

电子计量测试应用手册

RLC元件参数计量测试分册

1986

RLC

电子计量测试应用手册

——电子元件参数计量测试分册

电子计量测试应用手册编委会

电子工业部电子计量测试研究中心站

1986年

主编： 常新华 郭群芳
编委： 席德熊 赵基 吴听
赵玉惠 冯新善 张关汉

出版负责人： (以姓氏笔划为序)
王洪生 李延昌 严小玲
赵玉惠 蔡仁明

封面设计： 李桐光

电子计量测试应用手册 ——电子元件参数计量测试分册

编辑	电子计量测试应用手册编委会
出版	电子工业部电子计量测试研究中心站
印刷	北京市昌平环球科技印刷厂
发行	电子工业部科技情报研究所

1986年4月

前 言

电子元器件是电子工业的基础，各种电子设备的科研、生产、使用单位都离不开它。近年来我国电子元器件的科研与生产发展很快，年产量已达百亿只，所使用的各类测试仪器也有上百万台。但是，目前元器件的计量和测试还很不适应这一工业基础的发展需要。仅据北京、上海、天津三大城市的初步调查，正在使用的绝大部分电子元器件仪器很少有统一的检定规程，基层单位对有关国际标准、国家标准以及元器件仪器型谱系列等技术文件了解不多，掌握不全面，说法也不统一，加上电子元器件参数的计量检定与量值传递系统尚未健全，因此，生产与使用部门之间经常出现参数测量结果不一致的矛盾。对某些参数来说，很多单位不知在何处进行计量与测试。这种情况不仅给生产与使用部门带来了诸多不便，也严重地影响了产品质量的提高和新产品的开发，对贯彻实施中华人民共和国计量法也很不利。

为使标准计量工作更有效地为科研、生产及使用部门服务，使各有关单位的元器件计量测试工作能够有章可循，我们主编了这部《电子计量测试应用手册》，其中包括：半导体分立器件计量测试分册；电子元件参数计量测试分册；集成电路参数计量测试分册等。这部手册是在我国现有技术水平和计量测试手段的基础上，把标准化、计量、测试以及科技情报资料等紧密结合在一起，汇集整理而成的。

本手册的编写宗旨是：从生产和使用部门对电子元件的计量与测试技术的实际需要出发，以国际电工委员会(IEC)标准和我国国家标准为依据，推荐目前各使用部门最为关心和需要的一些规程(草案)；介绍国

内现有电子元件测试仪器的型谱系列与检定系统及各专业计量站的技术服务能力；对企事业单位在贯彻实施计量法、电子元件质量认证工作中所遇到的问题，作一些具体解答；简要地介绍国内外电子元件测试仪器生产技术水平等。总之，本手册以应用为主，力争在有限的篇幅内，使其内容尽可能丰富。希望它既是一部工具书，又是一部专业工作者的参考书，使广大读者阅读后有所收获和启迪。

本手册可供从事电子元件生产、科研、使用部门的专业人员和领导干部使用。对大专院校教学、举办计量专业学习班及技术交流会等亦有参考价值。

参加本手册编写和组织工作的有电子工业部电子计量测试研究中心站、中国计量科学研究院、国防科工委第二计量测试研究中心和电子工业部科技情报研究所等单位。在编写过程中，得到了国防科工委综合计划部、电子工业部科技司、质量司、元器件工业管理局等领导部门以及北京、上海、天津等地电子工业主管部门的大力支持，也得到了有关专家和工程技术人员的热情帮助，在此表示衷心感谢。

