

职业技能鉴定培训教程

高级

制冷工

孙见君 主编 戴路玲 副主编
孙华光 主审

● 依据 **国家职业标准** 编写

● 面向 **国家职业资格** 培训



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训教程

高级

制 冷 工

孙见君 主 编
戴路玲 主 编
孙华光 主 审



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

全书共分8章,分别介绍了制冷工作业过程中涉及到的工程制图、公差配合、机械传动、流体热工等基础知识,制冷压缩机的热力性能、制冷循环的热力计算、制冷系统的自动控制、制冷系统的操作调整与节能调节专业理论,以及制冷系统的故障分析与排除、制冷系统的安装与检修和制冷系统的安全技术等内容。在阐明基础知识、工具结构、使用方法之后,进一步地描述了螺杆式压缩机组、溴化锂吸收式机组的安装过程,并运用不同修复工艺,对螺杆式压缩机、离心式压缩机、活塞式压缩机损伤零件进行修理。深入浅出,图文并茂,具有浅理论,重实用的职业教育特点。为方便读者自我检查学习效果,本书附有模拟试题及答案。

本书可作为从事制冷行业安装、使用、维修、管理等各类技术工人进行制冷工职业技能考评的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

制冷工(高级)/孙见君主编. —北京:化学工业出版社,2006.5

职业技能鉴定培训教程

ISBN 7-5025-8679-2

I. 制… II. 孙… III. 制冷工程-职业技能鉴定-教程 IV. TB6

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第048848号

丛 书 名 职业技能鉴定培训教程
书 名 制冷工(高级)
主 编 孙见君
副 主 编 戴路玲
主 审 孙华光
责任编辑 李玉晖 辛 田
责任校对 洪雅姝
封面设计 于 兵

出版发行 化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心
地 址 北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029
购书咨询 (010)64982530
(010)64918013
购书传真 (010)64982630
网 址 <http://www.cip.com.cn>
经 销 新华书店北京发行所
印 刷 大厂聚鑫印刷有限责任公司
装 订 三河市万龙印装有限公司
开 本 720mm×1000mm 1/16
印 张 21 1/4
字 数 401千字
版 次 2006年7月第1版 2006年7月北京第1次印刷
书 号 ISBN 7-5025-8679-2
定 价 35.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前言

当今世界已步入知识经济和市场经济时代,企业生存与发展越来越多地依靠先进的生产力和高素质复合型人才。在技术密集型企业中将新技术、新工艺、新设备广泛应用并迅速转化为优质产品,需要大批高智能技术工人的有效劳动。因此培养高素质的技术工人、技师已成为企业的当务之急,成为全社会共同关心的大事。

制冷装置是生产力发展的产物,随着人民生活水平的提高,以及生产技术的进步,这种装置已得到了广泛的应用。作为机电一体化的典范,制冷装置集设备、工艺和自动控制于一身。技术工人作为生产一线的一支重要力量,对保证制冷装置的正常运行,起着举足轻重的作用。

本书依据国家职业标准《制冷工》编写而成。本书尝试把工程制图、公差配合、机械传动和制冷设备安装、修理联系起来,把热工、热力学、流体力学理论与制冷技术紧密结合,全面地分析制冷操作技能。

全书共分8章,分别介绍了制冷工作业过程中涉及到的工程制图、公差配合、机械传动、流体热工等基础知识,对制冷压缩机的热力性能、制冷循环的热力计算、制冷系统的自动控制、制冷系统的操作调整与节能调节专业理论,以及制冷系统的故障分析与排除、制冷系统的安装与检修、制冷系统的安全技术等内容也做了详细介绍。在阐明基础知识、工具结构、使用方法之后,进一步地描述了螺杆式压缩机组、溴化锂吸收式机组的安装过程,并运用不同修复工艺,对螺杆式压缩机、离心式压缩机、活塞式压缩机损伤零件进行修理。本书具有浅理论、重实用的职业教育特点,对提高制冷工的技术理论水平和实际操作技能会有很大帮助,适合企业高级制冷工的培训,也可供高等职业技术学院制冷与空调专业师生及有关工程技术人员参考。

