



中华人民共和国汽车行业标准

QC/T 1150—2020

甲醇汽车燃料系统技术条件

Fuel system technical specifications of methanol vehicle

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

(本稿完成日期：2019年12月)

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 术语和定义.....	1
4 技术要求.....	2
5 试验方法.....	6
6 附录 A(规范性引用文件).....	9

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）提出并归口。

本标准起草单位：陕西汽车集团有限责任公司、中国汽车技术研究中心有限公司、浙江吉利新能源商用车集团有限公司、天津大学、东风商用车有限公司、安徽华菱汽车有限公司、中国第一汽车股份有限公司天津技术开发分公司、中国重型汽车集团有限公司、联合汽车电子有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司。

本标准主要起草人：袁宏明、张铜柱、沈明、姚春德、杨志刚、华鑫、朱成燕、阳松林、马明、沈明、鲍伟东、张顺意、裴卡斯、田富刚、刘静榕、贾雨、朱赞、郑建。

甲醇汽车燃料系统技术条件

1 范围

本标准规定了甲醇汽车燃料系统的术语和定义，要求及试验方法。

本标准适用于装备甲醇单燃料发动机或柴油/甲醇双燃料发动机的汽车。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶耐液体试验方法
- GB/T 4334 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法
- GB/T 5563 橡胶和塑料软管及软管组合件 静液压试验方法
- GB/T 5567 橡胶和塑料软管及软管组合件 耐真空性能的测定
- GB 7258 机动车运行安全技术条件
- GB/T 7762 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂静态拉伸试验
- GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定
- GB/T 14905 橡胶和塑料软管 各层间粘合强度的测定
- GB 18296 汽车燃油箱安全性能要求和试验方法
- GB/T 24141.2 内燃机燃油管路用橡胶软管和纯胶管 规范 第2部分：汽油燃料
- GB/T 25366 柴油机电控共轨喷油系统共轨管总成 技术条件
- GB/T 25367 柴油机电控共轨喷油系统喷油器总成 技术条件
- GB/T 25984.1-2010 汽车电动燃油泵 第1部分：有刷电动燃油泵
- QC/T 48-2013 汽车电喷汽油机汽油滤清器总成技术条件
- QC/T 413 汽车电气设备基本技术条件
- QC/T 625-2013 汽车用涂镀层和化学处理层
- QC/T 644-2014 汽车燃油箱技术条件
- QC/T 823-2009 汽车、摩托车用燃油传感器
- QC/T 798-2008 汽车用多层塑料燃油管

3 术语和定义

3.1

甲醇箱总成 methanol box assembly

固定于汽车上用于存贮甲醇的箱体总成，是由甲醇箱体、加液口、加注管、甲醇箱盖总成、液位传感器、管接头及其他附属装置装配成的整体。

3.2

甲醇箱额定容量 methanol box rated volume

甲醇箱设计参数中规定加注的甲醇体积。

3.3

甲醇箱最大容量 the maximum volume of Methanol box

甲醇箱总成按内表面几何尺寸计算的容积或将甲醇箱以模拟装车形式放置在平台上，打开甲醇箱盖，向甲醇箱内加水至有水溢出时为止，所加水的体积。

3.4

甲醇液位传感器 liquid level sensor for methanol

能感应甲醇箱总成内的甲醇液位高度变化并输出信号的传感器。

3.5

甲醇泵 methanol pump

燃料系统中将甲醇由甲醇箱总成输往发动机的泵。

3.6

甲醇喷射器 methanol injector

发动机上将甲醇喷入燃烧室或进气管的装置。

3.7

甲醇轨 methanol rail

发动机上储存并向甲醇喷射器分配甲醇的装置。

4 技术要求

4.1 甲醇汽车燃料系统组成

甲醇汽车燃料系统由甲醇箱总成、燃料输送管路、甲醇过滤器、甲醇泵、甲醇轨、甲醇喷射器、固定装置等部件组成。甲醇轨、甲醇喷射器集成于发动机上。

4.2 一般要求

4.2.1 甲醇汽车燃料系统应按规定程序批准的产品图样和其它技术文件制造，燃料系统的安全保护应符合 GB 7258 的要求。

4.2.2 甲醇汽车燃料系统中所有的电器元件应符合 QC/T 413 的要求。

4.2.3 甲醇汽车燃料系统与甲醇接触的所有部件应耐甲醇腐蚀及溶胀，橡胶件按 GB/T 1690 的要求，塑料件按 GB/T 11547 的要求，金属件按 GB/T 4334 的要求，在 M100 车用甲醇燃料中进行 120 h 浸渍试验，试验温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，浸渍前后试件的质量变化率不超过 5%，体积变化率不超过 15%，力学性能变化不超过 10%。

