

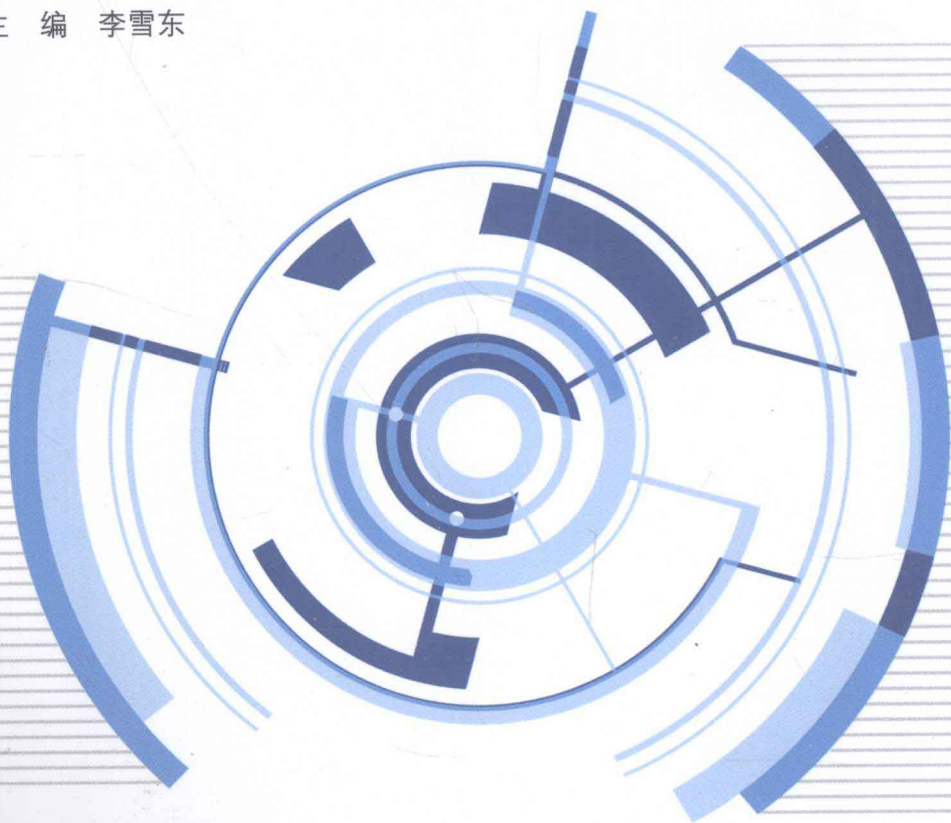


面向“十二五”高等学校精品规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

电子产品制造技术

DIANZI CHANPIN ZHIZAO JISHU

主 编 李雪东



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等学校精品规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

DIANZICHANPINZHIZHAOJISHU

电子产品制造技术

主 编 李雪东
副主编 肖 成
主 审 谭立新

邓知辉 李苏明 胡 志

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

电子产品制造技术 / 李雪东主编. —北京: 北京理工大学出版社,
2011. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 4843 - 3

I. ①电… II. ①李… III. ①电子产品—生产工艺—高等学校—教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 146292 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 21.5

字 数 / 435 千字

版 次 / 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 42.00 元



责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前言

随着经济的发展,20世纪90年代开始,以计算机、通信和家用电器等消费类电子产品为代表的IT产业发展迅猛,我国东南沿海地区已成为世界电子产品的生产基地,其加工生产并出口到世界各地的电子产品已经占有极大的份额,在国民经济中的作用和地位已越来越重要。它创造了丰厚的产值和利润,还带动了国家和地区的经济发展及生活水平的提高,更提供了大量的就业岗位和就业机会。这就要求我们的大学大力培养并向社会输送大批具有现代电子产品制造专业知识和技能的工程技术人员。

全书共分8个模块,从电子产品制造的实际流程出发,以“模拟探月小车”的产品设计开发、生产制作、安装调试等实际生产流程为主线,系统介绍了常用电子元器件及其检测方法、常用装配工具与材料、焊接技术、常用仪器仪表、印制电路板的设计与制作、SMT表面组装技术、常用仪器仪表的使用、电子产品的总装调试、电子产品的质量管理与质量标准。通过学习,有助于读者掌握生产操作的基本技能,熟悉电子产品生产的整个过程,掌握电子产品生产制作过程中的六新(即新知识、新技术、新工艺、新方法、新标准和新设备)。

