# 利 普 思 半 导 体

# 安装说明书

## — HPD 功率模块 —

## V2.1

# 目录

1. 产品简介 ..... 4

1.1. 产品特点 ..... 4

1.2. 电路图及外形图 ..... 4

1.3. 详细尺寸及针脚布局 ..... 5

2. 使用时的注意事项 ..... 6

3. 安装指导 ..... 6

3.1. 推荐的安装步骤 ..... 6

3.1.1. 将驱动板安装至HPD功率模块 ..... 7

3.2. 驱动板 ..... 9

3.3. 压接 ..... 10

3.3.1. 压接引脚 ..... 10

3.3.2. 压接引脚安装 ..... 11

3.3.3. 附加PCB加固 ..... 13

3.4. 散热系统准备 ..... 13

3.4.1. 散热器 ..... 13

3.4.2. 密封圈 ..... 14

3.4.3 冷却液 ..... 17

3.5. 安装模块至散热器 ..... 17
3.5.1. 散热器螺钉安装参数 ..... 17
3.5.2. 散热器螺钉拧紧顺序 ..... 18
3.6. 安装模块至母排 ..... 19
3.6.1. 功率端子安装扭矩 ..... 19
4. 存储与运输 ..... 20

# 1. 产品简介

## 1.1. 产品特点

- 低杂散电感
- 高功率密度
- 标准外壳
- 高性能$Si_3N_4$ AMB
- 内置热敏电阻
- 直接冷却pinfin底板
- Press-FIT 连接技术
- 高可靠性环氧树脂灌封

