

印制电路设计标准手册

姜培安 宋久春 主 编

.073

宇航出版社

737.2073
860

印制电路设计标准手册

刘晓彬 朱可安 李万清 李亭举 编著
宋久春 姜培安 鲁永葆



宇航出版社

9310238

(京)新登字 181 号

DS87/30087
内 容 简 介

印制电路的设计是现代电子设备、电子仪器和电子计算机设计中不可缺少的部分。

本书以现行的国家标准和航天工业标准为基础,以印制电路设计标准为重点,详细介绍和解释了印制电路的有关标准。为帮助设计人员进一步了解印制电路的生产和使用情况,以便更好地进行设计,本书还简要介绍了印制电路的一般制造技术和电子装联技术及有关标准。书后附录中汇编了印制电路的有关标准,设计人员不需另找资料就可进行印制电路设计。

本书可作为印制电路设计人员进行设计的工具书,也可供从事印制电路制造的工艺、检验人员参考。

印制电路设计标准手册

主编:姜培安 宋久春

责任编辑:易新

*

宇航出版社出版发行

北京和平里滨河路1号 邮政编码 100013

各地新华书店经销

北京隆昌印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:7.625 字数:204千字

1993年3月第1版第1次印刷 印数:1—8000册

ISBN 7-80034-348-0/TN·050 定价:6.00元

编 者 的 话

印制电路板的设计和制造质量，将直接影响电子仪器、设备的可靠性和稳定性，甚至会成为其成败的关键，同时它也影响电子仪器、设备的成本和产品的竞争力。因此，印制电路板的设计和制造工艺在国内外都在迅速发展。随着电子计算机的发展，不但增加了对印制电路板的需求量，而且也促进了印制电路板的设计、制造和检测技术的进步，计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）和计算机辅助测试（CAT）都进入了印制电路工业领域。

为满足印制电路设计和制造的需要，我国有关印制电路设计、制造的专用设备、仪器和原材料工业都有了迅速发展，正在逐步形成一个印制电路工业体系。1990年全国印制电路行业协会的成立，就是我国印制电路工业发展的标志。要使印制电路这样一个多学科技术汇集的工业能有机地联系在一起，就要有一个统一的系列标准。航天工业部是制定和采用印制电路部级标准较早的部门，于1977年和1980年先后制定了国内第一个“印制电路板技术条件”和“印制电路设计规范”两项部级标准，以后又相继制定修订了一系列印制电路板标准，并在设计和生产中严格贯彻执行，从而保证了我国人造卫星、导弹和运载火箭上所用印制电路板的质量，保证了发射的成功。经过十几年实际应用的检验，证明这些标准是可靠的、可行的。近几年来，又不断地吸取国外先进标准的经验，进一步修改和完善了印制电路的设计标准和产品标准，使之更加具有先进性和可行性。因而这些标准深受广大设计人员的欢迎。采用标准后，印制电路的设计质量大有提高，大大减少了设计与生产之间因设计图纸问题引起的矛盾。

应广大设计人员要求，为进一步扩大技术交流，促进印制电

路设计水平的提高，我们在标准宣讲稿的基础上听取了设计、工艺和检验人员的建议，并参考了国内外近期先进标准补充了一些新内容编成此书。

为使本手册使用起来更方便，在本书后面加了附录，汇编了有关标准原文。由于有些标准发行于国家新的法定计量单位颁布之前，所以标准中有些计量单位与法定计量单位不一致，请读者使用时注意。随着时间的推移，技术会不断地进步，标准的技术内容也会不断地修订，请使用者随时注意标准的制定修订信息，以便按最新标准进行设计和生产。

本书由姜培安、宋久春主编；第一章由姜培安编写；第二章由朱可安、宋久春、姜培安、鲁永葆编写；第三章由姜培安、宋久春编写；第四章由李万清编写；第五章由鲁永葆、李亭举编写；第六章由宋久春、姜培安编写；第七章由刘晓彬编写。

