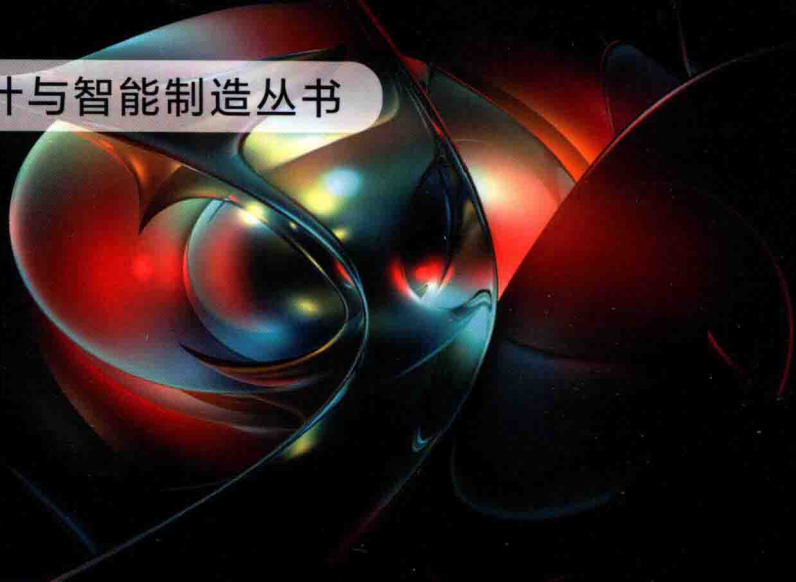


安世亚太
PERA GLOBAL

先进设计与智能制造丛书



ANSYS Icepak

电子散热基础教程

Simulation Technology and
Additive manufacturing

(第2版)

王永康 张洁 张宇 耿丽丽◇编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

安世亚太
PERA GLOBAL

先进设计与智能制造丛书

Simulation Technology and Additive manufacturing

ANSYS Icepak 电子散热基础教程 (第2版)

王永康 张洁 张宇 耿丽丽◇编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书将电子散热设计分析的基本概念与 ANSYS Icepak 热仿真实例紧密结合,对 ANSYS Icepak 的基础操作进行了系统的讲解说明,通过大量原创的分析案例,向读者全面介绍 ANSYS Icepak 电子散热分析模拟的方法、步骤。全书共 10 章,详细讲解了 ANSYS Icepak 的技术特征、ANSYS Icepak 建立热仿真模型的方法、ANSYS Icepak 的网格划分、ANSYS Icepak 热模拟的求解及后处理显示、ANSYS Icepak 常见技术专题案例、ANSYS Icepak 宏命令 Macros 详细讲解等,并在部分章节列举了相关案例。

另外,本书附带在线资源,内容包括部分章节实际操作、相关的案例模型及计算结果,这些资料对读者学习、使用 ANSYS Icepak 软件有很大的帮助。

本书适合作为电子、信息、机械、力学等相关专业的研究生或本科生学习 ANSYS Icepak 的参考书,也非常适合从事电子散热优化分析的工程技术人员学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS Icepak 电子散热基础教程/王永康等编著. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2019. 1

(先进设计与智能制造丛书)

ISBN 978-7-121-35020-7

I. ①A… II. ①王… III. ①电子元件-有限元分析-应用软件-教材 IV. ①TN6-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 209181 号

策划编辑:刘小琳

责任编辑:刘小琳 特约编辑:肖 姝

印 刷:三河市君旺印务有限公司

装 订:三河市君旺印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:33.25 字数:863 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

2019 年 1 月第 2 版

印 次:2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价:119.00 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:liuxl@phei.com.cn,(010)88254538。

先进设计与智能制造丛书

编 委 会

主 任:张国明

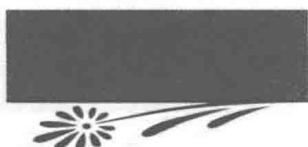
副主任:田 锋 杨振亚

编 委:

