



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

离心式制冷剂压缩机

Centrifugal refrigerant compressors

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 型式与基本参数.....	2
4.1 型式.....	2
4.2 压缩机（组）正常工作的压力和流量范围.....	2
4.3 名义工况.....	2
5 技术要求.....	3
5.1 一般要求.....	3
5.2 安全要求.....	3
5.3 性能要求.....	3
6 试验方法.....	4
6.1 试验的一般要求.....	4
6.2 试验方法.....	5
7 检验规则.....	6
7.1 出厂检验.....	6
7.2 抽样检验.....	6
7.3 型式检验.....	6
8 标志、包装、运输和贮存.....	7
8.1 标志.....	7
8.2 包装.....	7
8.3 运输和贮存.....	8
附录 A（规范性）压缩机（组）制冷（热）量试验的压力、温度测点及管道组件布置要求.....	9
A.1 概述.....	9
A.2 吸、排气压力及温度测点布置要求.....	9
A.3 吸、排气管路直管段布置要求.....	10
附录 B（规范性）压缩机（组）性能试验装置用整流器技术要求.....	11
B.1 概述.....	11
B.2 结构.....	11
B.3 安装方式.....	11
附录 C（规范性）压缩机（组）制冷（热）量试验方法.....	13
C.1 概述.....	13
C.2 试验方法 D1 和 D2：制冷剂气体流量计法.....	14
C.3 试验方法 F：制冷剂液体流量计法.....	17
C.4 试验方法 G：水冷冷凝器量热器法.....	19
C.5 试验方法 J：制冷剂气体冷却法.....	20
C.6 试验方法 K：压缩机排气管道量热器法.....	22
C.7 公式中使用的符号和定义.....	24
图 A.1 吸、排气压力及温度测量点布置要求.....	9
图 B.1 整流器结构.....	11
图 B.2 整流器安装要求.....	12

图 C.1 单级压缩机（组）方法 D 流程示意图..... 14

图 C.2 多级压缩机（组）方法 D 流程示意图..... 15

图 C.3 方法 F 流程示意图 18

图 C.4 方法 G 流程示意图 19

图 C.5 方法 J 流程示意图..... 20

图 C.6 方法 K 流程示意图 22

表 1 压缩机（组）的名义工况..... 2

表 2 检验项目 6

表 A.1 吸气管路中直管段的最小尺寸要求 10

表 A.2 排气管路中直管段的最小尺寸要求 10

表 C.1 符号和定义 24

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国冷冻空调设备标准化技术委员会（SAC/TC238）归口。

本文件起草单位：……。

本文件主要起草人：……。

本文件为首次发布。

离心式制冷剂压缩机

1 范围

本文件规定了离心式制冷剂压缩机及离心式制冷剂压缩机组型式与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于制冷或热泵用途的离心式制冷剂压缩机（以下简称压缩机）及离心式制冷剂压缩机组（以下简称压缩机组），其他用途的离心式制冷剂压缩机及离心式制冷剂压缩机组参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 755—2019 旋转电机定额和性能
- GB/T 5773—2016 容积式制冷剂压缩机性能试验方法
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求
- GB/T 9239.1—2006 机械振动 恒态（刚性）转子平衡品质要求 第1部分：规范与平衡允差的检验
- GB/T 12668.3—2012 调速电气传动系统 第3部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法
- GB/T 12668.501 调速电气传动系统 第5-1部分：安全要求电气、热和能量
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 18430.1—2024 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组
- GB/T 19410—2008 螺杆式制冷压缩机
- JB/T 3165—1999 离心和轴流式鼓风机和压缩机 热力性能试验
- JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

3 术语和定义

JB/T 7249界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

离心式制冷剂压缩机 centrifugal refrigerant compressor

依靠叶轮对制冷剂蒸气做功使制冷剂蒸气的压力和速度增加，而后又在扩压器中将动能转变为压力能，制冷剂蒸气沿径向流过叶轮的压缩机。

3.2

离心式制冷剂压缩机组 centrifugal refrigerant compressor unit

由离心式制冷剂压缩机、原动机及其他附件组装在一起，用于压缩制冷剂蒸气的机组。

3.3

喘振 surging

压缩机（组）运行过程中出现的一种的不稳定性现象，其特征为制冷剂蒸气流量随时间的变化发生很大的波动，并伴有强烈的振动和噪声。

3.4

堵塞 choking

压缩机（组）运行过程中出现的一种不稳定性现象，其特征为气体动力上的阻塞，这时制冷剂蒸气流量不再随着调节机构的动作而增大。

3.5

制冷量 cooling capacity

在规定的制冷能力试验条件下，由试验测得的流经压缩机（组）所在制冷循环中蒸发器的制冷剂质量流量乘以压缩机（组）吸气口的制冷剂气体比焓与压缩机（组）所在的制冷循环中蒸发器膨胀前的制冷剂液体比焓之差。

注：单位为瓦（W）。

3.6

制热量 heating capacity

在规定的制热能力试验条件下，由试验测得的流经压缩机（组）排气侧的制冷剂质量流量乘以压缩机（组）排气口的制冷剂气体比焓与压缩机（组）所在的制冷循环中蒸发器（补气回路）膨胀前的制冷剂液体比焓之差。

注：单位为瓦（W）。

3.7

制冷（热）性能系数 cooling(heating) coefficient of performance

压缩机（组）的制冷（热）量与输入功率之比。

注：单位为瓦每瓦（W/W）。

3.8

输入功率 input power

开启式压缩机为输入压缩机的轴功率；封闭式压缩机为电动机输入功率及维持压缩机正常运行所需的其他辅助功率之和。

注：单位为瓦（W）。

3.9

典型特性曲线 typical characteristic curve

以离心式制冷剂压缩机（组）的进口体积流量为横坐标，以压比（或升压）和输入功率或效率为纵坐标的函数曲线图。

注：用于表述压缩机（组）运行特性和调节范围。

3.10

磁悬浮轴承 magnetic bearing

利用磁场的吸引力或排斥力使转子悬浮和动态稳定的轴承。

3.11

磁悬浮离心式制冷剂压缩机 magnetic bearing centrifugal refrigerant compressor

用于压缩制冷剂蒸气的离心式压缩机，其正常运行中压缩机转子完全由磁悬浮轴承支撑。

3. 12

压比 pressure ratio

压缩机排气口绝对压力与吸气口绝对压力之比。

注：单位为兆帕每兆帕（MPa/MPa）。

3. 13

位置传感器 position transducer

安装于磁悬浮轴承系统中，用于实时监测转子位置的传感器。

3. 14

备降轴承 touch-down bearing

安装于磁悬浮轴承系统中，主要作用是在压缩机待机状态时承载转子组件，在紧急状态时用于限制转子组件运动范围，在磁悬浮轴承系统过载、故障或失效时支撑转子组件防止其与磁悬浮轴承定子或电机定子表面接触的独立轴承部件。

注：在磁悬浮轴承系统正常工作时，备降轴承与转子组件无接触。

3. 15

辅助供电系统 auxiliary power supply system

在紧急断电时用于为磁悬浮轴承系统持续供电至转子组件转速降低后落于备降轴承上，从而减轻跌落冲击，延长磁悬浮轴承系统寿命。

3. 16

硬跌落测试 touch-down test

压缩机（组）处于约定转速和约定工况运行时，将电机和磁悬浮轴承突然断电，且断电后不启用备用电源，使转子组件在未降速的情况下直接硬跌落于备降轴承上，以评估其寿命。

3. 17

气悬浮轴承 gas-bearing

气悬浮轴承是指采用制冷剂气体（蒸气）作为工作介质的轴承类型，主要分为静压和动压两种形式。

3. 18

静压气悬浮轴承 static pressure gas-bearing

静压气悬浮轴承是以压差补气方式建立起轴承工作气膜作为工作介质的滑动轴承。

3. 19

动压气悬浮轴承 dynamic pressure gas-bearing

动压气悬浮轴承是以通过高速旋转压缩气体的方式建立起气膜作为工作介质的滑动轴承。

3. 20

气悬浮轴承离心式制冷剂压缩机 gas-bearing centrifugal refrigerant compressor

用于压缩制冷剂蒸气的离心式压缩机，其正常运行中压缩机转子完全由气悬浮轴承支撑。

3. 21

供气压差 pressure difference of supply gas

供气压差是为了在轴承承载面形成气膜所需要的供气压力差，通常等于供气容器的静压减去压缩机腔的静压。

注：仅适用于静压气悬浮轴承压缩机。

3. 22

轴承供气量 gas supply of gas-bearing

轴承供气量是在稳定运行中通过轴承承载面的供气量。

注：仅适用于静压气悬浮轴承压缩机。

3.23

起飞转速 take off rotational speed

转轴与顶箔之间的气体动压确保转轴与顶箔开始分离一定距离的转速。

注：仅适用于动压气悬浮轴承压缩机。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 按轴承型式分为：

- 机械式轴承压缩机（包含油润滑轴承压缩机和制冷剂润滑滚动轴承压缩机）；
- 悬浮式轴承压缩机（包含磁悬浮轴承压缩机和气悬浮轴承压缩机）。

4.1.2 按是否有油分为：

- 有油压缩机；
- 无油压缩机。

4.2 压缩机（组）正常工作的压力和流量范围

压缩机（组）正常工作的压力和流量范围见其典型特性曲线。

4.3 名义工况

压缩机（组）的制冷制热名义工况按表1的规定，部分负荷工况按表2的规定。

表1 压缩机（组）的名义工况

类型		蒸发温度 ^a ℃	冷凝温度 ^a ℃	吸气温度 ℃	膨胀前的制冷剂液体过冷度 ^b ℃
制冷	水冷数据中心	14	36	17	3
	水冷名义制冷	6	36	9	3
	水冷冰蓄冷	-8	35	-5	3
	风冷名义制冷	6	50	11	5
制热	水冷名义制热	6	46	9	3

