

目 录

第 26 篇 机械振动和噪声

第 1 章 机械振动的基础资料

1 机械振动的类型	26-3
2 机械振动的表示方法	26-4
2.1 振动的时间历程	26-4
2.2 简谐振动的表示方法	26-4
2.3 振动幅值的描述量	26-4
2.4 振动的频谱	26-5
2.4.1 周期振动的频谱	26-5
2.4.2 非周期振动的频谱	26-5
3 机械振动系统的动力学模型	26-6
4 弹性元件的刚度	26-6
5 机械振动系统的阻尼系数	26-9
6 机械振动系统的固有频率	26-10

第 2 章 线性系统的振动

1 机械系统的自由振动	26-21
1.1 单自由度振动系统	26-21
1.2 多自由度振动系统	26-21
1.2.1 力方程	26-21
1.2.2 位移方程	26-22
1.2.3 固有频率和振型	26-22
1.2.4 坐标变换与模态参数	26-24
1.2.5 正则坐标	26-25
1.2.6 系统的自由振动	26-25
2 机械系统的受迫振动	26-26
2.1 单自由度受迫振动系统	26-27
2.1.1 简谐激励引起的受迫振动	26-27
2.1.2 非简谐周期性激励引起的受迫振动	26-30
2.1.3 任意激励引起的受迫振动	26-30
2.2 二自由度受迫振动系统	26-33
2.3 无阻尼多自由度系统的受迫振动	26-34
3 扭转振动	26-35

3.1 扭转振动与直线振动的比较	26-35
3.2 传递矩阵法	26-36

第 3 章 非线性振动和随机振动

1 非线性振动	26-38
1.1 概述	26-38
1.1.1 非线性特性	26-38
1.1.2 非线性振动的物理特性	26-39
1.2 求解非线性振动的常用方法	26-40
1.2.1 应用椭圆积分法求单摆诸元的精确值	26-41
1.2.2 绘底法线法	26-43
1.2.3 小参数法	26-44
1.3 自激振动	26-45
2 随机振动	26-48

第 4 章 机械系统的动态特性

1 机械系统对冲击的响应	26-52
1.1 冲击的应力与应变	26-52
1.2 无阻尼单自由度系统的响应	26-52
1.3 有阻尼单自由度系统的响应	26-55
1.4 多自由度系统及弹性体的响应	26-55
1.5 冲击谱的作用及计算	26-56
1.5.1 冲击谱的绘制	26-56
1.5.2 典型冲击谱及其分析	26-56
2 轴系的临界转速	26-57
2.1 临界转速的常用计算公式	26-57
2.1.1 两支承等直径轴的临界转速	26-57
2.1.2 阶梯轴的临界转速	26-57
2.1.3 两支承单盘轴的临界转速	26-58
2.2 用传递矩阵法计算临界转速	26-58
2.3 影响临界转速的因素	26-61
2.3.1 支承刚度对临界转速的影响	26-61

2.3.2 回转力矩的影响	26-61	1.1.1 回转体的动力分析	26-75
2.3.3 联轴器对临界转速的影响	26-62	1.1.2 平衡精度	26-76
2.3.4 其他影响因素	26-63	1.1.3 静平衡	26-77
2.4 改变临界转速的措施	26-63	1.1.4 刚性回转体的动平衡	26-77
3 机械结构的动刚度	26-63	1.2 柔性回转体的动平衡	26-78
3.1 动刚度的基本概念	26-63	1.2.1 柔性回转体的动力分析	26-78
3.2 影响动刚度的主要参数	26-63	1.2.2 柔性回转体的平衡方法	26-79
3.3 动刚度的理论计算方法	26-65	1.2.3 各类回转体的平衡方法	26-79
3.3.1 子结构的动刚度	26-65	1.3 往复机械惯性力的平衡	26-79
3.3.2 结构动力特性的综合	26-67	1.3.1 曲柄滑块机构的惯性力	26-79
3.3.3 结构的总动刚度	26-68	1.3.2 曲柄滑块机构惯性力的平衡 方法	26-80
3.4 动刚度的测试方法	26-68	2 阻尼减振	26-81
3.5 提高机械结构动刚度的措施	26-69	2.1 材料阻尼	26-81
3.5.1 调整结构的频率比	26-69	2.2 扩散阻尼	26-83
3.5.2 提高结构的静刚度	26-69	2.3 相对运动阻尼	26-83
3.5.3 改善结构的阻尼特性	26-69	2.4 结构阻尼	26-83
4 结构动态优化设计原理	26-69	2.5 附加阻尼	26-83
4.1 基本概念	26-69	3 常用减振装置	26-84
4.2 确定动态优化准则	26-70	3.1 阻振器	26-84
4.2.1 响应准则	26-70	3.2 固体摩擦减振器	26-85
4.2.2 模态准则	26-70	3.3 动力减振器	26-86
4.2.3 物理参数准则	26-70	3.3.1 动力减振器的工作原理	26-86
4.2.4 综合准则	26-70	3.3.2 无阻尼动力减振器	26-86
4.3 选择结构系统的重分析法	26-71	3.3.3 有阻尼动力减振器	26-87
4.3.1 结构小修改的重分析摄动 法	26-71	3.3.4 主振系统的阻尼对动力减振 效果的影响	26-87
4.3.2 结构局部修改的重分析法	26-71	3.3.5 动力减振器(各种激励形式 及优化目标参数)的最佳 参数	26-88
4.3.3 结构系统再设计中的灵敏度 分析	26-72	3.3.6 随机振动的动力减振器	26-88
4.4 建立目标函数及约束条件	26-72	3.4 液体摩擦减振器	26-89
4.5 动态优化设计	26-73	3.5 摆式减振器	26-89
4.5.1 模态柔度的计算及分析 ——查出需要改进的模态	26-73	3.6 冲击减振器	26-90
4.5.2 计算系统中的能量分布 ——查出结构中的薄弱环节 及浪费环节	26-73	4 隔振原理及隔振设计	26-91
4.5.3 改变设计变量——优化结构 中质量、刚度及阻尼 的配置	26-74	4.1 隔振的分类	26-91
		4.2 隔振系统的特性	26-91
		4.3 单自由度隔振系统	26-92
		4.3.1 刚性联接的粘性阻尼隔振 系统	26-93
		4.3.2 刚性联接的库仑摩擦 (干摩擦)隔振系统	26-93
		4.3.3 弹性联接的粘性阻尼隔振	
第5章 机械振动的控制			
1 机器及其零部件的平衡	26-75		
1.1 刚性回转体的平衡	26-75		

