

机械设计禁忌丛书

机械零部件

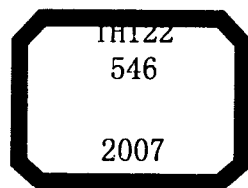
设计禁忌

于惠力 潘承怡 向敬忠 冯新敏 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





机械设计禁忌丛书

机械零部件设计禁忌

于惠力 潘承怡 向敬忠 冯新敏 编著

机械工业出版社

本书以机械零部件的设计为主框架,以设计方法和结构设计实践为主要内容,结合作者多年来从事机械设计教学、科研和实际设计的丰富经验,尤其结合在设计实践中遇到的各种问题,从正反两个方面阐述了常用机械零部件的设计方法和设计中常出现的错误和需要注意的问题,同时通过大量的工程设计实例,对于设计方法进行了正误分析,突出了本书内容的实用性。

本书内容简明扼要,深入浅出,图文并茂,实用性强,对机械工程技术人员的设计工作和广大相关专业大专院校师生的学习具有重要的指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

机械零部件设计禁忌/于惠力等编著. —北京:机械工业出版社, 2006. 10
(机械设计禁忌丛书)
ISBN 7-111-20058-6

I. 机... II. 于... III. 零部件—机械设计
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122926 号

• 机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:黄丽梅 版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉
封面设计:马精明 责任印制:李 妍
北京铭成印刷有限公司印刷
2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·22 印张·541 千字
0001—4000 册
定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
编辑热线电话(010)68351729
封面无防伪标均为盗版

前 言

随着科学技术的飞速发展,对各种产品的设计要求越来越高,就机械工程而言,机械零部件的高效优质设计尤为重要。然而,科学技术越是向高度发展,人们的着眼点往往越是偏重于高新技术,而忽视了设计过程中的基础性和一般性问题,并因此给产品的经济效益带来损失,这是需要引起人们十分重视和必须予以克服的重要问题。

作为一名机械设计人员,全面掌握机械零部件的设计理论、设计方法是不言而喻的,有关这方面的书籍很多,但对于那些基础性的、一般性的“禁忌”问题,有关书籍则很少,尤其是两者结合起来的论著则更为少见,为此,我们拟将常用机械零部件的设计理论和设计计算与设计禁忌两部分内容有机地结合起来,以常用机械零部件的设计为主框架,以设计方法和结构设计实践为主要内容,结合我们多年来从事机械设计教学、科研和实际设计的丰富经验,尤其结合在设计实践中遇到的各种问题,从禁忌的角度提出如何解决机械零部件的设计问题为目的而编写成此书。

本书从正面——基本理论及设计方法的角度阐述了常用机械零部件的基本设计方法:从反面——禁忌的角度阐述了常用机械零部件设计中经常容易出现的错误问题,尤其是结构设计的错误。同时,还通过大量的工程设计实例,采用图文并茂的方法进行正误分析,突出了本书内容的实用性。

本书注重基本理论、基本知识和基本技能,突出实用性和工程性;内容简明扼要,深入浅出,图文并茂,可帮助读者在短时间内高效优质地掌握常用机械零部件的设计方法及工程应用。对广大机械工程技术人员的设计工作和广大相关专业大专院校师生的学习具有现实的指导意义。

本书共4篇17章,第1篇连接零部件,第2篇传动零部件,第3篇轴系零部件,第4篇其他零部件。参加本书编写的人员为:于惠力(第1、2、3、4章),潘承怡(第9、10、11、12、13章),向敬忠(第5、6、7、8章),冯新敏(第14、15、16、17章)。

