

# T/CAQI

团 体 标 准

T/CAQI XXXX—2025

## 汽车热管理用电子水阀技术要求

Technical specification of electronic water valve for automotive thermal management

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国质量检验协会 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 ..... 1

5 试验方法 ..... 4

6 检验规则 ..... 9

7 标志、包装、运输及贮存 ..... 10

参考文献 ..... 11

## 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。

本文件由中国质量检验协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件起草人：

# 汽车热管理用电子水阀技术要求

## 1 范围

本文件规定了汽车热管理系统用电子水阀的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于汽车热管理系统用电子水阀（以下简称产品）的设计、生产和检验，包含直流电机驱动水阀、步进电机驱动水阀，以及无刷电机驱动水阀。

## 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 6882 声学声压法测定噪声源声功率级和声能量级 消声室和半消声室精密法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 23263 制品中石棉含量测定方法

GB/T 30038 道路车辆 电气电子设备防护等级 (IP代码)

GB/T 30512 汽车禁用物质要求

QC/T 941 汽车材料中汞的检测方法

QC/T 942 汽车材料中六价铬的检测方法

QC/T 943 汽车材料中铅、镉的检测方法

QC/T 944 汽车材料中多溴联苯 (PBBs) 和多溴二苯醚 (PBDEs) 的检测方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电子水阀** electronic water valve

电子水阀是一种通过接收控制信号执行相应的动作, 实现管路中冷却液的流向切换、流量调节的阀门。

### 3.2

**冷却液** coolant

乙二醇和水的混合液, 体积配比为1:1。

### 3.3

**室温** room temperature

室温 (23±5)℃, 相对湿度为25%RH~75%RH, 若无特殊说明, 即试验温度。

### 3.4

**压力损失** pressure loss

在规定的流量条件下, 水阀完全开启时, 阀门指定的进口与出口的压力降。

### 3.5

**内泄漏** internal leakage

在规定的进口压力或流量下, 水阀所关闭的出口端的泄漏量。

## 4 技术要求

#### 4.1 外观

产品表面无缺陷，无明显色差，光滑度一致，无变形、裂纹、密封面上无划痕（合模线高度 $\leq 0.05$  mm），密封圈沟槽圆角光滑，不应有飞边。

#### 4.2 一般要求

4.2.1 产品应符合本文件的要求，并按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。

4.2.2 使用环境条件见表 1。

表 1 使用环境条件

项目		技术参数	
温度等级	工作温度	纯电动车型	-40 °C~85 °C
		燃油和混动车型	-40 °C~125 °C
	贮存温度		
环境湿度	(25~75) %RH		
工作电压范围	(8-18) V		
测试电压（除另有说明外）	UA	(14 $\pm$ 0.2) V	
最低电压	U <sub>min</sub>	(8 $\pm$ 0.2) V	
最高电压	U <sub>max</sub>	(18 $\pm$ 0.2) V	

#### 4.3 工作模式

##### 4.3.1 工作模式 1

4.3.1.1 不向零部件供电。

4.3.1.2 工作模式 1.1：零部件未连接到线束。

4.3.1.3 工作模式 1.2：零部件模拟在车辆上的安装位置，连接到线束。

##### 4.3.2 工作模式 2

4.3.2.1 当车辆发动机关闭，且所有电气连接完好，零部件以电压 UB 带电运行。

4.3.2.2 工作模式 2.1：系统/组件功能不被激活（如休眠模式）。

4.3.2.3 工作模式 2.2：系统/组件带电运行并控制在典型运行模式。

##### 4.3.3 工作模式 3

4.3.3.1 所有电气连接完好，零部件以电压 UA 带电运行。

4.3.3.2 工作模式 3.1：系统/组件功能不被激活（如休眠模式）。

4.3.3.3 工作模式 3.2：系统/组件带电运行并控制在典型运行模式（水阀循环动作变化范围 0%~100%~0%）。

#### 4.4 基本性能

##### 4.4.1 工作性能

产品在正常运行过程中，应运转顺畅，无卡滞、异响现象。

##### 4.4.1.1 气密性

气检：允许的压力损失 $\leq 30$  Pa/S；湿检：检测过程中不应有可见气泡。

##### 4.4.1.2 耐真空性

满足外观及气密性要求。

##### 4.4.1.3 静压强度

满足外观及气密性要求。

#### 4.4.1.4 内部泄漏量

气检：内部泄漏量 $\leq 7$  L/min；水检：内部泄漏量 $\leq 20$  ml/min。耐久试验后 $\leq 35$  ml/min或满足规定程序批准的相关技术文件要求。

