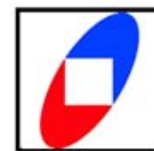




# Process Capability

## 工序能力指数



**太友科技**  
**TAIYOU TECH**

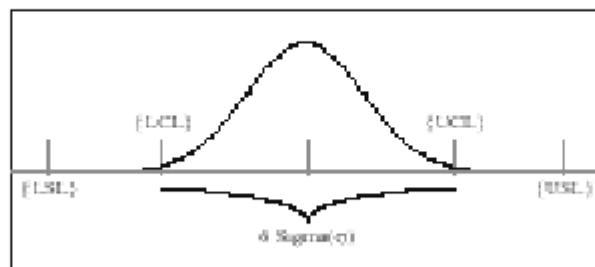


# 工序能力指数 I

$C_p =$  设计规格幅度与实际工程范围的比  
(用SIGMA 或工程标准偏差表示)

$C_p =$  (设计公差幅度) / (实际工程范围)

$C_p =$  [规格上限(USL) - 规格下限(LSL)] /  
[管理上限(UCL) - 管理下限(LCL)]





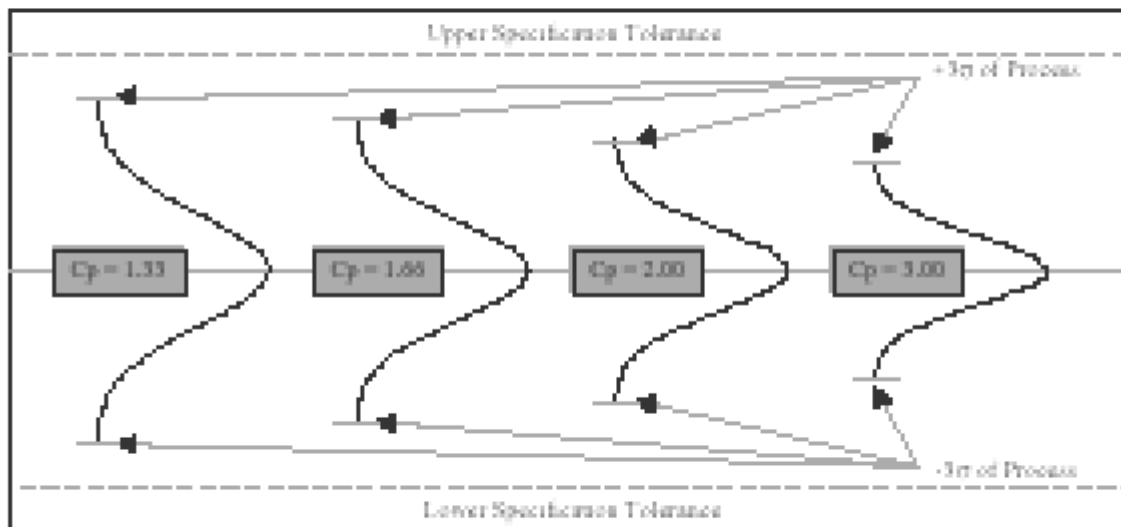
# 工序能力指数 II

因此

$$C_p = X_{\text{sigma}} / 6\text{sigma}$$

目标

$$C_p \geq 1.00$$



$$X = \text{工程规格} \div \text{标准偏差}$$



# 工序能力指数 III

Cpk = 工程范围(R)在设计规格内的位置的定量数值,例如:工程能力指数

$$Cpk = Z_{\text{最小}}/3$$

$$Cpk = \text{最小} [ (USL - \bar{X}) / 3\sigma, (\bar{X} - LSL) / 3\sigma ]$$

目标是,  $C_{pk} \geq 1.00$



# 工序能力指数：范例

- 给出：
  - 设计规格  $=100 \pm 6$
  - 因此, 中心  $=100$ 
    - USL = 106
    - LSL = 94
  - 但实际的工程参数 ( $\bar{X}$ ,  $s$ ) 是不同的



## 工序能力指数：范例

得出： $C_p$

° 决定  $\bar{X}$  和  $\delta$ ：假设  $\bar{X} = 100$ ， $\delta = 2$

$$° C_p = (USL - LSL) / \delta / 6$$

$$= (106 - 94) / 2 / 6$$

$$= 6 / 6$$

$$= 1.0$$



# 工序能力指数：范例

得出：Cpk

$$\begin{aligned} \text{计算 } C_{pk} &= \text{最小} [ (USL - \bar{X}) / 3\sigma , (\bar{X} - LSL) / 3\sigma ] \\ &= \text{最小} [ (106 - 100) / 3*2 , (100 - 94) / 3*2 ] \\ &= \text{最小} [ 6 / 6, 6 / 6 ] \\ &= \text{最小} [ 1 , 1 ] \\ &= 1.0 \end{aligned}$$



