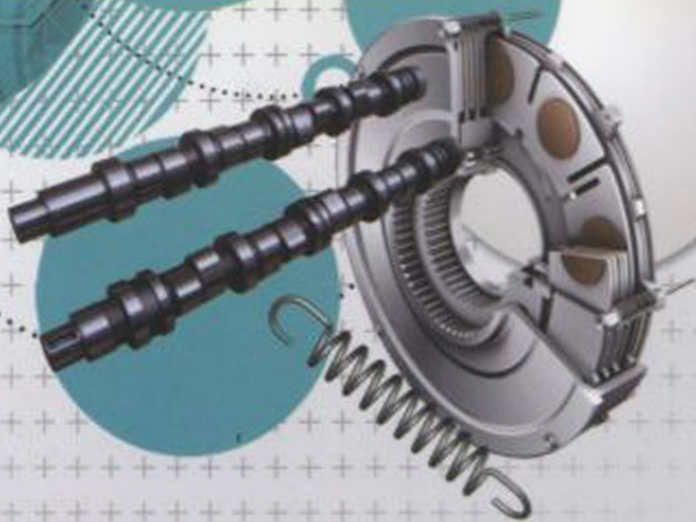




# 常见机械零件

# 设计与实例

于惠力 冯新敏 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

机械工程技术人员必备技术丛书

# 常见机械零件设计与实例

于惠力 冯新敏 编著



机械工业出版社

本书概括介绍了工程中常见的四大类机械零件——连接零件、传动零件、轴系零部件及弹性元件的最基本的设计计算方法，具体包括：连接零件——螺纹连接件、螺纹传动件、键、销；传动零件——带（含V带、同步带和平带）、链、齿轮、蜗轮；轴系零部件——轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器、制动器；弹性元件——圆柱螺旋弹簧、碟形弹簧、空气弹簧和片弹簧。本书内容基础，实例具有代表性，因此具有很强的实用性。

本书可供机械设计制造专业的工程技术人员、大专院校相关专业的师生使用，尤其对于初、中级的机械工程技术人員具有指导意义。

## 图书在版编目（CIP）数据

常见机械零件设计与实例/于惠力，冯新敏编著. —北京：机械工业出版社，2015.6

（机械工程技术人員必备技术丛书）

ISBN 978-7-111-50984-4

I. ①常… II. ①于… ②冯… III. ①机械元件-机械设计 IV. ①TH13

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第170911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：黄丽梅 责任编辑：黄丽梅 刘本明 版式设计：霍永明

责任校对：陈越 封面设计：陈沛 责任印制：乔宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2015年10月第1版第1次印刷

169mm×239mm·20.5印张·420千字

0001—3000册

标准书号：ISBN 978-7-111-50984-4

定价：50.00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

服务咨询热线：010-88361066

读者购书热线：010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网：[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

机工官博：[weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

金书网：[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

教育服务网：[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

# 前 言

随着我国机械工业的快速发展，机械行业的工程技术人员数量不断增加。为使机械工程技术人员尤其是初、中级技术人员尽快提高最基本的机械设计能力，在最短时间内掌握机械零部件设计方法及新的设计标准，我们编写了本书。

常用机械零部件种类繁多，涉及的知识面广，设计内容多，设计方法也很复杂，尤其是近年来颁布的国家标准又提出了许多新的设计方法，例如圆柱螺旋弹簧的设计方法等。如何将众多的机械零件设计方法用浅显易懂的方式表达出来，使读者在最短时间内消化理解，是我们在编写过程中遇到的难题。本书的编写有如下特点：

1) 编写内容方面突出实用的原则。本书在阐述每一个零件的设计理论和方法之后，紧接着有相关内容的设计实例，并且对设计实例按步骤进行了详细的解答，最后给出符合生产要求的、按最新国家标准绘制的零件工作图。

2) 采用高度概括、精炼的编写方式。大部分机械零件的设计理论和方法都采用框图的方式进行了总结，使思路清晰、一目了然，便于读者掌握。

3) 采用最新颁布的国家标准及规范。

本书包括机械工程中常见的连接零件、传动零件、轴系零部件及弹性元件四大类，具体包括螺纹连接件、螺旋传动件、键、销、V带、同步带、平带、链、齿轮、蜗轮、轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器、制动器、圆柱螺旋弹簧等零件。