由于作者知识和能力有限,书中错漏和不足之处,敬请读者指正。

作 者

2006年6月

目 录

前言

第 1 篇 连接零部件

第 1 章 螺纹连接与螺旋传动	2
1.1 螺纹连接的主要类型、性能等级、公差、精度及禁忌	2
1.1.1 螺纹的分类、选择及禁忌	2
1.1.2 螺纹连接的主要类型及选用禁忌	3
1.1.3 螺纹紧固件性能等级及材料选用禁忌	7
1.2 螺栓组连接的受力分析及禁忌	11
1.2.1 螺栓组连接的受力分析概述	11
1.2.2 螺栓组连接的受力分析禁忌	11
1.3 螺栓连接的强度设计计算及禁忌	14
1.3.1 受拉螺栓连接的强度设计计算概述	14
1.3.2 受拉螺栓连接的强度设计计算禁忌实例分析	15
1.3.3 受剪螺栓连接的强度设计计算	17
1.4 螺栓及螺栓组连接的结构设计与禁忌	19
1.4.1 螺栓连接的设计与禁忌	19
1.4.2 螺钉及双头螺柱连接的结构设计与禁忌	20
1.4.3 螺栓组连接的结构设计与表达禁忌	22
1.5 提高螺栓连接强度的方法与禁忌	27
1.5.1 提高螺栓连接强度的设计方法概述	27
1.5.2 提高螺栓连接强度设计禁忌	29
1.6 常用螺纹连接的防松方法及禁忌	30
1.6.1 常用螺纹连接的防松方法简介	30
1.6.2 螺纹连接的防松方法设计禁忌	31
1.7 螺旋传动	33
1.7.1 螺旋传动分类及设计概述	33
1.7.2 滑动螺旋传动设计及禁忌	34
第 2 章 键、花键、销和成形连接	37
2.1 键连接	37
2.1.1 键连接的类型及选择概述	37
2.1.2 平键连接的设计计算概述	38
2.1.3 平键连接的设计计算禁忌	38
2.2 花键连接	42
2.2.1 花键连接的分类及计算概述	42
2.2.2 花键连接的设计禁忌	44
2.3 销连接	46

2.3.1 常用销的类型、特点和应用	46
2.3.2 销连接设计禁忌	47
2.4 成型连接	49
第3章 过盈连接	51
3.1 过盈连接的原理及应用	51
3.2 过盈连接的结构设计禁忌	52
第4章 焊接、胶接和铆接	57
4.1 焊接	57
4.1.1 焊接概述	57
4.1.2 焊接设计禁忌	58
4.2 胶接	66
4.2.1 胶接概述	66
4.2.2 胶接禁忌	67
4.3 铆接	69
4.3.1 铆接的特点及应用	69
4.3.2 铆缝和铆钉	70
4.3.3 铆接的工作原理及破坏形式	71
4.3.4 铆接铆缝的设计计算要点	71
4.3.5 铆缝设计禁忌	72

第2篇 传动零部件

第5章 带传动设计与禁忌	76
5.1 概述	76
5.1.1 带传动优缺点	76
5.1.2 带传动类型	76
5.1.3 带传动形式	77
5.1.4 带传动适用范围	77
5.1.5 注意问题与禁忌	78
5.2 V带与V带轮	78
5.2.1 普通V带的构造和标准	79
5.2.2 开口带传动的几何参数及计算	79
5.2.3 V带轮	80
5.2.4 注意问题与禁忌	81
5.3 V带传动的工作情况分析	83
5.3.1 带传动的受力分析	83
5.3.2 带的弹性滑动和传动比	84
5.3.3 带传动的应力分析	85
5.3.4 注意问题与禁忌	86
5.4 V带传动的设计计算	87
5.4.1 带传动的失效形式和设计准则	87
5.4.2 V带传动的设计计算	87
5.4.3 注意问题与禁忌	89

5.5 V带传动的张紧与维护	90
5.5.1 V带传动的张紧	90
5.5.2 V带传动的维护	91
5.5.3 注意问题与禁忌	91
第6章 链传动设计与禁忌	95
6.1 概述	95
6.1.1 链传动优缺点	95
6.1.2 链传动适用范围	95
6.1.3 链传动的种类	96
6.1.4 传动链的类型	96
6.1.5 注意问题与禁忌	96
6.2 滚子链和链轮	97
6.2.1 滚子链	97
6.2.2 滚子链链轮	98
6.2.3 注意问题与禁忌	99
6.3 链传动的运动特性及禁忌	100
6.3.1 链传动的运动特性	100
6.3.2 注意问题与禁忌	102
6.4 链传动的设计计算	103
6.4.1 链传动的主要失效形式及额定功率	103
6.4.2 中高速滚子链传动的设计计算及主要参数的选择	104
6.4.3 低速滚子链传动的静强度计算	105
6.4.4 注意问题与禁忌	106
6.5 链传动的布置、张紧和润滑	107
6.5.1 链传动的布置原则	107
6.5.2 链传动的张紧	108
6.5.3 链传动的润滑	109
6.5.4 注意问题与禁忌	109
第7章 齿轮传动设计与禁忌	111
7.1 概述	111
7.1.1 齿轮机构的类型	111
7.1.2 齿轮传动的主要几何计算	112
7.1.3 优缺点	114
7.1.4 注意问题及禁忌	114
7.2 齿轮传动的分类及失效形式	117
7.2.1 齿轮传动的分类	117
7.2.2 传动对齿轮的基本要求	117
7.2.3 齿轮的失效形式	118
7.2.4 齿轮传动的设计准则	118
7.2.5 注意问题及禁忌	119
7.3 齿轮常用材料	120
7.3.1 齿轮传动对材料的基本要求	120
7.3.2 齿轮常用材料	120

