



国家职业资格培训教程 用于国家职业技能鉴定

制冷工

(第2版)

中国就业培训技术指导中心组织编写

(中级)

 中国劳动社会保障出版社

内 容 简 介

本书由中国就业培训技术指导中心按照标准、教材、题库相衔接的原则组织编写,是国家职业技能鉴定推荐辅导用书。书中内容根据《国家职业技能标准·制冷工》(2009年修订)要求编写,是中级制冷工职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书介绍了中级制冷工应掌握的技能要求和相关知识,涉及开停机,巡检,补充与排放制冷剂,调整运行参数,处理制冷压缩机、电气系统和辅助设备故障,维护制冷压缩机和辅助设备等内容。

国家职业资格培训教程——制冷工系列

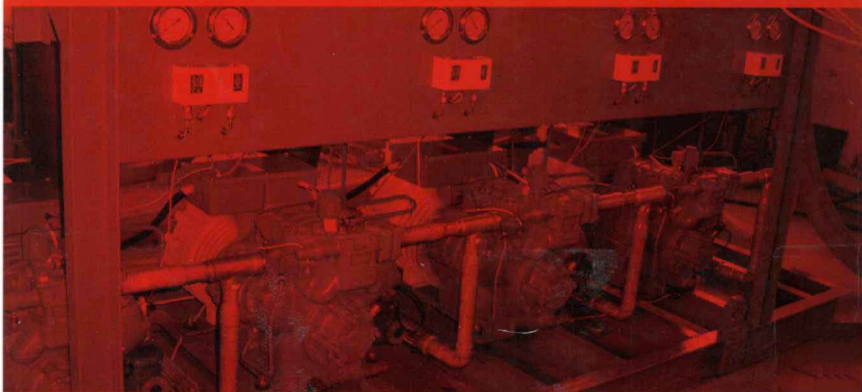
◎制冷工(基础知识)(第2版)

◎制冷工(初级)(第2版)

●制冷工(中级)(第2版)

◎制冷工(高级)(第2版)

◎制冷工(技师)(第2版)



策划编辑/张 安
责任编辑/许 可
责任校对/费学琦
封面设计/刘林林
版式设计/朱 峰

ISBN 978-7-5045-8702-2



9 787504 587022 >

定价: 21.00 元



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING

GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

制冷工

(中级)

第2版

编审委员会

主任	刘康				
副主任	张亚男				
委员	孙儒本	张志林	王玉璋	张青磊	邵小英
	李伟杰	时阳	贺小营	程花蕊	刘群生
	王晓冬	董生怀	杜鹃丽	周丹	胡春霞
	李春艳	王岚	陈国智	陈利平	张懿
	刘利海	薛永飞	左福亮	陈蕾	张伟

主编	刘群				
副主编	贺小营	聂蕾			
编者	王晓冬	时阳	贺小营	周丹	薛永飞
	车福亮	马月英	李修霞		
主审	程花蕊				
审稿	胡春霞				



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷工：中级/中国就业培训技术指导中心组织编写. —2版. —北京：中国劳动社会保障出版社，2010

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-5045-8702-2

I. ①制… II. ①中… III. ①制冷工程-技术培训-教材 IV. ①TB6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 204069 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.75 印张 186 千字
2010 年 10 月第 2 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

定价：21.00 元

读者服务部电话：010-64929211/64921644/84643933

发行部电话：010-64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010-80497374

前 言

为推动制冷工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在制冷工从业人员中推行国家职业资格证书制度，中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业技能标准·制冷工》（2009年修订）（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了制冷工国家职业资格培训系列教程（第2版）。

制冷工国家职业资格培训系列教程（第2版）紧贴《标准》要求，内容上体现“以职业活动为导向、以职业能力为核心”的指导思想，突出职业资格培训特色；结构上针对制冷工职业活动领域，按照职业功能模块分级别编写。

制冷工国家职业资格培训系列教程（第2版）共包括《制冷工（基础知识）》《制冷工（初级）》《制冷工（中级）》《制冷工（高级）》《制冷工（技师）》5本。《制冷工（基础知识）》内容涵盖《标准》的“基本要求”，是各级别制冷工均需掌握的基础知识；其他各级别教程的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

