

21世纪高等学校工业设计专业规划教材
宁波市特色教材

电器产品设计

◎康瑛石 吴冬俊 侯冠华 编著

DIANQI CHANPIN SHEJI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是根据高等学校“工业设计类课程教学基本要求”，结合众多高等工科院校近年来在应用型人才培养方面的教学改革实践经验编写而成的。

本书共8章，主要包括：电风扇设计、电熨斗设计、灯具设计、豆浆机设计、电饭煲设计、电取暖器设计、洗衣机设计和电冰箱设计。本书从工业设计的角度出发，主要介绍了电器产品的发展历史、基本工作原理、基本结构、技术指标、性能参数、材料选择和加工工艺，着重分析了国内外典型的电器产品设计案例，同时从美学角度对产品的外观造型特点进行了分析。每章后设有设计实训，方便学生和初学设计者练习参考，同时附有一定数量的思考与练习题。

本书可作为普通高等院校工业设计专业及相关专业的电器产品设计课程教材，也可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校相关专业课程教材，还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

电器产品设计/康瑛石，吴冬俊，侯冠华编著. —北京：
机械工业出版社，2012.8

21世纪高等学校工业设计专业规划教材
ISBN 978-7-111-39230-9

I. ①电… II. ①康… ②吴… ③侯… III. ①日用电气器具—产品
设计—高等学校—教材 IV. ①TM925

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第169294号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：陈玉芝 责任编辑：陈玉芝 宋亚东

版式设计：纪敬 责任校对：常天培

封面设计：张静 责任印制：乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·7.75印张·175千字

0001—3000册

标准书号：ISBN 978-7-111-39230-9

定价：19.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着社会的不断进步和人类文明程度的提高,工业设计参与实际生产过程和引导人们生活的作用愈加明显。人们已经认识到工业设计人才的培养不能仅仅局限于学习产品绘画与艺术设计,因为工业产品是用现代工业方法通过批量和大批量生产制造的,所以还需要学生掌握较多涉及工程技术方面的基本知识。据此,本课程整合了在电器产品设计与制造过程中的相关知识,经过多轮的教学实践,学生反映普遍较好。

“电器产品设计”课程是高等学校工业设计专业的一门核心课程,同时也是工科近机械类、非机械类相关专业的一门重要专业课程。为了使学生与初学者了解与掌握电器产品的基本工作原理和基本知识,拓宽设计人员的知识面,增强对工业设计实际工作的适应性,该课程注重理论与实践的结合,对培养学生的创新意识和设计能力起到重要的作用。

各专业对电器产品设计基础的基本要求可以概括为:通过该课程的学习,认识和了解电器产品的基本组成与结构、机械和电气系统的功能和工作原理,了解常用电器产品设计的基本内容、基本要求和基本方法。通过电器产品的实际设计训练,达到能设计简单电器产品结构及外观造型的目的。

为满足培养高素质、创新型、应用型人才的需要,我们在编写本书时,从工业设计专业的角度出发,按照产品实际设计的总体要求和培养学生学习基本素质和能力要求,注意取材的先进性、实用性。本书的主要特色有:

1) 从电器产品系统设计出发,实现电器工作原理、电器产品设计与分析两部分内容的融合,达到作为工业设计师应具备水平。

2) 以培养应用型人才为目标,以设计思想、设计理论、设计分析和设计方法为主线,精选典型电器产品。典型案例采用了国内外具有一定知名度品牌的电器产品,兼顾制造业发达地区较优秀产品的设计分析,使理论教学紧密联系实际。

3) 注意培养学生的创造性思维,强调设计的多方案性和设计优化思想,特别注意在方案设计、结构设计中培养创新能力与创新思维意识。

4) 以电器产品重要零部件的设计分析、产品结构设计、产品外观造型以及美学设计等内容为核心,加强电器产品整体系统方案设计能力的培养。

本书由康瑛石、吴冬俊、侯冠华编著,参加本书编写工作的有高晨晖、白石、郭格、李雄、谭元英。

本书在编写过程中得到了宁波市教育局和编者所在学校有关领导的热情关心,同时得到了宁波市相关电器产品制造企业的大力支持和帮助,并参考了部分新出版的同学科及近学科的教材,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不足之处,欢迎广大同仁和读者批评指正,谨先表谢意。

