

# Dubbel

# 机械工程手册

第二三合卷

W. Beitz K. -H. Kütner 主编

张维 张淑英 等译

清华大学出版社

Springer-Verlag

## 简 介

本书根据德国施普林格出版公司出版的《Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau》(第16版)译成。

《Dubbel 机械工程手册》是数代德国机械工程专家的知识结晶。它既是一本内容丰富精致的教科书,又是一本机械工程师们必不可少的工具书。

全书包括机械工程的基础理论、设计技术、工艺技术以及应用于机械工程领域的电子技术、测量技术、控制技术和计算机技术等。

《Dubbel 机械工程手册》中文版分三卷:第二三合卷包括热力设备、蒸汽设备、空调工程、能源经济、机械动力学、活塞机械、汽车工程、流体机械、制造工艺、起重运输技术、电机工程、测量技术、自动调节技术和电子数据处理等。原文各篇内容均由相应领域的专家写成,除简明扼要的理论部分外,还包括大量的图表、数据以及解决相关问题的方法等。书末附有汉德专业名词对照。

Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau

16., Korrigierte und ergänzte Auflage

W. Beitz K. -H. Kuttner

ISBN 3-540-18009-5

© Copyright, 1987 Springer-

Verlag Berlin Heidelberg

Dubbel 机械工程手册(第二三合卷)

张 维 张淑英 等译

清华大学出版社出版

北京 清华园

© Copyright, 1991 Springer-

Verlag Berlin Heidelberg

& Tsinghua University Press

Beijing

北京人民文学印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 66 字数: 2073 千字

1996年3月第1版

1996年3月第1次印刷

印数: 0001—2400

定价: 160.00 元

ISBN 7-302-01946-0/TH·66

Tsinghua University Press Beijing

ISBN 3-540-60762-5

Springer-Verlag Berlin Heidelberg

# 目 录

<b>K 热力设备工程</b> .....	1	4.4 空气冷却冷凝器 .....	15
1 基本原理 .....	1	4.5 辅助机械 .....	15
1.1 热交换装置的特征 .....	1	4.5.1 干空气泵 .....	15
1.2 热力学和流体力学设计 .....	1	4.5.2 循环水泵和凝结水泵 .....	16
1.2.1 间壁式换热器的热力学设计 .....	1	4.6 间接冷却和冷却塔 .....	17
1.2.2 再生式预热器的热力学设计 .....	3	4.6.1 型式 .....	17
1.2.3 流体流动设计 .....	4	4.6.2 设计计算 .....	17
1.3 换热器的流动通道与连接方式 ...	4	<b>L 产生蒸汽的设备</b> .....	1
1.4 效率, 损失 .....	4	1 能源 .....	1
1.4.1 概述 .....	4	1.1 燃料 .....	1
1.4.2 漏损失的计算 .....	5	1.1.1 定义 .....	1
2 换热器的结构部件 .....	6	1.1.2 固体燃料 .....	1
2.1 设计计算基础 .....	6	1.1.3 液态燃料 .....	5
2.2 内部为正压的圆柱形套筒 .....	6	1.1.4 气态燃料或燃气 .....	8
2.3 在外部压力作用下的圆柱形套筒 ...	6	1.2 核能 .....	10
2.4 平封头和管板 .....	7	1.2.1 核能的类型 .....	10
2.5 拱形封头 .....	8	1.2.2 裂变和增殖材料 .....	11
2.6 断面 .....	8	1.2.3 慢化剂(减速剂) .....	12
2.7 法兰连接 .....	9	1.2.4 冷却剂 .....	13
2.7.1 螺栓 .....	9	1.2.5 用于反应堆结构的其它 重要材料 .....	13
2.7.2 法兰 .....	10	1.2.6 屏蔽 .....	14
3 型式 .....	11	2 燃烧室 .....	14
4 凝结与冷却系统 .....	12	2.1 引言 .....	14
4.1 凝结的基本概念 .....	12	2.1.1 燃烧过程 .....	14
4.2 表面式冷凝器 .....	12	2.1.2 参数 .....	14
4.2.1 热工计算 .....	12	2.1.3 压力状态 .....	15
4.2.2 蒸汽发电站中的冷凝器 .....	13	2.1.4 产物排放 .....	16
4.2.3 化学工业中的冷凝器 .....	13	2.1.5 安全规则 .....	16
4.2.4 结构设计的着眼点 .....	13	2.2 固体燃料燃烧室 .....	17
4.3 喷射式(混合式)冷凝器 .....	14	2.2.1 链条炉 .....	17