本书由于惠力和冯新敏编写。在编写过程中参考了一些同行所编写的教材、文献等，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，编写时间仓促，不妥之处在所难免，殷切希望广大读者对书中的错误和欠妥之处批评指正。

编 者

# 目 录

前言

## 第 1 篇 连接零件设计及实例

<b>第 1 章 螺纹连接</b> .....	1
1.1 螺纹连接的结构设计及设计实例 .....	1
1.1.1 螺纹连接的结构设计 .....	1
1.1.2 螺纹连接的结构设计实例 .....	1
1.2 螺栓组连接的受力分析及强度计算 .....	5
1.2.1 螺栓组连接的受力分析 .....	5
1.2.2 螺栓组连接的强度计算 .....	7
1.3 螺栓组连接的受力分析及强度计算实例 .....	13
1.4 螺纹连接的拧紧和防松 .....	23
1.4.1 螺纹连接的拧紧 .....	23
1.4.2 螺纹连接的防松 .....	25
1.4.3 螺纹连接拧紧和防松实例 .....	27
1.5 提高螺纹连接强度的措施 .....	27
1.6 螺纹紧固件的常用材料和力学性能等级 .....	30
1.7 螺纹公差及精度的选用实例 .....	31
<b>第 2 章 螺旋传动设计计算及实例</b> .....	33
2.1 螺旋传动的应用与类型 .....	33
2.1.1 螺旋传动的用途 .....	33
2.1.2 螺旋传动的分类 .....	33
2.2 滑动螺旋传动的设计计算方法 .....	34
2.2.1 滑动螺旋的结构 .....	34
2.2.2 滑动螺旋的材料 .....	35
2.2.3 滑动螺旋的设计计算 .....	35
2.3 滑动螺旋传动的设计计算实例 .....	38
<b>第 3 章 键连接</b> .....	46
3.1 键连接的类型及结构 .....	46
3.2 平键连接的设计计算 .....	49
3.3 平键连接的设计实例分析 .....	50
3.4 花键连接设计计算方法 .....	52
3.4.1 花键连接的特点和类型 .....	52

3.4.2 花键连接的强度计算 .....	54
3.5 花键连接的设计实例 .....	55
<b>第4章 销连接</b> .....	<b>57</b>
4.1 销连接类型 .....	57
4.2 销连接设计及实例分析 .....	58

## 第2篇 传动零件设计及实例

<b>第5章 带传动</b> .....	<b>61</b>
5.1 带传动设计理论简介 .....	61
5.1.1 带传动的工作原理 .....	61
5.1.2 带传动的受力分析 .....	61
5.1.3 带传动的应力分析 .....	62
5.1.4 弹性滑动及打滑 .....	62
5.1.5 失效形式及设计准则 .....	63
5.2 带传动的设计及计算实例分析 .....	64
5.2.1 V带传动设计步骤 .....	64
5.2.2 带传动分析计算实例 .....	68
5.3 V带传动设计流程图及V带设计实例 .....	73
5.3.1 V带传动设计流程图 .....	73
5.3.2 V带传动设计计算实例分析 .....	74
5.4 V带轮结构设计及工作图示例 .....	78
5.4.1 V带轮的结构设计 .....	78
5.4.2 V带轮零件工作图示例 .....	79
5.5 同步带传动设计实例 .....	80
5.5.1 同步带传动的特点和应用 .....	80
5.5.2 同步带的参数、类型和规格 .....	80
5.5.3 同步齿形带设计实例 .....	85
5.5.4 同步齿形带设计方法总结 .....	89
5.6 平带传动设计实例 .....	90
5.6.1 平带传动简介 .....	90
5.6.2 平带设计实例 .....	90
<b>第6章 链传动</b> .....	<b>94</b>
6.1 链传动的设计理论简介 .....	94
6.1.1 链传动的特点及应用 .....	94
6.1.2 链的分类 .....	94
6.1.3 滚子链的基本参数和表示方法 .....	95
6.1.4 链传动的失效形式和设计准则 .....	98
6.2 套筒滚子链传动设计计算实例分析 .....	100
6.2.1 链传动的设计流程图 .....	100