王永康 张 洁 张 宇 耿丽丽

苏 睿 王伟达 黄志新 吴俊宏

杨 冉 王鑫鑫 王 进 王骁晓



安世亚太集团董事长 张国明

“先进设计与智能制造丛书”包括仿真和增材制造两个核心技术方向。仿真是智能制造的焦点,增材制造是智能制造的制高点,这“两点”未来将从研发(解决原始技术创新)和制造(解决大规模定制市场需求)两个关键环节,支撑中国智能制造战略的落地。

面对新的战略转型期,新技术革命和自主创新需求迫在眉睫,中国制造业企业的危机感和使命感并存,企业需要抓手来破解危机,达成使命。而安世亚太作为长期从事和支撑产品研发和技术创新的企业,我们责无旁贷。

2015年,安世亚太集20年对系统工程、产品正向设计、技术创新和工业仿真的实际应用经验,吸收和整合增材制造领域关键技术,推出“以增材思维为核心的先进设计和智能制造”的全面解决方案,为中国智能制造战略规划中的设计制造一体化提供可落地实施的方案。“先进设计与智能制造丛书”中将逐步呈现这一解决方案中涉及的技术、行业应用等丰富的知识和经验,为更多人提供参考和帮助。

此外,安世亚太与教育部学校规划建设发展中心联合推进“先进设计与增材制造智慧学习工场项目”,搭建国家级产教融合服务平台,从“教育——立国之本”开始,进行新技术人才的培养。通过对设计、仿真与优化、增材制造等课程内容的设置,培养满足企业实际应用的创成式设计工程师、仿真工程师、增材设计与制造工程师等大批技能型人才。

“先进设计与智能制造丛书”是安世亚太成立至今的一次技术总结,丛书作者也大多是在安世亚太供职多年,甚至十几年的资深技术人员,他们在多年的客户服务过程中,在航空航天、船舶、电子、机车、石油化工、医疗、汽车等领域积累了丰富的工程实践经验。

同时,丛书内容也将持续补充和丰富,我们也希望看到行业中更多的优秀企业和人才,以及我们的用户企业参与本套丛书的编写,为智能制造发展尽我们的绵薄之力。



当前,很多高校的电子类理工科专业均将 CFD 理论作为选修或必修的专业课,但是学习了理论课程后,要想将其用于指导电子散热的优化设计,还需要熟练地掌握相关的 CFD 软件。

ANSYS Icepak 软件是由世界著名的 CAE 供应商 ANSYS 公司针对电子行业开发的一款专业电子散热优化分析软件,利用 CFD 理论,可快速对各类电子产品进行散热模拟。目前在中国,ANSYS Icepak 被广泛应用于航空航天、机车牵引、电力电子、医疗器械、汽车电子及各类消费性电子产品等;涉及的工业品包括通信机柜、手机终端、便携式计算机、变频器、变流器、LED、IC 封装、光伏逆变器等。

市面上关于 ANSYS Icepak 的中文学习书籍、资料很少,如何快速系统掌握 ANSYS Icepak 软件,并将其用于指导电子散热的实际工程中,是很多电子工程师、结构工程师面临的难题。

当下 ANSYS Icepak 的最新版本是 18.1,本书以 2015 年国防工业出版社出版的《ANSYS Icepak 电子散热基础教程》为基础,深入结合 ANSYS 最近几年的发展升级,将新功能进行整理,同时接受部分读者提出的建议批评,对错误及不足之处进行了改正,以帮助读者更快更好地掌握 ANSYS Icepak。