#### 4.4.1.5 流阻

入口与出口的压差应满足规定程序批准的相关技术文件要求。

#### 4.4.1.6 切换时间

产品全行程的运行时间应不大于10 s。

#### 4.4.1.7 噪声

稳定运行噪声值 $\leq 45$  dB，或满足规定程序批准的相关技术文件要求。

#### 4.4.1.8 清洁度

杂质总量 $\leq 50$  mg/1000cm<sup>2</sup>，颗粒大小应满足表2要求。

表2 颗粒尺寸及限值

金属颗粒	尺寸	200 $\mu\text{m}$ ~400 $\mu\text{m}$	400 $\mu\text{m}$ ~500 $\mu\text{m}$	>500 $\mu\text{m}$
	限值	Max100pcs	Max16pcs	0
非金属颗粒	尺寸	>1 mm (非金属不含纤维)	2 mm~3 mm (纤维)	>3 mm (纤维)
	限值	0	2	0

#### 4.4.2 气候负荷

##### 4.4.2.1 低温试验

满足外观及气密性要求。

##### 4.4.2.2 高温试验

满足外观及气密性要求。

##### 4.4.2.3 温度梯度试验

满足外观及气密性要求。

##### 4.4.2.4 温度循环试验

满足外观及气密性要求。

##### 4.4.2.5 盐雾试验

不应有损害正常性能的变化，外观无红锈，满足气密性要求。

##### 4.4.2.6 湿热循环试验

满足外观及气密性要求。

##### 4.4.2.7 稳态湿热试验

满足外观及气密性要求。

##### 4.4.2.8 防尘和防水密封性

满足IP防护等级IP6K9K。

#### 4.4.3 机械负荷耐久性能

##### 4.4.3.1 振动耐久

满足外观及气密性要求。

#### 4.4.3.2 自由跌落

满足气密性要求。

#### 4.4.3.3 耐冷却剂杂质

满足外观及气密性要求。

#### 4.4.3.4 压力循环

满足外观及气密性要求。

#### 4.4.3.5 综合耐久

满足外观及气密性要求，水检：内部泄漏量 $\leq 35$  ml/min，对水阀进行拆解，内部腔体应无渗漏。

#### 4.4.3.6 机械循环耐久

满足外观及气密性要求，水检：内部泄漏量 $\leq 35$  ml/min，对水阀进行拆解，内部腔体应无渗漏。

#### 4.4.4 化学负荷

不应出现损坏。

#### 4.4.5 电性能及 EMC

参考相关EMC试验标准或与企业协商。

#### 4.4.6 禁用、限用物质要求

产品材料的禁用、限用物质应满足GB/T 30512的要求。

### 5 试验方法

#### 5.1 基本性能试验

##### 5.1.1 工作性能

室温环境下，水阀内通入冷却液，介质温度： $(85\pm 5)$  °C，冷却液流量20 L/min，电压 $(14\pm 0.2)$  V，根据产品控制方式进行操作，在通电和断电之间周期性循环，水阀循环动作3次。

##### 5.1.2 气密性

5.1.2.1 气检：室温，将产品出口密封，运行工作模式 3.2（水阀由极限位置 0%~100%~0%循环动作），入口通 300 kPa 的气体压力，充气时间 2 s，保持时间 8 s，测试时间 2 s，测试压降。

5.1.2.2 湿检：室温，将产品出口密封，放置在水槽中，入口通 300 kPa 的气体压力，保压 15 s，无气泡。

##### 5.1.3 耐真空试验

室温，向产品内通入-90 kPa的气压，保压3 min。

##### 5.1.4 静压强度试验

室温，向产品通入500 kPa的压缩空气，保压10 min。

##### 5.1.5 内部泄露量

5.1.5.1 气检：室温，产品工作通路入口通 200 kPa 的空气压力，保持时间 2 s，测试时间 10 s。

5.1.5.2 水检：室温，产品内通入冷却液，介质温度： $(85\pm 5)$  °C，进口压力 100 kPa，测试时间 60 s。

##### 5.1.6 流阻

采用差压传感器进行测试，差压传感器精度不低于 $\pm 0.075\%$  F.S，量程0~200kPa。

进出水管路及取压位置：进出口测流阻管为直管，其内径应等于或接近于水阀进出水管内径。差压传感器取压口应尽可能靠近水阀进出口，取压口离进出口位置距离不超过10 cm。