编著者

目 录

前言

第1章 电风扇设计..... 1

1.1 电风扇概述..... 1

1.1.1 电风扇的定义..... 1

1.1.2 电风扇的历史、发展和现状..... 1

1.2 电风扇的分类、工作原理和结构..... 2

1.2.1 电风扇的分类..... 2

1.2.2 电风扇的工作原理..... 3

1.2.3 电风扇的变速原理..... 3

1.2.4 电风扇的结构..... 3

1.3 电风扇主要技术指标和性能参数..... 5

1.3.1 电风扇的主要技术指标..... 5

1.3.2 电风扇的主要性能参数..... 7

1.4 电风扇材料和加工工艺..... 7

1.4.1 外壳..... 7

1.4.2 扇叶..... 8

1.4.3 底盘..... 8

1.5 典型产品设计分析..... 8

1.5.1 美的电风扇设计分析..... 8

1.5.2 无印良品电风扇设计分析..... 9

1.5.3 无扇叶电风扇设计分析..... 9

1.6 电风扇设计实训..... 11

1.6.1 市场调研及分析..... 11

1.6.2 设计要求与设计定位..... 11

1.6.3 设计草图与最终方案..... 11

1.6.4 三维建模..... 11

1.6.5 设计流程图..... 11

1.7 小结..... 12

1.8 思考与练习题..... 12

第2章 电熨斗设计..... 13

2.1 电熨斗概述..... 13

2.1.1 电熨斗的定义..... 13

2.1.2 电熨斗的历史、发展和现状..... 13

2.2 电熨斗的分类、工作原理和结构..... 14

2.2.1 电熨斗的分类..... 14

2.2.2 电熨斗的工作原理..... 16

2.2.3 电熨斗的结构..... 18

2.3 电熨斗主要技术指标和性能参数..... 19

2.3.1 电熨斗的主要技术指标..... 19

2.3.2 电熨斗的主要性能参数..... 19

2.4 电熨斗材料和加工工艺..... 20

2.4.1 底板..... 20

2.4.2 电热元件..... 20

2.4.3 储水箱、外壳、把手及电源线..... 20

2.5 典型产品设计分析..... 21

2.5.1 飞利浦电熨斗设计分析..... 21

2.5.2 松下电熨斗设计分析..... 22

2.5.3 东菱“脱手立”立式电熨斗 设计分析..... 23

2.6 电熨斗设计实训..... 23

2.6.1 市场调研及分析..... 23

2.6.2 设计要求与设计定位..... 24

2.6.3 设计草图与最终方案..... 24

2.6.4 三维建模..... 25

2.6.5 设计流程图..... 26

2.7 小结..... 26

2.8 思考与练习题..... 27

第3章 灯具设计..... 28

3.1 灯具概述..... 28

3.1.1 灯具的定义..... 28

3.1.2 灯具的历史、发展和现状..... 28

3.2 灯具的分类、造型和设计风格..... 29

3.2.1 灯具的分类..... 29

3.2.2 室内照明及家居灯具的功能 造型..... 30

3.2.3 灯具的设计风格..... 32

3.3 灯具工作原理、结构、材料和加工 工艺..... 33

3.3.1 台灯的工作原理和结构..... 33

3.3.2 公用灯的工作原理和结构..... 34

3.3.3 高频等离子体放电无极灯的工作 原理和结构..... 35

3.3.4 灯具的主要材料和加工工艺	35	4.8 思考与练习题	55
3.4 灯具主要技术指标和性能参数	36	第5章 电饭煲设计	56
3.4.1 灯具的主要技术指标	36	5.1 电饭煲概述	56
3.4.2 优质节能灯的主要性能参数	36	5.1.1 电饭煲的定义	56
3.5 典型产品设计分析	37	5.1.2 电饭煲的历史、发展和现状	56
3.5.1 瑞典台灯设计分析	37	5.2 电饭煲的分类、工作原理、功能和结构	57
3.5.2 美国LED台灯设计分析	37	5.2.1 电饭煲的分类	57
3.5.3 宁波柏斯莱特路灯设计分析	38	5.2.2 电饭煲的工作原理	58
3.6 灯具设计实训	38	5.2.3 电饭煲的功能	58
3.6.1 市场调研、设计要求与设计定位	38	5.2.4 电饭煲的结构	59
3.6.2 设计草图	39	5.3 电饭煲主要技术指标和性能参数	61
3.6.3 三维建模	39	5.3.1 电饭煲的主要技术指标	61
3.6.4 灯具设计流程图	40	5.3.2 防触电问题	61
3.7 小结	40	5.3.3 过热及非正常情况下的着火危险	61
3.8 思考与练习题	40	5.3.4 机械危险和机械强度	61
第4章 豆浆机设计	41	5.4 电饭煲材料和加工工艺	62
4.1 豆浆机概述	41	5.4.1 电饭煲的外壳	62
4.1.1 豆浆机的定义	41	5.4.2 电饭煲的内锅	62
4.1.2 豆浆机的历史、发展和现状	41	5.5 典型产品设计分析	62
4.2 豆浆机的分类、工作原理和结构	43	5.5.1 美的迷你电饭煲设计分析	63
4.2.1 豆浆机的分类	43	5.5.2 奥克斯电饭煲设计分析	63
4.2.2 豆浆机的工作原理	43	5.5.3 苏泊尔电饭煲设计分析	63
4.2.3 豆浆机的结构	45	5.6 电饭煲设计实训	64
4.3 豆浆机主要技术指标和性能参数	46	5.6.1 市场调研及分析	64
4.3.1 豆浆机的主要技术指标	46	5.6.2 设计要求与设计定位	65
4.3.2 豆浆机的主要性能参数	47	5.6.3 设计草图与最终方案	65
4.4 豆浆机材料和加工工艺	47	5.6.4 三维建模	66
4.4.1 豆浆机的材料	47	5.6.5 设计流程图	66
4.4.2 豆浆机主要构件的加工工艺	48	5.7 小结	66
4.5 典型产品设计分析	49	5.8 思考与练习题	67
4.5.1 九阳豆浆机设计分析	49	第6章 电取暖器设计	68
4.5.2 美的豆浆机设计分析	51	6.1 电取暖器概述	68
4.6 豆浆机设计实训	52	6.1.1 电取暖器的定义	68
4.6.1 市场调研及分析	52	6.1.2 电取暖器的历史、发展和现状	68
4.6.2 设计要求与设计定位	52	6.2 电取暖器的分类、工作原理和结构	69
4.6.3 设计草图与最终方案	53	6.2.1 电取暖器的分类	69
4.6.4 三维建模	53		
4.6.5 设计流程图	54		
4.7 小结	54		

