



中华人民共和国国家标准

GB/T 17989—2000
idt ISO 7870:1993

控制图 通则和导引

Control charts—General guide and introduction

2000-03-16 发布

2000-11-01 实施

国家质量技术监督局 发布

目 次

| | |
|------------------------------|---|
| 前言 | Ⅰ |
| ISO 前言 | Ⅳ |
| 1 范围 | 1 |
| 2 引用标准 | 1 |
| 3 定义 | 1 |
| 4 总则 | 1 |
| 5 计量控制图和计数控制图 | 2 |
| 6 控制限 | 2 |
| 7 合理子组 | 3 |
| 8 控制图类型 | 3 |
| 9 常规控制图及相关的控制图 | 4 |
| 10 验收控制图 | 5 |
| 11 自适应控制图 | 6 |
| 12 与控制图判定相关联的风险——有效性准则 | 7 |
| 13 经济方面的考虑 | 7 |
| 附录 A(提示的附录) 参考文献 | 8 |

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 7870:1993《控制图 通则和导引》(Control charts—General guide and introduction)。

本标准介绍了各种控制图方法(包括常规控制图方法)的关键要素和基本原理,并给出了如何应用控制图对过程质量进行有效控制和管理的指南。

本标准的附录 A 为提示的附录。

本标准由中国标准研究中心提出。

本标准由全国统计方法应用标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位:中国标准研究中心、中国科学院系统科学研究所。

本标准主要起草人:刘文、马毅林、肖惠、李仁良、刘琼。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是由各国标准化团体(ISO 成员团体)组成的世界性的联合会。制定国际标准的工作,通常由 ISO 的技术委员会完成,各成员团体若对某技术委员会的工作感兴趣,均有权参加该委员会。与 ISO 保持联系的各国际组织(官方的或非官方的)也可以参加有关工作。在电工技术标准化方面,ISO 与国际电工委员会(IEC)保持密切合作关系。

由技术委员会采纳的国际标准草案提交各成员团体投票表决,需取得至少 75% 参加表决的成员团体的同意才能作为国际标准正式发布。

国际标准 ISO 7870 是由 ISO/TC69/SC4 统计方法应用技术委员会统计过程控制分委员会制定的。

本国际标准的附录 A 仅作为提示的附录。

中华人民共和国国家标准

控制图 通则和导引

GB/T 17989—2000
idt ISO 7870:1993

Control charts—General guide and introduction

1 范围

本标准表述了控制图方法的关键要素和基本思想,并阐述了与常规控制图(休哈特控制图)有关的控制图、带有过程验收的控制图、或着重在线预测的控制图等各种控制图。

本标准概述了基本原则和概念,说明了各种控制图方法之间的关系,用以帮助在给定条件下选择最适当的控制图标准。

本标准没有规定使用控制图的统计控制方法。这些方法参见 ISO 7873 和 ISO 7966 及以后制定的相关标准。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 3358.1—1993 统计学术语 第一部分 一般统计术语(neq ISO 3534-1:1993)

GB/T 3358.2—1993 统计学术语 第二部分 统计质量控制术语(neq ISO 3534-2:1993)

ISO 7873:1993 带警戒限的均值控制图

ISO 7966:1993 验收控制图

ISO 8258:1991 常规控制图(休哈特控制图)

注:我国已发布的控制图国家标准有:

GB/T 4091.1~4091.9—1983 常规控制图

GB/T 4886—1985 带警戒限的均值控制图

GB/T 4887—1985 计数型累积和图

3 定义

本标准采用了 GB/T 3358.1 及 GB/T 3358.2 中的有关定义。

4 总则

控制图是统计质量控制的基本工具,是一种把代表过程当前状态的样本信息与根据过程固有变异建立的控制限进行比较的方法。其主要用途是提供一种手段,以评估生产运行或管理过程是否处于“统计控制状态”。最初建立的控制图方法用于工业生产及开发应用,而现在控制图方法也广泛地应用于大范围的服务和辅助活动中。实质上,控制图是一种管理工具,用于帮助判断过程何时稳定,何时发生变化。控制图对于管理层和现场操作人员都有用。

由于众多的微小偶然原因作用,所有操作都存在固有变异,其结果是从受控状态的过程中取得的观测值不是常数。所以需要统计上的有效界限,以使造成控制过度或控制不足的错误判定降到最低限度。