6.2.2	套筒滚子链传动设计实例分析	100
6.2.3	套筒滚子链链轮结构设计	104
6.2.4	套筒滚子链零件工作图示例	109
<b>第7章</b>	<b>齿轮传动</b>	<b>110</b>
7.1	基本设计理论简介	110
7.1.1	齿轮传动概述	110
7.1.2	齿轮传动的失效形式及设计准则	110
7.1.3	圆柱齿轮传动的受力分析	111
7.1.4	直齿圆柱齿轮传动的强度计算	113
7.1.5	斜齿圆柱齿轮传动的强度计算概述	121
7.2	圆柱齿轮传动设计流程图及设计方案分析	123
7.2.1	圆柱齿轮设计流程图	123
7.2.2	斜齿圆柱齿轮传动设计方案实例分析	123
7.3	圆柱齿轮设计实例及零件工作图绘制	127
7.3.1	斜齿圆柱齿轮设计计算实例	127
7.3.2	齿轮的结构设计及圆柱齿轮零件工作图绘制	133
<b>第8章</b>	<b>蜗杆传动</b>	<b>137</b>
8.1	主要参数和几何尺寸计算	137
8.1.1	主要参数	137
8.1.2	几何尺寸计算	140
8.2	蜗杆传动的设计计算方法	142
8.2.1	失效形式和设计准则	142
8.2.2	蜗杆传动的受力分析	143
8.2.3	蜗杆传动的强度计算	144
8.2.4	蜗杆轴的刚度计算	146
8.2.5	蜗杆传动的热平衡计算	147
8.2.6	蜗杆传动设计流程图	149
8.3	普通蜗杆传动设计计算实例分析	150
8.4	蜗杆传动零件工作图设计实例	153
8.4.1	蜗杆传动的材料选择	153
8.4.2	蜗杆蜗轮的结构设计及实例分析	154
8.4.3	蜗杆蜗轮零件工作图绘制	156

### 第3篇 轴系零部件设计及实例

<b>第9章</b>	<b>轴</b>	<b>161</b>
9.1	轴的分类及设计过程简介	161
9.2	轴的结构设计方法简介	162
9.3	轴的结构设计实例分析	163
9.4	轴的强度计算方法	167

9.4.1	轴强度计算三种方法简介	167
9.4.2	轴设计步骤流程图	169
9.5	轴的强度设计计算实例分析	170
9.6	轴类零件工作图示例	178
<b>第10章</b>	<b>滚动轴承</b>	<b>182</b>
10.1	滚动轴承的类型及代号	182
10.1.1	基本构造和特点	182
10.1.2	类型及选择原则	182
10.1.3	滚动轴承的代号	184
10.1.4	滚动轴承代号选择实例分析	187
10.2	滚动轴承的失效形式及计算准则	187
10.2.1	失效形式	187
10.2.2	计算准则	187
10.3	滚动轴承的寿命计算方法	188
10.4	滚动轴承的寿命计算实例分析	191
10.5	滚动轴承的静强度计算方法简介	201
10.6	滚动轴承的极限转速计算简介	202
10.7	滚动轴承的组合结构设计方法简介	203
<b>第11章</b>	<b>滑动轴承</b>	<b>207</b>
11.1	概述	207
11.2	不完全液体润滑滑动轴承的设计计算方法	208
11.2.1	径向轴承的设计计算	208
11.2.2	推力轴承的设计计算	210
11.3	不完全液体润滑滑动轴承的设计计算实例	211
11.4	流体动压润滑的基本方程	212
11.4.1	流体动压润滑基本方程——雷诺方程	212
11.4.2	油楔承载机理	213
11.4.3	流体动压径向轴承形成动压油膜的过程	213
11.4.4	流体动压径向轴承的几何参数	214
11.5	流体动压润滑径向滑动轴承承载能力的计算	215
11.5.1	设计计算	215
11.5.2	参数选择	219
11.6	流体动压润滑径向滑动轴承设计计算实例	222
<b>第12章</b>	<b>联轴器</b>	<b>226</b>
12.1	联轴器的类型特点及应用	226
12.1.1	联轴器的分类	226
12.1.2	联轴器的应用	226
12.2	联轴器的设计计算方法	228
12.2.1	联轴器的类型选择原则	228

