



中华人民共和国国家军用标准

FL 0106

GJB/Z 127B-2023

代替 GJB/Z 127A-2006

装备质量管理统计方法应用指南

Application guidelines for statistical methods for
equipment quality management

2023-07-17 发布

2023-10-01 实施



中央军委装备发展部 颁布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	1
5 统计方法	1
5.1 描述性统计方法	1
5.2 过程能力分析	4
5.3 统计过程控制(SPC)图	6
5.4 抽样	8
5.5 参数估计	9
5.6 假设检验	10
5.7 试验设计(DOE)	11
5.8 方差分析	13
5.9 回归分析	16
5.10 测量分析	19
5.11 时间序列分析	20
5.12 模拟	21
附录 A (资料性附录) 与应用时机对应关系	23
附录 B (资料性附录) 与 GJB 9001C-2017 对应关系	25
参考文献	27

前 言

本指导性技术文件代替 GJB/Z 127A-2006《装备质量管理统计方法应用指南》。

本指导性技术文件与 GJB/Z 127A-2006 相比，主要有以下变化：

- a) 对统计方法的层次表述进行了修改：即概念、用途与益处、应用步骤、应用要求和应用示例；
- b) 将原文中的分层法、调查表、树图、排列图、因果图、对策表、关联图、矩阵图、直方图、散布图、柱状图、饼分图、折线图等图表工具进行了整合，增加了亲和图、环形图、网络图、过程决策程序图、甘特图等统计工具，统一表述为描述性统计方法；
- c) 将原文中的过程能力指数、控制图、抽样检验、正交试验等统计方法名称变更为过程能力分析、统计过程控制图、抽样、试验设计等，并对其表述内容进行了补充完善；
- d) 增加了参数估计、假设检验、测量分析、时间序列分析、模拟等统计方法，删减了原文中故障树分析、故障模式影响及危害性分析等条款；
- e) 在方差分析、回归分析中补充了双因素方差分析、多元线性回归分析的表述内容；
- f) 以装备质量管理全寿命周期为主线，对附录 A 进行了修改；结合 GJB 9001C-2017 的相关章节，对附录 B 进行了修改。

本指导性技术文件的附录 A、附录 B 是资料性附录。

本指导性技术文件由中央军委装备发展部合同监管局提出。

本指导性技术文件起草单位：火箭军装备部驻南京地区军事代表局、军事科学院系统工程研究院系统总体研究所。

本指导性技术文件主要起草人：彭辉煌、蒋 韬、王克锋、朱海涛、夏 辉、刘建伟、贾吉龙、曹 翀、靳 卫、李 戎、林 白。

本指导性技术文件所代替标准的历次版本发布情况为：GJB/Z 127-1999、GJB/Z 127A-2006。

装备质量管理统计方法应用指南

1 范围

本指导性技术文件给出了装备质量管理统计方法的种类及其用途、应用步骤、要求和示例等。本指导性技术文件适用于装备质量管理和监督工作。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本指导性技术文件的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改单（不包含勘误的内容）或修订版本都不适用于本指导性技术文件，但提倡使用本指导性技术文件的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡未注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本指导性技术文件。

- GB/T 2828 计数抽样检验程序
- GB/T 3358 统计学词汇及符号
- GB/T 13393 验收抽样检验导则
- GB/T 17989-2020 控制图
- GJB 179 计数抽样检验程序及表
- GJB 1405 装备质量管理术语
- GJB 9001C-2017 质量管理体系要求
- GJB 11057 装备采购合同监管术语

3 术语和定义

GJB 1405、GB/T 3358 和 GJB 11057 确立的术语和定义适用于本指导性技术文件。

4 基本要求

- 4.1 为保证装备质量管理和监督基于数据的精准判断与行动，应按照不同的内容、阶段和时机，选择一种或多种适宜的统计方法，且不限于本指导性技术文件所列方法。
- 4.2 统计方法的应用时机主要有：质量策划与分析阶段、质量管理实施与检验验收阶段、节点考核与绩效评价阶段、装备交付后质量分析评价与改进阶段等。
- 4.3 统计实施前应充分理解所选用统计方法的概念、用途及适用范围。
- 4.4 为保证应用的适宜性、正确性和有效性，每种统计方法应遵循一定的应用步骤和应用要求。
- 4.5 在能准确把握事实、客观判断的情况下，选用的统计方法应力求简便可行。
- 4.6 为适应网络化、数据化、智能化发展，鼓励选择（或开发）适宜的计算机统计分析软件工具，以提高统计方法在装备质量管理和监督中的应用效率。

5 统计方法

5.1 描述性统计方法

5.1.1 概念

描述性统计方法相对于推断性统计方法而言，是指以揭示数据分布特性的方式汇总并表达数据的方法，它是若干简单、快速汇总和表征数据的图解方法的总称。按照统计数据的处理方式及变量特征，描述性统计方法可按表 1 进行分类和定义。

表1 描述性统计方法的分类和定义

序号	类型	常用名称	基本定义
1	统计数据分类整理方法	分层法	根据产生数据的特征而将数据划分成若干组，进行科学归类整理和汇总分析的方法，又名分类法、分组法、层次法
2		调查表	用来系统地收集资料并对资料进行整理、分析、确认事实的方法，又名检查表、统计表、核查表
3		亲和图	充分收集针对某一问题的各种事实、意见或构思等语言、文字、数据资料，并按其相近性归纳整理，使问题得以明确并求得认同的方法，又名KJ法、A型图解法
4		树图	把要实现的因素逐步分解成越来越详细的层，系统地展开，从而寻找具体措施的图示方法，又名系统图
5	单因素数值描述	直方图	以矩形的宽度表示数据范围的间隔，以矩形的高度表示给定间隔内数据出现的频次，变化的高度形态表示数据分布情况的图示方法，又名矩形图、质量分布图
6		折线图	用来表示某一质量特性随时间推移或者抽取观测值的顺序号而出现波动趋势的图示方法
7	多因素数值比较描述	柱状图	用柱形图案的高低或长短来表示数据大小，并对数据进行比较分析的图示方法
8		饼分图	在一个圆内，以圆心为中点，按项目占整体的比例划分成若干个扇形的图示方法
9		环形图	由大小不同的饼图叠加而成，每个样本用一个环表示，样本中的每一部分数据用环中的一段表示
10		排列图	为了寻找到主要质量问题或影响质量的主要因素，将一定期间内所采集的数据，依项目加以分类，并按其影响程度进行排列的图示方法，应用双直角坐标系表示
11	多因素相互关系描述	散布图	用来研究两个变量之间是否存在相关关系以及存在何种相关关系的图示方法
12		矩阵图	用矩阵形式分析因素之间相互关系的图示方法，有L型、T型、Y型、X型、C型和屋顶型等不同形状，形状的不同取决于比较组数的多少
13		因果图	用于表述和分析质量特性与影响质量特性的因素之间关系的方法
14		关联图	把几个质量特性与影响质量特性的因素之间的因果关系用箭头连接起来的图示方法
15	对策措施类数据描述	对策表	针对发生质量问题的主要原因制定应采取哪些相应措施的计划表
16		网络图	用来计划和表示项目所需的工作程序、潜在时间进度、资源配置问题的图表方法，通常有单代号网络图(节点型)和双代号网络图(箭线型)
17		甘特图	以图示的方式通过活动列表和时间刻度形象地表示出项目的活动顺序与持续时间，用于质量管理中的事件统计与进程管理
18		过程决策程序图	用来研究项目执行过程中各节点可能存在的风险以及相应预防措施的图表方法，又名PDPC法

5.1.2 用途与益处

描述性统计是对数据进行分析的初始步骤，是使用其他统计方法的基础，它提供了一种高效简便地汇总和表征数据的方式，有助于数据的分析和解释，尤其图解法是一种非常有效的展示数据和传递信息的方法；它适用于能收集到定量数据的所用场合，能提供有关装备、过程或质量管理体系的信息，并可为管理评审或决策提供有价值的帮助等。

5.1.3 应用步骤

5.1.3.1 确定统计对象与统计内容。

5.1.3.2 分析统计内容的数据特征，区分数值型数据、非数值型数据与综合型数据。

5.1.3.3 明确统计目标，区分定量统计、定性统计与综合性统计。

5.1.3.4 将统计问题标准化，选用适用的图表或方法。

- 5.1.3.5 数据收集，进行真伪判别、格式处理及取舍判别。
- 5.1.3.6 应用图表或方法进行数据处理，得出统计结果。
- 5.1.3.7 分析统计结果，作出统计结论。
- 5.1.3.8 分析是否达成统计目标，确定是否需要继续进行数据收集或选用其他方法。

5.1.4 应用要求

描述性统计方法在应用中的要求及注意事项包括：

- a) 描述性统计的各种方法可以多次使用或组合使用，同时根据数据的复杂性，描述性统计有时需要抽样、假设检验等统计方法的支撑；
- b) 统计样本量的大小、数据的真伪、数据抽样与分层的合理性、数据的异常突变以及数据表示方法对得出统计结果有直接影响，为此，需高度关注样本量和数据质量；
- c) 描述性统计中样本数据特性(如均值和标准差)的定量测度受到样本量和所使用的抽样方法的限制，用这些定量测度对所抽取样本的总体特性进行估计时，应先进行显著性检验。

5.1.5 应用示例

描述性统计方法常用于对产品或过程的评价，其典型应用示例如下：

- a) 汇总产品特性的关键测度(如中心值和离散程度)，分析说明测量数据；
- b) 通过直方图展示过程特性的分布，并与其规范限进行比较；
- c) 通过趋势图，展示一段时间内的产品特性结果；
- d) 通过散布图，评价过程变量(如温度)和产量之间可能存在的关系；
- e) 应用对策表列出解决问题的对策措施，应用网络图、过程决策程序图等研究、规划解决问题的途径，确定完成时间，进行风险评估，并设计出若干备用途径和措施；
- f) 应用甘特图确定解决问题的时间，记录解决问题的过程；
- g) 应用分层法、调查表等收集、整理过程数据，开展新的分析、评价与改进；
- h) 应用排列图寻找主要质量问题或影响质量的主要因素。

示例：统计某段时间内某型部件的机械加工不合格类型与数量，主要有：弯曲(52件)、擦伤(21件)、砂眼(10件)、断裂(5件)、污染(3件)、裂纹(2件)、其他(7件)，利用排列图分析加工缺陷。

