



# DESIGN PRACTICE

## 产品外观结构设计与实践

主 编 王丽霞 李杨青  
副主编 葛 庆 周 楠 钱慧娜

# 产品外观结构设计与实践

主 编 王丽霞 李杨青

副主编 葛 庆 周 楠 钱慧娜



## 图书在版编目(CIP)数据

产品外观结构设计与实践 / 王丽霞, 李杨青主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-308-14745-3

I. ①产… II. ①王… ②李… III. ①产品设计—外观设计—结构设计 IV. ①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 116024 号

产品外观结构设计与实践  
王丽霞 李杨青 主编



责任编辑 吴昌雷

封面设计 刘依群

责任校对 王波

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州林智广告有限公司

印 刷 浙江省良渚印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 10.5

字 数 212 千

版 次 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-14745-3

定 价 28.00(含光盘)元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcb.tmall.com>

# 前 言

目前,我国正在从制造大国向创造大国转型,文化创意产业是在全球经济发展和产业结构调整升级的背景中发展起来的新兴“智慧产业”,工业设计是这一新兴产业中的主力军。全国各级政府高度重视工业设计,出台大量政策和措施,鼓励工业设计行业的发展。工业设计是具有高科技含量的生产型服务业,是综合运用科技、艺术和经济等知识对工业产品的外观、功能、结构、包装和品牌进行提升和优化的集成创新活动。工业设计的核心工作是新产品开发,一件新产品从无到有的过程按时间阶段划分,可以分为五个阶段:第一阶段是前期调研、产品创意、功能设计和产品的内部结构设计;第二阶段是设计产品的外观形状;第三阶段是产品外观结构设计;第四阶段是首版或样机制作;第五阶段是产品制作、上市。产品外观结构设计是整个产品设计中不可或缺的重要部分。本教材主要介绍产品外观结构设计的相关内容。

本书是杭州职业技术学院工业设计专业项目组多年研究的成果,是多年经验的累积,以及大量同行的研究成果。项目组认为产品外观结构设计主要包括产品外观零件的结构工艺设计和各零件之间的连接和装配工艺设计。教程分两部分:设计相关理论知识部分和实际实践训练项目部分,共五章和三个项目。教程由王丽霞和李杨青任主编,葛庆、周楠和钱慧娜任副主编。教程配有部分项目的三维数据源文件及三维建模的视频过程录像(见随书光盘)。教程实训项目的讲解有的细致有的粗略,有助于读者技能的螺旋式提升。

由于项目研究仍在进行中,并仍将长期进行下去,不断地完善研究成果,因此,教程中不免存在不足和偏颇之处。出版此教程旨在抛砖引玉,希望广大读者提出宝贵建议,以完善此项研究,为工业设计从业者提供更多更好的帮助。

另外,在此要特别感谢从中得到资源、启发和帮助的作品的企业和专家,他们的工作给本教程提供了大量的宝贵资料。

编者



# 目 录

## CONTENTS

绪论 .....	1
----------	---

### 第一部分 基础知识

<b>第一章 连接结构</b> .....	7
1.1 概述 .....	7
1.2 固定连接结构 .....	8
1.3 活动连接结构 .....	19
1.4 案例 .....	23
<b>第二章 密封结构</b> .....	25
2.1 概述 .....	25
2.2 静态密封结构 .....	26
2.3 动态密封结构 .....	31
2.4 案例 .....	34
<b>第三章 铸造和焊接结构</b> .....	36
3.1 铸造结构 .....	36
3.2 焊接结构 .....	41
3.3 案例 .....	45
<b>第四章 塑料件结构</b> .....	47
4.1 概述 .....	47

4.2	塑料件的形状结构 .....	48
4.3	塑料件的装配结构 .....	63
<b>第五章</b>	<b>钣金件结构 .....</b>	<b>74</b>
5.1	冲压壳体 .....	74
5.2	弯折件 .....	77
5.3	拉深件 .....	79
5.4	机箱 .....	80
5.5	案例 .....	83

## 第二部分 实训部分

项目一	遥控器结构设计 .....	90
项目二	课桌结构设计 .....	101
项目三	扩音器结构设计 .....	106

参考文献

# 绪 论

结构是指产品各组成元素之间的连接方式和各元素本身的几何构成形式。结构设计就是确定连接方式和构成形式。结构设计的基本要求是用简洁的形状、合适的材料、精巧的连接、合理的元素布局实现产品的功能。

