

ICS 27.100

N 16

备案号: 15341-2005

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 641 — 2005

代替 DL/T 641 — 1997

电站阀门电动执行机构

Electric valve actuators for power plant

2005-02-14 发布

2005-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 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 分类及型式.....	2
5 技术要求.....	3
6 选型.....	5
7 试验方法.....	6
8 检验规则.....	9
9 标志、包装运输及贮存.....	10
附录 A（规范性附录） 开关型电动执行机构寿命试验方法.....	12
附录 B（规范性附录） 调节型电动执行机构寿命试验方法.....	14

前 言

本标准是根据原国家经贸委《关于下达 2000 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力 [2000] 70 号文）的安排，对 DL/T 641—1997《电站阀门电动装置》进行修订的。

本标准在修订时参照了机械行业标准 JB/T 8219—1995《工业过程测量和控制系统用电动执行机构》以及国外电动执行机构先进产品的相应技术要求。

本标准与 DL/T 641—1997 版比较有以下一些主要变化：

- 考虑了电动机控制的多种方式和对输出速度的特殊要求，删除了“电触点控制，单一转速式”的限制；
- 重新规定了“控制转矩”、“堵转转矩”、“设置转矩”及“输出转速”等术语，增加了“全行程时间”、“基本误差”、“回差”、“死区”、“功率控制部分”、“比例式电动执行机构”、“积分式电动执行机构”、“智能型电动执行机构”等术语；
- 将技术要求分成了 5.2 通用技术要求和 5.3 配有功率控制部分的电动执行机构技术要求等两部分；
- 在 5.2 通用技术要求中，对电动机、接地螺栓、最大转矩、控制转矩、寿命试验的规定及其试验方法进行了修改，并增加了防护等级、输出位置信号、振动的规定及其试验方法；
- 规定了介电试验为抽查试验，取消了“启动转矩试验”项目以及出厂试验、抽查试验项目中的“爬电距离和电气间隙检查”内容；
- 在 5.3 配有功率控制部分的电动执行机构技术要求中，对电动执行机构的基本误差、回差、死区、阻尼特性、耐振性能及稳定性进行了规定；
- 增加了第 6 部分电站阀门电动执行机构选型，即功能、配置和配套方面的内容。

本标准实施后代替 DL/T 641—1997。

本标准的附录 A、附录 B 是规范性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业热工自动化标准化技术委员会归口并解释。

本标准主要起草单位：扬州电力设备修造厂、江苏省电力公司、江苏省电力试验研究所。

本标准主要起草人：刘伟军、龚桂森、刘今、陈江华。

电站阀门电动执行机构

1 范围

本标准规定了各类电站阀门用电动执行机构（以下简称电动执行机构），包括功率控制部分的术语、型式、技术要求、选型、试验方法、检验规则、标志、包装运输和贮存等的技术要求。

本标准适用于以电动机驱动的不同型式的关断阀门、调节阀门及挡板等的电动执行机构。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 755 旋转电机定额和性能

GB/T 997 电机结构及安装型式代号

GB/T 3797 电控设备 第二部分：装有电子器件的电控设备

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 12222 多回转阀门驱动装置的连接

GB/T 12223 部分回转阀门驱动装置的连接

GB/T 13306 标牌

JB/T 8218 执行器术语

JB/T 10308.3 测量和控制数字数据通信工业控制系统用现场总线

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准；本标准采用的其他术语和定义参见 JB/T 8218。

