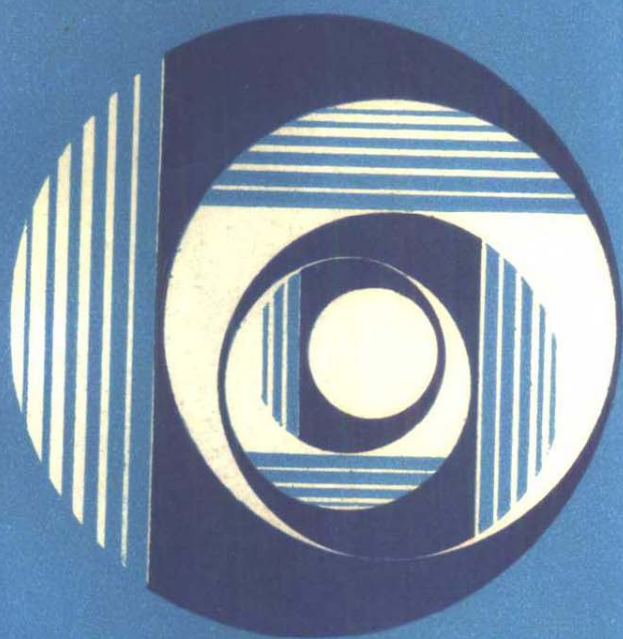


机械设计例题集

〔日〕 鳴瀧良之助 等著

张 玉 忠 译



国防工业出版社

机械设计例题集

〔日〕 鳴瀧良之助 等著

张 玉 忠 译

国防工业出版社

内 容 简 介

本书全面介绍了机械设计方面的知识,由叙述机械设计的一般原则开始,系统地介绍了通用机械零件及压力容器、管道及管道连接、阀门、防止泄漏问题、机器支承方法、旋转机械、往复机械等方面的设计计算。书内还附有大量例题及若干习题,使读者可进一步加深对机械设计的理解,作到理论联系实际。

本书适于机械工业部门广大科技人员、工人使用,以及大专院校师生参考。

機械設計演習

鳴瀧良之助 等著

学献社1972

*

机械设计例题集

〔日〕 鳴瀧良之助 等著

张 玉 忠 译

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 $1/32$ 印张 $18\frac{1}{8}$ 394 千字

1988年5月第一版 1988年5月第一次印刷 印数: 0,001—73 00册

ISBN7-118-00168-6/TH10 定价: 4.75元

译 者 的 话

《机械设计例题集》一书是根据日本出版的《機械設計演習》第六版翻译的。与我国同类书相比，这本书所涉及范围更为广阔，除了通用机械零件的设计之外，还包括了压力容器、管道及管接头、阀门、泄漏问题、机器支承方法等方面的设计与计算。本书的特点：（1）简要地叙述了有关的基本概念；（2）全面地给出了定义及理论计算公式；（3）结合工程中的实际问题列举了大量的例题，从而使读者通过这些例题，不仅能加深对本门课程的理解，而且还可进一步培养分析问题、理论联系实际地解决问题的能力。这是本书有别于其它同类书的特色。

《機械設計演習》一书自1972年在日本出版以来，到1981年仅仅九年间就重印了五次，可见深受日本广大读者的欢迎。可以相信，对于我国来说，不论是从事本专业的科技工作者，还是工人和学生，都将从这本书里获得收益，从而对工作和学习有所帮助。

由于译者水平有限，译文中不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

译 者

1985年5月

序 言

第二次世界大战后的二十多年时间里，世界工业技术及生产的发展十分引人注目，特别是自动化、无人化、情报化、系统化更获得了高速发展。目前，人类在宇宙开发、海洋开发等方面的成就，使昔日看起来象神话一样的事物，正逐步地得到科学的解释，并不断地予以实现。因此，我们可以说，现在是创造开发的时代，进一步说，是将那些长期以来幻想中的事物付诸实现的时代。

工程学是实现以上课题所必须的学科，在工程学方面，机械工程技术具有最广泛的基础，进一步说，要实现创造和计划，最重要的学问就是机械设计。

本书的目的是在帮助人们学习理解机械设计的基本概念的同时，使之有可能扩大其应用范围，并特别以练习作为重点。因此，本书可为有志学习机械设计学的人们广泛利用，并成为他们的良师益友。若能为明天的工业进展提供一点帮助，作者就更感到欣慰了。

