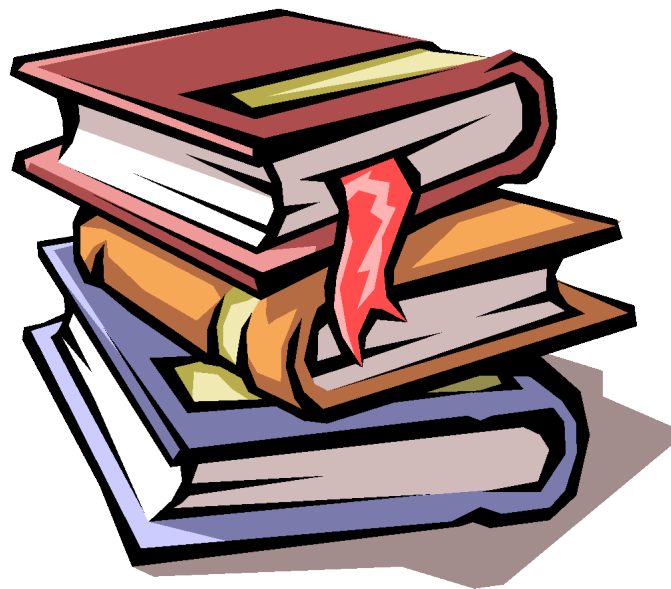


spc

# *SPC(Statistical Process Control)*

## 统计制程管制



# 目录

- 1 SPC的产生
- 2 SPC的作用
- 3 SPC常用术语解释
- 4 持续改进及统计过程控制概述
  - a 制程控制系统
  - b 变差的普通及特殊原因
  - c 局部措施和对系统采取措施
  - d 过程控制和过程能力
  - e 过程改进循环及过程控制
  - f 控制图

- 5 管制图的类型
- 6 管制图的选择方法
- 7 计量型数据管制图
  - a 与过程有关的控制图
  - b 使用控制图的准备
  - c  $\bar{X}$ -R 图
  - d  $\bar{X}$ -s 图
  - e  $\tilde{X}$ -R图
  - f X-MR图
- 8 计数型数据管制图
  - a p 图

b np 图

c c 图

d u 图

## SPC的产生

- 工业革命以后，随着生产力的进一步发展，大规模生产的形成，**如何控制大批量产品质量**成为一个突出问题，单纯依靠事后检验的质量控制方法已不能适应当时经济发展的要求，必须改进质量管理方式。于是，英、美等国开始着手研究用统计方法代替事后检验的质量控制方法。
- 1924年，美国的**休哈特博士**提出将3Sigma原理运用于生产过程当中，并发表了著名的“控制图法”，对过程变量进行控制，为统计质量管理奠定了理论和方法基础。

## SPC的作用

- 1、确保制程持续稳定、可预测。
- 2、提高产品质量、生产能力、降低成本。
- 3、为制程分析提供依据。
- 4、区分变差的特殊原因和普通原因，作为采取局部措施或对系统采取措施的指南。

# SPC常用术语解释

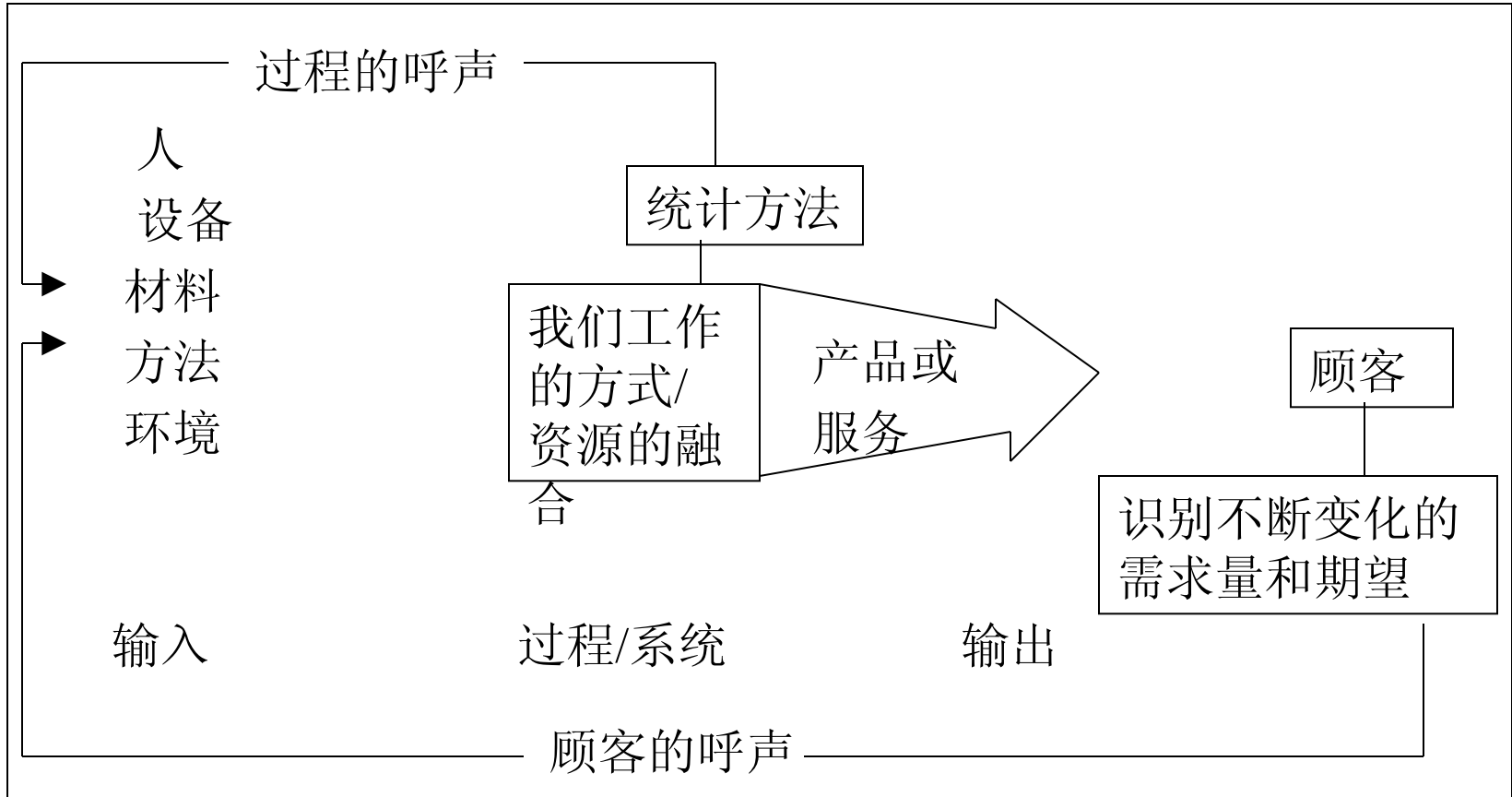
名称	解释
平均值 ( $\bar{X}$ )	一组测量值的 <b>均值</b>
极差 (Range)	一个子组、样本或总体中 <b>最大与最小值之差</b>
$\sigma$ (Sigma)	用于代表标准差的希腊字母
标准差 (Standard Deviation)	过程输出的 <b>分布宽度</b> 或从过程中统计抽样值（例如：子组均值）的分布宽度的 <b>量度</b> ，用希腊字母 $\sigma$ 或字母s（用于样本标准差）表示。
分布宽度 (Spread)	一个分布中从 <b>最小值到最大值之间的间距</b>
中位数 $\tilde{x}$	将一组测量值从小到大排列后， <b>中间的值</b> 即为中位数。如果数据的个数为偶数，一般将中间两个数的平均值作为中位数。
单值 (Individual)	一个单个的单位产品或一个特性的一 <b>次测量</b> ，通常用符号 X 表示。

