



团 体 标 准

T/ZZB 3753—2024

内曲线径向柱塞液压马达

Internal curve radial piston motor

DEFINED

QUALITY

2024 - 07 - 10 发布

2024 - 08 - 10 实施

浙江省质量协会 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 分类与基本参数	1
5 基本要求	4
6 一般要求	5
7 技术要求	5
8 试验方法	6
9 检验规则	9
10 标志、包装、运输和贮存	10
11 质量承诺	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。

本文件由浙江省质量协会归口。

本文件主要起草单位：宁波恒通诺达液压股份有限公司。

本文件参与起草单位：宁波斯达弗液压传动有限公司、宁波汉竹液压马达有限公司。

本文件主要起草人：王东升、赵崇碧、吴海荣、徐玮、陈轲臻。

本文件评审专家组长：顾航。



内曲线径向柱塞液压马达

1 范围

本文件规定了内曲线径向柱塞式液压马达的分类与基本参数、基本要求、一般要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存及质量承诺。

本文件适用于以液压油或性能相当的其他矿物油为工作介质的内曲线径向柱塞液压马达（以下简称液压马达）。

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 3767—2016 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 反射面上方近似自由场的工程法
- GB/T 7935—2005 液压元件 通用技术条件
- GB/T 13320—2007 钢质模锻件 金相组织评级图及评定方法
- GB/T 17446 流体传动系统及元件 词汇
- GB/T 17491—2023 液压传动 泵、马达 稳态性能的试验方法
- GB 11118.1—2011 液压油（L-HL、L-HM、L-HV、L-HS、L-HG）
- JB/T 8728—2010 低速大转矩液压马达
- JB/T 7858 液压件清洁度评定方法及液压件清洁度指标