7.3.3 注意问题及禁忌	120
7.4 齿轮传动的精度及其选择	121
7.4.1 精度等级	121
7.4.2 齿厚的侧隙及极限偏差	121
7.4.3 注意问题及禁忌	122
7.5 齿轮传动的作用力及计算载荷	122
7.5.1 直齿圆柱齿轮传动的受力分析	122
7.5.2 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析	123
7.5.3 直齿圆锥齿轮传动的受力分析	123
7.5.4 计算载荷	124
7.5.5 注意问题及禁忌	125
7.6 标准齿轮传动的强度计算	131
7.6.1 标准直齿圆柱齿轮传动的弯曲疲劳强度计算	131
7.6.2 标准直齿圆柱齿轮传动的接触疲劳强度计算	132
7.6.3 标准斜齿圆柱齿轮传动的弯曲疲劳强度计算	134
7.6.4 标准斜齿圆柱齿轮传动的接触疲劳强度计算	135
7.6.5 标准直齿圆锥齿轮传动的弯曲疲劳强度计算	136
7.6.6 标准直齿圆锥齿轮传动的接触疲劳强度计算	137
7.6.7 齿轮设计时模数或分度圆直径的估算及修正	137
7.6.8 静强度校核计算	138
7.6.9 注意问题及禁忌	138
7.7 齿轮结构	140
7.7.1 齿轮的结构形式	140
7.7.2 注意问题及禁忌	142
7.8 齿轮传动的效率和润滑	144
7.8.1 齿轮传动的效率	144
7.8.2 齿轮传动的润滑	145
7.8.3 注意问题及禁忌	146
第8章 蜗杆传动设计与禁忌	148
8.1 概述	148
8.1.1 蜗杆传动的类型	148
8.1.2 蜗杆传动适用范围	149
8.1.3 蜗杆传动优缺点	150
8.1.4 注意问题及禁忌	150
8.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	152
8.2.1 主要参数	153
8.2.2 几何尺寸计算	155
8.2.3 蜗杆传动变位的特点	155
8.2.4 注意问题与禁忌	157
8.3 蜗杆传动的失效形式、设计准则及蜗杆和蜗轮的材料、结构	158
8.3.1 普通圆柱蜗杆传动的失效形式及设计准则	158
8.3.2 蜗杆传动的材料	159
8.3.3 蜗杆和蜗轮的结构	160

8.3.4 注意问题及禁忌	161
8.4 普通圆柱蜗杆传动承载能力及热平衡计算	162
8.4.1 蜗杆传动的受力分析	162
8.4.2 蜗杆传动的强度计算	163
8.4.3 蜗杆的刚度计算	166
8.4.4 蜗杆传动的热平衡计算	166
8.4.5 注意问题及禁忌	168
第9章 减速器	170
9.1 常用减速器的形式、特点及应用	170
9.2 常用减速器形式选择及禁忌	171
9.2.1 圆柱齿轮减速器形式选择及禁忌	172
9.2.2 圆锥-圆柱齿轮减速器形式选择及禁忌	175
9.2.3 蜗杆及蜗杆-齿轮减速器形式选择及禁忌	176
9.2.4 减速器与电动机一体便于安装调整	178
9.2.5 减速器形式选择其他有关问题	179
9.3 减速器传动比分配及禁忌	180
9.3.1 单级减速器传动比的选择	180
9.3.2 二级和二级以上减速器传动比分配及禁忌	180
9.4 减速器的结构设计及禁忌	187
9.4.1 减速器的箱体应具有足够的刚度	187
9.4.2 箱体结构要具有良好的工艺性	189
9.4.3 减速器的润滑设计及禁忌	191
9.4.4 减速器分箱面设计特点及禁忌	193
9.4.5 窥视孔与通气器的设计及禁忌	195
9.4.6 起吊装置的设计及禁忌	196
9.4.7 放油装置的设计及禁忌	197

