



CPK基本知识

什么是 Cpk?

- Cpk的定义：**制程能力指數**；
- **Cpk**的意义：**制程水准的量化反映**；
用一个数值来表达制程的水准；

(1) 只有制程能力强的制程才可能生产出质量好、可靠性水平高的产品；

(2) 制程能力指数是一种表示制程水平高低的方便方法，其实质作用是反映制程合格率**的高低。**



和Cpk相关的几个重要概念1

单边规格：只有规格上限和规格中心或只有下限或规格中心的规格；如考试成绩不得低于80分，或浮高不得超过0.5mm等；此时数据越接近上限或下限越好；

双边规格：有上下限与中心值,而上下限与中心值对称的规格；此时数据越接近中心值越好；如D854前加工脚长规格 $2.8 \pm 0.2\text{mm}$ ；



CPK、CA、CP的关系

- CPK值越大表示品质越佳。
- Cpk——过程能力指数
- $CPK = \text{Min}[(USL - \mu)/3s, (\mu - LSL)/3s]$
- Cpk应用讲议
- 1. Cpk的中文定义为：制程能力指数，是某个工程或制程水准的量化反应，也是工程评估的一类指标。
- 2. 同Cpk息息相关的两个参数：Ca, Cp.
- Ca: 制程准确度。 Cp: 制程精密度。
- 3. Cpk, Ca, Cp三者的关系： $Cpk = Cp * (1 - |Ca|)$ ，Cpk是Ca及Cp两者的中和反应，Ca反应的是位置关系(集中趋势)，Cp反应的是散布关系(离散趋势)



CPK、CA、CP的计算

- 4. 当选择制程站别Cpk来作管控时，应以成本做考量的首要因素，还有是其品质特性对后制程的影响度。
- 5. 计算取样数据至少应有20~25组数据，方具有一定代表性。
- 6. 计算Cpk除收集取样数据外，还应知晓该品质特性的规格上下限(USL, LSL)，才可顺利计算其值。
- 7. 首先可用Excel的“STDEV”函数自动计算所取样数据的**标准差**(σ)，再计算出规格公差(T)，及规格中心值(U)。规格公差 $T = \text{规格上限} - \text{规格下限}$ ；规格中心值 $U = (\text{规格上限} + \text{规格下限}) / 2$ ；
- 8. 依据公式： $Ca = (X - U) / (T / 2)$ ，计算出制程准确度：Ca值 (X为所有取样数据的平均值)
- 9. 依据公式： $Cp = T / 6\sigma$ ，计算出制程精密度：Cp值
- 10. 依据公式： $Cpk = Cp(1 - |Ca|)$ ，计算出制程能力指数：Cpk值



Cpk的评级标准

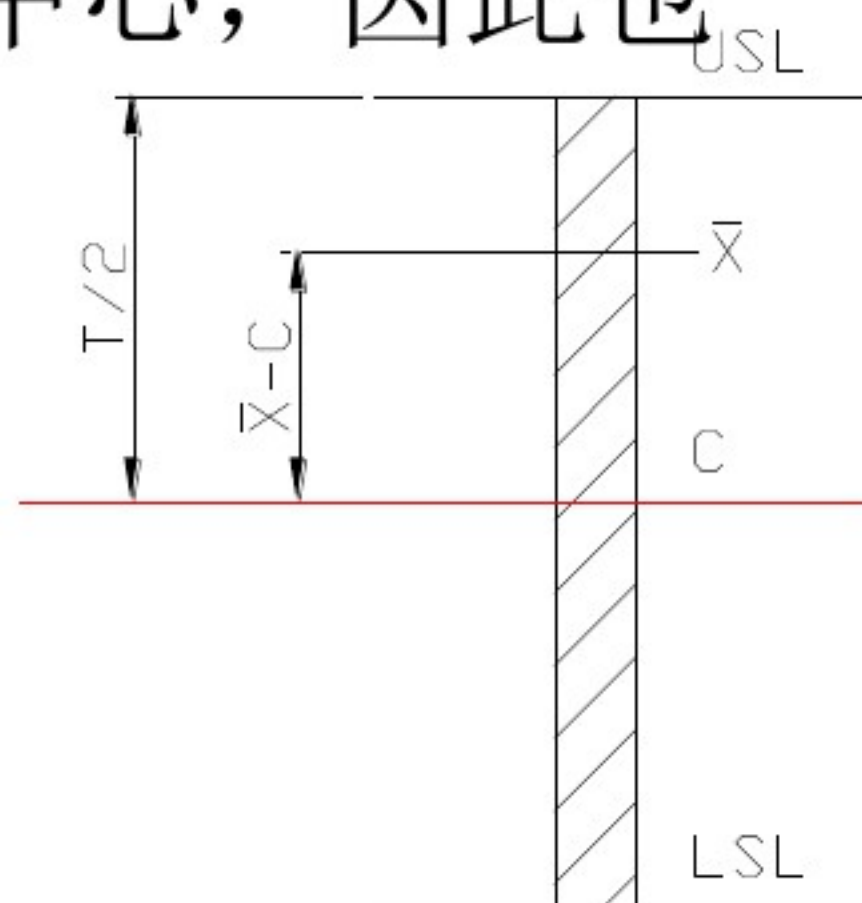
- **A++级 $Cpk \geq 2.0$** 特优 可考虑成本的降低
- **A+ 级 $2.0 > Cpk \geq 1.67$** 优 应当保持之
- **A 级 $1.67 > Cpk \geq 1.33$** 良 能力良好，状态稳定，但应尽力提升为A+级
- **B 级 $1.33 > Cpk \geq 1.0$** 一般 状态一般，制程因素稍有变异即有产生不良的危险，应利用各种资源及方法将其提升为 A级
- **C 级 $1.0 > Cpk \geq 0.67$** 差 制程不良较多，必须提升其能力
- **D 级 $0.67 > Cpk$** 不可接受 其能力太差，应考虑重新整改设计制程。

