

空压工學

第六二四研究所出版

動力機械工人應知
第一分冊

前 言

为了帮助动力机械的操作工人和维修人员提高业务技术水平,以便掌握与动力机械有关的一般基础常识、动力机械通用的基础知识和专业知识,在编写过程中,以掌握三机部颁发的各级“工人技术等级标准”为依据,同时考虑到部分同志进修提高技术的需要,为此,编写了“动力机械工人应知问答”。供从事动力机械的工人学习参考。

动力机械工人应知问答“共分四个分册,编写本分册为第一分册,内容包括:热力学一般知识;气体的基本知识;气体压缩机;离心压缩机;罗茨鼓风机;空气滤清及除尘设备;液体分离及硅胶吸附设备;阀门等。

本书在编写过程中,摘录和参阅了有关书刊的内容,同时,还得到所内领导和同志们的支持和帮助,袁守均工程师做了大量校阅工作,王秋乾、吴明烈等师付在技术上给予很大帮助,王建华等同志描绘了大量附图,韦和英等同志为初稿花费了很大精力。在此仅向有关单位、所领导和同志们一并表示衷心感谢。

由于笔者的水平及接触的设备有限,特别在内容的取舍及答案的深广等方面,难免有片面和不妥之处,敬希广大读者批评指正。

编者 王润宗

1982年6月于江油

目 录

第一章 热力学基础知识

第一节 基本的热现象

- 1-1 什么是温度?它有几中表示方法? 1
- 1-2 何谓温度计,摄氏温度计是如何分度的? 2
- 1-3 什么叫热量?什么叫冷量?它的单位是什么? 2
- 1-4 什么叫比热?它的单位是什么? 3
- 1-5 气体的比热都有哪些表示方法? 4
- 1-6 什么叫热容量?它的单位是什么? 6
- 1-7 什么叫热平衡方程?它有哪些用途? 6
- 1-8 热量都有那几种传播方式? 7

第二节 内能、能的转化和守恒定律

- 1-9 什么叫内能?它和热量有什么本质上的区别? 8
- 1-10 什么叫功的热当量? 8
- 1-11 什么叫功和功率? 9
- 1-12 何谓热力学第一定律? 9
- 1-13 何谓热力学第二定律? 10
- 1-14 什么是焓? 11
- 1-15 怎样使用压—焓图? 11
- 1-16 什么叫熵? 12
- 1-17 熵有什么用途? 13

1-18	什么是热力循环?	14
1-19	什么叫热力过程? 有哪些典型的热力过程?	14
1-20	空气在等温压缩后能量如何变化? 为什么?	15

第二章 流体的基本知识

第一节 流体的压力

2-1	什么是压力? 它有几种表示方法?	17
2-2	什么叫真空和真空度?	18
2-3	压强和压力有无区别?	19
2-4	什么叫重度和比容? 它们之间有什么关系?	20
2-5	什么叫混合气体? 混合压力和各组成气体的压力是什么关系?	20
2-6	什么叫气体的静压, 动压和总压, 它们之间的关系怎样?	21
2-7	什么叫静态压力? 什么叫动态压力?	22

第二节 压缩空气的性质

2-8	空气是由哪些气体组成?	24
2-9	什么叫湿空气? 它和湿蒸气有何区别?	26
2-10	什么叫绝对湿度?	26
2-11	什么叫相对湿度? 它有什么意义? 相对湿度是怎样测量的?	27
2-12	什么叫含湿量? 含湿量是怎样计算的? 它和绝对湿度有何不同?	32
2-13	什么叫露点? 为什么露点能表示空气中的水分含量?	33

-14	什么叫饱和含量?	34
2-15	为什么空气经压缩后会有水分析出?	34
2-16	为什么温度降低会使空气中的水分析出?	35
2-17	什么叫气体的状态参数和状态方程式?	35

第三节 蒸气与气体

2-18	什么叫蒸汽? 它和气体有何不同?	37
2-19	水蒸汽有哪些特性?	37

第三章 气体压缩机

第一节 气体压缩机基本知识

3-1	何谓气体压缩机? 有何用途?	39
3-2	气体压缩机都有哪些种类?	39
3-3	什么是容积式压缩机? 它的主要用途是什么?	41
3-4	什么叫透平式压缩机? 它的主要用途是什么?	41

