自 适 应 控 制

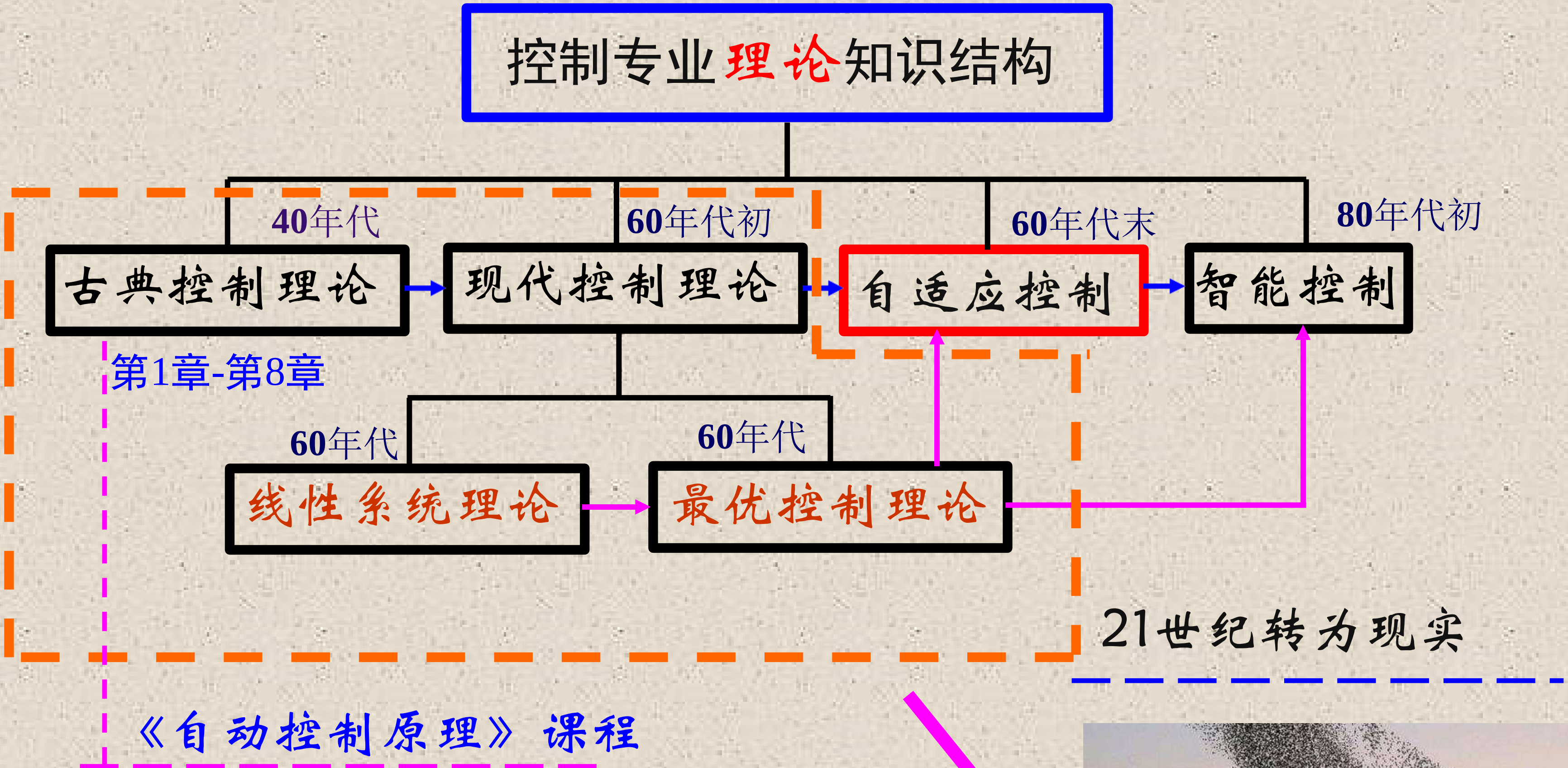
主讲：吕梅柏

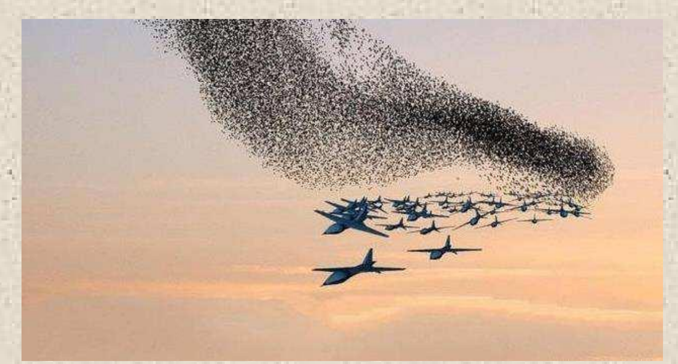
电话：15829682227

E-mail: nwpuiet@nwpu.edu.cn

办公室：航天北楼202室

本课程在控制学科中的地位





自适应控制原理与应用

第一章 绪论

自适应控制基本概念

第二章 自适应控制的理论基础

第三章 连续时间模型参考自适应

李亚普诺夫稳定性理论设计MRAC

用波波夫超稳定性理论设计MRAC

第四章 自校正控制

第五章 变结构控制理论及其应用

第六章 自抗扰控制

第七章 模糊自适应控制

第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

1 自校正控制技术

2 自校正调节器设计

3 自校正控制器设计

第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

常规的***PID***(比例-积分-微分)调节器的研究，不论在理论方面还是实践方面都做了大量工作。它被广泛地应用于各种确定性的控制系统，并且收到了良好的效果， 但是随着科学技术和生产的发展，人们对控制系统也提出了更高的要求，特别是对于有些控制过程，其受控系统的参数常是未知的，有时还因为环境和工况等的变化而出现参数的时变现象和不可忽视的随机扰动。

