

The logo for HKPC, featuring the letters 'HKPC' in a bold, blue, sans-serif font. A registered trademark symbol (®) is located at the top right of the 'C'. The logo is positioned in the upper left quadrant of the slide, with a blue diagonal line extending from the top left corner towards it.

# 利用擴散焊接技術實現模具2.5D隨形 冷却水道的製造

彭泓博士

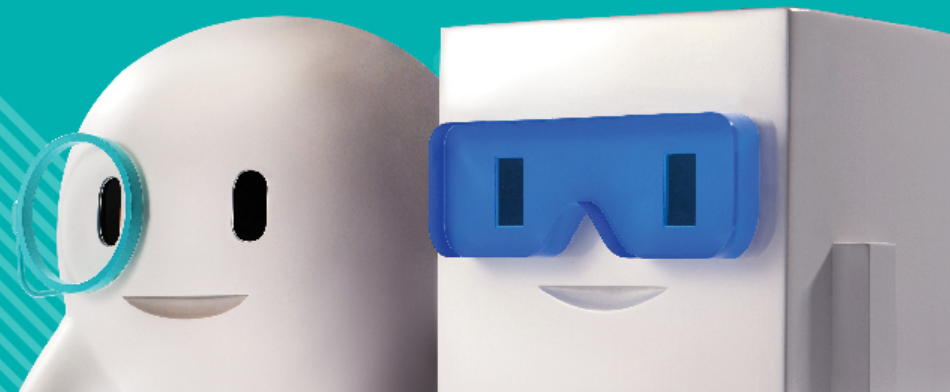
顧問

香港生產力促進局

電話：852-27885512

傳真：852-27885543

電郵：[wangpang@hkpc.org](mailto:wangpang@hkpc.org)



All-round Productivity Partner

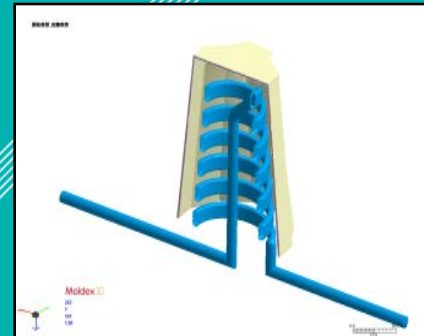
全方位企業伙伴

# 模具随形冷却技术 Conformal Cooling

因传统机械加工的限制，模具冷却运水的设计及制造只能局限于简单的形状，因而未能大幅缩短注塑成型的周期时间，改善注塑的固有缺陷

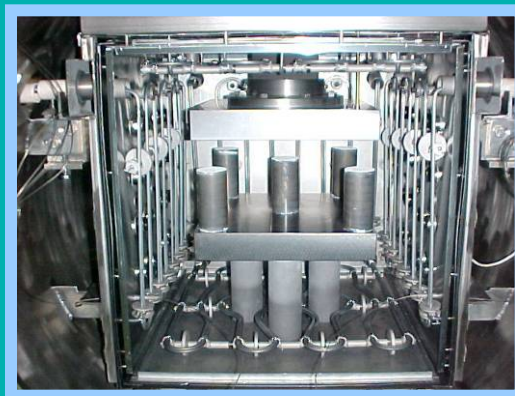
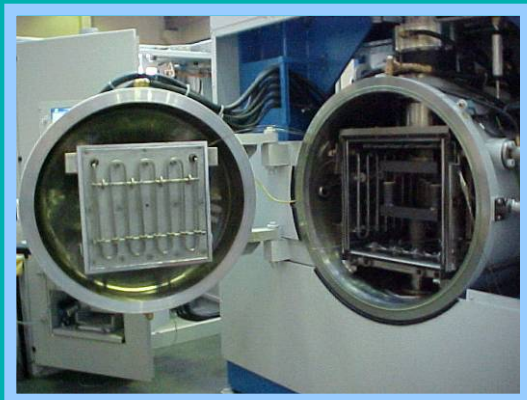
模具随形冷却水道的好处：

- 减除注射缺陷（如不均匀收缩及变形）
- 提升模具降温成效
- 缩短压铸或注塑周期
- 模具产能提升
- 减少复模及注塑机及外围设备数目

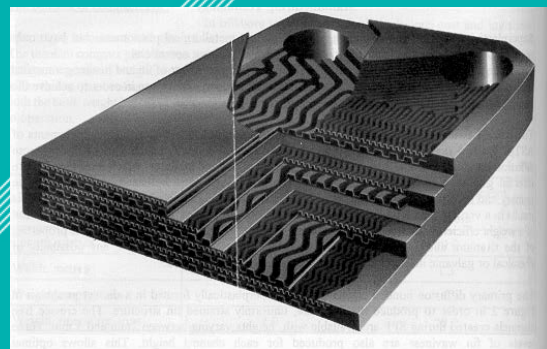
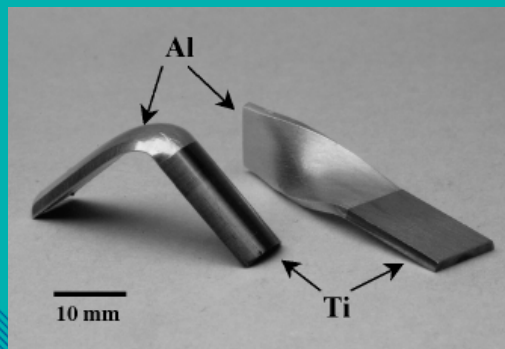