第二节 活塞式压缩机的工作原理与结构

3-5	活塞式压缩机是怎样分类的?	42
3-6	活塞式压缩机的型号是怎样表示的? 各代号的含义是什么?	43
3-7	活塞式压缩机的结构如何?	44
3-8	活塞式压缩机的主要技术语有哪几个, 它们的含义是什么?	47
3-9	活塞式压缩机的工作原理如何?	48
3-10	何谓压缩机的工作循环及示功图?	49

3-11	什么叫压缩机的排气量?	50
3-12	活塞压缩机的排气量是如何计算的?	51
3-13	活塞式压缩机的余隙容积是怎样组成的? 过大或过小对压缩机的工作有什么影响?	52
3-14	活塞的构造及工作原理如何?	54
3-15	活塞环的构造及工作原理如何?	56
3-16	刮油环是怎样刮油的?	59
3-17	活塞环开口热间隙是如何计算的?	60
3-18	为什么活塞环的硬度要稍高于气缸表面的硬度?	61
3-19	活塞锁的构造及工作原理如何?	62
3-20	连杆的结构及工作原理如何?	63
3-21	活塞销与活塞销座和连杆小头的配合方式如何?	66
3-22	曲轴的构造及工作原理如何?	66
3-23	为什么大多数压缩机上要装一个飞轮?	69
3-24	气阀的构造及工作原理如何?	70
3-25	填料的构造及工作原理?	75
3-26	气缸的结构及作用如何?	77

801 ... 第三节 压缩机的润滑

3-27	为什么机械会发生磨损?	83
3-28	机械润滑的简单机理是什么?	84
3-29	在压缩机中润滑油到底起什么作用呢?	86
3-30	压缩机有那些主要润滑方式?	87
3-31	何谓润滑系统? 压缩机的典型润滑系统有哪些?	88
3-32	注油器的简单工作原理及基本参数如何?	90
3-33	齿轮泵的工作原理如何?	92

- 3-34 转子泵的工作原理如何?93
- 3-35 润滑油有那些主要质量指标? 其意义如何?94
- 3-36 活塞式空气压缩机气缸用油有什么要求?97
- 3-37 压缩机油可否再生? 怎样进行再生?99
- 3-38 在使用润滑时要严格坚持过滤制度?99
- 3-39 润滑工作的五定制度包括哪些内容? 101

第四节 压缩机的操作与维护

- 3-40 活塞式压缩机启动前要做哪些工作? 102
- 3-41 活塞式压缩机的启动要点有哪些?103
- 3-42 为什么压缩机启动前气缸内不能存在压力? 103
- 3-43 压缩机的正常停车要点有哪些? 什么情况下可以紧急
停车? 104
- 3-44 为什么活塞式空压机断水要马上停车? 10
- 3-45 减荷阀和压力调节器是怎样进行工作的? 105
- 3-46 活塞式空压机在运转中一般要注意那些问题? ... 106
- 3-47 活塞式压缩机的旁通调节原理是什么?有什么优缺点?
..... 107
- 3-48 为什么活塞式压缩机每一级的压力比不能过大?...108
- 3-49 活塞式压缩机倒转能否工作? 108

第五节 压缩机的常见故障分析及修理

- 3-50 活塞式压缩机出现金属敲击声都有那些原因?.....109
- 3-51 活塞式压缩机管道为什么产生振动? 如何消除?...111
- 3-52 活塞式压缩机为什么会产生振动?如何消除?112
- 3-53 活塞式压缩机的排气量减少有哪些原因?.....113
- 3-54 活塞式压缩机功率消耗过高有哪些原因?.....114

3-55	活塞式压缩机的排气温度过高有哪些原因? 如何消除?	114
3-56	多级活塞式压缩机级间压力超过正常压力是什么原因? 怎样消除?	115
3-57	多级活塞式压缩机级间压力低于正常压力有那些原因? 怎样消除?	115
3-58	活塞式压缩机气缸发热都有那些原因? 怎样消除?	116
3-59	活塞压缩机填料漏气都有哪些原因? 如何消除?	116
3-60	齿轮油泵为什么有时打不上油, 如何处理?	117
3-61	注油器工作不正常有哪些原因?	117
3-62	润滑油中混入水分应如何处理?	118
3-63	如何判断活塞式压缩机中间冷却器泄漏?	118
3-64	在什么情况下活塞需要修理或更换?	119
3-65	活塞环槽磨损的原因有哪些? 磨损后如何进行修理?	120
3-66	活塞环断裂的原因有哪些?	120
3-67	配换活塞环时, 要注意哪些检查工作? 什么情况下应进行配换?	121
3-68	验收活塞环时有那些技术要求?	123
3-69	怎样修理连杆, 什么情况下需要更换另件?	125
3-70	怎样修理压缩机曲轴及活塞杆?	126
3-71	活塞式压缩机气阀发生故障如何判断?	127
3-72	活塞式压缩机阀片和弹簧卡住及断裂有哪些原因? 如何处理?	128
3-73	活塞式压缩机气阀的阀片行程过大或过小对压缩机的工作有什么影响?	129

