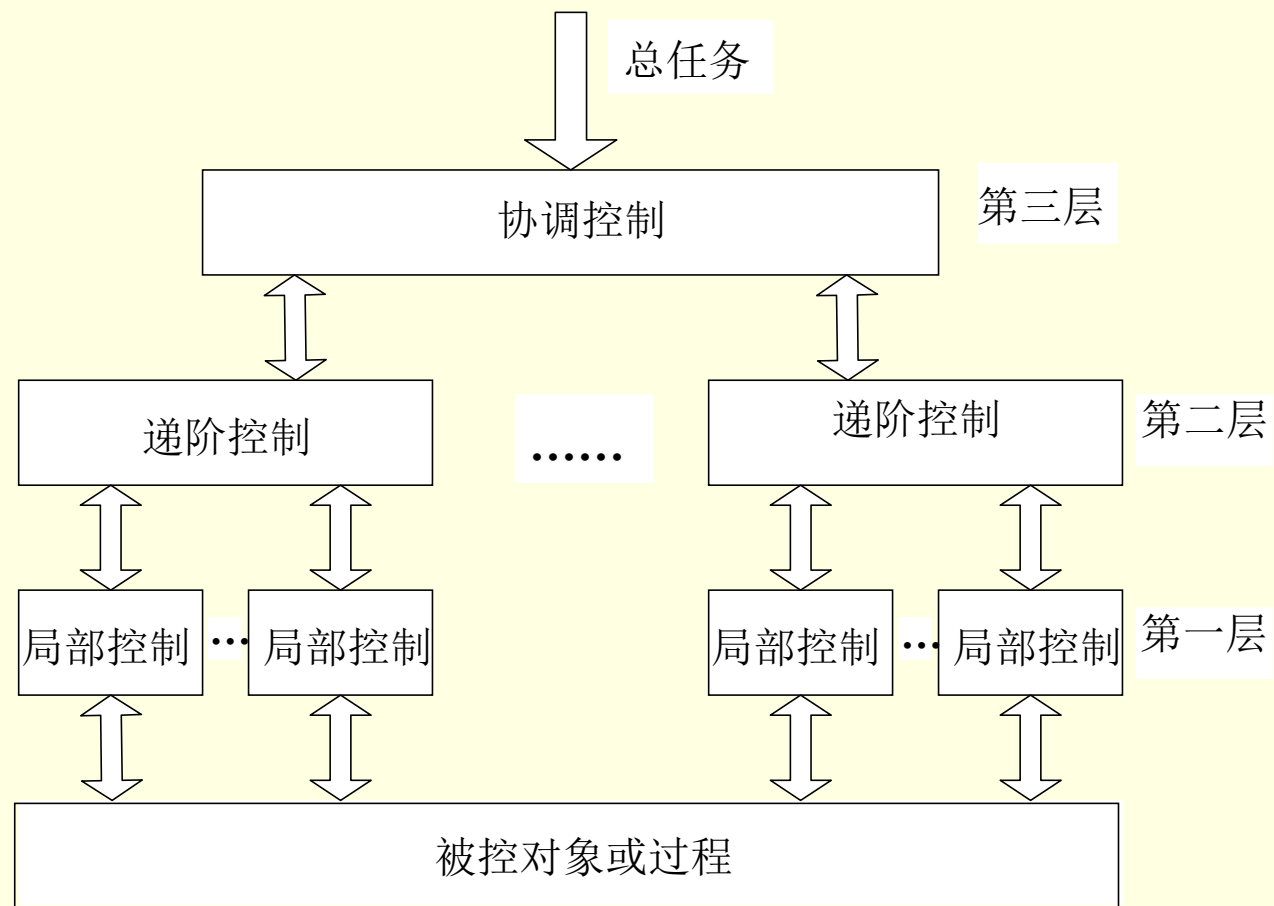
- 将社会经济系统（Socioeconomic System）看成是一个具有反馈调节，特别是信息反馈的控制系统；
- 对社会经济系统进行定量的描述与处理，以求达到最优控制，作出有效、合理的经济决策；
- 社会经济控制的主要任务是：给出最优的经济决策，通过最优的经济管理，实现预期的经济指标。