- 4.2.4 甲醇箱应具有压力调节控制功能。
- 4.2.5 工作环境温度应满足如下要求：
 - a) 安装在发动机舱的部件： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) 安装在其他部位的部件： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 4.2.6 甲醇汽车燃料系统应具有甲醇蒸发控制装置。
- 4.2.7 甲醇燃料加注口处应有明显的提示标志。
- 4.2.8 甲醇汽车燃料系统管路的设计、安装应确保整车管路安全性、可靠性。
- 4.2.9 甲醇输送管与其他燃料管路应有明显的外观区分或标识。

4.3 系统要求

4.3.1 甲醇箱总成技术要求

- 4.3.1.1 金属甲醇箱总成的外观、甲醇箱材料、甲醇箱内部清洁度、甲醇箱盖与加液口、甲醇箱安全性能应符合 QC/T 644-2014 中 4.2~4.4、4.6~4.7 的要求。
- 4.3.1.2 塑料甲醇箱总成性能按照 GB 18296 要求执行。
- 4.3.1.3 甲醇箱总成应配备燃料蒸发排气接口，此排气接口应在甲醇箱额定容量时位于甲醇液面的上方，甲醇蒸汽应能通过蒸发排气接口排出甲醇箱。

4.3.2 甲醇液位传感器技术要求

- 4.3.2.1 甲醇液位传感器常态工作环境，外观，可动部分状态，基本误差，绝缘耐压性，耐温度变化，温度影响，耐湿度、湿度循环变化，耐振动，耐久性，气密性应符合 QC/T 823-2009 中 4.2~4.10、4.12 的要求。
- 4.3.2.2 甲醇液位传感器应能耐甲醇浸泡。按 5.1 试验后，感应器的金属部件和非金属部件应满足 4.2.3 要求，功能符合 QC/T 823—2009 中 4.3 和 4.4 的规定。

4.3.3 甲醇泵技术要求

- 4.3.3.1 流量应能满足发动机最大燃料消耗量。
- 4.3.3.2 甲醇泵应有进出醇流向标记。
- 4.3.3.3 甲醇泵许用介质应符合 M100 车用甲醇燃料的要求。
- 4.3.3.4 外观、表面防护及材料应满足如下要求：
 - a) 甲醇泵应无明显损伤、裂痕、缩孔、变形、锈蚀及其他影响工作性能的缺陷，塑料组件应无明显色差；
 - b) 电镀件或化学处理件应满足 QC/T 625-2013 中 5.2 的要求，96 h 中性盐雾试验后无红锈。
- 4.3.3.5 工作电压应满足以下要求：
 - a) 标称电压：12 V，范围 8 V~16 V；
 - b) 标称电压：24 V，范围 18 V~32 V；
 - c) 标称电压：48 V，范围 46 V~52 V。
- 4.3.3.6 甲醇泵按 5.2 的要求在工作状态下进行甲醇浸泡试验后，甲醇泵应不泄露、无裂纹，性能满足 GB/T 25984.1-2010 中 5.2.1 要求。
- 4.3.3.7 甲醇泵其余性能按 GB/T 25984.1 相关要求执行。

4.3.4 甲醇过滤器技术要求

4.3.4.1 基本要求

过滤器气压密封性、清洁度、原始阻力、原始滤清效率、滤芯耐高压降性能、总成耐破损性能、总成耐液力脉冲疲劳性能、总成耐振动疲劳性能、总成耐冷热交变性能、防锈处理应符合 QC/T 48-2013 中 4.2.1~4.2.4、4.2.6~4.2.10、4.4 的要求。

4.3.4.2 过滤器耐甲醇性

过滤器在甲醇溶液中,在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下浸泡 96 h 试验后,总成按 QC/T 48—2013 中 4.2.1 检查不应有渗漏。分解过滤器,金属件不应剥落,目测滤芯滤材不应有溶解。

