



# 中华人民共和国汽车行业标准

QC/T XXXX—20XX

## 汽车空调套管式回热换热器

Automotive air-conditioning sleeve type internal heat exchanger

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语及定义	1
4 结构类型	2
5 技术要求	3
6 试验方法	4
7 检验规则	7
8 标志、包装、运输和贮存	9

## 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。

本文件由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC 114）提出并归口。

本文件起草单位：常州腾龙汽车零部件股份有限公司、中国汽车工业协会汽车空调分会、烟台东星空调管路有限公司、东风汽车集团有限公司、南京利德东方橡塑科技有限公司、浙江龙腾空调有限公司、阔丹凌云汽车胶管有限公司、上海爱斯达克汽车空调系统有限公司、上海海立新能源技术有限公司、上海天菡空气处理设备有限公司、爱发科东方真空（成都）有限公司、天津格特斯检测设备技术开发有限公司、中国科学院理化技术研究所、吉林大学、中国第一汽车集团有限公司、东风汽车股份有限公司、芜湖通联汽车部件有限公司、浙江兰通空调设备有限公司、浙江三田汽车空调压缩机有限公司、湖北美标汽车制冷系统有限公司、南京协众汽车空调有限公司、科慕化学（上海）有限公司、高密同创气门芯有限公司、沈阳紫微恒检测设备有限公司、武汉达安科技有限公司。

本文件主要起草人：蒋学真、薛庆峰、张建华、赵国庆、孙磊、孙克俭、郭国奇、许春光、周忠良、壮晓峰、陈海涛、陶宏、何立江、吴肇苏、张果、蔡志雄、田长青、李明、高雅男、韩杨、陈代荣、徐敏利、何根平、林剑、肖锋、王大建、包锐、孙鹏、韩志岐。

本文件为首次发布。

# 汽车空调套管式回热换热器

## 1 范围

本文件规定了汽车空调系统中使用的套管式回热换热器的技术要求、试验方法、检验规则及其标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于以HFC-134a、HFO-1234yf作为制冷剂的汽车空调回热换热器，其它型式的回热换热器可参照本文件执行。

## 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 30512 汽车禁用物质要求

QC/T 664-2019 汽车空调制冷软管

QC/T 669-2019 汽车空调用管接头和管件

## 3 术语及定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**套管式回热换热器** sleeve Type Internal Heat Exchanger

汽车空调系统高温高压制冷剂 and 低温低压制冷剂相向流过同一换热器，实现热量交换的装置。

### 3.2

**低压侧** low pressure side; LP

汽车空调系统膨胀阀出口到压缩机进口之间的回路。

### 3.3

**高压侧** high pressure side; HP

汽车空调系统压缩机出口到膨胀阀进口之间的回路。

### 3.4

**制冷剂流量** refrigerant mass flow-rate

汽车空调系统在运行过程中，制冷剂单位时间内流过套管式回热换热器的质量流量。

### 3.5

**换热量** heat Transfer;  $\Delta h_{\text{实际}}$

套管式回热换热器进行热交换后，单位时间内低压侧低温制冷剂从高压侧高温制冷剂获得的热量。

### 3.6

**热交换效率** enthalpy Effectiveness;  $\eta_{\text{LP}}$

套管式回热换热器低压侧实际焓差与理论焓差的比值。

## 3.7

内表面积 inner surface area

套管式回热换热器低压侧和高压侧与制冷剂接触的表面积之和。

## 4 结构形式

套管式回热换热器一般为内外管同轴心嵌套的组合管结构，内外管之间的夹层是高压侧流道，内管是低压侧流道，高压外管的有效长度即是套管式回热换热器热交换段的长度，在外管的两端分别通过接头引出高压侧流道的进出接口，对接相应的高压管路，图1为套管式回热换热器结构示意图。

