

可靠性与质量管理丛书  
常规控制图与累积  
和控制图

王淑君 编著

KEKAOXING YU ZHILIANG  
GUANLI CONGSHU



可靠性与质量管理丛书

# 常规控制图与累积和控制图

王淑君 编著

国家自然科学基金资助项目

一九八九年

国防工业出版社

## 内 容 简 介

本书是《可靠性与质量管理丛书》之一。主要介绍控制图的基本概念,着重介绍方法,学以致用。内容仅论述了发展得较成熟、应用得最广泛的常规控制图以及一类新型的累积和技术。在叙述时尽量参照国家标准,采用我国工业实例。本书可供工程技术人员、管理人员阅读,也可供在职教育、大专院校在教学中参考。

2619/16

可靠性与质量管理丛书

### 常规控制图与累积和控制图

王淑君 编著

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码100044)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

\*

850×1168 1/32 印张6<sup>1</sup>/<sub>8</sub> 157千字

1990年6月第一版 1990年6月第一次印刷 印数: 0,001-2,000册

ISBN 7-118-00545-2/F·19 定价: 3.90元

## 出版说明

“企业的技术开发工作要特别重视新产品试制、中间试验、生产性试验以及解决工业化生产中的质量、可靠性、经济性、成品率等一系列工艺和设备问题。”(《中共中央关于科学技术体制改革的决定》1985年3月13日)

产品的可靠性是产品质量的重要组成部分。质量与可靠性是国内及国外市场竞争中能否胜利的决定因素。质量及可靠性要从产品的设计、试制抓起,把质量与可靠性设计到产品中去,贯彻在从试制、试验、生产到使用的各个阶段中。提高产品的质量和可靠性将给研制生产单位带来巨大的经济效益,也带来巨大的社会效益。鉴于国内还没有全面地从各个专题方面介绍可靠性及质量管理方面的著作,本社特委托何国伟同志组织国内有关方面的专家,编著了这套《可靠性与质量管理丛书》,并由何国伟同志担任本丛书的主编。本丛书的目的在于培养可靠性工程和全面质量管理的专业人材,以保障和提高产品质量。

本丛书适用于大专以上的工程技术人员和管理人员,主要用于在职教育,也可供大专院校教学参考。

## 前 言

为了提高产品质量,普及质量管理的技术和方法,以促进控制图技术更加广泛地应用到国民经济的各个领域,广大质量控制工作者,迫切希望能够早日得到比较深入和系统地介绍控制图的书籍。目前,在我国已经制定出控制图的中华人民共和国国家标准有 GB4091.1-4091.9-83.常规控制图, GB4886-85.带警戒限的均值控制图, GB4887-85.计数型累积和图, GB6381-86.通用控制图等,这些标准已在我国有关厂矿企业试用,并逐步推广应用。作者多年来从事研制控制图标准工作,初步总结应用控制图的经验,并吸收了国外有关控制图方面的成果,编写了此书。

本书比较系统地阐述了控制图的原理与方法,尤其是新型的累积和技术,并重点介绍方法,使读者在掌握基本原理的基础上能够运用各种方法,解决实际问题。书中选择的有关实例,对读者有一定的参考价值。另有一些控制图,如选控图,因已有中文专著,验收控制图因应用较少,故本书没有介绍。