本书以 ANSYS Icepak 18.1 为平台,共 10 章,全面系统介绍了 ANSYS Icepak 在电子散热工程中的模拟步骤,并配备了部分实际导航案例,旨在帮助读者掌握 ANSYS Icepak 的各项操作、各类面板设置等。各章具体内容为:第 1 章为 ANSYS Icepak 概述及工程应用、Icepak 软件的热仿真流程、Icepak 软件的模块组成等;第 2 章为 ANSYS Icepak 涉及的电子热设计基础理论,以及 CFD 热仿真的基础知识;第 3 章为 ANSYS Icepak 的技术特征及 Icepak 用户界面的详细讲解;第 4 章为 ANSYS Icepak 建立热仿真模型的详细说明,包括 Icepak 基于对象自建模、SCDM 修复 CAD 模型、CAD 几何模型导入 Icepak(包含 SCDM 将 CAD 模型导入 Icepak 的方法)、EDA 模型导入 Icepak 的讲解,并列举了相应的建模案例;第 5 章为 ANSYS Icepak 的网格划分设置说明,系统地整理了 Icepak 划分网格的原则及技巧,使用了部分案例讲解网格划分的操作;第 6 章为 ANSYS Icepak 相关物理模型的讲解说明;第 7 章为 ANSYS Icepak 求解计算的相应设置说明,包括判断求解计算收敛的方法,对求解计算进行压缩/删除等的讲解;第 8 章为 ANSYS Icepak 所有后处理显示的讲解说明;第 9 章主要针对工程中常见的热仿真专题进行了系统的讲解说明,并列举了相关案例;第 10 章详细讲解了 ANSYS Icepak 主菜单栏 Macros 的所有命令及设置,并配置了相应的案例。本书是多人智慧的集成,以上章节由王永康、张洁、张宇、耿丽丽 4 位作者共同编著,排名不分先后。

另外,在本书的编写过程中,许多朋友提出了宝贵的意见,他们是:解放军战略支援部队信息工程大学副教授李建兵,中国科学院国家空间科学中心微波室副研究员陈博,中车株洲电力机车研究所有限公司变流技术国家工程研究中心热设计师段焱辉,北京航天自动控制研究所七室主任工程师刘兵,中国科学院理化技术研究所低温工程与系统应用研究中心助理研究员张宇,合肥阳光电源股份有限公司热设计部经理周杰,中国电子科技集团第 34 所装备制造中

心助理工程师张维海,中国电力科学研究院电力电子所高级工程师刘智刚,北京理工雷科电子信息技术有限公司结构部经理陈智勇、工程师杨永旺,天津工业大学电气工程与自动化学院老师张建新,北京全路通信信号研究设计院有限公司高级工程师张义芳等;全体作者在此向所有参与和关心本书出版的朋友致以诚挚的谢意!

由于时间仓促,加之 ANSYS Icepak 涉及的行业范围较广,且作者水平有限,书中难免存在错误及不足之处,恳请各位读者批评指正。所谓条条大路通罗马,本书相应的案例只是讲解某一种或几种方法,如读者有更好的方法,可来信或在网上交流。作者 E-mail: 321524166@qq.com。本书中涉及的在线资源,请读者登陆“华信教育资源网”下载。

王永康

于安世亚太科技股份有限公司

2018年5月10日

目 录

第 1 章 ANSYS Icepak 概述	1
1.1 ANSYS Icepak 概述及工程应用	1
1.2 ANSYS Icepak 与 ANSYS Workbench 的关系	3
1.2.1 ANSYS Workbench 平台介绍	3
1.2.2 ANSYS Workbench 平台的启动	4
1.2.3 ANSYS Workbench 的界面(GUI)	5
1.2.4 ANSYS Workbench 对 Icepak 的作用	7
1.3 ANSYS Icepak 热仿真流程	8
1.3.1 建立热仿真模型	8
1.3.2 网格划分	10
1.3.3 求解计算设置	11
1.3.4 后处理显示	11
1.4 ANSYS Icepak 模块组成	12
1.5 ANSYS Icepak 机箱强迫风冷热仿真	15
1.5.1 实例介绍	15
1.5.2 建立热仿真模型	16
1.5.3 网格划分	19
1.5.4 求解计算设置	20
1.5.5 后处理显示	22
1.6 某 LED 自然冷却模拟实例	24
1.6.1 实例介绍	24
1.6.2 建立热仿真模型	25
1.6.3 网格划分	28
1.6.4 求解计算设置	31
1.6.5 后处理显示	33
1.7 本章小结	36
第 2 章 电子热设计基础理论	37
2.1 电子热设计基础理论原理	37
2.1.1 热传导	38
2.1.2 对流换热	38
2.1.3 辐射换热	39
2.1.4 增强散热的几种方式	40
2.2 电子热设计常用概念解释	40

