

文章编号 1671-7953(2007)03-0004-03

2 000 t 沥青运输船液货系统设计

刘江波

武汉船舶职业技术学院 武汉 430050

摘要 结合改装船对沥青液货系统进行分析,在沥青泵组、装卸管系、加热保温系统等方面提出几种可行的设计方案,并对这些方案作了比较;同时指出设计中应注意的一些问题。

关键词 沥青 装卸系统 沥青泵组 加热保温 扫线

中图分类号 U 674.13 文献标识码 A

Design of liquid cargo system for the 2 000 t asphalt tanker

Liu Jiang bo

Wuhan Institute of Shipbuilding Technology Wuhan 430050

Abstract By analyze liquid cargo system of the asphalt tanker, this paper presents some precepts such as selection of pump, handling pipe design and heat preservation system design. And compares them each other. And also summarizes some key points which should be considered when design.

Key words asphalt liquid cargo system pump heat preservation clean

我国高速公路建设迅猛发展,大量沥青需从国外进口,液态沥青运输船近年来得到了较快的发展。

华中航运集团公司先后将两条2 300 t散货船改造成为2 000 t的江海直达沥青运输船。液货系统是改造的重点。

1 沥青的运输要求

液态沥青在装卸和运输过程中,要求始终处于加热状态,使沥青保持适宜的粘度。一般要求粘度在100~200 cst,此时沥青适宜温度一般在160℃左右。不同品种沥青,其适宜温度不同,改性沥青适宜温度高达175℃。因此,沥青船的液货系统与一般油船不同,除货油管路外,还必须要保温加热系统、伴热管路、特殊的扫线管路等。此外,由于水与沥青接触会汽化,使沥青起泡,因此必须防止液货系统渗水。

2 保温加热系统设计

2.1 保温设计

2 000 t 沥青运输船在货油区设有两个独立沥

青罐,每罐分为左、右两舱,一号罐左右舱容积均为 513 m^3 ,二号罐左右舱容积均为 570 m^3 。沥青罐和管路外选用新型优质防水矿棉作绝热包扎材料,其导热系数小于或等于 $0.043\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。综合考虑安装空间、安装工艺、保温要求等因素,选取保温层厚度为100 mm。经实船测试,罐内沥青平均温降小于 $2.5\text{ }^\circ\text{C}/\text{天}$,保温层厚度与保温材料的导热系数达到了比较理想的匹配。

2.2 加热系统设计

沥青适宜温度最高达 $180\text{ }^\circ\text{C}$,其加热介质温度应在 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 以上,选用热油加热系统,与传统的蒸汽加热系统比较,具有如下主要优点:

1) 热效率高。用热油加热时,系统介质不存在相变,而热油的热载荷大大高于水蒸气,所以热油锅炉的热效率高,发热量大;而且热油系统采用闭路循环,加热效果好,热能损耗小。

2) 安全可靠。 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 时水蒸气压力为 1.6 MPa ,而在热油加热系统中,系统压力可保持在 0.1 MPa 左右,对设备压力等级要求低;热油对钢管的腐蚀性较水为小,其管路较蒸汽系统寿命长;水蒸气泄漏遇到沥青可能引起爆炸,热油万一泄漏,系统压力会很快下降,能及时发现。

3) 体积小、重量轻。这对改造船尤其重要。

热油加热系统应在热油锅炉额定负荷的

收稿日期 2006-08-24

修回日期 2006-11-10

作者简介 刘江波(1964-),大学,高级工程师。

80% 左右运行比较合理, 考虑到船舶运输时沥青的短时加温需要及一定的裕度, 在选型时, 热油锅炉额定负荷应为需热量的 1.4~1.5 倍。

改装船配备两台 YYW-600(50)Y 型燃油热油锅炉, 额定热功率为 600 kW, 一用一备, 此外还配有两台热油循环泵、注油泵、膨胀箱、油气分离器、储油舱、热油分配器、过滤器以及管路和控制仪表、阀件等。锅炉舱位于船首主甲板下。

2.3 加热及伴热管系

罐内沥青用蛇形盘管加热, 各舱加热管分上、下两层布置, 每层为一回路, 下层距舱底 0.5 m, 上层位于舱的中部距舱底 3.5 m; 在沥青驳运管的吸入口附近, 适当加密盘管, 对吸入口处的沥青加快升温, 以利沥青的抽吸。加热管必须有足够的换热面积(即长度), 保证在规定的温度下, 能将锅炉满负荷热量传递给沥青, 其值由计算确定。系统供回油温度为 230 °C、200 °C, 实取通径 50 mm、总长约 1 200 m 的加热盘管。

