



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 40681.4—2021

---

## 生产过程能力和性能监测统计方法 第4部分：过程能力估计和性能测量

Statistical methods in monitoring process capability and performance—  
Part 4: Process capability estimates and performance measures

(ISO 22514-4:2016, Statistical methods in process management—  
Capability and performance—Part 4: Process capability estimates  
and performance measures, MOD)

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
生产过程能力和性能监测统计方法  
第 4 部分：过程能力估计和性能测量  
GB/T 40681.4—2021

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址：[www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线：400-168-0010

2021 年 10 月第一版

\*

书号：155066·1-68596

版权专有 侵权必究

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 符号和缩略语 .....	1
2.1 符号 .....	1
2.2 缩略语 .....	2
3 过程能力和性能的基本概念 .....	2
3.1 位置 .....	2
3.2 离散程度 .....	2
3.3 均方误差 .....	3
3.4 参照限 .....	3
3.5 参照区间 .....	3
4 能力 .....	3
4.1 通则 .....	3
4.2 过程能力 .....	4
4.3 过程位置 .....	6
4.4 测量数据的过程能力指数 .....	6
4.5 测量数据的过程能力指数(非正态分布情形) .....	8
4.6 对过程能力评估进行描述和计算的替代方法 .....	9
4.7 连续数据的其他能力度量 .....	10
4.8 超出规范限比例的评估(正态分布情形) .....	11
5 性能 .....	13
5.1 通则 .....	13
5.2 测量数据的过程性能指数(正态分布情形) .....	13
5.3 测量数据的过程性能指数(非正态分布情形) .....	14
5.4 测量数据的其他性能指数 .....	15
5.5 正态分布情形下超出规范限比例的评估 .....	15
6 过程能力指数和过程性能指数的报告格式 .....	15
附录 A (资料性附录) 估计标准差 .....	17
A.1 通则 .....	17
A.2 固有标准差 .....	17
A.3 总标准差的估计 .....	18
附录 B (资料性附录) 使用皮尔逊曲线估计过程能力和性能度量的步骤和示例 .....	19
B.1 记录规范限 .....	19
B.2 记录过程统计量 .....	19
B.3 查找标准化 0.135%分位数 .....	19

B.4	查找标准化 99.865%分位数	19
B.5	查找表 B.3 中标准化中位数	19
B.6	计算 0.135%分位数的估计值	19
B.7	计算 99.865%分位数的估计值	19
B.8	计算中位数的估计值	20
B.9	计算过程能力指数	20
附录 C (资料性附录)	分布识别	30
C.1	通则	30
C.2	正态分布	30
C.3	对数正态分布	30
C.4	瑞利分布	32
C.5	威布尔分布	32
C.6	折叠半正态分布	32
C.7	其他分布	33
附录 D (资料性附录)	置信区间	34
D.1	正态分布	34
D.2	其他置信区间	35
参考文献		36

## 前 言

GB/T 40681《生产过程能力和性能监测统计方法》计划分为以下 8 个部分：

- 第 1 部分：通用原则和概念；
- 第 2 部分：时间相依过程模型的过程能力和性能；
- 第 3 部分：分立产品测量数据的机器性能研究；
- 第 4 部分：过程能力估计和性能测量；
- 第 5 部分：计数特性的过程能力和性能估计；
- 第 6 部分：多元正态过程能力分析；
- 第 7 部分：测量过程能力；
- 第 8 部分：多状态生产过程的设备性能分析。

本部分为 GB/T 40681 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 22514-4:2016《过程管理中的统计方法 能力与性能 第 4 部分：过程能力估计和性能测量》。

本部分与 ISO 22514-4:2016 相比进行了下述结构调整：

- 删除了 ISO 22514-4:2016 的 3.1, 将 3.1 中“本部分所涉及的评估和测量方法仅适用于计量型数据, 不适用于计数型数据, 关于计数型数据的相关内容见 ISO 22514-5”调整至第 1 章, 并修改为“本部分适用于常用生产过程中计量型数据的过程能力和性能评估, 不适用于计数型特性的过程能力和性能评估。”

本部分与 ISO 22514-4:2016 的技术性差异及其原因如下：

- 将 2.1 中“ $P_{0.135\%}$ : 0.135% 分位数”“ $P_{99.865\%}$ : 99.865% 分位数”“ $\pi$ : 几何常数”“ $e$ : 欧拉常数”删除, 原因是重复定义；
- 将 2.1 中的“ $P_\alpha$ :  $\alpha$  分位数”修改为“ $P_\alpha$  标准化皮尔逊曲线  $\alpha$  分位数”, 更加准确；
- 将 2.1 及全文中的“ $\sigma_i$ ”替换为“ $\sigma_i$ : 过程总标准差”；
- 将 2.1 及全文中的“ $Y_1, Y_2$ ”删除, 不同图中含义不同, 均已在正文中说明, 无需符号说明；
- 将 4.8 中涉及数值计算的表达式“ $C_{pkL} = 0.86, C_{pkU} = 0.91$ ”修改为估计的形式“ $\hat{C}_{pkL} = 0.86, \hat{C}_{pkU} = 0.91$ ”, 修改了错误使用的估计值符号；
- 将 C.3.1 中  $\mu$  和  $\sigma^2$  的参数估计“ $\hat{\mu} = \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$ ”和“ $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2$ ”, 修正为“ $\hat{\mu} = \overline{\log X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log X_i$ ”和“ $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\log X_i - \overline{\log X})^2$ ”；
- 将 C.5 中“ $X_\alpha = Y - \xi(-\log(1-\alpha))^{-\beta}$ ”修正为“ $X_\alpha = Y + \xi[-\log(1-\alpha)]^{\frac{1}{\beta}}$ ”。