步骤 1：将数据整理成数据表，并按照频数(即不合格数)由大到小的顺序排列。

步骤 2：计算不合格发生的累计频率(即累计比例)。

步骤 3：利用 Excel 等软件或者直接绘制排列图，横坐标为不合格类型(按照不合格数由大到小的顺序排列)，左侧主要纵坐标为不合格数，右侧次要纵坐标为累计比例，如图 1 所示。

步骤 4：分析判断：弯曲是不合格的主要因素，擦伤与砂眼为重要因素。

步骤 5：做出决策：进一步分析造成弯曲、擦伤与砂眼的原因，并采取整改措施。

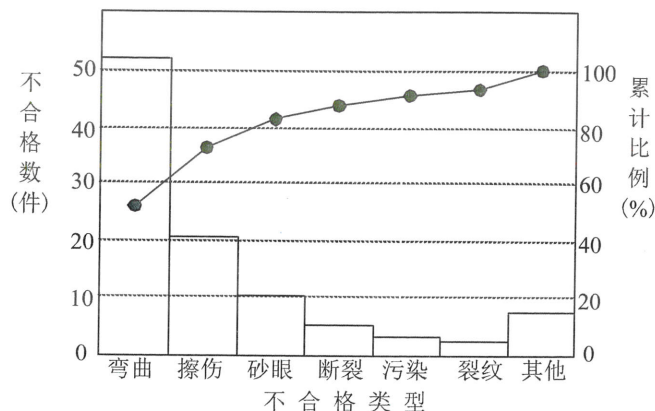


图 1 用排列图进行缺陷分析示意图

5.2 过程能力分析

5.2.1 概念

过程能力是指过程处于稳定状态时，连续产生符合规范要求的能力；过程能力分析就是检查过程的固有变异和分布，从而估计其产生符合规范所允许变差范围的输出的能力。

5.2.2 用途与益处

用来评价过程连续产生符合规范的输出的能力，并估计预期的不合格产品的概率；适用于评价过程的任一部分的能力，如“机器能力”的分析可用来评价特定设备或估算其对整个过程能力的贡献；用于评价过程的固有变异，估计预期的不合格品百分数，进而使组织能估计不合格所发生的趋势，并做出有助于风险控制、指导过程改进的决策；确定过程能力的最低标准可指导组织选择能用于生产可接收产品的过程和设备等。

5.2.3 应用步骤

5.2.3.1 确定拟分析工序过程，采集工艺参数数据。

5.2.3.2 过程能力指数的计算。

过程能力指数的计算通常分为如下情况：

a) 给定双向公差，质量分布中心 μ 与公差中心 M 重合，过程能力指数用 C_p 表示，定义为：

$$C_p = \frac{T}{6\sigma} = \frac{T_U - T_L}{6\sigma} \dots\dots\dots (1)$$

式中： T_U 表示质量特性值的公差上限， T_L 为公差下限， $T = T_U - T_L$ 为公差幅度， σ 为质量特性值的总体标准差。相应的不合格品率计算公式为：

$$p = 2[1 - \Phi(3C_p)] \dots\dots\dots (2)$$

b) 给定双向公差，质量分布中心 μ 与公差中心 T_0 不一致，过程能力指数用 C_{pk} 表示，定义为：

$$C_{pk} = \frac{T - 2\varepsilon}{6\sigma} \dots\dots\dots (3)$$

式中： $T = T_U - T_L$ 为公差幅度，公差中心 $T_0 = (T_U + T_L)/2$ ； ε 为偏移量，即 $\varepsilon = |T_0 - \mu|$ 偏移量，如图 2 所示。相应的不合格品率计算公式为：

$$p = 2 - \left[\Phi(3C_{pk}) + \Phi\left(3C_{pk} + \frac{2\varepsilon}{\sigma}\right) \right] \dots\dots\dots (4)$$

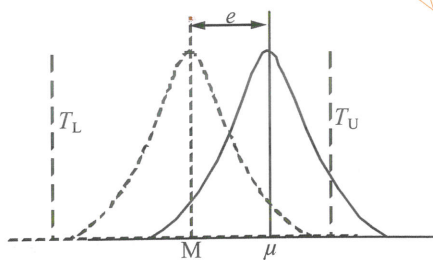


图 2 μ 与 T_0 不一致时 C_{pk} 与公差的对对应关系

c) 给定单向公差的上限公差时，过程能力指数用 C_{pU} 表示，定义为：

$$C_{pU} = \frac{T_U - \mu}{3\sigma} \dots\dots\dots (5)$$

相应的不合格品率计算公式为：

$$p = 1 - \Phi(3C_{pU}) \dots\dots\dots (6)$$

d) 给定单向公差的下限公差时，过程能力指数用 C_{pL} 表示，定义为：

$$C_{pL} = \frac{\mu - T_L}{3\sigma} \dots\dots\dots (7)$$

相应的不合格品率计算公式为：

$$p = 1 - \Phi(3C_{pL}) \dots\dots\dots (8)$$

5.2.3.3 过程能力的评定与措施。

计算过程能力指数后，应对过程能力进行评定、分析，并采取相应措施。过程能力评定及措施可参照表 2，该表对 C_{pk} 、 C_{pU} 和 C_{pL} 同样适用。对产品的安全、寿命有影响的特性值和对产品的性能、工作精度起主导作用的特性值以及精度要求高、成本高的零部件，要求的 C_p 值应适当增大，通常调整为 $C_p=1.33$ 为最小可接受值。影响过程能力的主要因素是人、机、料、法、环、测等，提高 C_p 值的主要途径是减小过程离散程度、提高质量特性分布中心与公差中心的重合度、增大规定容差等。

表 2 过程能力评定及措施表

C_p 值范围	等级	评定	应对措施
$C_p \geq 1.67$	特级	很充分	1) 缩小产品的关键或主要项目的公差范围； 2) 放宽波动幅度，以提高生产效率； 3) 改用低精度的设备加工，以降低生产成本
$1.33 \leq C_p < 1.67$	1 级	充分	1) 放宽波动幅度，但对关键和重要项目不能放宽； 2) 采用抽样检验
$1 \leq C_p < 1.33$	2 级	尚可	1) 用控制图对过程进行控制和监督，及时发现异常波动； 2) 采用 100% 检验
$0.67 \leq C_p < 1$	3 级	不足	1) 在不影响产品性能情况下，可放大公差范围； 2) 加强检验，剔除不合格品
$C_p < 0.67$	4 级	严重不足	应停止生产和验收，找出原因，提高 C_p 值后生产
注 1：针对过程能力评定结果采取应对措施，目的是统筹考虑对过程质量的需求程度、可接受的风险以及过程实现的成本，并统筹考虑该过程与前后工序过程的关系；			
注 2：针对每一个评定等级的应对措施，为在当前过程状态下可以维持或改进的主要措施，可以选择单独使用或结合使用，并可根据过程实际采取其他相应措施			

5.2.4 应用要求

过程能力分析的应用要求及注意事项包括：

- 过程分布为非正态时，应重点分析非正态分布带来的影响以及如何降低或削弱这些影响的方法和途径，否则能力指数可能引起误导；
- 过程能力指数应针对特定的工艺过程，单个的能力指数不适用所有过程，也很难揭示过程的全貌；
- 为了更全面地评价工艺水平，一些工序应同时监测两个或多个相互关联的参数，并对过程能力进行综合分析；
- 零件和分系统级应确定较高的过程能力目标，以使复杂系统达到所期望的累积质量和可靠性。

5.2.5 应用示例

过程能力分析的典型应用示例如下：

- 机器能力的分析用来评价机器按规定要求生产或运行的能力，这有助于组织作出采购或修理机器的决定；
- 车辆、航空航天装备、电子、医疗以及医疗设备的制造企业可将过程能力作为评价供方和产品的的主要准则，也可作为对采购产品和材料制定检验措施的依据；

- c) 一些制造企业通过跟踪过程能力指数,以识别过程改进的需求,或验证这些改进的有效性;
- d) 在现代电子工业等行业领域,为满足高质量、高精度、高可靠性的要求,特别是由于工序繁多,对每道工序的能力指数要求相应提高,如六西格玛质量管理水平对电子工业生产过程能力指数的要求是 C_{pk} 不小于 1.5,对应的 C_p 不小于 2.0,工艺不合格品率不大于 3.4ppm。

示例:某批加工的零件尺寸规格要求为 $20 \pm 0.15\text{mm}$,抽取样本 100 只,经计算得到样本均值即质量分布中心 μ 为 20.05mm,利用样本标准差估计总体标准差 σ 为 0.05mm,据此判断该工序的过程能力。

步骤 1:根据数据初步判断质量分布情况,选择过程能力指数计算公式。该问题属于给定双向公差,质量分布中心 μ (20.05mm)与公差中心 T_0 (20mm)不一致,过程能力指数用 C_{pk} 表示。

步骤 2:计算偏移量 $\varepsilon = |T_0 - \mu| = |20 - 20.05| = 0.05\text{mm}$ 。

步骤 3:计算过程能力指数 $C_{pk} = (T - 2\varepsilon) / 6\sigma = (T_U - T_L - 2\varepsilon) / 6\sigma = (20.15 - 19.85 - 2 \times 0.05) / (6 \times 0.05) = 0.667$ 。

步骤 4:分析判断:按照过程能力通用评定规则,如表 2 所示,该工序过程能力不足,已接近不可接受。

步骤 5:做出决策:(1)对该批次零件加强检验,剔除不合格品;(2)分析影响该工序加工精度的主要因素,采取改进措施,提升加工精度;(3)若经与下一工序协商,该型零件尺寸规格公差可以增大,则该工序过程能力指数重新计算会相应增大。

5.3 统计过程控制 (SPC) 图

5.3.1 概念

统计过程控制 (SPC) 图是将过程定期收集的样本所获得的数据按顺序点绘而成的图。SPC 图上标有过程稳定时描述过程固有变异的“控制限”。

5.3.2 用途与益处

SPC 图通过检查所点绘的数据与控制限的关系来评价过程的稳定性,通过图中描绘的单值读数或诸如样本平均值与控制限进行比较,可检测过程的变化;通过采取附加准则解释所绘数据的趋势和形态,可更迅速地展示过程变化,或提高识别过程微小变化的灵敏度;可用于组织的各个层次,可识别问题并分析问题产生的根本原因等。