2.3	电子热设计冷却方法及准则方程	43
2.3.1	自然冷却	44
2.3.2	强迫对流	47
2.3.3	TEC 热电制冷	48
2.3.4	热管散热	49
2.3.5	电子设备热设计简则及注意事项	51
2.4	CFD 热仿真基础	53
2.4.1	控制方程	54
2.4.2	ANSYS Icepak 热仿真流程	55
2.4.3	基本概念解释	56
2.5	本章小结	57
第3章	ANSYS Icepak 技术特征及用户界面(GUI)详解	58
3.1	ANSYS Icepak 详细技术特征	58
3.2	ANSYS Icepak 启动方式及选项	68
3.2.1	ANSYS Icepak 的启动	68
3.2.2	选项设置说明	69
3.3	ANSYS Icepak 工作目录设定	71
3.4	ANSYS Icepak 用户界面(GUI)详细说明	72
3.4.1	ANSYS Icepak 用户界面(GUI)介绍	72
3.4.2	主菜单栏	73
3.4.3	快捷工具栏	83
3.4.4	模型树	84
3.4.5	基于对象模型工具栏	86
3.4.6	编辑模型命令面板	86
3.4.7	对齐匹配命令	88
3.4.8	图形显示区域	90
3.4.9	消息窗口	91
3.4.10	当前几何信息窗口	91
3.5	模型编辑面板 GUI	91
3.6	用户自定义库的建立使用	94
3.7	其他常用命令操作	98
3.7.1	常用鼠标键盘操作	98
3.7.2	常用热键操作	98
3.7.3	单位管理	99
3.8	本章小结	99
第4章	ANSYS Icepak 热仿真建模	100
4.1	ANSYS Icepak 建模简述	100
4.2	ANSYS Icepak 基于对象自建模	103
4.2.1	Cabinet(计算区域)	103
4.2.2	Assembly(装配体)	105

4.2.3	Heat exchangers(换热器)	107
4.2.4	Openings(开口)	108
4.2.5	Periodic boundaries(周期性边界条件)	111
4.2.6	Grille(二维散热孔、滤网)模型	112
4.2.7	Sources(热源)	116
4.2.8	PCB(印制电路板)	118
4.2.9	Plates(板)	121
4.2.10	Enclosures(腔体)	124
4.2.11	Wall(壳体)	125
4.2.12	Block(块)	129
4.2.13	Fan(轴流风机)	137
4.2.14	Blower(离心风机)	143
4.2.15	Resistance(阻尼)	145
4.2.16	Heatsink(散热器)	148
4.2.17	Package(芯片封装)	154
4.2.18	建立新材料	160
4.3	ANSYS Icepak 自建模实例	161
4.4	CAD 模型导入 ANSYS Icepak	167
4.4.1	DesignModeler 简介	167
4.4.2	DesignModeler 常用命令说明	171
4.4.3	ANSYS SCDM 模型修复命令	175
4.4.4	CAD 模型导入 ANSYS Icepak 命令	181
4.4.5	CAD 模型导入 ANSYS Icepak 步骤、原则	191
4.4.6	ANSYS Icepak 自带的 CAD 接口	192
4.4.7	ANSYS SCDM 与 ANSYS Icepak 的接口	195
4.5	CAD 几何模型导入 ANSYS Icepak 实例	201
4.6	电子设计软件 EDA 模型导入 ANSYS Icepak	208
4.6.1	EDA-IDF 几何模型导入	208
4.6.2	EDA 电路布线过孔信息导入	211
4.6.3	EDA 封装芯片模型导入	213
4.7	本章小结	216
第 5 章	ANSYS Icepak 网格划分	217
5.1	ANSYS Icepak 网格控制面板	217
5.1.1	ANSYS Icepak 网格类型及控制	218
5.1.2	Hexa unstructured 网格控制	221
5.1.3	Mesher-HD 网格控制	225
5.2	ANSYS Icepak 网格显示面板	230
5.3	ANSYS Icepak 网格质量检查面板	233
5.4	ANSYS Icepak 网格优先级	236
5.5	ANSYS Icepak 非连续性网格	239