本书是江苏省高等教育教学改革研究课题“高等职业类制冷技术人才培养模式研究与实践”成果之一,得到了江苏省教育厅的大力支持。本书由孙见君、戴路玲、魏龙、张国东共同编写。戴路玲编写第1章;魏龙编写第2章、第4章和第8章;张国东编写第3章;孙见君编写第5章、第6章和第7章。全书由孙见君统稿。本书由扬子石化公司孙华光高级工程师担任主审。

在本书编写过程中,得到了南京化工职业技术学院全琴、程襄武、奚毓敏、李燕及无锡商业职业技术学院林钢等老师的大力帮助,在此一并表示感谢。

限于作者的水平，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

孙见君 于南京

2006年2月

目录

第 1 章 基础知识	1
1.1 工程制图基础知识	1
1.1.1 装配图	1
1.1.2 轴测图	8
1.1.3 制冷工艺图、施工图	12
1.2 公差配合基础知识	17
1.2.1 配合的基本知识	17
1.2.2 公差配合在图样上的标注	21
1.2.3 形位公差的一般知识	22
1.3 机械传动知识	25
1.3.1 带传动	25
1.3.2 齿轮传动	30
1.3.3 常用连接	35
1.4 流体热工基础知识	43
1.4.1 流体力学的基本知识	43
1.4.2 蒸发器中的传热	50
1.4.3 冷凝器中的传热	52
1.4.4 CFCs 制冷剂的禁用、限用和制冷剂的替代	54
1.4.5 制冷负荷的计算	56
复习思考题	66
第 2 章 制冷压缩机的热力性能	68
2.1 活塞式制冷压缩机的热力性能	68
2.1.1 活塞式制冷压缩机的工作循环	68
2.1.2 活塞式制冷压缩机的性能参数及计算	70
2.1.3 活塞式制冷压缩机的性能曲线与工况	76
2.2 螺杆式制冷压缩机的热力性能	79
2.2.1 螺杆式制冷压缩机的工作过程	79
2.2.2 螺杆式制冷压缩机的性能参数及计算	82
2.2.3 螺杆式制冷压缩机的性能曲线与工况	87
2.3 离心式制冷压缩机组的性能曲线	88

2.3.1 离心式制冷压缩机的性能曲线	88
2.3.2 冷凝器和蒸发器的性能曲线	89
2.3.3 压缩机与制冷设备的联合工作特性	90
复习思考题	92
第3章 制冷循环的热力计算	93
3.1 蒸气压缩式制冷循环的热力计算	93
3.1.1 单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算	93
3.1.2 双级蒸气压缩式制冷循环的热力计算	96
3.2 溴化锂吸收式制冷循环的热力计算与新型机组的制冷循环	99
3.2.1 溴化锂吸收式制冷循环的热力计算参数	99
3.2.2 蒸汽型溴化锂吸收式制冷循环的热力计算	103
3.2.3 溴化锂吸收式制冷新型机组的制冷循环	111
复习思考题	118
第4章 制冷系统的自动控制	120
4.1 自动控制的基本知识	120
4.1.1 制冷装置自动控制的内容	120
4.1.2 自动控制系统的组成及其质量指标	121
4.1.3 自动控制系统构成环节的特性	126
4.1.4 计算机控制系统简介	134
4.2 制冷系统基本控制回路	138
4.2.1 制冷压缩机的安全保护控制	138
4.2.2 氨泵系统的自动控制	142
4.2.3 蒸发器的控制	145
4.2.4 冷凝压力的自动控制	157
复习思考题	160
第5章 制冷系统的操作调整与节能调节	162
5.1 制冷系统的操作调整	162
5.1.1 制冷系统的运行参数分析和正常运行标志	162
5.1.2 制冷系统的操作调整	169
5.2 制冷系统的节能调节	176
5.2.1 蒸发温度的变化与制冷量、功耗的关系	176

