

某船闸干油集中润滑系统工作方式分析与优化

杨冰
(长江三峡通航管理局 湖北 宜昌 443001)

摘要: 本文介绍了干油集中润滑系统在某船闸的应用, 针对其应用现状, 分析和计算了船闸人字门启闭机干油润滑系统耗脂量和工作周期, 针对船闸干油润滑系统存在的问题, 对其控制方式进行了优化。

关键词: 干油润滑系统; 耗脂量; 工作周期; 补偿润滑

0 引言

机械传动磨损是设备损坏的主要原因, 不仅会极大地缩短设备寿命, 还会影响到设备的正常运行。采用合理的润滑方式, 能有效减少摩擦抵抗, 防止烧结磨损, 减少动力消耗, 提高机械效率。干油润滑因其密封简单、不易泄漏和流失的特点, 在低速、重载、有冲击载荷以及较恶劣的工况下有着广泛的应用。

1 某船闸干油集中润滑系统

某船闸干油集中润滑系统包括多线式集中润滑系统、单线式集中润滑系统和双线式集中润滑系统 3 种形式, 主要为船闸人字门和阀门启闭机的滑动轴承供应润滑脂。其中, 人字门底枢采用单线式集中润滑系统, 人字门启闭机采用双线式和多线式两种集中润滑系统, 反弧门支铰采用双线式干油集中润滑系统。人字门启闭机为机械四连杆机构, 共有 8 个干油润滑点, 反弧门支铰有 2 个干油润滑点。

多线式集中润滑系统由 ZB 多点泵直接向多个润滑点供油, 由于各润滑点的输油管路相对独立, 可以通过调整泵头的调节螺塞改变每个润滑点的供油量。双线式集中润滑系统由 BSB 泵、二位四通换向阀、压差开关、双线分配器以及供油管路组成, BSB 泵通过换向阀的换向动作交替向 2 条主管路泵送润滑脂, 润滑脂通过分配器定量地送入分支管路, 最终到达各润滑点。以某船闸人字门启闭机双线

表 1 二硫化钼锂基脂润滑性能参数

式润滑系统为例, 其系统结构示意图如图 1 所示。

某船闸干油集中润滑系统的润滑剂采用二硫化钼锂基脂, 其性能参数如表 1 所示。二硫

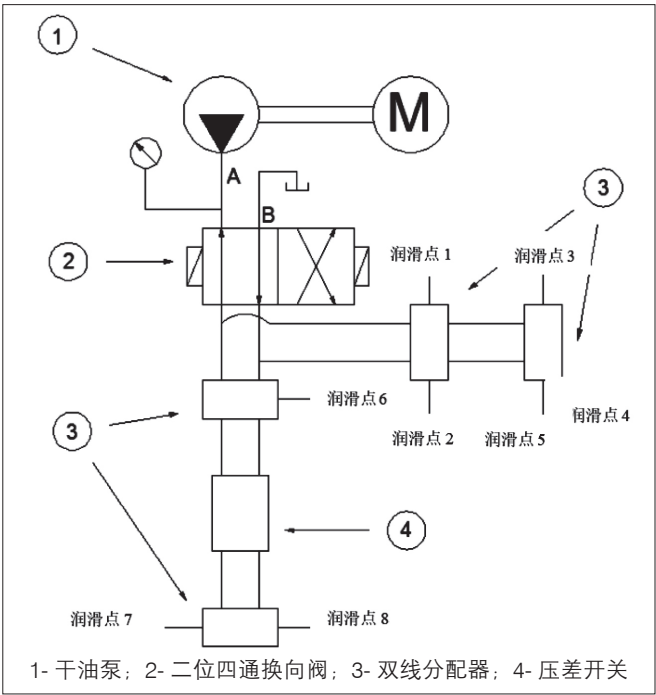


图 1 某船闸人字门启闭机双线式润滑系统

化钼锂基脂具有耐高温、抗水性强的特点, 具备良好的机械安定性、润滑性、抗磨性、抗水性、防锈性和极压性。

2 干油集中润滑系统耗脂量分析

干油润滑系统不同润滑点的耗脂量根据各种工况条件来确定。滑动轴承润滑脂消耗量的理论计算公式为:

$$Q=0.025\pi DL(K_1+K_2) \tag{1}$$

式中： D —轴孔直径；
 L —轴承长度；
 K_1 —与轴承转速有关，详细取值见表 2；
 K_2 —与轴承转速有关，详细取值见表 3。

表 2 系数 K_1 对应表

转速 / (r/min)	微动	20	50	100	200	300	400
K_1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.8	2.5	

表 3 系数 K_2 对应表

工况条件	粉尘作业	室外作业	高温 (> 80℃)	气体及水污染
K_2	0.3 ~ 1		0.6 ~ 6	

以人字门启闭机润滑系统为例。人字门启闭机共有 8 个集中润滑点，分别为立轴、内托轮、外托轮、曲上、曲下、顶枢、联上、联下。这些干油润滑点的位置比较隐蔽，有些甚至位于水下。各润滑点轴承尺寸参数如表 4 所示。