12.2.2	联轴器的计算 .....	228
12.3	联轴器的选择计算实例 .....	230
12.4	常用联轴器的结构与标准 .....	235
12.4.1	弹性套柱销联轴器 .....	235
12.4.2	弹性柱销联轴器 .....	238
12.4.3	鼓形齿式联轴器 .....	241
12.4.4	滚子链联轴器 .....	249
12.4.5	梅花形弹性联轴器 .....	254
<b>第13章</b>	<b>离合器</b> .....	<b>254</b>
13.1	离合器的类型特点及应用 .....	254
13.2	离合器的设计计算方法 .....	254
13.3	离合器的设计计算实例 .....	257
13.4	离合器常用设计计算数据 .....	261
<b>第14章</b>	<b>制动器</b> .....	<b>263</b>
14.1	制动器的分类及应用 .....	263
14.1.1	制动器的分类 .....	263
14.1.2	几种常用制动器简介 .....	263
14.1.3	制动器的应用简介 .....	265
14.2	制动器的选择与计算 .....	266
14.2.1	制动器的选择原则 .....	266
14.2.2	制动器的选型计算 .....	266
<b>第4篇 弹性元件的设计计算及实例</b>		
<b>第15章</b>	<b>弹簧</b> .....	<b>269</b>
15.1	弹簧的类型和材料 .....	269
15.1.1	弹簧的类型 .....	269
15.1.2	常用弹簧的材料与性能 .....	271
15.2	圆柱螺旋弹簧的参数及许用应力 .....	277
15.2.1	参数名称及代号 .....	277
15.2.2	弹簧的载荷类型 .....	278
15.2.3	冷卷弹簧的试验应力及许用应力 .....	279
15.2.4	冷卷扭转弹簧的试验弯曲应力及许用弯曲应力 .....	281
15.2.5	热卷弹簧的试验应力及许用应力 .....	282
15.3	圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算方法 .....	283
15.3.1	基本计算公式 .....	283
15.3.2	自振频率 .....	284
15.3.3	弹簧的特性和变形 .....	284
15.3.4	弹簧的端部结构型式、参数及计算公式 .....	285
15.3.5	弹簧的强度和稳定性校核 .....	288

15.3.6 弹簧典型工作图样 .....	289
15.4 圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算实例及工作图 .....	290
15.5 圆柱螺旋拉伸弹簧的设计计算方法 .....	295
15.5.1 基本计算公式 .....	295
15.5.2 弹簧的特性和变形 .....	296
15.5.3 弹簧的端部结构型式、参数及计算公式 .....	296
15.5.4 弹簧的强度校核 .....	298
15.5.5 弹簧工作图样 .....	299
15.6 圆柱螺旋拉伸弹簧的设计实例及工作图 .....	300
15.7 圆柱螺旋扭转弹簧的设计计算方法 .....	303
15.7.1 基本计算公式 .....	303
15.7.2 弹簧疲劳强度校核 .....	307
15.7.3 弹簧典型工作图样 .....	307
15.8 圆柱螺旋扭转弹簧的设计实例及工作图 .....	308
15.9 其他类型弹簧设计简介 .....	312
15.9.1 碟形弹簧 .....	312
15.9.2 空气弹簧 .....	314
15.9.3 片弹簧 .....	315
参考文献 .....	317



# 第 1 篇 连接零件设计及实例

## 第 1 章 螺纹连接

为了满足机器的制造、安装、运输、调整和维修等功能，必须将许多零部件通过一定的方式连接起来。连接分为可拆连接和不可拆连接两大类，可拆连接应用最广。利用螺纹零件构成的可拆连接称为螺纹连接。螺纹连接是可拆连接中应用最广、最重要的一种连接方式，因此设计者必须了解常用的螺纹连接的结构设计、受力分析及强度计算的基本理论和基本方法。

