

ICS 23.060.01
CCS J 16

AHVAXH

团 体 标 准

T/AHVAXH 12505.5—2025

阀门综合 第5部分：工业阀门用智能执行器

Valve Comprehensive – Part 5: Intelligent Actuators for Industrial Valves

2025 – 06– 28 发布

2025 – 06– 30 实施

安徽省阀门工业协会 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 分类 1

5 技术要求 2

6 试验方法 4

7 检验规则 5

8 标志和包装..... 6

9 运输和贮存 7

10 质量承诺..... 7

前 言

T/AHVAXH 12505《阀门综合》分为如下部分：

- 第 1 部分：内置式排水阀；
- 第 2 部分：暖通用平衡阀；
- 第 3 部分：高密封电动控制阀；
- 第 4 部分：智能电动防腐截止阀；
- 第 5 部分：工业阀门用智能执行器；
- 第 6 部分：智能型阀门电动执行器；
- 第 7 部分：给排水系统用阀门电动执行器；
- 第 8 部分：高精度智能阀门执行器；
- 第 9 部分：精小型智能阀门电动执行器；
- 第 10 部分：大口径阀门用智能电动执行器；
- 第 11 部分：气液联动执行器。

本部分为 T/AHVAXH 12505《阀门综合》的第 5 部分。

本文件是依据 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部份：标准化文件的结构和起草规则》，GB/T1.2-2020《标准化工作导则第 2 部分：以 ISO/IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则》中的有关规定进行编写的。

本文件由安徽省阀门工业协会标准化技术委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：浩工阀门有限公司。

本文件参加起草单位：君品集团有限公司、温州二联机械设备有限公司、埃孚特阀门科技股份有限公司、浙江科达工程项目管理有限公司、瓯球阀门有限公司、温州市惠涛机电设备有限公司、正泰公司、浙江耐邦阀门有限公司、浙江成瑞阀门制造有限公司、安徽大众阀门集团有限公司。

本文件主要起草人：黄乐和、康静敏、叶德青、汤海明、吴振建、吴维农、杨贤勇、翁建朝、季利雄、李修库、卢良盛、厉身、汤海明、柯国林、余中华。

本文件于 2025 年首次制订。

本文件由浩工阀门有限公司负责解释。

阀门综合 第5部分：工业阀门用智能执行器

1 范围

本标准规定了工业阀门用智能执行器的术语和定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志和包装、运输和贮存及质量承诺。

本标准适用于公称通径 DN15-DN2000、工作压力 0.1MPa-42MPa 的工业阀门配套智能执行器。

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 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 9124.1 钢制管法兰 第1部分：PN 系列

GB/T 9286-2021 色漆和清漆划格试验

GB/T 10095.2-2008 圆柱齿轮 精度制 第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值

GB/T 10125-2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13384-2016 机电产品包装通用技术条件

GB T 16823.1 螺纹紧固件应力截面积和承载面积

GB 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

阀门智能执行器 Intelligent Valve Actuator

集成微处理器、传感器与通信模块，能实现阀门开度自动调节（调节精度 $\leq \pm 0.5\%$ FS），具备数据采集、故障自诊断、远程通信功能的驱动装置。

3.2

智能调节单元 Intelligent adjustment unit

执行器内置的核心控制模块，采样频率 $\geq 100\text{Hz}$ ，可实现 PID 闭环控制，调节死区 $\leq 0.2\%$ FS。

3.3

通信协议 Communication protocol

支持 Modbus-RTU（波特率 2400-115200bps）、Profinet（传输速率 100Mbps）、HART（通信距离 1500m）等工业总线协议。