由于时间比较仓促，加之我们的水平有限，本手册难免有疏漏和不当之处，望广大读者给予批评指正。

目 录

第一章 国际电工委员会(IEC)的有关标准和规范简介

一、概况	1
二、名词术语	8
1. 固定电阻器	8
2. 电位器	9
3. 固定电容器	19
4. 通信用感器和变压器磁芯	22
三、电阻器、电容器、磁性元件测试方法	26
(一) 固定电阻器测试方法	
IEC440 电阻器非线性测试方法 (摘录)	27
IEC195 固定电阻器电流噪声测试方法 (摘录)	34
(二) 电位器测试方法	
IEC393 电子设备用电位器 (摘录)	44
(三) 固定电容器测试方法	
IEC384-1 电子设备用固定电容器 (摘要)	61
(四) 磁性元件测试方法	
IEC367-1 通信用感器和变压器铁芯 (摘录)	69
IEC492 天线棒的测重方法 (摘录)	86
IEC732 磁性氧化物圆柱形磁芯、管形磁芯及螺纹磁芯 (摘录)	89
四、IEC 电子元件 (R 、 L 、 C) 空白详细规范	95
(一) 固定电阻器空白详细规范	95
(二) 固定电容器空白详细规范	103
(三) IEC 电子元件 (R 、 L 、 C) 空白详细规范中各组应检测的电参数	109
第二章 元件参数计量器具型谱系列	113
第三章 检定系统及其服务能力	143
一、检定系统	
(一) 电容单位国家主基准和电容计量器具检定系统表说明	143
(二) 直流标准电阻器检定系统表说明	147
(三) 标准电感器具检定系统表说明	153
(四) 高频集总参数阻抗检定系统表说明	154
二、服务能力	156

(一) 电感专业参数计量站	156
(二) 电容专业参数计量站	159
(三) 电子元器件参数计量站	161
(四) 电容专业参数计量站	164
(五) 电子部第四区域电子计量站	165
(六) 电子部第六区域电子计量站	166
(七) 七九八厂计量站	168
(八) 电子部贵州区域热学计量站	169
(九) 国防科工委电学一级计量站	169
(十) 中国计量科学研究院检定测试项目一览表	171
(十一) 元件参数计量标准、量具送检一览表	173

第四章 元件参数计量器具检定规程

一、国家计量检定规程 (包括试行和报批稿)	176
1. 标准电容器检定规程	179
2. CJS-2、3、4型电容器介质损耗测量仪检定规程	185
3. CJ-2型高频介质损耗测量仪检定规程	194
4. 标准电感器检定规程	206
5. 直流电桥检定规程	212
6. QBG-1A型和QBG-1B型高频Q表检定规程	227
7. LCCG-1型高频电感电容测量仪检定规程	239
二、部级计量检定规程 (草案)	247
8. HP4191A型高频阻抗分析仪检定规程	249
9. HP4192A型低频阻抗分析仪检定规程	262
10. CD4C型超高频导纳电桥、CD5型高频阻抗电桥检定规程	272
11. WQJ-1A型精密万用电桥检定规程	279
12. CD50型万用电桥检定规程	289
13. CD22型偏差电桥检定规程	295
14. CD9A型精密万用电桥检定规程	300
15. HP4274A、HP4275A型LCR表检定规程	307
16. YY2781型RLC三用表检定规程	323
17. ED2814型LCR自动测量仪检定规程	329
18. CO-11型精密电容测量仪检定规程	334
19. CCJ-1C型精密电容测量仪检定规程	340
20. 1620-A型电容测量装置检定规程	350
21. ED2610型1MHz电容测量仪检定规程	361
22. ED2611型阻抗频率特性测试仪检定规程	364
23. GY2610型漏电流测试仪检定规程	370
24. B102型钽电解电容漏电流测试仪检定规程	374

25. CF-103型电容损耗误差分选仪检定规程	379
26. CC-6型小电容测量仪检定规程	386
27. LCD-1型大电感测量仪检定规程	391
28. CD-2型精密电感电桥检定规程	395
29. CD-3小电感电桥检定规程	398
30. RCJ-3型绝缘电阻测试仪检定规程	401
31. HP4342A型Q表检定规程	405
32. MQ-171型Q表检定规程	418
33. CJ2850型低频Q表检定规程	425
34. CY2671型万能击穿装置检定规程	433
附录1 检定证书格式	436
附录2 检定结果通知书格式	437

第五章 国外元件参数测试仪器介绍

一、概述	438
二、典型元件测试仪器介绍	
1. HP4276A型LCZ测试仪	439
2. HP4277A型LCZ测试仪	441
3. HP4192A型低频阻抗分析仪	443
4. HP4193A型矢量阻抗测量仪	443
5. HP4261A型数字LCR测试仪	444
6. HP4280A型1MHz电容测量仪/C-V绘图仪	445
7. HP4342A型Q表	445
8. HP4328A型毫欧表	446
9. HP4329A型高阻表	446
10. GR公司1689和1689M型RLC数字电桥	447
11. GR公司1656型阻抗电桥	448
12. GR公司1617-A型电容电桥	449
13. GR公司1666型直流电阻电桥	450
14. GR公司1633-A型增量电感电桥	450
15. GR公司1644-A型兆欧电桥	451
16. 英国Marconi公司2700型通用电桥	452
17. 美国Global Specialties公司3001型数字电容计	452
18. 日本安藤公司AG4311型LCR测试仪	453
19. 英国J.J.Lioy Instruments公司BR150型电桥	455
20. 美国Boonton公司72系列电容测量仪	455
21. 美国ESI公司多用途阻抗测量仪	456
22. 2100/2110型自动LRC测试仪	457
23. 252、253、254型数字式阻抗测量仪	458