4.3.4.3 过滤器密封圈材料

过滤器密封圈应采用耐甲醇的弹性材料制造,按 4.3.4.2 要求试验后,不允许出现溶解、开裂等异常现象。

4.3.5 甲醇输送管技术要求

4.3.5.1 基本要求

甲醇输送管如采用橡胶管尺寸应按 GB/T 24141.2 相关要求执行,采用多层尼龙管,尺寸应按 QC/T 798 相关要求执行,若采用其他金属材料,耐甲醇性要求按 4.2.3 要求执行。

4.3.5.2 甲醇输送管初始爆破压力

按 5.3.1 要求处理后,供油、回油等高压管路初始爆破压力应不小于 5 MPa,通气、加油等低压管路初始爆破压力应不小于 0.35 MPa。

4.3.5.3 甲醇输送管初始粘合强度

按 5.3.2 要求处理后,相邻胶层之间初始粘合强度应不小于 1.5 N/mm。

4.3.5.4 甲醇输送管耐真空性能

按 5.3.3 要求试验,真空度应符合 5.3.3 表 1 的要求,保压时间应在 15~60 s 范围内,规定直径的钢球可自由通过。

4.3.5.5 甲醇输送管低温性能

按 5.3.4 要求处理后要求胶管内、外壁无龟裂,并满足 4.3.5.2 要求。

4.3.5.6 甲醇输送管耐高温-M100 甲醇-臭氧性能

按 5.3.5 试验后用 2 倍放大镜检查外观,应无龟裂。

4.3.5.7 甲醇输送管耐热老化性

按 5.3.6 要求试验后,内外层无龟裂或分离。

4.3.5.8 甲醇输送管耐甲醇渗透性

按 5.3.7 要求进行试验,供油、回油等高压管路渗透值应不大于 $15\text{ g}/(\text{m}^2\cdot 24\text{h})$,通气、加油等低压管路渗透值不大于 $5\text{ g}/(\text{m}^2\cdot 24\text{h})$ 。

4.3.5.9 甲醇输送管路导电性

按 5.3.8 要求在 $550\text{ V}+50\text{ V}$ 电压下进行试验,要求胶管电阻率不大于 $10\text{ M}\Omega$ 。

4.3.5.10 甲醇输送管路耐甲醇性

按 5.3.9 要求试验后,供油、回油等高压管路爆破压力应不小于 3.5 MPa,通气、加油等低压管路爆破压力应不小于 0.3 MPa,同时满足 4.3.5.3、4.3.5.5 和 4.3.5.6 要求。

4.3.6 甲醇轨技术要求

甲醇轨性能应符合 GB/T 25366 的要求。耐醇性应符合 4.2.3 的要求。

4.3.7 甲醇喷射器技术要求

甲醇喷射器性能应符合 GB/T 25367 的要求，耐醇性应符合 4.2.3 的要求。

4.3.8 甲醇管接头技术要求

4.3.8.1 基本要求

甲醇管接头使用金属体接头时，按国家相关标准执行，耐甲醇腐蚀性按 4.2.3 要求执行。甲醇管接头使用塑料快插接头时，按本标准 4.3.8.2~4.3.8.10 的要求执行。

4.3.8.2 甲醇管接头低压泄漏性

按 5.4.1 要求试验，稳定状态后最大泄漏量为 2 scc/min。

4.3.8.3 甲醇管接头高压泄漏性

按 5.4.2 要求试验，稳定状态后最大泄漏量为 5 scc/min。

4.3.8.4 甲醇管接头真空泄漏性

按 5.4.3 要求试验，稳定状态后最大泄漏量为 2 scc/min。

4.3.8.5 甲醇管接头装配力要求

按 5.4.4 要求试验后，首次最大装配力不大于 111 N；经过 4.3.8.8、4.3.8.9 试验后，最大装配力不大于 156 N。

4.3.8.6 甲醇管接头拔脱力

按 5.4.5 要求试验后，未经过 4.3.8.8、4.3.8.9 试验的接头，最小拔脱力为 450 N；经过 4.3.8.8、4.3.8.9 试验后，最小拔脱力为 297 N。

4.3.8.7 甲醇管接头边缘载荷压力

按 5.4.6 要求测试，边缘载荷最小力为 200 N，稳定状态下接头及其附件无破碎、无开裂，最大泄漏量为 8 scc/min。

4.3.8.8 甲醇管接头耐甲醇性

按 5.4.7 要求试验完成后，甲醇管接头应满足 4.3.8.2~4.3.8.6 相关要求。

4.3.8.9 甲醇管接头寿命周期

按 5.4.8 要求试验，测试过程中和测试结束时无泄露；寿命周期测试结束时，接头仍满足 4.3.8.2~4.3.8.6 相关要求，接头及其接头附件做目测检查，不准出现破裂、裂痕和特殊的磨损。

