



中华人民共和国国家标准

GB/T 17989.8—2022

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

Statistical method of quality control in production process—
Control charts—Part 8: Charting techniques for short runs and
small mixed batches

(ISO 7870-8:2017, Control charts—Part 8: Charting techniques for short
runs and small mixed batches, MOD)

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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..... 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 符号 1

4 如何选择合适的计量型常规控制图 2

 4.1 概述 2

 4.2 如何为测量数据选择合适的常规控制图 2

 4.3 当特性没有固定的目标和过程散布时,如何选择常规控制图 2

5 如何准备绘制短周期、小批量控制图..... 4

 5.1 专注过程 4

 5.2 相似过程分组的程序 4

 5.3 典型应用 6

 5.4 初步过程诊断 6

 5.5 建立过程特性的正确初始架构的程序 7

 5.6 短周期小批量过程预先设立统计过程控制图控制限的程序 9

6 如何建立并应用短周期、小批量控制图 13

 6.1 概述 13

 6.2 可变目标的单值和移动极差控制图 13

 6.3 可变目标的移动平均和移动极差控制图 15

 6.4 通用的单值和移动极差控制图 17

 6.5 通用的移动平均和移动极差控制图 20

附录 A (资料性) 控制图表格和正态概率图..... 23

参考文献 29

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8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 7870-8:2017《控制图 第8部分：短周期小批量的控制方法》。

本文件与 ISO 7870-8:2017 的技术差异及其原因如下：

- 将范围第1段第2行、4.2 b)、4.2 c)、6.2.1 a)、6.2.2 a)、6.3.1 a)、6.3.2 a)、6.4.1 a)、6.4.2 a)、6.5.1 a) 和 6.5.2 a) 中“样本量”更改为“子组大小”，保持与本系列标准的术语一致；
- 在 3.2 的符号“ L_{CL} ”“ U_{CL} ”的解释中添加不同类型控制图的解释；
- 将图 1 和图 2 中的“精确度”更改为“过程散布”，符合该含义中文常用用法；
- 将图 6 的标引序号说明中的“子组序号”更改为“测量值序号”，明确序号指代；
- 将图 7 重新绘制，原图中部分点子位置不准确。

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8部分：短周期小批量的控制方法》；
- 将图 7 的标引序号说明中的“X”修改为“百分数”；
- 将 6.2.2 f)、6.4.2 f) 中的“特性的变异模式”修改为“特性的波动”；
- 将表 7 头行、表 11 头行的“单值”“极差”分别修改为“单值控制图”和“移动极差控制图”；
- 将表 7 的脚注 a、表 9 的脚注 a、表 11 的脚注 a 和表 13 的脚注 a 中“ $R_{exp} = (1.128 \times \text{期望标准差})$ 当移动极差为 2 时”修改为“ $R_{exp} = (1.128 \times \text{期望标准差})$ ，当考虑相邻数据的移动极差时”；
- 将 6.2.4 第 2 段第 2 行中“基于移动极差为 2”修改为“基于相邻数据的移动极差”；
- 将图 9、图 10、图 11、图 12 的标引序号说明 X 中“子组序号”修改为“测量值序号”；
- 将表 9、表 13 表头的“移动平均”“移动极差”修改为“移动平均控制图”和“移动极差控制图”；
- 将 6.3.3 b) 中“计算并绘制每两个相邻的 $(X-T)$ 值所对应的点”修改为“计算并绘制每两个相邻的 $(X-T)$ 值的移动平均所对应的点”；
- 将 6.3.4 第 1 段第 2 句中“表 7”修改为“表 8”；
- 将图 10 的名称“可变目标的移动平均和移动极差控制图”修改为“可变目标的移动平均控制图”；
- 将表 11 注中的“表 10”改为“表 11”；

- 将 6.4.4 第 2 段开头中“单个样本”修改为“单个观测值”；
- 将 6.5.3 f) 中“表 12”改为“表 13”；
- 将图 12 图例 Y 中“单值”修改为“移动平均”；
- 将图 A.1 中“ $\overline{X}_{\text{variable}}$ ”修改为“X”，“极差”修改为“移动极差”；
- 将图 A.3 中“均值 $\overline{X}_{\text{moving}}$ ”修改为“单值 X”，“极差”修改为“移动极差”；
- 将图 A.3 的倒数第 5 行题头空格部分添加“目标”；
- 删除将图 A.3 的倒数第 2 行题头中“ $\overline{X}_{\text{moving}}$ ”；
- 将图 A.2 和图 A.4 中“平均”修改为“移动平均”，“极差”修改为“移动极差”。

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、中国标准化研究院、山西金沙智慧科技有限公司、河南省标准化研究院、内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司、聊城卓群汽车部件有限公司。

本文件主要起草人：孙静、余翼丰、赵静、乌佳心、侯顶明、逯渊岚、赵国敏、宋晓东、林立民、董军。

引 言

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 个部分:

- 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。

通常建议至少要采集到 25 个子组,作为构建常规计量型控制图的基础,从而进行一些建设性的分析。这是应用统计过程控制对大批量生产中的单一产品特性(如直径)或过程参数(如温度)绘制控制图的最佳方式。然而,许多统计过程控制的潜在应用都存在问题。

商业社会,高效系统对多功能和柔性的要求不断提升,以支持准时生产的库存管理,并借助更小的批量、更短的周期实现更多样化的产品种类。随之而来是不断增加的重置、转换和模具更换等,这为统计过程控制的有效应用带来新的挑战。这些挑战都发生在一个关键的时代——持续的绩效改进的压力从未如此之大。

过程能够适应很多零件的生产,最好是形状相似但标称尺寸不同,并且零件设置有多种特性,包括不同的标称值、不同的测量单位以及不同的公差。例如,螺栓制造者以短周期生产尺寸(直径和长度)各异的螺栓,管道挤压机生产外径、内径和壁厚尺寸各异的管道。常规做法是针对每个零件的每个特性设计一张控制图。这样管理繁琐、以产品为中心的做法只会生成数量庞大的折线图,每张图的数据都过于稀疏,既无法用于过程控制,也不能进行质量改进。

与其他应对挑战的方式相同,例如:精益思想和生产中快速换模技术的引入,统计过程控制同样需要使用更便利的方法做出回应,既是问题也是挑战。

问题的出现是因为:在企业界,经常由于生产周期太短,以至于无法生成足够的数据来应用常规意义的控制图。这类问题会以两种方式出现:第一,生产批量过小;第二,运行时间过短,比如高速冲压机床可能只运行很短的时间。无论哪种方式,都无法得到足够的子组以便控制图进行有效监测。

机会的出现是因为:当前许多统计过程控制的应用实际上是统计产品控制,换言之,实施统计过程控制经常是以产品为中心而不是以过程为中心。由同一过程或相似的过程生产的不同产品被视为相异

的实体。因此,当分析产品导向的控制图时,过程波动的来源被忽略。由于短周期、小批量导致产品信息的稀缺,故而把关注点放在共同的要素,即过程。短周期的统计过程控制提供了将一系列与产品相关的短期作业转化为长期过程的方法。例如:这样的工作间,它并不制造太多的相同部件,而是有许多过程不断相继运行。他们不断转动更多轴,钻更多孔。将转孔、车削、研磨诸如此类的过程或是相应的设施(例如:机床)进行分组,为短周期统计过程控制的应用做好准备。

本文件对一些基础的统计概念、术语和符号进行介绍,但尽可能精炼。选择尽量贴近工作实际的描述,而非统计学的术语。其目的是使本文件易于广大的潜在用户理解,也便于广泛的沟通和方法的领悟。

在阅读本文件之前,建议不熟悉控制图的读者先阅读 GB/T 17989.1 和 GB/T 17989.2。

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

1 范围

本文件描述了在子组大小被限制为 1 的情况下，应用常规计量控制图监测短周期和小批量生产过程的方法。它提供了一套工具来帮助理解这些过程中的波动来源，以便更好地管理这些过程。

本文件适用于子组大小为 1 的情形下计量型质量特性的过程控制。这里涉及的控制图是过程导向，而非产品导向。使用者能在同一张控制图上打点、监测和控制不同产品的相似特性，或者同一产品的不同特性。

注 1：术语短周期和小批量的定义不完美。本文件中的短周期和小批量是指在随后另一种产品被生产前，该产品只少量生产。

注 2：子组大小大于 1 的情况，适用其他标准。

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

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

GB/T 3358.2—2009 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。

C_L	控制图的中心线
L_{CL}	L_{CLx} , $L_{CL\bar{x}}$ 和 L_{CLR} 分别是单值控制图、均值控制图和极差控制图的下控制限
Tn	子组大小
R	最大值与最小值之差
R_{exp}	某特性的极差的期望值
R_{moving}	移动极差，相邻观测值中最大值与最小值之差
S	过程标准差
s	过程标准差的观测值
T	目标值
u	验收设置的检验统计量

U_{CL}	U_{CLx} , $U_{CL\bar{x}}$ 和 U_{CLR} 分别是单值、均值和极差控制图的上控制限
$\bar{X}$	质量特性的过程均值
$\bar{x}$	质量特性的过程均值的观测值

4 如何选择合适的计量型常规控制图

4.1 概述

统计过程控制旨在控制和提升质量、提高生产率、降低成本。统计过程控制的主要图形工具是控制图,主要有三类:常规控制图、累积和(CUSUM)控制图和指数加权移动平均(EWMA)控制图。

注:累积和控制图见 GB/T 17989.4,指数加权移动平均控制图见 GB/T 17989.6。

常规控制图提供了过程的图形展示,包括:某特性的代表性统计量(例如单值、均值、极差或标准差)的取值对应的打点、中心线、以及一条或多条控制限。控制限和中心线用作判断过程稳定性的基础,换言之,判断过程是否处于统计受控状态。控制限源于过程的实际表现,不要与规格限或公差混淆。

常规控制图提供了一种通用语言,以便对过程表现的技术信息进行沟通。控制图是理解过程行为的有效工具,将波动的特殊原因与一般原因进行区分。当特殊原因不存在时,则过程处于统计受控状态。

当一个过程处于统计受控状态时,其过程能力是可预测、可评估的。减少一般原因带来的波动并改进过程(对公差中心)的对准程度,以提升过程能力。

控制图在任何组织中都有广泛的适用性。

4.2 如何为测量数据选择合适的常规控制图

对测量数据选择常规控制图的程序如下:

