

目录

	页码
前言.....	3
简介.....	4
1 范围	5
2 引用标准	5
3 术语和定义.....	5
4 缩写	6
5 组件的一般要求.....	7
5.1 使用期限	7
5.2 储存.....	7
6 功能描述	7
6.1 硬管制冷剂管路的功能.....	7
6.2 软管制冷剂管路的功能.....	7
6.3 内热交换器的功能	7
7 技术要求	7
7.1 设计	7
7.2 产品和材质要求.....	12
7.3 声学特性.....	13
8 操作条件	13
8.1 环境条件	13
8.2 温度	14
8.3 压力.....	14
9 试验.....	15
9.1 简介.....	15
9.2 可能的公差	15
9.3 弹性制冷剂管路样品	15
9.4 制冷剂管路总成样品	16
9.5 逐件试验	17
9.6 气密性.....	22
9.7 静态测试.....	26
9.8 动态测试.....	32
9.9 腐蚀试验	40
9.10 老化试验	42
9.11 内热交换器的性能要求	45
10 生产测试.....	46
10.1 简介.....	46
10.2 泄露测试	46
附件A(资料)泄漏率的确定.....	48
附件B (资料性附录) 压力和温度的操作限制	49
参考书目.....	51

前言

本文件由汽车技术标准委员会(NA automobile)“汽车零部件、附件和系统”工作委员会内的NA 052-00-35-51 AK工作组编制。

本文件是一组相关规范之一，名为“道路车辆- R744空调系统”。

作为预标准采用的DIN规范是标准化的结果，DIN没有将其作为标准发布，原因是对其内容有一定的保留，或者由于其开发过程偏离了标准。

欢迎使用本DIN SPEC标准的经验

最好是通过电子邮件提交给fritzsche@vda.de的表格文件。可以从<http://www.din.de/stellungnahme>的网上检索此表的模板；

或以书面形式转发给Normenausschuss Automobiltechnik (NA Automobil), Behrenstr. 35, 10117 柏林。

需要注意的是，本文件的某些要素可能是专利权的主体。DIN不对识别任何或所有此类专利权负责。

引言

本规范系列“道路车辆- R744空调系统”用于客车R744制冷剂回路部件的标准化，并据此对这些部件的要求进行标准化。同同样描述了开发和鉴定的程序要求。因此，这些部件可以用于所有R744车辆空调系统的相同或类似的设计。

1 范围

该DINSPEC适用于R744空调系统，并规定了车辆制造商对制冷剂管路和软管的质量，强度和使用寿命的要求，以及同轴设计的内部热交换器（IHx），在制冷回路采用R744制冷剂，并规定了相应的试验。

本文件中的所有压力值均为绝对值

注 德国工业标准规范不要求涵盖所有细节，也不代替组件制造商的开发责任。

2 引用标准

本文件规范地引用了以下全部或部分文件，并对其应用不可或缺。它适用于引用文件的最新版本(包括任何修订)。

DIN SPEC 74102, 道路车辆-R744空调系统-连接技术

DIN 51777-1, 矿物油碳氢化合物和溶剂的检验.用卡尔费休直接法测定水含量

DIN 51777-2, 矿物油碳氢化合物和溶剂的检验.基于卡尔费休的水含量的测定.间接法

DIN 53508, 橡胶试验 加速老化

DIN EN ISO 6270-2, 色漆和清漆-耐湿性的测定.第2部分：在冷凝水环境中暴露试样的程序

DIN EN ISO 9227, 人工大气中的腐蚀试验

DIN EN ISO 18279:2004-04, *Brazing* — 钎焊接头的缺陷 (ISO 18297:2003); German version EN ISO 18279:2003

ISO 554, 用于调节和/或测试的标准气氛 - 规范

SAE J 2842, R1234yf和R744 OEM移动空调蒸发器和服务更换的设计标准和认证

SAE J639, 机动车制冷剂蒸气压缩系统安全标准

VDA卷19: 技术清洁度测试 - 功能相关汽车部件的颗粒污染

3 术语和定义

在本文件中，以下术语和定义适用。

3.1

爆破压力

组件内部压力，结构受损，制冷剂开始泄漏

3.2

怠速

车辆在发动机怠速时停止运转

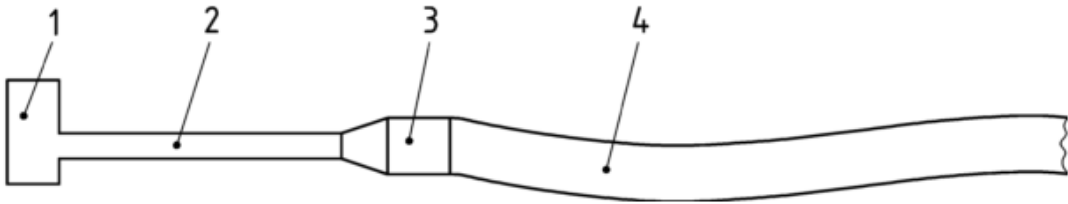
3.3
加固

连接管路硬管和软管的制冷剂管路部分

3.4
制冷剂管路

用于在制冷剂管路部件（例如，制冷剂压缩机，气体冷却器，膨胀装置，蓄能器，内部热交换器和蒸发器）之间运输R744制冷剂的管道和/或软管连接件。

注1: 参见图1



关键词

- | | |
|-----------|-----------|
| 1 接头 | 3 加固部分 |
| 2 硬管制冷剂管路 | 4 软管制冷剂管路 |

图1: 制冷剂管路

注2: 关于连接技术，请参见DIN SPEC 74102。

3.5
硬管制冷剂管路部分

没有弹性软管部分的管道，最好由铝制成，制冷剂通过该管道流动

3.6
弹性软管部分的管道

软管
制冷剂管路的一部分，用于在车辆运行和/或装配使用中，将制冷剂回路的部件灵活地连接到运动补偿装置上

3.6
接头

制冷剂管路两端的连接块，用于连接制冷剂管路和制冷剂回路的部件

4 缩写

- | | |
|--------|--------------|
| AC ON | 空调系统开启 |
| AC OFF | 空调系统关闭 |
| ASSY | 总成 |
| HP | 高压 |
| IHX | 内热交换器 |
| LP | 低压 |
| PAG | 聚亚烷基二醇（冷冻机油） |

RT	室温 (23 ± 2) °C
SWAAT	海水酸化试验
VB	连接技术

5 组件的一般要求

5.1 使用寿命

应确保组件功能的平均车辆寿命至少为15年或300 000 km或8 000个工作小时。

5.2 储存

本DIN规范要求的制冷剂管道和IHX同轴设计的性能应在产品投产后10年内得到保证。

6 功能说明

6.1 硬管制冷剂管路的功能

制冷剂管路是制冷剂在回路中流动的管道。

根据制冷剂回路中的位置，制冷剂管路应能够容纳压力/温度传感器和服务端口。

6.2 软管制冷剂管路的功能

柔性制冷剂管路用于在运动、振动和声学方面分离发动机和车身上安装的制冷剂回路部件。柔性制冷剂管路也用于公差和长度补偿。

6.3 内部热交换器的功能

内部热交换器用于在热高压侧（热源）和冷低压侧（散热器）之间传递系统内部能量（热量）。该部件位于低压侧的蓄能器和压缩机之间以及高压侧的气体冷却器和膨胀装置之间。

可以根据特定的用例调整不同的设计。同轴设计是制冷剂管路的一种设计，“管中管”的设计是上述部件之间的集成。除非另有规定，否则将内部热交换器视为制冷剂管路。同样的要求适用于制冷剂管路。

描述 作为内部换热器与蓄能器集成的设计在DIN规范中进行了描述
74108.

7 技术要求

7.1 设计

7.1.1 简介

制冷剂管路可以由软管和管路组成，或者这些管路的组合，其端部设有接头配件。

增强件应可靠、永久地将弹性软管管路连接在一起，并在技术上密封(符合紧固要求)。

连接件可以通过焊接、钎焊或其他同等质量的不同连接方法连接到硬管管路上。

应确保用于将接头体连接到刚性管管的气密性。

应确保与制冷剂一起循环的油不会积聚在制冷剂管线或IHX中，但可确保连续的油输送。

制冷剂软管的设计应使生产过程中在制冷剂或油中循环并能在软管中积聚的颗粒和其他残留物不会突然冲出来，也不会飞溅出来。

制冷剂管路和IHX的设计应使高压侧的内容积最小化。

制冷剂管路中的弹性体应确保具有足够的防爆减压能力。这意味着，尤其是带有弹性体密封件和层软管的制冷剂管路，应检查是否存在爆炸减压。

在包括生产、车辆使用寿命和使用期间在内的所有操作条件下，应该能够使用完整的制冷剂管道而不发生故障或不允许变形。

制冷剂管路和IHX的设计应适应在运行和停止期间发生的各种压力和温度变化。8.2和8.3中给出的压力和温度适用于作为组件机械强度的设计点。

744电路元件的爆破压力定义为最大压力乘以安全系数2。对于由易老化材料制成的部件，老化后的爆破压力应符合SAE J639的要求，至少为最大允许温度下最大压力的1.5倍（见9.7.12）。

所有紧固件应紧固，防止松动，并防止接触腐蚀。

7.1.2 重量

制冷剂管路的设计应具有最佳的重量

注 制冷剂管路的部件重量取决于实际的车辆包装，因此通常不能给出重量要求

7.1.3 软管设计要求

7.1.3.1 简介

软管的内层和结构的设计应使R744在任何发生的压力和温度下通过软管的渗透最小。软管的内层应耐R744制冷剂和相应的释放压缩机润滑油。

如果无法证明外部影响（盐，油，杂质，颗粒等）不会对软管造成损坏，则软管的外层应由合成橡胶混合物（热塑性塑料或弹性体）制成，耐磨损，耐油接触，耐臭氧。

7.1.3.2 金属软管

金属软管由金属内层(例如, 设计为金属波纹管)组成, 该金属内层起屏障层的作用, 以防止制冷剂泄漏。这一层被增强材料覆盖。这些层之间的弹性体或硅酮层也可用于吸收。

软管的设计应使其能够承受在整个车辆使用寿命内发生的载荷, 并且内层(如波纹软管)和加固材料在整个车辆使用寿命内不会受到损坏。

7.1.3.3 带有阻挡层的弹性体软管

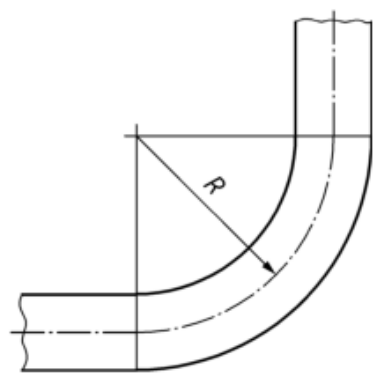
管的设计应使加强层和软管之间形成形状配合, 并且软管的内层不会受损, 并且各层之间的粘合不会被破坏。这包括例如表面缺陷, 例如裂缝, 气泡, 凹痕, 褶皱, 凸出, 以及各种材料或它们的粘合中的不均匀性, 以及用于增强层的紧固的不正确设计。