系统	26-93
4.3.4 弹性联接的库仑阻尼隔振系统	26-94
4.4 二自由度隔振系统	26-94
4.5 多自由度隔振系统	26-94
4.5.1 固有频率	26-94
4.5.2 主动隔振	26-95
4.5.3 被动隔振	26-96
4.6 随机振动的隔离	26-96
4.6.1 评价随机隔振效果的指标	26-96
4.6.2 单自由度随机隔振系统	26-96
4.6.3 二自由度随机隔振系统	26-97
4.7 冲击隔离	26-97
4.7.1 冲击隔离原理	26-97
4.7.2 冲击的被动隔离	26-98
4.7.3 冲击的主动隔离	26-98
4.7.4 阻尼对冲击隔离的影响	26-100
4.8 隔振设计步骤	26-100
4.9 常用隔振器及隔振材料	26-100
4.10 隔振系数的参考标准	26-102
5 振动的主动控制	26-102
5.1 主动控制的原理	26-102
5.2 振动主动控制的类型	26-102
5.3 主动控制系统的组成	26-103
5.4 控制律的设计方法	26-103
5.5 主动消振	26-104
5.5.1 谐波控制	26-104
5.5.2 结构响应主动控制	26-104
5.5.3 脉冲控制	26-104
5.6 主动阻振	26-105
5.7 主动吸振	26-105
5.7.1 惯性可调式动力吸振器	26-105
5.7.2 刚度可调式动力吸振器	26-106
5.7.3 主动式有阻尼动力吸振器	26-106
5.8 主动隔振	26-107
5.8.1 全主动隔振	26-107
5.8.2 半主动隔振	26-107
5.8.3 主动隔振的作动器	26-108
6 允许振动量	26-109
6.1 机械设备的允许振动量	26-109
6.2 其他要求的允许振动量	26-110

第6章 机械振动的测试

1 振动的测量	26-111
---------------	--------

1.1 振动测量方法的分类	26-111
1.2 周期振动的测量	26-112
1.2.1 典型的电测系统	26-112
1.2.2 振幅的测量	26-112
1.2.3 频率的测量	26-112
1.2.4 相位的测量	26-113
1.2.5 激振力的测量	26-113
1.3 冲击的测量	26-113
1.3.1 测试量	26-113
1.3.2 冲击测量的特点和对仪器的要求	26-113
1.3.3 典型的冲击测量系统	26-113
1.4 随机振动的测量	26-113
1.4.1 测试量	26-113
1.4.2 测量系统及其对仪器的要求	26-114
2 机械动力学系统振动特性的测试	26-114
2.1 固有频率的测定	26-114
2.2 振型的测定	26-115
2.3 阻尼比的测定	26-115
2.4 动力响应特性的测试	26-116
2.5 模型试验	26-117
3 动力强度试验	26-117
3.1 周期性振动试验	26-117
3.2 随机振动试验	26-118
3.3 冲击试验	26-118
4 测试装置	26-118
4.1 传感器	26-118
4.1.1 电测法的常用传感器	26-118
4.1.2 传感器的选用原则	26-118
4.2 中间转换装置	26-118
4.3 记录及显示仪器	26-118
4.4 激振设备及简便的激振方法	26-118
4.5 测试装置的校准及标定	26-119
5 信号分析及数据处理	26-119
5.1 信号的时域分析	26-119
5.2 信号的频域分析	26-120
5.3 模拟信号分析	26-120
5.4 数字信号分析	26-121

第7章 模态分析与参数识别

1 模态与模态参数	26-122
2 实模态分析	26-122

2.1 比例阻尼系统	26-122	5.4.3 模态参数的确定	26-137
2.2 系统的特征值与特征矢量	26-122	6 结构物理参数的修改与识别	26-137
2.3 模态的正交性	26-122	6.1 结构物理参数的修改	26-137
2.4 模态矩阵与模态坐标	26-123	6.1.1 矩阵摄动法	26-137
2.5 模态方程	26-123	6.1.2 优化方法	26-138
2.6 模态参数表示的频响函数	26-123	6.1.3 特征方程拟合法	26-138
3 复模态分析	26-123	6.2 由模态参数识别物理参数	26-139
3.1 结构阻尼系统	26-123	6.3 由测试数据识别物理参数	26-139
3.2 一般粘性阻尼系统	26-124	6.3.1 应用传递函数矩阵	26-139
3.3 复模态参数及其特征	26-125	6.3.2 应用时域的输入、输出 数据	26-140
4 模态参数频域识别法	26-125	6.4 结构参数识别的特征值反问题	26-140
4.1 分量分析法	26-125	6.5 结构参数识别的微分方程反 问题	26-141
4.1.1 实频曲线与虚频曲线	26-125	6.5.1 微分方程反问题的提法	26-141
4.1.2 模态参数的确定	26-126	6.5.2 微分方程反问题的求解 方法	26-142
4.2 矢量分析法	26-126	7 动载荷识别与动力修改	26-143
4.2.1 导纳圆	26-126	7.1 动载荷的识别	26-143
4.2.2 模态参数的确定	26-127	7.1.1 载荷识别的频域方法	26-143
4.3 正交多项式拟合法	26-128	7.1.2 载荷识别的时域方法	26-143
4.3.1 正交多项式	26-128	7.2 结构动态特性的灵敏度分析	26-144
4.3.2 正交多项式曲线拟合	26-129	7.3 结构动力修改	26-145
4.3.3 模态参数的确定	26-129		
4.4 非线性优化识别法	26-130		
4.4.1 目标函数	26-130		
4.4.2 优化方法	26-130		
4.4.3 模态参数的确定	26-131		
4.5 多参考点识别法	26-131		
5 模态参数时域识别法	26-131		
5.1 ITD 方法	26-132		
5.1.1 建立特征矩阵方程	26-132		
5.1.2 模态参数的确定	26-132		
5.1.3 采样频率和测点设置	26-133		
5.1.4 虚假模态的剔除	26-133		
5.2 最小二乘复指数法	26-133		
5.2.1 复指数法的识别	26-133		
5.2.2 最小二乘复指数法的识别	26-133		
5.3 时间序列分析法	26-134		
5.3.1 时序模型	26-134		
5.3.2 ARMA 模型的主要特性	26-135		
5.3.3 模态参数的识别	26-135		
5.4 特征系统实现算法(ERA 法)	26-136		
5.4.1 系统的状态方程及脉冲响应 矩阵	26-136		
5.4.2 脉冲响应矩阵的最小实现	26-136		
		第 8 章 振动的利用	
		1 振动利用概述	26-146
		1.1 振动利用的途径	26-146
		1.2 日常生活中的振动利用	26-146
		1.3 工程技术中的振动利用	26-146
		1.4 振动利用的方法步骤	26-148
		2 利用振动的机械系统	26-148
		2.1 常用的激振器	26-148
		2.2 常用的振动系统	26-150
		2.3 振动系统的一般分析方法	26-151
		3 振动系统中的物料	26-151
		3.1 物料运动学	26-151
		3.1.1 物料的运动状态	26-151
		3.1.2 物料的滑行运动	26-151
		3.1.3 物料的抛掷运动	26-152
		3.2 物料的动力学	26-153
		3.2.1 物料滑行运动时的结合质量 与当量阻尼	26-153
		3.2.2 物料抛掷运动时的结合	

质量与当量阻尼	26-153
3.2.3 弹性文件的结合质量与阻 尼	26-154
3.2.4 振动系统的计算质量、总 阻尼系数及功率消耗	26-154
4 常用的振动机械	26-154
4.1 振动机械的分类	26-154
4.1.1 按用途分类	26-154
4.1.2 按驱动装置分类	26-155
4.1.3 按动力学特性分类	26-155
4.2 常用振动机械的计算	26-155
4.2.1 曲柄连杆式振动机械	26-155
4.2.2 惯性式振动机械	26-158
4.2.3 自同步式振动机械	26-159
4.2.4 电磁式振动机械	26-161