5.3.3 应用步骤

5.3.3.1 确定要实施控制的工序节点。

一条生产线通常包含多道工序,开始实施过程控制可以首先针对关键工序节点实施,即对最终产品特性、成品率、质量可靠性有重要影响的工序节点。

5.3.3.2 确定工艺参数。

定量表征工序节点的特性和状态,可包括工艺结果参数、原材料参数、工艺条件参数等。

5.3.3.3 确定工艺条件。

根据对工艺加工结果参数的规范要求,确定设备运转的工艺条件,也可采用试验设计等技术进行条件优化。

5.3.3.4 抽取样本并处理数据。

按要求采集工艺参数,剔除虚假数据,同时判定总体的均值和标准差是否已知,如未知则利用样本估计总体的均值和标准差。

5.3.3.5 生产过程统计受控状态分析。

采集一定批次的数据后,根据待分析参数的特征调用控制图、计算控制限、绘制控制图。根据对数据波动状态的分析,确认过程是否处于统计受控状态。典型的控制图包含中心线和位于中心线两侧的控制限,中心线反映统计量预期变化的中心水平,控制限定义了一个区间,区间的宽度在某种程度上由过程的固有变异决定。如果过程受控,则统计量会随机落在两条控制限所确定的区间内,表明过程处于统计受控状态,该过程可以使用当前参数设置继续运行。如果描点的统计量位于该区间外,表明可能有特殊原因导致了过程变异,应查明原因、解决问题,并重新进行样本抽取和受控状态分析。不同类型控制图的判定准则可参考 GB/T 17989.1-2020《控制图 第 1 部分:通用指南》第 5.1、5.2、5.3、5.5 条款。

5.3.3.6 过程能力指数分析。

对处于统计受控状态的工序，可以进一步利用已采集的数据进行过程能力指数分析，确定工艺水平的高低。

5.3.3.7 生产过程统计受控状态维持。

继续保持工艺参数数据的连续监测，调用控制图分析采集的数据，确认维持统计受控状态，否则应查明原因、解决问题。

5.3.3.8 判断处置。

判断生产过程是否发生变化，确定是否需要改变控制限或调整控制图。

5.3.4 应用要求

SPC 图在应用中应遵循如下要求：

- 应充分理解控制图的应用条件，严格按照 GB/T 17989-2020 进行控制图的选取和绘制，如常规控制图只能控制一个质量特性，一张控制图只能控制一个控制对象，计量控制图所用样本必须服从正态分布等；
- 应保证控制图的及时性和动态性。抽样间隔时间一经确定就必须按时抽样、进行测量并取得数据，计算后及时在控制图上描点；
- 应以最好地反映所关心的变差的方式抽取过程样本，这是有效使用和解释统计过程控制图以及理解过程变差来源的关键。

5.3.5 应用示例

例如在汽车、电子、国防装备等行业的公司经常利用关键特性的控制图，实现和证实持续的过程稳定性和能力。例如接收了不合格产品，使用控制图可有助于明确风险并确定纠正措施的实施范围。例如平均响应时间、差错率和顾客抱怨频次等样本特性的控制图可用于测量、诊断和改进服务业的业绩。

示例：统计某轴承直径测量值，绘制控制图，对加工过程受控状态进行分析。

步骤 1：选择控制图类型。计量控制图是对统计过程控制的典型代表，常用的是平均值图。

步骤 2：收集数据。一般收集至少 25 个子组，每个子组中含 5 个数据，如表 3 所示，统计计算出每个子组的直径测量值均值，单位为 mm。

步骤 3：计算所有数据的总平均值和平均极差，以及上下控制限。具体计算方法可参考 GB/T 17989.2-2020《控制图 第 2 部分：常规控制图》第 6.2 条款。

步骤 4：利用 Excel 等软件或者直接绘制平均值图，点绘每个子组平均值的计算值、总平均值（即中心线）、上下控制限，如图 3 所示。

步骤 5：分析判断：观察发现第 12 个子组失控，表明可能有某些可查明原因在起作用。

步骤 6：做出决策：应进一步分析第 12 个子组失控的原因，对加工过程进行检查，判断工艺设置是否需要调整。

表 3 统计某轴承直径测量值的样本子组分析数据

子组序号 j	子组均值 \bar{X}_j	子组序号 j	子组均值 \bar{X}_j	子组序号 j	子组均值 \bar{X}_j
1	14.0746	10	14.0744	19	14.0748
2	14.0726	11	14.0766	20	14.0754
3	14.0754	12	14.0568	21	14.0732
4	14.0771	13	14.0768	22	14.0741
5	14.0708	14	14.0692	23	14.0708
6	14.0698	15	14.0716	24	14.0761
7	14.0771	16	14.0748	25	14.0722
8	14.0744	17	14.0754	—	—
9	14.0704	18	14.0734	—	—

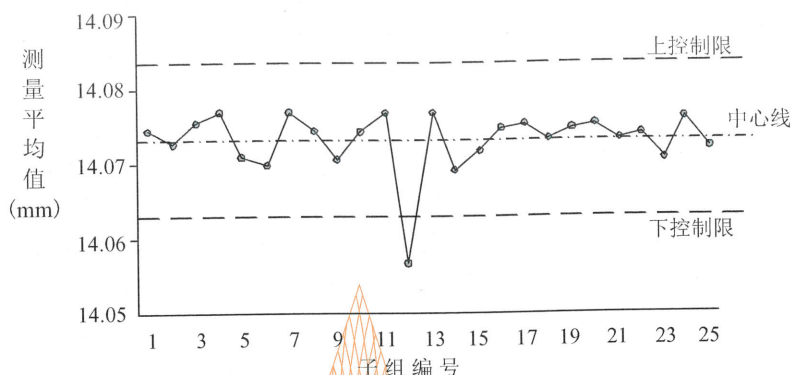


图3 利用平均值图进行统计过程分析示意图

5.4 抽样

5.4.1 概念

抽样是一种系统的统计方法,它通过研究总体有代表性的部分(即样本)来获取该总体的某些特性信息。有各种抽样技术可以使用,如简单随机抽样、分层抽样、系统抽样、序贯抽样、跳批抽样等,抽样技术的选择取决于抽样的目的和抽样条件。

5.4.2 用途与益处

在产品验收中,一般使用抽样检验方法,即从考虑的一批产品中抽取若干单位产品进行检验,据此判断该批产品是否合格;可用于检验生产方提交的批质量水平是否处于或优于相互认可的质量水平,主要益处是经济性,既可保证被接受批具有一定质量,又可显著节约检验工作量和检验费用;下列场合通常需采用抽样检验,即:检验具有破坏性,批产品数量多且全数检验工作量大,检验技术复杂、费用高,检验对象是连续体的检验;用于外购产品或材料验收时,抽样检验通过批不接受使供方在经济上和心理上产生压力,可有效促使其将过程平均质量水平保持在规定值以上。

5.4.3 应用步骤

- 5.4.3.1 明确所要验收产品的总体,批量大小,区分连续批和孤立批。
- 5.4.3.2 根据应用场合,按照 GB/T 13393 或 GJB 179 确定适合的抽样标准。
- 5.4.3.3 规定单位产品的质量特性、检验要求、不合格分类等信息。
- 5.4.3.4 明确抽样计划,设计抽样方案并检索抽样方案。

在接收质量限(AQL)值的基础上,规定检验水平、检验严格度和抽样次数,明确正常、放宽和加严检验的转移规则等。

5.4.3.5 抽取样本。

5.4.3.6 检验样本,并对检验数据进行收集整理。

5.4.3.7 判定产品批是否合格,做出批接受或批拒收的结论。

5.4.4 应用要求

抽样在应用中的要求及注意事项包括:

- a) 应根据需求选用恰当的国家标准指导抽样,同时应严格按照选用标准进行抽样,非标准化的抽样方法(如百分比抽样)往往缺乏理论依据而不适用;
- b) 设计抽样方案时,应按选用标准合理决定样本量、抽样频次、划分子组的根据以及抽样方法等;
- c) 一般应按简单随机抽样从批中抽取作为样本的单位产品,当批由子批或层组成时,应使用按比例配置的分层抽样。

5.4.5 应用示例

例如采用抽样对操作者、机器或产品的过程检查，以便监测变差并确定纠正及预防措施；通过对散料抽样，能对散料(如液体或气体)组成成分的数量或性质作出估计等。

示例：某产品实施抽样检验，协议中规定了 AQL 值为 0.40，检验水平 I，该批量为 250 个，采用一次抽样方案，步骤如下：

步骤 1：明确所要验收检验产品的整体，总体数 $N=250$ ，为连续批。

步骤 2：确定抽样标准。根据 GB/T 13393，选择 GB/T 2828 中规定的计数型 AQL 方案，一次抽样，AQL 值为 0.40。

步骤 3：明确抽样计划。检验水平 I，一次抽样，正常检验。

步骤 4：明确抽样方案，获得抽样方案三个要素。通过批量数 250 个检索样本量字码表为 E，样本量 $n=13$ ，接收数 $A_c=0$ ，拒收数 $Re=1$ 。

步骤 5：抽取样本。按简单随机抽样，从批中抽取样本。

步骤 6：检验样本，发现 d 个不合格品。

步骤 7：判定产品批是否合格。若 $d \leq A_c$ 接受该批；若 $d \geq Re$ 拒收该批。

如果在步骤 2 中选择调整型抽样方案，按照 GB/T 2828 的要求则需要再增加一组抽样方案(包括正常方案、加严方案和放宽方案)和一套转移规则，如图 4 所示。

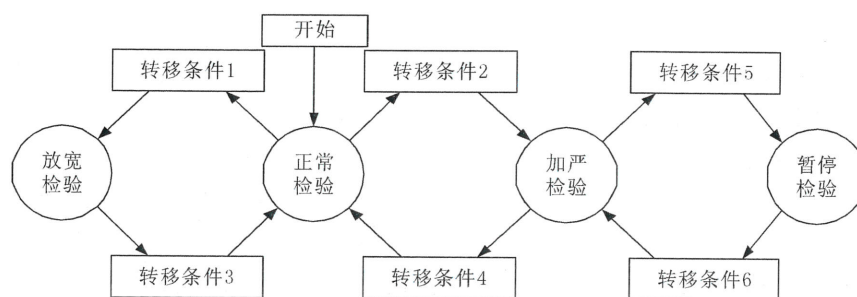


图 4 调整型抽样的转移规则简图

5.5 参数估计

5.5.1 概念

参数估计是根据从总体中抽取的样本来估计总体分布中未知成分的一种统计推断方法。

5.5.2 用途与益处

参数估计在概率分布已知的情况下，借助有限样本数据来估计总体的未知参数(如均值、方差等)，是一种由已知推断未知的过程，其利用严格的统计论证，能求出未知参数的估计量，也能在一定置信水平下指出所求估计量的区间精度等。

