

陆用重油箱式电站管路系统的设计与分析

荀向红

(陕西柴油机重工有限公司装配试验二厂, 陕西 兴平 713105)

摘 要: 依据箱式电站安装的特点和所用设备的技术要求, 通过逐步改进, 扩展了某陆用重油箱式电站管路系统的功能, 并完善了管路系统在调试运行中的操作规范。

关键词: 箱式电站; 管路; 设计; 规范

中图分类号: TM611.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2014)02-0039-05

Design and Analysis of Land Heavy-oil Box-type Substation's Pipeline System

Xun Xianghong

(Installation and Test NO. 2 Factory, Shanxi Diesel Engine Heavy Industry Co., Ltd., Shanxi Xingping 713105)

Abstract: According to the characteristics of box-type substation installation and the technical requirements of relevant equipments, the function of a certain land heavy-oil box-type substation's pipeline system was improved step by step. Furthermore, the operation standard of the pipeline system during debug operation was optimized.

Keywords: box-type substation; pipe line; design; standard

1 陆用箱式电站的组成

某电站由 SXD-9L21/32 重油发电机组及其相关配套设备和电气控制系统组成, 电站主要设备采用箱式货柜内安装的方式。根据功能划分, 电站由主发电机箱、辅助设备箱、油罐箱、电器设备箱、变压器箱、辐射散热器、废气余热锅炉等设施组成。各主发电机箱附带进气滤器; 辅助设备箱完成电站运行过程中燃油、滑油、水、气等的处理和供给; 主发电机箱顶部布置膨胀水箱组件和辐射散热器; 废气余热锅炉以导热油为介质将热能传递给重油箱、供油单元及分油机等; 电气设备箱执行发电机的起励、并列、解列、加减负载和运行监控等功能。

2 燃油管路的功能扩展

如图 1 所示, 在施工时分别在主发电机箱内的

燃油和应急柴油进、回油管路间增加旁通阀 P1 和 P2。打开 P1 或 P2 阀, 同时关闭旁通阀后的柴油机进、回油阀门, 就可以形成供油单元至柴油机前的闭式循环回路, 可分别在动车前对燃油或应急柴油管路进行窜洗, 确保管路清洁度达到技术要求。

3 重油的加热和转换

3.1 VAF 黏度控制器控制模式的切换

VAF 黏度控制器具有黏度-温度和手动-自动两套切换模式, 合理的切换和运用可以简化操作, 确保运行的可靠性。

3.1.1 轻油转重油

打开导热油进出阀及伴热管进出阀门

- 设定温度控制模式
- 手动模式
- 打开温控阀前球阀(温控阀后球阀保持常

收稿日期: 2013-05-27; 修回日期: 2013-08-08

作者简介: 荀向红(1967-), 男, 工程师, 主要从事柴油机的装配和试验工作, E-mail: xxh_fj@126.com。

开、旁通阀保持常闭)

- 按▼▲键, 逐步调节温控阀开度, 升高燃油温度

- 轻油温度上升至 45 ℃ 时, 转重油, 黏度上升至 10 cSt 时转回轻油)

- 按▼▲键, 逐步将油温升至 60 ~ 65 ℃

- 转重油(确认燃油压力下降后仍然在 0.3 MPa 以上, 低于 0.3 MPa 转回轻油, 压力恢复后, 进行下一次转换)

- 切换至黏度控制模式, 设定值 12cSt

- 转至自动控制模式

3.1.2 重油转轻油

关闭温控阀前球阀及伴热管阀门

- 转回手动模式

- 将温控阀开度降至 0%

- 燃油温度降至 90 ~ 95 ℃ 转轻油

- 温度降至 50 ℃, 黏度降至 5cSt 停车

3.2 缩短轻油转换重油的过程

经测试, 从柴油机运行到废气锅炉将导热油加热至 180 ~ 200 ℃, 并将日用柜加热至 75 ~ 85 ℃ 通

常须约 1.5 h, 达到此条件才具备轻油转换重油的条件。此过程必须采用轻油运行, 尽快转换至重油运行是降低运行成本的必然要求。充分利用图 1 所示燃油系统中的电加热器是解决问题最有效地途径。具体操作过程为:

- 柴油机运行

- 加载升至 30% 额定功率

- 电加热器启动

- 轻油加热至 40 ~ 45 ℃

- 初次转换重油, 混合油黏度上升 10 ~ 15cSt, 转回轻油(确保燃油压力在 0.3 ~ 0.4 MPa 之间, 此次转换的目的是使管路中掺入部分重油, 提升黏度可避免高压油泵咬卡, 此过程约需 10 min)

- 加热混合油至 60 ~ 65 ℃, 此过程约需 15 min

- 转重油运行

- 待导热油温度升至 180 ~ 200 ℃, 切换至导热油加热, 并用黏度控制器对黏度进行自动控制。

采用电加热的方法由轻油加热转换至重油运行约 25 min, 转换过程时间比之前得到大幅度压缩, 轻油消耗得以显著降低。

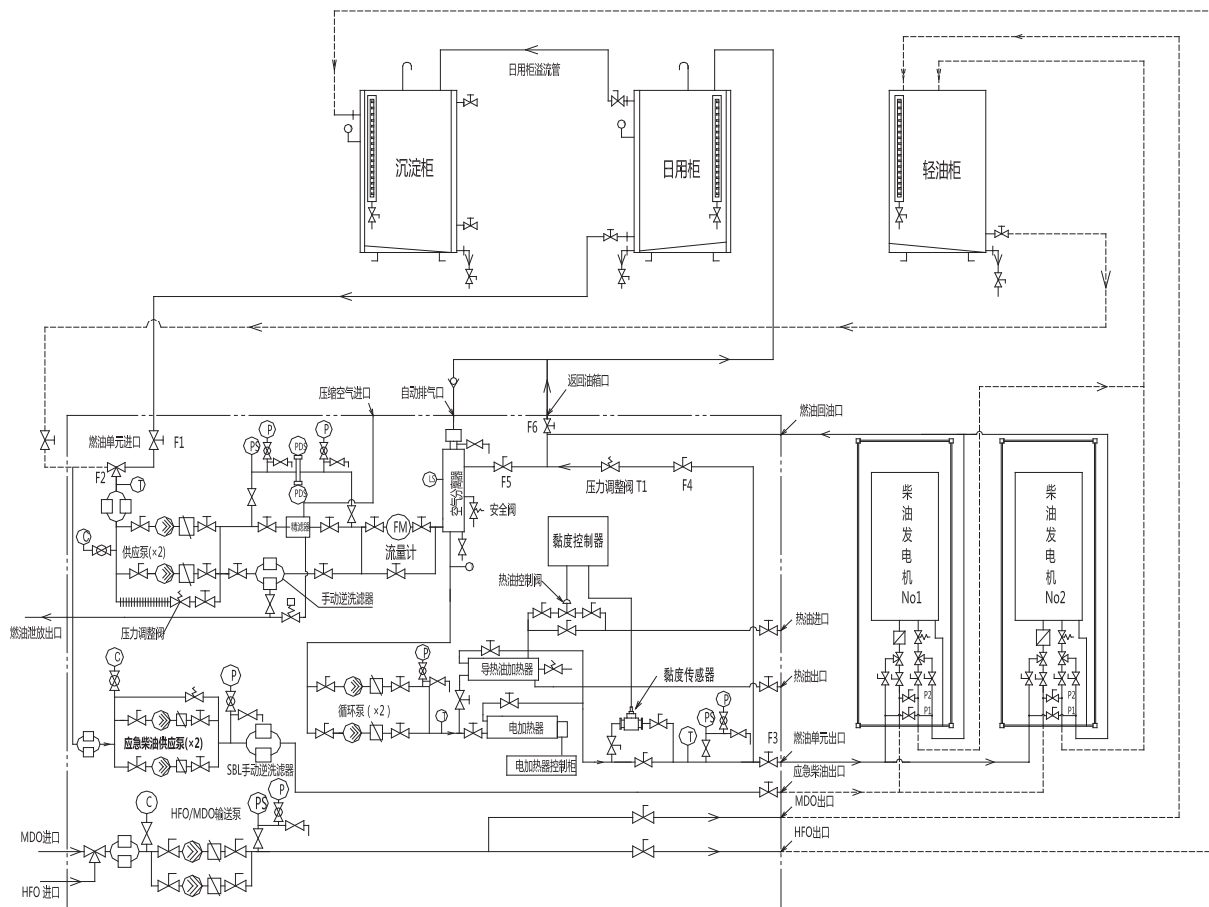


图 1 燃油系统图

4 滑油分油机回油管的连接方式

随着柴油机的运行，滑油中会混入各种杂质、氧化沉淀物和水分，必须通过分油机进行净化处理，以确保机组的运行安全。箱式电站滑油分油机回油管的走向通常分为两种形式：

形式Ⅰ：回油管与原液入口管合并；

形式Ⅱ：回油管与净油出口管合并。

采用何种方案取决于公共底座滑油液位高度、分油机输送泵进口高度及分油机输送泵的自吸能力。