第9章 机械噪声及其评价

1 机械噪声的分类与特征	26-162
1.1 起源不同的机械噪声	26-162
1.2 强度变化不同的机械噪声	26-162
2 机械噪声的评价	26-162
2.1 声强与声强级	26-162
2.2 声压与声压级	26-162
2.3 声功率与声功率级	26-163
2.4 A 计权声级	26-163
2.5 A ₁ 计权声功率级	26-164
2.6 噪声评价数 NR	26-164
2.7 声级的综合	26-165
3 法规及标准	26-166
3.1 保护听力的噪声标准	26-166
3.2 语言干扰标准	26-166
3.3 机械噪声标准	26-167

第10章 机械噪声的测量及噪声源识别

1 测量项目与测量仪器	26-169
1.1 测量项目	26-169
1.2 噪声测量系统	26-169

1.3 声级计	26-169
1.4 声强计及声强测量系统	26-170
2 测量方法	26-171
2.1 声级计及传声器的校准	26-171
2.2 A 声级测量	26-172
2.3 声功率测量	26-172
2.4 声强测量	26-175
3 测量环境对测量结果的影响	26-175
4 机械噪声源的识别	26-176

第11章 常见机械噪声源特性及其控制

1 一般控制原则与控制方法	26-178
2 齿轮噪声及其控制	26-179
3 滚动轴承噪声及其控制	26-180
4 液压系统噪声及其控制	26-181
5 气体动力性噪声及其控制	26-181
5.1 气体动力性噪声的基本声源	26-181
5.2 气体动力性噪声的特性与控制 措施	26-181

第12章 消声装置及隔声设备

1 消声器	26-183
1.1 消声器的分类与评价	26-183
1.2 抗性消声器	26-183
1.3 阻性消声器	26-185
2 隔声罩	26-191
2.1 单层结构的隔声量	26-191
2.2 双层结构的隔声量	26-193
2.3 孔洞、缝隙对隔声量的影响	26-194
2.4 隔声罩设计步骤与设计要点	26-194
2.5 隔声罩降噪效果的评价	26-195
3 隔声屏	26-195
3.1 隔声屏降噪量的计算	26-195
3.2 设计与使用隔声屏时应注意的 问题	26-197

参考文献	26-197
------------	--------

第 27 篇 造型设计和人机工程

第 1 章 机器造型设计概述

- 1 造型设计定义 27-3
- 2 造型设计的组成要素 27-3
- 3 造型设计的特征与原则 27-4
- 4 造型设计的工作程序与步骤 27-4

第 2 章 造型设计的艺术表现法则

- 1 机器造型的比例与尺度 27-6
 - 1.1 定义 27-6
 - 1.2 特征 27-6
 - 1.3 造型设计常用比例与特征 27-6
 - 1.4 常用比例的相互转换(特征矩形面的分割) 27-8
 - 1.5 比例设计方法 27-12
- 2 机器形态的均衡与稳定 27-14
 - 2.1 定义 27-14
 - 2.2 获得均衡稳定的方法 27-14
- 3 机器形态的统一与变化 27-15
 - 3.1 定义 27-15
 - 3.2 造型整体统一的方法 27-15
 - 3.3 造型统一中求变化的方法 27-17

第 3 章 机器形态的构成方法

- 1 定义 27-19
- 2 造型的形态要素及其形式心理 27-19
- 3 常用几何曲线的构成与演变 27-21
- 4 常用几何面的构成与演变 27-28
- 5 常用几何体的构成与演变 27-30
- 6 造型形态构成的基本法则 27-32
- 7 造型设计中的错视与矫正 27-34

第 4 章 机器产品的色彩设计

- 1 色彩性质与要素 27-37
- 2 色彩体系与表示方法 27-38
- 3 常用色彩术语 27-41
- 4 产品色彩设计的指导性原则 27-41
- 5 色彩配置的方法与效果 27-42

- 5.1 色相调和法 27-42
- 5.2 明度调和法 27-43
- 5.3 纯度调和法 27-45
- 6 色彩功能与应用 27-45
- 7 色彩的好恶 27-47
- 8 主体色的数量与配置方式 27-47

第 5 章 装饰设计和造型设计表现

- 1 线条装饰与方法 27-49
- 2 面板(标牌)设计与工艺选择 27-50
- 3 造型设计表现 27-53
 - 3.1 快速构思速写图 27-53
 - 3.2 产品预想效果图 27-54
 - 3.3 产品实体模型 27-55
 - 3.4 计算机辅助三维立体造型 27-55
 - 3.5 快速自动成型 27-57

第 6 章 机器造型的宜人性设计

- 1 人机工程概述 27-59
 - 1.1 术语与定义 27-59
 - 1.2 人机能力比较与选择 27-59
 - 1.2.1 术语 27-59
 - 1.2.2 人机能力比较 27-59
 - 1.3 人的感觉通道性质与选择 27-60
 - 1.4 人机关系设计的指导原则 27-60
 - 1.4.1 术语 27-60
 - 1.4.2 人机关系设计的一般指导原则 27-60
- 2 人体尺寸数据 27-62
 - 2.1 人体尺寸概念 27-62
 - 2.1.1 人体尺寸数据的使用目的 27-62
 - 2.1.2 人体尺寸数据来源 27-62
 - 2.2 成年男女人体的主要尺寸数据 27-62
 - 2.3 采用人体数据百分位的建议与尺寸数值计算 27-70
- 3 人的肢体正常活动范围与空间选择 27-71
- 4 人体模板与操作姿势及空间设计 27-73
 - 4.1 人体模板 27-73

4.2 装配、维修的操作空间尺寸	27-75
4.3 工作位置的平面高度与调节范围 ...	27-76
4.4 操作姿态下的有利工作区域与方向	27-77
4.5 以身高为基准的设备与用具空间尺寸的推算图表	27-80
5 人的视野	27-82
6 人的肢体用力限度	27-83
6.1 成人站姿操作的用力状态与范围 ...	27-83
6.2 成人坐姿操作的用力状态与范围 ...	27-84
7 指示与操作装置的设计及选择	27-84
7.1 术语	27-84
7.2 指示装置的形式与排列方式选择 ...	27-85
7.3 操作、调节装置形式、参数与安置	

空间的选择	27-89
-------------	-------

第7章 工作环境设计

1 工作环境的照明设计	27-93
1.1 术语	27-93
1.2 工作环境照明的一般要求与参数选择	27-93
2 工作环境的小气候要求	27-98
3 工作环境的安全防护设计	27-98
3.1 术语	27-98
3.2 工作环境安全防护的一般要求与参数选择	27-99
参考文献	27-101

第28篇 失效分析和故障诊断

第1章 总 述

1 机械产品的失效(故障)类型及影响因素	28-3
1.1 失效类型	28-3
1.1.1 机器或系统的失效类型	28-3
1.1.2 零部件失效类型	28-3
1.2 失效的基本影响因素	28-4
1.2.1 设计因素	28-4
1.2.2 制造工艺因素	28-4
1.2.3 装配调试因素	28-4
1.2.4 材质因素	28-4
1.2.5 运转维修因素	28-4
2 失效分析的基本内容与故障诊断的基本类型	28-5
2.1 失效分析的基本内容	28-5
2.1.1 失效分析对象与作用	28-5
2.1.2 失效分析工作三要素	28-5
2.1.3 失效分析与其他学科的关系	28-5
2.2 故障诊断的基本类型	28-5
2.2.1 性能诊断和运行诊断	28-5
2.2.2 定期诊断和在线监测	28-6
2.2.3 直接诊断和间接诊断	28-6
2.2.4 常规诊断和特殊诊断	28-6