5.5.1	非连续性网格概念	239
5.5.2	非连续性网格的创建	241
5.5.3	Non-Conformal Meshing 非连续性网格划分的规则	243
5.5.4	非连续性网格的自动检查	246
5.5.5	非连续性网格应用案例	249
5.6	Meshes-HD 之 Multi-level 多级网格	250
5.6.1	Multi-level(M/L) 多级网格概念	251
5.6.2	多级网格的设置	251
5.6.3	设置 Multi-level 多级级数的不同方法	253
5.7	ANSYS Icepak 网格划分的原则与技巧	254
5.7.1	ANSYS Icepak 网格划分原则	254
5.7.2	确定模型多级网格的级数	255
5.7.3	网格划分总结	256
5.8	ANSYS Icepak 网格划分实例	257
5.8.1	强迫风冷机箱	257
5.8.2	LED 灯具强迫风冷散热模拟	259
5.8.3	液冷冷板模型	262
5.8.4	强迫风冷热管散热模拟	265
5.9	本章小结	269
第6章 ANSYS Icepak 相关物理模型		270
6.1	自然对流应用设置	270
6.1.1	自然对流控制方程及设置	271
6.1.2	自然对流模型的选择	272
6.1.3	自然对流计算区域设置	272
6.1.4	自然冷却模拟设置步骤	273
6.2	辐射换热应用设置	275
6.2.1	Surface to surface(S2S 辐射模型)	276
6.2.2	Discrete ordinates(DO 辐射模型)	277
6.2.3	Ray tracing(光线追踪法辐射模型)	279
6.2.4	3 种辐射模型的比较与选择	280
6.3	太阳热辐射应用设置	281
6.3.1	太阳热辐射载荷设置	281
6.3.2	太阳热辐射瞬态载荷案例	284
6.3.3	热模型表面如何考虑太阳热辐射	286
6.4	瞬态热模拟设置	287
6.4.1	瞬态求解设置	287
6.4.2	瞬态时间步长(Time step) 设置	290
6.4.3	变量参数的瞬态设置	294
6.4.4	求解的瞬态设置	300
6.5	本章小结	301

第 7 章 ANSYS Icepak 求解设置	302
7.1 ANSYS Icepak 基本物理模型定义	302
7.1.1 基本物理问题定义设置面板	303
7.1.2 基本物理问题定义向导设置	309
7.2 自然冷却计算开启的规则	312
7.3 求解计算基本设置	314
7.3.1 Basic settings(求解基本设置面板)	314
7.3.2 判断热模型的流态	315
7.3.3 Parallel settings(并行设置面板)	315
7.3.4 Advanced settings(高级设置面板)	318
7.4 变量监控点设置	319
7.4.1 直接拖曳模型	319
7.4.2 复制粘贴	321
7.4.3 直接输入坐标	321
7.4.4 模型树下建立监控点	322
7.5 求解计算面板设置	323
7.5.1 General setup(通用设置面板)	324
7.5.2 Advanced(高级设置面板)	326
7.5.3 Results(结果管理面板)	327
7.5.4 TEC 热电制冷模型的计算	328
7.5.5 恒温控制计算	330
7.6 ANSYS Icepak 计算收敛标准	331
7.7 ANSYS Icepak 删除/压缩计算结果	334
7.8 本章小结	336
第 8 章 ANSYS Icepak 后处理显示	337
8.1 ANSYS Icepak 后处理说明	337
8.2 ANSYS Icepak 自带后处理显示	340
8.2.1 Object face(体处理)	341
8.2.2 Plane cut(切面处理)	348
8.2.3 Isosurface(等值面处理)	351
8.2.4 Point(点处理)	353
8.2.5 Surface probe(探针处理)	353
8.2.6 Variation plot(变量函数图)	354
8.2.7 History plot(瞬态函数图)	355
8.2.8 Trials plot(多次实验曲线图)	356
8.2.9 Transient settings(瞬态结果处理)	357
8.2.10 Load solution ID(加载计算结果)	359
8.2.11 Summary report(量化报告处理)	359
8.2.12 Power and temperature limits setup 处理	364
8.2.13 保存后处理图片	364