设计产品外观结构时应遵循下列设计原则。

## 1. 实现预期功能的设计原则

产品结构设计的的主要目的是：保证功能的实现，使产品达到要求的性能。设计产品结构时，应根据具体情况，确定参数尺寸和结构形状，以保证有关零件或部件之间的相对位置或运动轨迹等。各部分结构之间应具有合理、协调的连接关系，以实现产品预期的功能要求。

## 2. 满足强度要求的设计原则

为了产品能在使用期限内正常地实现功能，并保证其寿命，必须使其具有足够的强度。

## 3. 考虑结构工艺性的设计原则

零件的结构工艺性是指在保证零件使用性能的前提下，制造该零件的可行性和经济性。所谓好的结构工艺性是指产品的结构易于加工制造。在结构设计中应力求使产品具有良好的加工工艺性。因此，设计者必须熟悉各种加工方法的特点，以便在设计结构时尽可能地扬长避短。实际生产中，产品结构工艺性受到诸多因素的制约，如生产批量的大小、生产条件等。此外，造型、精度、成本等方面都影响产品结构的工艺性。因此，结构设计中应充分考虑上述因素对工艺性的影响。

## 4. 考虑装配工艺的设计原则

(1) 防止装配错误。设计结构时应考虑装配工艺问题，防止装配错误。如图 0-1 所示的轴承座用两个销钉定位。图 0-1(a) 中两销钉反向布置，且到螺栓孔的距离相等，装配时很可能将支座旋转  $180^\circ$  安装，导致座孔中心线与轴的中心线位置偏差增大。因此，应将两定位销布置在同一侧，或使两定位销到螺栓的距离不等。如图 0-1 (b) 所示。

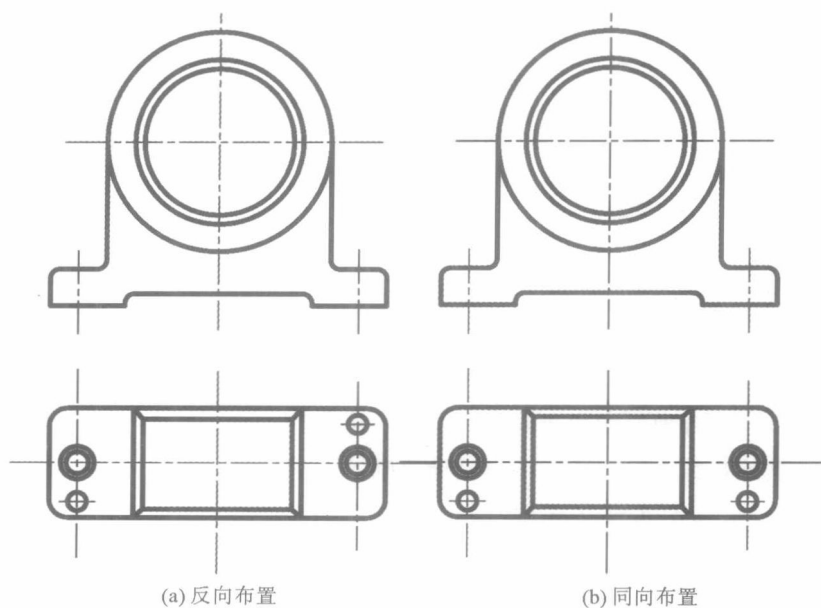


图 0-1 防止装配错误的结构

(2) 便于装卸。结构设计中,应保证有足够的装配空间,如扳手运动空间。避免过长配合增加的装配难度,如为防止配合面擦伤的阶梯轴的设计。为便于拆卸零件,应给出安放拆卸工具的位置,如为了便于轴承的拆卸,轴承内圈的高度应大于轴肩的高度。如图 0-2 所示。