对于现场运行的重油箱式电站，柴油机安装在 40 呎集装箱内，公共底座前端为滑油出口（至分油机），后端为滑油入口（来自分油机），公共底座内滑油液位距地面约 1 130 ~ 1 230 mm；分油机型号为三菱 SJ10，安装在专用支架上，整体固定在 20 呎集装箱内，原液输送泵的进口高度约 1 410 mm。分油机输送泵进口的高度大于滑油液位的最低位置约 200 ~ 300 mm。

如果采用形式Ⅰ的连接方式，回油管与原液入口管并接，由于回油压力的影响会造成输送泵丧失吸真空能力，干扰输送泵对原液的连续吸入能力。而采用形式Ⅱ的连接方式（图 2 所示方式），即回油管与净油出口管合并，分油机吸真空高能力为

-4 m，输送泵的输入无外界干扰，因此对柴油机和分油机的安装位置高度差没有过高要求。

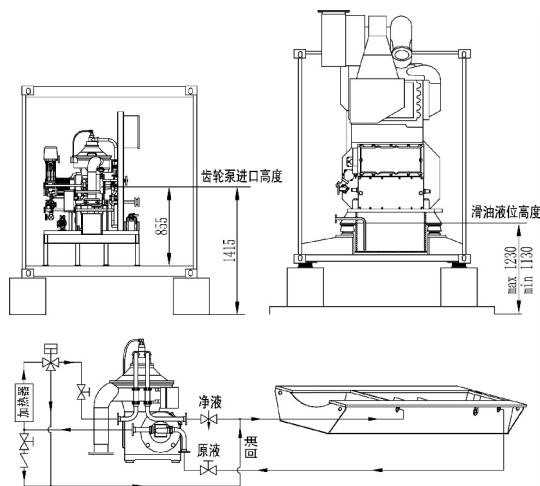


图 2 滑油分油机管系示意图

5 高低温冷却水系统

柴油机冷却水为双循环冷却系统（图 3），低温水泵将冷却水泵入，对柴油机空冷器低温水区、滑油冷却器进行冷却，然后进入辐射散热器，经过冷却后的水再进行下一个循环；高温水泵将冷却水泵入柴油机对空冷器高温水区进行冷却，之后对缸套、水套和缸盖进行冷却，然后进入辐射散热器进行冷却。