在编写过程中,力求做到理论与实践统一,但因水平有限,不足之处在所难免,欢迎指正。

编 者

1988年5月

# 目 录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 第一章 概述                            | 1  |
| 1.1 控制图的重要性                       | 1  |
| 1.2 控制图的发展及其概况                    | 2  |
| 第二章 基本概念                          | 6  |
| 2.1 产品性能质量及其测定                    | 6  |
| 2.2 产品质量的统计规律                     | 6  |
| 2.2.1 波动                          | 6  |
| 2.2.2 分布                          | 7  |
| 2.3 分布的表示法及其意义                    | 10 |
| 2.3.1 平均数的计算                      | 10 |
| 2.3.2 标准偏差的计算                     | 10 |
| 2.3.3 举例计算平均值 $\bar{x}$ 和标准偏差 $s$ | 11 |
| 2.4 正态分布                          | 12 |
| 2.5 样本与总体                         | 14 |
| 2.6 样本均值分布与总体分布                   | 17 |
| 2.7 正态概率纸的应用                      | 18 |
| 2.8 产品质量的波动与生产过程的关系               | 20 |
| 2.8.1 产品质量的波动及其造成的原因              | 20 |
| 2.8.2 正常波动与稳定的生产过程                | 21 |
| 2.9 常规控制图及其 $3\sigma$ 界限          | 23 |
| 2.10 控制图实质及其分类                    | 26 |
| 2.11 控制图与分层取样                     | 28 |
| 第三章 控制图的画法及其意义                    | 30 |
| 3.1 作控制图前的准备工作                    | 30 |
| 3.1.1 质量特性的选择原则                   | 30 |
| 3.1.2 生产过程的分析                     | 30 |
| 3.1.3 收集预备数据前的准备工作                | 31 |
| 3.1.4 选择控制图                       | 31 |
| 3.2 控制图的设计步骤                      | 32 |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 3.3 均值-极差控制图 ( $\bar{x}-R$ 图)                 | 31 |
| 3.3.1 $\bar{x}-R$ 图的符号及其定义                    | 34 |
| 3.3.2 $\bar{x}-R$ 图的画法                        | 34 |
| 3.3.3 $\bar{x}-R$ 图的应用示例                      | 38 |
| 3.3.4 $\bar{x}-R$ 图的意义                        | 39 |
| 3.4 均值-标准偏差控制图 ( $\bar{x}-s$ 图)               | 40 |
| 3.4.1 $\bar{x}-s$ 图的符号及其定义                    | 40 |
| 3.4.2 $\bar{x}-s$ 图的画法                        | 41 |
| 3.4.3 $\bar{x}-s$ 图的应用示例                      | 44 |
| 3.4.4 $\bar{x}-s$ 图的意义                        | 47 |
| 3.5 中位数-极差控制图 ( $\bar{\bar{x}}-R$ 图)          | 47 |
| 3.5.1 $\bar{\bar{x}}-R$ 图的符号及其定义              | 47 |
| 3.5.2 $\bar{\bar{x}}-R$ 图的画法                  | 47 |
| 3.5.3 $\bar{\bar{x}}-R$ 图的应用示例                | 49 |
| 3.6 单值-移动极差控制图 ( $\bar{x}-R_r$ 图)             | 52 |
| 3.6.1 $\bar{x}-R_r$ 图的符号及其定义                  | 52 |
| 3.6.2 $\bar{x}-R_r$ 图的画法                      | 52 |
| 3.6.3 $\bar{x}-R_r$ 图的应用示例                    | 55 |
| 3.6.4 $\bar{x}-R_r$ 图的应用场合                    | 57 |
| 3.7 最大值-最小值控制图 ( $L-S$ 图)                     | 58 |
| 3.7.1 $L-S$ 图的符号及其定义                          | 58 |
| 3.7.2 $L-S$ 图的画法                              | 58 |
| 3.7.3 $L-S$ 图的应用示例                            | 59 |
| 3.7.4 $L-S$ 图与 $\bar{x}-R$ 图、 $\bar{x}-s$ 图比较 | 62 |
| 3.8 不合格品率控制图 ( $p$ 图)                         | 62 |
| 3.8.1 $p$ 图的符号及其定义                            | 62 |
| 3.8.2 $p$ 图的画法                                | 62 |
| 3.8.3 $p$ 图的应用示例                              | 66 |
| 3.8.4 $p$ 图的意义                                | 68 |
| 3.9 不合格品数控制图 ( $pn$ 图)                        | 69 |
| 3.9.1 $pn$ 图的符号及其定义                           | 69 |
| 3.9.2 $pn$ 图的画法                               | 69 |
| 3.9.3 $pn$ 图的应用示例                             | 74 |
| 3.10 缺陷数控制图 ( $c$ 图)                          | 75 |
| 3.10.1 $c$ 图的画法                               | 75 |
| 3.10.2 $c$ 图的应用示例                             | 77 |
| 3.11 单位缺陷数控制图 ( $u$ 图)                        | 78 |

