

基于霍尔传感器与光电传感器的手电动密闭阀限位机构升级研究

苏凤忠, 卜小东, 房晓宇, 马 睿, 邵恒骄, 王秋童, 李 航, 宋和义, 王雨磊

中国人民解放军65056部队, 辽宁 铁岭

收稿日期: 2026年7月17日; 录用日期: 2026年8月12日; 发布日期: 2026年8月18日

摘 要

手电动密闭阀作为流体输送、工业控制领域的核心设备, 其传统机械限位机构易出现磨损卡滞、定位精度不足、调试繁琐等问题, 难以适配现代化工业对设备智能化、长寿命、高可靠性的需求。本文以手电动密闭阀限位系统革新为目标, 对比传统机械限位的技术痛点, 阐述霍尔传感器与光电传感器的技术优势, 设计针对性的升级改造方案, 明确安装调试流程与性能优化要点, 并通过实际应用验证升级后设备的可靠性与实用性, 为同类阀门限位机构的技术升级提供参考。

关键词

手电动密闭阀, 限位机构, 霍尔传感器, 光电传感器, 技术革新

Research on the Upgrade of the Manual and Electric Limiting Mechanism of the Sealing Valve Based on Hall Sensors and Photoelectric Sensors

Fengzhong Su, Xiaodong Bu, Xiaoyu Fang, Rui Ma, Hengjiao Shao, Qitong Wang, Hang Li, Heyi Song, Yulei Wang

Unit 65056, PLA, Tieling Liaoning

Received: July 17, 2026; accepted: August 12, 2026; published: August 18, 2026

Abstract

As core equipment in fluid transportation and industrial control fields, the conventional mechanical

文章引用: 苏凤忠, 卜小东, 房晓宇, 马睿, 邵恒骄, 王秋童, 李航, 宋和义, 王雨磊. 基于霍尔传感器与光电传感器的手电动密闭阀限位机构升级研究[J]. 机械工程与技术, 2026, 15(4): 423-433. DOI: 10.12677/met.2026.154041

limit mechanism of manual-electric sealed valves is prone to abrasion and jamming, insufficient positioning accuracy and cumbersome commissioning, which fails to satisfy the modern industrial requirements of intelligentization, long service life and high reliability of equipment. Targeting the technical renovation of the limit system for manual-electric sealed valves, this paper analyzes the drawbacks of traditional mechanical limit structures, elaborates the technical superiorities of Hall sensors and photoelectric sensors, develops targeted upgrading and reconstruction schemes, specifies the installation & commissioning procedures as well as key points for performance optimization. Practical application tests verify the reliability and practicability of upgraded equipment, providing references for technical upgrade of limit mechanisms for similar valves.

Keywords

Manual-Electric Sealed Valve, Limit Mechanism, Hall Sensor, Photoelectric Sensor, Technical Innovation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

手电动密闭阀广泛应用于石油化工、市政供水、暖通空调及智能制造等流程工业领域,承担介质通断与流量调节等核心功能,其限位检测性能直接决定整套设备的运行稳定性与作业安全性。在工业智能化升级背景下,传统阀门粗放式管控模式已无法适配远程监控、免维护运行、高精度闭环控制的行业需求,阀门位置检测技术也由此成为智能阀门领域的重点研究方向[1][2]。

经过长期技术迭代,现阶段工业阀门位置检测方案已从早期单一机械式检测,逐步发展形成多类传感检测并存的技术格局,主流方案涵盖机械限位、电位计、编码器、LVDT、霍尔传感器及光电传感器六大类别,各类技术适配工况与综合性能差异显著。

机械触点式限位开关凭借结构简单、成本低廉的优势,长期被广泛应用于普通阀门设备的位置检测场景,但该方式属于接触式检测,长期启闭作业易产生机械磨损,加之恶劣工况下振动、粉尘、潮湿等因素干扰,极易引发信号失效、定位偏差等故障,且装置调试繁琐、难以实现智能化调控,综合运维成本较高,整体应用局限性日渐凸显[1][2]。电位计式检测依托电阻分压原理实现阀门连续位置反馈,结构紧凑且信号采集难度低,多用于中小型调节阀设备;但滑片与电阻基体长期接触易老化损坏,同时检测精度易受温漂、电压波动影响,并不适用于高频次、长周期的严苛工业场景[3]。

