

磁力搅拌反应釜的故障分析与状态监测技术

李海鹰 吴剑武 何晓东 (温州市工业科学研究院, 温州 325028)

【摘要】介绍了磁力搅拌反应釜工作原理, 并就其独特的传动结构和磁路结构进行了分析。讨论了磁力搅拌反应釜存在的问题, 并进行了故障分析。提出一种同时对工作气隙中的磁感应强度和隔离套温度进行监测的复式状态监测方法, 并分析了该方法的状态监测原理, 并简单介绍其状态监测装置。

关键词: 反应釜; 磁感应强度; 状态监测; 故障分析

中图分类号: TH12 TH165. +1 文献标识码: B

1 前言

随着现代化工业特别是石化、原子能等行业的发展, 压力容器向着高温、高压、高真空发展, 也对反应釜的密封性能提出了更高的要求。磁力搅拌反应釜以其良好的密封性能, 在化工、石油、制药等部门的应用越来越广泛, 其本身也得到了极大的发展, 并且产生了良好的社会、经济效益。磁力搅拌反应釜常用于工作压力高, 易燃、易爆的危害介质, 这些介质的点滴泄漏, 就会直接污染环境, 威胁操作人员的人生安全, 甚至会引起爆炸事故。虽然磁力搅拌反应釜可以彻底解决生产中的泄漏问题, 实现反应过程中的零泄漏, 但同时受其结构的影响, 在使用过程中难以发现其内部问题和故障。因此如何实现磁力搅拌反应釜现场安全可靠的运行, 又是人们所要解决的课题。

由于磁力搅拌反应釜采用全封闭的结构, 其内部的滚动轴承、内转子等若发生故障, 这一切在反应釜外部是无法发现, 尤其是下支承轴承常因润滑不良而磨损严重, 影响正常生产, 严重时甚至造成事故的发生。目前国内又没有一套较理想的现场状态监测系统, 现场故障只能靠操作人员的主观判断, 这样就很难对其运行状态和滚动轴承的更换周期做出明确的说明和确定。为确保磁力搅拌反应釜的正常运行和日常维护, 非常有必要在磁力搅拌反应釜上设置状态监测系统。

2 磁力搅拌反应釜的传动结构及工作原理

磁力搅拌反应釜由电机减速机, 隔离套、外磁钢转子、内磁钢转子、搅拌轴、反应釜和搅拌桨等构成, 其结构如图1所示。电机减速机驱使外磁钢转子转动, 形成一个旋转磁场, 其磁力线穿透隔离套 (隔离套材质为非铁磁性, 允许磁力线通过) 作用到内磁钢上, 内磁钢的磁力线也穿透隔离罩作用到外磁钢上。由于磁钢同极相斥, 异极相吸, 因而使内磁钢转子也随之同步旋转, 带动搅拌轴转动。

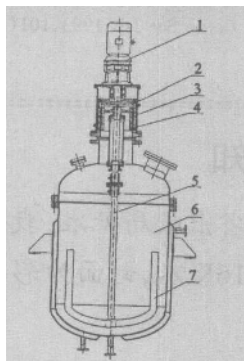


图1 磁力搅拌反应釜结构

1 电机减速机 2 隔离套
3 外磁钢转子 4 内磁钢转子
5 搅拌轴 6 反应釜 7 搅拌桨

3 磁路结构原理

如图2所示, 磁力搅拌反应釜的磁路结构为同轴圆筒形组合式, 内、外磁钢都是一块块扇形小磁钢在圆周方向按 N、S, 异

极交叉排列, 轴向同极排列, 粘结在圆筒上而构成推拉磁路。磁路间的磁极都是成对出现的, 磁力线形成闭合回路, 保证磁钢间的吸力。当电机减速机带动外磁钢转子旋转时, 外磁极 N_2 相对于内转子磁极 S_1 超前 ϕ 角, 见图3, 磁极 N_2 对 S_1 的吸力 F_1 以及 S_3 对 S_1 斥力 F_2 , 二者的切向分力, 对内磁钢转子形成与外磁钢转子相同方向的扭矩。