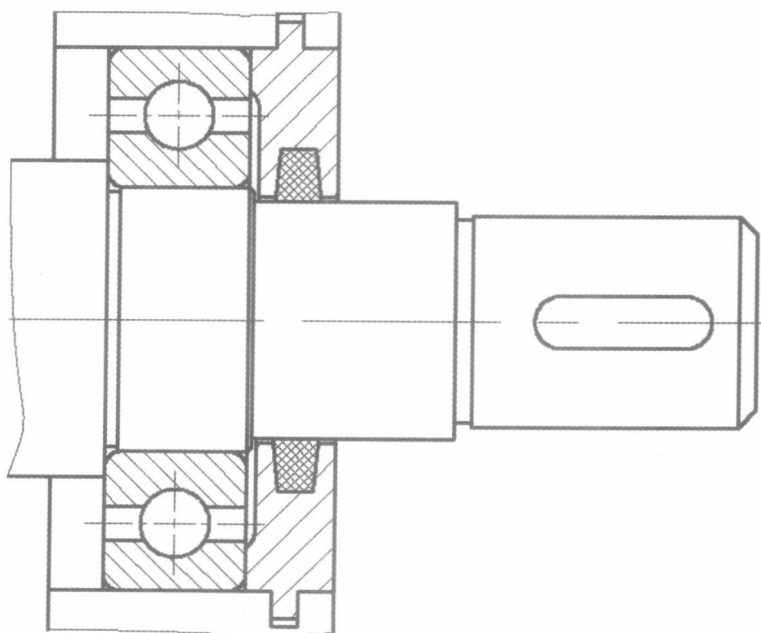


图 0-2 轴承的安装结构



(3) 保证装配精度。为了保证装配精度,在同一方向上两个零件只能有一个面接触。如图 0-3 所示。

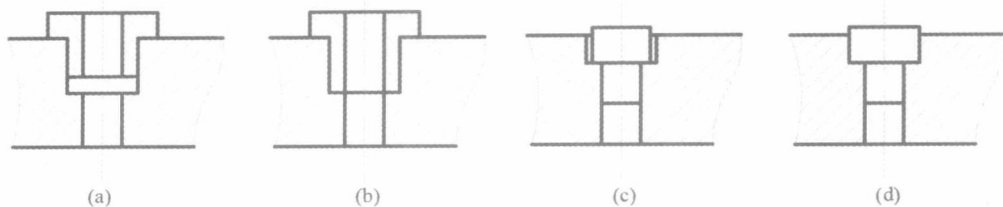


图 0-3 同一方向上只能有一个面接触  
(a)(c)合理 (b)(d)不合理

### 5. 贯彻标准化、统一化的设计原则

产品结构设计中贯彻标准化是重要条件之一。贯彻标准化、统一化原则应注意下列几个方面:

(1) 结构中最大限度地采用标准件。

(2) 确定产品结构的各种参数时,应最大限度地采用相应的标准值和优先数据系列的规定值。

(3) 尽量统一结构中相近零件的材料牌号、标准件的品种、规格、型号尺寸系列。

总之,结构设计的过程是从内到外、从重要到次要、从局部到总体、从粗略到精细,权衡利弊,反复检查,逐步改进和完善的过程。



# 第一部分

## 基础基础



# 第 1 章 连接结构

连接结构是产品设计中一个重要的问题。构成产品的各个功能部件需要以各种方式连接固定在一起组成整体,以完成产品的设计功能。满足外观造型设计的产品外壳,通常是由底盖、主体框架等部件组成,需要连接固定形成一个整体。如图 1-1 所示的取样器就是由手柄、支架和底座等元件通过连接组成的。

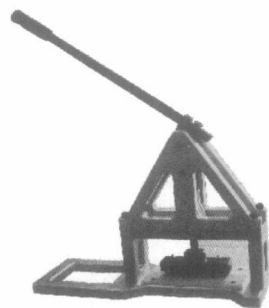


图 1-1 取样器

## 1.1 概述

### 1.1.1 连接结构的功能

#### 1. 方便制造

对于一个结构复杂的产品,很难制成一体,须分别制成分开的零件和组件,然后通过连接形成一个完整的复杂产品。

#### 2. 便于维修

由多个零件连接组成的产品,维修时可以更换和维修部分元件,不仅操作简便,更能减少浪费。

### 1.1.2 连接结构的种类

按照不同的连接原理,连接可以分为机械连接、粘接和焊接三种连接方式。

按照结构的功能连接结构可以划分为:

#### 1. 不可拆的固定连接结构

不可拆的固定连接的目的是使被连接部件形成一个功能整体,如果拆卸将破坏所连接的元件。常用形式包括铆接、卡扣连接、焊接和粘接等。

#### 2. 可拆的固定连接结构

可拆的固定连接的目的是将被连接件按设计位置固定、组合在一起,并为了方便

维修或储存又可拆开。常见形式包括螺纹连接、销连接、卡扣连接、弹性连接及过盈连接等。

### 3. 活动连接结构

活动连接的目的是将被连接件组合在一起构成一个功能体,被连接部件间按设定的运动规律、在一定范围内做相对运动。按相对运动的形式又可分为转动连接、移动连接和柔性连接等。