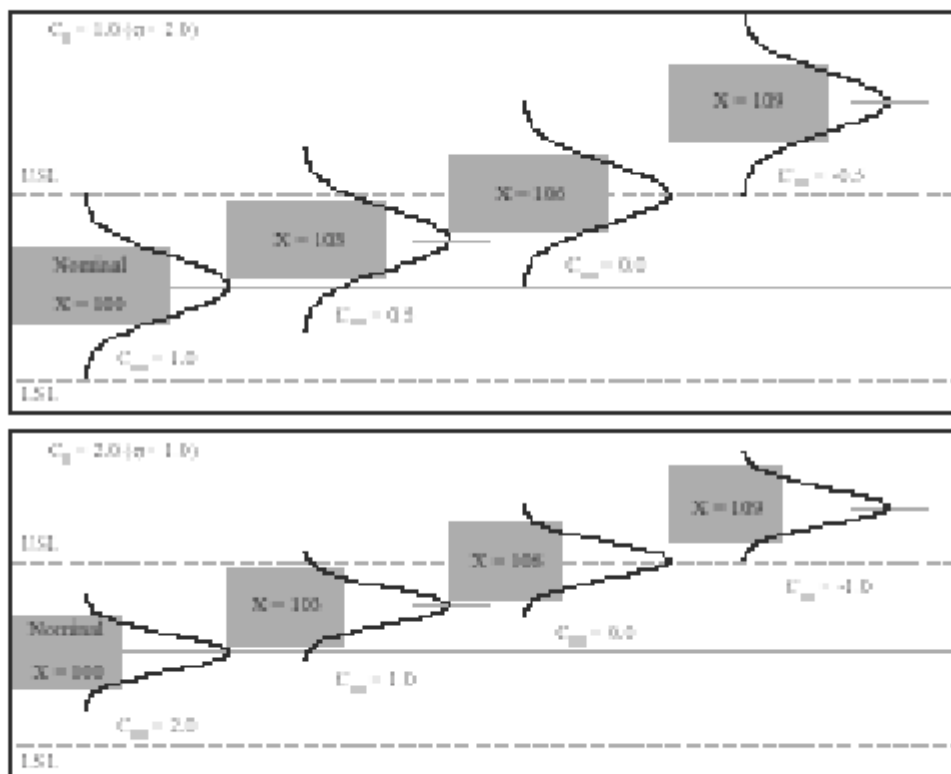
# 工序能力指数：范例

- 结论：
  - 由于 $C_p \geq 1.0$ ，可以得出此工程有能力生产符合规格的产品
  - 由于 $C_{pk} \geq 1.0$ ，可以得出此工程生产的产品符合规格的要求
  - 即使  $C_p \geq 1.0$ ， $C_{pk}$ 也一定要  $\geq 1.0$  以保证一个有能力的工程正在生产合格的产品





# C<sub>p</sub>和C<sub>pk</sub>的关系





# 工序能力

- 工程管理中基本的统计应用是建立稳定的制造工程同时在延伸的期间内维持其状态. 其事实上的意义是将工程调整到所有产品都符合规格的程度. 后续的状态与工程能力的分析有关
- 建立了稳定的工程后, 要想办法将工程调整到产品(输出)符合规格的水准. 以后的管理方法是制定 $\bar{X}$ -R管理图并保持无数据在管理界限之外(通常是在一定间隔下抽取4个或更多的样品并保持至少20组以上的数据). 建立了这样的管理后可以分析工程能力以决定是否符合规格要求.
  - 初期的工程管理目的是在工程出现特殊原因时提供一个信号,同时采取必要的措施消除此类原因并防止其再发生.



# 工序能力

- 工程能力由来自普通原因的整体偏差决定 – 当消除全部的特殊原因后可以达到最小偏差. 另外,工程能力反映工程本身的潜在表现, 当其被证明处于统计管理状态时.
- 工程能力通常由其在产品规格公差内所占的比例来决定. 如果一个工程处于统计管理状态,其可被一个可预测的分布来叙述, 工程能力可以用分布的术语来表示, 另外分布外的部分也可以实际的评价. 超过时, 需要采取措施以减少来自普通原因的偏差, 以使工程能力与规格保持一致.
- 短期内要先使工程处于统计管理状态,这样我们就可以预测其表现,然后我们再通过调整使其能力符合规格的要求