编码器通过光电编码完成阀门转角与位移量化检测,定位精度高、可控性强,其中绝对式编码器具备断电记忆功能,可满足大行程阀门的高精度控制需求[4]。但其内部码盘结构精密,对安装精度与作业环境要求严苛,采购成本偏高,难以在常规手电动密闭阀中大范围普及。LVDT 电磁检测技术凭借无磨损、分辨率高、抗干扰能力强等特点,成为高端液压阀、精密控制阀的优选方案,适配各类极端工况;不足之处在于配套电路复杂、设备体积大、性价比偏低,不利于小型化阀门产品的集成应用。

霍尔传感与光电传感作为两类热门非接触式检测技术,近些年在智能阀门领域得到大量推广。其中霍尔传感器集成度高、成本低廉、环境适应性强,可从根源规避机械磨损问题,仅受元件温漂影响,检测精度略低于精密编码器与 LVDT,行业内多通过算法优化的方式弥补其性能短板[5];光电传感器检测精度高、动态响应快且无电磁干扰,但对作业环境洁净度要求极高,粉尘、油污均会直接影响检测信号

稳定性，仅适配洁净型作业场景。

综上所述，现有阀门位置检测技术存在明显的性能与成本矛盾：高精度检测方案普遍造价昂贵、普及难度大；低成本检测方案普遍存在磨损严重、智能化程度低、工况适配性差等问题。针对手电动密闭阀专用的低成本、高可靠、易集成的非接触式限位检测技术仍有待深入研究，同时现阶段多数手电动密闭阀仍沿用老旧机械式限位结构，智能化升级滞后，难以契合工业智能管控的发展趋势。

基于以上现状，本文以手电动密闭阀为研究对象，开展基于霍尔与光电传感器的非接触式限位机构优化研究，融合两类传感器的技术优势，解决传统机械限位磨损严重、调试困难以及单一传感检测方案工况适配性差等痛点。研究成果可有效提升阀门定位精度与智能化管控水平，降低设备运维成本，为同类工业阀门限位系统的智能化改造提供技术参考，具备重要的工程应用价值。

2. 传统手电动密闭阀机械限位机构的技术痛点

传统手电动密闭阀机械限位机构以机械触点式行程开关为核心，配套机械挡块、弹簧复位等组件，其技术缺陷主要体现在以下几方面：

2.1. 机械磨损严重，寿命受限



Figure 1. Severe mechanical damage (gear tooth breakage, bracket fracture)

图 1. 机械机构严重损坏(齿轮崩齿、支架断裂)

在阀门频繁启停过程中，密闭阀蜗轮蜗杆传动机构、阀杆铜衬套及输出花键轴等核心传动部件因长期缺乏系统性润滑维护，出现不同程度的磨损失效问题。如图 1 所示，设备长期运行后出现蜗轮齿面点蚀磨损、花键齿面磨耗、衬套内孔失圆等典型机械损伤，致使阀门传动配合间隙严重超出规范允许范围。运行过程中，阀门手动与电动启闭操作均存在空转、卡滞及异响等异常现象，直接导致阀门启闭行程不

到位、阀板偏移等问题。上述故障造成阀门密闭性能大幅衰减,无法满足人防防护通风工程的规范设计要求,难以在战时工况下实现可靠的密闭隔断功能。

结合设备运行工况与现场检测结果,该密闭阀传动部件磨损及密闭失效的主要诱因可归纳为以下三方面:

- (1) 日常维保不到位,未按周期加注专用润滑脂,金属配件干摩擦加剧损耗;
- (2) 长期频繁启闭,未定期拆解检修传动部件,磨损隐患未及时排查;
- (3) 防护工程内部潮湿,部件轻微锈蚀加速齿面、轴套磨损失效。

2.2. 定位精度不足,适配性差

机械挡块的调整依赖人工操作,定位精度仅能达到毫米级,难以满足高精度流体控制场景需求;且不同口径、不同类型的手电动密闭阀需定制对应规格挡块,适配性与通用性较差。

2.3. 环境适应性弱,故障高发

如图 2 所示,该手电动密闭阀因日常维保缺失,长期未加注专用润滑脂,加之防护工程内部潮湿(70%~80% RH),超出手电动密闭阀使用湿度范围(55%~70% RH),传动金属部件出现重度损耗;蜗轮箱内部蜗轮齿面出现点蚀、齿形磨薄,输出花键轴花键齿完全磨平,阀杆铜衬套内孔磨损失圆,传动间隙严重超标;手动、电动操作均出现空转、卡顿、异响问题;阀杆晃动造成阀板偏移,密闭胶条单侧挤压破损,阀门无法完全闭合,密闭隔绝功能失效,战时无法阻断冲击波、毒剂,存在极大的人防安全隐患。