3 术语和定义

GB/T 17446和JB/T 8728—2010界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

静态制动力矩 holding brake torque

驻车制动器阻止马达在外力作用下，由静止开始转动的额定力矩。

3.2

变速性能 variable speed performance

变量型内曲线径向柱塞液压马达的变速阀开启压力和变速稳定性。

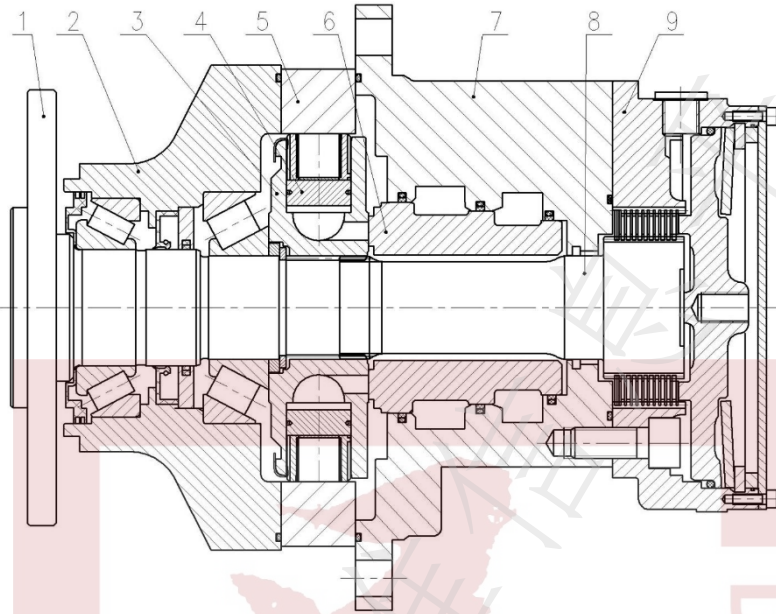
4 分类与基本参数

4.1 分类

内曲线径向柱塞液压马达按变速结构分为定量型内曲线径向柱塞液压马达和变量型内曲线径向柱塞液压马达。

4.2 结构

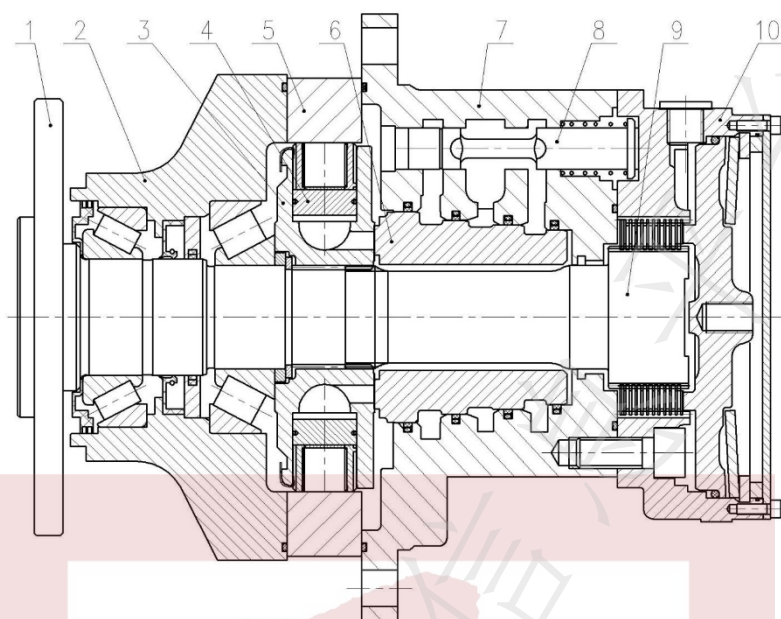
内曲线径向柱塞液压马达结构见图1和图2。



标引序号说明：

- 1——传动轴；
- 2——前盖；
- 3——转子；
- 4——柱塞；
- 5——定子；
- 6——配流轴；
- 7——后盖；
- 8——制动轴；
- 9——制动缸。

图1 定量型内曲线径向柱塞液压马达结构图



标引序号说明：

- 1——传动轴；
- 2——前盖；
- 3——转子；
- 4——柱塞；
- 5——定子；
- 6——配流轴；
- 7——后盖；
- 8——变速阀芯；
- 9——制动轴；
- 10——制动缸。

图2 变量型内曲线径向柱塞液压马达结构图

4.3 基本参数

内曲线径向柱塞液压马达的基本参数应符合表1的规定。

表1 基本参数

参数项目	公称排量 (mL/r)							
	>160~ 280	>280~ 560	>560~ 1 250	> 1 250~ 2 800	> 2 800~ 7 100	> 7 100~ 12 500	> 12 500~ 25 000	>25 000
额定压力/MPa	31.5							
最高压力/MPa	45							
额定转速/(r/min)	≥125	≥100	≥100	≥80	≥32	≥20	≥12	≥10
转速范围/(r/min)	0~156	0~130	0~120	0~95	0~42	0~23	0~17	0~13
最低稳定转速/(r/min)	≤4		≤3		≤2			
容积效率/%	≥96			≥95				
总效率/%	≥86							
起动效率/%	≥82							
噪声/dB (A)	≤80			≤79				

5 基本要求

5.1 设计研发

- 5.1.1 应采用设计失效模式分析 (DFMEA) 和生产失效模式分析 (PFMEA) 对产品进行设计。
5.1.2 采用计算机辅助设计软件对关键零部件的强度等参数进行优化。

5.2 原材料与零部件

原材料与零部件要求应符合表2的规定。

表2 原材料与零部件要求

指标		要求	
壳体 (前盖、后盖)	铸铁	抗拉强度/MPa ≥500	
	整体要求 应符合 GB/T 7935—2005 中 4.3 的规定		
柱塞	合金结构钢	抗拉强度/MPa ≥980	
	整体热处理	硬度/HRC 28~32	
		金相组织	应符合 GB/T 13320—2007 第三组金相组织评级图中 1~4 级的规定
		表面热处理	表面硬度/HV _{0.2} ≥800
定子	合金结构钢	抗拉强度/MPa ≥1080	
	表面热处理	芯部硬度/HRC 46~50	
		表面硬度/HRC 58~62	

