

数字液压阀生产技术规范

Technical specifications for production of digital hydraulic valves

2025 - 04 - 07 发布

2025 - 07 - 07 实施

目 次

前言 III

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 基本要求2

5 原材料及零部件要求2

6 生产规范3

7 检验与测试4

8 标志和包装5

附录A（资料性） 主要生产设备6

附录B（资料性） 生产技术文件清单7

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。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：株洲嘉成科技发展股份有限公司，三一汽车制造有限公司，太原重工股份有限公司，长沙市工程机械行业协会，湖南国重智联工程机械研究院有限公司，湖南大学，浙江工业大学，株洲市产商品质量监督检验所、湖南省特种设备检验检测研究院。

本文件主要起草人：刘正雷、徐周、侯敏、朱逸武、蒋坤良、熊唤波、宋帅、吕治国、孙阳光、武铭涛、袁振、刘爽、王咏、周程芳。

数字液压阀生产技术规范

1 范围

本文件规定了数字液压阀术语和定义、基本要求、原材料和零部件要求、生产规范、检验与测试、标记和包装。

本文件适用于工程机械行业以矿物质液压油为工作介质的数字液压阀生产要求。

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 197 普通螺纹公差
GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法：试验A低温
GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法：试验B高温
GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法：恒定温热试验
GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）
GB/T 2423.56 环境试验 第2部分：试验方法试验 Fh：宽带随机振动和导则
GB/T 7935—2005 液压元件 通用技术条件
GB/T 17626.11 电磁兼容试验和测量技术
GB/T 19001 质量管理体系
GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南
GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范
GB/T 45001 职业健康安全管理体系
GBZ 188 职业健康监护技术规范
JB/T 7858 液压元件清洁度评定办法及液压元件清洁度指标
JB/T 8729—2013 液压多路换向阀
IPC-A-610 电子组件的可接受性
IPC-TM-650 印刷电路板（PCB）和模块的测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字液压阀

具有基于总线方式通信、通过离散控制信号调节方向和流量、具有可编程、状态监测及故障诊断功能的液压阀。主要由数字控制器、传感器、液压阀等组成。

注：数字控制器是由处理器、存储器、供电模块、驱动电路、外设接口等元件组成，实现数字液压阀数据收集与阀芯位移闭环控制等功能的数字化模块。

4 基本要求

4.1 生产安全

生产企业应建立安全管理体系并有效实施，安全管理体系的建立和运行参照GB/T 33000。

4.2 质量管理

生产企业应建立质量管理体系并有效实施，质量管理体系的建立和运行参照GB/T 19001。

4.3 生产环境

生产企业应建立环境管理体系并有效实施，环境管理体系的建立和运行参照GB/T 24001。

4.4 人员要求

4.4.1 职业健康

生产企业应按照GBZ 188，对从业人员进行岗前、岗中职业健康体检，同时应配备符合要求的个人防护用品，保证从业人员符合职业健康安全管理要求。职业健康安全管理体系的建立和运行参照GB/T 45001。

4.4.2 岗位技能

从业人员应通过三级安全教育、岗位技能培训，经考核合格后方可上岗。

4.5 设备要求

主要生产设备参见附录A。

5 原材料及零部件要求

5.1 阀体材料

5.1.1 阀体应采用优质耐磨的金属材料，如QT500或其他已经证明同样适用的原材料，其材料的化学成分和力学性能应符合相关国家标准或行业标准规定。

5.1.2 材料供应商应提供质量合格证明文件，包括材料成分分析报告、力学性能测试报告等。每批次材料入厂后，需进行抽检，抽检比例不低于10%，检验项目包括硬度测试、金相分析等，确保材料质量的一致性。

5.2 阀芯材料

5.2.1 阀芯应选用具有良好耐磨性、耐腐蚀性和尺寸稳定性的材料，如经过特殊热处理的合金钢，加工后应进行表面处理，如镀铬等，表面硬度不低于650HV。

5.2.2 阀芯圆柱度、圆度公差应 $\leq 3\text{ }\mu\text{m}$ ，表面粗糙度 Ra 值 $\leq 0.4\text{ }\mu\text{m}$ 。加工完成后，应使用气动量仪、轮廓仪或圆柱度仪等精密测量设备进行100%全检。

