

高等职业技术教育教材

制冷空调装置 应用技术

主编 王学儒



中国商业出版社

制冷空调装置应用技术

王学儒 主编

中国商业出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

制冷空调装置应用技术 / 王学儒主编. —北京: 中国商业出版社, 2002. 8
ISBN 7-5044-4634-3

I. 制... II. 王... III. 制冷—空气调节器—基本知识 IV. TB657.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第054955号

责任编辑: 常 勇

中国商业出版社出版发行
(100053 北京广安门内报国寺1号)
新华书店总店北京发行所经销
中国石油报社印刷厂印刷

787 × 1092 毫米 16 开 17.5 印张 390 千字
2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷
定价: 26.00 元

(如有印装质量问题可更换)

编 审 说 明

为适应我国高等职业技术教育的发展,根据《制冷与空调》专业数学计划和教学大纲的要求,结合我国制冷和空调行业的发展情况,我们组织全国有关职业技术学院的部分专业教师编写了《制冷空调装置应用技术》一书。本书是高等职业技术教育必用教材,也可供职工大学、电视大学和高等专科学校使用,或作为本科院校的参考教材。

本书由山东商业职业技术学院王学儒副教授任主编,武汉商业服务学院邹新生副教授任副主编。具体编写分工为:邹新生编写第一、二、三章,王学儒编写第四、五、六、七、十章,山东商业职业技术学院讲师邵长波编写第八、九章。

本书由山东商业职业技术学院匡奕珍副教授主审。

本书编写过程中,有关设计、施工、管理单位和兄弟院校的专家、教师们提出了很多宝贵意见,提供了不少资料,在此表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中如有疏漏之处,敬请广大读者不吝赐教,以便于修改,使之日臻完善。

制冷与空调专业教材编审委员会

2002年4月

编审委员会名单

主 任：匡奕珍

副主任：张 萍 朱 立 崔建宁

委 员：邹汉贞 谢一风 李丰桐 李 军

叶学群 姜献忠 邢振禧 邹新生

吕美进 韦伯琳 伊佩奇 周秋淑

李建华 涂 河 林巧婷

目 录

第一篇 制冷装置部分

第一章 冷库制冷系统的简介与安装	(3)
第一节 冷库制冷系统简介.....	(3)
第二节 制冷系统安装前的准备工作.....	(5)
第三节 制冷压缩机的安装.....	(7)
第四节 制冷设备的安装.....	(13)
第五节 系统管道、仪表与阀门的安装.....	(15)
第六节 蒸发器的安装.....	(23)
第二章 制冷系统投产前的检查和准备工作	(28)
第一节 制冷压缩机的调试.....	(28)
第二节 制冷系统的质量检查.....	(31)
第三节 氟利昂制冷系统的质量检查.....	(33)
第四节 系统管道和设备的保温施工.....	(36)
第五节 制冷系统加氨降温.....	(42)
第三章 制冷压缩机与设备的操作	(44)
第一节 活塞式制冷压缩机的操作.....	(44)
第二节 螺杆式制冷压缩机的操作.....	(47)
第三节 氟利昂制冷压缩机的操作.....	(48)
第四节 制冷设备的操作.....	(50)
第五节 蒸发器的操作.....	(54)
第六节 蒸发器除霜操作.....	(58)
第七节 系统放空气和放油操作.....	(60)
第四章 制冷系统的操作与调整	(66)
第一节 制冷系统调整参数分析.....	(66)
第二节 制冷系统的操作与调整.....	(72)
第三节 氨压缩机运转中的常见故障分析及排除方法.....	(75)
第四节 制冷系统运转过程中的常见故障及排除方法.....	(89)
第五节 氟利昂制冷机的常见故障及排除方法.....	(98)
第五章 制冷系统的安全装置与操作	(107)
第一节 制冷系统的安全装置.....	(107)
第二节 制冷系统安全操作.....	(110)