## 1.2. 电路图及外形图

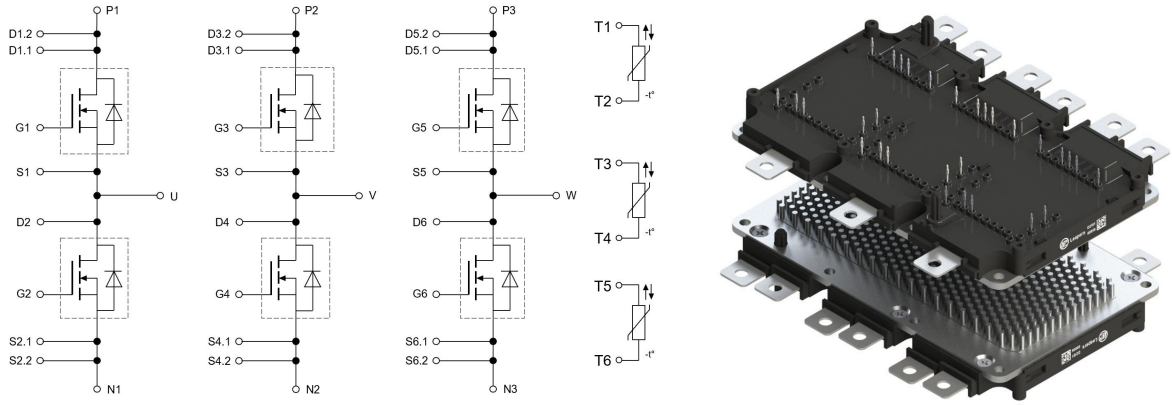



图1: 电路拓扑图与外形图

## 1.3. 详细尺寸及针脚布局

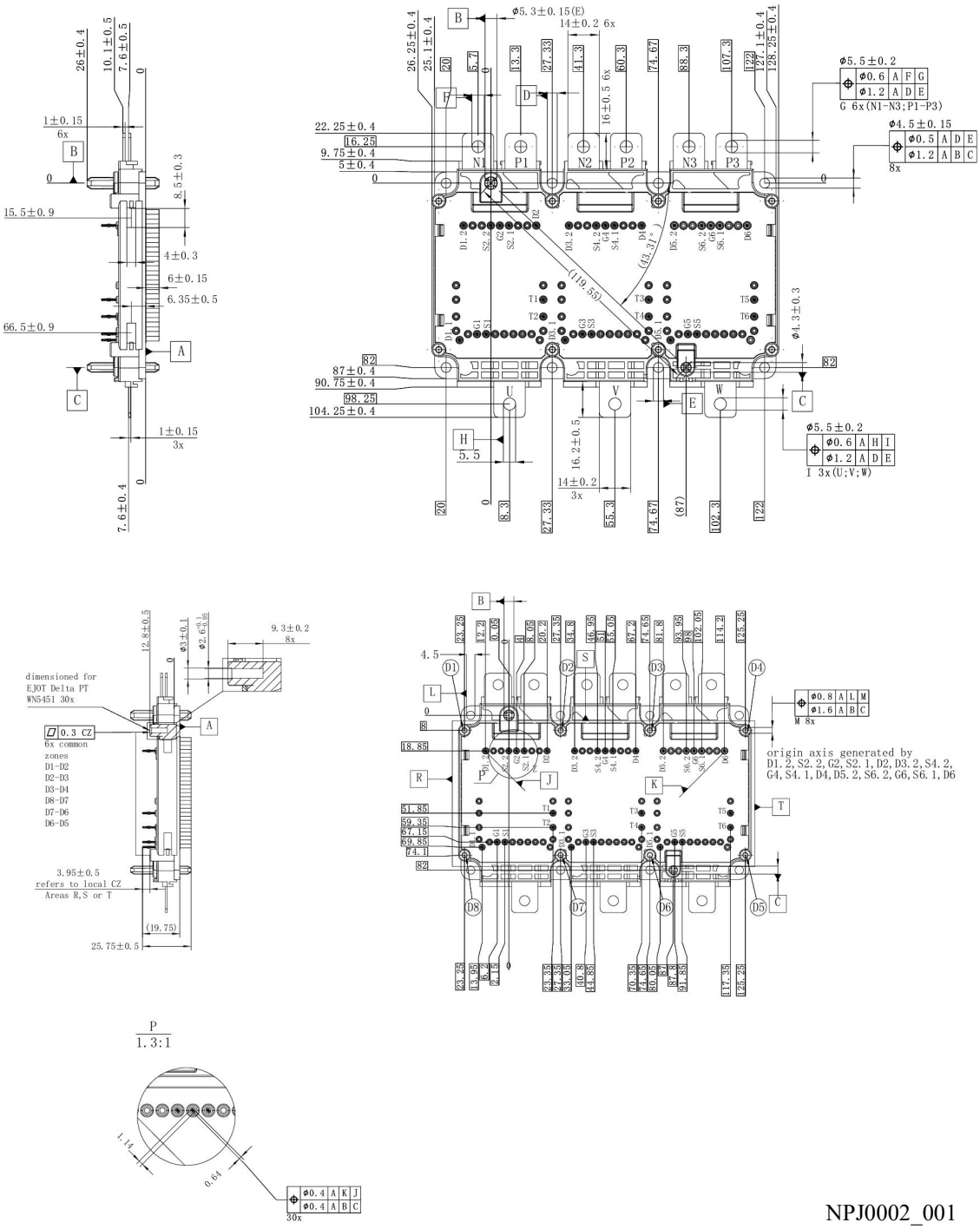



图2：Pin configuration & housing

## 2. 使用时的注意事项

IGBT和MOSFET的栅极氧化层厚度只有几十纳米，对静电放电ESD较敏感。ESD可能导致IGBT或MOSFET模块过早损伤甚至损坏。为了防止IGBT或MOSFET模块过早损伤或损坏，交付的产品均采用适当的防静电包装。安装或拆卸模块时，应在具备ESD防护的环境中操作。详情请参考IEC 61340-5-1、ANSI/ESD S20.20等ESD安装准则。ESD标志如图3。




图3：静电放电标志

## 3. 安装指导

### 3.1. 推荐的安装步骤

将模块安装到散热器时，模块可能因散热器平面度和螺钉扭矩等因素而发生变形。由于引脚位置公差对PCB组装很重要，建议先将PCB压接在模块上，然后将模块安装到散热器上。为了避免对PCB造成不必要的机械应力，将功率模块安装到散热器后，应使用螺钉将PCB固定在模块上。安装主要包括以下步骤：

- 将PCB定位至HPD功率模块
- 将模块压入PCB
- 将密封胶圈安装到散热器上
- 将安装PCB的模块装在散热器上
- 用螺钉固定PCB到模块上
- 固定模块端子到母排端子上

注意：当选择自攻螺钉固定PCB到模块时，建议在压接PCB后安装自攻螺钉。

### 3.1.1. 将驱动板安装至HPD功率模块

焊接完成后，建议进行机械安装以消除模块与PCB之间的应力。可通过模块上的8个PCB安装支架，使用自攻螺钉将PCB固定于模块（如图4），从而消除应力，提高系统可靠性。

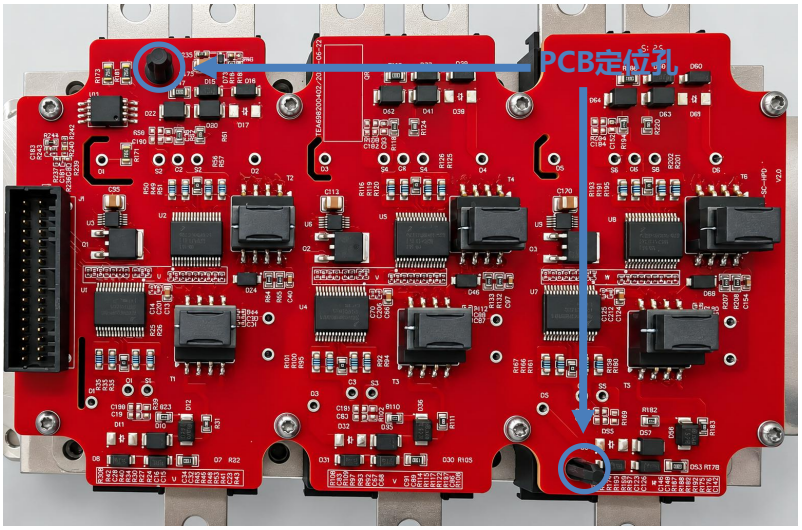



图4：模块PCB定位

利普思建议使用自攻螺钉，如下图所示。推荐型号：EJOT Delta PT WN5451 30×10（需确保自攻螺钉旋入HPD-SiC功率模块PCB固定孔的有效螺纹长度为6～10 mm，可根据PCB厚度适当调整）。