4 分类

4.1 电动智能执行器

交流异步电机驱动，减速比 50-1000，输出扭矩 50-5000N·m适用于石油化工管道、水处理厂。

4.2 气动智能执行器

双作用气缸，带电气定位器，动作时间 0.5s-5s/90° 适用于纺织机械、食品加工。

5 技术要求

5.1 基本性能

5.1.1 动作可靠性

5.1.1.1 电动执行器：空载运行 10000 次无故障，负载运行 5000 次无卡滞。

5.1.1.2 气动执行器：百万次循环测试后，密封件泄漏量 ≤ 0.1 标准升/分钟。

5.1.1.3 平均无故障工作时间 (MTBF)： ≥ 1500 小时。

5.1.2 控制精度

5.1.2.1 调节型执行器：设定值与实际值偏差 $\leq \pm 0.5\%$ FS。

5.1.2.2 定位重复性： $\leq \pm 0.3\%$ FS（全行程范围内）。

5.1.3 响应性能

5.1.3.1 电动执行器：阶跃响应时间 $\leq 2\text{s}$ （50% 量程变化）。

5.1.3.2 气动执行器：90° 转角动作时间 $\leq 1.5\text{s}$ （0.6MPa 气源）。

5.1.3.3 超调量： $\leq 5\%$ （阶跃输入 10% FS-90% FS）。

5.2 智能功能

5.2.1 远程控制

5.2.1.1 通信接口：标配 RS485，可选配以太网（TCP/IP）、LoRa（传输距离 $\geq 3\text{km}$ ）。

5.2.1.2 控制指令响应：从接收指令到执行动作延迟 $\leq 100\text{ms}$ 。

5.2.1.3 数据刷新周期： $\leq 500\text{ms}$ 。

5.2.2 故障诊断

5.2.2.1 可诊断故障类型 ≥ 15 种（包括过流、过热、堵转、传感器故障等）。

5.2.2.2 故障报警输出：继电器触点（AC250V/5A）+ 声光报警（85dB@1m）。

5.2.2.3 故障记录：存储最近 100 条故障信息（含时间戳）。

5.2.3 状态监测

5.2.3.1 监测参数：输出扭矩（精度 $\pm 2\%$ FS）、绕组温度（ -40°C – 150°C ，精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ）、阀门开度（ $\pm 0.1^{\circ}$ ）、累计运行时间。

5.2.3.2 数据存储：内置 Flash 存储器，断电保存 ≥ 10 年。

5.2.4 能量管理

5.2.4.1 电动执行器：待机功耗 $\leq 5\text{W}$ ，制动能耗回收效率 $\geq 30\%$ 。

5.2.4.2 气动执行器：气源耗量 $\leq 0.3\text{L}$ /循环（标准状态）。

5.3 环境适应性

5.3.1 温度范围

5.3.1.1 工作环境： -30°C – $+70^{\circ}\text{C}$ （电动）； -20°C – $+80^{\circ}\text{C}$ （气动）。

5.3.1.2 存储环境： -40°C – $+85^{\circ}\text{C}$ （无凝结）。

5.3.2 环境耐受性

5.3.2.1 相对湿度：5%-95% RH（无凝结）。

5.3.2.2 振动环境：10Hz-150Hz，加速度 10m/s^2 （三个轴向各 2 小时）。

5.3.2.3 冲击： 50m/s^2 ，11ms 脉冲（三个轴向各 3 次）。

5.3.3 防护等级

5.3.3.1 室内安装：IP65（粉尘防护 + 低压喷水）。

5.3.3.2 室外/潮湿环境：IP67（短时浸水 1m/30min）。

5.3.3.3 水下安装（特殊型）：IP68（水深 5m/24h）。

5.3.3.4 符合 GB 4208-2017 的要求。

5.4 电气安全

5.4.1 绝缘性能

5.4.1.1 绕组对地绝缘电阻： $\geq 100\text{M}\Omega$ （500V 兆欧表）。

5.4.1.2 工频耐压：1500VAC/1min（导电部分与外壳间无击穿）。

5.4.2 接地保护

5.4.2.1 保护接地电阻： $\leq 0.1\Omega$ 。

5.4.2.2 接地端子：M6 铜质螺栓，截面积 $\geq 2.5\text{mm}^2$ 黄绿线。

5.4.3 电磁兼容

5.4.3.1 静电放电抗扰度：接触放电 $\pm 6\text{kV}$ ，空气放电 $\pm 8\text{kV}$ 。

5.4.3.2 射频电磁场辐射抗扰度： 10V/m 。

5.4.3.3 发射限值：传导 $\leq 40\text{dB}\mu\text{V}$ ，辐射 $\leq 54\text{dB}\mu\text{V/m}$ 。

5.5 机械结构要求

5.5.1 外壳强度

5.5.1.1 壳体采用不锈钢 304 材质，壁厚 $\geq 8\text{mm}$ 。

5.5.1.2 承受 1000N 静压力作用 30s，无明显变形或裂纹。

5.5.1.3 表面涂层附着力达到 GB/T 9286-2021 中 2 级要求，耐盐雾试验 ≥ 500 小时（中性盐雾，GB/T 10125-2021）。

5.5.2 传动系统

5.5.2.1 齿轮传动：齿轮精度不低于 GB/T 10095.2-2008 中的 6 级。

5.5.2.2 轴承寿命： ≥ 15000 小时（额定负载下）。

5.5.2.3 减速箱密封：在 1.5 倍额定转速下运行 30 分钟，无渗漏油现象，渗油量 $\leq 0.5\text{mL/h}$ 。

5.6 电源适应性要求

5.6.1.1 交流电源：额定电压 $\text{AC}220\text{V}\pm 10\%$ 、 $\text{AC}380\text{V}\pm 10\%$ ，频率 $50\text{Hz}\pm 2\%$ 。