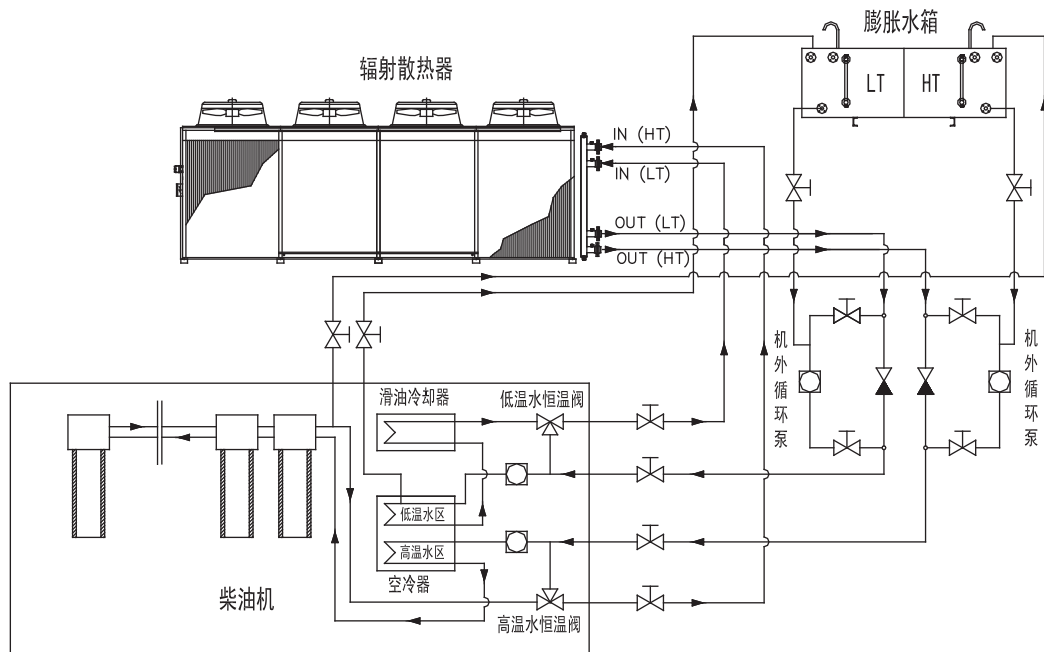


图 3 高低温冷却水系统

5.1 膨胀水箱的高度

高低温水膨胀水箱采用二合一结构，高、低温水用中间的隔板分开，两侧均留有补充水、溢流、

泄放、排气、膨胀水回水、注水接口。

为防止缸套冷却水的气蚀，要保证缸套冷却水的进机压力在 0.25 ~ 0.45 MPa，为此膨胀水箱的

高度(从曲轴中心到膨胀水箱底面)应在 3 ~ 10 m 之间。同时,辐射散热器位于集装箱顶部,因辐射散热器内高、低温水的排气、补水所需,膨胀水箱的低液位位置应高于辐射散热器的管路最高点 300 ~ 500 mm,因此膨胀水箱的实际高度约为 5.2 m。

5.2 机外循环泵和膨胀水箱的容量

该冷却水系统设计了机外循环泵,柴油机在高负载运行时,当滑油温度、进气温度或高温水出机温度较高时,起动循环泵可以加大高、低温水通过柴油机和辐射散热器的流量,提高冷却效果。因来自膨胀水箱的补充水接在机外循环泵前,那么由膨胀水箱来的补充水也必将大量参与柴油机的冷却,而在高负载运行时膨胀回水的温度较高,为降低柴油机高负载运行时因补充水温较高产生的热能惯性,膨胀水箱的容量按单台机储水量的 1.5 倍进行

设计制造,使高温膨胀水在水箱内得到足够的冷却。

6 余热系统操作时的判断和要领

余热系统(图 4)采用废气锅炉将导热油加热到 180 ~ 200 ℃,被加热的导热油再将重油加热到 110 ~ 130 ℃,以保证重油进机黏度。废气锅炉按用热量要求控制废气门的开度来调整出力,满足用热需求。每台柴油机各配一个发热量 55 kW 的废气锅炉,将导热油加热后通过导热油循环泵、导热油分配器将导热油分配给重油沉淀柜、日用柜、供油单元和分油机加热器以及伴热管,保证重油进机温度以及重油和滑油分油机对原液的加热。两台机之间可以相互备用且共用一个膨胀油箱和储油箱。