自攻螺钉应竖直落座（如图5），落座与紧固参数请参考表1，保证固定孔内形成稳定的螺纹且固定孔不会开裂。

推荐自攻螺钉安装顺序：D2→D6→D3→D7→D4→D8→D1→D5。驱动板安装孔位置如图2。

建议电动螺丝刀的扭矩设置曲线如图 6，推荐安装参数如表 1。

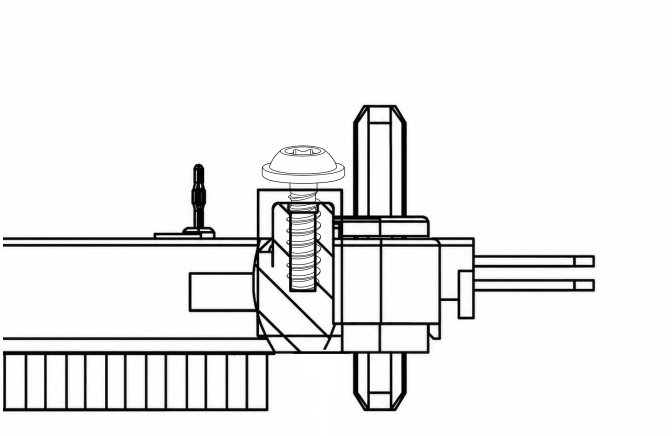


图5：自攻螺钉安装示例

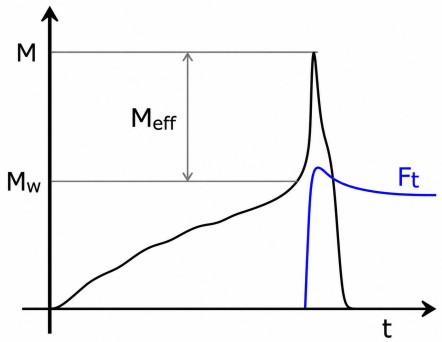



图6：建议电动螺丝刀的扭矩设置曲线

| | | 单位 | Min. | Typ. | Max. | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 落座扭矩 | N·m | 0.4 | 0.45 | 0.5 | 基于2mm厚PCB与指定螺钉，推荐紧固速度为50 rpm，紧固扭矩允许误差为±10% |
| 2 | 紧固扭矩 | N·m | | 0.90 | | |
| 3 | 落座速度 | rpm | 400 | - | 600 | 不推荐速度低于200 rpm |
| 3 | 攻丝长度 | mm | 6 | | 9 | |

表1：推荐安装参数表

## 3.2. 驱动板

客户选用的PCB推荐采用化学镀锡的标准FR4板。PCB制造工艺可参考IEC 60352-5和IEC 60747-15，材料应符合IEC 60249的相关要求。PCB过孔截面如图7。

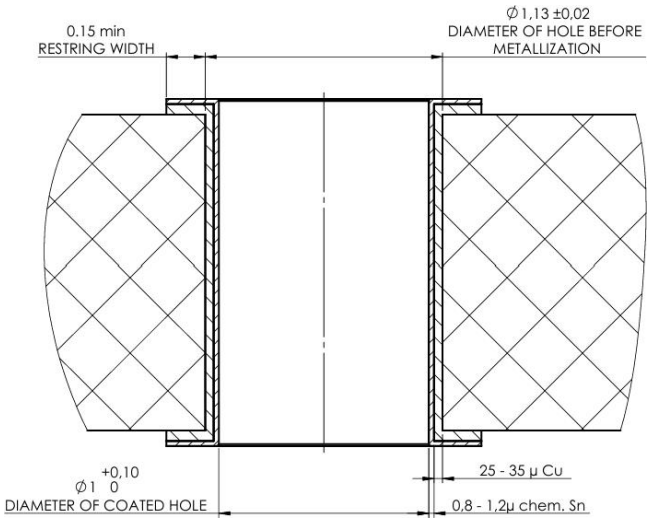



图7：PCB过孔横截面

注意：该直径为采用压接工艺时的端孔直径。若客户采用焊接工艺，推荐直径为 1.55±0.05 mm。

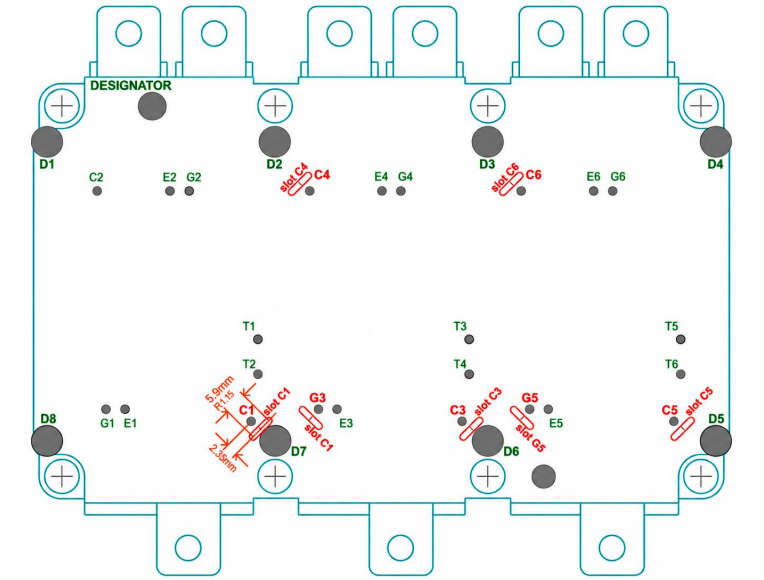



图8：PCB开槽消解应力示意图

实际安装PCB中，必然存在PCB应力。客户可根据需求在PCB上开槽，释放应力。推荐PCB开槽位置如图8。

焊接过程中，应确保焊接可靠牢固，同时避免因温度过高或焊接时间过长而损坏驱动板或HPD功率模块外壳。根据IEC 60068-2相关要求，焊接峰值温度不得超过245 °C，最长焊接时间应 ≤5s。

## 3.3. 压接

### 3.3.1. 压接引脚

Leapers Semiconductor HPD 模块所用的压接引脚符合严格的压接标准，可采用压接或焊接方式进行连接，使用灵活。压接引脚如图9。

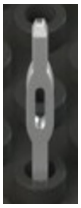


图9：利普思模块压接引脚

为保证连接可靠性，不建议对已多次进行压接工艺的模块和PCB重复使用。对于已更换过两次模块的PCB，以及已压接过一次的模块，建议后续采用焊接方式连接以提高连接可靠性。