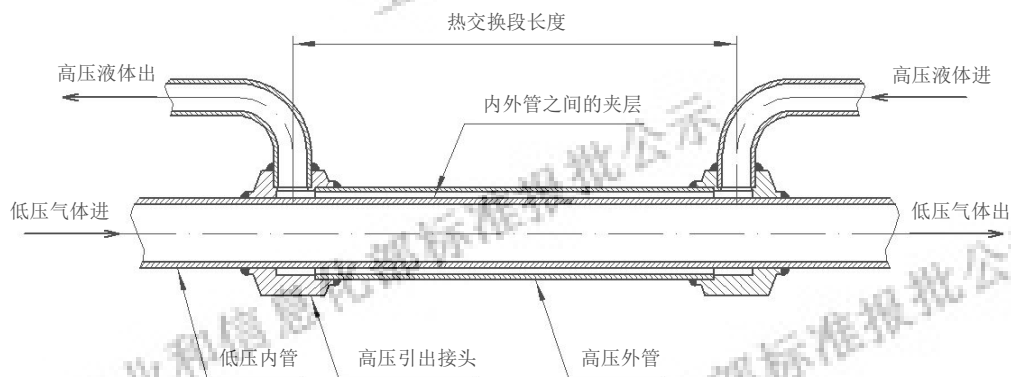


图1 套管式回热换热器结构示意图

## 5 技术要求

## 5.1 尺寸、公差和外观质量

5.1.1 按照6.1进行试验，产品尺寸、公差应符合供需双方的协定。

5.1.2 产品外观洁净，不应有损伤、变形、飞边、毛刺、油脂污物、腐蚀斑点等不良。产品的各焊接部位不应有缩孔、夹渣、裂纹、过烧、焊料飞溅、焊材未熔化等缺陷。

## 5.2 材料

5.2.1 按照6.2进行试验，产品材料应符合供需双方协定。

5.2.2 产品材料的选用应满足GB/T 30512关于禁用物质的要求。

## 5.3 气密性

## 5.3.1 氦检气密性

按照6.3.1进行试验，内部与外部的制冷剂泄漏量均应不大于2 g/y。

## 5.3.2 水检气密性

按照6.3.2进行试验，样件应无气泡冒出。

## 5.4 热交换性能

按照6.4进行试验，套管式回热换热器热交换性能要求满足表1要求。

表1 套管式回热换热器热交换性能要求

制冷剂	工况	制冷剂流量 kg/h	换热量 $\Delta h_{\text{实际}}$ W	高压侧压力损失 kPa	低压侧压力损失 kPa	热交换效率 $\eta_{\text{LPh}}$ %
HFC-134a	工况一	100±1	≥270	≤80	≤20	≥30
HFC-134a	工况二	162±1	≥400	≤80	≤20	≥30
HFC-134a	工况三	234±1	≥600	≤80	≤20	≥30
HFO-1234yf	工况一	128±1	≥320	≤100	≤25	≥30
HFO-1234yf	工况二	203±1	≥480	≤100	≤25	≥30
HFO-1234yf	工况三	299±1	≥780	≤100	≤25	≥30

### 5.5 内部含湿量

按照6.5进行试验，样件内部含湿量应不大于500 mg/m<sup>2</sup>。

### 5.6 内腔清洁度

按照6.6进行试验，样件内腔杂质含量应不大于200 mg/m<sup>2</sup>，金属颗粒物对角线尺寸应不大于0.5 mm，非金属颗粒物对角线尺寸应不大于1.0 mm。

### 5.7 耐振动

按照6.7进行试验，样件应无松动、损坏及泄漏，并满足5.3.1的要求。

### 5.8 耐高温

按照6.8进行试验，样件应无异常变形或损坏，并满足5.3.1的要求。

### 5.9 耐低温

按照6.9进行试验，样件应无异常变形或损坏，并满足5.3.1的要求。

### 5.10 耐温度交变

按照6.10进行试验，样件应无异常变形或损坏，并满足5.3.1的要求。

### 5.11 耐腐蚀性

按照6.11进行试验，样件外观应无可见贯穿孔，并满足5.3.2的要求。

### 5.12 耐压性

按照6.12进行试验，样件无损坏、异常变形和泄漏现象。

### 5.13 耐爆破性

按照6.13进行试验，样件高压侧爆破压力应不低于10.6 MPa，低压侧爆破压力应不低于8.3 MPa。

### 5.14 耐脉冲疲劳性

按照6.14进行试验，样件应无泄漏和损坏等异常现象，并满足5.3.2的要求。

### 5.15 耐温度压力脉冲性

按照6.15进行试验，样件应无泄漏和损坏等异常现象，并满足5.3.2的要求。

## 6 试验方法

### 6.1 尺寸、公差和外观质量

尺寸、公差采用量具和检测仪器进行检测，外观质量采用目视法和量具进行检测。

### 6.2 材料

材料化学成分采用检测仪器进行检测。

### 6.3 气密性试验

#### 6.3.1 氦检气密性试验

将样件安装在真空箱式氦检机上，氦检机检测压力设置为2 MPa，氦检机报警参数以制冷剂泄漏量不大于2 g/y当量折算设置，然后依次分别对样件进行内外部气密性的氦检。检测步骤：先向低压侧充氦，并将高压侧通过阀门自动切换与检漏仪连通，检测内部气密性，内部气密性检测合格后，保持向低压侧充氦，同时再向高压侧充氦，检漏仪切换与箱体连通，检测外部气密性。