加强材料的机械加工应均匀紧密, 螺纹和角度恒定, 并与软管芯和软管盖牢固结合, 无断裂或缺陷

7.1.4 弹性制冷剂管路的尺寸要求

高压侧的首选公称宽度为6mm; 低压侧的首选公称宽度为8毫米。

应确保制冷剂软管的最小弯曲半径(最小弯曲半径)符合标称宽度, 如图1和表1所示。



关键词
R 弯曲半径

图2 -弹性制冷剂管路弯曲半径

表1 -弹性制冷剂管路尺寸

公称宽度(公称内径)	最大外径(软管直径) mm	最小弯曲半径为90°弧毫米		适用范围
		弹性体软管	金属软管	
4	≤ 17	≤ 75	≤ 90	高压管路
6	≤ 19	≤ 75	≤ 100	高压管路
8	≤ 19	≤ 75	≤ 100	低压管路
9	≤ 20	≤ 75	≤ 100	低压管路
10	≤ 22	≤ 90	≤ 100	低压管路

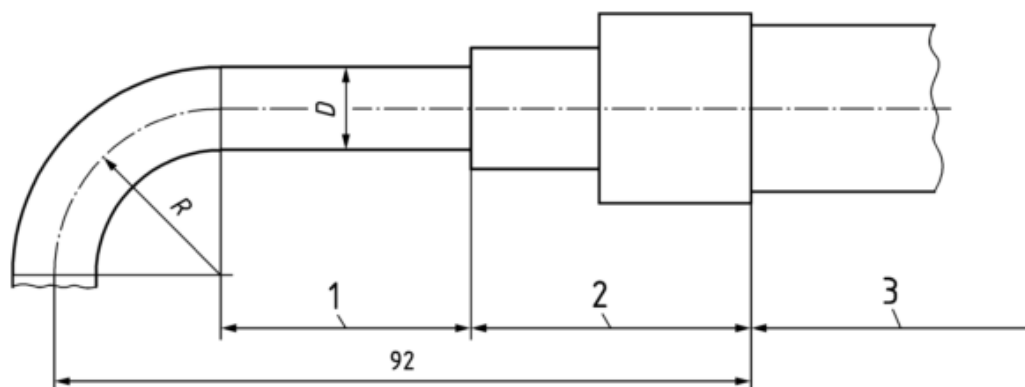
最小弯曲半径（制冷剂管路的最小可能弯曲半径）由供应商规定，并取决于相应软管的性质（阻挡层的凹陷，压缩和伸长）。除非另有定义，否则最小弯曲半径应用于所有试验。

作为替代方案，也可以使用与车辆制造商一致的预制软管。

7.1.5 加强层的尺寸要求

对于任何标称宽度，刚性制冷剂管路90弧的管中心与管路柔性部分的起始端（加强件的末端）之间的间隙不得超过92 mm。

Dimensions in millimeters

**关键词**

1 跨长度(约3 D)

2 加强层

3 弹性长度

D 外径

R 硬管弯曲半径(约. 2 D)

图 3 — 加强层

由于从软管过渡到管道，加强件区域的横截面可能会减小。相应标称宽度的净内径应取自表2。

表2-直径

标称宽度 mm	最小净内径 (加强层) mm	最大外径 (硬管) mm
4	2,8	7
6	4,2	10
8	5,6	11
9	6,3	12
10	7,0	13

7.1.6 硬管横截面的减少量

在将服务端口和传感器和压力释放装置连接到制冷剂管道的过程中，截面减少是不允许的。

当将连接技术集成到各自完整的制冷剂管路中时，插入管路的端部不得对流量截面产生任何负面影响（例如，压降、声学）。接头的横截面变窄应设计成流线型。

由外部变形引起的内管截面减少量不得大于原截面的15%。

所有类型截面缩减直径的最大允许值应从表3中取。

表3 -截面缩减

公称宽度	最大外径	最大内径变窄至 mm	允许变窄长度 mm
高压管路			
4	7	3,4	3
6	10	5,1	5
低压管路			
8	11	6,8	7
9	12	7,65	8
10	13	8,5	9

7.1.7 内热交换器

7.1.7.1 连接件

制冷剂管道应使用按照DIN规范74102设计的接头体配件连接到IHX。

7.1.7.2 流向

IHX应设计为同轴逆流热交换器。应相应地提供用于将IHX连接到空调管路的接头体配件。

7.2 产品和材料的要求

7.2.1 简介

应满足DIN SPEC 74102中规定的要求。

所有焊接方法的设计应确保不可能通过腐蚀性介质（如助焊剂）进行后续影响。

IN EN ISO 18279中有关缺陷的要求适用于焊接接头的生产质量。除非组件图中另有说明，否则质量等级B应符合DIN EN ISO 18279:2004-04，表B.2。

助焊剂夹杂物不得与线路横截面或环境接触。增强件的焊接深度应至少为5 mm。除焊接接头外，还允许使用焊接接头将接头连接到硬管进行加固。

7.2.2 耐药剂和化学要求

部件的内部表面应耐R744制冷剂和相应的释放压缩机润滑油。润滑剂或润滑剂与制冷剂的组合不得有不相容或功能损害。压缩机润滑油(PAG)用于制冷剂回路。

在使用制冷剂或压缩机润滑油时，其表面不得有任何生产过程中产生的残留物，这些残留物在使用制冷剂或压缩机润滑油时可能变得松散，并导致制冷剂回路中有杂质或污物。

在驾驶操作期间，外表面应能承受所有气候影响和发动机舱的影响。

7.2.3 水的质量

各部件的含水量不得超过每个内表面的最大值。表4给出了这些值。

表4 -容许水量(水重)

内表面 m ²	容许水量(水重)
≤ 0,1	≤5 mg
> 0,1 ≤0,15	≤12 mg
> 0,15 ≤0,2	≤ 14 mg
>0,2	50 mg/m ²

7.2.4 技术清洁度

不溶性杂质按VDA第19卷测定。

制冷剂管路的设计应确保不含残留物、沉积物、切屑、润滑脂或油（压缩机润滑剂除外）

可冲除的不溶性污染颗粒重量不得超过最大重量2,7 mg/dm²。硬度为400hv，颗粒大小为200m。灰尘和纺织线头的最大大小50μm !000μm是允许的。上述颗粒在密封面上是不允许的。

μ

7.3 声学特性

流经制冷剂管路的流量受不同的R744质量流速、不同的温度和压力、不同的制冷剂蒸汽质量和压缩机润滑油比例的影响。这种情况既有瞬时的，也有静态的。

制冷剂管路的流量噪声和机械噪声的声学在整个寿命期间以及在R744车辆制冷剂回路中发生的所有操作条件下都应是听不见的

该组件不得在车辆内部引起任何可听到的噪音。这适用于流动噪声和音调噪声(如吹口哨)。应考虑所有制冷剂的质量流量和所发生的车辆运行条件。

8 运行条件。

8.1 环境条件

制冷剂管路和内部热交换器用于使用R744制冷剂的车辆空调系统。与制冷剂接触的材料应适合长期使用R744。

所有部件应在整个使用寿命内抵抗所有外部影响。

制冷剂管路或内部热交换器的指定安装区域位于发动机舱和/或车辆底部。

部件设计应考虑由于温度(发动机的径向传热)、天气条件(冬季盐负荷)和类似因素造成的机舱负荷。寿命不会因此而受损。对于由电机、路面不平或荷载变化等引起的低频和高频机械应力值相同。

注 在驾驶操作过程中，部件暴露在飞溅的水中，在修理车间进行发动机清洁时，部件暴露在压力清洗机的高压水射流中。可例如，通过油，灰尘，盐可以产生额外的影响。

8.2 温度

制冷剂管路运行时，内部制冷剂温度应与外部环境温度相区别。密封性试验时，应假定零件温度。

表5 -操作温度和环境温度

		运行中 (空调管开关开启) °C	没有运行(空调管开关关闭) °C
环境温度(空气)	高压侧，热	-5 ~ 125 短期负荷 ^a 150	-40~ 125 短期负荷 ^a 150
	高压侧，冷	-5 ~120	- 40~ 120
	低压侧		
操作温度(制冷剂)	高压侧，热	-5~ 165 短期负荷 ^a 180	n.a.
	高压侧，冷	-5 ~ 80	
	低压侧		
^a 每次驾驶最多5分钟，车辆使用寿命内总共168小时。			

如果部件位于温度有偏差的区域，则温度要求应与相应的车辆制造商达成一致。必要时应采取隔热措施。

8.3 压力

制冷剂管路应能承受制冷剂回路中出现的最大压力（见附录B）。制冷剂管路受到表6所示压力的影响。

表6-压力

	高压侧	低压侧
最大压力, MPa (减压装置的最大开启压力)	17	13
最大允许压力, MPa	16	12
最大工作压力/静压, MPa	14	9,5
最低工作压力, MPa	3	3

9 测试

9.1 简介

除非另有说明，否则试验应在RT (23 ± 2) °C下按照ISO 554进行。

除非另有规定，否则应在无生产连接方法的情况下对制冷剂软管进行以下所有试验。除软管的释放样品 (9.3) 外，在某些情况下，还应在制冷剂管路总成上进行单独试验，即由连接方法、刚性管和软管零件（包括加强件）组成的总成（见表9）。

先前的老化时间应至少为自制造之日起24小时。在单独试验之间，每根管路应在室温下在密封和未填充状态下老化至少24小时。这不适用于生产监控的密封性测试和中间测试的密封性评估。

有关定义，程序，测试计划和测试报告的所有规范，以及测试所需的DUT的类型和数量，应从表9至表12中获取。

9.2 允许公差

与工艺能力（校正）（Cpk系数）相对应的各生产过程的图纸公差和单独控制限值有待测公差带位置的决定性因素（见表7）。因此，应使用最小和最大压接比具有压接加强件（套管）的制冷剂管路进行测试。这些软管所需的公差带位置可以通过改变扣压尺寸和套管直径来建模。

