

电子基础 元器件检测

主 编 章俊华 苏 明
副主编 陈世国 龚洪宾
马建华 刘万松



西南交通大学出版社

电子基础元器件检测

主 编 章俊华 苏 明

副主编 陈世国 龚洪宾 马建华 刘万松

编委 阮方鸣 赵瑞平 王珩 何二宝

王 义 李金辉 王学杰 龚国刚

潘齐凤 周廷荣 李明贵 肖文君

戎小凤 方 润 钟健思 张 宁

李 钢 叶 鑫

西南交通大学出版社

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书由贵州省机械电子产品质量监督检验院、贵州师范大学、中国振华电子集团有限公司、贵州省电子学会组织长期工作在一线的教学科研和产品开发及检测人员编写。主要内容包括检测技术基础,电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管、场效应管、继电器、压电器件、小型变压器、熔断器等基础电子元器件的基础知识、常规检测和特殊检测。介绍了如何运用通用性电测仪器和仪表,对各类电子元器件进行检测,同时也介绍了一些新型电子元器件的特殊检测方法。

本书适用于大中专相关专业师生、电子工程技术人员、家用电器和电子设备等行业的维修人员、电子爱好者。

图书在版编目(CIP)数据

电子基础元器件检测/章俊华,苏明主编. —成都:

西南交通大学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5643-3420-8

I. ①电… II. ①章… ②苏… III. ①电子元件—检测②电子器件—检测 IV. ①TN606

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第197768号

电子基础元器件检测

主编 章俊华 苏明

*

责任编辑 黄淑文

封面设计 严春艳

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路146号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 17.75

字数: 443千字

2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-3420-8

定价: 39.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

序 言

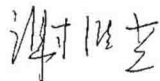
随着电子信息产业的快速发展,作为电子信息产业基础的电子元器件产业其发展也异常迅速。截止到2012年9月,我国规模以上电子元器件制造企业达到4938家,行业总资产达到8705.8亿元。近年来,中国电子工业持续高速增长,带动了电子元器件产业的强劲发展。中国已经成为扬声器、铝电解电容器、显像管、印制电路板、半导体分立器件等电子元器件的世界生产基地。

电子元器件是电子技术的基本元素,是电子电路的重要组成部分。任何一种电子装置都由这些电子元器件合理、和谐、巧妙地组合而成的。可以说,没有高质量的电子元器件,就没有高性能的电子产品。电子元器件正进入以新型电子元器件为主体的新一代元器件时代,它将逐渐取代传统元器件。电子元器件由原来只为适应整机的小型化及其新工艺要求为主的特性进行改进,变成以满足数字技术、微电子技术发展所提出的特性要求为主,而且是成套的产业化发展阶段。客观地说,不了解这些元器件的性能和规格,就难以适应当代电子技术的发展。学会正确选用和检测电子元器件,是掌握电子技术基本知识和技能的重要内容之一。

《电子基础元器件检测》一书由贵州省机械电子产品质量监督检验院、贵州师范大学、中国振华电子集团有限公司、贵州省电子学会组织长期工作在一线的教学科研和产品开发及检测人员编写,编者有厚实的理论功底和丰富的实践经验,全书主要介绍如何运用通用性电测仪器和仪表,对各类电子元器件进行检测,同时也介绍了一些新型电子元器件的特殊检测方法。该书的特点是通俗易懂、新颖实用,能使读者在最短的时间内对各种电子元器件有全面的了解,掌握各种电子元器件的检测方法,并能根据具体设计方案选定所需的元器件。《电子基础元器件检测》为读者提供了一些简单、实用的电子元器件检测实例,使读者能够快速掌握各种电子元器件的检测方法。该书内容丰富、实用,可供大中专相关专业师生、电子工程技术人员、家用电器和电子设备等行业的维修人员、电子爱好者等阅读参考。