本书是制冷工国家职业资格培训系列教程（第2版）中的一本，适用于对中级制冷工的职业资格培训，是国家职业技能鉴定推荐辅导用书，也是中级制冷工职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书由郑州牧业工程高等专科学校刘群生任主编，郑州牧业工程高等专科学校贺小营、河南省职业技能鉴定指导中心聂蕾任副主编；郑州牧业工程高等专科学校程花蕊任主审，郑州轻工业学院胡春霞任审稿。各章节的编写分工为：郑州牧业工程高等专科学校刘群生编写了第1章、第2章；郑州牧业工程高等专科学校贺小营、周丹，河南省职业技能鉴定指导中心聂蕾、马月英、李修霞，郑州市外贸畜产品加工厂王晓冬，郑州轻工业学院时阳，河南工程学院薛永飞，河南省亿鑫空调工程技术有限公司车福亮编写了第3章。

本书在编写过程中得到河南省亿鑫空调工程技术有限公司、郑州博豪人工环境设备有限公司等单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢。

中国就业培训技术指导中心

目 录

CONTENTS

国家职业资格培训教程

第 1 章 操作与调整制冷系统	(1)
第 1 节 开停机	(1)
学习单元 1 确定制冷压缩机运行台数	(1)
学习单元 2 制冷压缩机的能量调节	(4)
第 2 节 巡检	(11)
学习单元 1 检查电动机温升	(11)
学习单元 2 检查接触器、继电器等器件	(15)
第 3 节 补充与排放制冷剂	(23)
学习单元 1 补充制冷剂	(23)
学习单元 2 排出制冷剂	(32)
学习单元 3 紧急排泄制冷剂	(41)
第 4 节 调整运行参数	(45)
学习单元 1 油压及油压差调整	(45)
学习单元 2 调整时间继电器	(49)
学习单元 3 调整温度继电器	(53)
学习单元 4 调整冷间和载冷剂温度	(59)
学习单元 5 设定自动化制冷装置	(61)
思考题	(70)

第2章 处理制冷系统故障	(71)
第1节 处理制冷压缩机故障	(71)
学习单元1 检查制冷压缩机加载情况	(71)
学习单元2 排除油压不正常故障	(75)
学习单元3 处理制冷压缩机异常声响故障	(77)
第2节 处理电气系统故障	(84)
学习单元1 排除断路、短路等故障	(84)
学习单元2 更换交流接触器等器件	(89)
学习单元3 更换加热器	(95)
第3节 处理辅助设备故障	(100)
学习单元1 排除系统堵塞故障	(100)
学习单元2 更换截止阀和止回阀	(107)
思考题	(112)
第3章 维护制冷系统	(113)
第1节 维护制冷压缩机	(113)
学习单元1 对制冷压缩机抽真空	(113)
学习单元2 维护更换过滤器	(120)
学习单元3 校正联轴器的同轴度	(125)
学习单元4 拆装和更换油泵	(132)
学习单元5 清洗油冷却器	(136)
学习单元6 更换起动机冷却液	(140)
第2节 维护辅助设备	(147)
学习单元1 维护泵与风机	(147)
学习单元2 修补防潮隔汽层、隔热层	(155)
思考题	(164)
参考文献	(165)

第1章

操作与调整制冷系统

第1节 开停机



学习单元1 确定制冷压缩机运行台数



学习目标

- 熟悉影响制冷系统冷负荷的因素
- 掌握制冷量与冷负荷之间匹配的关系
- 熟悉影响冷凝器热负荷的因素
- 能根据冷负荷确定制冷压缩机运行台数



知识要求

一、影响制冷系统冷负荷的因素

1. 环境温度的影响

在其他因素不变的情况下，环境温度越高，制冷系统冷负荷越大，反之越小。以冷库为例，仅考虑环境温度的影响，则环境温度越高，冷库的冷负荷越大；环境温度越低，冷库的冷负荷越小。在我国北方地区，冬季外界环境温度很低，冷库的

冷负荷很小，甚至制冷系统不需要工作。

2. 被冷却物体的影响

被冷却物体的进货量、进库温度、出库温度、比热容、冷却时间将会对制冷系统的冷负荷产生影响。

- (1) 进货量越大，制冷系统冷负荷越大。
- (2) 进库温度越高，制冷系统冷负荷越大。
- (3) 出库温度越低，制冷系统冷负荷越大。
- (4) 被冷却物体的比热容越大，制冷系统冷负荷越大。
- (5) 冷却时间越短，制冷系统冷负荷越大。

二、制冷量与冷负荷的匹配

1. 制冷量与冷负荷的关系

制冷系统的制冷量应和制冷系统的冷负荷相匹配，制冷量应有一定的余量，即根据制冷系统的实际情况，通常制冷量比冷负荷大 5%~15%，以保证制冷系统能达到所需的温度要求。

