

高等职业教育“十二五”规划教材
制冷与空调/制冷与冷藏专业

冷库运行 管理与维修

LENGKU YUNXING GUANLI YU WEIXIU

邢振禧 主编



赠电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材
制冷与空调/制冷与冷藏专业

冷库运行管理与维修

主 编 邢振禧
副主编 姜桂传
参 编 贾景福 宋吉泽
主 审 任传林



机械工业出版社

本书以项目任务为中心,围绕冷库运行管理与维修这一主线,系统介绍了冷库制冷装置的安装及调试,制冷系统的操作程序,制冷系统工况的变化规律及调整方法,制冷系统的故障分析及排除,制冷压缩机的检修与制冷设备的维修,制冷系统的安全操作,冷库的技术经济分析和节能管理体系等。突出了螺杆式制冷压缩机等新设备及自动化的应用,针对性和实用性较强。为培养学生分析问题和解决问题的能力,在各项目任务后配有相关实践及思考练习题。

本书可作为高等职业院校制冷与空调、制冷与冷藏专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材和有关制冷工程技术人员的参考书。

本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

冷库运行管理与维修/邢振禧主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 10
高等职业教育“十二五”规划教材. 制冷与空调、制冷与冷藏专业
ISBN 978-7-111-40001-1

I. ①冷… II. ①邢… III. ①冷藏库-运行-高等职业教育-教材②冷藏库-维修-高等职业教育-教材 IV. ①TB657.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第243046号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:王海峰 张双国 责任编辑:王海峰 张双国
版式设计:霍永明 责任校对:任秀丽
封面设计:马精明 责任印制:张楠
北京京丰印刷厂印刷
2013年1月第1版·第1次印刷
184mm×260mm·16.75印张·413千字
0 001—3 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-40001-1
定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国国民经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,我国冷库的容量和规模迅速增长。从20世纪70年代起,各地冷藏库容量增长较快,截至2009年,我国各类生鲜品年总产量约7亿t,冷冻食品的年产量在2500万t以上,总产值520亿元以上;年营业额在500万元(含500万)以上的食品冷冻、冷藏企业约2万家(包括加工企业内的冷库车间及冷藏库),就业人员250万人,全国冷库容量达900万t左右。冷库制冷系统的自控技术应用,在大、中型冷库中基本上都实现了对库温、制冷系统压力、设备运行状态等的实时显示和自动记录,并设有较完善的安全保护装置。2003年,由烟台冰轮股份有限公司承建的(日本)伊藤忠株式会社青岛低温物流万吨冷库投产,其氨制冷系统采用全自动控制,操作人员从原来的12人减少到目前的2人,并提高了运行的可靠性。

由于冷库制冷技术的发展和设备的更新,对冷库运行管理方面的专业技术人才需求量增加的同时,也对冷库制冷技术人员的业务技能提出了更高的要求。目前全国制冷与空调专业、制冷与冷藏技术专业都尝试着教学改革和创新,使培养的学生更能适应社会的要求和技术的进步。教材是教学改革的关键环节。本书就是为适应我国制冷技术发展的需要和职业教育的办学特点而编写的一本高等职业教育制冷与空调专业和制冷与冷藏技术专业的核心教材。

本书力求突出高等职业教育的办学特点,注重实用性和技术先进性;以培养应用型人才为目标,强调以知识运用为重点,技能训练为手段,以项目任务为中心,围绕冷库运行管理与维修这一主线,重点突出了制冷系统的运行、操作调整和维护检修,强化了对学生具体实践能力的培养。

本书由山东商业职业技术学院邢振禧任主编,山东省农业管理干部学院姜桂传任副主编。具体编写分工是:河北农业大学海洋学院贾景福编写项目一和项目六;姜桂传编写项目二和项目八;邢振禧编写项目三、项目四;烟台冰轮集团宋吉泽编写项目七;项目五由邢振禧和宋吉泽共同编写。

本书由烟台冰轮集团制冷技术专家、高级工程师任传林担任主审。

由于编者水平所限,书中难免有不当之处,恳请有关专家和读者批评指正。

编 者

目 录

前言

项目一 冷库制冷系统的安装	1
一、学习目标	1
二、工作任务	1
三、相关知识	1
(一) 冷库制冷系统简介	1
(二) 冷库制冷系统安装前的准备工作	7
(三) 制冷压缩机和设备基础的施工	10
(四) 制冷压缩机的安装	12
(五) 制冷设备的安装	15
(六) 制冷系统管道与阀门、仪表的安装	21
四、相关实践	26
思考与练习	27
项目二 冷库制冷系统的调试	29
一、学习目标	29
二、工作任务	29
三、相关知识	29
(一) 活塞式制冷压缩机的调试	29
(二) 螺杆式制冷压缩机的调试	33
(三) 制冷系统的调试	34
(四) 制冷系统管道和设备的防腐及绝热	37
(五) 制冷剂的充灌	46
(六) 制冷系统的试运行	50
思考与练习	51
项目三 制冷压缩机与设备的运行操作	53
一、学习目标	53
二、工作任务	53
三、相关知识	53
(一) 活塞式制冷压缩机的操作程序	53
(二) 螺杆式制冷压缩机组的操作程序	59