24	250DE型便携式阻抗电桥	458
25	荷兰Philips公司PM6302型RCL电桥	458
三、元件测试仪器公司介绍		459
附录一	元件参数计量和测试技术的基础知识问答	464
附录二	计量法中有关计量认证的几个问答	471
附录三	有关电子工业计量工作定级、升级中的问答	478
附录四	有关电子工业计量工作定级、升级实施中的评分细则介绍	482
附录五	计量网络图设计规范介绍	487
附录六	国内元件测量仪器产品介绍	498

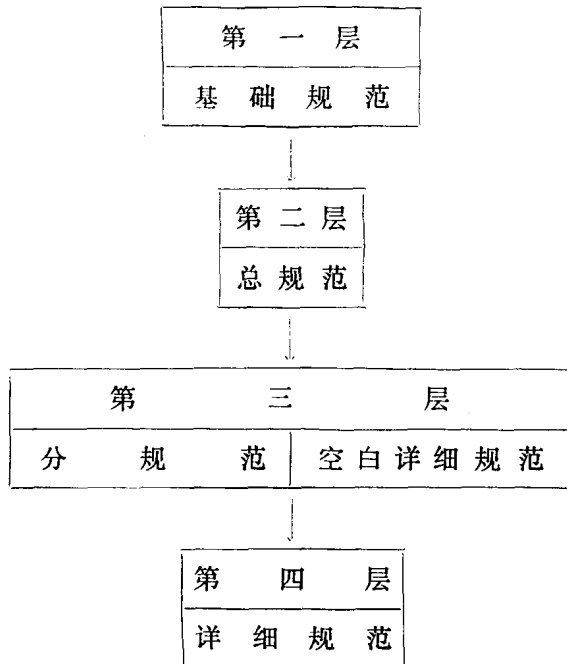
第一章

国际电工委员会(IEC)的有关 标准和规范简介

一、概 况

在国际电工委员会(IEC)电子元器件质量评定体系(IECQ)范围内,负责电子设备用电容器和电阻器的第40技术委员会(TC40)以及负责磁性元件和铁氧体材料的第51技术委员会(TC51)按照IECQ的规范体系已经编制或正在进行编制的总规范、分规范和相应的空白详细规范共计约有58个;对以前发布过的IEC推荐标准也在按这种规范体系进行修订,以使其符合IECQ体系的要求。根据“IEC102导则 电子元器件质量评定规范的结构”的原则,这些标准都属于由一系列相关标准组成的IECQ标准体系的一部分。在该标准体系中,不同门类的元器件标准(门类按元器件的功能划分)按照门类的组成和规范体系的需要可分别采用二层制、三层制或四层制。在IEC/TC40和IEC/TC51范围内,根据这些元件门类较多的特点,一般都采用四层标准体系。这四层标准体系的组成和层次之间的相互关系如表1所示。

表1 分层关系



当引用上述标准和规范的某些要求产生矛盾时，则应按表 1 排列的顺序自下而上地优先采用。例如，若分规范与详细规范出现矛盾，则应以详细规范的规定为准。

表中第一层为基础规范，包括适用于所有元件门类或若干门类的通用标准，如规则、通用术语、符号、抽样标准、优先数系、基本环境试验规程等。

第二层为总规范，包括某一门类范围内的通用术语、质量评定程序、测试方法等。

第三层为分规范和空白详细规范。分规范包括适用于一个分门类的附加术语和测试方法，以及优先的特性值、额定值和基本技术要求。空白详细规范是为指导详细规范而制订的，它不是一个独立的规范层次，附属于第三层；若没有第三层（即分规范），则附属于第二层。它应包括详细规范的基本技术要求。

