

# 第三代移动通信系统基站子设备散热优化设计

## Thermal Optimized Design for Sub-Equipment of 3<sup>rd</sup> Generation Mobile Communication System Base Station

大唐移动通信设备有限公司研发部 苏建明 陈洪涛

### 摘要

针对第三代移动通信系统某基站通讯子设备,提出轴流风机散热方案替代原有的离心风机散热方案。在通过理论计算选定了风扇型号后,对方案进行了多次优化仿真并完成了散热方案的设计。根据仿真提取的参数,实现了该产品散热模块的详细设计。该方案成本更具优势,设计样品实际热测试验证了最终的散热方案是可行的。

### 关键词

风量;热仿真;计算流体力学;轴流风机

### Abstract

This paper proposes axial fan solution to replace centrifugal fan solution for Sub-Equipment of 3<sup>rd</sup> generation mobile communication system base station. The paper introduces how to select fan by communication equipment power. After thermal optimized simulation, we finished product design. According the result of thermal test, the axial fan solution is feasible. The cost of axial fan solution is preponderant.

### Keywords

air flow; thermal simulation; CFD; axial fan

### 1 概述

近年来,随着移动通信技术的迅猛发展,其系统设备,尤其是移动通信基站设备复杂程度越来越高,这给产品的散热设计带来了一定的挑战。在某通信基站设备子架单元中,通风结构如图1所示。最初的方案是采用离心风机在出风口抽风。该方案可以解决设备的散热。由于离心风机价格昂贵并且生产厂家少,因此设想改用轴流风机替代。本文就轴流风机方案进行了仿真和优化设计。

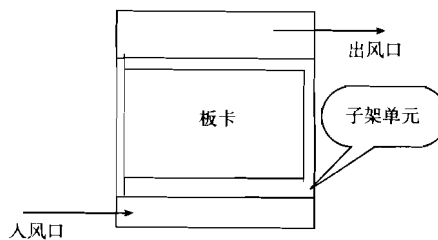


图1 散热结构模型

(上接第72页)

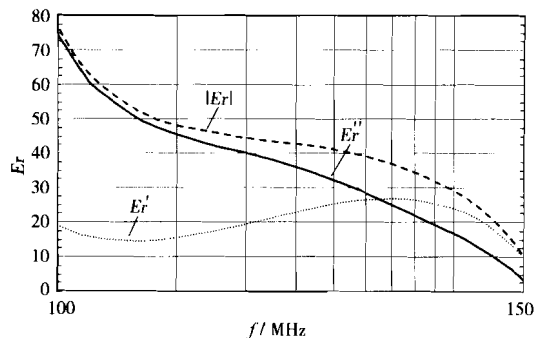


图5 某种吸波材料的复相对介电常数测试曲线

### 3 结论

(1) 根据现有的实验仪表、介质材料夹具、VEE Pro 程序,建立了测试吸波材料复相对介电常数的平台,配合

相关公式的推导,完善了1 MHz~1 GHz范围内复相对介电常数的测试系统。

(2) 应用可视化设计环境,可以对扫频测试过程的计算机实施远程控制,并实现了电磁参数测试数据的自动采集、显示、存储与实时绘图等功能。

(3) 该系统测试出的吸波材料复相对介电常数数据,可用于对层状吸波材料匹配关系的仿真计算,可缩减新材料的研发周期,节约成本。

### 参考文献

- [1] Chelkovski. Dielectric Physics[M]. Amsterdam:Elsevier Scientific Pub.co., 1986: 155~169.
- [2] B.K.P.Scife. Principle of dielectrics[M]. UK:Oxford Uni. Press, 1989: 232~244.

编辑:王淑华 E-mail: wangsh@cesi.ac.cn

该通信基站设备安装在系统机架内,属于室内设备。该设备正常工作的环境温度为-5 ~ +45 ℃。在低温下,只需要选择相应等级的器件及合适的电路满足设备运行要求即可。在高温下,我们需要确定散热所需要的风量,选择合适的风扇,满足系统内部的散热要求。

## 2 仿真条件

### 2.1 环境条件

- 1) 设备最高环境温度为:45 ℃;
- 2) 户内使用。

### 2.2 总功耗

本设备子架单元内共有 16 块插板,其中 6 块插板的最大功耗为 20 W,其它插板的最大功耗为 50 W。这样,设备子架单元内的总功耗为 620 W。

### 2.3 合格条件判据

根据工业级元器件使用条件,发热器件周围温度不高于85 ℃;由于本次仿真主要是针对分流分布进行优化设计,热源在设备内均布。为了不至于使局部发热器件过热,我们将合格判据定为70 ℃。