5.2.2	冷凝温度的变化与制冷量、功耗的关系	178
5.2.3	节能的措施	179
	复习思考题	185
第 6 章	制冷系统的故障分析与排除	186
6.1	制冷机组运行中故障的早期发现与分析	186
6.1.1	故障判断方法	186
6.1.2	故障处理的基本程序	187
6.2	制冷压缩机的故障分析与排除方法	191
6.2.1	活塞式制冷压缩机的故障分析与排除方法	191
6.2.2	螺杆式制冷压缩机的故障分析与排除方法	195
6.2.3	离心式制冷压缩机的故障分析与排除方法	197
6.3	制冷系统的故障分析与排除方法	199
6.3.1	氨制冷系统的故障分析与排除方法	199
6.3.2	氟里昂制冷系统的故障分析和排除方法	204
6.3.3	溴化锂吸收式制冷机组的故障分析与排除方法	207
	复习思考题	213
第 7 章	制冷系统的安装与检修	215
7.1	制冷机组的安装	215
7.1.1	螺杆式冷水机组的安装	215
7.1.2	溴化锂吸收式制冷机组的安装	221
7.2	制冷压缩机的检修	225
7.2.1	零件损伤的原因及磨损规律	225
7.2.2	机械拆装基本工艺	228
7.2.3	活塞式制冷压缩机的检修	234
7.2.4	螺杆式制冷压缩机的检修	245
7.2.5	离心式制冷压缩机的检修	249
7.3	其他制冷设备的检修	256
7.3.1	制冷设备检修的时间与内容	256
7.3.2	制冷设备检修前对制冷剂的处理	257
7.3.3	蒸发器、冷凝器的检修	259
7.3.4	其他设备和系统管道的检修	263

7.3.5	制冷系统中阀件的检修	267
7.3.6	泵与风机的检修	271
7.4	溴化锂吸收式制冷系统的检修	275
7.4.1	溴化锂吸收式制冷机组的检修	275
7.4.2	屏蔽泵的检修	279
7.4.3	辅助设备的检修	282
7.5	常用检修工具	283
7.5.1	管工工具	283
7.5.2	钳工工具	286
7.5.3	量具	289
	复习思考题	290
第8章	制冷系统的安全技术	292
8.1	安全技术 in 制冷系统中的意义	292
8.1.1	制冷系统中的安全技术	292
8.1.2	压力容器的基本知识	293
8.2	制冷系统中的安全装置	295
8.2.1	压力监视及其安全设备	295
8.2.2	温度监视及其安全设备	296
8.2.3	液位监视及其安全设备	297
8.2.4	电气参数的监视及其安全设备	297
8.2.5	其他安全防护设施及运行中注意事项	297
8.3	压力容器安全管理和定期检验	298
8.3.1	压力容器的安全管理	298
8.3.2	压力容器定期检验	298
8.4	制冷系统的安全操作	299
8.4.1	阀门的安全操作	299
8.4.2	设备的安全操作	300
8.4.3	设备与管道检修的安全操作	301
8.4.4	充灌制冷剂的安全操作	301
8.4.5	制冷剂钢瓶的安全操作	302
8.4.6	事故预防和紧急救护	303

复习思考题.....	307
附录一 模拟试题与参考答案.....	308
附录二 常用制冷剂的热力性质表和图.....	325
参考文献.....	336

制冷工是一个既具有一定专业知识,又需要了解工程图学、机械加工、流体力学与热工等基础知识的工种。要成为一名优秀的制冷工,需要有相关方面知识的支撑。

本章主要介绍工程制图、公差配合、机械传动和热工等基础理论。

1.1 工程制图基础知识

作为制冷工,应对制冷设备的结构、安装要求、维修方法有一定的了解,看懂装配图及其技术条件是了解上述要求的必要条件。轴测图则是制冷流程图常采用的设备绘制方法,而制冷工艺图表示制冷生产过程的示意性图样。它们均对制冷设备的工艺安装和工艺设计有重要作用。