(三) 制冷设备的操作	67
(四) 制冷系统的放油、放空气和除霜操作	75
四、拓展知识	85
(一) 活塞式冷水机组的试运转与调试	85
(二) 螺杆式冷水机组的试运转与调试	87
思考与练习	91
项目四 制冷系统与设备的运行调整	93
一、学习目标	93
二、工作任务	93
三、相关知识	93
(一) 制冷系统运行参数分析	93
(二) 制冷系统的调整与管理	99
(三) 制冷压缩机湿行程的操作调整	106
(四) 制冷系统的故障分析与排除	108
四、拓展知识	135
(一) 冷水机组的运行参数分析	135
(二) 冷水机组的故障分析与排除	139
思考与练习	146
项目五 制冷压缩机的检修	148
一、学习目标	148
二、工作任务	148
三、相关知识	148
(一) 制冷压缩机检修的目的和检修前的准备工作	148
(二) 制冷压缩机装卸的基本工艺	153
(三) 活塞式制冷压缩机的检修	155
(四) 螺杆式制冷压缩机的检修	173
四、相关实践	188
(一) 实践一	188
(二) 实践二	188
思考与练习	191
项目六 制冷设备的检修	192

一、学习目标	192	三、相关知识	231
二、工作任务	192	(一) 制冷系统的运行记录	231
三、相关知识	192	(二) 能源统计分析与制冷系统运行 指标分析	235
(一) 制冷设备检修前对制冷剂的 处理	192	(三) 冷库节能管理体系的建设	245
(二) 换热器的维护与检修	195	思考与练习	248
(三) 阀门、法兰与管道的维护与 检修	200	附录	249
(四) 泵与风机的维护及检修	206	附录 A R22 饱和液体与饱和气体物 性表	249
(五) 制冷设备故障实例分析及检修 排除方法	210	附录 B R717 饱和液体与饱和气体 物性表	251
思考与练习	214	附录 C 部分食品焓值表	253
项目七 制冷系统的安全技术	216	附录 D R22 压焓图	256
一、学习目标	216	附录 E R717 压焓图	257
二、工作任务	216	附录 F 氨压缩机单级单位容积制冷量 (转速 $\geq 960\text{r/min}$)	258
三、相关知识	216	附录 G 氨双级压缩机(高、低压缸 容积比为 1:2) 单位容积制 冷量(转速 $\geq 960\text{r/min}$)	259
(一) 制冷系统的安全装置	216	附录 H 氨双级压缩机(高、低压缸 容积比为 1:3) 单位容积制 冷量(转速 $\geq 960\text{r/min}$)	260
(二) 制冷系统的安全操作	219	附录 I R12 单位容积制冷量	261
(三) 制冷设备的安全管理	221	附录 J R22 单位容积制冷量	261
(四) 制冷系统作业事故的预防和 紧急救护	225	参考文献	262
思考与练习	230		
项目八 冷库管理与技术经济分析	231		
一、学习目标	231		
二、工作任务	231		

项目一 冷库制冷系统的安装

一、学习目标

终极目标 掌握冷库制冷系统的施工程序、安装技术与质量标准，能够从事冷库制冷系统的安装及质量监督工作。

基本目标

- 1) 熟悉冷库制冷系统的分类及组成。
- 2) 熟悉冷库制冷系统安装前需要做的各项准备工作及其要点。
- 3) 了解制冷压缩机和设备基础的施工及保养要求。
- 4) 掌握制冷压缩机上位与平车方法。
- 5) 掌握冷凝器、蒸发器和常见辅助制冷设备的安装方法及注意事项。
- 6) 掌握冷库制冷系统管道的安装方法与常用阀门、仪表的安装要求。

二、工作任务

参照冷库制冷系统的原理图，说明图中制冷系统的类型，作出该工程的施工方案，确定各种设备的具体安装方法。

三、相关知识

(一) 冷库制冷系统简介

冷库制冷系统就是指在冷库中，根据制冷原理将制冷所需要的机器设备及其连接管路组成的一个闭合循环系统。

1. 冷库制冷系统的分类

目前，已投入使用的冷库制冷系统均为蒸气压缩式制冷系统，但由于不同冷库有着不同的工艺要求，所以冷库制冷系统又可以按照不同的方式进行分类。

(1) 根据制冷剂的不同分类 冷库制冷系统可分为氨制冷系统和氟利昂制冷系统。

(2) 根据蒸发温度的不同分类 冷库制冷系统可分为 -15°C 制冷系统、 -28°C 制冷系统、 -30°C 制冷系统、 -33°C 制冷系统和 -40°C 制冷系统。其中， -15°C 制冷系统用于食品冷却间、冷却物冷藏间、储冰间及制冰间等； -28°C 与 -30°C 制冷系统用于冻结物冷藏间； -33°C 与 -40°C 制冷系统用于冻结间。

(3) 根据压缩级数分类 冷库制冷系统可分为单级压缩和多级压缩制冷系统。

1) 单级压缩制冷系统。单级压缩是指制冷剂在一个制冷循环中只经过一次压缩。单级压缩制冷系统中只有一台制冷压缩机或几台制冷压缩机并联使用。图 1-1 所示为单级压缩制冷系统。

单级压缩制冷系统中，冷凝压力与蒸发压力的比值不能太大：选用活塞式氨压缩机，冷凝压力与蒸发压力的比值应小于或等于 8；选用氟利昂制冷压缩机，冷凝压力与蒸发压力的

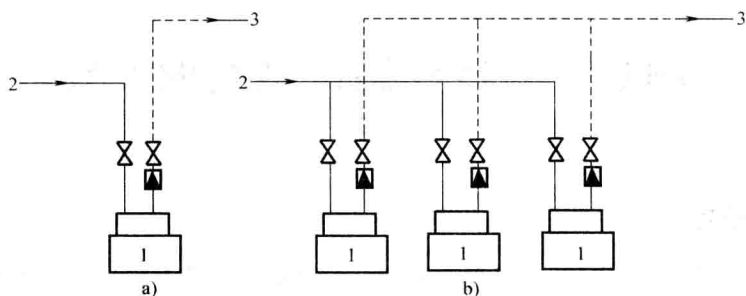


图 1-1 单级压缩制冷系统

a) 一台压缩机 b) 多台压缩机

1—制冷压缩机 2—接蒸发器 3—接冷凝器

比值应小于或等于 10。单级压缩制冷系统的蒸发温度也不能太低：在普通冷凝温度下蒸发温度一般可达 $-30 \sim -15^{\circ}\text{C}$ 。若冷凝压力与蒸发压力的比值超过单级压缩制冷系统的限定值，或者需要较低的蒸发温度时，就必须采用多级压缩制冷系统。