2.2.5 简易诊断和精密诊断	28-6
3 失效分析的基本思路与方法	28-6
3.1 失效分析的一般思路	28-6
3.2 失效分析系统工程方法	28-7
3.3 失效分析的一般过程与步骤	28-8
3.3.1 失效对象的现场调查	28-8
3.3.2 现场初步分析	28-9
3.3.3 检测试验、查清失效原因	28-9
3.3.4 提出结论与报告	28-10

第2章 金属断裂与断口分析

1 金属零件的脆性断裂	28-11
1.1 基本特点	28-11
1.1.1 低应力断裂	28-11
1.1.2 裂纹源	28-11
1.1.3 韧性转变脆性	28-11
1.1.4 宏观断口形貌	28-11
1.2 微观机理	28-11
1.2.1 解理断裂	28-11
1.2.2 准解理断裂	28-12
2 金属零件的过载断裂	28-12
2.1 韧窝的形成和性质	28-13
2.2 韧窝的类型与应力状态	28-13
2.2.1 正交韧窝	28-13

2.2.2 剪切韧窝	28-13	1.2.1 粘着磨损	28-34
2.2.3 撕裂韧窝	28-13	1.2.2 磨粒磨损	28-35
3 金属零件的疲劳断裂	28-13	1.2.3 表面疲劳磨损	28-35
3.1 疲劳断裂的基本类型	28-14	1.2.4 冲蚀磨损	28-35
3.1.1 按疲劳断裂的不同产生基 因分	28-14	1.2.5 腐蚀磨损	28-35
3.1.2 按疲劳断裂寿命分	28-14	1.2.6 气蚀磨损	28-36
3.2 疲劳断口的宏观形貌特征	28-14	1.3 磨损失效的基本影响因素	28-36
3.2.1 疲劳断口三区的宏观一般特 征	28-14	1.3.1 摩擦副材质对磨损失效的影 响	28-36
3.2.2 加载类型对疲劳断口三区的 影响	28-15	1.3.2 工况参数对磨损失效的影响	28-38
3.3 疲劳断口的微观形貌特征	28-15	1.4 磨损失效的分析方法	28-40
3.3.1 疲劳源的典型微观特征	28-17	1.4.1 特点	28-40
3.3.2 疲劳扩展区的微观结构	28-18	1.4.2 磨损失效分析的一般步骤	28-43
3.3.3 瞬断区的微观形貌特征	28-19	1.4.3 磨损失效分析手段	28-43
4 金属零件的环境致断	28-20	2 腐蚀失效分析	28-45
4.1 应力腐蚀破裂	28-20	2.1 腐蚀失效基本概念及腐蚀 程度表示法	28-45
4.1.1 应力腐蚀破裂的特点和影响 因素	28-20	2.1.1 腐蚀失效的基本概念	28-45
4.1.2 应力腐蚀破裂的断口特征	28-22	2.1.2 金属腐蚀程度的表示法	28-45
4.2 氢脆	28-23	2.2 腐蚀失效的基本类型和影响因素	28-45
4.2.1 氢脆的特点与一般影响因素	28-23	2.2.1 大气腐蚀	28-45
4.2.2 氢脆的主要类型及其预防 措施	28-24	2.2.2 土壤腐蚀	28-46
4.2.3 氢脆的断口形貌特征	28-25	2.2.3 海水腐蚀	28-47
4.3 蠕变断裂	28-27	2.2.4 均匀腐蚀	28-47
4.3.1 蠕变断裂的特点和影响因素	28-27	2.2.5 点腐蚀(穴点腐蚀)	28-48
4.3.2 蠕变断裂的裂纹状态与断 口形貌	28-28	2.2.6 缝隙腐蚀	28-49
5 金属零件的裂纹分析	28-29	2.2.7 接触腐蚀	28-49
5.1 金属零件裂纹的基本类型与特点	28-29	2.2.8 晶间腐蚀	28-50
5.2 裂纹源的位向	28-32	2.3 腐蚀失效分析方法	28-50
5.2.1 裂纹源的宏观位向	28-32	2.3.1 现场检测注意事项	28-50
5.2.2 裂纹源的微观局部位向	28-33	2.3.2 腐蚀表面检析	28-50
		2.3.3 反馈腐蚀试验	28-51
		2.4 防腐措施	28-51
		2.4.1 采用表面防护技术	28-51
		2.4.2 正确选用金属材料与表面 状态	28-52
		2.4.3 改善介质的抗腐蚀条件	28-52
		2.4.4 电偶作用防腐法	28-53
		2.4.5 采用合理的防蚀结构设计	28-53
		3 畸变失效分析	28-54
		3.1 畸变和畸变失效	28-54
		3.1.1 畸变	28-54
		3.1.2 畸变失效	28-54
第3章 表面损伤及变形失效			
1 磨损失效分析	28-34		
1.1 磨损与磨损失效	28-34		
1.1.1 磨损概念	28-34		
1.1.2 磨损量、度与耐磨性	28-34		
1.1.3 磨损失效	28-34		
1.2 磨损失效的基本类型	28-34		

3.2 畸变失效的基本类型	28-55	分析	28-74
3.2.1 弹性畸变失效	28-55	4.2.1 断裂原因分析	28-74
3.2.2 塑性畸变	28-55	4.2.2 材料的分析与试验	28-75
3.2.3 翘曲畸变	28-56	4.2.3 结论与措施	28-76
3.3 畸变失效分析方法	28-56		
第4章 金属零件损伤的类型、 预防及失效判据			
1 齿轮	28-58	第5章 设备故障诊断与预防	
1.1 齿轮损伤的类型及预防	28-58	1 诊断技术	28-77
1.2 齿轮的失效判据	28-58	1.1 故障诊断技术	28-77
1.2.1 重载齿轮磨损失效判据	28-61	1.1.1 状态监测	28-77
1.2.2 重载齿轮齿面点蚀失效判据	28-61	1.1.2 识别诊断	28-77
1.2.3 重载齿轮齿面剥落失效判据	28-62	1.1.3 决策预防	28-77
1.2.4 重载齿轮齿面胶合失效判据	28-62	1.2 振动诊断技术	28-78
1.2.5 重载齿轮轮齿塑变失效判据	28-62	1.3 声诊断技术	28-78
1.2.6 重载齿轮轮齿折断、裂 纹的失效判据	28-62	1.3.1 声和噪声诊断法	28-78
1.3 某大型减速器齿轮断齿分析	28-62	1.3.2 超声波诊断法	28-78
1.3.1 齿轮断裂的检查与分析	28-62	1.3.3 声发射诊断法	28-78
1.3.2 双圆弧齿轮试验及其结论	28-64	1.4 温度诊断技术	28-79
1.3.3 结论与措施	28-65	1.5 油样分析技术	28-79
2 轴	28-65	1.6 其他诊断技术	28-79
2.1 轴的失效类型及预防	28-65	1.6.1 振声诊断	28-79
2.2 轴的失效判据	28-65	1.6.2 光诊断技术	28-79
2.3 失效轴的检验	28-66	2 信号采集	28-79
2.4 某大型减速机齿轮轴的断裂分析	28-66	2.1 信号采集技术	28-79
2.4.1 轴的断口分析	28-66	2.1.1 振动信号的采集方法	28-79
2.4.2 轴的力学分析	28-67	2.1.2 声信号采集方法	28-79
2.4.3 轴的理化检验和分析	28-68	2.1.3 温度信号采集方法	28-80
2.4.4 轴断裂原因、机理与预防 轴断裂的对策	28-69	2.1.4 油样分析中的铁谱和磁塞的 油样采集方法	28-80
3 滚动轴承	28-69	2.1.5 其他信号采集方法	28-80
3.1 滚动轴承的失效分析	28-69	2.2 传感器	28-81
3.2 滚动轴承典型失效案例两则：不对中 结构与亚表面缺陷	28-71	2.2.1 传感器分类	28-81
3.2.1 因轴承和轴不对中结构引起 的轴承失效	28-71	2.2.2 常用传感器	28-81
3.2.2 亚表面金属缺陷引起轴承 构件的失效	28-72	3 信号处理	28-82
4 螺纹联接件	28-74	3.1 信号的预处理	28-82
4.1 螺纹联接件的失效分析	28-74	3.1.1 滤波处理	28-82
4.2 案例——高强度螺纹件的断裂 分析	28-74	3.1.2 相加平均法	28-83
		3.1.3 包络处理	28-83
		3.2 以快速傅里叶变换(FFT)技术为基础 的相关分析与谱分析	28-83
		3.2.1 确定性信号的数据处理	28-84
		3.2.2 随机信号的数据处理	28-84
		3.3 时间序列法数据处理	28-86
		3.4 小波分析法	28-86