1.1.1 装配图

任何机器和部件都是由许多零件按一定的要求装配而成的,表达这些零件的装配连接关系和机器(部件)结构特征的图样称为装配图。装配图表达了机器的结构和原理,是装配、调整和维修的重要技术资料。

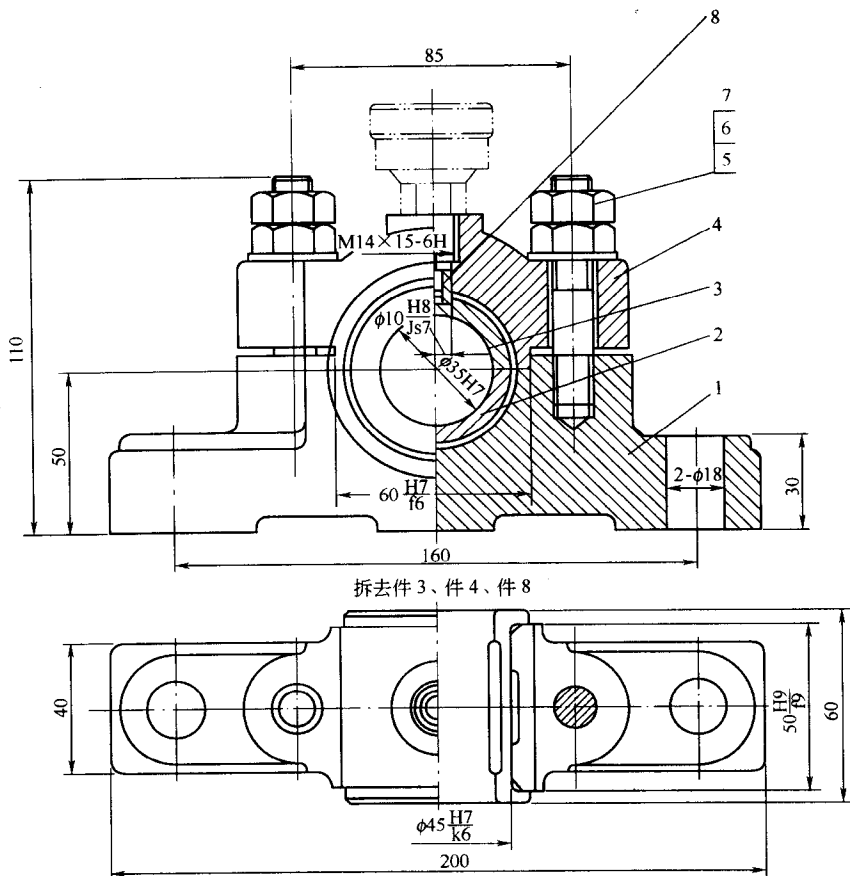
(1) 装配图的内容与种类

和零件图一样,装配图也是按正投影的原理和国家标准的有关规定画出的。但由于装配图的内容和在生产中的作用与零件图不同,所以装配图的表达方法和尺寸注法等都有它自己的特点。从图 1-1 滑动轴承装配图可以看出,一张完整的装配图一般应包括以下基本内容。

① 一组视图(包括视图、剖视、剖面等表达方法) 用一组视图清晰地表达出机构或机器的装配组合情况及各零件间的相互位置关系、连接方式和配合性质,并能从图中分析了解到机器或部件的工作原理、传动路线以及使用性能等。

② 标注有尺寸 这些尺寸用以表达机器或部件的规格、性能及装配、安装、总体大小及其他重要尺寸。

③ 注明技术要求 用符号和文字说明整个机器或部件的装配、调试、检验、安装和使用等方面的要求。



技术要求

1. 轴瓦和轴承座用着色法检查接触情况。下轴瓦与轴承座接触面不得小于整个面积的 50%，上轴瓦与轴承盖接触面积不得小于 40%。
2. 调整试转后，零件用煤油情况，工作面涂一层薄干油。