室温下，产品内通入冷却液，介质温度： $(85\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，启动试验系统，使管路内排净空气，全部充满冷却液。分别保持各出口阀门全开流量为5 L/min，10 L/min，15 L/min，20 L/min，待流量及温度稳定后，使用差压传感器读取水阀入口与出口的压差。

#### 5.1.7 切换时间

室温，产品内通入冷却液，将产品装到性能测试台上，通入20 L/min的冷却液，在 $U_{\text{max}}$ 和 $U_{\text{min}}$ 下检测水阀全行程的动作时间。

#### 5.1.8 噪声

在隔音室进行，背景噪声不超过30 dB，室温，产品按整车装配方式固定在台架上，通入冷却液，介质温度： $(85\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，冷却液流量20 L/min，运行工作模式3.2，电压 $(14\pm 0.2)\text{V}$ ，根据产品控制方式进行操作，测量点距离产品500 mm，测试6个方向的噪声值。

#### 5.1.9 清洁度

参照ISO 4407:2002的规定，用压力喷洗和微孔滤膜法检测，滤膜规格为5  $\mu\text{m}$ ，冲洗压力 $\geq 2\text{ bar}$ 。

### 5.2 气候负荷

#### 5.2.1 低温试验

##### 5.2.1.1 低温贮存试验

参照ISO 16750-4: 2023的规定，温度 $-40^{\circ}\text{C}$ 持续24 h，运行工作模式1.1，试验后工作正常，气密性满足要求。

##### 5.2.1.2 低温运行试验

参照ISO 16750-4: 2023的规定，温度 $-40^{\circ}\text{C}$ 持续24 h，运行工作模式3.2，试验后工作正常，气密性满足要求。

#### 5.2.2 高温试验

##### 5.2.2.1 高温贮存试验

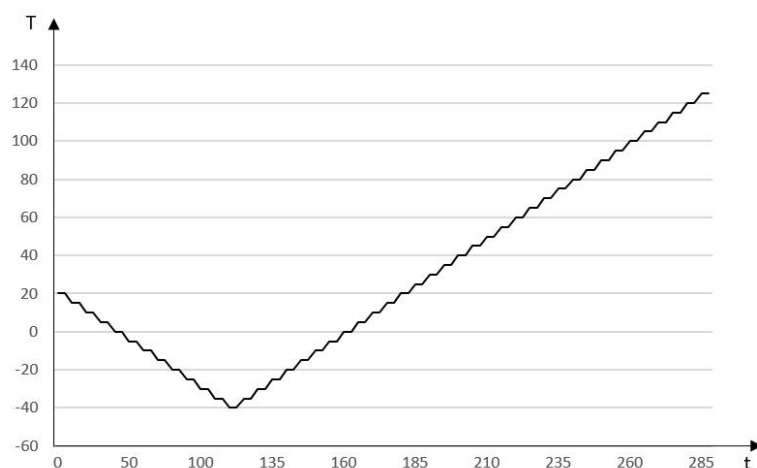
参照ISO 16750-4: 2023的规定，温度 $125^{\circ}\text{C}$ 持续48 h，运行工作模式1.1。

##### 5.2.2.2 高温运行试验

参照ISO 16750-4: 2023的规定，纯电动车型温度 $100^{\circ}\text{C}$ /燃油或混动车型温度 $125^{\circ}\text{C}$ 持续96 h。

#### 5.2.3 温度梯度试验

参照ISO 16750-4:2023的规定，将产品置于温箱中，以每 $5^{\circ}\text{C}$ 温度梯度从 $20^{\circ}\text{C}$ 降低到 $-40^{\circ}\text{C}$ （见图1），然后以 $5^{\circ}\text{C}$ 温度梯度从 $-40^{\circ}\text{C}$ 升到 $100^{\circ}\text{C}$ （纯电动车型）/ $125^{\circ}\text{C}$ （燃油或混动车型），梯度温度时，以UA和UB进行功能试验。

