



产品结构设计

颜智伟 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

产品机构设计

颜智伟 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

· 北京 ·

著作权合同登记 图字：军-2010-125号

内 容 简 介

本书内容包括金属材料、塑料材料的简介和使用时的选择依据，且详细地介绍了产品的安全规格、产品设计、强度缓冲设计、防电磁波干扰设计、静电防护设计、热传设计以及防噪声设计，内容丰富、针对性强、叙述精辟，步骤条理清晰。

本书适合家电制造业、电脑资讯业的机构设计、制造、采购、制作工艺人员及相关专业的高校师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

产品机构设计 / 颜智伟编著. — 北京 : 国防工业出版社, 2012.1

ISBN 978-7-118-07689-9

I. ①产… II. ①颜… III. ①产品-结构设计 IV. ①TB472

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第248348号

本书中文简体字版由台湾全华图书股份有限公司独家授权，仅限于中国大陆地区出版发行，不含台湾、香港、澳门地区。

※

国防工业出版社 出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码 100048)
北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 11.5 字数 183千字
2012年1月第1版第1次印刷 印数 1—5000册 定价 32.00元

(本书如有印装错误，我社负责调换)

国防书店：(010) 88540777
发行传真：(010) 88540755

发行邮购：(010) 88540776
发行业务：(010) 88540717

序 言

在工业产品设计中，机构是整个产品构成中一个最重要的部分，它与产品设计有着不可分割的内在联系，直接影响到产品设计中的功能、形态等最基本的要素。

从事任何计算机、家电产品的机构零件设计，除了需将各个零件完整的设计制造出来，让其能组合成一个符合功能要求的成品之外，还需要考虑其强度是否能符合要求、符合安全标准规格，以及防电磁波干扰的能力。另外对于静电防护的能力、系统散热的能力以及减少噪声产生的能力都需要全面的考量。最后对产品要有完整的包装，才能将产品完整地送交给客户。

作为一位机构设计工程师，除了对于金属材料、塑料材料的选用要有基本的认识之外，还需要考虑上述的种种要求，并且通过不断地积累开发设计经验，包括各种数据的演算、模型试做以及新材料、新技术的引用等，经历辛苦的淬炼，才能设计出符合市场需求的产品。

从事新产品机构设计开发，除了推出一代代的产品而享受到成就感以及肯定外，还需将各种开发过程、测试数据以及技术资料做一个记录，使得在往后的开发工作中有一个正确的依据和参考。本书就是个人在设计开发过程中小小的积累，希望本书的出版，能给机构、模具设计工作的技术人员和相关专业的高校师生提供一个方向。

最后非常感谢各位领导、同事以及全华图书公司编辑部的编辑，在本书出版期间分担工作上的辛劳，让此书得以顺利出版！

书中难免还会有错误和疏漏之处，敬请广大读者批评指正！

编著者

目录

第1章 金属材料篇

1-1 制造方法	2
1-1-1 连续镀锌法	3
1-1-2 电镀法	3
1-2 产品种类介绍	4
1-3 镀锌钢板的品质及加工特性	7
1-3-1 镀锌钢板的品质特性	7
1-3-2 镀锌钢板加工性的特征	8
1-4 镀锌钢板物理特性	8
1-4-1 基材表面 (base material)	8
1-4-2 膜厚 (film thickness)	8
1-4-3 表面抗电阻 (surface resistivity)	9
1-5 被覆层的质量要求 (quality of coating)	9
1-5-1 膜厚 (thickness)	9
1-5-2 粘着测试 (adhesion test)	9
1-6 钢板纹路产生的原因	10
1-7 生锈防止方法及规格	10
1-7-1 镀锌钢板一般性的问题	11