4.3.8.10 甲醇管接头高温爆破压力

按 5.4.9 要求试验，最小爆破压力为 2000 kPa。

5 试验方法

5.1 液位传感器耐甲醇性试验

在温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下将传感器浸没在 M100 车用甲醇燃料中 120 h, 取出按 QC/T 823—2009 中 5.3 规定的方法检验其可动部分状态和输出值。

5.2 甲醇泵耐甲醇性试验

甲醇泵通电(额定电压)运转, 在 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下采用 M100 车用甲醇燃料液浸没(内部充满溶液), 持续时间为 4000 h, 置于密闭容器中经受浸泡试验, 试验后在 M100 车用甲醇燃料溶液中复测主要性能。

5.3 甲醇输送管试验方法

5.3.1 甲醇输送管初始爆破压力试验

初始爆破压力按 GB/T 5563 规定执行。

5.3.2 甲醇输送管初始粘合强度试验

按照 GB/T 14905—2009 中 8 型的规定进行 180° 剥离。

5.3.3 甲醇输送管耐真空性能试验

试样为无端部接头的直管, 长度为 5 倍胶管内径或者 1m(以长者为准)。试验方法参考 GB/T 5567—2013 中规定的方法 A, 其中试验真空度按表 1, 保压时间为 (15~60) s, 钢球直径为胶管内径 0.8 倍。

表 1 真空度表

胶管内径 ID(mm)	ID<12.7	12.7≤ID<25.4	25.4≤ID<44.5
试验压力(kPa)	81	34	13.4

5.3.4 甲醇输送管低温性能试验

将成品胶管注入 M100 甲醇后两端密封, 在室温放置 72 h 后排干甲醇, 再将试样放置在温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷箱中 72 h 后取出, 4 s 之内, 做 180° 折弯 3 次, 检查外观。

5.3.5 甲醇输送管耐高温-M100 甲醇-臭氧性能试验

5.3.5.1 高温-M100 甲醇试验

高温-M100 甲醇试验按如下要求进行:

- 室温下, 将 M100 甲醇注入胶管试样并将两端密封, 室温放置 48 h;
- 48 h 后排出甲醇, 将胶管试样放置在温度为 $(100 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的空气老化箱中 96 h;
- 用新的 M100 甲醇重复上述 a) 与 b) 步骤一次, 然后进行臭氧试验。

5.3.5.2 臭氧试验

从胶管最外层纵向切取 $25\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ 的试片, 按照 GB/T 7762 进行试验, 试验条件如下:

- 试片安装好后, 放置在室温无臭氧处 24 h, 然后放置于臭氧浓度为 $100\text{ ppm} \pm 5\text{ ppm}$ 、温度为 $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的臭氧箱中;

b) 2周之后将试片从臭氧箱中取出,室温下冷却后用2倍放大镜检查外观。可以忽略与装置临近处。

5.3.6 甲醇输送管耐热老化性试验

将成品胶管放置在温度为 $125\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的空气老化箱中1h,取出胶管在两端用短尼龙或者金属棒塞住,按照上述规定的温度重新放置700h后将胶管取出,拔下塞子,室温下冷却2h并在4s之内做 180° 折弯3次,检查外观。

5.3.7 甲醇输送管耐甲醇渗透性试验

试验温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,试验压力为 14.5 kPa ,试验用燃料为M100甲醇。将试样在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下预处理664h,每168h更换甲醇,然后立刻进行不少于336h的渗透试验。设备要求和试验方法参考QC/T 798—2008附录A的规定。对3个试样进行试验,取三个测量值的中间值作为结果。

5.3.8 甲醇输送管导电性试验

将长度为610mm的胶管两端插入塞子,用管夹固定后放置10min再进行试验。在两端各安装一个欧姆表,将零件放置在绝缘表面上,测量胶管整体长度,与管夹之间的电阻率。测量电压为 $550\text{ V}\pm 50\text{ V}$ 。

5.3.9 甲醇输送管耐甲醇性试验

选用M100甲醇,在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下试验1000h。详细试验方法和要求按GB/T 24141.2—2009中第5部分m)规定执行。