名称	解释
中心线 (Central Line)	控制图上的一条线，代表所给 <b>数据平均值</b> 。
过程均值 (Process Average)	一个特定过程特性的测量值分布的位置即为过程均值，通常用 $\bar{X}$ 来表示。
链 (Run)	控制图上一系列连续上升或下降，或在中心线之上或之下的 <b>点</b> 。它是分析是否存在造成变差的特殊原因的依据。
变差 (Variation)	过程的单个输出之间 <b>不可避免的差别</b> ；变差的原因可分为两类：普通原因和特殊原因。
特殊原因 (Special Cause)	一种间断性的，不可预计的，不稳定的变差根源。有时被称为可查明原因，它存在的信号是：存在超过控制限的点或存在在控制限之内的链或其它非随机性的图形。

名称	解释
普通原因 (Common Cause)	造成变差的一个原因，它影响被研究过程输出的所有单值；在控制图分析中，它表现为随机过程变差的一部分。
过程能力 (Process Capability)	是指按标准偏差为单位来描述的过程均值和规格界限的距离，用Z来表示。
移动极差 (Moving Range)	两个或多个连续样本值中最大值和最小值之差。

# 制程控制系统

## 有反馈的过程控制系统模型



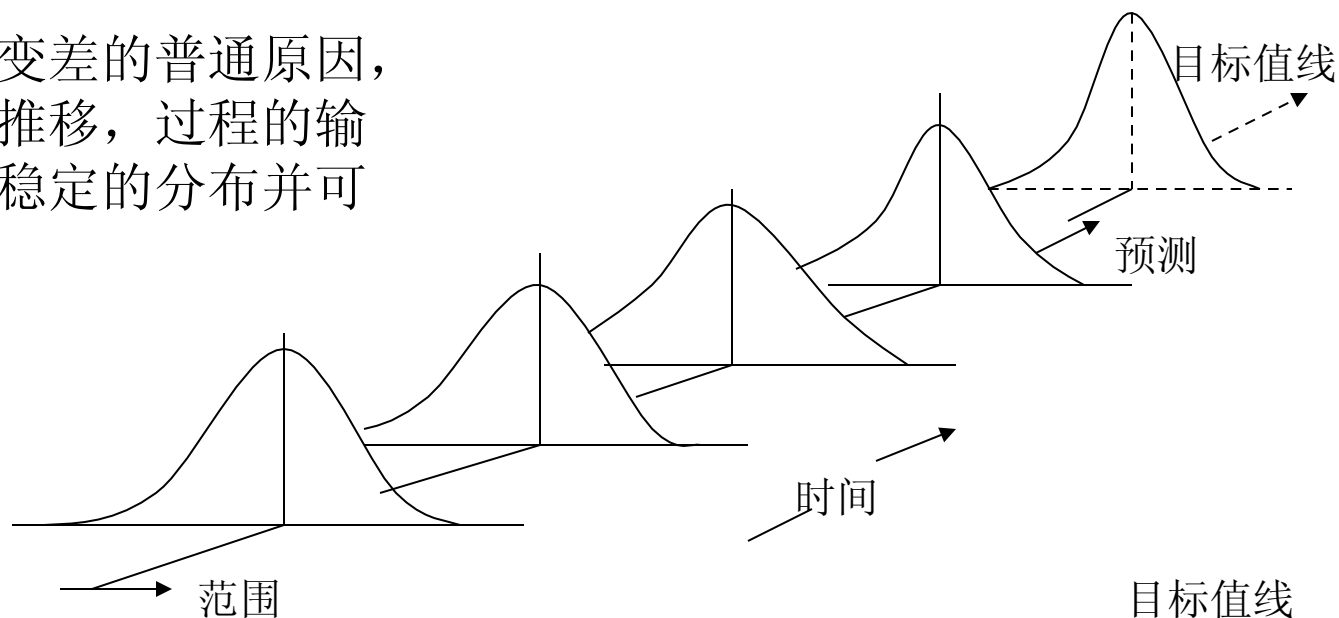
## 变差的普通原因和特殊原因

**普通原因：**是指过程在受控的状态下，出现的具有稳定的且可重复的分布过程的变差的原因。普通原因表现为一个稳定的偶然原因。只有过程变差的普通原因存在且不改变时，过程的输出才可以预测。

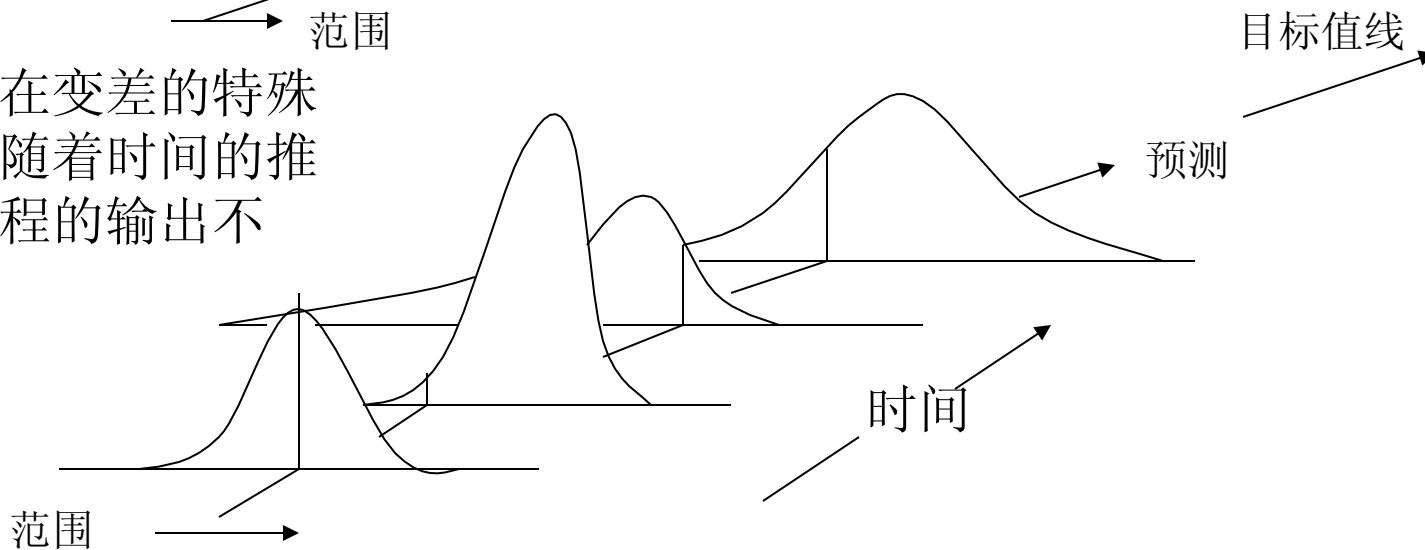
**特殊原因：**（通常也叫可查明原因）是指造成不是始终作用于过程的变差的原因，即当它们出现时将造成（整个）过程的分布改变。只用特殊原因被查出且采取措施,否则它们将继续不可预测的影响过程的输出。