1-7-2 生锈防止方法	13
1-8 螺钉电镀方法	14
1-9 螺钉扭力	14
1-9-1 尼龙 (nylon) 材料螺钉扭力规格	14
1-9-2 铝 (aluminum) 材料螺钉扭力规格	15
1-9-3 磷青铜 (phosphor bronze) 材料螺钉扭力规格	16
1-9-4 黄铜 (brass) 材料螺钉扭力规格	17
1-9-5 铁 (steel) 材料螺钉扭力规格	17
1-9-6 尼龙 (nylon) 材料螺钉扭力规格	18
1-9-7 铝 (aluminum) 材料螺钉扭力规格	19
1-9-8 磷青铜 (phosphor bronze) 材料螺钉扭力规格	19
1-9-9 黄铜 (brass) 材料螺钉扭力规格	19
1-9-10 铁 (steel) 材料螺钉扭力规格	20
1-9-11 螺钉扭力计算公式	20
1-10 镀锌钢板的烤漆处理	21

第2章 塑料材料篇

2-1 塑料材料介绍	24
2-1-1 概述	24
2-1-2 主要塑料分类	24
2-2 塑料成型介绍	26
2-2-1 概述	26
2-2-2 注射成型条件	26
2-3 塑料成品加工介绍	28
2-3-1 概述	28
2-3-2 电镀	28

2-3-3 喷漆	29
2-3-4 印刷	29
2-3-5 烫金	30
2-3-6 超声波	30
- 2-4 塑料成品的不良现象和原因	35
- 2-5 常用工程塑料性能比较	40
2-5-1 ABS系列成品设计及模具加工	41
2-5-2 ABS防火材料加工注意要点	45

第3章 禁用的塑料材料

- 3-1 在产品及制作工艺上应该避免使用的材料	50
3-1-1 石棉 (asbestos)	50
3-1-2 多氯联苯 (polychlorinated biphenyls, PCBs)	50
3-1-3 多溴联苯 (polybrominated biphenyls, PBBs)	50
3-1-4 多氯二苯 (polychlorinated terphenyls, PCTs)	50
3-1-5 氯乙烯单体 (vinyl chloride monomers)	50
3-1-6 苯 (benzene)	50
- 3-2 制作工艺及产品上需管制的材料	51
3-2-1 铍及其化合物 (beryllium and its compounds)	51
3-2-2 镉及其化合物 (cadmium compounds)	51
3-2-3 铅及其化合物 (lead and its compound)	51
3-2-4 镍及其化合物 (nickel and its compounds)	52
3-2-5 水银及其化合物 (mercury and its compounds)	52
3-2-6 铬及其化合物 (chromium compounds)	52
3-2-7 锡的有机化合物 (organic compounds of TIN)	53
3-2-8 硒及其化合物 (selenium and its compounds)	53

3-2-9 铊及其化合物	53
3-2-10 砷及其化合物 (arsenic and its compounds)	54
3-2-11 四甲基氯化物 (methylene chloride)	54
3-2-12 氯化物溶剂 (chlorinated solvents)	54
3-2-13 甲醛 (formaldehyde)	55
3-2-14 乙二醇醚和醋酸盐 (glycol ethers and acetates)	55
3-2-15 四氟化碳 (fluorocarbons)	56
3-2-16 可燃性物质	56
3-3 破坏臭氧层材料	56
3-3-1 制作工艺禁止的日期	56
3-3-2 破坏臭氧层的材料	57
3-4 资讯产品绿色环保	61
3-4-1 塑料外壳	61
3-4-2 金属外壳结构	62
3-4-3 金属及塑料的组合件	62
3-4-4 电子零件	62
3-4-5 包装	62
3-4-6 印刷材料	62

第4章 安全规格 (safety)

4-1 安全规格 (safety) 简介	64
4-2 外壳材料的规定	64
4-3 外壳强度的规定	64
4-3-1 25磅压力测试	64
4-3-2 落下测试 (drop test)	64
4-3-3 冲击测试 (impact test) ——垂直 (vertical)	65

4-3-4 冲击测试 (impact test) ——水平 (horizontal)	65
4-3-5 成型应力消除测试	65
4-3-6 把手强度测试 (handle strength test)	66
4-4 外壳的开孔	66
4-4-1 外壳顶面的开孔	66
4-4-2 外壳侧面的开孔	66
4-4-3 测试棒的设计规格	66
4-5 机台的稳定性	67
4-6 其他	67
4-6-1 衬垫 (washer)	67
4-6-2 LED颜色	67