2) 多级压缩制冷系统。多级压缩是指将制冷剂蒸气的压缩过程分几次来实现。对于活塞式及螺杆式制冷压缩机而言，由于每级压缩的压力比较大，两级压缩即可达到足够低的蒸发压力，故一般只采用双级压缩。双级压缩的形式分为单机双级压缩和配组双级压缩。

①单机双级压缩是指用一台制冷压缩机进行双级压缩。它具有系统管道简单、占地面积小、施工周期短、操作管理方便等优点，常用于大、中型冷库中；其缺点是不能根据工作条件变化灵活调整。图 1-2 所示为单机双级压缩形式。

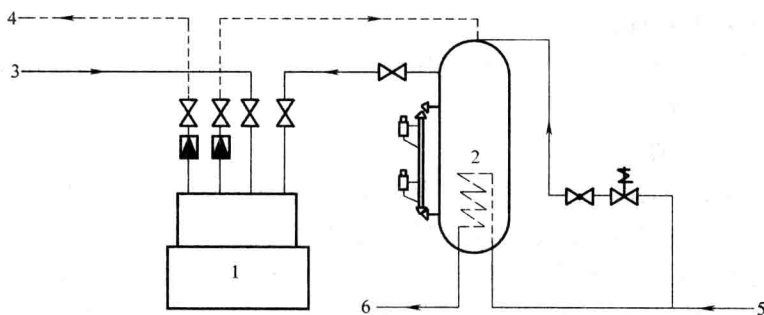


图 1-2 单机双级压缩形式

1—单机双级压缩机 2—中间冷却器 3—低压级吸气

4—接油分离器 5—接总调节站 6—供液

②配组双级压缩是指用几台单级压缩机配合来完成高、低压级压缩。实际应用中可根据蒸发压力的变化灵活调整，使其单级运行或双级运行。此形式对热负荷变动较大的冷库更为适宜。图 1-3 所示为配组双级压缩形式。

(4) 根据蒸发器供液方式的不同分类 冷库制冷系统可分为直接膨胀供液制冷系统、重力供液制冷系统、液泵供液制冷系统。

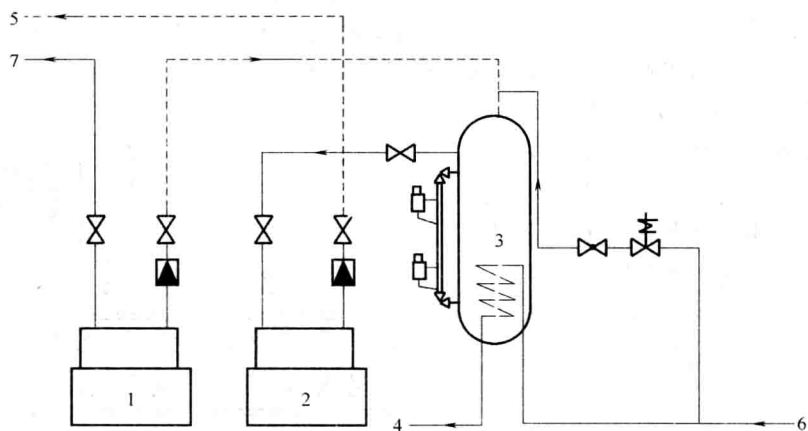


图 1-3 配组双级机压缩形式

1—低压级压缩机 2—高压级压缩机 3—中间冷却器 4—去低压
循环桶 5—高压级排气 6—供液 7—低压级吸气

1) 直接膨胀供液制冷系统。其制冷系统是利用冷凝压力和蒸发压力之间的压力差，将液态制冷剂经节流阀膨胀后直接供给蒸发器。

典型的直接膨胀供液制冷系统如图 1-4 所示。其优点是制冷系统简单，依靠节流阀的开启度直接调节供液量，工程费用低，操作管理方便；缺点是蒸发器的换热效果差，制冷工况变化较大，多个冷间的使用情况不均衡时不易调节控制。这种供液方式多用于小型氨制冷系统或氟利昂制冷系统。

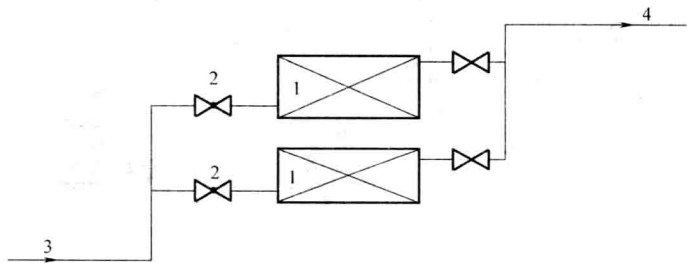


图 1-4 典型的直接膨胀供液制冷系统

1—蒸发器 2—节流阀 3—供液 4—回气

2) 重力供液制冷系统。重力供液制冷系统是在蒸发器与节流阀之间增设一个气液分离器，使其中的液面高于冷却设备的工作液面，借助液柱的静压力来克服流动阻力，使液态制冷剂流入冷却设备。