#### 6.3.2 水检气密性试验

分别对样件高压侧和低压侧单独进行水检气密性试验，样件全部浸没于水中，且非检测端不得封堵。检测步骤：将样件同压侧一端密封，另一端通入 $3.0+0.2-0$  MPa干燥氮气，保压30 s，观测是否有气泡冒出。

### 6.4 热交换性能试验

6.4.1 在室温下的专用试验台内进行试验，按表2要求设置试验参数，表2内压力值为绝对压力。

表2 套管式回热换热器热交换性能试验条件

制冷剂	试验参数	单位	工况一	工况二	工况三
HFC-134a	高压入口压力	kPa	1600±30	1300±30	1600±30
	高压入口温度	℃	50±0.5	45±0.5	50±0.5
	低压入口压力	kPa	350±10	300±10	300±10
	低压入口温度	℃	15±0.5	11±0.5	11±0.5
	制冷剂流量	kg/h	100±1	162±1	234±1
	油循环率	%	≤1.0		
HFO-1234yf	高压入口压力	kPa	1540±30	1270±30	1540±30
	高压入口温度	℃	50±0.5	45±0.5	50±0.5
	低压入口压力	kPa	370±10	320±10	320±10
	低压入口温度	℃	15±0.5	11±0.5	11±0.5
	制冷剂流量	kg/h	128±1	203±1	299±1
	油循环率	%	≤1.0		