## 3 风扇规格的确定

### 3.1 风量的计算

在计算设备散热所需的风量时,通常采用式(1):

$$Q = \frac{P}{20\Delta T} \quad (1)$$

式中,Q为风量(单位m<sup>3</sup>/min);P为功耗(单位W);ΔT为系统温升(此处为出风口与入风口温度差)。

系统温升通常取10~15 ℃,具体需要根据热分布均匀情况以及产品的级别而定。此处取10 ℃,故算得系统散热所需要的风量为3.1 m<sup>3</sup>/min。

### 3.2 风扇的选择

根据设备的尺寸限制,在出风口使用4个80 mm × 80 mm × 38 mm的轴流风扇抽风。因此,单个风扇在正常工作时的风量至少应为0.78 m<sup>3</sup>/min。

根据风扇P-Q曲线特征(见图2),风扇最大风量通常以理论风量1.5倍以上来确定。故须选用最大风量大于1.2 m<sup>3</sup>/min的风扇。此仿真中选用风扇规格为1.62 m<sup>3</sup>/min(约合97 m<sup>3</sup>/hr)。

在仿真分析时,我们采用了目前国际上比较流行的热仿真软件。该软件采用计算流体动力学技术(Computational Fluid Dynamics,CFD),其分析结果较为精确可靠,已为国内外许多通讯设备公司所采用。

## 4 仿真优化

本次仿真在初步仿真的基础上进行了多次优化,最

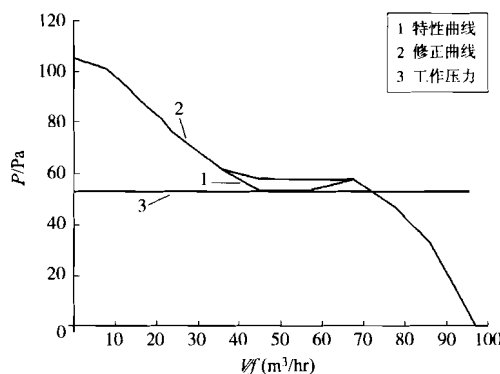
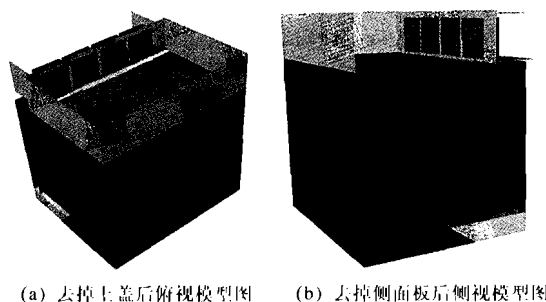