6.2.2 电取暖器的工作原理	72	7.6.1 市场调研及分析	94
6.2.3 电取暖器的结构	74	7.6.2 设计要求与设计定位	95
6.3 电取暖器主要技术指标和性能参数	76	7.6.3 设计草图与最终方案	95
6.3.1 电取暖器的主要技术指标	76	7.6.4 三维建模	96
6.3.2 电取暖器的主要性能参数	76	7.6.5 设计流程图	98
6.4 电取暖器材料和加工工艺	77	7.7 小结	98
6.4.1 热辐射式石英管电取暖器	77	7.8 思考与练习题	98
6.4.2 对流式电热油汀取暖器	78	第8章 电冰箱设计	99
6.5 典型产品设计分析	78	8.1 电冰箱概述	99
6.5.1 联创电取暖器设计分析	78	8.1.1 电冰箱的定义	99
6.5.2 美的电取暖器设计分析	78	8.1.2 电冰箱的历史、发展和现状	99
6.6 电取暖器设计实训	78	8.2 电冰箱的分类、工作原理和结构	100
6.6.1 市场调研及分析	78	8.2.1 电冰箱的分类	100
6.6.2 设计要求与设计定位	79	8.2.2 电冰箱的工作原理	103
6.6.3 设计草图与最终方案	79	8.2.3 电冰箱的结构	103
6.6.4 三维建模	79	8.3 电冰箱主要技术指标和性能参数	104
6.6.5 设计流程图	81	8.3.1 电冰箱的主要技术指标	104
6.7 小结	81	8.3.2 电冰箱的主要性能参数	104
6.8 思考与练习题	81	8.4 电冰箱材料和加工工艺	105
第7章 洗衣机设计	82	8.4.1 电冰箱外壳材料和加工工艺	105
7.1 洗衣机概述	82	8.4.2 电冰箱内部材料和加工工艺	105
7.1.1 洗衣机的定义	82	8.5 典型产品设计分析	105
7.1.2 洗衣机的历史、发展和现状	82	8.5.1 海尔意式三门电冰箱设计分析	105
7.2 洗衣机的分类、工作原理和结构	84	8.5.2 奥克斯电冰箱设计分析	106
7.2.1 洗衣机的分类	84	8.5.3 LG“艺术家电”系列电冰箱设计分析	107
7.2.2 洗衣机的工作原理	86	8.6 电冰箱设计实训	108
7.2.3 洗衣机的结构	87	8.6.1 市场调研及分析	108
7.3 洗衣机主要技术指标和性能参数	89	8.6.2 设计要求与设计定位	108
7.3.1 洗衣机的主要技术指标	89	8.6.3 设计草图与最终方案	109
7.3.2 洗衣机的主要性能参数	89	8.6.4 三维建模	110
7.4 洗衣机材料和加工工艺	91	8.6.5 设计流程图	111
7.4.1 外壳	91	8.7 小结	111
7.4.2 内桶	91	8.8 思考与练习题	111
7.5 典型产品设计分析	92	附录 常用家用电器国家标准和行业标准目录	112
7.5.1 奥克斯全自动洗衣机设计分析	92	参考文献	117
7.5.2 海尔滚筒洗衣机设计分析	93		
7.5.3 三星滚筒洗衣机设计分析	94		
7.6 洗衣机设计实训	94		

第 1 章 电风扇设计

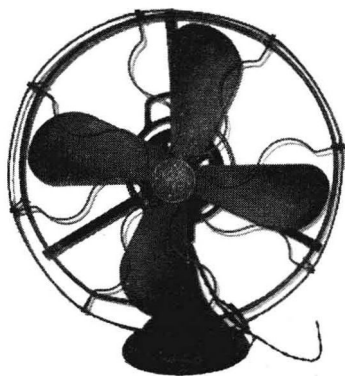
1.1 电风扇概述

1.1.1 电风扇的定义

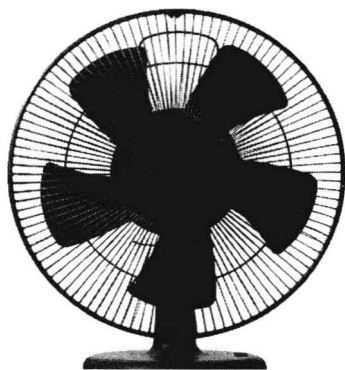
电风扇简称电扇，是一种通过电力驱动扇叶旋转，达到使空气加速流通的家用电器。主要用于清凉解暑和流通空气。电风扇能使人感到凉爽的主要原理是通过电动机驱动扇叶旋转，加速人体周围空气流通，人体从皮肤毛孔蒸发水分的速度加快了，由于水分蒸发过程会带走皮肤表面的热量，所以人会感到凉爽。

1.1.2 电风扇的历史、发展和现状

机械风扇起源于 1830 年，美国人詹姆斯·拜伦从钟表的结构中受到启发，发明了一种可以固定在天花板上，用发条驱动的机械风扇。这种风扇转动扇叶带来的徐徐凉风使人感到欣喜，但需要爬上梯子去上发条，很麻烦。1872 年，法国人约瑟夫研制出一种靠发条涡轮启动，用齿轮链条装置传动的机械风扇，它比拜伦发明的机械风扇精致得多，使用也更方便。1880 年，美国人舒乐首次将扇叶直接装在电动机上，再接上电源，扇叶飞速转动，阵阵凉风扑面而来，成为世界上第一台电风扇。