# 应用扩散焊接技术实现2.5D随形冷却水道

- 香港生产力促进局 (HKPC) 引入德国扩散焊接技术

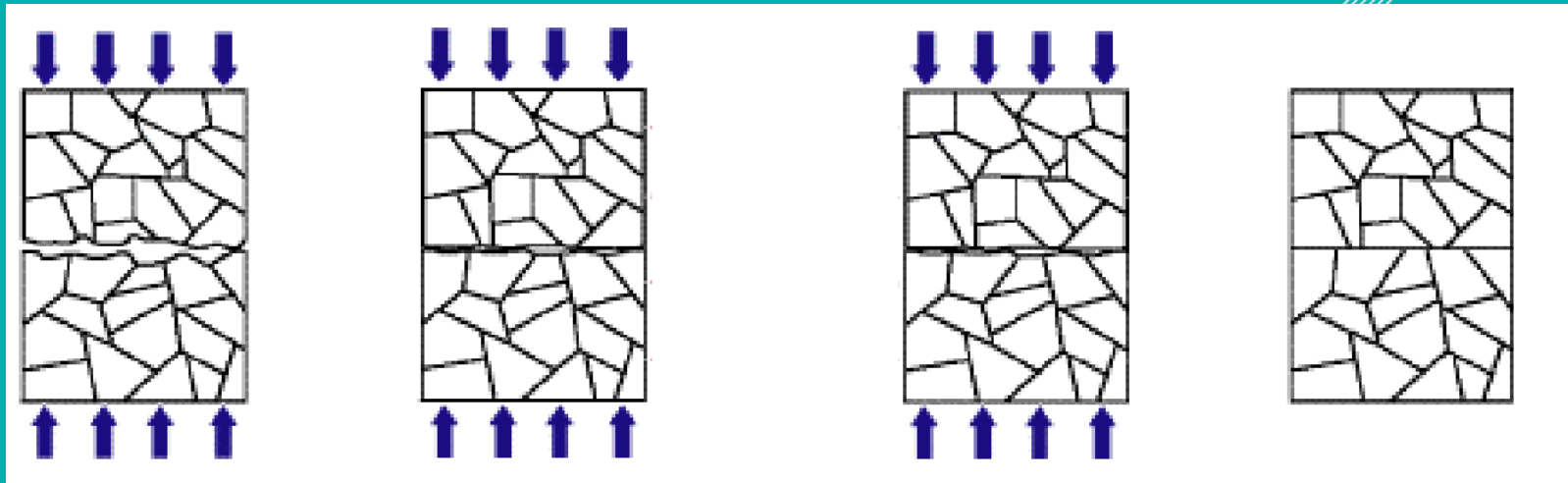


- 用于不同金属，或金属与陶瓷的焊接



# 扩散焊接简介及技术原理

- 于高温、高压及真空环境下之「固态焊接技术」
- 能应用于两片或以上之金属材料
- 接合面和施压方向须与模面垂直



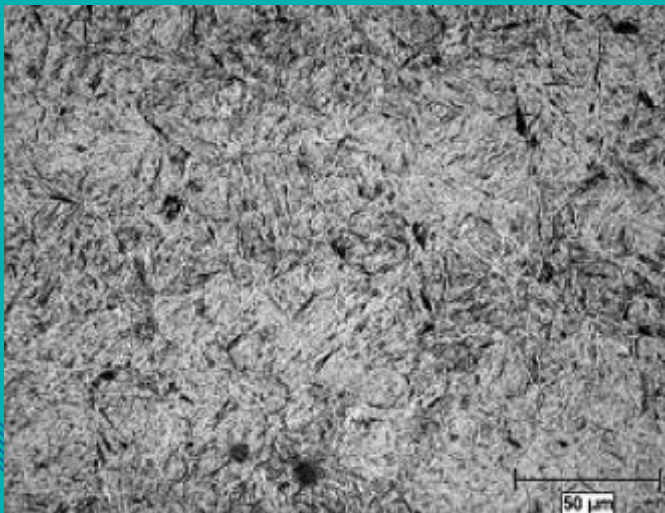
———▶ 压力 Pressure Exerted

# 扩散焊接简介及技术原理

Metal platelets are stacked

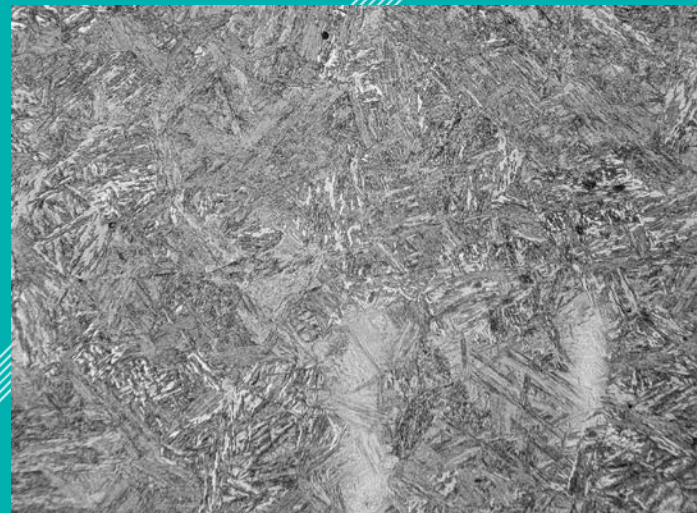
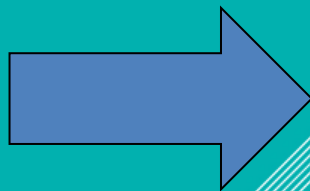
# 扩散焊接简介及技术原理

- 无须任何助焊剂粘剂
- 无熔合线
- 强度跟原材料接近



原材料(模具钢 P20)

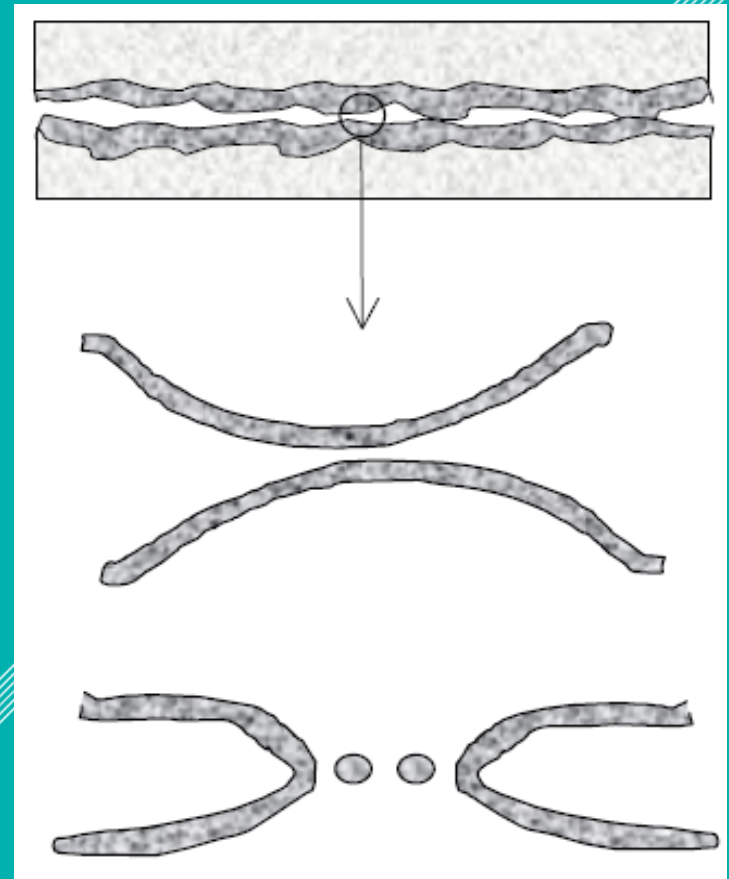
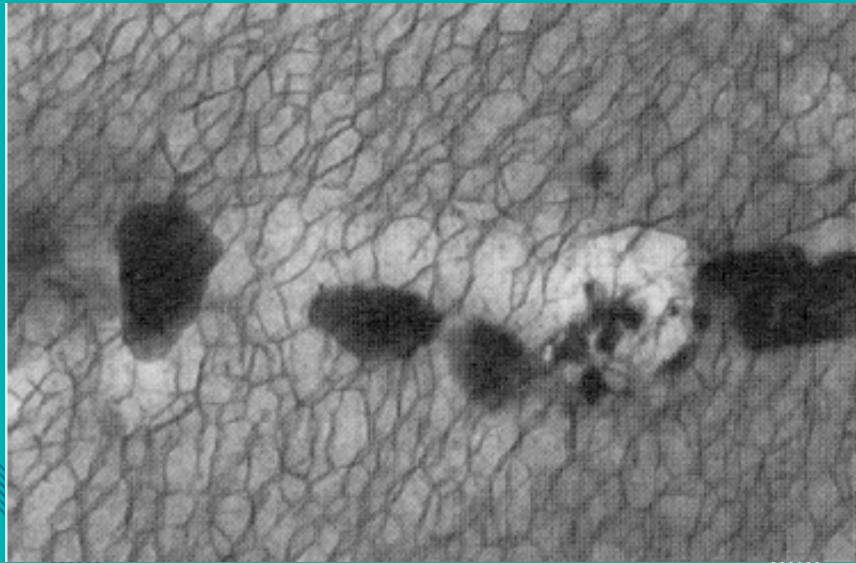
扩散焊接后