本部分做了下列编辑性修改：

- 修改了标准名称；
- 修改了表 3 中数据指数不规范的表述方式；
- 将 D.1.3 中“ $K_{l_{0.95}}$ ”修改为“ $K_l$ ”；
- 将 D.1.3 中“ $K_{u_{0.95}}$ ”修改为“ $K_u$ ”；

——全文公式补充了序号；

——修改了参考文献。

本部分由全国统计方法应用标准化技术委员会(SAC/TC 21)提出并归口。

本部分起草单位:北京航空航天大学、中国标准化研究院、内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司、湖州荣柯建材科技有限公司、山西航天清华装备有限责任公司、湖州铭丰企业管理咨询有限公司、北京电子工程总体研究所、中国电子科技集团公司第十二研究所、聊城卓群汽车部件有限公司。

本部分主要起草人:杨军、黄硕、李琦、赵静、马文丽、马利军、丁丽慧、钱鑫晖、孔雪峰、孟繁兵、崔琰贺、黎磊、张月红、陈延伟、丁文兴、许艳锋。

## 引 言

许多组织已经着手推进过程持续改进战略。为了顺应该战略,任何组织都需要评估其关键过程的能力和性能。本部分给出的方法旨在帮助开展这方面的管理。管理者需要持续关注这些评估,以便在需要时开展持续改进活动。

最近,本部分有很大发展。最根本的改变是将在本部分命名的能力条件与性能条件做了概念性区分,根本差异在于过程特性是否处于统计受控状态(处于统计受控状态则称能力,否则称性能)。因此,在相关条款中给出对应能力和性能的两组指标集合。因为在工业界已经发现,由于计算和公布不恰当的指数,一些公司在其真实能力方面被误导,所以越发有必要对能力和性能作出严格区分。

本部分的进步在于从一般条件到具体条件,而且这种改进使得一般化公式呈现更具体的表现形式。

现有大量文献描绘了在任何组织内,对工作过程理解的重要性,例如,生产过程或信息处理过程。随着企业之间销售竞争的加剧,除了事关重大的产品或服务的销售价格之外,产品或服务使用期间,购买者将要承担的费用也越来越重要。每个供应商的目标不再是仅仅满足规范要求,而是需要持续减小变异。

在竞争持续加剧的世界里,持续改进可以降低产品失效损失和生存的花费。因为随着变异的减小,估价成本随之降低,检测产品的需求可能会消失或者降低抽样频率。

为使组织有能力评估其供应商的能力和性能,过程能力和性能评估是必需的。这些组织会发现包含在本部分的指标在这方面是有用的。

量化一个过程表现出来的变异,可以对其满足某些给定要求的适用性和能力作出判断。下述段落和条款提供了确定一个过程的能力或性能需要理解的哲学原则。

所有过程都存在固有变异。本部分并没有特意解释固有变异的含义、存在原因、来源及其如何影响过程,而是以固有变异稳定存在作为前提展开。

过程所有者需努力理解其过程变异的来源。将绘制过程流程图、识别过程输入和输出等方法,与因果图(鱼骨图)一起合理使用,有助于识别这些过程变异。

区分短期变异和长期变异对本部分的使用非常重要,而仅依据短期变异确定的过程能力,与那些使用长期变异性所确定的过程能力,可能差异巨大。

当考虑短期变异时,可以只依据最短期变异开展,有时也称为机器研究,在 ISO 22514-3 中有描述。开展此类研究所需方法超出了本部分的范围;应该指出,这些研究是重要且有用的。

需要指出,本部分只提供了过程能力指数的点估计,鉴于实际需求,建议尽可能计算这些指数的置信区间。

# 生产过程能力和性能监测统计方法

## 第4部分：过程能力估计和性能测量

### 1 范围

GB/T 40681 的本部分针对正态分布和非正态分布两类情形,分别给出了常用的过程能力和性能度量指标,提供了过程能力和性能的评估方法。

本部分适用于常用生产过程中计量型数据的过程能力和性能评估,不适用于计数型特性的过程能力和性能评估。

### 2 符号和缩略语

#### 2.1 符号

下列符号适用于本文件。除下述符号之外,有些符号在正文中使用时定义。

$\alpha$	分数或比例
$\beta$	威布尔分布形状参数
$\beta_2$	峰度系数
$c_4$	与子组大小 $n$ 有关的常数
$C_p$	过程能力指数
$C_{pk}$	最小过程能力指数
$C_{pkL}$	下过程能力指数
$C_{pkU}$	上过程能力指数
$C_{pm}$	田口过程能力指数
$C_R$	过程能力倒数(PCF)
$d_2$	与子组大小 $n$ 有关的常数
$\Phi$	标准正态分布的分布函数
$\gamma$	威布尔分布位置参数
$\gamma_1$	偏度系数
$m$	子组个数
$K_1, K_u$	用于估计过程能力指数置信限的系数
$L_{SL}$	下规范限
$N$	样本总量
$n$	子组大小
$P_\alpha$	标准化皮尔逊曲线 $\alpha$ 分位数
$p_L$	下不合格率
$P_p$	过程性能指数
$P_{pk}$	最小过程性能指数
$P_{pkL}$	下过程性能指数
$P_{pkU}$	上过程性能指数