- a) 如果被监测的特性可以持续进行,且有固定的目标和过程散布,见 GB/T 17989.2;
- b) 如果特性没有固定的目标和过程散布,且子组大小被限制为 1,见 4.3;
- c) 如果特性没有固定的目标和过程散布,且子组大小大于 1,宜寻求专家指导。

图 1 给出了选择的程序。

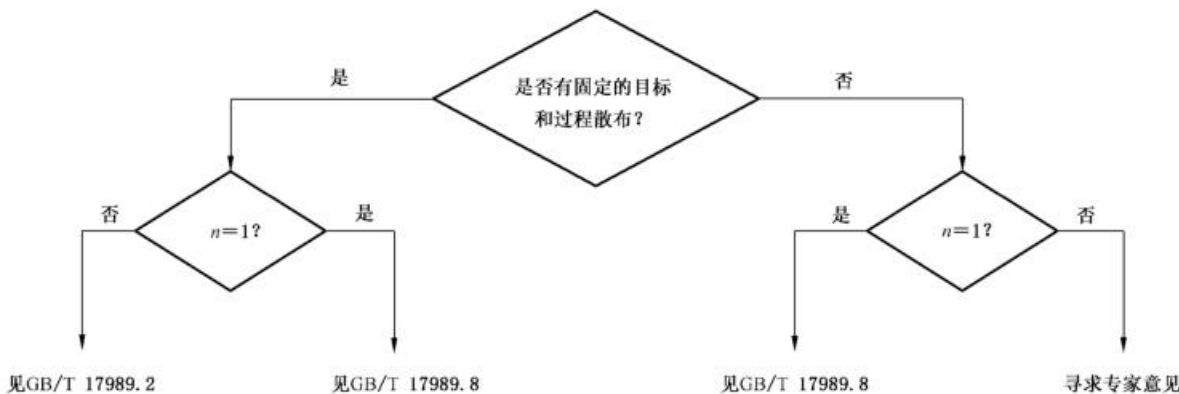


图 1 测量数据选择常规控制图的流程图

4.3 当特性没有固定的目标和过程散布时,如何选择常规控制图

对于短周期和小批量的情况,当预期目标和过程散布发生变动时,一些常规控制图可供选择。包括:

- a) 可变目标,单值和移动极差控制图;
- b) 可变目标,移动平均和移动极差控制图;
- c) 通用,移动平均和移动极差控制图;
- d) 通用,单值和移动极差控制图。

图 2 给出了选择合适控制图的流程。

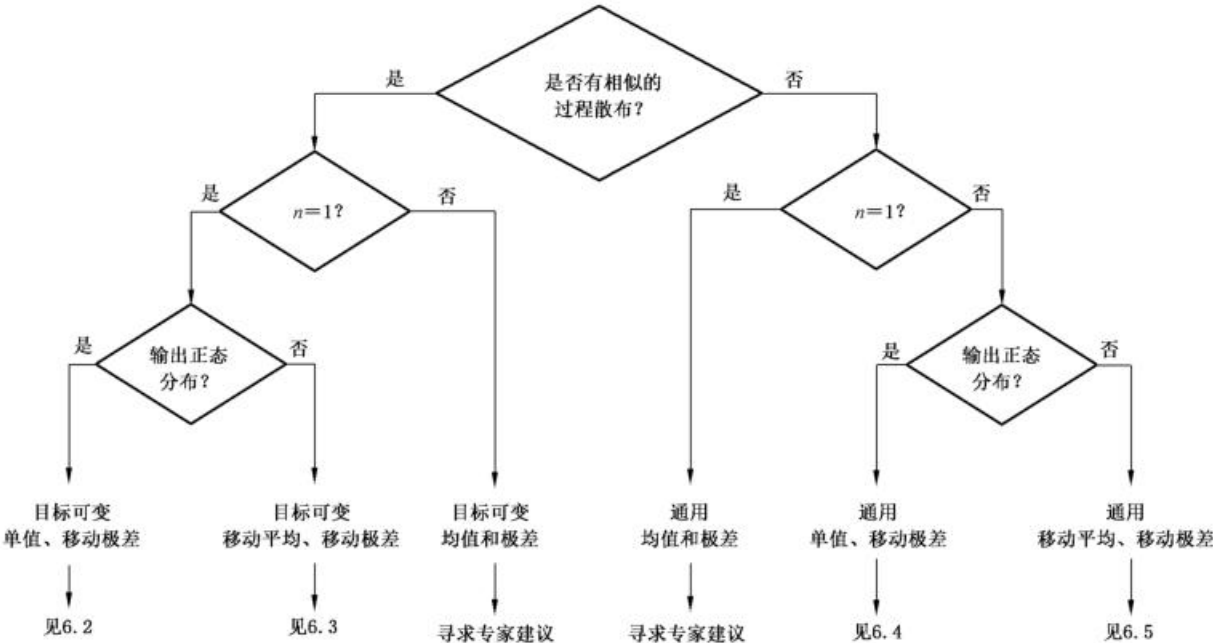


图 2 短周期、小批量选择控制图的流程图

表 1 有助于对图 2 的理解。

表 1 短周期、小批量过程的控制图选择表(子组大小, $n = 1$)

参数或特性	过程目标	过程散布	输出	控制图名称	章条号	补充信息： 要求的结果
单个	相异	相似	正态	可变目标,单值和移动极差	6.2	对变化快速响应
单个	相异	相似	近似正态	可变目标,移动平均和移动极差	6.3	趋势监测； 平滑数据
多个	相异	相异	近似正态	通用、单值和移动极差	6.4	对变化快速响应
多个	相异	相异	非正态	通用、移动平均和移动极差	6.5	趋势监测； 平滑数据

5 如何准备绘制短周期、小批量控制图

5.1 专注过程

常规控制图通常用于量大、周期长的产品。这就导致统计过程控制常专注于产品的统计受控而非过程的统计受控。这是因为经常被监测和关注的是过程的结果,即事后的产品特性,而非引起这些结果的过程参数。

成功实现短周期、小批量过程的统计过程控制的关键,是关注过程而非关注产品。尽管名义上的产品特性,诸如类型和尺寸,不可避免地发生变化,但是生产产品的过程却始终保持不变。例如:

- a) 相同的钻孔过程形成直径和深度的标称值不同的孔;
- b) 相同的锻造机制造螺帽大小、长度、直径的标称值各异的螺栓;
- c) 相同的冲压机冲制槽宽的标称值各异的冲压件;
- d) 相同的混合过程产生含有不同化学成分、不同目标配比的溶液;
- e) 相同的挤压机挤压出内外直径和管壁厚度的标称值不同的管材;
- f) 相同的铸币器在多腔模具中生产坯料;
- g) 相同的焊接操作生产小批量的焊接强度标称值不同的印刷电路板组件。

注:以上例子皆与工程过程相关。

统计过程控制技术用于任何一种可重复的短周期、小批量的过程。不同周期、不同批次的过程数据之间的转换是可行的。统计过程控制技术提供了将一系列短周期的产品数据转化为单一长周期过程的有效信息的方法。该方法将多个产品特性,诸如:不相似的标称尺寸、不同的测量单位、不同的特点以及不同的过程散布,整合到基于过程的一张常规控制图中。

相比传统方法,短周期统计过程控制提供了一个信息量更大,效率和效果更佳的选择。传统方法,例如:

- 100%的最终检测,一种昂贵的事后行为;
- 基于单次测量的首件检测,提供了有限的初始信息,不能反映过程随时间的变化;
- 末件检测,一种事后采用的高风险战略,提供的信息少且迟。

如果对每一个特性和标称维度都单独建立一张控制图,性价比太低且不易管理。这将导致过多的控制图,且每个控制图中的数据点数量过少,不足以给出合理的解释,没有价值。

5.2 相似过程分组的程序

为了有效地对特性进行分组,需要建立程序,以防止来自显著不同的过程的数据最终由一张控制图进行监测。如果系统性影响是未知的或未被补偿,会导致由一张控制图进行监测的两个或多个稳定过程频繁发出虚发警报,这是不希望发生的结果。

图3给出了结合专家知识和数据分析形成分组并根据需要予以调整的程序。

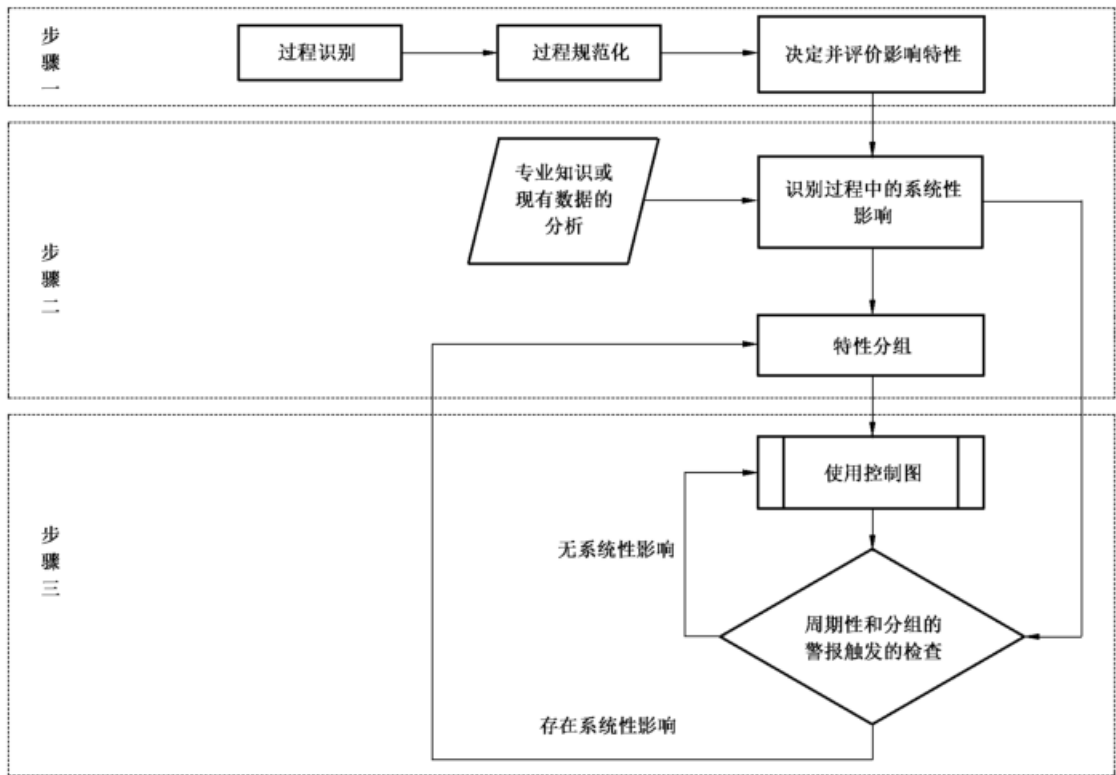


图 3 相似特性识别与分组的程序

具体程序如下：

a) 步骤一：首先，要识别潜在“可分组”的过程。这些过程遵循相同程序但有不同特性，例如标称值/目标值、公差、材料、测量过程、生产设备、工具、环境条件等。过程之间变化的特性以及各自的参数区间，可以展示在一张因果图上（见图 4）。