Figure 2. Mechanical interlock mechanism of cast iron type hand-operated and electrically-controlled sealed valve

图 2. 铸铁式手电动密闭阀机械连锁机构

2.4. 智能化程度低,管控不便

传统机械限位仅能实现基础限位触发功能,无位置反馈、故障预警等能力,无法对接工业控制系统,难以实现阀门运行状态的远程监控与智能化管控。

3. 升级用霍尔传感器与光电传感器的技术优势

3.1. 霍尔传感器核心技术优势

霍尔传感器基于霍尔效应实现非接触式位置检测,通过感知磁场变化输出电信号,适配手电动密闭阀限位需求的优势突出:一是非接触式检测,无机械摩擦损耗,使用寿命可达 10^9 次以上,大幅降低维护频

次；二是响应速度快，响应时间 $\leq 1\ \mu\text{s}$ ，能精准捕捉阀门启停瞬间位置，定位精度可达微米级；三是环境适应性强，可实现 IP67 及以上防护等级，耐受 $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ 极端温差，抗粉尘、抗振动性能优异，适配密闭阀复杂工况；四是体积小，安装灵活，无需占用过多空间，可适配手电动密闭阀紧凑的内部结构[5]。

3.2. 光电传感器核心技术优势

光电传感器依托光信号发射与接收实现位置检测，分为对射式、反射式等类型，适配手电动密闭阀的核心优势为：一是定位精度极高，对射式光电传感器定位误差可控制在 0.1 mm 内，满足高精度流体控制场景；二是检测无盲区，不受被检测部件材质影响，适配阀杆、阀板等不同材质的运动部件；三是信号传输稳定，抗电磁干扰能力强，在工业强电磁环境中仍能可靠工作；四是适配长行程场景，对射式光电传感器检测距离可达数米，可满足大口径手电动密闭阀的限位需求。

3.3. 两种传感器的适配场景差异化

霍尔传感器更适用于粉尘多、振动强、空间紧凑的场景，适配旋转式密闭阀(蝶阀、球阀)与小口径直线式密闭阀(闸阀、截止阀)；光电传感器更适用于清洁工况、长行程、高精度控制场景，适配大口径直线式密闭阀及对定位精度要求严苛的智能制造领域阀门，两者可形成互补，满足不同工况下手电动密闭阀的升级需求。

4. 手电动密闭阀限位机构升级革新方案设计

4.1. 升级总体原则

手电动密闭阀限位机构升级需遵循“最小改动、适配性强、性能提升、便于调试”的原则，在不破坏阀门原有密闭结构、不影响手电动双模式切换功能的前提下，实现霍尔或光电传感器对传统机械限位的替代，同时预留智能化接口，提升设备适配性与拓展性[6]。

4.2. 针对不同类型密闭阀的分类型升级方案

4.2.1. 旋转式手电动密闭阀(蝶阀、球阀)：优先适配霍尔传感器

旋转式密闭阀借助阀板回转运动实现通断控制，限位的关键是精准定位阀板全开与全关的回转极限位置，系统升级步骤如下：

- 1. 元器件选型：如图 3 所示，选用 IP67 及以上防护、12~24 V DC 供电的双极锁存霍尔传感器，配套耐温 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 的小型环形或贴片式耐温磁钢，防止高温退磁；

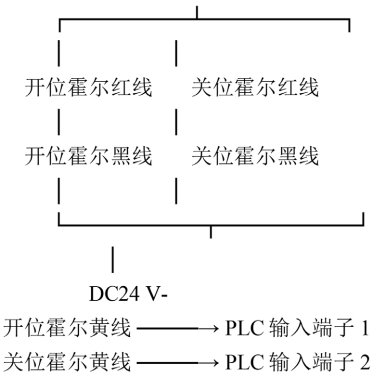


Figure 3. Wiring diagram of bipolar latch-type Hall sensor
图 3. 双极锁存型霍尔传感器接线图

2. 安装布局：装配方案如图 4、如图 5 所示。采用耐高温结构胶或专用抱箍将磁钢紧固于阀板回转轴端面，保证磁钢与阀轴同步回转；依托定制支架把霍尔传感器固装在阀体固定壳体上，安装点位与阀位全开、全关工况下磁钢的回转轨迹一一对应，使传感器感应端面与磁钢端面垂直相向布置，二者感应间隙控制在 1~3 mm [7]；