第三节 预防措施与紧急救护	(114)
第六章 制冷压缩机的维护与检修	(119)
第一节 零件损伤的原因及磨损规律	(119)
第二节 机器装卸基本工艺	(123)
第三节 检修的目的和准备工作	(126)
第四节 活塞式制冷压缩机的检修	(131)
第五节 螺杆式压缩机的检修	(151)
第六节 离心式制冷压缩机的检修	(158)
第七章 制冷设备的维护和修理	(161)
第一节 制冷设备检修前对制冷剂的处理	(161)
第二节 热交换器的维护与修理	(163)
第三节 阀门与法兰的维护与修理	(169)
第四节 泵与风机的检修	(173)
第五节 制冷设备故障实例分析及检修排除方法	(179)

第二篇 空调装置部分

第八章 空调装置的简介与安装	(187)
第一节 空调系统简介	(187)
第二节 空调系统安装前的准备工作	(189)
第三节 空调冷水机组的安装	(190)
第四节 集中式空调系统的安装	(196)
第五节 半集中式空调系统的安装	(205)
第六节 冷却水塔、泵与风机的安装	(213)
第九章 空调系统的调试与操作	(220)
第一节 水系统的质量检查	(220)
第二节 空调系统的调试	(223)
第三节 螺杆式冷水机组的调试	(226)
第四节 离心式冷水机组的调试	(227)
第五节 活塞式空调冷水机组的操作	(230)
第六节 螺杆式空调冷水机组的操作	(233)
第七节 离心式空调冷水机组的操作	(235)
第八节 空调系统常见故障及排除方法	(236)
第十章 溴化锂吸收式制冷机的安装调试与操作维护管理	(246)
第一节 溴化锂吸收式制冷机的安装与调试	(246)
第二节 溴化锂吸收式制冷机的操作与维护	(255)
第三节 溴化锂吸收式制冷机的常见故障及排除方法	(265)

第一篇 制冷装置部分

第一章 冷库制冷系统的简介与安装

第一节 冷库制冷系统简介

一、冷库制冷系统的概念和分类

(一)冷库制冷系统的概念

目前我国冷库使用的制冷系统大部分是蒸汽压缩式制冷系统。这种制冷系统是根据制冷原理将压缩机、冷凝器、节流阀和蒸发器,以及为了使制冷的效率更高、运行更安全的辅助设备(如油分离器、贮液器、汽液分离器、循环贮液桶、集油器、放空气器、阀件、仪表等)连接组成一个闭合制冷循环。它通过压缩机的作用,使制冷剂在系统内循环,达到制冷的目的。

(二)冷库制冷系统的分类

1.根据所用制冷剂的不同,可分为氨制冷系统和氟里昂制冷系统。目前我国冷库制冷系统大多数采用氨制冷系统。而小型冷库、冷藏箱等多采用氟里昂制冷系统。

2.根据食品冷加工和冷藏温度的要求,按氨的蒸发温度可分为 -15°C 、 -28°C 、 -33°C 三个系统。

(1) -15°C 系统的库房温度在 0°C 左右。这一系统主要担负高温货物的冷藏、加工食品的冷却以及制冰等任务。

(2) -28°C 系统的库房温度在 -18°C 左右。这一系统主要担负肉类、鱼类等食品的低温冷藏任务。

(3) -33°C 系统的库房温度在 -23°C 以下。它担负着肉类、鱼类等食品的加工冻结任务。

高温冷藏食品的冷库通常称为高温库,而低温冷藏和冷加工的冷库通常称为低温库。

3.按冷却方式分,可分为直接蒸发式和间接冷却式。

(1)直接蒸发式,即制冷剂在蒸发器内直接吸收外界的热量而蒸发。目前我国冷库大多采用这种冷却方式。

(2)间接冷却式,即利用载冷剂(例如盐水)在冷却排管或盐水池内循环,吸收外界的热量,载冷剂吸收的热量,在蒸发器内再由制冷剂所吸收。盐水制冰就是间接冷却方式,以氯化钠或氯化钙盐水做载冷剂。