早期的电风扇



当今的电风扇

中国的第一台电风扇生产于 1916 年，生产者杨济川在上海四川路横浜桥开办生产变压器的工厂，以“中华民族更生”之意，取名为华生电器制造厂，到 1925 年华生电风扇正式投产，很快成为著名品牌。

如今的电风扇已一改人们印象中的传统形象，在外观和功能上更加追求个性化设计。采用微机控制，自然风、睡眠风、负离子功能等，这些本属于空调器的功能，已被许多电风扇厂家采用，有些厂家还增加了照明、驱蚊、紫外线杀菌等更多的实用性功能，既彰显

了个性，也在无形中提高了产品本身的档次。如今，在追求个性时尚以及精致化的时代，消费者似乎对小巧可爱的家电产品更加情有独钟，于是外形可爱、颜色亮丽、体积小巧的转页扇，各种便携式电风扇应运而生。这些电风扇的外壳和扇叶大多以塑料为材料，整体上极其轻巧，加上亮丽的色彩和外观，一经推出便十分走俏。这些外观不拘一格并且功能多样的产品，预示了整个电风扇行业的发展趋势。

1.2 电风扇的分类、工作原理和结构

1.2.1 电风扇的分类

电风扇的种类很多，分类方法也不相同，常用的分类方法有四种：

1) 按照功能的多少与应用电子技术、微机技术的程度，电风扇可分为普通电风扇与高档电风扇两大类。

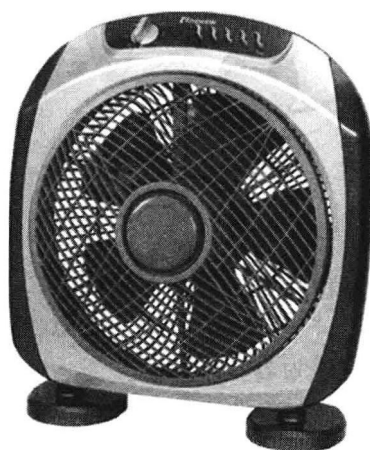
2) 按照电风扇使用的电源的不同，可分为交流电风扇、直流电风扇与交直流两用电风扇三大类。家庭一般使用单相交流电风扇，车辆、船舶上一般使用直流电风扇或交直流两用电风扇。

3) 按照电动机形式的不同，可分为单相交流罩极式、单相交流电容式与串励式（直流或交直流两用）。单相交流电容式电动机的起动性能、运行性能都比较好，应用最广泛。

4) 按用途不同，可分为家用电风扇和工业类排风扇。家用电风扇主要有吊扇、台扇、落地扇、壁扇、顶扇、换气扇、转叶扇、冷风扇等；台扇中又有摇头和不摇头之分；落地扇中有摇头或转叶扇。



落地扇



转叶扇

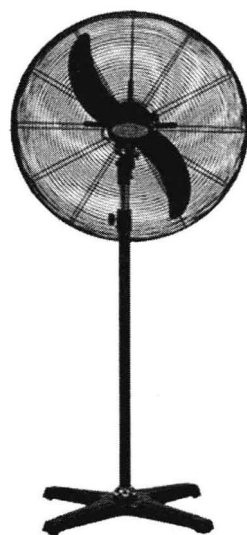
工业用电风扇主要用于强迫空气对流。需要注意的是，电风扇用久以后，扇叶的下面很容易沾上很多灰尘，应及时加以清扫和处理。

1.2.2 电风扇的工作原理

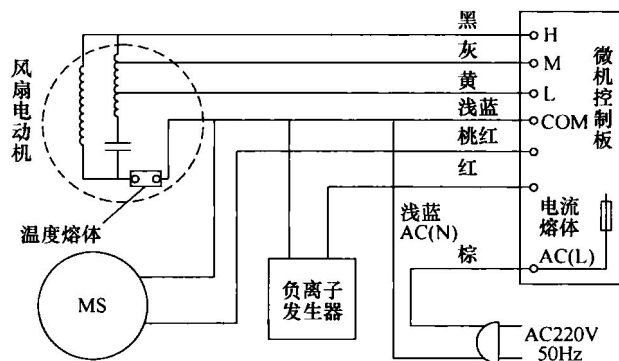
电风扇的主要部件是电动机，其工作原理是通电线圈在磁场中受力而转动。能量的转化形式是由电能转化为机械能，同时由于线圈有电阻，所以不可避免的有一部分电能要转化为热能。

电风扇工作时，如果房间与外界没有热传递，室内的温度不仅不会降低，反而会升高。下面来分析一下温度升高的原因：电风扇工作时，因电流通过电风扇的线圈，同时导线有电阻，所以会不可避免地产生热量向外放热，故温度会升高。但人们为什么会感觉到凉爽呢？因为人体的体表有大量的汗液，当电风扇工作后，室内的空气会流动起来，能够促进汗液加快蒸发，因为汗液蒸发需要吸收大量的热，所以人们会感觉到凉爽。

电风扇的电路示意图如下图所示。



工业用电风扇



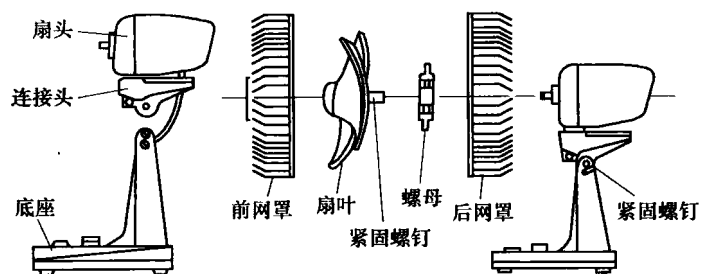
电风扇的电路示意图

1.2.3 电风扇的变速原理

目前家用电风扇大部分通过改变绕组匝数、改变磁场强度以实现调速。绕组上有多个抽头，每个抽头对应一个挡位，末端接电源一侧。吊扇大多使用电子调速，通过PWM（脉冲宽度调制）和MOS管（绝缘性场效应晶体管）的配合，实现调速。有些摇头式吊扇，也用电容器调速。总之，抽头方式的调速效率是最高的，应最大可能应用。如果距离比较远，电子调速是目前最理想的方式，速度调控无限制，各类电风扇均适用。