8	销套	1	45	
7	螺母 M12	4		GB/T6170—1986
6	螺柱 M12×70	2		GB/T898—1988
5	垫圈 12	2		GB/T197.1—1985
4	轴承盖	1	HT150	
3	上轴衬	1	ZCuAl10Fe3	
2	下轴衬	1	ZCuAl10Fe3	
1	轴承座	1	HT150	
序号	名称	数量	材料	备注
滑动轴承		比例 1:2	第 1 张	
		重量	共 1 张	
制图				
审核				

图 1-1 滑动轴承装配图

④ 标题栏、明细栏 在装配图中,既有标题栏说明机器或部件的名称,还有图样的比例、每种零件的编号,并按这个编号在标题栏上方画出各零件的明细表,用以说明组成机器或部件的零件名称、材料和数量等。

一台复杂的机器,总是分成许多部件,表达一个部件的图样,称为部件装配图。如果一张图样是表达由许多部件及零件组成的一台完整的机器,则称为总装配图。

(2) 装配图的表达方法

装配图要正确、清晰地表达装配体的结构和其中主要零件的结构形状。装配图主视图的选择,一般应符合装配体的工作位置,并要求尽量多地反映装配体的工作原理和零件之间的装配关系。国家标准中对装配图表达方法又做了一些其他规定。

① 装配图的规定画法

a. 相邻两零件的接触面或配合表面间只画一条线,而非接触面、非配合表面,即使间隙很小,也必须画两条线。

b. 同一零件在不同视图中,剖面线的方向和间隔应保持一致;相邻两零件的剖面线倾斜方向应相反,如图 1-1 中零件 1 与 4;若相邻零件多于两个时,剖面线应间隔不等,以便区分不同的零件。

c. 在装配图上作剖视时,当剖切面通过标准件(螺母、螺钉、键、销等)和实心件(轴、杆、柄等)的基本轴线时,这些零件按不剖绘制,如图 1-1 主视图上半剖视图中的螺母、垫圈、双头螺柱。而当剖切平面垂直于这些零件的轴线时,则应按剖开绘制。

② 装配图的特殊表达方法

a. 拆卸画法 在某视图上已表达清楚的零件,如在另一视图上重复出现,可假想将该零件拆去不画。如图 1-1 的俯视图,是将轴承盖、上轴衬等沿对称轴线拆去一半后画出的。对于拆去零件的视图,可在视图上方标注“拆去件×、×、×……”。

b. 假想画法 对于与该部件相关联但不属于该部件的零(部)件,可用双点画线画出其轮廓,以表达该部件的装配关系和工作原理,如图 1-1 中的油杯。对于某零件在装配体中的运动范围或极限位置,也可用双点画线画出其轮廓,如图 1-2 所示。

c. 展开画法 为了展示传动机构的传动路线和装配关系,可假想按传动顺序沿轴线剖切,然后依

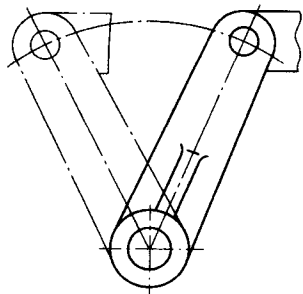


图 1-2 运动零件的极限位置

次将弯折的剖切面伸直, 展开到与选定投影面平行的位置, 再画出其剖视图。

d. 简化画法

i. 对于同一规格、均匀分布的螺栓、螺母等连接件或相同的零件图, 允许只画一个或一组, 其余用中心线或轴线表示其位置, 如图 1-3(a) 所示。

ii. 零件上的某些较小的工艺结构, 如倒角、倒圆、退刀槽等可省略不画。六角螺栓头部及螺母, 因倒角而产生的曲线也可省略不画, 如图 1-3(b) 所示。

iii. 对于滚动轴承、密封圈、油封等, 可仅画出对称图形的一半, 另一半画出其外廓, 并在其中画交叉的细实线, 如图 1-3(b) 中滚动轴承的画法。

e. 夸大画法 对于薄、细、小间隙, 以及斜度、锥度很小的零件或部位, 可以适当地加厚、加粗、加大画出; 对于厚度或直径小于 2mm 的薄、细零件或部位的剖面, 可用涂黑代替剖面线, 如图 1-3(b) 中端盖与箱体凸台之间的垫片画法。