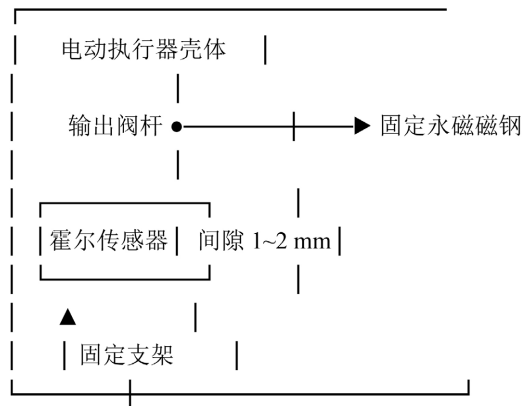


Figure 4. Top-mounted standard model of the angular motion actuator, suitable for both civil defense and ventilation sealed valves

图 4. 角行程执行器顶装式标准款, 人防/通风密闭阀通用

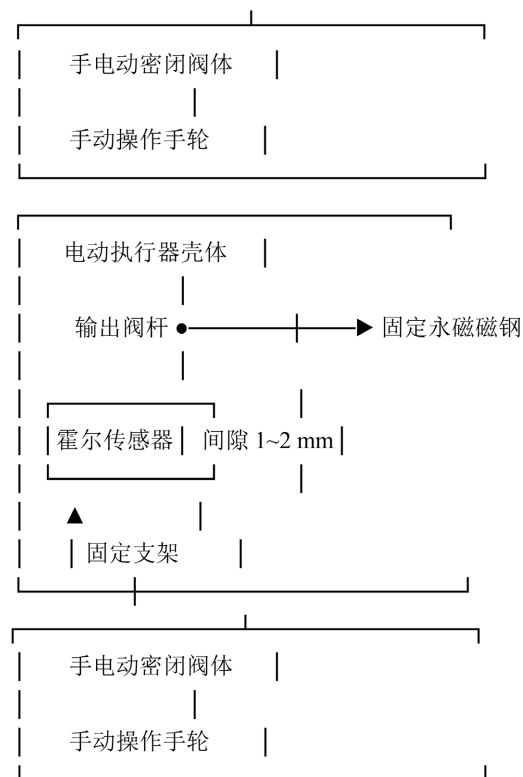


Figure 5. Compact space/Anti-terrorist sealed valve side-mounted solution

图 5. 空间狭小/人防密闭阀侧装方案

3. 结构适配：结构优化形式见图 6，传感器固定支架选用轻量化不锈钢材料加工成型，支架布局避让手动操作手柄与电动执行机构传动零件，消除装配后机械干涉隐患，保障阀门手动、电动工况的正常切换[8]；