借该书出版之际,我由衷的希望参编单位进一步加强高校、科研院所、企业、社会团体的合作与交流,为贵州省社会经济的发展做出更大的贡献。

贵州省政协副主席
贵州师范大学副校长、教授



2014年1月9日

前 言

电子元器件处于电子信息产业链上游,是通信、计算机及网络、数字音/视频等系统和终端产品发展的基础,对电子信息产业的发展起着至关重要的作用。

近年来,中国电子工业的持续高速增长带动了电子元器件产业的强劲发展。我国许多门类的电子元器件产量已稳居全球第一位,电子元器件行业在国际市场上占据了重要的地位。我国已经成为扬声器、铝电解电容器、显像管、印制电路板、半导体分立器件等电子元器件的世界生产基地。

本书的编写目的主要是为大中专相关专业师生、电子工程技术人员、家用电器和电子设备等行业的维修人员、电子爱好者等提供一本实用的参考资料。本书内容涵盖电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管、场效应管、继电器、压电器件、小型变压器、熔断器等基础电子元器件,对它们的型号命名方法、主要参数、常用器件、新型器件等方面进行了介绍,并结合检测实例,着重介绍了如何运用通用性电测仪器和仪表对各类电子元器件进行检测。在注重常用器件和常规检测的同时,对新型器件和特殊检测也进行了介绍,以期提供一些新型电子元器件及其检测的发展趋势和新技术。本书提供的资料直观、实用,内容通俗、简洁。

本书在写作过程中,参考和引用了大量文献和仪器仪表公司的技术资料,在此对提供资料的单位和个人表示感谢。

参与本书编写的作者及其完成的章节如下:

章俊华、苏明、龚洪宾、刘万松、马建华:全书统稿;

苏明、王珩、何二宝、李钢、龚洪宾:第1章;

王义、龚国刚、张宁:第2章;

阮方鸣、潘齐凤、龚洪宾:第3章;

陈世国、李金辉、叶鑫:第4章;

刘万松、周廷荣、李明贵:第5章;

肖文君、周廷荣、李明贵:第6章、第7章;

方润、赵瑞平、钟健思:第8章;

方润、王学杰、刘万松:第9章;

戎小凤、潘齐凤:第10章;

戎小凤、龚国刚、李明贵:第11章;

戎小凤、龚国刚：第12章。

本书的写作过程中，得到了贵州省机械电子产品质量监督检验院、贵州师范大学、中国振华电子集团有限公司、贵州省电子学会等单位的大力支持，在此一并表示真诚的感谢！最后对参与本书编辑排版的贵州师范大学刘雪飞、程桂仙老师以及硕士研究生徐伟等表示感谢！

本书虽然经过编写组多次讨论和修改，数易其稿，但由于学识水平所限，不足之处在所难免，恳请专家、学者和同仁提出宝贵意见。

《电子基础元器件检测》编写组

2014年元月

目 录

第 1 章 检测技术基础	1
1.1 检测的基础知识	1
1.2 国家法定计量单位	2
1.3 抽样技术基础	8
1.4 数据处理	16
1.5 测量误差	18
1.6 测量不确定度	25
1.7 量值溯源	31
1.8 电子基础元器件的检测方法	35
第 2 章 电阻器的检测	39
2.1 电阻器的基础知识	39
2.2 电阻器检测技术	46
2.3 电阻器检测实例	50
第 3 章 电容器的检测	52
3.1 电容器的基础知识	52
3.2 电容器的型号和命名	52
3.3 电容器的容量标示	53
3.4 电容器的分类	54
3.5 电容器的主要参数	55
3.6 常见电容器介绍	56
3.7 固定电容器的主要特性	59
3.8 电容器的检测	60
第 4 章 电感器的检测	71
4.1 电感器的基础知识	71
4.2 新型电感器	74
4.3 电感器的检测	75
第 5 章 二极管的检测	80
5.1 二极管的基础知识	80
5.2 新型二极管	86
5.3 二极管的检测	95

第 6 章	三极管的检测	120
6.1	三极管的基础知识	120
6.2	新型三极管	122
6.3	三极管的检测	131
第 7 章	场效应管的检测	181
7.1	场效应管的基础知识	181
7.2	新型场效应晶体管	183
7.3	场效应晶体管的检测	199
第 8 章	继电器的检测	223
8.1	继电器的基础知识	223
8.2	新型继电器	226
8.3	继电器的检测	228
第 9 章	压电器件的检测	238
9.1	压电器件的基础知识	238
9.2	压电器件的常规检测	244
9.3	压电器件的特殊检测	246
第 10 章	小型变压器的检测	248
10.1	小型变压器的基础知识	248
10.2	变压器的检测	255
第 11 章	小型熔断器的检测	259
11.1	小型熔断器的基础知识	259
11.2	熔断器主要技术指标	263
11.3	小型熔断器的检测技术	264
第 12 章	抑制器的检测	268
12.1	抑制器的基础知识	268
12.2	综合浪涌保护系统组合	271
12.3	抑制器的检测技术	273
参考文献		275

