

# 基于油耗监控系统的拖轮节油降耗管理研究

马明轩

(国能黄骅港务有限责任公司, 河北 沧州 061113)

**摘要:** 当前, 拖轮动力的能源形式仍以燃油为主, 燃油成本也在拖轮运行总成本中占据相当大的比重, 无论是为了企业降本增效, 还是基于节能减排的环保要求, 如何有效地降低拖轮燃油消耗, 是企业管理的一项重要内容。本文结合黄骅港煤炭港区拖轮设备及作业条件, 通过研究设计油耗监控系统, 采集所需拖轮运行数据, 建立一种油耗数据分析与单船节油考核的方法, 并提出拖轮节油降耗措施, 为港口拖轮企业管理提供借鉴。

**关键词:** 拖轮; 油耗监控; 节油降耗

中图分类号: U676.3

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2021) 10—0053—02

拖轮作为港口的重要组成部分, 主要承担着辅助货船进出港、护航、拖带、搜救、消防等任务, 进而保障港口安全生产的正常运转, 而拖轮航行离不开充足的燃油供给。目前黄骅港煤炭港区共配备拖轮 12 艘, 按马力可分为 3 类: 2 艘 3200HP、5 艘 4000HP、5 艘 5200HP, 其中, 兼消防功能 8 艘, 兼溢油回收功能 1 艘。据统计, 近 5 年该港区拖轮年平均燃油消耗量 2275 吨, 年均燃油成本约 1365 万元, 折算排放 CO<sub>2</sub> 约 7248 吨。本文基于黄骅港煤炭港区作业环境和拖轮作业特点, 对拖轮节油降耗管理进行研究, 在全面监控运行油耗数据基础上, 进行系统梳理和分析, 进而提出合适的节油降耗措施。

## 1 油耗监控系统设计

为全面深入地研究拖轮节油降耗管理, 需设计一套合适的油耗监控系统, 其基础功能有两个, 一是采集拖轮各耗油设备的油耗数据, 二是采集拖轮作业时航速、主机转速等航行数据, 在此基础上对不同作业工况下拖轮油耗情况进行自动分析<sup>[1]</sup>。

首先, 需对燃油管路进行改造, 实现油耗数据的采集。拖轮上消耗燃油的设备有 2 台主机、2 台副机和 1 台锅炉, 每台设备均有进油和回油两个油路, 燃油自日用燃油储存柜经过滤器过滤后进入设备, 一部分燃油被燃烧消耗掉, 剩余部分燃油经回油管回到日用燃油柜, 因此每台设备的瞬时油耗应为进油量与回油量的差值, 各设备瞬时油耗的和即为拖轮当前时刻油耗量。为实现拖轮燃油消耗情况的精准计量和分析, 应对燃油管路进行改造, 合理选用和布置燃油流量计<sup>[2]</sup>。经研究, 改造方案主要可分为两种, 一是所有设备统一测量进、回油, 二是对各个设备分别测量进、回油。前者需要对日用燃

油柜进行改造, 优点是只需要两个流量计, 改造费用相对较低, 缺点是无法对各设备油耗状况进行监控; 后者对多处管路进行改造, 优点是能够实现各设备油耗单独计量, 便于数据分析, 缺点是多个流量计, 改造费用相对高。进一步分析, 从设备油耗量来看, 由大到小依次是两台主机、二台副机和一台锅炉, 其中主机油耗对全船油耗起决定性作用, 因此在监控设备油耗时可以突出重点, 选择性进行合并, 具体改造方案如图 1 所示。图中虚线框内为流量计组, 具体包括 1 个流量计、1 个过滤器和 3 个截止阀, 当流量计维修或故障时可以通过开关阀门进行旁通。本方案共计布置 6 个流量计组, 其中两台主机进口各 1 个, 两台主机回油合并用 1 个, 两台发电机组进油和回油分别合并用 1 个, 锅炉用 1 个。

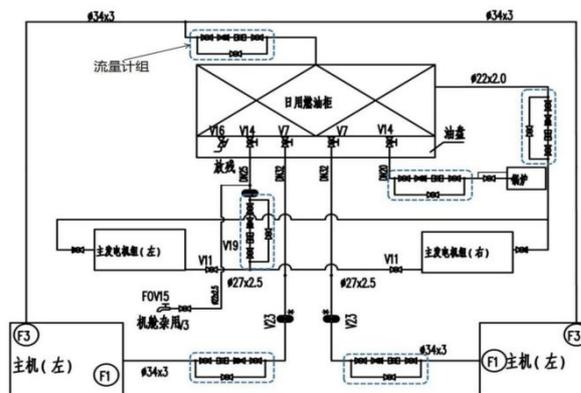


图 1 燃油管路改造图

其次, 关于燃油流量计选用, 为确保测量精度, 通常可选用质量式或容积式流量计。经研究本文选取两种流量计进行对比试验: 一种是质量流量计, 品牌 E+H, 型号 DMF-1-5B, 它是利用流体在振动管中流动而产生与质量流量成正比的科氏力的原理来直接测量质量流量, 其优点是测量精度较高, 能够直接输出质量流量数据, 但其对安装环境要求较高, 应安装稳固, 避免振动,