5.3 工艺与装备

- 5.3.1 应配备斜导轨数控车床和数控立式曲线磨床对零部件进行加工。
5.3.2 应配备全自动加工流水线, 通过机械手在加工过程中对待加工零部件进行抓取转移。
5.3.3 应配置连续通过式喷淋超声波清洗机对零部件进行清洗。

5.4 检验检测

5.4.1 应配备超声波探伤仪、金相显微镜、全谱直读光谱仪、微机控制电液伺服万能试验机等仪器，对原材料的质量进行检测。

5.4.2 应配备高精度三坐标测量仪、影像测量仪、齿轮测量中心、马达综合测试台等仪器对产品质量进行检测。

5.4.3 应具备对排量、容积效率、总效率、低速性能、超速性能、密封性能、超载性能、耐久性、制动完全开启压力、静态制动力矩、变速性能、零部件装配、气密性等指标进行检测的能力。

6 一般要求

应符合JB/T 8728—2010中第6章的规定。

7 技术要求

7.1 外观

应符合GB/T 7935—2005中4.8~4.10的规定。

7.2 性能要求

7.2.1 排量

空载排量应在几何排量的95%~110%范围内。

7.2.2 容积效率和总效率

在额定工况下，容积效率和总效率应符合表1的规定。

7.2.3 起动效率

在额定压力下，最低起动效率应符合表1的规定。

7.2.4 低速性能

在最大排量、额定压力和规定背压条件下，液压马达最低稳定转速应符合表1的规定。

7.2.5 噪声

噪声值应符合表1的规定。

7.2.6 低温性能

在环境温度和油液温度为-30℃~-20℃的条件下，液压马达在空载压力工况下应能正常起动。

7.2.7 高温性能

在额定工况下，液压马达进口油温达到90℃~110℃时，液压马达应能够正常工作1h以上，无异常现象出现。

7.2.8 超速性能

在125%的额定转速或设计规定的最高转速（选择其中高者）下，液压马达应分别以空载压力和额定压力能正常运转15 min以上，无异常现象出现。

7.2.9 密封性能

7.2.9.1 各静密封部位在正常工作条件下不应渗油。

7.2.9.2 各动密封部位在正常工作条件下，2000 h 内不应滴油。

7.2.10 超载性能

在最高压力或125%的额定压力及额定转速工况下，液压马达应能连续正常运转30 h以上，无异常现象出现。

7.2.11 耐久性

7.2.11.1 耐久性应满足下列方案之一：

- a) 满载试验 1000 h（正、反转各试 500 h），冲击试验 10 万次，超载试验 10 h；
- b) 超载试验 100 h，冲击试验 40 万次。

7.2.11.2 耐久性试验后，容积效率下降值不应超过 4%；零件不应有异常磨损或其他形式的损坏。

7.2.12 制动完全开启压力

制动器的完全开启压力应在1.5 MPa~2.2 MPa之间。

7.2.13 静态制动力矩

制动控制油压卸荷后，当液压马达输入压力为额定压力时，传动轴不转动，保证可靠制动。

7.2.14 变速性能

7.2.14.1 变量型液压马达变速阀的开启压力应在 1.5 MPa~2.2 MPa 之间。

7.2.14.2 变量型液压马达在额定工况下进行变速动作，液压马达运转应平稳且无异常现象。

7.3 装配要求

7.3.1 零部件装配

零部件装配技术要求应符合GB/T 7935—2005中4.4~4.7的规定。

7.3.2 内部清洁度

内部清洁度评定方法及清洁度指标应符合JB/T 7858的规定，具体的清洁度指标应符合表3的规定。

表3 液压马达内部清洁度指标

公称排量/(mL/r)	≤2000	>2000~16000	>16000~25000	>25000
清洁度指标值/mg	≤120	≤240	≤390	≤525

7.4 气密性

在气密性试验过程中，液压马达整体不得有漏气现象。

8 试验方法

8.1 试验装置

按JB/T 8728—2010中7.1的规定进行，噪声测量点位置和数量按GB/T 3767—2016中8.1的规定进行。