5.5.3 应用步骤

5.5.3.1 明确样本信息。

样本数据记为 x_1, x_2, \dots, x_n ，样本量为 n 。

5.5.3.2 整理样本数据。

计算样本均值 \bar{x} 、样本标准差 s 。

5.5.3.3 确定估计类型。

根据总体和样本的信息，考虑总体是否正态分布、总体方差是否已知、样本量大小等因素，判断选用哪种类型的置信区间，常用参数估计类型如表 4 所示。

表 4 常用参数估计类型表

待估计参数	已有条件	点估计值	置信区间
总体均值 μ	1) 正态总体 2) σ 已知	\bar{x}	$\bar{x} \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} Z_{\alpha/2}$
	1) σ 未知 2) 大样本	\bar{x}	$\bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{n}} Z_{\alpha/2}$
	1) 正态总体 2) σ 未知 3) 小样本	\bar{x}	$\bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{n}} t_{\alpha/2}(n-1)$
总体方差 σ^2	1) 正态总体 2) μ 未知	s^2	$\frac{(n-1)s^2}{\chi_{\alpha/2}^2(n-1)} \leq \sigma^2 \leq \frac{(n-1)s^2}{\chi_{1-\alpha/2}^2(n-1)}$

注：一般认为样本量 $n \geq 30$ 的样本量可以称为大样本，反之 $n < 30$ 称为小样本。

5.5.3.4 规范参数估计结果，得出结论。

5.5.4 应用要求

参数估计在应用中的要求及注意事项包括：

- 样本容量的大小对参数估计的精度和可靠性影响很大，应选择合理的样本容量 n ；
- 总体方差越大，则必要的样本容量 n 越大；
- 在给定的置信水平下，允许误差越大，则 n 可以小，反之， n 必须加大；
- 要求的可靠性越高，则 n 应越大，反之， n 可以小。

5.5.5 应用示例

参数估计一般用于回答“是多少”、“在什么范围”之类的问题。例如，通过抽样测量单个产品的重量来估计某批产品的重量区间范围；汽车制造厂通过抽样和估计某品牌轮胎的寿命在什么范围；军工企业通过抽样来估计某批枪支的射击精度是多少等。

示例：某铸造件的抽样称重结果(公斤)为：112.5, 101.0, 103.0, 102.0, 100.5, 102.6, 107.5, 95.0, 108.8, 115.6, 100.0, 123.5, 102.0, 101.6, 102.2, 116.6, 95.4, 97.8, 108.6, 105.0, 136.8, 102.8, 101.5, 98.4, 93.3。已知铸造件重量服从正态分布，且 $\sigma = 10$ 。试以一定置信水平估计该批铸造件的重量范围。

步骤 1：明确样本信息。样本量 $n=25$ 。

步骤 2：整理样本数据。计算样本均值 $\bar{x} = 105.36$ 。

步骤 3：确定估计类型。根据总体和样本的信息，使用表 4 中第 1 组置信区间，取 $\alpha = 0.05$ ，得到的结果为置信水平为 95% 的置信区间，此时 $z_{\alpha/2} = 1.96$ 。得到：

$$\bar{x} \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} z_{\alpha/2} = 105.36 \pm \frac{10}{\sqrt{25}} \times 1.96, \text{ 即 } (101.44, 109.28)$$

步骤 4：该批铸造件总体重量范围以置信水平为 95% 的置信区间为 (101.44, 109.28)。

5.6 假设检验

5.6.1 概念

假设检验是在规定的风险水平上确定一组数据(一般是来自样本的数据)是否符合已给定假设的统计方法。假设可能是关于某一特定统计分布或模型的假定，也可能是关于某一分布的参数值(如均值)。

5.6.2 用途与益处

假设检验可用于检验总体参数或分布是否符合特定标准，也可用来检验两个或多个总体的差别；对样本统计的参数进行假设检验以估计总体参数，该用途与参数估计类同；对其他统计方法的结果进行显著性检验，如通过假设检验对回归分析中各个回归系数做显著性检验；本指导性技术文件所列的许多统计技术明确或隐含地引用了假设检验，如抽样、SPC 图、试验设计、回归分析和测量分析等。

5.6.3 应用步骤

5.6.3.1 提出原假设 H_0 和备择假设 H_1 。

原假设 H_0 是一个特定的统计假设，对它要做出拒绝或接受的决定，备择假设 H_1 异于原假设，是在原假设被拒绝时可能采用的统计假设，与原假设是对立的。以假设检验总体均值为例，典型双边检验的原假设、备择假设表达式为：

$$H_0: \mu = \mu_0, \quad H_1: \mu \neq \mu_0 \text{ (双边检验)} \dots\dots\dots (9)$$

式中： μ_0 是已知参数， μ 是需要检验的总体参数。

5.6.3.2 抽取样本，确定样本量 n 以及显著性水平 α 。

结合样本量 n 来确定显著性水平 α ，即“在规定的风险水平”的条件，也称弃真风险水平。

5.6.3.3 构造检验统计量。

根据给定的条件和检验目的，选择一个在原假设 H_0 为真时分布已知的检验统计量，实际应用中广泛出现的有 z 分布、 χ^2 分布、 t 分布等，判断方法参照本指导性技术文件 5.5.3.3。

5.6.3.4 求出拒绝域。

拒绝域是检验统计量取值的一个集合，按概率值 $P\{\text{当 } H_0 \text{ 为真而拒绝 } H_0\} \leq \alpha$ 求出拒绝域。

5.6.3.5 根据检验准则判定、决策并得出结论。

如统计量的观测值在拒绝域内，则原假设 H_0 被拒绝，否则原假设不被拒绝。

5.6.4 应用要求

为确保假设检验的结论有效，应慎重确定样本量和弃真风险水平，合理构建检验统计量，同时样本应为独立的或随机抽取的。

5.6.5 应用示例

假设检验可用于以下方面：

- 应用于判断生产过程变化后对产出是否有影响，例如工厂更换了新的生产设备，或变更了新的原料，通过假设检验可以判断变化后的生产水平、产品质量等指标是否有显著变化；
- 当需比较不同批次零件的差异时，可检验两个(或多个)总体的均值是否不同；
- 用于检验两个相同生产线的输出中缺陷品率的差异，或检验某些产品或过程特性是否有改进。

示例：某工厂更新设备后生产了一批元件，元件寿命(以小时计)服从正态分布。抽取样本 16 只元件寿命如下：159, 280, 101, 212, 224, 379, 179, 264, 222, 362, 168, 250, 149, 260, 485, 170。分析这批元件平均寿命是否大于原先生产的元件(平均寿命 225 小时)。

步骤 1：提出单边假设，即 $H_0: \mu \leq \mu_0 = 225, H_1: \mu > 225$ 。

步骤 2：样本量 $n=16$ ，确定显著性水平 $\alpha=0.05$ 。计算出样本平均值为 241.5、标准差为 98.726。

步骤 3：构建统计量。示例中是检验这批元件平均寿命，属于检验总体均值 μ ，符合 t 分布。计算：

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} = 0.669$$

步骤 4：求出拒绝域。在 $n=16$ 、 $\alpha=0.05$ 时，查表得 $t_{\alpha}(n-1)=1.753$ ，拒绝域为 t 值大于 1.753。

步骤 5：由于 $t=0.669 < 1.753$ 没有落入拒绝域，因此接受 H_0 。

作出判断：不拒绝 H_0 假设，更新设备后生产的这批元件平均寿命不大于 225 小时。

5.7 试验设计(DOE)

5.7.1 概念

试验设计(DOE)是指以计划好的方式进行的调研，它依赖于对结果的统计评价，从而在规定的置信水平下得出结论。试验设计通常包括：对所调研的系统引入变化，并统计评价这些变化对系统的影响。

5.7.2 用途与益处

试验设计用于确认系统的某些特性，调查某个或多个因素对系统某些特性的影响；在规定的置信水平下，对产品、过程或体系的某些特性作出评价；用于调查复杂系统的输出受多个潜在因素影响的情况；用于识别某一过程中多个因素间的交互效应，有利于深入了解过程。

5.7.3 应用步骤

5.7.3.1 明确试验目的。

5.7.3.2 确定考核指标。

5.7.3.3 挑因素、选水平、制定因素表。

5.7.3.4 设计试验方案，如设计正交试验，选择合适的正交表等。

5.7.3.5 实施试验方案。

5.7.3.6 试验结果分析，如采用极差分析法、方差分析法等。

5.7.3.7 反复调优试验，确定最佳方案。

5.7.3.8 进行验证试验。

5.7.3.9 明确评价结论。

5.7.4 应用要求

在试验设计中的要求主要包括：

- a) 试验设计安排因素时，应防止主因素与潜在未知因素交互作用的混杂效应；
- b) 试验过程中，考察因素应控制在要求的精度范围内，当因素值是连续量时，水平间的间隔不应太大或太小；
- c) 试验前应确定考察指标，有多个指标时应分清主次，一般应用单指标进行试验；
- d) 对试验结果的数据分析方法应与试验方案相适应。

5.7.5 应用示例

试验设计可用于以下方面：

- a) 质量管理中，试验设计常用于对产品或过程的评价，例如通过正交试验设计来确认生产工艺条件的效果，或评价几类工艺条件的相对有效性；
- b) 试验设计广泛用来识别复杂过程的影响因素，从而控制或改进一些所关心的特性(如过程的产量、产品的强度、耐久性、噪声水平等)均值或减少变异，在诸如电子元器件、精密仪表、复杂装备的生产中经常用到；
- c) 通过设计试验得到的信息可建立数学模型，在某些限制条件下，该类模型将所关心的系统特性作为影响因子的函数，可用于预测。

示例：某产品密度要求大于 $1.55\text{g}/\text{cm}^3$ ，而目前生产过程中往往达不到要求，产品合格率为 85%。要求提高产品合格率，试验设计步骤如下：