4.按供液方式分,可分为直接膨胀供液式、重力供液式、氨泵供液式三种。

从供液方式、蒸发温度与之相应的压缩循环、冷却方式、使用制冷工质四个方面可以清楚地划分出冷库制冷系统的类型。如图1-1所示,使用工质是氨,采用重力供液、单级

压缩、直接蒸发式的制冷系统。在操作过程中,应根据设计和安装的实际情况,熟悉和掌握制冷系统的组成情况。

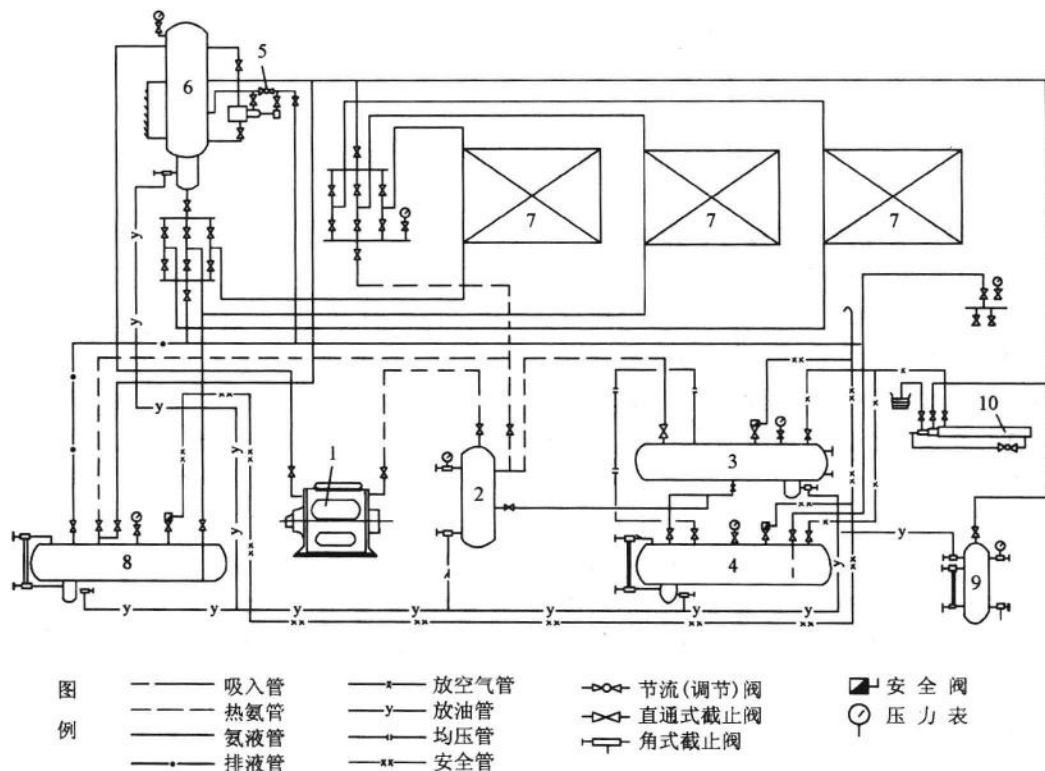


图 1-1 单级压缩重力供液氨制冷系统

1 - 压缩机; 2 - 氨油分离器; 3 - 卧式冷凝器; 4 - 高压贮液桶; 5 - 调节阀;
6 - 氨液分离器; 7 - 蒸发器(排管); 8 - 排液桶; 9 - 集油桶。10 - 空气分离器

二、冷库制冷系统的组成

氨压缩制冷系统由两部分组成:即机房系统和冷却系统。

(一)机房系统

机房系统包括氨压缩机、油氨分离器、冷凝器、高压贮液桶、总调节站等设备管路和阀门。它们的作用是将制冷剂在冷库内吸热蒸发的气体,经压缩机压缩后,提高制冷剂的压力和温度,通过油氨分离器后,以分离高压过热氨蒸汽中所夹带的润滑油,分油后的氨蒸汽进入冷凝器,把从冷库中吸收的热量和压缩机补偿功转换的热量,转移给常温介质水或空气,使气体液化后进入高压贮液桶,经总调节站进入各蒸发系统,以进行蒸发制冷。

