

水泥生产机械,尤其主机多为重型设备,如破碎机、回转窑、辊压机、磨机、选粉机以及它们的驱动电动机和减速器等。这些设备的轴承润滑和冷却是确保其安全、正常运转的重要条件,所以稀油润滑装置的连续、可靠运行的重要性,自不待言。为此,人们为其设置了各种保护装置,以期提高运行可靠性,确保主机安全运转。然而,因润滑系统故障导致的设备轴承损伤等事故时有发生,成为影响主机安全运转的最重要原因之一。每次此类事故,往往导致生产线长时停运和严重经济损失。

判断轴承润滑油是否缺失的可靠判据当属监测回油管中油流或油位是否正常。但是,由于种种原因,该参数的可靠监测问题一直未获得令人满意的解决。虽然也曾在回油管上设置了油流指示器、油流信号器之类的监测仪表,但实践证明效果不佳。

回油管中的油流状态与压力油管中迥然不同。在压力油管中可以正常使用的流量计,在回油管路中却变得无能为力,而且还存在价格昂贵以及事实上并不需要精确测量的问题。也就是说,只要确认回油管中油流或油位存在并不低于某限值即可满足要求。因此,采用油流或油位开关更为经济实用。

作为油流、油位开关的传感器品种繁多,如光电式、热量式、音叉式等等。通过对所知现有产品的研究,液体音叉限位开关(以下称油位开关)较为适应在回油管中的油流

状态下进行油位监测,并已被实践所证明。

1 回油管中的油流状态特征

完成轴承润滑及冷却任务的润滑油,其压力完全释放,仅靠回油管斜度实现重力回流至稀油站储油箱中。因此,澄清回油管中的油流状态特征是正确选择和应用油位开关的前提。

1.1 回油流速较慢

仅靠回油管斜度重力回流,回油流速较慢。基于润滑油特性和通常的管路布置条件,回油管斜度一般控制在10%左右。回油流速随油温等诸多因素的影响在0.2~0.8 m/s范围变化。

音叉式油位开关,对介质流速及其变化不敏感,尤其适应低、变流速。

1.2 回油管中油位较低且变化较大

因回油管中油流速度较慢且不可控,为防止油流量、粘度等参数变化影响阻塞回油管,通常按50%左右的油填充率(油位)确定回油管通径。

这种非满管的油位状态,为采用音叉油位开关提供了必要的前提条件。

回油流量随供油流量、系统阻力及稀油站相关参数调整而变;回油温度则受环境温度、轴承状况和润滑装置冷却效果等因素的影响。所有这些都导致回油管中油位变化较大。

所以油位开关的叉体(探头)插入深度必须可调,以便按具体润滑系统实际调整监控油位。

1.3 加速回流特性

某一确定密度和黏度(内摩擦)的润滑油,只在特定斜度的较长回油管中,其回油流速才可能是稳定的,这当然不现实,也不很必要。所以,其结果只能是:要么减速回流,这将阻塞回油管,不允许;要么加速回流,显然只能如此。这意味着回油管中油位从始端到末端也即从上游到下游逐渐降低。

该加速回流特性,要求油位开关测点应设在距回油管始端较近处,以便获得足够的(油位)对象放大倍数,提高监测灵敏度。

2 油位开关基本工作原理和选型

2.1 基本工作原理

如所周知,普通音叉受到外力激励时,将以其固有谐振频率进行(机械)振动;音叉式油位开关中的音叉有多种激励方式,例如采用按逆变换方式工作的压电晶体振荡器作为激励源,使音叉在大气环境条件下维持等幅振荡。如果把叉体浸入非空气介质例如润滑油中时,其振荡参数将发生变化:

- 由于被浸入音叉的润滑油密度远大于空气,此乃等效为叉体质量增大,使固有谐振频率降低,振荡回路失谐;

• 润滑油的黏度也远大于空气,浸入其中的音叉的振荡受到更大阻尼,振幅衰减并向激励源吸收更多的能量。

振荡器的振荡频率或(和)幅度变化,作为表征油位的信号被识别电路识别,再经过后置电路处理,驱动固态继电器等开关电路转换状态,例如从截止变为导通状态,进而驱动负载例如电磁继电器,输出无源电接点信号,实现油位开关功能。音叉油位开关原理示意图如图1。

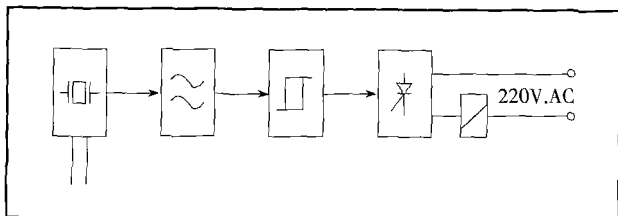


图1 音叉油位开关原理示意图

2.2 油位开关选型

音叉式液位开关生产厂家众多,产品型号规格各异。为便于选型,以E+H公司产品为例,具体选型如下。

2.2.1 用于回油管 DN<100mm 的油位开关

推荐型号:FTL51—A GQ2 DB 4 G4 A 52003978

其中:

FTL51—Liquiphant M 系列;

GQ2—G3/4A 螺纹连接,材质:1.4435/AISI 316L;

DB—带 118mm 延伸管,材质:1.4435/AISI316L;

4—带 FEL54 电子插件,电源:19~253V.AC 或 19~55V.DC;输出:2 付转换接点,253V.AC,6Amax;

G4—聚酯外壳,防护等级 IP66;电缆入口:M20×1.5;

A—带基本附件,订货号:52003978。

2.2.2 用于回油管 DN≥100mm 的油位开关

推荐型号:FTL51—A GQ2 BB 4 G4 A 52003978

其中:

BB—带延伸管,材质:1.4435/AISI316L;长度按用户要求提供;

其它代码—含义同前。

2.2.3 选型说明

(1) 尽量减少型号规格

如工厂所有设备的稀油润滑装置的回油管 DN < 100mm,应选择带 118mm 延伸管的液位开关;如有 DN ≥ 100mm 的回油管时,可考虑按满足其中最最长延伸管要求,再增加一个规格。

(2) 关于电子插件的其它选择

笔者推荐选择为 FEL54。当然也可以按其具体要求选择其它电子插件。例如二线制交流供电的 FEL51,其负载电阻 R_L (通常为输出继电器)需由用户自备。该方式的优点是输出继电器可以不放在现场,减少信号电缆长度;但须切记:必须在供电回路中串联负载电阻之后,方可将其接入交流电源,否则将烧毁电子插件!另外,该插件的截止态

驻存电流为 $\leq 3.8\text{mA}$,配用的输出继电器为持(吸合)电流必须明显大于此值,否则一旦动作将不能释放。

如欲将油位开关的输出(信号)直接与 PLC(DI)连接,可选择三线制直流供电,PNP 晶体管输出的 FEL52 电子插件。由于该电子插件的工作电流不通过 PLC 的 DI 模块,仅通过 $< 100\mu\text{A}$ 晶体管截止态驻存电流,此值远小于 DI 模块的查询电流,故不会引起误动作。

(3) 油位开关外壳及其它

如不采用所推荐的聚酯外壳 G4,也可采用铝壳 G5 或钢壳 G6。

对于普通润滑油,采用所推荐的过程连接和延伸管材质可以满足要求,只在过程介质具有强腐蚀性时才需要采用更高档材料。

若有防爆要求,须另选专用规格产品。

3 油位开关安装及电气连接

3.1 安装

测点应尽量靠近润滑点(上游),但应距回油管始端保持 6~8DN 的距离作为整流段。

为调整油位开关的探头插入深度,匹配油位开关的开关点与油位限位点,须借助零压力滑动套管将带有延伸管的油位开关安装在测量管段上。为防止过程连接处渗漏润滑油,油位开关应安装在管顶并与测量管段垂直。

测量管段材质和通径可与回油管相同,长度应 $\leq 2\text{DN}$ 。为减少管路接头,可将 6~8DN 的上游管段预留在测量管段上。

当回油管 DN < 50mm 时,为保证油位限位调整范围,建议仍采用 DN < 50mm 测量管段,经异径管接头与上、下游回油管连接。

油位开关在测量管段上安装示意图见图 2。

3.2 电气连接

所推荐的油位开关电子插件 FEL54 的外部接线图示于图 3。

图中接线端子 3.4.5 和 6.7.8 为 2 付输出(信号)转换接点,图示为非激励即输出继电器失电时的输出接点状态。由于电路按输出继电器非激励下限报警方式工作,故图示输出继电器接点状态也就是下限位报警状态。

4 油位开关调整

4.1 关于开关点

叉体被埋没至开关转换的点称为开关点,开关点距叉体端部的距离称为开关点距离,其值与环境及介质条件相关。以水为介质的开关点标定结果如下。

介质及条件:水;

温度:23℃;

密度:1g/cm³;

黏度:1mm²/S;