重力供液制冷系统如图 1-5 所示。其优点是蒸发器的换热效率高，避免了压缩机“湿行程”的发生，容易实现均匀供液；缺点是供液稳定性差，蒸发器内易积油，不便于集中管

4 冷库运行管理与维修

理, 投资增加。这种供液方式多用于中、小型氨制冷系统。

3) 液泵供液制冷系统。液泵供液制冷系统是借助液泵的压力克服制冷剂在管道、阀门及冷却设备中的各种流动阻力而向冷却设备强制供液的。

液泵供液制冷系统如图 1-6 所示。其优点是蒸发器的换热效率很高, 融霜方便, 操作简单, 便于集中控制和实现自动化; 缺点是能耗增加。这种供液方式多用于大、中型氨制冷系统。

根据制冷剂进、出蒸发器的流向, 液泵供液制冷系统又可分为上进下出式和下进上出式两种形式。上进下出式液泵供液制冷系统的蒸发器内充液量少, 方便回油。下进上出式液泵供液制冷系统的蒸发器供液均匀, 充液量多, 积油不易排除。实际应用中, 冷却物冷藏间多采用上进下出式液泵供液制冷系统, 以利于库温控制及简化自动控制装置; 冻结物冷藏间、底层库房多采用下进上出式液泵供液制冷系统, 以利于均匀供液。

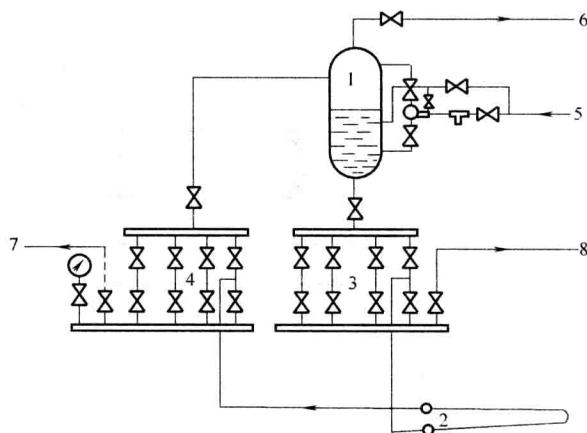


图 1-5 重力供液制冷系统

1—氨液分离器 2—蒸发器 3—液体分调节站 4—气体分调节站 5—供液
6—吸气 7—热氨 8—排气

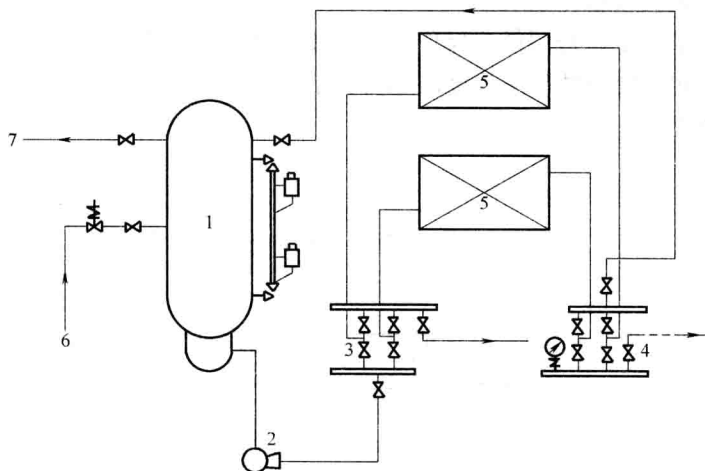


图 1-6 液泵供液制冷系统

1—低压机 2—液泵 3—液体调节站 4—气体调节站
5—蒸发器 6—供液 7—吸气

(5) 根据冷却方式的不同分类 冷库制冷系统可分为直接冷却和间接冷却制冷系统。

直接冷却制冷系统是指通过制冷剂在蒸发器内直接循环来冷却被冷却物体或环境。用于冷藏和冷冻加工的中小型氟利昂或氨制冷系统一般都采用这种方式。其优点是系统简单, 操作管理方便, 初投资及能耗都较低等; 缺点是对管路密封性要求高, 制冷剂泄漏会污染食品。

间接冷却制冷系统是指通过已被制冷系统降温的中间介质（即载冷剂）在冷却设备中循环来冷却被冷却物体或环境。用盐水作载冷剂的大、中型氨制冷系统一般都采用这种方式。其优点是系统中制冷剂充注量较小，载冷剂无毒且可长距离输送，可保证食品质量；缺点是系统复杂，初投资及能耗都较高。

（6）根据供冷集中程度的不同分类 冷库制冷系统可分为集中供冷和分散供冷制冷系统。

集中供冷制冷系统是指制冷系统中的蒸发器安装于库房内，其余的设备全部集中安装于专用的机房内，所有库房的冷量均由机房统一供给。库房与机房分开，各自独立，机房中设备也分类安装。其优点是可以集中管理，方便观察与操作，可以合理调配压缩机负荷，经济效益好；缺点是制冷管路系统较复杂且管路较长，增加了机房的建设费用。以氨为制冷剂的大、中型制冷系统均采用集中供冷制冷系统。

分散供冷制冷系统是指各个冷间（或两个冷间）或蒸发温度系统，分别采用独立的自成体系的制冷系统，制冷设备安装于冷间附近，不需设集中机房。这样，一座冷库中就有多个独立的制冷系统。其优点是系统简单，组装方便，易实现自动控制；缺点是系统总装机容量及总投资相对较大，机组之间不能调剂使用。以氟利昂为制冷剂的中、小型制冷系统多采用分散供冷制冷系统。