第四层为详细规范，它通常是以引用总规范和分规范的形式给出或直接给出某一特定元件或一个系列元件质量评定所需的全部内容

电阻器、电容器和电感器规范的分层详见表 2。

表 2

第一层	第二层	第三层		第四层
基础规范	总规范	分规范	空白详细规范	详细规范
	IEC115-1 电子设备 用固定电阻器	IEC115-2 低功率非线性绕固定电阻器	IEC115-2-1 低功率非线性绕固定电阻器 评定水平 E	
		IEC115-4 功率型固定电阻器	IEC115-4-1 功率型固定电阻器 评定水平 E	
		IEC115-5 精密固定电阻器	IEC115-5-1 精密固定电阻器 评定水平 E	
		40 (CO) 621 片状固定电阻器	40 (CO) 623 片状固定电阻器 评定水平 E	
		IEC115-6 各电阻器可单独测量的 固定电阻网络	IEC115-6-1 阻值和功耗全部相同、 各电阻器可单独测量的固 定电阻网络 评定水平 E	

续表 2

第一层	第二层	第三层		第四层
基础规范	总规范	分规范	空白详细规范	详细规范
			IEC115-6-2 阻值或功耗不同、各电阻器可单独测量的固定电阻网络 评定水平 E	
		IEC115-7 并非所有电阻器全可单独测量的固定电阻网络	IEC115-7-1 并非所有电阻器全可单独测量的固定电阻网络 评定水平 E	
	IEC393-1 电子设备用电位器	IEC393-2 螺杆驱动旋转预调电位器	IEC393-2-1 螺杆驱动旋转预调电位器 评定水平 E	
			40(sec)563 螺杆驱动旋转预调电位器 评定水平 F	
		40(sec)552 旋转式精密电位器	40(sec)553 旋转式精密电位器 评定水平 E	
		40(sec)554 单圈旋转功率型电位器	40(sec)555 单圈旋转功率型电位器 评定水平 E	
			40(sec)561 单圈旋转功率型电位器 评定水平 F	
		40(sec)556 单圈旋转低功率电位器	40(sec)557 单圈旋转低功率电位器 评定水平 E	

续表 2

第一层	第二层	第三层		第四层
基础规范	总规范	分规范	空白详细规范	详细规范
			40(sec)562 单圈旋转低功率电位器 评定水平 F	
	IEC384-1 电子设备 用固定电容器	IEC384-2 金属化聚酯膜直流电容器	IEC384-2-1 金属化聚酯膜直流电容器 评定水平 E	
		40(CO)631 钽片电容器	40(CO)632 钽片电容器 评定水平 E	
		40(CO)512 固体和非固体电解质铝 电容器	40(CO)514 非固定电解质铝电容器 评定水平 E	
			40(CO)513 固体电解质铝电容器 评定水平 E	
		IEC384-5 云母电容器	384-5-1 云母电容器 评定水平 E	
		40(CO)588 金属化聚碳酸酯膜直流 电容器	40(CO)589 金属化聚碳酸酯膜直流 电容器 评定水平 E	
		40(CO)616 金属箔式聚苯乙烯电容 器	40(CO)617 金属箔式聚苯乙烯电容 器 评定水平 E	
		40(CO)596 1类瓷介电容器	40(CO)597 1类瓷介电容器 评定水平 E	

续表 2

第一层	第二层	第三层		第四层
基础规范	总规范	分规范	空白详细规范	详细规范
		40(CO)601 2类瓷介电容器	40(CO)602 2类瓷介电容器 评定水平 E	
		40(CO)629 多层瓷片电容器	40(CO)630 多层瓷片电容器 评定水平 E	
		40(CO)612 金属箔式聚酯膜直流电 容器	40(CO)613 金属箔式聚酯膜直流电 容器 评定水平 E	
		40(CO)614 金属箔式聚碳酸酯膜直 流电容器	40(CO)615 金属箔式聚碳酸酯膜直 流电容器 评定水平 E	
		40(CO)618 金属箔式聚丙烯膜电容 器	40(CO)619 金属箔式聚丙烯膜电容 器评定水平 E	
		IEC384-14 抑制射频干扰用电容器	IEC384-14-1 抑制无线电干扰电容器 评定水平 E	
		IEC384-15 固体和非固体电解质钽 电容器	IEC384-15-1 非固体电解质箔电极钽 电容器 评定水平 E	
			IEC384-15-2 非固体电解质烧结钽电 容器 评定水平 E	