#### 1.1.3 连接结构的设计要求

连接结构的基本要求是:连接可靠、工作稳定、简单、耐久及便于加工制造和装配。

对可拆固定连接结构,通常拆卸时要保护被连接的主体部件,损坏连接件。对经常拆卸的固定连接结构,应考虑拆卸方便、快速,不损坏连接的主体部件和连接件。

对活动连接,主要考虑工作稳定性和使用寿命。

## 1.2 固定连接结构

### 1.2.1 不可拆卸的固定连接结构

某些产品设计上只需考虑产品出厂时的组装,不需考虑使用过程的拆装问题。如一次性产品 and 不需拆卸维修的产品,如图 1-2 所示的电源适配器类产品。



图 1-2 电源适配器

### 1. 固定铆接结构

使用铆钉(图 1-3)连接两件或两件以上的工件叫铆接。

固定铆接是在被连接件上加工适当的孔,穿上铆钉,将铆钉通过敲击、挤压等外力变形、压紧端面,从而将被连接件固定在一起的连接方法,如图 1-4所示。铆接既可用于金属件连接,也可用于非金属件连接。被连接的零件一般为薄板金属件。

(1) 金属铆接结构。铆接工艺简单、成本较低、抗振、耐冲击、可靠性高。在承受剧烈冲击载荷的构件上或要求热变形小的部位上可采用铆接连接方式。如图 1-5 所示的锅体与手柄就是采用了金属铆接。

铆接设计时主要考虑铆钉的选择、铆钉孔的排列尺寸及铆接工艺等。金属铆钉是系列化生产的标准零件,选择时可参阅有关设计手册确定。

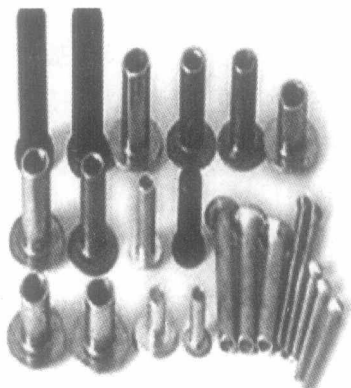


图 1-3 铆钉

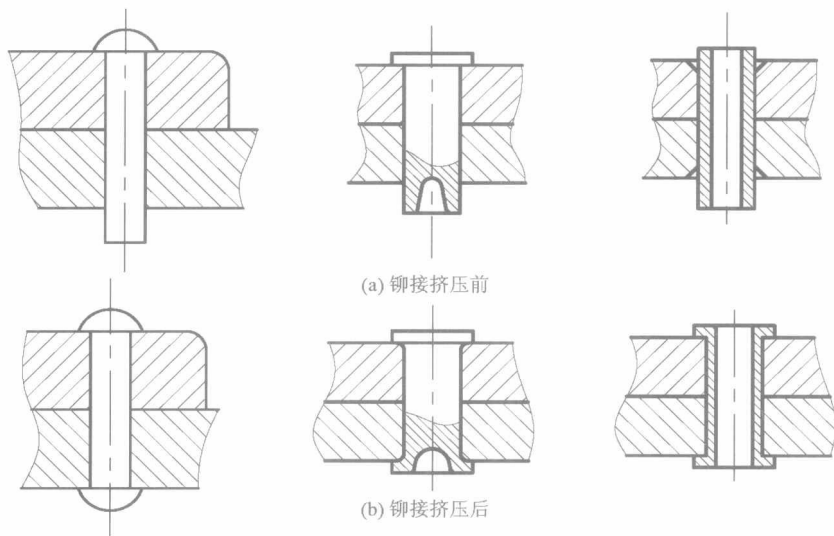


图 1-4 铆接示意图

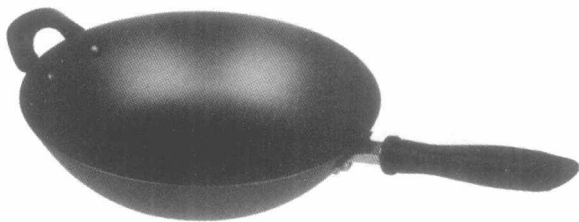
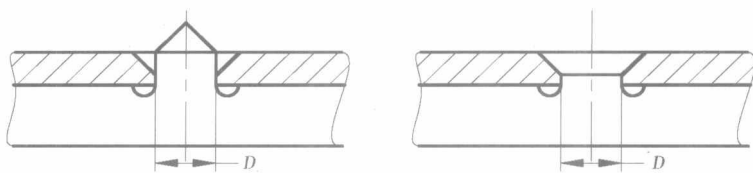
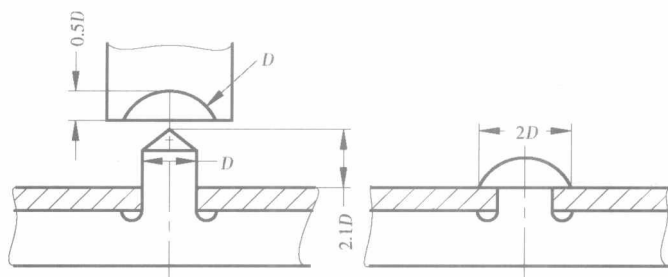