为避免沥青在装卸管中温度下降, 沥青粘度加大甚至失去流动性, 在罐外装卸管、沥青泵、滤器等处设置热油伴热管。

伴热管的形式有多种。第一艘船采用导热胶泥方式, 即在通径 200 mm 装卸管外下部伴以两根通径 25 mm 热油管(如图 1 所示), 伴热管与主物料管之间填充导热胶泥, 外再敷以保温材料。导热胶泥有较强的粘合力, 较高的传热系数, 能极大地提高热传导效率, 从而保证了主物料管路受热均匀, 输送流畅。这种方式加工简单、维修方便、可靠性高, 但初投资较高。

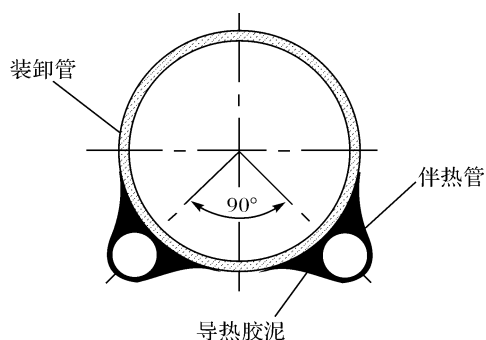


图 1 导热胶泥敷设断面示意图

第二艘船采用更简单的内插管方式, 即在主物料管中插入一根通径 32 mm 热油管, 热油管靠近主物料管底部。这种方式热效率高、初投资小, 但加工复杂; 还应注意提高热油管材质级别, 主物料

管内的热油管不能有焊缝和接头, 以保证可靠性。

两种方式的实际使用效果令人满意。

3 装卸系统设计

3.1 沥青泵组选型

螺杆泵和齿轮泵都可以作沥青泵。

齿轮泵结构简单、价格低廉, 但振动和噪声大, 一般用于低压、小流量的场合, 目前仅在个别小型沥青船有应用, 排量在 $150 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下。

常用螺杆泵有单、双、三螺杆泵^[1]。单螺杆泵采用橡胶泵缸, 流量小, 不能用于高温液体; 三螺杆泵不宜输送含杂质的液体, 价格也高, 一般不选择这两种类型螺杆泵。

双螺杆泵流量范围大, 流量均匀, 工作平稳, 噪声和振动较小, 适用的粘度范围较广, 具有较强的自吸能力; 采用同步齿轮传动, 泵的转动零件互不接触, 即使短时间干转动也没有危害, 可以输送含固体杂质的液体, 且能汽液混输。因此, 双螺杆泵最适合作沥青泵。

设计时, 沥青泵转速应限制在 1 500 r/min 以下, 以减小振动, 增加自吸能力; 流量按卸货时间(10~20 h)要求来选取; 泵的压头需根据装卸港口实际情况, 经过管路阻力计算之后再确定, 一般取 0.6~1.5 MPa。每船配 2~3 台沥青泵。

沥青泵组中原动机的常见类型有柴油机、多速电机、单速电机, 几种类型各有利弊。

双螺杆泵流量与压力或粘度无关, 转速不变, 其理论流量也不变, 排出压力升高, 驱动功率成比例增加, 而流量变化甚微, 所以, 该泵不能用调节排出阀开度的大小来调节流量。

柴油机在工作范围内速度和功率可任意调节, 用作原动机的沥青泵组, 可方便地调节流量和排出压力, 操作管理方便、适应性强; 且启动可靠、迅速, 运行效率高。但柴油机初投资费用高, 安装复杂, 要求较大的安装空间。

以单速电机作原动机, 泵组的流量为定量, 调节流量只能采用回流调节法, 即通过改变旁通回流阀开度, 调节主管路实际流量。该类型泵组初投资少, 安装方便, 所需空间小, 设计工况效率高。缺点是操作管理复杂, 启动要求高, 要有足够的电站容量, 变流量工作时, 部分功率浪费于回流上, 经济性较差。