扩散焊接工件(模具钢 P20)

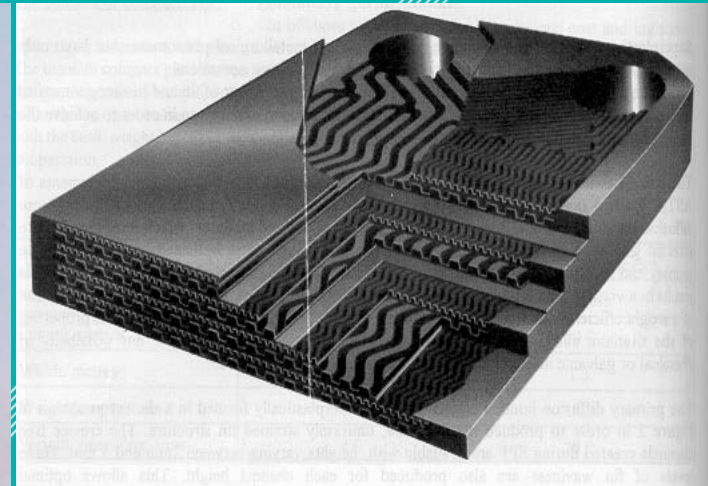
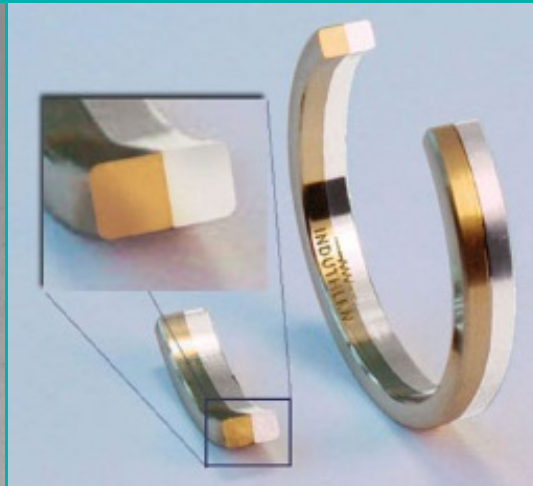
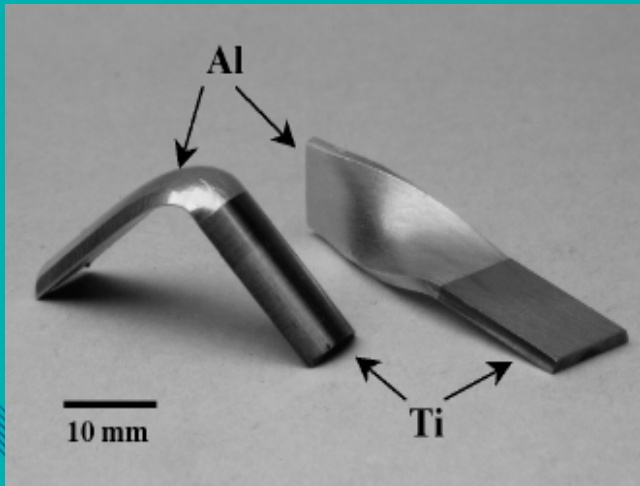
# 扩散焊接简介及技术原理