步骤 1：明确试验目的。进行正交试验，找出最佳方案提高产品合格率。

步骤 2：确定考核指标。考核产品合格率。

步骤 3：挑因素、选水平、制定因素水平表。如表 5 所示。

步骤 4：设计试验方案。根据因素水平表，设计 4 因素 3 水平的正交试验，选用 L₉(3⁴) 正交表。

步骤 5：实施试验方案。得到 9 组试验结果(密度值)，如表 6 所示。

步骤 6：试验结果分析，采用综合评分法对产品最优者打 9 分，次之扣 1 分，形成综合评分；采用极差分析法，得到每个因素的极差，如表 6 所示，其中因素 C 的极差最大，为主要影响因素。

步骤 7：反复调优试验，确定最佳方案。根据每个因素的水平累积积分大小，选出最佳组合方案：因素 A 水平 2、因素 B 水平 1、因素 C 水平 3 和因素 D 水平 3。

步骤 8：进行验证试验。运用最佳方案生产若干批次，产品密度均大于 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。

步骤 9：明确评价结论。经验证，使用最佳方案进行生产会大大提高产品合格率，合格率达到 100%。

表 5 因素水平表

水平	因素 A	因素 B	因素 C	因素 D
	加料时间 (min)	化合温度 (°C)	搅拌速度 (r/min)	搅拌器形状
1	40	45	80	三层
2	50	55	100	两层
3	60	65	120	单层

表 6 $L_9(3^4)$ 正交表

试验号	因素 A	因素 B	因素 C	因素 D	试验结果 (g/cm ³)	综合评分
1	(1)40	(1)45	(1)80	(1)三层	1.34	1
2	(1)40	(2)55	(2)100	(2)二层	1.65	4
3	(1)40	(3)65	(3)120	(3)单层	1.68	5
4	(2)50	(1)45	(2)100	(3)单层	1.83	8
5	(2)50	(2)55	(3)120	(1)三层	1.82	7
6	(2)50	(3)65	(1)80	(2)二层	1.63	3
7	(3)60	(1)45	(3)120	(2)二层	1.86	9
8	(3)60	(2)55	(1)80	(3)单层	1.72	6
9	(3)60	(3)65	(2)100	(1)三层	1.60	2
水平 1 累计分	1+4+5=10	1+8+9=18	1+3+6=10	1+7+2=10	—	—
水平 2 累计分	8+7+3=18	4+7+6=17	4+8+2=14	4+3+9=16	—	—
水平 3 累计分	9+6+2=17	5+3+2=10	5+7+9=21	5+8+6=19	—	—
极差	18-10=8	18-10=8	21-10=11	19-10=9	—	—
优水平	因素 A 水平 2	因素 B 水平 1	因素 C 水平 3	因素 D 水平 3	—	—

注：表中带括号的单个数字表示水平数。

5.8 方差分析

5.8.1 概念

方差分析是在相同方差假定下检验多个正态均值是否相等的一种统计推断方法，常用的有单因素方差分析和双因素方法分析。

5.8.2 用途与益处

可用于分析对过程质量特性有显著影响的系统因素与偶然因素，并估计其影响程度；用于比较三组及以上均值的统计显著性；利用离差分解法，将系统误差和随机误差分离等。

5.8.3 应用步骤

5.8.3.1 单因素方差分析应用步骤

5.8.3.1.1 明确质量特性以及影响该质量特性的因素，记为因素 A。

5.8.3.1.2 明确因素 A 的 k 组“水平”试验，记为 A_1, A_2, \dots, A_k 。

5.8.3.1.3 收集并整理试验数据，填入表 7 中。

表7 单因素方差数据分析表

水平	实验数据	重复度	均值
A_1	$y_{11} y_{12} \cdots y_{1n_1}$	n_1	\bar{y}_1
A_2	$y_{21} y_{22} \cdots \cdots y_{2n_2}$	n_2	\bar{y}_2
\vdots	$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$	\vdots	\vdots
A_k	$y_{k1} y_{k2} \cdots \cdots y_{kn_k}$	n_k	\bar{y}_k
总试验数	—	n	—
总平均值	—	—	\bar{y}

注：总试验数 $n = n_1 + n_2 + \cdots + n_k$ ，各因数的重复度可以全相等，也可以各不相等。

5.8.3.1.4 建立方差分析表。

建立方差分析表如表8所示，其中离差平方和是各项与平均项之差的平方的总和。水平项离差平方和为 SS_A ，误差项离差平方和为 SS_e ，总离差平方和 $SS_T = SS_A + SS_e$ 。

表8 方差分析表

项目	离差平方和	自由度	均方和 MS	F 值	α 的临界值
水平项	SS_A	$\nu_A = k - 1$	$MS_A = SS_A / \nu_A$	$F_A = MS_A / MS_e$	$F_{\alpha}(\nu_A, \nu_e)$
误差项	SS_e	$\nu_e = n - k$	$MS_e = SS_e / \nu_e$	—	—
总和	SS_T	$\nu_T = n - 1$	—	—	—

注：对于给定的显著性水平 α ，其临界值 $F_{\alpha}(\nu_A, \nu_e)$ 通过查表法或计算机运算得到。查表法是通过查阅 GB/T 4086.4-1983《统计分布数值表 F 分布》获得较为精确的数值。

5.8.3.1.5 显著性判断，分析改进。

判断 F_A 值与临界值 $F_{\alpha}(\nu_A, \nu_e)$ 的数值大小。当 $F_A > F_{\alpha}(\nu_A, \nu_e)$ ，认为因素 A 是显著的；当 $F_A < F_{\alpha}(\nu_A, \nu_e)$ 时，认为因素 A 是不显著的。

5.8.3.2 双因素方差分析应用步骤

5.8.3.2.1 明确质量特性以及影响该质量特性的两个因素，记为因素 A 和因素 B。

5.8.3.2.2 明确因素试验。

对因素 A 的 k 组试验，记为 A_1, A_2, \cdots, A_k ；因素 B 的 r 组试验，记为 B_1, B_2, \cdots, B_r 。因素 A 和因素 B 交叉分组，处于同等地位。

5.8.3.2.3 收集并整理试验数据，填入表格。

如果认为因素 A 和 B 对试验结果的影响是相互独立，无交互作用，则 A 和 B 交叉分组试验只需要一个数据，然后进行步骤 5.8.3.2.4 和 5.8.3.2.5。

如果一个因素水平的结果受另一因素水平制约，那么因素 A 和 B 有交互作用，交叉分组试验需要 t 个数据 ($t \geq 2$)，交互作用可视为另一个因素，记为 AB，然后进行步骤 5.8.3.2.6 和 5.8.3.2.7。

5.8.3.2.4 列出无交互作用试验数据表，如表9所示。

表9 无交互作用方差分析试验数据表

双因素	B_1	B_2	\cdots	B_r	均值 \bar{y}_i^*
A_1	y_{11}	y_{12}	\cdots	y_{1r}	\bar{y}_1^*
A_2	y_{21}	y_{22}	\cdots	y_{2r}	\bar{y}_2^*
\cdots	\cdots	\cdots	\cdots	\cdots	\cdots
A_k	y_{k1}	y_{k2}	\cdots	y_{kr}	\bar{y}_k^*
均值 \bar{y}_{*j}	\bar{y}_{*1}	\bar{y}_{*2}	\cdots	\bar{y}_{*r}	\bar{y}

其中, $\bar{y}_{*j} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_{ij}$, $\bar{y}_{i*} = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r y_{ij}$, $\bar{y} = \frac{1}{kr} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r y_{ij}$, $i=1, 2, \dots, k$, $j=1, 2, \dots, r$ 。

5.8.3.2.5 建立无交互作用方差分析表。

建立无交互作用方差分析表, 如表 10 所示, 其中离差平方和是各项与平均项之差的平方的总和。因素 A 水平项离差平方和为 SS_A , 因素 B 水平项离差平方和为 SS_B , 误差项离差平方和为 SS_e , 总离差平方和 $SS_T = SS_A + SS_B + SS_e$ 。

表 10 无交互作用方差分析表

项目	离差平方和	自由度	均方 MS	F 值	α 的临界值
因素 A 水平项	SS_A	$\nu_A = k - 1$	$MS_A = SS_A / \nu_A$	$F_A = MS_A / MS_e$	$F_\alpha(\nu_A, \nu_e)$
因素 B 水平项	SS_B	$\nu_B = r - 1$	$MS_B = SS_B / \nu_B$	$F_B = MS_B / MS_e$	$F_\alpha(\nu_B, \nu_e)$
误差项	SS_e	$\nu_e = (k - 1)(r - 1)$	$MS_e = SS_e / \nu_e$	—	—
总和	SS_T	$\nu_T = kr - 1$	—	—	—

注: 对于给定的显著性水平 α , 其临界值 $F_\alpha(\nu_A, \nu_e)$ 和 $F_\alpha(\nu_B, \nu_e)$ 通过查表法或计算机运算得到。

5.8.3.2.6 建立有交互作用试验数据表。

建立有交互作用方差分析试验数据表并计算, 如表 11 所示。

表 11 有交互作用方差分析试验数据表

双因素	B_1	B_2	...	B_r	均值 \bar{y}_{i**}
A_1	$y_{111}, y_{112}, \dots, y_{11r}$	$y_{121}, y_{122}, \dots, y_{12r}$...	$y_{1r1}, y_{1r2}, \dots, y_{1rn}$	\bar{y}_{1**}
A_2	$y_{211}, y_{212}, \dots, y_{21r}$	$y_{221}, y_{222}, \dots, y_{22r}$...	$y_{2r1}, y_{2r2}, \dots, y_{2rn}$	\bar{y}_{2**}
...
A_k	$y_{k11}, y_{k12}, \dots, y_{k1r}$	$y_{k21}, y_{k22}, \dots, y_{k2r}$...	$y_{kr1}, y_{kr2}, \dots, y_{krn}$	\bar{y}_{k**}
均值 \bar{y}_{*j*}	\bar{y}_{*1*}	\bar{y}_{*2*}	...	\bar{y}_{*r*}	\bar{y}