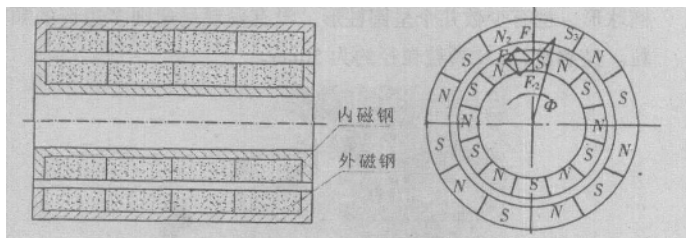


图2 结构原理

图3 磁路结构

4 磁力搅拌反应釜存在的问题和故障分析

从磁力搅拌反应釜的结构和现场的使用来看, 下支承的滚动轴承的磨损是磁力搅拌反应釜的主要故障, 是影响正常生产的主要原因。磁力搅拌反应釜由于采用全封闭结构, 其内部传动部分和外界完全隔离, 滚动轴承在釜内无法加脂润滑, 滚动轴承因润滑不良长期处于干磨状态, 磨损很快。滚动轴承磨损后, 轴承与轴的径向间隙增大, 内转子部分因受外磁钢转子磁力的作用, 转子中心偏离轴几何中心线, 造成内外转子间隙不均匀, 转子间隙与磁力成反比, 间隙越小, 外磁钢转子对内磁钢转子的磁吸力越大。此时反应釜内转子越偏离轴几何中心线, 滚动轴承的磨损也就越严重, 最终导致内磁钢转子和隔离套发生摩擦, 摩擦会造成以下两方面后果: (1) 摩擦使间隙温度升高, 温升造成磁力传动器的磁钢磁性减弱, 传动力矩下降。(2) 若及时发现摩擦会损坏内磁钢转子, 造成磁钢损坏影响正常生产。严重时还会损坏隔离套, 危及生产安全。

另一方面, 磁力搅拌反应釜采用金属材料作为隔离套。设备启动运转后, 金属隔离套在交变的磁场中工作, 由此可导致隔离套壁产生磁涡流热, 使隔离套壁温度急剧上升, 其热量的释放可导致磁转子的永磁体退磁, 以至设备无法正常运行。由此可见, 磁力搅拌反应釜冷却系统的失效将导致隔离套壁升温, 使设备发生故障。

5 磁力反应釜状态监测技术的基本原理

在以上对磁力搅拌反应釜通常故障分析的基础上, 提出—

种同时对工作气隙中的磁感应强度和隔离套温度进行监测的复式状态监测方法。并依此对可能出现的故障进行预测并采取相应的措施。

5.1 利用工作气隙中的磁感应强度的变化进行监测

由磁力搅拌釜的磁路结构可知:正常工作时,由于内外转子同心,其间隙是均匀的,而当轴承出现磨损,即处于不正常工作状态时,内外转子会发生偏心而造成它们之间的间隙不均匀。

从磁学的角度可知,磁力的大小与磁场的磁感应强度 B 值有关,而磁感应强度 B 值又与磁场间隙的间距值的大小成反比。如图 4 所示,间隙的间距值越大,磁感应强度 B 值越小,反之亦然。因此,测试间隙磁场的磁感应强度 B 值,便可掌握转子间隙处间距值的变化情况,即可分析内转子偏离轴中心的情况,从而进一步掌握轴承的磨损程度,及时定出磁力反应釜检修、更换轴承的时间,做到对磁力反应釜预知维修,避免事故的发生。

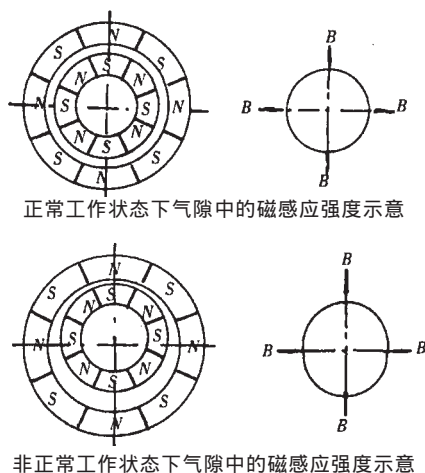


图 4 磁感应强度示意

测试的装置是依据霍尔效应的原理而设置的,在隔离套的外表面固定一个霍尔探头,探头的引线沿隔离套壁而引出,与特斯拉计连接,其结构如图 5 所示。利用此装置可完成对间隙的磁感应强度 B 值的测试。