本书以目前较先进的SMT、THT等(WSM3000全自动无铅波峰焊机、SMT3000全热风无铅回流焊机)实际设备为基础,根据产品制造流程分子项目,由长期从事电子产品制造且具有丰富教学及工程实践经验的教师和工程师共同完成。本书主要作为高等院校电子类专业及相关专业的教材或教学参考书,同时可以作为电子制造企业培训不同层次的工程技术人员

和技术工人的指导教材或参考资料。

本书由谭立新教授担任主审，李雪东担任主编。本书模块1由肖成、杨安召编写，模块2、模块8由李雪东、杨安召编写，模块3、模块5由胡志、李雪东编写，模块4由邓知辉编写，模块6、模块7由李苏明、李平安编写。谭立新教授对各模块进行了审核与增补。

由于电子产品制造技术和制造工艺发展极快，本书难免存在许多不足之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目录 >>>>

Contents

绪论	1
0.1 电子产品为何得到广泛应用	1
0.2 电子产品现状和发展趋势	2
0.3 电子产品制造的基本要求	2
0.4 电子产品的可靠性	4
模块1 常用电子元器件的识别与检测	6
知识能力目标	6
模块描述	6
考核标准	6
必备知识	6
知识点1 电阻(位)器的识别与检测	6
1.1.1 电阻(位)器的基础知识	6
1.1.2 电阻(位)器的分类及命名方法	7
1.1.3 电阻器的主要技术参数与识别方法	9
1.1.4 电阻(位)器的选用与检测	13
知识点2 电容器的识别与检测	15
1.2.1 电容器的基础知识	15
1.2.2 电容器的分类及命名方法	16
1.2.3 电容器的主要技术参数与识别方法	18
1.2.4 电容器的选用与检测方法	20
知识点3 电感器及变压器	22
1.3.1 电感器及变压器的基础知识	22
1.3.2 电感器及变压器的作用	23
1.3.3 电感器及变压器的电路符号	23
1.3.4 电感器、变压器的分类及命名方法	24
1.3.5 电感器、变压器的主要技术参数及选用	26
1.3.6 电感器及变压器的检测	27
知识点4 二极管的识别与检测	29



1.4.1	二极管的基础知识	29
1.4.2	二极管的分类及命名方法	30
1.4.3	二极管的导电特性	33
1.4.4	二极管的主要技术参数	34
1.4.5	二极管极性的识别与检测	35
知识点5	三极管的识别与检测	35
1.5.1	三极管的基础知识	35
1.5.2	三极管的分类及命名方法	36
1.5.3	三极管的主要技术参数及识别方法	38
1.5.4	三极管的选用与检测	41
知识点6	场效应管的识别与检测	42
1.6.1	场效应管基本知识	42
1.6.2	场效应管的分类及命名方法	42
1.6.3	场效应管的技术参数	43
1.6.4	场效应管的作用	44
1.6.5	场效应管的识别与检测	45
知识点7	晶闸管的识别与检测	46
1.7.1	晶闸管的基本知识	46
1.7.2	晶闸管的结构及特性	46
1.7.3	晶闸管的分类及命名方法	47
1.7.4	晶闸管的主要技术参数	49
1.7.5	晶闸管的检测及选用	49
知识点8	集成电路的识别及检测	50
1.8.1	集成电路的基本知识	50
1.8.2	集成电路的分类及命名方法	51
1.8.3	常用集成电路的检测	53
知识点9	电声器件、光电器件、显示器件	53
1.9.1	电声器件	53
1.9.2	光电器件	56
1.9.3	显示器件	59
1.9.4	接插件	59
任务实现		60
任务准备		60
任务一	检测、识别电阻(电位器)	61



任务二 检测、识别电容	61
任务三 检测、识别晶体二极管、三极管	63
任务四 集成芯片的检测	64
小结	65
模块2 常用装配工具与电子材料	67
知识能力目标	67
模块描述	67
考核标准	67
必备知识	68
知识点1 常用装配工具	68
2.1.1 钳口工具	68
2.1.2 剪切工具	69
2.1.3 紧固、拆卸工具	70
2.1.4 焊接工具	72
知识点2 电子材料与线缆的加工工艺	78
2.2.1 基本材料	79
2.2.2 基本线材	82
2.2.3 电线、电缆的加工工艺	90
任务实现	96
任务准备	96
任务一 “模拟探月小车”的拆卸	97
任务二 基本线材的选择及加工	98
任务三 “模拟探月小车”安装	99
小结	100
模块3 电子产品制造中的焊接技术	102
知识能力目标	102
模块描述	102
考核标准	102
必备知识	103
知识点1 焊接基础知识	103
3.1.1 焊接的机理	103
3.1.2 焊接点的形成过程及必要条件	104



