



《现代控制理论》MOOC课程

王建全

浙江大学电气工程学院

课程简介

什么是自动控制理论

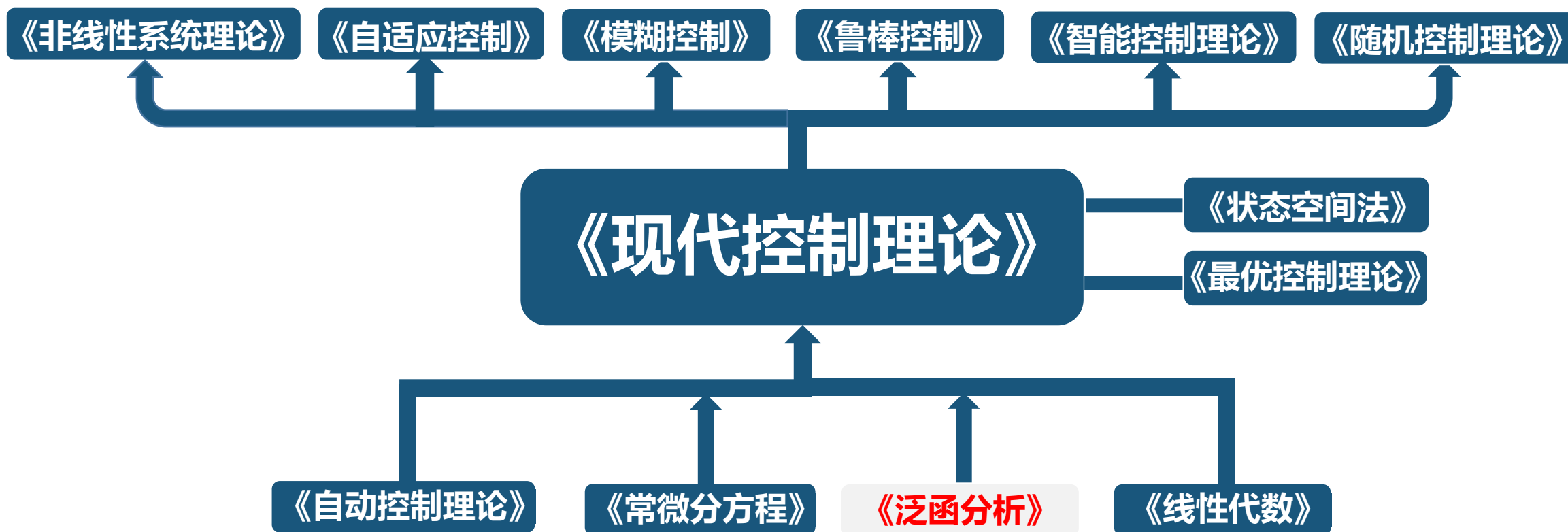
自动控制理论的两个基本主题

自动控制理论的发展

本课程的基本内容

学习本课程的目的

0.1 课程简介



0.2 自动控制理论

控制理论是关于自动控制系统**结构、分析和综合**的理论，其研究的目的是为了分析并改进动态系统的性能，以达到期望的要求。

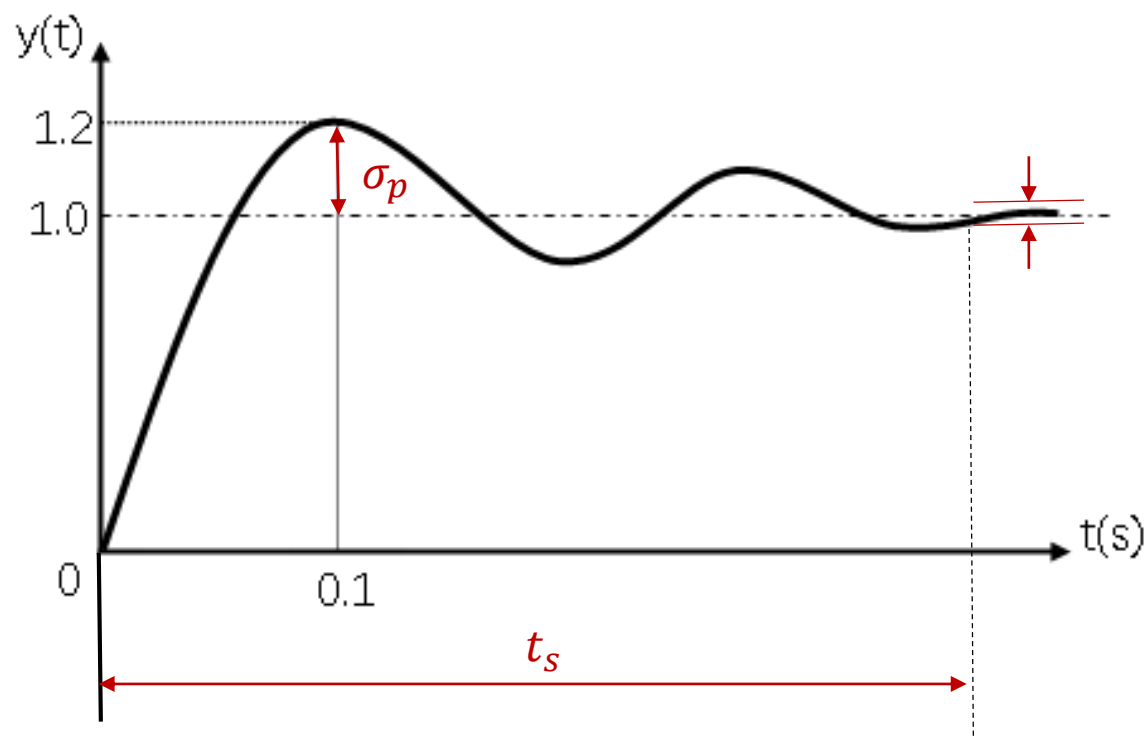
结构

建立系统的数学模型；用尽可能精确、合理的数学语言去描述动态系统。

0.2 自动控制理论

分析

定量分析： 在特定输入下研究系统输出的运动规律；



0.2 自动控制理论

分析

定量分析： 在特定输入下研究系统输出的运动规律；

定性分析： 能控性、能观性、稳定性；

综合

改变原有系统的运动规律,使系统满足给定的动态性能标的要求。

0.3 自动控制领域中两个基本主题

反馈控制的概念

最优控制的概念