5.3 密封件

5.3.1 密封件应采用符合液压系统工作介质要求的高性能橡胶或其他密封材料，如丁腈橡胶、氟橡胶，

或其他已经证明同样适用的原材料，应具备良好的耐油、耐高温、耐低温及耐老化性能。

5.3.2 密封件的规格尺寸应与阀体、阀芯等部件精确匹配，安装前应进行外观检查，不得有破损、裂纹、变形等缺陷，密封件供应商应提供材料的性能参数及质量保证文件，每批次密封件入厂应进行抽样耐油、耐压试验。

5.4 传感器与电子元件

5.4.1 数字液压阀所采用的压力传感器、位移传感器等应具有高精度、高可靠性和快速响应特性，其测量精度误差应 $\leq 2.5\%$ ，响应时间 $\leq 20\text{ms}$ 。

5.4.2 电子控制元件（如微处理器、放大器、驱动器等）应选用工业级产品，工作温度范围宽、抗振动和抗冲击性能强。电子元件入厂应进行功能测试和老化筛选，剔除早期失效产品，保证产品在整个使用寿命期内的稳定性。

5.5 连接与紧固零件

5.5.1 螺栓、螺母等连接零件应采用高强度合金钢制造，强度等级不低于10.9级，螺纹精度应符合标准GB/T 197中6级及以上要求，表面应进行防锈处理。

5.5.2 连接零件在装配前需进行抽检，检查螺纹的通止规情况以及表面质量，确保无缺陷。

6 生产规范

6.1 加工工艺

6.1.1 阀体加工

6.1.1.1 阀体加工宜采用数控加工中心或专用机床进行。加工过程中，应按照预先编制的数控程序操作，控制切削参数（如切削速度、进给量、切削深度等），减少加工应力和变形。

6.1.1.2 阀体加工后，应去除残留的切屑和杂质，采用内窥镜检查流道内壁的光洁度、内部清洁度，宜采用“称重法”检测，指标应符合JB/T 7858 要求的规定。检查合格后，应对阀体进行防锈处理，并标注产品型号、批次号、生产日期等信息。

6.1.2 阀芯加工

6.1.2.1 阀芯的加工应采用精密磨削工艺，保证其尺寸精度和表面质量达到设计要求。在加工过程中，需进行多次测量和修正，宜采用在线测量系统实时监控加工尺寸，确保加工精度的稳定性。

6.1.2.2 阀芯的热处理工艺应严格控制，根据材料特性制定合理的热处理参数（如加热温度、保温时间、冷却速度等），提高零件的硬度、耐磨性和尺寸稳定性。

6.1.3 主板贴片

6.1.3.1 外观与平整度、尺寸与形状、传送边要求、板材与性能、Mark 点设置、拼版设计、焊盘设计、阻焊与丝印等多方面的基本要求，IPC-A-610规定。

6.1.4 主板三防

6.1.4.1 三防漆涂覆的操作及检验等有相关要求，应参照IPC-A-610规定。

6.1.4.2 三防漆的测试方法，如防霉菌、热冲击、盐雾试验等的具体规定，应参照IPC-TM-650规定。

6.2 装配工艺

6.2.1 装配前，应对所有零部件进行清洗和干燥处理，去除加工过程中残留的油污、切屑和杂质。清洗后应采用防锈剂进行防护，防止零部件生锈。

6.2.2 阀芯与阀体的装配应在清洁的工作台上进行，采用专用工装夹具保证装配精度，涂抹适量的装配润滑脂，缓慢将阀芯装入阀套，避免划伤密封面。装配完成后，应进行阀芯灵活性测试，确保阀芯在阀套内运动自如，无卡滞现象。

6.2.3 密封件的安装应采用专用工具，避免密封件被损伤。安装时，应注意密封件的安装方向和位置，确保密封可靠。对于O形圈等密封件，应适当拉伸后装入密封槽，不得扭曲或过度挤压。

6.2.4 传感器与电子元件的安装应牢固可靠，接线正确、整齐，避免虚接、短路等故障。安装完成后，应对传感器进行校准和调试，确保测量数据的准确性。电子元件安装后，应进行通电测试，检查其功能是否正常，参数是否符合设计要求。

7 检验与测试

7.1 检验设备与工具

7.1.1 数字液压阀的各项性能指标需测量和检测，应配备高精度的计量器具和检测设备，如三坐标测量仪、万能工具显微镜、粗糙度仪、压力试验机、流量测试台、传感器校准仪、上位机运行计算机等。