- 影响扩散焊接效果的因素
  - 表面光洁度
  - 表面的氧化物



# 扩散焊接简介及技术原理

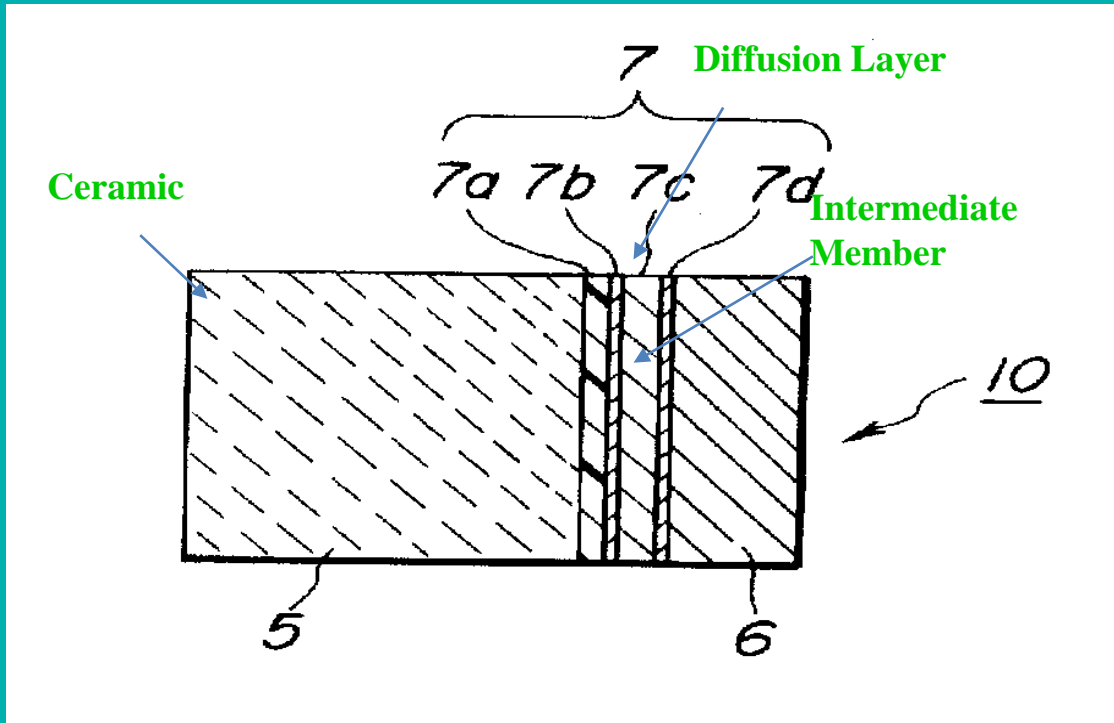
- 直接用于不同的金属，或金属与陶瓷的焊接



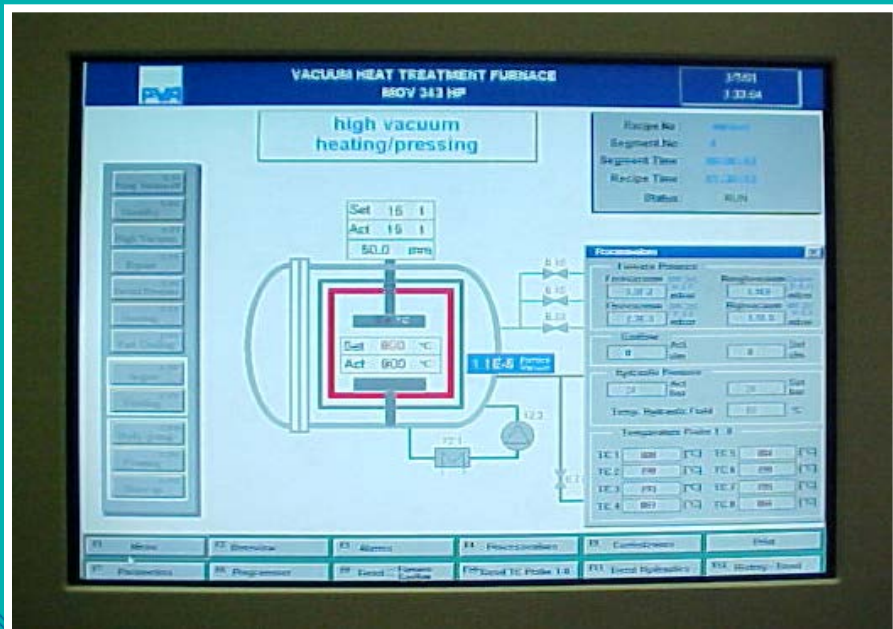


# 扩散焊接简介及技术原理

- 可用于不同金属，或金属与陶瓷的焊接  
Ceramic  $\leftrightarrow$  Silicon nitride- TiN  $\leftrightarrow$  Stainless Steel