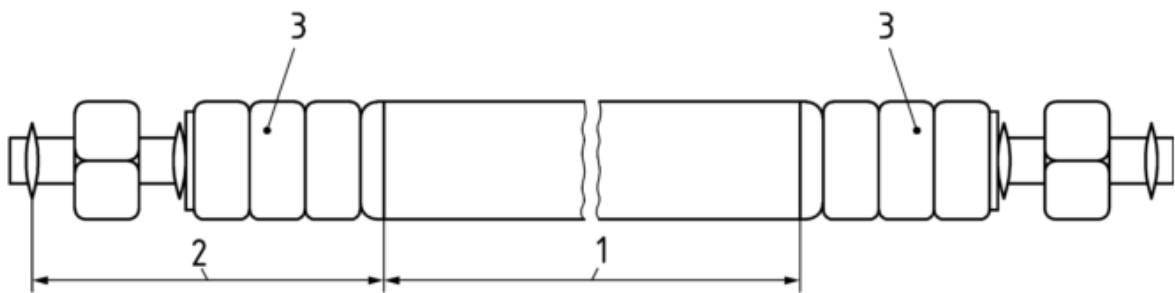
对于所有带有隔离层弹性体软管的试验，应使用两个不同批次。每种情况下，应每隔10 m取一次软管材料。

表7-公差（根据各生产过程的Cpk系数）

压缩比(适用于阻挡层弹性体软管)	扣压直径 mm	套管直径 mm
最大值	最大值	最大值
最小值	最大值	最小值

9.3 弹性制冷剂管路

除非另有规定，否则应使用带有直接头和软管长度符合图4和表8的试验管路进行软管和加固件（套管）的释放试验。



关键词

- 1 尺寸1见表8
- 2 尺寸2见表8
- 3 加固件（套管）,设计实例

图4 — 管路试样

表8 - DUTs的软管长度

公称宽度		尺寸 1	尺寸 2
	类型	自由软管长度 mm	最大加固长度
4~ 10	a	200 5	65 5
	b	350 5	65 5
	c	650 5	65 5

预成型软管应在安装位置进行测试，测试时应采用直接头且无载荷。

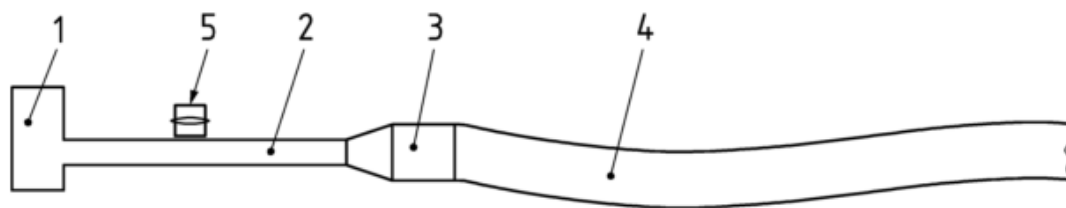
每个公称宽度应分别测试和释放。如果测试值超出要求的极限，则应重复该测试，重复次数为DUTs的两

9.4 制冷剂管路总成的样品

制冷剂管路总成的样品是由连接方法、硬管和/或软管段组成的总成，包括加固件和所有附加部件(阀门等)(见图 5)。

热气体管路总成应该包含压力/温度传感器。

如果需要，冷高压管路（排放管路）总成和低压管路总成应分别包含服务端口和压力控制元件。



关键词

- 1 连接元件
- 2 硬管制冷管路
- 3 加强件（套管）

- 4 弹性软管制冷管路（软管）
- 5 阀门或压力/温度传感器（压力/温度传感器）

图5-制冷剂管路总成

9.5 逐件试验

下面的表9概述了各种试验及其在制冷剂管道或IWT的各种实施例中的分配情况。

表9-单项试验概述

测试		金属软管	橡胶软管的阻挡层	总成	IHX (无软管)
9.6 气密性测试	9.6.1释放样品气密性试验	X	X		
	9.6.2 制冷剂管路总成的气密性要求			X	
	9.6.3 缩短气密性试验	X	X	X	
	9.6.4 使用受污染的测试样品进行简化的气密性测试	X	X	X	X
	9.6.5 气密性内部热交换器				X
9.7 静态测试	9.7.1 抗裂试验	X	X		
	9.7.2 压力测试	X	X	X	X
	9.7.3 抗扭性	X	X		
	9.7.4 抗弯强度	X	X		
	9.7.5抗扭结和变形稳定性	X	X		
	9.7.6抗拉强度	X	X		
	9.7.7 长度变化, 角度偏差	X	X		
	9.7.8 软管体积膨胀		X		
	9.7.9真空状态下耐形变		X		
	9.7.10 耐真空			X	X
	9.7.11 透水性		X		
	9.7.12.2 新零件的爆裂压要求	X	X	X	X
	9.7.12.3 铝高压排放管路的爆破压力要求	X	X	X	X
9.8 动态测试	9.8.1 扭转试验	X	X		
	9.8.2 发动机振动	X	X		
	9.8.3共振试验	X	X	X	X
	9.8.4 20000次负载循环时的耐低温性	X	X		
	9.8.5 温度循环脉冲试验	X	X	X	
	9.8.6 耐温循环性	X	X		
	9.8.7.2影响调查蠕变疲劳 (设计和材料系统的一次性测试)			X (铝组件的热气体管路)	
	9.8.7.3耐压变化试验			X (铝组件的热气体管路)	X
	9.8.8抗振性				X
9.10 老化测试	9.9 腐蚀试验			X	X
	9.10.1 人工老化	X	X	X	X
	9.10.2 长期老化	X	X		
	9.10.3 序列测试以模拟车辆寿命	X 铝组件的热气体管路)	X 铝组件的热气体管路)	X (铝组件的热气体管路)	
	9.10.4 减压测试		X	X (弹性体管路组件)	
	9.10.5 耐低温	X	X		

测试		金属软管	橡胶软管的阻挡层	总成	IHX (无软管)
9.11 内热交换器 的性能要求	9.11.1 散热水平和性能				X
	9.11.2 高压侧压力损失				X
	9.11.3 低压侧压力损失				X

测试是由几个单独测试的链接引起的**审计跟踪**。每个审计跟踪在一行快捷方案计划中确定（表10,11和12）。表格行末尾列出的DUT必须按照命名顺序完成测试链的所有单独测试。

如果连接计划中提到的所有单独测试都是在没有任何投诉的情况下进行的，则样本已通过测试链。

表10-弹性制冷管路释放样品的试验顺序

人工老化 (9.10.1)	测试	连接1	连接 2	抗扭强度 (9.7.3)	气密泄露 (9.6.3 / 9.6.4)	抗裂试验 (9.7.1)	DUTs 类型/ 数量
X	9.6.1释放样品的气密性测试 (开发测试)	9.10.4 减压测试	9.7.2 压力测试	X	X	X	类型 b: 4
	9.7.6.1 最大拉伸强度的测定						类型 a: 4
	9.7.7 长度变化, 角度 偏差			X	X		类型 b: 4
	9.7.8 软管体积膨胀			X	X		类型 b: 4
	9.7.11 水分渗透						类型 b: 4
	9.8.1 扭转试验			X	X		类型 b: 6
	9.8.2 发动机振动			X	X		类型 b: 6
	9.7.4 抗弯强度	9.7.4 老化后的弯曲 强度		X	X		类型 b: 2
	9.7.9 施加真空时的抗形变			X	X	X	类型 b: 4
X	9.8.5 温度循环脉冲 试验	9.8.3 共振试验		X	X	X	类型 b: 6
	9.7.12.2 新零件的爆破压 力要求						类型 b: 4
	9.10.3 模拟车辆寿命的 顺序试验						类型 b: 4
X	9.8.6 耐温循环性	9.7.2 压力试验		X	X		类型 b: 6
X	9.10.5 耐低温性	9.7.6.2 拉伸强度试验作为 功能试验	9.7.2 压力试验	X	X	X	类型 b: 6
	9.8.4 20000次负载循环 时的耐低温性	9.7.6.2 拉伸强度试验作为 功能试验		X	X	X	类型 b: 6
	9.10.2 长期老化	9.8.5 温度循环脉 冲试验	9.7.6.2 拉伸强度 试验作为功能试 验		X	X	类型 b: 6
	9.7.5 抗扭结和变形稳定 性			X	X		类型 c: 4
	7.2.4 技术清洁度						类型 c: 4

表11-制冷剂管路总成的测试顺序

人工老化 (9.10.1)	测试	接头1	接头 2	耐扭结 (9.7.3)	泄露测试 (9.6.4)	抗裂试验	DUTs类型/ 数量
X	9.6.2 制冷剂管路总成气密性试验 (开发试验)	9.10.4 减压试验 (仅装配有弹性体组件)	9.7.2 压力测试	X	X		组件: 4
X	9.8.5 温度循环脉冲试验	9.8.3 共振试验		X	X		组件: 3
	9.7.10 耐真空性	9.7.2 压力测试			X		组件: 4
	9.8.7.2 影响调查蠕变疲劳 (设计和材料系统的一次性测试)						组件: 20
	9.8.7.3 耐压变化试验				X	X	组件: 5
	9.10.3 序列测试以模拟车辆寿命						组件: 4
	9.9.2 SWAAT	9.7.2 压力测试			X	X	组件: 5
	9.9.3 气候腐蚀循环试验	9.7.2 压力测试			X	X	组件: 5
	7.2.3 水的质量						组件: 4
	7.2.4 技术清洁度						组件 4

表12-IHX试验顺序

人工老化 (9.10.1)	测试	接头 1	接头 2	DUTs的类型/数量
	7.2.3含水量			IHX: 4
	7.2.4 技术清洁度			IHX: 4
	9.7.10 耐真空	9.7.2 压力测试	9.6.4使用受污染的测试样品进行简化的气密性测试	IHX: 4
	9.7.12.2 新零件的爆破压力要求			IHX: 4
X	9.8.7.3 耐压变化试验	9.8.3 共振试验	9.6.4 使用受污染的测试样品进行简化的气密性测试	IHX: 4
	9.11.1 散热水平和性能	9.6.5 IHX 气密试验		IHX: 4
	9.8.8 抗振性	9.6.5 IHX 气密试验		IHX: 4
	9.11.2 高压侧压力损失			IHX: 4
	9.11.3低压侧的压力损失			IHX: 4
	9.9.2 SWAAT	9.7.2 压力测试	9.6.4 使用受污染的测试样品进行简化的气密性测试	IHX: 5
	9.9.3 气候腐蚀循环试验	9.7.2 压力测试	9.6.4使用受污染的测试样品进行简化的气密性测试	IHX: 5

9.6 气密性测试

9.6.1 释放样品气密性试验（开发试验）

使用纯R744进行测量。试验应在指定的测量点序列中进行，从1号开始。

应保持每个负载状态，直到泄漏率在两个时间间隔1h内达到稳定状态（10%偏差），但不得小于48h。

泄漏应在适当的真空系统或冲洗气体系统中确定。R744泄漏率应使用最先进的测量仪器来确定，该仪器适用于确定气体的分子流量。

例如 质谱仪、气相色谱仪或红外光谱仪

应证明测量方法和测量仪器的适用性，包括测量精度（~0.05 g / a）。

平均损失率确定如下:

$$VR_m = \sum_{i=1}^6 VR_i \cdot Gew_i$$

其中

VR_m 为DUT的平均损失率;