4-1 自校正控制技术

诸如此类情况，要取得良好的的控制效果就应当在线适时地整定调节器和控制器的参数，但是常规的PID调节器要进行在线的参数整定是十分困难的；

第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

诸如此类情况，要取得良好的的控制效果就应当在线适时地整定调节器和控制器的参数，但是常规的PID调节器要进行在线的参数整定是十分困难的；

如果采用自校正技术，就能自动整定调节器或控制器的参数，使系统在较好的性能下运行。

4-1 自校正控制技术

诸如此类情况，要取得良好的的控制效果就应当在线适时地整定调节器和控制器的参数，但是常规的PID调节器要进行在线的参数整定是十分困难的；

因此，提出采用自适应技术来代替常规的***PID***调节器。

自适应控制适用于结构已知，参数未知但恒定的系统。

也适用于结构已知，参数缓慢变化的系统。

它既能完成调节器的任务，又能承担伺服跟踪完成控制器的任务。

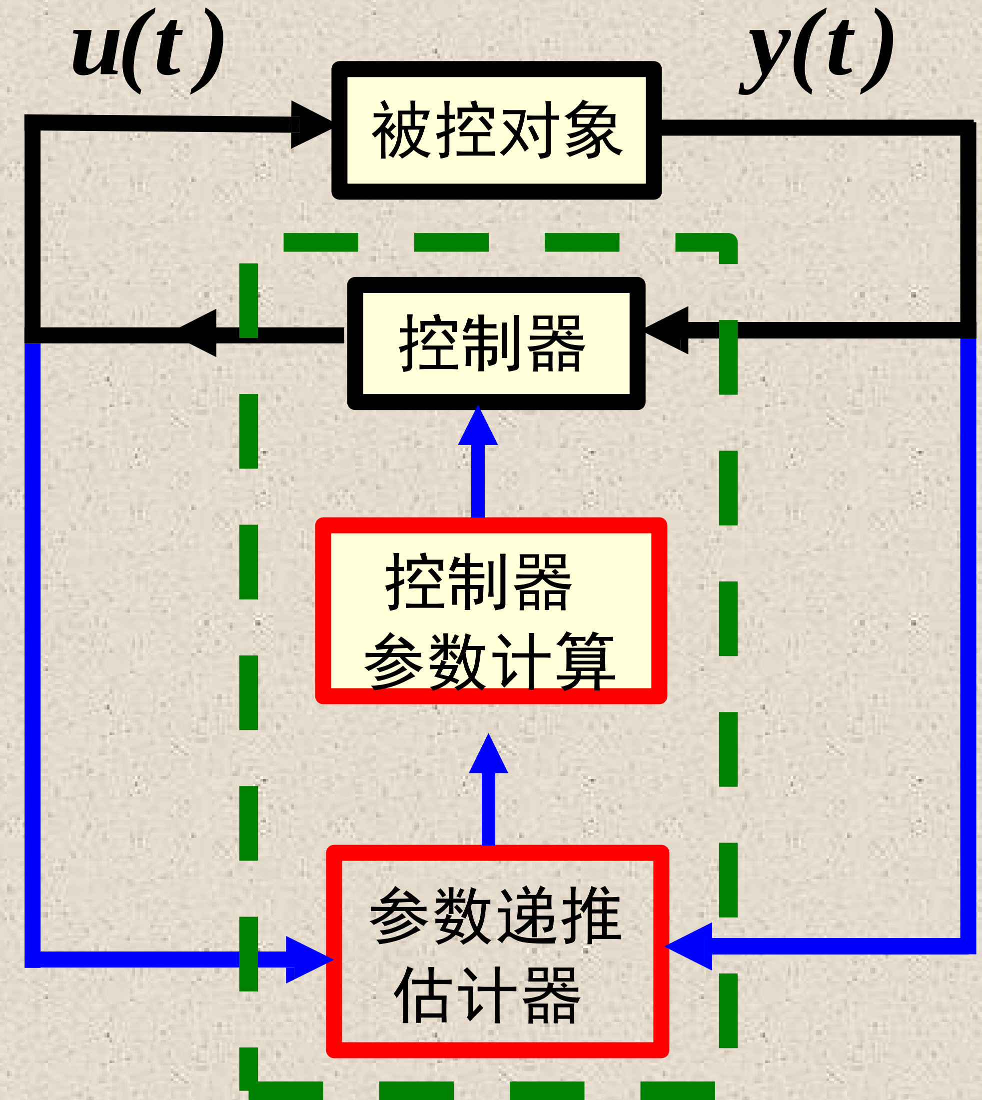
第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