6.4.2 将试验样件安装在专用试验台上，试验样件按图2要求制作，然后根据工况设置对应的试验

参数，运行设备稳定试验工况，每一工况稳定至少 30 min 后开始试验并记录数据。

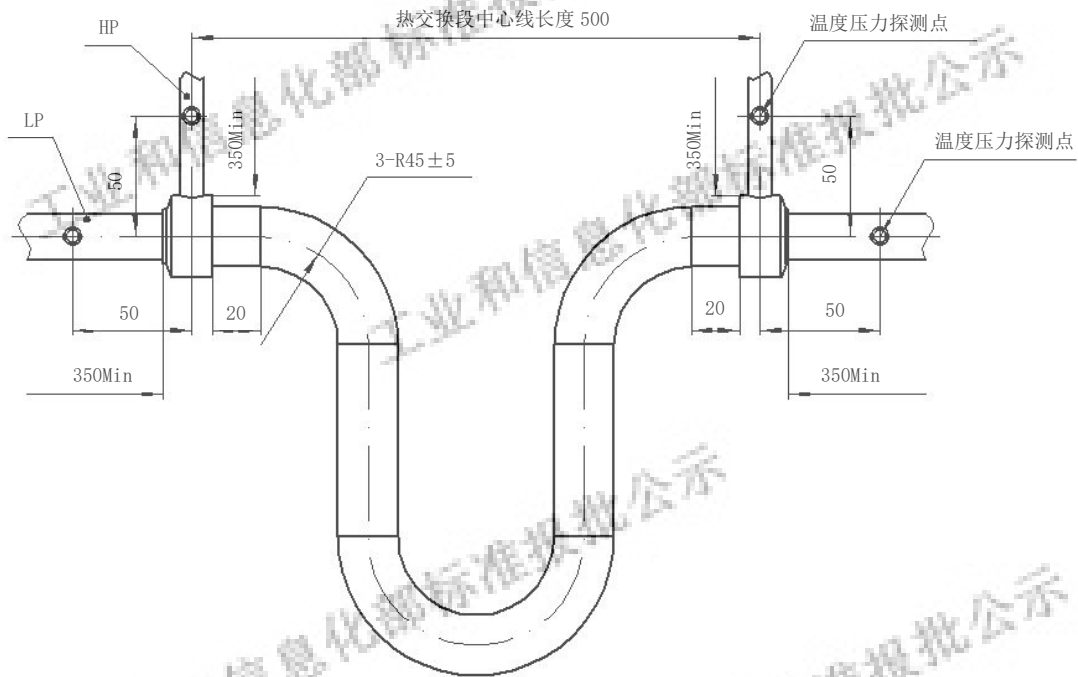


图 2 试验样件

### 6.4.3 换热量计算

换热量计算如下：

$$\Delta h_{\text{实际}} = h(T_{\text{LP OUT}}, P_{\text{LP OUT}}) - h(T_{\text{LP IN}}, P_{\text{LP IN}}) \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta h_{\text{理论}} = h(T_{\text{HP IN}}, P_{\text{LP OUT}}) - h(T_{\text{LP IN}}, P_{\text{LP IN}}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $\Delta h_{\text{实际}}$  —— 套管式回热换热器低压侧进出端制冷剂的焓差（换热量），W；
- $h(T_{\text{LP OUT}}, P_{\text{LP OUT}})$  —— 套管式回热换热器低压侧出口端制冷剂的焓值，W；
- $T_{\text{LP OUT}}$  —— 套管式回热换热器低压侧出口端制冷剂的温度，℃；
- $P_{\text{LP OUT}}$  —— 套管式回热换热器低压侧出口端制冷剂的压力，kPa；
- $h(T_{\text{LP IN}}, P_{\text{LP IN}})$  —— 套管式回热换热器低压侧进口端制冷剂的焓值，W；
- $T_{\text{LP IN}}$  —— 套管式回热换热器低压侧进口端制冷剂的温度，℃；
- $P_{\text{LP IN}}$  —— 套管式回热换热器低压侧进口端制冷剂的压力，kPa；
- $\Delta h_{\text{理论}}$  —— 套管式回热换热器低压侧进出端制冷剂的理论焓差（理论换热量），W；
- $h(T_{\text{HP IN}}, P_{\text{LP OUT}})$  —— 套管式回热换热器低压侧出口端制冷剂的理论焓值，W；
- $T_{\text{HP IN}}$  —— 套管式回热换热器高压侧进口端制冷剂的温度，℃。

### 6.4.4 热交换效率计算

热交换效率计算如下：

$$\eta_{\text{LPh}} = \Delta h_{\text{实际}} / \Delta h_{\text{理论}} \dots\dots\dots (3)$$



式中：

$\eta_{LPH}$ ——套管式回热换热器热交换效率，%。

## 6.5 内部含湿量试验

6.5.1 在室温下分别对高压侧和低压侧进行内部含湿量检测。

6.5.2 将样件一端与氮气罐相连，另一端与微量水分仪的进口相连，以 $(70 \pm 20)$  ml/min 的速率向样件内部通入氮气，当测试值波动不超过 0.005 mg 的持续时间超过 1 min 后，读取残存水量数值，将残存水量除以样件内表面积作为测量结果，微量水分仪准确度为 0.001 mg。

## 6.6 内腔清洁度试验

向被试验样件内注入占内腔容积60%左右的异辛烷或其它等同溶剂，然后上下、左右和前后各摇晃4至5次，再将清洗液回收在专用容器内，用8  $\mu$ m滤纸过滤干燥，测定残留物质的重量。测量采用工业分析天平，测量准确度为0.1 mg，颗粒大小用显微镜测量。

## 6.7 耐振动试验

6.7.1 将样件模拟实车状态安装在振动试验台上。

6.7.2 将振动频率设置为 8.3 Hz~80.0 Hz，振动加速度设置为 9.8  $m/s^2$ ，沿上下方向进行振动测试，测试时间不超过 20 min。

6.7.3 若在某一频率下，测得的加速度为输入加速度的两倍以上，则该频率即为共振频率。未检测出共振频率的样件，按 6.7.4 进行耐振动试验；测得共振频率的样件，按 6.7.5 进行耐振动试验。

6.7.4 对于无共振频率的，将振动频率设置为 33.3 Hz，振动加速度设置为 28.4  $m/s^2$ ，沿上下方向振动  $5.0 \times 10^5$  次，沿前后方振动  $2.5 \times 10^5$  次，沿左右方向振动  $2.5 \times 10^5$  次。