2. 冷库制冷系统的组成

冷库制冷系统由多种设备组成，主要包括蒸发器、压缩机、冷凝器、节流元件、储液器、中间冷却器、油分离器、气液分离器等，参见图 1-7 所示的 500t 冷库氨制冷系统图。它是一个蒸发温度为 -33°C 和 -28°C 的氨泵供液、双级压缩的制冷系统。其工艺流程如下：氨蒸气经高压级压缩机压缩后，排至油氨分离器；油分离后，经油氨分离器出气管进入冷凝器；氨气在冷凝器中和常温介质水进行热交换，冷凝成液体；液体经冷凝器的出液管进入高压储液桶，再经高压储液桶的出液管，通过中间冷却器蛇形管冷却后至调节阀。还有一路液体可直接至调节阀。中间冷却器内的液体是由蛇形管前的高压管路接出的支管供给的。以上是制冷剂在高压部分的流程。

氨液经手动调节阀或浮球阀供到低压循环桶，低压循环桶的氨液经出液管供给氨泵，通过氨泵将液体送到液体分调节站，分别向各冷藏间的蒸发排管和冻结间的冷风机供液。液体吸热蒸发后的气体经气体分调节站，通过回气总管进入低压循环桶。经气、液分离后，气体被低压机吸入，经压缩后排入中间冷却器，经中间冷却器冷却的气体被高压机吸入。这样制冷剂在系统中完成循环过程。

热氨冲霜是利用压缩机排出的高压高温气体进行的。热氨管从油分离器出气管上接出，经气体分调节站上阀门向冷间供热氨。冲霜回来的液体经液体分调节站上有关阀门排到排液总管，通过排液总管排至低压循环桶或排液桶。

油分离器、冷凝器、高压储液桶、中间冷却器及循环桶等设备内的油，通过放油管流入集油器，然后降压放油。

放空气器的混合气体管与冷凝器及高压储液桶相接，供液管与高压储液桶出液管相接，减压管与循环桶的进气总管相接，放空气管的出口放入水桶中。混合气体经氨液蒸发冷却后，空气可通过放空气管放出。汽化的气体通过降压管被压缩机吸入，冷凝的液体可以循环使用。

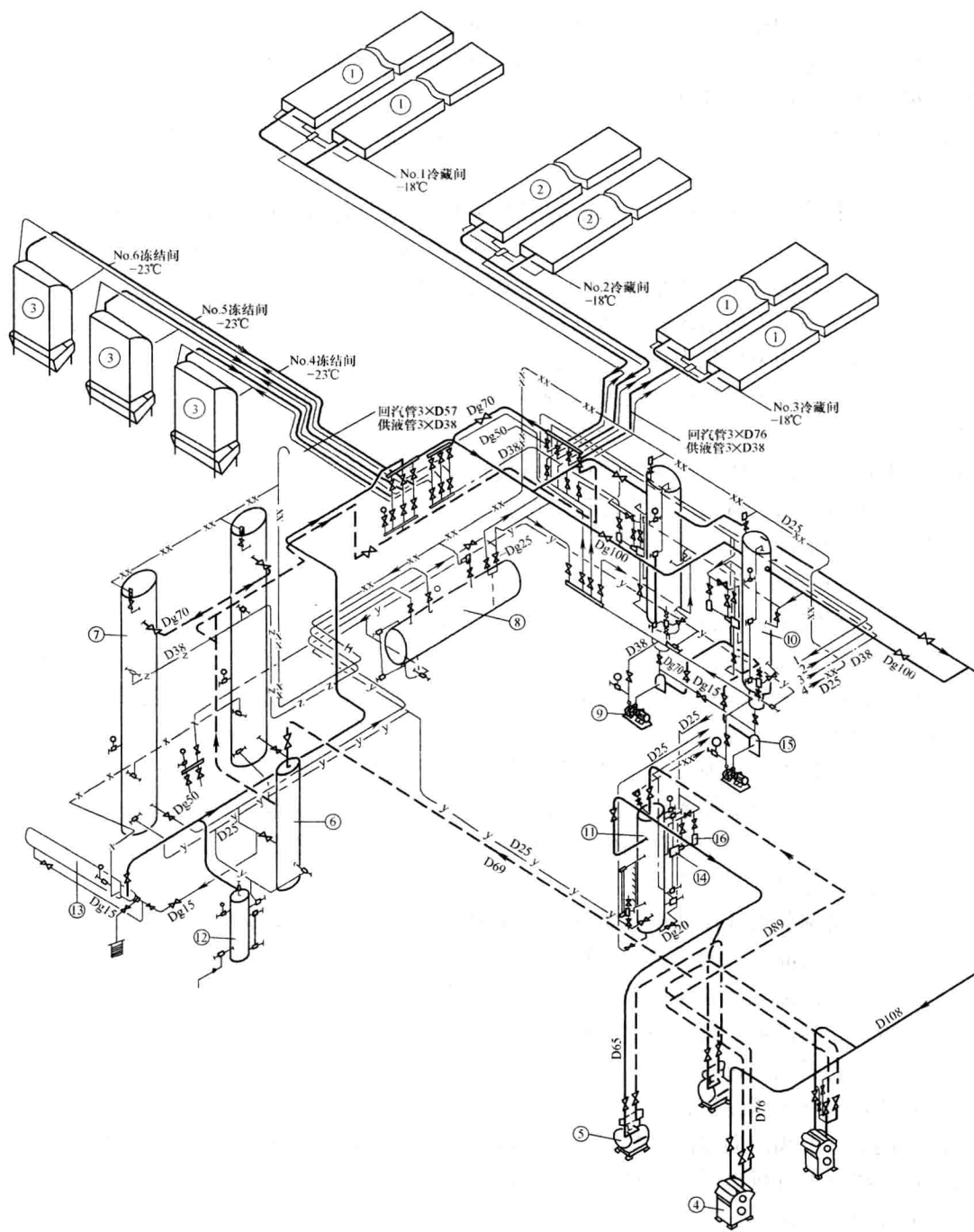


图 1-7 500t 冷库氨制冷系统图

- 1、2—冷却排管 3—落地式冷风机 4—低压级压缩机 5—高压级压缩机 6—油氨分离器
7—冷凝器 8—高压储液桶 9—氨泵 10—低压循环桶 11—中间冷却器 12—集油器
13—放空气器 14—浮球供液阀 15、16—过滤器