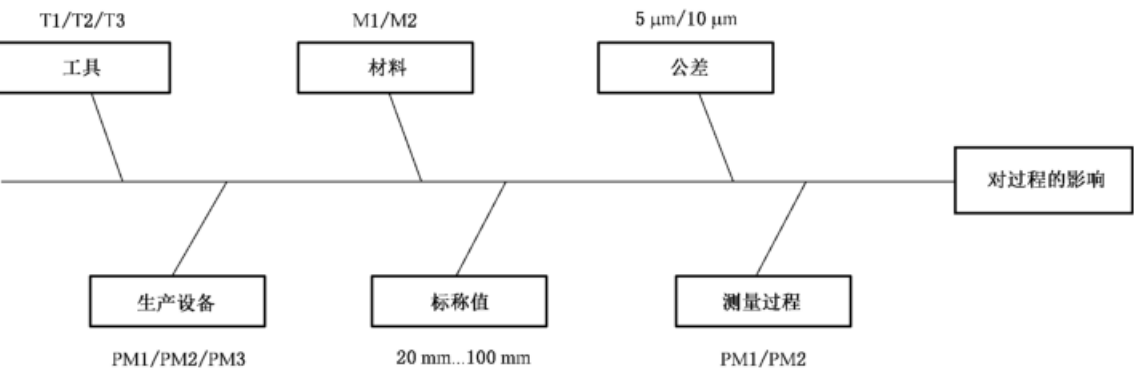


图 4 确立相似过程间差异的因果图

b) 步骤二：下一步就要确定特定特性的差异是否导致两个或多个过程的表现显著不同。该信息可通过如下方式获得：

- 1) 专家知识/研讨；
- 2) 仿真模拟；
- 3) 实验初探；
- 4) 过程现有数据的统计分析。

如果没有显著差异,或者差异是系统性的可以通过标准化予以抵消且没有其他实质性的原因予以反对,那么可将这些特性形成一组、联合起来,使用控制图。

- c) 步骤三:在应用控制图的过程中,会收集到更多数据,获得更多的过程知识。因此,定期地重新检验分组的有效性是明智的,尤其在找不到可查明原因的虚发警报频繁发生的情况下。为了灵活地将过程分组和再分组,将特性作为元数据和测量数据一起加以记录很重要,以使得每个测量值都与一组过程相关联。

示例:表 2 展示了图 4 所给出的特性的分组。如果没有进行分组,就需要监测 360 种组合。而分组后,需要监测的组合数减至 4。该示例中,假定工具、公差与测量过程对过程没有显著影响,标称值的差异通过标准化进行补偿,材料和生产设备对过程有无法补偿的显著影响。

表 2 特性分组的示例

特性	工具编号	主要材料	公差 μm	主要生产设备	标准化标称值 mm	测量过程
组 1	T1/T2/T3	M1	5~10	PM1	20~100	MP1/MP2
组 2	T1/T2/T3	M2	5~10	PM1	20~100	MP1/MP2
组 3	T1/T2/T3	M1	5~10	PM2	20~100	MP1/MP2
组 4	T1/T2/T3	M2	5~10	PM2	20~100	MP1/MP2

5.3 典型应用

短周期控制图用于产品特性或过程参数,无需考虑特征的类型或测量单位的差异、过程散布。例如,建立一张单一的短周期控制图来监测多个特性,诸如:圆柱体上的锥度、平行度、椭圆度和硬度。

另一个应用是穿行在一项作业的各个过程阶段的小批量识别标识。一张单一的短周期控制图用于监测一项作业的各个过程阶段的质量表现,例如:机加工操作、热处理、氧化和喷漆。对研磨机,建立一张短周期控制图监测所执行的不同操作,例如:X, Y, Z 轴方向的钻孔和铰孔。

短周期控制图体现出的原理也能同样用于短周期小批量以外的其他情形。例如,汽车车门与车身面板之间的缝隙,对于同一个车门和车身的组合,在 A, B, C, D 四个不同的位置测量缝隙的宽度,不需要在每个检测位置建立控制图,使用一张控制图即可。

5.4 初步过程诊断

进行统计过程控制,预先建立过程中主要的潜在波动来源的类别很重要。这不仅决定了进行统计过程控制要使用哪种方法,更重要的是确定是否应用统计过程控制。作为唯一的检测,某些关于短周期小批量过程的问题需要提出并加以考虑。在制造业,宜对下列最有可能的过程波动的主要来源进行评估:

- a) 原材料主导:当来料或上道工序有重大影响时;
- b) 设置主导:当设置正确,特性高度可重复时;
- c) 操作员主导:当过程高度依赖于操作人员的技能、谨慎与专注度时;
- d) 时间主导:当过程可漂移时(例如,因刀具磨损或溶液配比没有及时补充);
- e) 夹具或托盘主导:当固定部件的夹具或托盘是造成不一致的主要来源时;
- f) 过程参数主导:当输出依赖于过程参数时(例如,深度、切削速度和油温);
- g) 环境主导:当制造区的温度和湿度变化时;
- h) 信息主导:当波动和不合格是由于作业或规范的频繁变动或测量信息不良所导致时。

5.5 建立过程特性的正确初始架构的程序

5.5.1 目的

当测量至少三件样品是可行的时,本程序确定了过程特性均值的初始维度架构是否可接受。

5.5.2 范围和局限

如果过程特性的取值服从正态分布,则测试是准确的。如果不服从正态分布,则测试只能给出近似的指导。

5.5.3 程序的必要性

在对固有过程或测量系统波动性一无所知的情况下,基于单一的测量结果,就进行过程架构的设置,可能会导致严重的后果。因为,许多情况都可能发生。图 5 和表 3 给出了一些典型的情况。

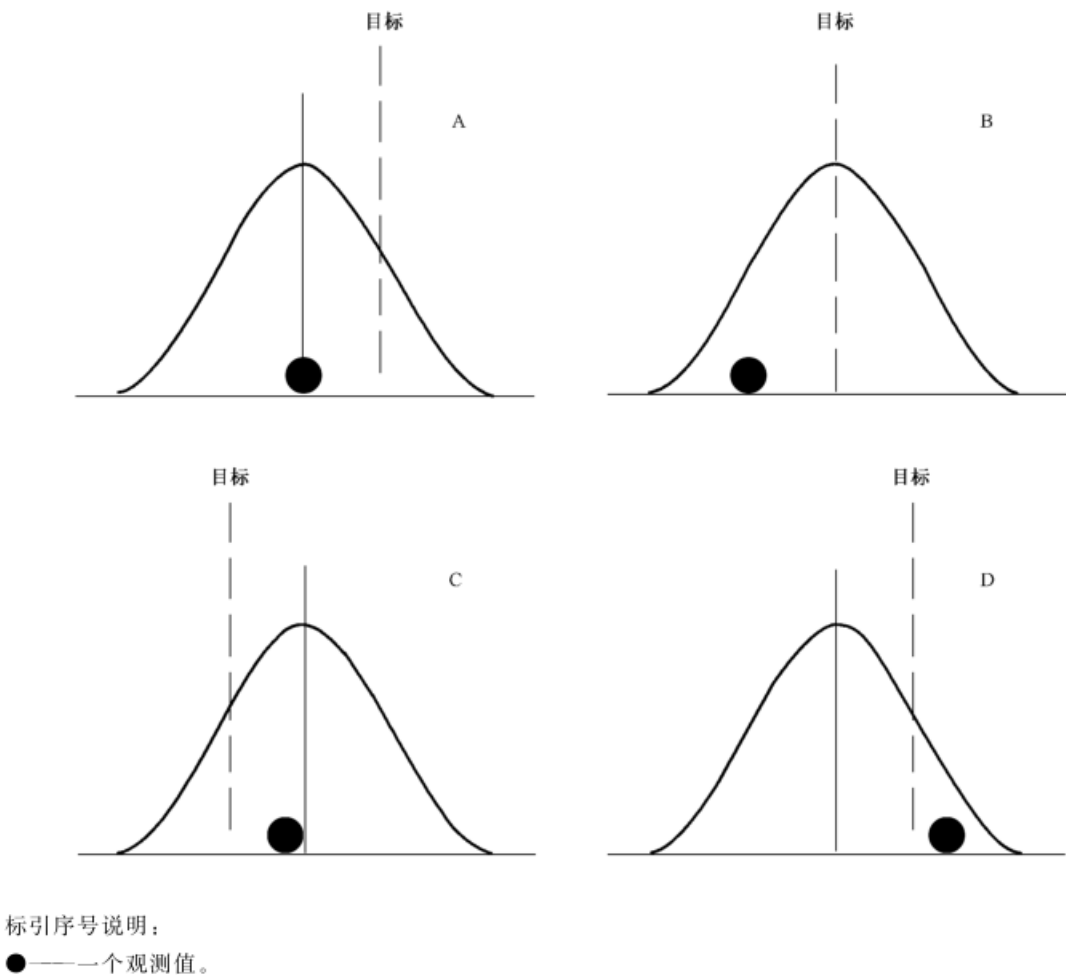


图 5 只有一个观测值的四种不同情况

表 3 设置时进行一次测量的四种情况

	实际过程均值 (设置者不知)	设置时测量结果	设置者进行调整	
			设置(X)	结果
A	过程均值位于目标的左侧	位于目标左侧 (但设置者不知其位于或接近分布均值)	右移,移动量为测量值与目标的差值	正确调整
B	过程对准目标	位于目标左侧 (但设置者不知其位于分布的左尾)	右移,移动量为测量值与目标的差值	过程向远离目标的错误方向调整
C	过程均值位于目标的右侧	位于目标右侧 (但设置者不知其略低于分布均值)	左移,移动量为测量值与目标的差值	过程调整的方向正确,但调整量不足
D	过程均值位于目标的左侧	位于目标右侧 (但设置者不知其位于分布的右尾)	左移,移动量为测量值与目标的差值	设置者向错误的方向进行调整

