机械零件设计手册

（第　三　版）

下　　册

东北大学《机械零件设计手册》编写组　编

主编　蔡春源

冶 金 工 业 出 版 社

目　录

第 19 章　摩擦轮和无级变速传动

1　摩擦轮传动 …… (1)
1.1　概　　述 …… (1)
1.2　摩擦轮传动的设计计算 …… (1)
2　无级变速传动 …… (4)
2.1　概　　述 …… (4)
2.1.1　传动原理 …… (4)
2.1.2　特点、应用及类型 …… (4)
2.2　设计基础 …… (6)
2.2.1　失效形式及接触强度计算 …… (6)
2.2.2　压紧力 Q 和有效圆周力 F_t …… (9)
2.3　加压装置及其设计 …… (9)
2.3.1　加压装置的类型及配置 …… (9)
2.3.2　自动加压装置的原理及设计 …… (9)
3　常用无级变速器 …… (13)
3.1　齿链式无级变速器 …… (13)
3.1.1　概　　述 …… (13)
3.1.2　类型、安装方式及代号说明 …… (14)
3.1.3　技术参数及外形尺寸 …… (14)
3.2　多盘式无级变速器 …… (17)
3.2.1　概　　述 …… (17)
3.2.2　类　　型 …… (17)
3.2.3　基本参数及外形尺寸 …… (17)
3.3　MWB 型胶带式无级变速器 …… (22)
3.3.1　概　　述 …… (22)
3.3.2　技术参数、装配形式及外形尺寸 …… (22)
3.4　XZW 行星式无级变速器（沈阳工矿齿轮厂产品） …… (23)
3.4.1　概　　述 …… (23)
3.4.2　代号表示方法 …… (23)
3.4.3　选用说明及使用注意事项 …… (23)
3.4.4　装配形式和外形尺寸 …… (24)
3.4.5　无级变速器与减速机的配置 …… (24)

第 20 章　轴及钢丝软轴

1　轴 …… (30)
1.1　轴的材料 …… (30)
1.2　轴的结构设计 …… (33)
1.2.1　轴上零件的轴向固定 …… (33)
1.2.2　提高轴的疲劳强度应采取的结构措施 …… (38)
1.2.3　轴的结构工艺性 …… (39)
1.3　轴的强度计算 …… (41)
1.3.1　按转矩估算轴径 …… (41)
1.3.2　按当量弯矩近似计算 …… (42)
1.3.3　安全系数的精确校核计算 …… (46)
1.4　轴的刚度校核 …… (54)
1.4.1　轴的弯曲刚度校核 …… (54)
1.4.2　轴的扭转刚度校核 …… (56)
1.5　轴的设计实例 …… (56)
1.6　轴的振动稳定性计算 …… (60)
1.7　轴的工作图 …… (62)
2　钢丝软轴 …… (62)
2.1　钢丝软轴的结构型式和规格 …… (62)
2.1.1　钢丝软轴 …… (62)
2.1.2　软轴接头及联接 …… (63)
2.1.3　软　　管 …… (64)
2.1.4　软管接头及联接 …… (65)
2.1.5　软轴软管的型号与配套使用 …… (65)
2.2　钢丝软轴的选择与使用 …… (66)
2.2.1　软轴的选择 …… (66)
2.2.2　软轴使用时注意事项 …… (66)

第 21 章　滑动轴承

1　概　　述 …… (68)
2　非液体摩擦滑动轴承 …… (68)
2.1　径向轴承 …… (68)
2.1.1　径向轴承结构和选用 …… (68)
2.1.2　轴承的验算 …… (69)
2.2　平面推力轴承 …… (69)
2.2.1　平面推力轴承的常用型式和结构 …… (69)
2.2.2　平面推力轴承的计算 …… (69)

2.3 润滑方式的选择 …… (69)
3 液体动压滑动轴承 …… (71)
3.1 径向轴承 …… (71)
3.1.1 性能计算 …… (72)
3.1.2 参数选择 …… (74)
3.2 推力轴承 …… (78)
3.2.1 固定瓦推力轴承 …… (78)
3.2.2 摆动瓦推力轴承 …… (81)
4 液体静压轴承 …… (82)
4.1 概 述 …… (82)
4.2 静压轴承的结构设计 …… (84)
4.2.1 径向静压轴承 …… (84)
4.2.2 推力静压轴承 …… (85)
4.2.3 静压轴承材料 …… (87)
4.2.4 节流器的结构设计 …… (87)
4.3 单腔平面油垫计算 …… (90)
4.3.1 单腔平面油垫的流量和液阻 …… (90)
4.3.2 各种节流器的流量和液阻计算 …… (91)
4.3.3 单腔平面油垫承载能力 …… (92)
4.3.4 单腔平面油垫刚度 …… (93)
4.4 对向油垫计算 …… (93)
4.4.1 毛细管节流静压轴承计算 …… (93)
4.4.2 小孔节流静压轴承计算 …… (95)
4.4.3 双面薄膜反馈静压轴承计算 …… (97)
4.4.4 滑阀反馈静压轴承计算 …… (99)
4.5 功耗及温升 …… (102)
4.5.1 功 耗 …… (102)
4.5.2 影响功率消耗的因素 …… (102)
4.5.3 油进出口间的最高温升（近似计算） …… (102)
4.6 供油系统设计特点 …… (103)
4.6.1 供油系统的元件 …… (103)
4.6.2 供油压力的选择 …… (103)
4.6.3 静压轴承的润滑油 …… (103)
5 轴承材料 …… (104)
6 轴瓦结构 …… (109)
6.1 整体式轴瓦 …… (109)
6.1.1 卷制轴套 …… (109)
6.1.2 一般轴套 …… (111)
6.1.3 覆有减摩塑料层的双金属轴套 …… (113)
6.1.4 轴套的联接 …… (114)
6.1.5 轧机油膜轴承轴套技术要求 …… (114)
6.2 对开式轴瓦 …… (115)
6.2.1 厚壁轴瓦 …… (115)
6.2.2 薄壁轴瓦 …… (117)
6.3 润滑孔和润滑槽 …… (121)
6.3.1 润滑孔 …… (121)
6.3.2 润滑槽 …… (121)
6.4 粉末冶金轴瓦 …… (123)
6.4.1 筒形轴瓦 …… (123)
6.4.2 带挡边的筒形轴瓦 …… (125)
6.4.3 球形轴瓦 …… (126)
6.5 尼龙轴套 …… (127)
7 滑动轴承座 …… (128)
7.1 整体式径向滑动轴承座 …… (128)
7.2 对开式滑动轴承座 …… (129)
7.2.1 对开式二螺柱正滑动轴承座 …… (129)
7.2.2 对开式四螺柱正滑动轴承座 …… (130)
7.2.3 对开式四螺柱斜滑动轴承座 …… (131)
7.3 滑动轴承座技术要求 …… (132)
8 滑动轴承产品 …… (132)
8.1 YD 型四油楔液体动压径向滑动轴承系列 …… (132)
8.2 KT 型止推可倾瓦轴承系列 …… (134)
8.3 油环式径向滑动轴承系列 …… (138)
8.4 可调球型径向滑动轴承系列 …… (139)
8.5 水润滑橡胶轴承系列 …… (140)

第 22 章 滚动轴承

1 滚动轴承类型、代号方法（摘自 GB/T272—93）和特点 …… (143)
1.1 轴承代号的构成 …… (143)
1.1.1 基本代号 …… (143)
1.1.2 滚针轴承基本代号 …… (147)
1.1.3 基本代号编制规则 …… (147)
1.2 前置、后置代号 …… (147)
1.2.1 前置代号 …… (148)
1.2.2 后置代号 …… (148)
2 滚动轴承的选择计算 …… (149)
2.1 滚动轴承的失效形式 …… (149)
2.2 按疲劳寿命选择计算 …… (149)
2.2.1 径向当量动负荷 P_r 的计算 …… (150)
2.2.2 轴向当量动负荷 P_a 的计算 …… (151)
2.2.3 当轴承承受力矩负荷时，当量动负荷的计算 …… (151)
2.2.4 当轴承承受冲击负荷时，当量动负荷的计算 …… (151)
2.2.5 一个支点安装两个同型号角接触