第3篇 轴系零部件

第10章 轴	200
10.1 轴设计概述	200
10.2 轴的强度计算	200
10.2.1 轴强度常规计算方法及步骤	200
10.2.2 轴强度计算的常见错误	202
10.3 轴的结构设计及禁忌	209
10.3.1 轴结构设计原则	209
10.3.2 符合力学要求的轴上零件布置及设计禁忌	209
10.3.3 合理确定轴上零件的装配方案	211
10.3.4 轴上零件的定位与固定	212
10.3.5 轴的结构工艺性	219
10.3.6 提高轴的疲劳强度及禁忌	224
10.3.7 符合力学要求的轴结构设计	226
10.4 轴的刚度计算及禁忌	228
10.4.1 轴的刚度计算	228

10.4.2	轴刚度计算禁忌	229
10.4.3	轴的刚度与轴上零件布置设计禁忌	232
10.4.4	轴的刚度与轴上零件结构设计禁忌	235
10.4.5	轴的刚度与其他	236
第 11 章	滑动轴承	238
11.1	滑动轴承承载能力计算及禁忌	238
11.1.1	滑动轴承承载能力常规计算方法	238
11.1.2	滑动轴承承载力计算禁忌	241
11.2	滑动轴承结构设计及禁忌	242
11.2.1	滑动轴承支撑结构应受力合理	243
11.2.2	滑动轴承的固定	247
11.2.3	滑动轴承的安装与拆卸	248
11.2.4	滑动轴承的调整	250
11.2.5	滑动轴承的供油	251
11.2.6	防止阶梯磨损	254
第 12 章	滚动轴承	256
12.1	滚动轴承类型的选择	256
12.1.1	滚动轴承的基本类型	256
12.1.2	滚动轴承类型选择的基本原则	257
12.1.3	滚动轴承类型选择禁忌	258
12.2	滚动轴承承载能力计算	264
12.2.1	滚动轴承承载能力常规计算方法	264
12.2.2	滚动轴承承载能力计算禁忌	266
12.3	滚动轴承组合结构设计及禁忌	273
12.3.1	滚动轴承组合结构设计主要内容	273
12.3.2	滚动轴承轴系支承固定形式	273
12.3.3	滚动轴承的配置	278
12.3.4	滚动轴承游隙及轴上零件位置的调整	281
12.3.5	滚动轴承的配合	283
12.3.6	滚动轴承的装拆	284
12.3.7	滚动轴承的润滑与密封及其禁忌	287
第 13 章	联轴器与离合器	293
13.1	联轴器有关问题	293
13.1.1	联轴器类型选择禁忌	293
13.1.2	联轴器位置设计禁忌	297
13.1.3	联轴器结构设计禁忌	298
13.2	离合器有关问题	300
第 4 篇 其他零部件		
第 14 章	弹簧的设计	304
14.1	弹簧的类型选择设计	304
14.2	弹簧的材料和制作设计	304

14.2.1 弹簧的材料和制作	304
14.2.2 弹簧制作及热处理禁忌	309
14.3 圆柱螺旋压缩弹簧的设计禁忌	310
14.4 圆柱螺旋拉伸弹簧的设计禁忌	310
14.5 圆柱螺旋扭转弹簧的设计禁忌	310
14.6 环形弹簧的设计禁忌	311
14.7 碟形弹簧的设计禁忌	311
14.8 橡胶弹簧的设计禁忌	311
第15章 密封装置的设计	313
15.1 使用O形密封圈禁忌	313
15.2 使用动密封装置禁忌	315
15.2.1 使用油封密封禁忌	315
15.2.2 迷宫密封禁忌	316
15.2.3 唇形密封禁忌	318
15.3 使用法兰及密封垫片禁忌	319
第16章 导轨的设计	321
16.1 滑动摩擦导轨的设计	321
16.1.1 滑动摩擦导轨的类型及结构特点	321
16.1.2 滑动导轨间隙调整注意事项	323
16.2 滚动摩擦导轨的设计	323
16.2.1 滚动摩擦导轨的特点	323
16.2.2 滚动摩擦导轨的类型及结构特点	324
16.2.3 滚动摩擦导轨的设计和使用注意事项	326
16.3 弹性摩擦导轨的设计	327
16.4 液体静压导轨的设计	328
16.4.1 开式液体静压导轨	329
16.4.2 闭式液体静压导轨	329
16.4.3 液体静压导轨的特点	329
16.5 导轨设计禁忌	330
第17章 机架设计	334
17.1 铸造机架的设计及计算	334
17.1.1 铸造机架的设计	334
17.1.2 铸造机架结构设计禁忌	337
17.2 焊接机架的设计	338
17.2.1 焊接机架设计的原则及焊缝尺寸确定	338
17.2.2 焊接机架结构设计禁忌	339
参考文献	341