第1章 检测技术基础

1.1 检测的基础知识

1.1.1 检测的基本概念

1. 检 测

检测是指人们为定性了解和定量掌握某一被检测对象的部分或全部待测信息所采取的一系列手段、方法和过程。检测包含测量和检验两方面内容。

2. 测 量

测量就是将被测对象中的某种信息获取出来,并加以度量,即获取被测量量值的过程。其原理是将被测参数的量值与作为同性质的单位标准量进行比较,并借助专门的技术工具确定被测量对标准量的比值(标准量应该是国际上或国家所公认的、性能稳定的量),如式(1-1)所示。

$$A = \frac{X}{X_0} \quad (1-1)$$

式中 A ——比值;

X_0 ——标准量;

X ——被测量。

3. 检 验

与测量不同,检验往往只需要分辨出被测参数的量值是否归属某一范围带,从而判别被测参数是否合格,现象是否存在等。

4. 检 查

检查是指对产品设计、产品、产品过程和产品安装的审查,以确定其与特定要求的符合性,或根据专业判断确定其与通用要求的符合性的过程。

5. 试 验

试验是通过某种人为方法,将被测对象中所包含的待测信息通过专门的装置人为激发出来并加以测量的过程。

6. 量值 (Value of a quantity)

量值即被测量的测量值,其大小通常由数值和单位两部分构成,如式(1-2)所示,其中 X 表示量值, A 为测量的数值, x_0 为测量单位。

$$X = A x_0 \quad (1-2)$$

例如,某一电阻的量值为 $R = 10 \text{ k}\Omega$, 10 k 为测量的数值, Ω 即为测量单位欧姆。

1.1.2 检测的过程

下面以天平称重为例说明测量过程:检测前,首先检查天平是否平衡,即调零;接着将待测重物(被测量)和砝码(标准量)分别放置在天平两侧,进行比对;然后根据天平中间的指针有无偏向来判别被测量和标准量之间有无差值,即示差;若存在差值,则需要调整砝码,直到砝码质量与待测重物相等,这个调节过程称为平衡。调整好示差和平衡后,就可根据砝码的大小和数量读出(或算出)待测重物的量值,即读数。

综上所述,整个检测过程包括调零、比对、示差、平衡和读数五个步骤,它们贯穿于一切检测过程中。

1.1.3 检测中的变换

测量和检验的关键在于将被测量与标准量进行比较,这首先要要求被测量和标准量是同性质的物理量,有时可直接进行比较,但在多数情况下,被测量和标准量都需要被变换成便于双方比较的某一个中间量。例如,用指针式电压表测量电压时,被测电压被变换成电压表指针的偏转位移,而电压的标准量变换为电压表的刻度,这时被测量和标准量都变换成角位移这样的中间量,以便直接进行比较。其他电磁量,如电流、电阻、电感、电容、磁场等,都必须经过变换才能进行比较,因此变换往往是测量的核心。

1.2 国家法定计量单位

我国计量法明文规定“国家实行统一的法定计量单位制度。”法定计量单位制度作为我国统一单位制和量值的依据被严格实行,对我国国民经济和文化教育事业的发展、科学技术的进步和扩大国际交流具有重大意义。

1.2.1 国际单位制

国际单位制于1960年在11届国际计量大会(CGPM)上被提出,是一种建立在科学基础上的计量单位制度,用符号SI表示,经过多次修订,目前已形成一套完善的计量单位体系。

由于国际单位制 (SI) 具有科学简明、结构合理、方便实用等特点, 因此得到了国际社会的普遍承认和接受, 被广泛应用于各行各业和科研领域, 成为科技、经济、文教、卫生界的共同语言。