轴承 …… (151)
2.2.6 有规律变负荷、变转速工作情况时，轴承当量动负荷的计算 …… (152)
2.3 滚动轴承的静负荷计算 …… (152)
2.4 滚动轴承的极限转速 …… (153)
2.5 例题 …… (154)
3 常用滚动轴承尺寸、性能参数表 …… (154)
3.1 调心球轴承 …… (154)
3.2 调心滚子轴承 …… (161)
3.3 圆锥滚子轴承 …… (171)
3.4 推力轴承 …… (183)
3.5 深沟球轴承 …… (191)
3.6 角接触球轴承 …… (200)
3.7 圆柱滚子轴承 …… (212)
3.8 滚针轴承 …… (224)
3.9 外球面球轴承 …… (230)
4 轴承零件 …… (232)
5 滚动轴承的配合 …… (236)
5.1 负荷的类型 …… (236)
5.2 负荷的大小 …… (236)
5.3 工作温度 …… (236)
5.4 轴承的旋转精度 …… (236)
6 滚动轴承的轴向定位 …… (240)
7 滚动轴承的润滑与密封 …… (240)
7.1 润滑油 …… (241)
7.2 润滑脂 …… (242)
7.3 轴承的密封 …… (242)
8 滚动轴承组合典型结构 …… (243)
9 滚动轴承座 …… (244)
9.1 适用范围 …… (244)
9.2 结构类型与型号表示法 …… (244)
9.3 型式尺寸 …… (245)

第23章 联轴器、离合器、液力偶合器

1 联轴器 …… (248)
1.1 常用联轴器的性能、特点及应用 …… (248)
1.2 联轴器的选择 …… (251)
1.2.1 联轴器的类型选择 …… (251)
1.2.2 联轴器的型号选择 …… (251)
1.3 联轴器轴孔型式与键槽型式 …… (253)
1.4 常用联轴器的主要尺寸和性能参数 …… (255)
1.4.1 刚性固定式联轴器 …… (255)
1.4.2 刚性可移式联轴器 …… (259)
1.4.3 弹性联轴器 …… (282)
2 离合器 …… (316)
2.1 常用离合器的性能、特点与应用 …… (316)
2.2 牙嵌式离合器 …… (316)
2.3 多片摩擦离合器 …… (321)
2.4 电磁式离合器 …… (324)
2.5 超越离合器 …… (328)
2.6 安全离合器 …… (330)
3 液力偶合器 …… (333)
3.1 液力偶合器的分类和特点 …… (333)
3.2 液力偶合器的选择 …… (333)
3.3 产品规格 …… (335)

第24章 飞 轮

1 机械系统的等效模型 …… (346)
2 机器运动方程及方程求解 …… (346)
3 飞轮转动惯量的计算 …… (347)
3.1 $[M_{ed}(\phi)-M_{rd}(\phi)]$机械系统飞轮转动惯量的计算 …… (348)
3.2 $[M_{ed}(\omega)-M_{ed}(\phi)]$机械系统飞轮转动惯量的计算 …… (349)
4 飞轮的结构设计 …… (350)
4.1 飞轮的基本结构型式 …… (350)
4.2 飞轮的尺寸确定 …… (352)
4.3 飞轮的平衡 …… (352)
4.4 飞轮的过载保护装置 …… (355)
4.5 飞轮的新材料与新结构 …… (356)

第25章 弹 簧

1 圆柱螺旋弹簧 …… (357)
1.1 普通圆柱螺旋弹簧的型式、代号及应用 …… (357)
1.2 普通圆柱螺旋弹簧尺寸参数系列 …… (359)
1.3 弹簧材料及许用应力 …… (360)
1.4 压缩、拉伸弹簧的设计计算 …… (366)
1.4.1 负荷—变形图 …… (366)
1.4.2 设计计算 …… (367)

1.4.3 几何尺寸计算 …… (376)
1.4.4 验　　算 …… (377)
1.5 组合弹簧设计特点 …… (377)
1.6 扭转弹簧的设计 …… (378)
1.7 普通圆柱螺旋弹簧制造精度及极限偏差 …… (380)
1.8 设计计算举例 …… (384)
1.9 圆锥螺旋压缩弹簧的设计计算 …… (386)
2 碟形弹簧 …… (388)
2.1 分　　类 …… (388)
2.2 碟形弹簧的设计计算 …… (392)
2.2.1 单片碟形弹簧的计算 …… (392)
2.2.2 组合碟形弹簧的计算 …… (393)
2.3 碟簧的载荷分类、许用应力和疲劳极限 …… (395)
2.4 碟形弹簧的技术要求 …… (395)
2.5 例　　题 …… (397)
3 橡胶弹簧 …… (399)
3.1 橡胶弹簧的优缺点 …… (399)
3.2 橡胶材料的静弹性特性 …… (399)
3.3 橡胶材料的动弹性特性 …… (400)
3.4 橡胶弹簧的设计计算 …… (401)
3.5 橡胶弹簧的材料和使用寿命 …… (406)
3.6 橡胶弹簧设计举例 …… (407)
4 环形弹簧 …… (407)
4.1 环形弹簧的结构和特性 …… (407)
4.2 环形弹簧的设计计算 …… (408)
4.2.1 应力和变形量的计算 …… (408)
4.2.2 设计参数的选择和几何尺寸的计算 …… (409)
4.3 环形弹簧的材料及技术要求 …… (409)
5 片弹簧 …… (410)
5.1 片弹簧的设计计算 …… (410)
5.2 片弹簧的应力集中和许用应力 …… (415)

第 26 章　起重搬运件与操作件

1 起重机机构的工作级别 …… (416)
2 钢丝绳 …… (417)
2.1 分类、特点与用途 …… (417)
2.1.1 按结构分类 …… (417)
2.1.2 按捻法分类 …… (417)
2.1.3 按捻制特性分类 …… (418)
2.1.4 按股的形状分类 …… (418)
2.1.5 按钢丝的表面状态分类 …… (418)
2.1.6 按钢丝绳（股）芯分类 …… (418)
2.2 双捻钢丝绳的标记方法 …… (418)
2.3 钢丝绳的选择计算 …… (418)
2.3.1 类型选择 …… (418)
2.3.2 钢丝绳直径选择计算 …… (419)
3 绳具 …… (426)
3.1 钢丝绳夹 …… (426)
3.2 钢丝绳夹使用方法 …… (426)
3.3 钢丝绳用普通套环 …… (427)
3.4 钢丝绳用楔形接头 …… (428)
3.5 一般起重用锻造卸扣 …… (430)
4 滑轮 …… (432)
4.1 绳槽断面 …… (432)
4.2 滑轮、卷筒的卷绕直径 …… (433)
4.2.1 滑轮、卷筒的卷绕直径计算 …… (433)
4.2.2 滑轮直径的选用系列与匹配 …… (433)
4.3 滑轮的型式与尺寸 …… (433)
5 卷筒 …… (437)
5.1 卷筒的直径和槽形 …… (437)
5.2 卷筒的型式与尺寸 …… (439)
5.3 卷筒几何尺寸计算、钢丝绳压板及卷筒组结构 …… (440)
6 起重吊钩 …… (446)
6.1 直柄吊钩的型式、强度等级、材料及承载能力，标记方法 …… (446)
6.2 结构型式及尺寸 …… (446)
7 吊钩组与滑轮组 …… (450)
7.1 吊钩组 …… (451)
7.2 定滑轮组 …… (455)
8 起重运输用链条和链轮 …… (458)
8.1 概述 …… (458)
8.2 起重运输链的选择 …… (458)
8.3 起重链的规格 …… (459)
8.4 起重链链轮 …… (463)
8.5 输送链、附件和链轮 …… (465)
8.5.1 链条 …… (465)
8.5.2 附件 …… (467)
8.5.3 标记方法 …… (468)
8.5.4 链轮齿形及公差 …… (468)
9 车轮和车轮组 …… (470)
9.1 车轮 …… (470)
9.2 车轮组 …… (473)

