
1 范围

1.1 主题内容

本规范规定了航天用刚性单、双面印制电路板（以下简称印制板）的技术要求、质量保证规定及交货准备等。

1.2 适用范围

本规范适用于印制板的设计、生产及检验。

2 引用文件

GB 2423.17—81 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ka:盐雾试验方法

GJB 2142—94 印制线路板用覆金属箔层压板总规范

QJ 519A—99 印制电路板试验方法

QJ 1719—89 印制电路板阻焊膜及字符标志技术条件

QJ 2776—95 印制电路板通断测试要求和方法

QJ 3103—99 印制电路板设计规范

3 要求

3.1 布设总图

产品的个性要求应符合布设总图的要求。若本规范的要求与布设总图的要求相抵触，则应以布设总图为准。

3.2 合格鉴定

按本规范提交的产品应是经鉴定合格的产品。

3.3 材料

除布设总图另有规定外，印制板所用的覆铜箔基材应该是阻燃的环氧树脂纺织玻璃布基材，其性能应符合 GJB 2142 的规定。

3.4 设计和结构

印制板的设计应符合 QJ 3103 的规定，特殊结构应符合布设总图的规定。

3.5 质量等级

根据使用要求，印制板质量水平由高到低依次分为 I 级、II 级、III 级。质量等级应在布设总图中注明，不注明等级的按 I 级加工。

3.6 性能要求

3.6.1 外观

3.6.1.1 印制板的板面应平整，边缘应整齐，图形不失真；不允许有碎裂、毛刺、起泡和分层；印制导线表面应光洁，色泽应均匀，无翘箔、鼓涨和明显的划痕，划痕深度不允许使导体截面积减少到 QJ 3103 中规定的通过最低允许电流时的截面积；表面镀层应光亮均匀，不起皮鼓泡，无结瘤烧焦现象；钻孔周围无晕圈，基材表面的脱胶程度允许见到由树脂覆盖的纤维纹理，但不得露出织物；阻焊膜表面应符合 QJ 1719 的规定。

3.6.1.2 印制板平均每平方分米面积内及每条印制导线上允许存在的针孔数应符合表 1 的规定。

表 1

印制板等级	每平方分米内允许的针孔数	每条印制导线上允许的针孔数
I	≤ 1	≤ 1
II	≤ 2	≤ 2
III	≤ 3	≤ 3

注：II、III 级品同一条印制导线上两相邻针孔的最小边缘距离不得小于导线宽度的 2 倍。

3.6.1.3 印制导线上允许的针孔数应符合表 2 的规定。

表 2

m m

印制导线宽度	< 0.3	0.3	0.5、0.75	1.0、1.25、1.5、2.0	> 2.0
针孔最大直径	≤ 0.02	≤ 0.04	≤ 0.1	≤ 0.2	≤ 0.3