5.6.1.2 直流电源：额定电压 $\text{DC}24\text{V}\pm 20\%$ 。

5.6.1.3 电压波动适应性：在额定电压的 85%-110% 范围内，执行器能正常工作。

5.6.1.4 电源中断处理：断电后再次通电，能自动恢复到断电前的工作状态，且数据不丢失。

5.7 接口连接要求

5.7.1 电气接口

5.7.1.1 控制信号接口：M16×1.5 防水接头，接触电阻 $\leq 0.01\Omega$ 。

5.7.1.2 电源接口：M20×1.5 防水接头，额定电流 $\geq 10A$ 。

5.7.1.3 接线端子：采用铜质材料，导电截面积 $\geq 2.5\text{mm}^2$ ，耐温 $\geq 105^\circ\text{C}$ 。

5.7.2 机械接口

5.7.2.1 与阀门连接法兰：符合 GB/T 9124.1，法兰面平面度 $\leq 0.1\text{mm}/100\text{mm}$ 。

5.7.2.2 输出轴：公差等级 IT6，表面粗糙度 $R_a \leq 1.6\mu\text{m}$ 。

5.7.2.3 连接螺栓：8.8 级高强度螺栓，预紧力矩符合 GB/T 16823.1 规定。

6 试验方法

6.1 性能测试

6.1.1 可靠性试验

6.1.1.1 电动执行器：在额定负载下，以 12 次 / 小时的频率连续运行 5000 次，记录运行状态。

6.1.1.2 气动执行器：采用 0.6MPa 洁净气源，进行 100 万次循环测试，每 10 万次检测泄漏量。

6.1.2 精度校准

6.1.2.1 使用标准信号发生器(精度 0.02%)输入 4-20mA 信号，用激光位移传感器(精度 $\pm 0.01\text{mm}$)测量实际位置。

6.1.2.2 计算全行程范围内 5 个测试点 (0%、25%、50%、75%、100%) 的误差值。

6.1.3 响应测试

6.1.3.1 用示波器(带宽 $\geq 100\text{MHz}$)同时监测输入信号与位置反馈信号，计算阶跃响应时间和超调量。

6.1.3.2 气动执行器测试时，需用流量计(精度 $\pm 1\%$)监测气源耗量。

6.2 环境试验

6.2.1 高低温试验

6.2.1.1 低温： -30°C 保持 4 小时，通电运行 30 分钟。

6.2.1.2 高温： $+70^\circ\text{C}$ 保持 4 小时，通电运行 30 分钟。

6.2.1.3 温度循环： $-30^\circ\text{C} \rightarrow +70^\circ\text{C}$ ，10 个循环，每个循环 8 小时。

6.2.2 防护等级测试

6.2.2.1 IP65：用直径 6.3mm 喷嘴，距离 3m，以 12.5L/min 流量喷水 3 分钟。

6.2.2.2 IP67：将样品浸入 1m 深清水，保持 30 分钟，取出后检测内部是否进水。

6.3 电气安全测试

6.3.1 绝缘电阻

6.3.1.1 测试仪器：500V 兆欧表，精度 $\pm 5\%$ 。

6.3.1.2 测试点：绕组与外壳、不同绕组间，读数稳定后记录数值。

6.3.2 电磁兼容测试

6.3.2.1 在 3m 法电波暗室进行辐射发射测试。

6.3.2.2 抗扰度测试采用 ALSE 法，按照 GB/T 17626.2 规定的测试等级施加干扰。

6.4 机械结构测试

6.4.1 外壳强度测试

6.4.1.1 静压力测试：使用压力试验机对壳体施加 1000N 静压力，持续 30s，用百分表测量变形量。

6.4.1.2 涂层附着力测试：按照 GB/T 9286-2021 中的划格法，划格间距 2mm，用胶带粘贴后检查涂层脱落情况。

6.4.1.3 盐雾试验：将样品放入盐雾箱，浓度 5% NaCl 溶液，温度 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，连续喷雾 500 小时，测试后检查涂层腐蚀情况。