国际单位制的构成如表 1.1 所示。

表 1.1 国际单位制的组成

国际单位制 (SI)	SI 单位	SI 基本单位
		SI 导出单位 (其中 21 个有专门的名称和符号)
	SI 词头 ($10^{-24} \sim 10^{+24}$, 共 20 个)	
	SI 单位的倍数和分数单位	

1. SI 基本单位

基本量是计量单位制建立的基础, 是约定地认为在函数关系上彼此独立的量。国际单位制 (SI) 将长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度这 7 个量作为基本量, 并给基本单位规定了严格的定义, 这些定义体现了现代科技发展的水平, 其量值能以高准确度复现出来。

SI 基本单位的名称、符号以及定义如表 1.2 所示。

表 1.2 SI 基本单位

量的名称	单位名称及符号	定 义
长度	米 (m)	光在真空中于 $1/299\,792\,458$ 秒的时间间隔内所经过的距离
质量	千克 (kg)	质量单位, 等于国际千克 (公斤) 原器的质量
时间	秒 (s)	铯 133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 $9\,192\,631\,770$ 个周期的持续时间
电流	安[培] (A)	一恒定电流, 若保持在处于真空中相距 1 m 的两无限长而圆截面可忽略的平行直导线内, 则此两导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿
热力学温度	开[尔文] (K)	水三相点热力学温度的 $1/273.16$
物质的量	摩[尔] (mol)	一系统的物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与 0.012 kg 碳 12 的原子数目相等。在使用摩[尔]时应指明基本单元, 可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子, 或是这些粒子的特定组合
发光强度	坎[德拉] (cd)	发射出频率为 $540 \times 10^{12}\text{ Hz}$ 单色辐射的光源在给定方向上的发光强度, 而且在此方向上的辐射强度为 $1/683$ 瓦特每球面度

2. SI 导出单位

SI 遵从一贯性原则, 即由比例因数为 1 的基本单位幂的乘积来表示导出计量单位, 因此, SI 的全部导出单位均为一贯计量单位, 由两个以上基本单位幂的乘积组合而成。SI 的一贯性使符合科学规律的量的方程与数值方程相一致。

为了读写和实际应用的方便, 达到便于区分某些具有相同量纲的表达式的单位的目的, SI 仅选用了 19 个具有专门名称的导出单位。而电能单位“度”(即千瓦时), 光亮度单位“尼

特”(即坎德拉每平方米)等名称则不再使用。在表 1.3 中单位符号和其他表示式可以等同使用,例如,力的单位牛顿(N)和千克米每二次方秒($\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$)完全等同。

弧度和球面度是原 SI 的两个辅助单位,由长度单位导出,在某些领域(如光度学和辐射度学)仍发挥着重要作用,是两个独立而具体的单位,现已归为具有专门名称的导出单位类,因此具有专门名称的 SI 导出单位共有 21 个。

表 1.3 SI 导出单位

具有专门名称的 SI 导出单位			
量的名称	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面]角	弧度	rad	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
立体角	球面度	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$
频率	赫[兹]	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
力	牛[顿]	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
能[量],功,热量	焦[耳]	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
电荷[量]	库[仑]	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
电压,电动势,电位, (电势)	伏[特]	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
电容	法[拉]	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$
电阻	欧[姆]	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
电导	西[门子]	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
磁通[量]密度, 磁感应强度	特[斯拉]	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$
电感	亨[利]	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$
光通量	流[明]	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$
[光]照度	勒[克斯]	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$
由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的 SI 导出单位			
量的名称	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[放射性]活度	贝克[勒尔]	Bq	$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$
吸收剂量			
比授[予]能	戈[瑞]	Gy	$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$
比释动能			
剂量当量	希[沃特]	Sv	$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$

3. SI 单位的倍数和分数单位

基本单位、具有专门名称的导出单位,以及直接由它们构成的组合形式的导出单位都称为 SI 单位,具有主单位含义。在实际使用时,量值的变化范围很宽,仅用 SI 单位来表示量值很不方便。因此,SI 中规定了 20 个构成十进倍数和分数单位的词头和所表示的因数。这些词头不能单独使用,也不能重叠使用,它们仅用于与 SI 单位(kg 除外)构成 SI 单位的十进倍数单位和十进分数单位。需要注意的是:相应于因数 10^3 (含 10^3) 以下的词头符号必须用小写正体,等于或大于因数 10^6 的词头符号必须用大写字体,从 10^3 到 10^{-3} 是十进位,其余是千进位,如表 1.4 所示。