和Cpk相关的几个重要概念2

- USL (Upper specification limit): 即规格上限
- LSL (Low specification limit): 即规格下限
- C: 规格中心
- $\bar{X} = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n$ 平均值
(n为样本数)
- $T = USL - LSL$ 规格公差
- $$\delta = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

什么是Ca?

- Ca:制程准确度; (Capability of Accuracy)
- Ca 在衡量“实际平均值”与“规格中心值”之一致性;
- 对于单边规格, 不存在规格中心, 因此也就不存在Ca;
- 对于双边规格, $Ca = \frac{\bar{X} - C}{T/2}$





Ca等級評定及處理原則

等級	Ca值	處理原則
A	$ Ca \leq 12.5\%$	作業員遵守作業標準操作並達到規格之要求,需繼續保持.
B	$12.5\% < Ca \leq 25\%$	有必要盡可能將其改進為A級
C	$25\% < Ca \leq 50\%$	作業員可能看錯規格不按作業標準操作或檢討規格及作業標準.
D	$50\% < Ca $	應採取緊急措施,全面檢討所有可能影響之因素,必要時得停止生產.



什么是Cp?

- Cp:制程精密度 (Capability of Precision)

- Cp衡量的是“规格公差宽度”与“制程变化宽度”之比例;

对于只有规格上限和规格中心的规格：
$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}$$

对于只有规格下限和规格中心的规格：
$$C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

对于双边规格：
$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$



Cp等級評定及處理原則

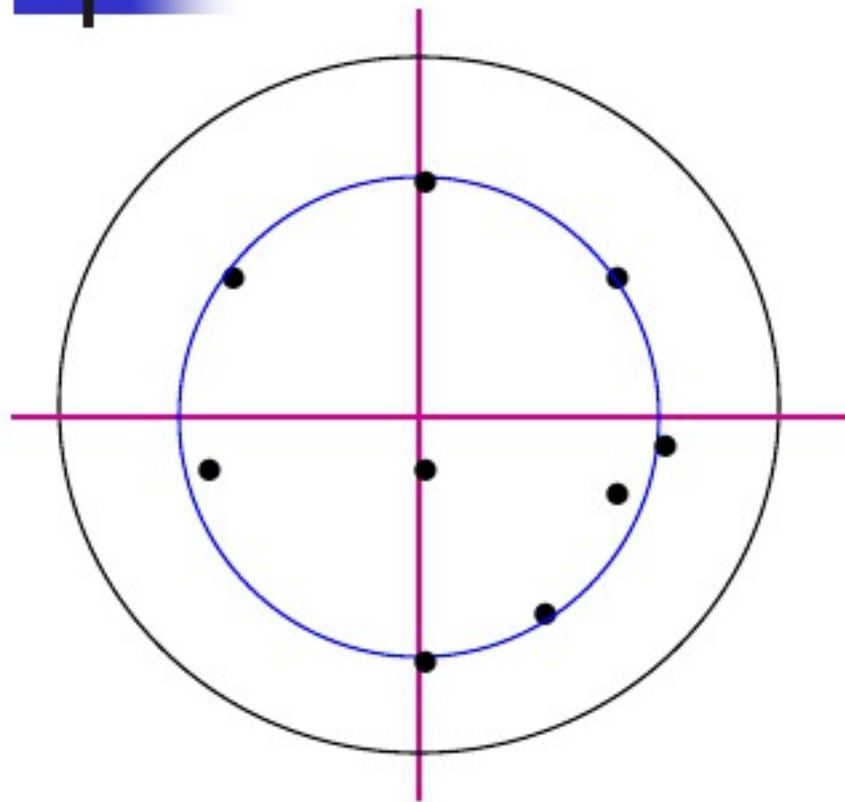
等級	Cp值	處理原則
A+	≥ 1.67	無缺點考慮降低成本
A	$1.33 \leq Cp < 1.67$	狀態良好維持現狀
B	$1.00 \leq Cp < 1.33$	改進為 A 級
C	$0.67 \leq Cp < 1.00$	制程不良較多，必須提升其能力
D	$Cp < 0.67$	制程能力太差，應考慮重新整改設計制程