|        |                          |     |
|--------|--------------------------|-----|
| 3.11.1 | $\mu$ 图的画法               | 78  |
| 3.11.2 | $\mu$ 图的应用示例             | 84  |
| 3.12   | 失效比控制图 ( $\bar{P}(f)$ 图) | 86  |
| 3.12.1 | $\bar{P}(f)$ 图的符号及其定义    | 86  |
| 3.12.2 | $\bar{P}(f)$ 图的画法        | 86  |
| 3.12.3 | $\bar{P}(f)$ 图的应用示例      | 87  |
| 3.12.4 | $\bar{P}(f)$ 图的讨论        | 89  |
| 3.13   | 累积和图                     | 90  |
| 3.13.1 | 累积和图的形成                  | 91  |
| 3.13.2 | 累积和图的特点                  | 92  |
| 3.13.3 | 应用累积和图的条件                | 94  |
| 3.14   | 累积和方法的决策基础               | 94  |
| 3.15   | 监控产品质量均值的累积和方法           | 95  |
| 3.16   | 监控产品质量均值的应用实例            | 98  |
| 3.17   | 监控产品质量离散特性值的累积和方法        | 99  |
| 3.17.1 | 离散特性值累积和方法的决策基础          | 99  |
| 3.17.2 | 离散特性值累积和的表示方法            | 102 |
| 3.17.3 | 两个应用实例                   | 106 |
| 3.18   | 计数型累积和方法                 | 106 |
| 3.18.1 | 计数型累积和图的判定准则             | 107 |
| 3.18.2 | 使用累积和图的准备及程序             | 109 |
| 3.18.3 | 累积和图的应用示例                | 122 |
| 3.19   | 泊松变量累积和构成准则              | 125 |
| 3.20   | 二项变量累积和构成准则              | 128 |
| 第四章    | 常规控制图的用法                 | 131 |
| 4.1    | 控制项目的选择                  | 131 |
| 4.2    | 常规控制图的选择                 | 132 |
| 4.3    | 控制图的观察                   | 133 |
| 4.3.1  | 正常点子波动的性质                | 133 |
| 4.3.2  | 异常点子波动的性质                | 133 |
| 4.3.3  | 判断准则的运算示例                | 135 |
| 4.4    | 产品质量特性值变动范围与规格的关系        | 136 |
| 4.4.1  | 产品质量特性值满足规格的情况           | 136 |
| 4.4.2  | 产品质量特性值不满足规格的情况          | 137 |
| 4.5    | 使用控制图的好处及其应用条件           | 137 |
| 4.5.1  | 使用控制图的好处                 | 137 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 4.5.2 使用控制图的应用条件        | 138 |
| 4.6 控制图的具体用途            | 138 |
| 4.7 工程能力的调查研究与定义        | 141 |
| 4.7.1 工程能力的定义           | 142 |
| 4.7.2 工程能力的调查方法         | 142 |
| 4.7.3 工程能力指数及其应用        | 142 |
| 4.8 工程能力调查实况与分析         | 144 |
| 4.8.1 工程能力调查与所测数据       | 144 |
| 4.8.2 有关数据的计算           | 146 |
| 4.8.3 画控制图              | 146 |
| 4.8.4 工程能力调查的分析与研究      | 146 |
| 附录 控制图的原理               | 149 |
| I. 控制图的设计思想             | 149 |
| II. 与控制图有关的基础知识         | 149 |
| III. 概念                 | 149 |
| IV. 概率的性质               | 152 |
| V. 分布函数的概念和性质           | 152 |
| VI. 常规控制图的一般原理          | 153 |
| VII. 1 计量控制图的数学原理       | 155 |
| VIII. 1.1 均值-极差控制图界限的原理 | 155 |
| IX. 1.2 均值-标准差控制图界限的原理  | 160 |
| X. 1.3 中位数控制图界限的原理      | 168 |
| XI. 1.4 单值控制图界限的原理      | 170 |
| 12 计数控制图的数学原理           | 171 |
| 13 2.1 不合格品率控制图界限的原理    | 171 |
| 14 2.2 单位缺陷数控制图界限的原理    | 176 |
| 15 IV. 累积和控制图的原理        | 178 |
| 16 V.1 带有固定控制界限检验方案的原理  | 179 |
| 17 V.2 累积和控制图的近似理论      | 184 |
| 参考文献                    | 186 |