3.6.1.4 印制板面上所有的字符、标志应清晰可辨。

3.6.2 基本尺寸

3.6.2.1 总要求

成品印制板应符合本规范和布设总图规定的尺寸要求。

3.6.2.2 印制导线宽度

印制导线宽度应符合布设总图的规定。但所有导线宽度均应不小于 0.10mm。

3.6.2.3 印制导线间距

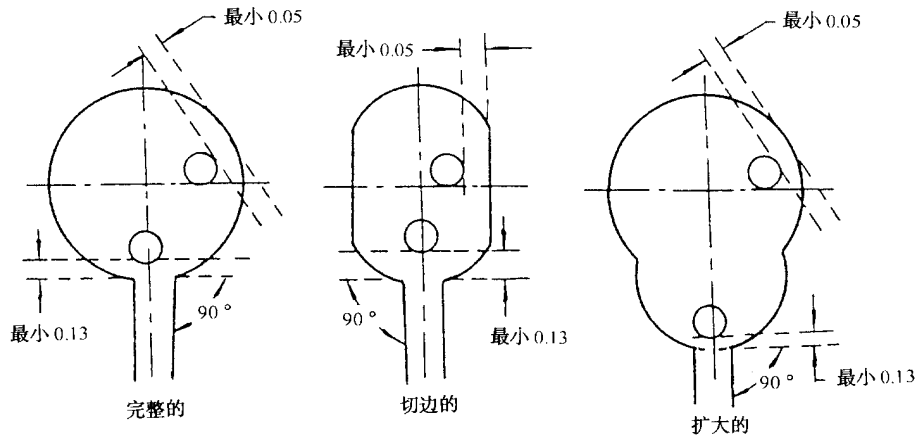
印制导线间距应符合布设总图的规定。但最小间距应不小于 0.13mm。

3.6.2.4 连接盘环宽

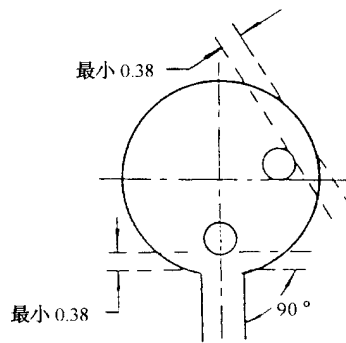
非支撑孔的最小环宽应为 0.38mm。金属化孔的最小环宽应为 0.05mm，但连接盘与导

线连接处的最小环宽应不小于 0.13mm。如图 1 所示。

除另有规定外，由于麻点、压痕、缺口、针孔等缺陷，其连接盘最小环宽可相对于如上规定的最小值减少 20%。



(a) 金属化孔



(b) 非支撑孔

图 1

3.6.2.5 导电图形

导电图形应无断裂或裂缝，任何缺陷如边缘粗糙、缺口、针孔及露基材之划伤使导线宽度的减少应不大于布线总图中对各种导线宽度规定最小值的 20%，而且缺陷在沿导线长度方向上的长度应不大于 12.7mm。

3.6.2.6 印制板边缘

印制板边缘上的毛刺、缺口及晕圈等缺陷不得大于布线总图规定边距的 50%，如布线总图无边距要求，则缺陷应不大于 2.5mm。

3.6.2.7 孔位置度

印制板孔位置度应按布线总图的规定。

3.6.2.8 阻焊膜重合度

阻焊膜与连接盘图形的重合度应符合布线总图的要求。除在布线总图中另有规定外，阻焊膜对连接盘图形的最大覆盖应不使环宽减小到 3.6.2.4 条规定的最小值。

3.6.2.9 表面缺陷

当显露布纹、晕圈、划痕、凹坑、压痕等表面缺陷满足下列条件时，可以被判为合格品。

- a. 做为基材增强材料的玻璃布未被切断、扰乱及露织物；
- b. 缺陷在导线之间，但未使其介电距离减小到 3.6.2.3 条规定的最小值。

3.6.2.10 阻焊膜厚度

除另有规定外，阻焊膜厚度应符合 QJ 1719 的规定。

3.6.2.11 镀层厚度

印制板金属化孔和导电图形表面镀层厚度应满足下列要求：

- a. 金属化孔壁镀铜层平均厚度为 25~30 μm ，最薄处不小于 20 μm ；
- b. 印制插头镀金层厚度：当采用镍打底镀金时为不小于 1.3 μm ；当采用一般镀金时为不小于 2.5 μm ；
- c. 导电图形表面镀锡铅合金层厚度为 7~11 μm 。

3.6.2.12 印制插头接触片位移

印制插头接触片与插座簧片的位置偏移应小于接触片宽度的四分之一。

3.6.3 显微剖切

3.6.3.1 尺寸

显微剖切后，测得的阻焊膜厚度、镀层厚度应分别符合 3.6.2.10、3.6.2.11 条的规定。

3.6.3.2 金属化孔

3.6.3.2.1 铜镀层空洞

金属化孔中的铜镀层不应有超过以下规定的任何空洞：

- a. 一个金属化孔的镀层空洞应不多于 1 个；

b. 空洞的长度不应超过金属化孔孔壁总高的 5%。

3.6.3.2.2 孔壁缺陷

金属化孔壁不应有超过以下规定的任何缺陷：

a. 结瘤、镀层空洞以及玻璃纤维伸出而使孔径或孔壁铜层厚度减少时，其值不得小于规定的最小值；

b. 镀层及涂层应无裂纹。

3.6.4 物理性能

3.6.4.1 弓曲和扭曲

印制板的弓曲和扭曲应符合表 3 的规定。

表 3

印制板标称厚度 mm	弓曲和扭曲 mm/mm			
	带印制插头或 SMT	不带印制插头		
		I	II	III
1.5~2.0	≤ 0.0080	≤ 0.0100	≤ 0.012	≤ 0.014
2.1~2.5	≤ 0.0070	≤ 0.0080	≤ 0.010	≤ 0.012

3.6.4.2 剥离强度 (抗剥强度)