第5章 产品设计

5-1 上盖设计	70
5-1-1 上盖基本设计要求	70
5-1-2 案例研究	70
5-1-3 上盖标准设计建议	71
5-2 下盖设计	73
5-2-1 下盖基本设计要求	73
5-2-2 案例研究	73
5-3 前框设计	75
5-3-1 前框基本设计要求	75
5-3-2 案例研究	75
5-3-3 前框标准设计建议	77
5-4 控制面板 (control panel) 设计	81
5-4-1 控制面板基本设计要求	81

5-4-2 案例研究	82
5-4-3 控制面板标准设计建议	83
— 5-5 磁盘机座 (disk driver mounting) 设计	85
5-5-1 磁盘机座基本设计要求	85
5-5-2 案例研究	85
5-5-3 磁盘机座标准设计建议	85
— 5-6 磁盘机遮盖板 (dummy cover) 设计	85
5-6-1 磁盘机遮盖板基本设计要求	85
5-6-2 案例研究	86
5-6-3 磁盘机遮盖板标准设计建议	86
— 5-7 门 (door) 的设计	86
5-7-1 壁厚	86
5-7-2 进料口的选定	86
5-7-3 强度加强	87
5-7-4 斜销	88
— 5-8 风扇机座 (fan mounting) 设计	88
5-8-1 风扇机座基本设计要求	88
5-8-2 案例研究	88
5-8-3 风扇机座标准设计建议	88

第6章 强度缓冲设计

— 6-1 缓冲设计与基本理论	90
6-1-1 什么是缓冲设计	90
6-1-2 缓冲设计理论	91
— 6-2 缓冲材料概论	107
6-2-1 现有缓冲材料简介	108

6-3 缓冲材料的特性.....	114
------------------	-----

第7章 防电磁波干扰 (EMI) 设计

7-1 电磁波干扰 (EMI) 简介.....	116
7-1-1 简介.....	116
7-1-2 电磁波的形成结构.....	117
7-2 防止电磁波干扰的对策.....	117
7-3 电磁波干扰屏蔽的一些基本方法.....	119
7-3-1 各种屏蔽方法及其特征.....	119
7-3-2 导电性表面处理的考虑因素.....	120
7-4 屏蔽效应分析概要.....	120
7-4-1 定义.....	120
7-4-2 屏蔽效应计算.....	121
7-5 防电磁波干扰设计.....	121
7-5-1 屏蔽层开口的影响.....	121
7-5-2 含排列孔的屏蔽有以下几个因素影响屏蔽效应.....	122
7-5-3 外壳间的接缝与屏蔽效应的关系.....	122
7-6 电磁波对环境的影响.....	122
7-7 防电磁波材料.....	124
7-8 如何抑制电磁波干扰.....	125

第8章 静电防护 (ESD) 设计

8-1 静电防护的基本概念.....	128
8-1-1 静电防护的成因.....	128
8-1-2 影响物体带静电的因素.....	128
8-1-3 静电防护的特性参数.....	130

8-1-4 静电防护产生机构	131
8-1-5 人体的静电防护模型	132
8-2 电子装备的静电防护问题	132
8-2-1 直接放电至电子元件 (direct discharge to an electronic component)	132
8-2-2 直接放电至电子装备外壳 (direct discharge to an electronic equipment housing)	133
8-2-3 间接放电 (indirect discharge)	134
8-3 静电防护设计	134
8-3-1 电缆布线层次	135
8-3-2 箱体层次	135
8-4 静电防护方法	135
8-4-1 零件的静电防护方法	135
8-4-2 生产线人员的防静电措施	136
8-4-3 静电防护措施及方法	138