5.11 大系统控制与系统工程

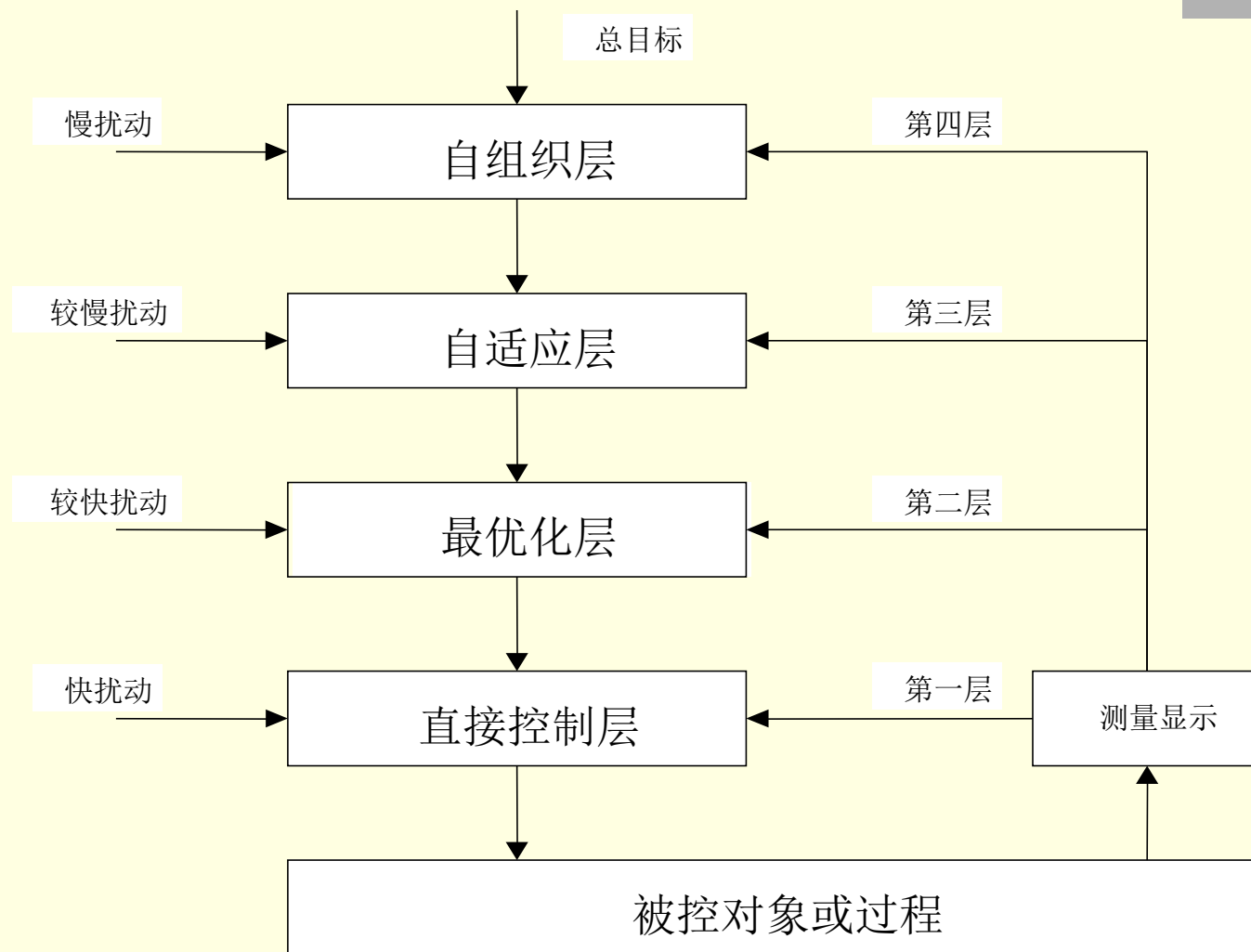
5.11.1 大系统控制

什么是大系统？

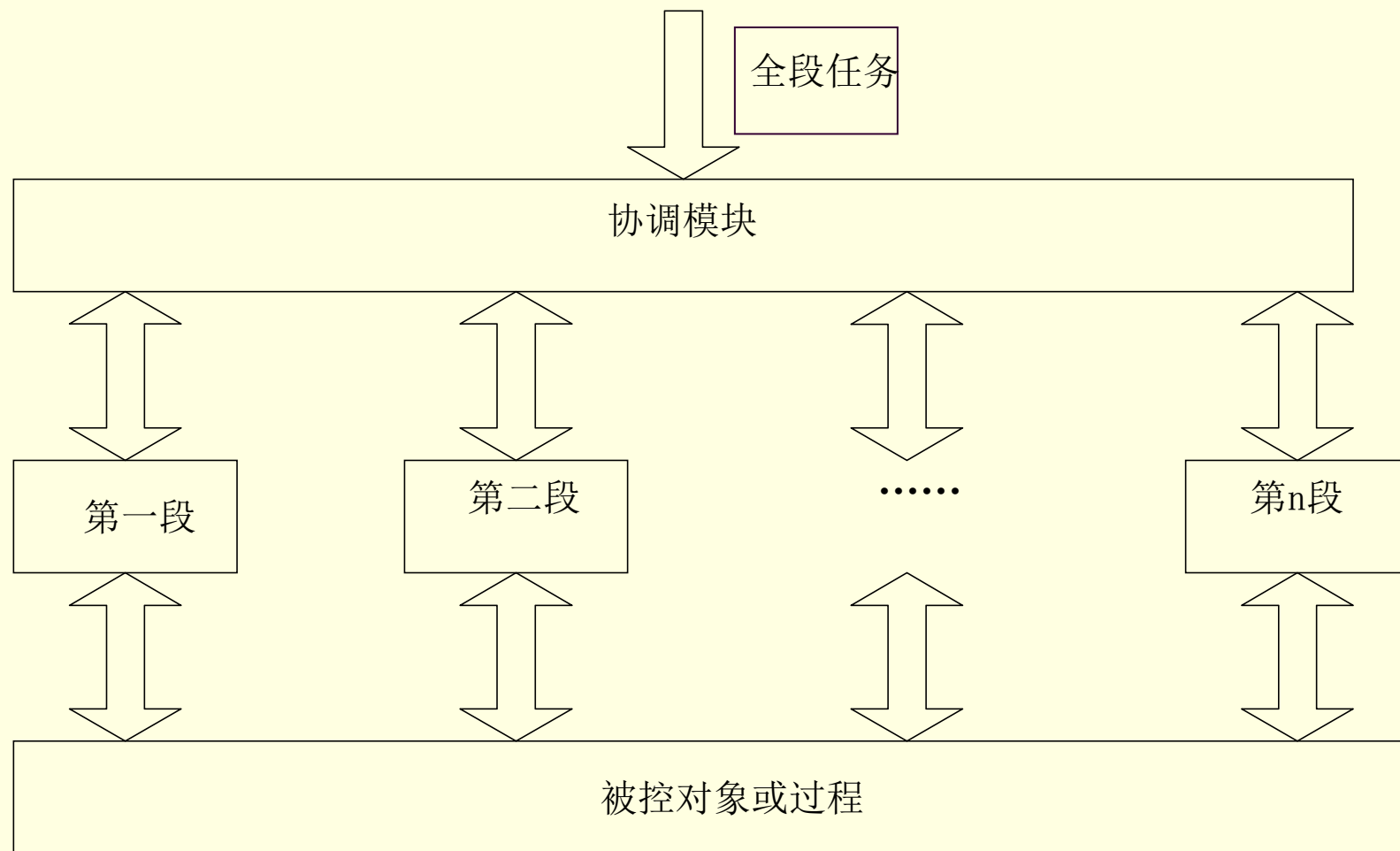
(1) 大系统多级（递阶）控制



(2) 大系统多层控制



(3) 大系统多段控制结构



5.11.2 系统工程

系统工程是以系统(特别是大系统)为研究对象的学科。应用现代数学和电子计算机等工具，对系统的构成要素、组织结构、信息交换和自动控制等进行分析、研究，从而达到**最优设计、最优控制和最优管理**的目标，是为更加合理地研制和运用大系统而采取的各种组织管理技术的总称（如长江三峡施工组织管理系统）。