3.6.4.2.1 在正常条件下，印制导线对基板的剥离强度应不小于 13N/cm。

3.6.4.2.2 在下述条件连续依次放置后，印制导线对基板的剥离强度应不小于 12N/cm。

a. 在温度 $-65 \pm 2^\circ\text{C}$ 下放置 6h；

b. 在温度 $125 \pm 2^\circ\text{C}$ 下放置 16h；

c. 在交变湿热条件下放置 48h。

3.6.4.2.3 在经受 3.6.4.8 条规定的条件试验后，印制导线对基板的剥离强度应不小于 12N/cm。

3.6.4.3 非支撑孔焊盘 (连接盘) 拉脱强度

焊盘 (连接盘) 经焊接、冷却、解焊为一循环的 5 次循环后，其拉脱强度应不小于 $14\text{N}/\text{mm}^2$ 。

3.6.4.4 镀层附着力

印制板导电图形表面镀层附着力应不小于 2N/cm。在测试胶带胶面上不应有粘下的镀层金属 (电镀悬挂层除外)，镀层表面不应有起皮现象。

3.6.4.5 模拟返工

按 QJ 519A 的规定进行模拟返工试验后，对印制板试样进行显微剖切，其性能应符合 3.6.3 条的有关要求。

3.6.4.6 可焊性

3.6.4.6.1 孔可焊性

按 QJ 519A 规定的试验后, 焊料应润湿到孔顶部周围的焊盘(连接盘)上, 必须完全润湿孔壁, 不允许有不润湿或露基底金属的现象。不完全填满孔是可接受的, 但焊料相对于孔壁的接触角应小于 90 度。板厚与孔径比大于 5 的印制板, 金属化孔的可焊性由共需双方商定。

3.6.4.6.2 表面可焊性

根据规定的焊料温度、焊接时间和附着在导体上焊料层的外观, 表面可焊性的要求见表 4。

表 4

焊料温度	允许焊接时间 s	焊料层外观	质量评定
232 ± 5℃	≤ 3	全部润湿	可焊性好
	≤ 5	全部润湿	可焊性较好

3.6.4.7 阻焊剂固化及附着力

阻焊剂固化后的表面状态及对基材、印制导体的附着力应符合 QJ1719 的有关规定。

3.6.4.8 热应力

印制板在温度 287 ± 6℃ 的熔融焊料中, 浸焊 10 ± 0.1 s 后, 不应出现分层、起泡或破坏, 印制导线对基板的抗剥强度应符合 3.6.4.2.3 条的规定。

3.6.4.9 耐热油性

印制板在温度 260 ± 0.5℃ 的热油中浸泡 10 ± 0.1 s 后, 不应出现分层、起泡、白斑、沙眼或破坏; 双面板的互连电阻的变化值不得大于浸泡前的 10%, 显微剖切后应符合 3.6.3 条的规定。

3.6.4.10 印制插头金镀层孔隙率

当以一个插头接触片为单元进行测试时, 印制插头金镀层孔隙率应符合表 5 的规定。

表 5

1/mm²

印制板等级	孔隙率
I	≤ 0.05
II	≤ 0.10
III	≤ 0.20

3.6.5 化学性能**3.6.5.1 清洁度**

当未覆盖阻焊层或其它涂覆层的印制板按 QJ 519A 的有关规定检验时, 萃取液电阻率应不小于 6M Ω.cm。如按 QJ 519A 规定的替代等效方法检验时, 氯化钠等效离子污染浓

度应小于 $1.56 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

3.6.5.2 耐溶剂性

按 QJ 519A 的有关规定检验时, 印制板上标志油墨或涂料不应有物理损伤, 标志仍应清晰可辨。

3.6.6 电气性能

3.6.6.1 绝缘电阻

按 QJ 519A 的规定检验时, 印制板上两相邻导体间的绝缘电阻应符合表 6 的规定。

环境条件	正常条件	交变湿热条件
绝缘电阻	$\geq 10^{10}$	$\geq 10^8$

3.6.6.2 抗电强度 (介质耐电压)

当印制板两相邻导体的间距为 1mm 时, 其抗电强度应符合表 7 的规定。非 1mm 间距的抗电强度应按 QJ 519A 的规定换算。

环境条件	正常条件	交变湿热条件	低气压条件
抗电强度	≥ 1300	≥ 1000	≥ 350

3.6.6.3 电路的导通

电路的导通应符合 QJ 2776 的有关规定。

3.6.6.4 电路的短路

电路的短路应符合 QJ 2776 的有关规定。

3.6.6.5 互连电阻

3.6.6.5.1 除布设总图另有规定外, 当按 QJ 519A 的规定检验时, 在试样上选取两个通过导体互连的焊盘作为测试点, 该两点间的互连电阻应小于连接导体的标称电阻的 120% 加上相应的金属化孔电阻。