(二)冷却系统

冷却系统包括蒸发器、氨液分离器、低压循环桶、液体分调节站、气体分调节站等设备管路和阀门。其作用是通过液体制冷剂进入蒸发器、吸收冷库的热量汽化,然后被压缩机

吸入,达到在冷库内制冷的目的。

图 1-2 是 500 吨冷库制冷系统原理图。它是一个蒸发温度为 -33°C 的氨泵供液、双级压缩的制冷系统。其工艺流程如下:

氨蒸汽经高压机压缩后,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贮液桶,再经其出液管,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。中冷器内的液体是由蛇形管前的高压管路接出的支管供给。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;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,通过回汽总管进入低压循环桶。经汽、液分离后,气体被低压机吸入,经压缩后排入中冷器,经中冷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、高压贮液桶、中冷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贮液桶相接;供液管与高压贮液桶出液管相接;减压管与循环桶的进汽总管相接;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。

以上对 500 吨冷库的制冷系统作一简要介绍,以后还要进一步熟悉图纸,为了解各种制冷系统的情况打下初步基础。这是制冷系统操作管理时首先应掌握的知识。

第二节 制冷系统安装前的准备工作

冷库制冷系统的安装由机器房、库房、结冻间、工艺外管线四部分组成。其安装工艺流程如图 1-3 所示。为确保工程质量和缩短工期,以上几个安装项目可采取平行交叉施工,在和土建工程施工进行配合时,应注意以下几个问题:

1. 在土建施工主库、结冻间、机器房、工艺外管线时,应根据制冷工艺图纸要求,对各设备和管线的基础预埋铁及支、吊架、穿墙孔进行预留预埋,以防安装时再凿眼打洞。
2. 在多层库房土建施工主库楼板时,应根据蒸发排管的型式,预埋好各排管及连接管线的吊架或吊架预埋铁,并预留吊装用的孔洞。
3. 多层冷库在土建工程完成无梁楼板后,砌筑主库保温墙前将预制好的排管、冷风机等冷却设备及待预制的较长的管道提前吊入库内。
4. 在土建施工结冻间、机器房地面时,应与土建施工人员共同核对各设备基础的坐标

尺寸、标高和预留预埋各设备的地脚螺栓或预埋铁的坐标尺寸。

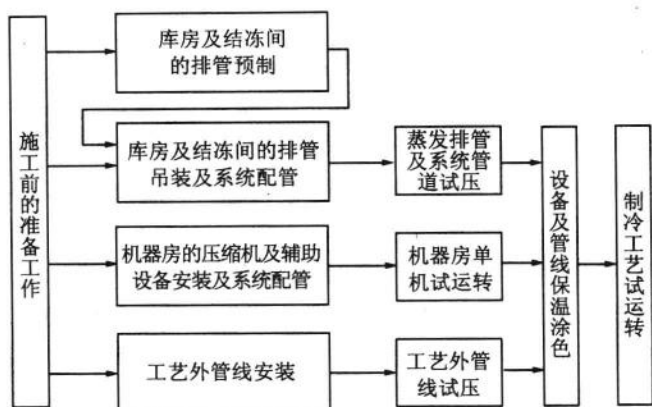


图 1-3 冷库制冷装置安装施工流程图

一、工艺和设备材料准备

(一)熟悉和审查图纸

应由建设单位会同施工单位、设计单位组成图纸会审小组,仔细审查和熟悉图纸。在技术交底后,对不合理的设计和图纸中存在的问题,应提请设计人员考虑修改,使修改后的图纸更符合实际情况,在满足经济实用、工作可靠的前提下,又便于施工。

(二)了解与土建工程的配合情况

在熟悉图纸的基础上,会同土建施工人员共同核对土建工程中有关安装方面配合的情况,如孔洞的位置、标高、尺寸是否符合图纸的要求,对不符合要求的部分应会同设计人员提出修改意见。

(三)设备清点交接工作

根据图纸要求,会同建设单位对机器设备、附件及其所用阀门等的规格、数量及装箱单进行清点和外观检查,做好记录,并办理交接手续。

(四)材料准备

检查制冷设备所用的管材、型钢等的规格、数量是否齐全。对所用的管材应做化学成分化验,金相组织的分析及抗冻试验,以选择合适的焊条进行焊接。

二、施工组织准备

(一)总体安排

在总体安排中要着重明确以下几个主要问题:

1. 根据设计图纸、土建工程进度、各种设备和主要安装材料到货情况,施工现场的施工条件等,确定施工前准备工作的进度,工程的开工日期和施工的总进度计划。
2. 确定制冷设备安装工程的现场预制和外加工的项目划分。
3. 确定制冷设备安装工程的总体施工方案。
4. 配备或组成相应的施工组织机构。

5. 提出各种主要安装材料的节约指标、节约措施和要求。

6. 根据总工程量,制定各工种劳动力计划。

(二) 施工平面布置

在施工总体规划指导下,根据现场的实际情况设计施工平面。在安排施工平面时,应注意以下几个问题:

1. 根据土建施工现场布置和工程进度情况,确定临时道路、预制厂地、临时供电线路,临时供水管线和已搭设的临建设施。如果需要单独确定,应尽量选用永久建筑、道路、供水供电管线,作为施工的临时设施。

2. 使用电焊机、乙炔发生器等,应划分安全作业区,并应设置刺网,挂有“禁火”标牌。

3. 要有供管线吹污、试压用的压缩机组。

4. 要有堆放管材、型钢的露天库或防雨工棚,面积一般以 $350 \sim 450\text{m}^2$ 为宜。

5. 要有供管件及零部件加工和存放专用施工机具的防雨防风临建工棚,面积一般以 $400 \sim 500\text{m}^2$ 为宜。

6. 如无大型弯管机,应设置露天弯管场地。

施工平面设计,应因地制宜进行。各分项工程的施工平面布置,应按分项工程的施工方案,分期进行。

(三) 人员准备

制冷设备的安装是一项技术复杂、要求严格的安装工程。所以,人员的准备除根据工程量、工程进度安排好劳动力计划外,还要组织一定量技术素质好的焊工参加安装。对一些技术性较强的工种,要求一律要经有关主管部门进行技术培训,经考核合格后并取得相应的职业技术证书,才能参加制冷设备安装工作。

三、其他准备

(一) 施工机具设备的准备

1. 安装排管常用的专用机具如切管机、弯管机、除锈机具、调直机等应提前准备。

2. 机器设备安装试运转常用的机具和设备,如吊装机器用的吊装设备、安装排管用的吊架、支架等;拆卸机器用的钳工工具及测量工具等,都应提前准备好。

(二) 电气准备

施工单位的供电线路是安装工程的命脉,施工前,需架设可靠临时供电线路,供水管道在施工前也应接到施工现场。

以上各项准备工作办理妥善,才能使制冷系统的安装工作顺利进行。

第三节 制冷压缩机的安装

一、基础的作用和要求

(一) 基础的作用

制冷压缩机的基础,不仅能承受机器本身重量的静载荷,还要承受机器运转时产生的动载荷,而且还起吸收和隔离因动力作用而产生的振动,防止发生共振现象。

(二)基础的要求

制冷压缩机的基础要求有足够的强度、刚度和稳定性,能耐介质的腐蚀,不发生下沉、偏斜等现象,能吸收和隔离共振。

在安装机器设备前,对基础应进行全面检查,检查的主要内容是基础的外形尺寸、坐标位置和强度。基础检查的主要项目是:

- 1.基础的表面情况。
- 2.标高、坐标位置是否符合设计要求。
- 3.基础形状和各部分的主要尺寸及预留孔洞是否符合要求。
- 4.地脚螺栓位置是否正确,螺纹是否良好,螺纹长度是否符合标准,螺母和垫圈是否配套。
- 5.放置垫板位置的基础表面是否平整。

基础检查的尺寸偏差见表 1-1。

表 1-1

基础尺寸偏差的允许值

检 查 项 目	允许偏差(毫米)		
1)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		
2)地脚螺栓	螺栓直径(毫米)		
	< 50	50 ~ 100	> 100
标 高	± 5	± 8	± 10
中 距	± 3	± 4	± 5
垂直度[毫米/米]	10	10	10
3)中心标板上冲点的位置	± 1		
4)基准点上的标高	± 0.5		