如果仅存在变差的普通原因，  
随着时间的推移，过程的输出  
形成一个稳定的分布并可  
预测。



如果存在变差的特殊  
原因，随着时间的推移，  
过程的输出不  
稳定。



# 局部措施和对系统采取措施

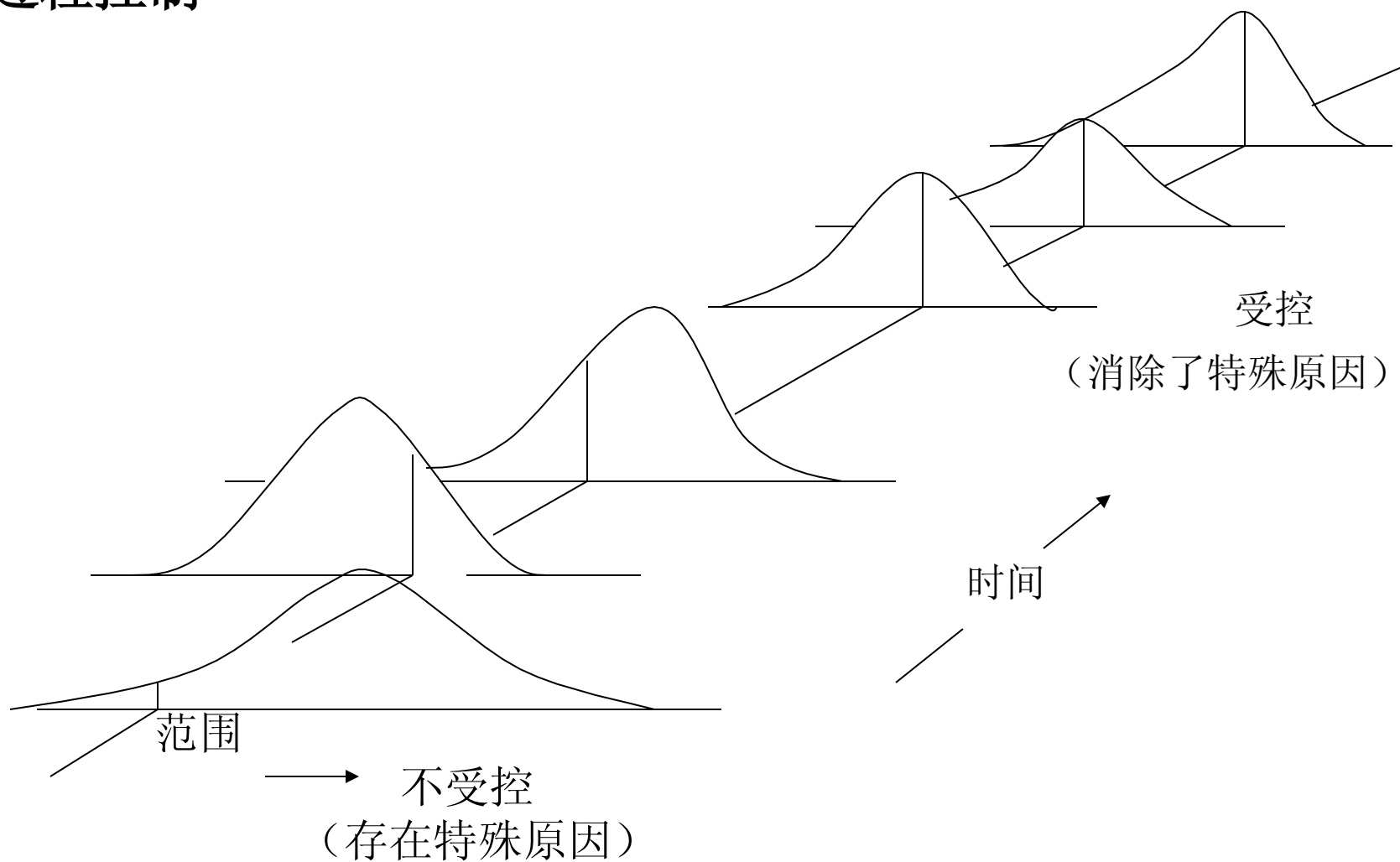
- **局部措施**

- 通常用来消除变差的特殊原因
- 通常由与过程直接相关的人员实施
- 通常可纠正大约15%的过程问题