其中 $\bar{y}_{ij*} = \frac{1}{t} \sum_{h=1}^t y_{ijh}$, $\bar{y}_{*j*} = \frac{1}{kl} \sum_{i=1}^k \sum_{h=1}^t y_{ijh}$, $\bar{y}_{i**} = \frac{1}{rt} \sum_{j=1}^r \sum_{h=1}^t y_{ijh}$, $\bar{y} = \frac{1}{krt} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r \sum_{h=1}^t y_{ijh}$, $i=1, 2, \dots, k$,

$j=1, 2, \dots, r$ 。

5.8.3.2.7 建立有交互作用方差分析表。

建立有交互作用方差分析表, 如表 12 所示, 其中离差平方和是各项与平均项之差的平方的总和。因素 A 水平项离差平方和为 SS_A , 因素 B 水平项离差平方和为 SS_B , 因素 AB 水平项离差平方和为 SS_{AB} , 误差项离差平方和为 SS_e , 总离差平方和 $SS_T = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_e$ 。

表 12 有交互作用方差分析表

项目	离差平方和	自由度	均方 MS	F 值	α 的临界值
因素 A 水平项	SS_A	$\nu_A = k - 1$	$MS_A = SS_A / \nu_A$	$F_A = MS_A / MS_e$	$F_\alpha(\nu_A, \nu_e)$
因素 B 水平项	SS_B	$\nu_B = r - 1$	$MS_B = SS_B / \nu_B$	$F_B = MS_B / MS_e$	$F_\alpha(\nu_B, \nu_e)$
因素 AB 水平项	SS_{AB}	$\nu_{AB} = (k-1)(r-1)$	$MS_{AB} = SS_{AB} / \nu_{AB}$	$F_{AB} = MS_{AB} / MS_e$	$F_\alpha(\nu_{AB}, \nu_e)$
误差项	SS_e	$\nu_e = krt - 1$	$MS_e = SS_e / \nu_e$	—	—
总和	SS_T	$\nu_T = krt - 1$	—	—	—

注: 对于给定的显著性水平 α , 其临界值 $F_\alpha(\nu_A, \nu_e)$ 、 $F_\alpha(\nu_B, \nu_e)$ 和 $F_\alpha(\nu_{AB}, \nu_e)$ 通过查表法或计算机运算得到。

5.8.3.2.8 显著性判断, 分析改进。

分别判断 F_A 、 F_B 、 F_{AB} 与临界值 $F_{\alpha}(v_A, v_e)$ 、 $F_{\alpha}(v_B, v_e)$ 、 $F_{\alpha}(v_{AB}, v_e)$ 的数值大小。当 $F_A > F_{\alpha}(v_A, v_e)$, 认为因素 A 是显著的, 否则因素 A 是不显著的; 当 $F_B > F_{\alpha}(v_B, v_e)$, 认为因素 B 是显著的, 否则因素 B 是不显著的; 当 $F_{AB} > F_{\alpha}(v_{AB}, v_e)$, 认为交互因素 AB 是显著的, 否则因素 AB 是不显著的。

5.8.4 应用要求

方差分析应满足如下要求:

- a) 每一个总体均应服从正态分布;
- b) 从每一个总体中抽取的样本或数据应相互独立。

5.8.5 应用示例

例如应用方差分析找出对过程质量特性有显著影响的因素, 然后加以控制、改进或消除, 在产品的设计、生产过程控制、采购过程控制、纠正措施制定和质量持续改进中, 都可应用; 在重要的正交试验的分析工作中, 均要应用方差分析, 互相影响和关联的因素越多, 越能发挥方差分析的特长。

示例: 某型号火箭进行射程试验, 射程单位是海里。试验使用 4 种燃料、3 种推进器的组合, 每种组合进行 2 次重复试验, 进行方差分析。

步骤 1: 明确两个因素, 燃料因素 A 和推进器因素 B;

步骤 2: 明确双因素试验数据有效, 有 24 个有效的射程数据;

步骤 3: 收集整理数据, 填入表 13 中;

步骤 4: 确认两因素有交互作用, 列出有交互作用方差分析试验数据, 如表 13 所示;

步骤 5: 建立有交互作用方差分析表, 计算结果填入表 14 中; 其中, 显著性对比值前者表示 $F_{0.95}$ (显著), 后者表示 $F_{0.99}$ (高度显著);

步骤 6: 显著性判断, 认为燃料对射程的影响是显著的; 推进器对射程的影响是高度显著的; 燃料和推进器之间的交互作用是高度显著的。

表 13 试验数据表

因素	推进器因素 B ₁	推进器因素 B ₂	推进器因素 B ₃
燃料因素 A ₁	58.2; 52.6	56.2; 41.2	65.3; 60.8
燃料因素 A ₂	49.1; 42.8	54.4; 50.5	51.6; 48.4
燃料因素 A ₃	60.1; 58.3	70.9; 73.2	39.2; 40.7
燃料因素 A ₄	75.8; 71.5	58.2; 51.0	48.7; 41.4

表 14 方差分析计算结果表

项目	平方和	自由度	均方 MS	F 值	显著性对比值
燃料因素 A	261.7	3	87.2	4.42	3.49; 5.95
推进器因素 B	371.0	2	185.5	9.39	3.89; 6.93
AB 交互	1768.7	6	294.8	14.9	3.00; 4.82
误差	237.0	12	19.7	—	—
总和	2638.4	23	—	—	—

5.9 回归分析

5.9.1 概念

回归分析是将所关心的特性(通常称为“响应变量”)的性能与潜在的原因(通常称为“解释变

量”)联系起来, 这样一种关系可通过科学、经济、工程等学科模型作出规定, 或经验地得到。在质量管理中, 响应变量是某一质量特性, 解释变量是影响该质量特性的一个或多个因素。回归分析着重寻求变量之间的函数关系, 利用数据统计原理建立模型。

5.9.2 用途与益处

可用于检验有关潜在解释变量对响应影响的假设, 并针对解释变量的已知变化, 使用这些信息描述所估计的响应变化; 针对解释变量的具体值, 预测响应变量值, 或针对给出的解释变量特定值, 预测响应值的预期范围; 估计响应变量和解释变量相关联的方向和程度, 可以使用这些信息确定当变更某个因素而其他因素不变时所产生的影响; 根据现有或预期的响应来预测解释变量改变时的影响等。

5.9.3 应用步骤

5.9.3.1 一元线性回归分析应用步骤

5.9.3.1.1 明确质量特性。

确定一个响应变量和一个解释变量。

5.9.3.1.2 收集样本数据。

解释变量为 X , 收集的 n 个数据为 x_1, x_2, \dots, x_n , 其样本均值为 \bar{x} ; 响应变量为 Y , 相对应收集的数据为 y_1, y_2, \dots, y_n , 其样本均值为 \bar{y} 。

5.9.3.1.3 将所收集到的数据点在平面直角坐标系上作散布图。

5.9.3.1.4 若散布图非线性相关时, 重复第 1、2、3 步或结束回归分析。

5.9.3.1.5 建立回归方程。

若散布图线性相关时, 建立数学模型: $Y = a + bX + e$, 式中, a 称为常数项或截距, b 称为回归系数或斜率, e 为随机误差。样本可由下列方程来描述: $y_i = a + bx_i + e_i, i = 1, 2, \dots, n$ 。

由于随机误差 e_i 总是存在, 只能计算得到 a, b 的估计值 \hat{a}, \hat{b} , 预测出 y_i 的估计值 \hat{y}_i , 其中 $e_i = y_i - \hat{y}_i$ 。得到回归方程:

$$\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x \quad \dots \quad (10)$$

5.9.3.1.6 计算中间变量。

中间变量记为: $S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ 。

5.9.3.1.7 计算回归模型的估计值 \hat{a}, \hat{b} 和误差项方差的无偏估计值 $\hat{\sigma}^2$ 。

$$\hat{b} = S_{xy} / S_{xx} \quad \dots \quad (11)$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x} \quad \dots \quad (12)$$

$$\hat{\sigma}^2 = (S_{yy} - \hat{b}S_{xy}) \frac{1}{n-2} \quad \dots \quad (13)$$

5.9.3.1.8 根据回归方程绘制出图形。

回归图形可以简化为通过直角坐标上两点 $(0, \hat{a})$ 和 (\bar{x}, \bar{y}) 的直线, 分析对比绘制图形与散布点之间的相关性。

5.9.3.1.9 回归系数的显著性检验。

计算 t 值, 即:

$$t = \frac{\hat{b}}{\hat{\sigma}} \sqrt{S_{xx}} \quad \dots \quad (14)$$

给定显著性水平 α , 确定临界值 $t_{\alpha/2}(n-2)$, 当 $|t| > t_{\alpha/2}(n-2)$, 则回归系数显著, 回归方程可用; 否则回归方程不可用。

5.9.3.1.10 根据回归方程对质量特性进行估计、预测和控制。

5.9.3.2 多元线性回归分析应用步骤

5.9.3.2.1 明确质量特性。

确定响应变量和 p 个 ($p \geq 2$) 解释变量。

5.9.3.2.2 收集并整理样本数据。

样本中解释变量 X , 响应变量 Y , 将样本数据矩阵化, 得:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \dots\dots\dots (15)$$

5.9.3.2.3 建立回归方程。

$$\hat{Y} = \mathbf{X}\hat{\mathbf{B}} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

$\hat{Y} = [\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_n]^T$, $\hat{\mathbf{B}} = [\hat{b}_0, \hat{b}_1, \dots, \hat{b}_p]^T$, b_0 为常数项, b_1, b_2, \dots, b_p 为偏回归系数。

5.9.3.2.4 求解回归系数。

该过程可采用计算机求解:

$$\hat{\mathbf{B}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \dots\dots\dots (17)$$

5.9.3.2.5 回归系数的显著性检验。

需检验每个回归系数 $\hat{b}_1, \hat{b}_2, \dots, \hat{b}_p$, 计算对应的 t 值 t_1, t_2, \dots, t_p , 方程为:

$$t_j = \frac{\hat{b}_j \sqrt{n-p-1}}{\sqrt{c_{jj}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}} \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, p$, c_{jj} 是矩阵 $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1}$ 的第 j 行第 j 列元素。

对比 t_j 与 $t_{\alpha/2}(n-p-1)$, 并查阅 GB/T 4086.3 《统计分布数值表 t 分布》, 当满足:

$$\min(|t_1|, |t_2|, \dots, |t_p|) > t_{\alpha/2}(n-p-1) \dots\dots\dots (19)$$

即所有偏回归系数的绝对值均大于 $t_{\alpha/2}(n-p-1)$ 时, 则回归系数显著, 回归方程可用。如果 p 个因素中只有一个偏回归系数的绝对值小于等于 $t_{\alpha/2}(n-p-1)$, 则认为该因素不是显著因素, 可剔除后继续做 $p-1$ 元回归分析。