书稿由王福松、孙绪德、何松尧、华苇、蒋秀梅等同志审阅，特此致谢。

由于编者水平所限、错误和不足之处在所难免，恳请广大读者指正。

编者

1992年3月

目 录

绪言

第一章 基础标准

- 1. 1 概述 3
- 1. 2 印制电路专业常用基础名词术语 3
- 1. 3 相关标准名称 7

第二章 材料标准

- 2. 1 概述 8
- 2. 2 标准技术内容的阐述及说明 8
- 2. 3 相关标准名称 13

第三章 设计标准

- 3. 1 概述 14
- 3. 2 标准技术内容的阐述及说明 14
- 3. 3 相关标准名称 35

第四章 绘图标准

- 4. 1 概述 36
- 4. 2 标准技术内容的阐述及说明 43
- 4. 3 相关标准名称 59

第五章 印制电路板制造技术

- 5. 1 概述 60
- 5. 2 工艺标准内容说明 60
- 5. 3 相关标准名称 97

第六章 产品标准

- 6. 1 概述 98
- 6. 2 标准技术内容的阐述及说明 98
- 6. 3 相关标准名称 111

第七章 电子装联标准

7.1 概述	113
7.2 标准技术内容的阐述及说明	114
7.3 相关标准名称	115

附录一 主要相关标准正文

GB4721 印制电路用覆铜箔层压板通用规则	116
GB4724 印制电路用覆铜箔环氧纸层压板	122
GB4725 印制电路用覆铜箔环氧玻璃布层压板	129
QJ/Z76 印制电路板设计规范	136
QJ1718 印制电路板照相底图的技术要求和制作方法 (手工贴图)	168
QJ831 航天用多层印制电路板技术条件	181
QJ832 航天用多层印制电路板试验方法	192
QJ1719 印制电路板阻焊膜及字符标志技术条件	204
QJ165 航天电子电气产品安装通用技术条件	208

附录二 有关印制电路专业的国内外标准目录

234

绪 言

随着电子工业的进步，电子元器件从分立器件发展到集成电路，使电子设备向小型化、轻量化和高功能化方向发展，从而大大改善了复杂电子系统的可靠性。但是，在整个设计、生产过程中，如果对提供支撑和互连作用的印制电路板的设计、制造及装配不给予足够的重视，整个电子系统的可靠性是难以保证的。

伴随科学技术的进步，印制电路经历了单面、双面和多层的发展过程。这一发展过程，对印制电路提出了高精度、高密度和高可靠性的要求，使印制电路的设计愈来愈复杂，加工愈来愈困难。所以人们迫切需要一套包括设计、制造、安装、检验诸方面的技术标准，以便保证印制电路的质量和可靠性。

航天工业部自1977年颁布第一个印制电路部标准《印制电路板技术条件》QJ201以来，在各方面的大力协同下，先后制定了尺寸系列、设计规范、单双面以及多层板的技术条件和一大批加工工艺、电气安装方面的部标准。这为提高航天系统电子设备的可靠性起到了有力的保证作用，也使得印制电路的标准化工作愈来愈受到各级领导和工程技术人员的重视和关注。

1. 本手册的编写目的

印制电路的设计合理与否，将直接影响印制电路成品质量的优劣、成本的高低和加工的难易。作为一个优秀的设计人员，首先要对自己的设计对象有明确的认识。特别是对微波和高速计算机电路，设计人员除了正确理解它的特征外，还要懂得一些加工工艺方面的知识，才能设计出好的产品。例如，在导电图形表面镀层的选择上，由于银镀层抗氧化性差、成本高早已不被采用，而

金镀层在锡焊时易产生金锡合金，使焊点变脆，且成本又高，所以除了接插部位外，在导电图形上一般不选用金、银镀层。但是，有的技术人员不了解其工艺性能，仍然认为镀金、镀银才能保证产品质量，仍继续选用这两种镀层，直到出现质量事故后才开始有所认识。还有的设计人员对印制板的基材性能不了解，在进行航天产品用的印制板设计时，却选用了吸湿性大、电性能较差的酚醛纸质板为基材。在印制板加工工艺中，有些新的、先进的工艺往往不被设计人员认可，依然要求生产单位按旧的落后的工艺进行生产，影响了产品的质量。为此我们编写了这本手册，以便为设计人员提供有关设计方面的标准资料。