3-74	活塞式压缩机气阀弹簧过硬或过软对压缩机的工作有什么影响?	130
------	------------------------------------	-----

3-75	修样修理压缩机的机体?	131
------	-------------------	-----

第四章 离心式压缩机

第一节 离心式压缩机的结构与工作原理

4-1	离心式压缩机的型号是怎样表示的?各代号的含义是什么?	140
-----	----------------------------------	-----

4-2	离心式压缩机的总体结构如何?	141
-----	----------------------	-----

4-3	离心式压缩机的工作原理?	145
-----	--------------------	-----

4-4	何谓离心式压缩机的压比?	146
-----	--------------------	-----

4-5	为什么离心式压缩机必须要有高的转速?	147
-----	--------------------------	-----

4-6	什么叫临界转速?了解临界转速有何意义?	148
-----	---------------------------	-----

4-7	离心式压缩机的性能参数是固定的吗?什么叫压缩机的特性曲线?	149
-----	-------------------------------------	-----

4-8	何谓阀门特性线?蝶阀的开度与流量的大小怎样才能适度?	149
-----	----------------------------------	-----

4-9	何谓管网的特性曲线?它与压缩机的特性有何关系?	153
-----	-------------------------------	-----

第二节 离心式压缩机的操作与调整

4-10	离心式压缩机在启动前后应注意哪些问题?	155
------	---------------------------	-----

4-11	离心式压缩机常用的流量调节方法有那几种?各有什么优缺点?	156
------	------------------------------------	-----

4-12	什么叫喘振,是什么原因造成的?如何防止?	156
------	----------------------------	-----

4-13	离心式压缩机防喘振装置是如何工作的?	158
------	--------------------------	-----

4-14	什么叫带止工况?	158
------	----------------	-----

4-15	离心式压缩机转子轴向位移有那些监视方法?	159
------	----------------------------	-----

- 4-16 润滑系统的高位油箱与辅助油泵有什么作用?……159
- 4-17 离心式压缩机并联运转有什么特点?操作时要注意什么问题?……………161
- 4-18 离心式压缩机串联运转有什么特点?……………164
- 第三节 离心式压缩机的常见故障及排除**
- 4-19 离心式压缩机轴承温度升高可能有哪些原因?如何处理?……………166
- 4-20 压缩机润滑油油温过高或过低对压缩机的工作有什么影响?应采取什么措施?……………167
- 4-21 压缩机润滑油的油压过高或过低对压缩机工作有什么影响?……………167
- 4-22 造成压缩机烧瓦有哪些原因?如何防止?……………168
- 4-23 离心式压缩机的密封漏气对压缩机的性能有什么影响?……………169
- 4-24 离心式压缩机的轴向位移是怎样产生的?如何防止发生轴向位移?……………169
- 4-25 哪些因素会影响离心机压缩机的排气量?……………171
- 4-26 离心式压缩机产生振动可能由哪些原因引起的?如何消除?……………172
- 4-27 电网电压下降对离心式压缩机的工作有什么影响?……………173
- 4-28 电网频率的变化对离心式压缩机性能有什么影响?……………175
- 4-29 压缩机冷却器水管内水垢是如何形成的?积垢后如何清除?……………175
- 4-30 那些因素影响压缩机中间冷却器的冷却效果,冷却不

好对压缩机的性能有什么影响?	176
----------------------	-----

第五章 罗茨鼓风机

第一节 罗茨鼓风机基本知识

5-1 罗茨鼓风机的型号怎样表示? 各代号的含义是什么?	177
5-2 罗茨鼓风机的型式及构造如何?	178

第二节 罗茨鼓风机的运行及维护

5-3 罗茨鼓风机的工作原理如何?	181
5-4 罗茨鼓风机开车前应做哪些准备工作?	182
5-5 罗茨鼓风机在操作上有什么特点?	183
5-6 罗茨鼓风机在什么情况下应紧急停车?	184
5-7 罗茨鼓风机的日常维护保养工作有哪些?	184
5-8 罗茨鼓风机的润滑要点有那些?	185