^a 可采用被测压缩机吸、排气口静压对应的饱和温度与表中所规定的蒸发温度和冷凝温度相等的方式进行测试。

^b 对于配用经济器的多级压缩机（组），以“级间补气压力对应的饱和温度+3K”作为经济器补气回路出口温度参数，补气压力由制造商设计时规定，制冷量以第一级补气压力相对应的制冷剂饱和温度（或露点温度）下制冷剂液体理论比焓进行计算。

表2 压缩机（组）的部分负荷工况

工况	负荷率	蒸发温度 ^a ℃	冷凝温度 ^a ℃	吸气温度 ℃	膨胀前的制冷剂液体过冷度 ^b ℃
水冷数据中心 全年综合制冷工况	100%	14	36	17	3
	100%	14	31	17	3
	100%	14	27	17	3
	50%	14	24	17	3
水冷名义制冷	100%	6	36	9	3

工况	负荷率	蒸发温度 ^a ℃	冷凝温度 ^a ℃	吸气温度 ℃	膨胀前的制冷剂液体过冷度 ^b ℃
部分负荷工况	75%	6	31	9	3
	50%	6	26	9	3
	25%	6	21	9	3
风冷制冷季节工况	100%	6	50	11	5
	75%	6	44	11	5
	50%	8	38	13	5
	25%	10	32	15	5
^a 可采用被测压缩机吸、排气口静压对应的饱和温度与表中所规定的蒸发温度和冷凝温度相等的方式进行测试。 ^b 对于配用经济器的多级压缩机（组），以“级间补气压力对应的饱和温度+3K”作为经济器补气回路出口温度参数，补气压力由制造商设计时规定，制冷量以第一级补气压力相对应的制冷剂饱和温度（或露点温度）下制冷剂液体理论比焓进行计算。					

5 技术要求

5.1 一般要求

压缩机（组）应符合本文件的要求，并按规定程序批准的图样和技术文件（或用户与制造商的协议）制造。

5.2 安全要求

5.2.1 安全基本要求

压缩机（组）安全的基本要求应符合GB/T 9237的规定。电控部件安全的基本要求应符合GB/T12668.501的规定。

5.2.2 强度

压缩机壳体等受压零件应有足够的强度，按6.2.2进行强度试验时，各部位应无渗漏和异常变形。

5.2.3 绝缘电阻

压缩机（组）带电部位与可能接地的非带电部位之间的绝缘电阻（冷态）应满足以下要求：

- a) 对于额定电压1000V以下的应不小于50MΩ；
- b) 对于额定电压1000V～6600V的应不小于200MΩ；
- c) 对于额定电压大于6600V的应不小于500MΩ。

5.2.4 电气强度

电机和磁悬浮轴承的电气强度应满足GB/T 755—2019中9.2的规定。

5.3 性能要求

5.3.1 制冷（热）量

压缩机（组）的实测制冷（热）量不应小于名义制冷（热）量的95%。

5.3.2 输入功率

压缩机（组）的实测输入功率不应大于名义输入功率的110%。

5.3.3 制冷（热）性能系数

压缩机（组）的实测制冷（热）性能系数不应小于明示值的95%。

5.3.4 振动

压缩机（组）的实测振动值不应大于制造商明示的振动限值。

5.3.5 部分负荷运行

压缩机（组）应进行部分负荷运行试验，测定其部分负荷下的制冷（热）量和输入功率，并绘制部分负荷性能曲线图或性能表。

5.3.6 全性能

压缩机（组）应进行全性能试验，测定其全性能试验时的实测转速、进口体积流量、压比（或升压）和输入功率或效率，并应绘制压缩机（组）的全性能曲线图或性能表。

5.3.7 噪声

压缩机（组）的实测声压级噪声值不应大于制造商明示值+2dB(A)。

5.4 可靠性要求

5.4.1 通用可靠性要求

5.4.1.1 气密性

压缩机（组）的气密性应满足以下要求：

- a) 当检漏介质为干燥、洁净的空气或氮气时，压缩机（组）或压缩机壳体等受压零件试验时各部位应无渗漏；
- b) 当检漏介质为其他试验气体时，压缩机（组）或压缩机壳体等受压零件试验时的单点泄漏率均不应大于7.5g/a或压缩机（组）整机泄漏率不应大于28g/a。

5.4.1.2 运转

压缩机（组）应进行行空载或重载运转试验，其运转应平稳，无异常声响和剧烈振动，调节装置操作灵活、正确，压力、输入功率和温度应无异常波动，摩擦部位应无异常温升等。

注：由经过运转试验合格的压缩机组装的机组可不进行运转试验。

5.4.1.3 旋转部件动平衡

叶轮、转轴或转子组件的动平衡等级应符合制造商设计规定或供需双方协议的规定。

5.4.1.4 叶轮超速

试验前后叶轮关键部位（如轴孔、进口密封圈和叶轮外径等）的永久变形量应符合制造商设计规定或供需双方协议的规定。试验转速不应小于该叶轮最高运行转速的1.15倍。

5.4.1.5 绕组温度

压缩机（组）的实测电动机绕组温度应不高于制造商规定的绕组温度限值。

5.4.1.6 喘振可靠性

压缩机需具备抵抗喘振冲击的能力或识别喘振并控制压缩机脱离喘振的保护功能，确保不会因喘振导致压缩机（组）损坏而无法运行。

5.4.1.7 紧急断电可靠性

运行过程中，压缩机（组）应能可靠应对紧急断电或供电系统故障，并满足以下要求：

- a) 针对机械式轴承压缩机：机械式轴承应设置紧急供油/液系统，在压缩机（组）紧急断电时，持续供油/液直至转轴停转；
- b) 针对磁悬浮轴承压缩机：磁悬浮轴承系统应设置辅助供电系统，如配用不间断供电装置、具备断电自发电功能的变频器等，在紧急断电时用于为磁悬浮轴承系统持续供电至转子组件转速降低后落于备降轴承上，落下时的转速不应影响备降轴承寿命；
- c) 针对静压气悬浮轴承压缩机：静压气悬浮轴承系统应设置辅助供气系统，因气悬浮轴承系统过载、故障或失效时支撑转轴至停转，防止压缩机损坏；
- d) 针对动压气悬浮轴承压缩机：压缩机无需设置辅助系统，压缩机可直接断电，轴承能够抗跌落；
- e) 按6.4.1.7进行紧急断电可靠性试验，试验过程中无故障报警、无异常振动，试验后压缩机（组）仍能正常运行。

5.4.1.8 吸气带液可靠性

压缩机需具有抵抗吸气带液冲击的能力，确保不会因带液导致压缩机（组）损坏无法运行。按6.4.1.8进行吸气带液可靠性试验，试验过程中无故障报警、无异常振动，试验后压缩机（组）仍能正常运行。

5.4.2 磁悬浮轴承压缩机可靠性要求

5.4.2.1 电磁兼容

磁悬浮轴承压缩机（组）的电磁兼容应符合GB/T 12668.3—2012中5.2.3、5.3.3、6.4.2的规定。如磁悬浮轴承、变频器为两路或多路电源供电，对允许客户接入同一供电电源的，则同时接入测试；对要求客户独立供电的，则每一路供电单独验证。

5.4.2.2 备降轴承硬跌落寿命

磁悬浮轴承压缩机应设置备降轴承，在磁悬浮轴承系统过载、故障或失效时能够支撑转轴至停转防止压缩机损坏，备降轴承应具备合理的硬跌落寿命次数并进行明示。按6.4.2.2进行备降轴承硬跌落寿命试验后，压缩机（组）仍能正常校轴、悬浮及运行。

5.4.3 气悬浮轴承压缩机可靠性要求

5.4.3.1 静压气悬浮轴承耗气量

在压缩机（组）设计工况下，轴承耗气量不超过压缩机吸气量的1/1000。在压缩机运行范围内，轴承耗气量的波动不超过2%。

5.4.3.2 动压气悬浮压缩机最低运行转速

动压气悬浮轴承的起飞转速应满足压缩机（组）最低负荷时的转速要求。按6.4.3.2进行最低运行转速试验期间，不应出现因为动压气旋浮轴承失稳导致的异常报警、异常噪声、异常振动或异常磨损。

6 试验方法

6.1 试验的一般要求

- 6.1.1 压缩机（组）试验装置应排除试验系统内的不凝性气体。确认没有制冷剂的泄漏。
- 6.1.2 压缩机（组）试验装置的液体管道与吸气管道应隔热。
- 6.1.3 压缩机（组）试验装置内、外表面应清洁，不应有油污等粘着物。
- 6.1.4 试验管道的截面积及表面要求应符合JB/T 3165—1999中4.3的规定。吸、出气试验管道上应分别设有供测量压力和温度的测量孔，压力、温度测量孔的位置宜按附录A的规定。
- 6.1.5 试验装置如有整定管路内气流用的整流器，整流器技术要求宜按附录B的规定。
- 6.1.6 压缩机（组）制冷（热）量试验装置应按附录C的规定。
- 6.1.7 压缩机（组）的试验应按铭牌上的额定电压和额定频率进行。
- 6.1.8 试验周期及数据采集要求、试验工况参数的允许偏差和测量仪表及精度，按GB/T5773—2016中4.3～4.4的规定。
- 6.1.9 单级压缩机（组）的制冷量试验应包含两种试验方法。试验方法选择与组合和两种试验方法试验结果之间的偏差，按GB/T 5773的规定。
- 6.1.10 各类压缩机（组）的制热量试验、多级压缩机（组）的制冷量试验可仅采用一种试验方法进行。
- 6.1.11 压缩机（组）宜具备智能控制功能，包括但不限于运行数据采集、自动调节、稳定控制、报警保护等功能。