5.4 甲醇管接头试验方法

5.4.1 甲醇管接头低压泄漏性能试验

在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下将接头模拟装车状态与管路连接,将连接好的管路组件固定在专用装置上,将一端进行密封,另一端使用加压装置加压至 $69\text{ kPa}\pm 7\text{ kPa}$,稳定状态下测量泄漏量。

5.4.2 甲醇管接头高压泄漏性能试验

在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下将接头模拟装车状态与管路连接,将连接好的管路组件固定在专用装置上,将一端进行密封,另一端使用加压装置加压至 $1034\text{ kPa}\pm 35\text{ kPa}$,稳定状态下测量泄漏量。高压试验时可增加适当的安全装置。

5.4.3 甲醇管接头真空泄漏性能试验

在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下将接头模拟装车状态与管路连接,将连接好的管路组件固定在专用装置上,将一端进行密封,另一端提供7kPa的真空,稳定状态下测量泄漏量。

5.4.4 甲醇管接头装配力试验

在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下将接头模拟装车形式装配到固定装置上,以 $51\text{ mm/min}\pm 5\text{ mm/min}$ 速率进行装配,测试接头完全装配到快插接头所需要的最大外力。

5.4.5 甲醇管接头拔脱力试验

在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下将接头模拟装车形式装配到固定装置上,将快插接头装配管子的一端合理固定,

以便于快插接头延轴向拉伸，以 $51\text{ mm/min} \pm 5\text{ mm/min}$ 加载拉伸载荷，测量快插接头连接位置完全脱离所加载的载荷值。

5.4.6 甲醇管接头边缘载荷力试验

在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下将快插接头插入预先准备好的一端密封的弯管或软管中并将其固定到检测设备上，使用加压装置加压至 $1034\text{ kPa} \pm 35\text{ kPa}$ ，同时在 200 N 载荷作用下以 $12.7\text{ mm/min} \pm 5\text{ mm/min}$ 速率加载载荷，稳定状态下测量泄漏量为 8 scc/min ，目测接头及其附件。

5.4.7 甲醇管接头耐甲醇性试验

选用 M100 甲醇，在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下浸泡 1000 h ，每 168 h 更换一次甲醇，浸泡结束后按 5.4.1～5.4.5 方法规定测试。

5.4.8 甲醇管接头寿命周期试验

寿命周期测试是确保经过压力、振动、温度变化循环后，接头仍能达到系统的性能要求。具体试验规范见附录 A。

5.4.9 甲醇管接头高温爆破试验

将接头一端插入长度为 500 mm 的管路中，另一端与接头公端连接，在 $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下均热 1 h 。以 7000 kPa/min 的均匀速率，向组件中通入无脉动的压力，直至爆裂或开裂。