自校正控制技术实际上是参数的在线估计与在线自动整定相结合的一种自适应控制技术，典型结构如图。

4-1 自校正控制技术

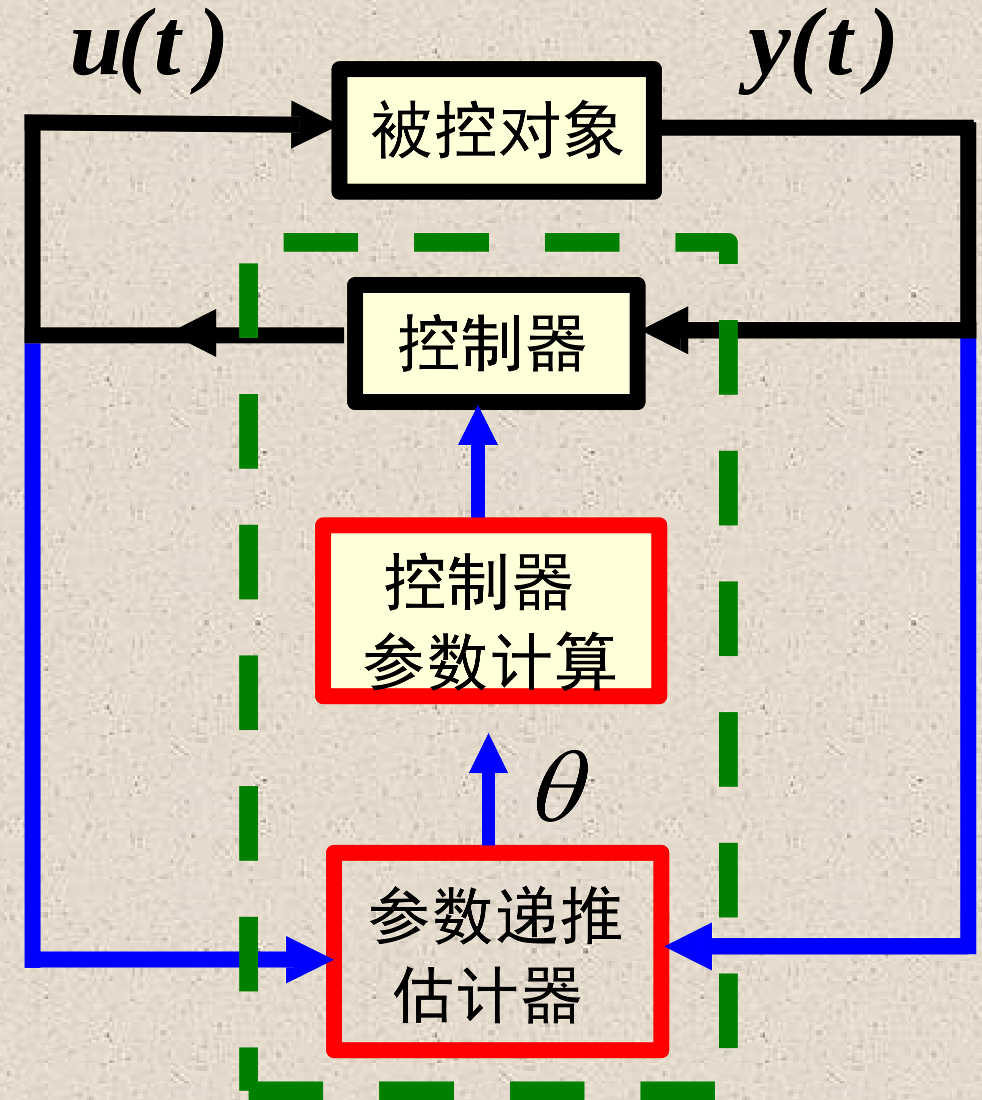
它基本上由参数递推估计器、控制器参数计算器和反馈控制器等三部分组成。