### 1.1 螺纹连接的结构设计及设计实例

#### 1.1.1 螺纹连接的结构设计

##### 1. 螺纹连接的类型及结构

螺纹连接根据其结构可分为四种基本类型和两种特殊类型。四种基本类型为螺栓连接、螺钉连接、双头螺柱连接和紧定螺钉连接，两种特殊类型为地脚螺栓与吊环螺钉。其结构型式、主要尺寸、特点和应用列于表 1-1 中。

##### 2. 工程上螺纹连接的结构设计

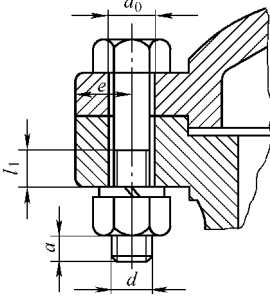
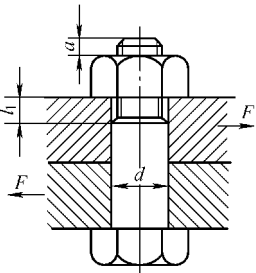
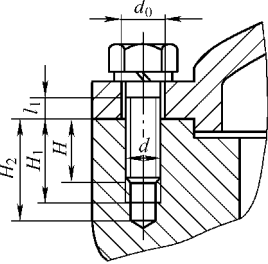
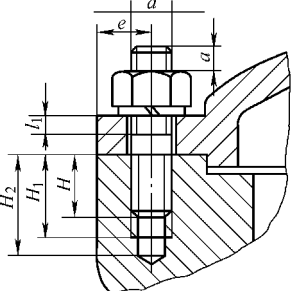
工程上螺纹连接的应用一般都是成组的螺栓，称螺栓组。螺栓组连接的结构设计原则是：

- 1) 螺栓要尽量对称分布，螺栓组中心与形心重合。对于圆形构件，螺栓数目一定要取偶数，有利于分度、划线、钻孔。
- 2) 一组螺栓设计成直径、长度、材料都相等，有利于加工和美观。
- 3) 设计合理的螺栓间距和适当的边距，应满足扳手空间以利于用扳手装拆，尺寸可查机械设计手册。
- 4) 装配时，对于紧螺栓连接，应尽量使每个螺栓预紧程度（预紧力）一致。

#### 1.1.2 螺纹连接的结构设计实例

螺纹连接的结构设计正误实例列于表 1-2 中。

表 1-1 螺纹连接的主要类型

类型	结构型式	主要尺寸关系	特点和应用
螺栓连接	普通螺栓连接 	1) 螺纹余留长度: ① 受拉螺栓连接 静载荷: $l_1 = (0.3 \sim 0.5)d$ 变载荷: $l_1 \geq 0.75d$ 冲击、弯曲载荷: $l_1 \geq d$ ② 受剪螺栓连接: $l_1$ 尽可能小	普通螺栓连接也称受拉螺栓连接,用于被连接件不太厚并且能够穿透的场合。普通螺栓的螺杆带钉头,通孔为钻孔,因此加工精度要求低;钻孔的孔径比螺栓的外径要大,螺杆穿过通孔与螺母配合使用,拧紧螺母时,因装配后孔与杆间有间隙,所以螺栓受拉。这种连接方式结构简单,装拆方便,使用时不受被连接件的材料限制,可多次装拆,应用非常广泛
	铰制孔光螺栓连接 	2) 螺纹伸出长度: $a \approx (0.2 \sim 0.3)d$ 3) 螺栓轴线到被连接件边缘的距离 $e = d + (3 \sim 6) \text{mm}$	铰制孔光螺栓连接也称受剪螺栓连接,螺栓杆和螺栓孔采用基孔制过渡配合(H7/m6, H7/n6),能精确固定被连接件的相对位置,承受横向载荷,但孔的加工精度要求高,需钻孔后铰孔,因此加工费用较高,一般用于精密螺栓连接,也可用于定位
螺钉连接		1) 螺纹旋入深度 钢或青铜: $H \approx d$ 铸铁: $H \approx (1.25 \sim 1.5)d$ 铝合金: $H \approx (1.5 \sim 2.5)d$ 2) 螺纹孔深度 $H_1 \approx H + (2 \sim 2.5)p$ 3) 钻孔深度 $H_2 = H_1 + (0.5 \sim 1)d$ 式中 $p$ 为螺距; $l_1$ 、 $a$ 、 $e$ 同上	螺钉连接不用螺母,直接将螺钉拧入被连接件的螺纹孔内。螺钉连接适用于被连接件之一(此件上带螺纹孔)较厚的场合,但是由于经常拆卸容易使螺纹孔损坏,所以用于不需要经常装拆的地方或受载较小的情况
双头螺柱连接			双头螺柱连接适用于被连接件之一(此件上带螺纹孔)较厚的场合。双头螺柱的螺杆两端无钉头,但均有螺纹,装配时一端旋入被连接件,另一端配以螺母。适用于被连接件之一较厚并且经常拆卸的场合,因为拆装时只需拆螺母,而不将双头螺栓从被连接件中拧出,因此可以保护被连接件的内螺纹