VR_i 为各负载状态下DUT的损失率;

Gew_i 是相应负载状态的加权因子。

表13 - 低压侧的R744的静态负载集合

序号.	加载状态:	具体填充量 (R744) kg/m ³	T °C	p 产生的压力 MPa	权重 %
1	静止-30 °C	250	-30	1,43	4
2	静止0 °C	250	0	3,5	16
3	静止30 °C	250	30	6,9	70
4	0 °C 蒸发操作	95	30	4,2	3
5	10 °C 蒸发操作	95	45	4,5	2
6	浸泡	95	100	5,8	5

表14 -高压侧R744的静负荷(气体冷却器后)

序号.	加载状态:	具体填充量 (R744) kg/m ³	T °C	p 产生的压力 MPa	权重 %
1	静止-30 °C	250	-30	1,43	4
2	静止0 °C	250	0	3,5	16
3	静止30 °C	250	30	6,9	70
4	驾驶条件	250	40	7,7	4
5	空转	250	60	9,3	1
6	浸泡	95	100	5,8	5

表15 -热气体侧R744的静载荷集合

序号.	加载状态:	具体填充量 (R744) kg/m ³	T °C	p 产生的压力 MPa	权重 %
1	静止 -30 °C	250	-30	1,43	4
2	静止 0 °C	250	0	3,5	16
3	静止30 °C	250	30	6,9	70
4	浸泡	185	100	9,9	5
5	驾驶条件	185	130	11,4	4
6	空转	185	165	13	1

表16 -密封性要求

	最大的泄漏率	测试条件
制冷剂管路采用金属内层作为阻隔层(如金属波纹管)	0,1 g/a	按表13中定义的低压管路、表14中定义的气体冷却器后高压管路和表15中定义的热风管路的总负荷计算。
弹性体软管的阻隔层（软管包括加固）	每米自由软管长度14 g/a	按表13中定义的低压管路和表14中定义的气体冷却器后高压管路的总负荷计算。

9.6.2 制冷剂管路总成气密性试验（开发试验）

在成功证明释放样品的最大泄漏率后，应确定组件的泄漏率。

接头的配合件应在试验件处于平均公差带位置的情况下进行试验。在试验中，连接技术应采用相应连接方法的最小允许拧紧力矩。

表17-制冷剂管路组件的密封性要求

	最大泄漏率	测试条件
制冷剂管路总成，包括所有零件（如上所述）	最大允许泄漏率是通过将组件的单个组件的最大允许泄漏量相加来计算的 — 每个接头体 0,3 g/a — 充注端 0,5 g/a — p/T-传感器 0,5 g/a — 弹性软管 14 g/a每米 — 金属层软管0,1 g/a	测试序列与释放样品的开发测试（9.6.1）相同。

9.6.3 缩短气密性试验

后续的单项和链式试验后的重复气密性试验仅限于9.6.1中定义的负荷集体的单项负荷状态，见表18。

表18 - 负载状态

	负载状态:	具体填充量 (R744) kg/m³	T °C	p 产生的压力 MPa
高压、低压/冷	浸泡	95	100	5,8
高压、热	空转	185	165	13

应确定基本泄漏量（平均泄漏率），以评估测量结果。在下列任何气密性试验中，该值不得超过20%。

该平均泄漏率是根据相同类型的试验件之前的密封性要求试验结果（根据9.6.1和9.6.2）确定的。计算基于相应负载状态下的泄漏率（低压：表13，6号，高压，冷：表14，6号，高压，热：表15，6号），使用以下公式：

$$VR_m = \frac{\sum_{i=1}^z VR_i}{z}$$

其中

VR_m 是以下测试中DUST在相应负载状态下的平均泄漏率：泄漏密封要求；

VR_i 是测试中各个负载状态下各个DUT的泄漏率：泄漏密封要求

z 是DUTs的数量

测试装置和测试过程与9.6.1中的开发测试相同。R744或氮气可作为本试验的试验介质。

测试气体与R744之间泄漏率的换算见附件A。

9.6.4 使用受污染的测试样品进行简化的气密性测试

如果前一次试验后的试样(如腐蚀试验后的试样)脏了，可按9.6.3的规定缩短气密性试验，按SAE J2842、5.7.2.1的规定进行水下试验。

在该试验期间，R744填充的被测件在水下承受6.4兆帕的压力至少20分钟。

注释 泄漏率为3 g/ A R744，大约相当于2分钟到3分钟内直径为2毫米的水泡。

9.6.5 IHX 气密性

9.6.5.1 简介

内部热交换器本身以及没有软管段的纯硬管管路被认为是技术密封的，因此不需要通过荷载集合进行测试。通过功能性密封性试验可以为开发试验提供证据。仅允许在接头处出现泄漏

在所有功能试验后，这些要求仍应得到保证。应在车辆的整个使用寿命内满足这些要求。

9.6.5.2 测试装置和测试程序

将带有特殊（非标准生产部件）无泄漏密封的接头连接到内部热交换器的4个接头上。这些应密封在高压和低压侧的出口侧。压力施加到待测试的各个入口侧，而另一个入口侧保持打开，以便同时检测任何外部和内部泄漏。

用R744或氮气进行测量。

初始试验压力：

高压侧: 20,8 MPa (1,3 × 16 MPa) 室温下 1 小时,

低压侧: 15,6 MPa (1,3 × 12 MPa) 室温下 1 小时不得有泄漏 (限制: 0.1g / a) 。

9.7 静态测试

9.7.1 抗裂试验

弹性体软管管路 (包括加强段) 应沿纵向切割, 并检查是否开裂。不得有任何裂纹、断裂点或任何其他损坏。

9.7.2 压力试验

本试验应使用PAG油或等效介质。在此过程中, 请确保从整个系统中排除所有空气。

在每种情况下, 应在20 s内达到最终压力。

DUTs应在2 - 5分钟内承受以下压力载荷:

- 高压侧: 20,8 MPa (1,3 × 16 MPa);
- 低压侧: 15,6 MPa (1,3 × 12 MPa).

9.7.3 抗扭强度

加强管 (套管) 的设计应使其不能相对于制冷剂软管旋转

在室温 (23 # 2) °C下进行所有测试后, 扭矩 (相对于加强件/支架的软管) 应至少为6.5 Nm。

在130°C (对于气体冷却器后的低压管路和高压管路) 和165°C (对于热气管路) 下, 也应记录该最小扭转扭矩。

如果通过焊接或钎焊将软管连接到管道上, 则没有必要进行这种测试。

试验管路应垂直夹在合适的试验台上 (见图6)。每条管路应在所有4个方向上从垂直位置弯曲到水平位置。保持3 s后, 应从合适的弹簧秤上读取所需的张力 (保持力应与连接点处的软管轴成直角施加)。每种情况下, 应对每种标称宽度的2条管路进行试验。

这些值不得超过表19中指定的值。

表19 -金属软管和弹性体软管的弯曲强度

公称宽度	最大测试值
4	17 N
6	17 N
8	13 N
9	13 N
10	13 N

在热（人工）老化（在120°C低压/165°C高压下，2 kPa，72小时）后，表20中规定的值适用：

表20-金属软管和弹性体软管热负荷后的弯曲强度

公称宽度	最大测试值
4	18 N
6	18 N
8	13 N
9	13 N
10	13 N

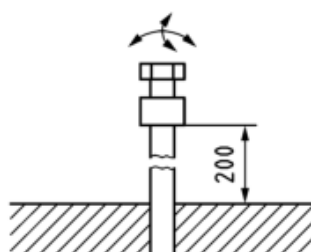


图6 - 测试装置弯曲强度示意图

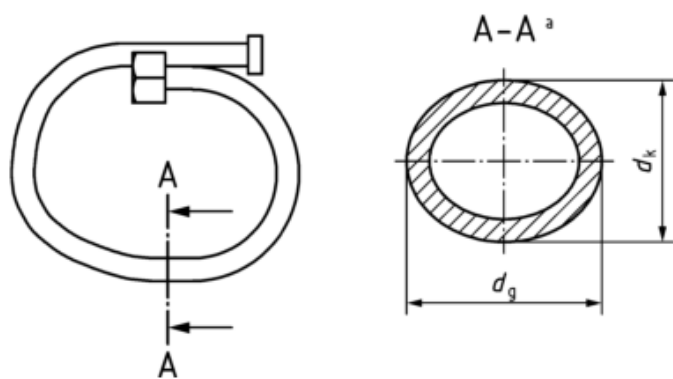
9.7.5 抗扭结和变形稳定性

测试管路应弯曲成环形（见图7，左侧，用于重叠的加强件）。在此状态下保持10分钟后，应确定软管的最小外径（dk）和最大外径（dg）。

与表21的偏差不得超过目标直径。

表21-直径变化

公称宽度 (DN)	允许偏差 mm
4 to 6	0,5
8 to 10	0,6



关键词
 d_g 最高外径
 d_k 最低外径

图7 - 抗弯曲性

9.7.6 抗拉强度

9.7.6.1 最大拉伸强度的测定

带有加强件的软管应至少能承受表22中规定的拉力而不会发生故障。

表22：拉伸强度

公称宽度 (DN)	抗拉强度 N
4 to 6	2 000
8 to 10	2 500

在拉伸试验中，DUTs在合适的试验机中经受增加的拉伸载荷，直到软管与加强件分离或撕裂。 安装在试验机中的软管以25mm / min的速度加载。 施加拉力直至失效。

拉力的过程应记录在载荷 - 位移曲线（N / mm）中。 破坏的位置和类型应记录在测试报告中

9.7.6.2 拉伸强度试验作为功能试验

测试按9.7.6.1中描述的方式进行，但拉伸力仅为表22中所需值的80%。

9.7.7 长度变化，角度偏移

在规定的最大工作压力作用于被测件至少2 min后，不得超过表23规定的长度和角度偏差变化。应在施加压力时测量变化值。

表23-长度变化、角度偏差

压力	最大长度变化	最大角度偏差
(13 ± 0,2) MPa 吸气压力管路	-1,5 % /+ 2 % (金属软管)	5°
(17 ± 0,2) MPa 高压管路	-4 % /+ 2 % (弹性软管)	

9.7.8 软管体积膨胀

这个测试是用来检查织物层的强度。制冷剂管路的内容积由自由软管长度决定。

然后将DUT垂直螺栓固定在安全容器中，连接到液压泵上，并将空气排出，直到压缩机润滑油或合适的介质从顶部排出，没有气泡为止。然后关闭截止阀，高压管路为17mpa，低压管路为13mpa，加载DUT 1min.