## 目 录

2.2.2	煤粉燃烧室	20	4.2.3	使用矿物燃料的强制循环 锅炉	49
2.2.3	固体燃料燃烧室的辅助设备	27	4.2.4	核反应堆用锅炉	55
2.3	液体燃料燃烧室	28	4.3	锅炉的零部件	58
2.3.1	特点	28	4.3.1	蒸发受热面	58
2.3.2	燃烧器	28	4.3.2	过热器和再热器	61
2.3.3	总体设备	31	4.3.3	给水预热器(省煤器)	63
2.4	气体燃料燃烧室	31	4.3.4	空气预热器	64
2.4.1	燃烧和燃烧器分类	31	4.4	锅炉设备	66
2.4.2	燃烧器类型	32	4.4.1	承压设备	66
2.4.3	安全设备	32	4.4.2	非承压设备	69
2.5	通用锅炉辅助设备	33	5	设计计算	73
2.5.1	风机	33	5.1	热力计算	73
2.5.2	管道和阀门	34	5.1.1	能量平衡、效率和验收试验	73
2.5.3	烟囱	34	5.1.2	受热面计算	74
3	核反应堆	35	5.1.3	流动阻力	75
3.1	堆型分类	35	5.2	强度计算	75
3.2	反应堆部件和反应堆建筑物	35	5.2.1	承受内压的圆柱形壳体	75
3.3	核反应堆安全	36	5.2.2	封头	77
3.4	控制和快速停堆	36	6	给水处理	78
3.5	计算	36	6.1	水的性质	78
3.6	轻水堆	38	6.2	锅炉给水中杂质的影响	79
3.6.1	压水堆	38	6.3	给水和炉水的品质	79
3.6.2	沸水堆	39	6.4	给水处理过程	79
3.7	重水堆	41	6.5	除气	83
3.8	气冷堆	42	6.6	蒸发	84
3.9	快增殖堆	42			
4	蒸汽发生器	44	M	空调工程	1
4.1	系统参数	44	1	基本原理	1
4.1.1	类型	44	1.1	任务	1
4.1.2	压力	45	1.2	气象学基本原理	1
4.1.3	温度	45	1.2.1	室外气温	1
4.1.4	蒸发量	45	1.2.2	室外空气湿度	3
4.1.5	安全	45	1.2.3	风	3
4.2	蒸汽发生器的型式	45	1.2.4	太阳辐射	3
4.2.1	大水室锅炉	45	1.3	卫生学基本原理	4
4.2.2	使用矿物化石燃料的自然 循环锅炉	46			

1.3.1	室内气候	4	3.2.1	系统	24
1.3.2	室内换气	4	3.2.2	室内散热器和散热面供暖	24
1.3.3	居室和工作室的舒适室内气候	4	3.2.3	管网	27
1.3.4	工作室和工厂的最佳室内气候	5	3.2.4	闸阀	29
1.4	制冷技术	6	3.2.5	循环泵	29
1.4.1	概述	6	3.2.6	热量的发生	30
1.4.2	压缩制冷方法	7	3.2.7	供暖中心	33
1.4.3	吸收式制冷方法	7	3.2.8	调节和控制	34
1.4.4	蒸汽喷射式制冷方法	9	3.2.9	耗热量的确定	35
1.4.5	制冷剂和制冷机油	9	4	空调系统和部件	37
1.5	供暖方法	10	4.1	自然通风用设备	38
1.6	室内空气处理方法	11	4.1.1	窗式通风	38
2	供暖和空气处理工程的计算 与设计原理	13	4.1.2	竖井通风	38
2.1	热需求量	13	4.1.3	屋顶天窗通风	38
2.1.1	传导热需求量	13	4.1.4	使用鼓风机增强的自然通风	39
2.1.2	冷风渗透热需求量	13	4.2	空调装置	40
2.1.3	特殊情况	14	4.2.1	空调系统	40
2.2	冷却负荷	14	4.2.2	空气分配和空气出口	41
2.2.1	内部冷却负荷	15	4.2.3	风道网路系统	45
2.2.2	外部冷却负荷	15	4.2.4	气流的控制与混合	47
2.3	空气需求	17	4.2.5	通风和空调中心站	48
2.3.1	空气加热	17	4.2.6	鼓风机	49
2.3.2	通风	17	4.2.7	过滤装置	52
2.3.3	空气冷却	18	4.2.8	空气加热器和空气冷却器	54
2.3.4	空气调节	19	4.2.9	空气加湿器	55
2.4	风道和管道	19	4.2.10	空气除湿器	56
2.4.1	热水和高温热水管网	19	4.2.11	吸音器	57
2.4.2	蒸汽供暖管网	20	4.2.12	设有送风装置的后处理设备	58
2.4.3	空气处理装置的风道系统	20	4.2.13	热的回收	58
2.4.4	室内空气分配	21	4.2.14	开关和控制	60
3	供暖系统及其部件	22	5	制冷系统与组件	63
3.1	单独供暖	22	5.1	型式, 制冷能力范围和规格 确定基础	63
3.1.1	住房的单独供暖设备	23	5.2	直接蒸发式设备	65
3.1.2	较大房间和大厅的单独供暖 设备	23	5.2.1	结构型式	65
3.2	集中供暖	24	5.2.2	主要部件	66
			5.2.3	开始运转	67