# 扩散焊接简介及技术原理



最大温度 (1400 °C)  
最大压力 (150 Ton)  
真空 ( $1 \times 10^{-6}$  mbar)  
德国制造

# 扩散焊接技术在随形冷却水道上的应用

- 把扩散焊接技术应用于模具制作
- 对材质、成型参数、材质兼容性、强度等进行研发及评估

## 金相分析

- 确认熔合线完全消失
- 工件不会于焊接面重新断开

## 防漏测试

- 氦气压力测试
- 确认异形运水之密封性能

## 拉力测试

- 强度跟原材料无异

## 盐雾测试

- 透过盐雾侵蚀速度对比确认焊接面无应力效应

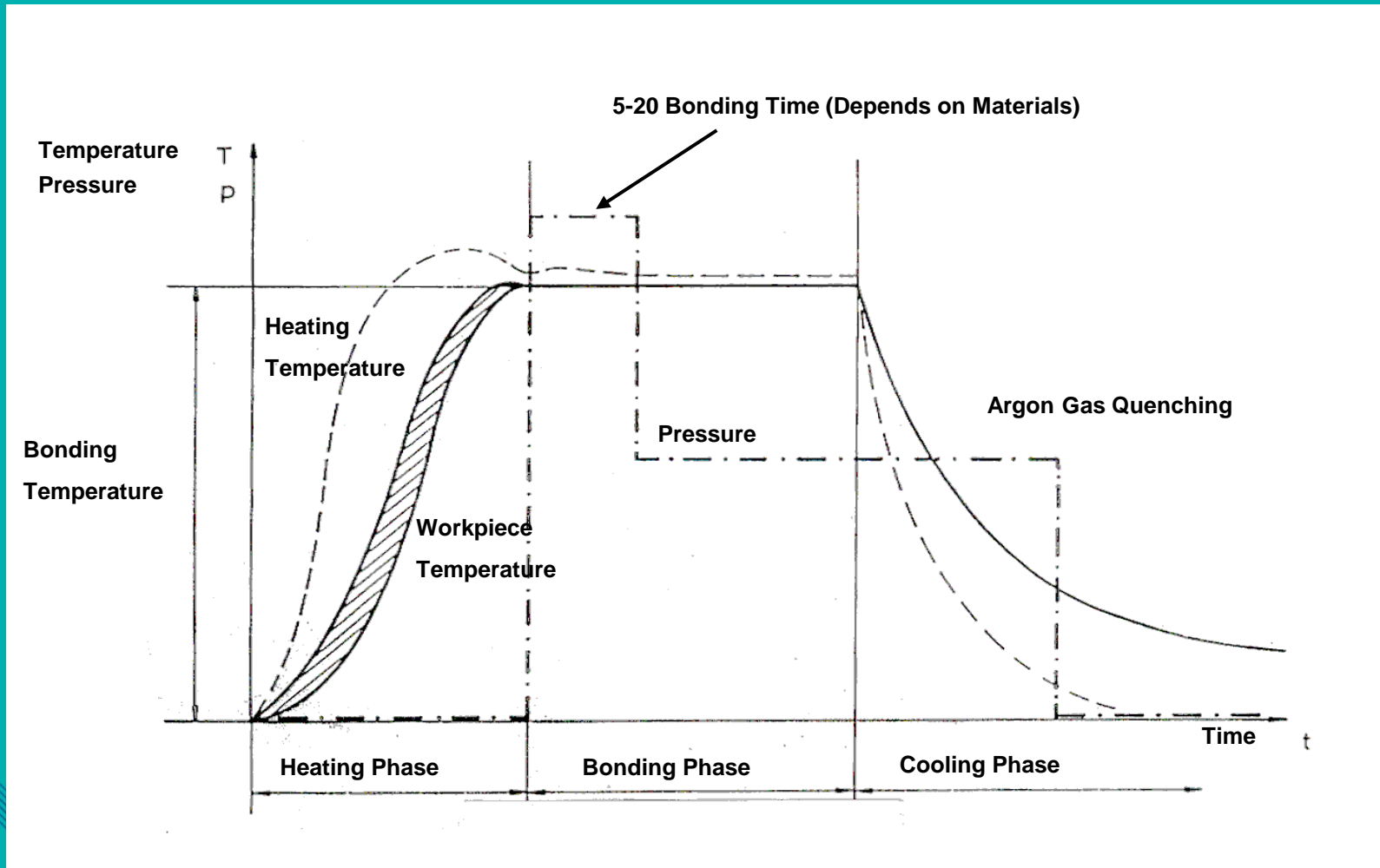
# 扩散焊接应用在随形冷却水道上的好处

- 成本相對低廉，每爐可同時焊接多組模芯
- 減除注塑缺陷 (如收縮及變形)
- 提升模具降溫成效
- 縮短注塑周期
- 模具产能提升
- 減少复模及注塑机及外围设备数目

# 扩散焊接技术成型参数

模具钢型号	AISI H13	AISI P20
温度(°C)	970	830
夹具压力 (N/mm <sup>2</sup> )	40	20
扩散焊接时间	15 小时	15 小时
总加工时间	18 小时	18 小时