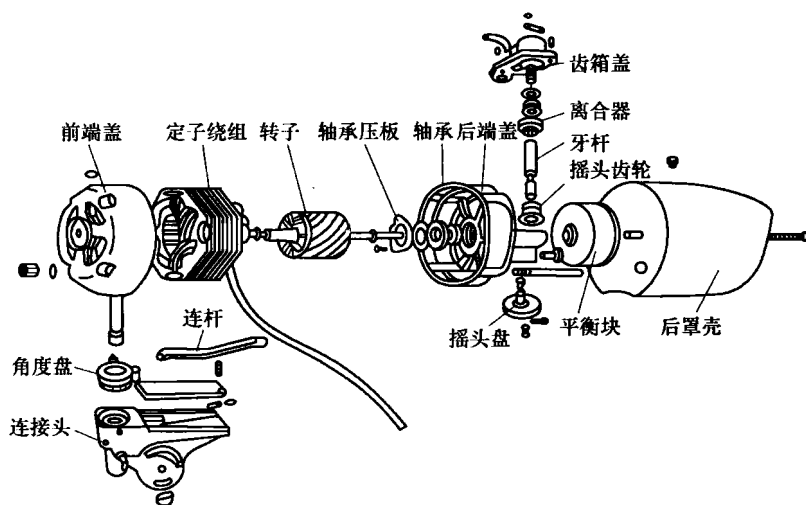
1.2.4 电风扇的结构

电风扇的基本结构包括：扇头、扇叶、电动机、底座、控制部分、网罩，如下图所示。



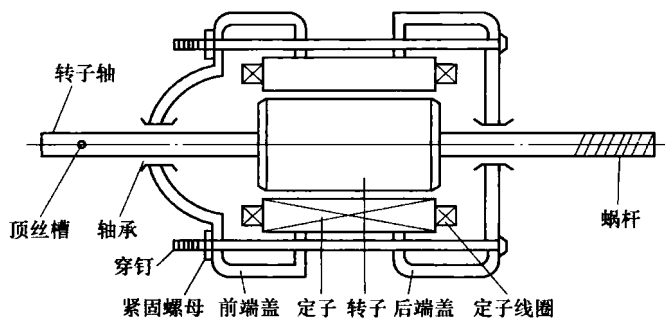
电风扇的结构

电风扇的扇头由单相交流电动机、摇头机构、前后端盖等组成，具体结构如下图所示。



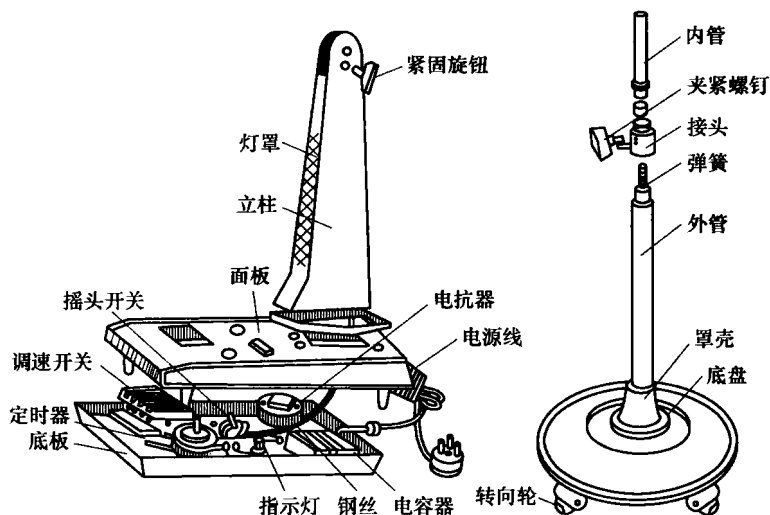
电风扇的扇头结构

电风扇的电动机由定子、转子、轴承和端盖等组成，具体结构如下图所示。



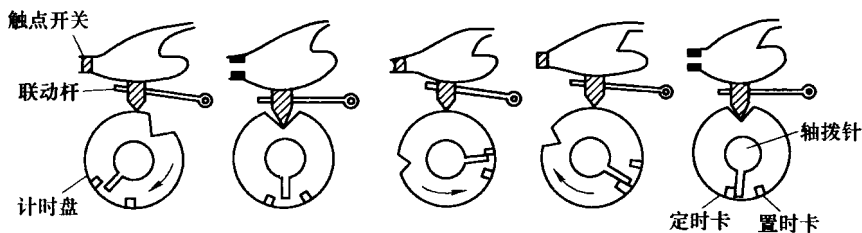
电风扇的电动机结构示意图

电风扇的摇头机构由减速器、连杆机构、控制机构、保护装置等组成，具体结构如下图所示。



电风扇的摇头机构

电风扇的控制部分由调速开关、互锁、自锁、联动、定时开关等组成，其中定时开关的结构如下图所示。



电风扇的定时开关结构

1.3 电风扇主要技术指标和性能参数

1.3.1 电风扇的主要技术指标

电风扇作为夏天里常用的一种家用电器，其安全性能在使用过程中显得尤为关键，国家对此作出了严格的规定。在 GB 4706.1 《家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求》^①、GB 4706.27 《家用和类似用途电器的安全 第2部分：风扇的特殊要求》、GB 4343.1 《家用电器电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第1部分：发射》和 GB 17625.1 《电磁兼容 限值—谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）》中规定了电风扇的一些主要性能指标。