远离热源、磁场、泵出口等；另一种是容积流量计，品牌 Aquametro，型号 VZF(A)-II，它是利用流体压差驱动转子转动，通过计量流体经过内部恒定容积的腔室次数，来测量体积流量，其优点是安装简单，对安装环境要求相对较低，但其低流量时测量精度不稳定。结合拖轮作业性质和特点，机舱环境通常振动较大，空间较为狭小，设备及管路布置紧凑，主副机怠速时燃油流量较稳定。综上，流量计选用 VZF(A)-II 型容积式流量计，流量计口径应能满足设备最大供油量。

再次，为分析拖轮油耗与拖轮航行状态的关系，还需测量拖轮船位、航速、航程、主机转速等数据。拖轮船位信息可通过接入船载 GPS 或北斗定位数据进行确认，进而通过计算可获取拖轮航速及航程数据。主机转速可通过在主机输出轴系合适位置安装转速探头，将信息传输至智能油耗监控终端。此外，为确保系统完整性，实现各类数据联通运行，还应配备数据采集模块、监控显示模块、无线传输模块、电源模块、网络服务器、平台软件系统等。

## 2 拖轮油耗影响因素分析

油耗监控系统建设实施完毕后，在运行中会积累大量油耗相关的数据，基于这些数据，进行系统分析，为拖轮节油降耗管理提供帮助，下面以某拖轮一段时间的油耗相关数据为例进行分析说明。

某拖轮一次作业任务为协助 2 艘货船进港靠泊、1 艘货船出港离泊，作业自 2300 拖轮离开码头开始，至 0200 拖轮停靠码头结束，总共历时约 3 小时，其简化航迹如图 2 所示。

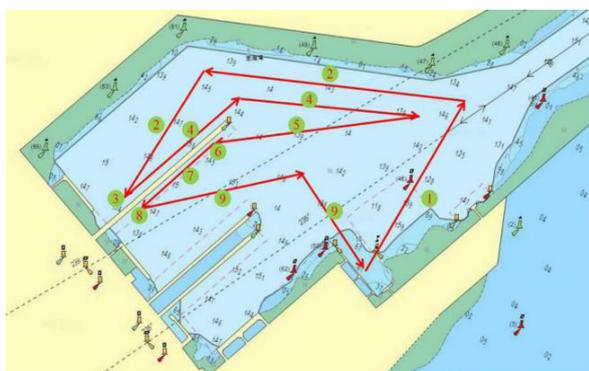


图 2 拖轮简化航迹图

图中带箭头实线为拖轮示意航行轨迹，为便于分析，将整个作业过程拖轮的工作状态分为四类，分别是航行、伴航、顶推、拖拽。结合图中线号，对应每段作业内容及工作状态，见表 1。

表 1 拖轮各段作业内容

线号	拖轮作业内容描述	状态分类
①	拖轮离码头前往第 1 艘进港货船	航行
②	拖轮傍靠货船前往停靠泊位	伴航
③	拖轮顶推货船靠泊	顶推
④	拖轮前往第 2 艘进港船舶	航行
⑤	拖轮傍靠货船前往停靠泊位	伴航
⑥	拖轮顶推货船靠泊	顶推
⑦	拖轮前往第 3 艘出港船舶	航行
⑧	拖轮拖拽货船离泊	拖拽
⑨	拖轮作业结束回码头	航行

经油耗监控系统调出，本次作业拖轮航速、油耗率、主机转速与时间和工作状态关系如图 3 所示。

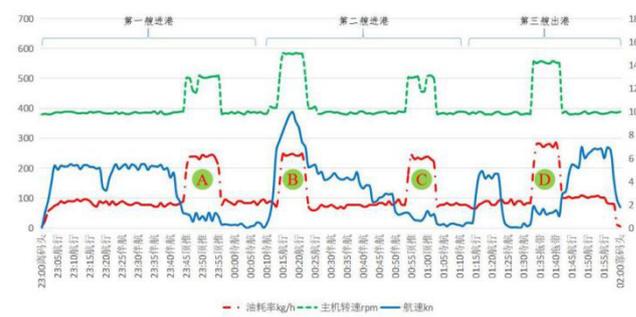


图 3 拖轮油耗数据分析图

图中，上方虚线为主机转速，实线为拖轮航速，点划线为拖轮瞬时油耗率。可以看出，拖轮油耗大幅增大出现在 A、B、C、D 四个时间段，其中 A、C 为进港货船靠泊顶推工作状态，D 为出港货船离泊拖拽工作状态，B 为航行状态。经分析，A、C、D 段，拖轮处于顶推或拖拽状态，此时拖轮对货船出力做功，主机转速升高，但由于货船移动缓慢，拖轮航速较低，且由于该港货船均为空载进港、满载离港，导致 D 段较 A、C 段主机转速和油耗都偏高，此外货船吨位也与拖轮油耗成正相关。B 段，拖轮处于航行状态，但较其他时间段航行状态油耗明显增高，观察得知，该段主机转速和拖轮航速均大幅升高，经分析，该段拖轮协助第一艘进港船靠泊完毕，在前往第二艘货船途中，拖轮为保证货船进港连续，采取了加速航行措施，导致油耗升高。

