

印制电路板（PCB）设计规范

前 言

本标准根据国家标准印制电路板设计和使用 等标准编制而成。

本标准于 1998 年 07 月 30 日首次发布。

本标准起草单位： CAD 研究部、硬件工程室

本标准主要起草人：吴多明 韩朝伦 胡庆虎 龚良忠 张珂 梅泽良

本标准批准人：周代琪

目录

- 1.1 适用范围
 - 2.2 引用标准
 - 3.3 术语
 - 4.4 目的
 - .1 4.1 提供必须遵循的规则和约定
 - .2 4.2 提高 PCB 设计质量和设计效率
 - 5.5 设计任务受理
 - .3 5.1 PCB 设计申请流程
 - .4 5.2 理解设计要求并制定设计计划
 - 6.6 设计过程
 - .5 6.1 创建网络表
 - .6 6.2 布局
 - .7 6.3 设置布线约束条件
 - .8 6.4 布线前仿真（布局评估，待扩充）
 - .9 6.5 布线
 - .10 6.6 后仿真及设计优化（待补充）
 - .11 6.7 工艺设计要求
 - 7.7 设计评审
 - .12 7.1 评审流程
 - .13 7.2 自检项目
- 附录 1： 传输线特性阻抗
- 附录 2： PCB 设计作业流程

Q/DKBA-Y004-1999

印制电路板（PCB）设计规范

1. 适用范围

本《规范》适用于华为公司 CAD 设计的所有印制电路板（简称 PCB）。

2. 引用标准

下列标准包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨，使用下列标准最新版本的可能性。 [s1]

(附注注释 shuwenyao

不确定

所引用的标准按国标、部标及国际标准排序；并按标准号由小到大排序。特别注意：所列标准一定是在正文中被引用过的。)

GB 4588.3—88

印制电路板设计和使用

Q/DKBA-Y001-1999

印制电路板 CAD 工艺设计规范

1. 术语

1.1 PCB (Print circuit Board): 印刷电路板。

1.2 原理图: 电路原理图, 用原理图设计工具绘制的、表达硬件电路中各种器件之间的连接关系的图。

1.3 网络表: 由原理图设计工具自动生成的、表达元器件电气连接关系的文本文件, 一般包含元器件封装、网络列表和属性定义等组成部分。

1.4 布局: PCB 设计过程中, 按照设计要求, 把元器件放置到板上的过程。

1.5 仿真: 在器件的 IBIS MODEL 或 SPICE MODEL 支持下, 利用 EDA 设计工具对 PCB 的布

局、布线效果进行仿真分析, 从而在单板的物理实现之前发现设计中存在的 EMC 问题、时序问题和信号完整性问题, 并找出适当的解决方案。

II. 目的

A. 本规范归定了我司 PCB 设计的流程和设计原则, 主要目的是为 PCB 设计者提供必须遵循的规则和约定。

B. 提高 PCB 设计质量和设计效率。

提高 PCB 的可生产性、可测试、可维护性。

III. 设计任务受理

A. PCB 设计申请流程

当硬件项目人员需要进行 PCB 设计时, 须在《PCB 设计投板申请表》中提出投板申请, 并经其项目经理和计划处批准后, 流程状态到达指定的 PCB 设计部门审批, 此时硬件项目人员须准备好以下资料:

经过评审的, 完全正确的原理图, 包括纸面文件和电子件;

带有 MRPII 元件编码的正式的 BOM;

PCB 结构图, 应标明外形尺寸、安装孔大小及定位尺寸、接插件定位尺寸、禁止布线区等相关尺寸;

对于新器件, 即无 MRPII 编码的器件, 需要提供封装资料;

以上资料经指定的 PCB 设计部门审批合格并指定 PCB 设计者后方可开始 PCB 设计。

B. 理解设计要求并制定设计计划

1. 仔细审读原理图, 理解电路的工作条件。如模拟电路的工作频率, 数字电路的工作速度等与布线要求相关的要素。理解电路的基本功能、在系统中的作用等相关问题。

2. 在与原理图设计者充分交流的基础上, 确认板上的关键网络, 如电源、时钟、高速总线等, 了解其布线要求。理解板上的高速器件及其布线要求。

3. 根据《硬件原理图设计规范》的要求, 对原理图进行规范性审查。

4. 对于原理图中不符合硬件原理图设计规范的地方, 要明确指出, 并积极协助原理图设计者进行修改。

5. 在与原理图设计者交流的基础上制定出单板的 PCB 设计计划, 填写设计记录表, 计划要包含设计过程中原理图输入、布局完成、布线完成、信号完整性分析、光绘完成等关键检查点的时间要求。设计计划应由 PCB 设计者和原理图设计者双方签字认可。