# 扩散焊接技术成型参数



# 进行扩散焊接的工件要求

工件大小

**300mm x 300 mm x 175 mm**  
(最少厚度为**35mm**)

焊接面投影面积

最大为**30000mm<sup>2</sup>**

冷却道尺寸

异形运水最小**1.5mm**  
运水分隔最小**3.0mm**

高度补偿

**1 - 2%**

# 进行扩散焊接的工件要求

材质

钢、不锈钢、铝、铜等

硬度

HRC 15

焊接面  
光洁度

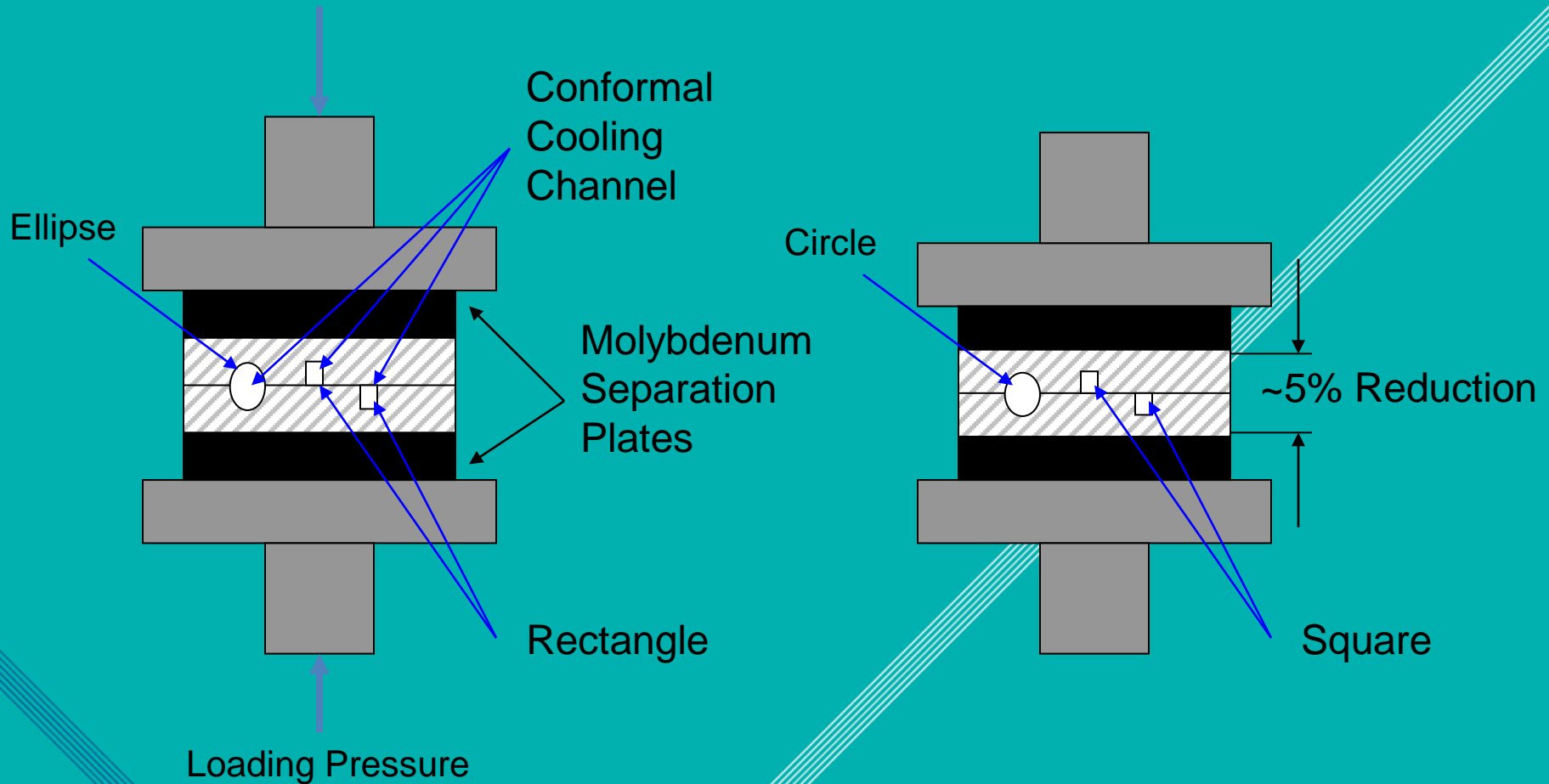
$Rz = 0.5-3.0\mu\text{m}$

焊接面  
其他要求

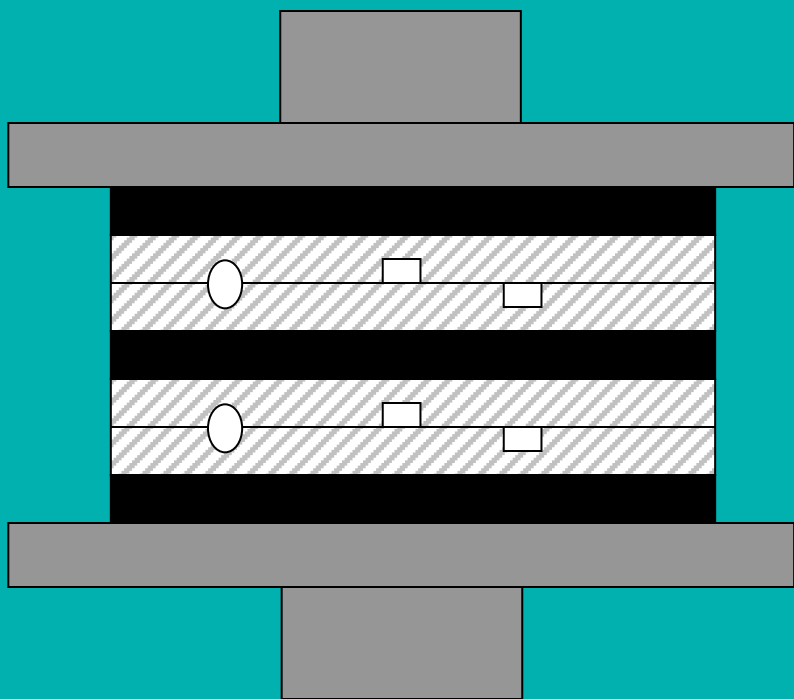
没有氧化物、杂质



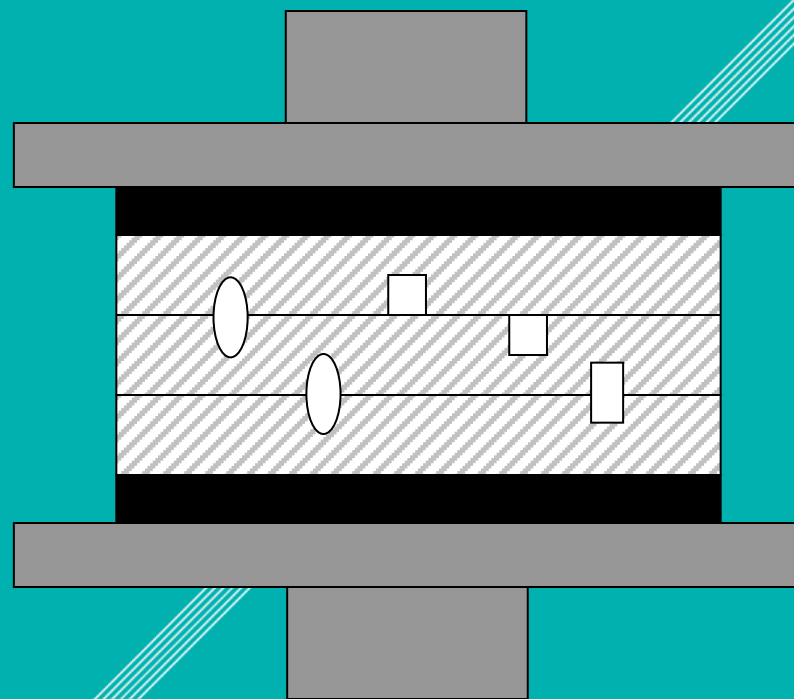
# 进行扩散焊接的工件要求



# 进行扩散焊接的工件要求



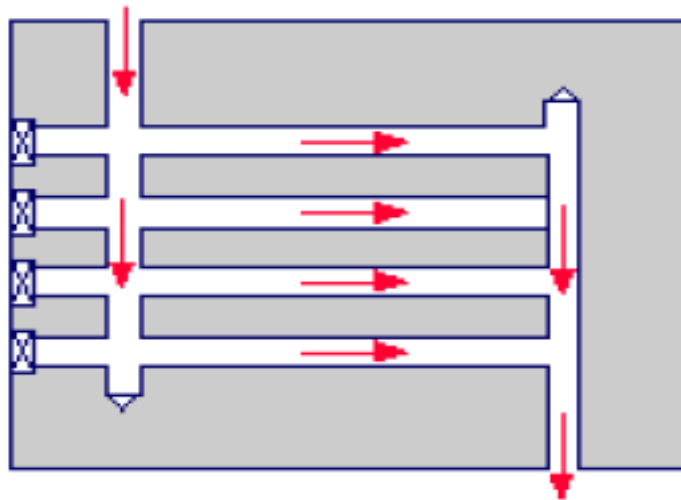
两套独立的焊接件



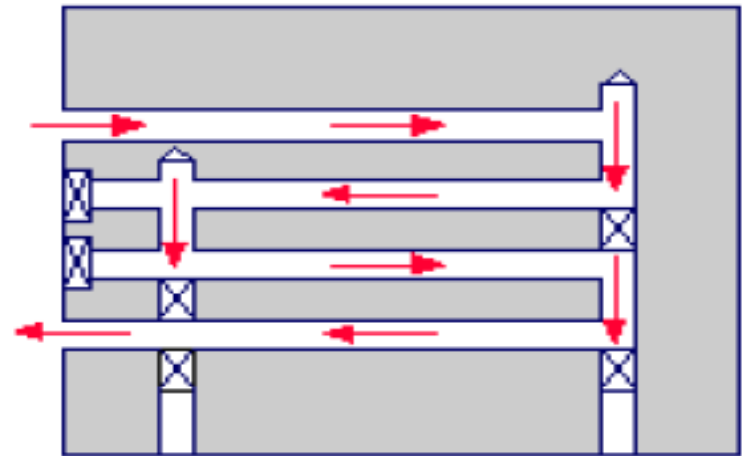
多层式结构

# 传统模具冷却流道之优点与限制

- 制作工艺简单 (钻孔及塞孔等工序)
- 纯水平/垂直冷却水道难以获得平衡之模具温度(迁就模具顶针位置)
- 冷却水容易泄漏 (公差问题)