2. 制冷量过小或过大的影响

与冷负荷相比，若制冷量过小，则制冷系统将达不到设计温度，从而不能满足实际需要。

与冷负荷相比，若制冷量过大，虽然一般情况下制冷系统能很快达到所设计的温度，但过大制冷量的获得是以增加设备投资为代价的。况且，制冷量过大，可能会出现压缩机开、停机频繁，系统低压过低等情况，这对系统的经济、稳定运行都是不利的。

三、影响冷凝器热负荷的因素

1. 冷凝器热负荷与冷却水温的关系

对于水冷冷凝器，在冷却水出水温度、冷却水量一定时，冷却水的进水温度越低，冷却水能带走的冷凝器热负荷越大，即能满足更大的冷凝器热负荷要求。

较低的冷却水温，通常需要更大的水冷却设备（如冷却塔），或水冷却设备的冷却效率要更高，因此，在确定冷却水温时应综合考虑这些因素。

2. 冷凝器热负荷与冷却水量的关系

对于水冷冷凝器，在冷却水进水温度、出水温度一定时，冷却水的水量越大，冷却水能带走的冷凝器热负荷越大，即能满足更大的冷凝器热负荷要求。

增大冷却水量虽然能带走更多的冷凝热，但冷却水泵的功率也将随之增大，因此，冷却水量并不是越大越好。



技能要求

根据冷负荷调整制冷压缩机运行台数

一、操作准备

1. 生产沟通

对于生产型企业，其产品的种类和产量通常会根据实际的销售订单、季节等进行调整，由此带来了产品的拟入库量发生变化，此时，制冷系统冷负荷也随之变化。为了避免制冷量过大或过小对制冷系统的不利影响，需要根据冷负荷调整制冷压缩机的运行台数。所以，在产品产量发生变化、拟入库量进行调整时，应及时与相关部门沟通，以对冷负荷的大小有明确的掌握，为调整制冷系统的制冷量做好准备。

2. 检查运行日志

查看当前正在运行的制冷压缩机的运行记录，熟悉当前设备的运行情况，了解冷负荷与运行设备的匹配性，并分析制冷系统的运行趋势。

二、操作步骤

步骤1 确认当前正在运行的制冷压缩机

根据电控柜上制冷压缩机的运行指示灯亮与否，制冷压缩机的低压表、高压表的指示压力，及用手轻触制冷压缩机感觉其是否振动，确认当前正在运行的制冷压缩机。

步骤2 检查开停机条件

检查未开机的制冷压缩机，根据开停机操作规程判断是否符合开机条件。

步骤3 调整冷凝器

若增加了制冷压缩机的运行台数，则应增大冷凝器的冷却水量。

若减少了制冷压缩机的运行台数，则应减小冷凝器的冷却水量。

步骤4 调整制冷压缩机运行台数

根据制冷系统的蒸发温度调整制冷压缩机的运行台数。若蒸发温度持续高于所需的蒸发温度，则多启动一台制冷压缩机。运行 5~10 min 后，若蒸发温度仍高于所需的蒸发温度，则再多启动一台制冷压缩机；反之，则停止一台制冷压缩机。从而使制冷压缩机的运行台数和制冷系统所需的冷负荷相匹配。

步骤5 检查运行情况

启动制冷压缩机后，应检查其振动、噪声、排气温度、吸气温度、油位等。

步骤6 记录

记录操作时间，操作人员，调整前运行的制冷压缩机数量、编号，调整后运行的制冷压缩机数量、编号等，最后操作人员签名。

三、注意事项

每次调整制冷压缩机的运行台数后，均应观察制冷系统蒸发温度的变化，并据此判断是否需要进一步调整运行台数。

**学习单元2 制冷压缩机的能量调节****学习目标**

- 掌握能量调节机构的工作原理和调整要求
- 能调节制冷压缩机的制冷量

**知识要求**

制冷压缩机的制冷量与制冷系统运行情况有关，当外界条件或被冷却对象的负荷发生变化时，为了既保持被冷却空间（如冷库内）所需要的低温，又要实现制冷系统的经济运行，就必须根据外界条件的变化调节制冷压缩机的制冷量，也就是调节输气量，使其和当时的外界负荷相适应。