1分钟后，泵和软管之间的下截止阀关闭。软管中的超压在上部软管阀处释放，排出的测试液收集在量筒中。

体积膨胀计算如下：

— 自由软管长度	L
— 软管内径	d_i
— 内体积	$V_i = \frac{d_i^2}{4} \cdot \pi \cdot L$
— 体积膨胀	V_d
— 体积膨胀百分比	$D = \frac{V_d}{V_i} \cdot 100$

最大允许体积膨胀为'5%。

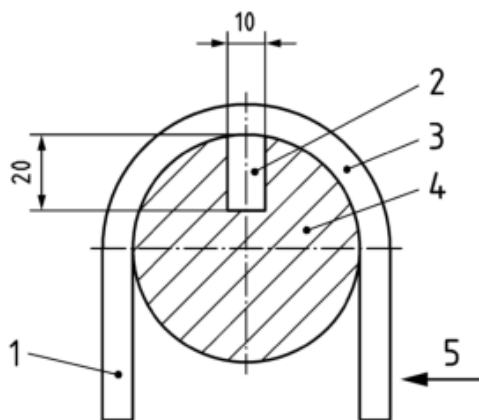
9.7.9 施加真空时的耐形变

DUT缠绕在心轴上，其直径根据表24，形成U形，与软管的自然曲率一致，如图8所示。接下来，DUT被抽空到0.5kPa的绝对压力。

经过5分钟后，软管管路外径的减小应不超过未弯曲和无真空状态下原始外径的5%。允许在30分钟内最大压力增加0.5kPa。该测试应使用相同的DUT重复3次。

试验结束后，应检查软管的密封性、漆膜的附着力以及芯部有无裂纹。

尺寸：mm



关键词

- 1

紧固件
- 2

自由穿孔（无导向凸模）
- 3

软管管路
- 4

芯棒
- 5

弯曲力

图8-试验装置耐真空示意图

表24-芯轴直径

公称宽度 NW	芯轴直径
所有	150 mm

9.7.10 耐真空

DUT应处于绝对真空0.5 kPa;该真空应保持在一个恒定的水平上超过5分钟。30分钟内，允许的压力增量不应超过0.5 kPa的最大值。

本试验期间无功能损害。

试验共进行3次。

内部换热器应先在高压侧进行测试，然后在低压侧进行测试。

9.7.11 水分渗透

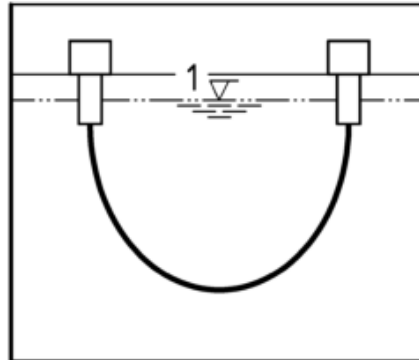
在开始测试之前，测试液（PAG油）的含水量应根据DIN 51777-1和DIN 51777-2确定。根据制造商规范，

含水量为 $500 \cdot 10^{-6}$ 的PAG油（供应商和车辆制造商之间达成协议）应用作测试液

首先，将DUTs在80°C的加热炉中干燥2小时。然后，将测试流体填充到管道末端以下5毫米的管道中，并用通常用于制冷剂回路的o形环密封

将填充的被测件弯曲成U形，并储存在水浴（ 40 ± 2 ） °C中，直至扣压套管的一半（见图9）。老化时间为500小时。在老化过程中，请确保水位不会低于压接套管10 mm以上。

取出试验件后，将其摆动10次，以确保试验流体完全混合。紧接着，根据DIN51777测定含水量。该值不得超过1.5%。



关键词

1 水位

图9-水分渗透试验装置示意图

9.7.12 爆破压力试验

9.7.12.1 简介

向试验件中注入试验介质（油），不含空气杂质。

以恒定速率增加压力，最大速率为1.0兆帕/秒，直到达到爆破压力目标值的50%，然后以0.1兆帕/秒的速率增加至爆破压力目标值

试验件（制冷剂管路或内部热交换器）应能在1分钟内承受爆破压力目标值，且试验介质不泄漏。

接下来，以0,1 MPa/s的速度增加压力，直至部件失效。应记录部件的故障。制冷剂管路发生故障时，任何部件不得松动。

内换热器的爆破压力试验应在高压区和低压区分别进行

9.7.12.2

新零件的爆破压力要求

R744回路部件的爆破压力是最大压力的2倍。

组件在室温下应至少能承受下列压力:

低压侧 26 MPa (2×13 MPa);

高压侧: 34 MPa (2×17 MPa).

9.7.12.3 铝高压排液管路爆破压力要求

由铝制成的高压排放管路（压缩机出口，气体冷却器入口）（由压力和温度负荷（老化）引起的强度性能恶化的任何其他材料）应能承受至少1.5的爆破压力 乘以最大允许温度下的最大压力。

高压排放管路在使用寿命结束时（老化后）应至少承受以下压力:

25,5 MPa ($1,5 \times 17$ MPa) at 180 °C.

为了模拟老化，制冷剂管路在车辆使用过程中受到典型车辆使用寿命的工作条件的影响，例如温度、压力、压力变化、振动和腐蚀。这种人工老化过程是通过将单个试验连接起来，产生模拟车辆寿命的链式试验来实现的（见 9.10.3）。

9.8 动态试验

9.8.1 扭转试验

被测装置充满压缩机润滑剂，并加压至14兆帕（高压管路）和9.5兆帕（低压管路）。

每次试验应使用3个试验件进行，安装在最小弯曲半径为90°的弧中，旋转5°（弹性体软管）和3°（金属柔性线），并应能承受至少10⁶ 次循环，每个循环的频率为10 Hz，无泄漏。

9.8.2 发动机振动

发动机振动模拟发动机的运动。在该试验过程中，被测件在最小弯曲半径内以180°弧安装。

每个软管都充满氦气混合物，制冷剂管路的填充压力为10mpa，与安装位置无关。

当夹紧很重要时，要注意测试样品的一端是固定的，另一端连接到测试样品的测试台/夹具上(见图10)。

移动端在x和y方向加载10 mm，在z方向加载15 mm，频率为12 Hz。

每个方向/空间轴上的试验件应能承受200000次循环，且无泄漏。

9.8.3 共振试验

在固定悬架系统和振动悬架系统之间的最小弯曲半径内，以180°弧度水平夹住3个制冷剂管路DUT（见图10）

当夹紧很重要时，注意试样的一端固定，另一端连接到试样的试验台/夹具（见图10）。

通过连接技术实现组装制冷剂管路的夹紧，连接方法的公接头永久连接到制冷剂管路，连接方法的母接头永久固定到试验台/DUT支架上

IHX的装置对应于抗振动试验的边界条件（见9.8.8）。

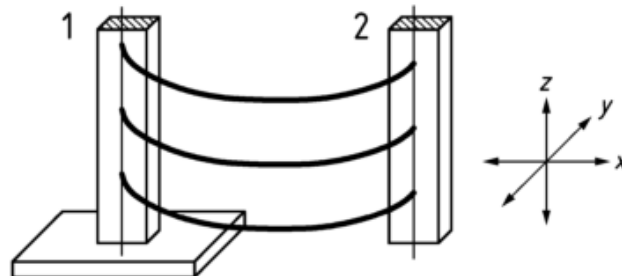
每个软管都填充有氮 - 空气混合物，因此制冷剂管路的填充压力为10MPa，与安装位置无关。

管路受到以下规定的加速度和变化幅度的振动。从产生的共振点中，选择4个最大的点，并在各自的频率下继续进行4小时的进一步测试。

- 频率范围: 5 Hz - 50 Hz - 5 Hz
- 频率扫描: 1倍频程/分钟
- 加速度（最大值）: 1 g = 9.81 m/s²

应在所有3个空间方向 (x, y, z) 上测试共振点。 如果在一个方向上发生的共振频率小于4, 则每种情况下只测试发生的特定量4小时; 在任何一个空间方向上没有共振点时, 可以省略该方向上的测试

不得有任何损坏。之后, 应进行气密性试验 (9.6.3), 并记录测量的泄漏率。



关键词

- 1 固定侧
- 2 振动侧

图10-振荡试验装置示意图（用于制冷剂管路）

9.8.4 20 000次负载循环时的耐低温性

密封3根软管管路, 每根管路的一侧带有密封件, 另一侧带有维修口的密封件。

然后用R744 (0,19 g/cm³填充量)填充准备好的制冷剂管路。将软管夹在固定悬架系统和振荡悬架系统之间的u形弧线上(见图10)。DUT两端之间的水平距离对应于最小弯曲半径2x。成型软管安装时没有张力。振幅为125mm, 频率为10hz。测试温度是-30℃。每次振动500次后, 应进行1小时的间断。总振动次数为20,000次荷载循环。

9.8.5 温度循环脉冲试验

9.8.5.1 简介

对于温度超过120℃时暴露在高压下的线段, 需要进行特殊的脉冲试验。在这些测试中, 正常的脉冲压力循环是由温度变化叠加而成的。

图11显示了脉冲试验的压力曲线。除了上下脉冲压力值外, 还定义了压力上升和压力下降的时间限制, 以及上下压力水平上的各个持续时间。

高压脉冲压力值:

- 高压侧: 17 MPa ± 0,85 MPa; 这意味着在16,15 MPa和17,85 MPa之间;
- 低压侧: 10 MPa ± 0,5 MPa; 这意味着在9,5MPa和10,5MPa之间。

低脉冲压力值:

- 高压侧: 5 MPa ± 0,85 MPa;
- 低压侧: 2,5 MPa ± 0,5 MPa.