第 1 篇

连接零部件

第1章 螺纹连接与螺旋传动

由螺纹零件构成的可拆卸连接称为螺纹连接。由于螺纹零件是标准件,因此构成的螺纹连接具有成本低、结构简单、装拆方便和工作可靠等优点,是目前应用最广泛的一种连接零部件。螺纹连接的设计主要包括选择螺纹连接类型、螺纹连接受力分析及强度计算、螺纹连接的结构设计与表达、提高螺栓连接强度的措施等。

1.1 螺纹连接的主要类型、性能等级、公差、精度及禁忌

1.1.1 螺纹的分类、选择及禁忌

工程上螺纹的分类通常可根据螺纹的母体形状、螺纹牙型的剖面、螺纹的旋向及螺纹的头数来分类。

1. 按螺纹母体形状分类

按螺纹的母体形状可分为两种,即圆柱螺纹和圆锥螺纹。由于圆锥螺纹不便于加工,其使用受到了限制,因此在工程中很少使用;而圆柱螺纹便于加工,因此在工程中用得最多。

2. 按螺纹的牙型剖面分类

按螺纹的牙型剖面可分为四种类型:

1) 三角形螺纹。牙型角(螺纹两条边之夹角) $\alpha=60^\circ$,截面形状为等腰梯形。螺纹副的运动关系可视为槽面摩擦问题,因此,由机械原理可知当量摩擦系数为:

$$f_v = \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad (1-1)$$

因为牙型角 α 大,所以当量摩擦系数 f_v 大,从而当量摩擦角 ρ_v 大。根据螺纹副的自锁性条件:螺旋升角小于当量摩擦角,即 $\varphi \leq \rho_v$ 时能自锁,因常用三角形螺纹(M10~M60)的螺旋升角 φ 通常在 $1.5^\circ \sim 3.5^\circ$ 之间,而当量摩擦系数 f_v 在 $0.1 \sim 0.15$ 之间,故当量摩擦角 ρ_v 在 $6^\circ \sim 8^\circ$ 范围内,因此三角形螺纹能满足自锁条件,可以用于连接。三角形螺纹又分为粗牙和细牙两种。在外径相同的条件下,细牙螺纹比粗牙螺纹根径大,因此连接强度更高;由于细牙螺纹的螺距(相邻两个螺纹牙轴线方向的距离)小,因此螺旋升角 φ 小。又因为牙型角 α 相同,由式(1-1)可见,当量摩擦系数 f_v 相同,因此当量摩擦角 ρ_v 相同,所以细牙螺纹比粗牙螺纹自锁性更好。

禁忌1:在薄壁容器或设备上,一般不用粗牙螺纹,避免对薄壁件损伤太大。因为细牙螺纹牙高小,因此对薄壁件损伤小,并且可以提高连接强度(细牙螺纹比粗牙螺纹根径大,根部面积大)和自锁性。所以一般情况下,在薄壁容器或设备上多采用细牙螺纹。

禁忌2:在一般机械设备上用于连接的螺纹一般不采用细牙螺纹,尤其是受拉螺栓,原因读者可以自行分析。

2) 矩形螺纹。牙型剖面为正方形,因此其牙型角 $\alpha=0^\circ$,由式(1-1)可知:当螺旋升角 φ 相同时,因为矩形螺纹比三角形螺纹牙型角 α 小,因此当量摩擦系数 f_v 小,当量摩擦角 ρ_v ,

小, 自锁性差, 因此不能用于连接。

由机械原理可知, 螺纹副的效率公式是:

$$\eta = \frac{\tan \varphi}{\tan(\varphi + \rho_v)} \quad (1-2)$$

式中 η ——螺纹副的效率;

φ ——螺旋升角($^\circ$);

ρ_v ——螺纹的当量摩擦角($^\circ$)。

因此, 当螺旋升角 φ 相同时, 矩形螺纹比三角形螺纹当量摩擦角 ρ_v 小, 因此效率 η 高, 通常用于传递力。

由于相同尺寸的矩形螺纹比三角形螺纹根部面积小, 因此其强度比三角形螺纹低。

禁忌: 矩形螺纹不能用于连接, 因为自锁性不好。

3) 梯形螺纹。牙型剖面为牙型角 $\alpha = 30^\circ$ 的等腰梯形, 由式(1-1)可知: 与三角形螺纹相比, 其当量摩擦系数 f_v 小, 自锁性不如三角形螺纹, 一般不能用于连接, 通常用来传递力。由式(1-2)可知, 与矩形螺纹相比, 其效率 η 比三角形螺纹高, 但比矩形低一些。由于梯形螺纹比矩形螺纹根部面积大, 因此其强度比矩形螺纹高。综合考虑, 梯形螺纹是工程上用得最多的一种传力螺纹。