图 1-5 锅

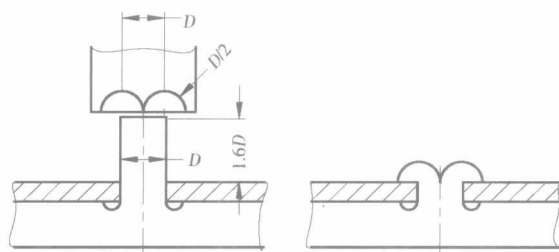
(2) 塑料铆接结构。塑料热铆接用来连接不同材质的零件,连接热固性塑料与热熔性塑料零件,或塑料零件与金属零件。塑料铆接的形式有:埋头铆接( $2 < D < 5$ )、半圆型( $1 < D < 5$ )、基本型( $D > 2$ )、低矮型( $D > 2$ )、中空型( $D > 3$ )等。如图 1-6 所示。其中,圆形铆柱一般用于固定平板,可实现多种锁合紧固设计。当铆柱直径大于 3mm 时,由于实芯铆柱在注塑件正面冷却时易产生凹陷现象,从而需要根据不同的塑料材质相应地延长加工处理时间。因此,在需要更高紧固强度的场合,通常使用空芯铆柱,空管的壁厚介于 0.75~2.0mm。在多数应用场合,一般使用壁厚为 1.25 mm 的空管。



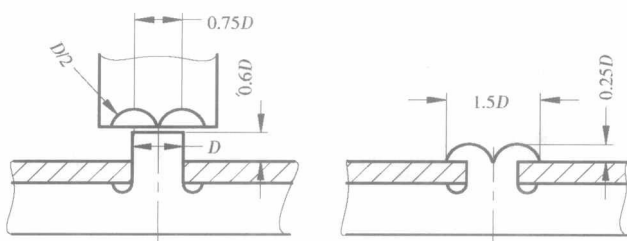
(a) 埋头铆接



(b) 半圆型

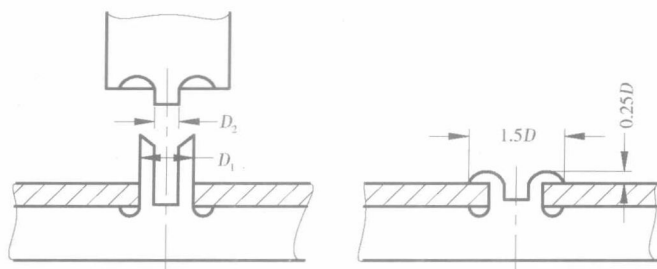


(c) 基本型



(d) 低矮型





(e) 中空型

图 1-6 塑料铆接

## 2. 粘接结构

(1) 粘接结构的特点。粘接是用黏合剂将被连接件表面连接在一起的过程。粘接与其他连接方式比较,有以下特点:

- ① 应力分布均匀,可提高接头抗疲劳强度和使用寿命,提高构件动态性能。
- ② 粘接面以面承受载荷,总的机械强度比较高。
- ③ 结构重量轻,粘接表面平整光滑。
- ④ 具有密封、绝缘、隔热、防潮、减震的功能。
- ⑤ 可连接各种相同或不同的材料。
- ⑥ 工艺简单、生产效率高。
- ⑦ 耐高温、低温性较差,有老化问题。

(2) 黏合剂的种类。粘接广泛用于电器、仪表、小家电及玩具等产品结构中。高强度黏合剂的发展拓展了粘接的应用范围,在连接强度要求高的结构中,可将粘接与焊接、铆接组合使用。

粘接使用的黏合剂种类繁多、性能各异,适合不同要求。常用黏合剂有环氧树脂黏合剂等。

环氧树脂胶黏剂应用非常普及,具有胶接强度高、收缩率小、耐介质、绝缘性好、配制简单、使用方便及使用温度范围广( $-60\sim 200^{\circ}\text{C}$ )等优点。但脆性较大,耐热性较差。主要用于金属、塑料、陶瓷的粘接。

用特殊硅橡胶材料为基础材料制成的有机硅粘接密封胶,它的显著特点是:具有更优的耐温性,可在 $-60\sim 315^{\circ}\text{C}$ 范围内长期使用,除具有卓越的耐高温性,还有粘接性好、防潮、抗震、耐电晕、抗漏电和耐老化性能,广泛用于耐温要求高的场合的粘接和密封。如图 1-7 所示的蒸气熨斗的水箱就是采用粘接方式固定密封的。



图 1-7 采用粘接密封的蒸气熨斗