表 4 人字门启闭机滑动轴承尺寸 /mm

润滑部位	润滑点 1	润滑点 2	润滑点 3	润滑点 4	润滑点 5	润滑点 6	润滑点 7	润滑点 8
L	510	90	90	200	200	240	160	400
D	630	115	115	300	300	420	300	350

根据人字门启闭机运行工况和内、外托轮的行程可知，在变速状态下的各润滑点滑动轴承转速低于 20r/min，此时系数 K_1 取值为 0.3。由于人字门启闭机在室内运行，工况较好，系数 K_2 根据给定参考值取 0.3。

根据公式 (1) 计算立轴所需供油量约为 151mL/8h。

同理，代入数据计算可得其他润滑点轴承所需的理论供油量如表 5 所示。

表 5 人字门各润滑点所需的理论供油量 / (mL/8h)

润滑部位	润滑点 1	润滑点 2	润滑点 3	润滑点 4	润滑点 5	润滑点 6	润滑点 7	润滑点 8
理论供油量	151.0	4.8	4.8	28.2	28.2	47.4	22.6	65.0

由计算结果可知，某船闸人字门启闭机 8 个润滑点每间隔 8h 所需的干油消耗总量为 353.2mL。此计算结果为理论值，仅考虑在正常状态下各个润滑点充分润滑所需的最小供油量。

人字门启闭机双线式干油润滑系统，可以通过调节双线分配器的调整螺钉来调节各润滑点的给油量。人字门启闭机多线式干油润滑系统，可以通过调节单个泵头的调整螺杆来调节各润滑点的给油量。

3 干油集中润滑系统工作周期分析

干油集中润滑系统工作周期即为该系统一次满循环的工作时间，可用式 (2) 确定：

$$T= (Q_c+Q_a+Q_e) /Q_p \tag{2}$$

式中： Q_c —系统中全部双线给油器控制活塞排出的润滑脂总量， cm^3 （对非双线系统可不计算在内）；

Q_a —每个出油口排出的润滑脂量总和， cm^3 ；

Q_e —主管管内润滑脂的压缩量， cm^3 （一般取管内容量的 1.5%，对软管则取管内容量的 10%）；

Q_p —干油泵的给油量， cm^3/min 。

若采用电气系统进行控制，则干油润滑系统工作时间的电气监视时间，可按计算出的理论时间值 T 乘以 1.3 ~ 1.5 系数来设定。

以某船闸人字门启闭机双线式干油润滑系统为例：该系统共有 8 个润滑点，系统选用二硫化钼 0 号锂基脂，BSB 泵的工作压力为 40MPa，流量为 120mL/min，系统配以 1.5 cm^3 给油量的 ZV-B 双线分配器，两个出油口的 2 只，三个出油口的 1 只，一个出油口的 1 只，分配器活塞动作容积为 0.3 cm^3 。主管路 $\phi 14 \times 2\text{mm}$ 的无缝钢管 79.09m， $\phi 14\text{mm}$ 的软管 6m。

根据式 (2) 计算可知，人字门启闭机双线式干油润滑系统的工作周期约为 1.3min，即 78s。考虑到电气系统控制监视时间，取系数 1.5，则该系统工作周期为 117s。

在实际应用中，该系统在自动控制模式下每次工作时间为 180s，满足一次满循环的润滑时间要求和控制系统计数器计数精度需求。

4 干油集中润滑系统控制方式优化

某船闸干油集中润滑系统有手动控制和自动控制两种方式，这两种控制方式通过操作转换开关实现切换。

干油集中润滑系统每启动一次运行，控制系统监测油泵电机的运行时间，当系统运行达到设定时间，系统就会停机，干油润滑系统完成一次工作运行。

自动控制模式下，控制系统会对相应机械设备的运行次数进行计数，当计数次数达到设定值，则会在该设备运行过程中启动干油润滑系统，对该设备进行润滑。

手动控制模式下，完成一次手动注油，且注油时间超过 120s，控制系统对机械设备运行次数计数清零。

某船闸日夜不间断运行，作为配套系统，干油集中润滑系统长期运行的稳定性是确保人字门和阀门可靠运转的重要保障。在自动控制模式下，干油润滑系统的启动由机械设备运行次数触发。当某船闸汛期停航时，船闸机械设备长时间处于停机状态，干油润滑系统则不能触发自动润滑，需要人工及时手动注油，否则底枢、反