5.9.3.2.6 根据回归方程, 得出结论, 对质量特性进行估计、预测和控制。

5.9.4 应用要求

回归分析的应用要求包括:

- a) 收集的数据必须来源于试验, 其应用范围不能超出取样范围;
- b) 提高预测的准确度应增大样本量, 求方程时, 收集的数据一般不少于 30 对;
- c) 在建立回归模型时, 如存在有效性可疑的数据, 应调查这些数据的有效性;
- d) 求得的回归方程必须进行显著性检验, 确认方程有意义后才能使用。

5.9.5 应用示例

回归分析用于产量、运行质量、循环时间以及过程缺陷的各种形态等生产特性的建模, 也可用来识

别过程的最重要因素, 以及他们对所关心的特性变差影响的大小和性质; 可预测实验的结果, 或预测对材料或生产条件中的变差进行的受控前瞻性或回溯性研究的结果。

示例: 某材料淬火温度和材料硬度之间存在一定关联, 通过试验发现, 当淬火温度($^{\circ}\text{C}$)为 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890 时, 材料硬度(HRC)分别为 47, 48, 49, 52, 54, 55, 56, 57, 59。进行回归分析:

步骤 1: 材料硬度为响应变量 Y, 淬火温度是一个解释变量 X;

步骤 2: 整理样本数据。 $n=9$, $X=[810\ 820\ 830\ 840\ 850\ 860\ 870\ 880\ 890]$, 均值为 850; $Y=[47\ 48\ 49\ 52\ 54\ 55\ 56\ 57\ 59]$, 均值为 53;

步骤 3: 画出散布图, 如图 5 所示;

步骤 4: 确定试验数据是线性正相关;

步骤 5: 建立回归方程 $\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b}x_i$;

步骤 6: 计算中间变量 $S_{xx}=6000$, $S_{yy}=114$, $S_{xy}=920$;

步骤 7: 计算回归模型 $\hat{b}=0.1533$, $\hat{a}=-77.3050$, $\hat{\sigma}^2=3.8623$;

步骤 8: 根据回归方程绘制出图形, 如图 5 所示。图形与散布点之间的相关性好;

步骤 9: 回归系数的显著性检验。计算 $t=-3.0745$ 。查阅得到 $t_{0.975}(7)=2.3646$ 。此时 $|t| > t_{0.975}(7)$, 即认为回归系数是显著的;

步骤 10: 得出结论, 回归方程可以描述淬火温度和材料硬度之间的关系, 淬火温度和材料硬度在一定范围内存在线性关系。

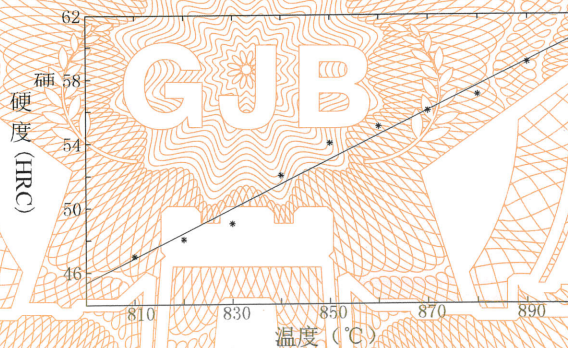


图 5 材料硬度散布图

5.10 测量分析

5.10.1 概念

测量分析(也称“测量不确定度分析”或测量系统分析)是在系统运行的条件下, 评价测量系统不确定度的一套方法。其测量误差的分析可使用与分析产品特性相同的方法。

5.10.2 用途与益处

测量分析在规定的置信水平下用来评价测量系统是否适合预期目的; 可将各种来源的变差量化, 如来自测量人员的变差, 来自测量过程的变差、或来自测量仪器自身的变差; 也可将来自测量系统的变差作为总过程变差、或总容许变差的一部分予以描述。

在选择测量仪器、或决定仪器是否有能力评价所检查的产品或过程参数时, 测量分析提供了定量且经济有效的方式; 通过将测量系统自身各种来源的变差量化, 为比较和解决测量中的变差奠定基础等。

5.10.3 应用步骤

5.10.3.1 测量过程概述。

5.10.3.2 建立数学模型。

5.10.3.3 输入量的标准不确定度评定。

标准不确定度的 A 类评定为信息来源于对一个输入量进行多次重复测量得到的测量列, 并采用统计方法计算标准不确定度; B 类评定为信息来源于校准证书、检定证书、以前测量的数据或其他文件提

供的数据。

5.10.3.4 合成标准不确定度评定。

5.10.3.5 扩展不确定度评定。

5.10.3.6 测量系统不确定度的报告和表示。

5.10.4 应用要求

测量分析的应用要求主要包括：

- a) 一切测量结果都不可避免地具有不确定度，科研生产中只对重要产品和重要过程的测量系统进行分析，评定其不确定度，以证明测量结果的质量；
- b) 在不确定度评定中，寻找不确定度来源时，应做到不遗漏、不重复，特别应考虑对结果影响大的不确定度来源；
- c) 测量分析应由受过培训的专业人员来实施；
- d) 当发现测量系统波动时，应增加分析频次，观察不确定度的变化。

5.10.5 应用示例

测量分析的应用示例列举如下：

- a) 测量不确定度的确定。测量不确定度的量化有助于组织向其(内部或外部)顾客作出保证，即测量过程有能力测量拟达到的质量水平。测量不确定度的分析通常能突出对产品质量至关重要的方面的变异，能指导组织配置这些方面的资源，以改进或保持质量。
- b) 选择新仪器。通过检查与仪器有关的变差部分，指导组织选择新仪器。
- c) 确定某一特定方法的特性(正确度、精密度、重复性、再现性等)。测量分析可用来选择最适宜的测量方法，以保证产品质量，同时指导组织针对各种测量方法对产品质量的影响来平衡其费用和有效性。
- d) 对比测试。通过将测量结果与从其他测量系统获得的结果相比较，用于评价和量化测量系统，指导组织改进其测量分析方法或加强对测量分析人员的培训。

5.11 时间序列分析

5.11.1 概念

时间序列分析是研究按时间顺序收集到的一组观测结果的一族方法。本指导性技术文件的时间序列分析是指诸如以下应用中的分析技术：发现“滞后”形态，通过统计找出每一观察结果如何与它前面最接近的观察结果相关联，并在随后的每个滞后周期重复这一活动；发现周期性或季节性形态，以便了解过去的成因因素如何对将来产生重复影响；使用统计工具预测将来的观察结果，或弄清哪些因素在时间序列中对变差的影响最大等。

5.11.2 用途与益处

时间序列分析用来描述时间序列数据的形态，识别“离群值”(即必须调查其有效性的极值)，以有助于了解形态或作出调整，查明趋势的转折点；或用某一时间序列的形态解释另一时间序列的形态，具有回归分析中的所有固有目标；时间序列分析也可用来预测时间序列的将来值，一般是将一些已知的上下限作为预测间隔。时间序列分析在控制领域也具有广泛用途，且常用于自动过程，如以某一概率模型拟合以往时间序列，预测将来值，然后通过尽可能小的变差来调整具体的过程参数，以保持设定目标的过程。

时间序列分析方法在策划、控制工程、识别过程变化、预测以及测量一些外部干扰或活动所产生的影响等方面都十分有用；当作出某一特定更改时，时间序列分析能用于过程策划性能与时间序列预测值的比较；使用时间序列分析方法可深入了解可能的因果形态，某些时间序列方法还能将系统(或可查明的)原因与偶然原因分开，并能将随时间序列出现的形态分解为周期性、季节性和趋势分量；通常还可用于了解过程在特定条件下如何运转、以及什么调整可能对过程趋向某些目标值产生影响、或什么调整能减少过程变异等。

5.11.3 应用步骤

- 5.11.3.1 用观测、调查、统计、抽样等方法取得被观测系统时间序列动态数据。
- 5.11.3.2 根据动态数据作相关图，进行相关分析，求自相关函数。
- 5.11.3.3 辨识合适的随机模型，进行曲线拟合，即用通用随机模型去拟合时间序列的观测数据。
- 5.11.3.4 模型分析，进行预测、决策或控制。

5.11.4 应用要求

应用时间序列分析方法时应注意如下事项：

- a) 当为了了解原因和结果建立过程模型时，需要具备选择最适宜模型和使用诊断工具以及改进模型的技能水平。
- b) 在分析中，包括或遗漏某个观测值或一小组观测值，都可能对模型产生重要影响。因此，应理解有影响的观测值并与数据中的“离群值”相区别。
- c) 模型的选择应考虑分析的目的、数据的性质、相关成本以及各种模型的分析 and 预计特性。

5.11.5 应用示例

时间序列分析适用于研究一段时间内性能的形态，例如，过程测量、顾客抱怨、不合格、生产率和测试结果等；预测应用包括预测备品配件、缺席情况、顾客订单、材料需求、能源消耗等；因果时间序列分析用于开发需求的预测模型，例如在装备可靠性方面，用来预测在给定时间周期内的事件的数量以及事件间(如设备停机状态)时间间隔的分布等。

5.12 模拟

5.12.1 概念

模拟是通过计算机程序用数学方式表示(理论或经验的)系统，从而解决问题的方法的集合。如果这种表达方式包括概率论的概念，尤其是包括随机变量时，模拟则称为“蒙特卡罗法”。

5.12.2 用途与益处

在现代复杂、大型装备的可靠性研究中，用计算机能够充分描述系统结构时，使用模拟法是很有效的；随着计算机的高速化、智能化和普及化，模拟法提供了一种省时经济的解决复杂问题的方法。

5.12.3 应用步骤

5.12.3.1 确定研究的目的和目标。

从理解和定义要研究的问题开始，对被研究的问题进行详细描述，确定重要的输入变量和规定输出量值。

5.12.3.2 建立模型。

建立适当的数学公式或方程，确定不确定性变量的概率分布，收集所有必要的数据库。

5.12.3.3 验证模型。

确保已建立的模型没有逻辑错误，验证模型的功能，确保模型是所研究问题的合理描述。

5.12.3.4 试验。

借助计算机进行充分的模拟活动，获得所需要的信息。

5.12.3.5 分析模拟试验结果。

5.12.4 应用要求

应用模拟法时应注意如下方面：

- a) 模拟法对模拟结果的原因不能作出具体说明，不能替代实物(样机)试验和实际经验调查；
- b) 在产品开发和设计中，用模拟法进行验证、确认后，还应做样机(样品)试验、鉴定试验，定型后才能投入正式生产。