最后，对本书中引用和作为参考文献使用的各种文献的作者深表感谢。

1972年5月 鳴瀧良之助

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械零件的设计	1
1.2 机械工程学与其它学科的关系	1
1.3 设计要点	2
1.4 标准规格	3
1.5 配合	6
1.6 表面光洁度	17
1.7 机械材料	20
第 2 章 许用应力、使用寿命	24
2.1 许用应力、安全系数	24
2.2 针对循环应力的设计	29
第 3 章 连接方法	46
3.1 键	46
3.1.1 平键	46
3.1.2 楔键	47
3.1.3 打进键的力	48
3.2 楔	49
3.2.1 轴的设计	50
3.2.2 轴套的设计	51
3.2.3 楔的设计	52
3.2.4 锥形套的楔联接	53
3.2.5 打进楔的力	55
3.3 销连接	56
3.3.1 扭矩的传递	56
3.3.2 轴向力的传递	57
3.4 花键	58

3.5 锥度配合、压力配合	61
3.5.1 锥度配合传动	61
3.5.2 压力配合传动	62
3.6 螺纹、螺栓、螺母	63
3.6.1 螺栓的内外径及有效螺纹长度	63
3.6.2 螺纹的转动力和效率	65
3.6.3 对扭转压缩复合应力的设计	66
3.6.4 螺栓连接的设计	69
3.6.5 螺栓的紧固力	71
3.6.6 螺丝接头	73
第4章 铆接和焊接	76
4.1 铆接	76
4.1.1 铆钉长度	76
4.1.2 搭接	77
4.1.3 对接	79
4.1.4 承受交变载荷的场合	81
4.1.5 承受弯矩的铆接	83
4.2 焊接	86
4.2.1 锅炉锅筒	86
4.2.2 角焊连接	87
4.2.3 承受面内弯矩的焊接接头	90
4.2.4 框架弯角部分的加强焊	91
4.2.5 孔周的加强	92
第5章 轴及轴联接	95
5.1 轴	95
5.1.1 只承受扭矩 T 的轴	95
5.1.2 只承受弯矩的轴	96
5.1.3 同时承受扭矩和弯矩的轴	98
5.1.4 同时承受弯扭矩及轴向力的场合	99
5.1.5 考虑到轴变形的设计	102
5.1.6 键槽及阶梯轴圆角半径的影响	106
5.2 联轴器	107
5.2.1 夹壳式联轴器	108
5.2.2 塞勒锥形联轴器	111

5.2.3	凸缘联轴器	115
5.2.4	牙嵌式离合器	117
5.2.5	摩擦离合器	117
5.2.6	电磁离合器	123
5.2.7	液压离合器	124
第 6 章	轴承	126
6.1	轴颈	126
6.1.1	轴颈	126
6.1.2	环状轴颈及轴端	132
6.2	滑动轴承的设计	137
6.2.1	滑动轴承	137
6.2.2	推力轴承	148
6.2.3	轴承箱	153
6.3	滚动轴承	157
6.3.1	在滚动体上产生的应力和变形	157
6.3.2	滚动轴承的载荷分布	158
6.3.3	滚动轴承的额定载荷及计算寿命	160
6.3.4	滚动轴承的额定静载荷	161
6.3.5	滚动轴承工作载荷的评价	163
第 7 章	弹簧	176
7.1	螺旋弹簧	176
7.1.1	螺旋弹簧	176
7.1.2	组合弹簧	178
7.1.3	螺旋弹簧的纵弯曲	180
7.1.4	螺旋弹簧的剪切刚性	181
7.1.5	扭转螺旋弹簧	183
7.2	叠板簧	184
7.2.1	叠板簧	184
7.2.2	有副弹簧的场合	186
7.2.3	钩环的倾斜及弹簧翘曲的影响	188
7.2.4	扭矩载荷	189
7.3	圆柱形扭转螺旋弹簧	190
7.3.1	圆柱形扭转螺旋弹簧	190
7.3.2	端部的影响	192

7.4 盘簧	193
7.4.1 一般盘簧	193
7.4.2 固定载荷的盘簧	195
7.5 碟形弹簧	196
7.6 环形弹簧	199
第8章 制动器与棘轮	204
8.1 块制动器	204
8.1.1 单块制动器	204
8.1.2 复块制动器	208
8.2 带制动器	210
8.3 其它制动器	214
8.4 棘轮和棘爪	215
第9章 凸轮	219
9.1 凸轮和从动件	219
9.2 切线凸轮	221
9.3 凸腹凸轮(圆弧凸轮)	229
9.4 渐开线凸轮	238
9.5 圆柱凸轮	242
9.6 框形定幅凸轮	248
9.7 旋转斜盘	254
9.8 摇摆斜盘	260
第10章 摩擦轮传动	264
10.1 摩擦轮	264
10.2 圆柱摩擦轮	265
10.3 带槽的摩擦轮	268
10.4 圆锥摩擦轮	270
10.5 交错轴摩擦轮及螺旋摩擦轮	273
第11章 齿轮传动	275
11.1 概论	275
11.2 啮合弧和啮合率	276