检查混凝土基础的强度除了用试样进行强度试验外,也可用敲击的方法进行检验。见表 1-2。

二、制冷压缩机的安装

平车是安装制冷压缩机的关键,如果平车工作做得不好,就会使基础负荷不均匀,压缩机出现偏斜,机器运转时振动增大,从而使机件磨损加快,机器使用寿命缩短,严重时引起汽缸拉毛、轴瓦烧坏、机件严重磨损等故障发生。

表 1-2 检查混凝土标号和强度(兆帕)时的判别标准

混凝土 标 号	混凝土的 强 度	敲 击 声 音	混凝土表面敲击后的情况	
			用 小 锤	用 尖 钎
110 ~ 140	8.8 ~ 10.8	响 亮	几乎无痕迹	轻轻钎后稍有痕迹
70 ~ 90	5.6 ~ 7.2	暗 哑	有痕迹	钎后痕深达 1 ~ 1.5 毫米
~ 50	4.0	轻 微	有边缘崩散的凹痕	裂开并有崩陷的现象

(一)制冷压缩机安装前的准备工作

1. 压缩机进场后应妥善保管。防止日晒雨淋,避免机器部件生锈。
2. 认真检查核对包装箱内随机附带物件的数量和质量,应妥善保管、防止遗失。尤其对说明书、目录、图纸、产品合格证等应归档存放。
3. 制冷压缩机安装前应选好吊运道路。准备好吊运工具,如桥式起重机、汽车吊、钢制三角架、手动葫芦等。起吊运输和安装就位时,应正确选择钢丝绳结扎位置,不允许将钢丝绳结扎在压缩机的各连接管和法兰盘上。
4. 为使灌浆层与基础结合牢固,应在基础的表面上(放垫铁的地方除外)铲出一些小坑。小坑数目在 100cm^2 的面积上应有 3 ~ 4 个,小坑直径为 10mm。
5. 垫铁一般用 A₃ 号钢制成。其大小规格:机器在 1 吨以下长宽厚的尺寸可为 $120 \times 80 \times 20\text{mm}$; 1 ~ 3 吨可为 $150 \times 90 \times 20\text{mm}$; 3 吨以上可为 $170 \times 100 \times 20\text{mm}$ 。放垫铁的目的是通过调整垫铁厚度,使安装的机器设备达到设计的水平度和标高。安装时,在地脚螺栓两边 20mm 处各安放垫铁一组。每组垫铁一般由两块斜垫铁和一块平垫铁组成。垫铁要露出机座外边约 25 ~ 30mm,以便用锤调整。垫铁组的高度在 30 ~ 60mm 之间。机器设备安装后,同一组垫铁应点焊在一起,以免工作时松动。

6. 在基础上画好纵向和横向主要轴线、地脚螺栓孔的中心线,在机器上也画好相应的轴线及中心线,以便机器就位时各轴线重合。

(二)制冷压缩机的平车工艺

国产新系列压缩机一般都带有公共底座,安装底座时通常采用三点找平安装法。找平时,水平仪应放在机座已加工过的表面上进行,在互相垂直的两个方向上,用水平仪进行测量,取两次的平均读数作为水平度的测量值。通过调整垫铁的高度使机座找平。见图 1-4 所示。

压缩机的粗平是以机座的找正和找平为基础进行的,其注意事项有:

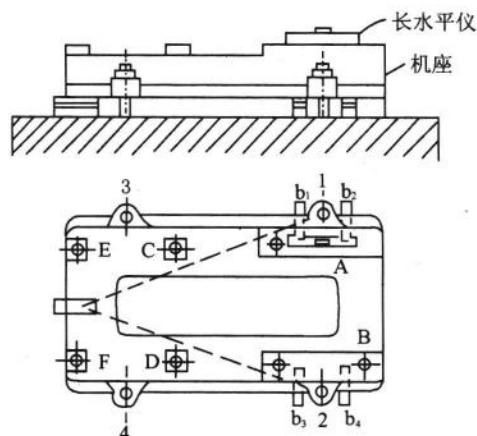


图 1-4 三点找平法安装机座

1. 安装时先把地脚螺栓用双螺帽栓装于公共底座上,找正后再进行找平工作。
2. 水平找正后,用 300 号细石混凝土灌入地脚螺栓孔内,并严格捣实。
3. 对于用皮带轮作为传动部件的压缩机,在平车时必须拆下皮带轮,待二次灌浆凝固后才能装上,否则一边沉重,影响平车的准确性。但在平车时必须注意皮带轮与电动机飞轮两侧保持直线。

压缩机粗平和地脚螺栓孔灌浆一周后,混凝土已经干固,即可进行精平。

压缩机精平采用精度为 0.02mm 的框架水平仪进行,测量部位根据压缩机结构选择。

对于立式和 W 型压缩机,可在汽缸上端面、曲轴伸出机体的部位进行测量。

对于 V 型及扇型压缩机,可在安全法兰端面(拆下安全阀)、油泵端面(拆去油泵)和进、排汽口(拆去进、排汽阀及弯头)进行测量。可利用曲轴箱盖侧面(拆下曲轴箱侧盖)测量横向水平。

利用铅锤线方法测量曲轴水平时,应将铅锤线挂在飞轮外侧,在飞轮上方选定 a 点,下方选定 a' 点,用塞尺测量 a 和 a' 点的尺寸,然后将飞轮转动 180° ,再测量 a 和 a' 两点,如果数值差在允许的范围就为合格,并可用框架水平仪放在飞轮上校核一下。见图 1-5 所示。

制冷压缩机精平时的要求与每米长度在纵向不大于 0.1mm,横向不大于 0.2mm,用调整斜垫铁高度的方法调整其水平度。也可以在基座下面用升降螺丝或油压千斤顶的方法使机器找平,然后把垫铁垫好,除去升降螺丝或千斤顶,再用水平仪复测一次水平,看是否达到理想水平度,后一种方法调整垫铁反复次数少些。当水平度调整到所要求的范围内,要对角均匀地拧紧地脚螺栓。由于很难使地脚螺丝受力均匀,垫铁之间的接触也不一定接触十分均匀等原因,因此拧好地脚螺栓后,水平度还可能变化,就必须做进一步调整。松开地脚螺栓,将低的那一面的斜垫铁敲进去一点,再拧紧螺栓,进行测量。如此反复进行,直到均匀地拧好地脚螺栓,达到压缩机安装水平度的要求为止。最后将垫铁焊牢。如果机器底座与基础接触面积不够 70% 时,可在垫铁组之间加塞垫铁使之垫实,但在加塞垫铁时,需防止破坏机器的精平。

机器精平后,将基础用水冲洗干净,在机器底部灌浆和抹面。

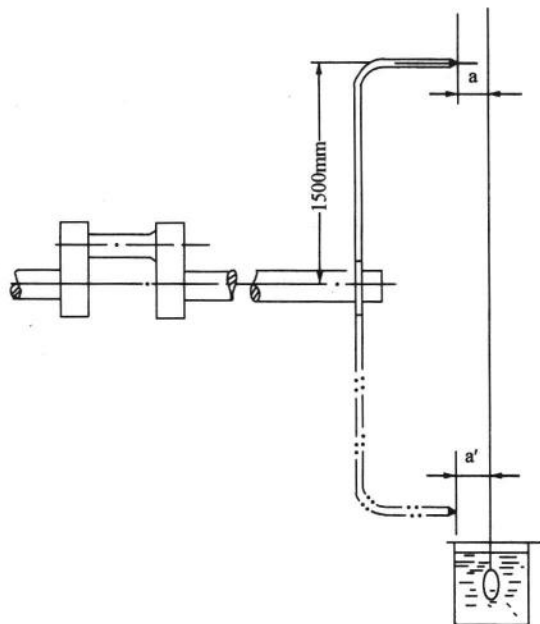


图 1-5 铅锤线法测量轴的水平