隆易科技 · 行业观察

MIM 工艺为何难以大规模应用于液冷？

致密性风险是核心瓶颈



2026.09 | 不锈钢液冷 · 金属注射成型 · 致密性专题

目录

CONTENTS

从一个行业悖论出发,拆解 MIM 进入液冷的核心瓶颈与可行路径

01 市场的悖论

本该大显身手的 MIM,为何至今缺席液冷?

03–05

02 致密性红线

液冷系统对渗漏的容忍度,是零

06–09

03 出路与忠告

液冷要的不是「差不多致密」,而是 100% 致密

10–12

01

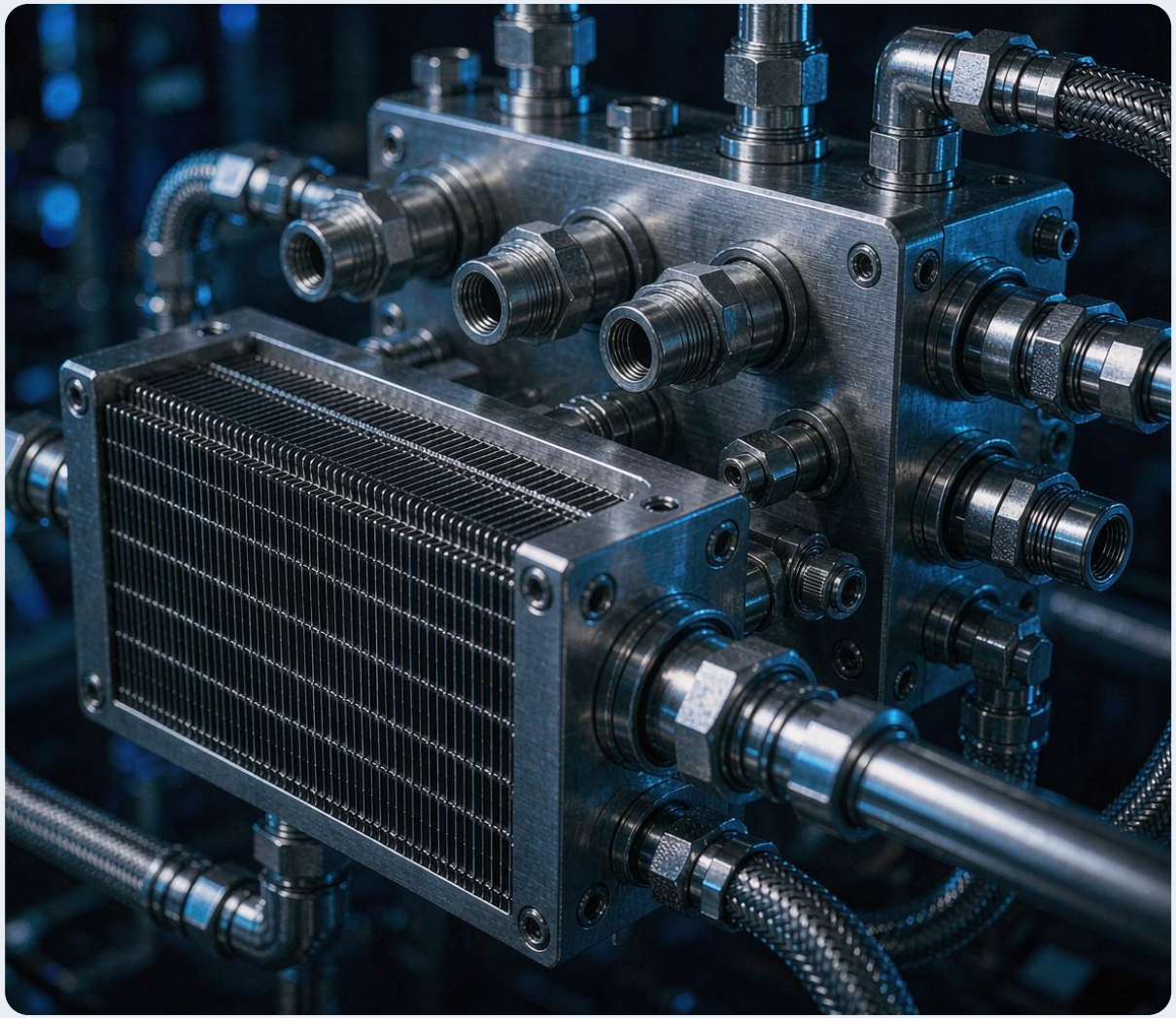
SECTION 01 · 03–05

市场的悖论

本该大显身手的 MIM,为何至今缺席液冷?