(续)

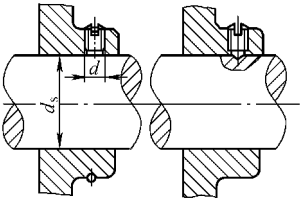
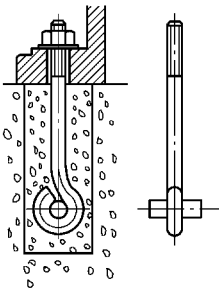
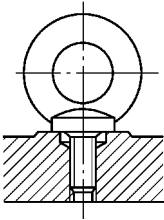
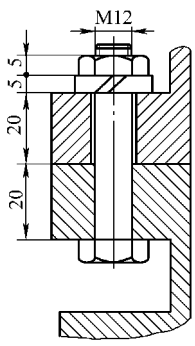
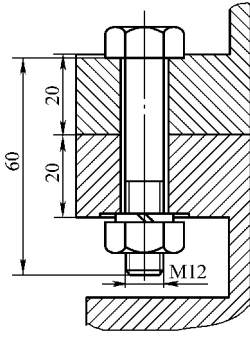
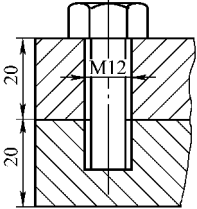
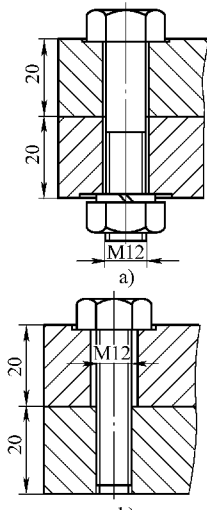
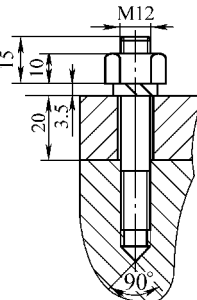
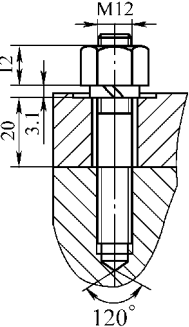
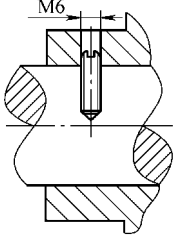
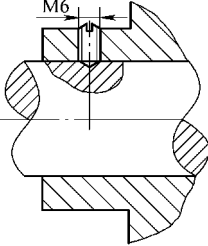
类型	结构型式	主要尺寸关系	特点和应用
紧定螺钉连接		$d \approx (0.2 \sim 0.3)d_s$ 式中 $d_s$ 为轴径, 转矩大时取大值	紧定螺钉拧入后, 利用螺钉末端顶住另一零件表面或旋入零件相应的缺口中以固定零件的相对位置。可传递不大的轴向力或转矩, 多用于轴上零件的固定
地脚螺栓连接		地脚螺栓连接也有多种类型, 详见 GB/T 799—1988 和 GB/T 15389—1994 等	机座或机架固定在地基上, 需要特殊螺栓, 即地脚螺栓, 其头部为钩形结构, 预埋在水泥地基中, 连接时将机座或机架的地脚螺栓孔置于地脚螺栓露出的螺杆中, 然后再用螺母固定
吊环螺钉连接		分为 A 型 (如图所示, 无退刀槽) 和 B 型 (有退刀槽) 两种结构, 详见 GB/T 825—1988	吊环螺钉连接通常用于机器的大型顶盖或外壳的吊装, 例如减速器的上箱体, 为了吊装方便, 可用吊环螺钉连接