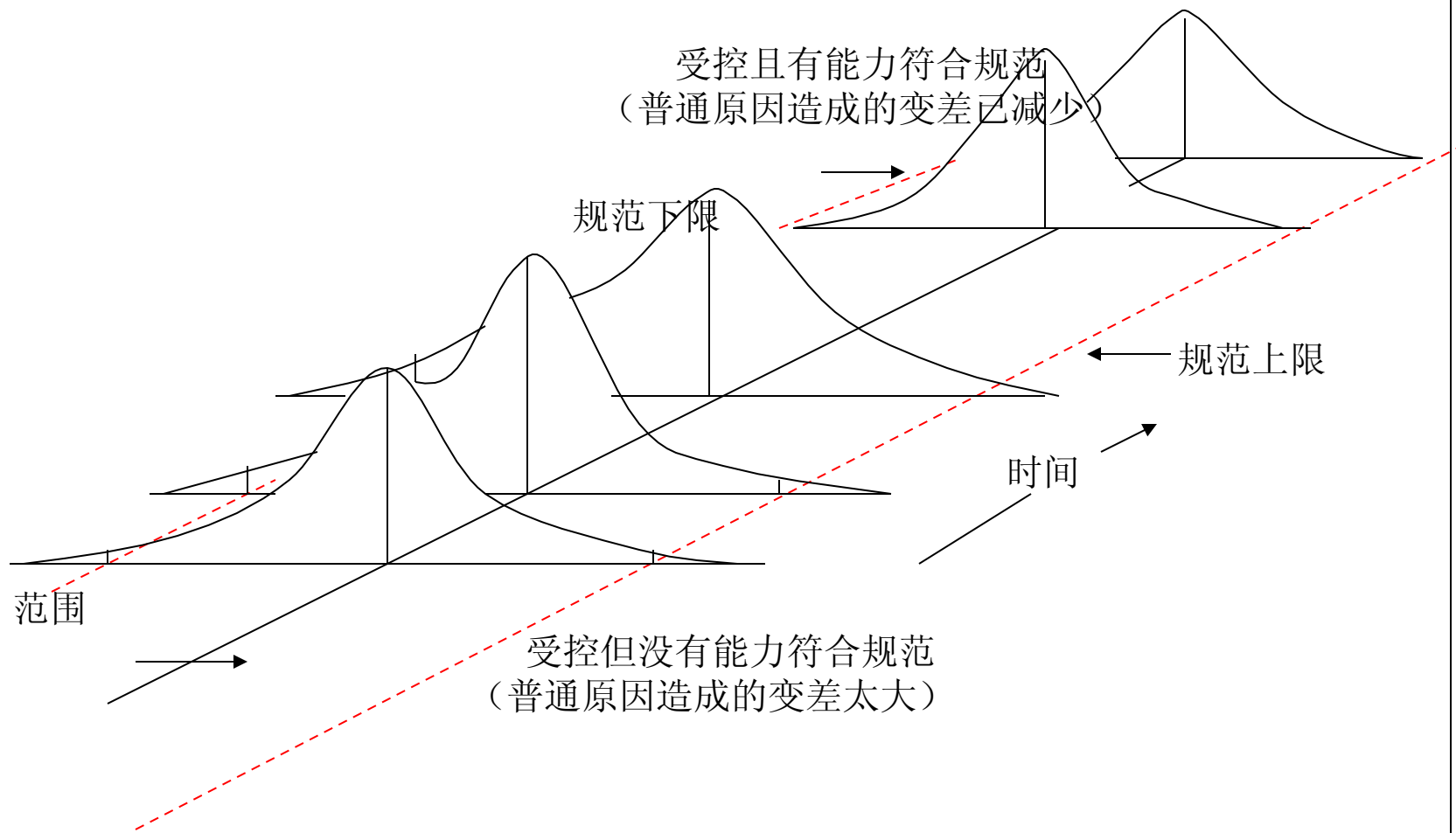
- **对系统采取措施**

- 通常用来消除变差的普通原因
- 几乎总是要求管理措施，以便纠正
- 大约可纠正85%的过程问题

# 过程控制



# 过程能力



# 过程改进循环

## 1、分析过程

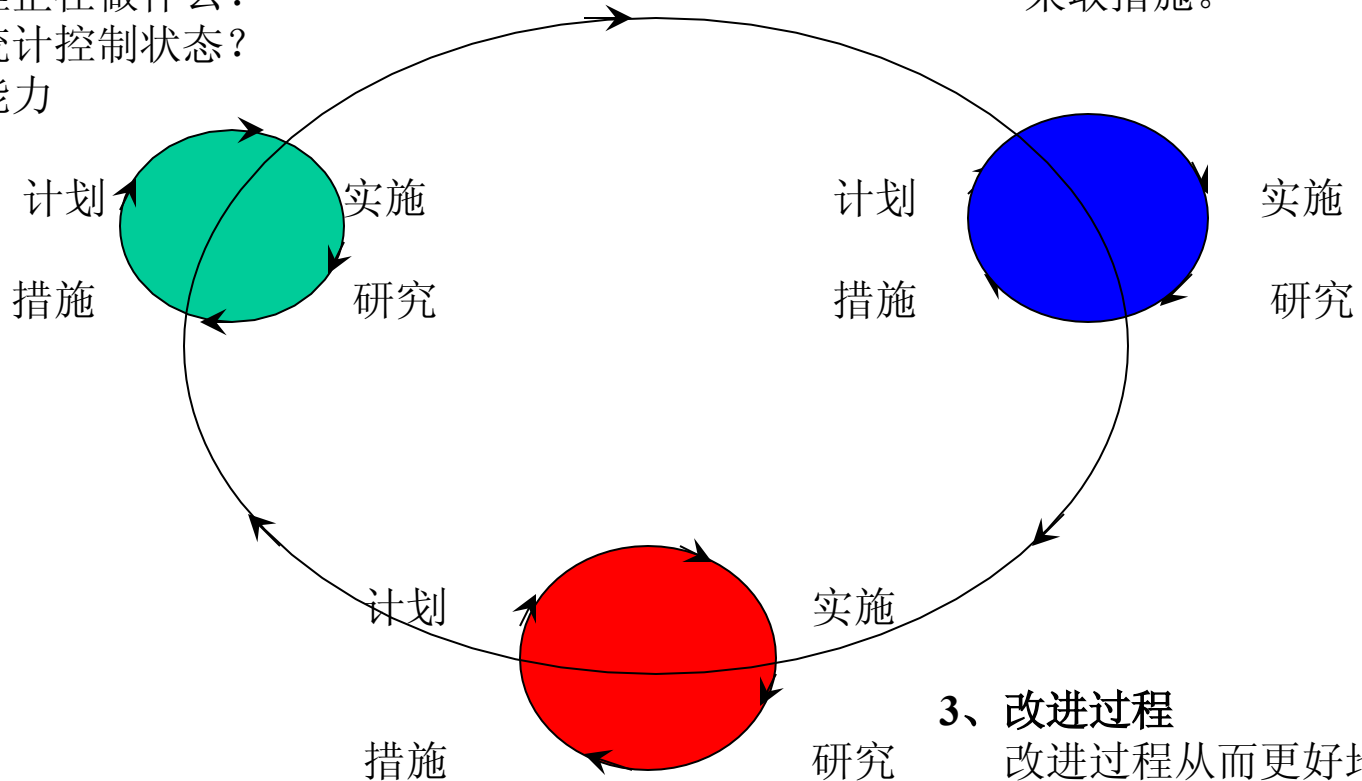
本过程应做什么？  
会出现什么错误？  
本过程正在做什么？  
达到统计控制状态？  
确定能力