第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

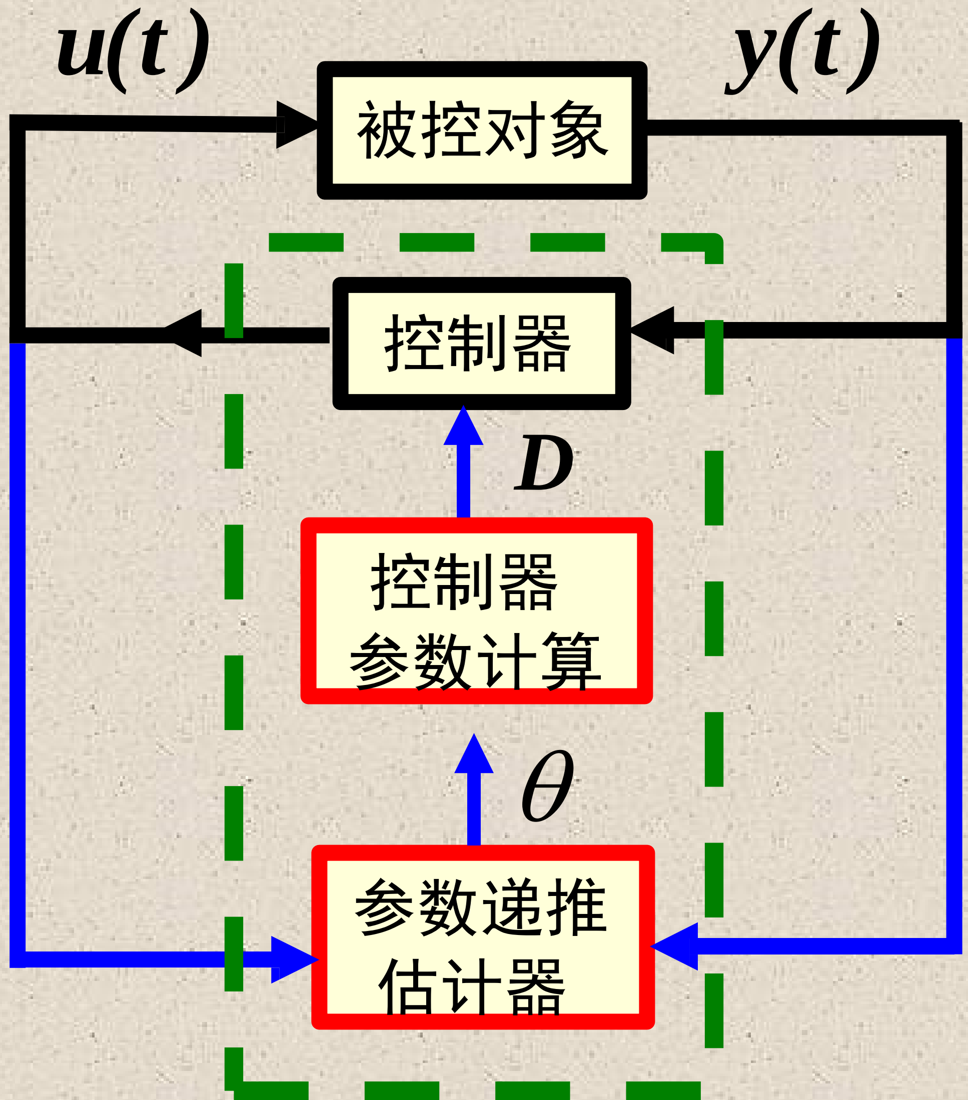
参数递推估计器的作用是根据对象的输入输出信息，连续不断地估计被控对象的参数 θ；