# 管理界限和设计规格

- 工程管理使用的管理图需要的基本准备及分析：
  - 收集数据：在运行的工程中收集所研究特性的数据并将其录入样式后标记作图. 此类数据可以是机械部件的尺寸, 也可以是PCB表面的缺陷数, 或是每天的生产不良率等等
  - 计算管理界限：根据工程输出的数据计算管理界限；他们反映各个期间的偏差量, 我们希望偏差仅仅来自于普通原因. 数据标记在图表上以提供分析使用. **管理界限不是规格或目标**, 它反映工程的自然变动.
  - 工程管理解释：将数据与管理界限比较可以判断工程是否稳定及偏差是否只来自于普通原因. 如果有特殊原因存在, 要研究工程的运行情况以找出影响工程的原因. 当消除特殊原因后又继续运行工程, 同时收集数据及再计算管理界限, 必要时, 要研究其他的特殊原因并改善



# 管理界限和设计规格

- 工程能力解释: 当所有的特殊原因被消除后工程又恢复受控时, 可以计算工程能力. 如果来自普通原因的偏差过大时, 工程也不能生产满足规格的产品. 此时要调查工程本身并采取措施来识别及改善工程中重要的缺陷. 如果改善是不经济的情况, 要考虑重新评价工程规格
- 产品接受性解释: 当最初使用管理图来评价及改善工程是否受控及其能力, 此情报同样经常被用于决定是否需要采取其他措施来调整生产的输出。管理图可以给出根据来决定产品是否可以直接使用, 或是否必须挑选后并对其中的不符合品进行再作业或废弃



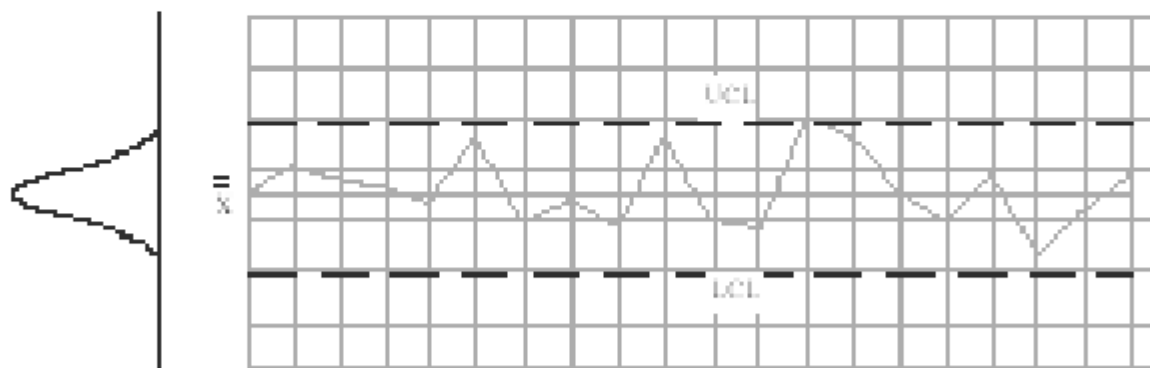
# 管理界限和设计规格

- 管理界限和制造规格间的关系
  - Xbar-R的管理界限是基于工程上发生的内容，而不是基于制造规格
  - 如果工程受控的话，计算出的管理界限要比规格严格
  - 如果工程受控，但产品仍不符合规格，则说明现有的工具不可能生产出符合规格的产品



# 能力评价

- 下图反映出工程受控；即采样的平均值在管理界限内. 左边的曲线代表采样平均值的分布(管理界限是此分布的“尾巴”特别是采样平均值的正负3倍标准偏差单位处)