① 文中提到的国家标准均指最新国家发布的标准。常用家用电器国家标准目录见本书附录。

1. 输出风量

输出风量是指电风扇在额定电压、额定频率与最高转速挡运转的条件下，每分钟输出的最小风量，单位是 m^3/min 。

2. 使用值

使用值是指电风扇在额定电压、额定频率与最高转速挡运转条件下，每分钟每瓦输出的最小风量。它是电风扇在额定条件下全速运转时输出风量与输入功率的比值，单位为 $\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{W})$ 。电风扇的使用值越大，说明它把电能转变成风能的转换率就越高。

输出风量和使用值是反映电风扇使用性能的两个最主要的指标。输出风量和使用值均与电风扇转速、扇叶规格、形状、扭角等有关系，测量输出风量必须在专门的测风室进行。

3. 起动性能

电风扇在额定电压、额定频率的条件下，应起动灵敏，在 $3 \sim 5\text{s}$ 内达到全速运转，且运转平稳，风压均匀。

4. 调速比

电风扇的调速比是指当在额定电压、额定频率的情况下运转时，最低挡转速与最高挡转速的比值，用百分数来表示。

$$\text{调速比} = \frac{\text{最低挡转速}}{\text{最高挡转速}} \times 100\%$$

调速比反映了电风扇高、低挡转速差别的程度。如果调速比过大，说明高、低挡转速没有明显差别，失去调速意义。如果调速比过小，说明低速挡转速太低，会造成低速挡起动困难。

国家相关标准规定：250mm 电容式台扇、壁扇的调速比不应小于 80%，电容式吊扇的调速比不应大于 50%。

5. 温升

温升指电风扇在额定电压、额定频率的条件下运转，各部位允许的最高温度与环境温度（规定取 40°C ）的差值。

6. 摇头机构

要求在摇头时，风向变动稳定，无卡阻或震颤现象。扇叶旋转直径为 300mm 以上台扇、落地扇、台地扇的摇头角度大于或等于 80° ，壁扇大于或等于 40° 。在最高挡位运转时，摇头频率大于或等于 4 次/min。

7. 俯仰角

电风扇的俯仰角是指上仰和下俯的角度。台扇、台地扇、落地扇的仰角应当大于或等于 20° ，俯角应当大于或等于 15° ；且当俯角最大并作摇头运转时，后网罩不能与机座相碰。

8. 噪声

风扇的噪声来源于电动机扇叶和机械传动部分，噪声的大小直接影响风扇的使用效果。合格的电风扇允许噪声应在 60dB 以下。

9. 使用寿命

国家标准规定,电风扇在正常条件下,经过 5000h 连续运转后,应能运转。电风扇的摇头机构经 2000 次操作,扇头轴向定位装置经 250 次操作,仰俯角或高度调节装置及螺旋紧固件经 500 次操作后,均不得损坏零件或调节失灵。

1.3.2 电风扇的主要性能参数

电风扇的性能参数有很多,这里着重介绍绝缘性能、电气强度、漏电流、稳定温升、起动性能、输入总功率。

1. 绝缘性能

电风扇在高温 $[(40 \pm 2)^\circ\text{C}]$ 、高湿度 (93%) 状态下,绕组对机壳的绝缘电阻应大于或等于 $2\text{M}\Omega$,有加强绝缘的带电部件对地的绝缘电阻大于或等于 $2\text{M}\Omega$ 。可采用兆欧表测绝缘电阻。具体方法是,在电风扇断电的情况下,由兆欧表的“电路”和“接地”两个接线柱上分别引出两根线至被测部位,然后以 120 次/min 的速度平稳地摇动手柄约 1min,待指针稳定后,便可读出兆欧表指示的绝缘电阻数值。

2. 电气强度

电风扇长期工作时,不仅要承受额定工作电压的作用,还可能会承受过电压作用。当电压达到一定值,就会使绝缘击穿。所以,电气强度试验又被称为耐压试验。为了保证电风扇使用安全可靠,其带电部件与外壳之间的绝缘应能承受 50Hz 正弦交流电压历时 1min 而无击穿现象。

3. 漏电流

在一定电压条件下,由电器导电部分通过绝缘到地线或非带电外壳间的泄漏电流称为漏电流。电风扇在 1.1 倍额定电压下且稳定温升时,外壳与电源间漏电流小于或等于 0.25mA 。

4. 稳定温升

通过测量电动机绕组、电抗器绕组的温升或温度,可判断电风扇能否可靠工作。

5. 起动性能

在额定频率下,电风扇处于最低转速挡运转状态,台扇的电动机轴呈水平,且在摇头范围内任一点,施加 85% 的额定电压,应能由静止状态顺利起动。

6. 输入总功率

输入总功率是指电风扇驱动电动机及其所有可拆开的电器件,在额定电压和正常工作温度下的输入功率的总和。测输入总功率时,应保证电风扇在额定条件、正常温度下工作,所有可拆开的用电器件均处于工作状态,台扇类电风扇的电动机轴应呈水平,且在摇头状态,并在最高转速下运行 30min 后测试。