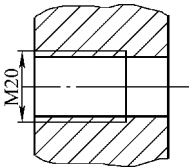
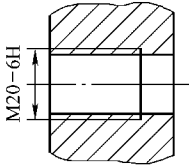
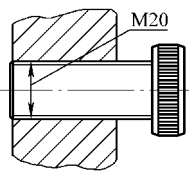
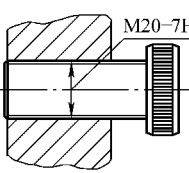
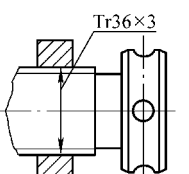
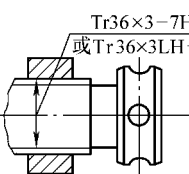
表 1-2 螺纹连接的结构设计正误实例

连接类型	错误结构	正确结构	结构设计说明
普通螺栓连接			左图中问题: ①整个螺栓装不进去, 应该掉过头来安装; ②不应当用扁螺母, 应选用一般螺母, 根据 GB/T 41—2000, M12 的螺母厚度为 12.17mm; ③弹簧垫的尺寸不对; ④弹簧垫的缺口方向不对; ⑤螺栓长度不对, 根据被连接件的厚度, 按 GB/T 5782—2000 应取标准长 M12×60; ⑥铸造表面应加沉孔; ⑦被连接件的两块板均应当为钻孔; ⑧螺纹余留长度太短

(续)

连接类型	错误结构	正确结构	结构设计说明
螺钉连接			<p>左图中问题:①此结构不应当用螺钉连接,因为被连接件的两块板都比较薄,只有当被连接件有一个很厚、钻不透时才采用螺钉连接。本结构应当改为螺栓连接,具体结构和尺寸如图 a 所示。②如果一定要设计为螺钉连接,则上边的板应该开通孔,螺钉的螺纹应与下边板的内阴螺纹拧紧;一般可不必采用全螺纹,改正后的结构如图 b 所示</p>
双头螺柱连接			<p>左图中问题:①双头螺柱的光杆部分不能拧进被连接件的内螺纹;②锥孔角度应为 <math>120^\circ</math>,且画到了外螺纹的外径,应该画到钻孔的直径处;③被连接件用双头螺柱连接时必须将表面加工平整,故采用沉孔;④螺母的厚度不够;⑤弹簧垫的厚度不对,正确的结构如右图所示</p>
紧定螺钉连接			<p>左图中问题:①因为轴套上为光孔,没加工成螺纹,因此螺钉拧不进;应当将轴套上加工成内螺纹;②轴上无螺纹,螺钉拧不进,无法与紧定螺钉的螺纹相旋合。建议进行如下改进:如果载荷较小,可以改为右图的结构,即轴套上加工成螺纹与紧定螺钉的螺纹相旋合,抵紧在轴上进行定位;如果载荷较大,可以在轴上钻孔、攻螺纹,将紧定螺钉与轴上的内螺纹拧紧</p>

(续)

连接类型	错误结构	正确结构	结构设计说明
			左图中问题:内螺纹标注不完整,没有标出公差;应改为完整的三角形内螺纹的标注,即标出公差
螺纹公差及精度			左图中问题:三角形螺纹连接的标注不完整,没有标出公差;应改为完整的螺纹副的标注
			左图中问题:梯形螺纹副的标注不完整,没有标出公差;应改为完整的螺纹副的标注。横线上面的标注为右旋螺纹;如果为左旋螺纹,则按横线下面的标注