3.1

额定转矩 normal torque

转矩设计给定值。

3.2

控制转矩 tripping torque

在开、关两个方向，转矩控制机构所能控制的转矩范围值，又称为切断转矩。

控制转矩有最大控制转矩和最小控制转矩之分。最大控制转矩即为转矩控制机构所能控制的最大转矩；最小控制转矩即为转矩控制机构所能控制的最小转矩。

3.3

堵转转矩 locked torque

电动机转子被堵住时电动执行机构输出的转矩。

3.4

设置转矩 setting torque

根据用户的要求，出厂前调整的电动执行机构控制转矩值。

3.5

输出转速 output speed

设计给定值为电动执行机构输出轴的转动速度。

3.6

全行程时间 **rated travel time**

为电动执行机构从“全关”位置运行至“全开”位置或从“0%”行程运行至“100%”行程所需时间。

3.7

基本误差 **intrinsic error**

在规定的参比条件下，实际的行程特性曲线与规定的行程特性曲线之间的最大差值，以额定行程的百分数表示。

3.8

回差 **hysteresis plus dead band**

在额定行程范围内，同一输入信号上升和下降的两个相应行程值间的最大差值，以额定行程的百分数表示。

3.9

死区 **dead band**

输入信号正反方向变化不致引起行程有任何变化的有限区间，以信号值范围的百分数表示。

3.10

功率控制部分 **power control component**

一种将输入电信号转换放大，以控制电动机启动、停止和旋转方向的电气装置。

3.11

比例式电动执行机构 **proportional electric actuator**

输出的位移与输入信号成比例关系，配有功率控制部分的电动执行机构。

3.12

积分式电动执行机构 **integral electric actuator**

输出的位移与输入信号成积分关系，配有功率控制部分的电动执行机构。

3.13

智能型电动执行机构 **intelligent electric actuator**

配有功率控制部分、微处理器及可加装数字通信接口，具有闭环控制功能，并能够进行故障诊断的电动执行机构。

4 分类及型式

4.1 按电动执行机构输出位移的型式分

- a) 多回转电动执行机构（直行程执行机构）；
- b) 部分回转电动执行机构。

4.2 按工作制式分

- a) 开关型电动执行机构。

工作制式¹⁾为S2工作制，时间定额为10，15，30min。

1) 按GB755 旋转电动机的基本技术要求，其定义如下：

S2 工作制——短时工作制，在恒定负载下按给定的时间运行，电动机在该时间内不足以达到热稳定，随之即停机断能，其时间足以使电动机再度冷却到与冷却介质温度之差在2K以内。

S4 工作制——包括启动的断续周期工作制，按一系列相同的工作周期运行，每一周期包括一段对温升有显著影响的启动时间、一段恒定负载运行时间和一段停机断能时间。

S5 工作制——包括电制动的断续周期工作制，按一系列相同的工作周期运行，每一周期包括一段启动时间、一段恒定负载运行时间、一段快速电制动时间和一段停机断能时间。

b) 调节型电动执行机构。

工作制为 S4 或 S5 工作制，负载持续率 10%~80%，工作次数按电动机功率分为 1200，900，600 次/h 或更高。

4.3 配有功率控制部分时按控制方式分

- a) 积分式电动执行机构；
- b) 比例式电动执行机构。

5 技术要求

5.1 电动执行机构的构成

- a) 电动机；
- b) 减速传动机构；
- c) 转矩控制（机械式或电子式）；
- d) 行程控制（机械式或电子式）；
- e) 位置指示（机械式或电子式）；
- f) 位置信号反馈（用户要求时提供）；
- g) 手动操作机构；
- h) 手—电动切换；
- i) 功率控制（用户要求时提供）。

5.2 电动执行机构通用技术要求

5.2.1 电动执行机构应符合本标准，并按照经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。

5.2.2 电动执行机构应在下列条件下正常工作：

- a) 环境条件。
 - 1) 海拔应不高于 1000m；
 - 2) 工作环境温度：
 - 开关型电动执行机构 $-20^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$
 - 调节型电动执行机构 $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$
 - 3) 工作环境相对湿度不大于 90%（25℃）；
 - 4) 工作环境不含有强腐蚀性、易燃、易爆的介质。
- b) 电源条件。
 - 1) 电压额定值：
 - 三相 $380\times(1\pm 10\%)$ V
 - 单相 $220\times(1\pm 10\%)$ V
 - 2) 频率值 $50\times(1\pm 1\%)$ Hz。
- c) 特殊条件。

特殊电源条件和特殊环境条件中使用的电动执行机构可另行规定。

5.2.3 电动执行机构与阀门的连接型式和尺寸应符合 GB 12222 和 GB 12223 的规定。用户有特殊要求时，可按合同约定的要求执行。

5.2.4 电动执行机构配用的电动机应能满足电动执行机构的各项性能要求。

5.2.5 电动执行机构外表面应平整、光滑，不得有裂纹、毛刺及磕碰等影响外观质量的缺陷，表面涂漆层应附着牢固、平整、光滑、色泽均匀，无油污、压痕和其他机械损伤。

5.2.6 电动执行机构接线部分应有接地螺钉及标志。

5.2.7 电动执行机构手动操作机构应有开关方向指示，宜为面向手轮顺时针为“关”，逆时针为“开”。

5.2.8 电动执行机构的一般电气技术要求应符合 GB/T 997，GB 755 和 GB/T 3797 要求，电动执行机构

的电气接线应符合接线图的要求，布线光滑平整，固定牢固，导线不得开裂，绝缘层不得损伤。电动执行机构的动力电源和控制信号的进线应分开。

5.2.9 电动执行机构各裸露带电回路之间，以及带电零部件与导电零部件或接地零部件之间（不包括印刷电路板）的电气间隙和爬电距离应符合表 1 的规定。

表 1 电气间隙和爬电距离

额定电压 U_1 (交流有效值) V	电气间隙 mm	爬电距离 mm
≤ 60	≥ 2	≥ 3
$60 < U_1 \leq 250$	≥ 3	≥ 4
$250 < U_1 < 500$	≥ 4	≥ 6

5.2.10 电动执行机构配置现场位置指示机构时，该指示机构指针的指向应与输出轴的开关旋向一致，并且运行中无停顿、滞后现象，旋转角度范围应为 $80^\circ \sim 280^\circ$ 。