3.1.3 焊料与焊剂的选用	106
知识点2 手工焊接技术	108
3.2.1 焊接工艺流程	108
3.2.2 手工焊接技术	110
知识点3 拆焊技术	114
3.3.1 拆焊方法	115
3.3.2 拆焊注意事项	118
知识点4 焊点质量分析与检查	118
3.4.1 焊接质量分析	118
3.4.2 典型焊点的形成及外观	120
知识点5 自动焊接技术	121
3.5.1 浸焊	121
3.5.2 波峰焊	123
任务实现	127
任务准备	127
任务一 焊前预处理和印制电路板的手工焊接	128
任务二 电机驱动电路板的拆焊	129
任务三 采用波峰焊接技术进行焊接	130
小结	134
 模块4 印制电路板的设计与制作	 136
知识能力目标	136
模块描述	136
考核标准	136
必备知识	137
知识点1 印制电路板的相关知识	137
4.1.1 印制电路板的作用与前景	137
4.1.2 敷铜板材料及其技术指标	138
4.1.3 印制电路板的分类	139
知识点2 印制电路板的设计	141
4.2.1 印制电路板设计步骤	141
4.2.2 印制电路板设计要求	145
4.2.3 设计中应遵循的规则	146
知识点3 印制电路板的制作	152



4.3.1 印制电路板基本制造流程	152
4.3.2 印制电路板制造工艺	156
知识点4 Altium Designer 09 简介	163
4.4.1 Altium Designer 软件发展史	164
4.4.2 Altium Designer 09 产品介绍	165
4.4.3 Altium Designer 09 设计流程	167
任务实现	173
任务准备	175
任务一 利用 Altium Designer 09 绘制 PCB 图	175
任务二 手工制作印制电路板	176
任务三 工业级印制电路板制作	176
小结	178
模块5 SMT 实用工艺技术	179
知识能力目标	179
模块描述	179
考核标准	179
必备知识	180
知识点1 SMT 工艺基础	180
5.1.1 表面组装技术的发展	180
5.1.2 SMT 的基本工艺构成要素	181
5.1.3 SMT 工艺流程	183
5.1.4 SMT 的现场防静电要求	184
知识点2 常用 SMT 生产设备	185
5.2.1 丝网印刷机	185
5.2.2 贴装机	187
5.2.3 回流焊（再流焊）机	189
5.2.4 插件机	192
知识点3 SMT 贴装与焊接技术	193
5.3.1 表面组装元器件的特点与分类	193
5.3.2 SMC/SMD 贴装技术	195
5.3.3 SMT 焊接技术	197
知识点4 SMT 工艺检测	200
5.4.1 来料检测技术	200



5.4.2 在线测试技术	201
知识点5 清洗及返修技术	203
5.5.1 清洗技术	203
5.5.2 返修技术	204
任务实现	206
任务准备	206
任务一 对“模拟探月小车”ARM 核心电路板施加焊锡膏	207
任务二 对“模拟探月小车”ARM 核心电路板进行元器件贴装	207
任务三 对“模拟探月小车”ARM 核心电路板元器件进行焊接	214
小结	220
模块6 常用电子仪器仪表	222
知识能力目标	222
模块描述	222
考核标准	222
必备知识	223
知识点1 常用仪器仪表	223
知识点2 万用表	223
6.2.1 指针式万用表	223
6.2.2 数字式万用表	227
知识点3 晶体管稳压电源	233
晶体管稳压电源	233
知识点4 信号发生器	235
6.4.1 高频信号发生器	235
6.4.2 函数信号发生器/计数器	237
知识点5 频率计	242
6.5.1 VC3165 频率计	242
6.5.2 VC3165 频率计的操作方法	243
知识点6 示波器	245
6.6.1 CA8020 型双踪示波器的功能特点	245
6.6.2 CA8020 示波器的面板结构	245
6.6.3 CA8020 双踪示波器的基本操作	246
6.6.4 CA8020 双踪示波器的电参数测量	248
知识点7 扫频仪	250