续表 2

第一层	第二层	第三层		第四层
基础规范	总规范	分规范	空白详细规范	详细规范
			IEC384-15-3 固体电解质烧结钽电容器 评定水平 E	
		IEC384-16 金属化聚丙烯直流电容器	IEC384-16-1 金属化聚丙烯直流电容器 评定水平 E	
	IEC723-1 通信用电感器和变压器磁芯 第一部分： 总规范	IEC723-2 通信用电感器和变压器磁芯，第二部分：分规范 (电感器用磁性氧化物磁芯)	IEC723-2-1 通信用电感器和变压器磁芯，第二部分：空白详细规范 (电感器用磁性氧化物磁芯) 评定等级 A	
		IEC723-3 通信用电感器和变压器磁芯，第二部分：分规范 (宽带变压器用磁性氧化物磁芯)	IEC723-3-1 通信用电感器和变压器磁芯，第二部分：空白详细规范 (宽带变压器用磁性氧化物磁芯) 评定等级 A	
		51(CO)258 电源和扼流圈用磁性氧化物磁芯分规范	51(CO)258 电源和扼流圈用磁性氧化物磁芯 评定等级 A	
		51(sec)204 电感器和调谐变压器磁性氧化物磁芯用调节器的分规范	51(sec)205 电感器和调谐变压器磁性氧化物磁芯用调节器的空白详细规范	

这些规范具有以下特点：

1. 各个层次的标准虽然都作为单一标准独立存在，但相互间紧密相关，共同构成一个严密的标准体系，必须合在一起同时使用。

2. 按IECQ体系章程和程序规则的有关规定，这些标准各成员国必须直接采用或作为本国的国家标准加以采用，因此，不再像以前那样作为推荐标准，而是强制性标准。

3. 这些标准都是由各成员国经过反复多次协商后制订的，它既反映了各成员国之间的权益平衡，也反映了元器件当前国际上的生产技术水平，特别是其中的测试方法比较科学合理，切实可行，能用于对元件作出正确的质量评定。

二、名 词 术 语

涉及电阻器、电容器、磁性元件的名词术语很多。本手册仅以IEC115-1《电子设备用固定电阻器第一部分：总规范》、IEC393-1《电子设备用电位器第一部分：总规范》、IEC384-1《电子设备用固定电容器第一部分：总规范》、IEC384-4《电子设备用固定电容器第四部分：分规范—固体和非固体电解质铝电容器》及IEC723-1《通信用感器和变压器磁芯第一部分：总规范》为基础，从中选择部分与测试和计量有关的名词术语，并按前面所述的元件分类顺序分列如下：

1. 固定电阻器

1.1 标称阻值

电阻器设计所确定的、通常在电阻器上标出的电阻值。

1.2 临界阻值

额定电压等于元件极限电压时的电阻值（见1.5和1.6项）。

在70℃的环境温度下，允许加在电阻器两个引出端上的最大电压，若阻值小于临界阻值时，是计算出的额定电压；若阻值大于或等于临界阻值时，则是元件极限电压。在温度不是70℃时，计算施加的电压时应考虑到降功耗曲线和元件极限电压。

1.3 额定功耗

在70℃环境温度下，进行70℃耐久性试验、并且不超过该试验的允许阻值变化时的最大允许功耗。

1.4 类别功耗

考虑到详细规范中规定的降功耗曲线，由详细规范明确规定的、可在上限类别温度下施加的那一小部分额定功耗。

注：类别功耗可以为零。

1.5 额定电压 (U_N 或 U_R)

用标称阻值与额定功耗乘积的平方根计算出的直流或交流有效值电压。

注：由于电阻器的尺寸和结构上的原因，在高阻值时不允许施加额定电压（见1.6项）。

1.6 元件极限电压

可以连续地施加在电阻器两个引出端上的最大直流或交流有效值电压（元件极限电压通常取决于电阻器的尺寸和制造工艺）。

本标准在使用“交流有效值电压”这个术语时，峰值电压应不超过其有效值电压的1.42倍。

注：当电阻值等于或高于临界阻值时，只能对电阻器施加这个电压。

1.7 绝缘电压（仅适用于绝缘型电阻器）

在连续工作的条件下，在电阻器的各引出端与任何导电安装表面之间可以施加的最大峰值电压。

1.8 绝缘电阻