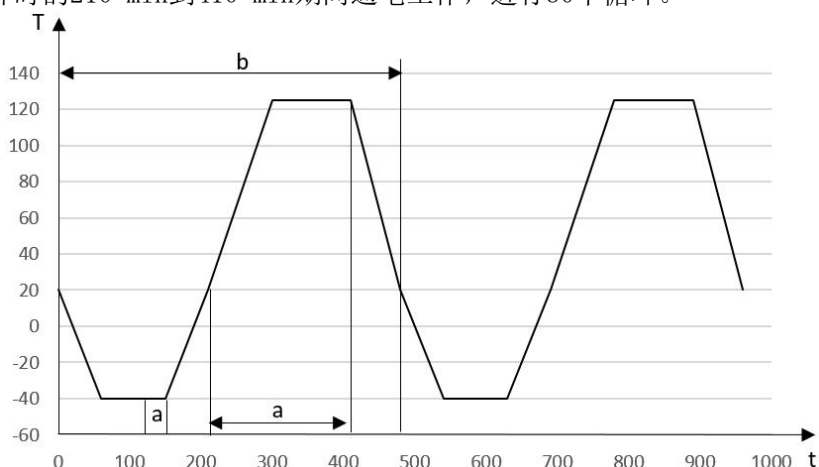


标引序号说明：  
t——时间(min)；  
T——温度(℃)。

图1 温度梯度试验曲线

#### 5.2.4 温度循环

参照ISO 16750-4:2023的规定，温度变化按图2，产品内通入冷却液，冷却液流量20 L/min，达到-40℃后，在循环时的210 min到410 min期间通电工作，进行30个循环。



标引序号说明：  
t——时间(min)；  
T——温度(℃)；  
a——运行模式3.2；  
b——一个循环。

图2 温度循环试验曲线

#### 5.2.5 盐雾试验

参照GB/T 10125的规定，试验时间6周。

#### 5.2.6 湿热循环

将产品置于高低温试验箱内，当达到循环温度最高时，产品进行往复运行，参照ISO 16750-4:2023中的规定，进行10个循环（240 h），含低温5个循环（见图3），不含低温5个循环（见图4）。

