



中华人民共和国国家标准

GB/T 17989.7—2022

生产过程质量控制统计方法 控制图 第7部分：多元控制图

Statistical method of quality control in production process—
Control charts—Part 7: Multivariate control charts

(ISO 7870-7:2020, Control charts—Part 7: Multivariate control charts, MOD)

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	1
4.1 符号	1
4.2 缩略语	3
5 多元控制图的应用目的和分类	3
5.1 多元控制图的应用目的和适用条件	3
5.2 多元控制图的分类	4
6 监测均值偏移的多元控制图(不作加权处理)	5
6.1 概述	5
6.2 监测过程均值的控制图($n > 1$)	6
6.3 监测过程均值的控制图($n = 1$)	7
6.4 不作加权处理的多元控制图监测均值偏移的总结和选择	7
6.5 可查明原因的监测	8
7 监测均值偏移的多元控制图(进行加权处理)	9
8 监测过程散布的多元控制图	10
9 失控信号的解释	10
附录 A (资料性) 多元统计过程控制的实例	11
附录 B (资料性) MEWMA 控制图的实例	14
附录 C (资料性) μ 和 Σ 的估计	21
参考文献	23

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 17989 的第 7 部分。GB/T 17989 已经发布了以下部分：

- 控制图 第 1 部分：通用指南；
- 控制图 第 2 部分：常规控制图；
- 控制图 第 3 部分：验收控制图；
- 控制图 第 4 部分：累积和控制图；
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 5 部分：特殊控制图；
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 6 部分：指数加权移动平均控制图；
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 7 部分：多元控制图；
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 8 部分：短周期小批量的控制方法；
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 9 部分：平稳过程控制图。

本文件修改采用 ISO 7870-7:2020《控制图 第 7 部分：多元控制图》。

本文件与 ISO 7870-7:2020 相比做了下述结构调整：

- 调整第 4 章中符号与缩略语的顺序：符号在前，缩略语在后。

本文件与 ISO 7870-7:2020 的技术差异及其原因如下：

- 删除了缩略语“PCA”和“PLS”，出现次数较少，使用中文常用名称代替；
- 附录 C.1 第 1 段结尾增加“ $n > d$ ”，明确取值范围；
- 公式中的分位数表示方式参照 GB/T 3358.2 进行调整。

本文件做了下列编辑性改动：

- 将标准名称改为《生产过程质量控制统计方法 控制图 第 7 部分：多元控制图》；
- 将“ y_1 ”“ y_2 ”“ \bar{y}_1 ”“ \bar{y}_2 ”分别修改为“ x_1 ”“ x_2 ”“ \bar{x}_1 ”“ \bar{x}_2 ”，原文错误；
- 将 5.2 中的“ 0.5σ 到 2σ 的偏移”修改为“ 0.5 倍标准差到 2 倍标准差的偏移”；
- 将第 6 章中“协方差向量”修改为“协方差矩阵”；
- 附录 B 中的特性，根据案例资料的原始来源，将特性“速度”和“温度”，还原为企业提供的真实质量特性“线速”和“火焰温度”；
- 附录 B 中图 B.1、图 B.2、图 B.3 的图例，“ j ”为“观测序号”而非“子组序号”；“ Y^2 ”为“ Y^2 统计量”而非解释性的“相对于受控过程的过程均值的 MEWMA 的距离平方”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件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。

本文件起草单位：清华大学、青岛市质量管理协会、海尔集团公司、一缆天下科技有限公司、河南省标准化研究院、内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司、中国标准化研究院、聊城卓群汽车零部件有限公司。

本文件主要起草人：孙静、张静怡、张德华、赵立国、邵继田、邵继梅、赵国敏、李丽莹、马文丽、马利军、张帆、许艳锋。

引 言

控制图是过程控制中常用的统计工具,用来监测过程中的偏移,保持过程稳定。GB/T 17989 控制图系列标准分为以下 9 部分:

- 控制图 第 1 部分:通用指南。目的在于给出控制图基本术语、原理及分类,以及选择控制图的指南。
- 控制图 第 2 部分:常规控制图。目的在于确立使用常规控制图进行过程控制的指南。
- 控制图 第 3 部分:验收控制图。目的在于确立验收控制图进行过程控制的使用指南,并规定了确定子组样本量、行动限、和决策准则的一般程序。
- 控制图 第 4 部分:累积和控制图。目的在于确立应用累积和技术进行过程检测、控制和回顾性分析的统计方法。
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 5 部分:特殊控制图。目的在于确立理解和应用特殊控制图进行统计过程控制的指南。
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 6 部分:指数加权移动平均控制图。目的在于确立理解和应用指数加权移动平均(EWMA)控制图进行统计过程控制的指南。
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 7 部分:多元控制图。目的在于确立构建和应用多元控制图进行统计过程控制的指南,并建立了使用和理解计量数据多元控制图的常规方法。
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 8 部分:短周期小批量的控制方法。目的在于确立子组大小为 1 时,应用常规计量控制图检测短周期和小批量生产过程的方法。
- 生产过程质量控制统计方法 控制图 第 9 部分:平稳过程控制图。目的在于确立构建和应用控制图对平稳过程进行控制的指南。

当有若干个质量特性需要被同时控制时,通常的做法是每个特性单独绘制一张(单变量)控制图。遗憾的是,当特性之间存在强相关时,这种做法就可能对结果带来误导。当涉及需要监测存在相关关系的多个变量的过程控制问题时,需要应用多元统计过程控制(MSPC)。多元统计过程控制最有用的工具是多元控制图。针对质量特性之间的相关关系,可利用多元控制图进行过程评估和统计过程控制。

多元统计过程控制旨在当过程出现可查明原因、过程未处于统计控制状态时,发出警报。通过不断的努力,系统地消除导致过程异常波动的可查明原因,促使过程回到统计控制状态。一旦过程处于统计控制状态,其性能就是可预测的,且能够评估该过程满足规范要求的能力。

本文件的主要目的是为如何应用多元控制图进行统计过程控制提供指南,给出了如何针对多元问题评价过程是否处于统计控制状态。GB/T 17989.6 提供了服从多元正态分布或近似服从多元正态分布的过程或产品特性的过程能力的计算方法。

多元控制图用于监测多变量特性,其中的一个或多个特性与其他特性之间往往存在关联关系。

生产过程质量控制统计方法 控制图

第7部分：多元控制图

1 范围

本文件描述了构建和应用多元控制图进行统计过程控制的指南,并建立了使用和理解计量数据多元控制图的常规方法。

本文件适用于计量型多变量特性的统计过程控制。

本文件没有对主成分分析和偏最小二乘法在多元统计过程控制中的应用予以介绍。

注：本文件给出了迄今为止实际应用多元控制图的现状,并没有给出此领域的科学研究现状。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件

GB/T 3358.2 统计学词汇及符号 第2部分:应用统计(GB/T 3358.2—2009,ISO 3534-2:2006, IDT)

3 术语和定义

GB/T 3358.2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多变量特性 multivariate characteristics

多变量,单独的或与产品质量相关的 d 个变量组成的特征集。

注1:根据 GB/T 17989.2,这些变量被用来表示质量特性 X_i ,其中 $i=1,2,\dots,d$ 。

注2:多变量特性的观测值可表示为向量 $\mathbf{x}=(x_1,x_2,\dots,x_d)^T$ 。因此,多变量可被视为产品的特征向量。多变量的值可由 d -维特征空间中的点表示。

注3:组成向量的所有单变量,在相同的产品或对象中是可测量的。

注4:如果使用统计方法来描述多变量,那么该向量被视为 d -维随机向量。

3.2

置信区域 confidence region

给定的置信水平所定义的 d -维多变量特性的 d -维区域。

注1:置信区域由 d -维空间中的线、曲面或超曲面限定。

注2:置信区域的形状和尺寸由一个或多个参数来规定。

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。