# 第一章 概 述

## 1.1 控制图的重要性

国民经济各部门的生产实现现代化，不仅表现在产品数量的增多、质量的提高上，同时也必须表现在生产成本的降低和效率的提高上。只有国民经济各部门能够做到优质、高产、低消耗、高效率，国家才能增加积累，加速扩大再生产，加速国民经济的发展。要做到这一点，生产必须要有现代化的管理方法，而在保证和提高产品质量方面，质量控制是行之有效的科学管理方法。它能发现存在于产品和产品生产过程中的质量规律，提出能够说明质量的概念，提供能够保证产品质量的管理方法。它也是一门系统科学，要求各部门的工作协调一致。它所进行的一切活动的目的，归根到底是要以最低的成本，在规定的时间内，提供保证用户满意的产品质量和数量。也就是说，无论生产厂还是协作厂、服务点都要参与这个“活动”；无论是产品质量，还是工程质量等都要进行科学的管理。作为这样活动的结果，实现用户所需要的产品性能、耐久性、可靠性、经济性和安全性。

当前，国内保证产品质量的方法，大多数还是对产品进行检验，它主要是“把关”。这种检验对于防止不合格品出厂，保证质量，保证国家计划任务的实现是完全必要的，这是质量管理工作最起码、最基本的职责，必须继续坚持。但是应该看到，光靠“把关”毕竟是被动的。把保证产品质量的重点放在检查上，质量问题还是不可能得到根本解决。所以，在加强检查工作的同时，要贯彻预防为主方针，在生产过程中就要防止废品的产生。

日常影响产品质量的原因，不外来自人（技术熟练程度、水平、疲劳等）、原材料（物理、化学性质、形态等）、机器（机器本

身的精度、维修保全的状态等)、方法(加工工艺、工装选用、操作规程等)、环境(车间温湿度、清洁卫生等)等五个方面。这些因素,在生产中同时对产品质量发生影响。它们对产品质量所起的作用,也就是质量的生产过程。生产的产品有个质量问题,同样产品质量的生产过程也有个质量问题。产品质量取决于生产过程的质量。尽管有多种多样影响产品质量的因素,然而质量在生产过程中还是有规律可循的,发现和利用这种规律,从而把质量管理工作的重点从事后的产品检查转移到事前的生产过程质量控制上来,这是以预防为主的质量管理的核心。进一步说,质量管理要求对产品质量工作的重点从“事后把关”转移到“事先控制”上来。我们现在通常进行的产品检验工作固然十分重要,但只能等产品制成后再来判别其好坏,如果产品质量不好或已成为废品,损失业已造成,无可挽回。质量管理要求“事先控制”,即用科学的方法,掌握问题的全面情况,了解薄弱环节之所在,事先采取措施,把设计、工艺、设备和生产不均衡等各方面的因素控制起来,更好地起到预防的作用。强调在生产过程中,要求把组成生产过程的诸因素(人、设备、材料、方法、环境等)用控制图等方法控制起来,及时发现问题,采取有效措施,确保生产出来的产品质量稳定可靠。在生产过程中起预防作用的统计工具中,控制图方法是核心。

## 1.2 控制图的发展及其概况

回顾质量管理发展短短的历史,可以看到,在不同时期,质量管理的理论、技术和方法都在不断发展着。从20世纪20年代至40年代,称为产品质量的检验阶段。当时,随着市场范围扩大,企业生产规模日益发展,机器逐步代替了手工操作,互换性、标准化、通用化的要求越来越高,产生了“科学管理”理论。它的代表人物是美国工程师泰罗。他要求在企业中,管理人员和工人之间进行合理的科学的分工,建立专职管理,将计划职能和执行职能分开,交由不同的人来担任,并相应增加中间检验环节。