3.6.6.5.2 在低温 -65°C , 高温 125°C 下, 各放置 15min, 100 次循环, 转换时间小于 1 min 的温度循环试验后, 第一次循环后的互连电阻值与最后一次循环后的互连电阻值之差, 不得大于第一次循环后互连电阻值的 10%。

3.6.6.6 金属化孔电阻值

金属化孔的孔电阻值应符合表 9 的规定。

3.6.7 环境适应性

3.6.7.1 印制板经表 10 所规定的环境条件连续处理后, 分别应满足 3.6.4.2.2、3.6.6.1、3.6.6.2、3.6.6.5 条的规定。

3.6.7.2 海上设备用印制板除上述环境要求外, 应按 GB 2423.17 进行盐雾试验, 时间取 96h。

表 9

 $\mu\Omega$

板 厚 mm	孔 直 径 mm				
	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2
1.6	≤ 600	≤ 500	≤ 450	≤ 400	≤ 350
2.0	≤ 760	≤ 660	≤ 590	≤ 530	≤ 450

表 10

序 号	试验项目	环 境 条 件
1	低 温	温度 -65°C ，放置 6h
2	高 温	温度 125°C ，放置 16h
3	热冲击 (温度循环)	低温 -65°C 、高温 125°C 、各放置 15min、100 次循环、转换时间小于 1min
4	交变湿热	按 QJ519 A 的规定，48h
5	耐负荷振动	根据产品使用环境由供需双方商定
6	耐负荷冲击	根据产品使用环境由供需双方商定

3.6.7.3 在离子辐照、二氧化氮等特殊环境条件下使用的印制板，由供需方协商，制定技术要求和检验方法。

3.6.8 修复

按 QJ 519A 提供的外观和尺寸检验方法检验时，印制板光板应未进行过修复。

4 质量保证规定

4.1 检验责任

除合同或订单中另有规定外，承制方应负责完成本规范规定的所有检验。必要时，订购方或上级鉴定机构有权对规范所述的任一检验项目进行检查。

4.1.1 合格责任

所有产品必须符合本规范第 3 章和第 5 章的所有要求。本规范中规定的检验应成为承制方整个检验体系或质量大纲的一个组成部分。若合同中包括本规范未规定的检验要求，承制方还应保证所提交验收的产品符合合同要求。质量一致性抽样不允许提交明知有缺陷的产品。

4.1.2 试验设备和检验装置

承制方应建立有足够准确度、质量和数量的试验设备和检验装置，以便进行所要求的

检验。同时，应建立和维持符合规定的计量校准系统，以控制测量和试验设备的精确度。当承制方不具备如上条件时，应到上级主管部门指定的单位进行检验。

4.2 检验分类

本规范规定的检验分为：

- a. 鉴定检验；
- b. 质量一致性检验。

4.3 环境条件

除另有规定外，本规范涉及的气候环境条件按下列规定：

- a. 正常大气条件（以下简称正常条件）：

温度： 15~35℃；

相对湿度： 45%~74%；

大气压： 86~106kPa。

- b. 交变湿热条件：

低温： $25 \pm 2_0$ ℃；

高温： 65 ± 2 ℃；

相对湿度： 90%~98%。

- c. 低气压条件：

气压为 0.66~0.00133kPa。

4.4 鉴定检验

4.4.1 检验项目

鉴定检验项目见表 11。除清洁度应先进行检验外，其它检验的顺序是任意的。表中的序号只是为了使用方便而设置，不是检验顺序。

4.4.2 鉴定检验用试样及样本大小

4.4.2.1 鉴定检验用试样

印制板鉴定检验用试样应符合 QJ 519A 中附录 A（补充件）的规定。

4.4.2.2 样本大小

经受鉴定检验的印制板样本大小应为 6 个，其中 4 个用于检验，2 个由承制方作为参考样品存档。

4.4.3 合格判据

检验中，凡试样全部符合本规范第 3 章的规定，则判定为鉴定检验合格。

4.4.4 鉴定合格资格的扩展

按本规范取得双面板鉴定合格资格的承制方，扩展覆盖单面板。已取得多层板鉴定合格资格的承制方，可扩展覆盖单、双面板。

4.5 质量一致性检验

QJ 201A - 99

质量一致性检验指在成品印制板和附连测试板进行的 A 组和 B 组检验。每块成品印制板或印制板的在制板应包括 QJ 519A 及布设总图规定的质量一致性检验用的附连测试图形。每块在制板上的最少附连测试板数量及其位置要求应按 QJ 519A 的要求。