如果没有系统偏移进入过程,则认为过程处于“统计控制状态”。实质上,当过程处于“受控”状态时,

就能可靠地推断过程的行为。然而当非偶然原因(或异常原因)进入系统,过程就会受其影响。但如果得不到它们存在和影响的信息,则无法对结果做出预测。如果发现一个过程不是处于“统计控制状态”,需要人为干预将过程引入这个状态。对于某些经济或自然现象,可能还没有已知的干预方法,控制图只是用来识别是否失控。

控制图提供了一种评估和监察过程是否达到或维持“统计控制状态”的简单图示方法。判定方法是从一系列有序的样本或子组中得到统计度量值或图像与控制限进行比较而作出判定。根据判定的方式、数据的性质以及使用统计量的类型设计了不同种类的控制图。“统计量”一词强调,由于受抽取样本或测量过程本身的固有误差影响,样本观测值具有固有抽样变异性。

控制图的主要优点是易于使用和绘制。它为生产或服务工作者、工程技术人员、管理人员以及经营者提供了一个表明过程是否处于“统计控制状态”的指示器。但是控制图只能作为全部分析程序的一部分。当可查明原因进入过程,控制图可以及时发出指示,但为确定这些可查明原因的本质和必需的校正措施则需单独的研究。

5 计量控制图和计数控制图

控制图可用于“计量”数据或“计数”数据。计量数据是在连续尺度下,通过测量和记录所考察的一组对象中每个个体的某种特性的数值大小而获得的观测值。计数数据是通过记录所考察的一组对象中每个个体是否具有某种特性或属性,计算该样本中具有(或不具有)该特性或属性的个体的数量,或者记录所考察的个体、子组或一定面积、一定量之内某种特性或属性出现的次数而获得的观测值。

在计量数据情形下,一般绘制两类控制图。第一类讨论位置尺度,如样本或子组的均值 \bar{X} 或中位数。第二类讨论样本或子组中观测值离的尺度,如极差(R)或样本标准差(s)。为建立一个有效的计量控制图方法,这两类图都有必要。

位置图用来评估过程水平是否真正发生明显偏移,离散图用来评估样本或子组标准差大小有否明显变化。位置图的控制限是样本或子组标准差的函数。验证样本或子组标准差这个固有变异参数是否保持在控制状态是重要的。

大多数计量控制图都以正态分布(见 ISO 3534-1)为基础。通常绘制每个子组中 n 个观测值的均值,因为除了极特殊的情况,即使个体观测值的分布不服从正态分布,均值也渐近服从正态分布;并且通过求平均的过程,能降低随机方差所起的作用,从而加强了发现可查明原因已进入过程的能力。通常取样本量为 $n=4$ 或 $n=5$,但是作经济上的分析时,可以取更适当的样本量。对这些观点的详述可以参见各种特定的控制图国家标准或国际标准。

在计数数据情形下,只需要绘制一类控制图。“ p ”图(某种特定类别的比率)基于二项分布。将这个比率的标准差(或标准误差)记为 s_p 。由于 $s_p = \sqrt{p(1-p)/n}$, s_p 只依赖于 n 和 p ,所以不需要另外绘制 s_p 图。同样,“ c ”图(给定类别的事件发生次数)基于泊松分布。将这个数的标准差(或标准误差)记为 s_c 。由于 $s_c = \sqrt{c}$,所以同样不需要另外绘制 s_c 图。

6 控制限

控制限是控制图上用于决定是否要发出采取措施的信号或判断过程是否处于“统计控制状态”的界限。有些控制图上还设有一组“警戒限”,这时控制限又被称为“行动限”。可以采取的措施有以下几种形式:

- a) 调查“可查明原因”来源;
- b) 调整过程;
- c) 停止过程。

在特定的控制图国际标准(见 ISO 7873、ISO 7966 和 ISO 8258)中定义了各种形式的判定规则,来

判定过程是否已超过行动限或警戒限。这些形式如：落在界限外的点、链或界限内观测值的图像。

7 合理子组

合理子组是根据技术的原因而选取的子组或样本，组内方差可认为仅由不可查明的偶然原因(或通常原因)造成，组间可能存在由有可能发现和须查明的可查明原因(或异常原因)所引起的方差。技术的原因包括一致性问题、抽样的能力和经济的考虑。控制图的基本特点之一就是采用合理分组的方法收集数据。一致性较好的子组内测定的变异性用来确定控制限或验证短期的稳定性，而较长期的稳定性通过子组间的变动来评估。虽然因为在一段相对短的时间内可查明原因的影响有限而成为合理子组的通常基础，其他基础如比较一致的小范围或共同条件(如由同一位特定操作人员操作的)也可适用。合理子组的定义条件同样也适用于收集数据和确定控制限。