3.5 信号的分形处理	28-86	监测	28-89
3.5.1 分形滤波	28-87	4.3.4 齿轮减速器的综合监测诊	
3.5.2 分形特征提取	28-87	断系统	28-89
3.6 其他信号的处理方法	28-87	4.4 故障诊断的智能系统	28-90
3.6.1 温度信号处理方法	28-87	4.4.1 基于知识的专家系统	28-90
3.6.2 光信号处理方法	28-87	4.4.2 基于神经网络智能诊断	
3.6.3 声的信号处理	28-87	系统	28-90
4 故障诊断系统	28-87	5 故障预防	28-90
4.1 诊断方法与特征参数	28-87	5.1 故障预防技术	28-90
4.2 诊断用标准谱数据库	28-88	5.2 机械设备维修原则	28-91
4.3 监测与诊断系统实例	28-88	5.2.1 设备维修后勤功能分析和	
4.3.1 650 轧机轧制力矩在线监测		配置	28-91
系统	28-88	5.2.2 生产系统功能分析	28-91
4.3.2 旋转机械在线监测系统	28-89	5.3 机器设备故障隐患消除	28-91
4.3.3 造纸工艺流程系统的在线		参考文献	28-92

第 29 篇 摩擦学设计

第 1 章 摩擦与摩擦因数

1 固体摩擦的摩擦力及其计算	29-3	6.1 斜面的摩擦	29-11
1.1 摩擦力的性质	29-3	6.2 楔连接的摩擦	29-12
1.2 摩擦因数	29-3	6.3 螺纹连接的摩擦	29-12
2 固体摩擦定律	29-3	6.4 (非流体润滑) 滑动轴承的摩擦	29-12
2.1 古典摩擦定律	29-3	6.4.1 径向轴承的摩擦	29-12
2.2 固体摩擦的现代理论	29-3	6.4.2 止推轴承的摩擦	29-13
2.2.1 粘附分量的摩擦因数计算	29-3	6.5 滚动轴承的摩擦	29-13
2.2.2 变形分量的摩擦因数计算	29-4	6.5.1 摩擦转矩的粗略计算	29-13
3 摩擦角和摩擦锥	29-5	6.5.2 摩擦转矩的精确计算	29-14
3.1 静摩擦角	29-5	6.6 齿轮的摩擦	29-15
3.2 静摩擦锥	29-5	6.7 带与轮的摩擦	29-16
3.3 动摩擦角与动摩擦锥	29-6	6.8 绳与卷筒的摩擦	29-16
4 滑动摩擦因数	29-6	6.9 车轮与钢轨(路面)的摩擦	29-17
4.1 室温及大气中的摩擦因数	29-6	7 摩擦装置中的摩擦	29-17
4.1.1 无润滑表面的滑动摩擦因数	29-6	7.1 基本特性	29-17
4.1.2 润滑表面的摩擦因数	29-8	7.1.1 接触种类	29-17
4.2 高温下的摩擦因数	29-9	7.1.2 接触刚性	29-17
4.3 真空中的摩擦因数	29-9	7.1.3 成膜介质对摩擦的影响	29-18
4.4 低温下的摩擦因数	29-10	7.1.4 滑动持续时间	29-18
5 滚动摩擦	29-11	7.1.5 工作状态	29-18
6 机械零件的摩擦	29-11	7.1.6 外部能量场对摩擦特性的	
		影响	29-18
		7.2 摩擦副的主要参数	29-19

7.2.1 滑动速度	29-19	4.4 齿轮传动的磨损控制	29-34
7.2.2 载荷	29-19	4.4.1 润滑状态	29-34
7.2.3 摩擦因数	29-19	4.4.2 轮齿胶合	29-35
7.2.4 摩擦因数的稳定度	29-19	4.4.3 轮齿磨粒磨损	29-35
7.2.5 摩擦功	29-19	4.5 传动链的磨损预测	29-36
7.3 摩擦材料的选取	29-19	4.5.1 磨损率	29-36
7.4 摩擦热力学计算	29-21	4.5.2 允许磨损量	29-36
		4.5.3 磨损寿命	29-37
第2章 磨损控制		4.6 气缸套与活塞环的磨损预测	29-37
1 磨损过程	29-23	4.6.1 粘附磨损预测	29-37
1.1 磨合	29-23	4.6.2 磨粒磨损预测	29-38
1.1.1 稳定粗糙度	29-23	4.7 机械密封的磨损预测	29-38
1.1.2 影响磨合效果的因素	29-23	4.7.1 磨损类型	29-38
1.1.3 磨合与磨损寿命	29-24	4.7.2 磨损因数与极限 pv 值	29-38
1.2 磨损类型	29-24	4.8 刀具磨损的预测	29-39
1.3 影响磨损的参数	29-24	4.8.1 刀具的磨损部位	29-39
1.3.1 载荷	29-25	4.8.2 刀具磨损和刀具寿命的数学 模型	29-40
1.3.2 速度	29-25	4.9 机动车辆轮胎踏面的磨损预测	29-40
1.3.3 温度	29-25	4.9.1 踏面橡胶磨损机理	29-40
1.3.4 其他参数	29-26	4.9.2 磨损度计算	29-41
2 有效控制磨损的设计方法	29-26	4.10 连接的磨损	29-41
2.1 材料	29-26	5 磨损零件的修复	29-42
2.2 表面粗糙度	29-26	5.1 修复工艺的选择	29-42
2.3 润滑剂	29-27	5.2 电镀	29-42
2.4 表面结构形状	29-27	5.2.1 镀铬	29-42
2.5 环境、过滤与密封	29-27	5.2.2 镀镍	29-43
2.6 表面温度和冷却能力	29-27	5.2.3 刷镀	29-43
2.7 运动控制	29-27	5.3 金属喷涂	29-43
3 磨损的度量与预测	29-27	5.4 焊接	29-44
3.1 磨损的度量	29-27	5.4.1 铸铁导轨的补焊修复	29-44
3.2 磨损计算	29-28	5.4.2 钢制零件的补焊修复	29-44
3.2.1 磨损计算的公式	29-28	5.5 粘接	29-44
3.2.2 磨损计算的公式	29-28		
3.3 各种机械零件的典型磨 损度(率)	29-30	第3章 润滑设计	
4 机械零件的磨损预测	29-31	1 润滑类型、状态及其机理	29-45
4.1 轴瓦(套)的磨损预测	29-31	1.1 流体润滑的润滑状态	29-45
4.2 滚动轴承的磨损预测	29-31	1.2 流体动力润滑	29-45
4.2.1 粘附磨损计算	29-31	1.2.1 雷诺方程及其应用	29-45
4.2.2 磨粒磨损计算	29-32	1.2.2 流体动力润滑的稳态性能 参数	29-49
4.3 导轨的磨损预测	29-33	1.2.3 特征数和相似条件	29-49
4.3.1 滑动导轨	29-33	1.2.4 湍流动力润滑方程	29-49
4.3.2 滚动导轨	29-34		