5.5.4 方法

建立过程特性的初始架构的程序如下。

- a) 记录待处理特性的目标值。
- b) 按照操作规定的方式将过程进行初始设置。
- c) 在不改变设置的情况下,采集到样本量至少为 3 的样本。
注:仅依赖一份很小的现有样本,来维持对散布的持续估计是可能的,而且更可取。即使真实的散布在不同的周期之间有点差别,通过合并数据实现平滑依然有价值。
- d) 记录样本量(n)。测量每个工件上相应特性的单值(X),并按生产顺序进行记录。
- e) 计算样本均值 $\bar{X}$ 和样本标准差 S。
- f) 计算 u 值, $u = \frac{(\bar{X} - T)}{S}$ 。
- g) 将 u 值与表 4 给出的、所取样本量 n 相对应的检验统计量 u 的临界值范围进行比较。
- h) 如果计算得到的 u 值落在临界值范围之内,接受该设置。
- i) 如果计算得到的 u 值落在临界值范围之外,重新调整设置,使其更接近目标值。
- j) 重复程序直到设置被接受。

表 4 接受设置的 u 的临界值范围

样本量 n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
临界值 u	±4.46	±1.69	±1.18	±0.95	±0.82	±0.73	±0.67	±0.62	±0.58
注:瞄准目标的过程有 10% 的概率通不过检验。									

5.5.5 示例

某过程的目标值 $T=4.00$, $n=3$, 设置机制以 0.01 进行分级。

初始设置后,3个工件的测量值分别为4.02,4.00,4.02。

平均值为4.013 3。

标准差为0.011 5。

于是有:

$$u = \frac{(\bar{X} - T)}{S} = \frac{(4.013\ 3 - 4.00)}{0.011\ 5} = 1.16$$

表4是使用如下的检验统计量基于T分布得到的:

$$t = \frac{\bar{X} - T}{S / \sqrt{n}}$$

使用以下公式对标准差进行估计:

$$S = \sqrt{\left[\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} \right]}$$

计算得到的 $u=1.16$,位于表4给出的 $n=3$ 对应的范围 ± 1.69 之内。

因此过程设置不需任何调整就可以被接受。

5.6 短周期小批量过程预先设立统计过程控制图控制限的程序

5.6.1 目的

本程序在测量或替代产品特性、工件或工艺参数的统计信息不足的情况下,为确定短周期或小批量控制图的中心线和控制限提供指南。

使用本程序之前,应按照5.4进行初步过程分析。

5.6.2 应用范围

与常规控制图一样,控制限是基于每个小批量或短周期的均值和标准差恒定的期望而设立的。对于存在着可预期漂移的过程,或其他特殊情况,宜寻求专家指导。

5.6.3 程序的必要性

有意义的短周期小批量过程的统计控制需要快速建立控制图。因此,通常建立控制限使用至少25个子组(至少准备10个子组)的建议并不可行。为了给控制图建立合适的控制限,对过程均值、标准差以及分布信息进行合理估计是很必要的。应基于很有限的样本量建立控制限,利用正态概率图进行估计。

5.6.4 方法

当设置被认为是可接受的,按生产顺序,运行、测量以及记录可行的工件数,作为建立控制图的基础。

- 按照生产顺序,在标准绘图纸上对单值打点。如果出现明显的异常,找出原因。如果目前未出现明显的异常,继续该过程。
- 除手工打点,还能利用软件程序来完成该功能以及其他功能。
- 将数值按升序排列,与表5样本量对应的百分数打点位置组成对照表。
- 把结果绘制在正态概率图(图A.5给出示例)。
- 根据数据点拟合一条最佳直线。将直线延长到概率纸的边界。利用概率纸上50%所对应的测量值,不论是单值控制图还是均值控制图,得到控制图的中心线。由标绘线与50%点的交点和4s标度位置之间的垂直距离除以4,得到观测值标准差的估计值。利用观测值均值和标

准差的估计值,建立适用于小批量短周期的控制图。

- f) 如果利用数据点更适合拟合一条光滑的曲线,则表明是偏态分布。详细的分析及解释见 ISO/TR 18532。
- g) 如果概率纸上的数据点不足以拟合出一条直线或光滑的曲线,那么在最初测量数量的基础上,增加样本量。重复该做法直到能够拟合出直线或光滑的曲线,或是做出停止的决定并诊断造成这种情况的原因。

表 5 样本量为 3~20 的百分数打点位置

	样本量, n																		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
a)	21	16	13	11	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	
	50	39	31	26	23	20	18	16	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	
	79	61	50	42	36	32	29	26	24	22	20	19	17	16	15	15	14	13	
		84	69	58	50	44	39	36	32	30	28	26	24	22	21	20	19	18	
			87	74	64	56	50	45	41	38	35	33	30	29	27	25	24	23	
				89	77	68	61	55	50	46	43	40	37	35	33	31	29	28	
					91	80	71	64	59	54	50	47	43	41	38	36	34	33	
						92	82	74	68	62	57	53	50	47	44	42	40	38	
							93	84	76	70	65	60	57	53	50	47	45	43	
								93	85	78	72	67	63	59	56	53	50	48	
									94	86	80	74	70	65	62	58	55	52	
										94	87	81	76	71	67	64	60	57	
											95	88	83	78	73	69	66	62	
												95	89	84	79	75	71	67	
													95	90	85	80	76	72	
														96	90	85	81	77	
															96	91	86	82	
																96	91	87	
																	96	92	
																		97	
本表给出的打点位置是基于 $100(i-3/8)/(n+1/4), i=1,2,\cdots,n$ 。																			

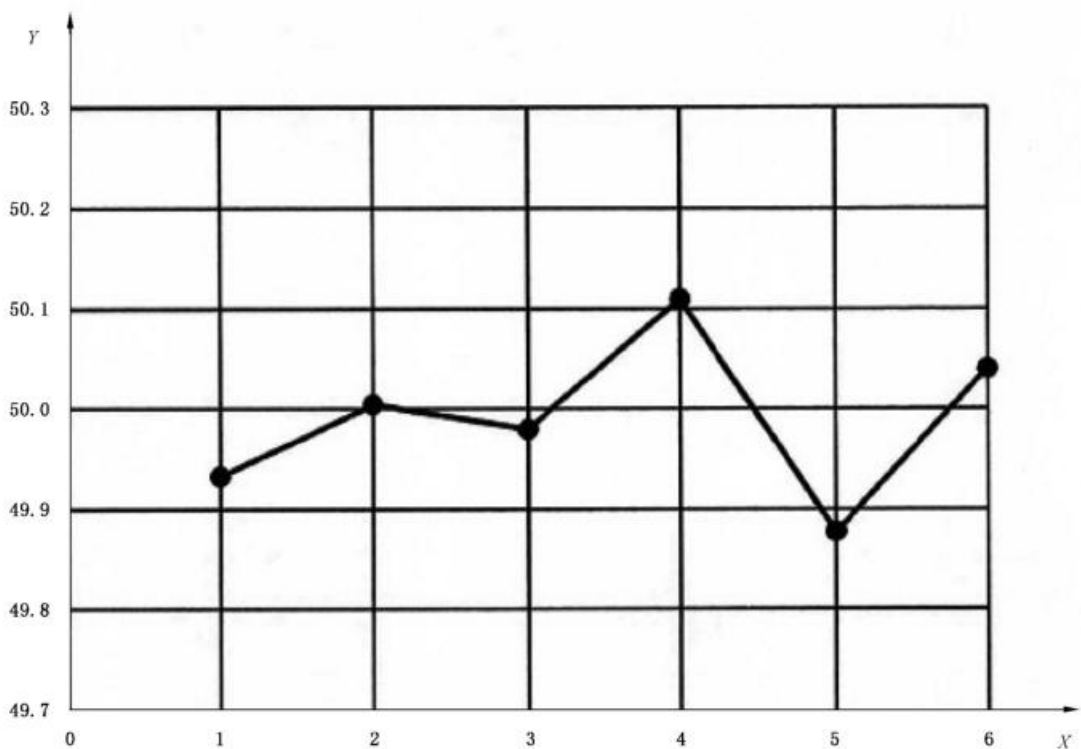
5.6.5 示例

基于 3 个测量值的设置得到验收后,另外测量了 3 个工件。这 6 个测量结果按生产顺序分别是: 49.94;50.00;49.98;50.11;49.88;50.04。

设立统计过程控制图控制限的程序如下:

- a) 建立一张初步的小批量统计过程控制图;
- b) 监测过程的稳定性。

按顺序对这 6 个结果打点,未显示任何与过程稳定性有关的明显异常,如图 6 所示。



标引序号说明：
X —— 测量值序号；
Y —— 测量值。

图 6 过程稳定性的初步监测

c) 检验过程的正态性。

将测量结果按升序排列，参照表 5 的样本量，表 6 给出测量结果与对应的百分数打点位置的对照表。

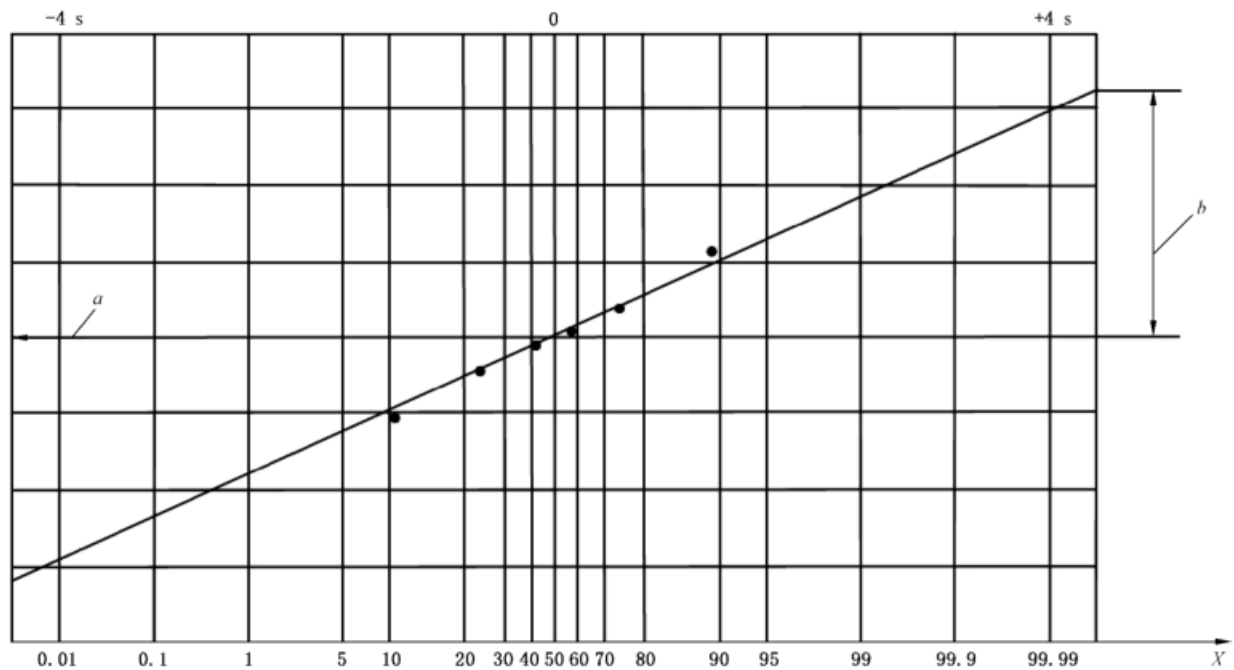
表 6 正态概率图打点的数据

测量值	百分数打点位置
49.88	11
49.94	26
49.98	42
50.00	58
50.04	74
50.11	89

在正态概率图中打点，如图 7 所示（可重复的正态概率图见附录 A）。

利用数据点绘制一条直线。这条直线与数据点的良好拟合，给出了统计意义上的正态性表示。与过程表现的先验知识一起，表明过程波动被认为服从正态分布是合理的。

此外，利用软件可方便地进行统计检验，例如利用 ANDERSON-DARLING 检验来评价数据的正态性。



标引序号说明：

a ——均值；

b ——4 倍标准差；

X ——百分数。

注：除了概率图等，利用目标值作为中心线，由历史数据得到标准差来确定控制限。

图 7 正态概率图

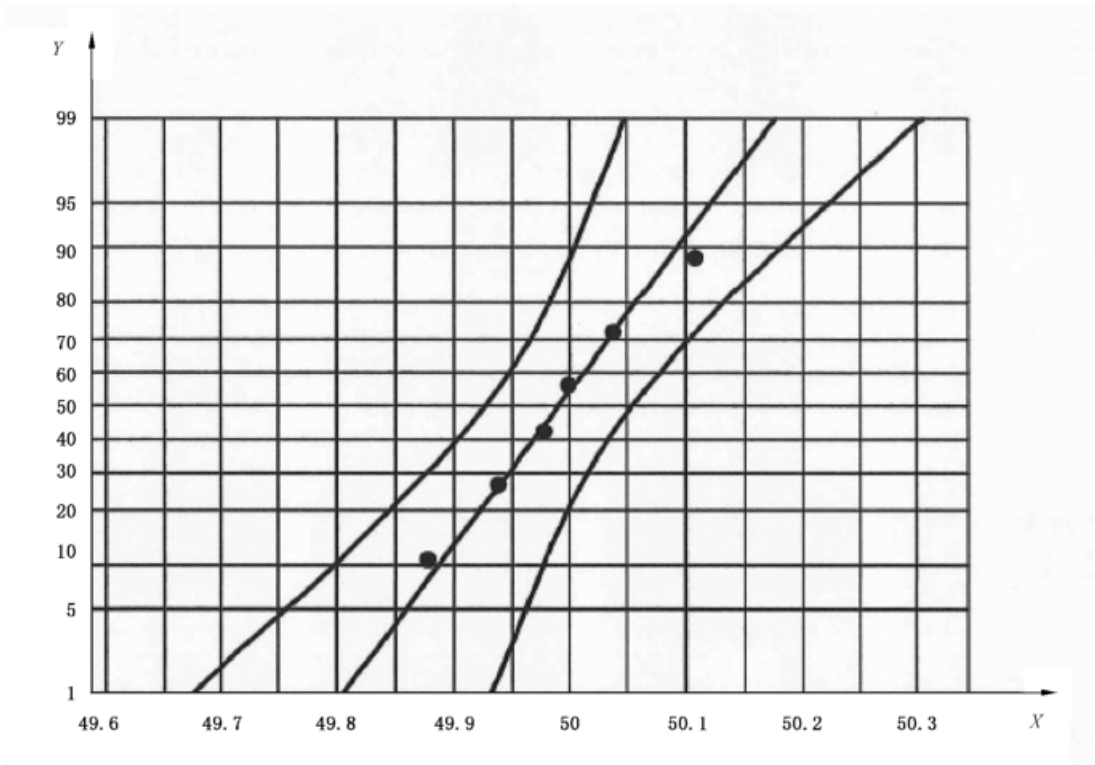
d) 估计过程均值和标准差。

过程均值和标准差可通过正态概率图来估计，因此：

均值：50.00(拟合直线上 50% 概率值对应的测量值)；

标准差：0.08(图 7 中 4 倍标准差所标注的距离的 1/4)。

将同样的数据(即均值 49.99，标准差 0.079 60， $n=6$ ， $AD=0.129$ ， p 值 0.959)输入软件，得到下面的概率图(见图 8)。



标引序号说明：
X —— 测量值；
Y —— 百分数。

图 8 用软件生成的概率图

这样得到的均值和标准差能用来构建适用于小批量、短周期的初步统计过程控制图的中心线和控制限。

6 如何建立并应用短周期、小批量控制图

6.1 概述

4.3 给出了建立并部署四种短周期和小批量控制图的方法，如图 2 所示。他们皆基于这样的理解，即有可靠的信息用以监测特性的目标值和散布（如：标准差）。

6.2 可变目标的单值和移动极差控制图

6.2.1 目的

本程序描述了统计过程控制图的设置和使用。符合下列条件时适用：

- a) 子组大小为 1；
- b) 监测的过程，在生产不同尺寸的工件，或是带有不同目标或标称值的相异特性；
- c) 特性的散布程度预计会一直保持不变；
- d) 被监测的特性所发生的任何突然变化都需要及时的响应。

6.2.2 应用范围

在下列情况应用该方法：

- a) 仅限于子组大小为 1 的情况；
- b) 当同一工作站需要监测多个不同特性,有必要减少控制图的数量；
- c) 过程参数或产品特性的标称值在不断变化,诸如:同一工作站在短期加工的不同尺寸的相似工件；
- d) 特性的过程散布预计会一直保持不变；
- e) 过程水平的任何变化都需要及时响应；
- f) 特性的波动近似服从正态分布。

6.2.3 方法

建立可变目标的单值和移动极差控制图,如图 A.1 所示。使用 GB/T 17989.2 介绍的方法,下列情况除外。

- a) 为每一工件或特性建立目标。通常是标称值、期望值或以往的总平均值。
- b) 单值控制图的每个数据点都基于一次单独的测量。如适用,利用与相应目标值的偏差进行打点(例如 X 减去标称值或 X 减去总平均值)。
- c) 随着每个独立的测量值被获得,逐步构建($X-T$)的计数图,其剖面展示了“分布”。检查分布形状是否近似正态分布(对称且“钟”形)。
- d) 移动极差图中,利用每两个相邻($X-T$)数据点之差的绝对值进行打点。
- e) 利用表 7 计算中心线与控制限。参照 GB/T 17989.2 进行过程控制。

表 7 构建可变目标的单值控制图和移动极差控制图的关键数据

	单值控制图	移动极差控制图
数据点	$X-T$	R_{moving}
C_L	0	R_{exp}^a
U_{CL}	$+2.66R_{\text{exp}}$	$3.27R_{\text{exp}}$
L_{CL}	$-2.66R_{\text{exp}}$	0
^a $R_{\text{exp}} = (1.128 \times \text{期望标准差})$,当考虑相邻数据的移动极差时。		

6.2.4 示例

在一个持续的、短周期的压铸工序,每 10 min 采集一个样品。每个样品都要测量挤压的长度。该工作站生产 4 种尺寸的产品:小、标准、大、超大。设置过程以生产标称值分别为 17.0、20.0、30.0 和 36.0 的产品。所有尺寸的产品的设定公差为标称值的 ± 5.0 。

该工序的历史数据表明,各种尺寸的挤压的 R_{exp} 近似常数,其数值为 2.0。这是基于相邻数据的移动极差得到的。

产品的相应信息汇总如下:

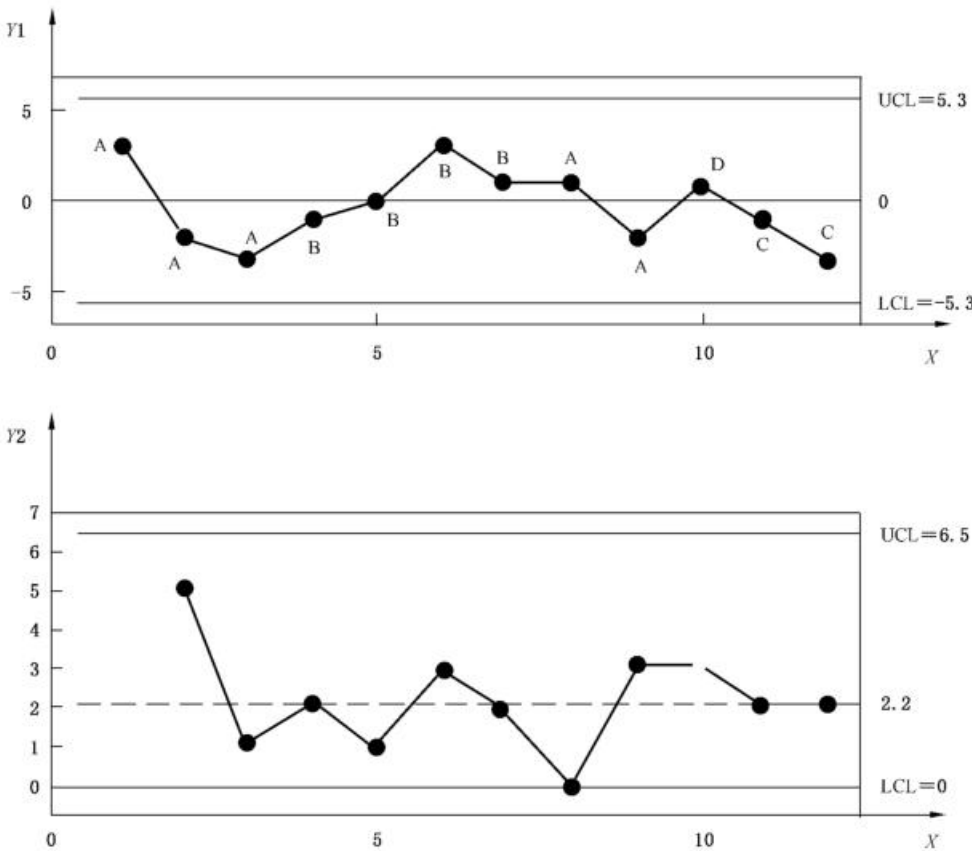
产品	A	B	C	D
T	20	30	17	36
R_{exp}	2.0	2.0	2.0	2.0

表 8 给出了该工作站采集到的 12 个连续样品的结果。为该压铸工序建立控制图。

表 8 可变目标的单值和移动极差控制图的数据和计算

产品	A	A	A	B	B	B	B	A	A	D	C	C
X	23	18	17	29	30	33	31	21	18	37	16	14
T	20	20	20	30	30	30	30	20	20	36	17	17
$X-T$	3	-2	-3	-1	0	3	1	1	-2	1	-1	-3
R_{moving}	—	5	1	2	1	3	2	0	3	3	2	2

图 9 给出了计算机生成的控制图。图 A.1 给出了一张可手工绘制、重复使用的控制图。



标引序号说明：
 X ——测量值序号；
 $Y1$ ——单值；
 $Y2$ ——移动极差。

图 9 可变目标的单值和移动极差控制图

对短周期的单值和移动极差控制图的解释与 GB/T 17989.2 给出的常规控制图的解释相类似。唯一的重大区别是单值控制图上所标出的产品型号,如图 9 所示。

6.3 可变目标的移动平均和移动极差控制图

6.3.1 目的

本程序描述了统计过程控制图的设置和使用。符合下列条件时适用：

- a) 样本大小为 1；
- b) 监测的过程,在生产不同尺寸的工件,或是带有不同目标或标称值的相异特性；
- c) 特性的散布程度预计会一直保持不变；
- d) 趋势的发现比突然变化的响应更重要。

6.3.2 应用范围

在下列情况应用该方法：

- a) 仅限于子组大小为 1 的情况；
- b) 当同一工作站需要监测多个不同特性,有必要减少控制图的数量；
- c) 过程参数或产品特性的标称值在不断变化,诸如:同一工作站在短期加工的不同尺寸的相似工件；
- d) 判定趋势比突变更重要。

6.3.3 方法

建立特殊的移动平均和移动极差控制图,如图 A.2 所示。使用 GB/T 17989.2 介绍的方法,下列情况除外。

- a) 为每一工件或特性建立目标。通常是标称值、期望值或以往的总平均值。
- b) 移动平均控制图中,计算并绘制每两个相邻的 $(X-T)$ 值的移动平均所对应的点。如适用,利用 X 减去标称值或 X 减去总平均值的移动平均进行打点。
- c) 随着每个测量值被获得,逐步构建 $(X-T)$ 的计数图,其剖面展示了“分布”。注意分布形状,见 GB/T 17989.5。
- d) 移动极差图中,利用每两个相邻 $(X-T)$ 数据点之差的绝对值进行打点。
- e) 利用表 9 计算中心线和控制限。
- f) 参照 GB/T 17989.5 进行过程控制和过程能力分析。

表 9 可变目标的移动平均和移动极差控制图的关键数据

	移动平均控制图	移动极差控制图
数据点	$X-T$ 的移动平均	$X-T$ 的移动极差
C_L	0	R_{exp}^*
U_{CL}	$+1.88R_{exp}$	$3.27R_{exp}$
L_{CL}	$-1.88R_{exp}$	0
* $R_{exp} = (1.128 \times \text{期望标准差})$,当考虑相邻数据的移动极差时。		

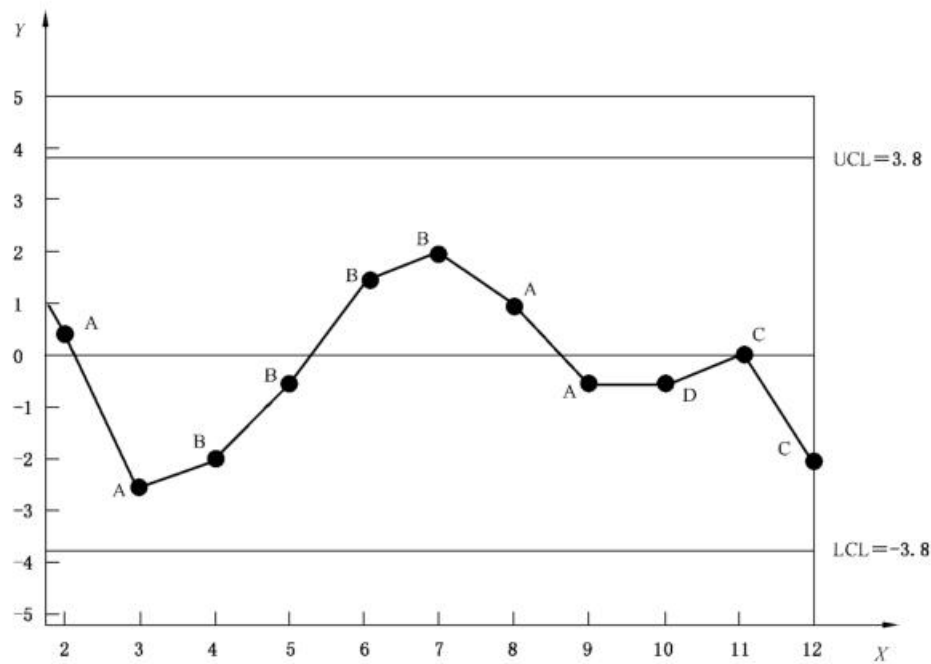
6.3.4 示例

利用 6.2.4 给出的数据来构建目标可变但散布恒定的短周期移动平均控制图。只需在表 8 中增加一行来计算移动平均,如表 10 所示。

表 10 可变目标的移动平均和移动极差控制图的数据和计算

产品	A	A	A	B	B	B	B	A	A	D	C	C
X	23	18	17	29	30	33	31	21	18	37	16	14
T	20	20	20	30	30	30	30	20	20	36	17	17
$X-T$	3	-2	-3	-1	0	3	1	1	-2	1	-1	-3
$\bar{X}_{\text{moving}}$	—	0.5	-2.5	-2	-0.5	1.5	2	1	-0.5	-0.5	0	-2
R_{moving}	—	5	1	2	1	3	2	0	3	3	2	2

图 10 给出了计算机生成的移动平均控制图。移动极差控制图与 6.2.4 示例的结果一致。图 A.2 给出了一张可手工绘制、重复使用的控制图。



标引序号说明：
 X —— 测量值序号；
 Y —— 移动平均。

图 10 可变目标的移动平均控制图

移动平均控制图的解释见 GB/T 17989.5。对短周期的移动平均控制图的解释与 GB/T 17989.5 给出的解释相类似。唯一的重大区别是移动平均控制图上所标出的产品型号,如图 10 所示。

6.4 通用的单值和移动极差控制图

6.4.1 目的

本程序描述了统计过程控制图的设置和使用。符合下列条件时适用：

- a) 子组大小为 1；
- b) 监测的过程,在生产不同尺寸的工件,或是带有不同目标的相异特性；
- c) 具有不同目标或标称值的特性或尺寸,平均极差或标准差的值会有显著变化；
- d) 被监测的特性所发生的任何突然变化都需要及时的响应。

6.4.2 应用范围

在下列情况应用该方法：

- a) 仅限于子组大小为 1 的情况；
- b) 当同一工作站需要监测多个不同特性,有必要减少控制图的数量；
- c) 过程参数或产品特性的目标在不断变化,诸如：同一工作站在短期加工的不同尺寸的相似工件；
- d) 过程的散布程度随特性的种类或工件的尺寸而变化；
- e) 过程水平的任何变化都需要及时响应；
- f) 特性的波动近似服从正态分布(对称且“钟”形)。

6.4.3 方法

建立通用的单值和移动极差控制图,如图 A.3 所示。使用 GB/T 17989.2 介绍的方法,下列情况除外。

- a) 为每个工件或特性建立目标或以目标值、期望值或总平均值以及散布度量, R_{exp} , 的形式表达的参考值。在控制图下的表格里适当的 A,B,C,D,E 列中,输入每个特性或工件的目标值。
- b) 单值控制图的每个数据点都基于一次单独的测量。利用与相应目标值的偏差 R_{exp} 标准化后进行打点,即利用 $(X-T)/R_{exp}$ 打点。
注：如果用 $(X-T)/R_{exp}$ 代替 $X-T$ 打点,可能使操作人员失去对差异严重性的直觉。这与使用 $X-T$ 打点、把 R 纳入控制限在统计意义是等价的。
- c) 随着每个独立的测量值被获得,逐步构建 $(X-T)/R_{exp}$ 的计数图,其剖面展示了“分布”。检查分布形状是否近似正态分布(对称“钟”形)。
- d) 移动极差图中,利用每两个相邻 $(X-T)/R_{exp}$ 数据点之差的绝对值进行打点。
- e) 在单值控制图和移动极差控制图上加入中心线,分别是 0 和 1,如表 11 所示。
- f) 利用表 11 计算控制限。
- g) 参照 GB/T 17989.2 和 ISO 22514(所有部分)进行过程控制与过程能力分析。