## 1.2 螺栓组连接的受力分析及强度计算

### 1.2.1 螺栓组连接的受力分析

螺栓组连接受力分析的目的是求出一组螺栓中受力最大的螺栓所受的力,为强度计算提供条件。

假设:① 被连接件为刚性体;

② 各个螺栓的材料、直径、长度与预紧力相同;

③ 螺栓的应变在弹性范围内。

根据以上假设,进一步讨论当作用于—组螺栓的外载荷是轴向力、横向力、扭转力矩和翻倒力矩时,—组螺栓中受力最大的螺栓所受的力。

#### 1. 螺栓组连接受轴向载荷 $F_Q$ 作用

如图 1-1 所示,作用于压力容器螺栓组几何形心的载荷为  $F_Q$ ,螺栓个数为  $Z$ ,则每个螺栓所受的工作拉力为

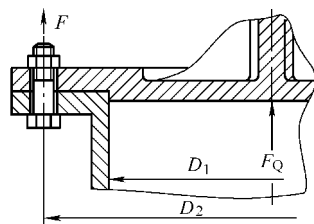


图 1-1 螺栓组连接受轴向载荷作用

$$F = \frac{F_Q}{Z} \quad (1-1)$$

## 2. 螺栓组连接受横向载荷 $F_R$ 作用

一组螺栓受横向载荷作用时, 如果采用受拉螺栓, 则螺栓受拉而不受剪, 如图 1-2a 所示, 如果采用受剪螺栓, 则螺栓有可能受剪切作用, 如图 1-2b 所示。

(1) 采用受拉螺栓 (普通螺栓) 如图 1-2a 所示, 此时的螺栓在安装时每个螺栓受预紧力  $F'$  作用, 而被连接件受夹紧力 (正压力) 作用, 夹紧力产生的摩擦力与外载荷平衡, 可得出螺栓受的预紧力为

$$F' \geq \frac{K_f F_R}{Z \mu_s m} \quad (1-2)$$

式中  $K_f$ ——可靠系数, 取 1.1 ~ 1.3;

$\mu_s$ ——结合面间的摩擦因数;

$m$ ——结合面数, 两块板时  $m = 1$ 。

(2) 采用受剪螺栓 (铰制孔光螺栓) 如图 1-2b 所示, 此时横向外载荷  $F_R$  直接作用在每个螺栓上, 则每个螺栓所受的剪力为

$$F_S = \frac{F_R}{Z} \quad (1-3)$$

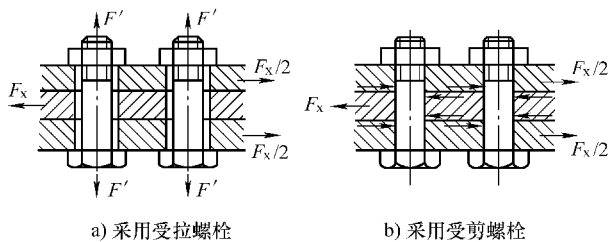


图 1-2 螺栓组连接受横向载荷作用

## 3. 螺栓组连接受扭转力

矩  $T$  作用

如图 1-3a 所示, 作用到一组螺栓几何形心的载荷是扭转力矩  $T$ , 但是, 对于每个螺栓而言, 就相当于受横向力作用, 因此与前面分析的情况相同, 也分两种情况考虑:

(1) 设计成受拉螺栓 (普通螺栓) 如图 1-3b 所示, 此时靠摩擦传力, 即扭转力矩被底板的摩擦力矩平衡, 从而得出单个螺栓所受的预紧力为

$$F' \geq \frac{K_f T}{Z \mu_s \sum_{i=1} r_i} \quad (1-4)$$

式中  $r_i$ ——第  $i$  个螺栓中心到回转中心的距离 (mm)。

(2) 设计成受剪螺栓 (铰制孔光螺栓) 此时靠剪切传力, 如图 1-3c 所示, 底板受力为扭转力矩  $T$  和螺栓给螺栓孔的反力矩。列出底板的受力平衡式以及变形协调条件, 可求出一组螺栓中受力最大的螺栓所受的横向力为

$$F_{S_{\max}} = \frac{T r_{\max}}{Z \sum_{i=1} r_i^2} \quad (1-5)$$