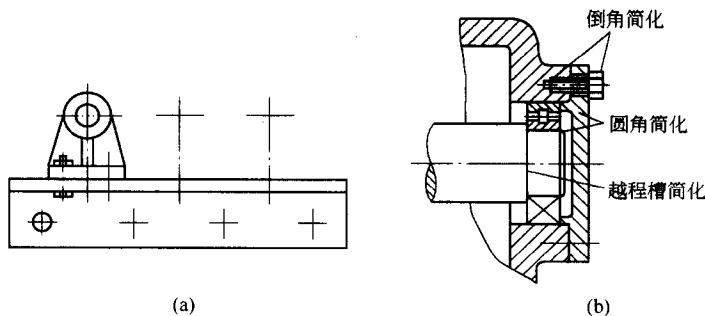


图 1-3 简化画法

(3) 装配图的尺寸标注、零件编号及明细栏

① 尺寸标注 装配图应注有以下几类尺寸。

a. 性能尺寸。这类尺寸表明装配体的性能和规格大小。如图 1-1 中轴承孔的直径 $\phi 35$ 反映所支承的轴的直径大小。

b. 装配关系尺寸。表明装配体上相关零件之间的装配关系。如图 1-1 中的配合尺寸 $\phi 35H7/f6$, 主要轴线的定位尺寸 $\phi 35H7$ 孔的中心高 50。

c. 安装尺寸。如图 1-1 中轴承座上两安装孔的直径 $\phi 18$ 和两孔中心距 160。

d. 总体尺寸。如图 1-1 中总长 200, 总宽 60, 总高 110。

② 零件编号和明细栏 为了便于看图和生产管理, 对组成部件的所有零件, 应在装配图上编写序号, 并在标题栏上方编制相应的明细栏, 如图 1-1 所示。

(4) 装配图的画法

装配图的形成，一是对新产品的构思而绘制的装配图；一是通过对现有机器（部件）进行测绘而绘制的装配图。选择主视图，确定视图数量和剖视方法等，是绘制装配图的关键。现以滑动轴承为例，介绍装配图的绘制方法与步骤，如图 1-4 所示。