第三节 罗茨鼓风机的常见故障及处理方法

5-9 罗茨鼓风机产生振动原因是什么? 处理方法如何?	186
5-10 什么原因会使机器内部产生碰擦声? 其处理方法如何?	188
5-11 齿轮减速器损坏是什么原因, 其处理方法如何?	188
5-12 轴承发热的原因是什么, 其处理方法如何?	189
5-13 密封环磨损的原因是什么, 处理方法如何?	190
5-14 风量波动或不足的原因是什么, 处理方法如何?	191
D. SD型罗茨鼓风机性能规格表.	192

第六章 空气滤清及除尘设备

- 6-1 空气中有哪些杂质为什么要清除?.....196
- 6-2 常用的空气滤清设备有哪几种?.....196
- 6-3 链带式油浸空气过滤的结构及工作原理如何?..... 201
- 6-4 链带式油浸空气过滤器使用应注意什么问题?..... 203
- 6-5 链带式油浸空气过滤器维护中该注意什么?..... 203
- 6-6 链带式油浸空气过滤器经常发生什么故障?如何防止?
..... 204
- 6-7 旋风除尘器的工作原理是什么?..... 206
- 6-8 常见的空气滤清及除尘设备表.....206

第七章 液气分离及硅胶附设备

第一节 液气分离及硅胶吸附设备

- 7-1 液气分离器的作用是什么?..... 210
- 7-2 液气分离器的结构原理如何?..... 210
- 7-3 液气分离器的尺寸是根据什么确定的?..... 212

第二节 硅胶吸附设备

- 7-4 吸附器的作用是什么?..... 216
- 7-5 硅胶吸附器的结构原理如何?..... 217
- 7-6 什么叫吸附剂?对吸附剂有什么要求?.....221
- 7-7 什么是硅胶?有哪些种类?其性能如何?..... 222
- 7-8 吸附器的使用时间与工作温度有什么关系?..... 223
- 7-9 什么叫再生?再生有哪些方法?.....224

7-10	再生温度是根据什么确定的?.....	224
7-11	为什么吸附剂再生后要进行冷吹才能投入使用?...	225
7-12	吸附剂能使用多长时间? 哪些因素影响吸附剂的使用 寿命?.....	225
7-13	吸附器的尺寸是根据什么因素确定的?.....	226
7-14	气体流量变化对吸附器的工作周期有什么影响?...	227
7-15	再生温度的高低对吸附器的工作有什么影响?.....	227
7-16	吸附器充填硅胶时应注意什么问题?.....	227
7-17	吸附剂的吸附性能如何衡量? 吸附容量与哪些因素有 关?.....	227
7-18	吸附剂再生为什么出口温度先下降,然后才逐渐升高?	230
7-19	吸附器硅胶泄漏将造成什么后果? 造成泄漏的原因是 什么?如何处理?.....	231

第八章 阀 门

第一节 阀门的一般知识

8-1	什么叫阀门?它有什么用途?.....	233
8-2	阀门是怎样分类的?.....	233
8-3	什么叫阀门的公称通径?.....	242
8-4	什么叫阀门的公称压力、试验压力和工作压力?.....	243
8-5	什么叫阀门的结构长度?它有什么意义?.....	248
8-6	阀门的型号是怎样表示的?.....	249

第二节 常用阀门的结构、原理及用途

8-7	什么叫旋塞?它的用途和优点是什么?.....	257
-----	------------------------	-----

8-8	什么是球阀?它的用途和优点是什么?.....	258
8-9	什么是截止阀?它的用途和优缺点是什么?.....	259
8-10	什么是节流阀?它用途和结构特点如何?.....	260
8-11	什么是柱塞阀?它的用途和结构特点如何?.....	263
8-12	什么是闸阀?它的用途和优缺点是什么?.....	263
8-13	什么是止回阀?它的用途和结构特点如何?.....	264
8-14	什么是减压阀?它的用途和种类如何?.....	266
8-15	什么是疏水阀?它的用途和种类如何?.....	268
8-16	什么叫蝶阀?它的特点和种类如何?.....	269
8-17	什么是隔膜阀?它的工作原理和优点如何?.....	270
8-18	什么是多用阀?它的优点是什么?.....	272
8-19	什么是安全阀?它的工作原理如何?.....	272
-20	什么是液动调压器?它的用途、结构和特点如何?...	276