### 3.3.2. 压接引脚安装

HPD模块与驱动PCB之间的压接连接通常采用肘杆式压机或专用设备完成。建议使用可控制压力值、压入行程及压入速度的专用设备，以确保良好的效率和压接质量。

上下工装的设计应确保HPD模块及驱动PCB上的易损部件（如PCB上焊接的电子元器件、板载其他易损件及模块引脚）不会承受过大的应力而导致损坏。

推荐压接流程如下：

1) 对准压机，确保工装上、下部分相互垂直；

2) 将PCB和模块放入工装中，使用工装导板进行定位；

3) 通过向下移动工装上部分，将模块的压接引脚压入PCB。

**推荐压入速度：**

根据IEC 60352-5标准，压入速度不应低于25 mm/min，最大不超过500 mm/min；推荐压入速度为100 mm/min。速度过低会增加插入力并导致引脚变形。

**推荐压力值：**

只有每个引脚所受压接力达到50～80 N时，压接才算完成（具体数值可能因驱动PCB孔径及金属镀层厚度而异）。利普思建议典型压接力为每引脚50N，最大不超过80N。例如，对于HPD 30-pin模块，推荐典型压接力为1.50KN，最大不超过2.40KN。推荐每个引脚的压接参数如表2。

| | 单位 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|
| 压入速度 | mm/min | >25（符合IEC60352-5认证要求） | | |
| 每引脚典型压接力 | N | | 50 | <80 |
| PCB温度（TG） | ℃ | | 125 | |

