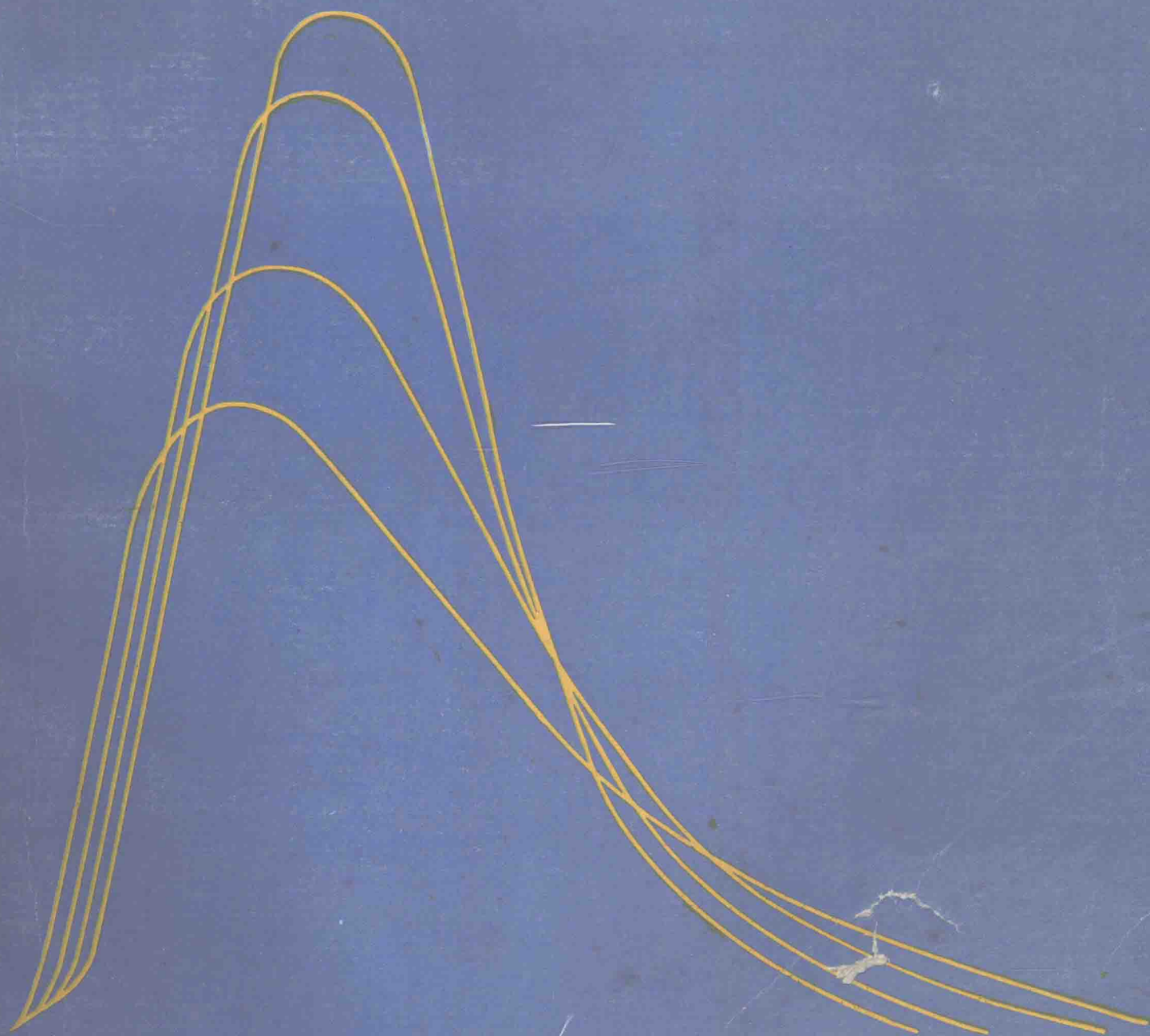


统计方法应用 国家标准汇编

2

控制图

统计方法



中国标准出版社

统计方法应用国家标准汇编 (2)