1.2.5 流体动力润滑径向轴承的稳定性	29-50	3.4.2 润滑油的选用	29-69
1.3 弹性流体动力润滑	29-51	3.5 链传动的润滑设计	29-70
1.3.1 基本参数	29-51	3.5.1 润滑剂的选择	29-70
1.3.2 基本公式	29-51	3.5.2 润滑方法的选择	29-70
1.3.3 应用范围	29-52	3.6 联轴器的润滑设计	29-70
1.4 流体静力润滑	29-53	3.7 离合器的润滑设计	29-72
1.4.1 工作原理与基本方程	29-53	3.7.1 电磁离合器的润滑	29-72
1.4.2 油腔与油垫	29-53	3.7.2 摩擦片式离合器的润滑	29-72
1.4.3 补偿元件	29-53	3.7.3 超越离合器的润滑	29-72
1.4.4 功耗	29-54	3.8 钢丝绳的润滑设计	29-72
1.5 边界润滑	29-54	3.8.1 制造时的润滑	29-72
1.5.1 边界润滑膜	29-54	3.8.2 使用中的润滑	29-72
1.5.2 有边界膜的金属表面的接触	29-56	3.8.3 加油方法	29-73
1.5.3 边界润滑的摩擦阻力	29-56		
1.5.4 影响边界膜润滑性能的因素	29-56	第4章 润 滑 剂	
1.5.5 提高边界膜强度的方法	29-57	1 润滑剂的基本类型	29-74
1.6 混合润滑	29-57	2 润滑油和脂的流变学特性	29-74
1.7 固体润滑	29-57	2.1 粘度	29-74
2 机械零件的流体动力润滑计算	29-58	2.1.1 动力粘度	29-74
2.1 滑动轴承流体动力润滑计算	29-58	2.1.2 运动粘度	29-74
2.2 滚动轴承弹性流体动力润滑计算	29-58	2.1.3 条件粘度	29-74
2.3 齿轮传动弹性流体动力润滑计算	29-59	2.2 粘温关系	29-74
2.4 凸轮机构弹性流体动力润滑计算	29-59	2.3 粘压关系	29-75
3 机械零件的润滑设计	29-60	2.4 粘度与压力和温度的综合关系	29-76
3.1 滑动轴承的润滑设计	29-60	2.5 非牛顿特性	29-76
3.1.1 润滑剂的选择	29-60	2.5.1 塑性	29-76
3.1.2 润滑方式	29-61	2.5.2 触变性	29-76
3.1.3 润滑槽	29-61	2.5.3 伪塑性	29-76
3.2 滑动导轨（普通导轨）的润滑设计	29-62	2.5.4 膨胀性	29-76
3.2.1 润滑剂与润滑方法	29-62	2.5.5 弹性	29-76
3.2.2 润滑油的选择	29-62	3 润滑油	29-76
3.2.3 提高导轨运动平稳性的措施	29-63	3.1 品种	29-76
3.3 滚动轴承的润滑设计	29-64	3.2 主要质量指标	29-76
3.3.1 润滑剂种类的选择	29-64	3.2.1 粘度	29-77
3.3.2 脂润滑	29-65	3.2.2 其他质量指标	29-77
3.3.3 油润滑	29-67	3.3 常用润滑油的组成、性质和用途	29-78
3.4 齿轮、蜗杆传动的润滑设计	29-68	3.3.1 组成	29-78
3.4.1 润滑方法及其选择	29-68	3.3.2 性能与应用	29-79
		3.4 润滑油粘度的掺配	29-81
		4 润滑脂	29-82
		4.1 润滑脂的组成	29-82
		4.1.1 基础油	29-82

4.1.2 稠化剂	29-82	1.2 固体润滑剂润滑方法	29-93
4.1.3 添加剂	29-82	1.2.1 固体润滑的润滑方法	29-94
4.2 润滑脂的主要性能指标	29-82	1.2.2 固体润滑方法的特性与 使用	29-94
4.3 润滑脂的表观粘度	29-82	1.2.3 几种固体润滑剂的使用	29-95
4.4 润滑脂的分类	29-83	1.3 气体润滑剂润滑方法	29-96
4.5 常用润滑脂及其性能与应用	29-83	2 润滑油、脂润滑系统及其设计	29-96
5 添加剂	29-84	2.1 润滑油、脂用润滑系统及其分类	29-96
5.1 添加剂的作用与性能要求	29-84	2.2 手工加油、脂润滑	29-96
5.1.1 作用	29-84	2.2.1 油杯润滑	29-97
5.1.2 性能要求	29-84	2.2.2 油枪润滑	29-97
5.2 类型与功能	29-84	2.3 集中供脂系统	29-99
6 固体润滑剂	29-85	2.3.1 集中供脂系统的类型	29-99
6.1 固体润滑剂的类型	29-85	2.3.2 管路计算	29-99
6.2 固体润滑剂的性能	29-86	2.3.3 单线干油泵装置和干油站	29-100
6.2.1 二硫化钼	29-86	2.4 滴油润滑及其装置	29-102
6.2.2 石墨	29-86	2.5 油绳和油垫润滑及其装置	29-102
6.2.3 聚四氟乙烯	29-86	2.6 油浴和飞溅润滑系统	29-103
6.2.4 聚酰胺	29-86	2.6.1 齿轮传动的油浴和飞溅 润滑	29-103
6.2.5 软金属	29-86	2.6.2 蜗杆传动的油浴润滑	29-104
6.2.6 其他固体润滑剂	29-86	2.6.3 润滑油池容积	29-104
7 润滑剂的选用	29-87	2.7 油环、油盘润滑系统	29-104
7.1 润滑剂类型的选择	29-87	2.7.1 油环润滑系统	29-104
7.2 润滑油的选用	29-87	2.7.2 油盘润滑系统	29-104
7.2.1 选用润滑油的一般原则	29-87	2.8 喷雾润滑系统	29-104
7.2.2 机床用润滑油的选用	29-88	2.8.1 润滑单位	29-105
7.2.3 建筑机械用润滑油的选用	29-88	2.8.2 喷雾嘴尺寸	29-105
7.3 润滑脂的选用	29-89	2.8.3 配管尺寸	29-105
8 润滑油、脂的更换周期	29-89	2.8.4 空气和润滑油的消耗量	29-105
8.1 换油周期	29-89	2.8.5 油雾发生器与油雾润滑 装置	29-106
8.1.1 小型润滑系统的换油周期	29-90	2.8.6 喷雾嘴安装	29-107
8.1.2 大型润滑系统的换油周期	29-90	2.9 油气润滑系统	29-107
8.2 换油步骤	29-90	2.10 喷油润滑系统	29-107
8.3 润滑油污染度	29-91	3 润滑油集中润滑装置	29-107
8.3.1 称重法	29-91	3.1 无冷却器的集中润滑装置	29-107
8.3.2 颗粒计数法	29-91	3.1.1 直接供油装置	29-107
8.3.3 污染度等级	29-91	3.1.2 间接供油装置	29-108
		3.1.3 重力供油装置	29-108
		3.2 带冷却器的集中润滑装置	29-108
		3.3 油量控制	29-109
		3.3.1 供油量	29-109