反馈控制是利用系统的输出量与参考输入量的偏差进行控制,能够在存在扰动的情下减少系统的输出量与参考输入量之间的偏差。

例如: PID励磁系统

0.3 自动控制领域中两个基本主题

最优控制的概念

最优控制，就是要寻找一个容许控制，使得被控系统在满足各种约束条件下，使给定的性能指标达到最优值。

例如：最优励磁系统

0.3 自动控制领域中两个基本主题

反馈与最优



0.3 自动控制领域中两个基本主题

反馈与最优



0.4 自动控制理论的发展

1788年
调速器装置

1875年
Routh- Hurwitz判据

1892年
稳定性理论

1932年
Nyquist判据

1945年
Bode图

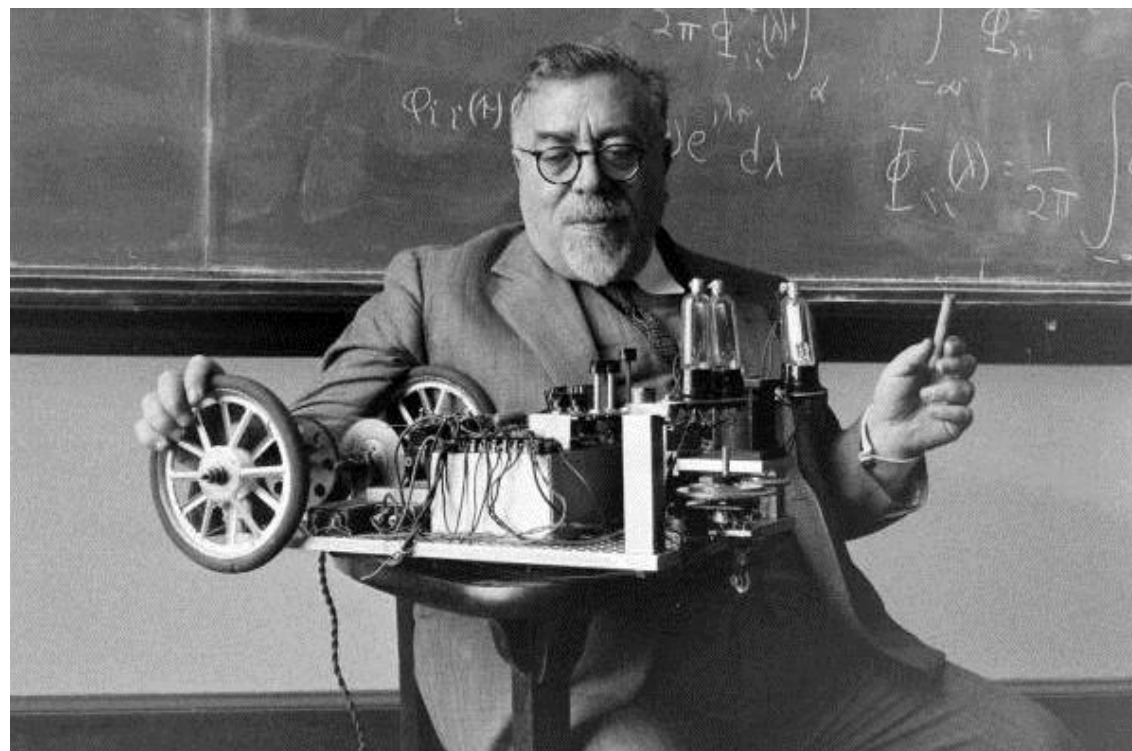
1948年
根轨迹

- 1788年J.Watt发明了蒸汽机用的离心式飞摆调速器；
- 1868年J.C.Maxwell发表了“论调速器”的论文；
- 1875年E.J.Routh、1895年A.Hurwitz先后提出了系统稳定性的代数判据。