5.12.5 应用示例

模拟的应用一般不受具体项目类型的限制，大型项目(如太空计划、重要装备项目等)通常采用模拟法进行全寿命周期中重要特性的建模评估，如进行机械部件的变差建模、复杂部件的振动形态建模、确定装备最佳预防性维修计划等。

附录 A
(资料性附录)
与应用时机对应关系

描述性统计方法在装备质量管理中的应用时机见表 A.1, 统计方法在装备质量管理中的应用时机见表 A.2。

表 A.1 描述性统计方法在装备质量管理中的应用时机

序号	典型应用时机	描述性统计方法																		
		分层法	调查表	亲和图	树图	直方图	折线图	柱状图	饼分图	环形图	排列图	散布图	矩阵图	因果图	关联图	对策表	网络图	甘特图	程序图	过程决策
1	合同评审	√	√	√	√			√	√	√		√	√	√	√					
2	质量策划	√	√	√	√			√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	风险评估	√	√	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√					√
4	生产准备	√	√	√	√			√	√	√					√	√	√	√	√	√
5	设计开发控制	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6	外部供方管理	√	√		√	√	√	√	√	√		√			√	√	√	√	√	√
7	技术状态管理	√	√		√	√	√													
8	工序质量控制	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
9	产品试验控制	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√			√	√	√	√	√	√
10	质量问题处理	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
11	合同节点考核	√	√	√	√										√	√	√	√	√	√
12	装备检验验收	√	√		√	√	√	√	√	√	√				√	√	√	√	√	√
13	质量分析评价	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√					
14	鉴定定型审查	√	√	√	√	√	√	√	√	√						√	√	√	√	√
15	合同履行绩效评价和装备承制单位履约信誉等级评定	√	√	√	√			√	√	√					√	√	√	√	√	√
16	产品改进及体系改进	√	√	√	√	√	√					√	√	√	√	√	√	√	√	√
17	质量信息管理	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
18	使用维护管理	√	√		√			√	√	√							√	√	√	√
19	售后技术服务	√	√		√			√	√	√							√	√	√	√
20	装备延寿及报废	√	√		√												√	√	√	√

注: 1. √——表示推荐的典型应用时机;
2. 描述性统计方法的应用不仅仅限于上述典型应用时机, 在装备质量管理其他时机可参考应用;
3. 根据统计目的和统计内容, 多种统计方法可以组合应用。

表 A.2 统计方法在装备质量管理中的应用时机

序号	典型应用时机	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		描述性统计方法	过程能力分析	统计过程控制图	抽样	参数估计	假设检验	试验设计	方差分析	回归分析	测量分析	时间序列分析	模拟
1	合同评审	√											
2	质量策划	√											
3	风险评估	√				√							√
4	生产准备	√											
5	设计开发控制	√		√			√	√					√
6	外部供方管理	√			√	√						√	
7	技术状态管理	√		√			√	√					√
8	工序质量控制	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
9	产品试验控制	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	
10	质量问题处理	√			√	√	√		√	√			√
11	合同节点考核	√	√	√	√								
12	装备检验验收	√			√	√		√	√	√	√	√	
13	质量分析评价	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
14	鉴定定型审查	√	√	√	√	√		√	√	√		√	√
15	合同履行绩效评价和装备承制单位履约信誉等级评定	√			√							√	
16	产品改进及体系改进	√	√	√	√		√	√	√	√		√	
17	质量信息管理	√			√								
18	使用维护管理	√			√	√	√	√		√		√	√
19	售后技术服务	√			√	√	√	√		√		√	√
20	装备延寿及报废	√			√	√	√	√		√		√	√

注：1. √——表示推荐的典型应用时机；
2. 统计方法的应用不仅仅限于上述典型应用时机，在装备质量管理中的其他时机可参考应用；
3. 根据统计目的和统计内容，多种统计方法可以组合应用。

附 录 B
(资料性附录)
与 GJB 9001C-2017 对应关系

与 GJB 9001C-2017 对应关系见表 B.1。

表 B.1 与 GJB 9001C-2017 对应关系

GJB 9001C 章条	GJB/Z 127B 章条
4.1 理解组织及其环境	描述性统计方法, 抽样, 统计过程控制图
4.2 理解相关方的需求和期望	描述性统计方法, 抽样, 统计过程控制图
4.3 确定质量管理体系的范围	描述性统计方法
4.4 质量管理体系及其过程	描述性统计方法, 抽样, 统计过程控制图
5.1 领导作用和承诺	描述性统计方法, 统计过程控制图, 抽样, 测量分析
5.2 方针	描述性统计方法
5.3 组织的岗位、职责和权限	描述性统计方法
6.1 应对风险和机遇的措施	描述性统计方法, 假设检验, 回归分析
6.2 质量目标及其实现的策划	描述性统计方法, 假设检验, 回归分析, 方差分析
6.3 变更的策划	描述性统计方法, 假设检验, 回归分析
7.1 资源	描述性统计方法, 假设检验, 测量分析, 回归分析, 抽样, 统计过程控制图
7.2 能力	描述性统计方法, 抽样
7.3 意识	描述性统计方法, 抽样
7.4 沟通	描述性统计方法, 抽样
7.5 成文信息	描述性统计方法, 抽样
7.6 质量信息	描述性统计方法, 抽样
8.1 运行的策划和控制	描述性统计方法, 过程能力分析, 统计过程控制图
8.2 产品和服务的要求	描述性统计方法, 测量分析, 过程能力分析, 抽样, 统计过程控制图
8.3 产品和服务的设计和开发	描述性统计方法, 测量分析, 过程能力分析, 抽样, 统计过程控制图, 试验设计, 假设检验, 模拟, 时间序列分析
8.3.2 设计和开发策划	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 假设检验, 模拟
8.3.3 设计和开发输入	描述性统计方法, 抽样, 模拟
8.3.4 设计和开发控制	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 测量分析, 统计过程控制图, 过程能力分析, 方差分析, 回归分析, 模拟, 时间序列分析
8.3.5 设计和开发输出	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 测量分析, 统计过程控制图, 过程能力分析, 方差分析, 回归分析, 模拟
8.3.6 设计和开发更改	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 回归分析, 测量分析, 模拟
8.3.7 新产品试制	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 测量分析, 过程能力分析, 方差分析, 回归分析, 模拟, 时间序列分析
8.3.8 设计和开发的试验控制	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 测量分析, 过程能力分析, 方差分析, 回归分析, 模拟, 时间序列分析

表 B.1 (续)

GJB 9001C 章条	GJB/Z 127B 章条
8.4 外部提供的过程、产品和服务的控制	描述性统计方法, 抽样, 方差分析, 回归分析, 模拟
8.5 生产和服务的提供	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 测量分析, 统计过程控制图, 过程能力分析, 方差分析, 回归分析, 模拟, 时间序列分析
8.5.1 生产和服务提供的控制	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 测量分析, 统计过程控制图, 过程能力分析, 方差分析, 回归分析, 模拟, 时间序列分析
8.5.2 标识和可追溯性	描述性统计方法, 抽样
8.5.3 顾客或外部供方的财产	描述性统计方法, 抽样
8.5.4 防护	描述性统计方法, 抽样
8.5.5 交付后的活动	描述性统计方法, 抽样, 方差分析, 回归分析
8.5.6 更改控制	描述性统计方法, 统计过程控制图, 过程能力分析, 假设检验, 试验设计
8.5.7 关键过程	描述性统计方法, 抽样, 试验设计, 参数估计, 假设检验, 测量分析, 统计过程控制图, 过程能力分析, 方差分析, 回归分析, 模拟, 时间序列分析
8.6 产品和服务的放行	描述性统计方法, 抽样, 参数估计, 假设检验, 方差分析, 回归分析, 试验设计, 测量分析, 时间序列分析
8.7 不合格输出的控制	描述性统计方法, 抽样, 方差分析, 回归分析
9.1 监视、测量、分析和评价	描述性统计方法, 抽样, 方差分析, 回归分析
9.2 内部审核	描述性统计方法, 抽样
9.3 管理评审	描述性统计方法, 抽样, 方差分析, 回归分析
10.2 不合格和纠正措施	描述性统计方法, 抽样, 参数估计, 假设检验, 过程能力分析, 试验设计, 回归分析, 时间序列分析
10.3 持续改进	描述性统计方法, 抽样, 时间序列分析

参考文献

- [1] 杨 鑫, 刘文长. 质量控制过程中的统计技术[M]. 化学工业出版社, 2014.
 - [2] 贾新章, 游海龙, 顾铠等. 统计过程控制理论与实践[M]. 电子工业出版社, 2017.
 - [3] 盛 骤, 谢式千, 潘承毅. 概率论与数理统计(第四版)[M]. 高等教育出版社, 2008.
 - [4] 陈希孺. 概率论与数理统计[M]. 中国科技大学出版社, 2009.
 - [5] 贾俊平. 统计学(第六版)[M]. 中国人民大学出版社, 2015.
 - [6] 中国航天科技集团公司. 航天质量管理方法与工具[M]. 中国宇航出版社, 2017.
 - [7] 王海燕, 刘 军. 质量统计学(第一版)[M]. 电子工业出版社, 2015.
 - [8] 赵选民, 徐 伟, 师义民, 秦超英. 数理统计(第二版)[M]. 科学出版社, 2002.
 - [9] 周纪芾, 茆诗松. 质量管理统计方法(第一版)[M]. 中国统计出版社, 2008.
 - [10] 梁国明. ISO 9000 族标准常用统计技术方法 43 种(第二版)[M]. 中国标准出版社, 2011.
 - [11] ISO 10017: 2021. Quality management—Guidance on statistical techniques for ISO 9001: 2015. 2021.
-

中华人民共和国
国家军用标准
装备质量管理统计方法应用指南
GJB/Z 127B—2023

*

国家军用标准出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷
国家军用标准出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2¼ 字数 66 千字
2023年9月第1版 2023年9月第1次印刷

*

军标出字第 15570 号