禁忌: 梯形螺纹不能用于连接, 因为自锁性不好。

4) 锯齿形螺纹。牙型剖面为锯齿形, 一侧牙型角 $\alpha = 30^\circ$, 另一侧(即工作面)牙型角 $\alpha = 3^\circ$, 因此只能承受单向轴向力。又由式(1-2)可知, 效率 η 高于梯形螺纹, 但比梯形螺纹根部面积小, 因此强度比梯形螺纹稍低。

禁忌: 锯齿形螺纹不能用于连接, 因为自锁性不好。

3. 根据螺纹的旋向分类

根据螺纹的旋向可分为右旋螺纹及左旋螺纹。常用右旋螺纹, 特殊情况下才用左旋螺纹。

禁忌: 普通用途的螺纹一般不选用左旋, 默认为右旋。只有特殊情况, 例如设计螺旋起重器时, 为了和一般拧自来水龙头的规律相同才选用左旋螺纹, 或煤气罐的减压阀也选了左旋螺纹。

4. 根据螺纹的头数分类

根据螺纹的头数可分为单头螺纹、双头螺纹和多头螺纹。单头螺纹最常用, 当要求效率高时可采用双头螺纹和多头螺纹。

禁忌: 用于连接的螺纹不能选用双头螺纹和多头螺纹, 因为双头螺纹和多头螺纹的自锁性不好, 连接性能差。

1.1.2 螺纹连接的主要类型及选用禁忌

1. 螺纹连接的类型

螺纹连接有四种基本类型: 螺栓连接、螺钉连接、双头螺柱连接和紧定螺钉连接; 还有两个特殊类型: 地脚螺栓与吊环螺栓连接。正确选择螺纹连接的类型是螺纹连接设计的重要问题之一。螺纹连接的主要类型如图 1-1 至图 1-5 所示。