大多数在生产中使用的控制图，合理子组代表短时间区间内在材料、工具设置、环境条件等大体一致的情况下收集的数据。在服务和行政管理中使用的控制图，合理子组可以按某人或某队的任务中特定的时期或逻辑的分组来定义。在这些情况下所遇到的变异性只是由偶然原因(或通常原因)造成。在较长的时间区间内，可能会出现可查明原因(或异常原因)，如材料来源的改变、记录数据种类的不同、重新调整的工具设置、新的工作环境或操作人员的更换。

虽然这些改变也许不会引起过程水平偏移，但是这些原因有可能会引起超出由偶然原因引起的变异。因此，(由一系列子组估计的、或由过去经验获得的)组内标准差作为“随机变异性”的基本度量。

如果要使合理子组具有有意义的值，必须要注意使它经受所有通常的偶然方差(或通常方差)来源的影响。例如，某测试仪器对放入其中的某一材料进行测试，所获得的一系列重复测试值读数可能没有包括材料安插过程或抽取样本过程的影响。如果这些影响在通常的测试环境下是固有的，这些重复测试数据就会不合乎实际地低估测试过程固有变异性。因此，从这个过程获得的几乎任何实际测量都会显示“失控”。但是如果子组太大，由于可查明原因造成的方差会使子组内的标准差提高，许多可查明原因可能发生而没有被察觉。

由上所述，每个子组内得到的观测值标准差，构成控制图固有变异性的基本度量。标准差未知时，通过相当大的一系列子组所获得的信息来估计。通常建议，至少要从 20 个子组中获得信息。证实在这个基本时期内收集到的数据处于“统计控制状态”是重要的，可以通过在控制图上点绘子组的极差或标准差来实现(即：就组内方差而论，数据处于统计控制状态)。如果这些数据不处于该状态，就要求采取校正措施来获得更合理的基本数据。

控制限基于 σ_c 的某个乘数， σ_c 为被点绘的统计量的标准误差，由组内标准差得出。有关 σ_c 的乘数、用来求平均值的个体观测值的数目(样本量)、补充规则(如链)的使用、抽样频率以及一些类似的问题，都在特定的控制图国际标准中有所考虑(见 ISO 7873 和 ISO 7966)。如果用样本极差作为变异性的度量，控制图就基于 \bar{R} 的某个乘数，而无须估计标准误差 σ_c 。

8 控制图类型

主要有三种类型的控制图(包括累积和图)：

- 常规控制图(具有几个密切相关的变形，见 ISO 8258)；
- 验收控制图(见 ISO 7966)；
- 自适应控制图。

常规控制图主要用来评估“统计控制状态”。虽然它们并不是专门为涉及使用过程容差限或准则而设计的，但是常规控制图也经常用作过程验收工具。

验收控制图是专门为过程验收而设计的。

自适应控制图通过预测趋势，并且根据预测结果事先作出调整来管理过程。

第 9 章至第 11 章描述了这些基本类型中的一些特定的控制图。

9 常规控制图及相关的控制图

9.1 总则

鉴于控制限的作用在于提供一种相合程序来判断“统计控制状态”，休哈特(Dr. W. A. Shewhart)在提出为“经济的质量控制”而设计的控制图时，选择了以经验为基础的控制限，但也应用了一些统计学知识。有关数据的收集、数据的准确分布形式以及其他实际考虑(如对于一些微小的可查明原因或未被发现的原因无法作出经济的合理性判断)等方面的假定，使得不宜使用严格的理论概率值。在控制图上添加控制限之前必须先定义中心线。休哈特(Dr. W. A. Shewhart)建议设定基于合理子组内变异性的界限，其设定位置在 $\pm 3\sigma_x$ 处，即：点绘的统计测量值的三倍标准差(标准误差)。因此，使用均值控制图时，通常在 $3\sigma_x$ 处设定界限。假设观测值均值的初始分布服从正态分布，只要过程在中心值处“受控”，这些界限内包括99.7%的均值点。这就意味着，一个“受控”过程的(均值)绘点有0.3%将超过界限，因而会错误地发出“失控”信号。这类错误称为 α 风险($\alpha=0.003$)，即：在过程实际未发生变化而作出过程已发生异常的结论，犯第一类错误的风险。然而，实际上，如果分布不是正态的，或者认为对规定的中心水平有一些轻微偏离的绘点不值得在经济上加以顾虑，那么这时的概率解释是不准确的，仅作为有用的量值提示。设计“ p ”图和“ c ”图时，使用正态分布来近似二项分布和泊松分布值。一般使用某一商定的判定准则($3\sigma_x$ 界限)就足够了，从实用的角度可以看到，这时 α 风险比较小。

