

高性能散热风扇，5G 设备散热核心之白皮书

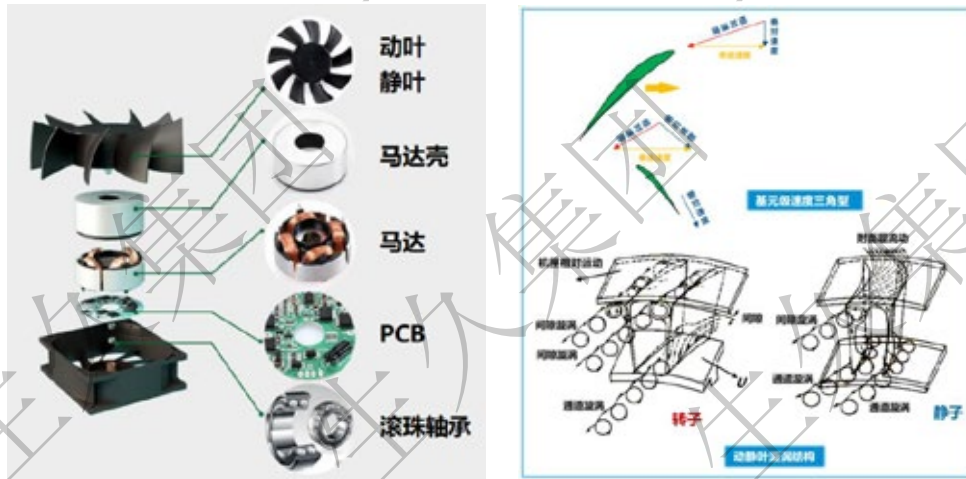
宁波生久科技有限公司，中兴通讯股份有限公司

摘要





自上世纪 90 年代奔腾处理器问世以来，散热风扇在 PC、ICT 等硬件行业得到了广泛应用。在当前 5G 大力发展的时代，风冷设备功耗持续大幅上升，对风扇性能提出了更高要求。风扇厂家自推型号已经不能满足更高的散热需求，风扇定制化已成为趋势，未来风扇的发展趋势为更宽的工作电压范围、更低的噪声、低能耗与低振动、高耐候性。

关键字： 散热风扇；5G；风扇定制

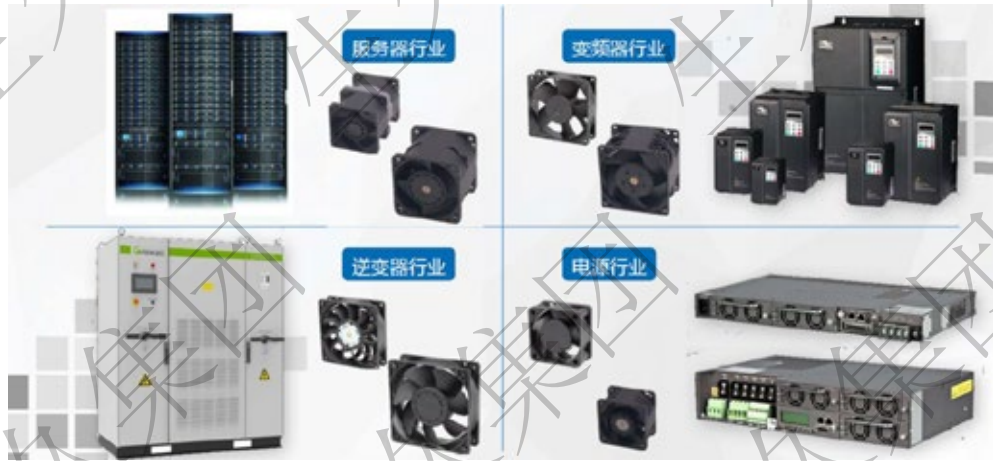
散热风扇 (Cooling fans)，工作原理：是通过能量转化来实现的，即：电能→电磁能→机械能→动能。主要部件为：动静叶、马达组件、PCB 组件、轴承等，其中叶型设计是降噪的关键。



风扇根据流动状态分为轴流风扇、离心风扇、混流风扇和对旋风扇，风扇的特性差异较大，各有优缺点，需要根据具体的工作要求和环境合理选配。

轴流风扇	风量大，风压小，气流风向不变；适用于系统风阻较低的系统。		离心风扇	风量小，风压大，气流风向90°改变；适用于系统风阻较高的系统。	
混流风扇	同机号相比：风压优于轴流，流量优于离心，兼具二者有点；效率高。		对旋风扇	适用于流阻大系统，与常规串联风扇比，风量、噪声、单风扇失效有优势。	