表 11 构建通用的单值和移动极差控制图的关键数据

	单值控制图	移动极差控制图
数据点	$(X-T)/R_{exp}^a$	R_{moving}
C_L	0	1
U_{CL}	+2.66	3.27
L_{CL}	-2.66	0
注：本表中的中心线和控制限与目标、测量值的标准差都无关。故被称为通用的控制图。		
^a $R_{exp} = (1.128 \times \text{期望标准差})$,当考虑相邻数据的移动极差时。		

6.4.4 示例

被监测的过程所加工的工件经常变化,且工件的尺寸和散布都会发生变化。关于每个工件的目标和期望标准差可获得如下的可靠信息:

工件	A	B	C
T	10	40	30
R_{exp}	1	3	2

以合适的间隔采集单个观测值,按时间顺序排列。

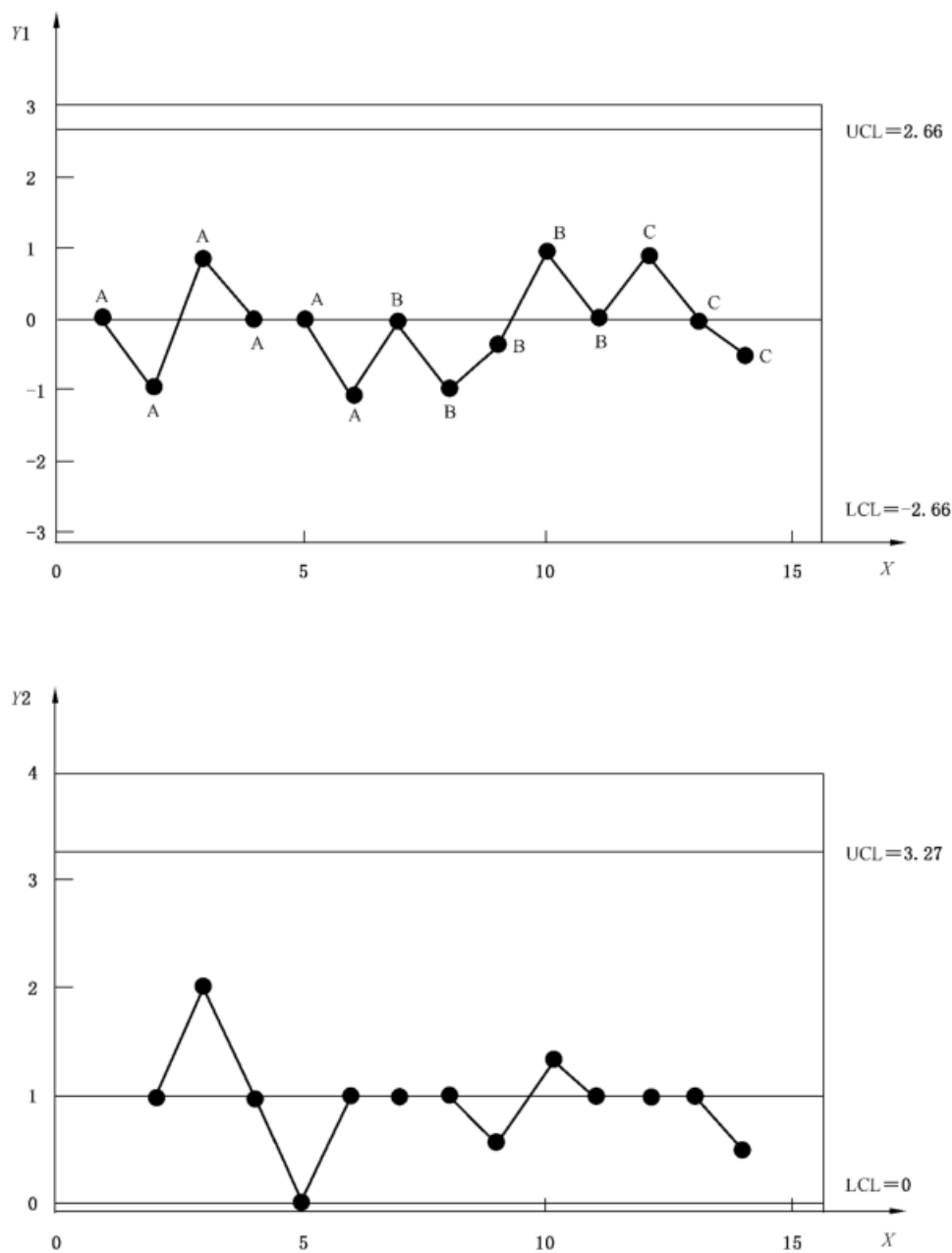
工件	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	C	C	C
观测值	10	9	11	10	10	9	40	37	39	43	40	32	30	29

一张监测该过程的通用小批量、单值和移动极差控制图已建立,结果如表 12 所示。

表 12 通用的单值和移动极差控制图的数据和计算

工件	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	C	C	C
X	10	9	11	10	10	9	40	37	39	43	40	32	30	29
T	10	10	10	10	10	10	40	40	40	40	40	30	30	30
$X - T$	0	-1	1	0	0	-1	0	-3	-1	3	0	2	0	-1
R_{exp}	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2	2
$(X - T)/R_{\text{exp}}$	0	-1	1	0	0	-1	0	-1	-0.3	1	0	1	0	-0.5
R_{moving}	—	1	2	1	0	1	1	1	0.7	1.3	1	1	1	0.5
为了清晰起见,这里的观测值 X 和 R_{exp} 四舍五入以助于对该方法的理解。实际操作中,测量分辨率最好不低于期望标准差的一半。														

图 11 给出了计算机生成的控制图。图 A.3 给出了一张可手工绘制、重复使用的控制图。



标引序号说明：
X ——测量值序号；
Y1 ——单值；
Y2 ——移动极差。

图 11 通用的单值和移动极差控制图

6.5 通用的移动平均和移动极差控制图

6.5.1 目的

本程序描述了统计过程控制图的设置和使用。符合下列条件时适用：

- a) 子组大小为 1；
- b) 监测的过程，在生产不同尺寸的工件，或是带有不同目标的相异特性；

- c) 具有不同目标的特性或尺寸,平均极差或标准差的值会有显著变化;
- d) 趋势的发现比突然变化的响应更重要。

6.5.2 应用范围

在下列情况应用该方法:

- a) 仅限于子组大小为 1 的情况;
- b) 当同一工作站需要监测多个不同特性,有必要减少控制图的数量;
- c) 过程参数或产品特性的标称值在不断变化,例如:同一工作站在短期加工的不同尺寸的相似工件;
- d) 过程的散布程度随特性的种类和/或工件的尺寸而变化;
- e) 判定趋势比突变更重要。

6.5.3 方法

建立通用的移动平均和移动极差控制图,如图 A.4 所示。使用 GB/T 17989.5 介绍的方法,下列情况除外。

- a) 为每个工件或特性建立目标或以标称值、期望值或总平均值以及先前建立的散布度量 R_{exp} 的形式表达的参考值。在控制图下的表格里适当的 A,B,C,D,E 列中,输入每个特性或工件的目标值。
- b) 移动均值图中,计算并利用每两个相邻 $(X-T)/R_{exp}$ 数值的平均值进行打点。
- c) 随着每个独立的测量值被获得,逐步构建 $(X-T)/R_{exp}$ 的计数图,其剖面展示了“分布”。检查分布形状是否近似正态分布(对称“钟”形)。
- d) 移动极差图中,利用每两个相邻 $(X-T)/R_{exp}$ 数据点之差的绝对值进行打点。
- e) 在移动平均控制图和移动极差控制图上加入中心线,分别是 0 和 1,如表 13 所示。
- f) 利用表 13 计算控制限。

参照 GB/T 17989.5 进行过程控制与过程能力分析。

表 13 构建通用的移动平均和移动极差控制图的关键数据

	移动平均控制图	移动极差控制图
数据点	每两个相邻的 $(X-T)/R_{exp}^a$ 的平均值	每两个相邻的 $(X-T)/R_{exp}$ 之差的绝对值
C_L	0	1
U_{CL}	+1.88	3.27
L_{CL}	-1.88	0
^a $R_{exp} = (1.128 \times \text{期望标准差})$,当考虑相邻数据的移动极差时。		

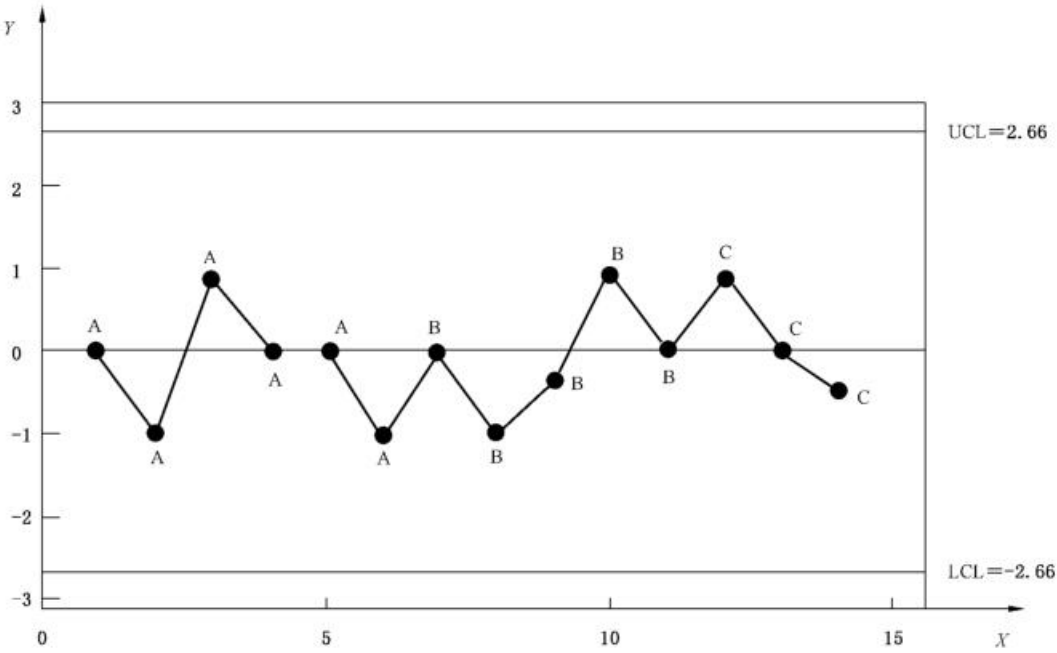
6.5.4 示例

利用 6.4.4 给出的数据来构建目标和散布皆可变的短周期移动平均控制图。只需在表 12 中增加一行来计算移动平均,如表 14 所示。

表 14 通用的移动平均和移动极差控制图的数据和计算

工件	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	C	C	C
X	10	9	11	10	10	9	40	37	39	43	40	32	30	29
T	10	10	10	10	10	10	40	40	40	40	40	30	30	30
$X-T$	0	-1	1	0	0	-1	0	-3	-1	3	0	2	0	-1
R_{exp}	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2	2
$(X-T)/R_{\text{exp}}$	0	-1	1	0	0	-1	0	-1	-0.3	1	0	1	0	-0.5
X_{moving}	—	-0.5	0	0.5	0	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	0.3	0.5	0.5	0.5	-0.2
R_{moving}	—	1	2	1	0	1	1	1	0.7	1.3	1	1	1	0.5