6.2 安全要求试验方法

6.2.1 基本安全要求试验

压缩机（组）安全的基本要求试验按GB/T 9237的规定。电控部件安全的基本要求试验按GB/T12668.501的规定。

6.2.2 强度试验

强度试验应符合以下规定：

- a) 若试验为型式检验，对压缩机壳体等受压零件进行不低于3倍设计压力的爆破试验；
- b) 若试验为抽样检验，对压缩机壳体等受压零件进行不低于1.50倍设计压力的液压试验或1.25倍设计压力的气压试验；
- c) 若试验为出厂检验，每年对基本型号的压缩机壳体等受压零件至少抽取一个样本进行不低于3倍设计压力的爆破试验，该项试验合格后，每台压缩机（组）出厂检验的强度试验仅对压缩机壳体等受压零件进行1.25倍设计压力的液压试验或1.15倍设计压力的气压试验；
- d) 气压试验、液压试验和爆破试验的方法按GB/T 19410—2008中的附录B、C、D的规定。

6.2.3 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验的方法按GB/T18430.1—2024中的6.4.12.1的规定。变频压缩机（组）在进行该试验时应将变频系统与压缩机完全电隔离。

6.2.4 电气强度试验

电气强度试验的方法按GB/T 755—2019中9.2的规定。压缩机在进行该试验时应将变频系统与压缩机完全电隔离。

6.3 性能要求试验方法

6.3.1 制冷（热）量试验

按4.3规定的名义制冷（热泵）工况和附录C规定的方法进行试验。

6.3.2 输入功率试验

在按6.3.1进行试验的同时，按GB/T 5773规定的方法，测定和计算压缩机（组）的输入功率和工作电流。

6.3.3 制冷（热）性能系数试验

在按6.3.1进行试验的同时，按附录C规定的方法，测定和计算压缩机（组）的制冷（热）性能系数。

6.3.4 振动试验

按GB/T 19410规定的方法，测定压缩机（组）振动值。对于半封闭式压缩机，还需补充电动机端轴承位置测点。

6.3.5 部分负荷运行试验

在按4.3规定的名义制冷（热泵）工况下，根据压缩机（组）能量调节装置的自身特性确定部分负荷试验工况，按附录C和GB/T 5773规定的方法进行试验，测定制冷（热）量和输入功率。

6.3.6 全性能试验

试验单位按附录C和GB/T 5773规定的方法，根据典型特性曲线确定全性能试验工况，进行全性能试验，测定实际转速、进口体积流量、压比（或升压）和输入功率或效率。且在设计转速下，应至少测试5个工况，包括堵塞工况和喘振工况；对于变频压缩机（组）可以选取更多的转速进行试验。

6.3.7 噪声试验

按GB/T 18430.1—2024中6.4.11.1规定的方法进行。

6.4 可靠性要求试验方法

6.4.1 通用可靠性要求试验方法

6.4.1.1 气密性试验

气密性试验的方法按GB/T 19410—2008中附录A的规定。

6.4.1.2 运转试验

压缩机（组）的运转试验应在运转试验台上进行。检查其运转部件装配质量及润滑系统的润滑情况，若不符合规定，则应消除缺陷后重新试车，直到合格为止。压缩机（组）的运转试验也可在压缩机性能试验台上进行。

6.4.1.3 旋转部件动平衡试验

将叶轮、转子或带叶轮的转子组件放在动平衡试验机上进行试验。在试验前需先对叶轮动平衡试验工装单独进行动平衡试验，平衡精度品质级别应符合GB/T 9239.1—2006规定的不低于G2.5的要求。对叶轮或叶轮及转子组件依次进行清洁清洗与工装组装操作，设定去（加）重面与去（加）重半径后启动动平衡机，记录不平衡质量。

6.4.1.4 叶轮超速

叶轮超速试验在动平衡试验合格后在叶轮超速试验机上进行。试验用转速不小于压缩机名义转速的1.15倍，试验时间至少1min。

6.4.1.5 绕组温度试验

压缩机（组）按电动机设计功率的最大值运行15min后，记录电动机绕组中预埋温度传感器测量的温度数据，每隔5min记录一次，直至测量数据稳定为止。

6.4.1.6 喘振可靠性试验

压缩机的喘振可靠性可以通过喘振承载能力试验或喘振保护功能试验来评价。

喘振承载能力试验应符合以下规定：

- 压缩机（组）保持导叶全开，解除喘振相关的保护功能，通过调整吸排气压力，将压缩机（组）运行至压比不低于制造商明示运行范围的最大压比的 95%，并且使压缩机（组）处于喘振状态；
- 人工或软件记录喘振次数，出现一次明显喘振噪音，并且较当次喘振前压缩机（组）的压比波动超过 10%或电流波动超过 20%，记为一次；
- 压缩机（组）喘振次数达到制造商明示值后，仍能正常运行、无故障报警、无异常振动则判定合格。

喘振保护停机试验应符合以下规定：

- 将压缩机（组）保持导叶全开，喘振保护开启，通过人工提高控制逻辑中的喘振曲线或向下修正排气压力传感器数值的方法，将压缩机（组）运行至压比不低于制造商明示运行范围的最大压比的 95%，并且使压缩机（组）处于喘振状态；
- 压缩机（组）在进入喘振后能及时触发报警保护并脱离喘振（允许安全停机），记录为一次，复位后重复试验；
- 重复试验 5 次后，压缩机（组）仍能正常运行、无故障报警、无异常振动则判定合格。

6.4.1.7 紧急断电可靠性试验

针对全部种类的压缩机（组），可通过紧急断电试验来评价紧急断电可靠性。紧急断电试验应符合以下规定：

- 压缩机（组）的控制和保护均处于正常有效的状态；
- 将压缩机（组）运行至制造商明示运行范围的最高转速 $\pm 5\%$ 和高于压缩机（组）额定功率，保持 1 min 以上；
- 直接切断压缩机（组）动力和控制供电，待转轴停转后重复试验；
- 重复 b) 和 c)，将紧急断电进行 20 次。

6.4.1.8 吸气带液可靠性试验

压缩机（组）的带液可靠性试验按以下规定进行：

- 将压缩机（组）运行至表 1 规定的水冷名义制冷工况，记录机组排气过热度，通过改变机组频率，不断增大机组负荷，当机组排气过热度小于 3℃，判定此时机组带液；
- 压缩机（组）保持带液状态继续运行满 2h。

6.4.2 磁悬浮轴承压缩机可靠性试验

6.4.2.1 电磁兼容试验

电磁兼容试验按以下规定进行：

- a) 静电放电抗扰度试验：按GB/T 12668.3—2012中5.3.3规定的方法进行；
- b) 整机浪涌抗扰度试验：按GB/T 12668.3—2012中5.3.3规定的方法进行；
- c) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验：按GB/T 12668.3—2012中5.3.3规定的方法进行；
- d) 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验：按GB/T 12668.3—2012中5.3.3规定的方法进行；
- e) 电压跌落和短时中断试验：按GB/T 12668.3—2012中5.2.3规定的方法进行；
- f) 端子骚扰电压试验：按GB/T 12668.3—2012中6.4.2规定的方法进行。

6.4.2.2 备降轴承硬跌落寿命试验

备降轴承硬跌落寿命试验按以下规定进行：

- a) 将压缩机（组）运行至制造商明示运行范围的最高转速 $\pm 5\%$ 和高于压缩机（组）名义工况下功率，保持1 min以上；
- b) 直接切断磁悬浮轴承和变频器前端供电，不启用辅助供电系统，仅通过压缩机的备降轴承承受转子组件高速硬跌落的冲击直至停转，记录为1次；
- c) 复位后重复上述启停过程1次，共测试硬跌落2次。

6.4.3 气悬浮轴承压缩机可靠性试验方法

6.4.3.1 静压气悬浮轴承耗气量试验

将轴承接通0.6MPa干燥洁净空气，记录组装转子后的轴承耗气量，测量时间不少于2min。

注：计算轴承耗气量单位为L/min。

6.4.3.2 动压气悬浮压缩机最低运行转速试验

将压缩机运行在制造商明示的最低压比和最小制冷量所对应的最低转速并持续1 h，观察压缩机的运行状态。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每台压缩机（组）应做出厂检验，检验项目应按表3的规定。在供应商处已完成出厂检验的，可提供相应的检验测试报告代替。

7.2 抽样检验

7.2.1 压缩机（组）应从出厂检验合格的产品中抽样，检验项目应按表3的规定。

7.2.2 逐批检验的抽检批量、抽样方案、检查水平及合格质量水平等由制造商自行确定。

7.2.3 中温制冷名义工况制冷量大于5275kW的压缩机（组），检验可在现场进行。

7.3 型式检验

7.3.1 新产品或定型产品做重大改进，第一台产品应做型式检验，检验项目应按表3的规定。

7.3.2 压缩机（组）在试验运行时如有故障，应在故障排除后重新进行检验。

7.3.3 中温制冷名义工况制冷量大于5275kW的压缩机（组），检验可在现场进行。

表3 检验项目

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
----	----	------	------	------	------	------

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	强度	√	√	√	5.2.2	6.2.2
2	气密性				5.4.1.1	6.4.1.1
3	运转				5.4.1.2	6.4.1.2
4	绝缘电阻				5.2.3	6.2.3
5	电气强度				5.2.4	6.2.4
6	旋转部件动平衡				5.4.1.3	6.4.1.3
7	叶轮超速				5.4.1.4	6.4.1.4
8	振动				5.3.4	6.3.4
9	制冷（热）量	—	—	√	5.3.1	6.3.1
10	输入功率				5.3.2	6.3.2
11	制冷（热）性能系数				5.3.3	6.3.3
12	噪声				5.3.7	6.3.7
13	部分负荷运行				5.3.5	6.3.5
14	全性能				5.3.6	6.3.6
15	绕组温度				5.4.1.5	6.4.1.5
16	喘振				5.4.1.6	6.4.1.6
17	紧急断电				5.4.1.7	6.4.1.7
18	吸气带液				5.4.1.8	6.4.1.8
19	磁悬浮电磁兼容				5.4.2.1	6.4.2.1
20	磁悬浮硬跌落				5.4.2.2	6.4.2.2
21	静压气悬浮轴承耗气量				5.4.3.1	6.4.3.1
22	动压气悬浮最低转速				5.4.3.2	6.4.3.2
注 1：“√”为需检项目，“—”为不检项目。 注 2：使用非常规电压、频率的压缩机（组）的运转试验可在现场进行。 注 3：型式检验项目，厂家可选择在冷水机组上或压缩机测试台进行。						