## 目 录

5.2.4	分设式系统	67	8.3	供暖与空调工程	83
5.3	水冷却设备	68	8.3.1	资金费用	83
5.3.1	构造型式	68	8.3.2	能源消耗	83
5.3.2	活塞式压缩机——冷水机组	68	8.3.3	操作与维修	86
5.3.3	螺旋式压缩机——冷水机组	69	9	附录 M: 图与表	86
5.3.4	涡轮式压缩机-冷水机组	69	N	能源经济	1
5.3.5	吸收式冷水机组(H <sub>2</sub> O/LiBr)	70	1	能源供应规划	1
5.4	液化器的冷却	72	1.1	投资费用	1
5.4.1	风冷	72	1.2	未来的能源供给	2
5.4.2	使用城市自来水或井水的 冷却	72	1.2.1	节能	2
5.4.3	水回收冷却装置	72	1.2.2	新的一次能源	3
5.5	冷水管路	73	2	一次能源和它的加工	3
5.5.1	调节和管路布置	73	2.1	一次能源	3
5.5.2	远程制冷中心站	74	2.2	一次能源的加工	4
5.5.3	压力保持	74	2.2.1	煤的精制	4
5.5.4	冷表面的隔热保护	75	2.2.2	原油	4
5.6	冷却水回流管网	75	2.2.3	天然气	4
5.6.1	管路布置	75	3	一次能源转换为有效能源	5
5.6.2	水的处理	75	3.1	电能生产	5
6	热泵系统和组件	76	3.1.1	电站的设施	5
6.1	概述	76	3.1.2	核电站	7
6.2	类型和部件	77	3.1.3	燃气轮机	8
6.3	系统	78	3.1.4	发动机(内燃机)	9
6.3.1	独立式热泵系统	78	3.2	热电联供	10
6.3.2	中心式热泵	78	4	有用能的分配和转换	11
6.3.3	由燃气发动机拖动的压缩式 热泵	79	4.1	远距离供能	11
6.3.4	吸收式热泵	80	4.2	远距离供热系统	11
7	特殊空调系统	80	4.2.1	热电站	12
8	经济性和能源消耗	81	4.2.2	区域供热	12
8.1	概述	81	4.3	电力供热	13
8.2	制冷工程	82	4.3.1	蓄热器供热	13
8.2.1	电驱动式压缩制冷机组与吸收 式制冷机组的比较	82	4.3.2	日间电供热	13
8.2.2	热泵与燃气锅炉的能源费用 比较	83	4.4	蓄能	14
			4.5	能量输送	14
			4.5.1	管道输送	14

4.5.2	电能的远距离输送 .....	17	3	机器音响学 .....	26
5	附录 N: 图和表 .....	18	3.1	基本概念 .....	26
O	机器动力学 .....	1	3.2	机器噪声的产生 .....	28
1	曲柄机构、惯性力和惯性力矩、 飞轮计算 .....	1	3.3	降低机器噪声的可能性 .....	30
1.1	多缸往复机械的转矩波动图 .....	1	P	活塞式机械 .....	1
1.2	飞轮计算 .....	1	1	一般概念 .....	1
1.3	惯性力、惯性力矩 .....	3	1.1	往复式活塞机械 .....	1
1.3.1	单排式活塞机 .....	3	1.1.1	工作原理 .....	2
1.3.2	V型和W型活塞机 .....	8	1.1.2	计算基础 .....	3
2	振动 .....	11	1.2	相似原理 .....	5
2.1	扭振 .....	11	1.3	系列 .....	8
2.1.1	转动惯量 .....	11	1.4	结构设计 .....	9
2.1.2	扭簧刚度 .....	12	1.4.1	机体和底座 .....	10
2.1.3	运动方程式 .....	12	1.4.2	气缸和缸盖 .....	11
2.1.4	自由振动 .....	13	1.5	冷却和润滑 .....	11
2.1.5	活塞发动机中的激振转矩 .....	15	1.5.1	冷却 .....	11
2.1.6	其它的激振力 .....	16	1.5.2	润滑 .....	12
2.1.7	谐波激振下的强迫振动 .....	17	2	泵 .....	13
2.1.8	瞬时振动过程 .....	18	2.1	工作原理、种类和应用 .....	13
2.1.9	阻尼、缓冲 .....	18	2.2	计算基础 .....	14
2.2	机器轴的弯曲振动 .....	19	2.2.1	流量和容积效率 .....	14
2.2.1	计算模型 .....	19	2.2.2	压头、速度和压力 .....	14
2.2.2	滑动轴承 .....	19	2.2.3	流动损失 .....	15
2.2.3	不平衡量引起的振动 .....	20	2.2.4	吸入能力 .....	16
2.2.4	一阶临界转速的计算 .....	20	2.2.5	推杆力 .....	17
2.2.5	弹性支承 .....	21	2.2.6	能量、功率、效率 .....	17
2.2.6	转动惯量和陀螺效应 .....	21	2.3	特性曲线 .....	18
2.2.7	其它效应 .....	22	2.4	空气室 .....	19
2.3	振动的隔离 .....	22	2.4.1	液体的脉动 .....	19
2.4	平衡 .....	24	2.4.2	振动 .....	20
2.4.1	导言 .....	24	2.4.3	结构 .....	20
2.4.2	刚性转子的平衡 .....	24	2.5	零件 .....	21
2.4.3	弹性(挠性)转子的平衡 .....	24	2.5.1	活塞 .....	21
2.4.4	平衡精度指标 .....	25	2.5.2	控制机构 .....	22
			2.5.3	填料盒 .....	23
			2.6	泵装置的运行 .....	24