综上，影响拖轮油耗的主要指标有两个，一是拖轮航速，二是主机转速，其数值反映在拖轮的不同工作状态中。此外，根据实际分析，还有其他辅助影响因素，一是作业实际中，水文气象环境等客观因素，如风速、风向、潮流、冰况等；二是主机等设备状态，如高压油泵、喷油器性能等<sup>[3]</sup>。

## 3 节油降耗措施制定

为加强拖轮节油降耗管理，应结合油耗影响因素研

# 浙江省船闸大、中修工程检修质量评定标准研究

赵殿鹏<sup>1</sup>, 王召兵<sup>2</sup>, 徐奎<sup>2</sup>, 陈亮<sup>2</sup>, 吴俊<sup>2</sup>

(1. 浙江省交通工程管理中心, 浙江 杭州 310000; 2. 重庆西南水运科学研究所 重庆交通大学, 重庆 400016)

**摘要:** 本文依托三堡船闸大修工程, 研究了浙江省已建船闸特点和船闸大、中修过程中主要检修内容, 总结出船闸大、中修工程的独有特性, 分析了现有船闸《水运工程质量检验标准》对船闸大、中修工程的适应性, 提出了浙江省船闸大、中修工程检修质量评定标准的项目划分和质量控制标准, 对促进船闸大、中修质量评定和质量评定标准的制定有一定的促进作用。

**关键词:** 船闸; 检修; 质量控制; 标准

**中图分类号:** U697.31

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—7973 (2021) 10—0055—03

我国是世界上修建人工运河通航建筑物最早的国家, 自上世纪 50 年代, 开始施工的京杭运河整治扩建工程拉开了我国现代化大型船闸建设的序幕, 目前我国已建有大、中型船闸达 1000 座, 随着使用年限的增加, 许多建于早期的船闸需要进行大、中修。目前我国实行的《水运工程质量检验标准》<sup>[1]</sup> 仅对新建项目的质量验收作出了规定, 覆盖面太广, 针对性与指导性均不强,

且并未涉及维修项目的检验和评定, 若套用该标准对维修项目进行评定, 显然不太适合。《船闸维护规程》、《船闸检修技术规程》等现行规范规程虽然对日常的检修及维护项目的验收作出了部分要求, 但涵盖面不广, 技术要求也不太明确, 在实际的验收工作中可操作性不强<sup>[2]</sup>。鉴于省内船闸数量, 类型复杂, 水工结构、金属结构、闸阀门及启闭设备差异大, 许多结构型式由于安

究制定相应措施, 具体有如下几点:

一是规范拖轮航速管理。航速是影响油耗的关键因素之一, 据研究船舶匀速直线航行时, 油耗与航速立方成正比, 而航速直接由驾驶员操纵控制, 属人为因素, 合理限制航速可大幅降低油耗。例如规定在确保生产和安全前提下, 港池内航速不超 8Kn, 航道上航速不超 11Kn, 作业结束返回码头时不超 7Kn 等<sup>[4]</sup>。

二是规划好拖轮调派。生产作业时, 通常是多艘货船同时进出港, 且每艘货船一般都至少需要两艘拖轮, 因此多艘拖轮共同作业是常态。合理调派拖轮, 例如应避免拖轮长时间等靠, 拖轮作业就近的优先选用, 同一艘货船优先选用相同马力拖轮, 货船吨位大宜选用大马力拖轮, 接送引航员宜选用小马力拖轮等。

三是合理控制主机转速。在拖轮顶推和拖拽作业状态时, 拖轮须根据货船驾驶员指令调整出力大小, 此时主机转速是直接影响因素, 不合理地提高主机转速会增加油耗, 也会对作业造成安全风险, 驾驶员应熟知拖轮性能, 根据作业状态调整主机转速, 对于额定转速为 750rpm 的主机, 一般要求主机转速控制在 600rpm 以下,

能够满足绝大部分作业要求。

四是加强设备维护保养。应根据船舶运行状况, 合理安排拖轮日常保养和航修工作, 及时解决设备故障, 确保设备正常运转, 避免因机械故障导致油耗异常偏高。轮机长应严格执行设备维修保养计划, 定期对主机、辅机、锅炉等设备进行维护保养, 保证设备处于最佳运行状态。

参考文献:

[1] 吴章林, 王国强. 港作船舶燃油消耗实时监控系统的研究与应用 [J]. 港口科技, 2013(1):22-24,41.

[2] 魏小星, 徐轶群, 郭涛. 船舶油耗远程监管系统的设计 [J]. 船电技术, 2015, 35(010):45-49.

[3] 肖庆功, 刘海涛, 柴垠洁. 港作拖轮油耗测试与降耗措施——以锦州港轮船公司为例 [J]. 辽宁工业大学学报(自然科学版), 2018,38(1):61-63.

[4] 黄斌华. 浅析全回转拖轮节能降耗措施 [J]. 天津航海, 2020(2):58-59.