6.7.1	TD1262C 扫频仪技术性能	251
6.7.2	TD1262C 数字化扫频仪使用注意	252
6.7.3	扫频仪的操作方法	253
知识点 8	晶体管特性图示仪	254
6.8.1	XJ4810 型晶体管特性图示仪面板功能介绍	255
6.8.2	XJ4810 型晶体管特性图示仪主要技术指标	258
6.8.3	XJ4810 型晶体管特性图示仪操作方法	258
6.8.4	XJ4810 型晶体管特性图示仪元器件测量方法	259
任务实现		265
任务准备		265
任务一	MF-47 指针式万用表、VC9808 型数字式万用表的使用	266
任务二	XFG-7 高频信号发生器、CA8020A 双踪 20 MHz 示波器的使用	267
任务三	YB1600 系列函数信号发生器/计数器的使用	269
任务四	晶体管特性图示仪的使用	269
小结		271
模块 7	电子产品的总装与调试	272
知识能力目标		272
模块描述		272
考核标准		272
必备知识		273
知识点 1	电子产品的总装与调试	273
7.1.1	电子产品的总装	273
7.1.2	电子产品总装的工艺原则和基本要求	273
7.1.3	电子产品总装的工艺流程	274
7.1.4	总装的质量检验	275
7.1.5	电子产品的工艺规程	276
知识点 2	电子产品整机的调试	277
7.2.1	调试的工艺文件	278
7.2.2	调试仪器仪表的选择与配置	278
7.2.3	整机调试的安全措施	280
7.2.4	调试工作的目的、内容和工艺流程	281
7.2.5	整机调试过程中的故障查找及排除	285
知识点 3	技术文件	289



7.3.1 设计文件	290
7.3.2 工艺文件	295
任务实现	305
任务准备	305
任务一 模拟探月小车的组装	305
任务二 模拟探月小车设计文件的编写	306
任务三 模拟探月小车工艺文件的编写	307
任务四 模拟探月小车硬件调试	308
任务五 模拟探月小车软件调试	308
任务六 模拟探月小车基本功能的调试	310
小结	311
模块8 电子产品质量管理与质量标准	313
知识能力目标	313
模块描述	313
考核标准	313
必备知识	314
知识点1 电子产品质量管理	314
8.1.1 产品质量	314
8.1.2 电子产品质量的特点	314
8.1.3 生产工艺制定应遵循的原则	315
知识点2 电子产品质量标准	317
8.2.1 ISO 质量标准的组成及意义	317
8.2.2 我国采用 ISO 9000 系列标准的情况	317
8.2.3 GB/T 19000 与 ISO 9000 标准系列的组成	320
8.2.4 ISO 14000 产生的背景及组成	322
8.2.5 质量管理体系认证	322
8.2.6 IECCE - CB 体系	326
8.2.7 中国强制认证 (3C)	328
任务实现	329
任务准备	329
任务一 完成培训流程框图的绘制	329
任务二 完成生产动作程序流程图的绘制	330
小结	330

绪 论

随着电子技术的飞速发展，我国已经成为全球最大的电子产品制造基地。伴随着电子工艺技术的不断改进和新材料的使用，特别是表面组装技术（Surface Mounting Technology, SMT）的迅猛发展，电子产品制造技术对专业人才的技能要求也在逐步提高。

本书将以“模拟探月小车”的设计、制造过程为案例，分8个模块来逐一将电子产品设计与制造过程中所需掌握的知识进行分解，并通过对应的任务实现来完成相应的技能操作，以达到巩固知识的目的。

首先了解一下电子产品的特点以及电子产品制造技术中应该掌握的一些基础知识。

0.1 电子产品为何得到广泛应用

电子技术的飞速发展，工艺手段的不断改进以及新材料的使用，使得电子产品越来越多地影响着人们的生活，目前已广泛应用于国防、科技、医疗、家庭等各个领域，且种类繁多，各具特点。

(1) 电子产品具有体积小、质量轻、功耗低的特点。因而使其在应用上较大程度地提高了生产效率和工作效率，降低了能源消耗，同时也最大限度地获得了经济效益。

(2) 电子产品设备的精度高，自动化程度高。当代科学技术的进步和人类征服自然的诸多辉煌成绩，往往都是由于电子设备的高精度和高度自动化带来的成果。比如说我国的探月工程、载人航天工程等，都离不开先进的电子产品。