第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

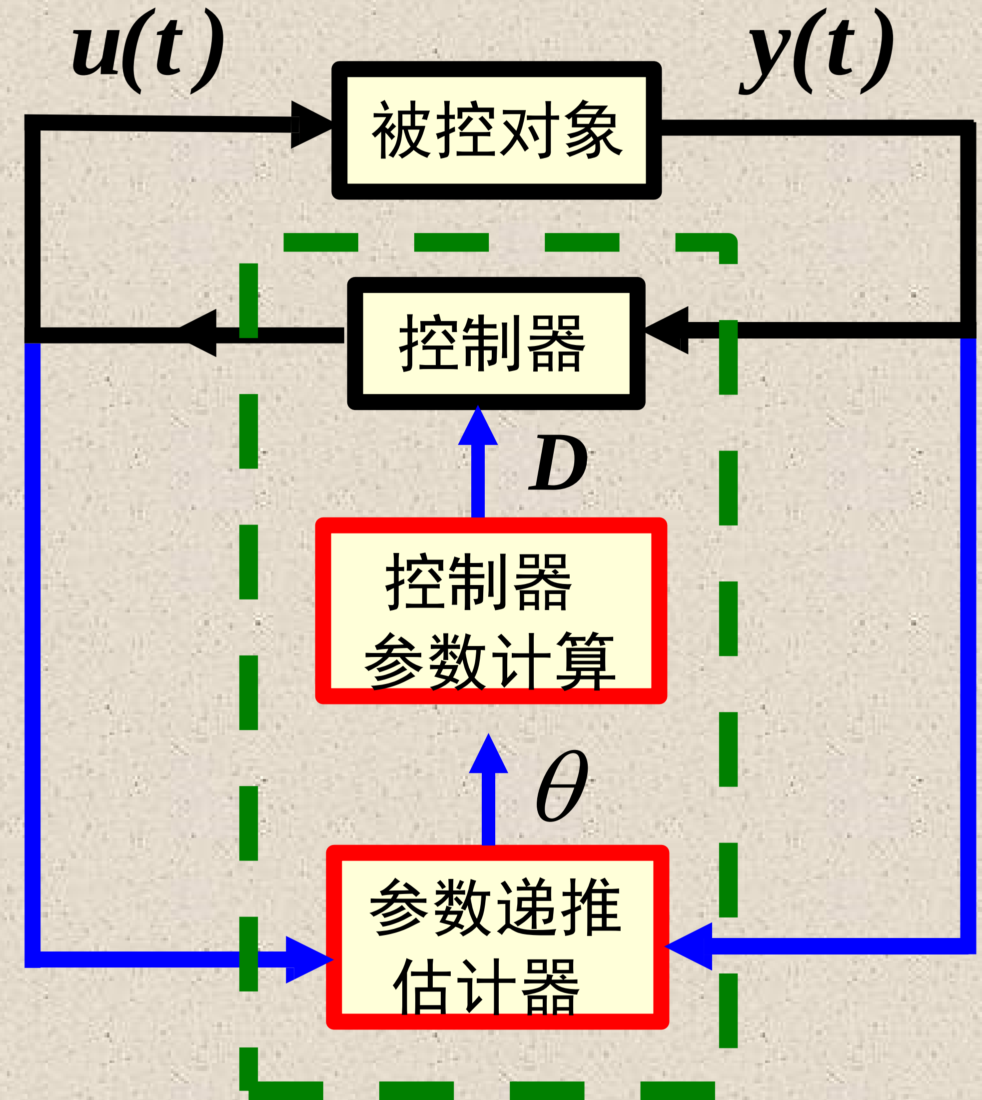
控制器参数计算器的作用是根据已选定的系统性能指标函数和送来的参数值θ进行计算，即取控制器该取什么样值可以使得性能指标最优（极小），从而获得控制器参数调整结果D。