图2 风扇的PQ曲线

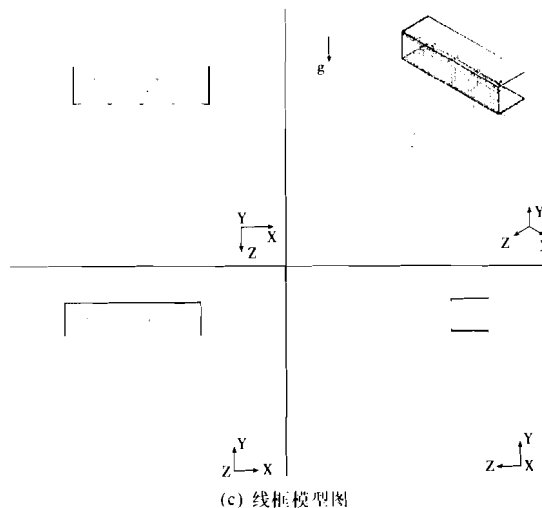
终达到比较理想的结果。限于篇幅,本文将整个仿真过程总结为三个主要步骤。

### 4.1 初步模型

方案开始只在出风口加四个轴流风扇抽风。图3为该设备的仿真模型。



(a) 去掉上盖后俯视模型图 (b) 去掉侧面板后侧视模型图

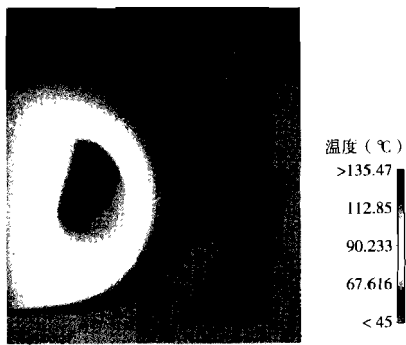


(c) 线框模型图

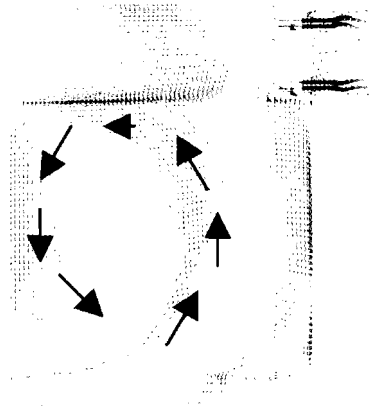
图3 初步仿真模型

上述模型仿真后的最高温度为135.5 ℃。仿真后温度以及分流分布见图4。

对此仿真结果分析后发现,该模型的气流分布非常不均匀,且存在如图4(b)所示的涡流区,涡流的中心空气速度近似为0。而最高温度正好出现在涡流中心。因此使气流分布尽可能地均匀是解决此问题的根本点。



(a) 侧视温度分布图



(b) 侧视流程图

图4 初步仿真结果

#### 4.2 优化模型

为了对上述方案进行改善,我们在入风口处增加了7块导风板。3D模型如图5

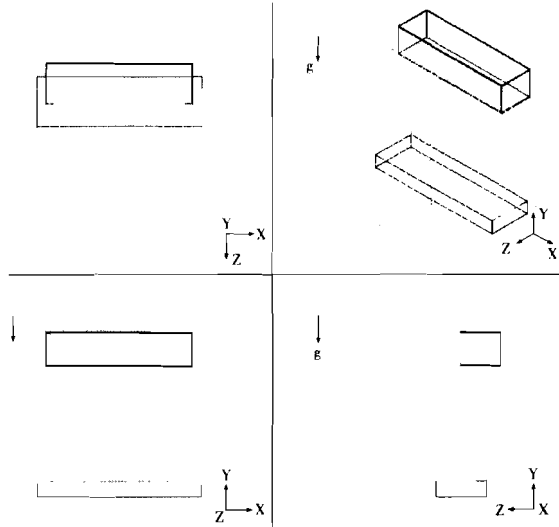


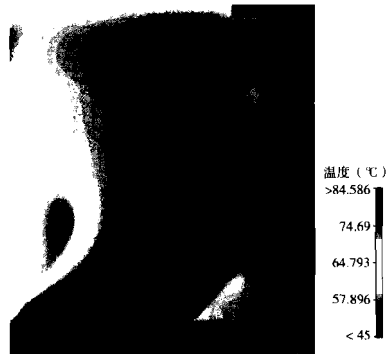
图5 增加导风的模型

增加导风板后的仿真结果如图6。

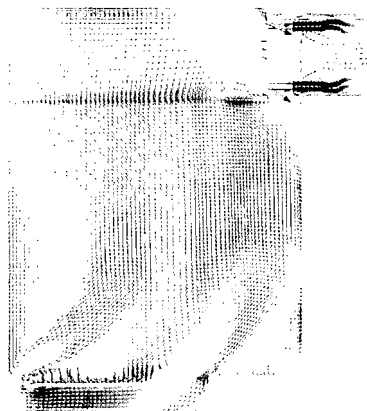
仿真后的最高温度为84.6℃。从结果来看此温度有较大改善,风流分布比较均匀,但与我们期望的结果仍有差距。

#### 4.3 最终优化

我们对改善后的结果再一次进行优化(图6)。经过分析,轴流风扇在风路较长,且存在一定风阻的情况下,其风压损失较大,为改善这一特性,在原来4个80 mm × 80 mm × 38 mm的轴流风扇基础上,又增加两个120 mm × 120 mm × 25 mm风扇,底部入风槽增加一个大的导风板,热仿真模型如图7:



(a) 改进后温度分布图



(b) 改进后的风流分布图

图6 改进后的仿真结果

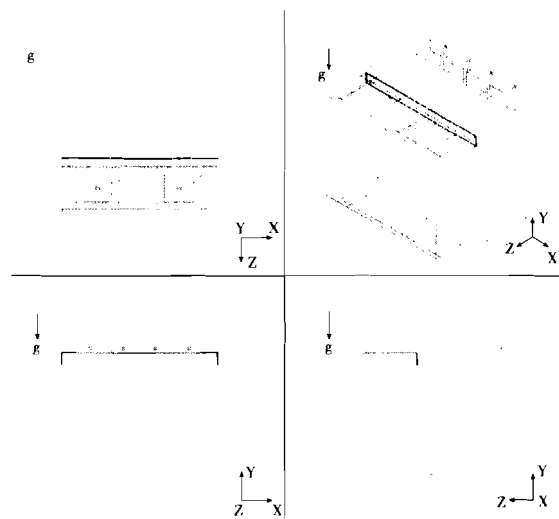


图7 最终的线框模型 (下转第93页)