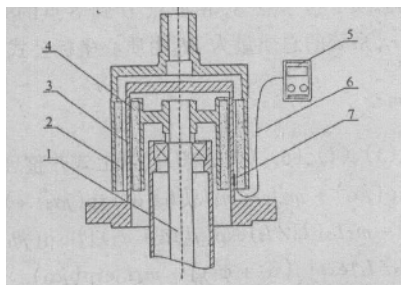


图 5 测试装置结构

- 1 搅拌轴 2 外磁钢转子 3 隔离套 4 内磁钢转子
5 特斯拉计 6 探头引线 7 霍尔探头

测试工作可在定期和不定期停车时,若测得的数据沿磁力传动器圆周呈小到大,又由大到小的趋势,且数据在 180° 的对角线上大小对应,则可判定出内、外磁转子间隙不均匀。数值大的地方间隙间距小,反之亦然。即可通过测试掌握滚动轴承的磨损程度,也就确定了反应釜滚动轴承的检修、更换时间。

5.2 根据隔离套温度变化进行监测和报警

磁力传动反应釜运转过程中发生的一些故障和发生故障后的表现形式与温升有关,因此通过运转过程中进行温升的监测可以发现磁力传动反应釜所发生的一些故障。温度监测装置是依据热传递、热平衡原理将接触式测温传感器安装在隔离套的法兰上的测温孔内,并通过适当修正处理即可监测永磁体工作温度的变化,温度监测装置如图 6 所示。

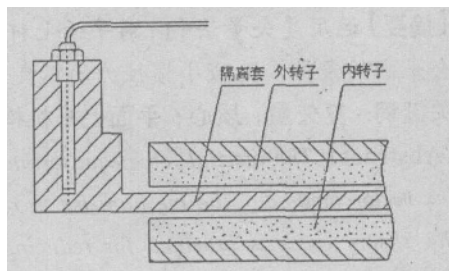


图 6 温度监测装置

温度传感器须经防爆处理封装后,装在隔离套法兰上的测温孔内,并将信号线穿入防爆管后送至仪表监控室与主机相连接即可工作。测控系统框图见图 7 所示。

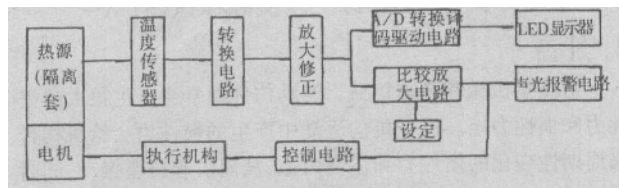


图 7 温度监测装置测控系统框图

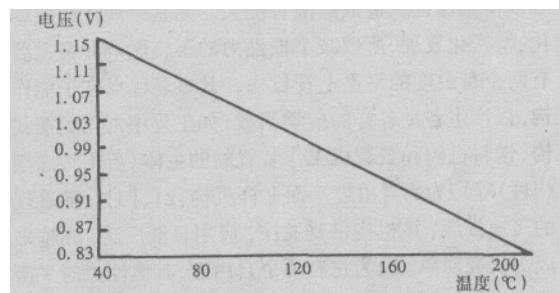


图 8 输出电压 V 与被测温度 T 的关系曲线

安装在隔离套法兰上的温度传感器输出电压 V 与被测温度 T 的关系曲线如图 8 所示。 $V-T$ 间呈线形关系。温度传感器经转换电路将温度信号转换为电信号,显示隔离套的工作温度,当隔离套温度高于额定值时,电路自动发出声光报警信号,与此同时输出控制信号使执行机构动作,及时对反应釜进行停机处理,从而有效防止永磁体退磁,避免了设备及事故的发生。

6 结束语

磁力搅拌反应釜的状态监测技术,目前在国内还需要深入的研究和探讨。它直接关系到磁力搅拌反应釜使用的状况和发展。其状态监测技术还需在实际工作中不断完善和发展。

参考文献

- 王玉良. 磁力传动与绝对密封. 抚顺: 抚顺石油学院学报, 1999. 19.
- 徐建民. 对搅拌反应釜零泄露密封方式的探讨. 化工装备技术, 1997. 6.
- 李多民. 磁力泵状态监测技术. 流体机械, 1996. 6.