

团 体 标 准

T/CMIF ×××××—××××

土方机械用液压柱塞泵 失效模式及分类

Hydraulic piston pump for earth-moving machinery —

Failure mode and classification

（征求意见稿）

（在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中 国 机 械 工 业 联 合 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 失效模式..... 1

 4.1 失效模式原则..... 1

 4.2 失效分类及其代码..... 2

 4.3 主要失效模式及其代码..... 2

 4.4 液压柱塞泵零部件及其代码..... 3

 4.5 失效模式库及其代码..... 4

附录 A（资料性） 液压柱塞泵零部件及其代码..... 5

附录 B（资料性） 失效模式库及其代码..... 6

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。

本文件按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本文件由中国机械工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：天津工程机械研究院有限公司、烟台艾迪液压科技有限公司、徐州徐工液压件有限公司、北京天顺长城液压科技有限公司、机械工业工程机械及液压件产品质量监督检测中心（天津）等。

本文件主要起草人：李式明、刘兆全、邵宗光、孟轩、韩彪。

本文件为首次发布。

土方机械用液压柱塞泵 失效模式及分类

1 范围

本文件描述了土方机械用液压柱塞泵的术语和定义、规定了失效模式、分类及其代码。
本文件适用于土方机械用液压柱塞泵失效模式及分类。

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 17446 流体传动系统及元件 词汇

GB/T 25602 土方机械 机器可用性 术语

JB/T 7043 液压轴向柱塞泵

3 术语和定义

GB/T 17446、GB/T 25602 和 JB/T 7043 界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液压柱塞泵失效 failure of hydraulic piston pump

液压柱塞泵零部件在规定的条件下和规定的时间内，丧失规定功能的事件称为液压柱塞泵失效。

3.2

液压柱塞泵的失效类型 failure type of hydraulic piston pump

液压柱塞泵失效的表现形式称为液压柱塞泵的失效类型。

液压柱塞泵常见的失效类型有：柱塞卡滞、轴封漏油、串泵结合面漏油、输入轴处漏油、后端盖漏油、主轴异常磨损等。

3.3

液压柱塞泵的失效模式 failure mode of hydraulic piston pump

液压柱塞泵零部件所表现的具体失效原因称为液压柱塞泵的失效模式。

液压柱塞泵常见的失效模式有：密封失效、密封装配缺陷、裂纹、拉伤、碰伤等。

4 失效模式

4.1 失效模式原则

4.1.1 原则上以液压柱塞泵具体零部件的失效原因来描述液压柱塞泵的失效模式。

4.1.2 表现为柱塞泵按 JB/T 7043 进行测试过程中或实际使用过程中综合功能或性能方面的失效，以柱塞泵的失效现象进行失效模式描述。

4.2 失效分类及其代码

4.2.1 根据液压柱塞泵失效的严重程度将液压柱塞泵失效分为 4 类，具体分类见表 1。

表1 失效严重程度及其代码

严重程度	情况说明	代码
安全	由于液压柱塞泵失效造成机器损坏或者人员伤亡的情况。	S
严重	失效位置处油液呈线状喷出；温度、压力、流量等参数超过最大值，并伴有高强度噪音、振动等现象，无法正常运行。	Y
中度	失效位置处油液滴出；温度、压力、流量等参数接近最大值，产生噪音、振动等现象但仍然可以运行。	Z
轻度	失效位置处渗油；温度、压力、流量等参数超过额定值，但在主机要求的范围内。	Q

4.2.2 根据液压泵失效类型将失效分为 5 类，具体分类见表 2。

表2 失效类型及其代码

失效类型	情况说明	代码
漏油	液压柱塞泵密封及结合面处，能够看到油液漏出，造成系统压力降低，液压油损失。主要表现形式有：轴封漏油、过滤器与法兰结合面结合面漏油、控制块结合面处漏油、串泵结合面漏油等。	LY
油膜破坏	液压柱塞泵元件金属表面之间直接接触，发生接触表面干摩擦。引起摩擦副粘附磨损，导致油膜被破坏，引起元件失效。主要表现形式有：工作温度过高、液压油含磨损污染物、运动表面磨损等。	YM
内泄	液压柱塞泵内部的油液从高压区域向低压区域泄漏，导致液压柱塞泵内高压区与低压区相通，使液压柱塞泵的输出压力及流量低于额定值，造成液压柱塞泵不能正常工作。主要表现形式有：液压柱塞泵流量不足、液压柱塞泵压力过低、液压系统温度过高等。	NX
外观缺陷	柱塞缸体内孔镀铬层及液压柱塞泵整体外观出现缺陷，导致液压柱塞泵不美观、甚至不能正常工作。主要表现形式有：缸体表面油漆脱落，滑靴镀层脱落，柱塞镀铬层锈蚀、拉伤、裂纹、擦伤等。	WG
其他	除去液压柱塞泵漏油、油膜破坏、内泄、外观缺陷之外的所有问题。主要表现形式有：断裂、弯曲、发响等。	QT