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

10 停止器…… (479)
10.1 棘轮停止器…… (479)
10.1.1 棘轮停止器的设计计算…… (479)
10.1.2 棘轮齿形与棘爪端的外形尺寸及画法…… (480)
10.2 带式停止器…… (481)
11 制动器…… (482)
11.1 带式制动器…… (482)
11.2 外抱块式制动器…… (485)
11.2.1 性能特点、类型及应用范围…… (485)
11.2.2 外抱块式制动器的性能参数及主要尺寸…… (486)
11.3 盘式制型动器…… (498)
11.3.1 结构形式…… (498)
11.3.2 设计计算…… (505)
12 带式输送机零部件…… (506)
12.1 输送带…… (507)
12.1.1 输送带的类型及标准规格…… (507)
12.1.2 输送带的强度计算…… (509)
12.1.3 输送带全长计算…… (510)
12.2 滚筒…… (510)
12.2.1 传动滚筒…… (510)
12.2.2 改向滚筒…… (512)
12.3 托辊…… (513)
12.4 清扫器…… (517)
13 气垫单元…… (519)
13.1 气垫运输的基本原理…… (519)
13.2 采用气垫运输所需的条件…… (519)
13.3 气垫单元的结构与计算…… (519)
13.3.1 气囊…… (519)
13.3.2 承载板…… (521)
13.3.3 支承块…… (521)
14 操作件…… (522)
14.1 手　柄…… (522)
14.2 手　轮…… (531)
14.3 把　手…… (537)

第 27 章　润滑和润滑装置

1 润滑状态 …… (541)
1.1 流体动压润滑 …… (541)
1.2 流体静压润滑 …… (541)
1.3 弹性流体动压润滑 …… (541)
1.4 边界润滑 …… (542)
1.5 混合润滑 …… (542)
2 润滑剂 …… (542)
2.1 润滑剂的主要理化指标 …… (542)
2.2 润滑油 …… (543)
2.2.1 L—AN 全损耗系统用油 …… (546)
2.2.2 液压油 …… (547)
2.2.3 齿轮油 …… (550)
2.2.4 内燃机油 …… (555)
2.2.5 轴承油 …… (562)
2.2.6 车轴油 …… (564)
2.2.7 汽轮机油 …… (564)
2.2.8 汽缸油 …… (566)
2.2.9 压缩机油 …… (566)
2.2.10 冷冻机油 …… (567)
2.2.11 食品机械润滑油 …… (568)
2.2.12 真空泵油 …… (568)
2.2.13 变压器油 …… (569)
2.2.14 仪表油 …… (570)
2.2.15 油膜轴承油 …… (570)
2.3 润滑脂 …… (571)
2.3.1 钙基润滑脂 …… (572)
2.3.2 石墨钙基润滑脂 …… (573)
2.3.3 无水钙基润滑脂 …… (573)
2.3.4 钠基润滑脂 …… (574)
2.3.5 钙钠基润滑脂 …… (574)
2.3.6 通用锂基润滑脂 …… (574)
2.3.7 汽车通用锂基润滑脂 …… (575)
2.3.8 半流体锂基润滑脂 …… (576)
2.3.9 合成锂基润滑脂 …… (576)
2.3.10 复合钙基润滑脂 …… (576)
2.3.11 复合铝基润滑脂 …… (577)
2.3.12 复合锂基润滑脂 …… (578)
2.3.13 GB—4 润滑脂 …… (578)
2.3.14 二硫化钼极压锂基润滑脂 …… (578)
2.3.15 极压锂基润滑脂 …… (579)
2.3.16 MH—MoS_2 特种润滑块 …… (580)
2.3.17 HG 高温窑车润滑脂 …… (580)
2.3.18 7014—1 号高温润滑脂 …… (580)
2.3.19 低温润滑脂 …… (581)
2.3.20 轴承润滑脂 …… (582)
2.3.21 精密仪表脂 …… (583)
2.3.22 食品机械润滑脂 …… (584)
2.3.23 密封润滑脂 …… (584)

2.3.24 工业凡士林 …… (585)
2.4 固体润滑剂 …… (586)
2.5 机械设备换油、脂周期 …… (588)
2.6 国内外润滑油、脂对照表 …… (592)
3 润滑方法 …… (606)
3.1 润滑方法分类 …… (606)
3.2 润滑方式 …… (606)
3.2.1 手工给油润滑 …… (606)
3.2.2 滴油润滑 …… (606)
3.2.3 油环或油链润滑 …… (606)
3.2.4 飞溅（油池）润滑 …… (607)
3.2.5 压力循环润滑 …… (607)
3.2.6 集中润滑 …… (607)
3.2.7 油雾润滑 …… (608)
3.2.8 覆盖膜润滑 …… (611)
3.3 润滑装置 …… (612)
3.3.1 油　　杯 …… (612)
3.3.2 油　枪 …… (615)
3.3.3 油　　泵 …… (617)
3.3.4 阀 …… (619)
3.3.5 油流指示器 …… (620)
3.3.6 GDQ 型高压单线给油器 …… (621)
3.3.7 稀油过滤装置 …… (621)
3.3.8 冷却器 …… (624)
3.3.9 油　　箱 …… (628)
3.3.10 稀油润滑装置 …… (631)
3.3.11 干油泵及干油站 …… (637)
3.3.12 干油喷射润滑装置 …… (646)
3.3.13 给油器 …… (647)
3.3.14 干油过滤器 …… (650)
3.3.15 压力操纵阀 …… (650)
3.3.16 电磁换向阀 …… (651)
3.3.17 油雾润滑装置 …… (651)
3.3.18 油　　标 …… (652)

第 28 章　密封

1 概述 …… (656)
2 标准件密封 …… (659)
2.1 O 型橡胶密封圈 …… (659)
2.2 旋转轴唇形密封圈 …… (663)
2.3 毡圈 …… (666)
2.4 单向密封橡胶密封圈 …… (667)
2.5 双向密封橡胶密封圈 …… (680)
2.6 真空动密封 …… (685)
2.6.1 J 型真空用橡胶密封圈 …… (685)
2.6.2 JO 型和骨架型真空用橡胶密封圈 …… (688)
2.6.3 O 型真空用橡胶密封圈 …… (693)
2.6.7 橡胶防尘密封圈 …… (697)
2.7 密封垫 …… (703)
2.7.1 密封垫的选用 …… (703)
2.7.2 选择密封垫应注意的问题 …… (707)
3 非标准密封 …… (707)
3.1 胶密封 …… (707)
3.1.1 液态密封胶 …… (708)
3.1.2 厌氧胶 …… (708)
3.1.3 热熔型密封胶 …… (709)
3.2 金属空心 O 形圈 …… (709)
3.2.1 金属空心 O 形圈的分类 …… (709)
3.2.2 金属空心 O 形圈的沟槽型式与尺寸 …… (710)
3.2.3 金属空心 O 形圈的选用 …… (710)
3.3 填料密封 …… (711)
3.3.1 绞合填料与编结填料 …… (711)
3.3.2 塑性填料 …… (713)
3.3.3 硬填料 …… (714)
3.3.4 填料腔的结构设计 …… (717)
3.4 金属活塞环密封 …… (719)
3.4.1 活塞环组的环数 …… (720)
3.4.2 活塞环的基本尺寸 …… (720)
3.5 节流环形沟槽密封 …… (720)
3.6 迷宫密封 …… (721)
3.7 离心密封 …… (721)
3.8 螺旋密封 …… (722)

第 29 章　电机与电器

1 控制系统线路设计 …… (723)
1.1 电气技术中常用文字符号和图形符号 …… (723)
1.1.1 电气技术中常用文字符号 …… (723)
1.1.2 电气图中常用图形符号 …… (726)
1.2 低压控制系统线路设计 …… (732)
1.2.1 概述 …… (732)
1.2.2 电气制图一般规则 …… (732)