(二) 冷库制冷系统安装前的准备工作

冷库制冷系统安装前的准备工作是安装过程的一个重要环节,不仅关系到整个安装工程能否全面、高效地完成,也影响到整个工程的安装质量。所以,施工单位应有计划、有步骤地协调好各方面的关系,认真做好施工图的审查、设备材料准备、施工组织准备、办理施工手续等各项安装前的具体准备工作,为全面施工创造必要的条件。

冷库制冷系统的安装由机器房、库房、冻结间、工艺外管四部分组成。其安装施工流程如图 1-8 所示。为确保工程质量和缩短工期,早日投产发挥效益,以上几个安装项目可采取平行交叉作业。在和土建工程施工进行配合时,应根据制冷工艺设计要求,对各设备和管道的基础预埋铁及支架、吊架、穿墙孔进行预留预埋,以防安装时再凿眼打洞。在土建工程完成无梁楼板和砌筑主库保温墙前,应将预制好的蒸发排管,冷风机等冷却设备及待预制的较长管道提前吊运到库内。在土建工程施工地面时,应与土建工程施工人员共同核对各种设备基础的坐标尺寸和标高,核对各设备地脚螺栓或预埋铁的坐标尺寸。

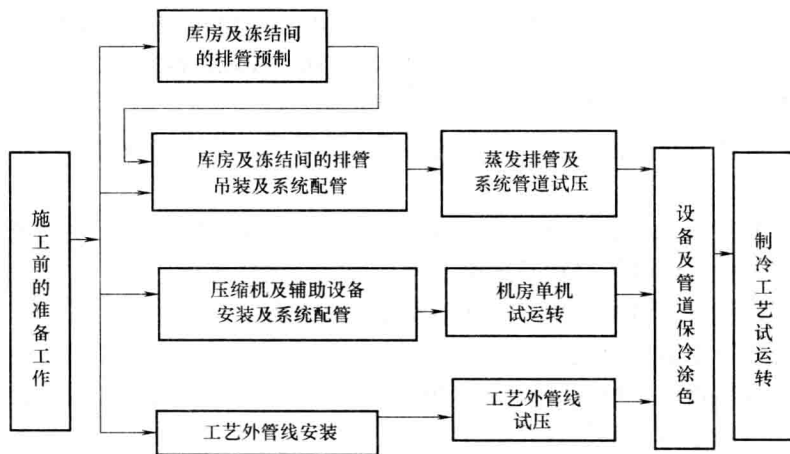


图 1-8 冷库制冷系统安装施工流程

1. 施工图的自审和会审

(1) 施工图自审 施工图自审是指施工组织人员必须全面熟悉施工图样,并组织技术分管人员对分管施工项目有关的施工图样和资料进行认真仔细地审阅核实,包括检查图样及资料是否齐全,核对图样间有无矛盾,图样与现场是否吻合等,并做好记录,待图样会审时提交讨论解决。通过自审,施工单位有关人员应准确理解设计意图,明确工程设计特点,熟悉施工技术要求,以保证施工的顺利进行。

(2) 施工图会审 施工图会审由建设单位组织,由设计单位、施工单位、监理单位等相关技术人员参加。首先由建设单位介绍工程建设情况,然后由设计单位相关专业人员介绍设计意图作为设计技术交底,最后由施工单位对图样提出在自审中发现的问题,并由设计人员和施工单位协同解决。

施工图会审的目的是通过会审,使各参加单位相关人员熟悉设计图样,领会工程特点和设计意图,找出需要解决的技术难题,并制订解决方案;同时,将图样中存在的问题尽可能在施工之前解决,避免返工浪费,为工程开工创造良好的前提条件。

施工图会审的具体内容包括：施工图样与设备、特殊材料的要求是否一致，设计图样与施工主要技术方案是否相适应，图样表达深度能否满足施工需要，设计采用的新工艺、新技术等在施工技术、机具和物资供应上是否有困难，各专业之间设计是否协调，如设备外形尺寸与基础尺寸、建筑物预留孔洞及预埋件与安装图样要求、设备与系统连接部位、管线间的相互关系等。

2. 工艺及设备材料准备

工艺及设备材料的准备是冷库制冷系统安装前一项重要的准备工作。应根据施工图，对整个冷库制冷系统所需用的设备及管材等工艺材料，编制出详实的计划，尽量在施工前准备齐全。工程质量的优劣，在很大程度上取决于构成工程实体的工艺及设备材料质量的好坏。因此，提前对工艺及设备材料进行准备、检查及处理是确保工程质量、降低工程成本、节约原材料的关键。

(1) 设备准备 设备准备工作主要是指设备开箱检查及设备移交工作。

1) 设备开箱检查。冷库制冷设备在安装前必须由施工单位与建设单位的检验人员一起进行开箱检查，并做好设备开箱检查记录。设备开箱检查经双方检验人员签字盖章后，作为设备的技术档案文件。设备开箱检验的步骤与内容如下：