表2：每个引脚的压接参数

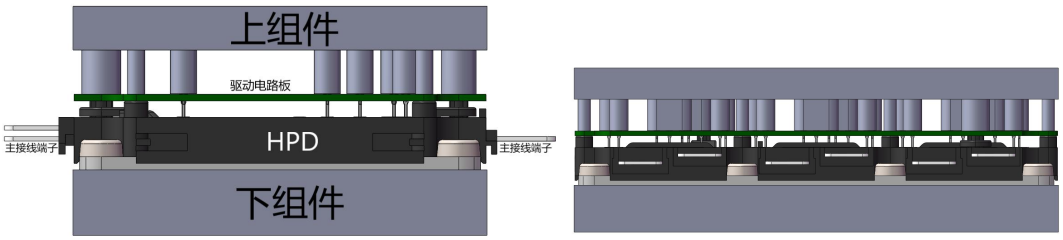



图10:肘杆式压力机压接侧视图与正视图

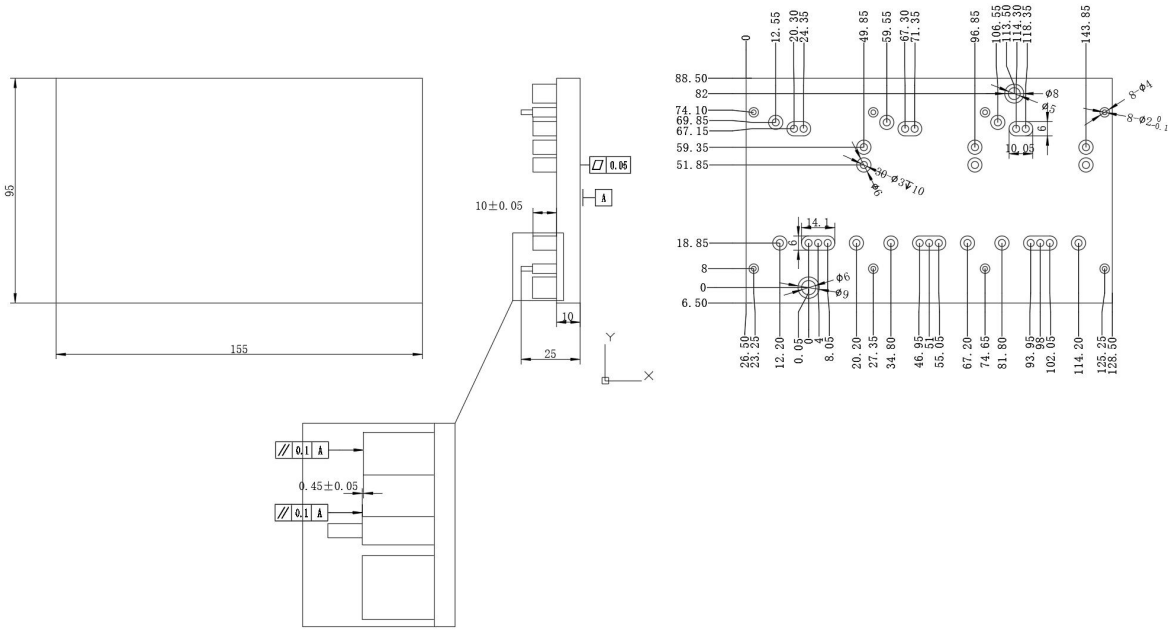



图11：肘杆式压力机上组件示意图

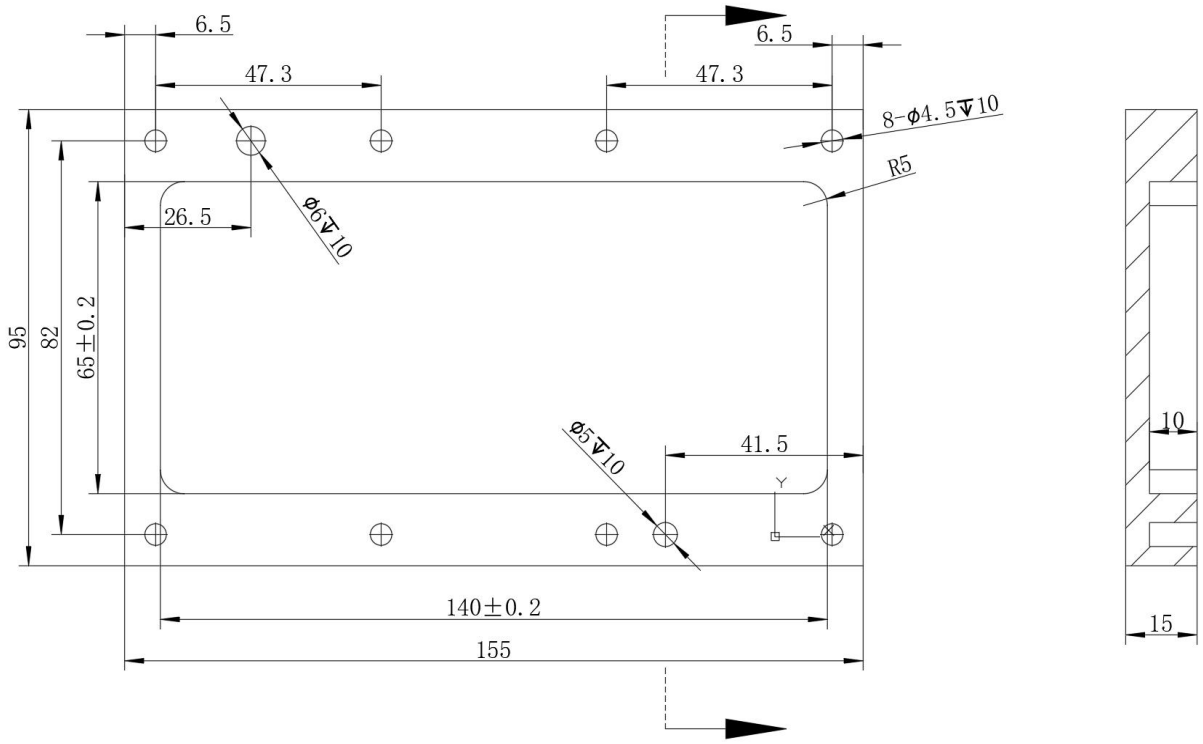



图12：下组件示意图

### 3.3.3. 附加PCB加固

建议采用机械方式消除模块与PCB之间的应力。可以利用自攻螺丝或类似的紧固方法，通过模块上的8个PCB安装支脚，将PCB固定到模块上，以消除应力。

## 3.4. 散热系统准备

散热器必须把模块产生的功率损耗散出，以保证模块的工作温度不超过数据手册规定的最大值。因此，散热器的设计对模块的稳定运行尤为重要。

HPD底板采用直接水冷设计，底板采用纯铜并镀镍，适用于纯水/乙二醇混合冷却液等工况。

### 3.4.1. 散热器

散热器的材质应与HPD模块的镀镍铜底板具有良好的兼容性，并具有一定的机械强度和防腐蚀能力。推荐的材质如6060 T6或AlMgSi0.5等。

散热器的设计要求：

表面粗糙度：Ra≤6.3；

平面度：≤50 μm；

根据客户的实际需求选择独立式或一体式HPD模块散热器，独立式HPD散热器如图13。一体式散热器直接和控制器外壳融为一体。设计控制器外壳时，可根据HPD模块尺寸同步设计散热器，加工后实现一体成型。



图13：独立式HPD散热器例图

### 3.4.2. 密封圈

考虑到漏液对系统的严重威胁，合适的密封圈对水冷散热系统非常关键。功率模块底板围绕整个针翅设计有 6.5 mm 宽的平面区域（如图 14）。结合 4 mm 厚的密封圈槽，以及密封区域定位和冷却系统对准误差小于 ±1 mm 的条件，可以实现良好密封。如客户为了更便于组装并获得更高的稳健性裕度，可以采用单密封圈。密封圈材质应具有良好的耐热、耐老化、耐腐蚀、耐热水等性能，并富有弹性和一定的机械强度。推荐使用EPDM-70或性能相近的材料。图15为科德宝EPDM70密封圈，样品编号为