实行这种职能管理制，一方面使管理和生产分开，另一方面使操作、质量、标准检查三方面都各有专人负责。这样，质量检查职能从直接操作中分离出来，把担任专职的检验人员从工人中分离出来，结果劳动生产率、产品质量都大有提高，取得了明显的效果。但是，由于当时过多地强调了设计、生产、检验人员之间的分工，设计人员只根据技术要求规定标准（公差），很少考虑经济上的合理性、工艺上的可行性、技术上的可能性。生产人员主要按标准进行加工，很少考虑生产过程的稳定性及经济性。而检验人员更是单纯把关，逐人检验产品，很少考虑检查费用和质量保证等问题。三方面的工作缺乏有机的组织和配合，造成生产、技术、经济不统一、不合理。显然，这里有三个问题需要思考，第一个问题是如何经济、合理地制定有关标准；第二个问题是如何鉴别生产过程的稳定性；第三个问题是在破坏性检验以及某些产品质量特性不可能全检的情况下，如何检查和保证产品质量。这些问题客观上为把数理统计的理论和方法运用到质量管理领域中来创造了前提条件。最早解决的典型问题是第一次世界大战期间，美国临时突击组织军需供应的成功。1917年，美国仓促决定赴欧参战，遇到300万参战大军的军装、军鞋应当按什么规格短期内生产出来，才能保证需求的问题。当时贝尔电话研究所的休哈特（W. A. Shewart）提出运用数理统计方法去解决。他通过调查，发现军衣、鞋的尺寸分布恰如两头小，中间大，像一座“钟”形的大山曲线形状（即所谓正态分布曲线）。根据这点，他提出两头小中间大的规律，把军装、鞋尺寸按高矮胖瘦等分成10档进行加工制作。美国国防部按休哈特的建议，将军装、鞋赶制出来，结果与参战军人的身材、脚形基本吻合，及时保证了供应。

1924年，休哈特进一步引用数理统计原理加强了质量预防。他认为质量管理除了检验之外，应在发现有废品产生预兆时就要注意预防，进行控制。他提出了控制生产过程质量，预防废品产生的具体方法，提出了第一张控制图。

1925年,休哈特连续发表有关文章,于1931年,汇集出版《工业产品质量的经济控制》一书。当时美国的威士汀豪斯电气公司,通用、福特汽车公司等少数企业,应用了他介绍的控制图法,取得了一定成效。

直至二次世界大战至50年代末,美国把历来研究的,且在一些工厂实施中获得效果的、简单的控制图引进到军工部门,作为管理的工具使用。作为战时规格,美国于1941~1942年公布了:

Z1.1 质量管理指南;

Z1.2 数据分析用控制图法;

Z1.3 生产过程中管理用的控制图法。

实施结果是美国的战时生产产品在数量上、质量上、经济上各方面都保持了良好状态,获得了显著效果。

战后,美国的工业界把控制图广泛地用到工厂生产中去,利用控制图经济地、稳定地进行生产控制,保证了消费者所要求的产品质量,并且做到如期供应。例如,西方电气公司、柯达公司都作了并用了大量的控制图,获得了经济效益。

在英国,1935年E. S. Pearson等的质量管理统计方法被作为英国规格得到采用,制定为BS600。在苏联,也广泛采用质量管理的统计方法,制定了许多ГОСТ标准。

在日本,质量管理在学习欧美式的基础上,获得了全面深入的发展。他们推行的是全面质量管理,已被认为是经营的一种思想革命。控制图等方法在工业部门中运用,也获得了很好的效果。

我国在战国时代(公元前403年),在《周礼·考工记》上,就有重视质量的文字记载。建国以来,我国主要向苏联学习,特别是引进和建设重点项目时,也引进了一套以检验为主的质量管理体制,厂矿企业一般都没有检验科,利用检验和监督的方法来保证产品质量。