一、活塞式制冷压缩机的能量调节**1. 能量调节方法**

目前我国缸径在 70 mm 以上的高速多缸制冷压缩机，广泛采用顶开吸气阀片的办法来调节输气量。它的工作原理是：调节机构将压缩机的吸气阀片强制顶离阀座，使吸气阀始终处于开启状态。压缩机吸气过程中，低压蒸气从吸气阀吸入，压缩过程中由于吸气阀始终处于开启状态，低压蒸气又通过吸气阀重新回到吸气腔，因而制冷剂压力无法升高，排气阀始终处于关闭状态，从而使该气缸的输气量为

零,达到输气量调节的目的。

2. 能量调节机构

吸气阀片关闭时阀座密封面所在位置不同,顶开吸气阀片的方式也不同。

(1) 当吸气阀片密封面在吸气阀片上面时,需将吸气阀片向下顶开,如图 1—1 所示。压缩机正常运转时,下气室 7 通过电磁阀接通高压气,上气室 5 中为低压气。卸载活塞 4 向上,顶杆 2 在顶杆弹簧 3 的推动下也向上,吸气阀片 1 可自由关闭。需要调节输气量时,下气室 7 通过电磁阀接通低压气,卸载活塞 4 向下推动顶杆 2,使吸气阀片 1 开启,完成卸载。

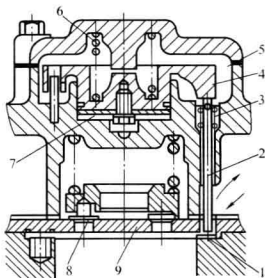


图 1—1 吸气阀片向下顶开的机构

1—吸气阀片 2—顶杆 3—顶杆弹簧 4—卸载活塞 5—上气室
6—卸载弹簧 7—下气室 8—排气阀 9—阀板

(2) 当吸气阀的阀座密封面在阀片下面时,需将吸气阀片向上顶开。

这种调节装置的工作原理是利用润滑系统的压力油来控制拉杆的移动,从而实现能量调节目的。如图 1—2 及图 1—3 所示为制冷压缩机顶开吸气阀片的调节机构,它主要由卸载油缸、卸载活塞、弹簧、拉杆、顶杆、转动圈和顶杆弹簧等零件组成。

当制冷压缩机启动并正常运转时,润滑系统油压建立,这时可通过油分配阀(见图 1—4)进行能量调节,其具体过程如下:当需要加载时,转动分配阀上的手柄,压力油输油管接通,油进入油缸,卸载活塞在压力油的推动下,克服弹簧弹力,顶着拉杆向右移动,拉杆又带动转动圈做相应的转动。当转动圈斜面最低处对准顶杆时,顶杆在弹簧的作用下沿斜面向下降到最低点,从而释放吸气阀片,使之正常启闭(见图 1—3a),制冷压缩机投入正常工作;当需要卸载时,转动分配阀上的手柄,切断对卸载油缸的供油,油缸中的油压消失,卸载活塞和拉杆一起在弹簧

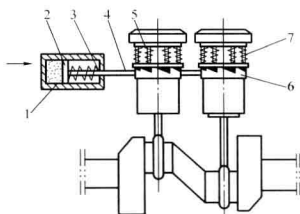


图 1-2 油缸—拉杆顶开机构

1—卸载油缸 2—卸载活塞 3—弹簧 4—拉杆
5—顶杆 6—转动圈 7—顶杆弹簧

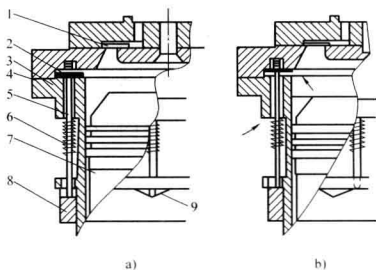


图 1-3 转动圈和顶杆

a) 吸气阀片自由启闭 (吸气缸工作) b) 吸气阀片被顶开 (吸气缸卸载)

1—排气阀片 2—吸气阀片 3—气缸套 4—排气阀座 5—顶杆
6—弹簧 7—活塞 8—转动圈 9—转动圈上斜面

力的作用下移向左端,转动圈反转,顶杆沿着转动圈的斜面上升,吸气阀阀片随之被顶起,并保持全开(见图1—3b),从而实现气缸的卸载。

在这种能量调节机构中,压力油的供给或切断一般是通过油分配阀(或电磁阀)来控制的。如图1—4所示为八缸制冷压缩机压力润滑系统中的油分配阀(手动)的结构,油分配阀又称为输气量控制阀。由图可见,阀体上有四个配油管接头以及一个进油管接头、一个回油管接头和一个压力表管接头。油泵的压力油从进油管进入,可通过配油管接头分别流至制冷压缩机四对气缸的四个卸载机构油缸。回油管接头通过油管与曲轴箱相连,卸载时油缸中的油通过回油管接头和与它相连的

