



中华人民共和国国家标准

GB/T 17989.6—2022

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

Statistical method of quality control in production process—
Control charts—Part 6: EWMA control charts

(ISO 7870-6:2016, Control charts—Part 6: EWMA 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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号	1
3.3 缩略语	2
4 计量数据的 EWMA	2
4.1 概述	2
4.2 对加权平均的理解	3
4.3 EWMA 控制图的控制限	3
4.4 EWMA 控制图的构建	4
4.5 示例	6
5 控制图的选用	8
5.1 常规控制图与 EWMA 控制图	8
5.2 平均链长	9
5.3 EWMA 控制图参数的选取	10
6 实施 EWMA 控制图的程序	11
7 EWMA 控制图对非正态数据的敏感性	12
8 优点与局限	12
8.1 优点	12
8.2 局限	12
附录 A (资料性) EWMA 控制图的应用	13
附录 B (规范性) 用于监控不合格品率的 EWMA 控制图	16
附录 C (规范性) 用于监控不合格数的 EWMA 控制图	18
附录 D (资料性) 控制图的有效性	20
参考文献	24

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 6 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 7870-6:2016《控制图 第 6 部分：指数加权移动平均控制图》。

本文件与 ISO 7870-6:2016 相比做了下述结构调整：

- 将第 1 章中“下列情况推荐使用常规控制图……”整段放入注 1 中，更符合叙述逻辑；
- 将第 3 章“符号和缩略语”改为“术语、符号和缩略语”，增加了 3.1 术语和定义，给出使用术语的说明，“符号和缩略语”分为“3.2 符号”和“3.3 缩略语”。

本文件与 ISO 7870-6:2016 的技术差异及其原因如下：

- 将本文件中的符号“ N ”修改为“ n ”，其解释“样本中的个体数（样本量）”修改为“子组大小”，与本系列标准其他部分保持一致；
- 将第 3 章中符号“ σ_0 ”的解释中“ $P = p_0$ 的二项分布标准差的真值”修改为“概率为 p_0 的二项分布标准差的真值”，解释更加清晰；
- 将第 4 章中 4.1 的“当 $\lambda = 1$ 时，EWMA 控制图即为均值控制图”修改为“当 $\lambda = 1$ 时，EWMA 控制图即为单值 X 控制图”，修改原文错误。

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 6 部分：指数加权移动平均控制图》；
- 将 3.2.2 中“中心线”的英文改为“center line”；
- 将第 4 章中 4.3 的公式(8)“ $U_{CL} = \mu_0 - L_z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}}$ ”修改为“ $U_{CL} = \mu_0 + L_z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}}$ ”；
- 将第 4 章中 4.4 表 1 的表头“EWMA 值”修改为“EWMA z_i ”；
- 将第 4 章中 4.5 的“第 28 点”修改为“第 29 点和第 30 点”；
- 将第 5 章中 5.2 的“需要 14.5 个样本”修改为“需要 14.9 个样本”；
- 将第 5 章中 5.2 的“EWMA 控制图采用 $\pm 3\sigma\sqrt{n}$ ”修改为“EWMA 控制图采用 $\pm 3\sigma/\sqrt{n}$ 控制限”；
- 删除了第 5 章中 5.3.2 的注；
- 将第 5 章中公式(21)“ $\delta_1 = \min\left\{\frac{U_{1/4} - \mu_0}{\sigma_0}, \frac{\mu_0 - L_{1/4}}{\sigma_0}\right\}$ ”修改为“ $\delta_1 = \min\left\{\frac{U_{\mu} - \mu_0}{\sigma_0}, \frac{\mu_0 - L_{\mu}}{\sigma_0}\right\}$ ”；

——将第 5 章中 5.3.4 的“ $\delta\sqrt{n}=2$ ”修改为“ $\delta_1\sqrt{n}=2$ ”；

——将附录 A 的公式(A.2)“ $L_\mu = T_L - 3\sigma_0 = 99.5 + 3 \times 0.1 = 99.8$ ”修改为“ $L_\mu = T_L + 3\sigma_0 = 99.5 + 3 \times 0.1 = 99.8$ ”；

——将附录 C 中 C.2 的“使用表 3”修改为“使用表 4”。

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、北京航空航天大学、中国标准化研究院、山东省标准化研究院、北京工业大学、中通客车股份有限公司。