①开箱前，应认真对照图样检查设备的名称、型号、箱号、箱数是否与单据相符，以防开错箱。

②确认设备的箱号、箱数等与单据相符后，再检查设备的包装有无受潮或损坏。

③开箱后，需检查设备的名称及规格型号是否符合图样要求。

④检查设备表面有无锈蚀、损坏、缺陷及受潮等现象。

⑤根据设备装箱单清点使用说明书、出厂检验证书等设备技术文件是否齐全，再根据设备技术文件和设备装箱单，检查与设备配套的零部件、附件是否损坏和缺件，检查与设备配套的安装或生产维修专用工具是否齐全。

⑥检查各种仪表装置等的铅封或包装是否完整无损。

2) 设备移交。凡经检验不合格的设备及零部件等，应由施工单位和建设单位或供方单位提出处理意见，并由双方检验人员签字认证。由施工单位维修不合格的设备 and 零部件时，施工单位应以记录为凭证，与建设单位进行工程增加部分的经济签证，作为工程结算的依据。设备移交时，如果发现设备有锈蚀、损坏和缺陷等，需妥善处理的，也需填好“设备开箱后缺陷处理记录”，作为设备的技术档案。

不需要安装的附件、零部件和附属材料、工具及设备技术文件，要在设备开箱检验记录上注明，并由建设单位负责保管。安装时需用的专用工具及技术说明书，由施工单位负责保管，并在工程交工时移交给建设单位。

设备接收后，必须妥善保管，不得混乱、损坏和丢失，并防止泥土、灰尘、雨雪、潮气的侵蚀。

(2) 工艺材料准备 工程上使用的各种材料（如管材、钢材、润滑油、绝缘防腐材料等）均应有出厂合格证明，否则须经检验合格后才能使用。对于有些虽然有合格证明，但主管技术领导或质量检查部门认为必要时，可在使用前抽查复验，其复验结果符合有关标准时，才能使用。

当对材料的材质有疑问时，应由材料部门负责取样送试验单位进行试验，试验鉴定合格

后才能使用。

对初次采用的材料、特殊材料、代用材料，必须进行试验、试制、鉴定，制订相应的操作规程，经技术负责人批准后才能使用。

试验报告作为工程技术档案文件。

3. 施工组织准备

冷库制冷系统的安装工程中，影响施工进度及安装质量的因素很多，施工单位应在开工前根据该安装项目工程量的大小及施工场地的空间状况，做好充分的施工组织准备工作。施工组织准备工作主要包括：施工计划及方案的制订、施工现场的准备、施工人员的准备、施工机具的准备等。

(1) 施工计划及方案的制订 具体包括以下内容：

- 1) 确定施工前各项准备工作的进度和工程开工日期，编制安装施工的总计划和进度。
- 2) 确定冷库制冷系统安装工程的现场预制和外加工项目的划分，作好总体的施工方案。
- 3) 确定施工工程所需配备的设施及施工管理机构方案。
- 4) 确定施工人员的编制，制订各工种的劳动力计划。
- 5) 确定施工机具需用量的方案。

(2) 施工现场的准备 施工现场的准备工作可以给施工项目创造有利的施工条件，是保证工程按计划开工和顺利进行的重要环节。它一般包括清理现场堆放物、“四通一平”、搭设临时设施等。

“四通一平”工作包括施工现场的水通、电通、道路通、通信通与场地平整。即在满足使用要求的前提下接好施工用给水与排水设备设施，并尽量降低成本；安全引入并合理配置施工动力电源和照明电源；确定临时道路，以保证运输和消防用车的畅通行驶；将场外通信线路接至场内，并安装电话；平整出足够的施工通道和作业场地，落实施工机具摆放处，并尽可能保证机具摆放位置不受施工的影响。

临时设施包括所有生产、行政和生活用的临时设施，如各种仓库、加工厂、宿舍、办公用房、食堂等，应按照批准的施工组织设计要求搭设，并尽量利用施工现场或附近的原有设施。

(3) 施工人员的准备 施工人员的选择和配备是否合理，将直接影响到工程质量与安全、施工进度与工程成本。施工人员的准备包括施工管理人员和作业人员的准备两部分，准备的内容包括项目组织机构建设、组织合理精干的施工队伍、做好计划和技术交底工作、建立健全各项管理制度等。

(4) 施工机具的准备 正确合理地选择施工机具是保证施工质量的前提。要按照需要量计划组织施工机具进场。所有施工机具都必须在使用前进行检查和试运转，以确保正常使用。

冷库制冷系统安装工程常用的施工机具包括钢丝绳、卡环、链式起重机等吊装机具，卡钳、游标卡尺、千分尺、塞尺、框式水平仪、平尺和千分表等测量工具，切管机、坡口机、除锈机、攻螺纹机、调直机、空压机等专用机具，电焊机和气焊设备等定型设备。

4. 其他准备

按照基本建设程序，冷库制冷系统安装工作开始前还需要办理相关手续，包括办理开工报告、施工备案和到技术监督局办理特种设备安装、改造、维修告知手续等。

(1) 办理开工报告 冷库制冷系统安装的各项施工准备工作做好以后,建设单位应当向当地建设行政主管部门或项目主管部门提交开工报告。主管部门对工程建设资金的来源、资金是否到位以及施工图出图情况等进行审查,符合要求后批准施工。

(2) 办理施工备案 施工单位在冷库制冷系统安装工作开始前,应向建设行政主管部门办理建设工程施工备案手续,同时提交以下资料:建设工程项目开工备案表、施工合同、工程预算书、经监理单位审核同意的施工组织设计(方案)、经总监理工程师批准的开工报审表、设计交底、图样会审纪要、施工单位工程项目主要管理人员登记表及相关的资格证书、特殊作业工作人员名单及上岗证、见证取样检测协议书、见证取样送检人员资格证书等。