控制图、统计方法

统计方法应用标准汇编小组 编

中国标准出版社

1989年

统计方法应用国家标准汇编(2)

控制图、统计方法

统计方法应用国家标准汇编小组 编

中国标准出版社 秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

开本 880×1230 1/16 印张 29³/₄ 插页4 字数 867 000
1990年 2月第一版 1990年 2月第一次印刷

ISBN 7-5066-0231-8/Z·031

印数 1—7,000 定价 14.10 元

标目 130—02

前 言

《统计方法应用国家标准汇编》汇集了1987年底以前发布的所有统计方法应用国家标准，共计64个。为便于检索应用，本汇编按这些标准的内容加以归纳、分类、编排。具体分为术语与符号、抽样检查、可靠性与维修性、控制图、统计方法等五部分。这些方法标准是用数理统计应用技术解决科研、设计、生产和贸易中所遇到的某些实际问题必须遵循的依据。

汇编中有少部分标准由于颁布时间较早，可能与现行某些法规性文件有不符的地方，也有可能与其它标准有不协调的地方，这些不足之处，只能在今后修订标准的过程中逐步加以解决。因此，希望使用本汇编时，注意这方面的问题，以便更好地应用这些方法标准。

由于统计方法应用标准内容较多，汇编分两册出版。第1册包括术语与符号、抽样检查和可靠性与维修性等35个标准。第2册包括控制图和统计方法等29个标准。这两册汇编系统地收集了我国现行的有关数理统计、计数抽样、计量抽样、可靠性等方面的标准。它将给从事有关方面科研、设计、生产和贸易等工作的同志，提供非常完整而有实用价值的资料。

目 录

控 制 图

GB 4091.1—83	常规控制图总则	(3)
GB 4091.2—83	均值—标准差控制图 ($\bar{x}-s$ 图)	(7)
GB 4091.3—83	均值—极差控制图 ($\bar{x}-R$ 图)	(16)
GB 4091.4—83	中位数—极差控制图 ($\tilde{x}-R$ 图)	(24)
GB 4091.5—83	单值—移动极差控制图 ($x-R_s$ 图)	(33)
GB 4091.6—83	不合格品率控制图 (p 图)	(42)
GB 4091.7—83	不合格品数控制图 (p_n 图)	(51)
GB 4091.8—83	单位缺陷数控制图 (u 图)	(61)
GB 4091.9—83	缺陷数控制图 (c 图)	(70)
GB 4886—85	带警戒限的均值控制图	(77)
GB 4887—85	计数型累积和图	(94)
GB 6381—86	通用控制图	(115)

统 计 方 法

GB 3359—82	数据的统计处理和解释	统计容许区间的确定	(125)
GB 3360—82	数据的统计处理和解释	均值的估计和置信区间	(142)
GB 3361—82	数据的统计处理和解释	在成对观测值情形下两个均值的比较	(148)
GB 4087.1—83	数据的统计处理和解释	二项分布参数的点估计	(154)
GB 4087.2—83	数据的统计处理和解释	二项分布参数的区间估计	(159)
GB 4087.3—85	数据的统计处理和解释	二项分布可靠度单侧置信下限	(184)
GB 4088—83	数据的统计处理和解释	二项分布参数的检验	(232)
GB 4089—83	数据的统计处理和解释	泊松分布参数的估计	(252)
GB 4090—83	数据的统计处理和解释	泊松分布参数的检验	(257)
GB 4882—85	数据的统计处理和解释	正态性检验	(266)
GB 4883—85	数据的统计处理和解释	正态样本异常值的判断和处理	(285)
GB 4889—85	数据的统计处理和解释	正态分布均值和方差的估计与检验方法	(300)
GB 4890—85	数据的统计处理和解释	正态分布均值和方差检验的功效	(330)
GB 6379—86	测试方法的精密度	通过实验室间试验确定标准测试方法的重复性和再现性	(370)
GB 6380—86	数据的统计处理和解释	I型极值分布样本异常值的判断和处理	(420)
GB 8055—87	数据的统计处理和解释	Γ 分布(皮尔逊Ⅲ型分布)的参数估计	(427)
GB 8056—87	数据的统计处理和解释	指数样本异常值的判断和处理	(458)