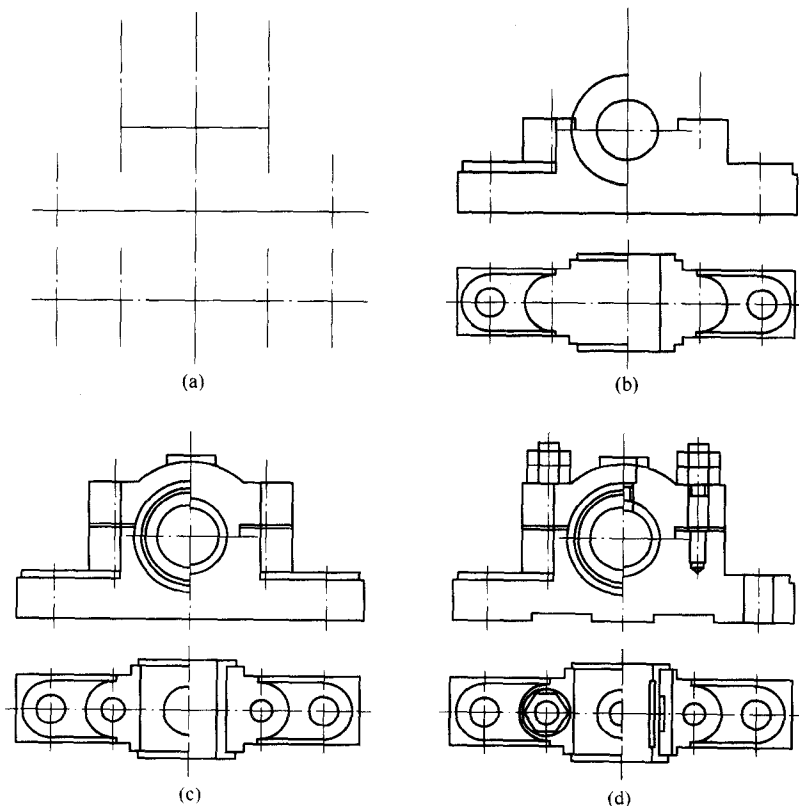


图 1-4 滑动轴承装配图画图步骤

① 定比例、选图幅、合理布局。画图的比例及图幅大小，应根据装配体的大小、复杂程度及所确定的表达方案而定，还要考虑尺寸标注、编注序号、明细栏等所占的位置大小。视图的布局通过画装配体的基准面、基准线来安排，如图 1-4(a) 所示。

② 依次画主要件和较大零件的轮廓，如图 1-4(b)、(c) 所示。画每一零件时，均应在各视图中按各部分对应关系同时进行。

③ 画其他零件及各零件的细节部分，按事先确定的方案画出剖视部分或其他图形，如图 1-4(d)。

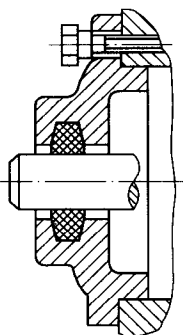


图 1-5 毡圈式密封

④ 检查所画视图，加深图线，标注尺寸和注写技术要求，编排零件序号，填写标题栏和明细栏。完成的装配图如图 1-1 所示。

⑤ 对完成的装配图进行全面校核。

制冷设备中常用到密封结构，以防止液体或气体的渗漏。其结构一般分为三种形式：一是毡圈式密封，如图 1-5 所示，在轴孔内加工出一个梯形截面的环槽，槽内放入毛毡圈或橡胶圈，靠圈的弹性紧贴在轴上而起到密封作用；二是填料式密封结构，如图 1-6 所示，填料被压盖压紧时即可达到密封的目的；三是垫片密封，如图 1-7 所示，为了防止液体或气体从两零件结合面渗漏，常采用这种方法。

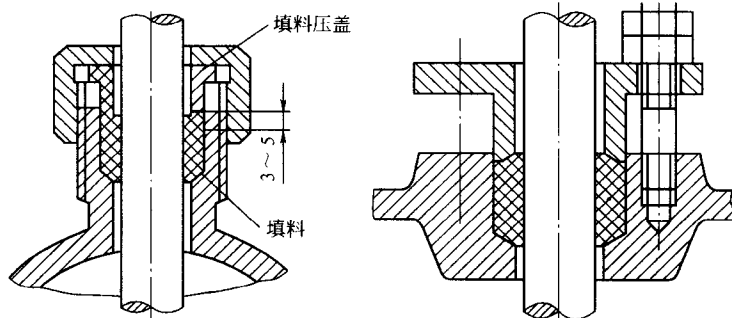


图 1-6 填料式密封

(5) 装配图的识读

在使用和维修设备过程中，需先看懂装配图才能进行工作。按照人们的认识规律，识读装配图的方法可大致分为概括了解、深入分析和归纳总结三个阶段。现以图 1-8 旋塞的装配图为例，说明识读装配图的具体方法和步骤。

① 概括了解。首先看标题栏、明细表及有关说明。了解装配体的名称、性能、功用、零件种数及大致组成情况。如有设备简图的说明，应通过说明了解装配体在整个设备中的位置及其相连接部分的关系。从标题栏中可知本部件为旋塞，从特性尺寸 260、230、 $\phi 160$ 、 $\phi 60$ 等可了解其大小。结合实践经验和产品说明书，可了解它的规格、用途和适用条件。该旋塞安装在管道中，用来控制流体的流量。阅读明细表并对照序号，可知它由 11 种零件组成，其中两种为标准件。

