

**更正：**优化程度  $OP$  (公式 (2)) 的定义更改如下, 详见表 2 中着色内容:

加权系数更改为  $k_T = 0.7$ ,  $k_Q = k_H = k_V = k_m = k_N = 0.05$ ,  $Q$  改为所有风扇总的耗电量 (单位: W).

表 2. 更改后的优化函数组成、加权及参考计算过程示例 (示例的优化程度为 11.58%)

CC 变量类型	本行为数据或计算	优化涉及的物理量	符号	单位	优化前	优化后	分项优化计算		
					初始值 $OP_{初}$	优化值 $OP_{优}$	优化倍数 $OP_{初}/OP_{优}$	加权系数 $k_i$	加权优化倍数 $k_i \cdot OP_{初}/OP_{优}$
输入	计算	计算装置芯片耗电量	$Q_{芯片}$	W	7	7			
输入	数据	计算装置其它耗电量 (填充电功率, 固定值)	$Q_{其它}$	W	0.5	0.5			
输入	数据	辅助散热器底板长度 ( $X_0$ , 与翅片垂直方向)	$L_{底}$	cm	4	4			
输入	数据	辅助散热器底板宽度 ( $Y_0$ , 翅片方向)	$W_{底}$	cm	6	6			
输入	数据	辅助散热器底板厚度 ( $Z_0$ , 假设仅用一个散热器)	$D_{底}$	cm	0.2	0.2			
输入	数据	辅助散热器中翅数量	$n_{中}$		2	2			
输入	数据	辅助散热器翅片高度	$H_{中}$	cm	1.8	1.8			
输入	数据	辅助散热器翅片厚度	$D_{中}$	cm	0.2	0.2			
输入	数据	风扇降额系数 (在 [0.5, 1] 内, 各风扇降额相同)	$DF_{降}$		1	0.7			
——	数据	6061 型铝合金密度	$\rho_{铝}$	g/cm <sup>3</sup>	2.7	2.7			
——	数据	风扇个数 (规格相同)	$n_{风扇}$		1	1			
——	数据	风扇厚度 (假设所有风扇在同一平面内)	$D_{风扇}$	cm	1	1			
——	数据	每个风扇质量	$M_{风扇}$	g	16	16			
——	数据	每个风扇额定功率	$Q_{额定}$	W	1	1			
输出	数/计	散热器质量 = $\rho_{铝} \times [L_{底} \times D_{底} + (n_{中} + 2) \times H_{中} \times D_{中}]$	$m_{散热器}$	g	36.288	36.288			
输出	数据	每个风扇实际耗电量	$Q_{实际}$	W	1	0.343			
输出	数据	每个风扇额定噪声	$N_{额定}$	dB	26	26			
输出	数据	每个风扇实际噪声	$N_{实际}$	dB	26	18.2549			
——	数据	性能指数 (在 [0.5, 2] 内)	$P$		1.99037	1.99037	1	0.7	0.4
输出	计算	计算装置表面最高温度	$T$	℃	41.805	42.843	0.97577	0.05	0.09758
——	计算	风扇总耗电量 = $Q_{实际} \times n_{风扇}$	$Q$	W	1	0.343	2.91545	0.05	0.14577
——	计算	辅助散热器厚度 = $D_{底} + H_{中} + D_{中}$	$H$	cm	3	3	1	0.05	0.05
——	计算	辅助散热器体积 = $L_{底} \times W_{底} \times (D_{底} + H_{中} + D_{中})$	$V$	cm <sup>3</sup>	72	72	1	0.05	0.05
——	计算	辅助散热器质量 = $m_{散热器} + m_{铝} \times n_{风扇}$	$m$	g	52.288	52.288	1	0.05	0.05
——	计算	全部风扇实际噪声 (*: 数量加倍, 增加 3dB)	$N_{总}$	dB	26	18.2549	1.42428	0.05	0.07121
结果		优化程度	$OP$	%	0	11.577	优化合计	1	1.11577

CC

## 五、项目结题报告 (课程论文) 的撰写要求

论文撰写要尽量原创, 用科学、严谨的语言配合精选的图表、图片、参考文献, 不得用口水话和不恰当的夸张, 不得从网上或其它地方整段拷贝, 不得将其它文本格式随意粘贴, 不得在没有佐证的情况下随意得到结论, 不得引用参考文献以外的内容、观点、结论。

1. **提交论文:** 同时提交打印和电子档 (Word/WPS 格式) 论文和电子档附件 (FLOTHERM 12.0 设计项目初始模型、最终优化版的 Pack 含数据导出文件), 三个文件分开提交, 不得打包为 zip、rar 等压缩包文件。

2. **邮箱提交电子档论文和附件的邮件主体、文件名称、附件名称统一用以下格式:** 分班号+座位号+姓名+版本+论文名称, 例: 2-66 我是谁 0 一种超小型移动计算装置用外置风冷辅助散热器预优化设计.docx