控 制 图

1 适用范围

本标准规定了生产过程控制图的制订方法和使用方法，是对生产过程的质量贯彻预防为主和经济有效地进行控制的指南。

2 控制图的用途

- a. 使生产过程达到统计控制状态；
- b. 判断生产过程是否异常。

控制图能提供异常原因存在的信息，便于查明异常原因和采取对策。

3 控制图的构成

控制图是生产过程质量的一种记录图形，图上有中心线和上、下控制界限，并有按时间顺序抽取的各样本统计量的数值。

中心线是所控制的统计量的平均值。

上、下控制界限与中心线相距数倍标准差。广泛的工业应用说明三倍标准差控制界限在大多数情况下是适用的，如果有充分资料证明其他控制界限更合适时也可使用其他控制界限。

控制界限是判断生产过程是否存在异常原因的准则。

注：不要把控制界限与规范界限混淆。

4 控制图的种类

本标准包括计量值和计数值控制图。

4.1 计量值控制图

4.1.1 均值—标准差控制图 $\bar{x} - s$ 图

4.1.2 均值—极差控制图 $\bar{x} - R$ 图

4.1.3 中位数—极差控制图 $\tilde{x} - R$ 图

4.1.4 单值—移动极差控制图 $x - R_s$ 图

4.2 计数值控制图

4.2.1 不合格品率控制图 p 图

4.2.2 不合格品数控制图 pn 图

4.2.3 单位缺陷数控制图 u 图

4.2.4 缺陷数控制图 c 图

5 所用符号及意义

μ 生产过程的均值

$\hat{\mu}$	生产过程均值的估计值
σ	生产过程的标准差
$\hat{\sigma}$	生产过程标准差的估计值
n	样本大小
k	样本个数(组数)
x	观测值
$\bar{x}$	样本观测值的均值
$\bar{\bar{x}}$	样本均值的均值或加权均值
$\tilde{x}$	样本的中位数
$\tilde{\bar{x}}$	样本中位数的均值或加权均值
R	样本的极差
$\bar{R}$	样本极差的均值
R_s	移动极差
$\bar{R}_s$	移动极差的均值
s	样本的标准差
$\bar{s}$	样本标准差的均值
p	样本不合格品率
$\bar{p}$	样本不合格品率的均值
$pn(d)$	样本的不合格品数
c	样本缺陷数
$\bar{c}$	样本缺陷数的均值
CL	控制图中心线
UCL	控制图上控制界限
LCL	控制图下控制界限

6 制订控制图的准备工作

6.1 需要控制的质量特性的选择原则

- 能定量的质量特性
- 与使用和生产关系重大的质量特性。
- 对下道工序影响较大的质量特性。
- 经常出问题的质量特性。

6.2 生产过程的分析

- 6.2.1 掌握规范对所选择的质量特性提出的要求。
- 6.2.2 研究每一生产步骤和各个特性间的关系,以说明生产过程可能发生异常的地点及起因。
- 6.2.3 研究所选质量特性的检查方法,特别要注意产生测量误差的因素。
- 6.2.4 考虑整个产品是作为同一总体还是多个总体。
- 6.2.5 确定控制点。