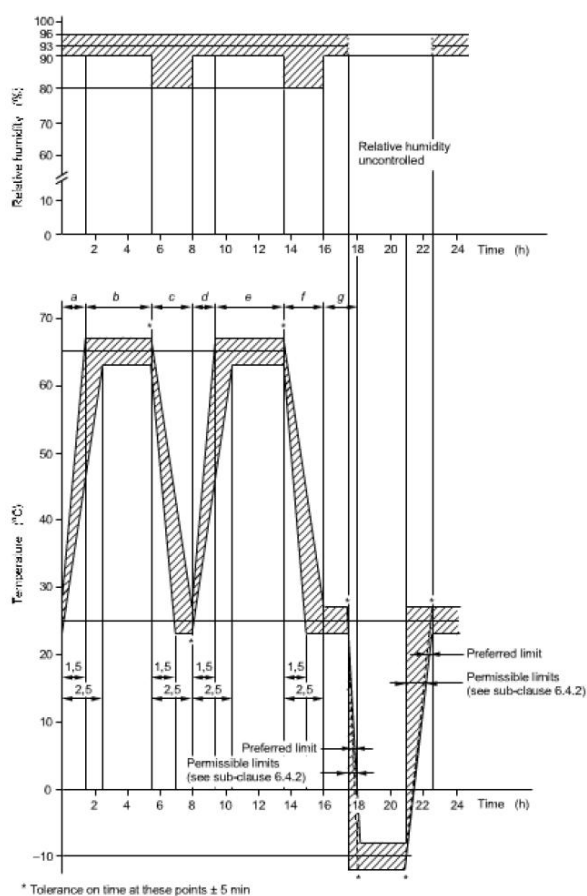


图3 带低温的循环

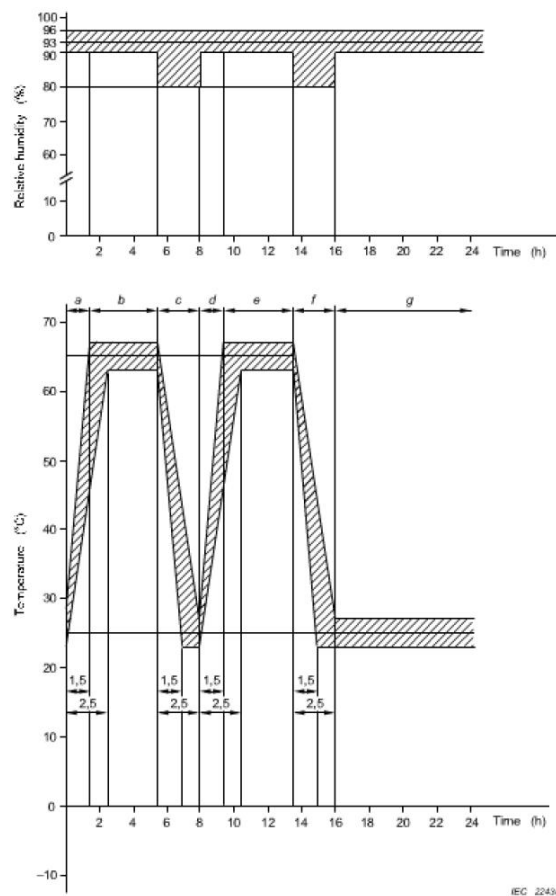


图4 不带低温的循环

## 5.2.7 稳态湿热试验

### 5.2.7.1 试验条件

试验条件如下。

- 温度： $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度： $93\% \text{RH} \pm 3\% \text{RH}$ 。
- 测试时间：21天。
- 一般工作模式为2.1，最后1h运行工作模式3.2。

### 5.2.7.2 试验方法

参照ISO 16750-4:2023的规定进行试验。

注1：在整个测试期间，监视产品的完整电流消耗和相关信号；

注2：测试设备应选择合适采样频率，以便能够准确检测持续时间 $\geq 1\text{ ms}$ 的事件；

注3：试验过程中，应监控并记录水阀的输入输出情况，如监控整个测试系统的供应情况。

## 5.2.8 防尘和防水密封性

参照ISO 20653:2023的规定进行试验。

## 5.3 机械负荷及耐久试验

### 5.3.1 振动耐久试验

将产品固定在振动试验台上，固定方式及方向角度与在整车上搭载的方位角度相同。试验时产品运行工作模式3.2，试验介质：冷却液，流量20 L/min，振动耐久试验项目包括固定频率下的振动耐久和扫频振动耐久，分别采用不同的产品进行试验。

#### 5.3.1.1 固定频率的振动耐久

对产品施加X、Y、Z三个方向进行扫频振动，扫频速度3分钟/次，在频率10 Hz-200 Hz内确定产品振动最大时对应的频率，加速度3 g。在此频率下振动200万次。

#### 5.3.1.2 扫频振动耐久

对产品施加X、Y、Z三个方向进行扫频振动，扫频速度3 min/次，振动循环的加速度和频率关系如图5所示，每个方向振动8 h。

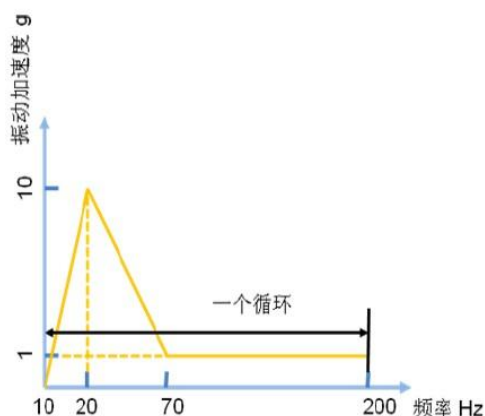


图5 振动方式

#### 5.3.2 自由跌落

室温，测试参数。

- a) 受试样品数量：3个。
- b) 受试样品跌落次数：2个。
- c) 跌落高度：1m自由跌落高度。
- d) 撞击面：混凝土地面或钢板。
- e) 受试样品跌落方向：每个受试样品的第1次跌落应在不同的空间轴向，第2次跌落与第1次的空间轴向相同，但方向相反。

#### 5.3.3 耐冷却剂杂质试验

室温，冷却液温度 $(110\pm 2)$ ℃，进口压力40 kPa，将直径 $\leq 0.6$  mm，平均直径0.5 mm型砂添加到冷却液中，添加量1 g/L，运行工作模式3.2，产品动作范围0%~100%~0%为1个循环，连续40000个循环。

#### 5.3.4 压力循环试验

在专用设备上进行，试验介质为冷却液，纯电动车型介质温度 $(100\pm 5)$ ℃/燃油或者混动车型介质温度 $(125\pm 5)$ ℃，环境温度 $(85\pm 5)$ ℃。试验过程中产品不通电，对系统施加脉冲压力10 kPa至240 kPa，压力变化频率 $(1.0\pm 0.5)$  Hz，进行200000次循环。