## 目 录

2.7	已生产的泵 .....	25	4.2.3	实际工作循环 .....	56
3	压缩机 .....	26	4.3	换气 .....	60
3.1	工作方式, 类型和应用 .....	26	4.3.1	换气过程的特性参数 .....	60
3.2	单级压缩 .....	26	4.3.2	配气机构 .....	61
3.2.1	压力和温度 .....	26	4.3.3	四冲程发动机的换气 过程 .....	63
3.2.2	有害容积 .....	27	4.3.4	二冲程发动机的换气 过程 .....	64
3.2.3	容积和质量 .....	27	4.3.5	发动机的增压 .....	65
3.2.4	充气效率 .....	28	4.4	发动机中的燃烧 .....	67
3.2.5	工作过程 .....	30	4.4.1	发动机的燃料 .....	67
3.2.6	功率和效率 .....	31	4.4.2	汽油机的燃烧和混合气形成 ...	68
3.3	多级压缩 .....	33	4.4.3	柴油机的混合气形成和燃烧 ...	70
3.3.1	压力和温度 .....	33	4.4.4	混合式发动机的混合气形成 和燃烧 .....	72
3.3.2	流量和功率 .....	34	4.5	汽油机的混合气形成和点火 装置 .....	73
3.4	结构型式 .....	35	4.5.1	化油器 .....	73
3.4.1	结构设计原则 .....	35	4.5.2	汽油喷射 .....	74
3.4.2	级的分配 .....	35	4.5.3	点火装置 .....	75
3.5	设计和运转特性 .....	37	4.6	柴油机混合气形成装置 .....	76
3.5.1	设计 .....	37	4.6.1	喷射系统 .....	76
3.5.2	运行特性 .....	39	4.6.2	喷油泵 .....	76
3.6	气阀 .....	40	4.6.3	喷油嘴 .....	77
3.6.1	结构和作用原理 .....	41	4.6.4	起动和着火辅助装置 .....	78
3.6.2	计算 .....	42	4.7	运转特性和特性参数 .....	78
3.6.3	气阀的布置 .....	43	4.7.1	功率、扭矩和油耗 .....	78
3.7	调节 .....	44	4.7.2	特性参数 .....	79
3.7.1	双点调节 .....	44	4.7.3	环境状况 .....	79
3.7.2	连续调节 .....	46	4.7.4	作为动力装置的内燃机 .....	83
3.8	已制成的压缩机 .....	48	4.8	发动机的设计 .....	85
3.9	活塞式压缩机的特殊形式 .....	49	4.8.1	相似关系和应力 .....	85
3.9.1	旋转式压缩机 .....	49	4.8.2	发动机结构型式 .....	86
3.9.2	螺杆压缩机 .....	50	4.8.3	发动机的零部件 .....	88
3.9.3	无油压缩机 .....	53	4.8.4	已制成的发动机结构 .....	91
3.9.4	高速压缩机 .....	53	4.9	飞利浦斯特林发动机 (Philips- Stirling- Motor) .....	94
4	内燃机 .....	53	5	附录 P: 图与表 .....	97
4.1	分类和应用 .....	53			
4.2	工作方式和工作过程 .....	54			
4.2.1	工作方式 .....	54			
4.2.2	比较循环 .....	54			

1	基础	1	3.1	路面	18
1.1	车辆的结构形式	1	Q2	汽车工程	18
1.2	行驶阻力	2	3.2.1	非线性	19
1.2.1	滚动阻力 $W_R$	2	3.2.2	双轴汽车(多轴汽车)	20
1.2.2	空气阻力 $W_L$	2	3.2.3	行驶舒适性	20
1.2.3	侧向力阻力 $W_S$	2	4	转向性能	21
1.2.4	爬坡阻力 $W_{st}$	3	4.1	汽车作为调节环路	21
1.2.5	加速阻力 $W_B$	3	4.1.1	稳定的转向性能	22
1.2.6	总阻力 $W$	3	4.1.2	瞬态响应	22
1.2.7	行驶功率	3	4.2	司机和汽车	23
2	结构元件	4	4.3	转弯通道宽度要求	25
2.1	传动系	4	5	事故力学	25
2.1.1	离合器	4	5.1	基础	25
2.1.2	变速器	5	5.2	防止损伤危险的措施	26
2.1.3	万向节轴	6	5.3	适合性	27
2.1.4	轴的驱动机构	6	6	汽车的电气与电子学	29
2.1.5	传动损失	6	7	附录 Q: 曲线和表格	29
2.2	制动器	8	R	流体机械	1
2.2.1	基础	8	1	一般原理	1
2.2.2	结构型式	9	1.1	流体动力学	1
2.2.3	制动器的操纵	10	1.1.1	任务和分类	1
2.3	车轮导向系统和转向	11	1.1.2	工作原理	1
2.3.1	车轮导向系统和减震	11	1.1.3	流体动力学定律	2
2.3.2	转向	13	1.1.4	绝对流动和相对流动	3
2.4	车轮和轮胎 <sup>[29, 30]</sup>	13	1.1.5	泵和压缩机叶片的排列	3
2.4.1	车轮 <sup>[31, 32]</sup>	13	1.1.6	涡轮的叶片排列	4
2.4.2	轮胎	14	1.1.7	叶栅, 级, 机器, 装置	4
2.5	车身	15	1.2	热力学	4
2.5.1	设计方案	15	1.2.1	热力学定律	4
2.5.2	未油漆的车身	16	1.2.2	状态变化	5
2.5.3	装备	16	1.2.3	总效率	5
2.5.4	空调 <sup>[45—47]</sup>	16	1.2.4	静效率	5
2.5.5	声学	16	1.2.5	多变效率和等熵效率	6
3	弹性和行驶舒适性	18	1.2.6	机械损失	7
			1.3	工作流体	7