5.2.11 电动执行机构配置位置发送器时，所供电源电压应为直流 $12V \sim 30V$ ，其输出位置信号应为 $(4 \sim 20)$ mA DC，与电动执行机构最终输出实际位移的误差应不大于输出位置信号示值范围的 $\pm 1\%$ 。

5.2.12 电动执行机构在空载下的噪声，用声级计计量应不大于声压级 75dB (A)。

5.2.13 电动执行机构所有载流部分与外壳间的绝缘电阻应不低于 $20M\Omega$ 。

5.2.14 电动执行机构应能承受频率为 50Hz，电压为表 2 规定的正弦交流电，历时 1min 的介电试验，在试验过程中不应发生绝缘击穿、表面闪络、泄漏电流明显增大或电压突然下降等现象。

表 2 试验电压

额定电压 U_1 (交流有效值) V	试验电压 V
≤ 60	500
$60 < U_1 \leq 125$	1000
$125 < U_1 \leq 250$	$2U_1 + 1000$
$250 < U_1 \leq 500$	

5.2.15 手—电动切换机构应灵活可靠，电动时手轮不得转动（摩擦力带动除外）。

5.2.16 电动执行机构的最大控制转矩应不小于额定转矩。最小控制转矩应不大于额定转矩，同时应不大于最大控制转矩的 50%。

5.2.17 设置转矩应不大于最大控制转矩，不小于最小控制转矩。若用户未提出转矩要求，则设置转矩应为最小控制转矩。

5.2.18 电动执行机构的堵转转矩应大于最大控制转矩的 1.1 倍。

5.2.19 电动执行机构的转矩控制部分应灵敏可靠，并能调整输出控制转矩的大小，控制转矩的重复精度应符合表 3 的规定。

表 3 控制转矩重复精度

电动执行机构类型	控制转矩重复精度 %
多回转	$\leq \pm 7$
部分回转	$\leq \pm 10$

5.2.20 电动执行机构的行程控制机构应灵敏可靠，控制输出轴的位置重复偏差应符合表 4 的规定，并应有调整“开”和“关”位置的标志。

表 4 位置重复偏差

电动执行机构类型	位置重复偏差
多回转	$\pm 5^\circ$
部分回转	$\pm 1^\circ$

5.2.21 电动执行机构瞬时承受表 5 中所规定的负载时，所有承载零件不应有变形损坏现象。

5.2.22 开关型电动执行机构应能承受无故障 1 万次连续运行工作的寿命试验，调节型电动执行机构应能承受无故障 20 万次连续运行工作的寿命试验。

5.3 配有功率控制部分的电动执行机构技术要求

5.3.1 配有功率控制部分的电动执行机构应包括比例式和积分式电动执行机构。

5.3.2 配有功率控制部分的电动执行机构应符合 5.2 中的各项技术要求。

5.3.3 电动执行机构的基本误差应不大于 $\pm 1.0\%$ 。

5.3.4 电动执行机构的回差应不大于 1.0%。

5.3.5 比例式电动执行机构的死区应不大于输入指令信号量程的 1%。

表 5 负载要求

大控制转矩 Nm	负载要求
≤ 4000	2 倍最大控制转矩或轴向允许承受的推力
> 4000	1.8 倍最大控制转矩或轴向允许承受的推力

5.3.6 比例式电动执行机构的阻尼特性应不大于 3 次半周期。

5.3.7 电动执行机构应能承受频率为 (10~150) Hz，振幅为 0.15mm，持续 30min 的振动试验，输出位置信号变化应不大于位置信号示值的 $\pm 1\%$ 。电动执行机构零件不损坏，不松动。

5.3.8 电动执行机构在经 48h 无故障运行后，其基本误差、回差、死区及阻尼特性均应符合 5.3.2~5.3.5 的要求。

6 选型

6.1 电动执行机构的功能要求

6.1.1 在本标准 5.2.2 所规定的工作条件下，电动执行机构的性能应符合本标准第 5 部分的规定。

6.1.2 电动执行机构的防护等级：户内应不低于 IP55（不带机械制动）和 IP54（带机械制动），户外应不低于 IP65。

6.1.3 对电动执行机构实施手动操作时，在达到电动执行机构最大控制转矩情况下，作用于手轮上的操作转矩应不小于 15Nm，手轮（柄）的结构应能承受附加杠杆的驱动。

6.1.4 开关型电动执行机构应具备以下功能：

- 输出表示全开、全关及至少一个中间位置的状态信号；
- 在负载超出最大控制转矩时，输出开、关行程方向的转矩过载的状态信号；
- 输出表示运动状态的远传闪光信号；
- 输出表示阀门位置的电阻信号或 (4~20) mA DC 电流信号。