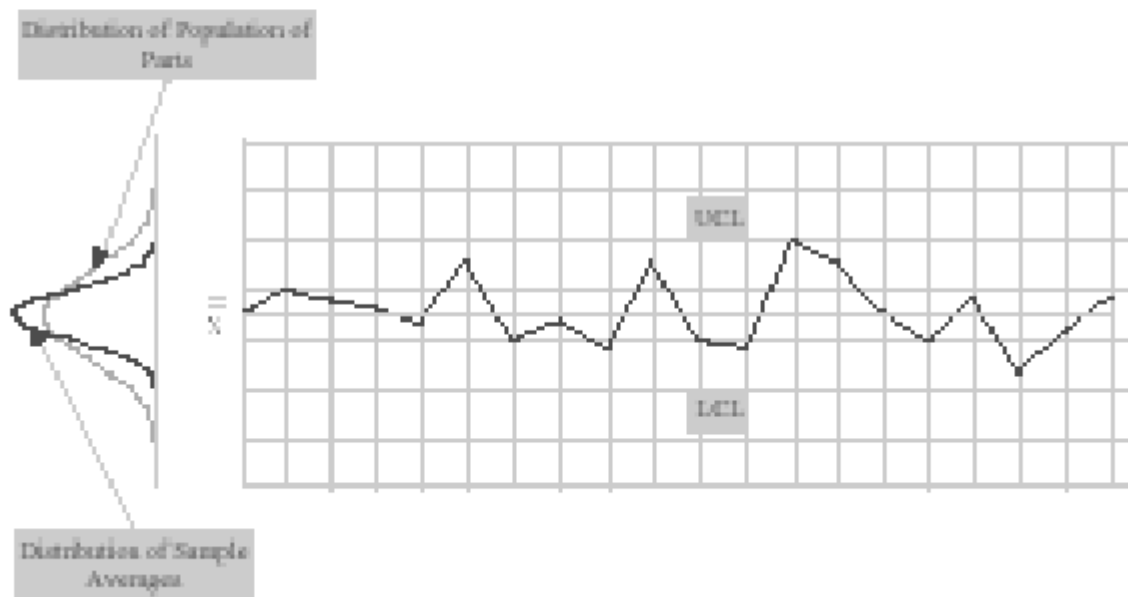






# 能力评价

- 下图反映整体产品的分布, 注意整体分布要比采样平均值的分布宽, 因为其中一个因素等于采样数量的平方根. 整体分布的“尾巴”反映工程变动的界限, 正负3倍标准偏差处通常称作“自然工程界限”

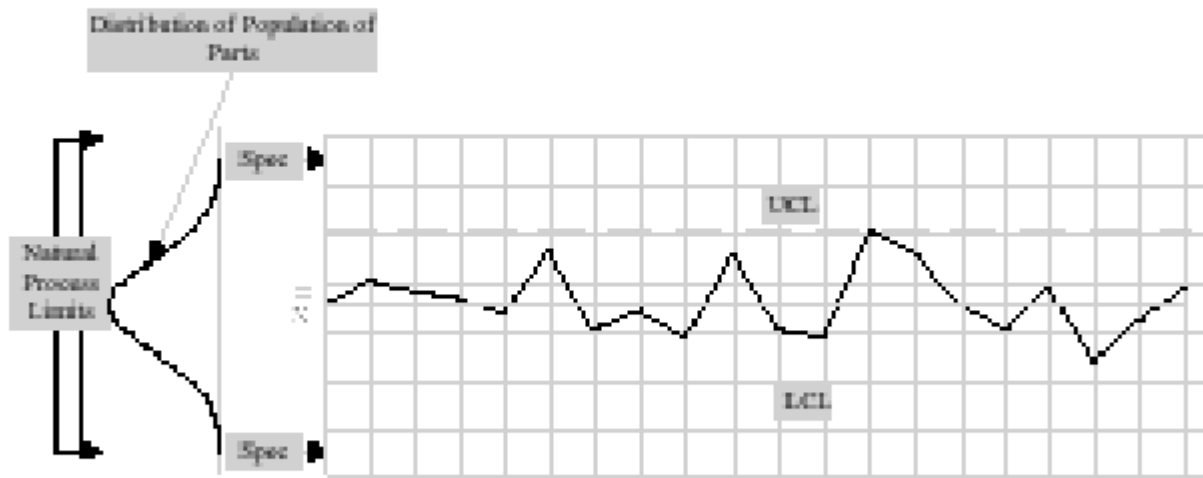






# 能力评价

- 下图反映自然工程界限在工程规格内, 可以判断此工程受控并有能力





# 工序能力指数

- 工程能力通常是将工程规格和 $6\sigma$ 进行比较来管理受控工程
- 以下是一个普通事例，将 $6\sigma$ 范围和工程规格进行比较来决定工程能力指数 ( $C_p$ ).
  - 例如：假设 $\sigma = 0.001$ ，产品规格范围 = 0.004， $C_p$ 可以表示为
$$C_p = \text{规格范围}/6\sigma = 0.004/6(0.001)$$
$$C_p = 0.067$$
  - 例如：假设工程规格宽度为10个单位， $6\sigma$ 相当于工程的5个单位
$$C_p = 10/5 = 2$$
此时，自然工程范围为规格宽度的1/2
  - 例如：假设规格宽度为8， $6\sigma$ 相当于工程的6个单位
$$C_p = 8/6 = 1.33$$
此时，自然工程范围为规格宽度的3/4



# 工序能力指数

- 证明产品符合规格的统计根据包含：
  - 受控的根据
  - 满意的Cp指数
- 满意的Cp指数必须大于1
  - Cp指数大于1表示工程在规格内运行
- Cp指数用于公司建立要达到的目标，同时也适用于管理供应商
- 通过使用Cp指数可以评价公司内运行的工程，也可以用于有效的供应商管理。通过设立目标改善 Cp指数可以减少工程偏差。通过改善 Cp指数可以优化相关因素，减少不良产生的机会。另外，工程师可以通过此数据来制定业务计划及制定现实的规格公差。



*THE END*  
*Thanks*