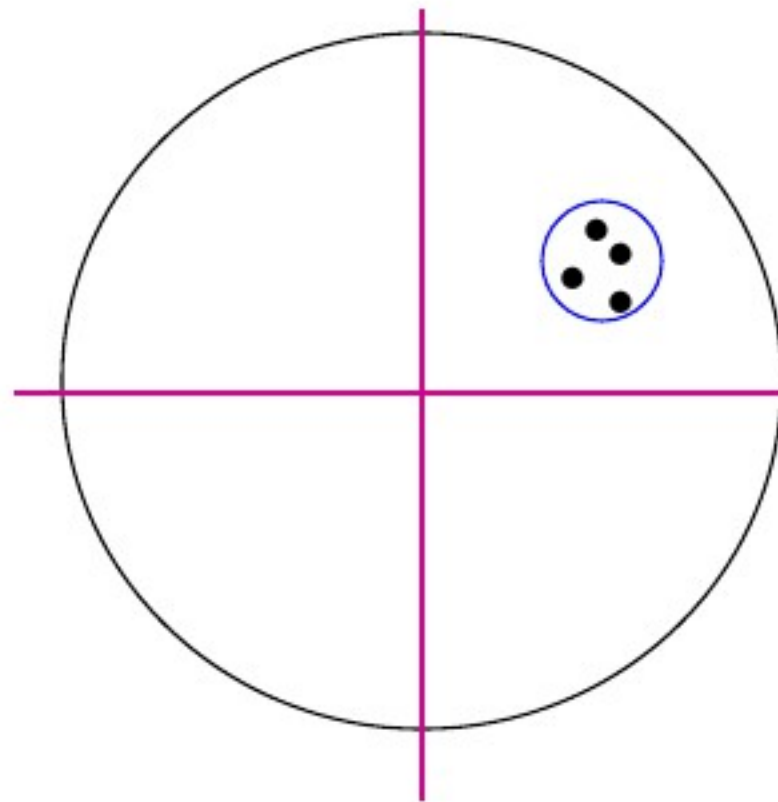
Cpk的計算公式

- $C_{pk} = C_p(1 - |Ca|)$;
- $C_{pk} \leq C_p$;
- Cpk是Cp和Ck的綜合表現；

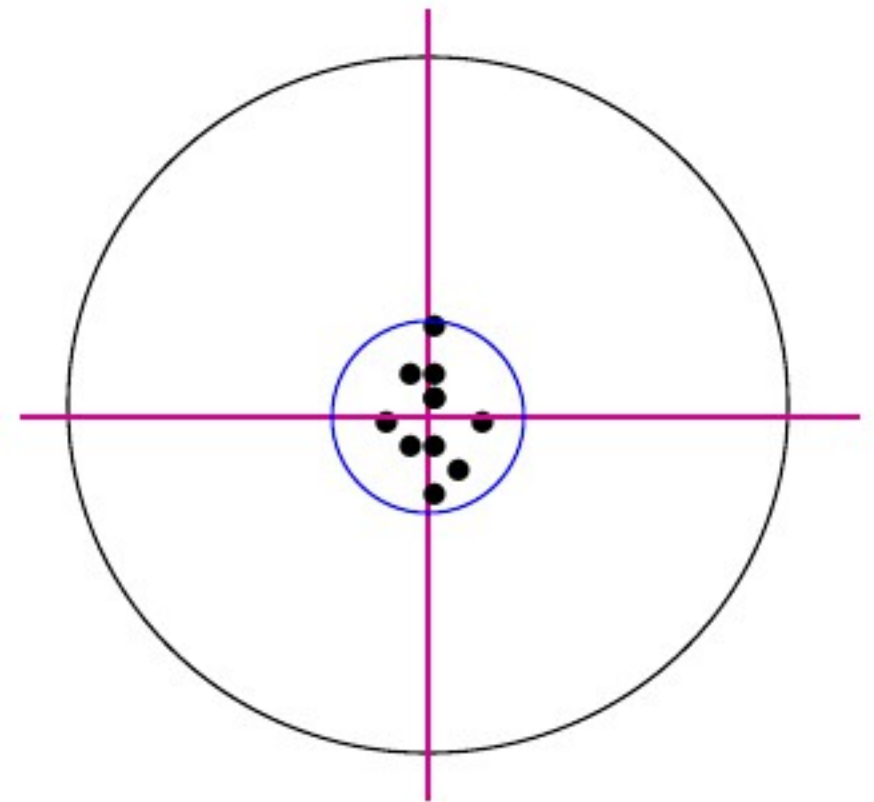
製程能力靶心圖



Ca好，Cp差



Cp好，Ca差



Cpk好；



Cpk等級評定及處理原則

等級	Cpk值	處理原則
A+	≥ 1.67	無缺點考慮降低成本
A	$1.33 \leq Cpk < 1.67$	狀態良好維持現狀
B	$1.00 \leq Cpk < 1.33$	改進為 A 級
C	$0.67 \leq Cpk < 1.00$	制程不良較多，必須提升其能力
D	$Cpk < 0.67$	制程能力太差，應考慮重新整改設計制程



Cpk和制程良率換算

Cpk	每一百件之不良 Defects per 100 parts	每一百萬件之不良(Dppm) Defects per million parts	合格率%
0.33	31.7	317310	68.3
0.67	4.5	45500	95.5
1	0.27	2700	99.73
1.33	0.0063	63	99.9937
1.67	0.000057	0.57	99.99995
2	0.0000002	0.002	≐ 100

Cpk的計算實例1

- 某工序的規格要求為 $10\pm 0.1\text{mm}$, 實際測出50個樣本值如下，計算出該工序的Cpk;

9.995	9.981	9.963	9.947	10.016
10.014	9.971	10.095	10.034	10.004
9.928	9.914	10.017	10.021	10.006
9.983	9.976	9.968	10.026	9.991
9.972	10.054	10.159	9.973	9.984
10.016	10.003	9.994	9.983	9.976
9.992	10.027	10.018	10.005	10.003
9.987	9.995	10.001	10.017	10.003