6.1.5 调节型电动执行机构应具备以下功能：

- a) 输出表示全开、全关位置的状态信号;
 - b) 在负载超出最大控制转矩时, 输出开、关行程方向的转矩过载的状态信号;
 - c) 输出表示阀门位置的(4~20) mA DC 电流信号, 其负载能力应不小于 650 Ω ;
 - d) 电动机应配置热保护元件。
- 6.1.6 配有功率控制部分的电动执行机构应具备以下功能:
- a) 调节型电动执行机构应能接受下列型式的输入信号:
 - 1) (4~20) mA DC 模拟量信号, 输入阻抗不大于 250 Ω ;
 - 2) 24V DC 脉冲量信号, 脉冲宽度大于 300ms;
 - 3) 触点信号。
 - b) 开关型电动执行机构应能接受下列型式的输入信号:
 - 1) 触点信号;
 - 2) 24V DC 开关量信号。
 - c) 实现远方和就地操作控制及远方和就地之间的切换。
 - d) 就地操作控制部分须有防护措施, 以防止误操作。
 - e) 输入电源的过电流保护。
 - f) 在电源中断时应保持不动。
 - g) 在控制信号中断时应保持不动或回到安全位置。
- 6.1.7 智能型电动执行机构应具备以下功能:
- a) 配有功率控制部分的电动执行机构的所有功能;
 - b) 通过显示各种符号、数字、文字的人机界面进行参数设置、调试和故障诊断;
 - c) 通过死区自适应或其他方式, 在各种运行工况下均不发生振荡;
 - d) 防止电动机惰走;
 - e) 对输入的三相电源自动进行相序纠正;
 - f) 发生故障时应停止在原位置, 并给出故障状态信号;
 - g) 紧急操作阀门关闭和开启的功能;
 - h) 具有现场总线的通信接口, 并符合 JB/T 10308.3 的要求。
- 6.2 电动执行机构与阀门的配套
- 6.2.1 电动执行机构与阀门配套时, 其控制转矩应满足下列条件:
- a) 电动执行机构输出的最大控制转矩应大于阀门在工作状态时开启或关闭所需的转矩;
 - b) 电动执行机构输出的最小控制转矩应小于阀门在工作状态时开启或关闭所需的转矩;
 - c) 调节型电动执行机构输出的最小控制转矩应不小于调节阀或调节挡板中间位置的运行转矩。
- 6.2.2 电动执行机构与阀门配套时, 其额定行程应满足下列条件:
- a) 电动执行机构的额定行程应不小于阀门的最大行程;
 - b) 电动执行机构的额定行程范围值应可调整。
- 6.2.3 双速运行的阀门应配套下列形式的双速电动执行机构:
- a) 双电动机电动执行机构;
 - b) 变极双速电动机电动执行机构;
 - c) 变频调速电动执行机构。

7 试验方法

7.1 通用技术要求试验部分

7.1.1 试验电源均为额定电压和额定频率。

7.1.2 外壳防护性能试验按 GB 4208 的规定进行, 结果应符合 6.1.2 的规定。

7.1.3 外表面油漆、接地螺钉和电气接线的检查用目视检查，应符合 5.2.5、5.2.6、5.2.8 和 5.2.9 的规定。

7.1.4 手轮检查，结果应符合 5.2.7 的规定。

7.1.5 位置指示机构检查，把电动执行机构安装在试验台上，位置指示机构的指针调至阀门“全关”位置，空载启动电动执行机构，检查指针与输出轴转动方向，当达到规定的转圈数时（例如阀门“全开”位置），指针的转动过程及位置应符合 5.2.10 的规定，试验次数不少于三次。

7.1.6 输出位置信号检查，将电动执行机构的输出位置信号调整为 4mA，作为“0%”位置，即“全关”位置，空载启动电动执行机构使最终输出位移达到规定行程值时，作为“100%”位置，即“全开”位置，将输出位置信号调整为 20mA，然后启动电动执行机构分别至全行程开度的 0%、25%、50%、75%、100%位置，分别测量各输出位置信号值，并按式（1）计算：

$$\Delta_0 = \frac{|I_0 - I_1|}{I} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

Δ_0 —— 输出位置信号偏差，%；

I_1 —— 实测输出位置信号，mA；

I_0 —— 理论输出位置信号，mA；

I —— 输出位置信号范围，mA [量程为（4~20）mA 时， $I=16\text{mA}$]。

其计算结果应符合本标准 5.2.11 的规定。试验在输出位置信号增长和信号减小两个方向上各测量三次，抽查检验允许每个方向测量一次。

7.1.7 噪声检查按 GB/T 3797 的规定进行，其结果应符合 5.2.12 的规定。

7.1.8 绝缘电阻检查，断开电动执行机构电源，将端子或插件上相应触点短接，用 500V 直流电压的绝缘电阻表测量端子或插件与电动执行机构外壳间的绝缘电阻，其阻值应符合 5.2.13 的规定。