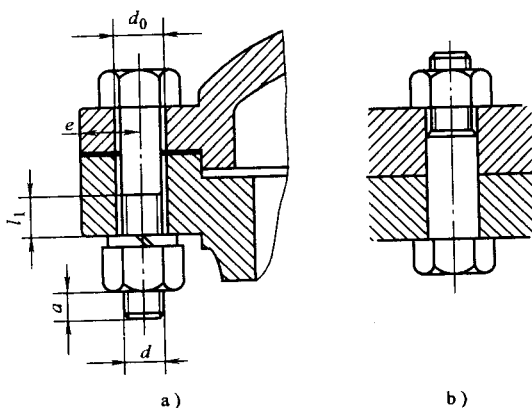


图 1-1 螺栓连接

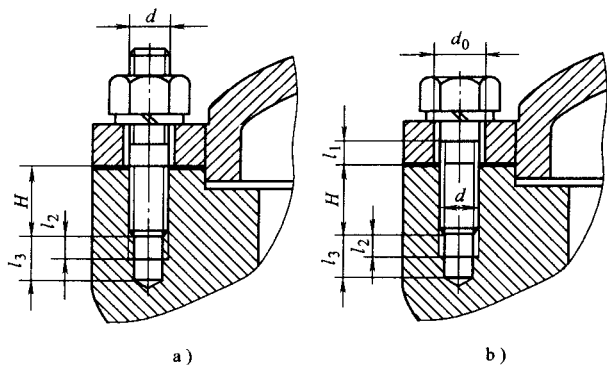


图 1-2 双头螺柱及螺钉连接

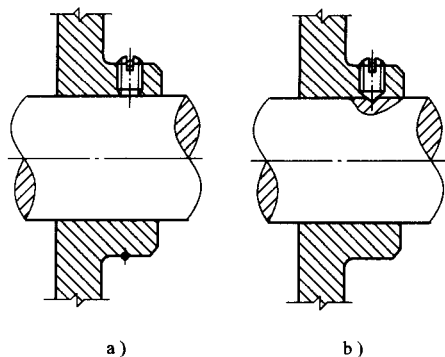


图 1-3 紧定螺钉连接

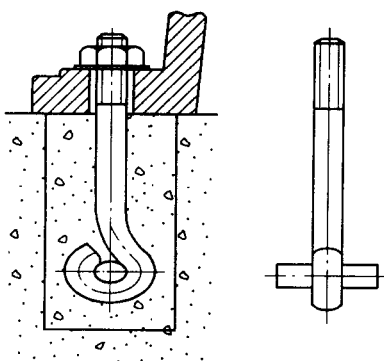


图 1-4 地脚螺栓连接

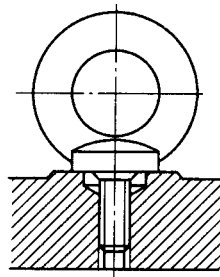


图 1-5 吊环螺栓连接

1) 螺栓连接。用于被连接件不太厚并且能够穿透的情况。螺栓连接分为两种结构，即普通螺栓连接和铰制孔光制螺栓连接。普通螺栓连接也称受拉螺栓连接，如图 1-1a 所示，通孔为钻孔，因此加工精度要求低，螺杆穿过通孔与螺母配合使用。装配后孔与杆间有间隙，并在工作中保持不变。普通螺栓连接结构简单，装拆方便，使用时不受被连接件的材料限制，可多次装拆，应用较广。

图 1-1b 所示为铰制孔光制螺栓连接，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，并能承受横向载荷，但是孔的加工精度要求高，需钻孔后铰孔。用于精密螺栓连接，也可作定位用。

螺栓连接的尺寸关系如下：螺纹余留长度 l_1 ：对于受拉螺栓，静载荷时 $l_1 \geq (0.3 - 0.5)d$ ；变载荷时 $l_1 \geq 0.75d$ ；冲击或弯曲载荷时 $l_1 \geq d$ ；铰制孔光制螺栓连接时 $l_1 \approx d$ 。螺纹伸出长度 $a \approx (0.2 - 0.3)d$ ；螺栓的轴线到被连接件边缘的距离 $e = d + (3 - 6) \text{ mm}$ ；通孔直径 $d_0 \approx 1.1d$ 。

2) 双头螺柱连接。适用于被连接件之一较厚（此件上带螺纹孔）的场合。如图 1-2a 所示，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。拆装时只需拆螺母，而不将双头螺柱从被连接件中拧出，因此可以保护被连接件的阴螺纹，可用于经常拆卸的场合。为了使连接可靠，螺孔为钢或青铜时，取 $H \approx d$ ；螺孔为铸铁时，取 $H \approx (1.25 - 1.5)d$ ；螺孔为铝合金时，取 $H \approx (1.5 - 2.5)d$ 。

3) 螺钉连接。与双头螺柱连接相类似, 螺钉连接也适用于被连接件之一较厚(此件上带螺纹孔)的场合, 如图 1-2b 所示, 不用螺母, 直接将螺栓或螺钉拧入被连接件的螺纹孔内。但是, 由于经常拆卸容易使被连接件螺纹孔损坏, 所以用于不需经常装拆的地方或受载较小的情况。

4) 紧定螺钉连接。如图 1-3 所示, 拧入后, 利用杆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。

5) 特殊连接。比较常用的特殊连接有两种: 地脚螺栓连接和吊环螺栓连接。

地脚螺栓连接如图 1-4 所示, 当机座或机架固定在地基上时, 需要特殊螺钉连接, 即地脚螺栓连接。

吊环螺栓连接如图 1-5 所示。机器的大型顶盖或外壳, 例如减速器的上箱体, 为了吊装方便, 可用吊环螺钉连接。

地脚螺栓和吊环螺栓是标准件, 具体尺寸可查手册。

2. 螺纹连接类型选用禁忌

当被连接件比较薄、能用螺栓穿透且能装拆时, 尽量采用螺栓连接, 不要采用螺钉连接; 当被连接件有一个很厚、钻不透时, 可以采用螺钉连接或双头螺柱连接。两者的区别就在于: 经常拆卸时采用双头螺柱连接, 不经常拆卸时采用螺钉连接; 固定零件位置时经常采用紧定螺钉连接。

3. 普通螺栓连接设计禁忌

普通螺栓连接也称受拉螺栓连接, 是工程中应用最广泛的一种螺纹连接方式。图 1-6a 所示的结构为普通螺栓连接的常见的错误示例。该螺栓连接有以下错误:

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 6171—2000, M12 的螺母其厚度 $m = 10.8\text{mm}$ 。

3) 弹簧垫的尺寸不对, 按标准查出其直径和厚度, 如图 1-6b 所示。

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 5782—2000 应取标准长 M12 $\times$ 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。改正后的结构如图 1-6b 所示。