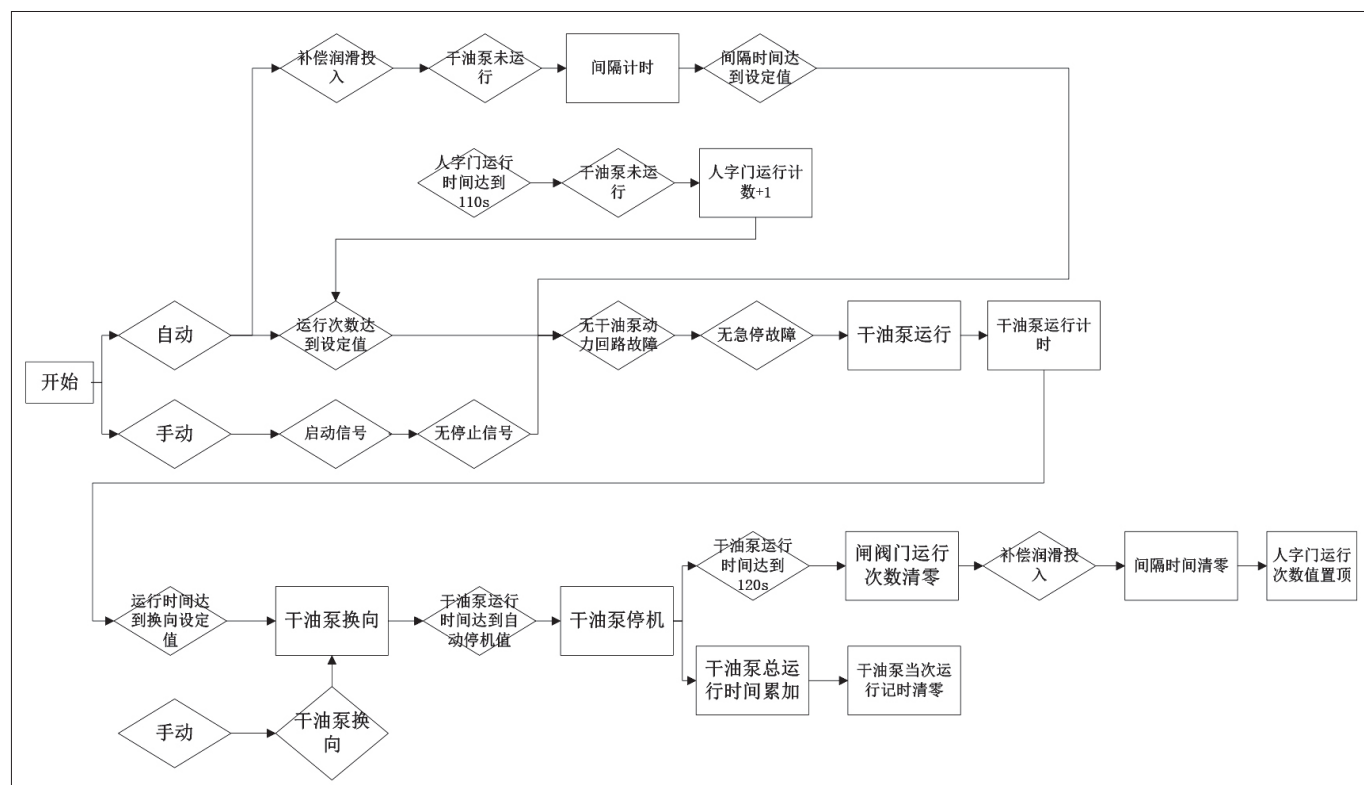


图2 某船闸人字门启闭机干油润滑系统优化控制流程图

弧门支铰等润滑点因竖直管路距离较长,管路内滞留的润滑油逐渐流失,从而导致下一次干油润滑系统启动运行时造成系统失压故障,并且摩擦部位可能出现局部欠润滑,增加设备磨损。

本文在当前某船闸干油集中润滑系统控制方式基础上,提出了“补偿润滑”的机制,对干油润滑系统的控制进行优化:自动控制模式下,干油润滑系统的启动运行由机械设备运行次数或机械设备停机时长来触发。控制系统监测机械设备运行次数,同时也监测机械设备运行时间间隔,当机械设备运行次数达到设定值,或者机械设备运行时间间隔达到设定值,就会触发干油润滑系统启动。考虑到机械设备在运行过程中进行润滑的效果较好,优化后的控制具有以下特点:

- (1) “补偿润滑”的功能可投/切;
- (2) 机械设备运行时间间隔可外部设定;
- (3) 每当完成一次“补偿润滑”,控制系统对机械设备运行次数计数置顶。当机械设备长时间停机后第一次运行时,干油集中润滑系统也能触发启动运行,实现机械设备运行过程中干油润滑系统供油润滑。

以人字门启闭机双线式干油润滑系统为例,优化后的控制流程如图2所示。

5 结语

(1) 本文分析和计算了某船闸干油集中润滑系统的耗脂量和系统工作周期。在实际应用中对各润滑点给油量的调整、系统运行时间的设定具有一定的指导意义。

(2) 提出了具备“补偿润滑”功能的干油集中润滑系统控制方式。根据某船闸实际应用情况,在机械设备运行次数触发干油润滑系统启动运行的基础上,增加了机械设备运行时间间隔作为触发条件,完善了干油润滑系统的控制方式,使机械设备在运行或者非运行状态下都能得到有效的润滑。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [2] 王恩祖. 干油集中润滑系统的设计 [J]. 重型机械, 1988(04): 58-62.
- [3] 张晓光, 徐键键, 林学栋. 润滑脂管道流动阻力的测试研究 [J]. 机械工程学报, 2005, 41(10): 186-191.

作者简介: 杨冰 (1990.12-), 女, 汉族, 湖北宜昌人, 硕士, 工程师, 研究方向: 液压与润滑。