目前高性能风扇广泛应用于服务器行业、变频器行业、逆变器行业、电源行业等。

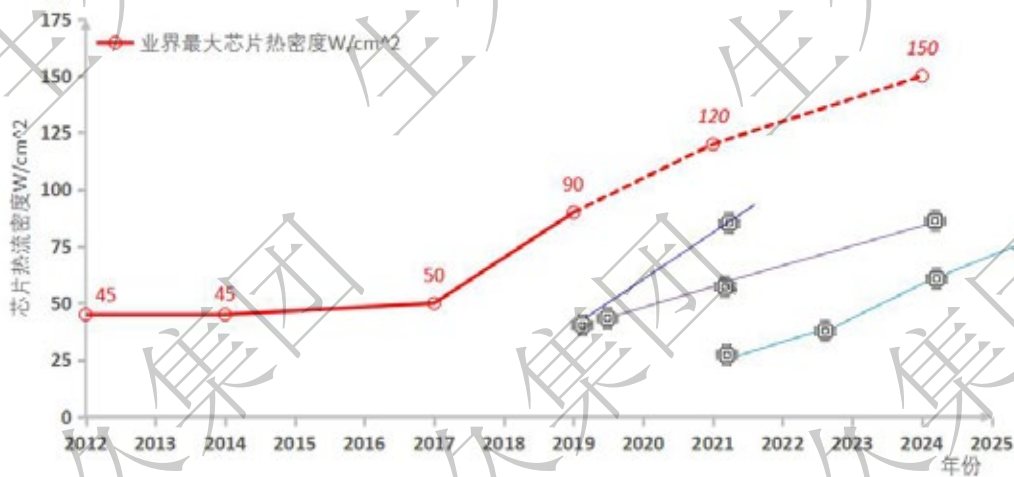


高性能风扇新挑战:

随着集成电路技术的不断发展,通信设备的体积也愈来愈小,系统也愈加复杂化,高热密度也成了一股不可抗拒的发展趋势,我司产品每升级一代,整机、单槽位、芯片的功耗和热密度都要提升 15%以上,对风扇产品的质量要求将会越来越高。因为高热密度必然带来散热量的增大,风量的需求也随之增大,同时还要满足噪音标准。这使得风扇的设计逐渐趋向于更强的散热能力,同时与系统结合的更加紧密,这样才能最大限度挖掘降噪空间,满足产品需求。因此,几乎每三年风扇产品都有降噪 3-5dB(A)的需求。

业界:摩尔定律在持续,而登纳德定律已失效,芯片热密度持续攀升

ZTE:芯片热密度每代提升 50%以上。



注:

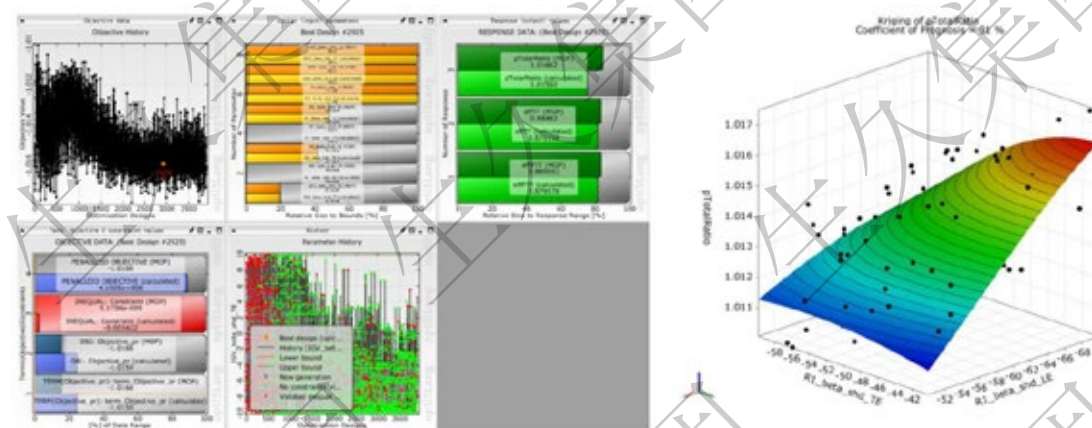
1. 摩尔定律 (Moore's Law): 集成电路上可容纳的元器件数目, 约每隔 18-24 个月增加一倍, 性能也提升一倍。
2. 登纳德定律 (Dennard Scaling): 随着晶体管尺寸越来越小, 芯片单位面积的功耗保持不变。

技术发展趋势:

轴流风扇设计是根据用户提出的要求, 主要包括技术性能参数, 如流量、压力、工作温度等, 有时还会增加一些实际应用中的限制条件, 如风扇尺寸、转速要求等, 然后进行气动性能计算, 根据计算结果得到