8.3	Post 后处理工具	365
8.3.1	Post 后处理面板 1	365
8.3.2	Post 后处理面板 2	365
8.3.3	Post 后处理面板 3	367
8.3.4	Post 后处理面板 4	368
8.4	Report 后处理工具	368
8.5	本章小结	376
第9章	ANSYS Icepak 热仿真专题	377
9.1	ANSYS Icepak 外太空环境热仿真	377
9.2	异形 Wall 热流边界的建立	382
9.2.1	圆柱形计算区域的建立	382
9.2.2	异形 Wall 的建立	384
9.3	热流—结构动力学的耦合计算	387
9.4	ANSYS SIwave 电—热流双向耦合计算	392
9.5	PCB 导热率验证计算	398
9.6	ANSYS Icepak 参数化/优化计算	403
9.6.1	参数化计算步骤	403
9.6.2	Design Explorer 的参数化功能	409
9.6.3	优化计算步骤	412
9.7	轴流风机 MRF 模拟	418
9.8	机箱系统 Zoom-in 的功能	421
9.8.1	Profile 边界说明	422
9.8.2	Zoom-in 功能案例讲解	423
9.9	ANSYS Icepak 批处理计算的设置	425
9.10	某风冷机箱热流仿真优化计算	428
9.10.1	机箱 CAD 模型的修复及转化	429
9.10.2	ANSYS Icepak 热模型的修改	434
9.10.3	热模型的网格划分	438
9.10.4	热模型的求解计算设置	442
9.10.5	热模型的后处理显示	443
9.10.6	热模型自然冷却计算及后处理	446
9.10.7	热模型的优化计算 1	447
9.10.8	热模型的优化计算 2	450
9.11	某风冷电动汽车电池包热流优化计算	452
9.11.1	电池包 CAD 模型的修复及转化	453
9.11.2	ANSYS Icepak 热模型的修改	458
9.11.3	热模型的网格划分	461
9.11.4	热模型的求解计算设置	463
9.11.5	热模型的后处理显示	464
9.11.6	热模型的优化	465

9.12 本章小结	466
第 10 章 宏命令 Macros	467
10.1 宏命令 Macros 简介	467
10.2 Geometry 面板	467
10.2.1 Approximation 面板	468
10.2.2 Data Center Components 面板	473
10.2.3 Heatsinks 面板	477
10.2.4 Other 面板	483
10.2.5 Packages 面板	485
10.2.6 Package-TO Devices 面板	487
10.2.7 PCB 面板	491
10.2.8 Rotate 面板	494
10.3 Modeling 面板	495
10.3.1 Heatsink Wind Tunnel 面板	496
10.3.2 SIwave Icepak Coupling 面板	498
10.3.3 Die Characterization 面板	500
10.3.4 Power Dependent Power Macro 面板	501
10.3.5 Transient Temperature Dependent Power 面板	502
10.4 Post Processing 面板	503
10.4.1 Ensignht Export 面板	504
10.4.2 Report Max Values 面板	504
10.4.3 Temperature Field to ANSYS WB 面板	505
10.4.4 Write Average Metal Fractions 面板	505
10.4.5 Write Detailed Report 面板	505
10.5 Productivity 面板	506
10.6 本章小结	512
参考文献	513

第 1 章 ANSYS Icepak 概述

【内容提要】

本章将重点介绍 ANSYS Icepak 的发展、基本功能及工程应用背景; ANSYS Icepak 与 ANSYS Workbench 的关系; ANSYS Icepak 电子热仿真模拟的步骤流程; ANSYS Icepak 软件包的基本组成及模块说明; 另外, 使用了一个强迫风冷机箱和一个 LED 自然冷却散热的热仿真算例, 详细介绍了 ANSYS Icepak 模拟电子产品强迫风冷及自然冷却的基本步骤和过程。