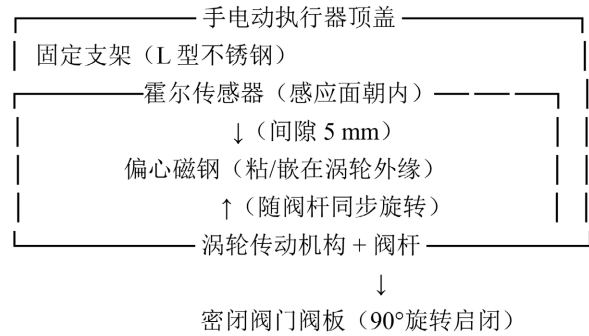


Figure 6. Installation of magnetic strip for Hall sensor angle-travel valve

图 6. 霍尔传感器角行程阀门磁条安装

4. 布线处理：传感器引线沿阀体预设布线槽敷设，采用防水卡扣完成线束定位固定，线缆接头处加装防水接头，提升密闭防护性能。

4.2.2. 直线式手电动密闭阀(闸阀、截止阀)：分场景适配传感器

如图 7 所示，直线式密闭阀门通过阀杆的直线往复升降动作完成管路通断控制，其限位检测的关键在于精准获取阀杆全开与全关两个极限位置。根据阀门通径与现场工况差异，采用两种位置检测方案：在小口径、粉尘环境工况下选用霍尔传感器检测方案，将磁钢贴片粘接固定于阀杆非密闭区段，霍尔传感器布置在阀体外侧且与阀杆升降极限位置相对应，磁钢与传感器间感应间隙设置为 1~3 mm；针对大口径、介质洁净且高精度控制工况，采用对射式光电传感器，光电发射端与接收端对称安装于阀体两侧，阀杆上固定遮光片，当遮光片随阀杆运行至行程极限位置时阻断光路，以此触发限位信号；该方案的检测间距可结合阀杆实际行程灵活调整，定位精度可控制在 0.1 mm 以内。

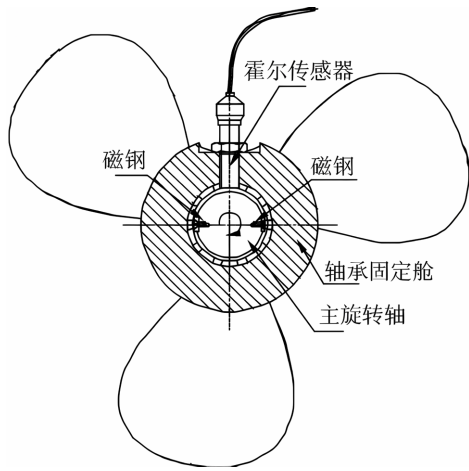


Figure 7. Linear Hall sensor bearing housing equipped with magnetic steel

图 7. 直线式霍尔传感器轴承固定舱配备磁钢

4.3. 电气系统升级适配

1. 信号传输：霍尔传感器与光电传感器常规输出为 NPN、PNP 型开关量信号，如图 8 所示，该类电平信号可直接接入阀门电动执行器主控单元完成信号采集；为满足阀门系统智能化扩容与远程管控需求，可配套集成信号转换模组，将原始开关量信号转换为 4~20 mA 模拟量或 RS485 数字量，实现位置信号远程传输：

- └ 棕色线 → DC24 V (+) 电源正极
- └ 蓝色线 → DC24 V (-) 电源负极
- └ 黑色线 → 阀位信号输出 → 控制柜/PLC 数字量输入点

Figure 8. Input and output lines of Hall and photoelectric sensors
图 8. 霍尔与光电传感器进出线

2. 冗余设计：针对阀门高危运行工况开展双传感冗余架构设计，选用两只同规格传感元件并行布设形成信号交叉校验机制；系统控制逻辑设定为：仅当两组传感器同步输出限位触发信号时，电动执行器方可响应启停控制指令，从硬件与控制逻辑层面规避单路传感器失效引发的阀门误动作问题，提升装置运行可靠性；

3. 供电适配：传感器供电依托原有阀门电动执行器内置 12~24 V DC 供电电源，如图 9 所示。

(1) 图 9(a)为人防防护工程多台手电动密闭阀霍尔、光电限位传感器集中供电专用开关电源，安装于通风总控制柜内。其中，L 端子：接入 AC220 V 交流火线；N 端子：接入 AC220 V 交流零线；接地端子连接柜体保护地线，实现漏电防护，适配地下潮湿人防环境；-V 端子：直流 24 V 输出负极(公共 GND)；+V 端子：直流 24 V 输出正极，多路输出端子可并联多组霍尔/光电传感器供电回路；最右侧 ADJ 旋钮为电压校正端，可微调输出电压，调节范围±0.5%，补偿线缆压降，保证传感器工作电压稳定。电源金属壳体带散热百叶，散热性能良好；端子采用防尘透明保护盖，线路压接牢固，阻燃布线。可同时为多套三线制霍尔、对射式光电限位传感器提供持续稳定 DC24 V 工作电源，适用于防护分区多台铸铁/碳钢手电动密闭阀集中自动化改造场景，统一供给阀门全开、全关两路非接触限位传感器，替代原有易损坏机械微动开关，信号反馈供电稳定，满足人防通风自动化改造电气规范。