#### 5.3.5 综合耐久试验

产品同时在振动负荷、电器负荷和温度负荷下工作并检测，运行工作模式3.2，试验要求及参数参见表3。

表3 耐久试验件要求及参数

试验要求	试验参数
一般要求 (1000 h)	168 h温度负荷 (见图1) +振动负荷
	656 h在上限工作温度 (125 °C) 下运行
	176 h≈22循环 温度负荷 (见图1)

### 5.3.6 机械循环耐久

产品内通入冷却液,进行初始化动作,每个动作应用产品电机从一个极限位置到另一个极限位置(初始化极限位置),按如下工况进行6个循环,一个循环包含:

- 常温下运动机构 5000 个循环;
- (85±2) °C 环境下 2500 个循环;
- (100±2) °C 环境下储存 1 h;
- (-30±2) °C 环境下 2500 个循环;
- (-40±2) °C 环境下储存 1 h。

### 5.4 化学负荷试验

选择工作模式1.2,化学试剂选择如下(表4),采用涂刷方法涂到样件表面,进行125°C存储24h。

表4 化学试剂

序号	测试介质/标准
1	含 15% 甲醇汽油/DIN 53245
2	发动机油(多级油)/SAE 10 W50
3	冷却液原液
4	制动液 DOT4/SAE J1709

### 5.5 电性能及 EMC 试验

电性能及EMC试验参照ISO 11452和CISPR 25相关标准执行。

### 5.6 禁用、限用物质要求

按QC/T 941, QC/T 942, QC/T 943, QC/T 944和GB/T 23263的规定。

## 6 检验规则

### 6.1 合格文件和标记

产品应经检验合格后方可出厂,并附有证明产品质量合格的文件或标记。

### 6.2 产品检验类别

产品检验分为出厂检验和型式检验。

### 6.3 出厂检验

出厂检验为全检,检验项目为以上规定的所有项目。

注:当产品批量大时或需要抽样检验时,以同一生产周期的产品为一批,按GB/T 2828.1的规定抽样。

### 6.4 型式检验

6.4.1 进行型式试验时,试验项目应提前同主管部门确认,制定验证方案;若未提前协商,默认全检,型式检验包含但不局限于如下情形:

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后,设计、工艺、材料有较大改变而可能影响产品性能时;
- 正常生产每 2 年不少于一次;
- 停产一年以上、恢复生产时;
- 出厂试验结果与上次型式试验结果有较大差异时;

f) 质量部门提出型式检验的要求时。

6.4.2 型式检验样品由出厂检验合格的同一批产品中抽取。

6.4.3 型式检验应全部符合型式检验项目要求，除耐久性试验外如有一项目不合格时，允许重新抽取加倍数量的产品，就该不合格项目进行复查，如仍有不合格时，则该批产品判为不合格。

## 7 标志、包装、运输及贮存

### 7.1 标志

在明显的位置上，应有耐久性标志。内容应包括产品型号、生产企业名称或商标、生产年月或其代号等。

### 7.2 包装

7.2.1 包装储运图示应符合 GB/T 191 的规定。

7.2.2 包装箱的外表面应有标志或标签，一般应包括：产品型号、产品名称、图号、执行标准、规格、数量、箱体尺寸（长×宽×高）、净重和毛重、装箱年月、收货单位及地址、生产厂家厂名、厂标及供应商编码。

### 7.3 运输及贮存

7.3.1 包扎成箱的产品，应在避免雨雪淋袭的条件下，可以用任何运输工具运送。

7.3.2 包装成箱的产品，应在环境温度为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在 85%RH 以下，周围空气无酸性、碱性和其它腐蚀性气体的仓库贮存。

7.3.3 产品的贮存和保管应存放在干燥、通风良好、周围无腐蚀物质的环境内。

### 参 考 文 献

- [1] ISO 4407:2002 Hydraulic fluid power—Fluid contamination—Determination of particulate contamination by the counting method using an optical microscope
  - [2] ISO 11452:2024 Road vehicles—Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy
  - [3] ISO 16232:2018 Road vehicles—Cleanliness of components and systems
  - [4] ISO 16750-4:2023 Road vehicles—Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment—Part 4:Climatic loads
  - [5] ISO 20653:2023 Road vehicles—Degrees of protection (IP code)—Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access
  - [6] CISPR 25:2021 Vehicles, boats and internal combustion engines—Radio disturbance characteristics—Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers
  - [7] DIN 53245-1994 Solvents for paints and varnishes; alcohols
  - [8] SAE J1709\_200607 European Brake Fluid Technology
-