(3) 电子产品的技术综合性强。它不仅涉及电气、电子技术等，还涉及精密机械、化学、光学、声学 and 生物学等多学科知识，也正是其融入到我们家庭中的一个重要原因。比如我们家庭中的电视机、空调遥控器、路灯控制器等。

(4) 电子产品的可靠性高，故障率低，使用寿命长。因此在科研、军事及航天等高新领域中得到了广泛的应用。比如说卫星的太阳能供电，要求在一年内甚至更多年中不能断电，这就对电子产品的可靠性和使用寿命提出了更高的要求。

(5) 产品更新快。随着电子技术、电子器件的发展，根据人们需求的不同，电子产品的种类在不断地增加，性能在不断地完善，将来一定会更好地服务于我们生活的每个地方。



0.2 电子产品现状和发展趋势

1995 年到 2003 年,电子产品总产值由 2 471 亿元增加到 24 058 亿元,增长 874%,年均增长 32.9%,电子产品增加值由 449 亿元增加到 3 545 亿元,增长 690%,年均增长 29.4%,均远远高于同期制造业的平均增长速度。电子产品的持续快速增长,初步确立了我国作为世界电子产品生产大国的地位。1998 年中国大陆电子产品总产值占世界电子产品总产值的 4.52%,超过作为世界重要电子产品生产基地的韩国(3.96%)和我国台湾地区(2.86%),仅次于美国(30.40%)和日本(19.58%)。电子产品之所以成为增长速度最快的制造业领域,其原因主要是中国市场的迅速增长及巨大的市场潜能。以通信行业为例,仅 2004 年一年,中国新增局用电话交换机容量就达到 7 019.6 万门,新增移动电话交换机容量达到 6 048.9 万户。中国市场已经成为跨国公司全球战略的重要组成部分,中国巨大的市场同样也吸引了众多跨国公司的进驻。目前位居世界 500 强的电子电气类跨国公司基本已来我国投资。

正是在这种电子产品飞速发展的过程中,电子技术正朝着专用集成电路(ASIC)方向、硬件和软件合为一体的电子系统(CPLD 和 FPGA)方向发展,以硬件电路设计为主的传统设计方法,正向着充分利用元器件内部资源和外部引脚功能的设计方法转化。电子产品的制造由传统的手工装配向全自动化装配方向迈进。随着大规模集成电路、超大规模集成电路及电子元器件的不断更新、发展,电子产品大量采用新的制造技术,如电子产品采用高密度印制电路板(多层印制板)使电子产品向固体化、小型化、多功能等方向发展。

0.3 电子产品制造的基本要求

1. 电子产品制造中的标准化

标准化就是为适应科学发展和合理组织生产的需要,在产品质量、品种规格、零件、部件通用等方面规定的统一技术标准。

标准化是组织现代化生产的重要手段,是科学管理的主要组成部分。为达到标准化的目的,电子产品生产中必须使用统一标准的零、部件,采用与国际接轨的质量标准。其具体做法归纳起来有以下几种。

(1) 简化的方法。简化是标准化最基本的方法。通过简化,可以提高电子产品,零、部件以及元器件等的互换性、通用性,促进它们的组合化与优化的实现。能更好地提高产品质量、降低成本,实现专业化、自动化生产。

(2) 互换性的方法。电子产品具有互换性是实现标准化的基础。因此互换性技术已广泛应用于现代电子产品生产的各个领域,制订互换性标准已成为标准化工作的一个重要



方面。

(3) 通用化的方法。通用化是在互换性的基础上,最大限度地扩大同一产品使用范围的一种标准化形式。在已有产品的零、部件,构件在尺寸和性能互换的基础上,用到同系列产品中,就可扩大它们的使用范围,使之具有重复使用的特性。

(4) 组合的方法。组合是标准化的具体应用,只有标准化的产品,才能进行组合。

(5) 优选的方法。经过对现有同类产品的分析、比较,从多种可行性方案中选取具有最佳功能产品的过程,也叫优化过程。在标准化的活动中,自始至终都贯穿着优化的思想。

2. 电子产品制造的基本要求

1) 电子产品的生产要求

任何电子产品在其研制阶段之后都要投入生产。生产厂的设备情况,技术和工艺水平,生产能力和生产周期,以及生产管理水平等因素都属于生产条件。产品若要投产,必须满足生产条件对它的要求,否则,就不可能生产出优质的产品。