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台压缩机（组）应在明显部位固定永久性铭牌，铭牌应符合GB/T13306的规定。铭牌上应标示下列内容：

- 制造商的名称及商标；
- 产品名称和型号；
- 主要技术参数[制冷剂、电源参数、压缩机质量、最高工作压力等]；
- 产品出厂编号；
- 产品制造日期。

8.1.2 压缩机（组）上应设有标明运行状态的标志（如压缩机叶轮旋转方向、指示仪表及控制按钮等）和安全标识（如接地装置、警告标识等）或在安装使用手册中有相关说明。

8.2 包装

8.2.1 压缩机（组）在包装前应进行清洁、干燥、防锈处理，然后充入0.03MPa~0.05MPa（表压）的干燥氮气或相应制冷剂气体（有危险性的除外）。

8.2.2 压缩机（组）包装内应附有随机文件。随机文件包括产品合格证、产品说明书和装箱单等，应防潮密封，以保证在正常的贮存、运输中不致损坏和受潮，并应包括以下内容：

a) 产品合格证的内容包括:

- 产品型号和名称;
- 产品编号;
- 制造商名称和商标;
- 检验结论;
- 检验员、检验负责人签章及日期。

b) 产品说明书的内容包括:

- 产品型号和名称、适用范围、本文件的编号;
- 规格和主要技术参数[制冷(热)量、输入功率、性能系数、额定工作电流、振动值、典型特性曲线、硬跌落次数等];
- 产品的结构示意图、制冷系统图及接线图;
- 安装说明和要求;
- 使用说明、维修和保养注意事项。

8.2.3 压缩机(组)包装箱上应有下列标志:

- 发货站和制造商名称;
- 到货站和收货单位名称;
- 产品型号和名称;
- 净质量、毛质量;
- 外形尺寸;
- “小心轻放”“重心”“向上”“吊装位置”和“怕湿”等有关包装、储运标志,包装标志应符合GB6388和GB/T191的规定。

8.3 运输和贮存

8.3.1 压缩机(组)在运输和贮存过程中不应碰撞、倾斜或遭受雨雪淋袭。

8.3.2 包装后的压缩机(组)应贮存在干燥且通风良好的场所。

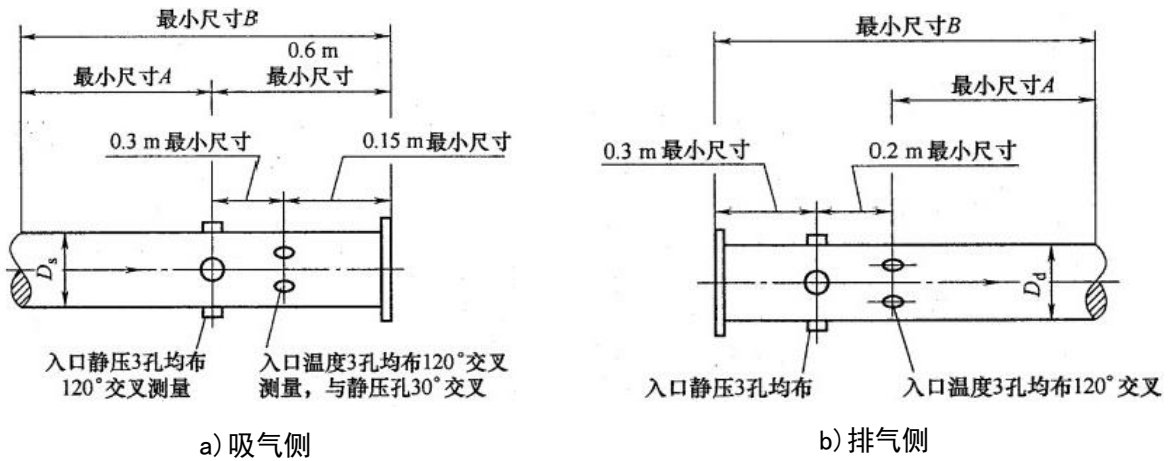
附录 A
(规范性)

压缩机（组）制冷（热）量试验的压力、温度测点及管道组件布置要求

A.1 吸、排气压力及温度测点布置要求

A.1.1 吸、排气压力及温度测点布置应满足图A.1的要求，并符合表A.1和表A.2的规定。同时，温度测量仪表插入深度为不小于1/3管道直径。具体要求如下：

- a) 压缩机（组）吸气压力为吸气管路上同一截面上沿圆周方向均布的 3 个取压孔测点数据的均值，取压孔所在截面与压缩机吸气法兰的直管段长度至少 0.6m；
- b) 压缩机（组）吸气温度为吸气管路上位于取压孔下游的同一截面上沿圆周方向均布的 3 个测温孔测点数据的均值，每个测温孔宜与取压孔等距错开 30°，测温孔所在截面与取压孔所在截面的直管段长度至少 0.3m；
- c) 压缩机（组）排气压力为排气管路上同一截面上沿圆周方向均布的 3 个取压孔测点数据的均值，取压孔所在截面与压缩机排气法兰的直管段长度至少 0.3m；
- d) 压缩机（组）排气温度为排气管路上位于取压孔下游的同一截面上沿圆周方向均布的 3 个测温孔测点数据的均值，每个测温孔宜与取压孔等距错开 30°，测温孔所在截面与取压孔所在截面的直管段长度至少 0.2m。



图A.1 吸、排气压力及温度测量点布置要求

A.1.2 3个取压孔测点读取数据之间的相互偏差应不大于1%，3个测温孔测点读取数据之间的相互偏差绝对值应不超出±0.5℃。

A.2 吸、排气管路直管段布置要求

- A.2.1 压缩机（组）性能试验装置的吸气管路中直管段的最小尺寸要求应符合表A.1的规定。
- A.2.2 压缩机（组）性能试验装置的排气管路中直管段的最小尺寸要求应符合表A.2的规定。

表 A.1 吸气管路中直管段的最小尺寸要求

项目	图A.1中的最小尺寸	
	A	B
直管段	$2D_s$	$3D_s$
注： D_s ——压缩机（组）性能试验装置吸气管路的内径，单位为米（m）。		

表 A. 2 排气管路中直管段的最小尺寸要求

项目	图A.1中的最小尺寸	
	A	B
直管段	$2D_d$	$3D_d$
注： D_d ——压缩机（组）性能试验装置排气管路的内径，单位为米（m）。		

附录 B

(规范性)

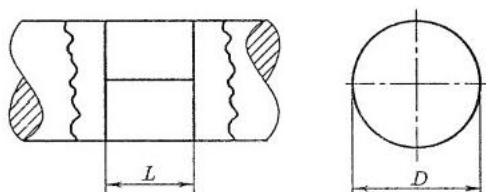
离心式制冷剂压缩机(组)性能试验装置用整流器技术要求

B.1 概述

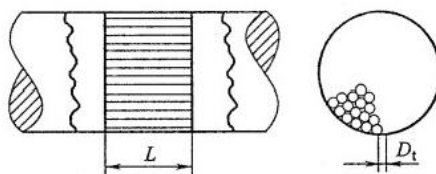
整流器用于整定压缩机(组)性能试验装置中吸(排)气侧测量段管路内的气流。本附录规定了压缩机(组)性能试验装置用整流器的技术要求。

B.2 结构

B.2.1 结构型式上,整流器可分为井字形和多孔形两种,其外形尺寸分别如图B.1的a)和b)所示。



a) 井字形整流器



b) 多孔形整流器

注: L ——整流器的轴向有效长度,单位为米(m);

D ——井字形整流器的外径,单位为米(m);