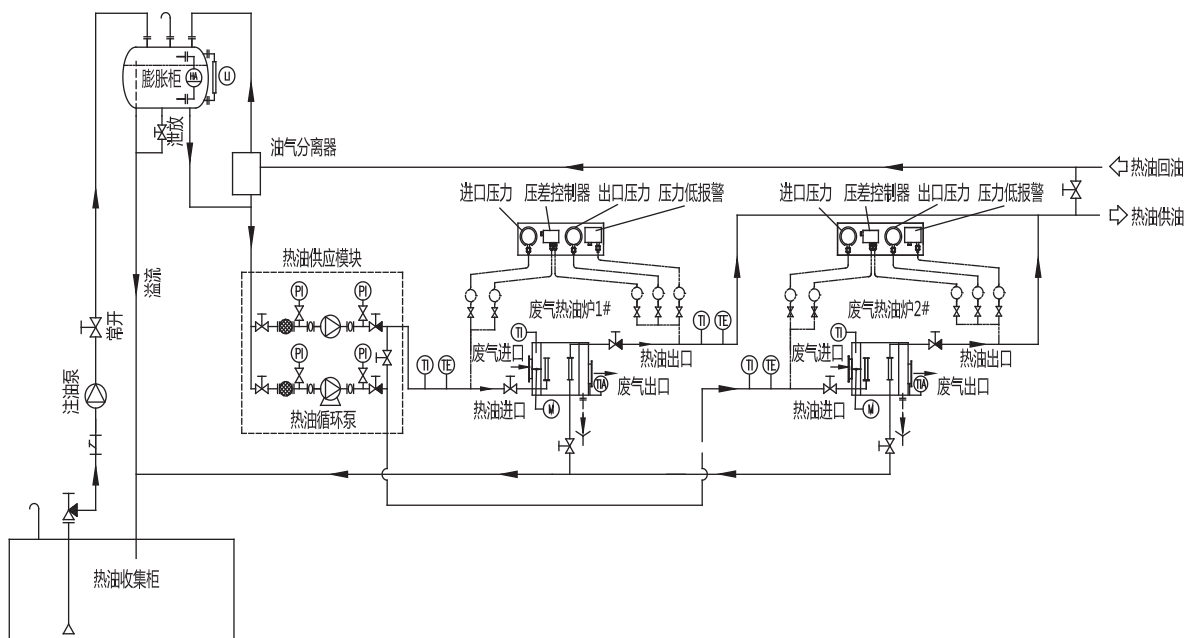


图 4 余热加热系统

6.1 冷态调试

(1) 起动注油泵向膨胀柜注油,导热油自动流入系统直至规定的膨胀油箱液位高度,电控箱上的“液位低”指示灯灭,其间废气锅炉顶部放气阀有油冒出时应及时关闭此阀。观察锅炉本体进、出口压力,温度计与仪表工作显示是否正常。

(2) 起动热油循环泵,冷态运行连续 4 h 以上,如无异常现象,方可进行热态调试。

6.2 热态调试

(1) 起动循环油泵,不断运转,排出系统中空气。

要领:开启系统辅助排气阀,检查压差波动情况。

判据:压差波动平稳后即可认为冷油中无空气,系统无漏点和阻塞现象。

(2) 升温煮油:循环泵不断运转,开启烟气转换阀,使烟气进入废气锅炉,锅炉温度上升。

要领:油温上升速度控制在 10 ~ 20 (℃·h⁻¹),锅炉出口油温达 80 ~ 100 ℃时会出现压差波动情况,此时应停止升温,循环泵运转至压差波动平稳,循环泵不吸空,逐步排除油中的水汽和油气。然后再升温,升温速度不变,当升到 120 ~ 150 ℃时,如压差波动剧烈,此时再次停止升温,排尽油中水汽和油气,检查系统是否有泄漏情况及各设备的运转情况,并调整至正常。