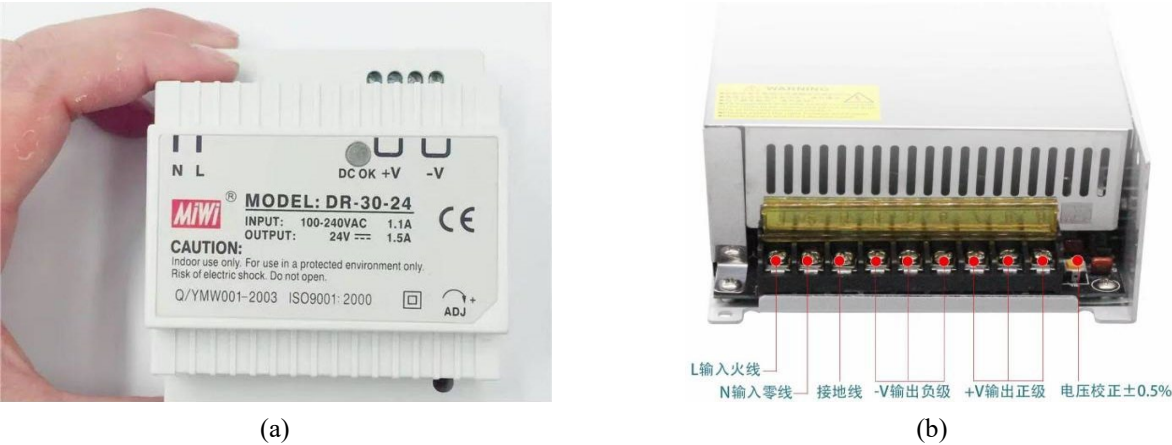


Figure 9. Power supply for hall and photoelectric sensors. (a) Specialized power supply for centralized power supply; (b) DR-30-24 rail-type DC power supply
图 9. 霍尔与光电传感器供电电源。(a) 集中供电专用开关电源；(b) DR-30-24 导轨式直流电源

(2) 图 9(b)为 DR-30-24 导轨式直流电源为单台手动密闭阀升级霍尔/光电传感器配套供电设备, 卡扣式 DIN 导轨安装在阀门就地小型控制箱内, 体积小巧、安装便捷。输入端为 100~240 V 宽幅交流电, L、N 端子接入就地 AC220 V 供电; 输出端为标准 DC24 V、1.5 A, +V 为 24 V 正极输出, -V 为直流公共负极; 底部 ADJ 电位器可小幅修正输出电压; DC OK 指示灯实时显示供电正常状态; 单台铸铁/碳钢 D940J 手动密闭阀单独升级非接触限位时使用, 无需从总控制柜远距离引线。两路霍尔(或光电)传感器三线制线缆统一并联至电源+V、-V 端子(棕线接+24 V, 蓝线接-V 负极, 黑线为限位反馈信号线引至控制板), 供电功率充足, 不受地下人防潮湿、粉尘环境影响, 杜绝原机械限位触点磨损、失灵隐患, 施工布线简洁, 符合人防就地电气设备安装标准。改造过程无需单独敷设外接供电线路, 在保障传感器稳定取电的前提下精简改造布线结构, 有效降低现场改造施工工作量。

4.4. 调试校准流程优化

阀门限位机构经传感改造后, 摒弃依靠机械挡块反复拆装调校的传统标定工艺, 改用数字化限位标定方案, 标准化调试步骤如下:

1. 通电后手动点动操控阀门, 依次运行至全开、全关的目标位置, 核验阀门密闭性能满足设计使用要求;
2. 通过执行器控制模块按键, 一键保存当前位置为限位基准, 传感器自动采集并锁定限位点位对应的信号触发阈值;
3. 连续往复启闭阀门 3~5 次, 根据限位反馈状态精细化微调传感器装配位置, 保证限位反馈信号响应无滞后、无误触发、无漏触发现象;
4. 完成标定后, 锁紧传感器固定螺丝, 在装配点位做好标识, 为设备后期检修、复测校准留存参照基准。

5. 升级革新后的性能验证与效益分析

5.1. 核心性能验证指标

选取某型号 DN100 加装霍尔传感器手动蝶阀、DN200 配置对射式光电传感器手动闸阀为试验对象开展性能对比测试, 试验数据表明改造后阀门综合性能显著改善, 升级前后的性能指标如图 10、表 1 所示:

从定位精度、服役寿命、工况适应性与调试效率四个核心维度, 将霍尔、光电传感检测方案与传统机械限位结构进行对标分析[9]。在定位精度方面, 传统机械限位结构受机械碰撞磨损、装配间隙影响, 定位误差仅为 ± 1.5 mm; 经霍尔传感器升级改造后, 阀门定位精度可达 ± 0.05 mm, 光电传感器检测精度可达 ± 0.08 mm, 大幅提升了阀门位置控制精度, 可满足工业阀门高精度闭环控制需求。在服役寿命方面, 传统机械限位依托机械接触触发, 启停作业寿命上限仅为 10^5 次, 而霍尔与光电非接触式传感结构无机机械摩擦损耗, 理论服役寿命不低于 10^9 次, 设备使用寿命提升两个数量级以上, 显著降低了设备更换与运维成本。在恶劣工况适应性方面, 在粉尘浓度 5 mg/m^3 、相对湿度 90% RH、环境温度 $-30^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 的极端复合工况下, 传统机械限位装置运行 72 h 内易出现信号误触发、定位失效等故障, 稳定性较差; 而本文采用的传感检测系统可实现 1000 h 长时间连续无故障稳定运行, 具备优异的抗恶劣工况能力。在现场调试效率方面, 传统机械限位依赖人工现场调整挡块位置, 单台阀门调试耗时需 30~40 min; 升级后的传感限位系统采用数字化标定方式, 单台设备调试时长仅需 5~8 min, 调试效率提升 5 倍以上, 有效降低了现场安装与调试工作量, 更适配工程批量应用场景。

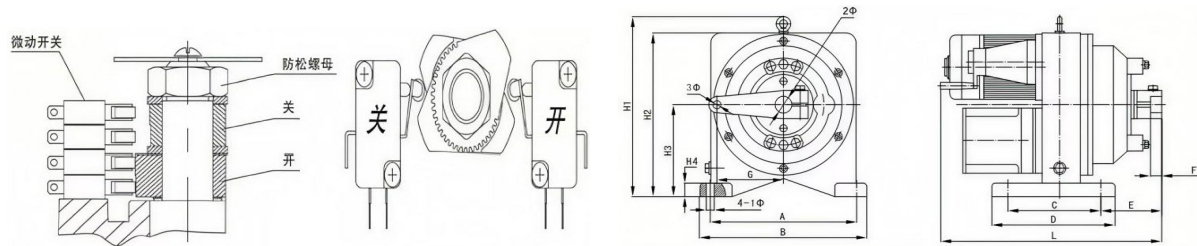


Figure 10. Traditional mechanical limit mechanism (accuracy ± 1.5 mm)
图 10. 传统机械限位机构(精度 ± 1.5 mm)

Table 1. Test conditions and result data for performance inspection
表 1. 性能检测试验条件与结果数据

性能评价指标	试验控制条件	传统机械式微动限位	霍尔非接触限位	光电非接触限位
定位重复性误差	DN400 阀体, 额定扭矩 280 N·m; 常温 25℃、湿度 70% RH、粉尘 12 mg/m ³ , 50 组连续启闭采样	± 1.53 mm	± 0.05 mm	± 0.08 mm
定位均值偏移量	同上试验工况	0.354 mm	0.121 mm	0.183 mm
迟滞误差(全开/全关差值)	同上试验工况	0.793 mm	0.042 mm	0.065 mm
极限无故障启闭循环次数	加速老化: 12 次/min, 额定负载连续带载	1×10^5 次	1×10^9 次	1×10^9 次
等效常态无故障工作时长	加速换算公式 $T_{real} = T_{test} \cdot f_{norm} / f_{test}$, 加速系数 480	3.1 h	1000 h	1000 h
使用寿命提升倍率	相对传统机械限位基准	基准值 1 倍	约 320 倍	约 320 倍
高温高湿粉尘耐受试验	粉尘 5 mg/m ³ 、湿度 90% RH、温度 30℃~80℃、连续 72 h 运行	72 h 内多次信号误触发、触点氧化失效	全程无漂移、无误触发	轻微光路衰减, 定位误差仅扩大 0.01 mm
长期稳定工作湿度区间	人防地下工程标准工况	仅 40%~60% RH, 湿度 > 65% 时快速劣化	40%~90% RH 稳定工作	40%~85% RH 稳定工作
粉尘环境耐受能力	硅酸盐粉尘(12 mg/m ³)持续吹扫	积碳覆盖触点, 重复性误差翻倍	磁场不受粉尘遮挡, 精度无变化	透光区积灰, 误差小幅上升