1.4 电风扇材料和加工工艺

1.4.1 外壳

电风扇的外壳一般由塑料和金属构成。电风扇的传动机构和固定机件的材料一般有塑

料、橡胶、金属三种。电风扇的零部件很多，每一种部件所用材料，如电动机、电抗器、定时器以及各种开关元件的组成材料种类很多。

前、后网罩由钢丝制成，一般评判其好坏的标准是网罩钢丝的粗细程度，越粗则越好，不易变形，小孩的手也不容易伸进去。一般网罩分前后两部分，后网罩用直径 1.0 ~ 1.5mm 的钢丝定位焊在 2mm × 5mm 左右的扁钢上，制成带有骨架的辐射状或螺旋形，借助螺钉或锁紧螺母紧固在扇头的前端盖上。前网罩用同样的材料制成辐射状，它靠扣夹夹固在后网罩上。网罩的外表面经镀铬或喷塑处理，增加美观并能防止生锈。前网罩的中心一般都安装有装饰圈。

1.4.2 扇叶

轴流式风扇的扇叶数目往往是奇数，这是因为采用偶数片形状对称的扇叶时，如果没有调整好平衡，很容易使系统发生共振，加上扇叶材质无法抵抗振动产生的疲劳，就会使扇叶或心轴发生断裂，因此多设计成对于轴心不对称的奇数片扇叶。这一原则也普遍应用于包括部分直升机螺旋桨在内的各种扇叶设计中。

扇叶一般都采用 PP 材料（聚丙烯），也就是我们常说的再生塑料，成本较低；还有一种就是 AS 材料（苯乙烯 - 丙烯腈共聚物），就是工程塑料，相对来说成本高些，但是质量会好很多。现在多数电风扇的扇叶采用工程塑料注射成型。

1.4.3 底盘

电风扇底盘的要求是，耐磨、耐腐蚀、底盘底面平整、消振性好、底盘与支杆垂直、具有足够的质量。底盘要耐磨、耐腐蚀，是因为电风扇的底盘大多与地面直接接触，有时底盘可能在恶劣环境下工作，比如一些机械厂要求电风扇底盘在潮湿多油的环境下依然能保持主体性能。同时，还要求底盘底面平整，能与地面平稳接触，不产生晃动。在电风扇电动机工作时会产生振动，所以要求电风扇底盘最好具有一定的消振性。底盘与支杆垂直是要求电风扇底盘的底平面与支架垂直，以保证电风扇的机身与地面垂直。电风扇的底盘还要求具有足够的质量，以确保电风扇整体重心尽量靠下，在电风扇工作时能确保平稳，不至于在工作时因风的反作用力使电风扇来回摇动而造成危险。因落地扇的重心位置较高，为保持足够的稳定性，其底盘通常采用铸铁制成。

1.5 典型产品设计分析

综观当今电风扇市场，健康、人性和时尚是厂家吸引消费者的三大“杀手锏”。下面对市场上几款比较典型的电风扇进行设计分析。

1.5.1 美的电风扇设计分析

美的 FS40 - 8HR 电风扇的外观设计得时尚华贵，如下图所示采用晶亮的黑色设计，透明镶件配以时尚蚀纹图案，材质结实耐用、耐磨损，落地底盘结实，机体的稳定性较好，采用双环网罩高强度设计，不会因磕碰而变形。

美的 FS40 - 8HR 电风扇采用 5 片机翼扇叶设计，遵循飞机螺旋桨的原理，送风柔和；全新的 8 字摇头设计使送风范围较广；16h 的预约定时功能，人性而方便；具有自然风、

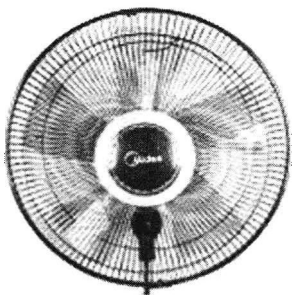
正常风和睡眠风并有两挡睡眠风模式，配有遥控器，可远距离操作；有大显示屏实时显示功能。



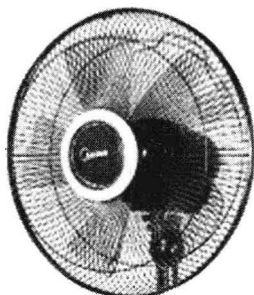
美的 FS40-8HR 电风扇



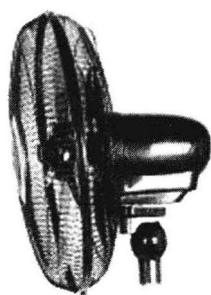
支架放大部分



风扇正视图



侧视图

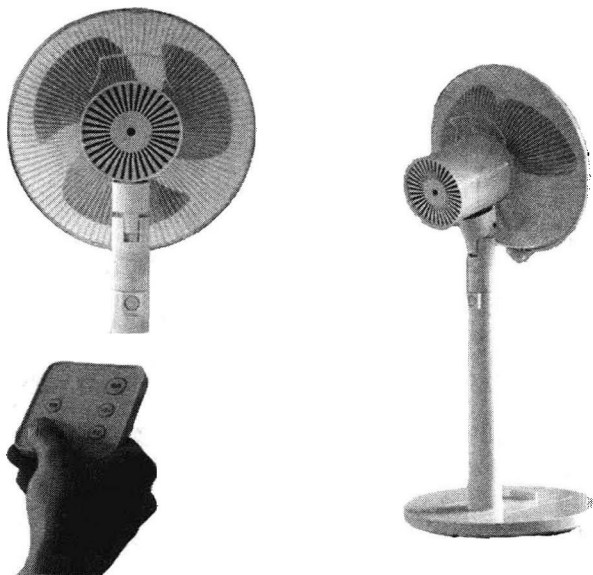


1.5.2 无印良品电风扇设计分析

下图是一款无印良品电风扇，它可以通过遥控器调节风扇的高度、转速、方向和频率。整体以塑料为主要材料，造型简约，尺寸比例匀称。风扇的控制均通过分配在 ON 和 OFF 开关的摇控器实现。整体设计干净、整洁，是简约设计中的典范。