应遵守以下时间/期限:

压力增加时间: $(0,2 \pm 0,05)$ s 直达到高压脉冲压力值的85%:

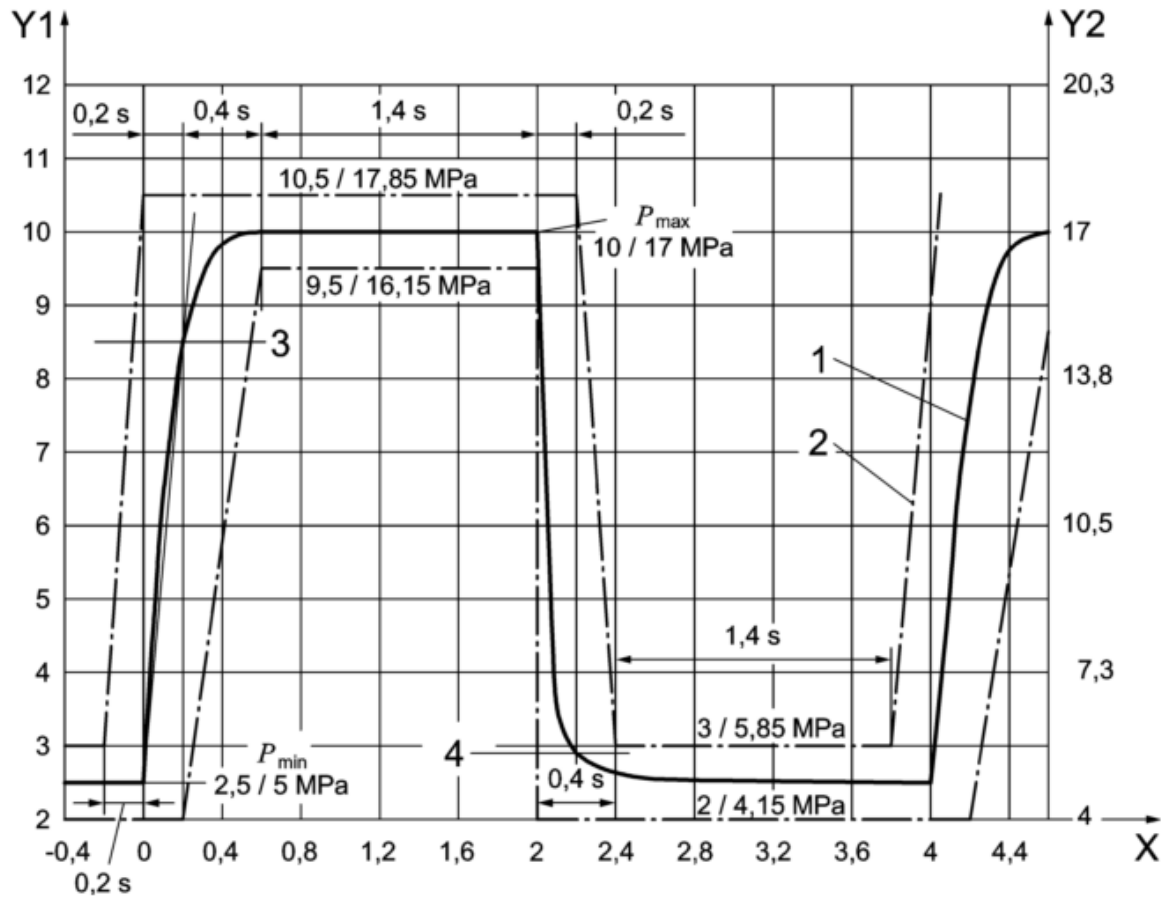
高压侧: 在 $(0,2 \pm 0,05)$ s时间内压力增加到5 MPa和14,45 MPa;

低压侧: 在 $(0,2 \pm 0,05)$ s.时间内压力增加到5 MPa ~8,5 MPa

压力从85%增加到上脉冲压力值的响应时间 $(0,4 \pm 0,05)$ s

保压时间 最小/最大: $(1,4 \pm 0,1)$ s

压降时间: $(0,2 \pm 0,05)$ s压力从上脉冲压力值下降到15%



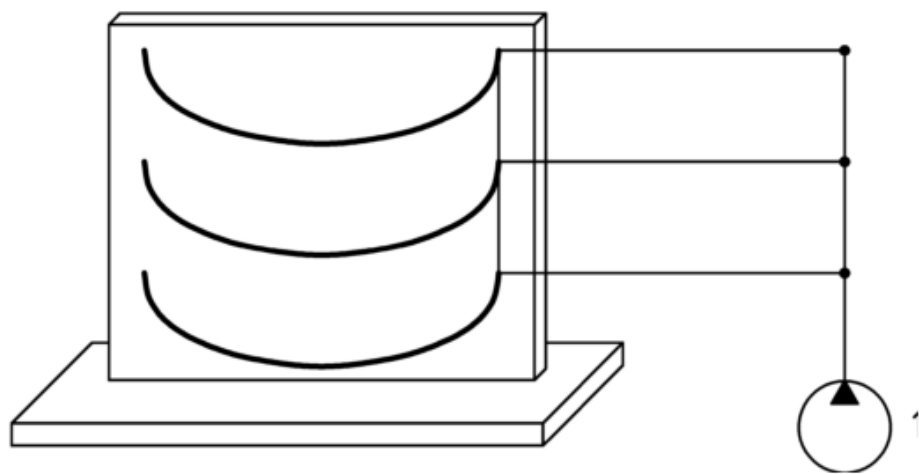
关键词

- 1 脉冲压力
- 2 限制路线 (线-点-线)
- 3 85%脉冲压力(8,5 MPa / 14,45 MPa)
- 4 最小脉冲压力 + 15 % (2,9 MPa / 5,75 MPa)
- X 时间单位: s
- Y2 高压测内压, 单位为 MPa
- Y1 低压测内压, 单位为 MPa

图11-脉冲试验的压力曲线

以最小弯曲半径弯曲被测件180，两端牢固夹紧，并将其连接至液压泵。

在每种情况下，使用释放的压缩机润滑剂作为测试介质



关键词
1 泵

图12-脉冲测试装置示意图

高压侧和低压侧的最小负载循环次数为150 000个负载循环。
随后的温度曲线根据各自的管路负载叠加。在此期间，介质/组件的温度应与环境温度相对应。

9.8.5.2 用于燃气管道的温度循环

环境温度 t_u 为0°C时为1000次负载循环，然后在165°C时为29000次负载循环。
该循环重复5次（总计：150 000个负载循环）。

9.8.5.3 其他制冷剂管路的温度循环

环境温度 t_u 为0°C时为1000次负载循环，然后在120°C时为29000次负载循环。
该循环重复5次（总计：150 000个负载循环）。

9.8.6 耐温循环性

DUT应填充液压油或压缩机润滑油。 施加的压力为10.5MPa（LP侧）和14.5MPa（HP侧）。
测试顺序和测试条件定义如下：

温度变化间隔：

-30 °C ~+120 °C (低压和高压, 冷) 及 165 °C (高压, 热) (± 2 K)

组件温度，介质温度：

加热和冷却速度：1K/min

最小/最大值保持时间：

30 min

个别时段的持续时间:

高压, 热: 450分钟 (30分钟 - 195 分钟 - 30 分钟 - 195分钟

低压和高压, 冷: 360 分钟 (30 分钟 - 150 分钟 - 30 分钟 - 150

分钟) 总时间:

10个周期:: 高压, 热: 75 h,

低压和高压, 冷: 60 h

9.8.7 耐压力变化

9.8.7.1 简介

试验方法代表了部件在运行过程中因压力和温度引起的疲劳应力

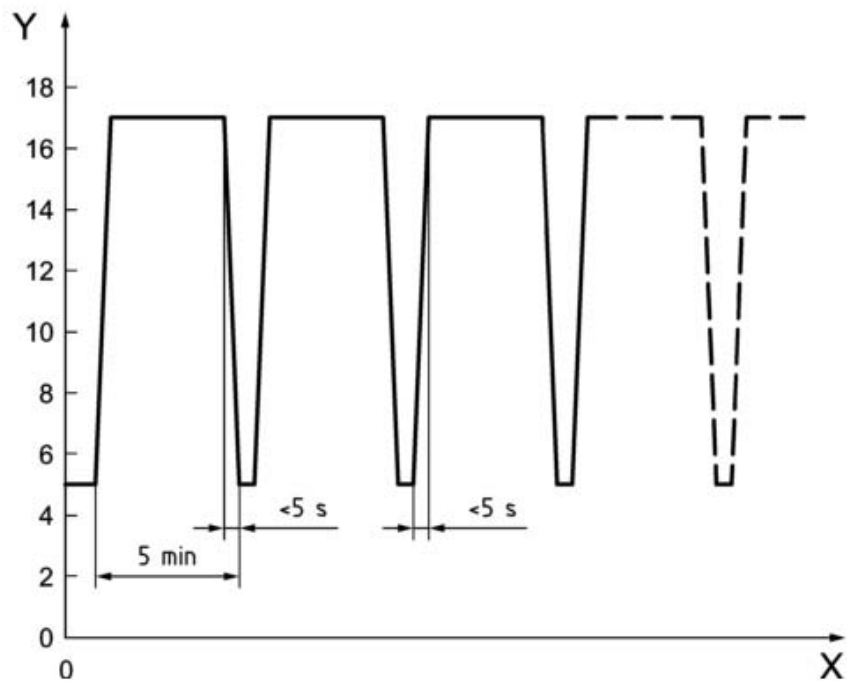
在这些试验中, 在最大工作压力下, 不得出现功能损伤和塑性变形。

试验介质: 液压油或冷冻油

包含热气侧铝组件的装配制冷剂管路, 必须测试其是否因压力和高温而蠕变。

根据9.8.7.2(设计和材料系统的一次测试)的原则测试, 确定了材料概念对蠕变疲劳的意义。根据所取得的结果, 在适当的参数下, 按9.8.7.3进行压力变化阻力试验。

图13显示了测试压力随保温时间变化的压力分布图。



关键词

Y 压力单位： MPa

X 时间单位： s

图13 -压力变化阻力试验的压力循环与保持时间

9.8.7.2 蠕变疲劳影响 调查

蠕变疲劳影响的研究是用10组相同的组装制冷剂管路进行的，每组如下：

- 测试组1：测试10个制冷剂管露总成，如表1所示，50,000个负载循环，保持时间和随后的测试，直到失效无持续时间（正弦：1 Hz）
- 试验组2：测试10个制冷剂管路总成，按表1规定的不停机时间进行试验，直至失效为止

随后，确定每组达到的压力变化的平均值。

若有保持时间的负荷循环达到的平均值比无保持时间的参照组平均低10%，则无保持时间的交变耐压试验按9.8.7.3进行。否则，压力变化试验应按9.8.7.3进行，并保持时间。

如果所有测试样本的最小负载循环数达到100,000，则测试通过。

表25-蠕变疲劳试验原理

	测试压力 MPa		循环周期	温度 °C	持续时间 s
	最小	最大			
有保持时间	5	17	50 000	165	315 (300 - 5 - 5 - 5) (见图 13)
没有保持时间	5	17	直至 失效	165	正弦 ≤ 1 Hz

9.8.7.3 耐压变化试验

在安装位置测试内部热交换器。高压侧在低压侧之后进行试验；另一侧应无负载，即等于环境压力水平。根据表26，组件暴露在压力和温度下。

表26-耐压变

		测试压力 MPa		循环	温度 °C	持续时间 s
		最小	最大			
IHx	低压侧	2,5	10	100 000	80	正弦 ≤ 1 Hz
	高压侧	5	17	100 000	80	正弦 ≤ 1 Hz
制冷管路总成		5	17	100 000	165	取决于9.8.7.2的结果； 正弦 ≤ 1 Hz 或 315 (300 - 5 - 5 - 5) (图 13)