## 2、维护过程

监控过程性能  
查找变差的特殊原因并  
采取措施。

## 3、改进过程

改进过程从而更好地理解  
普通原因变差  
减少普通原因变差

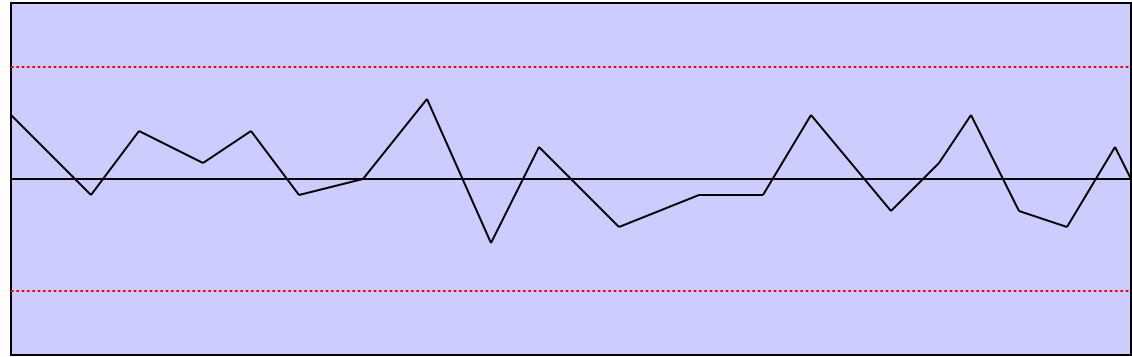


# 控制图

上控制限

中心限

下控制限



## 1、收集

收集数据并画在图上

## 2、控制

根据过程数据计算实验控制限

识别变差的特殊原因并采取措施

## 3、分析及改进

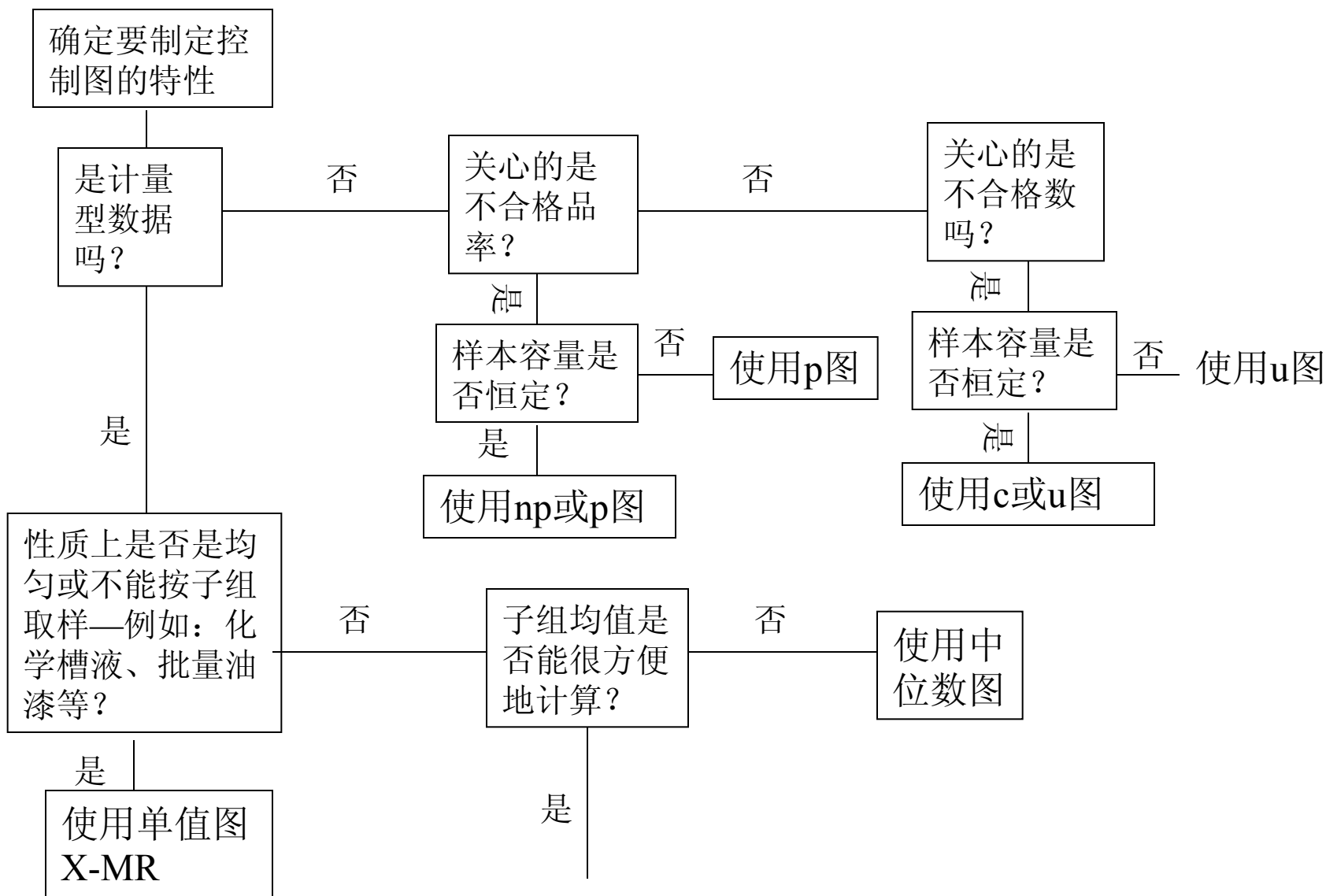
确定普通原因变差的大小并采取减小它的措施

重复这三个阶段从而不断改进过程

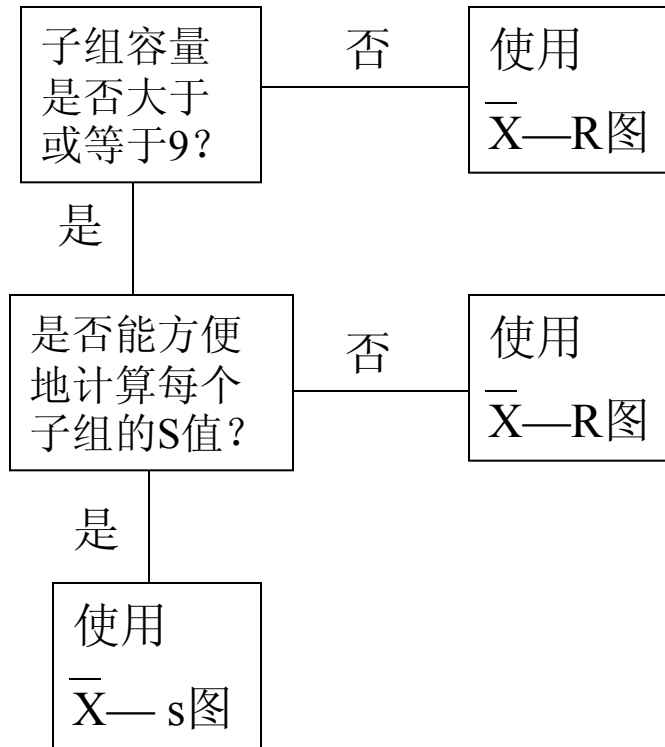
## 管制图类型

计量型数据	$\bar{X}$ -R 均值和极差图	计数型数据	P chart 不良率管制图
	$\bar{X}$ - $\delta$ 均值和标准差图		nP chart 不良数管制图
	X -R 中位值极差图		C chart 缺点数管制图
	X-MR 单值移动极差图		U chart 单位缺点数管制图

# 控制图的选择方法

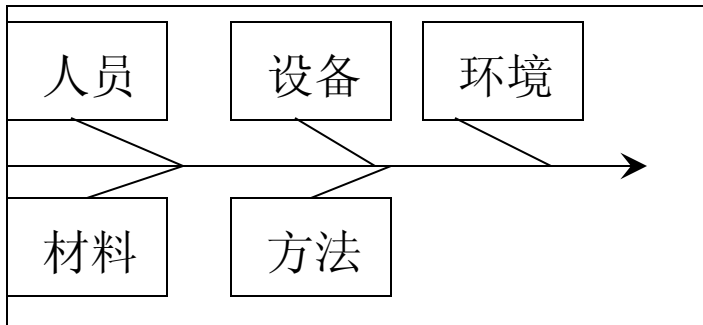


接上页

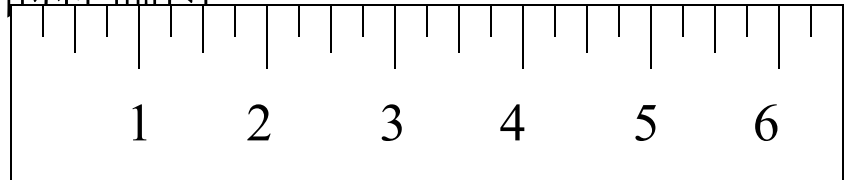


注：本图假设测量系统已经过评价并且是适用的。

# 计量型数据控制图



关的控制图



计量单位：（mm, kg等）

过程结果举例	控制图举例
螺丝的外径（mm）	X图
从基准面到孔的距离（mm）	
电阻（Ω）	R图
锡炉温度（°C）	
工程更改处理时间（h）	

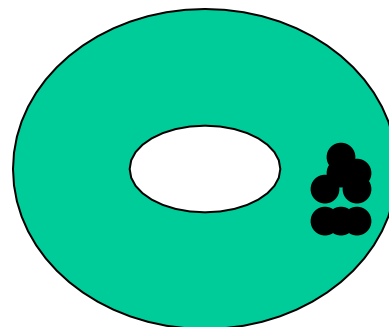
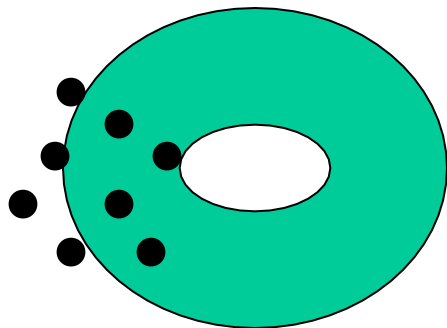
# 接上页