当布设总图规定使用永久性阻焊剂时，在涂覆前应对清洁度、镀层厚度、导电图形、镀层附着力等进行工序检验并记录检验数据。抽样检验合格后方可涂覆阻焊剂。抽样方案按每批抽 5 块，每班抽一次。

表 11

序号	检 验 项 目	要 求	检 验 方 法
1	外观	3.6.1	QJ 519A
2	基本尺寸	3.6.2	
3	修复	3.6.8	
4	显微剖切	3.6.3	
5	弓曲和扭曲	3.6.4.1	
6	抗剥强度	3.6.4.2	
7	非支撑孔焊盘拉脱强度	3.6.4.3	
8	镀层附着力	3.6.4.4	
9	模拟返工	3.6.4.5	
10	金属化孔可焊性	3.6.4.6.1	
11	表面可焊性	3.6.4.6.2	
12	阻焊膜固化及附着力	3.6.4.7	
13	热应力	3.6.4.8	
14	耐热油性	3.6.4.9	
15	印制插头镀层孔隙率	3.6.4.11	
16	清洁度	3.6.5.1	
17	耐溶剂性	3.6.5.2	
18	绝缘电阻	3.6.6.1	
19	抗电强度（介质耐电压）	3.6.6.2	
20	电路的导通	3.6.6.3	
21	电路的短路	3.6.6.4	
22	互连电阻	3.6.6.5	
23	金属化孔电阻	3.6.6.6	
24	环境适应性	3.6.7	

4.5.1 A 组检验**4.5.1.1 检验批**

一个检验批是指用相同材料、相同工艺、在相同条件下、一个月内生产的、一次提供检验的所有印制板。

4.5.1.2 检验项目

A 组检验项目见表 12。

表 12

序号	检 验 项 目	要 求	检验方法	试 样		抽样方案
				附 连 试验板	成品板或 在制板	
1	外观	3.6.1	QJ519A	—	△	全部
2	基本尺寸	3.6.2		△	△	U
3	修复	3.6.8		—	△	全部
4	显微剖切	3.6.3		△	—	4.5.1.3a
5	弓曲和扭曲	3.6.4.1		—	△	U
6	镀层附着力	3.6.4.4		—	△	U
7	金属化孔可焊性	3.6.4.6.1		△	△	S
8	表面可焊性	3.6.4.6.2		△	△	U 或 Q
9	阻焊膜固化及附着力	3.6.4.7		△	—	U
10	热应力	3.6.4.8		△	—	U
11	耐热油性	3.6.4.9		△	—	U
12	印制插头镀层孔隙率	3.6.4.11		—	△	3 个
13	耐溶剂性	3.6.5.2		△	△	3 个
14	电路的导通	3.6.6.3		—	△	全部
15	电路的短路	3.6.6.4		—	△	全部
16	互连电阻	3.6.6.5		△	△	全部
17	金属化孔电阻	3.6.6.6		△	△	全部
18	标志	5.1		—	△	全部

注：① 表中划“△”号的项目，表示试样在该类板中选取。

② 耐溶剂性试验可以在 A 组每批进行，也可以在 B 组每六个月进行。

4.5.1.3 抽样方案

A 组检验的抽样方案除应按表 13 的规定进行外，还应满足下列要求：

- a. 交收态的每批中的每个品种在制板都应取一个附连测试板作显微剖切检验；

表 13

批 量	样 本 大 小					
	印 制 板			在 制 板		
	方案 T	方案 U	方案 V	方案 R	方案 Q	方案 S
2 ~ 8	全部	5	3	全部	5	2
9 ~ 15	13	5	3	8	5	2
16 ~ 25	13	5	3	8	5	3
26 ~ 50	13	5	5	8	5	5
51 ~ 90	13	7	6	8	7	5
91 ~ 150	13	11	7	12	11	6
150 ~ 280	20	13	10	19	13	7
281 ~ 500	29	16	11	21	16	9
501 ~ 1200	34	19	15	27	19	11
1201 ~ 3200	42	23	18	35	23	13