8.2 试验条件

8.2.1.1 按JB/T 8728—2010中7.2的规定进行。

8.2.1.2 试验介质应符合GB 11118.1—2011中L-HM 46抗磨液压油（普通）的规定。

8.2.1.3 稳态工况按GB/T 17491—2023中表4的规定进行。

8.2.1.4 测量系统的允许系统误差按GB/T 17491—2023中表A.1的规定进行。

8.3 数据处理

按JB/T 8728—2010中9.1的规定进行。

8.4 特性曲线

按JB/T 8728—2010的9.3的规定进行。

8.5 外观

采用目测法进行。

8.6 排量

8.6.1 出厂检验：按JB/T 8728—2010中表8中序号1的规定进行。

8.6.2 型式检验：按JB/T 8728—2010中表7中序号1的规定进行。

8.7 容积效率和总效率

8.7.1 出厂检验：按JB/T 8728—2010中表8中序号2和序号3的规定进行。

8.7.2 型式检验：按JB/T 8728—2010中表7中序号2和序号12的规定进行。

8.8 起动效率

按JB/T 8728—2010中表7中序号3的规定进行。

8.9 低速性能

按JB/T 8728—2010中表7中序号4的规定进行。

注：液压马达连续匀速转动100圈，超过90%的时间内速度波动在10%以内，满足此条件的最小转速值即为最低稳定转速值。

8.10 噪声

按JB/T 8728—2010中表7中序号5的规定进行。

8.11 低温性能

按JB/T 8728—2010中表7中序号6的规定进行，被试液压马达温度和进口油温为-30℃~-20℃。

8.12 高温性能

按JB/T 8728—2010中表7中序号7的规定进行，进口油温为90℃~110℃。

8.13 超速性能

按JB/T 8728—2010中表7中序号8的规定进行。

8.14 密封性能

8.14.1 出厂检验：按JB/T 8728—2010中表8中序号6的规定进行。

8.14.2 型式检验：按JB/T 8728—2010中表7中序号13的规定进行。

8.15 超载性能

8.15.1 出厂检验：按JB/T 8728—2010中表8中序号5的规定进行。

8.15.2 型式检验：按JB/T 8728—2010中表7中序号9的规定进行，连续运转30h以上。

8.16 耐久性

8.16.1 满载试验

按JB/T 8728—2010中表7中序号11的规定进行。

8.16.2 超载试验

按8.15的规定进行。

8.16.3 冲击试验

按JB/T 8728—2010中表7中序号10的规定进行。

8.16.4 容积效率

按8.7的规定进行。

8.17 制动完全开启压力

使用 $100\text{ N}\cdot\text{m}\pm 10\text{ N}\cdot\text{m}$ 的力矩作用在输出轴端，逐渐提高制动控制油压，记录液压马达开始正、反方向转动时的制动油压。

8.18 静态制动力矩

8.18.1 出厂检验：液压马达运转之前，在最大排量、制动控制油压为0 MPa和规定背压的条件下，逐渐提高液压马达输入压力至额定压力，记录液压马达的运转情况。

8.18.2 型式检验：液压马达运转之前，在最大排量、制动控制油压为0 MPa和规定背压的条件下，逐渐提高液压马达输入压力至125%的额定压力或最高压力，记录液压马达的运转情况及开始转动时的液压马达输入压力值。

8.19 变速性能

8.19.1 出厂检验：液压马达正反向运转时，在额定工况条件下，逐渐提高变速阀控制油压，记录变速阀动作时的控制油压和液压马达运转情况（平稳性、有无异常）。

8.19.2 型式检验：在额定转速情况下，分别记录液压马达正反向在额定压力的25%、75%、100%和规定背压条件下，逐渐提高变速阀控制油压，记录变速阀动作时的控制油压和液压马达运转情况（平稳性、有无异常）。