4.3 主要失效模式及其代码

根据主要失效模式将液压柱塞泵失效分为 23 类，具体分类见表 3。

表3 主要失效模式及其代码

序号	失效模式	失效模式定义及情况说明	失效代码
1	密封失效	液压柱塞泵密封在使用过程中，因密封本身缺陷而导致密封断裂、磨损、毛边、起皮、挤出等现象。	MF
2	密封装配缺陷	液压柱塞泵密封在装配过程中，因操作不当造成密封装切、错装、漏装等现象。	ZP

表3 主要失效模式及其代码（续）

序号	失效模式	失效模式定义及情况说明	失效代码
3	裂纹	在零件表面或内部产生的微小裂缝。如：缸体裂纹、配流盘裂纹、回程盘裂纹等。	LW
4	拉伤	摩擦副相对运动时，沿摩擦表面滑动方向形成的划痕。如缸体拉伤、柱塞拉伤、滑靴拉伤等。	LS
5	碰伤	因磕碰在柱塞及滑靴镀层或缸体内壁表面上形成的凹陷，触摸有明显的凹棱或平面手感。	PS
6	润滑不足	是指在工作过程中，液压柱塞泵存在相对运动的零件表面之间，由于油液缺少而导致动态油膜支撑失效或油膜丧失，引起摩擦副粘附磨损（如拖尾磨痕或擦伤），造成液压柱塞泵无法正常工作。如柱塞-滑靴液压油膜丧失等。	JS
7	镀层脱落/起皮	镀层与基体结合力不良，造成镀层与表面分离的现象。	TL
8	锈蚀	由于水、杂质或其他介质等原因造成零件表面生锈、斑及腐蚀的现象。如镀层锈蚀、滑靴锈蚀等。	XS
9	麻点	是指镀层上有未贯穿至基体或前一镀层的凹下坑点。	MD
10	针孔	是指单一镀层上有贯穿至基体或多层镀时前一镀层的微细孔眼。	ZK
11	杂质	在缸体内部或液压油中混入异物，造成液压柱塞泵漏油、内泄等失效模式。如滑靴擦伤或刮痕、缸体内部铁屑等。	ZZ
12	粗糙	由于零部件机加工精度不符合要求或者使用过程中因磨损造成的表面凹凸不平。如柱塞表面粗糙、滑靴及缸体内孔表面粗糙。	CC
13	松动	连接件丧失应具有的紧固力或过盈件配合失效。如柱塞-滑靴松动，螺钉松动等。	SD
14	拆不动	液压柱塞泵零部件因锈蚀、卡死等原因造成其拧不动的现象。如后端盖拆不动。	UD
15	断裂	具有有限面积的几何表面分离的现象。如柱塞断裂、主轴断裂、回程盘断裂等。	DL
16	脱漆	由于灰尘、油渍、磕碰、化学腐蚀等原因使油漆涂层以薄片状与原表面分离的现象。如缸体外观脱漆。	TQ
17	弯曲	当缸体、柱塞及主轴受到与轴线垂直的外力或在轴线平面内的力偶作用时，缸体、柱塞及主轴的轴线由原来的直线变成曲线。如主轴弯曲、柱塞弯曲。	WQ
18	变色	由液压系统工作温度过高或缺少润滑导致的内部元件变色。如柱塞体变色。	BS
19	开裂	零部件产生的可见裂缝。如斜盘压板开裂。	KL
20	电击伤	是指液压柱塞泵外接的各类型传感器与仪器与电源直接接触后，电压超限，造成了击穿，导致液压柱塞泵无法正常控制及运行。如转速传感器电击伤等。	DJ
21	发抖	液压柱塞泵一动一停的现象。	FD
22	过热	液压柱塞泵在运行过程中油温过高和泵体过热的现象。	GR
23	机械振动和噪声	液压柱塞泵的泵轴和电机轴不同心或锁死，装配螺栓松动，液压冲击所引起的现象。	ZS

4.4 液压柱塞泵零部件及其代码

液压缸零部件及其代码见附录 A。

4.5 失效模式库及其代码

失效模式库及其代码见附录 B。

附 录 A

(资料性)