SI 单位加上 SI 词头后两者结合为一体,不再是 SI 单位,而构成 SI 单位的倍数或分数单位,或称为 SI 单位的十进倍数或分数单位。

表 1.4 用于构成十进倍数和分数单位的 SI 词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{24}	尧[它]	Y
10^{21}	泽[它]	Z
10^{18}	艾[可萨]	E
10^{15}	拍[它]	P
10^{12}	太[拉]	T
10^9	吉[咖]	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da
10^{-1}	分	d
10^{-2}	厘	c
10^{-3}	毫	m
10^{-6}	微	μ
10^{-9}	纳[诺]	n
10^{-12}	皮[克]	p
10^{-15}	飞[母拖]	f
10^{-18}	阿[托]	a
10^{-21}	仄[普托]	z
10^{-24}	么[科托]	y

4. 国家选定的其他计量单位

在日常生活和一些特殊领域,还有一些广泛使用的、重要的非 SI 单位尚需继续使用,因

此,我国还选定了若干非 SI 单位,与 SI 单位一起作为国家法定计量单位,这些非 SI 单位与 SI 单位具有同等地位。

我国选定的非 SI 单位包括:

- (1) 10 个由国际计量大会 (CGPM) 确定的允许与 SI 并用的单位;
- (2) 3 个暂时保留与 SI 并用的单位 (海里、节、公顷);
- (3) 根据本国实际,选取的“转每分”“分贝”和“特克斯”3 个单位。

作为国家法定计量单位的 SI 制外单位共 16 个,如表 1.5 所示。

表 1.5 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min = 60 s
	[小]时	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	天 (日)	d	1 d = 24 h = 86 400 s
平面角	[角]秒	($''$)	1 $''$ = ($\pi/648\,000$)rad
	[角]分	($'$)	1 $'$ = 60 $''$ = ($\pi/10\,800$)rad
	度	($^{\circ}$)	1 $^{\circ}$ = 60 $'$ = ($\pi/180$)rad
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = (1/60)s $^{-1}$
长度	海里	n mile	1 n mile = 1 852 m (只用于航程)
速度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = (1 852/3 600) m/s (用于航程)
质量	吨	t	1 t = 10 3 kg
	原子质量单位	u	1 u $\approx$ 1.660 540 $\times 10^{-27}$ kg
体积	升	L, (l)	1 L = 1 dm 3 = 10 $^{-3}$ m 3
能	电子伏	eV	1 eV $\approx$ 1.602 177 $\times 10^{-19}$ J
级差	分贝	dB	用于对数量
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 1 g/km
面积	公顷	hm 2 (国际符号为 ha)	1 hm 2 = 10 4 m 2

CGPM 确定暂时保留与 SI 并用的单位还有 9 个,如表 1.6 所示。它们可能出现在国际标准或国际组织的出版物中,但在我国不得使用。在个别科学技术领域,如需使用某些非法定计量单位 (如天文学上的“光年”),则必须与有关国际组织规定的名称、符号相一致。

表 1.6 CGPM 确定暂时保留与 SI 并用的单位

单位名称	单位符号	与 SI 的换算关系
埃	$\text{\AA}$	1 $\text{\AA}$ = 10 $^{-10}$ m
公亩	a	1 a = 10 2 m 2
靶恩	b	1 b = 100 fm 2 = 10 $^{-28}$ m 2
巴	bar	1 bar = 0.1 MPa = 10 5 Pa
伽	Gal	1 Gal = 10 $^{-2}$ m/s 2
居里	Ci	1 Ci = 3.77 $\times 10^{10}$ Bq
伦琴	R	1 R = 2.587 $\times 10^{-4}$ C/kg
拉德	rad	1 rad = 10 $^{-2}$ Gy
雷姆	rem	1 rem = 10 $^{-2}$ Sv