7.1.9 介电检查，断开电动执行机构电源，将端子或插件上各相应触点分别短接，然后将 5.2.14 规定的电压与频率加在端子或插件与电动执行机构外壳之间。试验时，电压应从零缓慢地上升到规定值，并保持 1min，其结果应符合 5.2.14 的规定；然后将试验电压缓慢地下降到零，断开试验电源。抽查检验的时间为 1s。

7.1.10 手—电动切换检查，有空载切换检查和加载切换检查。

- a) 空载切换检查，将电动执行机构从电动切换到手动状态，转动手轮使输出轴顺时针、逆时针方向转动不小于一圈，启动电动执行机构使输出轴正、反向转动不小于一圈。各重复三次，均应符合 5.2.15 的规定。
- b) 加载切换检查，将电动执行机构安装在试验台上，分别调整开、关方向的控制转矩至最小控制转矩，启动电动执行机构并逐渐加载，直至转矩控制机构动作，停止后不卸载，重复 a) 的试验，也应符合 5.2.15 的规定。

7.1.11 控制转矩试验，将电动执行机构安装在试验台上，做下列试验：

- a) 最大控制转矩试验。将转矩控制机构在开、关方向分别调至最大控制转矩，启动电动执行机构并逐渐加载，直至转矩控制机构动作，此时的输出转矩值应符合 5.2.16 的规定，开、关方向各测量三次。
- b) 设置转矩试验。将转矩控制机构在开、关方向分别调至设置转矩，启动电动执行机构并逐渐加载，直至转矩控制机构动作，此时的输出转矩值应符合 5.2.17 的规定，开、关方向各测量三次。
- c) 最小控制转矩试验。将转矩控制机构在开、关方向分别调至最小控制转矩，启动电动执行机构，并逐渐加载，直至转矩控制机构动作，此时的输出转矩值应符合 5.2.16 的规定，开、关方向各测量三次。

7.1.12 堵转转矩试验，将电动执行机构安装在试验台上，使转矩控制机构不起作用，电动执行机构启动后并逐渐加载，直至电动机停止转动为止，此时的输出转矩应符合 5.2.18 的规定。

7.1.13 控制转矩的重复偏差试验。

- a) 将电动执行机构安装在试验台上，将转矩控制机构在开、关方向分别调至最大控制转矩，在开、关方向分别空载启动电动执行机构，逐渐加载直至转矩控制机构动作，测量输出转矩值。
- b) 开、关方向各测量三次，三次测量的平均值为转矩控制机构的整定基准值，所测得的最大值为最大实测值，并按式(2)计算控制转矩的重复精度：

$$\delta_0 = \frac{M_s - M_z}{M_z} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ_0 ——输出转矩的重复精度，%；

M_s ——最大实测值，Nm；

M_z ——转矩控制机构整定值，Nm。

- c) 测试结果应符合 5.2.19 的规定。

7.1.14 行程控制输出轴角度的重复偏差试验。

- a) 将电动执行机构安装在试验台上，把行程控制机构的开、关调至两个动作位置（相当于阀门“全开”和“全关”位置）。
- b) 启动电动执行机构，加载至最小控制转矩，由行程控制机构使电动执行机构分别停止在“全开”和“全关”位置，以此位置作为基准。
- c) 启动电动执行机构，载荷不变，全开、全关分别运行三次，每次停止位置与基准位置偏差均应符合 5.2.20 的规定。

7.1.15 强度试验，将电动执行机构安装在试验台上，做下列试验：

- a) 电动执行机构仅承受转矩情况下，使转矩机构不起作用，用大功率电动机或手轮使电动执行机构输出表 5 规定的转矩值，持续时间不少于 0.5s 后立即卸载，解体检查电动执行机构所有承载零件应符合 5.2.21 的规定。
- b) 电动执行机构同时承受转矩和推力情况下，使输出轴轴线方向承受表 5 所规定的推力值。持续时间不少于 0.5s 后立即卸载，解体检查电动执行机构所有承载零件应符合 5.2.21 规定。

7.1.16 寿命试验，电动执行机构寿命试验按附录 A 或附录 B 的规定进行，其结果应符合 5.2.22 的规定。

7.2 配有功率控制部分的电动执行机构的试验

7.2.1 试验规定

- a) 试验时被测产品处于正常安装位置；
- b) 试验时输入信号增大时的行程方向为开行程，输入信号减小时的行程方向为关行程；
- c) 除非另有规定，试验测量点应为电动执行机构全行程的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点。