风扇结构外形。一个好的设计方案还需考虑风扇运行效率、加工工艺、加工成本等因素。在早期的工程设计中，一般采用工程经验设计方法进行风扇设计。设计人员根据实验数据、图表和相似理论再结合经验公式确定风扇基本几何参数，制作风扇样机并进行实验，由实验结果根据经验修改某些参数，再进行样机制作和实验，直到性能参数达到设计要求为止。采用实验方法验证样机性能具有很大的局限性，而且样机制造成本较高，改进检验较难。

随着计算机技术的高速发展，借助计算机对叶轮机械内部流动进行数值模拟得到了广泛应用。数值模拟结果具有较高的可信度。数值模拟可以将流场信息以直观的数据或图表形式展示给设计人员，如速度矢量图、压力云图、涡量云图等，为叶轮机械的设计和改进行提供依据。数值模拟的可靠性、准确性和计算效率得到了很大的提高，计算结果可用于内部流动诊断、流动预测、性能分析等作用。优化设计具有更大的灵活性。优化设计的机理为：首先选择合适的设计变量，如流量、转速、压力等，依此为原始参数得到原始气动外形，对其进行 CFD 计算，选择优化参数、优化目标、约束条件和目标函数等，再使用优化算法进行处理，通过优化软件自动调整叶片外形，不断提高叶轮机械气动性能，直到满足给定的性能条件为止，优化结束后的叶片外形便是在满足约束条件下所得到的最佳气动外形。近年来随着计算机技术和计算流体力学的发展优化设计取得了巨大进步。



风扇的具体技术方面，架构由简单逐渐变得复杂，导叶、波导板、混流风扇的出现大大提升了风扇的气动性能和噪声性能；扇叶的设计逐步完善，高水平的加工工艺可以使得叶顶间隙降至很低，从而提升了散热能力；马达性能的提升显著降低了风扇噪声；各类辅助降噪手段的应用则提升了降噪效果。

风扇技术点

<h3>架构</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 单级动叶：早期性能要求不高的风扇 2. 单级动静叶：2014年前高压最风量风扇 3. 双板对应：2015年 4. 波导板：2016年 5. 双板串联：2017年 6. 混流设计：2019年 7. 多磁极：2018年 	<h3>扇框</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 胶框：2016年前，传统胶框 2. 铝框：2016年，提高强度 3. 铸合金框：2021后，降低成本 4. 多孔框： 5. 框壁开槽： 	<h3>扇叶</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 叶形：(翼尖小翼)、变截面叶形、锯齿形、叶片穿孔、劈流叶、分流叶、仿生叶片 2. 叶顶隙：(公差和形变是关键) 3. 不等距叶片：降低谐波峰值 4. 轮毂比： 5. 扇叶数量：奇数减少振动、错频 6. 动静叶搭配：数量、形式 	
<h3>马达</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 尺寸：44→41 2. 马达：双相→单相→三相 3. 效率： 4. 永磁体：材料、充磁量 5. 控制：PWM、温控 6. 转速：低→高一超离 7. 转子形式：外转子→内转子 	<h3>风扇技术点</h3>		<h3>可靠性</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 寿命：7万小时→10万小时(→20万小时) 2. 宽电压：60V→72V 3. 耐高温：70°C→85°C 4. 启动功能：启动一防死角→慢启动→反转启动 5. 防打手：防护网→刹车功能 6. 三防：IP20→IP54→IP68；三防漆、Coating、灌胶、热熔胶、真空镀膜；反转防尘
<h3>机械噪声</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 轴承：滚珠、含油、磁悬浮、润滑油 2. 电刷转换器：有刷→无刷 3. 转子不平衡：不平衡 	<h3>辅助降噪</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 导流罩：集流、摆性能、降噪 2. 旋转环：扇叶增强、叶尖间隙消 3. 吸声材料：玻璃纤维、隔音毡、吸音棉 4. 减震：柔性表面、橡胶钉固定 5. 隔声罩： 6. 系统匹配： 	<h3>仿真、实验</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. CFD仿真软件：流体仿真、声学仿真、磁场相关仿真、机械力学仿真、热仿真 2. 实验硬件：噪声分析、流场分析、振动分析、加工工艺  	

风扇制造行业也发展较快，2020 年行业规模达到 700 亿元。目前散热风扇行业以德资、日资、台资企业为主流，国内厂家起步较晚，生久作为国内高端散热风扇制造的后起之秀，持续投入近 10 年的风扇研发，在高端散热风扇方面具备完备的型号，并配备实力强的研发团队。宁波生久科技有限公司从设计开发的投入、生产设备建设、技术突破等方面的大力投入，致力于打造与行业内一线厂商齐名的民族品牌，为客户提供品质优秀的、更具性价比的民族品牌选择。与中兴通讯热设计团队紧密配合，根据中兴通讯的风扇选型规格，顺利达成多款常规风扇性能指标，并在下一代高性能降噪风扇上进行持续攻关，为保证 5G 通讯设备的散热性能的达成做出了重要的贡献。