测量方法必须保证始终产生准确和精密的结果

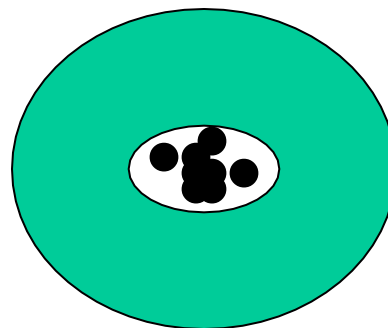
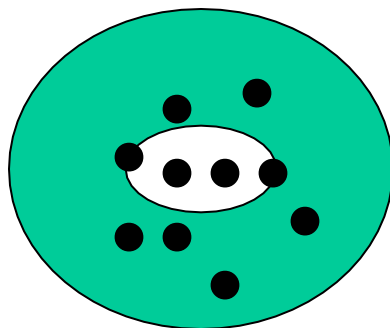
不精密

精密

不准确



准确



# 使用控制图的准备

## 1、建立适合于实施的环境

- a 排除阻碍人员公正的因素
- b 提供相应的资源
- c 管理者支持

## 2、定义过程

根据加工过程和上下使用者之间的关系，分析每个阶段的影响因素。

## 3、确定待控制的特性

应考虑到：

顾客的需求

当前及潜在的问题区域

特性间的相互关系

## 4、确定测量系统

- a 规定检测的人员、环境、方法、数量、频率、设备或量具。
- b 确保检测设备或量具本身的准确性和精密性。

## 接上页

### 5、使不必要的变差最小

确保过程按预定的方式运行

确保输入的材料符合要求

恒定的控制设定值

**注：**应在过程记录表上记录所有的相关事件，如：刀具更新，新的材料批次等，有利于下一步的过程分析。

# 均值和极差图 (X-R)

## 1、收集数据

以样本容量恒定的子组形式报告，子组通常包括2-5件连续的产品，并周性期的抽取子组。

**注：**应制定一个收集数据的计划，将其作为收集、记录及描图的依据。

### 1-1 选择子组大小，频率和数据

**1-1-1 子组大小：**一般为5件连续的产品，仅代表单一刀具/冲头/过程

流等。（**注：**数据仅代表单一刀具、冲头、模具等生产出来的零件，即一个单一的生产流。）

**1-1-2 子组频率：**在适当的时间内收集足够的数量，这样子组才能反映潜在的变化，这些变化原因可能是换班/操作人员更换/材料批次不同等原因引起。对正在生产的产品进行监测的子组频率可以是每班2次，或一小时一次等。

## 接上页

**1-1-3 子组数：**子组越多，变差越有机会出现。一般为25组，首次使用管制图选用35组数据，以便调整。

**1-2 建立控制图及记录原始数据（见下图）**



### 1-3、计算每个子组的均值 ( $\bar{X}$ ) 和极差R

对每个子组计算:

$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n$$

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

式中:  $X_1, X_2 \dots$  为子组内的每个测量值。 $n$  表示子组的样本容量

### 1-4、选择控制图的刻度

4-1 两个控制图的纵坐标分别用于  $\bar{X}$  和 R 的测量值。

4-2 刻度选择:

## 接上页

对于 $\bar{X}$ 图，坐标上的刻度值的最大值与最小值的差应至少为子组均值（ $\bar{X}$ ）的最大值与最小值的差的2倍，对于R图坐标上的刻度值的最大值与最小值的差应为初始阶段所遇到的最大极差（R）的2倍。

**注：**一个有用的建议是将R图的刻度值设置为 $\bar{X}$ 图刻度值的2倍。

（例如：平均值图上1个刻度代表0.01英寸，则在极差图上1个刻度代表0.02英寸）

### 1-5、将均值和极差画到控制图上

**5-1**  $\bar{X}$ 图和R图上的点描好后及时用直线联接，浏览各点是否合理，有无很高或很低的点，并检查计算及画图是否正确。

**5-2** 确保所画的 $\bar{X}$ 和R点在纵向是对应的。

**注：**对于还没有计算控制限的初期操作的控制图上应清楚地注明“初始研究”字样。

## 2 计算控制限

3 首先计算极差的控制限，再计算均值的控制限。

4

### 5 2-1 计算平均极差 ( $\bar{R}$ ) 及过程均值 ( $\bar{X}$ )

6 
$$\bar{R} = (R_1 + R_2 + \dots + R_k) / k \quad (K \text{表示子组数量})$$

7

8 
$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + \dots + X_k) / k$$

### 9 2-2 计算控制限

10 计算控制限是为了显示仅存在变差的普通原因时子组的均  
11 值和极差的变化和范围。控制限是由子组的样本容量以及反  
12 映在极差上的子组内的变差的量来决定的。

13 计算公式：

14 
$$UCL_x = \bar{X} + A_2 \bar{R} \qquad UCL_R = D_4 \bar{R}$$

15 
$$LCL_x = \bar{X} - A_2 \bar{R} \qquad LCL_R = D_3 \bar{R}$$

16

接上页

注：式中A2,D3,D4为常系数，决定于子组样本容量。其系数值见下表：

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D3	*	*	*	*	*	0.08	0.14	0.18	0.22
A2	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	0.34	0.34	0.31

注：对于样本容量小于7的情况， $LCL_R$ 可能技术上为一个负值。在这种情况下没有下控制限，这意味着对于一个样本数为6的子组，6个“同样的”测量结果是可能成立的。

## 2-3 在控制图上作出均值和极差控制限的控制线

- 平均极差和过程均值用画成实线。
- 各控制限画成虚线。
- 对各条线标上记号 ( $UCL_R$  ,  $LCL_R$  ,  $UCL_X$  ,  $LCL_X$ )
- 注：在初始研究阶段，应注明试验控制限。