1.2.2 法定计量单位的使用规则

1. 法定计量单位名称

(1) 计量单位的名称,一般指中文名称,用于叙述性文字和口述,不得用于公式、数据表、图、刻度盘等处。

(2) 组合单位的名称与其符号表示的顺序一致,遇到除号时,读为“每”字,例如: $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 的名称应为“焦耳每摩尔开尔文”。书写时亦应如此,不能加任何图形或符号,不能与单位的中文符号混淆。

(3) 乘方显示的单位名称。例如: m^4 的名称应为“四次方米”而不是“米四次方”;用长度单位米的二次方或三次方表示面积或体积时,其单位名称为“平方米”或“立方米”,否则仍应为“二次方米”或“三次方米”; $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 的名称为“每摄氏度”,而不是“负一次方摄氏度”; s^{-1} 的名称应为“每秒”。

2. 法定计量单位符号

(1) 计量单位的符号分为:单位符号(即国际通用符号)和单位中文符号(即单位名称的简称)。

单位中文符号适用于知识水平要求不高的场合,一般推荐使用单位符号。十进制单位符号应置于数据之后。单位符号按其名称或简称读,不得按字母读音。

(2) 单位符号一般用正体小写字母书写,但是以人名命名的单位符号,第一个字母必须正体大写。“升”的符号“l”,可以用大写字母“L”。使用单位符号后,不得附加任何标记,也无复数形式。

例如:“牛顿米”的正确书写形式为: $\text{N} \cdot \text{m}$ 、 Nm 、牛·米; N-m 、 mN 、牛米、牛-米等均为错误书写形式;

又如:“每米”的正确书写形式为 m^{-1} 、 米^{-1} ;而 $1/\text{m}$ 、 $1/\text{米}$ 等形式是错误的。

3. 词头使用方法

(1) 词头名称应紧接单位名称,作为一个整体,其间不得插入其他词。例如:面积单位 km^2 的名称和含义是“平方千米”,而不是“千平方米”。

(2) 仅通过相乘构成的组合单位在加词头时,词头应加在第一个单位之前。例如:力矩单位千牛·米的正确形式为 $\text{kN} \cdot \text{m}$,而不宜写成 $\text{N} \cdot \text{km}$ 。

(3) 摄氏度和非十进制法定计量单位,不得用SI词头构成倍数和分数单位。它们参与构成组合单位时,不应放在最前面。例如:光量单位 $\text{lm} \cdot \text{h}$,不应写为 $\text{h} \cdot \text{lm}$ 。

(4) 组合单位符号中,若某单位符号同时也是词头符号,则应将其置于单位符号的右侧。例如:力矩单位 Nm ,不宜写成 mN 。温度单位 K 和时间单位 s 、 h ,一般也置于右侧。

(5) 词头百(h)、十(da)、分(d)、厘(c)一般只用于某些长度、面积、体积和早已习用的场合,例如 cm 、 dB 等。

(6) 一般不在组合单位的分子分母中同时使用词头,例如:电场强度单位可用 MV/m ,

不宜用 kV/mm ；词头加在分子的第一个单位符号前，例如：热容单位 J/K 的倍数单位 kJ/K ，不应写为 J/mK ；同一单位中一般不使用两个以上的词头，但分母中长度、面积和体积单位可以有词头， kg 也作为例外。

(7) 选用词头时，一般应使量的数值处于 $0.1 \sim 1\,000$ 内。例如： 1401Pa 可写成 1.401kPa 。

(8) 万 (10^4) 和亿 (10^8) 可放在单位符号之前作为数值，但它们是词头。十、百、千、十万、百万、千万、十亿、百亿、千亿等中文词，不得放在单位符号前作数值使用。例如：“3 千秒 $^{-1}$ ”应读作“三每千米”，而不是“三千每秒”；对“三千每秒”，只能表示为“3000 秒 $^{-1}$ ”。读音“一百瓦”，应写作“100 瓦”或“100 W”。