7.1.2 所有计量器具和检测设备应定期进行校准和维护，测量精度应满足要求，并保存校准记录和证书。

7.2 检验项目

7.2.1 外观检验

外观检验的项目如下：

- a) 数字液压阀的表面涂层应均匀、完整，无剥落、起泡、划伤等缺陷；
- b) 阀体、阀芯、阀套及其他零部件表面应无锈蚀、油污、杂质等污染物；
- c) 产品标识应清晰、准确、完整，包括型号、规格、生产日期、批次号、生产厂家等信息。

7.2.2 尺寸精度检验

使用三坐标测量仪、万能工具显微镜等设备对阀体、阀芯、阀套等关键零部件的尺寸进行全检，尺寸公差应符合设计图纸要求。主要检验项目包括孔径、轴径、长度、形位公差等，检验结果应记录在检验报告中。

7.2.3 主要性能测试

主要性能测试由以下部分组成。

- a) 流量测试：在液压测试台上，测定数字液压阀在不同开度下的流量-输入特性曲线。测试流量范围应涵盖阀的额定流量，测试过程中逐步改变阀芯开度，记录相应的流量和输入数据，绘制流量-输入特性曲线，并与设计曲线进行对比分析，偏差应在允许范围内，流量滞环 $\leq 2.5\%$ ，流量死区应该控制在 $\pm 5\%$ 范围内。
- b) 响应特性测试：借助传感器校准仪、数据采集系统以及上位机计算机等相关设备，针对数字液压阀在阶跃输入信号影响下的响应时间与超调量展开测试。测试期间，向阀的控制输入端施加既定的阶跃控制信号，对阀芯位移或者压力输出等参数的变化过程予以记录，进而计算响应时间以及超调量，且响应特性指标应符合产品设计要求。

- c) 其他常规液压参数测试：耐压试验、油路型式与滑阀机能、换向性能、内泄漏、安全阀性能、压力损失等应参照JB/T 8729—2013中7.3执行。

7.2.4 环境测试

环境测试由以下部分组成。

- a) 低温试验：低温试验应参照GB/T 2423.1执行。
- b) 高温试验：高温试验应参照GB/T 2423.2执行。
- c) 湿热试验：湿热试验应参照GB/T 2423.3执行。
- d) 振动试验：包括正弦振动试验和随机振动试验，正弦振动试验应参照GB/T 2423.10执行；随机振动试验应参照GB/T 2423.56执行。
- e) 电磁兼容试验：电磁兼容试验应参照GB/T 17626.11执行。

7.3 检验记录与报告

7.3.1 数字液压阀的检验过程和结果应进行详细记录，包括检验项目、检验数据、检验设备、检验人员、检验日期等信息，形成完整的检验记录，具体文件参考附录B。

7.3.2 根据检验记录编制检验报告，检验报告应包括产品型号、批次号、数量、检验结论等内容，对于检验不合格的产品，应详细说明不合格项目、原因分析及处理措施。检验报告需经质量部门负责人审核签字后存档保存，保存期限建议 ≥ 5 年。

8 标志和包装

标志和包装应参照GB/T 7935—2005中的4.8、4.10及第6章执行，特殊要求可另行规定。

附 录 A
(资料性)
主要生产设备

主要生产设备见表A.1。

表A.1 主要生产设备

序号	设备名称	加工精度或设备要求	功能及用途
1	车床	0.02 mm	加工轴类零件
2	外圆磨	0.001 mm	用于保证阀芯圆柱度精度
3	加工中心	0.02 mm	用于各类金属件精加工
4	珩磨机	0.003 mm	高精尺寸加工
5	清洗机	超声波清洗或高压清洗 (压力 ≥ 1 MPa)	清洗内部的杂质
6	打标机	字体清晰	产品刻字
7	液压阀测试台	能测试产品各项指标	液压阀功能测试
8	电动单梁桥式起重机	起吊重量 10 T	设备吊装
9	空气压缩机	压力 0.8M pa	为气动工具提供动力
10	滤油机	过滤精度不低于 NAS 8 级	液压油过滤

附 录 B
(资料性)
生产技术文件清单

生产技术文件清单表B. 1。

表B. 1 生产技术文件清单

序号	生产技术文件名称
1	《来料检验记录表》
2	《图纸》 《工艺流程卡》
3	《程序》 《刀具清单》 《零位图》 《作业规范》
4	《去毛刺作业规范》
5	《清洗机作业规范》
6	《工序外协检验报告》
7	《装配标准》
8	《调试标准》