6.3 收集预备数据前的准备工作

- 6.3.1 制订检验规程并使有关人员正确掌握。
- 6.3.2 确定收集定性数据还是定量数据。
- 6.3.3 确定数据合理分组的原则。

组(样本)内样品应在基本相同的条件下生产,即组内变化只由随机原因造成,组间变化是由异常原因造成。

- 6.3.4 确定抽样间隔和样本大小。

抽样间隔或抽样频数取决于生产需要和检查成本，样本大小取决于控制图类型和实际条件。长间隔大样本可以查明均值的较小变动，而短间隔小样本可以更快查明均值的较大变动。抽样间隔一般在达到控制状态前较短而在达到控制状态后可加长。

6.3.5 预备数据应能查明操作者、检查者、生产时间、地点、原材料或零部件批号等。

6.4 选择控制图

6.4.1 计量值控制图选择原则

质量特性为计量值时使用计量值控制图。

6.4.1.1 $\bar{x}$ 图和 $\tilde{x}$ 图

预备数据可以合理分组时，为分析或控制生产过程均值可使用 $\bar{x}$ 图或 $\tilde{x}$ 图。 $\bar{x}$ 图检出功效高于 $\tilde{x}$ 图，但计算稍烦。如果主要考虑检出功效，应使用 $\bar{x}$ 图。如果主要考虑计算简单，可使用 $\tilde{x}$ 图。

6.4.1.2 s 图和 R 图

当预备数据可以合理分组时，为分析或控制生产过程的离散程度，可以使用 s 图或 R 图。 s 图的检出功效高于 R 图但计算量较大。当样本大小 n 小于 10 时可使用 R 图，大于 10 时可使用 s 图。

6.4.1.3 $x-R_s$ 图

预备数据不能分组时，如下述情况可使用 $x-R_s$ 图：

- 一次只能得到一个测量值，如生产效率、消耗定额；
- 生产过程质量均匀，不需要抽取多个样品，如液体浓度；
- 取得测量值既费时成本又高，如复杂的化学分析、安全检验。

预备数据能合理分组时，为了提高检出功效，可将 x 图与 $\bar{x}-R$ 图联合使用。

6.4.2 计数值控制图选择原则

质量特性为计数值时使用计数值控制图。计量值需要转化为计数值时也可使用计数值控制图。

6.4.2.1 p 图和 pn 图

分析或控制生产过程的不合格品率或不合格品数时，可使用 p 图或 pn 图。

6.4.2.2 u 图和 c 图

分析或控制生产过程的单位产品缺陷数时，可使用 u 图或 c 图。

6.4.3 通用控制图

当样本容量不等时，通常不能使用 pn 图和 c 图，而 $\bar{x}$ 图、 $\tilde{x}$ 图、 p 图和 u 图的控制界限则随各个样本大小而变。此时如果对所控制的统计量进行标准变换，就可采用以零为中心线，以 ± 3 为上、下控制界限的通用控制图，并将 pn 图与 p 图合并， u 图和 c 图合并。