第5章 润滑方法与润滑系统设计

1 润滑方法及其选择	29-93
1.1 润滑油、脂的润滑方法及其 选择	29-93
1.1.1 油、脂润滑方法	29-93
1.1.2 油、脂润滑方法的选择	29-93

3.3.2 油量控制器	29—109	2.4 金属塑料减摩材料	29—127
3.4 油箱设计	29—109	2.5 木基减摩材料	29—128
3.4.1 油箱容积	29—109	2.6 碳石墨	29—128
3.4.2 辅件设计	29—110	3 耐磨材料	29—128
3.5 润滑泵的选择	29—110	3.1 对耐磨材料的性能要求	29—128
3.5.1 各类润滑泵的性能比较	29—110	3.2 耐磨材料及其特性	29—129
3.5.2 影响润滑泵选择的系统 参数	29—113	3.2.1 钢	29—129
3.6 过滤器的选择	29—113	3.2.2 难熔金属及特种合金	29—130
3.6.1 对过滤器的要求	29—113	3.2.3 铜基合金	29—130
3.6.2 过滤器的类型及其选择	29—113	3.2.4 铸铁	29—131
3.7 管子尺寸与管道压力降的计算	29—115	3.2.5 聚合物	29—131
3.7.1 管路直径	29—115	3.2.6 碳化物和陶瓷	29—132
3.7.2 供油管和吸油管的压力降	29—115	3.2.7 碳石墨耐磨材料	29—132
3.7.3 阀门接头及过滤器的压力 降	29—115	4 摩擦副材料的选择	29—133
3.7.4 回油管路的压力降	29—116	4.1 运转条件的分析	29—133
3.8 稀油润滑装置	29—116	4.1.1 载荷与环境条件	29—133
3.8.1 装置的参数与尺寸	29—116	4.1.2 设计要求	29—133
3.8.2 装置的型号与标记	29—120	4.2 摩擦副性能估计	29—133
		4.3 摩擦副材料的选定	29—133
		4.4 摩擦副材料的选择框图	29—133
		5 表面处理 and 覆盖层	29—134
第 6 章 摩擦副材料及其选用		5.1 表面处理	29—134
1 摩擦材料	29—121	5.1.1 表面处理的类型	29—134
1.1 对摩擦材料性能的要求	29—121	5.1.2 表面处理的应用	29—134
1.2 摩擦材料的类型与应用	29—121	5.1.3 表面处理的效果	29—134
1.2.1 非金属摩擦材料	29—122	5.2 表面覆盖层	29—135
1.2.2 金属摩擦材料	29—122	5.2.1 覆盖层材料	29—135
2 减摩材料	29—124	5.2.2 涂覆方法	29—135
2.1 金属减摩材料	29—124	5.3 表面处理与覆盖层的应用	29—136
2.2 粉末冶金减摩材料	29—126	参考文献	29—138
2.3 聚合物减摩材料	29—126		

第 30 篇 计算机辅助设计

第 1 章 概 论

1 计算机辅助设计技术	30—3	3.2 内存储器	30—4
2 CAE/CAPP/CAM/PDM/MRP-II/ ERP/CIMS	30—3	3.3 外存储器	30—4
3 计算机辅助设计系统硬件支撑环境	30—4	3.4 输入输出装置	30—5
3.1 主机	30—4	3.4.1 输入设备	30—5
		3.4.2 输出设备	30—6
		3.5 网络互联设备	30—6
		3.6 硬件系统配置	30—7

4 CAD 系统的软件	30-7	3.4 二维图形线性变换	30-19
4.1 操作系统与窗口系统	30-7	3.5 变换的组合	30-19
4.1.1 操作系统基本概念	30-7	3.6 三维变换	30-20
4.1.2 常用操作系统简介	30-8	4 样条曲线和曲面	30-22
4.1.3 窗口系统基本概念	30-8	4.1 三次样条曲线	30-22
4.1.4 常用窗口系统简介	30-8	4.1.1 分段内的三次样条曲线	30-23
4.2 CAD 系统的支撑软件	30-8	4.1.2 分段拟合衔接的连续条件	30-23
4.2.1 常用支撑软件及其主要功能	30-8	4.1.3 端点条件	30-23
4.2.2 典型支撑软件产品简介	30-9	4.1.4 拟合举例	30-23
4.3 程序设计语言	30-10	4.2 Bezier 曲线	30-24
5 CAD 系统配置选择	30-10	4.3 B 样条曲线	30-25
6 CAD 技术的发展趋势	30-11	4.4 非均匀有理 B 样条曲线 (NURBS)	30-26

第 2 章 几何变换和图形处理基础

1 图形软件标准	30-12	5 真实感图像绘制	30-28
1.1 GKS 标准	30-12	5.1 透视图中隐藏线和隐藏面的消除	30-28
1.1.1 基本输出图素	30-12	5.2 物体的浓淡显示图形	30-29
1.1.2 输出属性	30-13	5.3 彩色图像绘制中的颜色模型	30-29
1.1.3 图形输入	30-13	6 通用图形程序包 OpenGL	30-30
1.1.4 图段	30-13	6.1 概述	30-30
1.1.5 输入输出逻辑装置 (工作站) 的分类和 GKS 级别	30-13	6.2 命令执行模式及工作流程	30-31
1.1.6 坐标系统和变换	30-13	6.3 OpenGL 基本功能及绘制方式	30-31
1.2 PHIGS 标准	30-14	6.4 OpenGL 函数及绘图基本步骤	30-32
1.2.1 PHIGS 系统框架结构	30-14	6.5 编程实例	30-33
1.2.2 输出图素及其属性	30-14		
1.2.3 图形输入	30-14		
1.2.4 图形数据结构和模型编辑	30-14		
1.2.5 显示表达	30-14		
1.2.6 坐标系统和变换	30-14		
1.3 图形接口标准 CGI 和图形元文件 标准 CGM	30-15		
1.3.1 CGI 标准	30-15		
1.3.2 CGM 标准	30-15		
2 基本图素绘制	30-16		
2.1 生成图形的两种最基本图素类型	30-16		
2.2 点阵组成直线图像的生成算法	30-16		
2.3 点阵组成圆的生成算法 (中点圆 算法)	30-17		
3 图形变换	30-17		
3.1 坐标系统	30-17		
3.2 窗口和视区的匹配变换	30-18		
3.3 图形裁剪	30-18		