# 目 录

1.3.1	热状态与热量(卡路里)状态 参数的一般关系 .....	7	1.7.6	涡轮的调节 .....	27
1.3.2	理想液体 .....	7	1.8	主要部件的应力和强度 .....	27
1.3.3	理想气体 .....	7	1.8.1	旋转盘, 旋转柱 .....	28
1.3.4	真实流体 .....	9	1.8.2	挠度, 转子的临界转速 .....	29
1.3.5	液体的空化 .....	9	1.8.3	叶片的离心荷载 .....	29
1.3.6	蒸汽的冷凝 .....	9	1.8.4	作用于叶片的恒定流动力 .....	30
1.4	叶栅 .....	9	1.8.5	叶片振动 .....	30
1.4.1	叶片在叶栅上的排列 .....	9	1.8.6	机壳 .....	31
1.4.2	静叶栅和动叶栅 .....	10	1.8.7	热应力 .....	32
1.4.3	按速度变化和压强变化分类 .....	10	1.8.8	材料性质 .....	33
1.4.4	通过叶栅的真实流动 .....	11	2	水轮机 .....	34
1.4.5	叶栅设计 .....	11	2.1	概述 .....	34
1.4.6	叶栅特征参数 .....	13	2.1.1	特性 .....	34
1.4.7	叶片在叶栅上合理排列的 准则 .....	14	2.1.2	水电站 .....	34
1.4.8	叶型损失 .....	15	2.1.3	经济核算 .....	36
1.4.9	叶端损失 .....	16	2.2	冲击式水轮机 .....	36
1.5	级 .....	16	2.2.1	帕尔顿水轮机 .....	36
1.5.1	叶栅组合成级 .....	16	2.2.2	奥斯伯尔格水轮机 .....	36
1.5.2	动叶栅和静叶栅的相互影响 .....	17	2.3	反击式水轮机 .....	37
1.5.3	级的特征参数 .....	18	2.3.1	法兰西斯水轮机 .....	37
1.5.4	多级压缩机的轴向重复级 .....	19	2.3.2	卡普兰水轮机 .....	37
1.5.5	压缩机的径向重复级 .....	19	2.3.3	德里亚茨水轮机 .....	38
1.5.6	压缩机级的特征参数范围 .....	20	2.4	材料 .....	38
1.5.7	涡轮的轴流重复级 .....	20	2.5	特性曲线 .....	39
1.5.8	径流涡轮级 .....	21	2.6	极限工作状态 .....	39
1.5.9	涡轮级的特征参数范围 .....	21	2.7	径流电站和抽水蓄能电站 .....	39
1.6	机器整体设计 .....	22	3	叶片泵 .....	42
1.6.1	叶片组, 进出口机壳 .....	22	3.1	概述 .....	42
1.6.2	机器特征参数 .....	22	3.2	机型 .....	42
1.6.3	机型选择 .....	23	3.2.1	转轮 .....	42
1.7	运行状态和调节可能性 .....	24	3.2.2	机壳 .....	43
1.7.1	机器特性曲线 .....	24	3.2.3	流体 .....	43
1.7.2	压缩机不稳定工作范围 .....	25	3.2.4	材料 .....	43
1.7.3	装置的特性曲线 .....	26	3.2.5	驱动装置 .....	44
1.7.4	机器与装置联合工作 .....	26	3.3	运行特性 .....	44
1.7.5	压缩机的调节 .....	26	3.3.1	空蚀 .....	44
			3.3.2	特性曲线 .....	45

3.3.3	叶片泵的功率匹配 .....	47	7.4	轴流式压缩机 .....	74
3.3.4	轴向推力平衡 .....	48	7.5	结构 .....	74
3.4	泵的应用 .....	49	7.6	特性曲线和设计值 .....	75
4	螺旋桨 .....	52	7.7	操作方式 .....	75
4.1	引言 .....	52	7.8	设计计算 .....	76
4.2	船用螺旋桨 .....	52	7.9	性能试验 .....	79
4.3	飞机螺旋桨 .....	54	8	燃气轮机 .....	80
4.4	直升飞机转轮 .....	54	8.1	作为热机的燃气轮机 .....	80
5	费廷液力传动器 .....	55	8.2	热力学基础 .....	81
5.1	原理和结构形式 .....	55	8.2.1	理想气体可逆循环过程 .....	81
5.2	设计 .....	56	8.2.2	实际燃气轮机循环 .....	82
5.3	费廷离合器 .....	56	8.2.3	计算结果 .....	84
5.4	费廷转换器 .....	57	8.3	装置的组成部分 .....	85
6	汽轮机 .....	60	8.3.1	透平机械 .....	85
6.1	术语 .....	60	8.3.2	燃烧室 .....	86
6.2	结构形式 .....	60	8.3.3	回热器 .....	86
6.2.1	发电站透平机 .....	60	8.4	重型结构的燃气轮机及由航空推 进装置发展而成的燃气轮机 .....	86
6.2.2	工业用涡轮机 .....	64	8.5	辅助系统 .....	87
6.2.3	小型涡轮机 .....	66	8.5.1	调节 .....	87
6.3	部件结构 .....	66	8.5.2	燃料供应 .....	88
6.3.1	机壳 .....	66	8.5.3	润滑油系统 .....	89
6.3.2	阀 .....	67	8.5.4	其它辅助系统 .....	89
6.3.3	叶片组 .....	68	8.6	应用 .....	90
6.3.4	轴密封 .....	69	8.6.1	发电 .....	90
6.3.5	旋转装置 .....	69	8.6.2	管道输送 .....	90
6.3.6	轴承 .....	70	8.6.3	交通运输 .....	91
6.4	起动和运行 .....	70	8.7	运行 .....	91
6.5	调节设备, 安全设备和保护设备 ..	70	8.7.1	部分负荷运行 .....	92
6.6	设计计算 .....	71	8.7.2	特殊运行状态, 维护 .....	93
6.6.1	概述 .....	71	8.8	腐蚀、磨蚀和积垢 .....	93
6.6.2	工业用涡轮机计算 .....	71	8.9	材料 .....	94
7	涡轮压缩机 .....	72	8.10	环境污染问题 .....	95
7.1	定义和应用范围 .....	72	8.10.1	污染物质 .....	95
7.2	通风机 .....	73	8.10.2	噪声 .....	96
7.3	离心式压缩机 .....	73	8.11	特性曲线族 .....	96