6. 必要时, 设计计划应征得上级主管的批准。

IV. 设计过程

A. 创建网络表

1. 网络表是原理图与 PCB 的接口文件, PCB 设计人员应根据所用的原理图和 PCB 设计工

11. IC 去偶电容的布局要尽量靠近 IC 的电源管脚，并使之与电源和地之间形成的回路最短。

12. 元件布局时,应适当考虑使用同一种电源的器件尽量放在一起，以便于将来的电源分隔。

13. 用于阻抗匹配目的阻容器件的布局，要根据其属性合理布置。

串联匹配电阻的布局要靠近该信号的驱动端，距离一般不超过 500mil。

匹配电阻、电容的布局一定要分清信号的源端与终端，对于多负载的终端匹配一定要在信号的最远端匹配。

14. 布局完成后打印出装配图供原理图设计者检查器件封装的正确性，并且确认单板、背板和接插件的信号对应关系，经确认无误后方可开始布线。

C. 设置布线约束条件

1. 报告设计参数

布局基本确定后，应用 PCB 设计工具的统计功能，报告网络数量，网络密度，平均管脚密度等基本参数，以便确定所需要的信号布线层数。

信号层数的确定可参考以下经验数据

Pin 密度	信号层数	板层数
1.0 以上	2	2
0.6-1.0	2	4
0.4-0.6	4	6
0.3-0.4	6	8
0.2-0.3	8	12
<0.2	10	>14

注：PIN 密度的定义为：板面积（平方英寸）/（板上管脚总数/14）

布线层数的具体确定还要考虑单板的可靠性要求，信号的工作速度，制造成本和交货期等因素。

1. 布线层设置

在高速数字电路设计中，电源与地层应尽量靠在一起，中间不安排布线。所有布线层都尽量靠近一平面层，优选地平面为走线隔离层。

为了减少层间信号的电磁干扰，相邻布线层的信号线走向应取垂直方向。

可以根据需要设计 1--2 个阻抗控制层，如果需要更多的阻抗控制层需要与 PCB 产家协商。

阻抗控制层要按要求标注清楚。将单板上阻抗控制要求的网络布线分布在阻抗控制层上。

2. 线宽和线间距的设置

线宽和线间距的设置要考虑的因素

A. 单板的密度。板的密度越高，倾向于使用更细的线宽和更窄的间隙。

B. 信号的电流强度。当信号的平均电流较大时，应考虑布线宽度所能承载的的电流，线宽可参考以下数据：

PCB 设计时铜箔厚度,走线宽度和电流的关系

不同厚度，不同宽度的铜箔的载流量见下表：

铜皮厚度 35um 铜皮厚度 50um

铜皮厚度 70um

铜皮 $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$ 铜皮 $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$

铜皮 $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$

注：

i. 用铜皮作导线通过大电流时，铜箔宽度的载流量应参考表中的数值降额 50% 去选择考虑。

ii. 在 PCB 设计加工中，常用 OZ（盎司）作为铜皮厚度的单位，1 OZ 铜厚的定义为 1 平方英尺面积内铜箔的重量为一盎司，对应的物理厚度为 35um；2OZ 铜厚为 70um。

C. 电路工作电压：线间距的设置应考虑其介电强度。

输入 150V-300V 电源最小空气间隙及爬电距离

宽度 mm	电流 A	宽度 mm	电流 A	宽度 mm	电流 A
0.15	0.20	0.15	0.50	0.15	0.70
0.20	0.55	0.20	0.70	0.20	0.90
0.30	0.80	0.30	1.10	0.30	1.30
0.40	1.10	0.40	1.35	0.40	1.70
0.50	1.35	0.50	1.70	0.50	2.00
0.60	1.60	0.60	1.90	0.60	2.30
0.80	2.00	0.80	2.40	0.80	2.80
1.00	2.30	1.00	2.60	1.00	3.20
1.20	2.70	1.20	3.00	1.20	3.60
1.50	3.20	1.50	3.50	1.50	4.20
2.00	4.00	2.00	4.30	2.00	5.10
2.50	4.50	2.50	5.10	2.50	6.00