7.2.2 基本误差试验

- a) 比例式电动执行机构的基本误差，将输入信号缓慢增大或减小，并在开、关行程方向记录输入信号值和输出轴的行程值，按式(3)计算基本误差：

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

δ ——基本误差，%；

L_1 ——输出轴行程的实测值，(°)（部分回转），mm（直行程），r（多回转）；

L_0 ——输出轴行程的约定真值，(°)（部分回转），mm（直行程），r（多回转）；

L ——输出轴额定行程，(°)（部分回转），mm（直行程），r（多回转）。

每个测量点上每次测量值的基本误差均不应超过 5.3.3 的规定。

- b) 积分式电动执行机构的基本误差，以手动方式操作电动执行机构，使位置发送器信号缓慢增大

或减小，并在开、关行程方向记录位置信号和输出轴的行程值，同样按式（3）计算基本误差。每个测量点上每次测量值的基本误差均不应超过 5.3.3 的规定。

7.2.3 回差试验

电动执行机构的回差由 7.2.2 中所测得的各测量点的开、关行程方向基本误差之间最大代数差的绝对值来确定。其值不应超过 5.3.4 的规定。

7.2.4 死区试验

比例式电动执行机构的死区应在额定行程 25%、50%、75% 三点上按下列步骤测量：

- a) 慢改变（增大或减小）输入信号，直至输出轴有一个可觉察的行程变化，并记录此时输入信号值 I_1 ；
- b) 相反方向上缓慢改变输入信号，直至输出轴有一个可觉察的行程变化，并记录此时输入信号值 I_2 ；
- c) 按式（4）计算死区：

$$\Delta = \frac{|I_1 - I_2|}{I} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

Δ ——死区，%；

I_1 、 I_2 ——实测输出位置信号，mA；

I ——输出位置信号范围，mA。

其值不应超过 5.3.5 的规定。

7.2.5 阻尼特性试验

对比比例式电动执行机构分别输入量程的 25%、50%、75% 的阶跃信号，观察输出轴在开、关两个行程方向上摆动的半周期次数。摆动的半周期次数应符合 5.3.6 的规定。

7.2.6 振动试验

将电动执行机构安装在振动试验台上，以 10Hz~150Hz 的频率分别在三个相互垂直方向上进行扫频振动，寻找共振点，然后在其共振频率上分别进行 30min 的耐振试验。如果无共振点，则在 150Hz 频率进行 30min 的耐振试验，试验中测量输出位置信号，其变化量应符合本标准 5.3.6 的规定。试验后，检查执行机构，应符合 5.3.7 的规定。

7.2.7 稳定性试验

使电动执行机构在额定行程的 50% 附近，以接通持续率为 20%~50%，每小时接通次数为 (580±50) 次运行 48h，试验后重新测量 7.2.2~7.2.5 规定的性能，应符合 5.3.8 的规定。

8 检验规则

8.1 出厂检验

每台电动执行机构均应进行出厂检验，检验项目和技术要求按表 6 的规定，全部出厂检验项目检验合格后由质检部门签发产品合格证明书。

8.2 抽查检验

8.2.1 抽查检验应从生产厂质检部门检查合格的电动执行机构中随机抽样，抽样数一般不应少于批量的 3%。

8.2.2 抽查检验的项目和技术要求按表 6 的规定，如有一台不合格应加倍抽检，对不合格的项目进行重新检验，如仍不合格，应逐台检验。

8.3 型式试验

对产品进行全面的性能和质量检验，验证该产品是否符合本标准的要求。进行型式试验的产品必须是经过出厂检验合格后的产品。

8.3.1 有下列情况之一者，应进行型式试验：

- a) 试制新的电动执行机构；
- b) 电动执行机构的设计、工艺材料等方面有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 电动执行机构正常生产时，每5年进行一次；
- d) 停产5年以上的电动执行机构恢复生产时。

8.3.2 型式试验的项目和技术要求按本标准表6的规定。

8.3.3 对于同结构、同材料、同工艺的产品，允许只作典型规格的形式试验。

8.3.4 型式试验应从经出厂检验合格的产品中随机抽取，按表6规定项目进行检验，如有某一项目不合格，则应按抽样数加倍抽取，对不合格的项目进行复检，如该项目仍不合格，则型式检验为不合格。

9 标志、包装运输及贮存

9.1 标志

9.1.1 电动执行机构外壳上应有产品标牌，并标注下列内容：

- a) 制造厂名称；
- b) 产品名称、型号；
- c) 最大控制转矩；
- d) 最小控制转矩；
- e) 设置转矩；
- f) 输出转速（或全行程时间）；
- g) 行程/转圈数；
- h) 防护等级；
- i) 出厂编号；
- j) 出厂日期。

9.1.2 标牌应符合 GB/T 13306 的有关要求。

9.2 包装

9.2.1 电动执行机构外露加工表面应涂防锈油。

9.2.2 电动执行机构包装箱应装箱发运，并应在箱中固定。包装箱应防雨、牢固。包装好后的同等规格电动执行机构的包装箱，当五箱叠放在一起时应不得损坏。包装箱外表面应有不易擦掉的标志，其内容为：

- a) 制造厂名称；
- b) 产品名称、型号；
- c) 收货单位名称、地址；
- d) “向上”、“轻放”等文字或符号；
- e) 毛重和体积（长×宽×高）。