4. 螺钉连接设计禁忌

图 1-7a 所示的螺钉连接的结构有如下错误:

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 1-7c

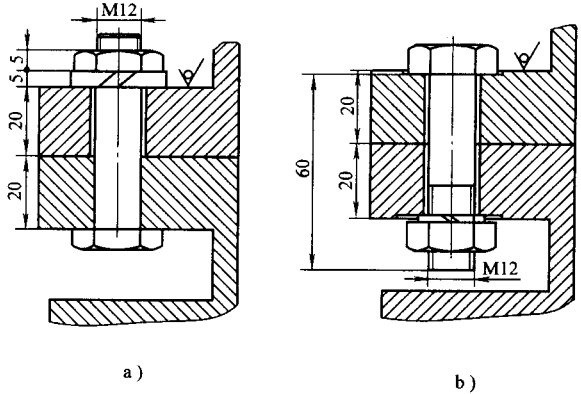


图 1-6 螺栓连接的结构

所示。

- 2) 如果为螺钉连接, 上边的板应该开通孔, 螺钉的螺纹应与下边的板相拧紧。
- 3) 原图中即使采用了螺钉连接, 被连接件也应当有阴螺纹。
- 4) 被连接件的相交线应当被螺钉挡住。
- 5) 一般可不必采用全螺纹。改正后的结构如图 1-7b、c 所示。

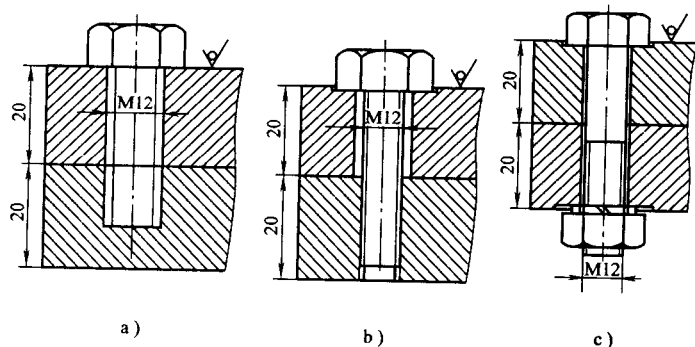


图 1-7 螺钉连接的结构

5. 双头螺柱连接设计禁忌

当被连接件有一个很厚、钻不透时采用双头螺柱连接。与螺钉连接的区别在于: 经常拆卸时采用双头螺柱连接, 以保护较厚的被连接件的內螺纹不受破坏。图 1-8a 所示的双头螺柱连接的结构有如下错误:

- 1) 双头螺柱的光杆部分不能拧进被连接件的內螺纹。
- 2) 锥孔角度应为 120° , 且不能画到內螺纹的外径, 应该画到钻孔的直径处。
- 3) 被连接件为铸造表面, 安装双头螺柱连接时必须将表面加工平整, 故采用沉孔。

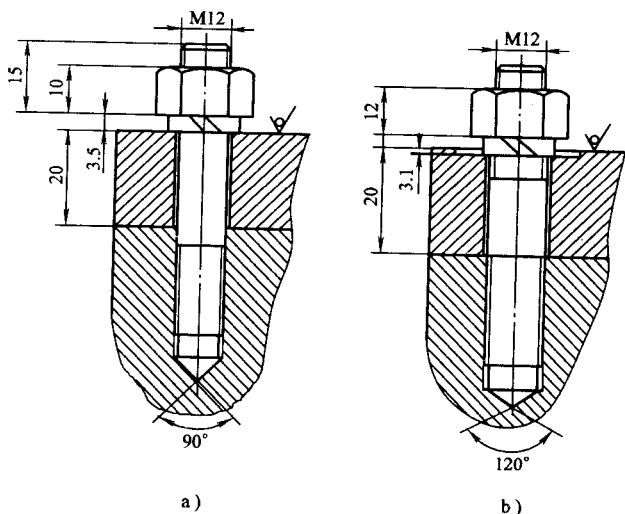


图 1-8 双头螺柱连接的结构

6. 紧定螺钉连接设计禁忌

固定零件位置时经常采用紧定螺钉连接。图 1-9a 所示的紧定螺钉连接的结构有如下错误:

- 1) 螺钉掉在坑里, 无法拧进, 因为轴套上为光孔, 没有加工成螺纹, 因此螺栓拧不进, 应当将轴套上加工成內螺纹。
- 2) 轴上无螺纹, 螺钉拧不进, 无法与紧定螺钉的螺纹相拧合。