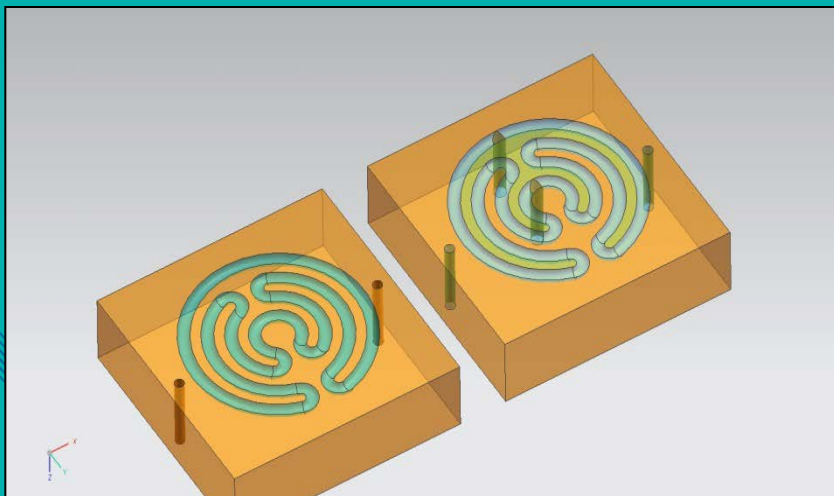
Parallel Cooling Channels



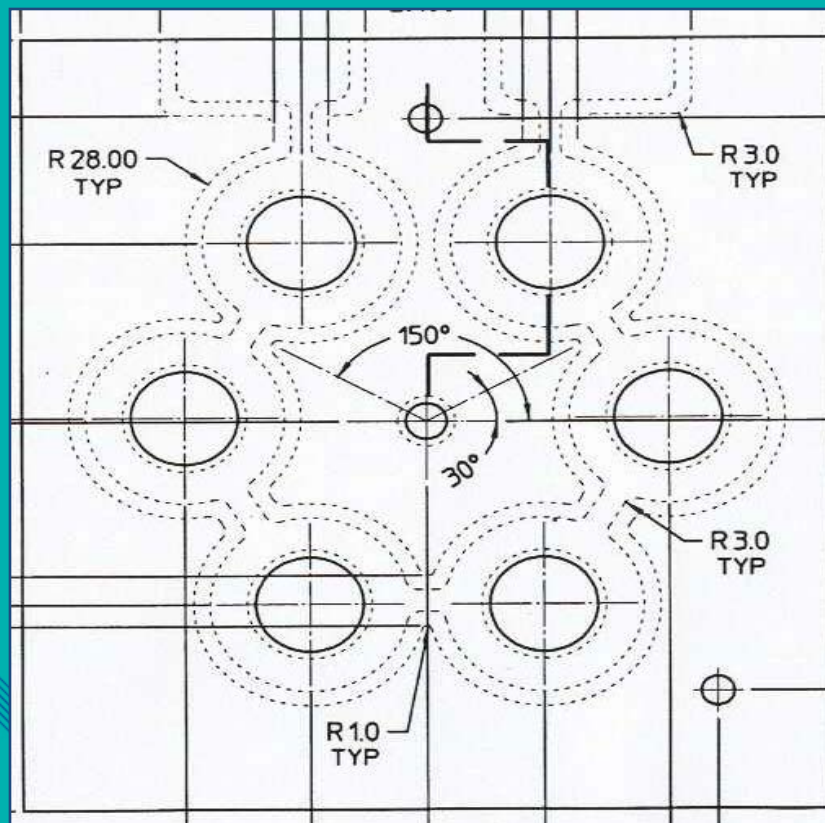
Serial Cooling Channels

# 扩散焊接技术实现2.5D随形冷却水道

- 大面积( $30000\text{mm}^2$ )焊接
- 减省大量钻深孔及塞孔工序
- 解决冷却水泄漏问题
- 于同一夹面上流道可随意设计



# 扩散焊接技术的优点与应用个案(1)



# 扩散焊接技术的优点与应用个案(1)

生产周期

15秒减至12秒 (↓ 20%)

变形

0.12 mm减至0.08mm (↓ 30%)

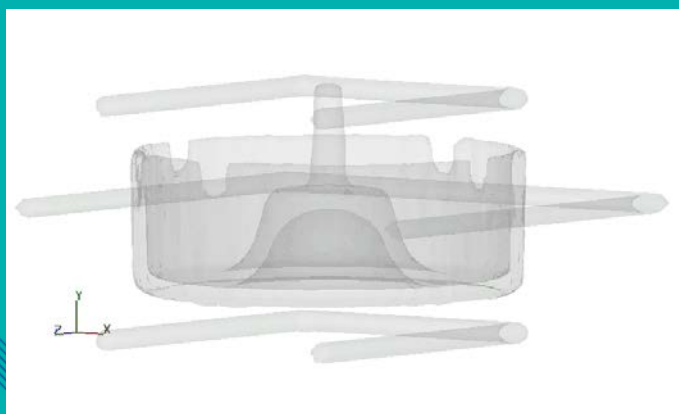
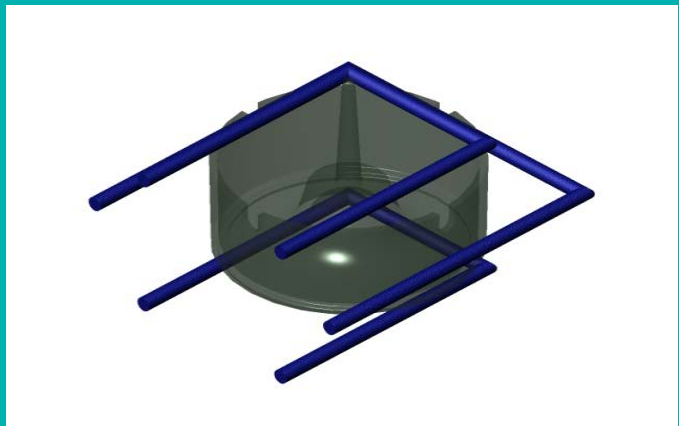
模具特点

1出6设计

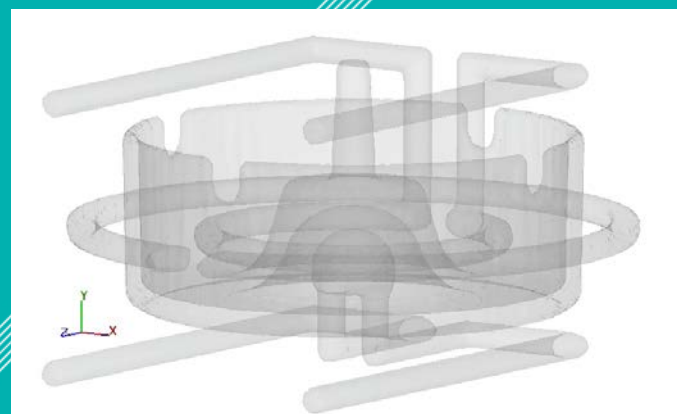
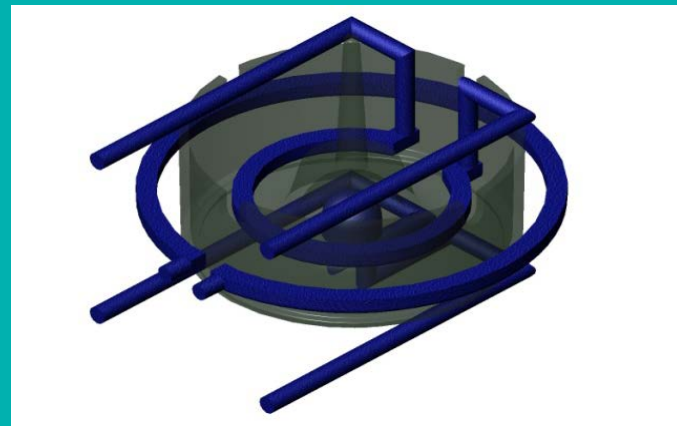
模具材料