2. 本手册的编写原则及内容

编写原则是以目前现行的国家标准、航天工业标准为依据（当国家标准和航天工业标准同时存在时，以航天工业标准为主），以《印制电路设计规范》为重点，对标准的内容作详细地解释及说明，以便帮助印制电路的设计、生产、检验及装配的技术人员正确地理解和执行标准。

本手册的内容包括基础标准、材料标准、设计标准、绘图标准、制造技术、产品标准及电子装联标准等七章，每章分为概述、标准技术内容的阐述及说明和相关标准名称等部分。为了方便使用，在手册最后附有有关印制电路专业的国内外标准目录和本手册中阐述的主要标准正文等。

3. 本手册的使用说明

(1) 本手册所收入的国家标准和航天工业部标准均是现行标准。有了这本手册，基本上不需要再查找其它资料就可以进行印制电路的设计。手册中所列工艺方法和安装方面的标准因兼顾到工艺技术人员需要，有些已超出印制电路设计人员应该掌握的范畴，技术人员可根据需要取舍。

(2) 手册各章中，概述部分和标准技术内容的阐述及说明部分都是围绕标准正文的，这两部分不是标准内容，但可以帮助理解和解释标准。

第一章 基础标准

1. 1 概 述

印制电路的基础标准是印制电路设计、制造标准和产品标准制定时所遵循的基本准则。国家标准总局 1980 年发布了国家标准《印制电路名词术语和定义》GB2036, 统一了印制电路专业的基本名词术语, 使从事印制电路设计、制造的专业人员有了统一的专业语言, 方便了技术交流和专业信息的传递。

国标中包括了总则、设计、材料、制造和检测等五个部分, 规定了印制电路专业中所使用的名词术语 184 个, 并作了定义。其名词术语的数量比国际电工委员会 (IEC) 略少一些, 但其定义是一致的。随着印制电路技术的发展, 新的名词术语和定义将要不断补充和完善。

本章就设计中常用的基本术语和国标中尚未定义, 但本手册中已使用的一些常用术语作一简要介绍。

对于另一项基础标准《印制电路网格》GB1360, 在部标准 QJ/Z76 中已有说明, 本章不再叙述。

1. 2 印制电路专业常用基础名词术语

1. 2. 1 印制 Printing

采用某种方法, 在一个表面上再现图形的工艺。

1. 2. 2 印制电路 Printed Circuit

在基材表面上, 按预定设计用印制方法得到的电路。它包括

印制线路、印制元件或者由二者组合而成的电路。

1. 2. 3 印制线路 Printed Wiring

附着于基材表面上的、提供元器件（包括屏蔽元件）之间电气连接的导电图形。它不包括印制元件。

1. 2. 4 印制板（印制线路板/印制电路板）Printed Board（Printed Wiring Board/Printed Circuit Board）