D_t ——多孔形整流器的内部管子的外径,单位为米(m)。

图B.1 整流器结构

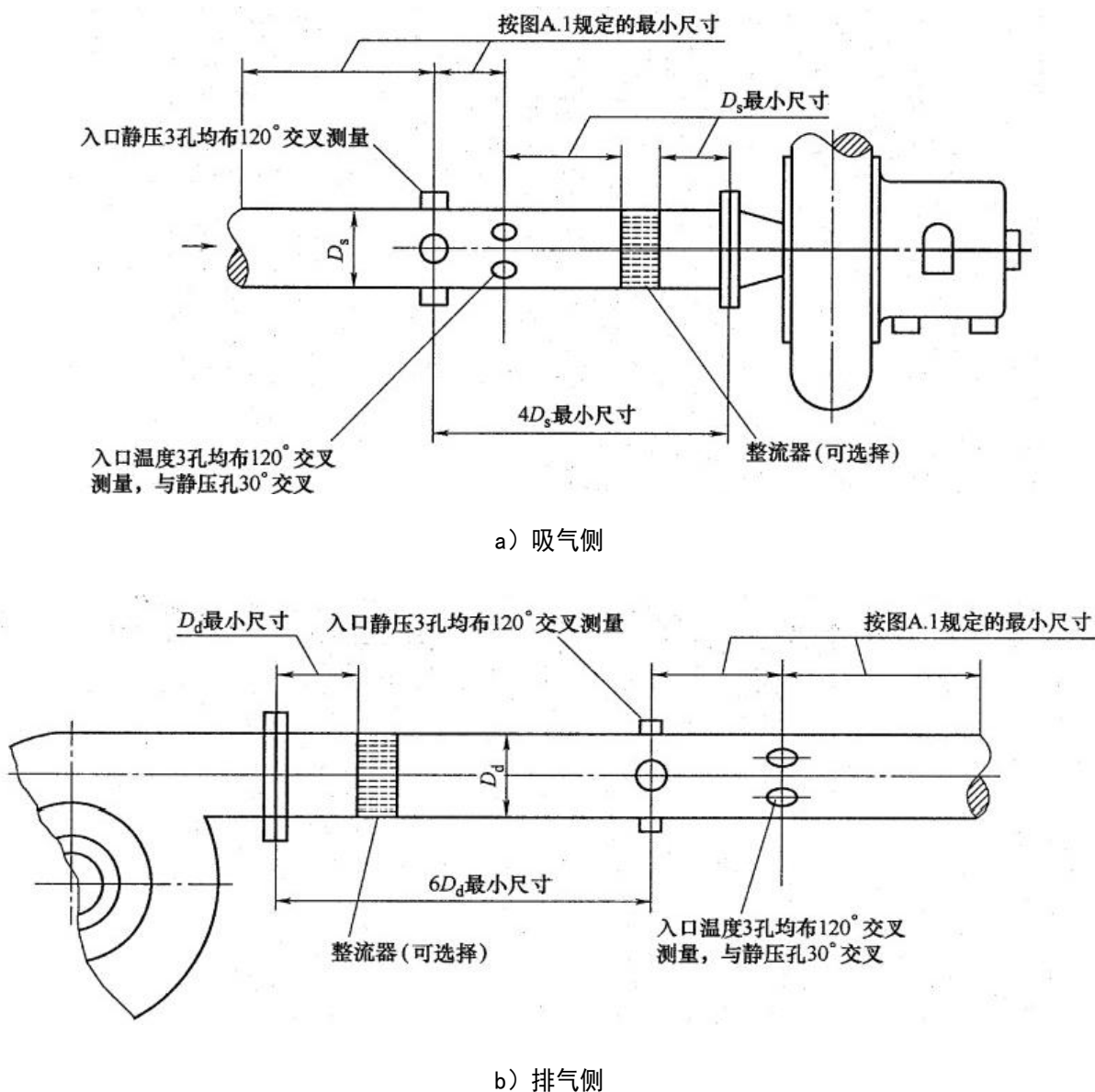
B.2.2 井字形整流器的有效长度与外径比值(L/D)应不小于1。

B.2.3 多孔形整流器的内部管子的长径比(L/D_t)应不小于8,且管子外径 D_t ,最大值不应超出整流器外径的1/8。

B.3 安装方式

B.3.1 对压缩机(组)性能试验装置的吸气侧管路上安装整流器的相对位置与尺寸要求应符合图B.2的a)的要求。

B.3.2 对压缩机(组)性能试验装置的排气侧管路上安装整流器的相对位置与尺寸要求应符合图B.2的b)的要求。



注:

D_s ——压缩机(组)性能试验装置吸气管路的内径, 单位为米(m);

D_d ——压缩机(组)性能试验装置排气管路的内径, 单位为米(m)。

图B.2 整流器安装要求

附录C

(规范性)

离心式制冷剂压缩机(组)制冷(热)量试验方法

C.1 概述

C.1.1 试验方法种类

本附录规定了以下六种试验方法:

- 方法D1: 吸气管制冷剂气体流量计法;
- 方法D2: 排气管制冷剂气体流量计法;
- 方法F: 制冷剂液体流量计法;
- 方法G: 水冷冷凝器量热器法;
- 方法J: 制冷剂气体冷却法;
- 方法K: 压缩机排气管道量热器法。

注: 方法F仅适用于单级压缩机(组)的性能试验。

C.1.2 压缩机(组)性能计算

C.1.2.1 制冷量的计算

对于单级压缩机(组), 规定工况实测制冷量按公式(C.1)计算。

$$\Phi_{0a} = q_{mf} \frac{v_{ga}}{v_{g1}} (h_{g1} - h_{f1}) \dots\dots\dots (C.1)$$

对于配用闪发器的多级压缩机(组), 规定工况实测制冷量按公式(C.2)计算。

$$\Phi_{0a} = q_{mf} \frac{v_{ga}}{v_{g1}} (h_{g1} - h_{f12}) \dots\dots\dots (C.2)$$

C.1.2.2 制热量的计算

若压缩机(组)的润滑油、电动机、变频器及其箱体由制冷剂冷却[见图C.1~图C.5中的(III)路], 则需测定压缩机(组)各冷却支路的制冷剂流量; 对于配用闪发器的多级压缩机(组)需要测定级间补气量[见图C.1~图C.5中的(II)路]。

规定工况流经压缩机(组)排气侧的制冷剂质量流量按公式(C.3)计算。

$$q_{md} = q_{mf} + q_{mi} + q_{mr} \dots\dots\dots (C.3)$$

对于单级压缩机(组), 规定工况实测制热量按公式(C.4)计算。

$$\Phi'_{0a} = q_{md} \frac{v_{ga}}{v_{g1}} (h_{gd} - h_{f1}) \dots\dots\dots (C.4)$$

对于配用闪发器的多级压缩机(组), 规定工况实测制热量按公式(C.5)计算。

$$\Phi'_{0a} = q_{md} \frac{v_{ga}}{v_{g1}} (h_{gd} - h_{f02}) \dots\dots\dots (C.5)$$

C.1.2.3 输入功率的计算

压缩机（组）输入功率的计算按GB/T5773的规定。

C.1.2.4 制冷（热）性能系数的计算

压缩机（组）的制冷性能系数按公式（C.6）计算。

$$\varepsilon_c = \frac{\Phi_{0a}}{P_c} \dots\dots\dots (C.6)$$

压缩机（组）的制热性能系数按公式（C.7）计算。

$$\varepsilon_h = \frac{\Phi'_{0a}}{P_h} \dots\dots\dots (C.7)$$

C.2 试验方法D1和D2：制冷剂气体流量计法

C.2.1 构造

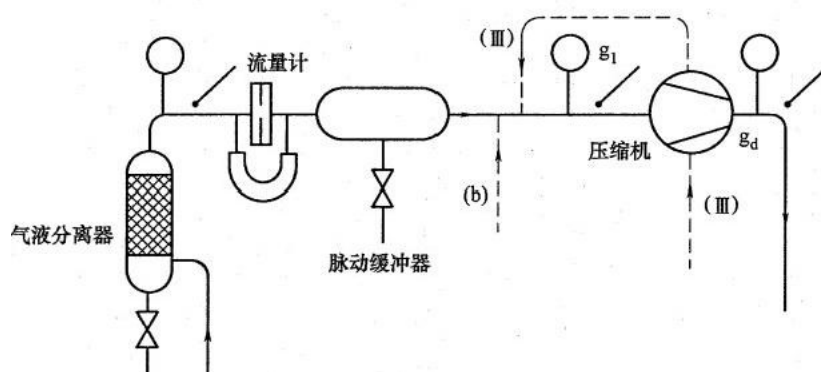
制冷剂气体流量计是一个喷嘴或孔板式流量测量节流装置或质量流量计，由其测量气体制冷剂体积流量或质量流量。流量计安装在压缩机（组）吸气侧（方法D1）或排气侧（方法D2）的管道上[见图C.1a)和b)，图C.2a)和b)]。流量计应安装在一个封闭系统中，该系统由被试压缩机（组）、排气压力降为吸气压力的调节阀和气体过热度调节装置组成[见图C.1c)和图C.2c)]，或者由被试压缩机（组）与图C.3或图C.4组成封闭系统。

若流量计装设在压缩机（组）吸气管道上，则制冷剂气体应过热均匀并且完全不带液滴地全部流经流量计。

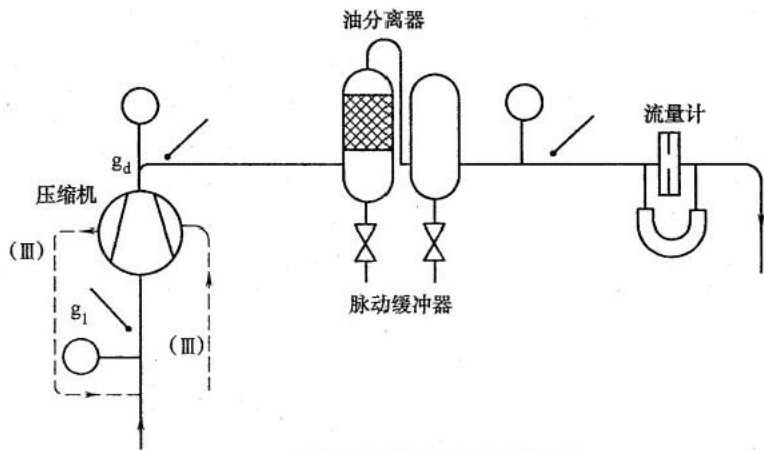
为减少和消除制冷剂气体流量的脉动，在相应管道上应装设脉动缓冲器（见图C.1和图C.2）。

为减少流量计的测量误差，宜设置有效的油分离装置，使流经流量计的制冷剂气体中含油量不超过1.5%（质量分数）。

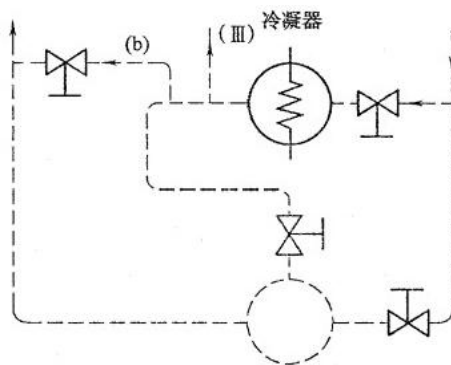
为控制压缩机（组）制冷剂吸气为低过热状态，方法D1中压缩机（组）吸气管路上旁通连接一个制冷剂喷液支路[见图C.1和图C.2中的(b)路]。



a) 方法 D1（吸气管流量计法）



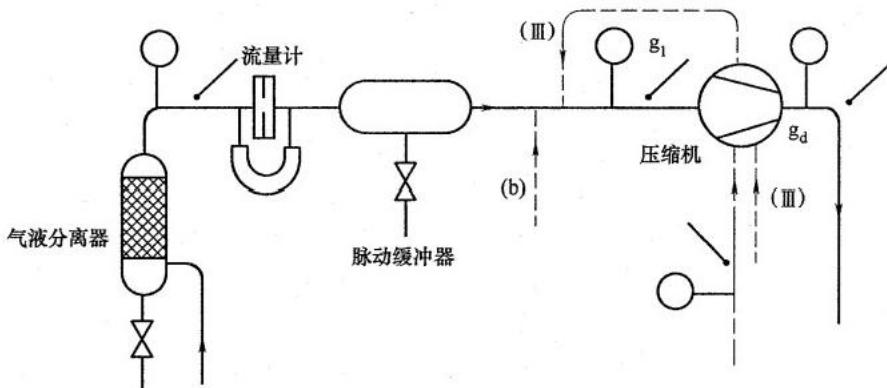
b) 方法 D2 (排气管流量计法)