第三节 阀门的使用维护与修理

8-21	手动阀门操作时应注意什么?.....	278
8-22	自动阀门启用时应注意什么?.....	279
8-23	安全阀的常用术语都有哪些?安全阀的跳起值如何调整?.....	280
	中的阀门如何维护?.....	281
8-25	在使用中的阀门如何维护?.....	282
8-26	阀门一般可能发生的常见故障有哪些?其危害如何?.....	282
8-27	阀门填料函泄漏有哪些主要原因?怎样排除?.....	283
8-28	阀门关闭件泄漏有哪些主要原因?怎样排除?.....	283
8-29	阀杆升降失灵有哪些原因?怎样预防或修复?.....	286
8-30	阀体、阀盖的常见故障及修理方法如何?.....	287

8-31	阀门垫圈泄漏有哪些主要原因?怎样克服?.....	287
8-32	怎样研磨阀件?.....	288
8-33	活塞式减压阀会有哪些故障?怎样排除?.....	289
8-34	弹簧式安全阀会有哪些故障?怎样排除?.....	290
8-35	浮桶式疏水阀会有哪些故障?怎样排除?.....	290
8-36	钟形浮子式疏水阀会有哪些故障?怎样排除?.....	291
8-37	止回阀有哪些常见故障?如何排除?.....	292
8-38	何谓阀门之试压、试漏?其主要要求如何?.....	293
附录一	DA3500 DA1000 离心式压缩机开车参考操作规程.....	296
附录二	空气压缩机安全操作规程.....	311
参考资料.....		

第一章 热力学基础知识

第一节 基本的热现象

1-1 什么是温度？它有几种表示方法？

温度是表明物体冷热程度的度量。温度有三种表示方法：

(1) 摄氏温度，它是用摄氏温度计测量的温度，用 $^{\circ}\text{C}$ 表示。例如温度计测得的温度为50度，就写成 50°C 。若测得的温度为摄氏零下10度，就写成 -10°C 。

(2) 华氏温度，它是用华氏温度计测得的温度，用 $^{\circ}\text{F}$ 表示。例如用华氏温度计测得的温度为50度，就写成 50°F 。

这两种温度的换算，可用下式进行：

$$\text{华氏换算为摄氏。}^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32);$$

$$\text{摄氏换算为华氏}^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9} ^{\circ}\text{C} + 32.$$

(3) 绝对温度，这是热工学上采用的一种温度表示方法。根据分子运动的规律，温度升高，物体分子运动的速度加快；反之，温度降低物体分子运动的速度减慢。如果温度降低到摄氏零下273度（即 -273°C ），则分子运动完全停止。

热工学上把这一温度定为“绝对零度”。以绝对零度为起点划分的温度标，叫做绝对温度，用 $^{\circ}\text{K}$ 表示。

在动力厂房中，需要测量温度的地方很多，如进入制冷机的蒸汽温度，冷却水温度和冷冻机油温度等等。

1-2 何谓温度计？摄氏温度计是如何分度的？

测量物体温度的仪器叫温度计。对不同的温度计，其刻度方法应有统一的标准。通常规定在1个标准大气压下，冰融化时的温度（冰点）标为零度，水沸腾时的温度标为100度，然后在把两个刻度之间分成100等分，每一等分叫做1度。再把同样的分度延伸到零度以下和100度以上的温度范围，零度以下温度为负。这就是最常用的摄氏温度的标定方法。用 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

1-3 什么叫热量？什么叫冷量？它的单位是什么？

随温度差而转移的能量叫热量。

两个温度不同的物体相互接触时，热物体会变冷，温度降低，冷物体会变热，温度升高。这种物体内部能量变化的大小，通常用热量来度量。温度降低，说明内部能量减少，放出了热量；温度升高，说明内部能量增加，吸收了热量。冷物体相对于热物体来说，具有吸收热量的能力。在没有其它物体参与的情况下，热物体放出的热量等于冷物体吸收的热量。

“冷量”是在制冷中习惯用的一种称呼。制冷就是要获得比周围空气温度更低的温度。它相对于周围空气来说，具有吸收热量的能力。通常把低温物体相对于周围空气温度所具有的吸收热量能力的大小叫冷量。低温物体的温度越低（与周围空气的温差越大），则吸收热量的能力越大，