完成了印制线路或印制电路加工的板子的通称。它包括刚性及挠性的单面、双面和多层板。

1. 2. 5 单面板 Single Sided Board

仅一面上有导电图形的印制板。

1. 2. 6 双面板 Double Sided Board

两面上都有导电图形的印制板。

1. 2. 7 多层板 Multilayer Printed Board

由三层或三层以上的导电图形层与其间的绝缘材料层相隔离，层压后结合而成的印制板，其各层间导电图形按要求互连。

1. 2. 8 挠性印制板 Flexible Printed Board

利用挠性基材制成的印制板。

1. 2. 9 平面印制板 Flush Printed Board

导电图形的整个外表面与基材的表面位于同一平面的印制板。

1. 2. 10 印制板组装件 Printed Board Assembly

具有电气、机械元件或者连接有其它印制板的印制板，其印制板的所有制造工艺、焊接、涂覆已完成。

1. 2. 11 网格 Grid

两组等距离平行直线正交而成的网格。它用于元器件在印制板上的定位连接，其连接点应该位于网格的交点上。

1. 2. 12 导电图形 Conductive Pattern

印制板的导电材料所构成的图案结构。它包括导线、连接盘、金属化孔和印制元件等。

1. 2. 13 非导电图形 Non-conductive Pattern

印制板的非导电材料（例如：介质、抗蚀剂、阻焊图形等）所构成的图案结构。

1. 2. 14 布设草图 Master Drawing

标出印制板上所有部分的尺寸范围和网格位置的一个文件。它包括导电图形和非导电图形的安排、元器件尺寸和类型、孔的位置以及它应装配的元器件等所必须说明的资料。

1. 2. 15 照相底图 Artwork Master

用来生产照相原版或照相底版的比例精确的图形结构。

1. 2. 16 机械加工图 Machining Pattern

表明印制板机械加工尺寸及要求的图。

1. 2. 17 电气安装图 Assembly Artwork

表明印制板上元器件安装位置、安装方式和要求的图。

1. 2. 18 阻焊图 Solder Resist Pattern

用来保护或掩蔽所选定的图形部分不受焊料影响的耐热涂覆材料构成的图案结构。

1. 2. 19 标记符号图 Legend Pattern

表明印制板上元器件安装位置的文字和符号构成的图。

1. 2. 20 照相原版 Original Production Master

用来生产比例为 1 : 1 生产用照相底版的精确原始照相底版。

1. 2. 21 照相底版 Production Master

在布设草图规定的精度范围内,用来生产比例为 1 : 1 印制板的精确图形底版。

1. 2. 22 金属化孔 Plated Through Hole

孔壁沉积有金属的孔。主要用于层间导电图形的电气连接。

1. 2. 23 连接盘 Land

导电图形的一部分。用来连接和焊接元器件。当用于焊接元件时又称焊盘。

1. 2. 24 中继孔 Via Hole

用于导线转接的一种贯穿的金属化孔, 俗称转接孔。

1. 2. 25 钻孔导向点 Center Spot

目视钻孔时，为了使钻头准确钻入而设置于连接盘中心的空眼。

1. 2. 26 敷形涂覆层 Conformal Coating

涂覆于印制板组装件上的一种绝缘保护材料层。此涂覆层不损坏所装元件的结构，它又可称作印制板组装件涂覆层。

1. 2. 27 热熔 Reflowing

通过加热使印制板表面的锡铅合金镀层再熔化结晶，改善印制的可焊性和提高锡铅合金对其基体铜层的防护性。

1. 2. 28 热风整平 Hot Level; Hotair Leveling

在印制板的金属化孔内和印制导线上涂覆共晶焊料的一种工艺。它是在印制板浸涂熔融焊料后，立即在两个空气刀中间通过，空气刀里的热压缩空气把印制导线上和金属化孔内多余的焊料吹掉，得到一个平滑、均匀而光亮的焊料涂层。

1. 2. 29 孔电阻 Resistance of hole

孔壁金属镀层的电阻。

1. 2. 30 互连电阻 Interconnection Resistance

又称孔线电阻，它是导线串连金属化孔的总电阻。它包括导线、连接盘、金属化孔壁的电阻和连接盘与孔壁连接点的接触电阻。

1. 2. 31 可焊性 Solderability

金属表面润湿焊料的能力。

1. 2. 32 润湿 Wetting

金属表面的一种性能，即当熔融的焊料涂覆在金属表面之后，能形成相当均匀、平滑、不断裂的焊料薄层。

1. 2. 33 半润湿 Dewetting

金属表面的一种性能，即当熔融焊料涂覆在金属表面之后，焊料回缩而分离，形成不规则的焊料疙瘩，但还留有一薄层焊料而不露出基体金属。

1. 2. 34 不润湿 Nonwetting

当熔融的焊料涂覆到金属表面之后，焊料并不附着到金属表

面上，出现这种现象称为不可焊。

1. 3 相关标准名称

GB2036 印制电路名词术语和定义

GB1360 印制电路网格

第二章 材料标准

2. 1 概 述

印制电路板生产过程中所用的原、辅材料甚多，直接影响成品质量的材料主要有：覆铜箔层压板、粘接片、干膜（抗蚀、阻焊）、丝印感光膜和感光胶、图形印料、阻焊印料以及字符标志印料等。对于这些原、辅材料，已制定出国家级标准的只有 GB4721~4725 五个覆铜箔层压板方面的标准，其余大部分是部和企业一级的标准，而且很不统一。本章主要结合国家和部分企业标准的内容，对上述原、辅材料的性能和技术要求进行阐述。