本文件主要起草人：孙静、彭思程、杨军、丁文兴、魏洁、孙良泉、谢田法、李梦馨、吴广宇。

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。

常规控制图是过程控制中应用最广泛的统计控制方法,但它对于监测过程的小幅偏移较为迟缓。指数加权移动平均控制图则能够及时迅速地监测过程的小幅和中幅偏移。

常规控制图易于使用,能够迅速监测到过程的大幅偏移,然而它并不能高效地监测过程的小幅、中幅偏移。很多情况下,过程的变化是缓慢、逐渐发生的(尤其是连续生产的情况)。为了防止过程严重偏离目标值,需要提早监测到这种变化。有两种方法可以提高常规控制图监测小幅和中幅偏移的有效性。

- 最简便的方法是增大抽取的子组大小,但往往不够经济。当生产率较低、耗费时间过长或检测成本过高时,抽取子组大小大于 1 的子组是不可行的,这一方法无法使用。
- 为了发现生产过程中的异常波动,可以在过程控制中将此前的检测结果考虑在内。常规控制图仅对样本观测值独立地予以考虑,忽视了观测结果整个序列所包含的信息,导致常规控制图对监测过程小幅偏移不灵敏。引入之前观测结果的方法可以提高监测小幅偏移的有效性。

当需要监测过程缓慢、渐进的偏移时,能够考虑以往数据的特殊控制图往往是更好的选择。下面是这种情况下,比常规控制图更有效的控制方法:

- a) 累积和控制图(CUSUM 控制图):GB/T 17989.4 对此有详细说明。相比于 \bar{X} 控制图,累积和控制图对过程均值在 0.5~2 倍标准差的偏移更灵敏。累积和控制图对逐个样本均值和设定目标之间的偏差进行累加。即使过程均值只出现了持续的小幅偏移,都会形成可观的偏差累积和。因此,累积和控制图更适用于 \bar{X} 控制图难以发现的过程持续小幅偏移。
- b) 指数加权移动平均控制图(EWMA 控制图):本文件将对此进行介绍。指数加权移动平均控制图在形式上与常规控制图相似。二者的区别在于:常规控制图的监测对象是逐个样本均值,而指数加权移动平均控制图的监测对象是当前样本均值与之前样本均值的加权平均。

EWMA 控制图通常用于监测过程均值的小幅偏移。相比于常规控制图,EWMA 控制图能够更灵敏地发现 0.5~2 倍标准差范围内的偏移,但无法及时发现均值的大幅偏移。当子组大小为 1 时,建议使用 EWMA 控制图。

为了确保及时发现过程小幅和大幅偏移,建议选取 λ 值较小的 EWMA 控制图和常规控制图同时使用。EWMA 控制图只能监测过程均值,如果需要监测过程的离散趋势,需要使用其他方法。

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

1 范围

本文件给出了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。EWMA 控制图是一种用于监测过程均值的小幅波动的统计过程控制技术,它能够及时发现过程均值的小幅和中幅波动。EWMA 控制图以对全部历史数据的样本均值进行指数加权移动平均的方式,对过程均值进行评价。EWMA 按与当前位置由近及远、以几何递减的方式对样本进行加权,离当前越近的样本权重越大影响越大,而越远的样本权重越小影响越小,具体的权重大小取决于平滑参数(λ)。

本文件适用于使用控制图监测过程均值的小幅波动的情形。

注 1: EWMA 图的主要目标与常规控制图相同。常规控制图的相关内容在 GB/T 17989.2 中已有说明。下列情况宜使用常规控制图:

- 生产率较低;
- 抽样和检测的过程复杂且耗时较长;
- 检测成本过高;
- 存在安全隐患。

注 2: 质量工作者能使用生产线中获得的一组单个观测值来制作单值控制图,而无须使用多个观测值构成的样本制作均值控制图。当检测多个观测值构成的样本的成本过高、难于实现时,这一选择是必要的。例如:客户投诉或产品退换的数量往往按月统计,质量管理者需要使用它们制作成图以反映质量问题。这类控制图同样适用于自动检测设备监测每一件产品的情况,质量管理者使用这类控制图来监测产品质量的小幅波动(例如:由于设备磨损,造成产品质量的逐渐下滑)。

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 17989.1 控制图 第 1 部分:通用指南(GB/T 17989.1—2020,ISO 7870-1:2014,MOD)

3 术语和定义、符号、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 17989.1 界定的术语和定义适用于本文件。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

ARL_0	受控状态的平均链长
ARL_1	给定偏移程度的平均链长
c	平均不合格数