6.7.5 如有共振频率，则按如下要求进行：

- 根据共振频率范围，按表 3 要求完成相应的振动试验。
- 若共振频率段不只一个，每个频率段均应进行试验，不同频率段的振动试验可使用不同样件。
- 按表 3 规定条件下试验后，应进行 6.7.4 所述的无共振频率试验。

表 3 有共振频率试验条件

序号	共振频率范围 Hz	振动加速度 $m/s^2$	上下方向振动次数
1	8.3~33.2	28.4	$1.0 \times 10^4$
2	33.3~49.9	14.7	$2.0 \times 10^5$
3	50.0~80.0	5.9	$6.0 \times 10^6$

6.7.6 然后按 6.3.1 要求进行氦检气密性试验。

## 6.8 耐高温试验

将样件在 $(85 \pm 3)$  °C 的环境下放置 72 h，然后恢复至常温状态，最后按 6.3.1 要求进行氦检气密性试验。

## 6.9 耐低温试验

将样件在 $(-40 \pm 3)$  °C 的环境下放置 72 h，然后恢复至常温状态，最后按 6.3.1 要求进行氦检

气密性试验。

### 6.10 耐温度交变试验

6.10.1 将样件安装在温度交变试验台上，环境温度按图 3 温度交变曲线要求进行试验，循环 10 次，试验完成后再将样件在室温下放置 20 min。

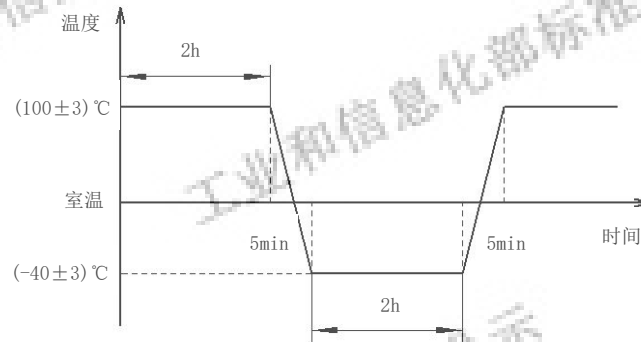


图 3 温度交变曲线

6.10.2 然后按 6.3.1 要求进行氦检气密性试验。

### 6.11 耐腐蚀性试验

按照 QC/T 669-2019 中 5.3 要求进行试验，然后按 6.3.2 要求进行水检气密性试验。

### 6.12 耐压性试验

在室温下的压力试验台上分别进行高压侧和低压侧的试验。将样件安装在压力试验台上，充入无泡的液态试验介质，高压压力设置为  $(5.3 \pm 0.2)$  MPa，低压压力设置为  $(4.2 \pm 0.2)$  MPa，保持 5 min，检查样件是否有损坏、变形和泄漏现象。

### 6.13 耐爆破性试验

在室温下的封闭爆破试验箱内，分别进行高压侧和低压侧的试验。将样件安装在爆破试验箱内，以 6 MPa/min 的升压速度，充入无泡的液态试验介质直至爆破，记录爆破值。

### 6.14 耐脉冲疲劳性试验

按照 QC/T 664-2019 中 6.16 的要求，分别对高压侧和低压侧进行试验，然后按 6.3.2 要求进行水检气密性试验。

### 6.15 耐温度压力脉冲性试验

6.15.1 在密闭的温度环境试验箱内，分别按 6.15.2 和 6.15.3 进行高压侧和低压侧的试验，试验介质为无泡液压油，高压侧和低压侧的试验可使用不同样件。

6.15.2 将样件高压侧安装在温度环境试验箱内，按下列步骤进行高压侧试验：

- 将试验箱温度调至  $(-20 \pm 2)$  °C，按图 4 压力脉冲曲线要求，完成 1000 次压力脉冲；
- 将试验箱温度升至  $(130 \pm 2)$  °C，按图 4 压力脉冲曲线要求，完成 29000 次压力脉冲；
- 重复 6.15.2 a) 和 6.15.2 b) 共进行 5 次循环，合计完成 150000 次脉冲；
- 按 6.3.2 要求进行水检气密性试验。

6.15.3 将样件低压侧安装在温度环境试验箱内，按下列步骤进行低压侧试验：

- a) 将试验箱温度调至  $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，按图4压力脉冲曲线要求，完成1000次压力脉冲；
- b) 将试验箱温度升至  $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，按图4压力脉冲曲线要求，完成29000次压力脉冲；
- c) 重复6.15.3 a) 和6.15.3 b) 共进行5次循环，合计完成150000次脉冲；
- d) 按6.3.2要求进行水检气密性试验。