## 3 过程控制分析

4 分析控制图的目的在于识别过程变化或过程均值不恒定的  
5 证据。

6 (即其中之一或两者均不受控) 进而采取适当的措施。

7

8 **注1：** R 图和 X 图应分别分析，但可进行比较，了解影响  
9 过程

10 的特殊原因。

11 **注2：** 因为子组极差或子组均值的能力都取决于零件间的  
12 变差，

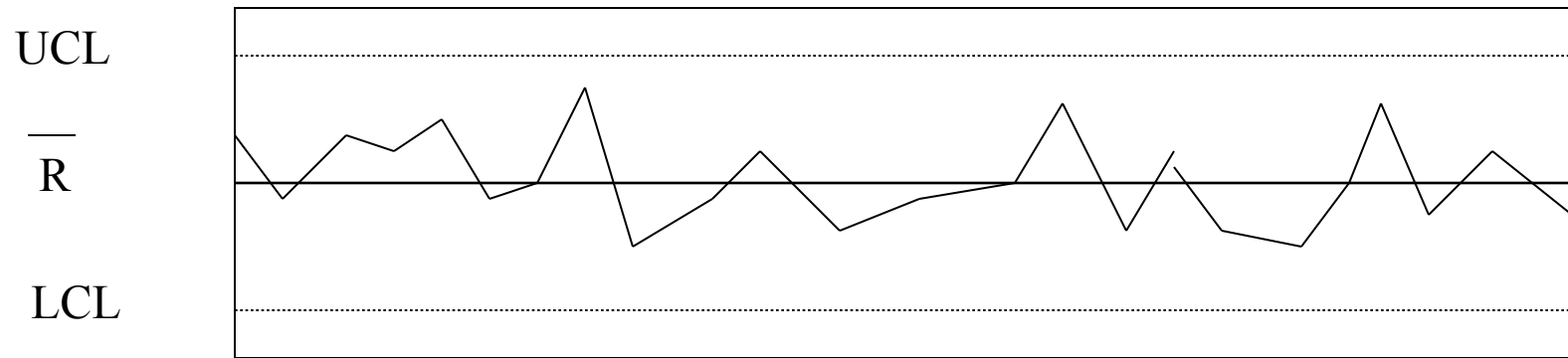
13 因此，首先应分析R图。

## 3-1 分析极差图上的数据点

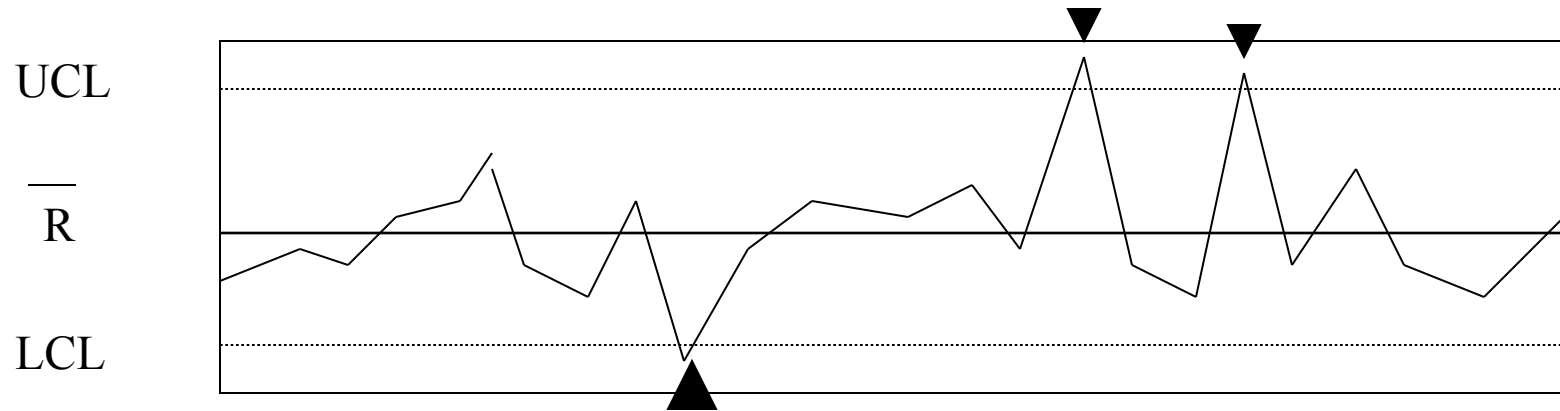
### 3-1-1 超出控制限的点

- a** 出现一个或多个点超出任何控制限是该点处于失控状态的主要证据，应分析。
- b** 超出极差上控制限的点通常说明存在下列情况中的一种或几种：
  - b.1** 控制限计算错误或描点时描错
  - b.2** 零件间的变化性或分布的宽度已增大(即变坏)
  - b.3** 测量系统变化（如：不同的检验员或量具）
- c** 有一点位于控制限之下，说明存在下列情况的一种或多种
  - c.1** 控制限或描点时描错
  - c.2** 分布的宽度变小（变好）
  - c.3** 测量系统已改变（包括数据编辑或变换）

受控制的过程的极差



不受控制的过程的极差（有超过控制限的点）



**3-1-2 链**— 有下列现象之表明过程已改变或出现某种趋势：

- 连续 7 点在平均值一侧；
- 连续 7 点连续上升或下降；

**a** 高于平均极差的链或上升链说明存在下列情况之一或全部：

**a-1** 输出值的分布宽度增加，原因可能是无规律的（例如：设备工作不正常或固定松动）或是由于过程中的某要素变化（如使用新的不一致的原材料），这些问题都是常见的问题，需要纠正。

**a-2** 测量系统的改变（如新的检验人或新的量具）。

**b** 低于平均极差的链或下降链说明存在下列情况之一或全部：

**b-1** 输出值的分布宽度减小，好状态。

**b-2** 测量系统的改好。

**注1：** 当子组数（ $n$ ）变得更小（5或更小）时，出现低于 $\bar{R}$ 的链的可能性增加，则8点或更多点组成的链才能表明过程变差减小。

**注2:** 标注这些使人们作出决定的点，并从该点做一条参考线延伸到链的开始点，分析时应考虑开始出现变化趋势或变化的时间。

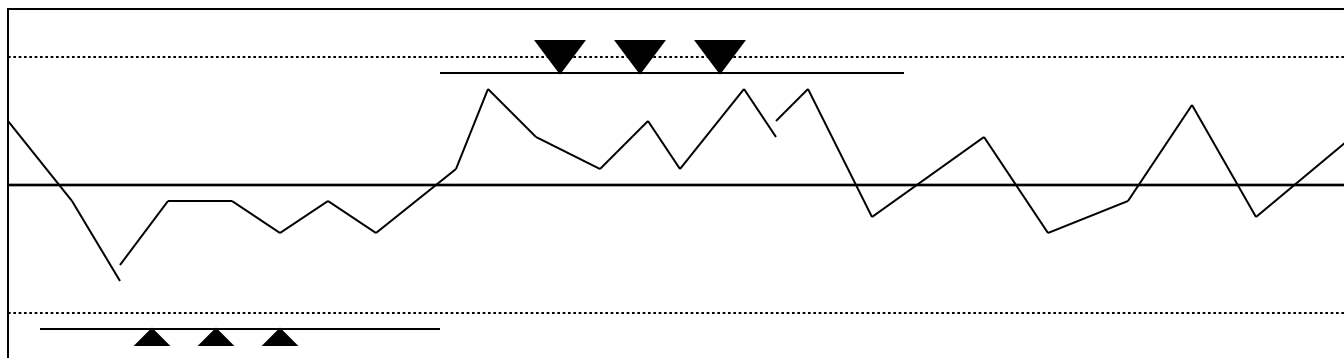
# 不受控制的过程的极差

(存在高于和低于极差均值的两种链)