11.3 摩擦功与传动效率	279
11.4 滑动率	281
第12章 齿轮设计	285
12.1 直齿轮	285
12.1.1 齿轮的基本尺寸	285
12.1.2 直齿轮的强度设计	290
12.1.3 直齿轮的轮的设计	309
12.2 斜齿轮	312
12.3 圆锥齿轮	318
12.4 交错轴齿轮及螺旋齿轮	324
12.5 蜗杆及蜗轮	326
12.6 齿廓的干涉与变位齿轮	330
第13章 带、绳缆及链条	341
13.1 带传动	341
13.1.1 带	341
13.1.2 带的滑动率	346
13.1.3 平型带轮	347
13.1.4 V型带	349
13.2 绳缆传动	349
13.3 链传动	354
13.3.1 环形链	354
13.3.2 滚子链	357
第14章 压力容器	360
14.1 薄壁圆筒	360
14.1.1 承受内压的场合	360
14.1.2 承受外压的场合	361
14.2 厚壁圆筒	363
14.2.1 厚壁圆筒	363
14.2.2 组合圆筒	365
14.2.3 高压气体容器	367
14.3 球形容 器	368

14.4	轴对称薄壁容器	369
14.5	平板结构容器	371
14.6	封盖	372
14.6.1	圆形封盖	372
14.6.2	椭圆形封盖	373
14.6.3	皿形封盖	374
第15章	管及管接头	375
15.1	管道	375
15.1.1	流量	375
15.1.2	压力损失	376
15.1.3	最佳管径	380
15.2	管材	382
15.3	管道的保温	383
15.3.1	保温材料的厚度	383
15.3.2	保温材料	389
15.4	管的强度	391
15.4.1	锅炉用钢管	391
15.4.2	压力容器用管	393
15.4.3	其它管	393
15.4.4	弯管的弯曲	399
15.5	管道的热应力	402
15.5.1	直管的高温纵弯曲	402
15.5.2	平面管道的热应力	404
15.5.3	把弯管考虑在内的计算	412
15.5.4	立体管道的场合	418
15.6	管支承	418
15.6.1	管支承方法	418
15.6.2	支座	419
15.6.3	支架	419
15.6.4	含有管支承的管道计算方法	420
15.6.5	管道的垂度和斜度	422
15.7	伸缩接头	424
15.7.1	滑动式伸缩接头	424

15.7.2	风箱式伸缩接头	425
15.7.3	旋转式管接头	428
15.7.4	弯管(伸缩形弯头)	429
15.8	管接头	434
15.8.1	铁、钢管的法兰盘	435
15.8.2	管法兰盘(一体形)的应力计算	436
15.8.3	法兰盘接头的种类	448
15.8.4	螺扣式管接头	449
15.8.5	焊接式管接头	450
15.8.6	大口径焊接接头的强度	451
15.8.7	套接式接头	457
15.8.8	油压用管接头	457
15.8.9	船用管接头	459
第16章	阀门	461
16.1	概述	461
16.2	球阀及角阀	462
16.3	闸阀	468
第17章	泄漏	473
17.1	泄漏的防止	473
17.2	接触面的流体泄漏机理	473
17.3	静止部分的防漏	475
17.4	旋转部分的防漏	477
17.4.1	软填料	477
17.4.2	硬填料	479
17.4.3	迷宫式密封	483
第18章	构架、机器支承方法	486
18.1	构架的刚性	486
18.2	底座的挠度	490
18.3	基础的稳定性和大小	493
18.3.1	基础的稳定性	493
18.3.2	基础的大小	496
18.4	防振支承	498

XIV

18.5	减振器	501
18.5.1	减振橡胶	501
18.5.2	油减振器	504
第19章	旋转机械	507
19.1	旋转圆盘的强度	507
19.1.1	厚度一定的旋转圆盘	507
19.1.2	均匀强度的旋转圆盘	508
19.2	旋转圆筒的强度	509
19.3	轮毂及轮缘的强度	511
19.4	旋转圆盘的振动	516
19.4.1	圆盘的振动频率	516
19.5	危险速度	518
19.5.1	具有集中质量的旋转轴	518
19.5.2	任意个支承与有转子轮轴的危险速度	520
19.6	旋转体的平衡	524
19.6.1	不平衡	524
19.6.2	容许不平衡	528
第20章	往复机械的主要部件	530
20.1	曲轴	530
20.1.1	大略确定尺寸的方法	530
20.1.2	强度计算	531
20.2	连杆	539
20.2.1	由爆炸压力引起的压缩应力	539
20.2.2	自重引起的摆动弯曲应力	541
20.3	飞轮	542
20.4	曲轴的扭振	544
20.5	活塞、活塞销、顶板(活塞顶)	547
20.5.1	活塞	547
20.5.2	活塞顶的壁厚	547
20.5.3	活塞销	548
20.6	气门及气门弹簧	549