7 判别准则

7.1 分析用控制图

分析用控制图上的点子同时满足下述条件时，认为生产过程处于统计控制状态：

- 连续 25 点中没有一点在限外或连续 35 点中最多一点在限外或连续 100 点中最多二点在限外；
- 控制界限内的点子的排列无下述异常现象：

连续 7 点或更多点在中心线同一侧；

连续 7 点或更多点的上升或下降趋势；

连续 11 点中至少有 10 点在中心线同一侧；

连续 14 点中至少有 12 点在中心线同一侧；

连续 17 点中至少有 14 点在中心线同一侧；

连续 20 点中至少有 16 点在中心线同一侧；

连续 3 点中至少有 2 点和连续 7 点中至少有 3 点落在二倍标准差与三倍标准差控制界限之间。

7.2 控制用控制图

控制用控制图上的点子出现下列情况之一时，生产过程判为异常：

- a. 点子落在控制界限外（或界限上）。
- b. 控制界限内点子的排列有下述异常现象：
见本标准7.1的b。

8 制订和使用控制图的步骤

- 8.1 按本标准6作好准备工作。
- 8.2 收集预备数据，作分析用控制图，分析生产过程是否处于统计控制状态，步骤如下：
 - a. 按本标准6.3.3对数据进行分组；
 - b. 计算统计量数值、中心线和控制界限；
 - c. 在适当格纸上绘出控制图；
 - d. 根据本标准7.1判断生产过程是否处于统计控制状态。
- 8.3 生产过程不处于统计控制状态时，采取下列措施：
 - a. 消除降低质量的异常原因，去掉异常数据点，重新计算中心线和控制界限。异常数据点比例过大时，应改进生产过程，再次收集预备数据，计算中心线和控制界限。
 - b. 重新计算中心线和控制界限时，不能去掉对提高质量有利或虽使质量降低但未能消除异常原因的数据。
- 8.4 生产过程达到控制状态后，应检查生产过程是否满足质量要求。
生产过程满足质量要求时，把分析用控制图转为控制用控制图。
生产过程不满足质量要求时，应调整生产过程的有关因素，直到满足要求转为控制用控制图为止。
- 8.5 作控制用控制图，对生产过程进行控制
 - a. 按本标准6.3.4确定的抽样间隔和样本大小抽取样本。
 - b. 测量质量特性值，计算统计量数值。
 - c. 在控制图上描点。
 - d. 按本标准7.2判断生产过程有否异常。无异常时继续生产；有异常时消除降低质量的异常原因，使之不再发生。对于提高质量的异常原因，应总结经验加以推广。
- 8.6 中心线和控制界限的修正
控制用控制图使用一段时间后，应根据实际质量水平对中心线和控制界限进行修正。

附加说明：

本标准由全国统计方法应用标准化技术委员会提出。

本标准由全国统计方法应用标准化技术委员会质量管理中的统计方法分技术委员会工作组起草。

本标准主要起草人孟勤一。

均值 - 标准差控制图 ($\bar{x} - s$ 图)

GB 4091.2-83

Control charts for averages and
for standard deviations

1 引言

均值控制图主要用于判断生产过程的均值是否处于或保持在所要求的水平。

标准差控制图用于判断生产过程的标准差是否处于或保持在所要求的水平。

均值 - 标准差控制图通常一起使用, 故称为均值 - 标准差控制图, 记为 $\bar{x} - s$ 图。

2 准备工作

2.1 按 GB 4091.1-83 《常规控制图总则》6 的规定, 确定质量特性、分组原则、样本大小、样本个数、抽样间隔和抽样地点。

2.2 按本标准 2.1 的规定, 抽取预备数据。

2.3 测量每个样品的质量特性值, 填入数据表。

2.4 计算各样本的均值 $\bar{x}_i$ 和标准差 s_i

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{n_i} \quad i = 1, 2, \dots, k \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n_i - 1}} \quad i = 1, 2, \dots, k \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: x_{ij} 为第 i 个样本的第 j 个观测值;

$\bar{x}_i$ 为第 i 个样本的均值;

n_i 为第 i 个样本的大小;

k 为样本个数, 一般不少于 25;

s_i 为第 i 个样本的标准差。

2.5 计算样本均值的均值 (或加权均值) 和样本标准差的均值

样本分为大小相等和不等两种, 推荐采用等量样本。

2.5.1 大小相等的样本

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\bar{s} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

2.5.2 大小不等的样本

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{s_i}{C_{2i}^*} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：\$C_{2i}^*\$是与\$n_i\$有关的常数，其数值见\$\bar{x}-s\$图系数表。

2.6 计算中心线和控制界限

2.6.1 \$\bar{x}\$图

2.6.1.1 大小相等的样本

$$CL = \bar{\bar{x}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_1^* \bar{s} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_1^* \bar{s} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：\$A_1^*\$是与\$n\$有关的常数，其数值见\$\bar{x}-s\$图系数表。

2.6.1.2 大小不等的样本

$$CL = \bar{\bar{x}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + \frac{3\hat{\sigma}}{\sqrt{n_i}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - \frac{3\hat{\sigma}}{\sqrt{n_i}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