8.20 零部件装配

采用目测法及使用测量工具检查。

8.21 内部清洁度

按JB/T 7858的规定进行。

8.22 气密性

液压马达完成装配后，封堵液压马达的其它油口，经泄油口向液压马达内部通入0.7 MPa的干净干燥的压缩气体，将液压马达完全浸没在防锈液中停留10 min以上。

9 检验规则

9.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验，检验项目见表4。

表4 出厂检验和型式检验项目表

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	外观	√	√	7.1	8.5
2	排量	√	√	7.2.1	8.6
3	容积效率和总效率	√	√	7.2.2	8.7
4	起动效率	—	√	7.2.3	8.8
5	低速性能	—	√	7.2.4	8.9
6	噪声	—	√	7.2.5	8.10
7	低温性能	—	√	7.2.6	8.11
8	高温性能	—	√	7.2.7	8.12
9	超速性能	—	√	7.2.8	8.13
10	密封性能	√	√	7.2.9	8.14
11	超载性能	√	√	7.2.10	8.15
12	耐久性	—	√	7.2.11	8.16
13	制动完全开启压力	√	√	7.2.12	8.17
14	静态制动力矩	√	√	7.2.13	8.18
15	变速性能	√	√	7.2.14	8.19
16	零部件装配	√	√	7.3.1	8.20
17	内部清洁度	—	√	7.3.2	8.21
18	气密性	√	√	7.4	8.22

注：“√”必检项目；“—”不检项目。

9.2 出厂检验

9.2.1 每台液压马达均应进行出厂检验。

9.2.2 检验合格附产品合格证后方可出厂。

9.3 型式检验

9.3.1 凡属下列情况之一者，一般应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，定期（一般为5年）或累积一定产量后周期性检验一次；
- d) 产品长期停产（一般为2年）后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

9.3.2 应从出厂检验合格的产品中抽取一台进行型式检验。

9.3.3 型式检验的所有试验项目均符合要求，判定型式检验合格。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

10.1.1 应在液压元件的明显部位设置产品铭牌，铭牌内容应包括：

- 名称、型号、出厂编号；
- 主要技术参数；
- 制造商名称；
- 出厂日期。

10.1.2 对有方向要求的液压马达，应在元件的明显部位用箭头或相应记号标明。

10.1.3 液压马达出厂装箱时应附带下列文件：

- 合格证；
- 使用说明书（包括：元件名称、型号、外形图、安装连接尺寸、结构简图、主要技术参数，使用条件和维修方法以及备件明细表等）；
- 装箱单。

10.1.4 在包装箱外壁的醒目位置，宜用文字清晰地标明下列内容：

- 名称、型号；
- 件数和毛重；
- 包装箱外形尺寸（长、宽、高）；
- 制造商名称；
- 装箱日期；
- 用户名称、地址及到站站名；
- 运输注意事项或作业标志。

10.2 包装

10.2.1 液压马达包装时，应将规定的附件随液压马达一起包装，并固定于箱内。

10.2.2 包装应结实可靠，并有防、防潮等措施。

10.2.3 外露的螺纹、镀槽等部位应采取保护措施。

10.3 运输

液压马达在运输过程应轻装轻放，做好防磕碰、防跌落、防雨措施。

10.4 贮存

液压马达贮存应按装箱标志方向放置，做好防雨、防锈措施；内腔应注清洁防锈油或液压油，当贮存期比较长时，每年应进行一次保养；需重新进行防锈处理，内腔更换新清洁油液。

11 质量承诺

11.1 从出厂之日起 12 个月内，在客户正常的储存、保养、使用条件下，因产品的质量问題而不能正常使用时，生产商应提供免费维修或更换。

11.2 在客户提出服务需求时，24 h 内响应，72 h 内提供解决方案。

11.3 产品具有唯一性、永久追溯性的标识。