1.2.3 常用典型控制线路 …… (733)
1.2.4 可编程控制器简介 …… (734)
2 电气器件 …… (735)
2.1 保护器件 …… (735)
2.1.1 熔断器 …… (736)
2.1.2 热继电器 …… (737)
2.1.3 自动开关 …… (740)
2.2 控制电路的开关器件 …… (740)
2.2.1 转换开关和组合开关 …… (740)
2.2.2 按钮 …… (743)
2.2.3 行程开关 …… (746)
2.3 控制继电器 …… (757)
2.4 接触器、磁力起动器 …… (761)
2.5 控制变压器 …… (764)
2.6 电磁铁 …… (767)
2.7 辅助元器件及常用材料 …… (769)
2.7.1 信号灯 …… (769)
2.7.2 接线座 …… (770)
2.7.3 电线 …… (771)
2.7.4 电缆 …… (772)
3 控制电机 …… (773)
3.1 自整角机 …… (773)
3.2 测速发电机 …… (776)
3.2.1 CK 系列交流测速发电机 …… (776)
3.2.2 ZCF 系列直流测速发电机 …… (777)
3.2.3 CYD 系列永磁式低速直流测速发电机 …… (778)
3.3 步进电动机 …… (779)
3.4 伺服电动机及伺服测速机组 …… (782)
3.4.1 SL 系列交流伺服电动机 …… (782)
3.4.2 SZ 系列直流伺服电动机 …… (785)
3.4.3 SY 系列永磁式直流伺服电动机 …… (788)
3.4.4 SC 系列交流伺服测速机组 …… (791)
3.4.5 110 SZ-C 系列伺服测速机组 …… (792)
4 普通驱动电动机 …… (793)
4.1 电动机的工作制、绝缘等级与允许温升 …… (793)
4.2 电动机的特点、用途及使用条件 …… (794)
4.3 电动机的选择 …… (803)
4.3.1 电动机选择应综合考虑的问题 …… (803)
4.3.2 电动机外壳结构形式及选择 …… (803)
4.3.3 电动机类型选择 …… (804)
4.3.4 电动机电压和转速选择 …… (805)
4.4 电动机规格 …… (805)
4.4.1 一般异步电动机 …… (805)
4.4.2 变速异步电动机 …… (825)
4.4.3 冶金及起重用异步电动机 …… (837)
4.4.4 防爆异步电动机 …… (850)
4.4.5 振动电动机 …… (878)
4.4.6 微型电动机 …… (880)
4.4.7 直流电动机 …… (897)

第 30 章 有限元法

1 有限元法概述 …… (939)
1.1 单元位移模式与形函数 …… (940)
1.2 单元应变和应力 …… (943)
1.3 单元刚度方程与单元刚度矩阵 …… (943)
1.4 单元等效结点载荷 …… (943)
1.5 总刚度矩阵与总结点载荷列阵的组集 …… (943)
1.6 引入构件约束条件、求解位移和应力 …… (944)
2 用平面三角形单元解平面构件强度问题 …… (944)
2.1 平面问题有限元算式 …… (945)
2.2 平面问题有限元粗算演示 …… (947)
2.3 平面三结点三角形单元有限元程序说明 …… (951)
2.4 平面问题有限元法工程算例 …… (952)
3 空间轴对称结构有限元分析 …… (953)
3.1 轴对称结构有限元分析的半解析法 … (953)
3.2 三角形截面环元的有限元基本公式 … (953)
3.3 空间轴对称结构有限元程序说明 …… (956)
3.4 空间轴对称结构有限元法算例 …… (957)
4 平面刚架和空间刚架有限元分析 …… (961)
4.1 平面梁元的有限元基本公式 …… (961)
4.2 空间梁元的有限元基本公式 …… (965)
4.3 平面刚架和空间刚架有限元程序说明 …… (969)
4.4 平面刚架和空间刚架有限元算例 …… (970)
5 等参数单元（简称等参元） …… (973)
5.1 平面与空间等参元有限元计算公式 … (973)
5.2 平面与空间等参元的有限元程序说明 …… (979)
5.3 空间等参元计算实例 …… (979)

6 薄板和薄壳结构有限元分析 …… (980)
6.1 薄板有限元分析 …… (981)
6.1.1 薄板离散结构的结点分析 …… (981)
6.1.2 四结点矩形板元有限元计算公式 … (982)
6.1.3 三结点三角形板元计算公式 …… (984)
6.1.4 四结点四边形板元 …… (986)
6.2 薄壳有限元分析 …… (987)
6.2.1 三角形平面壳元 …… (987)
6.2.2 四边形平面壳元 …… (990)
6.2.3 矩形平面壳元 …… (990)
6.3 薄板和薄壳结构的有限元程序说明 … (991)
7 整体结构有限元分析中的若干问题 …… (991)
7.1 子结构法 …… (991)
7.2 结构和外载荷的对称性与重复性利用、伪单元 …… (992)
7.2.1 对称性的利用 …… (992)
7.2.2 重复性利用 …… (993)
7.2.3 伪单元分析 …… (993)
7.3 逐步求解法与边界单元 …… (994)
7.3.1 逐步求解法 …… (994)
7.3.2 边界单元（又称弹簧元） …… (995)
7.4 不同类型单元的结合 …… (995)
7.4.1 平面梁元与平面应力单元的结合 … (996)
7.4.2 薄板单元与平面梁元结合 …… (997)
7.5 结构中的约束不足与附加约束的处理 …… (997)
7.5.1 约束不足 …… (997)
7.5.2 附加约束 …… (998)
7.6 结构的力学模型建立中应考虑的问题 …… (999)
8 典型有限元程序分析…… (1000)
8.1 SAP-5 程序的总体评述和使用中应注意问题…… (1000)
8.2 SAP-5 程序的数据文件编写方法…… (1002)
8.2.1 Ⅰ. 标题卡片 …… (1002)
8.2.2 Ⅱ. 主控制卡片 …… (1003)
8.2.3 Ⅲ. 结点数据卡片 …… (1005)
8.2.4 ⅢA. 结点温度修正卡片 …… (1007)
8.2.5 Ⅳ. 单元数据卡片 …… (1007)
8.2.5.1 第 1 类——空间桁架单元…… (1007)
8.2.5.2 第 2 类——空间梁单元…… (1008)
8.2.5.3 第 3 类——平面应力薄膜单元…… (1009)
8.2.5.4 第 4 类——二维单元…… (1011)
8.2.5.5 第 5 类——三维 8 结点单元…… (1014)
8.2.5.6 第 6 类——板壳单元（四边形或三角形） …… (1017)
8.2.5.7 第 7 类——边界单元…… (1018)
8.2.5.8 第 8 类——8～21 可变结点三维等参元…… (1020)
8.2.5.9 第 9 类——伪单元…… (1028)
8.2.5.10 第 10 类——读入刚度矩阵的单元 …… (1029)
8.2.5.11 第 12 类——空间直管或弯管单元 …… (1030)
8.2.6 ⅣA. 结点优化顺序卡片 …… (1030)
8.2.7 Ⅴ. 集中载荷或集中质量卡片 …… (1030)
8.2.8 Ⅵ. 结构载荷工况因子卡片 …… (1031)
8.2.9 Ⅶ. 重量和重心参考点卡片 …… (1031)
8.2.10 Ⅷ. 振型频率卡片 …… (1032)
8.2.11 Ⅸ. 结构绘图卡片 …… (1034)
8.2.12 Ⅹ. 强迫响应卡片 …… (1036)
8.3 SAP-5 程序的出错信息…… (1046)
8.4 SAP-5 程序的计算例题…… (1057)
8.5 其他有限元程序简介…… (1068)
8.5.1 SUPER—FEN 程序简介 …… (1068)
8.5.2 LISA 程序简介 …… (1068)
8.5.3 SAP-5P 和 LISA-P 程序简介 …… (1068)
8.5.4 NFAP 程序简介…… (1069)
8.5.5 MSC/NASTRAN 程序简介 …… (1069)
8.5.6 ASKA 程序简介…… (1070)