YA-15070-E7061；图16为特瑞堡密封圈，样品编号为C-YAWC000080E7558。

注意：如果将密封圈错误安装在冷却器槽内，可能导致功率模块底板变形或密封不足，并进一步造成冷却液泄漏。错误装配后无法维修或返工。

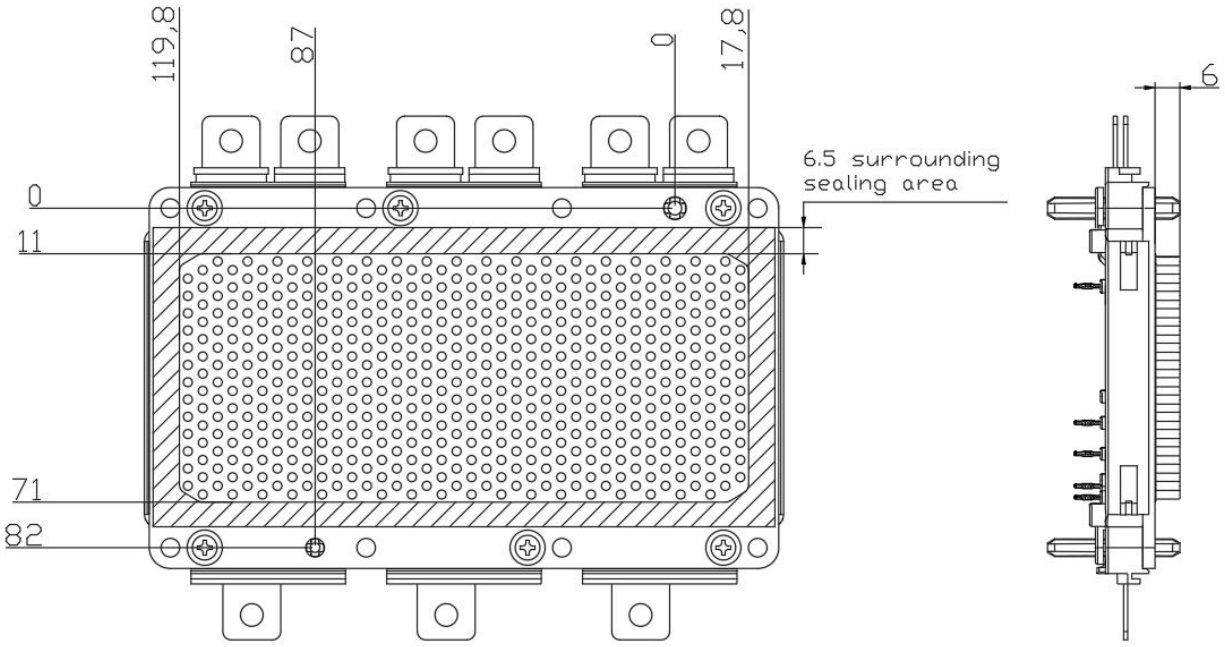



图14 针翅周围宽度为 6.5 mm 的密封区域

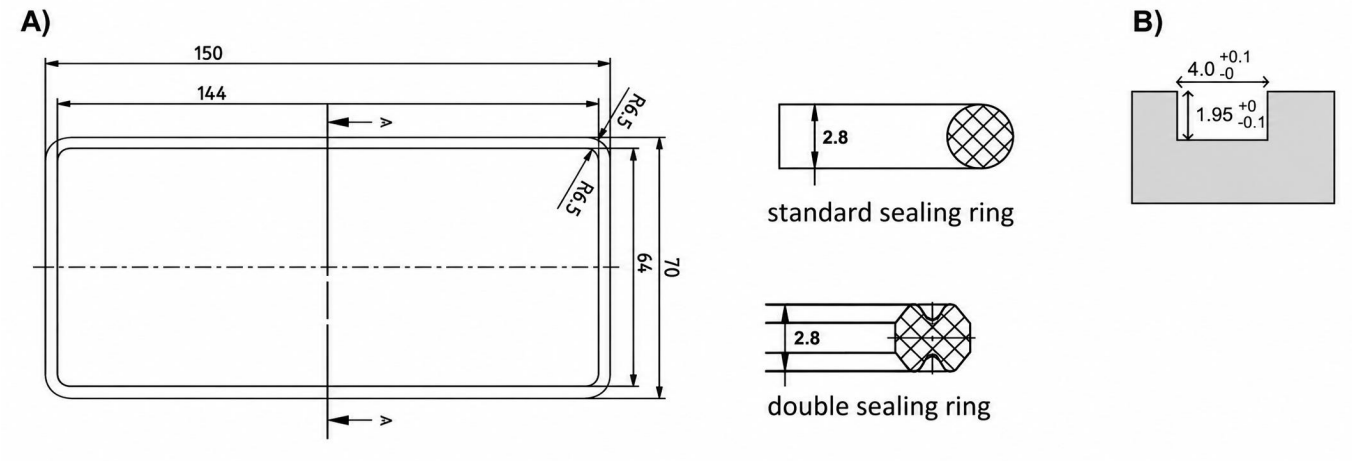



图15：EPDM 70样品 O 形密封圈（A）及冷却器中对应的密封槽尺寸（B）

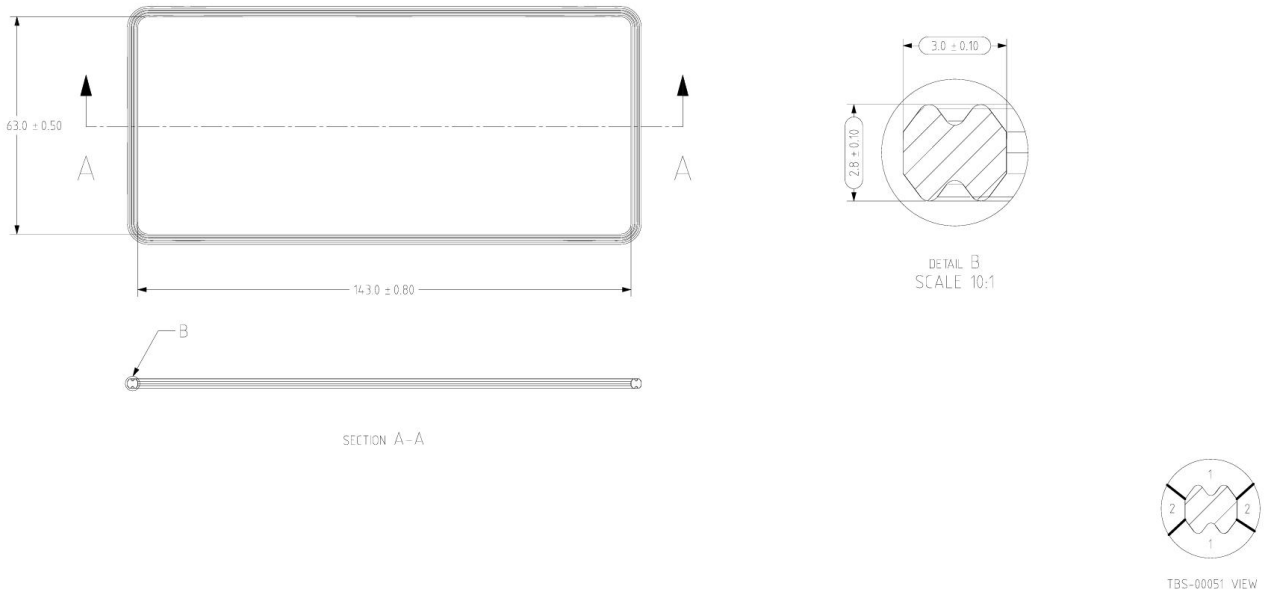



图16：特瑞堡C-YAWC000080E7558

### 3.4.3 冷却液

功率模块只是整个冷却系统中的一个部件，针对冷却液无法给出通用建议。可参考如下要求：

- 冷却液及其防腐保护体系必须与铝制冷却器材料以及模块铜镀镍底板相容。
- 冷却系统中的其他部件也必须与冷却液类型相容。例如，避免使用锌制螺钉和镀铬部件。
- 冷却液混合比例必须能够满足应用条件下的防冻要求，必须避免冷却液冻结。冻结会导致功率模块底板发生形变，并可能造成冷却液泄漏和/或绝缘失效。