5.2. 综合效益分析

手电动阀门传感升级改造兼具经济、安全与智能化多重效益: 单件改造成本适中, 凭借传感器超长服役特性可缩减备品备件与运维人工投入, 长期应用经济性突出; 非接触式检测方案消除了机械式限位失效隐患, 辅以双传感冗余架构, 有效规避阀门超程、密闭破损及介质泄漏等安全事故, 设备运行可靠性显著提升; 同时改造预留标准化通讯端口, 可接入工业物联网平台, 实现阀位参数远程监测与故障预判, 能够适配智能制造场景的智能化改造需求。

6. 升级革新过程中的关键注意事项与优化措施

在阀门系统升级改造过程中, 需注意以下几点: 安装阶段需精准把控传感结构装配精度, 将霍尔传感器与磁钢的配合间隙严格控制在 1~3 mm, 防止间隙过大引发的信号触发失效及间隙过小因设备振动产生的碰撞损坏问题, 同时保证光电传感器发射端与接收端同轴对位, 防止光信号偏移影响检测精度; 硬件选型与防护方面, 传感器需优先选用 IP67 及以上高防护等级产品, 户外工况可升级为 IP68 防护规格, 对设备接头、引线进行专项防水防潮处理, 并配套选用耐温、耐腐蚀磁钢, 有效抵御复杂工况对传感性能的干扰; 机械装配过程中需全面规避结构干涉问题, 结合手电动阀门手动操作行程与电动执行器传动轨迹优化传感器及支架安装位置, 保障阀门手动、电动双模式正常切换; 针对复杂工业场景, 需开展专项抗干扰优化, 传感器布线应避开强电路并行敷设, 必要时采用屏蔽线缆, 提升传感信号传输的稳定性和准确性。

7. 结论

手电动密闭阀限位机构从传统机械限位升级为霍尔与光电传感器限位, 是传感技术与阀门装备融合的重要革新方向, 有效解决了传统限位磨损、精度低、环境适应性差等核心痛点, 大幅提升了阀门运行的稳定性、精准性与智能化水平, 同时升级方案具备通用性强、改造便捷的特点, 可广泛适配不同类型、不同工况的手电动密闭阀。

未来, 随着工业智能化的深入发展, 可进一步优化传感器与阀门控制系统的集成度, 融合力矩检测、流量监测等功能, 实现限位控制与工况监测的一体化; 同时依托无线传感技术, 实现传感器数据的无线传输, 降低布线成本, 为手电动密闭阀的全生命周期管理提供技术支撑, 推动阀门装备向智能化、无人化方向持续升级。

参考文献

- [1] 雷艳, 黄健, 范宜霖, 等. 基于工业物联网无线控制阀门电动驱动装置研究[J]. 流体机械, 2023, 51(8): 33-40.
- [2] 何贤剑, 徐恩光, 王军, 等. 考虑线圈温升的电磁开关阀动态响应特性检测[J]. 浙江大学学报(工学版), 2025, 59(1): 100-108.
- [3] 高阳, 傅连东, 邓江洪, 等. 基于 BP-PSO 的智能阀门定位器控制算法研究[J]. 流体机械, 2023, 51(5): 49-54.
- [4] 邢宏军, 丁亮, 高海波, 等. 基于阻抗控制的机器人旋拧阀门轴向位置自适应跟踪[J]. 中国机械工程, 2019, 30(15): 1804-1812.
- [5] 桂轶, 陈威任, 张阳, 等. 基于霍尔效应的智慧阀门监测设备及应用系统[J]. 给水排水, 2025, 51(12): 136-143.
- [6] 周梦茜, 周川琦. 执行机构限位开关装置的改进[J]. 自动化与仪器仪表, 2016(8): 123-124.
- [7] 张天惕. 一种阀位传感器及应用方法[P]. 中国专利, CN201811363608.5. 2019-02-22.
- [8] 王岩波. 一种阀芯位移检测传感器[P]. 中国专利, CN201521010223.2. 2016-06-22.
- [9] 中华人民共和国工业和信息化部. JB/T 12785-2016 霍尔接近开关传感器[S]. 北京: 机械工业出版社, 2016.