(9) 为方便计算，建议用 SI 单位表示所有量，词头用 10 的幂代替。

1.3 抽样技术基础

检查批量生产的产品一般有全数检查和抽样检查两种检查方法。

全数检查也称为 100% 检查，是对全部产品逐个进行检查，区分合格品和不合格品，检查对象是单个产品，目的是剔除不合格品，并对其进行返修或报废。

抽样检查的对象可以是静态的“批”（有一定产品范围），也可能是动态的“过程”（无一定产品范围），统称为“总体”。多数情况是对“批”的检查，即从批中抽取规定数量的产品作为样本进行检查，再根据所得到的质量数据和预先规定的判定规则来判定该“检查批”是否合格，一般程序如图 1.1 所示。

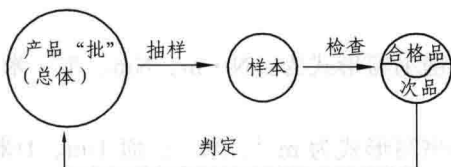


图 1.1 抽样检查程序

与全数检查相比，抽样检查的明显优势是其经济性，因为它只需从产品批中抽取少量产品，而且只要合理设计抽样方案，就可以将由质量波动性和样本抽取偶然性所带来的错判风险控制在可接受的范围内。

现代抽样检查方法建立在概率统计的基础上，主要以假设检验为其理论依据，其研究的问题包括 3 个方面：

- (1) 如何从批中抽取样品，即采用什么样的抽样方式；
- (2) 从批中抽取多少个单位产品，即取多大规模的样本；
- (3) 如何根据样本的质量数据判定产品合格与否，即怎样预先确定判定准则。

由于样本大小和判定准则构成了抽样方案，因此抽样检查问题又可归纳为：

- (1) 采用什么样的抽样方式才能保证抽样的代表性；
- (2) 如何设计抽样方案才是合理的。

1.3.1 抽样检查基础

1. 单位产品、批和样本的概念

1) 单位产品

单位产品是为满足抽样检查需要而划分的基本单位,有时可以自然划分,例如:一只灯泡、一个电子元器件、一台电视机都可作为一个自然划分的单位产品。有些单位产品则需要根据抽样检查需要进行划分,例如:连续体的棉布可以把一尺布、一张布甚至一匹布作为单位产品。对液态产品(如硫酸)和散装产品(如糖、盐、化肥),则可按包装单位划分,例如:一瓶硫酸、一袋糖等。有时对一件生产出来的小型产品,也可按包装单位划分,例如:一箱螺丝钉。但对有些产品,诸如液体、气体、固体的化工产品以及煤炭等散装货物,则很难划分单位产品,对它们的抽样检查需要参考相关专业标准的规定。

2) 批

为实施抽样检查汇集起来的单位产品,称为检查批或批,它是抽样检查和判定的对象。一个批通常是由在基本稳定的生产条件下,在同一生产周期内生产出来的同形式、同等级、同尺寸以及同成分的单位产品构成的。该批包含的单位产品数,称为批量,一般用符号 N 表示。

3) 样本

从批中抽取用于检查的单位产品,称为样本单位或样品。样本单位的全体,称为样本。样本中所包含的样本单位数,称为样本大小,一般用符号 n 表示。

2. 单位产品的质量及特性

单位产品的质量用其质量特性表示,简单产品可能只有一项特性,大多数产品具有多项特性。质量特性可分为计量值和计数值两类,计数值又可分为计点值和计件值。

(1) 计量值在数轴上是连续分布的,用连续的量值来表征产品的质量特性。例如:电子元器件的漏电流、机械零部件的尺寸、金属材料的机械性能、化工产品的化学成分、灯泡的寿命等。

当单位产品的质量特性用某类缺陷数量来度量时,即称为计点的表示方法。例如:一个铸件上的气泡或者砂眼数、一块棉布上的疵点数等。某些质量特性不能定量度量,而只能简单地分成合格和不合格,或分成若干等级,这时就称为计件的表示方法。例如产品的外观特性。计点值和计件值统称计数值,显然计数值在数轴上是离散分布的。

(2) 在产品的技术标准或技术合同中,通常都要规定质量特性的判定标准。对于用计量值表示的质量特性,可以用明确的量值作为判定标准。例如:规定上限或下限,也可以同时规定上、下限。

对于用计点值表示的质量特性,也可以对缺陷数规定一个界限。至于缺陷本身的判定,除了靠经验外,也可以规定判定标准。例如:棉布的某种瑕疵点直径超过 2.0 mm 的认定为缺陷。