20.6.1 确定气门尺寸的方法.....	549
20.6.2 气门弹簧.....	550
20.7 消音器	551
附录 计量单位换算表	557
参考文献	558

第 1 章 绪 论

1.1 机械零件的设计

任何机器，如将其拆卸开来看，就可知道都是由若干种很相似的部分构成的。这些共同的部分，称为“机械零件”。设计一台机器时，不仅要了解这些机械零件的材料、几何形状、尺寸、结构等，同时还应具备有关它的作用、性能的丰富知识。机械设计学就是为此目的学习的学科。总之，机械设计学是为充分发挥机器的性能要求，讲述设计时的基本力学计算及其结构基础和性能的一门学科。

1.2 机械工程学与其它学科的关系

如上所述，因为机器是由机械零件进行复杂组合而成的，机械设计就必然要与多种学科密切相关，因此应该说它是一门综合工程学。不过，设计机械本身是一项技术，这项技术不仅是在理论上，而且是在过去多年的历史基础上建立起来的，因而在很多情况下必须重视有关方面的经验。但是，对可靠性高的设计来说，应尽可能运用高等的学问，理论计算尤为重要。在设计一台机器之前，为了弄清其骨架，就要运用机构学及有关机械运动的知识，就有必要学习机械力学及振动学。另外，为了使制造的机器安全可靠，必须熟悉所用材料的机械强度，按照材料力学作强度计算进行设计，亦是最重要的，不可缺少的。为了选择合乎强度要求及其他性能的材料，还应该学习机械材料学。再者，实际制造机器时，

还必须学习机械加工工艺学。此外，作为与原动力有关的学科，如热力学、蒸汽工程、内燃机、热传导、流体力学、水力学等，也与机械设计有密切的关系。机械设计要尽可能综合运用由这些多种学科所得到的知识。

1.3 设计要点

设计机器的时候，一般要考虑以下一些要点，并对其进行取舍选择。作好这一步，才能最有利地制造这个机器。机器必须具备的要点如下：

(1) 机器必须胜任对它提出的工作职能，能够充分发挥其机能的同时要有高度的可靠性（特别是要具有足够的强度）；

(2) 重量、尺寸尽可能小，搬运或操作方便，此外，占地面积小；

(3) 结构简单、操作容易；

(4) 维修简便；

(5) 功耗小、效率高；

(6) 造价及维护费用低（选择最恰当的工作方法）；

(7) 适于批量生产；

(8) 要使操作人员对于振动、冲击没有不适感；

(9) 使用寿命长（设计时要作到减少疲劳、蠕变、磨损、腐蚀——特别要注意高温、高压的情况）；

(10) 长期使用不出故障和不致损坏的可靠性高（要考虑外部条件及材料性质的统计变动情况）。

工厂等部门（既然是企业）不管怎么说也是最重视第(6)项，但是从现在所说的“安全性”观点出发（尤其是关系到人身安全时），对第(1)、(9)及(10)项也应满足。

考虑到以上的要点，应按以下顺序进行设计：

- (i) 选择最有效的机构；
- (ii) 计算因外力所产生的应力或应变；
- (iii) 确定适合上述 (i) 及 (ii) 项所用材料；
- (iv) 确定能发挥所需性能的形状与尺寸。这时，采用按标准化规格所确定的尺寸。

1.4 标准规格

机械零件的结构必须尽量简单，而且还希望其几何形状及尺寸统一。为此，任何国家都对机器的零、部件的规格实行了统一化。在日本，从大正 10 年起就开始实行标准规格 (JES)，现在又制定了日本工业规格 (JIS)。在 JIS 中没有规定的内容，允许参考西德标准 (DIN) 及英国标准 (BS) 等。再有，为了便于技术交流，有必要对规格进行国际标准化，因此设立了国际标准化机构 (ISO)。在日本的 JIS 螺纹规格等方面，也采用了一部分 ISO 推荐的标准。

对零、部件的几何形状、尺寸等实行统一标准，这对工业生产十分有利。不管哪个工厂的产品，如果按照一个标准制同样制造零、部件，不但配合部分等具有互换性便于替换，而且还可使用较少种类的机床和工具，用一台机床就能制造很多的通用零、部件。这样，可使成本降低，加工容易，精度一致，工时减少。这不仅对大批量生产有利，而且也容易实行机械自动化。并且在零件的修理、替换情况下，具有互换性等优点。因而，在设计机械零件时，应尽可能按标准选择零件的几何形状和尺寸。此外，对于尺寸所用的数值，在日本制定有标准数值 (JIS Z 8601-1954)，设计制图应按照这个标准 (参照表 1.1)。