第 31 章 机械可靠性设计

1 可靠性设计的基础知识…… (1071)
1.1 概 述…… (1071)
1.1.1 可靠性的概念…… (1071)
1.1.2 可靠性设计程序和手段…… (1071)
1.1.3 可靠性设计的目标值…… (1071)
1.1.4 可靠性设计方法…… (1073)
1.1.5 可靠性设计的其他方面…… (1074)
1.2 概率论与数理统计基础…… (1074)
1.2.1 随机事件及其概率…… (1074)
1.2.2 概率的基本运算法则…… (1075)
1.2.3 随机变量及其分布函数…… (1075)
1.2.4 随机变量的数字特征…… (1075)

1.2.5 总体、个体和样本 …… (1076)
1.2.6 统计量 …… (1076)
1.2.7 自由度 …… (1076)
1.2.8 参数估计 …… (1077)
1.2.9 假设检验 …… (1077)
1.3 可靠性中常用的概率分布 …… (1077)
1.4 可靠性特征量 …… (1094)
1.4.1 可靠度 …… (1094)
1.4.2 累积失效概率 …… (1094)
1.4.3 平均寿命 …… (1094)
1.4.4 可靠寿命和中位寿命 …… (1095)
1.4.5 失效率和失效率曲线 …… (1095)
1.4.6 可靠性特征量间的关系 …… (1097)
1.5 维修性特征量 …… (1097)
1.5.1 维修度 …… (1097)
1.5.2 修复率 …… (1097)
1.5.3 平均修复时间 …… (1097)
1.5.4 维修性和可靠性特征量的对应关系 …… (1097)
1.6 有效性特征量 …… (1098)
1.6.1 有效度的意义 …… (1098)
1.6.2 有效度的种类 …… (1098)
1.6.3 单元有效度 …… (1099)
2 可靠性试验数据的统计处理方法 …… (1100)
2.1 可靠性试验分类 …… (1100)
2.1.1 按试验场所的分类 …… (1100)
2.1.2 按试验截止情况的分类 …… (1100)
2.2 分布类型的假设检验 …… (1100)
2.2.1 χ^2 检验法 …… (1100)
2.2.2 *K-S* 检验法 …… (1101)
2.3 指数分布的分析法 …… (1103)
2.3.1 指数分布的拟合性检验 …… (1103)
2.3.2 指数分布的参数估计和可靠度估计 …… (1104)
2.4 正态及对数正态分布的分析法 …… (1104)
2.4.1 正态及对数正态分布的拟合性检验 …… (1105)
2.4.2 正态及对数正态分布的图估计法 …… (1107)
2.4.3 正态及对数正态分布完全样本的参数估计 …… (1119)
2.4.4 正态及对数正态分布截尾寿命试验的参数估计 …… (1120)
2.4.5 正态及对数正态分布可靠寿命和可靠度的估计 …… (1120)
2.5 威布尔分布的分析法 …… (1135)
2.5.1 威布尔分布的拟合性检验 …… (1135)
2.5.2 威布尔分布的图估计法 …… (1137)
2.5.3 威布尔分布的参数估计 …… (1139)
2.5.4 威布尔分布的可靠度和可靠寿命估计 …… (1140)
2.6 中止寿命试验的图分析法 …… (1154)
3 概率机械设计 …… (1158)
3.1 应力-强度模型求可靠度的方法 …… (1158)
3.1.1 应力-强度模型 …… (1158)
3.1.2 应力-强度模型求可靠度的一般公式 …… (1158)
3.1.3 数值积分法求可靠度 …… (1159)
3.1.4 图解法求可靠度 …… (1160)
3.1.5 极限状态法求可靠度 …… (1161)
3.1.6 可靠度的单侧置信下限 …… (1164)
3.2 可靠度的近似计算法 …… (1164)
3.2.1 可靠安全系数 …… (1164)
3.2.2 随机变量函数的均值和标准差的近似计算 …… (1167)
3.3 概率机械设计所需的部分数据和资料 …… (1168)
3.3.1 几何尺寸 …… (1168)
3.3.2 材料的强度特性 …… (1169)
3.4 静强度的概率设计 …… (1180)
3.4.1 计算系数 …… (1180)
3.4.2 正态分布的设计法 …… (1180)
3.4.3 非正态分布的设计法 …… (1182)
3.5 疲劳强度的概率设计 …… (1182)
3.5.1 变应力和变载荷的类型 …… (1183)
3.5.2 零件的疲劳强度 …… (1183)
3.5.3 按 *P-S-N* 线图验算疲劳强度可靠度 …… (1185)
3.5.4 按 $3s$-*S-N* 线图验算疲劳强度可靠度 …… (1186)
3.5.5 按 $3s-\sigma_m-\sigma_a$ 线图验算疲劳强度可靠度 …… (1187)
3.5.6 按等效应力验算疲劳强度可靠度 …… (1188)
3.5.7 受复合应力时疲劳强度可靠度的验算 …… (1189)
3.5.8 疲劳强度可靠度计算的应用举例 …… (1189)

3.5.9 疲劳寿命的可靠性预计…… (1195)
3.6 其他失效形式的概率设计…… (1197)
3.6.1 断裂韧性的概率设计…… (1197)
3.6.2 刚度的概率设计…… (1199)
3.6.3 磨损的概率设计…… (1200)
3.6.4 腐蚀的概率设计…… (1202)
3.6.5 摩擦传动的概率设计…… (1203)
4 系统可靠性分析…… (1204)
4.1 不可修复系统的可靠性…… (1204)
4.1.1 系统可靠性模型…… (1204)
4.1.2 常用系统的可靠度和平均寿命…… (1205)
4.2 可修复系统的可靠性…… (1206)
4.3 可靠性预计…… (1208)
4.3.1 可靠性预计的目的…… (1208)
4.3.2 可靠性预计的方法…… (1208)
4.4 可靠性分配…… (1209)
4.4.1 可靠性分配的原则…… (1209)
4.4.2 可靠性分配的方法…… (1209)
4.5 失效模式、效应及危害度分析…… (1210)
4.5.1 基本概念…… (1210)
4.5.2 分析的过程和方法…… (1211)
4.6 故障树分析…… (1213)
4.6.1 基本概念…… (1213)
4.6.2 故障树的建立…… (1216)
4.6.3 故障树的定性分析…… (1216)
4.6.4 故障树的定量分析…… (1219)
5 蒙特卡洛模拟法及其应用…… (1219)
5.1 蒙特卡洛模拟法…… (1219)
5.1.1 概述…… (1219)
5.1.2 随机数的产生方法…… (1220)
5.1.3 随机数检验…… (1222)
5.1.4 常用分布随机数的产生…… (1223)
5.2 蒙特卡各模拟法的应用举例…… (1225)
5.2.1 随机变量函数的分布…… (1225)
5.2.2 应力-强度模型验算可靠度 …… (1226)
5.2.3 可靠度的置信限…… (1226)

第32章 机械优化设计

1 机械优化设计概述…… (1228)
1.1 优化设计的数学模型…… (1228)
1.1.1 设计变量和设计空间…… (1228)
1.1.2 目标函数…… (1228)
1.1.3 约束条件…… (1228)
1.1.4 优化设计的数学模型…… (1228)
1.2 目标函数的等值线和可行域的概念…… (1228)
1.2.1 目标函数的等值线…… (1228)
1.2.2 可行域的概念…… (1229)
1.3 优化问题数值迭代算法的基本思想和收敛准则…… (1229)
1.4 关于数学模型的几个问题…… (1230)
1.4.1 关于数学模型的尺度变换…… (1230)
1.4.2 多目标优化设计…… (1230)
1.4.3 含离散变量问题的优化设计…… (1230)
2 无约束优化方法…… (1231)
2.1 一维搜索…… (1231)
2.1.1 确定搜索区间的进退算法…… (1231)
2.1.2 黄金分割法（0.618法） …… (1232)
2.1.3 二次插值法…… (1233)
2.2 无约束优化方法…… (1233)
3 约束优化方法…… (1235)
3.1 随机方向搜索法…… (1235)
3.2 罚函数法…… (1236)
3.2.1 内点罚函数法…… (1236)
3.2.2 外点罚函数法…… (1237)
3.2.3 混合罚函数法…… (1237)
4 常用机械零件优化设计的数学模型…… (1238)
4.1 齿轮传动优化设计的数学模型…… (1238)
4.1.1 渐开线圆柱齿轮传动优化设计的数学模型…… (1238)
4.1.2 圆锥齿轮传动优化设计的数学模型…… (1244)
4.2 圆柱螺旋弹簧优化设计的数学模型…… (1246)
4.2.1 圆柱螺旋弹簧的主要计算公式…… (1246)
4.2.2 圆柱螺旋弹簧优化设计的数学模型…… (1249)
4.2.3 圆柱螺旋弹簧优化设计实例…… (1249)
4.3 径向液体动压润滑轴承优化设计的数学模型…… (1250)
4.3.1 径向动压润滑轴承的几何参数和性能计算…… (1250)
4.3.2 径向液体动压润滑圆柱轴承优化设计的数学模型…… (1252)
4.3.3 径向液体动压润滑轴承优化设计实例…… (1252)