AISI H13

# 扩散焊接技术的优点与应用个案(2)



(a)传统流道设计



(b)扩散焊接的流道设计

# 扩散焊接技术的优点与应用个案(2)

冷却时间

从30秒减少到18秒 (↓ 40%)

变形

0.2 mm减至0.16mm (↓ 20%)

模具材料

P20

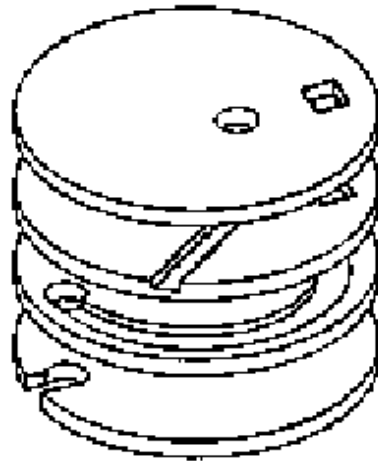


# 扩散焊接技术的优点与应用个案(3)

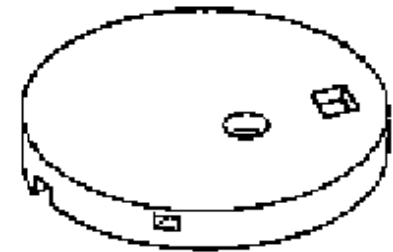
于工件表面  
加工水道



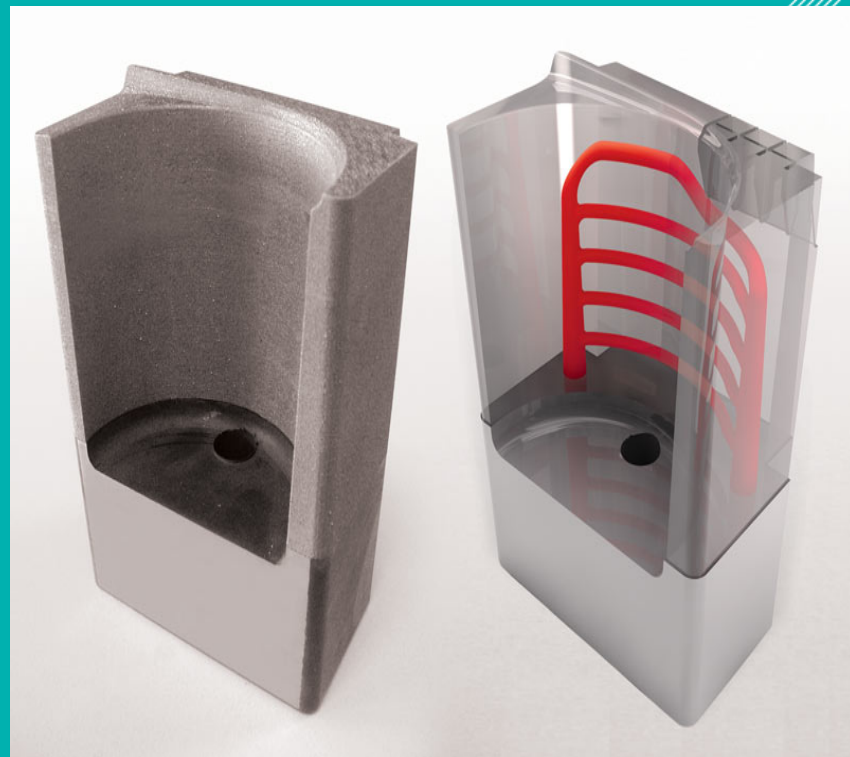
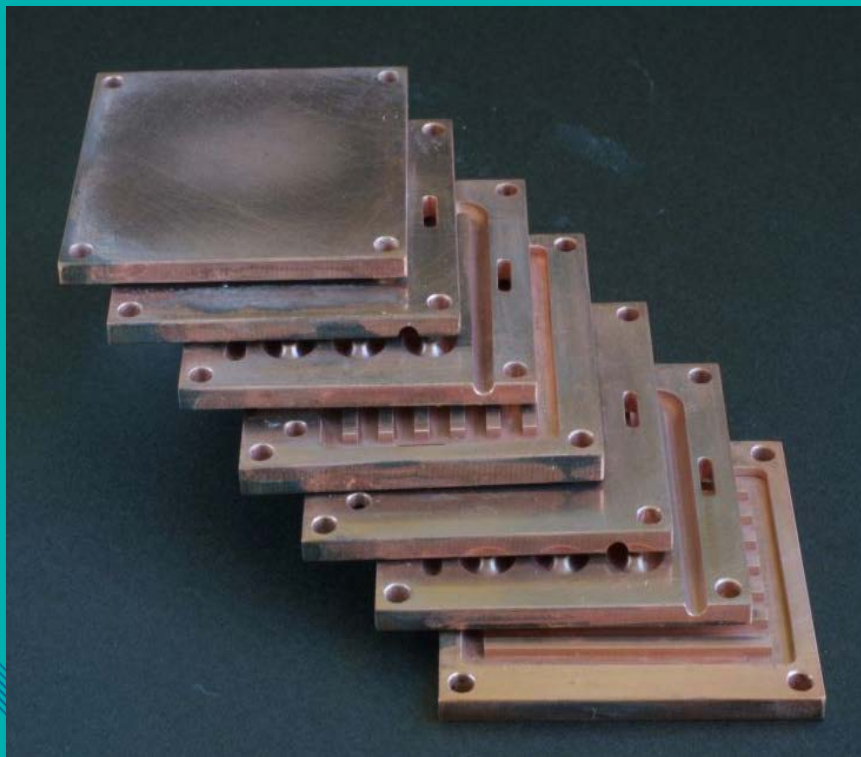
将已加工的  
水道迭起



进行扩散  
焊接



# 扩散焊接技术的优点与应用个案(3)



谢谢！