10.025	10.021	9.987	10.006	9.982
9.972	9.975	10.002	9.943	9.994

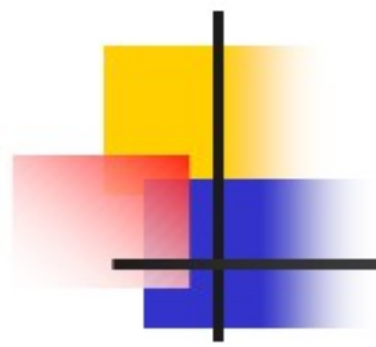


Cpk的計算實例2

- $\bar{X}=10.036;$
- $\sigma=0.027;$
- $Ca=(\bar{x}-C)/(T/2)=(10.036-10)/0.1=0.36;$
- $Cp=(10+0.1-(10-0.1))/(6*0.027)=1.239;$
- $Cpk=Cp \times (1-|Ca|)=1.239 \times (1-0.36)=0.793;$

總結

代號	定義	計算公式		等級	等級標準
		雙邊規格	單邊規格		
Ca	準確度： 比較制程實績平均值與規格中心值一致的程度；	$Ca = \frac{\bar{X} - C}{T/2}$	無	A	$ Ca \leq 12.5\%$
				B	$12.5\% < Ca \leq 25\%$
				C	$25\% < Ca \leq 50\%$
				D	$50\% < Ca $
Cp	精密度： 比較規格公差寬度和制程變異寬度；	$Cp = \frac{T}{6\sigma}$	$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}$ $C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$	A+	$1.67 \leq Cp$
				A	$1.33 \leq Cp < 1.67$
				B	$1 \leq Cp < 1.33$
				C	$0.67 \leq Cp < 1$
Cpk	制程能力指數： 綜合衡量Ca和Cp；	$Cpk = Cp(1 - Ca)$	無	D	$Cp < 0.67$
				A+	$1.67 \leq Cpk$
				A	$1.33 \leq Cpk < 1.67$
				B	$1 \leq Cpk < 1.33$
				C	$0.67 \leq Cpk < 1$
				D	$Cpk < 0.67$



质量系统推荐