# 目 录

<b>S 制造工艺</b> .....	1	3.4.5 生产安全 .....	48
1 制造工艺概述.....	2	3.4.6 自动化 .....	48
2 初次成形.....	3	4 分离 .....	50
2.1 铸造(金属)成形 .....	4	4.1 概论 .....	50
2.1.1 一般介绍 .....	4	4.2 剪切及冲裁 .....	50
2.1.2 模型与铸型 .....	6	4.2.1 系统 .....	50
2.1.3 造型方法和铸造方法 .....	8	4.2.2 工艺 .....	51
2.1.4 铸件设计准则 .....	10	4.2.3 力与功 .....	52
2.1.5 准备工作过程和后序工作 过程 .....	13	4.2.4 工件性能 .....	52
2.2 塑料成形 .....	14	4.2.5 模具 .....	53
2.2.1 压实成形 .....	14	4.2.6 特殊冲裁工序 .....	54
2.2.2 注塑成形 .....	14	4.3 用定形刀具切削 .....	55
2.2.3 挤压成形 .....	15	4.3.1 基础知识 .....	55
2.3 粉末冶金 .....	15	4.3.2 车削 .....	56
2.3.1 应用 .....	16	4.3.3 刨和插 .....	58
2.3.2 工艺 .....	16	4.3.4 钻镗削 .....	59
2.4 其它初次成形方法 .....	18	4.3.5 铣削 .....	60
2.4.1 电镀成形 .....	18	4.3.6 锯 .....	63
2.4.2 化学成形 .....	19	4.3.7 拉削 .....	63
3 金属成形 .....	19	4.3.8 切削力 .....	63
3.1 分类及引言 .....	20	4.3.9 切削用量表.....	66
3.2 金属成形理论 .....	23	4.4 用不定形刀具切削 .....	67
3.2.1 金属学理论.....	23	4.4.1 基础知识 .....	67
3.2.2 塑性理论 .....	23	4.4.2 磨削 .....	68
3.2.3 塑性力学解法 .....	23	4.4.3 珩削 .....	70
3.2.4 摩擦及润滑.....	24	4.4.4 研磨 .....	70
3.2.5 表面变化 .....	24	4.4.5 特殊加工方法 .....	71
3.3 工艺 .....	24	4.5 腐蚀 .....	71
3.3.1 体积成形 .....	24	4.5.1 概述 .....	71
3.3.2 板料成形 .....	33	4.5.2 电火花热腐蚀 .....	71
3.3.3 特殊条件下的变形 .....	37	4.5.3 化学腐蚀 .....	72
3.4 成形机械 .....	38	4.5.4 电化学腐蚀.....	72
3.4.1 锻压设备的技术参数 .....	39	4.6 拆卸、清洗、抽气 .....	73
3.4.2 行程限定的锻压设备 .....	39	4.7 剪切和落料机床 .....	75
3.4.3 力量限定的锻压设备 .....	43	4.8 金属切削机床 .....	76
3.4.4 能量限定的锻压设备 .....	45	4.8.1 车床 .....	76
		4.8.2 钻镗床 .....	88

4.8.3	铣床 .....	92	9	机床零件 .....	130
4.8.4	卧式镗铣床 .....	95	9.1	基础知识 .....	130
4.8.5	加工中心 .....	96	9.1.1	工件, 刀具, 工作区 .....	130
4.8.6	龙门刨床、牛头刨床和插床 .....	97	9.1.2	工作运动 .....	131
4.8.7	拉床 .....	99	9.2	驱动装置 .....	132
4.8.8	锯床和锉床 .....	100	9.2.1	原动机( 马达) .....	133
4.8.9	磨床 .....	101	9.2.2	变速装置 .....	135
4.8.10	珩床 .....	104	9.2.3	机械式进给传动件 .....	140
4.8.11	研磨机 .....	106	9.3	机床框架 .....	142
4.8.12	机床组合部件 .....	108	9.3.1	概述, 负荷分布 .....	142
5	连接 .....	110	9.3.2	静刚度和动刚度 .....	142
5.1	概况 .....	110	9.3.3	框架件的结构设计 .....	143
5.2	焊接机和钎焊机 .....	110	9.4	导轨 .....	144
5.2.1	电弧焊接机 .....	111	9.4.1	直线导轨 .....	144
5.2.2	电阻焊接机 .....	113	9.4.2	回转运动导承, 轴承 .....	147
5.2.3	钎焊装置 .....	113	9.5	机床控制器 .....	150
6	表面涂层 .....	114	9.5.1	导论 .....	150
7	改变材料特性的方法 .....	115	9.5.2	控制媒体 .....	152
8	特殊表面加工方法 .....	116	9.5.3	采用模拟存储器的程序控 制器 .....	155
8.1	螺纹加工 .....	116	9.5.4	采用数字存储器的程序控 制器 .....	156
8.1.1	螺纹车削 .....	116	10	生产管理和工厂管理 .....	162
8.1.2	螺纹梳刀车削 .....	116	10.1	生产准备 .....	163
8.1.3	板牙切螺纹 .....	116	10.1.1	生产工艺计划 .....	163
8.1.4	丝锥攻螺纹 .....	117	10.1.2	生产控制 .....	166
8.1.5	螺纹旋风铣削 .....	117	10.2	制造系统 .....	168
8.1.6	螺纹铣削 .....	117	10.2.1	“制造”系统 .....	168
8.1.7	螺纹磨削 .....	118	10.2.2	物料搬运功能的 自动化 .....	169
8.1.8	螺纹电火花加工 .....	118	10.2.3	强制节拍流水线和自动化 生产线 .....	170
8.1.9	螺纹碾压 .....	119	10.2.4	柔性制造系统 .....	171
8.1.10	螺孔挤压 .....	119	10.3	质量工程 .....	171
8.1.11	螺管撑压 .....	119	10.3.1	质量工程的任务 .....	171
8.2	齿轮加工 .....	120	10.3.2	几何量的测量器具 .....	172
8.2.1	正齿轮加工 .....	120	10.3.3	质量保证用的统计 方法 .....	172
8.2.2	蜗杆加工 .....	125			
8.2.3	蜗轮加工 .....	127			
8.2.4	锥齿轮加工 .....	128			