图 12 给出了计算机生成的移动平均控制图。移动极差控制图与 6.4.4 的结果一致。图 A.4 给出了一张可手工绘制、重复使用的控制图。



标引序号说明：
X —— 测量值序号；
Y —— 移动平均。

图 12 短周期的通用移动平均控制图

附 录 A

(资料性)

控制图表格和正态概率图

以下给出了控制图表格(见图 A.1~图 A.4)和正态概率图(见图 A.5)。

产品编号	特性	规格	采样频率	Op	机器编号 X的分布图
单值 $\bar{X}$					
移动极差 R_{moving}					
转换					
时间					
日期					
工件					
$\bar{X}$					
A_{lim}					
$X-A_{lim}$					
R_{moving}					

备注

工件	A	B	C	D	E
A_{lim}					
R_{lim}					

$\bar{X}_{m-1}$
 $UCL_X = \bar{X} + E\bar{R} =$
 $LCL_X = \bar{X} - E\bar{R} =$
 $\bar{R}_{m-1} \times 1.87 =$
 $UCL_R = D_4 \bar{R} =$
 $LCL_R = D_3 \bar{R} =$

因素

子组大小 n	A2	D3	D4	E2
2	1.880	0	3.268	2.660
3	1.023	0	2.574	1.772
4	0.729	0	2.282	1.457
5	0.577	0	2.114	1.290

图 A.1 可变目标的单值和移动极差控制图

产品编号	特性	规格	采样频率	Op	机器编号 X的分布图
移动平均 $\bar{X}_{moving}$					
移动极差 R_{moving}					
转换					
时间					
日期					
工件					
$\bar{X}$					
A_{lim}					
$X-A_{lim}$					
R_{moving}					

备注

工件	A	B	C	D	E
A_{lim}					
R_{lim}					

$\bar{X}_{m1}$
 $UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + E_1 \bar{R} =$
 $LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - E_2 \bar{R} =$
 $\bar{R}_{m1(n)} =$
 $UCL_{\bar{X}} - D_4 \bar{R} =$
 $LCL_{\bar{X}} - D_3 \bar{R} =$

因素

子组大小	A2	D3	D4	E2
n				
2	1.880	0	3.268	2.660
3	1.023	0	2.574	1.772
4	0.729	0	2.282	1.457
5	0.577	0	2.114	1.290

图 A.2 可变目标的移动平均和移动极差控制图

产品编号	特性	规格	采样频率	Op	机器编号 X的分布图
单值 $\bar{X}$					
移动极差 R_{moving}					
转换					
时间					
日期					
工件					
$\bar{X}$					
A_{lim}					
$X-A_{lim}$					
$(X-A_{lim})/R_{lim}$					
R_{moving}					

备注

工件	A	B	C	D	E
A_{lim}					
R_{lim}					

$\bar{X}_{m-1}$
 $UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + E\bar{R}$
 $LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - E\bar{R}$
 $\bar{R}_{m-1(n)}$
 $UCL_{\bar{R}} = D_4\bar{R}$
 $LCL_{\bar{R}} = D_3\bar{R}$

因素				
子组大小 n	A2	D3	D4	E2
2	1.880	0	3.268	2.660
3	1.023	0	2.574	1.772
4	0.729	0	2.282	1.457
5	0.577	0	2.114	1.290

图 A.3 通用的单值和移动极差控制图

产品编号	特性	规格	采样频率	Op	机器编号	图例
移动平均 $\bar{X}_{moving}$						
移动极差 R_{moving}						
转换						
时间						
日期						
工件						
$\bar{X}$						
$\bar{X}_{lim}$						
$\bar{X}_{-lim}$						
$(\bar{X}-\bar{X}_{lim})/R_{lim}$						
$\bar{X}_{moving}$						
R_{moving}						

图 A.4 通用的移动平均和移动极差控制图

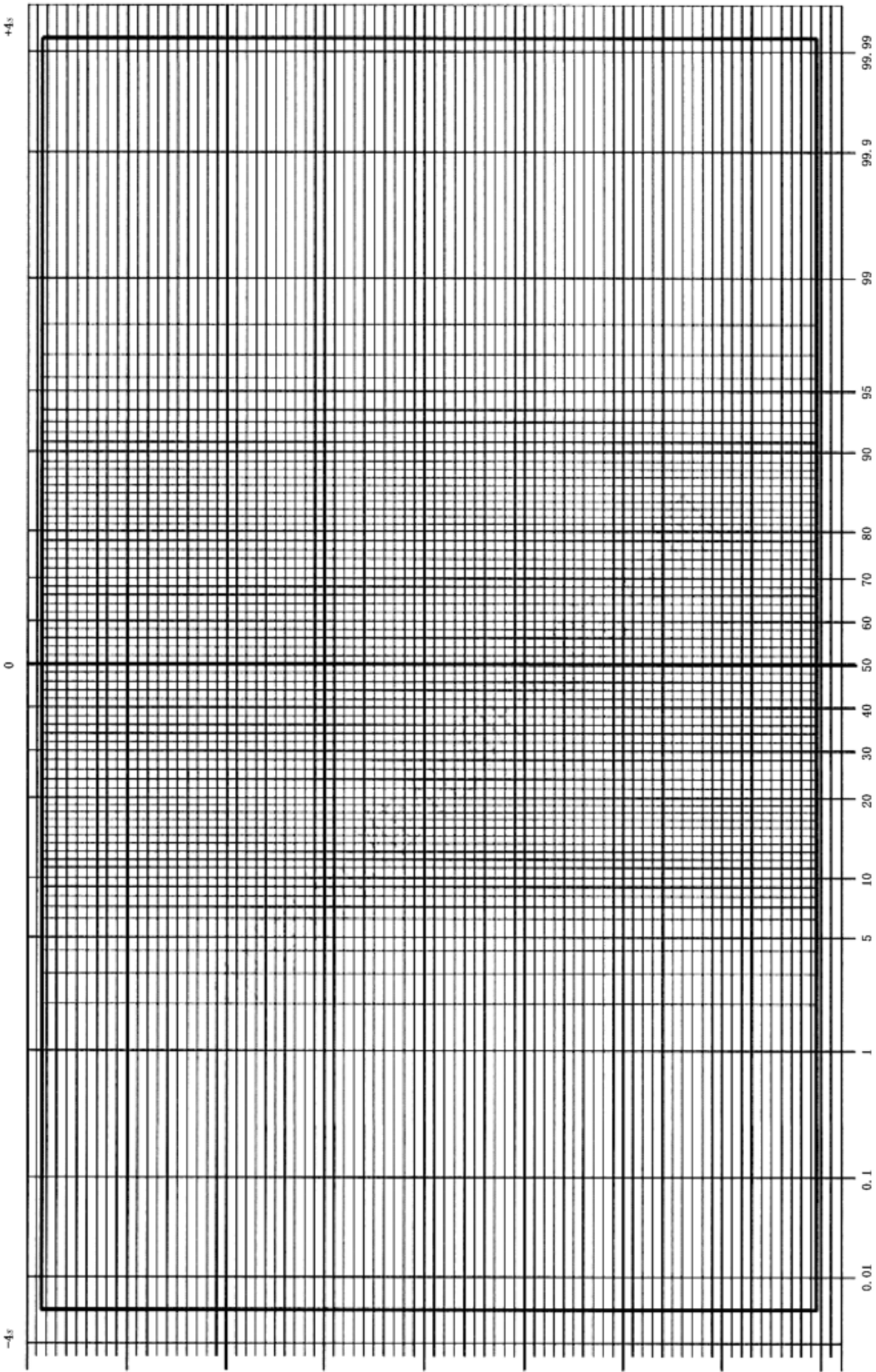


图 A.5 正态概率图的示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 3358.2 统计学词汇及符号 第2部分:应用统计
 - [2] GB/T 17989.1 控制图 第1部分:通用指南
 - [3] GB/T 17989.2 控制图 第2部分:常规控制图
 - [4] GB/T 17989.4 控制图 第4部分:累积和控制图
 - [5] GB/T 17989.5 生产过程质量控制统计方法 控制图 第5部分:特殊控制图
 - [6] GB/T 17989.6 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
 - [7] ISO/TR 18532 Guidance on the application of statistical methods to quality and to industrial standardization
 - [8] ISO 22514 (所有部分) Statistical methods in process management—Capability and performance
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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

GB/T 17989.8—2022

*

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

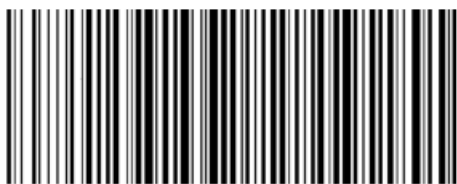
服务热线:400-168-0010

2022年3月第一版

*

书号:155066·1-69687

版权专有 侵权必究



GB/T 17989.8—2022