压力:0Pa。

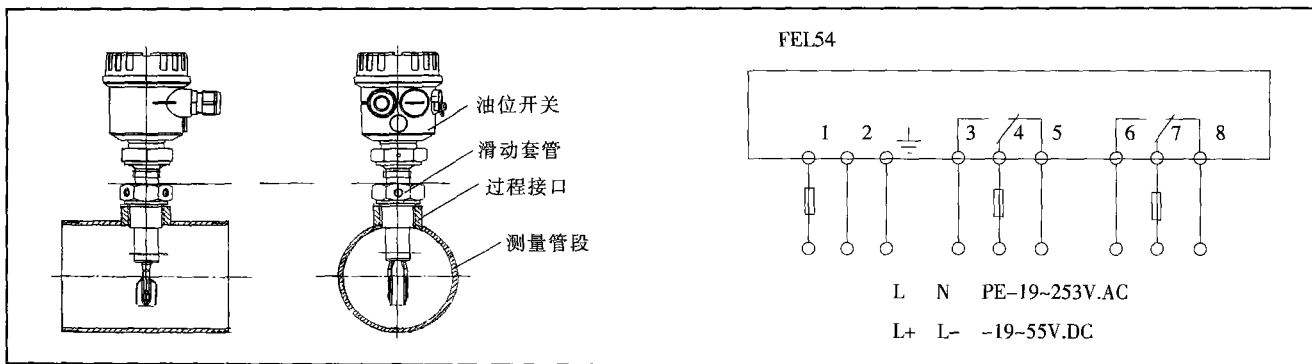


图2 油位开关安装示意图

图3 FEL54 电子插件外部接线图

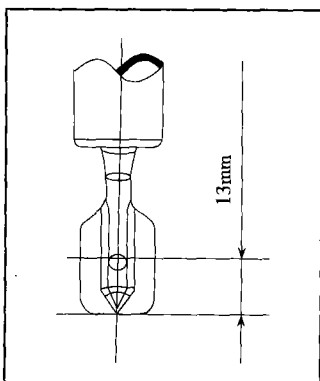


图4 标定点及标定值示意图

环境温度:23℃;
 探头安装:垂直顶装;
 密度开关设置:>0.7g/cm³。

上述条件下,液体音叉限位开关的开关点距离为13mm,开关点已标记在叉体上。开关点定义及标定值示于图4。

对于本文讨论的具体应用场合,介质及其它

相关条件为:

介质及条件:润滑油;
 温度:16~55℃;
 密度:≈0.9g/cm³;
 黏度:≤500mm²/S;
 压力:0Pa。

环境温度:0~40℃;
 探头安装:管顶垂直;
 密度开关设置:>0.7g/cm³。

以上两种介质及其它条件相比较,大都相近或相同,唯有介质黏度差别甚大。不过,所推荐的油位开关的工作原理是基于叉体浸入非空气介质时的频率变化,而黏度对频率的影响甚微,故以水为介质的标定开关点,仍可作为润滑油介质时的参考开关点。

4.2 插入深度与延伸管长度

前曾指出,合理设计的回油管中正常油位约为0.5Di(回油管内径)也即1.0Ri(回油管内半径),并作为初始预置油位限值的设定条件。

考虑回油油位扰动以及仪表综合误差等因素的影响,为保证油位开关动作可靠性,建议低油位限值的初始预置为自管底起计0.75Ri,此时油位开关延伸管的有效插入(管内)深度建议按下式确定:

$$l=1.25Ri+Sd(mm) \quad (1)$$

式中:l—有效插入深度,mm
 Ri—回油管内半径,mm
 Sd—开关点距离,对所推荐型号 Sd=13mm
 延伸管长度按下式确定:

$$L=k l+P l(mm) \quad (2)$$

式中:L—延伸管长度,mm;
 k=1.2—调整裕量
 Pl—过程连接长度等,对于所推荐型号,Pl≈60mm
 例如,某稀油润滑装置的回油管 DN=100mm,Di=106mm,其有效插入深度及延伸管长度应分别为:
 $l=1.25 \times 53+13=79\text{mm};$
 $L=1.2 \times 79+60=155\text{mm}。$

4.3 电气调整

(1)报警及密度开关设置

报警开关设置于:下限位(min)报警;
 密度开关设置于:>0.7(g/cm³)

(2)通电

通电前确认电源电压,注意交流和直流电压适配值是不同的。

合上电源后绿色LED指示灯点亮,表示通电。

红色LED指示灯,点亮:表示油位已降至下限位(报警)点;熄灭:表示油位正常;闪烁:表示探头腐蚀、断落或电子插件故障。

(3)下限油位调整

如果油位开关安装时,其插入深度已按(1)式预置,在主机及稀油润滑装置投入正常运转条件下,回油管内油位接近Ri,其设定点可不再调整;若管中实际油位明显高于或低于Ri时,则应重新调整报警设定点,升(降)探头,直至开关转换,此刻开关点恰与管内油面持平。为防止油位扰动引起误动作,再降探头至开关点浸入油面下约相当于75%油截面积的油位处,但最终叉体平面必须与测量管段轴线也即油流方向平行,以免阻碍油流。

如有必要,实施上述调整前解开信号线,并注意调整完毕后即时恢复。◆