生产条件对产品的要求,通常有以下几个方面。

(1) 产品中的零、部件,元器件的品种和规格应尽可能地少,尽量选用由专业厂生产的通用零、部件或成品。因为这样便于生产管理,有利于提高产品质量并降低成本。

(2) 产品中的机械零、部件,必须具有较好的结构工艺,能够采用先进的工艺方法和流程。原材料消耗低,加工工时短,例如零件的结构、尺寸和形状便于实现工序自动化;以无屑加工代替切削加工,提高冲制件、压塑件的数量和比例等。

(3) 产品中的零部件、元器件、各种技术参数、形状、尺寸等都应最大限度地标准化;还应尽可能用生产厂以前曾经生产过的零件,充分利用生产厂的先进经验,使产品具有继承性。

(4) 产品所使用的原材料,其品种规格越少越好,应尽可能少用或不用贵重材料,立足于使用国产材料和来源多、价格低的材料。

(5) 产品(含零部件)的加工精度和技术条件要相适应,不允许无根据地追求高精度。在满足产品性能指标的前提下,其精度等级应尽可能低。装配也应简易化,尽量不搞选配和修配,力求减少装配工人的体力消耗,同时也便于自动流水线生产。

2) 电子产品的使用要求

电子产品得以广泛使用的重要原因之一是体积小、质量轻。因此,减小产品的体积和重量,具有非常重要的意义。在某些情况下,电子产品的体积和重量起着决定性的作用。我们可从以下几个方面进行考虑。

(1) 电子产品的用途对其体积和重量的要求。

(2) 运载工具对体积、重量的要求。

(3) 机械负荷对体积、重量的要求。

(4) 经济因素对体积、重量的要求。



3) 工作环境对电子产品的要求

- (1) 气候条件对电子产品的要求。
- (2) 机械条件对电子产品的要求。
- (3) 电磁干扰对电子产品的要求。

0.4 电子产品的可靠性

1. 什么是电子产品的可靠性

定义：可靠性是对一种产品投入使用时无故障工作能力的度量。可靠性有各种各样的定义，根据我国国家标准《电工术语、可信性与服务质量》(GB/T 2900.13—2008)规定的定义是：产品在规定条件下和规定时间内，完成规定功能的能力。

(1) 产品的可靠性是与“规定的条件”分不开的。任何产品研制的时候都是根据规定的使用条件进行的，这个使用条件包括工作条件 and 环境条件，同一种产品在不同的工作条件 and 环境条件下其可靠性是不同的。因此，在评价一种产品时，必须明确其所处的工作条件 and 环境条件。

(2) 产品的可靠性是与“规定的时间”密切相关。一般来说，产品经过老化后，有一个较长的稳定使用期，以后随着时间的延长可靠性下降，时间越长，可靠性越低。

(3) 产品的可靠性是与“规定的功能”密切相关。所谓“功能”就是产品的主要性能指标和技术要求，这也是产品完成规定任务和作用的保证。所谓产品的不可靠，即失效，就是针对产品是否满足规定的性能指标和技术要求而言的。一个产品往往具有若干项规定的功能，这里指的是全部功能。产品只有完成规定的全部功能，才能认为是可靠。因此，评价一种产品的可靠性离不开产品的规定功能。

从使用的角度来看，在基本性能指标满足使用要求前提下，产品最重要的指标是可靠性指标。如果产品不可靠，性能不稳定，经常坏，产品的最初性能再好也是没有实际意义的，更没有经济效益。

2. 确定产品可靠性指标的原则和方法是什么

只有在考虑到影响电子产品可靠性指标的许多因素，以及在对电子产品整机系统可靠性指标进行充分论证的基础上，才能最终确定新研制设备的可靠性指标。

1) 确定整机系统可靠性指标时应遵循的原则

(1) 以满足使用要求为原则。因为设计试制出来的产品是为了使用的，所以可靠性指标应以保证和基本保证使用要求为原则，在这个基础上不断提高。

(2) 在满足一定的先进和使用要求的前提下，要尽可能地降低成本。军用设备，尖端科学设备，以满足任务需要为重点，兼顾成本和工程进度。对于民用设备而言，既要满足一定的可靠性要求，同时还要着眼于降低成本，民用产品往往数量大、使用面广，产品没有可