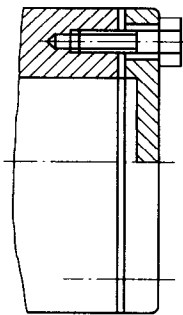


图 1-7 垫片密封

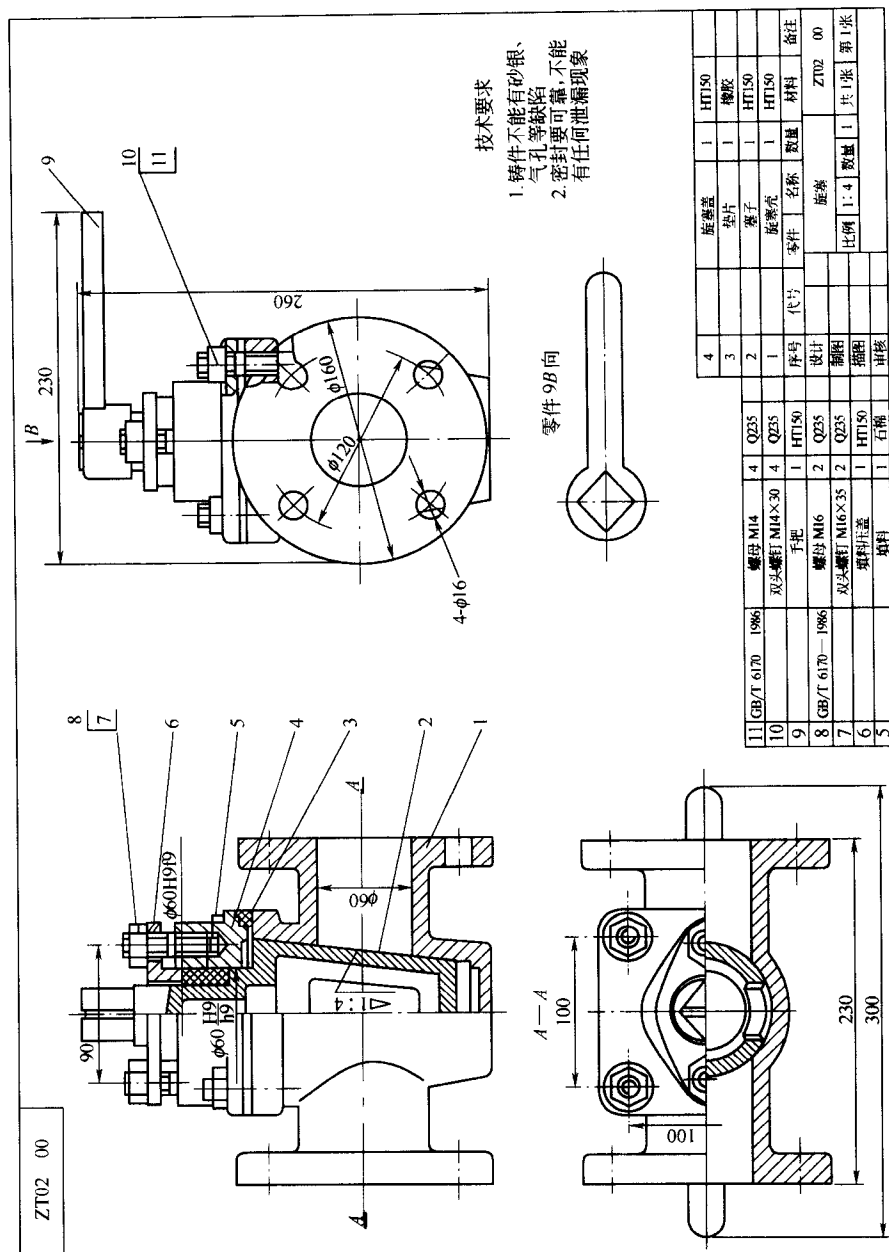


图 1-8 旋塞的装配图