【学习重点】

- 了解 ANSYS Icepak 的工程应用;
- 了解 ANSYS Icepak 与 ANSYS Workbench 的关系;
- 掌握 ANSYS Icepak 进行电子散热的流程、步骤;
- 掌握 ANSYS Icepak 的模块组成及各模块的作用、功能;
- 熟悉本章中的两个简单算例, 了解相应的设置。

1.1 ANSYS Icepak 概述及工程应用

ANSYS 公司是世界著名的 CAE 供应商, 经过 40 多年的发展, 已经成为全球数值仿真技术及软件开发的领导者和革新者, 其产品包含电磁、流体、结构动力学 3 大产品体系, 可以涵盖电磁领域、流体领域、结构动力学领域的数值模拟计算, 其各类软件不是单一的 CAE 仿真产品, 而是集成于 ANSYS Workbench 平台下, 各模块之间可以互相耦合模拟、传递数据。因此, 使用 ANSYS 数值模拟软件, 用户可以将电子产品所处的多物理场进行耦合模拟, 真实反映产品的 EMC 分布、热流特性、结构动力学特性等。目前, ANSYS 系列软件被广泛应用于各类电子产品的研发流程中, 在很大程度上提高了产品的研发进程。

Icepak 软件(版本 4.4.8)于 2006 年被 ANSYS 收购, 并入旗下, 随之 ANSYS 公司开发了与 Icepak 相关的各类 CAD、EDA 接口, 当前最新的版本是 ANSYS Icepak 18.1。本书基于 ANSYS Icepak 18.1 进行介绍, 与之前的各个版本相比, 此版本在很多方面做了较大改进。

ANSYS Icepak 18.1 是 ANSYS 系列软件中针对电子行业的散热仿真优化分析软件, 目前在全球拥有较高的市场占有率, 电子行业涉及的散热、流体等相关工程问题, 均可使用 ANSYS Icepak 进行模拟计算, 如强迫风冷、自然冷却、PCB 各向异性导热率计算、热管数值模拟、TEC 制冷、液冷模拟、太阳热辐射、电子产品恒温控制计算等工程问题。

ANSYS Icepak 18.1 与主流的三维 CAD 软件(Catia、Autodesk Inventor、Pro/Engineer、Solidworks、Solid Edge、Unigraphics 等)具有良好的接口, 同时, Icepak 可以将主流的 EDA 软件(Cadence、Mentor、Zuken<CR5000>、Altium Designer、Sigriety)输出的 IDF 模型及 PCB 板的布线过孔文件导入 Icepak 进行模拟计算; 与此同时, ANSYS Icepak 具有丰富的物理模型, 其使用 ANSYS Fluent 作为求解器, 具有鲁棒性好、计算精度高等优点。目前, ANSYS Icepak 在我国航

空航天、机车牵引、消费性电子产品、医疗器械、电力电子、电气、半导体等行业有着广泛的应用,如图 1-1 所示。

例如,航空航天方面的应用包括:

- (1) 机载电子控制机箱热分析。
- (2) PCB 单板散热分析。
- (3) 卫星控制系统热分析。
- (4) 雷达控制系统热分析。
- (5) 芯片散热分析等方面的模拟分析。
- (6) 与 ANSYS 电磁软件进行电磁—热流耦合模拟。
- (7) 与 ANSYS 结构动力学软件进行热流—结构力学的耦合模拟。



图 1-1 ANSYS Icepak 应用范围

ANSYS Icepak 在电子散热仿真及优化方面主要有以下特征:

- (1) 基于对象的自建模方式,快速便捷建立热模型。
- (2) 丰富多样的电子器件库并支持用户自定义库。
- (3) 快速稳定的求解计算。
- (4) 自动优秀的网格技术。
- (5) 与 CAD 软件/EDA 软件有良好的数据接口。
- (6) 与电磁/结构动力学软件可以进行多场耦合模拟。
- (7) 丰富多样化的后处理功能等。