60年代初,我国有个别单位试图推行工序控制和制订抽样

验收方案，进行宣传、教育、试点，由于某种原因，未能坚持下来。70年代，在中国科学院系统所及有关部委的质量控制部门、质量主管部门的推动和帮助下，有些工厂做了质量管理的试点，取得了一定成效，如纺织行业、机械行业、电子行业。同时，全国质量管理等组织建立后，计量工作得到加强，标准化工作逐步推行。随着GB 4091的贯彻执行，国内交流也频频开展。我们传统的专群结合的质量管理工作方法（如自检、互检和专检相结合的“三检制”，卡、防、帮、讲的四字工作法等）与国外的有用的经验、方法结合起来，建立起了有中国特色的质量管理工作。并逐步发展全面质量管理。认为产品形成过程不仅与生产过程有关，同时还与其它许多过程、许多环节有关，其中包括试验研究、产品设计、试制鉴定、准备过程、辅助过程及使用过程等等。所以许多人提出管理、技术、手段的统一，要求实行综合的管理。而许多专家强调，不能削弱统计方法、控制图所起的预防废品产生的巨大作用。在阐明全面质量管理时，同时要运用统计方法，尤其是控制图法及质量的检验方法，而且要进一步补充和发展统计方法。70年代末，80年代初，成立了全国统计方法应用标准化技术委员会质量管理分委员会及可靠性与质量管理专业学会，它们对控制图的标准及其理论的推广应用起了积极的作用。1978年以后国内全面推行质量管理科学方法后，相继成立了中国质量管理协会，创办了《质量管理》、《中国质量管理》、《电子质量》等期刊，团结工、交、建等工业企业的广大职工为振兴中华，提高产品质量，发挥着越来越大的作用！

## 第二章 基本概念

### 2.1 产品性能质量及其测定

所谓产品性能质量，是指产品达到使用目的所应具备的性质、形态或状态。对简单的产品如铅笔来说，就有用毫米表示的直径，用厘米表示的长度，用 HB 表示的硬度，用克每平方毫米表示的强度，以及摩擦系数等质量指标。而对于比较复杂的产品如收音机来说，就应有体积、净重、音色、灵敏度、频率范围、耗电、寿命、可靠度等更多的质量指标。

一般把作为问题提出的特定性质称为质量指标，它通常可以用数值（或条件）来表示。测定值可分为定量的和定性的两类。一类是以连续的数值表示的定量值，如电机的功率或灯泡消耗的电力、电线拉伸强度等。另一类是以不连续的数值表示的定性值，如一根漆包线上的气泡数，一箱螺钉中所包括的次品个数等等，超过了某一标准值就列入不合格品。

测定产品质量指标时，有的对产品本身无损伤，如测定电机轴的直径，电池的电压等；有的对产品本身有损耗，如测量灯泡的寿命，保险丝的熔断时间等，这些质量指标是通过破坏或消耗产品才能测定的。

### 2.2 产品质量的统计规律

#### 2.2.1 波动

在日常生活中，我们都有这样的经验，按照图纸上的要求，遵守一定的工艺操作规程，用同样规格的材料和同一设备加工同一种产品，它的质量也不是完全相同的。将代表质量变动的数据，按加工时间顺序标在坐标纸上就可以看出，它们是上下波动的，这就是产品加工质量的第一条客观规律。

例如：1966年沈阳电机实业厂加工套环，其图纸要求套环长度为  $88 \pm 0.4$  mm，按加工时间顺序测定数据如表 2-1。把这些数据按顺序画在图纸上就成为波动图；即点图。在图上可以看出，套环尺寸是上下波动的，符合产品加工质量的客观规律（图 2-1）。