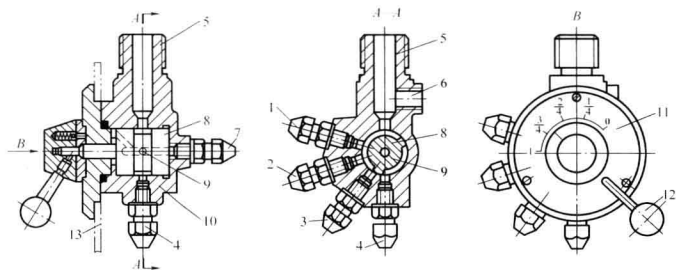


图 1—4 油分配阀

- 1、2、3、4 配油管接头 5—进油管接头 6—压力表管接头 7—回油管接头
8 阀芯 9 回油孔 10 阀体 11 刻度盘 12 手柄 13—仪表盘

回油管泄回。

阀芯将阀体内腔分隔为进油腔和回油腔，转动手柄从而带动阀芯旋转就可实现加载和卸载。由刻度盘上的刻度 0（全部卸载）、1/4（两缸工作）、1/2（四缸工作）、3/4（六缸工作）和 1（八缸工作）可知道工作的气缸数，如图 1—4 所示为六缸工作位置。若需要进一步加载，可将手柄转至 1 处，于是配油管接头 4 与回油腔隔开而与进油腔接通。压力油经配油管接头 4 和与它相连的油管进入其余两个气缸的卸载机构油腔，制冷压缩机就由六缸增至八缸全部投入工作。

二、螺杆式制冷压缩机的能量调节

按照螺杆转子数量的不同，螺杆式制冷压缩机有双螺杆与单螺杆两种。目前在实际中使用的多为双螺杆式制冷压缩机，下面以双螺杆式制冷压缩机为例说明其能量调节方法与机构（以下螺杆式制冷压缩机均指双螺杆式制冷压缩机）。

1. 能量调节方法

螺杆式制冷压缩机输气量调节的方法主要有吸气节流调节、转停调节、变频调节、滑阀调节、柱塞阀调节，但以滑阀调节最为常见。下面以滑阀调节为例说明螺杆式制冷压缩机的能量调节原理。

滑阀调节的基本原理是通过滑阀的移动使螺杆式制冷压缩机阴、阳转子的齿间基元容积在齿面接触线从吸气端向排气端移动的前一段时间内，滑阀背面和滑阀固定部分形成的回流孔与吸气孔口相通，使部分气体回流到吸气孔口。即通过改变转子的有效工作长度，来达到输气量调节的目的。

如图1—5所示为滑阀调节的原理图(滑阀位置与负荷关系)。其中图1—5a所示为全负荷的滑阀位置,此时滑阀的背面与滑阀固定部分紧贴,压缩机运行时,基元容积中的气体(体积为 V)全部被压缩后排出。而在能量调节工况时滑阀背部与滑阀固定部分脱离,形成回流孔,如图1—5b所示,基元容积在吸气过程结束后的一段时间内,虽然已经与吸气孔口脱开,但仍和回流孔连通,随着基元容积的缩小,一部分进气被转子从回流孔中排回吸气腔,压缩并未开始,直到该基元容积的齿面密封线移过回流孔之后,所余的进气(体积为 V_p)才被压缩,因而压缩机的输气量将下降。滑阀的位置离滑阀固定部分越远,回流孔长度越大,输气量就越小,当滑阀的背部接近排气孔口时,转子的有效长度接近于零,输气量将接近于零(此位置能实现卸载启动的目的)。

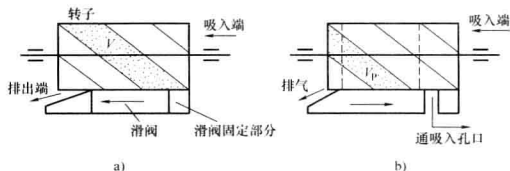


图1—5 滑阀位置与负荷关系

a) 全负荷滑阀位置 b) 部分负荷滑阀位置

2. 能量调节机构

如图1—6所示,滑阀能量调节机构由三部分组成:第一部分包括滑阀、滑阀顶杆、油活塞、液压缸、压缩弹簧及端座;第二部分为输气量调节指示器;第三部分为油路及输气量调节控制阀。

