

第 5 章 3 : PCB Layout 流程

從原理圖到製造檔案的完整 PCB 設計流程。

一、設計階段

1. 規劃

- 確定 PCB 尺寸（依機構）
- 決定層數
- 決定 stackup
- 估算成本與製造週期

2. 元件擺放 (Placement)

順序

1. 連接器（依機構固定位置）
2. 高功率元件（散熱考量）
3. 主要 IC（MCU、SoC）
4. 高速元件（緊鄰 IC）
5. 電源 IC + 大電容
6. 一般元件
7. 測試點 + LED

原則

- 訊號流向清晰
- 高速訊號短直
- 散熱熱點分散
- 機構配合
- 維修可達

3. 走線 (Routing)

順序

1. 電源（粗線）

2. 時鐘訊號
3. 高速訊號
4. 一般訊號
5. 接地 (plane 為主, via stitching)

工具技巧

- 先手動關鍵走線
- 自動 router 處理一般走線
- 設計規則限制 (DRC)

4. 平面 (Plane)

- 完整地平面
- 分區電源平面
- via stitching

5. 文字 / 標示

- silkscreen 標元件、極性、版本
- 不要被焊盤遮擋

6. 設計規則檢查 (DRC)

- 線寬、線距
 - 孔徑、孔距
 - 阻抗
 - 銅箔到外緣距離
-

二、Layout 規範

一般板

項目	值
線寬	6 mil (0.15 mm)
線距	6 mil
Via 孔	0.3 mm
Via 環	0.6 mm
銅到板邊	20 mil
焊盤到孔	8 mil

高密板

項目	值
線寬	3–4 mil
線距	3–4 mil
Microvia	0.1 mm

三、特殊走線處理

高速差分

- 等長（長度匹配）
- 等距
- 緊耦合
- 換層補償

大電流

- 線寬計算
- 多層並聯
- thermal relief

敏感類比

- 屏蔽 (guard ring)
 - 短走線
 - 隔離數位線
-

四、輸出製造檔案

Gerber

- 各層 .gbr 或 .gXX
- Solder Mask
- Silkscreen
- Paste (鋼板)

Drill File

Excellon 格式。

Pick & Place (XY)

元件中心座標 + 旋轉角度。

Fabrication Drawing

製造圖：層數、厚度、表面處理、特殊製程要求。

Assembly Drawing

組裝圖：每個元件位置、極性。

最終檢查清單

- ☐ Gerber 全部正確匯出
 - ☐ Drill 檔案正確
 - ☐ BOM 完整
 - ☐ PnP 檔案正確
 - ☐ 製造工藝註記完整
 - ☐ 阻抗要求註明
-

五、與廠商溝通

報價要素

- 板數量
- 板尺寸
- 層數
- 厚度
- 銅厚
- 表面處理
- 特殊製程 (HDI、阻抗、blind/buried via)
- 交期

文件交付

- Gerber + Drill
- 製造規範
- 阻抗計算
- 特殊要求

六、本章總結

✅ 您應該掌握：

- [x] PCB 設計步驟
- [x] 擺放與走線原則
- [x] 設計規則
- [x] 製造檔案輸出

下一章

04-?????.md