另一方面，还存在一个发现某规定偏移量的能力问题。例如，如果假定个体观测值服从正态分布，并且过程中个体观测值的标准差为 σ ，若过程平均值偏离其目标值 1σ ，发现没有这种偏移(犯第二类错误)的风险有多大？如果点绘的是每四个个体观测值的平均值，犯第二类错误的风险为84.1%；如果点绘的是个体观测值，则风险为97.5%。常规控制图在许多应用中作为实用工具的原因之一在于：对实用上并不重要的轻微的水平偏移灵敏度不高。这方面内容的进一步讨论可以参见第10章。

有时，如果希望对微小的水平偏移有较高的灵敏度，除了在 $\pm 3\sigma_x$ 处设定控制限外，还设定警戒限，其设定位置通常在 $\pm 2\sigma_x$ 处；并且常制定一些附加的以链为基础的判定规则(见ISO 7873)。但是这种做法会增加 α 风险，错误地认为过程“失控”。其他提高这种灵敏度的方式，还可以通过使用由几个子组的累积数据而绘制的控制图来实现。

控制图方法还使用以链理论为基础的各种其他判定准则。链是控制图上特征相同且相邻的数据点列，或是一组连续单调递增值(“上升”链)或连续单调递减值(“下降”链)，或在中心线以上(或以下)的连续点列。

这一部分列出的许多控制图并不是由休哈特(Dr. W. A. Shewhart)发展起来的，但因为它们也主要用于确定过程是否处于“统计控制状态”，所以与常规控制图列在一起。控制图与规范要求的关系一般不作为选择其判定准则的要素。

常规控制图一般有两种形式。第一种形式的控制图没有规定标准值。这类控制图所使用的控制限基于点绘在图上的样本或子组的数据。这种形式的控制图用来确定一系列样本观测值的样本内变差，是否大于预期的仅仅由偶然原因造成的变化。实质上，这类完全以被估计的样本数据为基础的控制图，用来发现原因系统是否缺乏稳定性。尤其是在研究和发展阶段，或在早期的小规模试验、或生产和服务的最初研究中，这种形式的控制图对确定一个新的过程、产品或服务是否具有可再现性，以及确定试验方法是否具有可重复性是有用的。

第二种形式的控制图的控制限基于所采用的适宜于统计绘图的标准值。这种形式的控制图用来发现样本观测值与所采用的标准值的差异，是否大于预期的仅仅由偶然原因造成的变化。标准值可以依据：

- 有代表性的先验数据(如：根据使用没有规定标准值的控制图的经验而获得的数据)；
- 以服务需要和生产成本为基础的经济价值；
- 规范中定义的期望值或目标值。

必须注意到,这种形式的控制图不仅用来评估原因系统的稳定性,而且还根据所采用的标准值来评估原因系统的定位是否适当。

9.2 常规控制图及相关的控制图(包括累积和图)的部分列举

所列举的控制图分为两个范畴。第一个范畴包括使用的数据是仅从单个子组中获得的控制图,而第二个范畴包括数据点是由不止一个子组累积而获得的控制图。

9.2.1 使用来自单个合理子组的数据作为每个点绘值的控制图

这些控制图如下:

- a) \bar{X} - R 图(均值-极差图)[中位数可替代 \bar{X} , s 可替代 R]
- b) \bar{X} 和移动极差图[单值的移动极差图见 9.2.2a)]
- c) p 图(百分比图或不合格品率图)
- d) np 图(不合格品数图)
- e) c 图(不合格数图)
- f) $u=c/n$ 图(单位产品不合格数图)
- g) Q 图(质量扣分图,一个质量扣分是一个加权的合格数)
- h) D 图(缺点图), Q 图的一种变形。其中,缺点被用作权重系数。
- i) 多响应控制图:

利用两个或多个特性的响应联合作为子组的一个统计量,来评估和监察过程的控制图。当所包含的变量或特性相互独立(不相关)时,通常点绘 χ^2 统计量。当特性相关时,通常点绘 T^2 统计量(见 ISO 3534)。

j) 趋势控制图:

利用子组的均值与过程水平的期望的偏离,评估和监察过程水平的控制图。过程水平的期望值可以由经验或回归技术来确定。

9.2.2 使用来自一个以上合理子组的累积数据作为每个点绘值的控制图

这些控制图如下:

a) 移动平均和移动极差图:

利用最近 n 个观测值的算术平均值,评估和监察过程水平的控制图。这种控制图的优点在于:可以通过求平均值把随机变异性降至最低,尤其是每个子组中只有一个观测值的情形。但是它们有缺点,非加权的传递效应始终作用于 n 个点。

在某些情况下,把单个观测值($n=1$)点绘在 X 图上,而把移动极差(通常 $n=2$)点绘在极差图上。这些控制图不具有通过求平均而使随机变异性最小的优点,并且不遵从正态分布的假定,但在评价数据方面仍提供视觉的帮助。

b) 指数加权移动平均控制图(EWMA)(或指数平滑图、或几何加权图)

利用指数平滑的移动平均值,评估和监察过程水平的控制图。对从当前和以前的数据组获得的个体观测值或子组均值求平均,但是对在较早时期得到的数据逐渐给以较小的权。由于传递效应的增强,这种控制图对于水平的微小移动,通常比一般的常规 $3\sigma_c$ 控制图更敏感。EWMA 图对过程均值提供了一个现成的估计。该估计对于判定什么时候需要调整过程设置,以及调整多大的幅度具有特殊的价值。

c) 累积和图

利用个体观测值或子组均值与一个目标值(或参考值)的差值的累积和,评估和监察过程水平的控制图。控制图的趋势由一个判定模板来识别。最流行的形式是一种(截尖的)V形模板。由于传递效应的增强,这种控制图对于微小的水平移动,通常比一般的常规 $3\sigma_c$ 控制图更敏感。使用V形模板其视觉图形对确定水平移动的开始位置常有用。

10 验收控制图

10.1 总则

验收控制图是为下述双重目的评估过程所用的控制图。

- a) 根据样本或子组内的变差, 评定过程是否处于“统计控制状态”;
- b) 对所测的特性, 预计过程能否满足产品或服务的要求。

验收控制图与常规控制图相比, 重点在于过程通常不需要就某一标准过程水平维持受控状态, 而是只要子组内的变异性保持受控, 在根据经验建立起来的过程水平的某个区域内, 过程就可以在其中任何水平上运行。假设某些可查明原因会造成过程水平偏移, 而这些偏移对于产品或服务要求来说很微小, 那么试图对它们进行过于严格的控制是很不经济的; 也就是说, 过细地调整过程的中心, 可能使花费大大超过所获取的价值, 并且可能会引起更多的变异性。另一方面, 一些过程的水平偏移非常大, 值得及早察觉, 考虑一下不能察觉这些偏移的风险是很重要的。凭借验收控制图可以避免“控制过分”, 即: 避免对过程作出不必要的校正。过分校正往往造成过程不太稳定, 因为过程调整经常是不准确的, 并且会导致进一步的校正。对于“可接收过程域”内的过程水平, 校正后的效果可能是造成而不是减少变异性。

区分验收控制图与常规控制图及相关的控制图的关键特征在于对产品或服务要求的考虑, 这种考虑不是“统计控制状态”的要素。

监督人员或质量专家定义一个以可接收过程水平和一组可拒收过程水平为界限的可接收过程域; 随后再确定样本量, 以满足规定的 α 风险(拒绝了应接收过程的风险)及 β 风险(接收了应拒绝过程的风险); 按照这些准则, 计算出显示在图上的特殊的控制限, 作为操作人员的判定准则。为验证“统计控制状态”, 需要组内变差的控制图。控制图设计有相当大的灵活性, 包括在适宜时使用不对称的控制限。

10.2 修正控制图或具有修正限的控制图

验收控制图的一个特殊情形, 就象对个体定义 3σ 控制限那样, 通过使“自然过程限”等于容差限, 将控制限的位置与容差要求联系在一起。为建立修正控制限, 在容差限内 $(3-3/\sqrt{n})\sigma$ 处设定控制限。这种考虑是合理有效的, 但在技术上没有为规定的可拒收过程水平定义 β 风险, 也没有为确定样本量提供规则。在某些应用中, 控制限有时设定在 $(3-2/\sqrt{n})\sigma$ 处, 以提供更保守的控制限。更详细的描述参见 ISO 7966。