判据:压差由剧烈波动转向平稳,循环泵不

吸空。

(3) 按升温速度 $10 \sim 20$ ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}^{-1}$) 继续升温至 $180 \sim 200$ $^{\circ}\text{C}$ ，全面检查各控制仪表的显示是否正常。

6.3 运行操作

(1) 循环泵优先运行。热油炉运行，应先启动循环泵，后打开废气门。

为了避免导热油受热面管壁超温，导热油的流动应呈紊流状态，并具有一定的流速，以减薄其在流过受热面时的边界层厚度。加热操作过程中载热体的循环泵不允许停止。

(2) 当热油炉停运时应先将废气门关闭，但不得将循环泵停运，必须到出口油温降至 80 $^{\circ}\text{C}$ 以下时，方可停泵。

(3) 出口温度的调节。设定电控箱上出口热油温度的上、下限数值，使之符合工艺要求。

(4) 导热油进、出口压差调节。一定的循环油流量，对应一定的压差，压差是为检测导热油循环量而设的，当循环油量下降时，压差也相应降低。当循环量因某种原因下降，低于设定值时，为防止导热油局部过热、结焦，应减小废气通量，在自动模式时废气门应自动关闭，红灯亮并发出警报信号。一般将压差值先设置于 $0.01 \sim 0.02$ MPa 之间，然后按锅炉实际压差的 $70\% \sim 80\%$ 设定，正常运行时，压差稳定；当压差不稳定时应采取表 1 所示措施。

表 1 压差低报警措施

原因分析	处置措施
循环油泵吸空	消除油泵及管路缺陷
导热油中含气	进行煮油脱气
过滤器阻力大	清洗过滤器
废气锅炉管漏油	检查炉内加热管

6.4 膨胀柜和热油收集柜的液位

膨胀柜用以导热油因温度变化而产生体积变化的补偿，起到定压作用，同时帮助系统脱水、排气，正常工作时处于高液位状态。

热油收集柜用于贮存系统中排出的导热油和膨胀柜溢流出的导热油，正常工作时处于低液位状态。

7 结 论

箱式电站管路系统的设计应依据柴油机对各系统设备应具备的温度、压力、流量等要素进行选择，并结合所配套设备的具体安装和使用要求进行施工和调试，如设备的安装高度要求、容量要求和调试方法等方面应特别予以重视。

参考文献

- [1] 中国船舶工业总公司. 船舶设计实用手册轮机分册[M]. 北京: 国防工业出版社, 1990.
- [2] 陈铁铭. 船舶管系[M]. 北京: 人民交通出版社, 2007.
- [3] 付锦云. 船舶管路系统[M]. 黑龙江: 哈尔滨工程大学出版社, 2006.

信息动态

Wartsila 20DF 双燃料中速发动机获两艘船的订单

面对美国市场持续上升的天然气发动机需求，Wartsila 公司推出 20DF 双燃料中速发动机作为有效回应。20DF 双燃料发动机可应对严格的排放政策——EPA Tier4。随着 2012 年 8 月北美排放控制区域 (ECA) 的强制执行，该发动机技术吸引了全球在 ECA 通行的船东。20DF 双燃料中速发动机单机功率为 $1\,056 \sim 1\,584$ kW。

同时，50DF 双燃料发动机（配套 Wartsila 推进器）已被中国两家船厂选中，用于两艘 LNG 运输船。一艘为宁波新乐造船集团有限公司及他的贸易伙伴上海南车汉格船舶工程有限公司为浙江一家船运公司建造的，另一艘是大连中远船务工程有限公司为大连因泰集团建造的。

这两艘船舶使用 50DF 双燃料发动机，能通过 LNG 提供主要动力，但在须要的时候可切换至传统船用燃料。2014 年夏季开始还将陆续交付可控螺距浆、齿轮箱及相关系统。

(沐阳 编译)