第9章 热传设计

9-1 热传基本理论	140
9-1-1 热传导	140
9-1-2 热对流	140
9-1-3 热辐射	140
9-1-4 热阻概念	141
9-2 电子产品热传设计目标	141
9-3 热传设计概要	142
9-3-1 散热模式选定	142
9-3-2 自然散热设计	143

9-3-3 强制对流散热设计	146
- 9-4 热传分析方法	147
9-4-1 系统分析	148
9-4-2 电路板分析	148
9-4-3 元件分析	149
9-4-4 计算机辅助分析	149
- 9-5 热传设计流程	149
9-5-1 初步分析	149
9-5-2 数值模拟	150
9-5-3 实验模拟	150
9-5-4 系统测试	150
- 9-6 热传设计 (check list)	150
9-6-1 自然散热系统	150
9-6-2 强制对流散热系统	151
- 9-7 强制对流系统概念	151
- 9-8 设计程序	152
- 9-9 设计指引	152
- 9-10 个人计算机发热	155
- 9-11 热传设计准则	159

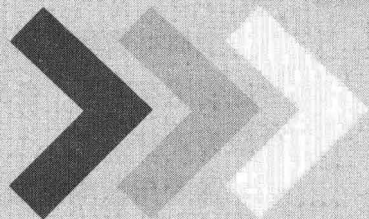
第10章 防噪声设计

- 10-1 噪声基本概念	162
10-1-1 声压、声功率及声强度	162
10-1-2 声音传送及声场	162
10-1-3 声音与听觉	163
10-1-4 等响度曲线 (equal loudness contour)	163

10-1-5 噪声相加、相减及平均	164
10-2 噪声基本测量	164
10-2-1 声压计 (sound level meter)	164
10-2-2 声频权重网络 (frequency weighting network)	164
10-2-3 声频分析	165
10-2-4 测量反应速率与时间常数	165
10-2-5 噪声测试环境	165
10-3 噪声控制	166
10-3-1 控制噪声源	166
10-3-2 控制结构噪声	166
10-3-3 控制空气噪声	166
10-4 低噪声设计	167
10-4-1 噪声控制基本概念	167
10-4-2 噪声的控制	167
10-5 防噪声干扰设计	168
10-5-1 风扇与噪声的关系	168
10-5-2 噪声传送路径	169

第1章

金属材料篇



- ◎1-1 制造方法
- ◎1-2 产品种类介绍
- ◎1-3 镀锌钢板的品质及加工特性
- ◎1-4 镀锌钢板物理特性
- ◎1-5 被覆层的质量要求
(quality of coating)
- ◎1-6 钢板纹路产生的原因
- ◎1-7 生锈防止方法及规格
- ◎1-8 螺钉电镀方法
- ◎1-9 螺钉扭力
- ◎1-10 镀锌钢板的烤漆处理

金属材料具有结构强度高、产量稳定、加工性良好等很多优点，因此，普遍使用在家电、资讯、计算机等产品上。其中又以镀锌钢板的产品外壳零件最为普遍。

随着用途的逐渐扩大，多样化及高精度要求，现在的镀锌钢板种类繁多。例如，按照加工性、烤漆工艺性等使用目的不同而有各种特性的钢材。

一般在家电、资讯、计算机等外壳中最常用的铁材种类有：SPCC（日本钢材牌号，相当于中国Q195-215A牌号，一般用钢板，表面需电镀或涂装处理）、SECC（镀锌钢板，表面已做铬酸盐及防指纹处理，常用于上下盖）、SUS 301（日本钢材牌号，相当于中国1Cr17Mn6Ni5N牌号，弹性不锈钢）、SUS 304（日本钢材牌号，相当于中国0Cr18Ni9牌号，不锈钢）。由于环保的要求和成本的压力，资讯、计算机产品外壳逐渐放弃使用SPCC而改用SECC材料。