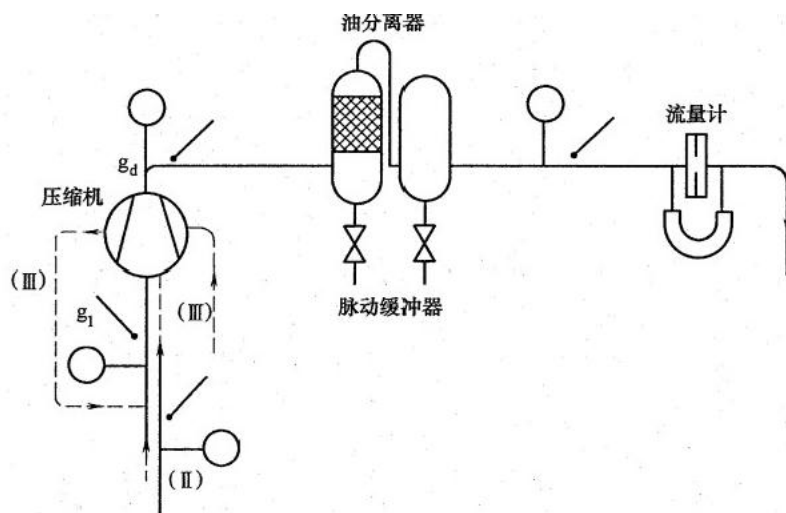
气体冷却器

c) 一个完整流程的实例

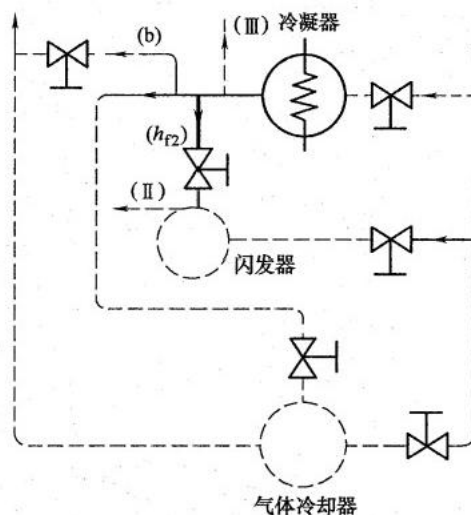
图 C.1 单级压缩机 (组) 方法 D 流程示意图



a) 方法 D1 (吸气管流量计法)



b) 方法 D2 (排气管流量计法)



c) 一个完整流程的实例

图 C.2 多级压缩机(组)方法 D 流程示意图

C.2.2 试验程序

C.2.2.1 压缩机(组)的吸气压力由制冷剂气体调节阀调节[见图C.1c)和图C.2c]或者由膨胀阀调节(见图C.3或图C.4)。

C.2.2.2 压缩机(组)的排气压力通过改变冷凝器冷却水量或冷却水温度进行调节,也可由排气管道中压力控制阀调节。

C.2.2.3 压缩机(组)的吸气温度由液体膨胀阀[见图C.1c)和图C.2c)]或者由蒸发器加热介质和制冷剂喷液支路制冷剂流量共同调节(见图C.3或图C.4)。

C.2.2.4 配用闪发器的压缩机(组)测试时,补气回路膨胀前的制冷剂液体温度通过辅助过冷或加热装置进行调节。

C.2.2.5 附加数据如下所示:

- a) 流量计前(后)的制冷剂气体压力、温度;
- b) 流量计的压力降;

- c) 吸气管路喷射支路的制冷剂质量流量;
- d) 压缩机(组)排气温度;
- e) [多级压缩机(组)]闪发器补气回路出口的制冷剂压力;
- f) [多级压缩机(组)]闪发器补气回路出口的制冷剂质量流量;
- g) 润滑油冷却支路、电动机冷却支路、变频器及其箱体冷却支路的制冷剂质量流量。

C.2.3 制冷剂流量计算

C.2.3.1 试验方法D1

按方法D1试验测得的进入压缩机(组)所在制冷循环蒸发器的制冷剂流量按公式(C.8)计算。

$$q_{mf} = q_{mg} + q_{m0} \dots \dots \dots (C.8)$$

其中,规定工况下压缩机(组)喷液支路前的吸气侧制冷剂气体质量流量按公式(C.9)计算或直接测定。

$$q_{mg} = 1.11072 \alpha_1 \epsilon_1 d_1^2 \sqrt{\Delta p_1 \rho_1} \dots \dots \dots (C.9)$$

按方D1试验测得的压缩机(组)排气侧的制冷剂质量流量按公式(C.3)计算。

C.2.3.2 试验方法D2

按方法D2试验测得的规定工况下压缩机(组)排气侧制冷剂气体流量按公式(C.10)计算或直接测定。

$$q_{md} = 1.11072 \alpha_2 \epsilon_2 d_2^2 \sqrt{\Delta p_2 \rho_2} \dots \dots \dots (C.10)$$

按方法D2试验测得的进入压缩机(组)所在制冷循环蒸发器的制冷剂流量按公式(C.3)计算。

C.3 试验方法F: 制冷剂液体流量计法

C.3.1 构造

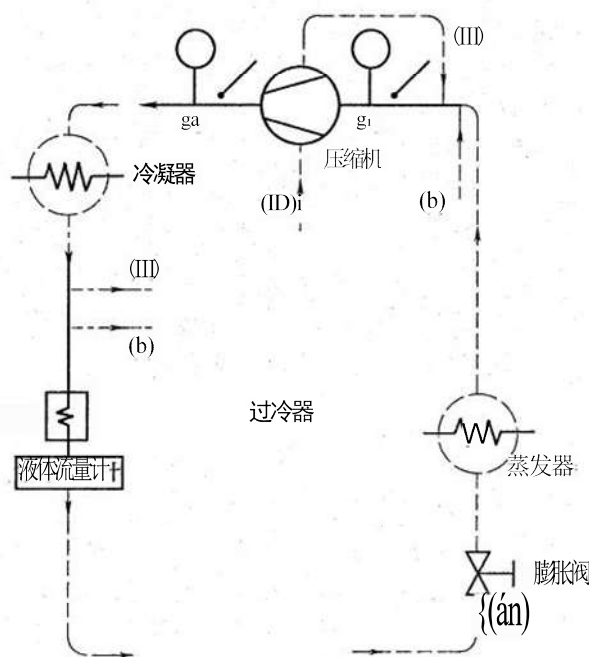
制冷剂液体流量计为测定制冷循环中的制冷剂液体流量,可使用积算式或指示式流量计,制冷剂流量以容积或质量为单位。流量计安装在过冷器与膨胀阀之间的液体管道上。为了保证流量计在所有情况下精确测量,还应配置如下设备:

为防止制冷剂在流量计中气化,在其前面装一个制冷剂过冷器。在此,制冷剂由冷却水过冷。为观察制冷剂液体中是否含有气泡,在紧接流量计后面安装一个玻璃视镜。

流量计还应配置一旁通管道,其中旁通管道上的截止阀和管路的阻力应与流量计的阻力大致相等。除了测量流量的时间以外,旁通管道应是畅通的。

将温度测量点配置在过冷器和流量计的制冷剂液体进口处,以测量制冷剂液体温度。压力表安装在流量计的出口处。

为控制压缩机(组)制冷剂吸气为低过热状态,压缩机(组)吸气管路上旁通连接一个制冷剂喷液支路[见图C.3中的(b)路]。



图C.3 方法F流程示意图

C.3.2 标定

流量计的标定按GB/T 5773的规定。

C.3.3 试验程序

C.3.3.1 打开旁通管道上的截止阀使系统运转，达到工况规定值后关闭截止阀，使制冷剂液体通过流量计。进入流量计的制冷剂温度应至少比流量计出口压力对应的饱和温度（或泡点温度）过冷3℃。

C.3.3.2 附加数据如下所示：

- a) 主回路的制冷剂液体质量流量；
- b) 过冷器进口和流量计进口的制冷剂液体温度；
- c) 流量计出口压力对应的制冷剂饱和温度（或泡点温度）；
- d) 吸气管路喷射支路的制冷剂质量流量；
- e) 压缩机（组）排气温度；
- f) [多级压缩机（组）]闪发器补气回路出口的制冷剂压力；
- g) [多级压缩机（组）]闪发器补气回路出口的制冷剂质量流量；
- h) 润滑油冷却支路、电动机冷却支路、变频器及其箱体冷却支路的制冷剂质量流量。

C.3.4 制冷剂流量计算

按方法F试验测得的进入压缩机（组）所在制冷循环蒸发器的制冷剂流量按公式（C.11）计算。

$$q_{mf} = q_{ml} + q_{mo} \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