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第 33 章　计算机辅助设计

1　概论 …… (1255)
1.1 基本概念 …… (1255)
1.2　CAD 系统的硬件 …… (1255)
1.2.1　主机 …… (1255)
1.2.2　图形输入装置 …… (1255)
1.2.3　图形输出装置 …… (1257)
1.2.4　数据存贮设备——外存贮器 …… (1258)
1.3　计算机辅助设计系统的软件 …… (1258)
2　几何处理和造型 …… (1260)
2.1　图形变换 …… (1260)
2.1.1　点的变换 …… (1260)
2.1.2　齐次坐标 …… (1262)
2.1.3　二维图形的坐标变换 …… (1262)
2.1.4　三维图形的坐标变换 …… (1264)
2.2　图形消隐 …… (1266)
2.2.1　边的评价 …… (1268)
2.2.2　点的评价 …… (1268)
2.2.3　可见面和不可见面的评价 …… (1268)
2.3　图形裁剪 …… (1269)
2.3.1　点的裁剪 …… (1270)
2.3.2　二维线裁剪 …… (1270)
2.4　几何造型 …… (1272)
2.4.1　外部模型与内部模型 …… (1272)
2.4.2　内部模型的表示型与数据结构 …… (1273)
2.4.3　体素的集合运算与操作 …… (1275)
2.4.4　SM 的主要技术及典型的几何造型系统 …… (1276)
3　CAD 的计算方法 …… (1279)
3.1　数表和线图的处理 …… (1279)
3.1.1　函数插值 …… (1279)
3.1.2　数表公式化 …… (1281)
3.2　数值分析方法 …… (1282)
3.2.1　数学模型的程序化 …… (1282)
3.2.2　方程求根 …… (1284)
3.2.3　线性方程组的求解 …… (1287)
3.2.4　数值积分 …… (1289)
3.2.5　常微分方程的数值解法 …… (1292)
4　图形软件标准 …… (1293)
4.1　图形软件的标准化 …… (1293)
4.2　IGES 标准 …… (1295)
4.2.1　IGES 标准文件中的单元 …… (1295)
4.2.2　IGES 文件结构 …… (1296)
4.2.3　IGES 文件示例 …… (1297)
4.3　DXF 文件 …… (1300)
4.3.1　DXF 文件结构 …… (1300)
4.3.2　DXF 文件实例 …… (1301)
4.4　GKS 标准 …… (1302)
4.4.1　GKS 的基本概念 …… (1302)
4.4.2　GKS 的功能 …… (1304)
5　CAD 数据库 …… (1306)
5.1　概述 …… (1306)
5.1.1　数据的描述 …… (1306)
5.1.2　数据的组织形式 …… (1306)
5.1.3　数据的组织和管理技术 …… (1307)
5.2　数据结构 …… (1307)
5.2.1　数据的逻辑结构 …… (1307)
5.2.2　数据的存贮结构 …… (1309)
5.2.3　数据结构在 CAD 中的应用 …… (1312)
5.3　文件组织 …… (1313)
5.3.1　顺序文件 …… (1313)
5.3.2　索引文件 …… (1313)
5.3.3　散列文件 …… (1314)
5.4　数据库体系结构 …… (1314)
5.4.1　数据库模式 …… (1314)
5.4.2　层次数据模型 …… (1314)
5.4.3　网状数据模型 …… (1315)
5.4.4　关系数据模型 …… (1316)
5.5　数据库管理系统 …… (1317)
5.5.1　DBMS 的基本功能 …… (1318)
5.5.2　DBMS 的主要程序 …… (1318)
5.5.3　数据库系统语言 …… (1318)
5.6　数据库系统的建立和使用 …… (1319)
5.6.1　建库的工作流程 …… (1319)
5.6.2　数据库系统的使用 …… (1320)
5.7　工程数据库与分布数据库系统简介 …… (1321)
5.7.1　工程数据库 …… (1321)
5.7.2　分布式数据库系统 …… (1322)
参考文献 …… (1324)

第 19 章　摩擦轮和无级变速传动

1　摩擦轮传动

1.1　概述

最简单的摩擦轮传动是由两个互相压紧的圆柱摩擦轮组成。如图 19-1 所示。其中一个摩擦轮的轴心可以移动，加压装置使两轮接触面间产生法向压力 Q，主动轮 1 回转时，由法向压力产生的摩擦力带动从动轮回转。设 f 为轮面间的摩擦系数，则在接触面间可产生摩擦力 fQ，其值应大于或等于带动从动轮工作所需的圆周力 F。

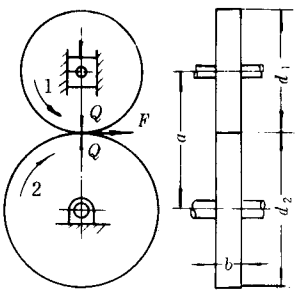


图 19-1　圆柱摩擦轮传动

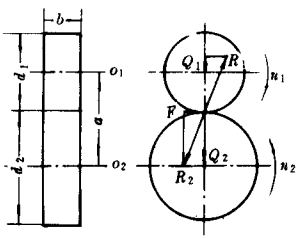
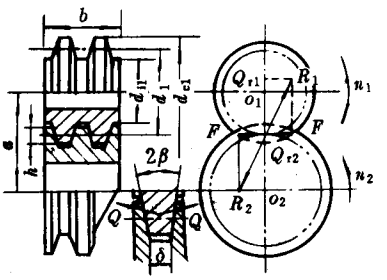
摩擦轮传动工作时，在两摩擦轮接触面间将产生弹性滑动，严重时会出现打滑。滑动导致传动效率降低，造成严重磨损，因此应控制滑动率在允许的范围内。

摩擦轮传动结构简单，传动平稳，噪声小，过载打滑防止零件损坏；但传动效率低，磨损快，传动比不严格恒定，不宜传递大功率和大转矩。

1.2　摩擦轮传动的设计计算

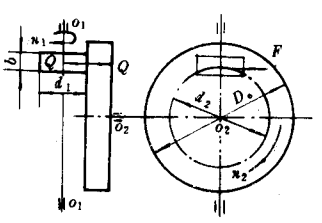
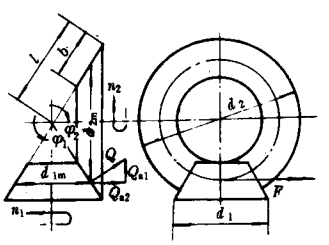
表 19-1、表 19-2 给出了常用摩擦轮传动的设计计算。

表 19-1　常用摩擦轮传动的设计计算

项　目	圆柱摩擦轮传动	槽形摩擦轮传动
传动简图		
传动比	$i=\dfrac{n_1}{n_2}=\dfrac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)}$ n_1、n_2——主、从动轮转速　r/min ε——滑动率，其值见表 19-2，后同	$i=\dfrac{n_1}{n_2}=\dfrac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)}$
压紧力 N	$Q=\dfrac{KF}{f}=\dfrac{2\times10^3KT_1}{fd_1}=\dfrac{19.1\times10^6KP_1}{fd_1n_1}$	$Q=\dfrac{10^3KT_1}{fd_1}=\dfrac{9.55\times10^6KP_1}{fd_1n_1}$
	K——载荷系数，功率传动 K 取 1.25～1.5，仪器传动 K 取 2～3 f——摩擦系数，查表 19-2 T_1——传递的转矩　N·m P_1——传递的功率　kW	