1.5.3 无扇叶电风扇设计分析

JAMES DYSON 公司推出了一款无扇叶电风扇（Air Multiplier），又称作空气倍增器。这种无扇叶电风扇的外形线条相当简约，下面是一个底盘，上面是一个类似指环的大圆环，能产生强有力的凉爽空气，也比传统电风扇更安全、更静音，而且使用者不需要为清



无印良品电风扇

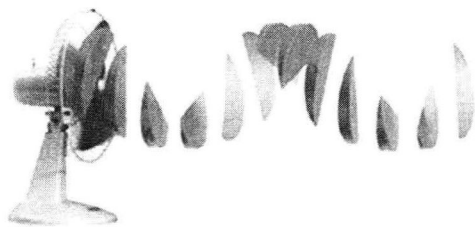
理扇叶上积满的灰尘发愁了。如此时尚美观的外形，即使作为一件漂亮的家居装饰品也非常不错。

无扇叶电风扇采用类似烘手机的原理，从圆柱形底盘每秒吸入 27L 的空气，将气流推向上方的气流引导环，而引导环上排列着许多 1.3mm 宽的细缝可导出气流，这样的设计也有效地将周边空气一起卷入这股气流中，每秒可吹出 405L 的风量，是吸入空气的 15 倍。

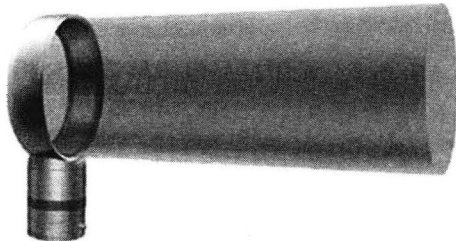
这样一个产品在没有推出以前，估计没有多少人会认为没有扇叶也能够吹风，这项创新启发了人们：只要勇于设想，主动尝试从不同的角度去思考，生活中有很多细节是可以不断得到优化和完善的。



无扇叶电风扇



传统电风扇的送风方向和送风量会随着扇叶转动而改变



无扇叶电风扇送风方向和送风量更加稳定且均匀

传统电风扇与无扇叶电风扇送风对比

1.6 电风扇设计实训

1.6.1 市场调研及分析

目前国内市场上的台扇品牌众多、风格各异,消费者在选择商品时主要依据的是功能的需求、造型的式样、品牌的口碑以及性价比。

简约主义风格在现代产品设计中被广泛运用。简约主义的特色是将设计的元素、色彩、原材料简化到最低程度,但对色彩、材料的质感要求很高。因此,简约设计通常非常含蓄,往往能达到以少胜多、以简胜繁的效果,这样更加符合当今社会人们生活节奏快,精神压力大的状态,使用户舒缓放松。

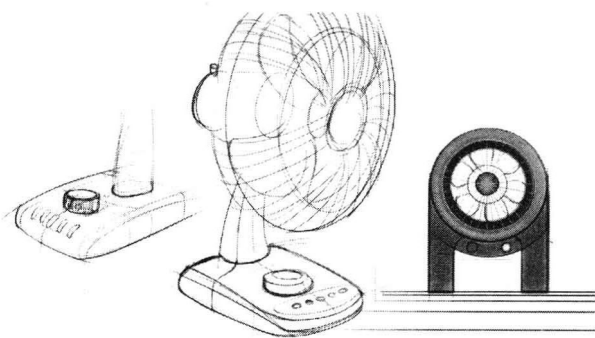
1.6.2 设计要求与设计定位

设计一款现代、大众风格的家用台式风扇。产品形态要现代简约,采用对称造型,体现雅致清新的气质,符合现代都市人的审美意识。产品尺寸、比例适当,功能合理,符合一般用户的使用习惯和使用环境要求。

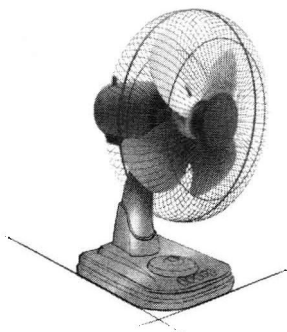
1.6.3 设计草图与最终方案

在草图的设计初期,应对风扇的形态进行初步的探索设计,尽量多地记录创意灵感,以便进行下一步的草图深化工作。

运用绘图工具和平面绘图软件对草图进行进一步的分析,提出可行性方案,并对方案进行深化。在这一阶段,应该对产品的细节和材质进行初步考虑。



产品设计草图



产品设计最终方案

1.6.4 三维建模

根据设计方案,运用三维设计软件进行三维建模,同时对细节加以优化。

最终的产品配色选用了黑、白两色,色调单纯、造型简约,传达了现代生活的理念和精神。

1.6.5 设计流程图

本案例体现的是产品整合创新的开发流程,请读者自己总结出设计流程图。