9.2.3 电动执行机构出厂时包装箱内应附有产品合格证、产品使用说明书和装箱单，并应用防潮纸或塑料薄膜包妥。

9.2.4 产品装箱单应包括下列内容，并加盖检验人员印章：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 产品名称、型号；
- c) 产品编号；
- d) 所附文件的名称和数量；
- e) 装箱数量；
- f) 装箱日期。

表6 检验项目

序号	检验项目	检验分类			技术要求
		出厂检验	抽查检验	型式检验	
1	外壳防护性能试验	—	—	√	应符合本标准 6.1.2 的规定
2	外观检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.5~5.2.6 的规定
3	手轮(柄)检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.7 的规定
4	电气接线、导线检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.8 的规定
5	爬电距离和电气间隙	—	—	√	应符合本标准 5.2.9 的规定
6	位置指示机构检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.10 的规定
7	输出位置信号检查	—	√	√	应符合本标准 5.2.11 的规定
8	噪声检查	—	—	√	应符合本标准 5.2.12 的规定
9	绝缘电阻检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.13 的规定
10	介电试验	—	√	√	应符合本标准 5.2.14 的规定
11	手、电动切换检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.15 的规定
12	最大控制转矩检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.16 的规定
13	设置转矩检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.17 的规定
14	最小控制转矩检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.16 的规定
15	堵转转矩检查	√	√	√	应符合本标准 5.2.18 的规定
16	转矩重复偏差检查	—	√	√	应符合本标准 5.2.19 的规定
17	行程重复偏差检查	—	√	√	应符合本标准 5.2.20 的规定
18	强度试验	—	—	√	应符合本标准 5.2.21 的规定
19	寿命试验	—	—	√	应符合本标准 5.2.22 的规定
20	基本误差试验	√	√	√	应符合本标准 5.3.3 的规定
21	回差试验	—	—	√	应符合本标准 5.3.4 的规定
22	死区试验	—	—	√	应符合本标准 5.3.5 的规定
23	阻尼特性试验	—	—	√	应符合本标准 5.3.6 的规定
24	振动试验	—	—	√	应符合本标准 5.3.7 的规定
25	长期运行稳定性试验	—	—	√	应符合本标准 5.3.8 的规定

9.3 运输和贮存

9.3.1 电动执行机构在运输过程中应避免剧烈碰撞。

9.3.2 产品应存放在温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85% 的通风、干燥、无腐蚀性介质的仓库内。

附录 A
(规范性附录)
开关型电动执行机构寿命试验方法

A.1 范围

本附录规定了开关型电动执行机构整机寿命试验的试验要求、测试项目和试验方法等。

A.2 定义**A.2.1 寿命**

电动执行机构模拟实际运行工况中转矩的变化、负载状态进行开—停—关—停循环操作，直至失去规定的性能时电动执行机构的循环操作总次数。

A.2.2 运行转矩

运行转矩是电动执行机构设计的一个参考值，它等于开关型电动执行机构最大控制转矩的 1/3。

A.3 试验要求**A.3.1 负载特性**

开关型电动执行机构寿命试验时，以 1/3 最大控制转矩运转，以最大控制转矩关闭。如以推力表示，即以 1/3 的最大推力运行，以最大推力关闭。负载特性如图 A.1 所示。

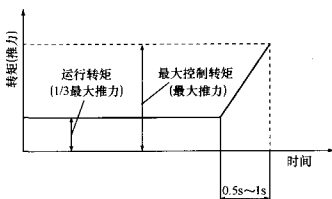


图 A.1 负载特性

A.3.2 操作时间

开关型电动执行机构一开一关为一个循环，循环的周期为 40s，即开 10s，停 10s，关 10s，停 10s。操作时间特性如图 A.2 所示。

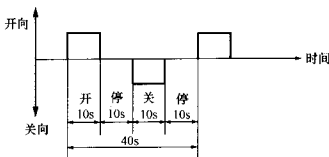


图 A.2 操作时间特性

A.3.3 控制方式

开关型电动执行机构在寿命试验中,全开位置由行程控制开关控制,全关位置由转矩控制开关控制。

A.3.4 主要测试仪器仪表(转矩传感器或拉压力值传感器、记录仪、示波器及回路校验仪等)应按有关要求标定。

A.4 测试项目

A.4.1 整机运行效率的变化。

A.4.2 输出转矩的变化。

A.4.3 行程控制精度。

A.4.4 转矩控制开关和位置控制开关触点电阻的变化。

A.5 试验方法

A.5.1 把被测电动执行机构安装在试验台上,按 A.3.1 的要求调好负载,按 A.3.2 的要求对电动执行机构用时间继电器控制开和关,自动连续运转 1 万次,并用计数器记录试验次数。试验中,电动执行机构不应有任何故障或机械损伤。