2. 2 标准技术内容的阐述及说明

2. 2. 1 覆铜箔层压板

供生产印制板用的覆铜箔层压板种类很多，由于其构成分三个部分，即铜箔、树脂（粘合剂）和增强材料，所以其分类一般也有三种。目前国内习惯以树脂和填料来区分基材种类，如：酚醛、环氧、聚四氟乙烯、聚酰亚胺等；若以增强材料来区分，可分为纸质和玻璃布等类；若以覆铜箔情况来区分，则有单面和双面之分；目前在一些仪器仪表中应用了挠性印制电路，因此就其机械性能而言，又分为刚性和挠性。多层印制板是用薄的基板作内层电路图形后，再经加工的印制板，所以不属于基板材料。

2. 2. 2 粘接片

粘接片又称为半固化片，是玻璃布浸渍环氧树脂并固化到 B

阶段的预浸材料，主要用于多层印制板的层间粘接和绝缘。其性能主要有以下几点。

(1) 层压前 B 阶段状态时的性能

其性能见表 2-1。

表 2-1

特 性	单 位	技 术 要 求
挥发物含量	%	≤0.75
树脂含量	%	55±5 (对任何试样)
树脂流动度	%	25±5, 35±5
胶化时间	s	100±15, 150±20, 200±30 或按有关规范

(2) 层压后粘接片材料的性能

按照制造者推荐的程序压制成的标准厚度为 0.8mm 的粘接片层压板。其性能应满足表 2-2 的规定。

表 2-2

特 性	技 术 要 求	
热冲击	20s 后不鼓泡，不分层	
恒定湿热后介电常数	5.4	
恒定湿热后介质损耗角正切	0.035	
垂直于板面抗电强度	10kV/mm	
燃烧性	每个试样。每次施加试验火焰燃烧时间	30s
	每批五个试样，施加十次火焰总的有焰燃烧时间	250s
	第二次移去试验火焰后无焰燃烧时间	60s
	有焰或无焰燃烧，一直燃至夹具	无
	滴落的火焰微粒点燃薄棉纸	无

注：试验方法按 GB4722 的规定。

(3) 有效贮存期

在温度为 20±2℃，相对湿度小于 50%，无阳光直射及其它

催化剂影响的条件下，应能保持 90 天。

2. 2. 3 抗蚀干膜

抗蚀干膜又称光致抗蚀干膜，是制作导电图形时的一种抗蚀掩蔽膜，分为水溶型与溶剂型两类。目前我国普遍采用水溶型，生产厂家有无锡电影胶片厂和重庆东方试剂厂等。

抗蚀干膜由聚酯基底膜、光致抗蚀剂膜和聚乙烯保护膜三部分组成。聚酯基膜是光致抗蚀膜的载体，厚度为 25 μm ；光致抗蚀剂膜是抗蚀干膜的主体，其厚度视其用途不同有若干种规格，最薄的为十几 μm ，最厚的可达 100 μm ；聚乙烯保护膜是光致抗蚀剂的保护膜，可防止灰尘等污物沾污并防止卷曲时光致抗蚀剂膜之间相互粘连，贴膜时要将此膜剥去。

抗蚀干膜的具体工艺技术参数因生产厂家和型号的不同而异，使用时可参照产品性能说明书。

2. 2. 4 感光干膜〔感光胶、丝网感光膜（胶）〕

传统制作丝网图形的方法是用漆膜转移法，现在由丝网感光膜或感光胶所代替，目前国内制作丝网图形多采用直接法。

(1) 丝网感光膜

丝网感光膜实际上是将液态感光胶涂在涤纶片基上，经烘干而制成具有感光性能的一种干膜。感光胶主要成分是聚乙烯醇，其技术性能主要有分辨率、光敏性、显影速度、耐显影性、耐磨性、耐溶剂性等要求，尤其是分辨率与耐溶剂性最为重要，选用时应参照产品说明书。

(2) 丝网感光胶

目前国内生产的感光胶大部分为重氮型。它能制成较为精细的丝印网版，因不使用重铬酸盐，故不存在对环境的污染。它可用紫外线曝光、水溶显影和碱溶液去膜。

2. 2. 5 图形印料

这里所讲的图形印料就是工艺中泛称的抗蚀印料，专门用来丝印导电图形。根据印料所选用的树脂不同以及干燥方法不同，分为物理干燥和化学干燥两种类型，即指自干型和光固型（UV）。由