第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

将计算结果***D***送至反馈控制器对控制器的参数进行校正保证系统运行的性能指标达到最优或接近最优状态。



第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

性能指标选取是自校正控制技术中一个重要的内容，它决定自校正控制的方法。

根据性能指标的不同，自校正控制技术又分为：

最小方差自校正控制技术

极点配置自校正控制技术

4-1 自校正控制技术

最小方差自校正控制技术

其性能指标是二次型目标函数的形式（输入/出量的方差），控制策略是保证这个二次型目标函数达到极小的数值。

目前最常用的二次型目标函数有下列四种形式

第四章 自校正控制技术及自校正调节器设计

4-1 自校正控制技术

最小方差自校正控制技术

$$J_1 = E\{ y_2(t+d)\} \quad J_2 = E\{ y_2(t+d)+\lambda_r u_2(t)\}$$

$$J_3 = E\{[py(t+d) - Ry_r(t)]_2 + \lambda_r u_2(t)\}$$

$$J_4 = E\{[py(t+d) - Ry_r(t)]^2 + \lambda'[u(t)-u(t-1)]^2 \}$$

最小方差自校正调节器

最小方差自校正控制器

4-1 自校正控制技术

零极点影响系统的动稳态性能

极点配置自校正控制技术

自校正控制技术的性能指标的另一种设计方案是在二十世纪*70*年代中后期由***Edmunds(1976)***, ***Wellstead(1979)*** 和 ***Astrom(1980)*** 等人相继提出的，这种方法不采用目标函数的形式，而是把预期的闭环系统的行为用一组期望传递函数的零极点的位置加以规定。自校正控制策略就是保证实际的闭环系统零极点收敛于这一组期望的零极点。也称极点配置自校正控制。

极点配置自校正调节器　　　极点配置自校正控制器

对于：

$$A(q^{-1})y(t) = B(q^{-1})q^{-d}u(t) + C(q^{-1})\varepsilon(t)$$

$$A(q^{-1}) \triangleq A = 1 + a_1 q^{-1} + a_2 q^{-2} + \ldots + a_{n_a} q^{-n_a}$$

$$B(q^{-1}) \triangleq B = b_0 + b_1 q^{-1} + b_2 q^{-2} + \ldots + b_{n_b} q^{-n_b}$$

$$C(q^{-1}) \triangleq C = c_0 + c_1 q^{-1} + c_2 q^{-2} + \ldots + c_{n_c} q^{-n_c}$$

当多项式A的零点位于q^{-1}平面单位圆上或单位圆内时，A为不稳定多项式，受控系统为开环不稳定系统。

当多项式B的零点位于q^{-1}平面单位圆上或单位圆内时，B为不稳定多项式，受控系统为非逆稳定系统。

要使最小方差自校正调节器的解存在，对A，B，C式有如下要求：

1）受控系统的时延d及多项式A、B、C的阶次和系数已知。

2）多项式$B(q^{-1})$ 所有零点位于q^{-1} 复平面单位圆外，

即系统为逆稳定系统。

3）多项式$C(q^{-1})$ 所有零点位于q^{-1} 复平面单位圆外。

4） $\varepsilon(t)$ 为白噪声序列，$E[\varepsilon^2(t)] = \sigma^2$