\$UCL\$和\$LCL\$按各样本分别计算。

2.6.2 \$s\$图

2.6.2.1 大小相等的样本

$$CL = \bar{s} \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$UCL = B_4 \bar{s} \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$LCL = B_3 \bar{s} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：\$B_3\$、\$B_4\$是与\$n\$有关的常数，其数值见\$\bar{x}-s\$图系数表。

2.6.2.2 大小不等的样本

$$CL = C_{2i}^* \hat{\sigma} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$UCL = (C_{2i}^* + 3C_{3i}^*) \hat{\sigma} \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$LCL = (C_{2i}^* - 3C_{3i}^*) \hat{\sigma} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：\$C_{2i}^*\$和\$C_{3i}^*\$是与\$n_i\$有关的常数，其数值见\$\bar{x}-s\$图系数表。

2.6.3 大小大于20的样本，有关常数的数值按系数表中的末行公式计算。

3 作分析用控制图

3.1 在格纸上分别作 $\bar{x}$ 图和 s 图

$\bar{x}$ 图在上, s 图在下, 纵坐标分别为 $\bar{x}$ 和 s , 横坐标为抽样时间或样本序号, CL 用实线表示, UCL 和 LCL 用虚线表示。

3.2 描点

把各样本的 $\bar{x}_i$ 和 s_i 值分别点在 $\bar{x}$ 图和 s 图上。

3.3 判断生产过程是否处于统计控制状态

按 GB 4091.1—83 中 7.1 的规定。

若 s 图不满足此规定, 说明生产过程的标准差增大或减小。

若 $\bar{x}$ 图不满足此规定, 说明生产过程的均值或 (和) 标准差增大或减小。究竟属何原因, 与 s 图同时观察方可确定。

3.4 分析原因, 采取措施

按 GB4091.1—83 中 8.3 的规定。

4 判断生产过程是否满足质量要求

按 GB 4091.1—83 中 8.4 的规定。

5 作控制用控制图

按 GB 4091.1—83 中 8.5 的规定。

6 中心线和控制界限的修正

按 GB 4091.1—83 中 8.6 的规定。

$\bar{x}-s$ 图系数表

样 本 大 小	A_1^*	C_2^*	$1/C_2^*$	C_3^*	B_3	B_4
2	2.659	0.7979	1.253	0.6028	—	3.267
3	1.954	0.8862	1.128	0.4632	—	2.568
4	1.628	0.9213	1.085	0.3888	—	2.266
5	1.427	0.9400	1.064	0.3412	—	2.089
6	1.287	0.9515	1.051	0.3076	0.029	1.970
7	1.182	0.9594	1.042	0.2822	0.113	1.882
8	1.099	0.9650	1.036	0.2621	0.179	1.815
9	1.032	0.9693	1.032	0.2458	0.232	1.761
10	0.975	0.9727	1.028	0.2322	0.276	1.716
11	0.927	0.9754	1.025	0.2207	0.313	1.679
12	0.886	0.9776	1.023	0.2107	0.346	1.646
13	0.850	0.9794	1.021	0.2019	0.374	1.618
14	0.817	0.9810	1.019	0.1942	0.399	1.594
15	0.789	0.9823	1.018	0.1872	0.421	1.572
16	0.763	0.9835	1.017	0.1810	0.440	1.552
17	0.739	0.9845	1.016	0.1754	0.458	1.534
18	0.718	0.9854	1.015	0.1702	0.475	1.518
19	0.698	0.9862	1.014	0.1655	0.490	1.503
20	0.680	0.9869	1.013	0.1611	0.504	1.490
>20	$\frac{3}{\sqrt{n}} \left(1 + \frac{1}{4n} \right)$	$1 - \frac{1}{4n}$	$1 + \frac{1}{4n}$	$\frac{1}{\sqrt{2n}}$	$1 - \frac{3}{\sqrt{2n}}$	$\frac{3}{1 + \sqrt{2n}}$