A.5.2 整机运行效率的变化按以下方法测定:

A.5.2.1 把电动执行机构安装在转矩试验台上,在电动机和电动机轴齿轮之间加转矩传感器,分别测出试验前和试验后电动执行机构在开向和关向的输入转矩和输出转矩。

A.5.2.2 按式(A.1)计算运行效率:

$$\text{运行效率} = \frac{\text{电动执行机构的输出转矩}}{\text{电动机转矩} \times \text{传动比}} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

A.5.2.3 试验前和试验后运行效率的误差不应超过表 A.1 的规定。

A.5.3 电动执行机构输出转矩的变化应在开向和关向三个不同的转矩开关位置分别测出试验前和试验后的输出转矩值。每个转矩调整点测两次,其最大误差不应超过表 A.1 的规定。

A.5.4 行程控制精度是通过测量试验前和试验后输出轴开启位置的变化来实现的,其值不应超过表 A.1 的规定。

A.5.5 试验前和试验后分别用绝缘电阻表测量转矩控制开关和行程控制开关触点的电阻,其误差不应超过表 A.1 允许误差值的规定。

表 A.1 允许误差值

测量项目	测量参数	误差
运行效率	输入和输出转矩	≤10%
输出转矩	转矩	≤10%
行程控制精度	输出轴开启位置的变化	≤±5°
输出位置信号误差	输出位置信号与输出轴最终位移的误差	≤0.5%
触点电阻	电阻	≤2mΩ

附录 B
(规范性附录)
调节型电动执行机构寿命试验方法

B.1 范围

本附录规定了调节型电动执行机构寿命试验的试验要求、测试项目和试验方法等。

B.2 定义**B.2.1 寿命**

电动执行机构模拟实际运行工况中转矩的变化、负载状态进行开—停循环操作，直至失去规定的性能时电动执行机构的循环操作总次数。

B.2.2 运行转矩

运行转矩是电动执行机构设计的一个参考值，它等于调节型电动执行机构的最小控制转矩。

B.3 试验要求**B.3.1 负载特性**

调节型电动执行机构作寿命试验时，其负载为恒定值，以最小控制转矩运转。

B.3.2 操作时间

调节型电动执行机构的一个试验循环周期包括一个运行周期和一个停止周期；每小时循环动作次数为 (300 ± 30) 次，负载持续率为 25% [负载持续率 = (运行时间/一个循环周期时间) × 100%]，其操作时间特性如图 B.1 所示。

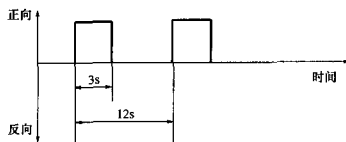


图 B.1 操作时间特性

B.3.3 控制方式

调节型电动执行机构在寿命试验中，其正反向运行控制由功率控制部分控制。

B.3.4 主要测试仪器仪表（转矩传感器或拉压力值传感器、记录仪、示波器及回路校验仪等）应按有关要求标定。

B.4 测试项目**B.4.1 电动执行机构基本性能的测定**

B.4.1.1 整机运行效率的变化。

B.4.1.2 输出转矩的变化。

B.4.1.3 行程控制精度。

B.4.1.4 输出位置信号的变化。

B.4.1.5 转矩控制开关和位置控制开关触点电阻的变化。

B.5 试验方法

B.5.1 把被测电动执行机构安装在试验台上，按 B.3.1 的要求调好负载，按 B.3.2 的要求对调节型电动执行机构采用时间继电器控制运行时间，或通过伺服放大器输入（4~20）mA DC 信号控制运行时间，自动连续运转 20 万次，并用计数器记录试验次数。试验中，电动执行机构不应有任何故障或机械损伤。

B.5.2 整机运行效率的变化按以下方法测定：

B.5.2.1 把电动执行机构安装在转矩试验台上，在电动机和电动机轴齿轮之间加转矩传感器，分别测出试验前和试验后电动执行机构在开向和关向的输入转矩和输出转矩。

B.5.2.2 按式（B.1）计算运行效率：

$$\text{运行效率} = \frac{\text{电动执行机构的输出转矩}}{\text{电动机转矩} \times \text{传动比}} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

B.5.2.3 试验前和试验后运行效率的误差不应超过表 A.1 的规定。

B.5.3 电动执行机构输出转矩的变化应在开向和关向三个不同的转矩开关位置分别测出试验前和试验后的输出转矩值。每个转矩调整点测两次，其最大误差不应超过本标准附录 A 中表 A.1 的规定。

B.5.4 行程控制精度是通过测量试验前和试验后输出轴开启位置的变化来实现的，其值不应超过本标准附录 A 中表 A.1 的规定。

B.5.5 试验前和试验后分别用绝缘电阻表测量转矩控制开关和行程控制开关触点的电阻，其误差不应超过本标准附录 A 中表 A.1 的规定。