多速电机泵组则介于柴油机和单速电机之

间。

沥青船专用程度较高, 运输品种和停靠港口相对固定, 变流量工作情况较少, 单速电机方案基本能满足使用需要。

综合考虑以上因素, 选用单速电机驱动双螺杆泵方案。实船泵舱布置在船首底部, 设双螺杆沥青泵组两台, 一用一备, 型号 W7. 3Z-130-ZoMbW₈₁, 电机转速为 950 r/min, 粘度为 1 500 mm²/s 时, 排量 194.6 m³/h, 扬程 0.8 MPa, 电机功率 90 kW。该泵采用双壳加热套结构型式, 可对泵内沥青加热。采用金属波纹管密封装置, 工作温度可高达 320 ℃。实船营运中, 曾成功地直接对载量 20 m³ 沥青车进行灌装, 表明该泵组完全能满足使用需要。

3.2 装卸管系设计

沥青船一般为中小型船, 运量、航线相对固定, 因此, 装卸管系采用装卸货共用同一套管路的集中式, 系统结构简单、操作方便、成本低。

管路布置有环形总管式和线形总管式两类^[2]。根据沥青船的特点, 应采用布置简单、操作方便而机动性略差的线形总管式。线形总管式又有单线、双线等型式。第一艘船采用舱外双线总管式(图 2 中虚线部分), 两根总管布置在沥青罐外, 便于管系安装、维修, 可靠性较高。第二艘船则采用更简单的舱内单线总管式(如图 2 所示), 全船设一根穿过沥青罐的总管, 一方面可以减少总管长度、节约材料; 另一方面由于总管大部分在罐内, 这部分总管可不设伴热管, 既节省伴热管及包扎材料, 又节约能源。

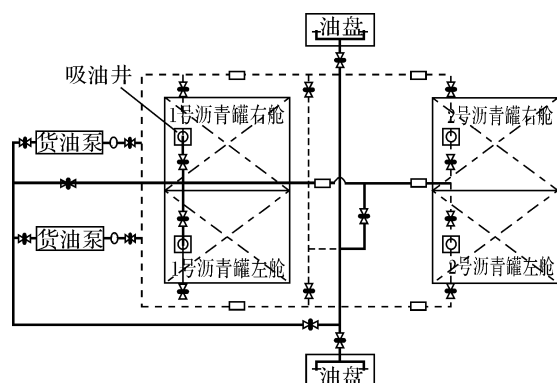


图 2 沥青装卸系统原理图

采用这种方式, 罐内管系及阀件质量要求高, 具有较高的可靠性。

由于沥青船采用有自吸能力的螺杆泵作货油泵, 没有设单独扫舱系统, 清舱工作直接由装卸干管完成。为保证留舱残油尽可能少, 沥青罐内设有吸油井, 吸口布置在吸油井内, 并尽可能接近井底。但应注意保证吸口周围有足够的流通面积。此外, 操作时要执行相关的操作规程, 注意利用船舶纵倾和横倾来扫清沥青罐。实船营运证明, 这种方式完全能满足沥青船扫舱需要, 罐内沥青残留量小于 0.2%。

4 其它

沥青装卸完毕后, 为防止残余沥青冷却后堵塞管道, 必须对整个装卸管系进行清扫, 即扫线。由于蒸汽会使沥青发生乳化, 严重影响沥青的质量, 且高温沥青遇水会发泡甚至爆炸, 因此, 使用压缩空气作为装卸管系扫线的介质, 压缩空气压力一般为 0.4 MPa, 需要量通过计算确定, 至少保证扫线空气瓶的容量满足一次扫线的需要。实船选用两个容积 1.0 m³, 压力 1.0 MPa 的扫线空气瓶。

设计时应注意沥青泵吸入滤器的选型, 选型不当, 往往会导致吸入阻力增大, 以致系统效率下降, 严重时系统甚至无法正常工作。应选择带加热套的滤器, 以保证滤器内的沥青具有较低的粘度。为防止滤器堵塞, 不能使用普通油滤器的滤网, 在满足沥青泵要求^[3]的前提下, 滤网的目数应尽可能小, 改装船选择了 8 目规格的滤网。

此外, 应在装卸管路中适当处设置放气阀, 排除管路中空气, 以免沥青泵吸入大量空气而产生气穴、振动和噪声。装卸管路弯头应尽量少, 尤其不要有“U”形弯管, 以防沥青在管路内沉积。

参考文献

- [1] 李之义, 胡国梁, 胡甫才. 船舶辅助机械[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [2] 中国船舶工业总公司. 船舶设计实用手册[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [3] 费 干. 船舶辅机[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 1998.