第 3 章 CAD 的分析计算和仿真

1 设计资料中公式、数表和线图的程 序化	30-38
1.1 计算公式的程序化	30-38
1.2 数表的程序化方法	30-38
1.2.1 数表的存储	30-38
1.2.2 一元数表的查取方法	30-39
1.2.3 二元数表的存取方法	30-40
1.2.4 数表的公式化	30-41
1.3 线图的程序化方法	30-43
2 CAD 的数值分析方法及其前后处理	30-43
2.1 CAD 中常用的数值分析方法	30-43
2.2 有限元法及其应用软件	30-44
2.3 有限元的数据前处理	30-46
2.3.1 CAD 环境中的有限元模 型化	30-46
2.3.2 有限元模型化的基本内容	30-46
2.3.3 有限元网格自动生成的方法	30-47

2.4 有限元的数据后处理	30-48
2.4.1 对计算结果的加工处理	30-48
2.4.2 有限元数据的图形表示	30-49
3 CAD 中分析软件的联接和接口设计	30-50
3.1 CAD 系统的软件集成化	30-50
3.2 CAD 中分析软件的联接	30-50
3.2.1 几何造型—有限元联接	30-50
3.2.2 数值计算—优化设计联接	30-51
3.2.3 分析软件的相互联接	30-51
3.3 CAD 中的软件接口设计	30-51
4 计算机仿真	30-51

第4章 计算机绘制工程图样和数据交换标准

1 通用 CAD 绘图软件的基本功能	30-53
1.1 基本绘图功能	30-53
1.1.1 基本图素绘制	30-53
1.1.2 基本图形绘制	30-53
1.1.3 基本图素的属性: 线型和 图层	30-53
1.2 基本图形编辑和修改功能	30-54
1.3 尺寸标注和工程符号标注	30-54
1.3.1 尺寸标注基本类型	30-55
1.3.2 工程符号的辅助标注	30-55
1.4 图形的显示控制	30-55
1.5 辅助绘图功能	30-55
1.5.1 目标捕捉功能	30-55
1.5.2 自动导航功能	30-55
1.5.3 背景栅格	30-55
1.5.4 正交方式	30-55
1.5.5 三视图导航	30-55
1.6 图块、属性及用户图形库的建立	30-55
1.6.1 图块的定义	30-55
1.6.2 属性的概念	30-56
1.6.3 用户图形库的建立和应用	30-56
1.7 参数化绘图	30-56
1.7.1 基本概念	30-56
1.7.2 主要实现技术	30-56
1.8 图形系统与外部环境通信	30-56
1.9 用户化二次开发	30-57
2 CAD 绘图的组织	30-57
2.1 绘图软件的安装和配置	30-57
2.2 工作环境的设置	30-57

2.3 图形文件的管理	30-58
2.4 提高绘图效率的措施	30-58
3 不同 CAD 系统之间的工程图样文件 数据交换标准: DXF、IGES	30-58
3.1 图形交换文件 DXF	30-58
3.1.1 DXF 文件的结构	30-58
3.1.2 DXF 文件中的组码及各组 成节	30-59
3.2 初始图形交换规范 IGES	30-61
3.2.1 IGES 标准文件中的实体 单元	30-61
3.2.2 IGES 文件的结构	30-61
3.2.3 IGES 标准中实体单元	30-61
3.2.4 IGES 文件示例	30-63

第5章 三维 CAD 和产品模型数据交换标准

1 三维实体几何模型	30-66
1.1 概述	30-66
1.2 构建性实体几何模型(CSG)	30-66
1.3 边界表面表示几何模型(B-rep)	30-67
1.4 实体空间分解枚举(八岔树)几何 模型	30-68
2 特征模型	30-69
2.1 概述	30-69
2.2 特征分类	30-69
3 三维 CAD 技术	30-69
3.1 概述	30-69
3.2 基于特征技术的产品零件三维 设计	30-70
3.3 基于特征技术的三维装配设计	30-72
3.4 三维实体的渲染及二维工程图的 生成	30-73
4 产品模型和产品数据交换标准 STEP	30-73
4.1 产品模型的组成和数据模型	30-74
4.2 产品模型数据交换标准 STEP	30-74
4.2.1 STEP 标准内容和体系结构	30-74
4.2.2 产品数据描述方法	30-75
4.2.3 集成资源	30-76
4.2.4 应用协议	30-76
4.2.5 实现形式	30-76
4.2.6 一致性测试和抽象测试	30-77
5 产品数据管理系统	30-77

第 6 章 CAD 系统中的人工智能技术

1 CAD 系统中的智能化技术	30-78
2 专家系统	30-78
2.1 专家系统的组成与结构	30-78
2.2 基于产生式规则专家系统的工作 进程	30-79
2.3 建造专家系统的关键技术	30-79
2.4 开发专家系统的语言与工具	30-79
2.4.1 编程语言	30-79
2.4.2 壳	30-79
2.4.3 环境	30-80
2.4.4 开发工具的选择	30-80
2.5 设计对象的表示及其知识库的 建立	30-80
2.5.1 设计对象表示	30-80
2.5.2 结构—功能关系表示	30-80
2.5.3 领域模型的表示	30-81
2.5.4 知识获取	30-81
2.6 设计过程的表示及其推理机的 开发	30-81
2.6.1 搜索技术	30-81
2.6.2 推理技术	30-82
2.6.3 控制技术	30-82
2.7 机械设计专家系统的开发	30-82
2.7.1 开发策略	30-82
2.7.2 开发流程	30-82
2.8 开发实例	30-83
2.8.1 概念化阶段	30-83
2.8.2 形式化阶段	30-83
2.8.3 模型化阶段	30-83
2.8.4 原型化阶段	30-83
2.8.5 知识化阶段	30-83
2.8.6 商品化阶段	30-83
3 神经网络技术	30-84
3.1 人工神经元的基本模型	30-84
3.2 神经网络的结构	30-84
3.3 学习算法	30-85
3.4 误差反向传播网络(BP 网络)	30-86
3.5 神经网络在成组技术中的应用	30-87
4 模糊逻辑技术	30-88
4.1 模糊集合及其隶属函数	30-88
4.2 模糊集合的集合运算	30-89

4.3 如果—则(if—then)规则	30-90
4.4 模糊推理	30-90
5 遗传算法	30-92
5.1 遗传算法的一般框架	30-92
5.1.1 遗传算法的一般步骤及工作 流程	30-92
5.1.2 遗传算法的基本操作	30-92
5.2 遗传算法的主要特征	30-93
5.3 遗传算法举例	30-94

第 7 章 软件开发的一般步骤与 文档编写

1 CAD 软件开发和软件工程	30-96
2 可行性分析与开发计划	30-96
2.1 任务	30-96
2.2 完成标志	30-96
2.3 应交付的文档	30-96
3 需求分析	30-97
3.1 任务	30-97
3.2 完成标志	30-97
3.3 应交付的文档	30-97
3.4 需求分析的重要意义及其主要 方法	30-97
4 系统的总体设计	30-97
4.1 总体设计的任务	30-97
4.2 完成标志	30-97
4.3 应交付的文档	30-97
4.4 总体设计的方法及原则	30-97
5 软件详细设计和编码	30-98
5.1 详细设计的任务	30-98
5.2 完成标志	30-98
5.3 应交付的文档及其主要的内容	30-98
5.4 详细设计及编码的常用规则和 方法	30-98
6 软件测试	30-99
6.1 软件测试的任务	30-99
6.2 完成标志	30-99
6.3 应交付的文档	30-99
6.4 软件测试的主要方法	30-99
7 软件维护	30-99
8 文档编制、管理和维护	30-100
8.1 软件开发的文档	30-100
8.2 文档的管理和维护	30-100