**注意：**应避免使用与防腐保护体系或模块不相容的冷却液。如图17所示，使用自来水作为冷却液会导致散热器和模块针翅腐蚀、污染。

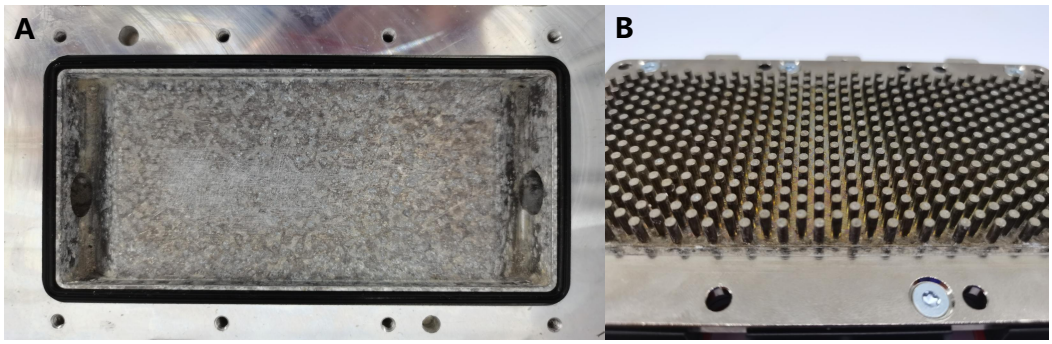



图17：自来水用作冷却水时对镀镍铜散热翅的腐蚀

## 3.5. 安装模块至散热器

### 3.5.1. 散热器螺钉安装参数

推荐使用M4×10 ISO 7380-2 A2或M4×10 ISO 7380-2 A2 TX螺钉，如图18。将模块底板固定在散热器上。表3所列安装参数基于AlMgSi0.5材质散热器。

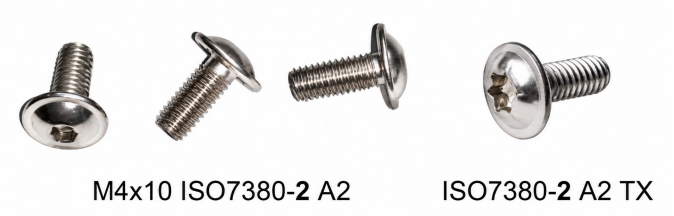



图18：推荐螺钉例图

| | 单位 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|
| 安装扭矩 | N·m | 1.8 | 2.0 | 2.2 |
| 安装速度 | rpm | | | 400 |
| 螺钉在散热器中有效长度 | mm | 6 | | |