附录 A
(规范性附录)
甲醇管接头寿命周期试验规范

A.1 总则

本附录规定了甲醇管接头寿命周期试验方法。

A.2 测试流程

甲醇管接头寿命周期试验应按照如下流程进行：

- 将接头插入一段 500mm 长的合适的软管的两端。
- 按图 A.1 所示把组装件接到测试工装上。
- 测试用流体为水。

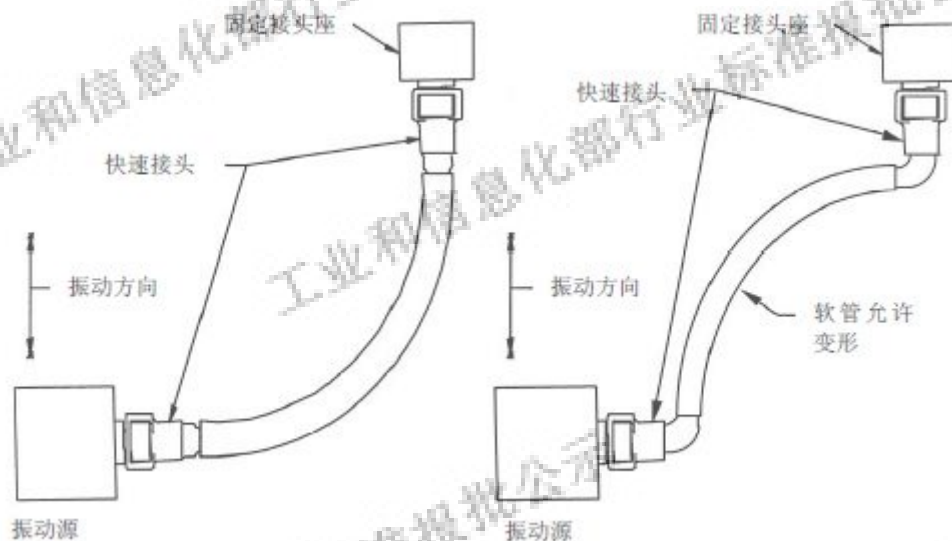


图 A.1 生命周期测试装置

A.3 振动频率

从 7 Hz 无级调频到 200 Hz, 每小时调频 3 次。

A.4 加速度

加速度要求见表 A.1。

表 A.1 加速度要求

加速度	初始频率 Hz	目标频率 Hz
2G	7	25
10G	25	50
20G	50	75
18G	75	100
16G	100	125
14G	125	150
12G	150	175
10G	175	200

A.5 振动持续时间

按 A.9 (测试循环) 的规定保持持续振动。

A.6 流体压力

加压至 $1034\text{kPa} \pm 35\text{ kPa}$, 保压 1min。

A.7 流体流量

指定的测试循环周期中, 通过每个快速连接件的流体流量为 $1.33\text{Lpm} \pm 0.2\text{ Lpm}$ (升/分钟)。

A.8 测试持续时间

336h (14 天)。

A.9 测试循环

一个测试循环周期由 5 段组成, 以模拟热运转, 热浸润, 热浸润后的热运转, 冷浸润, 和冷运转。见表 A.2。

注: 在热和冷测试段的起始阶段, 涵盖了 1h 内温度转变的最大次数。

表 A.2 生命周期测试时间表

章节	小时	舱室温度 (°C)	流体温度 (°C)	流体压力	流体流量	振动
7.5.8.1	1	125 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾	Yes	Yes	Yes
	2	125	66	Yes	Yes	Yes
	3	125	66	Yes	Yes	Yes
	4	125	66	Yes	Yes	Yes
	5	125	66	Yes	Yes	Yes
	6	125	66	Yes	Yes	Yes
	7	125	66	Yes	Yes	Yes
7.5.8.2	8	125	125 ⁽¹⁾	Yes	No	No
	9	125	125	Yes	No	No
7.5.8.3	10	125	66 ⁽¹⁾	Yes	Yes	Yes
	11	125	66	Yes	Yes	Yes
	12	125	66	Yes	Yes	Yes
	13	125	66	Yes	Yes	Yes
	14	125	66	Yes	Yes	Yes
	15	125	66	Yes	Yes	Yes
	16	125	66	Yes	Yes	Yes
	17	125	66	Yes	Yes	Yes
7.5.8.4	17	-40 ⁽¹⁾	-40 ⁽¹⁾	Yes	No	No
	18	-40	-40	Yes	No	No
	19	-40	-40	Yes	No	No
	20	-40	-40	Yes	No	No
	21	-40	-40	Yes	No	No
	22	-40	-40	Yes	No	No
7.5.8.5	23	-40	-40	Yes	No	No
	24	-40	-40	Yes	Yes	Yes

(1): 可以是过渡温度。

A.9.1 热运转测试

热运转测试要求如下:

- a. 时间跨度: 7h;
- b. 舱室温度: 125°C ± 5°C;
- c. 流体温度: 66°C ± 5°C;
- d. 流体压力: 是;
- e. 流体流量: 是;
- f. 振动: 是。

A.9.2 热浸润

热浸润试验要求如下:

- a. 时间跨度: 2h;
- b. 舱室温度: 125°C ± 5°C;
- c. 流体温度: 125°C ± 5°C;
- d. 流体压力: 是;
- e. 流体流量: 否;
- f. 振动: 否。

A.9.3 热浸润后的热运转

热浸润后的热运转试验要求如下：

- a. 时间跨度：7h；
- b. 舱室温度： $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- c. 流体温度： $66^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- d. 流体压力：是；
- e. 流体流量：是；
- f. 振动：是。

A.9.4 冷浸润

冷浸润试验要求如下：

- a. 时间跨度：7h；
- b. 舱室温度： $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- c. 流体温度： $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- d. 流体压力：是；
- e. 流体流量：否；
- f. 振动：否。

A.9.5 冷运转

冷运转试验要求如下：

- a. 时间跨度：1h；
- b. 舱室温度： $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- c. 流体温度： $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- d. 流体压力：是；
- e. 流体流量：是；
- f. 振动：是。