按方法F试验测得的流经压缩机（组）排气侧的制冷剂质量流量按公式（C.3）计算。

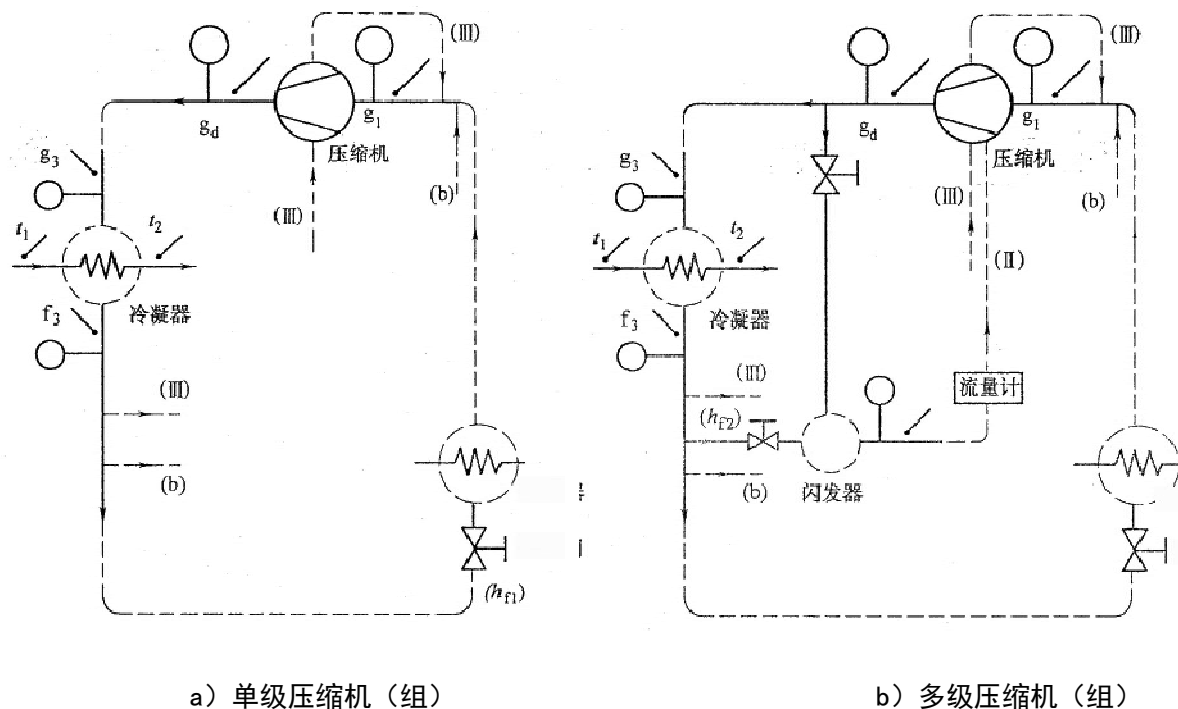
C.4 试验方法 G：水冷冷凝器量热器法

C. 4.1 构造

水冷冷凝器是组成被试压缩机(组)试验系统设备之一,按照6.1.5的规定,设置测量温度、压力和冷却水流量的仪表作为量热器。

作为量热器的冷凝器的漏热量应不超过压缩机制冷量的5%。

为控制压缩机（组）制冷剂吸气为低过热状态，压缩机（组）吸气管路上旁通连接一个制冷剂喷液支路[见图C.4中的(b)路]。



图C.4 方法G流程示意图

C.4.2 漏热量的标定

漏热量标定按 GB/T5773 的规定。

C.4.3 试验程序

C.4.3.1 冷凝器压力通过改变冷却水量或温度进行调节。

C.4.3.2 附加数据如下所示:

- a) 冷凝器进口的制冷剂气体压力、温度;
- b) 冷凝器出口的制冷剂液体压力、温度;
- c) 冷却水的进、出口温度;
- d) 冷却水的流量;
- e) 冷凝器的环境温度;
- f) 吸气管路喷射支路的制冷剂质量流量;
- g) 压缩机(组)排气温度;
- h) [多级压缩机(组)]闪发器补气回路出口的制冷剂压力;
- i) [多级压缩机(组)]闪发器补气回路出口的制冷剂质量流量;
- j) 润滑油冷却支路、电动机冷却支路、变频器及其箱体冷却支路的制冷剂质量流量。

C.4.4 制冷剂流量计算

按方法G试验测得的压缩机（组）排气侧的制冷剂质量流量按公式（C.12）计算。

$$q_{md} = \frac{c(t_2 - t_1)q_{mc} + F_1(t_r - t_a)}{h_{g3} - h_{f3}} \dots\dots\dots (C.12)$$

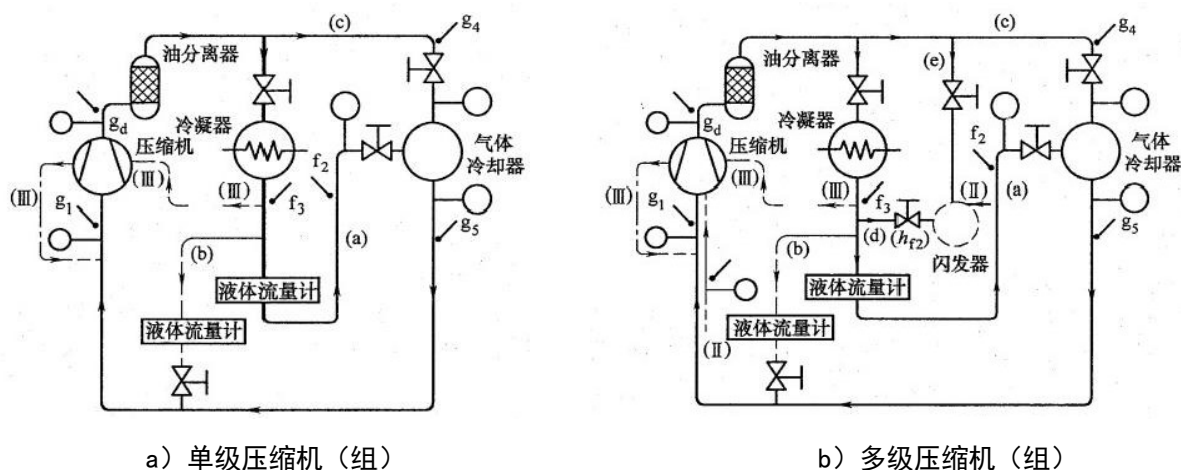
按方法G试验测得的流经压缩机（组）所在制冷循环蒸发器的制冷剂流量按公式（C.3）计算。

C.5 试验方法J：制冷剂气体冷却法

C.5.1 构造

单级压缩机（组）性能试验流程如图C.5a)所示，多级压缩机（组）性能试验流程如图C.5b)所示。

单级压缩机（组）性能试验时，高压侧制冷剂气体一部分进入冷凝支路冷却成液体，这部分液体制冷剂继续分成若干路[(a)路、(b)路和(III)路]，其中多数制冷剂由(a)路在一个气体冷却器中于低压侧压力下再蒸发，用以冷却另一支路[(c)路]降压后进入气体冷却器的剩余循环蒸气；“之后从气体冷却器出来的制冷剂混合蒸气与冷凝支路引出的制冷剂喷射液体[(b)路]混合后进入压缩机吸气口，形成一个闭式循环系统。(a)路、(b)路和(III)路分别布有液体流量计。



图C.5 方法J流程示意图

多级压缩机（组）性能试验时，高压侧制冷剂气体一部分进入冷凝支路冷却成液体，这部分液体制冷剂则分成若干路[(a)路、(b)路、(d)路和(III)路]。其中部分液体制冷剂由(d)路在一个闪发器中于中间压力下再蒸发，用以冷却另一支路[(e)路]降压后进入闪发器的剩余循环蒸气；之后从闪发器出来的制冷剂混合蒸气进入压缩机补气口。

在对气体冷却器进行漏热量修正后，已冷凝的(a)路制冷剂质量和未冷凝的(c)路制冷剂质量之比等于进入气体冷却器的两股制冷剂蒸气比焓变化之比的倒数，据此计算出循环系统中气体冷却器出口的制冷剂流量。

气体冷却器通过一个手动或由排气压力自动控制的流量调节阀与压缩机排气管相连。冷凝器出口两个支路应有液体流量计，(a)支路流量计出口通过一个手动或自动调节的膨胀阀与气体冷却器相连；(b)支路流量计出口通过一个手动或自动调节的调节阀与气体冷却器出口管路相连，调节阀用以辅助调节吸气温度达规定值。

气体冷却器由一容器构成。冷凝支路中的制冷剂喷入其中，直接与来自压缩机排气管道的未冷凝制冷剂蒸气混合后再蒸发，从气体冷却器出来的制冷剂蒸气应不含制冷剂液滴。

气体冷却器应隔热，使其漏热量不大于其换热量的5%。

C.5.2 漏热量标定

漏热量标定按GB/T 5773规定的标定方法执行。

C.5.3 试验程序

经冷凝支路进入气体冷却器的制冷剂流量由该支路上气体冷却器入口的控制阀调节，使在气体冷却器中的制冷剂液体蒸发速度等于冷凝器中(a)路制冷剂的冷凝速度。冷凝压力可以通过排气管与冷凝器之间的压力控制阀调节，也可通过改变冷却水量、换热面积或冷却水温度进行调节。压缩机吸气压力由排气管路上的气体冷却器入口流量控制阀进行调节。压缩机吸气过热度由进入气体冷却器的液体流量控制阀和吸气管路上的制冷剂喷射流量调节阀进行组合调节。

配用闪发器的压缩机（组）测试时，补气回路膨胀前的制冷剂液体温度通过辅助过冷或加热装置进行调节。

在达到试验工况所规定的吸、排气压力和吸气温度[以及多级压缩机（组）的闪发器出口的制冷剂气体压力、温度]后，开始记录数据。

试验中，由制冷剂液体的流量波动所引起的制冷量计算值的变化应小于1%。

C.5.4 附加数据

附加数据如下所示：

- a) 气体冷却器出口的制冷剂气体压力、温度；
- b) 进入气体冷却器的膨胀前的制冷剂液体压力、温度；
- c) 气体冷却器入口的制冷剂气体压力、温度；
- d) 气体冷却器的表面温度；
- e) 气体冷却器的环境温度；
- f) 进入气体冷却器的被冷凝的制冷剂液体质量流量、温度；
- g) 吸气管路喷射支路的制冷剂质量流量；
- h) 压缩机（组）排气温度；
- i) [多级压缩机（组）]闪发器补气回路出口的制冷剂压力；
- j) [多级压缩机（组）]闪发器补气回路出口的制冷剂质量流量；
- k) 润滑油冷却支路、电动机冷却支路、变频器及其箱体冷却支路的制冷剂质量流量。