注：如果批量小于样本大小，则检验所有的印制板；

b. 耐热油性试验后，每块在制板最少应对两个附连测试板作显微剖切检验。其中一个试样沿长度方向（X 向）作显微剖切，另一个沿宽度方向（Y 向）作显微剖切。

4.5.1.4 合格判据

受检产品全部符合本规范第 3 章的 A 组检验项目和第五章要求时，即判定该产品合格。如一个或多个产品不合格，该批印制板拒收。

4.5.1.5 拒收批

如果一个检验批被拒收，承制方可以返工，纠正缺陷，然后重新提交检验；如果有可能时，也可以筛选有缺陷的印制板，然后重新提交检验。重新提交的批应加严检验（适用时，用表 13 的方案 T 或 R），而且经返工或筛选的批应明显地作出重检批标志。

4.5.2 B 组检验

4.5.2.1 检验项目

B 组检验项目见表 14。

4.5.2.2 抽样方案

除 QJ 519A 另有规定外，应从通过 A 组检验的批次中抽两套最复杂的印制板的附连测试板试样。B 组抽样和检验在不改变材料和工艺的情况下应每六个月进行一次，改变材料和工艺的情况下随时进行。

印制板的复杂性取决于使用的材料，导线宽度和间距，图形的复杂性，孔的尺寸、数量、质量和位置，上述某项或全部的公差，制造难度等因素。

表 14

序号	检 验 项 目	要 求	检 验 方 法
1	抗剥强度	3.6.4.2	QJ 519A
2	非支撑孔焊盘拉脱强度	3.6.4.3	
3	模拟返工	3.6.4.5	
4	清洁度	3.6.5.1	
5	耐溶剂性	3.6.5.2	
6	绝缘电阻	3.6.6.1	
7	抗电强度（介质耐电压）	3.6.6.2	
8	环境适应性	3.6.7	

4.5.2.3 合格判据

4.5.2.3.1 试样全部符合本规范的要求，则判定该试样 B 组检验合格。如果有一个或多个试样未通过 B 组检验，则判定该批印制板未通过 B 组检验。

4.5.2.3.2 在 B 组检验中发现不是由于 B 组检验而引起的 A 组失效，则应按如下原则处理。

a. 如果该批产品还未发货，承制方应采取措施，按规定对该批印制板重新进行筛选。承制方还必须采取纠正措施，以防止重新出现问题，并重新提交试样进行 B 组检验。

b. 如果该批产品已发货，承制方必须将这一情况通知用户，并应收回该批产品，重新检验。

4.6 检验方法

本规范各项要求的检验方法按 QJ519A 的规定。

5 交货准备

5.1 标志

5.1.1 印制板上的标志内容应符合布设总图的规定。

5.1.2 每批合格产品应附有产品合格证，如用箱装（或其它包装形式），应附有包括产品名称、成品型号、规格、批次、数量、生产日期、包装日期、生产单位等内容的装箱单。

5.1.3 包装箱外应注明产品名称、生产单位、生产日期以及防潮、小心轻放等标志。

5.2 包装

经检验合格的印制板应装入聚乙烯塑料袋或防潮纸袋内，多件包装的板之间应衬以中性包装纸。一般应用真空密封包装。

包装之前，印制板应按规定进行清洗，然后在 $85 \pm 5^\circ\text{C}$ 温度下烘 2h，冷却至室温封装，

封装时不允许用裸手接触板面。需要远距离运输时，应将包装完成的印制板装入包装箱内，箱外圈封，箱内衬以防潮纸，放入干燥剂。

5.3 运输

印制板可以用任何运输工具运输。运输过程中应防止受潮，太阳久晒，接触强碱、强酸性气体和机械损伤。

5.4 贮存

5.4.1 印制板应以包装形式保存在温度为 10~35℃，相对湿度不大于 75% 的洁净容器或箱内。周围环境不允许有酸性、碱性或其它对印制板有影响的气体和介质存在。

5.4.2 自出厂日期起，在上述保存条件下，导电图形表面为锡铅合金的印制板，在焊接前保存期为八个月。

附加说明：

本规范由中国航天工业总公司第七〇八所提出。

本规范由中国航天工业总公司第七〇八所、二〇〇厂负责起草。

本规范主要起草人：宋久春、姜培安。

本规范主要审查人：刘正川、王自旗、韩象衡、鲁永葆、吴安甫、任耀堂、唐振华、杨帆、齐体健、华 苇、孙明福、陈康年、王晓明、郭树晓、沈月琴、章倩渝、汤雪云。