UCL

$\bar{R}$

LCL

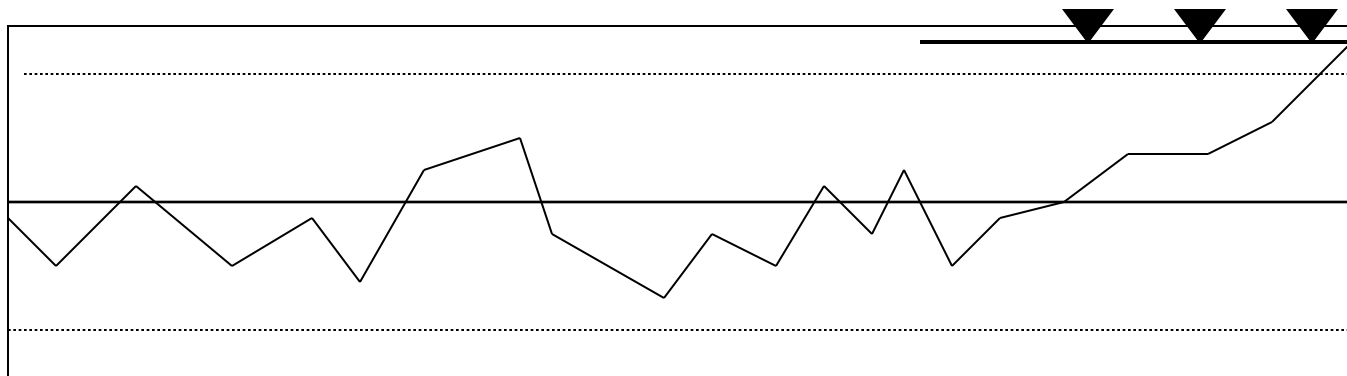


# 不受控制的过程的极差 (存在长的上升链)

UCL

$\bar{R}$

LCL



### 3-1-3 明显的非随机图形

- a 非随机图形例子：明显的趋势；周期性；数据点的分布在整个控制限内，或子组内数据间有规律的关系等。
- b 一般情况，各点与 $\bar{R}$ 的距离：大约2/3的描点应落在控制限的中间1/3的区域内，大约1/3的点落在其外的2/3的区域。
- C 如果显著多余2/3以上的描点落在离 $\bar{R}$ 很近之处（对于25子组，如果超过90%的点落在控制限的1/3区域），则应对下列情况的一种或更多进行调查：
  - c-1 控制限或描点已计算错描错。
  - c-2 过程或取样方法被分层，每个子组系统化包含了从两个或多个具有完全不同的过程均值的过程流的测量值（如：从几组轴中，每组抽一根来测取数据）。
  - c-3 数据已经过编辑（极差和均值相差太远的几个子组更改删除）。

- d 如果显著少于2/3以上的描点落在离R很近之处（对于25子组，如果有40%的点落在控制限的1/3区域），则应对下列情况的一种或更多进行调查：
  - d-1 控制限或描点计算错或描错。
  - d-2 过程或取样方法造成连续的分组中包含了从两个或多个具有明显不同的变化性的过程流的测量值（如：输入材料批次混淆）。

注：如果存在几个过程流，应分别识别和追踪。

### 3-2 识别并标注所有特殊原因（极差图）

- a 对于极差数据内每一个特殊原因进行标注，作一个过程操作分析，从而确定该原因并改进，防止再发生。
- b 应及时分析问题，例如：出现一个超出控制限的点就立即开始分析过程原因。



## 3-4 分析均值图上的数据点

### 3-4-1 超出控制限的点：

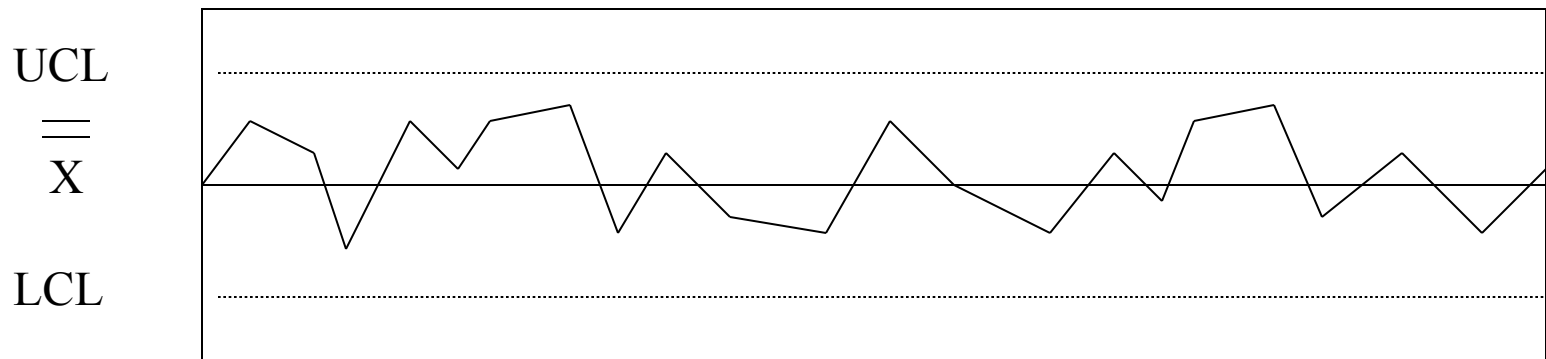
a 一点超出任一控制限通常表明存在下列情况之一或更多：

a-1 控制限或描点时描错

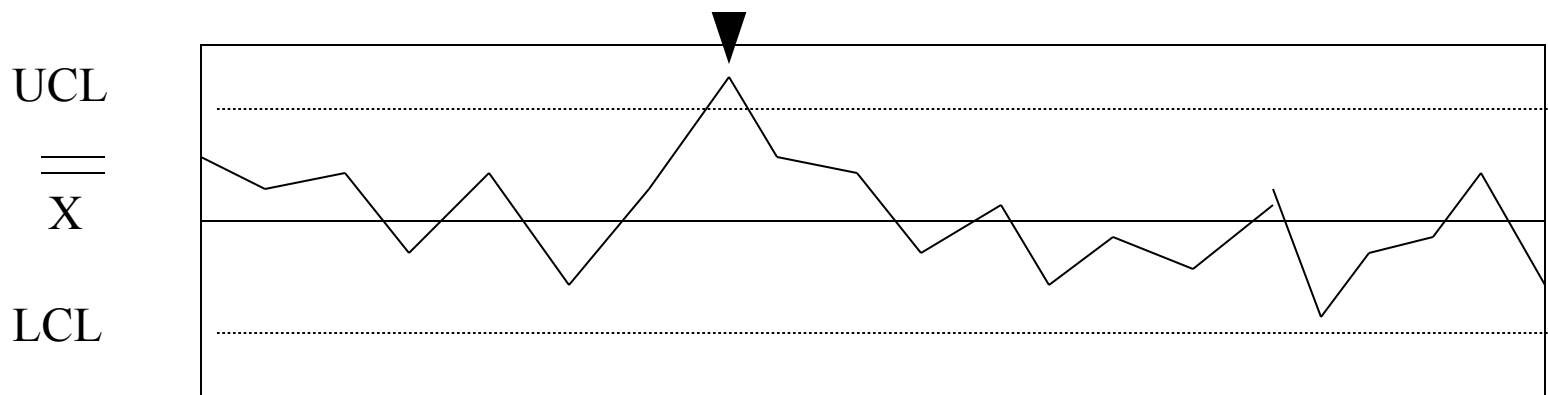
a-2 过程已更改，或是在当时的那一点（可能是一件独立的事件）或是一种趋势的一部分。

a-3 测量系统发生变化（例如：不同的量具或QC）

受控制的过程的均值



不受控制的过程的均值（有一点超过控制限）



### 3-4-2 链--- 有下列现象之表明过程已改变或出现某种趋势:

连续 7 点在平均值一侧或 7 点连续上升或下降

**a** 与过程均值有关的链通常表明出现下列情况之一或两者。

**a-1** 过程均值已改变

**a-2** 测量系统已改变（漂移，偏差，灵敏度）

**注：**标注这些使人们作出决定的点，并从该点做一条参考线延伸到链的开始点，分析时应考虑开始出现变化趋势或变化的时间。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/248042055140006100>