10.3 验收控制图的部分列举

10.3.1 验收控制图

验收控制图给出了与拒收一个良好过程的 α 风险相关联的可接收过程水平, 以及与接收一个过程偏移的 β 风险相关联的可拒收过程水平。这些偏移可以产生过多不合格品, 或离开目标中心群集着比合理数量更多的不合格品。

验收控制图有以下几种:

- a) \bar{X} 和 R 图(均值和极差验收控制图);
- b) p 图(不合格品率验收控制图);
- c) c 图(不合格数验收控制图)。

10.3.2 修正控制图

修正控制图把同 α 风险有关联的过程水平与容差限联系起来, 以此为基础给出控制限。

11 自适应控制图

自适应控制图适用于可以做出过程调整 and 需要严格遵守标准水平的情形。它使用不同复杂程度的预测模型, 预测过程将在何处不再继续当前正在运行的状态; 并采取迅速的校正措施, 防止过程偏离标准水平。由于预测模型的要素非常依赖于特定的过程, 自适应控制图对于特定的应用而言, 通常是唯一的。与前面的两种类型不同, 这类控制图使用过程水平预测估计, 该估计建立在如下假设基础上: 过程将沿着当前的路径继续发展; 并且这类图要求事先改变过程, 以避免对过程目标有任何预测到的偏离。当预测模型良好, 这种方法对于减小变异性非常有效。如果预测模型很差, 很可能会增加变异性。

12 与控制图判定相关联的风险——有效性准则

控制图用来发出异常(如过程水平偏移)信号。用于判定的任何统计方法中,都存在两种类型的固有错误。而在控制图应用中,它们是:

a) 第一类错误(I型错误)——当过程实际未发生偏移时,作出发生偏移的结论。这类错误导致与过分控制(多余的调整)或对不存在的问题进行不必要的调查相关的费用。

b) 第二类错误(II型错误)——过程水平的偏移没有被察觉。在这种情况下,由于未及时停止不满意过程(会造成大量的不满意单位产品或服务的过程),以及错过了查明过程偏移原因的机会而导致浪费。

对于给定的控制图构造,包括样本量和所使用的控制限,特性曲线(OC曲线)表示在给定时刻识别过程水平偏移的概率,它是过程水平的函数。这种OC曲线的方法只对常规控制图和验收控制图有用,这两种控制图基于当前数据点作出判定。由于指数加权移动平均控制图和累积和图包含有以往观测值的信息,这时OC曲线的方法则不再适用,在信号发出前,处理平均链长(ARL)通常更容易。

这里,链长被定义为:从过程发生变化的那一时刻起直到控制图发出“过程已发生变化”的信号为止的一段时间内所检查的子组个数。例如:在图1中,过程均值的变化发生在第10点和第11点之间,但是直到第20点才发出变化信号,所以链长为10个子组。在其它情形下,对于过程均值同样大小的变化,链长可能为5个或20个子组或其他数目,依赖于所观察特性的偶然变化。这样,对于一个特定大小的变化而言,存在一个可能链长的分布。为了设计控制图,使用这种分布的平均值(ARL)十分方便。ARL(平均链长)可以用来表示控制图允许过程运作失控或脱离目标的时间长短,但是应该牢记:有时实际链长会比ARL长或短。

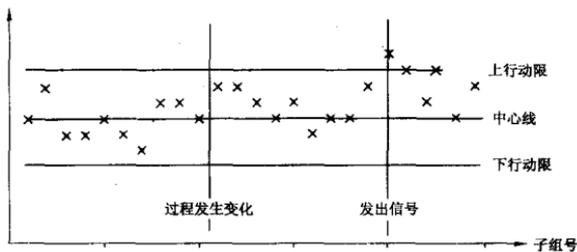


图1 过程发生变化与控制图发出信号之间链长为10个子组的示例

对于处在特定水平的过程而言,希望出现一个长的ARL(以便把对不必要的调查或校正措施的需要降至最低),而对于偏移到某个不理想水平的过程,希望出现一个短的ARL(以便及时要求采取校正措施)。对任何控制图,ARL曲线可以用来描述各种控制图系统发现水平偏移的相对灵敏度。