表 2-1 套环长度尺寸 （单位：mm）

| 测定顺序           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 套环长度尺寸<br>↓    | 87.81 | 87.81 | 87.81 | 87.81 | 87.80 | 87.83 | 87.77 | 87.82 | 87.82 | 87.78 |
|                | 87.77 | 87.82 | 87.79 | 87.78 | 87.82 | 87.78 | 87.78 | 87.78 | 87.82 | 87.79 |
|                | 87.80 | 87.81 | 87.80 | 87.77 | 87.77 | 87.79 | 87.85 | 87.78 | 87.81 | 87.83 |
|                | 87.82 | 87.85 | 87.80 | 87.85 | 87.75 | 87.78 | 87.78 | 87.83 | 87.81 | 87.80 |
|                | 87.80 | 87.85 | 87.77 | 87.83 | 87.78 | 87.74 | 87.77 | 87.79 | 87.83 | 87.80 |
| $\bar{x}$<br>→ | 87.80 | 87.83 | 87.79 | 87.81 | 87.78 | 87.78 | 87.79 | 87.80 | 87.82 | 87.80 |
| $R$<br>→       | 0.05  | 0.04  | 0.04  | 0.08  | 0.07  | 0.09  | 0.08  | 0.05  | 0.02  | 0.05  |
| 测定顺序           | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
| 套环长度尺寸<br>↓    | 87.85 | 87.78 | 87.81 | 87.78 | 87.80 | 87.84 | 87.76 | 87.81 | 87.80 | 87.80 |
|                | 87.83 | 87.78 | 87.83 | 87.85 | 87.77 | 87.83 | 87.81 | 87.80 | 87.81 | 87.86 |
|                | 87.86 | 87.82 | 87.79 | 87.84 | 87.80 | 87.79 | 87.78 | 87.86 | 87.77 | 87.81 |
|                | 87.81 | 87.83 | 87.81 | 87.85 | 87.81 | 87.85 | 87.79 | 87.79 | 87.84 | 87.79 |
|                | 87.81 | 87.87 | 87.78 | 87.80 | 87.79 | 78.79 | 87.86 | 87.81 | 87.82 | 87.84 |
| $\bar{x}$<br>→ | 87.83 | 87.82 | 87.80 | 87.82 | 87.79 | 87.82 | 87.80 | 87.81 | 87.81 | 87.82 |
| $R$<br>→       | 0.05  | 0.09  | 0.05  | 0.07  | 0.04  | 0.06  | 0.06  | 0.07  | 0.07  | 0.07  |

### 2.2.2 分布

如果不从加工时间的先后顺序去观察产品的质量，而是在全部产品生产出来之后，看产品的集体，就会发现表示产品质量的数据分布在不同的数值上。但是，它们多数向某一个数值集中，而同时又在这个数值的两旁分散开来，这是产品质量的第二条规律。按集中又分散的情况画出来的图就是频率分布图。一般情况

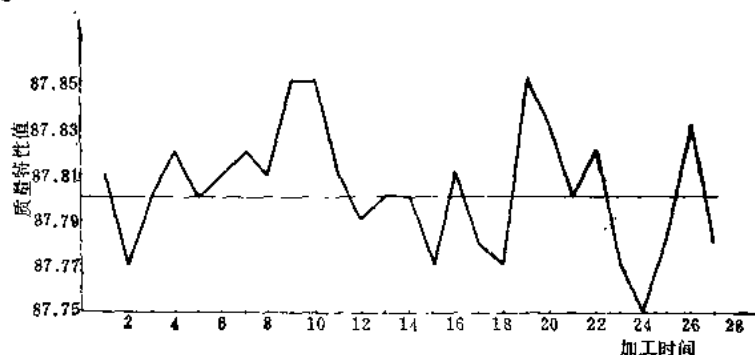


图2-1 波动图实例

下,许多数据以不同的数值和不同的频数分布在一定的范围内,把它们概括的一定间隔分成若干组,处理起来很方便,组数尽可能取在10~30之内。

例如,套环长度的100个数据,分散在87.74~87.87mm的范围内,以0.01mm的间隔分组,按大小顺序排列,再把落在各组的数据个数记上,得到频数分布表(表2-2)。该表的实际用途是从样品数据得到频数分布,从而表示产品总体分布的某些特

表2-2 频数分布表