凡在中华人民共和国境内从事制冷空调设备维修安装的企业,均应向中国设备管理协会、中国制冷空调工业协会申请并领取“制冷空调设备维修安装企业资质证书”。维修安装企业应具备的基本条件包括:具有本专业经营业务范围和服务规模相应的注册资金,具有相应数量的专业技术人员和技术工人,特殊工种上岗持证率须达100%,拥有相应的符合国家环保要求的营业场地和设施,制冷空调设备维修安装资质等级评审要求的各项基本条件等。只有取得资质等级证书且年审合格的企业,才能对其资质许可范围内的工程进行安装与维修。

(3) 办理特种设备安装、改造、维修告知手续 氨制冷压力管道属于GC2级的工业管道,冷库制冷系统中的储液器、制冷管道等均属于承压类特种设备,依据《特种设备安全监察条例》,特种设备安装、改造、维修的施工单位,应当在施工前将拟进行的特种设备安装、改造、维修情况书面告知质量技术监督局,告知后才可施工。书面告知应提交的资料包括:特种设备安装、改造、维修开工告知表,告知设备清单,施工现场作业人员表,设备出厂质量证明文件原件,设备设计资格证明文件,使用单位机构代码证和营业执照复印件,施工单位机构代码证,施工单位相应资格许可证,特种设备施工现场作业人员身份证和操作证等,维修、改造施工单位还须提供维修、改造施工方案。

(三) 制冷压缩机和设备基础的施工

1. 基础的施工

制冷压缩机和设备的基础施工之前,应先根据施工图标明的尺寸进行放样,确认无误后即可制作设备基础。

压缩机是动力设备,其基础既要承受静载荷,又要承受动载荷,因此要有足够的强度和防振功能。此外,基础还应耐润滑油的腐蚀。图1-9所示为制冷压缩机的基础图。基础施工的具体步骤如下:

(1) 挖地基 制冷压缩机等大型设备的基础需要挖土打地基,使基础所承受的载荷能均匀地分散在地基土壤上,所以对地基挖土后应进行加固。

(2) 支模板 按照施工图给出的尺寸,支好地脚螺栓预留孔与基础的木模板,定位要准确,模板不能歪斜。

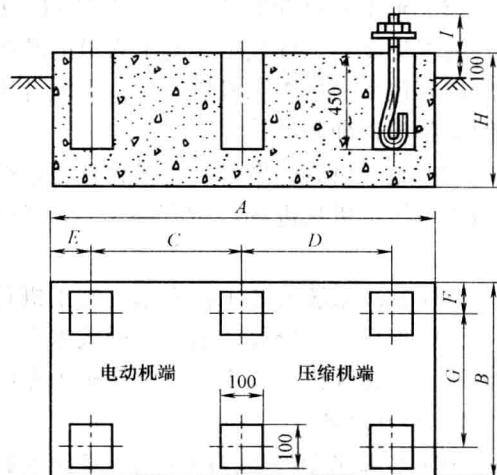


图1-9 制冷压缩机的基础图

(3) 配钢筋 对于电动机功率在 100kW 以上的设备基础, 混凝土中应适当配置钢筋。

(4) 浇注混凝土 浇注基础用混凝土的标号及用料应符合设计要求, 一般采用 C15 号混凝土。浇注混凝土时, 应注意埋入水、电等其他预埋件, 并经常复核预留孔和预埋件的位置, 防止移位。混凝土的高度需比图注尺寸低 30 ~ 60mm, 以便设备安装完毕后进行抹面。大型基础四周还需留 50 ~ 100mm 宽的防振缝, 缝内填砂, 缝顶用麻刀沥青填平, 以防灌水。

(5) 拆模板 混凝土初凝后 (浇注后约 8h), 应拆除地脚螺栓预留孔的模板, 以防完全凝固时不易拔出。混凝土强度达到设计强度的 50% 后, 可以将模板全部拆除。

2. 基础的养护

浇注混凝土后, 水泥的水化作用使其逐渐凝结硬化, 而水化作用需要适当的温度和湿度条件, 因此为了保证混凝土有适宜的硬化条件, 使其强度不断增加, 必须对混凝土进行养护。

混凝土基础养护的方法及要点如下:

1) 应在混凝土初凝以后用塑料布、帆布、麻布或草帘等保湿材料进行覆盖, 终凝以后 (浇注后约 12h) 开始浇水。

2) 浇水的次数以使混凝土表面处于潮湿状态为准。

3) 混凝土的表面不便浇水或使用塑料布养护时, 宜涂刷薄膜养生液, 防止混凝土内部水分蒸发。

4) 养护用水要与拌制混凝土所用的水相同。

5) 对于采用普通硅酸盐水泥拌制的混凝土, 浇水养护的时间不得少于 7 天。

6) 气温低于 5℃ 时, 混凝土不得浇水, 须进行保温养护。

3. 基础的检查

基础施工完成后, 为保证安装机器设备的质量, 应对基础进行严格的检查和验收。基础检查的尺寸偏差见表 1-1。根据图样和技术规范对基础进行全面检查。检查的内容包括基础的表面平整情况、基础的形状和基础的外形尺寸、标高位置及混凝土的强度、预留孔洞的位置和深度、放置垫铁位置的基础表面是否平整等。

表 1-1 基础检查的尺寸偏差

检查项目		允许偏差/mm		
混凝土基础	主要尺寸 (长、宽等)	± 20		
	基础表面标高	+0、-20		
沟坑、孔和凹凸部分尺寸		+20、-10		
沟坑、孔和凹凸部分标高		± 20		
地脚螺栓		螺栓直径/mm		
		< 50	50 ~ 100	> 100
	标高	± 5	± 8	± 10
	中心距	± 3	± 4	± 5
	垂直度/(mm/m)	10	10	10
中心标板上冲点的位置		± 1		
基础点上的标高		± 0.5		