一次侧

二次侧

线与保护地间距 mm 工作电压直流值或有效值 V

空气间隙 mm 爬电距离 mm 工作电压直流值或有效值 V 空气间隙 mm 爬电距离 mm 线与保护地间距 mm

4.0

50V

1.0

1.2

71V

0.7

1.2

2.0

150V

1.4

1.6

125V

0.7

1.5

200V

2.0

150V

0.7

1.6

250V

2.5

200V

0.7

2.0

300V

1.7

3.2

250V

0.7

2.5

400V

4.0

600V

3.0

6.3

输入 300V-600V 电源最小空气间隙及爬电距离

一 次 侧

二 次 侧

线与保护地间距 mm

工作电压直流值或有效值 V

空气间隙 mm

爬电距离 mm

工作电压直流值或有效值 V

空气间隙 mm

爬电距离 mm

线与保护地间距 mm

6.3

50V

1.2

71V

1.2

2.5

150V

1.6

125V

1.5

200V

2.0

2.0

150V

1.7

1.6

250V

2.0

2.5

200V

1.7

2.0

300V

2.5

3.2

250V

1.7

2.5

400V

3.5

4.0

600V

5.8

6.3

D. 可靠性要求。可靠性要求高时，倾向于使用较宽的布线和较大的间距。

E. PCB 加工技术限制

国内 国际先进水平

推荐使用最小线宽/间距 6mil/6mil 4mil/4mil

极限最小线宽/间距 4mil/6mil 2mil/2mil

1. 孔的设置

过线孔

制成板的最小孔径定义取决于板厚度，板厚孔径比应小于 5--8。

孔径优选系列如下：

孔径： 24mil 20mil 16mil 12mil 8mil

焊盘直径： 40mil 35mil 28mil 25mil 20mil

内层热焊盘尺寸： 50mil 45mil 40mil 35mil 30mil

板厚度与最小孔径的关系：

板厚： 3.0mm 2.5mm 2.0mm 1.6mm 1.0mm

最小孔径： 24mil 20mil 16mil 12mil 8mil

盲孔和埋孔

盲孔是连接表层和内层而不贯通整板的导通孔，埋孔是连接内层之间而在成品板表层不可见的导通孔，这两类过孔尺寸设置可参考过线孔。

应用盲孔和埋孔设计时应应对 PCB 加工流程有充分的认识，避免给 PCB 加工带来不必要的问题，必要时要与 PCB 供应商协商。

测试孔

测试孔是指用于 ICT 测试目的的过孔，可以兼做导通孔，原则上孔径不限，焊盘直径应不小于 25mil，测试孔之间中心距不小于 50mil。

不推荐用元件焊接孔作为测试孔。

2. 特殊布线区间的设定

特殊布线区间是指单板上某些特殊区域需要用到不同于一般设置的布线参数，如某些高密度器件需要用到较细的线宽、较小的间距和较小的过孔等，或某些网络的布线参数的调整等，需要在布线前加以确认和设置。

3. 定义和分割平面层

个可供测试探针接触的测试点，称为 ICT 测试点。

B. PCB 上的 ICT 测试点的数目应符合 ICT 测试规范的要求,且应在 PCB 板的焊接面,检测点可以是器件的焊点,也可以是过孔。

C. 检测点的焊盘尺寸最小为 24mils (0.6mm), 两个单独测试点的最小间距为 60mils(1.5mm)。

D. 需要进行 ICT 测试的单板, PCB 的对角上要设计两个 125MILS 的非金属化的孔, 为 ICT 测试定位用。

3. PCB 标注规范。

钻孔层中应标明印制板的精确的外形尺寸, 且不能形成封闭尺寸标注; 所有孔的尺寸和数量并注明孔是否金属化。

II. 设计评审

A. 评审流程

设计完成后, 根据需要可以由 PCB 设计者或产品硬件开发人员提出 PCB 设计质量的评审, 其工作流程和评审方法参见《PCB 设计评审规范》。

B. 自检项目

如果不需要组织评审组进行设计评审, 可自行检查以下项目。

1. 检查高频、高速、时钟及其他脆弱信号线, 是否回路面积最小、是否远离干扰源、是否有多余的过孔和绕线、是否有垮地层分割区
2. 检查晶体、变压器、光藕、电源模块下面是否有信号线穿过, 应尽量避免在其下穿线, 特别是晶体下面应尽量铺设接地的铜皮。
3. 检查定位孔、定位件是否与结构图一致, ICT 定位孔、SMT 定位光标是否加上并符合工艺要求。
4. 检查器件的序号是否按从左至右的原则归宿无误的摆放规则, 并且无丝印覆盖焊盘; 检查丝印的版本号是否符合版本升级规范, 并标识出。
5. 报告布线完成情况是否百分之百; 是否有线头; 是否有孤立的铜皮。
6. 检查电源、地的分割正确; 单点共地已作处理;
7. 检查各层光绘选项正确, 标注和光绘名正确; 需拼板的只需钻孔层的图纸标注。
8. 输出光绘文件, 用 CAM350 检查、确认光绘正确生成。
9. 按规定填写 PCB 设计(归档)自检表, 连同设计文件一起提交给工艺设计人员进行工艺审查。
10. 对工艺审查中发现的问题, 积极改进, 确保单板的可加工性、可生产性和可测试性。

附录 A: 传输线有关参数的计算公式

1.1 微带线 (Microstrip)

1.2 带状线 (Stripline)

固有电感 固有电容 传输延迟特性阻抗

$Z_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $\tau = \sqrt{LC}$ $Z_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

经验数据 对 FR-4 材料 (ϵ_r 在 4.5~5 之间): 75 Ω 微带

线, $w \approx h$; 50 Ω 微带线, $w \approx 2h$; 25 Ω 微带

线, $w \approx 3.5h$ 。75 Ω 带状线, $w = h/8$; 50 Ω 带状线, $w = h/3$ 。