镀锌钢板（SECC）是一种表面镀有一层特别的化学层的钢板，以使表面能抗指纹和白锈。它能使用在以下几个方面：

（1）使用在不可留有指纹及产生其他痕迹的产品或零件上，例如音响器材、消费性电子产品等。

（2）使用在非烤漆面但需避免生锈的产品或零件。

（3）使用在外观需保持色调稳定的产品或零件。

（4）使用在制作工艺中不可使用润滑剂、不可产生锌粉的场所。

镀锌钢板在基材上面有多层的化学组成——基材（钢铁）、镀锌层或镀镍锌合金层、铬酸盐层和有机化学薄膜层。

特殊的有机化学层能保护铁材，使其不生锈，效果比铬酸盐处理好。整个抗腐蚀的效果，将使得正常使用中的铁板比较不易损伤。

经过有机化学处理后的镀锌钢板，表面抗指纹，并且有较好的烤漆工艺性，漆也比较容易附着在钢板表面。

1-1 制造方法

镀锌钢板的镀锌方法大致可分为热浸镀锌法和电镀锌法两种。热浸镀锌法又可分为连续镀锌法和板片镀锌法两种，其中连续镀锌法是最主要的。

1-1-1 连续镀锌法

把成卷的钢板连续浸渍在熔解有锌的镀槽中所进行的一种镀锌法。图1-1所示为日本常用的氧化炉方式连续镀锌的例子。

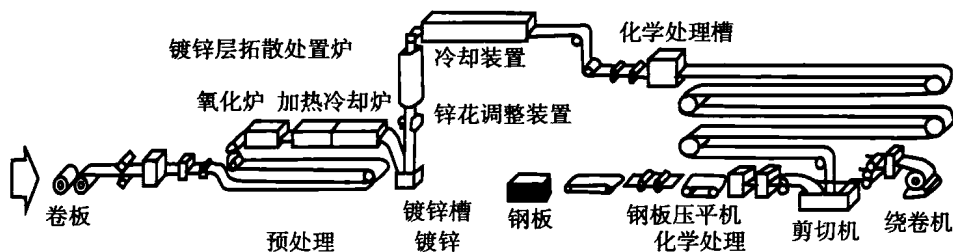


图1-1 氧化炉方式连续镀锌（本图摘自KAWASAKI镀锌钢板入门）

对于热轧、冷轧卷板，为了提高加工性，首先需进行退火。为了钢板表面清洁需做预处理，先在氧化炉中使钢板表面处于几乎没有氧化的状态，急剧加热到 $1200^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，接着在加热炉中加进约15%氢的还原气氛，以 $700^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ 的温度退火，这时在钢板表面出现的极少的氧化膜也被完全除掉。

镀锌后的钢板，为了进一步增大其耐蚀性，要进行合成处理，充分干燥后，按照需要规格冲裁成板或卷板。

另外有一种称为冲裁板镀锌法，是将冲裁的钢板一张一张地浸渍在镀槽中镀锌。镀好的钢板表面上呈现出锌结晶花纹，然后再经过铬酸盐处理，主要目的是防止产生白锈。最后用矫直机器将钢板矫直后变为成品。

1-1-2 电镀法

图1-2所示是把卷状钢板连续送进镀槽中，利用电化学方式镀锌的一种方法。镀槽中通常装有硫酸锌溶液，以锌为阳极，原材料（钢板）为阴极，通电镀锌。

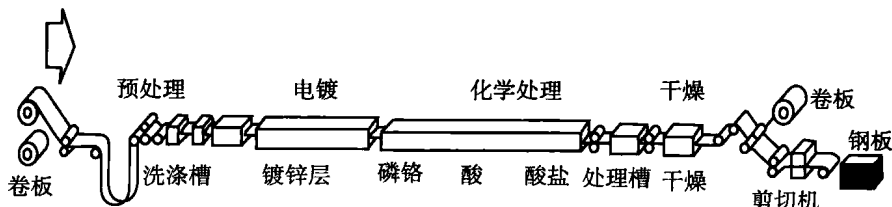


图1-2 电化学镀锌（本图摘自KAWASAKI镀锌钢板入门）

冷轧、热轧卷板在酸洗槽内酸洗后，再通过洗涤槽，在洗涤槽中洗掉