滑阀轴向移动的动作是根据吸气压力和温度,通过液压传动机构来完成的,如图1—6所示为滑阀同液压缸的活塞连成一体,由液压泵供油推动液压活塞来带动滑阀沿轴向左向右移动,供油过程的控制元件是电磁换向阀。电磁换向阀由两组电磁阀构成,电磁阀a和b为一组,电磁阀c和d为另一组。每组的两个电磁阀通电时同时开启,断电时同时关闭。电磁换向阀组控制输气量调节滑阀的工作情况如下:电磁阀a和b开启、c和d关闭,高压油通过电磁阀b进入液压缸右侧,使活塞左移,油活塞左侧的油通过电磁阀a流回压缩机的吸气部位。当压缩机运转负载增至某一预定值时,电磁阀a和b关闭,供油和回油管路都被切断,油活塞定位,压缩机即在该负载下运行。反之,电磁阀c和d开启、a和b关闭,即可实现压缩机减载。

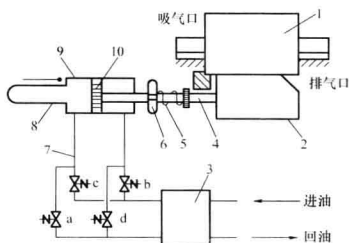


图 1-6 滑阀能量调节机构

- 1—转子 2—滑阀 3—输气量调节控制阀 4—滑阀顶杆 5—弹簧 6—端座
7—控制油路 8—输气量调节指示器 9—液压缸 10—油活塞
a、b、c、d—电磁阀

三、离心式制冷压缩机的能量调节

可以通过吸气节流的方法对离心式制冷压缩机进行能量调节，就是在蒸发器和压缩机之间管路上安装一个节流阀，通过改变节流阀的开度，使气流通过节流阀时产生压力损失，从而改变压缩机的特性曲线，达到调节制冷量的目的。这种调节方法简单但不经济。

单级或双级的空调用离心式制冷压缩机普遍采用可调节进口导流叶片进行能量调节。在叶轮进口前装有可转动的进口导流叶片，如图 1-7 所示，导流叶片转动时，进入叶轮的气流产生预定方向的旋绕，即进口气流产生所谓的预旋。利用进气预旋，在转速不变的情况下改变压缩机的特性曲线，从而实现机组能量的调节。

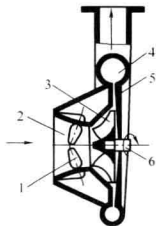


图 1-7 单级离心式制冷压缩机结构示意图

- 1—进口可调节导流叶片 2—吸气室 3—叶轮
4—蜗壳 5—扩压器 6—主轴



技能要求

调节制冷压缩机的制冷量

下面以通过油分配阀（即输气量控制阀）进行能量调节的氨开启式制冷压缩机为例，说明调节其制冷量的操作。

一、操作准备

在检查巡视过程中，根据制冷系统所需的制冷量的大小，对制冷压缩机的制冷量进行调整。检查制冷压缩机的吸气压力（大致为制冷系统的蒸发压力），若其明显低于正常的工作压力，则需对制冷压缩机减载，反之要加载。

二、操作步骤

步骤1 调节手柄位置

（1）若需对制冷压缩机减载，转动油分配阀上的手柄，使其指向刻度盘上数值更小的位置，对于如图1—4所示的油分配阀，即顺时针方向转动手柄。如当前手柄所指的位置为“3/4”，减载时顺时针转动手柄至“2/4”位置。

（2）若需对制冷压缩机加载，则向刻度盘上数值更大的方向转动手柄。

步骤2 监视制冷压缩机运行情况

（1）减载或加载后，应监视制冷压缩机的吸气压力，以确认调整制冷量后制冷压缩机的运行情况。

（2）减载后制冷压缩机运行30 min，若其吸气压力仍明显低于正常的工作压力，则再次对制冷压缩机减载，直至吸气压力稳定于正常工作压力附近。

（3）加载后制冷压缩机运行30 min，若其吸气压力仍明显高于正常的工作压力，则再次对制冷压缩机加载，直至吸气压力稳定于正常工作压力附近。

步骤3 记录

记录操作时间、操作人员、被调节的制冷压缩机编号、调整前后油分配阀的位置等，最后操作人员签名。

三、注意事项

每次调整只允许转动手柄一格，如手柄当前位置为“3/4”，减载时只能调整到“2/4”位置，不允许一下调整到“1/4”位置。并且每次调整后，均应观察制冷压