## 目 录

10.4	经营成本计算	172	2.4.1	电动机	26
10.4.1	经营成本计算基础	172	2.4.2	电气辅助设备	27
10.4.2	费用类型计算	173	2.4.3	柴油发动机	27
10.4.3	费用发生地点计算和经营 结算单	173	2.4.4	液压传动	27
10.4.4	机械设备小时费用计算	174	2.4.5	气动传动	27
10.4.5	产品成本计算	175	2.5	起重机构架	27
10.5	劳动科学的基础知识	176	2.5.1	概述	27
11	附录 S: 图与表	179	2.5.2	钢结构架的基本原则	27
			2.5.3	起重设备的验收检验	30
T	起重运输技术	1	2.6	起重机形式	30
1	基础	2	2.6.1	桥式起重机	30
1.1	定义	2	2.6.2	壁式起重机	36
1.2	基本的输送方法	2	2.6.3	门式起重机	36
1.2.1	间断输送方法	2	2.6.4	装卸桥	37
1.2.2	连续输送方法	3	2.6.5	缆索起重机	39
1.2.3	用无轨输送机械和有轨车辆的 输送	3	2.6.6	回转起重机	40
2	起重机与起重设备	3	3	连续输送机	50
2.1	结构零件	3	3.1	输送原理, 分类, 生产能力	50
2.1.1	链条	3	3.2	牵引和承载机构一体化的连续输送 机(带式输送机)	50
2.1.2	绳索	4	3.2.1	输送带种类	50
2.1.3	滑轮与卷筒	8	3.2.2	计算基础	51
2.1.4	心轴, 转轴, 轴承	10	3.2.3	结构元件和部件	55
2.1.5	起重机轨道与行走轮	10	3.3	牵引和承载构件分开的连续 输送机	59
2.1.6	逆止器和制动器	12	3.3.1	链节式输送机	59
2.1.7	攫物装置	17	3.3.2	螺旋输送机	64
2.2	成批制造的起重工具	20	3.4	没有牵引机构的连续输送机, 有能量 输入(振动输送机)	65
2.2.1	起重葫芦	20	3.4.1	摆动溜槽	65
2.2.2	手动绞车	22	3.4.2	振动输送机	66
2.3	电动卷扬机和起升机构	23	3.5	没有牵引机构, 没有能量输入的连续 运输机(重力输送机)	67
2.3.1	电机功率	23	3.5.1	溜槽	67
2.3.2	吊件货的卷扬机	23	3.5.2	辊道	68
2.3.3	抓斗卷扬机	24	3.6	流体输送机	68
2.3.4	起重小车	25	3.6.1	气力输送	68
2.3.5	特殊结构	26			
2.4	驱动机与附件	26			

3.6.2	水力流输送	69	U	电机工程	1
3.6.3	气浮法输送	69	1	电工基础	2
3.6.4	流体输送计算基础	69	1.1	电流	2
4	地面无轨输送机	71	1.1.1	热效应	3
4.1	手动运输设备	71	1.1.2	化学效应	3
4.1.1	推车	71	1.1.3	磁效应	3
4.1.2	车	71	1.1.4	磁场中的力	3
4.1.3	滚轮车	72	1.1.5	生理效应, 触电	3
4.2	机动的件货输送机	72	1.2	电路(直流)	4
4.2.1	车 W	72	1.2.1	电压和电阻, 欧姆定律	4
4.2.2	牵引车 Z	72	1.2.2	导体, 半导体, 绝缘体, 超导	4
4.2.3	叉车	73	1.2.3	功率与功	4
4.2.4	跨车与集装箱跨车	76	1.2.4	电路节点, 基尔霍夫定律	5
4.2.5	行走阻力	76	1.3	磁场	6
4.3	机动的散料地面无轨运输机	77	1.3.1	磁场的产生	6
4.3.1	斗式装载机	77	1.3.2	线圈的磁场	7
4.3.2	铲运机	77	1.3.3	磁场中的物质	7
4.3.3	推土机	79	1.3.4	磁路的欧姆定律	7
5	仓库贮存技术	81	1.3.5	磁场能量, 磁滞	8
5.1	装载单元的构成	81	1.3.6	永久磁铁	8
5.1.1	包装件	81	1.3.7	磁力	9
5.1.2	装载辅助工具	81	1.3.8	载流导线所受的力	9
5.1.3	集装箱	83	1.4	电场	10
5.2	件货仓贮技术	83	1.4.1	与磁场的相似性	10
5.2.1	仓库系统	83	1.4.2	电容器, 电容	10
5.2.2	件货仓库的结构设计(建筑物)	83	1.4.3	绝缘材料, 电击穿	11
5.2.3	仓库工具	84	1.4.4	静电力	11
5.2.4	仓库中的输送工具	85	1.4.5	电场的应用	11
5.2.5	组成发货单元的操作装置和辅助装置	86	1.5	电磁振荡	12
5.2.6	自动化	87	1.6	电压的产生	12
5.3	散料堆存技术	87	1.6.1	热电动势, 摩擦电	13
5.3.1	露天堆场	88	1.6.2	电化电动势的产生	14
5.3.2	堆存库房	88	1.6.3	电磁感应	15
5.3.3	料仓	88	1.6.4	其他技术	17
			1.7	交流电压, 交流电流	18
			1.7.1	交流电的基本定律	18