算力飙升,液冷成海量市场

不锈钢液冷 · 一个刚刚兴起的海量市场



01 算力密度飙升

AI 算力推动机柜功率密度持续攀升,传统风冷散热已触及物理极限

02 液冷成为刚需

不锈钢液冷从可选项变为必选项,正在打开一个刚兴起的海量市场

03 MIM 的天然舞台

液冷接头、分流器、微通道零件:复杂结构、精细流道、批量需求,正是 MIM 近净成形的强项

然而

市场与工艺看似天作之合,MIM 却至今没有大规模应用

能做出来,却没人敢用

问题不在制造能力,而在风险担当

能力维度 · CAPABILITY

能做出来

- **工艺成熟**

  复杂结构一次近净成形,液冷接头、分流器样件早已做得出来

- **效率与成本**

  大批量成形优势明确,材料利用率高,本应是降本利器

- **场景匹配**

  精细流道与复杂内腔结构,与 MIM 的工艺特长天然适配

风险维度 · RISK

不敢用

至今零规模应用

行业样品不断,量产订单却始终缺位

高价值设备兜底

一个高端机柜价值数十万美元,风险敞口巨大

0.5% 不良率 = 不可接受

与汽车零配件同逻辑:涉及安全,概率再小也是事故



SECTION 02 · 06–09

致密性红线

液冷系统对渗漏的容忍度,是零

液冷对致密性,零容忍

一次微渗漏的代价链条

数十万美元

一个高端液冷机柜的价值——

渗漏事故的直接风险敞口

液冷零件不是结构件,是安全件

1 **微渗漏**
孔隙在长期高压与温度循环下缓慢渗出

▼

2 **主板短路**
冷却液接触高密精密电路,瞬间击穿

▼

3 **整柜宕机**
算力中断,承载业务全线停摆

▼

4 **毁灭性损失**
设备损毁、数据风险、客户信任的三重代价

0.5%

与汽车零配件同一逻辑:涉及安全与高价值设备,**0.5% 的不良率都意味着不可接受的后果**——这不是良率问题,是风险归属问题

MIM 烧结件的天然残余孔隙率

工艺基因,而非个别不良

SINTERED POROSITY

1%–3%

常规 MIM 工艺交付时无法消除的残余孔隙

3–5 件 / 每 100 件

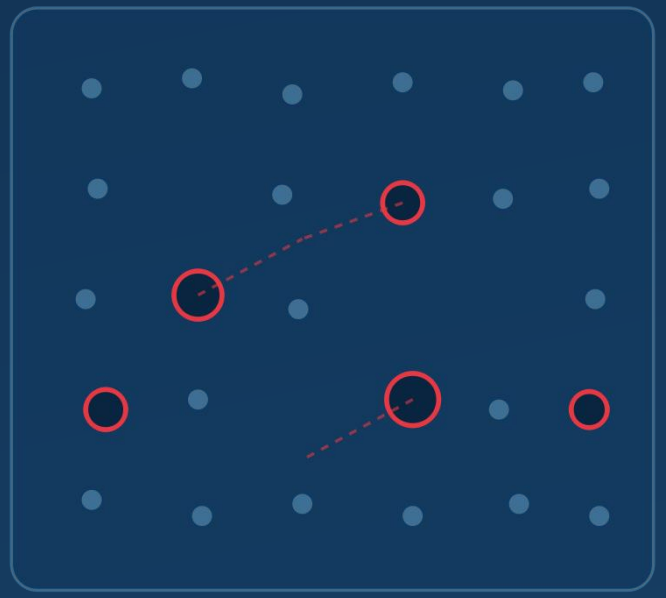
在长期高压与温度循环后,可能出现微渗漏

1–2 年 · 装机后

出厂试压合格的缺陷,在此时才暴露

- **出厂试压未必暴露,装机一两年后必定爆发——隐患是延迟的,后果是确定的**

烧结件截面 · 孔隙示意



红圈为残余孔隙:冷却液在压力作用下沿孔隙缓慢渗透,形成延迟性微渗漏通道

隆易亲历:渗漏在两年后爆发

高端水暖领域三年实战记录

三年前

MIM 水暖件出厂

常规试压检验合格,看似无虞

装机两年

工况持续考验

长期水压与温度循环,孔隙缓慢演变为渗漏通道

今年上半年

渗漏接连显现

早期合格件在客户端集中爆发微渗漏

现在

100% 全检后交货

被迫回归逐件压力测试,才敢交付

现行的 100% 压力全检

10kg·5s

保压 5 秒

不冒泡为合格

即便如此,每天仍检出约 10 个冒泡件

对液冷的推论

液冷工况比水暖更严苛:**更高压力、更纯净介质、更敏感的电子设备**

水暖件的容差尚且兜不住,液冷的容差只会更小

水暖尚且如此,液冷只会更严

03

SECTION 03 · 10–12

出路与忠告

液冷要的不是「差不多致密」,而是 100% 致密

100% 致密的三条工艺路径

目前能稳定做到 100% 致密的工艺路线,只有这三条

工艺路径	工艺链	致密性保障	定位
冷锻 + CNC 机加工	冷锻毛坯 → CNC 精加工成形	锻态致密金属本体,天然无孔隙隐患	传统可靠,复杂结构受限
CNC + HIP 热等静压	CNC 加工 → HIP 消除内部缺陷	高温高压并合内部微缺陷,组织致密均匀	高价值、高可靠零件
MIM 成型 + HIP 工序	MIM 近净成形 → HIP 致密化	**保留 MIM 复杂成形优势,HIP 补齐致密短板**	**MIM 进入液冷的正门**

关键洞察 三条路径的共同点是 100% 致密保障;绕开致密性、直接用原生 MIM 件充数,本质上是把风险转嫁给下游整机厂商

给正在推进 MIM 液冷项目的厂商

在没有引入 100% 致密保障工艺与全检流程之前

谨慎放量

这个市场很大

但留给「赌概率」的玩家,空间很小

结语 · CONCLUSION

完全致密,是液冷的入场券

以 100% 致密保障工艺与全检流程,与行业共勉

隆易科技 · 行业观察 · 2026.09