在此试验期间，在最大工作压力以下或最大工作压力下不应有功能损伤或塑性变形。在压力变化试验后，应对其进行目视检查和记录

9.8.8 抗振性

使用与典型安装位置相对应的保持架完成IHx的紧固。不要连接管路。在车辆项目中，使用100g的替代重量在每个接头处测试部件（以模拟连接管路的效果）。

被测设备中充满R744或氮空气混合物。试验在室温下进行。低压侧和高压侧组件中的压力均为10 MPa。

DUT在垂直方向上受到正弦振动：

- 频率：20Hz正弦

- 时间: $3,6 \times 10^6$ 负载循环 (50 h)
- 加速度 (最大值): $\pm 3,2 \text{ g}$ (最大挠度为 $\pm 2 \text{ mm}$)

9.9 腐蚀试验

9.9.1 简介

对钢和铝构件的耐蚀性进行了不同的评价。如果使用新的合金或生产方法,铝组件只需要一次释放测试。钢构件应根据管路进行检测。

在腐蚀试验(如使用橡胶塞或塑料盖)之前,所有组件的开口处都应密封,并检查密封性。

这些部件被放置在测试室的安装位置,类似于操作状态。如果组件垂直放置在车内,则在测试过程中,组件与水平方向的夹角为 70° - 80° 。

喷雾室的设计应符合均匀性和喷雾分布的条件。喷淋室的上部设计应使在喷淋室表面形成的液滴不落在待测试样上。

测试溶液的喷洒装置包括一个压力和湿度可控的压缩空气进料装置、一个待喷洒溶液的贮存器和一个或多个喷嘴

应首选具有溶液的装置,该溶液能在试验后正确、环保地对喷雾进行再处理;在这种情况下,喷雾在离开房屋之前、在水被分离之前、在进入下水道系统之前,应适当地重新处理

9.9.2 SWAAT

试验件数量: 5

加载时间

- 组件暴露于喷雾/雨水:40天;
- 未接触喷雾/雨水的部件:20天;

预老化:

- 锌铁组件: 100°C 下超过24小时,
- 锌镍组件: 150°C 下超过24小时。

测试溶液由分析纯食盐 (NaCl , 纯度等级根据德国药典DAB7)、去离子水或蒸馏水和乙酸 (纯度等级根据DAB 7) 制成 (制备时, 每升溶液使用 42 g NaCl 和 10 ml 无水乙酸)。用 NaOH (根据德国药典DAB 7纯度等级) 调节溶液的pH值, 使喷雾溶液和所收集的冷凝物的pH值分别为 $2.8 \sim 3.0$ 。用玻璃电极在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下进行电学测量。

试验过程中, 封闭试验箱可用空间的温度应为 $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。

在一个试验循环中, 试验溶液的30分钟喷雾阶段之后是90分钟不喷雾阶段。当不喷洒试验溶液时, 试验室地板应完全被水覆盖。每天重复此测试循环12次。

9.9.3 气候腐蚀循环试验

试验件数量: 5

加载时间:

组件暴露于喷雾/雨水:24周;

未暴露于喷雾/雨水中的部件:12周

预老化:

Zn Fe 组件: 在100°C下超过24小时;

Zn Ni 组件: 在150°C下超过24小时。

测试溶液由分析纯盐 (NaCl, 纯度等级符合德国药典DAB7)、氯化钙 (CaCl₂, 无水, 中等粒度, 纯) 和去离子水或蒸馏水 (电导率 ≤ (23±2) °C 时为2ms/m。每1L水使用40g NaCl和10g CaCl₂制备试验溶液。收集的冷凝液的pH值应在6.5至7.2之间。可能需要添加稀盐酸以获得所述pH值。用玻璃电极在 (25±2) °C 下进行电学测量。

在试验室中进行5次腐蚀试验

4小时盐雾试验, 试验方法NSS按照DIN EN ISO 9227修改后的测试溶液。

在室温 (23 “2” °C 和 (50” 5) %相对湿度下冷却4h

16小时高温和湿度老化, 冷凝气氛恒湿 (CH), 符合DIN EN ISO 6270-2标准。

在以下试验条件下, 在环境循环试验气候室中老化2天:

极限温度: +80 °C 和 -40 °C

极限温度保温时间: 4小时

加热冷却时间: 2小时

80 相对湿度: 80%

9.9.4 验收标准

试验后, 不得有可能对整个制冷剂管路的功能产生负面影响的可检测腐蚀。

焊接接头不得有任何间断。允许钎焊表面有轻微的选择性腐蚀。

铝件允许表面均匀腐蚀和凹槽腐蚀, 腐蚀深度可达检测壁厚的20%。其它材料上有点蚀和其它类型的腐蚀, 如粒间腐蚀, 是不允许的。

9.10 老化试验

9.10.1 人工老化

本试验是单个功能试验的预处理（基于DIN53508）（见表10至表12）。

各功能试验所要求的DUT应设有封闭件，并在与软管的自然曲率相对应的条件下储存在气候箱中，并在72小时内抽空至2kPa。

储存温度为：

适用于高温软管: $165 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

适用于常温软管: $130 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

9.10.2 长期老化

将每个DUT连接到一个存储容器中 ((1260 ± 25) cm^3 体积). 软管对接件时封闭的（见图14）。

取出容器，倒入制冷剂油和制冷剂R744的混合物(量见表27)。确保软管中已注满压缩机润滑油。老化前，使用灵敏度为1 g/a的泄漏指示器检查总成的密封性。

注满后，总成暴露在振动下，使油均匀分布，所有内表面湿润。

曝光间隔依次为：

a) 在 $125 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 下96小时

b) 48 小时热循环

温度变化区间 $-40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $130 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (低压和高压, 冷) 和 $165 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (高压, 热); 加热和冷却速度: 1

K/min.

c) 定期至少6次，在室温下搅拌组件，以使油分布均匀，所有内表面湿润

d) 步骤 a) 重复

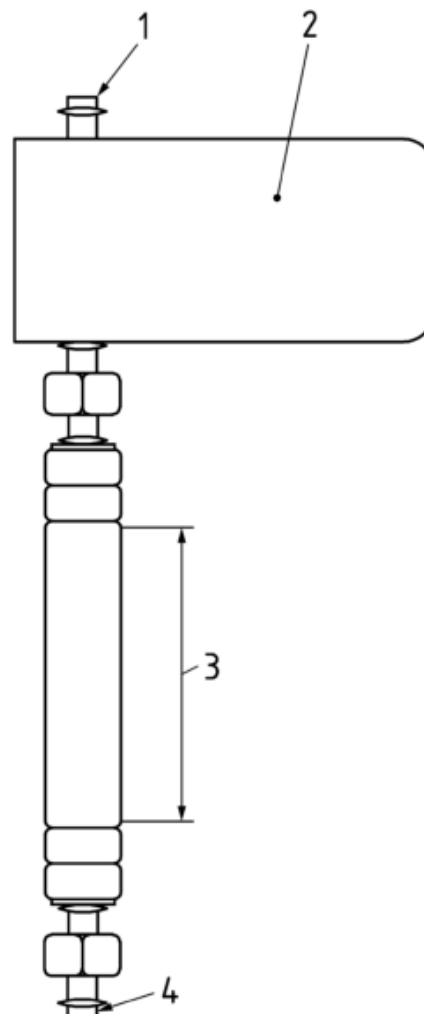
e) 步骤b) 重复

f) 步骤 a) 到 e) 重复

g) 最终温度在 130°C （低压和高压，冷）和 165°C （高压，热）下老化144 h至720 h。

表27-填充量和试验温度

DUT	温度 (后续老化) °C	填充量 kg/m ³
高压管路 (排气管) (热气)	165	200
高压管路 (排气管) (冷凝器后)	130	240
低压管路	130	150



关键词

- 1 充注阀
2 容器

- 3 软管
4 密封件

图14 - 容器组件示意图

9.10.3 序列测试以模拟车辆寿命

为了模拟含铝部件的热气体管路的老化（不适用于纯不锈钢管路，因为这些管路不会因蠕变而出现老化），这些软管将承受车辆寿命中典型的操作条件，例如，在车辆使用期间发生的温度，压力，压力变化，振动和腐蚀。

将各个试验连续连接起来，产生一个长链试验，用于模拟车辆寿命的载荷。以下各项测试相互连接：

- 1) 50%耐温度变化（见9.8.7）。
- 2) 10天SWAAT腐蚀试验（见9.9.2）。
- 3) 温度循环脉冲试验（见9.8.6）
- 4) 用污染试样进行简化气密性试验（见9.6.4）。
- 5) 老化后爆破压力试验（见9.7.12.3）。

也可以在测试链开始之前和单个测试之间进行简化的气体泄漏测试。

9.10.4 减压试验

如果弹性体与制冷剂接触，应进行减压试验。对于这个测试，制冷剂组件的组装应该暴露在HP和温度下。在此之后，测试压力应降低到0。

由于在移动式空调系统中，快速减压最常发生在开/关切换过程（压力升高和降低）中，因此在试验中模拟了这些过程。在这种情况下，尤其重要的是在高温下的驾驶和空转操作由于只有在系统处于停顿状态时发生较大泄漏时才会出现快速减压迹象，因此这种情况可以忽略不计。

测试程序：

被测设备的每端都有一个阀门。用R744填充被测件，并在加热箱中老化5小时。加热箱的具体填充量和温度（加热后的端部温度）见表28。

DUT与环境之间的阀门应迅速打开，使压力在10秒内得到补偿。

上述过程（用R744冲注，在温度下储存，释放）应重复4次。

然后，在环境压力下，在80℃下进行12小时的温度老化。

最后，上述过程（用R744冲注，在温度下储存，释放）应重复第5次。

表28-压缩测试的测试矩阵

	热气管路	高压管路	吸气管
具体的填充量 kg/m ³	190	220	250
加热端部温度 °C	170	130	60
加热后产生的端部压力 MPa	13,8	13,1	9,3

功能试验结束后，取出弹性体进行进一步检查，并用显微镜检查爆炸减压产生的气泡。拆卸后的DUT不应出现任何损伤，如裂纹、气泡或类似的损伤。

9.10.5 耐低温

试验件的两侧应配备一个封闭件。其中一个封闭件应配备一个服务端口。

用R744制冷剂填充被测件。加注量为内软管容积的0,19 g/cm³。使用合适的泄漏指示器进行密封性检查。泄漏率不得超过1g/a。

然后，制冷剂管道在70℃下老化48小时。冷却至室温(23±2)℃后，在最小弯曲半径范围内，水平放置于-30℃的在冷藏柜（或拆卸后立即）中，将管路缠绕在芯轴直径上，芯轴直径对应于芯轴在温度为-30℃，弯曲180°时的最小弯曲半径，时间为4s至8s。将管路在室温下老化至少30分钟。

9.11 内部热交换器的性能要求

9.11.1 散热水平及性能

下表给出了这两种条件下换热器的散热水平和性能。这些是指导价值，可在与汽车制造商协商后加以调整。

表29给出了循环油量小于1%时的试验条件和要求性能

表29 -试验条件

	测量点1	测量点2
高压侧入口压力	12,0 MPa	12,0 MPa
高压侧TR, HP上的入口温度开启	60 °C	50 °C
低压侧入口处的压力	4,5 MPa	4 MPa
低压侧入口温度TR, LP, 开启	13 °C	8 °C
冷却剂质量流量MR744	100 kg/h	162 kg/h
低压侧观察: 通过焓的交换水平 (hR, LP ,in – hR, LP, out) / (hR, LP, in – hR, LP, out, ideal)	min. 75 %	min. 70 %

要求的转换率将被视为组件的设计点。需要在系统中进行验证。

9.11.2 高压侧压力损失

内部换热器的设计应使高压侧的压力损失在12 MPa和50 °C时小于0,1 MPa，对于含油R744制冷剂，其最小质量流量为162 kg/h。

9.11.3 低压侧的压力损失

测点2低压侧压力损失不应超过0.05 MPa。

10 产品测试

10.1 简介

供应商应在最终检验期间执行此测试，以达到100%满意度。 供应商应确保通过密封性测试。

10.2 密封性试验

应使用试验气体（例如氦气或R744）对整个制冷剂管路（组件）进行试验，其中压力为最大允许压力的1.1倍：

高温管路: 17,6 MPa

低压管路: 13,2 MPa.