表3：推荐底板紧固参数

注意：安装扭矩需根据散热器的强度确定。

### 3.5.2. 散热器螺钉拧紧顺序

拧紧顺序：B2→B6→B3→B7→B4→B8→B1→B5。螺钉安装位置如图19。

建议先按上述顺序以0.5 N·m预紧螺钉，再按相同顺序以2.0 N·m紧固；必要时按相同顺序复核紧固扭矩。

注意：安装过程中应避免损坏密封区域镀层，确保针翅不发生机械变形，并防止镀层出现划痕。

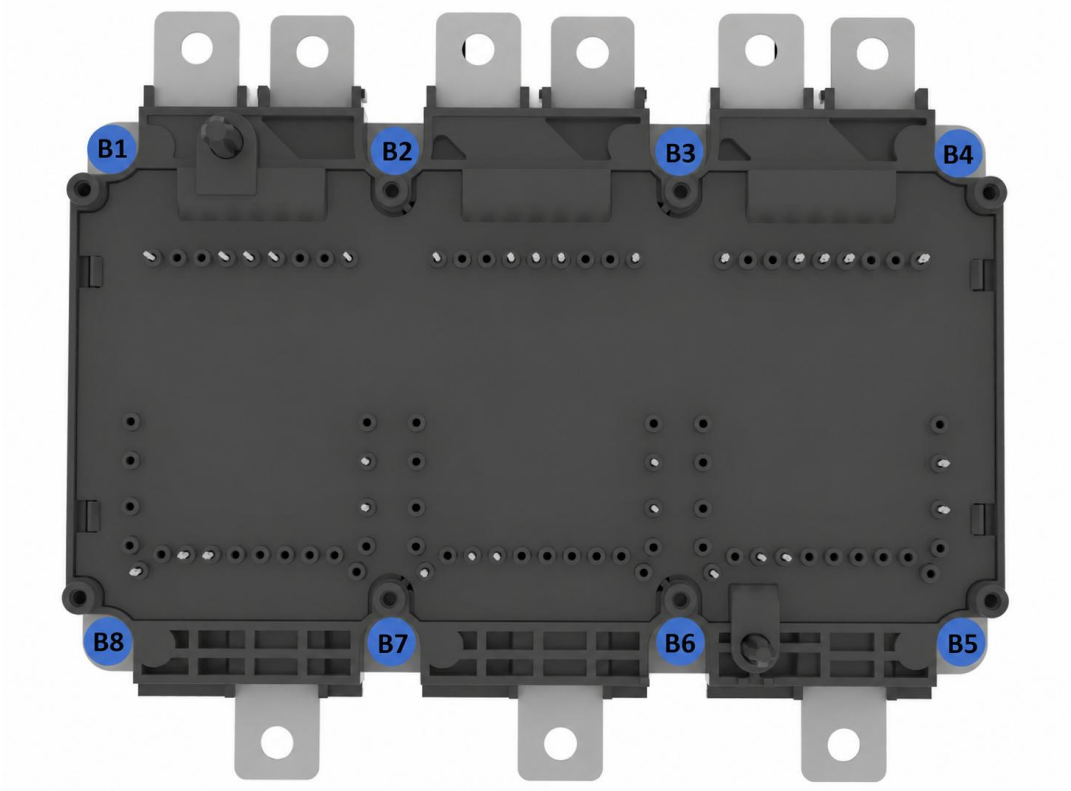



图19：散热器螺钉安装顺序示意图

## 3.6. 安装模块至母排

### 3.6.1. 功率端子安装扭矩

利普思半导体的功率端子为镀锡的铜排，适合螺钉安装和焊接。推荐使用以下连接方式：M5或M4 ISO 7380-2-A2-(TX)螺钉及对应压铆螺母；或M5 ISO 7380-2-A2-(TX)螺钉与M5 ISO 6923螺母。推荐安装端子螺钉紧固参数如表4。

| | 单位 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|
| 安装扭矩 | N·m | 3.6 | 4.0 | 4.4 |
| 安装速度 | rpm | | | 400 |

表4：推荐安装端子螺钉紧固参数

尽管功率端子结构坚固，系统安装设计应确保施加在功率模块功率端子上的力尽可能小。利普思 HPD 功率模块在各方向所能承受的最大允许应力如图19所示。

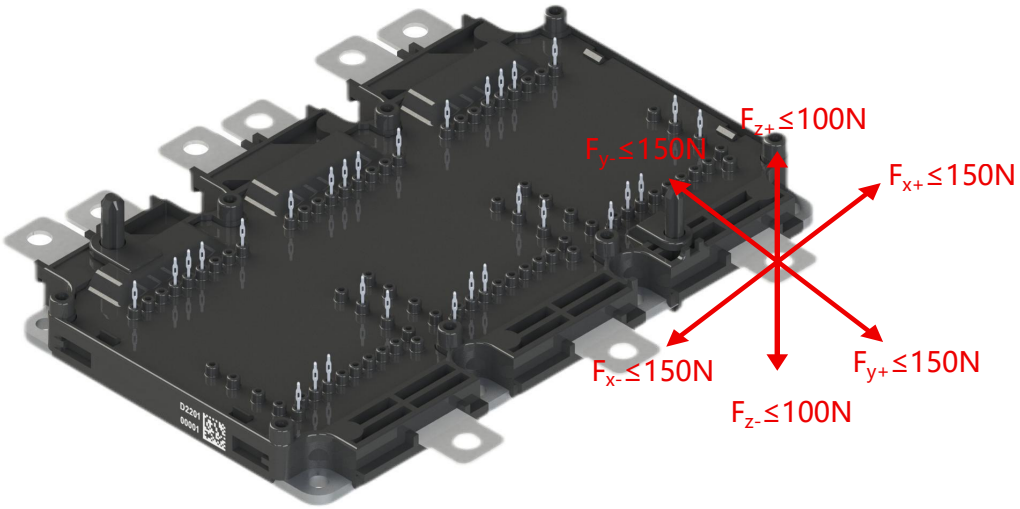



图19：模块在各方向所能承受的最大应力

注意：功率端子由铜镀锡制成，镀层可避免铜在功率模块生产到安装期间出现视觉变色和氧化。装配后，镀锡层不再具有上述防护功能，其接触电阻与未镀覆的纯铜功率端子相同。为了兼容螺钉式与压铆连接，镀层必须尽可能柔软。所以必然会出现划痕或冲压工艺导致的功率端子边缘未完全镀锡，上述情况不

影响产品性能或质量，不属于拒收范围。

## 4. 存储与运输

在运输和存储过程中，HPD模块应避免受到撞击及极端环境条件的影响。尽管这些模块可在高于数据手册规定温度下存放，但仍不建议如此操作。

应遵循EN60721-3-1规定的存储条件，最长存储期限为2年。

若HPD模块在推荐条件下存储，则组装前无需进行预干燥处理。

**关于本文档：**

本文档为无锡利普思半导体有限公司生产的HPD功率模块安装手册。

**警告：**

利普思HPD功率模块可能含有对环境有害的元素或物质。不当处置可能造成不必要的环境污染。如需更多信息，请联系无锡利普思半导体有限公司的销售代表。

**免责声明：**

无锡利普思半导体有限公司生产的HPD功率模块适用于数据手册/说明书中所述的常规应用场景。若客户拟将其用于非常规应用，如航空航天、生命关键医疗设备等，须在使用前咨询无锡利普思半导体有限公司并获得公司批准。因未经授权用于非常规应用而引发的一切责任由客户自行承担。

本安装手册所提供信息仅为利普思HPD功率模块的安装和使用建议，不得视为无锡利普思半导体有限公司的承诺或保证。

无锡利普思半导体有限公司声明，对本安装手册所载信息不作任何形式的保证或担保，且对其中所含信息不承担任何责任，包括但不限于不侵犯任何第三方知识产权的保证。

有关产品、技术、交货条款、价格等更多信息，请联系无锡利普思半导体有限公司销售代表（sales@leapers-power.com）。

无锡利普思半导体有限公司保留更新本安装手册的权利，版本更新恕不另行通知。

## 5. 版本历史

| 版本 | 修改内容 | 时间 | 修改人 | 审核人 |
|---|---|---|---|---|
| V1.1 | 初版创建 | 2022.08 | Jerry.Lu | - |
| V2.0 | 修改部分安装参数 | 2024.07 | Reking.Jia | Jerry.Lu |
| V2.1 | 重新修订 | 2026.10 | Reking.Jia | |
| | | | | |