续表 19-1

项　目		圆柱摩擦轮传动	槽形摩擦轮传动
作用在轴上的力	总压力	$R_1=R_2=\sqrt{F^2+Q^2}=\frac{2\times10^3T_1}{d_1}\sqrt{1+\left(\frac{K}{f}\right)^2}$	$R_1=R_2=\frac{2\times10^3T_1}{d_1}\sqrt{1+\left(\frac{K\sin\beta}{f}\right)^2}$
	径向力 轴向力	$Q_r=Q$ $Q_a=0$	$Q_r=\frac{2\times10^3KT_1}{fd_1}(\sin\beta+f\cos\beta)$ $Q_a=0$
强度计算	接触强度	$a=(i+1)\sqrt[3]{E_d\frac{K}{\psi_a f}\frac{P_1}{in_1}\left(\frac{1300}{[\sigma]_H}\right)^2}$ mm $E_d=\frac{2E_1E_2}{E_1+E_2}$；$E_1$、$E_2$—— 主、从动轮材料的弹性模量 MPa $[\sigma]_H$—— 许用接触应力，查表 19-2 MPa $\psi_a=\frac{b}{a}$，常取 $\psi_a=0.2\sim0.4$，轴系刚性好的取大值	当 $h=0.04d_1=\frac{0.08a}{i+1}$；$\beta=15°$时 $a=(i+1)\sqrt[3]{E_d\frac{K}{zf}\frac{P_1}{in_1}\frac{(i+1)}{}\left(\frac{1620}{[\sigma]_H}\right)^2}$ mm z—— 沟槽数，$z=5\sim8$
	接触长度压力[1]	$a=3100\sqrt{\frac{K}{\psi_a f}\frac{P_1}{n_1}\frac{(i+1)}{[q]}}$ mm $[q]$ —— 单位接触长度的许用压力，查表 19-2 后同 N/mm	$a=7600(i+1)\sqrt{\frac{K}{zf}\frac{P_1}{n_1}\frac{1}{[q]}}$ mm
几何计算		$d_1=\frac{za}{i+1}\geqslant(4\sim5)d_0$；$d_0$—— 轴径 $d_2=id_1(1-\varepsilon)$ $b=\psi_a a$	$d_1=\frac{2a}{i+1}$；$d_2=id_1(1-\varepsilon)$ $b=2z(h\tan\beta+\delta)$ $\delta=3$ mm（钢），5 mm（铸铁） $h=0.04d_1$ $d_e=d+h$；$d_i=d-h-(0.1\sim0.2)$
特点和设计注意事项		1. 结构简单，制造容易； 2. 压紧力大，宜用于小功率传动； 3. 为减小压紧力，可将轮面之一用非金属材料作覆面； 4. 大功率传动，摩擦轮常采用淬火钢（如 GCr15，HRC>60），并采用自动压紧卸载环； 5. 为降低二轴的平行度要求，可将轮面之一制成鼓形，轴系刚性差时亦应如此； 6. 用于回转筒驱动装置、仪表调节装置等	1. 压紧力较圆柱摩擦轮传动小，当 $\beta=15°$时，约为其 0.3； 2. 几何滑动较大，易发热与磨损，故应限制沟槽高度 $h=(0.04\sim0.06)d_1<(5\sim15)$ mm； 3. 加工和安装要求较高； 4. 传动比随载荷和压紧力的变化在一定范围内变动； 5. 用于绞车驱动装置等

项　目	端面摩擦轮传动	圆锥摩擦轮传动
传动简图		

续表 19-1

项　目		端面摩擦轮传动	圆锥摩擦轮传动
传动比		$i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)}$	当 $\varphi_1+\varphi_2=90°$ 时 $i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{d_{2m}}{d_{1m}(1-\varepsilon)}=\frac{\tan\varphi_2}{(1-\varepsilon)}$ 当 $\varphi_1+\varphi_2\neq90°$ 时 $i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{\sin\varphi_2}{(1-\varepsilon)\sin\varphi_1}$
压紧力 N		$Q=\frac{2\times10^3KT_1}{fd_1}=\frac{19.1\times10^6KP_1}{fd_1n_1}$	$Q=\frac{2\times10^3KT_1}{fd_{1m}}=\frac{19.1\times10^6KP_1}{fd_{1m}n_1}$
作用在轴上的力	总压力	$R_1=R_2=\frac{2\times10^3T_1}{d_1}\sqrt{1+\left(\frac{K}{f}\right)^2}$	$R_1=\frac{2\times10^3T_1}{d_{1m}}\sqrt{1+\left(\frac{K}{f}\cos\varphi_1\right)^2}$ $R_2=\frac{2\times10^3T_1}{d_{1m}}\sqrt{1+\left(\frac{K}{f}\cos\varphi_1\right)^2}$
	径向力 轴向力	$Q_{r1}=Q$ $Q_{a1}=0$，$Q_{a2}=Q$	$Q_{r1}=Q_{a2}$；$Q_{r2}=Q_{a1}$ $Q_{a1}=Q\sin\varphi_1$；$Q_{a2}=Q\sin\varphi_2$
强度计算	接触强度	$d_1=\sqrt[3]{E_d\frac{K}{\psi_d f}\frac{P_1}{n_1}\left(\frac{2580}{[\sigma]_H}\right)^2}$ mm $\psi_d=\frac{b}{d_1}$，常取 $\psi_d=0.2\sim1.0$	当 $\varphi_1+\varphi_2=90°$ 时 $L=\sqrt{i^2+1}\sqrt[3]{E_d\frac{K}{\psi_L f i}\frac{P_1}{n_1}\left(\frac{1300}{(1-0.5\psi_L)[\sigma]_H}\right)^2}$ mm $\psi_L=\frac{b}{L}$，常取 $\psi_L=0.2\sim0.3$
	接触长度压力①	$d_1=4370\sqrt{\frac{K}{\psi_d f}\frac{P_1}{n_1}\frac{1}{[q]}}$ mm	当 $\varphi_1+\varphi_2=90°$ 时 $L=3100\sqrt{\frac{K}{\psi_L f}\frac{P_1}{n_1}\frac{\sqrt{i^2+1}}{(1-0.5\psi_L)[q]}}$ mm
几何计算		$d_2=id_1(1-\varepsilon)$ $b=\psi_d d_1$ $D_e=d_2+(0.8\sim1)d_1$	$d_1=2L\sin\varphi_1$ $d_2=id_1(1-\varepsilon)$ 或 $d_2=2L\sin\varphi_2$ $b=\psi_L L$
特点和设计注意事项		1. 结构简单，容易制造； 2. 压紧力大，几何滑动大，易发热和磨损； 3. 将小轮制成鼓形，可减少几何滑动，降低安装精度； 4. 轴向移动小轮，可实现正反向无级变速，但应避免在 $d_2\approx0$ 附近运转； 5. 要注意大轮的刚度，并控制二轴线的垂直度； 6. 用于摩擦压力机等	1. 结构简单，容易制造； 2. 设计与安装时，应保证轴线的相对位置正确，锥顶重合；否则几何滑动大，磨损严重； 3. 由于 $\varphi_1<\varphi_2$，故 $Q_{a1}<Q_{a2}$，应在小轮处施加压紧力； 4. 常用大功率摩擦压力机

