

光伏逆变器散热方案选择与功率的关系

摘要：随着光伏逆变器外形尺寸缩小和单机功率提高，对散热设计的要求越来越高。设计者必须综合考虑逆变器散热系统的散热效果、防护性、可安装性、可维护性，以及所付出的经济代价。其中，单机功率，是设计散热方案的重要依据。

逆变器散热技术包括自然冷却、强制风冷、液冷和相变冷却等形式。各种形式的工作原理和特点，如表 1 所示。

	散热原理	优势	不足
自然冷却	依靠温度变化产生的浮升力驱动空气进行对流散热	维护要求低，防护等级高	受散热器影响，体积大，重量重；
强制风冷	通过风扇驱动空气流动进行散热	体积小、重量轻	增加了运动部件风扇
液冷	通过泵使散热管中的冷却液循环进行散热	散热性能好，温度低	系统结构复杂，经济性不佳，有泄漏风险
相变冷却	依靠液体介质的蒸发潜热带走热量	散热效率高	介质回路密封性要求高，工艺复杂，经济性差

研究表明，强制风冷的散热效率是自然冷却的 10~20 倍，更高效的散热方式还有液冷。从结构复杂程度和实现的难易程度来看，强制风冷散热系统比液冷系统简单、容易实现、可靠性高。因而，在电源行业首选强制风冷散热方式，其次考虑自然冷却、液冷等散热方式。

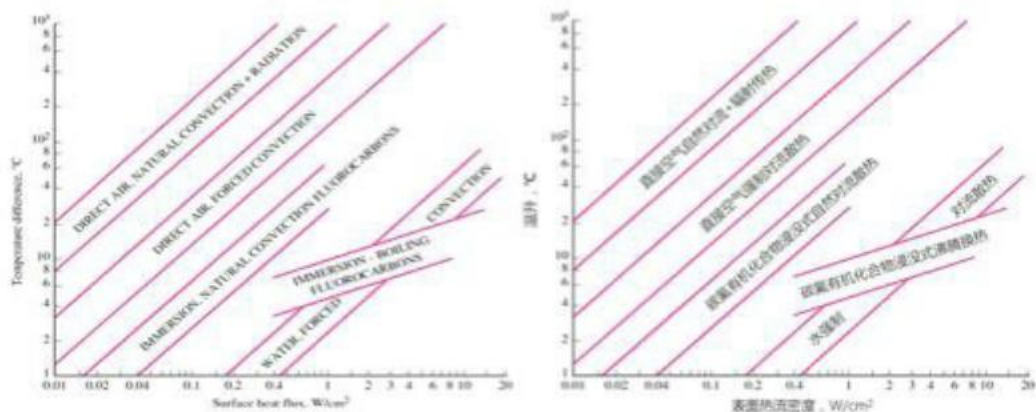


图 1 散热方式与热流密度的关系

(注：图片引自美国内华达大学 Yunus A.Cengel 教授所著《Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications》一书)

热流密度是指单位时间内，通过物体单位横截面积上的热量。如图 1 所示，在同等允许温升范围内，系统热流密度越大，所需的散热方式越苛刻。

通常情况，电子元器件允许工作温升在 40~60℃ 范围内。在温升 60℃ 的允许上限条件下，自然冷却可承担最大热流密度为 0.05W/cm²。当热流密度大于 0.05W/cm² 时，通过一些特殊手段可是自然冷却勉强提高散热效果，但需要牺牲工作性能、器件寿命或经济性等作为代价。在热流密度大于 0.05W/cm² 时，采用强制风冷散热方式，可得到令人满意的综合性能和经济性。当热流密度继续增大时，则需要选择液冷等其他散热方式。对于功率都在几 MW 的大型风能变流器，散热方式都是选用液冷；功率在 100KW 到 1MW 之

间的集中型光伏逆变器，散热方式为强制风冷；而功率从几千瓦到几十千瓦的组串式光伏逆变器，则根据单机功率的从小到大，散热设计也从自然散热提升到强制风冷散热。

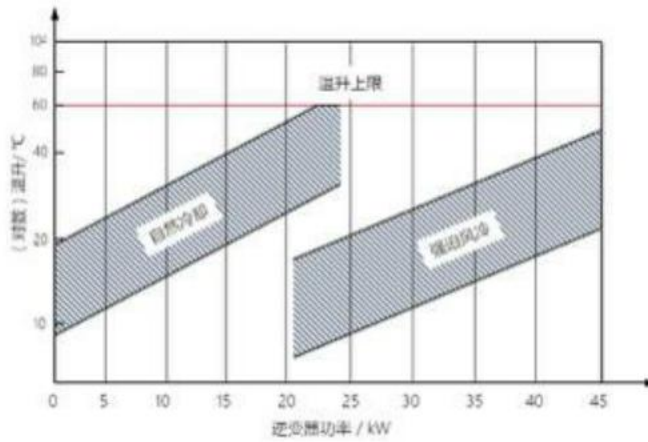


图 2 组串式光伏逆变器散热方式选择

将理论分析转换为实际产品在散热方案上的比较选择，科学指导组串型光伏逆变器在产品上的散热方案应用。如图 2 所示，当功率小于 20kW 时，采用自然冷却可实现产品体积、重量与综合性能的最优匹配；当功率大于 25kW 时，散热热流密度较大，强制风冷则是比较经济、高效的实用手段；当功率在 20kW 至 25kW 之间，采用自然冷却和强制风冷所产生的综合性价比相当。市面上不同功率段逆变器所采用的散热方式如表 2 所示。

Power<20kW		20kW<Power<25kW		25kW<Power	
自然冷却		自然冷却或强制风冷		强制风冷	
SMA	Sunny Boy 系列 1~5kW;	强制风冷逆变器:		山亿	SolarLake30000TL-PM;
艾默生	5kW功率逆变器;	阳光电源	SG20K	台达	SOLIVIA30TL (30KW); RPI M50A (50KW);
Power-one	6/8kW三相逆变器;	SMA	SUNNY TRIPOWER 20000TL/25000TL;		
台达	6kW~10kW系列RPI M6A、RPI M8A、RPI M10A;			台达	SOLIVIA20TL
阳光电源	SG2.5K~SG12K系列;	自然冷却散逆变器:			
华为	SUN2000-8~17kW;	华为	SUN2000-20/23kW		
山亿	小功率逆变器				

表 2 不同功率逆变器所采用的散热方式

总结：散热技术包括自然冷却、强制风冷、液冷、相变冷却等形式，主要根据逆变器的功率进行选用。

组串式光伏逆变器一般工作在 70°C 以上的屋顶户外环境，高温环境下系统散热对产品的性能和寿命影响尤为重要。功率在 20kW 以下的逆变器，可以采用自然冷却方式；而功率在 25kW 以上的逆变器，采用强制风冷方式更为适宜。