另外,ANSYS Icepak 能够仿真的物理模型主要包含以下几方面:

- (1) 强迫对流、自然对流模型。
- (2) 混合对流模型。
- (3) PCB Trace 及导体的焦耳热计算。
- (4) 热传导模型、流体与固体的耦合传热模型。
- (5) 丰富的辐射模型(半立方体法、自适应模型、Discrete Ordinates 模型、Ray Tracing 模型)。
- (6) PCB 各向异性导热率计算。
- (7) 稳态及瞬态问题求解。
- (8) 多流体介质问题。
- (9) 风机非线性 $P-Q$ 曲线的输入。
- (10) IC 的双热阻网络模型。
- (11) 太阳辐射模型。

- (12) TEC 制冷模型。
- (13) 模拟轴流风机叶片旋转的 MRF 功能。
- (14) 电子产品恒温控制计算。
- (15) 模拟电子产品所处的高海拔环境等。

1.2 ANSYS Icepak 与 ANSYS Workbench 的关系

1.2.1 ANSYS Workbench 平台介绍

ANSYS Workbench(简称 WB)平台实际上是 ANSYS 多个产品或功能应用的仿真管理平台,在此平台下,ANSYS 旗下的多个仿真模拟工具可以互相交替耦合,实现各种物理场仿真数据的传递。另外,在 WB 平台下,一方面可以将常用 CAD 软件的几何模型通过接口导入 ANSYS 的模拟工具,另一方面,通过几何接口 Geometry Interface,也可实现 CAD 软件与 CAE 软件几何数据的双向传递。

WB 中包含多个软件模块,各模块实现不同的功能,如表 1-1 所示。

表 1-1 ANSYS Workbench 主要模块的组成及描述

模块名称	模块功能描述
Geometry	CAD 模型的导入接口,适合于 ANSYS Icepak、CFD 软件、结构软件、电磁分析软件
Icepak	针对电子行业,耦合 CFD(计算流体动力学)和传热计算的软件
Fluent	通用 CFD 计算分析软件
CFD-Post	针对 ANSYS 系列软件(ANSYS Icepak、Fluent、CFX 等)的专业后处理软件
Static Structural	静态结构动力学分析软件
HFSS	高频电磁分析软件
Maxwell	低频电磁分析软件

为了模拟电子产品真实的多物理场环境,得到产品真实的多场特性分布,ANSYS 公司开发了各软件的数据传递接口,用户必须依靠 WB 才能进行多场耦合。典型的 WB 多场耦合工作流程如图 1-2 所示。

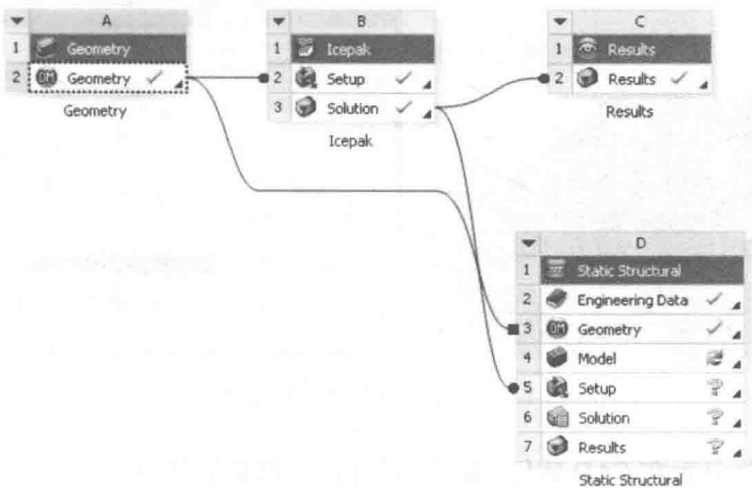


图 1-2 WB 多场耦合工作流程