注: $A_1^* = \frac{3}{C_2^* \sqrt{n}}$

$$B_3 = 1 - \frac{3C_3^*}{C_2^*}$$

$$B_4 = 1 + \frac{3C_3^*}{C_2^*}$$

“—”表示不考虑。

附录 A
 $\bar{x} - s$ 图数据表
(参考件)

产 品 名 称			工作令编号			收集数据期间	
质 量 特 性			车 间				
观 测 方 法			规定日产量			设 备 编 号	
规范界限	最大		抽样	间隔		操 作 员	
	最小			数量			
规 范 编 号			观测仪编号			检 验 员	
生产过程质量要求							

日	时	样本序号	观 测 值					$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$	$\bar{x}_i$	s_i	摘 要
			x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	x_{i4}	x_{i5}				

附 录 B
 $\bar{x}-s$ 图应用示例
(参考件)

产 品 名 称		RTX	工作令编号		9~236	收集数据期间	1980年9月1日
质 量 特 性		阻 值	车 间		四 车 间		~ 9月2日
观 测 方 法		检验规程 1 [#]	规定日产量		20~27万只	设 备 编 号	3 [#]
规范要求	最大	86.1kΩ	抽样	间隔	1 小时	操 作 员	王永红
	最小	77.9kΩ		数量	4 只		
规 范 编 号		4 [#]	观测仪编号		8 [#]	检 验 员	赵永生
生产过程质量要求			不合格品率不大于 1×10^{-4}				

日	时	样本序号	测 量 值 kΩ				$\bar{x}_i$	s_i	摘 要
			x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	x_{i4}			
1	8:00	1	81.86	81.61	82.98	81.33	81.945	0.732	分析用控制图说明生产过程处于统计控制状态, 计算出的不合格品率小于规定要求, 可把分析用控制图转为控制用控制图。
	9:00	2	82.09	81.06	80.48	80.07	80.925	0.876	
	10:00	3	81.21	82.77	79.95	80.72	81.162	1.191	
	11:00	4	81.23	80.61	81.68	82.13	81.412	0.649	
	12:00	5	83.20	82.50	82.37	80.54	82.152	1.135	
	13:00	6	82.68	82.48	82.96	82.12	82.560	0.353	
	14:00	7	80.17	81.83	81.12	81.41	81.132	0.705	
	15:00	8	81.70	80.09	81.55	80.57	81.515	0.316	
	16:00	9	80.69	80.49	82.16	84.29	81.908	1.754	
	17:00	10	82.72	82.12	81.77	81.60	82.052	0.495	
	18:00	11	80.98	81.33	81.60	80.70	81.152	0.394	
	19:00	12	80.42	82.20	80.13	80.24	80.748	0.976	
	20:00	13	82.11	82.13	83.22	82.17	82.408	0.542	
	21:00	14	82.40	81.41	82.93	83.13	82.468	0.769	
	22:00	15	81.55	80.91	81.31	82.43	81.550	0.643	
	23:00	16	81.32	80.12	81.23	80.38	80.762	0.602	
	24:00	17	81.39	80.85	80.60	80.93	80.942	0.330	
2	1:00	18	81.37	83.12	80.39	81.81	81.672	1.133	
	2:00	19	82.62	82.06	81.49	80.92	81.772	0.732	
	3:00	20	79.76	81.17	81.24	79.54	80.428	0.903	
	4:00	21	81.06	82.06	82.76	82.46	82.085	0.741	
	5:00	22	82.55	83.53	82.94	81.89	82.728	0.688	
	6:00	23	83.33	80.33	80.36	80.67	81.172	1.447	
	7:00	24	80.17	81.33	82.57	80.87	81.485	0.748	
	8:00	25	81.60	79.88	81.69	81.79	81.240	0.910	
	9:00	26	80.40	81.60	85.00	83.80	82.700	2.082	