3. **篇幅:** 正文包括关键图、表等, 尽量不超过 6000 字, 非关键内容以附件的形式, 附加在论文后面。

4. **作者:** 单独撰写, 自主完成有独到见解的论文, 内容雷同者不予通过。

5. **必写内容:** 中文标题; 中文作者姓名; 中文单位 (XX 大学+学号)、中文城市 (XX)、邮编 (XXXXXX); 中文摘要 (150~200 字); 中文关键词 (4~6 个); 正文; 参考文献 (至少 2~5 篇); 作者介绍 (XX 大学 XX 学院 XX 专业 XX 班 XX 年级本科生, 本文为工程实践创新项目课程论文, 指导教师: XXX)。

6. **正文要求:** (1) **设计背景:** 含设计选题的简介、意义和作用、设计平台软件 FLOTHERM 12.0 的组成、在行业中的地位、特点、优缺点。(2) **基本原理:** 散热的基本原理 (热传导、对流、辐射)、流体传热原理、有限体积法热分析的最基本原理和网格划分特点、CC 优化求解方法。(3) **项目具体任务描述。** (4) **建模:** 建模过程中第一次用到的构件建模说明、总体建模及难点简述、要点说明, 包括网格划分方法、必要的后处理展示。(5) **优化过程:** 各有效、重要、独创的优化方向、优化内容、优化结果的物理原理及证据链简述, 个性化独创的设计内容最好能参



考相关文献，提炼为相应的定量的物理公式并进行误差分析。(6) **设计结果**：最终设计结果模型中，作者认为能阐述设计思路的非常重要的中间过程要按需要展示最关键的流场、固体表面、剖面温度、粒子流图等，每图必须有文字说明。(7) **网络合理性论证**。(8) **优化程度计算及分析**。(9) **总结**：含展望。(10) **设计体会**：必须写，篇幅不小于 300 字。(11) **对课程、老师、实验室的要求和希望**：必须写，篇幅不小于 300 字，便于今后相关课程改进教学方法、手段。

7. **参考文献**：至少 3 篇，正文要注明引用位置。

## 六、项目结题报告（课程论文）的格式范例（内容仅供参考）：

# 基于 Flotherm 的高性能个人电脑主机小型化散热优化设计

真严谨

（电子科技大学 2020270606066 班，成都，610051）

**摘要**：高性能个人电脑主机小型化的最大挑战是……，基于……软件平台，在……基础上，研究了……关系，完成了的…数字实验，实现了……优化，成功将……改进到……，优化程度达到……。

**关键词**：小型化；电脑；散热；优化；数字实验。

## 1. 设计背景

### 1.1 设计背景

## 5. 数字实验得到的优化规律

### 5.1 散热器相关参数的优化

#### 5.1.1 底板厚度的影响

#### 5.1.2 翅片高度的影响

拉力  $F$  的大小如式 (1) 所示，单位是 N。

$$F = ma \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

热源温度与铝片厚度关系的数据见表 1，关系曲线见图 1，可见铝片越薄，热源温度越……。

表 1 热源温度与铝片厚度关系实验数据。

$H/\text{mm}$	2.00	1.80	1.60	1.40	1.20	1.00	0.80	0.60	0.40	0.30	0.25
$T/^\circ\text{C}$	30.5	30.6	30.7	30.9	31.1	31.4	31.8	32.6	34.0	35.3	36.4

物理原因是……，但厚的铝片……，根据优化函数，应该……。图 1 是风扇吹铝片的建模求解结果<sup>[1]</sup>，其中图 1a 是……图，图 1b 是……及空间流线分布图。

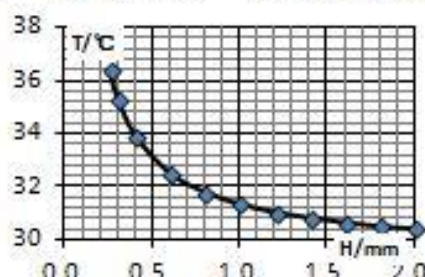
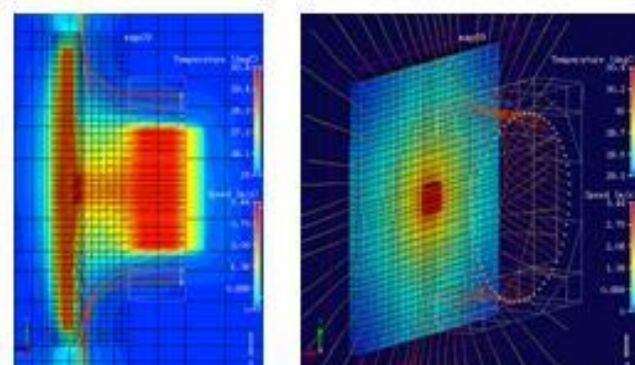


图 1 热源温度与铝片厚度关系曲线。



(a) 侧面温度切片图 (b) 表面温度及气流分布图。

图 2 热源温度与铝片厚度关系曲线。

[1] 姚列明，霍中生，等。结构化大学物理实验第二版。高等教育出版社，2012。396。