C.5.5 制冷剂流量计算

按方法J 试验测得的流经压缩机（组）所在制冷循环中蒸发器的制冷剂质量流量按公式（C.13）计算。

$$q_{mt} = q_{mg} + q_{mo} \dots \dots \dots (C.13)$$

其中，按方法J试验测得的喷液支路前吸气侧的制冷剂气体质量流量按公式（C.14）计算。

$$q_{mg} = q_{ml} \left[1 + \frac{(h_{g3} - h_{t2}) - F_1(t_a - t_r) / q_{ml}}{h_{g4} - h_{g3}} \right] \dots \dots \dots (C.14)$$

按方法J试验测得的流经压缩机（组）排气侧的制冷剂质量流量由公式（C.3）计算得出。

C.6 试验方法 K：压缩机排气管道量热器法

C.6.1 构造

在压缩机（组）排气管道上，设置一使制冷剂气体全部流经的热交换器形式的量热器。

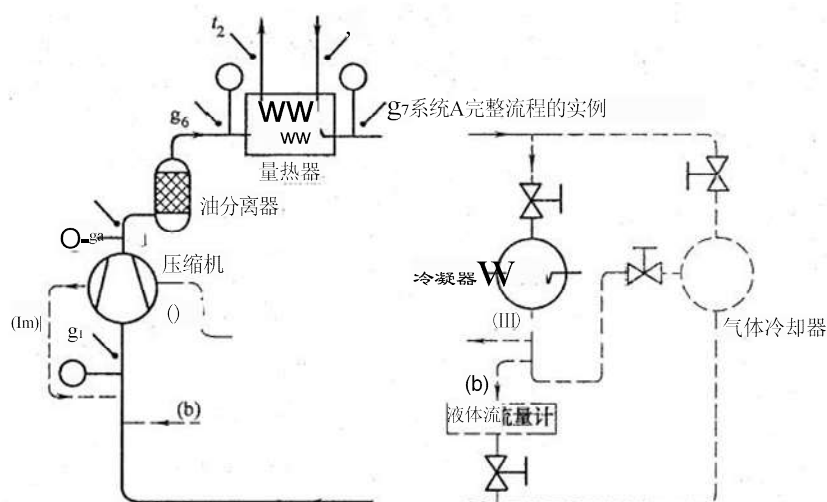
冷却（或加热）制冷剂气体要设置冷却（或加热）水回路。为了不使制冷剂气体在量热器中冷凝，则冷却水进口温度（加热时为出口温度）应高于压缩机（组）排气压力对应的冷凝温度（或露点温度）10℃以上。

也可采用电加热制冷剂气体的方法。

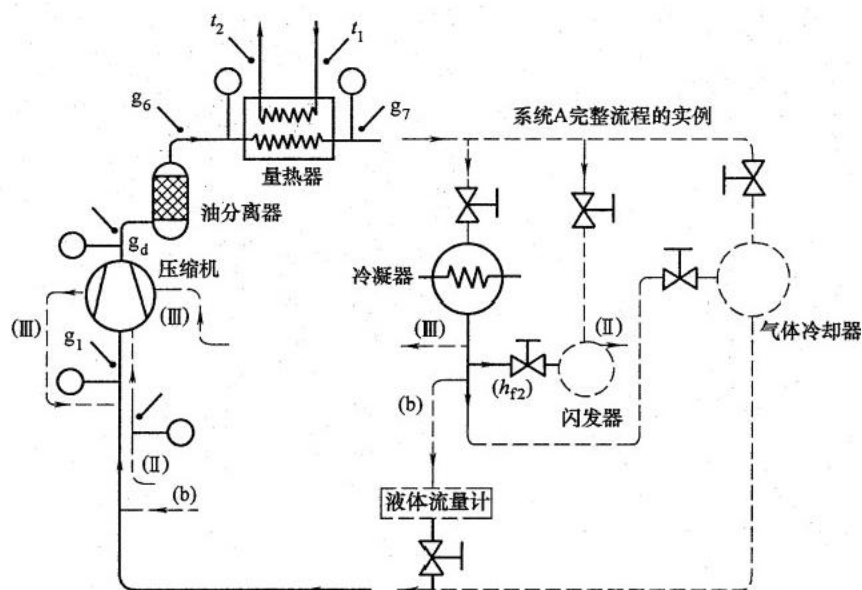
压缩机（组）吸气温度可采用气体过热度调节装置进行调节，如图C.6所示系统A。

为了减少热量损失，量热器应予隔热。量热器的漏热量应不超过压缩机（组）制冷量的2%。

为控制压缩机（组）制冷剂吸气为低过热状态，压缩机吸气管路上旁通连接一个制冷剂喷液支路[见图C.6中的b)图]。



a) 单级压缩机（组）



b) 多级压缩机（组）

图C.6 方法K流程示意图

C. 6. 2 漏热量标定

漏热量标定按GB/T5773规定的标定方法执行。

C. 6. 3 试验程序

采用图C.6所示系统A时，调节过程同C. 5的规定。

C. 6. 4 附加数据

附加数据如下所示：

- a) 量热器进、出口的制冷剂气体压力、温度；
- b) 量热器表面温度；
- c) 量热器环境温度；
- d) 冷却水（加热水）进、出口温度及流量；
- e) 量热器电加热量；
- f) 吸气管路喷射支路的制冷剂质量流量；
- g) 压缩机（组）排气温度；
- h) [多级压缩机（组）]闪发器补气回路出口的制冷剂压力；
- i) [多级压缩机（组）]闪发器补气回路出口的制冷剂质量流量；
- j) 润滑油冷却支路、电动机冷却支路、变频器及其箱体冷却支路的制冷剂质量流量。

C. 6. 5 制冷剂流量计算

按方法K 试验测得的压缩机（组）排气侧的制冷剂质量流量按公式（C.15）计算。

$$q_{md} = \frac{q_{mc}(t_2 - t_1)c + F_1(t_c - t_a)}{h_{g6} - h_{g7}} \dots\dots\dots (C.15)$$

按方法K试验测得的流经压缩机（组）所在制冷循环蒸发器的制冷剂流量由公式（C.3）计算得出。

C. 7 公式中使用的符号和定义

公式中使用的符号和定义见表D.1。

表 C. 1 符号和定义

符号	定义	单位（SI）
C	冷却水的比热容	J/(kg·K)
d ₁	吸气侧制冷剂气体流量节流装置的孔径	m
d ₂	排气侧制冷剂气体流量节流装置的孔径	
F ₁	漏热系数	W/K
h _{m2}	在规定的试验工况下，配用闪发器的压缩机排气压力下的闪发器补气膨胀前的制冷剂理论比焓	J/kg
h _n	在规定的试验工况下，单级压缩机（组）所在制冷循环中蒸发器膨胀前的制冷剂理论比焓	
h _{n2}	在规定的试验工况下，配用闪发器的压缩机（组）第一级补气压力相对应的制冷剂饱和温度（或露点温度）下制冷剂液体理论比焓	
h _{r2}	进入气体冷却器的膨胀前的制冷剂液体比焓	

符号	定义	单位 (SI)
h_D h_{gd} h_{gl} h_{g3} h_{g4} h_{g5} h_{g6} h_{g7}	离开冷凝器的制冷剂液体比焓 在规定的基本试验工况下, 离开压缩机(组)的制冷剂实测比焓 在规定的基本试验工况下, 进入压缩机(组)的制冷剂理论比焓 进入冷凝器的制冷剂蒸气比焓 进入气体冷却器的制冷剂蒸气比焓 离开气体冷却器的制冷剂蒸气比焓 进入排气管道量热器的制冷剂蒸气比焓 离开排气管道量热器的制冷剂蒸气比焓	
P_c P_h	制冷运行压缩机(组)的输入功率 制热运行压缩机(组)的输入功率	W
q_{mc} q_{md} q_{mg} q_{mf} q_{mi} q_{ml} q_{mll} q_{mr} q_{m0}	冷却水的质量流量 压缩机(组)排气侧的制冷剂质量流量 喷液支路前吸气侧的制冷剂气体质量流量 压缩机(组)所在制冷循环中蒸发器的制冷剂质量流量 闪发器补气回路出口的制冷剂质量流量 主回路的制冷剂液体质量流量 进入气体冷却器的被冷凝的制冷剂液体质量流量 润滑油冷却支路、电动机冷却支路、变频器及其箱体冷却支路的制冷剂质量流量 吸气管路喷射支路的制冷剂质量流量	kg/s
t_a t_c t_d t_g t_r t_1 t_2	平均环境温度 量热器的平均表面温度 压缩机(组)排气温度 压缩机(组)吸气温度 制冷剂的平均饱和温度 冷却水进口温度 冷却水出口温度	K(°C)
V_{ga} V_{gl}	在规定的基本试验工况下, 进入压缩机(组)的制冷剂蒸气的实测比容 在规定的基本试验工况下, 进入压缩机(组)的制冷剂蒸气的理论比容	m³/kg
α_1 α_2	吸气侧制冷剂气体流量节流装置工作状态下的流量系数 排气侧制冷剂气体流量节流装置工作状态下的流量系数	
Δp_1 Δp_2 Δp_p	吸气侧制冷剂气体流量节流装置前后的压差 排气侧制冷剂气体流量节流装置前后的压差 多孔板管路压降, 一般取管路动压的2倍	Pa
Φ_{0a} Φ'_{0a}	压缩机(组)实测制冷量 压缩机(组)实测制热量	W
ε_1 ε_2	流体通过压缩机(组)吸气侧制冷剂气体流量节流装置时的可膨胀性系数 流体通过压缩机(组)排气侧制冷剂气体流量节流装置时的可膨胀性系数	
ε_c ε_h	制冷性能系数 制热性能系数	
ρ_1 ρ_2	流经压缩机吸气侧流量测量节流装置的制冷剂在相对应压力和温度下的密度 流经压缩机排气侧流量测量节流装置的制冷剂在相对应压力和温度下的密度	kg/m³