0.4 自动控制理论的发展

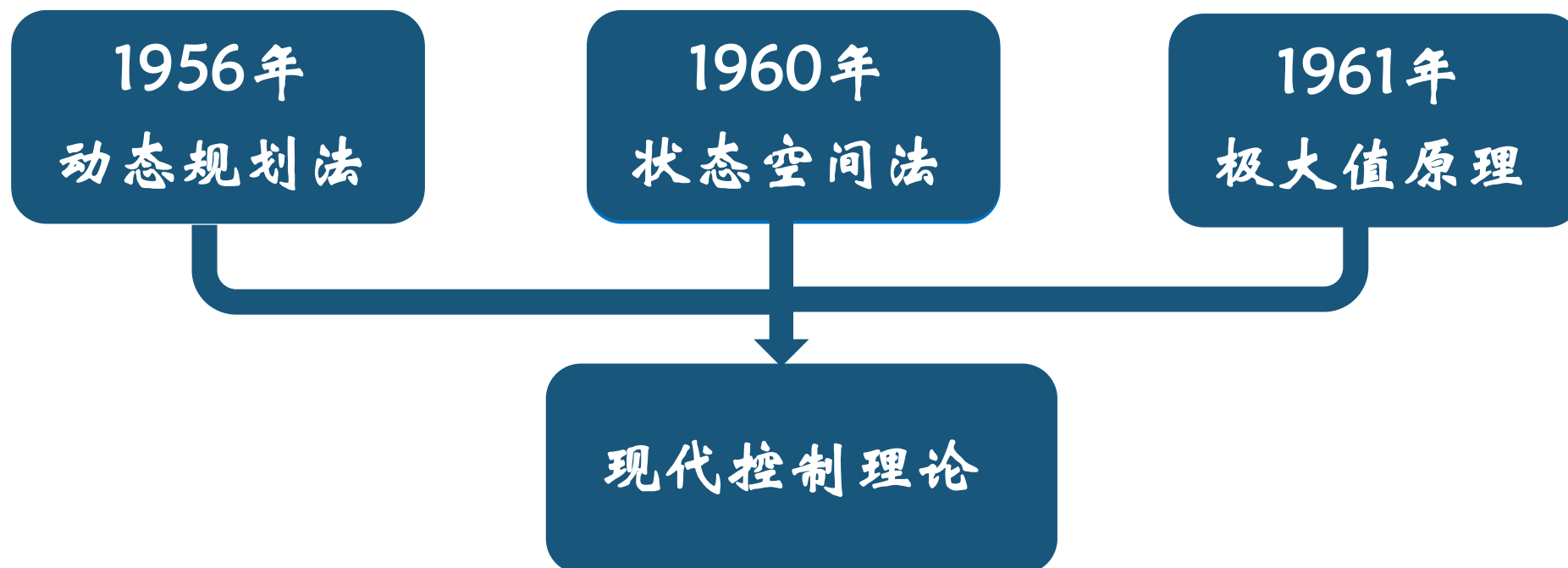
- 1892年A.M.Lyapunov在其博士论文《论运动稳定性的一般问题》中，建立了关于稳定性理论的完整体系；
- 1932年H.Nyquist提出了根据频率响应判断系统稳定性的判据；
- 1945年H.W.Bode提出了基于频率响应的分析与综合方法。
- 1948年W.R.Evans提出了控制系统分析与设计的根轨迹法。
- ☆ 1948年N.Wiener出版了专著《控制论—关于在动物和机器中控制和通讯的科学》，系统地论述了控制理论的一般原理和方法，推广了反馈的概念，创立了控制理论，标志着经典控制理论的诞生。

0.4 自动控制理论的发展



维纳创立《控制论》

0.4 自动控制理论的发展



0.4 自动控制理论的发展

- 1956年R.Bellman提出了寻求最优控制的动态规划法。
- 1960年R.E.Kalman引入了状态空间法，提出了能控性、能观性、最优调节器和卡尔曼滤波等概念。
- 1961年Pontryagin提出了最优控制的极大值原理。

0.4 自动控制理论的发展

经典控制理论特点

- 以单变量线性定常系统为主要研究对象；
- 以频域法为研究控制系统动态特性的主要方法；
- 以各种图表，如Bode图、Nyquist曲线、根轨迹等为系统分析和综合的主要工具。

0.4 自动控制理论的发展

现代控制理论特点

- 以多变量线性、非线性系统为主要研究对象；
- 以时域法，特别是以状态空间法为主要研究方法；
- 以现代数学为主要分析手段；
- 以计算机为主要分析和设计工具；
- 研究内容线性系统理论、非线性系统理论、最优控制、鲁棒控制、自适应控制、大系统理论，深度学习、智能控制等。

0.5 本课程的基本内容

1 状态空间表达式

结构

2 状态空间表达式的解

定量分析

3 控制系统的能控、能观性

定性分析

4 稳定性和李亚普诺夫方法

定性分析

5 极点配置、镇定、解耦

综合

6 最优控制

综合

1.6 学习本课程的目的

- 掌握现代控制理论的基本理论及其应用方法
- 学会用数学语言描述动态系统的方法
- 学会用数学工具分析改善动态系统性能的方法
- 培养用数学语言解决工程问题的能力