注：表中物理量单位：力 N；转矩 N·m；功率 kW；长度 mm。

①用于非金属材料或用其覆盖的摩擦轮传动。

表 19-2　摩擦轮材料的摩擦系数 f、滑动率 ε、许用接触应力 $[\sigma]_H$ 和单位接触长度的许用压力 $[q]$

摩擦轮材料	工作条件	f	ε	$[\sigma]_H$ MPa	$[q]$ N/mm
钢　钢	良好润滑	0.04～0.05	0.002	HRC25～30	150～200
铸铁　铸铁	良好润滑	0.05～0.06		1.5～1.8 HBS	105～135
钢　钢	无润滑	0.15～0.20		1.2～1.5 HBS	100～150
铸铁　钢（铸铁）	无润滑	0.10～0.15		1.5 σ_{Hb}	100～135
夹布胶木　钢（铸铁）	无润滑	0.20～0.25	0.01	50～100	40～80
皮革　铸铁	无润滑	0.20～0.35		12～15	15～25
纤维制品　钢（铸铁）	无润滑	0.20～0.25			35～40
木材　铸铁	无润滑	0.30～0.50			2.5～5
橡胶　钢（铸铁）	无润滑	0.45～0.60	0.03		10～30
石棉革材料　钢（铸铁）	无润滑	0.30～0.40			

2　无级变速传动

2.1　概述

2.1.1　传动原理

机械无级变速机构通常由传动机构，加压机构及调速机构三部分组成。

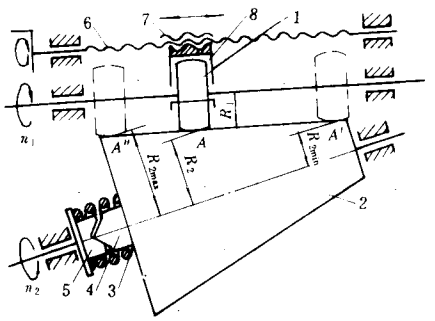


图 19-2　摩擦式无级变速传动的原理

图 19-2 所示的摩擦式无级变速器，是利用主动轮 1，从动轮 2 之间的正压力 Q 所产生的摩擦力 $F=fQ$ 来传递动力的，压紧力 Q 是由弹簧 3、凸轮 4、5 来提供的。为防止因压紧力不足而打滑，应保证有效圆周力 $F_t<F$。调速机构是由螺杆 6、螺母 7 和拨叉 8 组成的。通过调速机构来改变两摩擦轮接触点 A 的位置，以调节从动轮 2 的回转半径 R_2，从而达到无级变速的目的。当接触点由 A' 移至 A'' 时，其变速比为

$$I_{min}=\frac{n_{2min}}{n_1}=\frac{R_1}{R_{2max}}(1-\varepsilon)$$

$$I_{max}=\frac{n_{2max}}{n_1}=\frac{R_1}{R_{2min}}(1-\varepsilon)$$

其变速范围是　$R=\frac{I_{max}}{I_{min}}=\frac{n_{2max}}{n_{2min}}=\frac{R_{2max}}{R_{2min}}$

式中　ε——转差率

$$\varepsilon=\left(1-\frac{n_2/n_1}{n_{02}/n_{01}}\right)\times 100\%$$

R_1、n_{01}、n_1——主动轮的工作直径、空载及负载时的转速。

R_2、n_{02}、n_2——从动轮的工作直径、空载及负载时的转速。

转差率 ε 说明转速在受载前后的损失情况。它与负载大小、输出转速、摩擦副的材质、表面状况、润滑条件、系统刚度等有关，具体值应由实验测定。其值增大，将导致发热大，磨损快，效率低，限制了无级变速器变速范围的提高。

挠带式无级变速器的变速原理基本同上，但采用了中间挠性构件，如带、链等。

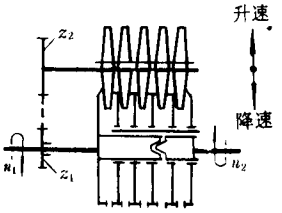
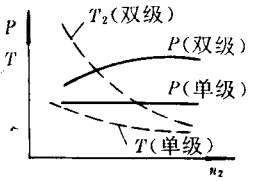
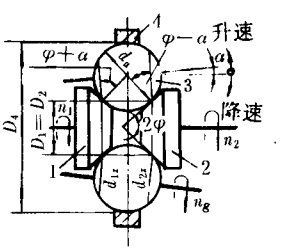
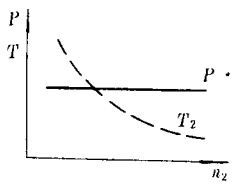
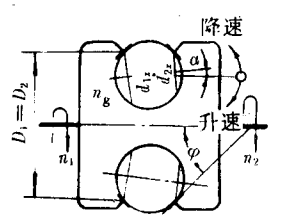
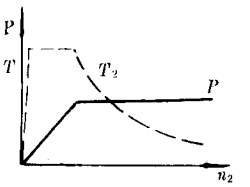
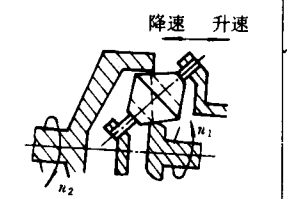
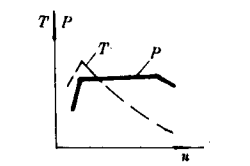
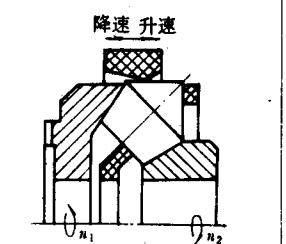
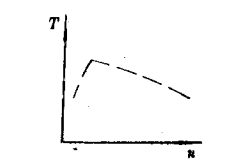
2.1.2　特点、应用及类型

机械式无级变速传动和其他无级变速传动相比，恒功率特性好，可升速、降速，结构简单，维修方便，可制成独立部件，适用性强，变速范围可达 10-40；但压紧力大，寿命稍短，承受过载冲击能力差，转差率较大，对滚动体的材质和工艺要求高。因此主要用于中小功率传动。

无级变速传动主要应用于下列场合。1）为适应工艺参数多变或连续变化的要求，如切削不同直径的棒料，线、纸、布的卷绕等。2）探求最佳工作速度，如试验设备、自动线的试调等。3）几台机器协调运转。4）缓速起动

采用无级变速传动有利于简化变速传动系统，提高生产率和产品质量，合理利用动力和实现遥控，但不应在某一固定转速下长期运转。

表 19-3　常用机械无级变速器的类型及机械特性

名　称	简　　图	机械特性	特性参数	特点及应用举例
多盘式 (Beier)			单级：$I=0.2\sim0.8$；$R=3\sim4$；$\eta=0.80\sim0.85$；$\varepsilon=2\sim5\%$ 双级：$I=0.076\sim0.76$；$R=10\sim12$；$\eta=0.75\sim0.85$；$\varepsilon=4\sim9\%$ $P_1=0.2\sim150$	平行轴线，降速型；结构紧凑，重量轻，能传递较大的功率，变速灵活、方便、传动效率较高，冷却润滑条件较好等。 用于化纤、纺织、造纸、橡塑、电缆、搅拌机械、旋转泵、机床等
钢球外锥轮式 (Kopp－B)			$I=0.33\sim3$；$R=9$；$\eta=0.8\sim0.92$；$P_1\leqslant11$；$\varepsilon=0.4\%$	同轴线，升、降速型，对称调速；结构紧凑、体积小。 用于纺织、电影机械及机床等
钢球内锥轮式			$I=0.1\sim2$；$R=10\sim12$；$\eta=0.85\sim0.90$；$P_1=0.2\sim5$	同轴线，升、降速型，可逆转，结构紧凑，体积小。 用于机床、电工机械、钟表机械及转速表等
菱锥式 (Kopp－K)			$I=0.14\sim1.7$；$R=4\sim12$ (17)；$\eta=0.80\sim0.93$；$P_1=1\sim88$；$\varepsilon=2\sim4\%$	同轴线，升、降速型，变速范围宽，传递功率大，输出转速低。体积比 Kopp－B 型大。 用于化工、印染、工程机械、机床主传动及试验台等
内锥输出行星锥式 (BUS)			$I=\frac{1}{115}\sim\frac{1}{3}$；$R=38.5$ (∞)；$\eta=0.60\sim0.70$；$P_1\leqslant2.2$；$\varepsilon=5\sim10\%$	同轴线，降速型，可以在停车变速；变速范围宽，结构紧凑。但制造精度要求高。 用于机床的进给系统，如坐标镗床、镗铣床等

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com