- [45] H. Rakouth, L. Comstock, C. Cammin. Characteristics of AC grounding in an automotive ECU[C]. IEEE international symposium on electromagnetic compatibility, Montreal, 13-17 Aug. 2001, vol.2: 1233-1235.
- [46] A. Imayakumar, K. Udayakumar, A. Devarpiran. Automotive power supply distribution and grounding techniques adopted for fighting vehicles[C]. Proceedings of the International Conference on Electromagnetic Interference and Compatibility '99, 6-8 Dec. 1999: 7-10.
- [47] M.C. Di Piazza, A. Ragusa, G. Tine. et al. A model of electromagnetic radiated emissions for dual voltage automotive electrical systems[C]. 2004 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 4-7 May 2004, vol. 1: 317-322.
- [48] G. Ala, M.C. Di Piazza, G. Tine, et al. Numerical simulation of radiated EMI in 42 V electrical automotive architectures [J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2006, 42(4): 879-882.
- [49] A. Nasiri. Different topologies of active EMI/ripple filters for automotive DC/DC converters[C]. 2005 IEEE Conference on Vehicle Power and Propulsion, 7-9 Sept. 2005.
- [50] S. Chen, T.W. Nehl, J.-S. Lai, et al. Towards EMI prediction of a PM motor drive for automotive applications. Eighteenth Annual[C] IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition. 9-13 Feb. 2003, vol.1: 14-22.
- [51] E. Hoene, S. Guttowski, R. Saikly, et al. Rf-properties of automotive traction batteries[C]. 2003 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Istanbul, Turkey, 11-16 May 2003, vol.1: 425-428.
- [52] J. Loeckx, G. Gielen. Efficient identification of major contributions to EMI-induced rectification effects in analog automotive circuits[C]. 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, Singapore, 27-03 Feb. 2006: 148-151.
- [53] I.E. Noble. EMC of automotive digital control system[C]. IEE Colloquium on EMC in High Integrity Digital Systems, London, 17 May 1991: 9/1-9/4.
- [54] S. Ranganathan, D.G. Beetner, R. Wiese, et al. An expert system architecture to detect system-level automotive EMC problems[C]. 2002 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Minneapolis, Minnesota, 19-23 Aug. 2002, vol.2: 976-981.
- [55] Todd Hubing. EMC Expert Systems for Evaluating Automotive Designs[C/D]. IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility. Portland, Oregon, Aug. 14-18, 2006: CD-ROM.

编辑:刘青 E-mail: liuqing@cesi.ac.cn

(上接第83页)

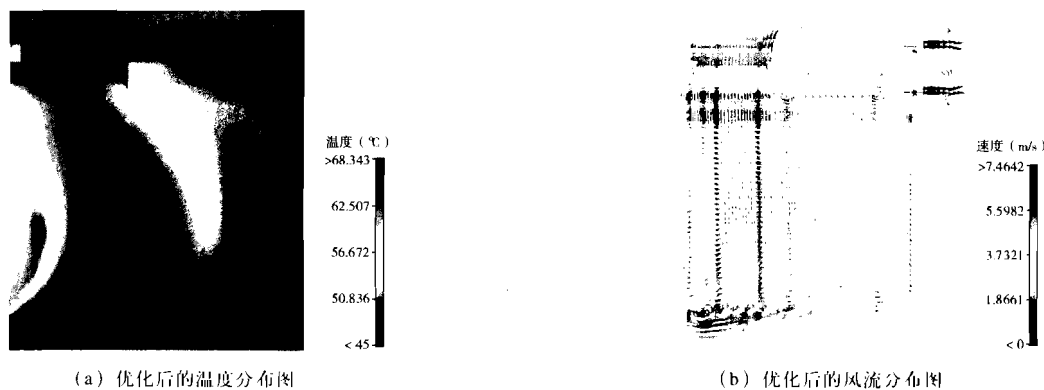


图8 最后的仿真结果

改进后的最终温度为68.3℃,可以满足要求。同时也可以看出,改进后的风流也比较均匀。因此我们可以认为这种改进方案在实际应用中是比较理想的。

## 5 样品实测

根据仿真提取的参数,我们完成了该产品的散热详细设计。从样品实测后的结果来看,是可以满足要求的。

## 6 结语

本文的最终方案具有一定的通用性,可以适用于图1模型结构,对解决该类型散热器具有一定的参考价值。从分析和仿真计算过程来看,选择适合设备散热要求风量的风扇很重要;当然,改变进风口处风量的线路也很重要,它对提高系统散热能力所起到的作用不可忽视。

编辑:王淑华 E-mail: wangsh@cesi.ac.cn