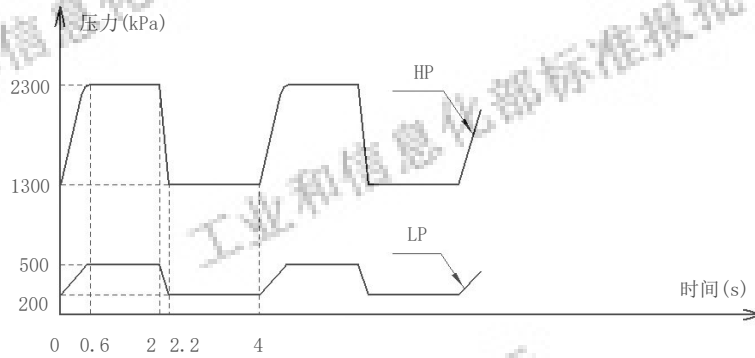


图4 压力脉冲曲线

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

每件产品均应进行出厂检验，出厂检验项目及要求的按表4执行。

### 7.2 型式检验

#### 7.2.1 型式检验条件

型式检验在下列情况下进行：

- a) 产品开发认可时；
- b) 批量生产后，产品的设计、工艺、材料、生产场地等方面有重大改变时；
- c) 批量生产后，距前次型式检验已过一年时；
- d) 产品在售后发生重大质量问题，顾客要求时；
- e) 质量监督部门认为存在重大质量隐患，有必要时。

#### 7.2.2 型式检验方法

型式检验中热交换性试验采用按图2要求制作的样件，其余检验项目样件从出厂检验合格的产品中随机抽取，每项检验的样件不少于3件。允许用同一件做不影响考核的不同项目检验。

### 7.3 检验项目

出厂检验和型式检验项目及要求的按表4执行。

表 4 出厂检验及型式检验项目与要求

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	
				出厂检验 检验项目	检验项目 样件数量
1	尺寸公差外观质量	5.1	6.1	√	3
2	材料	5.2	6.2	-	3
3	氦检气密性	5.3.1	6.3.1	√	3
4	热交换性能	5.4	6.4	-	3
5	内部含湿量	5.5	6.5	-	3
6	内腔清洁度	5.6	6.6	-	3
7	耐振动	5.7	6.7	-	3
8	耐高温	5.8	6.8	-	3
9	耐低温	5.9	6.9	-	3
10	耐温度交变	5.10	6.10	-	3
11	耐腐蚀性	5.11	6.11	-	3
12	耐压性	5.12	6.12	-	3
13	耐爆破性	5.13	6.13	-	3
14	耐脉冲疲劳性	5.14	6.14	-	3
15	耐温度压力脉冲性	5.15	6.15	-	3

注 1：“√”为检验项目，“-”为不检验项目。

注 2：不做检验的项目并不表示该项目不受控制，制造企业对本文件所有的技术要求通过质量控制程序、制造工艺、过程检验及抽样检验等方法进行质量控制。如需方在订货合同中对检验项目有专门规定的，则根据订货合同的要求进行检验。

注 3：初次气密性采用氦检气密性检验。

### 7.3 判定规则

产品型式检验应符合本文件要求，若有不合格项目时，应对不合格项目加倍抽样进行复验。若仍不合格，则认定为该产品型式检验不合格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

#### 8.1.1 产品标志要求

产品上应有永久性标志，标志应处于明显位置，清晰可辨。

#### 8.1.2 产品标志内容

产品标志应标明以下内容：

- 制造企业名称、代码或商标；
- 产品名称、零件号或型号；
- 生产日期或生产批号；

d) 其它相关信息内容。

## 8.2 包装

### 8.2.1 包装箱外标明内容

包装箱外应标明以下内容：

- a) 制造企业名称、代码或商标；
- b) 产品名称、零件号或型号；
- c) 产品包装数量；
- d) 生产日期或批号；
- e) 其它相关信息内容。

8.2.2 产品包装应满足客户要求。

8.2.3 包装箱内应放有产品合格证。

### 8.3 运输和贮存

8.3.1 运输过程中应防尘、防潮、防振，不应重压、倒放或侧放。

8.3.2 应存放在干燥、通风良好、无腐蚀性物质的区域。