13 经济方面的考虑

在评估 α 风险和 β 风险的经济效果时,确定抽样频率是一个重要要素。与判定过程是否处于“统计控制状态”相比,该要素对于过程验收目的更为重要。由这种经济方面的考虑引发出对选择“经济控制图”的各种具体建议。

样本量和抽样频率的具体建议参见具体的控制图标准。一般指导是:在控制图运行的最初阶段,通过比较频繁地抽取样本来迅速作出判定。当过程稳定且历史清楚后,可以减少抽样频率。较大的样本量可用于发现水平的微小变化,但是为了更加迅速地发现较大的变化,较频繁的小样本也许更为有用。

附录 A
(提示的附录)
参考文献

- [1] ARCIAN, L. A. and LEVENE, H. The Effectiveness of Quality Control Charts(质量控制图的作用). *Journal of the American Statistical Association*, 45(252), December 1950, pp. 520-529
- [2] BARNARD, G. A. Control Charts and Stochastic Processes(控制图和随机过程). *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 21(24), 1959, pp. 239-271
- [3] BOX, G. E. P and JENKING, G. M. Mathematical Models for Adaptive Control Optimization(自适应控制图和最优化的数学模型). *Preprints of the AIChE.*, The Institution of Chemical Engineers, Joint Meeting, London, England, June 1965, Section 4, pp. 53-60
- [4] DUNCAN, A. J. *Quality Control and Industrial Statistics*(质量控制和工业统计). 5th Edition, Richard D. Irwin, Inc., Homewood, IL, 1986
- [5] FERREL, E. B. A Median, Midrange Chart Using Run-Size Subgroups(使用子组大小为链长的中值控制图). *Industrial Quality Control*, 20(10), April 1964, pp. 1-4
- [6] FREUND, R. A. Acceptance Control Charts(验收控制图). *Industrial Quality Control*, 14(4), October 1957, pp. 13-23
- [7] FREUND, R. A. Control Charts Eliminate Disturbance Factors(控制图消除干扰因素). *Chemical Engineering*, January 31, 1966, pp. 79-76
- [8] GIBRA, Isac N. Recent Developments in Control Charts Techniques(控制图技术的最新发展). *Journal of Quality Technology*, 7(4), October 1975, pp. 183-192
- [9] GRANT, E. L. and LEAVENWORTH, R. S. *Statistical Quality Control*(统计质量控制). 6th Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1988
- [10] ISHIKAWA, K. *Guide to Quality Control*(质量控制指南). Asia Productivity Organization, Unipub, New York, 1976
- [11] JOHNSON, N. L. and LEONE, F. C. Cumulative Sum Control Charts; Mathematical Principles Applied to Construction and Use, Part I(累积和控制图:应用于建设和使用的数学原理,第一部分). *Industrial Quality Control*, 18(2), June 1962, pp. 15-21
- [12] JOHNSON, N. L. and LEONE, F. C. Cumulative Sum Control Charts; Mathematical Principles Applied to Construction and Use, Part II(累积和控制图:应用于建设和使用的数学原理,第二部分). *Industrial Quality Control*, 19(1), July 1962, pp. 29-36
- [13] MONTGOMERY, D. C. and KLATT, P. J. Economic Design of T Control Charts to Maintain Current Control of a Process(保持过程的当前控制的T控制图的经济设计). *Management Science*, 19(1), September 1972, pp. 76-89
- [14] PAGE, E. S. Continuous Inspection Schemes(连续检查方案). *Biometrik* 41, 1954, pp. 100-115
- [15] PAGE, E. S. Cumulative Control Charts(累积和控制图). *Technometrics*, 3(1), February 1961, pp. 1-9
- [16] SHEWHART, W. A. *Economic Control of Quality of Manufactured product*(加工产品质量的经济控制)(original D. Van Nostrand Co. Inc., New York, 1931), republished by American Society for Quality Control, Inc., Milwaukee, WI, 1980
- [17] SHEWHART, W. A., *Statistical Method from Viewpoint of Quality Control*(质量控制观点的

- 统计方法), The Graduate School, Department of Agriculture, Washington DC, 1939
- [18] TIAGO DE OLIVEIRA, J. and LITTAUER, S. B. , Techniques for Economic Use of Control Charts (控制图的经济使用技术). *Revue de Statistique Appliquee*, 14(3), 1966
-