## 目 录

1.7.2	交流电路的电感	20	3.5.1	构造	41
1.7.3	交流电路的电容	20	3.5.2	矢量图	42
1.7.4	网络	21	3.5.3	运行特性,有功和无功 功率	42
1.7.5	功率	22	3.5.4	起动与同期	43
1.8	三相系统	23	3.6	三相整流子电机	43
1.8.1	星-三角接法	23	3.7	单相交流电动机	44
1.8.2	功率	24	3.7.1	整流子电动机	44
1.9	开关过程	25	3.7.2	短路转子电动机	45
1.9.1	直流电压的开关过程	25	3.8	电机的共同特性	46
1.9.2	交流电压的开关过程	27	3.8.1	运行方式(工作循环)	46
2	变压器和互感器	27	3.8.2	发热和绝缘等级	46
2.1	单相变压器	27	3.8.3	绝缘能力,试验电压,标准电 压	46
2.1.1	工作原理与等值电路	27	3.8.4	防护类型	47
2.1.2	空载和短路试验	28	3.8.5	构造形式与冷却方式	47
2.1.3	运行特性	28	3.8.6	噪音,无线电干扰	48
2.1.4	矢量图和复数符号法	29	3.8.7	标准机械量	48
2.1.5	自耦变压器	29	3.8.8	铭牌	49
2.2	电压互感器	30	3.8.9	效率	49
2.3	电流互感器	30	3.9	电动机与工作机	49
2.4	三相变压器	30	3.9.1	负荷与尺寸	49
3	电机	31	3.9.2	带负荷起动	50
3.1	发电机和电动机的运行	31	3.9.3	有大飞轮质量时的起动	50
3.2	直流电机	31	4	整流器和放大器	51
3.2.1	构造	31	4.1	电子阀	51
3.2.2	工作原理	32	4.2	变流器	52
3.2.3	工作特性	33	4.2.1	整流器,逆变器与频率变换器	52
3.3	三相电机的旋转磁场	36	4.2.2	接线	52
3.4	异步电机	37	4.2.3	电压控制	53
3.4.1	构造	37	4.2.4	自然换流的双向变流器	54
3.4.2	等值电路	37	4.2.5	无功电流	54
3.4.3	运行特性	38	4.2.6	强制换流的变流器	54
3.4.4	矢量图,圆图	39	4.2.7	整流器的应用	55
3.4.5	转速调节	39	4.2.8	闸流管的特殊构造形式	55
3.4.6	短路转子	40	4.3	放大器	55
3.4.7	单相运行和制动电路	40	4.3.1	电子放大器	55
3.4.8	滑差功率的回收	41	4.3.2	磁放大器	56
3.5	同步电机	41			

5	配电设备	56	1.1.2	测量方法	1
5.1	输电损失	57	1.2	测量误差	2
5.2	电缆与导线	57	1.2.1	测量误差的表示	2
5.2.1	构造	57	1.2.2	误差传播	2
5.2.2	负荷能力	57	1.3	特殊方法	2
5.2.3	电压降	57	1.3.1	计数	2
5.3	开关设备	58	1.3.2	检验	3
5.3.1	高压开关设备(VDE 0670)	58	1.3.3	分级,分选,配剂量	4
5.3.2	低压开关设备(VDE 0660)	58	1.3.4	标定,检定,调整	4
5.4	保护装置	59	2	电气与电子辅助手段,被测量的 变换	5
5.4.1	电网故障的种类	59	2.1	被测量的变换	5
5.4.2	过电流保护	59	2.1.1	测量传感器	5
5.4.3	短路保护	59	2.1.2	热量	9
5.4.4	保险丝	59	2.2	被测量变换器和放大器	11
5.4.5	短路电流计算(VDE 0102)	59	2.2.1	用于传递测得值的信号	11
5.4.6	选择性保护	60	2.2.2	电量放大器	11
5.4.7	过电压保护	61	2.3	测得值的采取	12
5.4.8	触电防护	61	2.3.1	模拟式仪器	12
5.4.9	爆炸防护及(矿井)瓦斯爆炸 防护	61	2.3.2	数字式仪器	13
6	电热	63	2.3.3	示波器	13
6.1	电阻加热	63	2.3.4	记录器和打印机	14
6.2	电弧加热	64	3	机械工程中的测量	15
6.2.1	电弧炉	64	3.1	压强和液面高度	15
6.2.2	电弧焊	65	3.1.1	压力计和气压计	15
6.3	感应加热	65	3.1.2	示功器	15
6.3.1	集肤效应,渗透深度	65	3.2	数量,流速和流量	16
6.3.2	表面隆起与熔料运动	65	3.2.1	称量	16
6.3.3	表面加热	65	3.2.2	(容积)流量和流速测量	17
6.3.4	电力供给	65	3.2.3	滞流仪器(动力压头器件)	17
6.4	介质加热	66	3.2.4	节流仪器(差压元件)	18
7	附录 U: 图和表	67	3.2.5	质量流量计	19
V	测量技术	1	3.3	力,转矩和转数	20
1	基本概念	1	3.3.1	测力	20
1.1	测量	1	3.3.2	转矩测量	20
1.1.1	基本定义	1	3.3.3	转数	21
			3.4	温度,湿度和热流	21