液压柱塞泵零部件及其代码

液压柱塞泵零部件及其代码见表A.1。

表A.1 液压柱塞泵零部件及其代码

零（部）件名称	零（部）件代码	零（部）件名称	零（部）件代码
柱塞泵	00	输入轴	12
缸体	01	主泵轴承	13
柱塞	02	调节螺杆	14
配流盘	03	锁紧螺母	15
斜盘	04	刻度盘	16
滑靴	05	伺服活塞	17
壳体	06	变量活塞	18
复位弹簧	07	变量壳体	19
中心弹簧	08	销轴	20
阻尼器弹簧	09	回程盘	21
骨架油封	10	变量头	22
O 型密封圈	11	—	—

附 录 B
(资料性)
失效模式库及其代码

失效模式库及其代码见表B.1。

表B.1 失效模式库及其代码

失效类型	严重程度	失效现象	失效零（部）件	失效模式	失效代码
输出流量不足或者根本没有输出流量	Q：流量下降，但在主机要求的范围内 Z:流量严重下降，超出主机要求 Y：流量输出为零	配流副结合面擦伤出现沟槽甚至黏着咬死	配流盘	拉伤（划痕）	LS
				装配缺陷	ZP
				粗糙	CC
			缸体	拉伤（划痕）	LS
				电击伤	DJ
				粗糙	CC
		滑靴副结合面擦伤出现沟槽甚至黏着咬死	滑靴	拉伤（划痕）	LS
				装配缺陷	ZP
				粗糙	CC
			斜盘	拉伤（划痕）	LS
				装配缺陷	ZP
				粗糙	CC
		柱塞副结合面擦伤出现沟槽甚至黏着咬死	柱塞	拉伤（划痕）	LS
				装配缺陷	ZP
				粗糙	CC
			缸体	拉伤（划痕）	LS
				装配缺陷	ZP
				粗糙	CC
		油泵的中心弹簧折断	中心弹簧	断裂	DL
		柱塞断裂	柱塞	断裂	DL
				腐蚀	FS

表 B.1 失效模式库及其代码（续）

失效类型	严重程度	失效现象	失效零（部）件	失效模式	失效代码
柱塞泵外/内泄	Q: 失效位置处渗油 Z: 失效位置处油液滴出 Y: 失效位置处油液呈线状喷出	密封圈损坏	密封圈	挤压疲劳	PL
				腐蚀	FS
				老化	AL
		调节螺杆开裂	调节螺杆	断裂	DL
				加工缺陷	JG
				装配缺陷	ZP
		缸体存在缺陷	缸体	开裂	LW
				加工缺陷	JG
		轴承损坏	轴承	磨损	MS
				疲劳变形	PL
		中心弹簧损坏	中心弹簧	疲劳失效	PL
		柱塞泵穿孔	缸体	腐蚀穿孔	FS
			柱塞	腐蚀穿孔	FS
			配流盘	腐蚀穿孔	FS
			斜盘	腐蚀穿孔	FS
压力波动大, 并伴有噪声	Q: 存在压力波动及噪声, 但在主机要求的范围内 Z: 压力波动及噪声超过主机要求 Y: 压力波动及噪声过大, 影响操作人员身体安全	滑靴与斜盘松动	滑靴	磨损失效	MS
			斜盘	磨损失效	MS
		主轴转动平稳性差	主轴轴承	磨损失效	MS
				疲劳变形	PL
		泵体表面有许多小凹坑, 甚至出现裂痕	缸体	气蚀失效	QS
			配流盘	结构设计不合理	JG
流量波动	Q: 存在流量波动, 但在主机要求的范围内 Z: 流量波动超过主机要求, 伴有噪声 Y: 流量波动过大, 产生振动及噪声, 影响操作人员安全	阻尼器中的弹簧刚度大大降低	阻尼器弹簧	疲劳失效	PL
		控制活塞磨损严重	控制活塞	磨损失效	MS
		主要零件被腐蚀	缸体	气蚀失效	QS
			配流盘	气蚀失效	QS
			活塞	气蚀失效	QS

表 B.1 失效模式库及其代码（续）

失效类型	严重程度	失效现象	失效零（部）件	失效模式	失效代码
外观	缺陷面积占总面积的百分比 Q: 轻度 Z:中度 Y:严重	液压泵壳体外观缺陷	壳体	镀层锈蚀	XS
				镀层麻点、麻坑	MD
				镀层脱落/起皮	PS
				表面有沙眼	JG
				刀纹重	JG