如果适用，测试应使用服务端口和传感器进行。在室温下，压力应保持至少10秒。

对于内部换热器，低压侧和高压侧应分别进行试验。高压侧在低压侧之后进行试验；另一侧应无负载，即等于环境压力水平。

如果使用不同的气体（不是R744），则应在试验气体和制冷剂之间建立与泄漏率相关的关系（见附录A）。

在生产测试期间，制冷剂管路上不应有永久性塑性变形或初步损坏。

对于17.6MPa / 13,2MPa的试验压力，允许的泄漏率相当于10g / a R744。

附件A.

(资料)

泄漏率的测定

A.1 从重量泄漏率到体积泄漏率的转换

气体的摩尔质量相当于22414 l气体体积（在1013,25 mbar和0°C下）。

$$V_G = \frac{22,414 \text{ l} \cdot 1\,013,25 \text{ mbar} \cdot m_G}{M_G \cdot 3,153\,6 \cdot 10^7}$$

其中

m_G 是重量泄漏率, 单位 $\frac{\text{g}}{\text{a}}$;

M_G 是气体的摩尔质量, 单位 $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$;

V_G 是体积泄漏率, 单位 $\frac{\text{mbar} \cdot \text{l}}{\text{s}}$.

在确定实际泄漏率时, 应考虑测量温度（根据查尔斯定律）:

$$V'_G = V_G \frac{T_{\text{测量}}}{273,15 \text{ K}}$$

A.2 将测试气体转换为R744泄漏率

对于转换, 进行层流的简化假设

$$q_{\text{R744}} = \frac{q_{\text{测试气体}} \cdot \eta_{\text{测试气}}}{\eta_{\text{R744}}}$$

其中

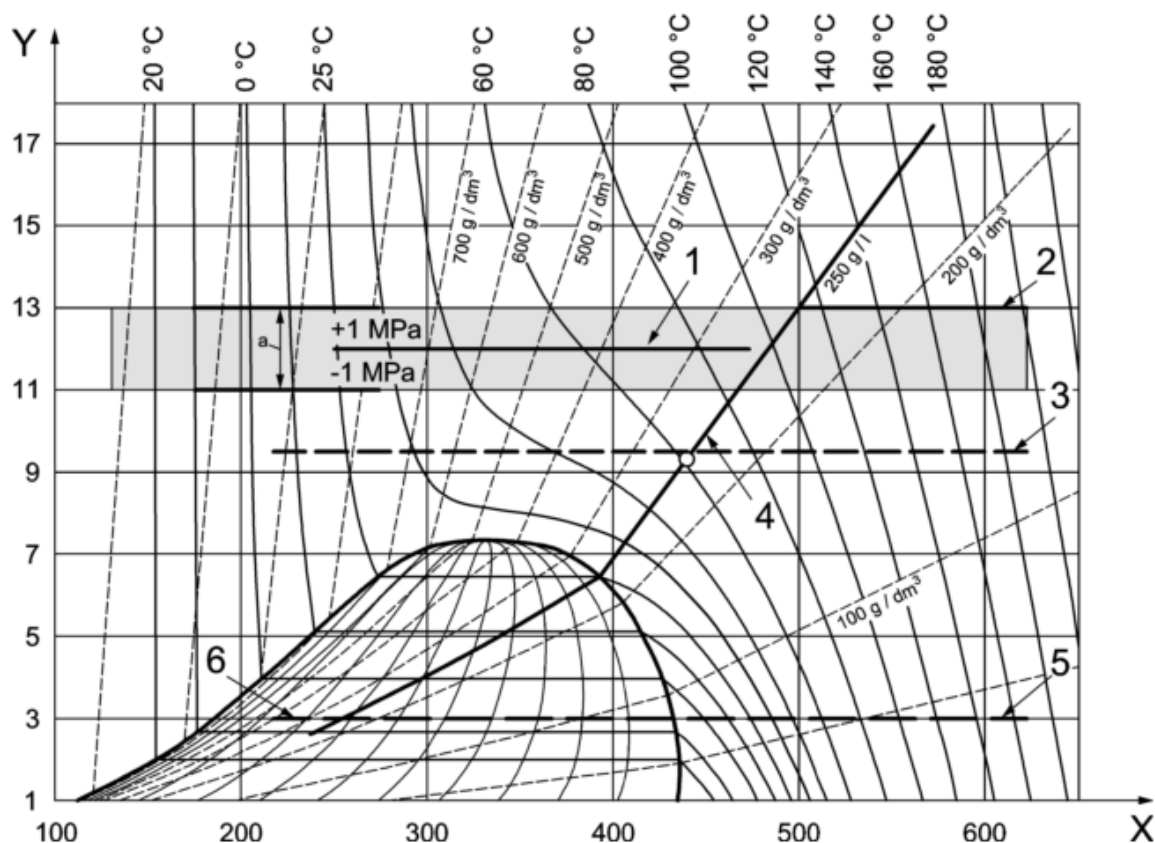
q 为泄漏率;

η 为动态粘度.

附件B

(资料性)

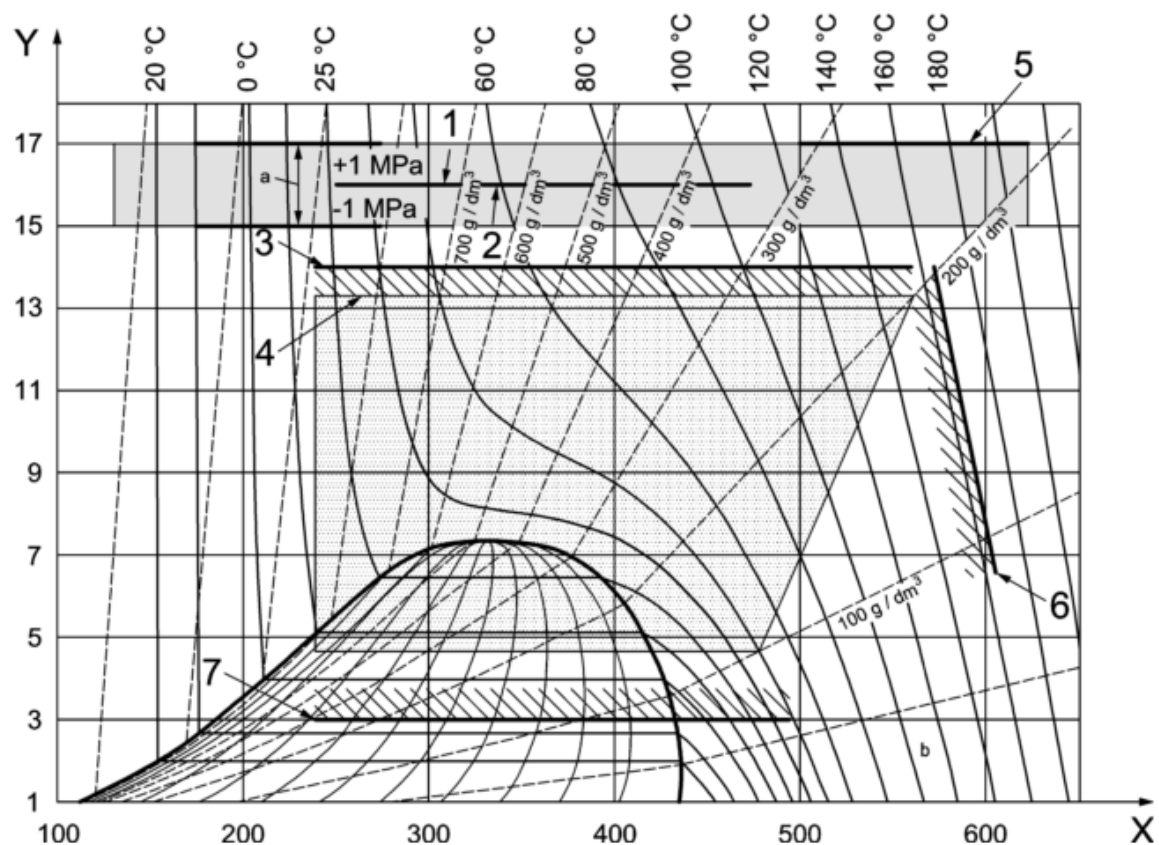
压力和温度的操作限制



关键词

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| 1 最大允许压力12 MPa | 5 低压开关极限 3 MPa |
| 2 最大压力13mpa, 参考SAE J639 | 6 最小工作压力3 MPa |
| 3 最大工作压力 9,5 MPa | a 公差 |
| 4 具体的系统冲注量250 g/dm ³ | X 焓值 (kJ/Kg) |
| Y 压力 (MPa) | |

图B.1 - 低压侧的操作限制



关键词

- | | | | |
|---|---------------|---|---------------|
| 1 | 允许最大压力 16 | 6 | 最大工作温度 165 °C |
| 2 | 标称压力限制装置 | 7 | 最小工作压力 3 MPa |
| 3 | 最大工作压力 14 MPa | X | 焓值 (kJ/Kg) |
| 4 | 工作压力 13,3 MPa | Y | 压力 (MPa) |
| 5 | 最大压力17 MPa | a | 公差 |

图B.2 - 改造压测的操作限制

参考文献

- [1] DIN 7716, 橡胶制品 - 储存, 清洁和维护要求
- [2] VDA 260, C汽车零部件 - 材料标记
- [3] ISO 13043, 道路车辆 - 移动空调系统 (MAC) 中使用的制冷系统 - 安全要求