6.4.2 传动系统测试

6.4.2.1 齿轮精度检测：使用齿轮测量中心检测齿轮的齿距偏差、齿廓偏差等参数。

6.4.2.2 轴承寿命试验：在额定负载、额定转速下连续运行 15000 小时，检测轴承的振动、温度及间隙变化。

6.4.2.3 密封性能测试：将减速箱注满 20# 机械油，在 1.5 倍额定转速下运行 30 分钟，用称重法测量渗油量。

6.5 电源适应性测试

6.5.1.1 电压波动测试：使用交流稳压电源，分别在 85%、100%、110%额定电压下，测试执行器的各项功能是否正常。

6.5.1.2 频率波动测试：在额定电压下，频率分别为 49Hz、50Hz、51Hz 时，测量执行器的输出扭矩和转速偏差。

6.5.1.3 断电恢复测试：模拟电源中断 10 次（每次中断 30s，间隔 5min），检查执行器是否能正确恢复工作状态和数据。

6.6 接口连接测试

6.6.1 电气接口测试

6.6.1.1 接触电阻测试：使用微欧计测量接口的接触电阻。

6.6.1.2 防水性能测试：将接口部分浸入 1m 深水中 30 分钟，测试绝缘电阻是否符合要求。

6.6.1.3 插拔寿命测试：对接口进行 500 次插拔操作后，检查接触是否良好。

6.6.2 机械接口测试

6.6.2.1 法兰平面度测试：使用平板和百分表测量法兰面的平面度误差。

6.6.2.2 输出轴精度测试：使用圆度仪和粗糙度仪测量输出轴的公差和表面粗糙度。

6.6.2.3 螺栓预紧测试：使用扭矩扳手按照规定的预紧力矩紧固螺栓，检查是否有滑丝、断裂等现象。

7 检验规则

7.1 总则

执行器应经过生产厂技术检验部门检验合格后，并附有产品质量合格的文件或标记方可出厂。

7.2 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.3 出厂检验

7.3.1 每批中抽取 1% 检验，最少抽 5 件。

7.3.2 项目外观检查（无划痕、油漆脱落，标识清晰），基本性能（动作可靠性 10 次循环、控制精度、响应时间），绝缘电阻（ $\geq 50M\Omega$ ），通信功能（数据传输正确性）。若有一项或一项以上检验结果不合格，则该批执行器应按不合格项目 100% 的检查，剔除不合格品。

7.4 型式检验

7.4.1 当有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产的鉴定；
- b) 当结构、工艺、材料改变，产品性能有极大变化时；
- c) 正常生产时，每两年进行一次检验；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构或用户提出要求时。

7.4.2 型式检验项目为技术要求中的全部项目。

7.4.3 型式检验样品由出厂检验合格品中随机抽取，数量不得少于 9 套。

7.4.4 执行器的型式检验必须全部符合技术条件的要求。如有一个项目（可靠性除外）不合格时，可重新抽取加倍数量，就该不合格项目进行复检。如仍有不合格时，则该批产品判为不合格。可靠性试验不合格时，不允许重新加倍抽样复检，直接判为不合格。

8 标志和包装

8.1 标志

8.1.1 执行器的醒目位置必须具有永久性标识（制造编号），在使用期内，标识应保持清晰可认。

8.1.2 包装箱上的包装储运图示标志按 GB/T 191 的规定选择使用。

8.1.3 包装箱外表面应明显地标明：

- a) 产品名称；
- b) 制造厂的商标或厂标；
- c) 执行的产品标准编号；
- d) 制造厂名；
- e) 制造厂址；
- f) 箱内数量；
- g) 装箱日期；
- h) 包装箱外形尺寸：长×宽×高，单位为毫米（mm）。

8.2 包装

8.2.1 执行器在包装时应装有防护零件（球头保护帽），以防止执行器球头被碰伤符合 GB/T 13384-2016 的要求。

8.2.2 包装箱整箱全部用塑料薄膜封好，包装应牢固，箱内应有：

- a) 产品合格证；

b) 装箱单及备件。

8.2.3 包装应能保证执行器在运输途中不会受到损坏、受潮和脏物进入，并应有防雨、防潮、小心轻放和请勿倒置等常规标志。

9 运输和贮存

9.1 运输过程中应该轻拿轻放，不得野蛮装卸。

9.2 执行器不得和酸碱及其他能引起产品锈蚀的化学药品放在一起运输和保存，并应在运输中不会受到损伤和受潮。

9.3 执行器应放在干燥通风的仓库内，在正常保管情况下，自出厂之日起，制造厂应保证产品在一年内不致锈蚀。

10 质量承诺

10.1 执行器自发货日期起的 18 个月，在产品说明书规定的正常操作条件下，因材料缺陷、制造质量缺陷、设计等原因造成的损坏，制造商负责免费保修或更换整台产品。

10.2 如因操作不当或外部不可抗拒的因素所造成的非质量问题导致产品故障，应根据用户的需求协助维修。
