

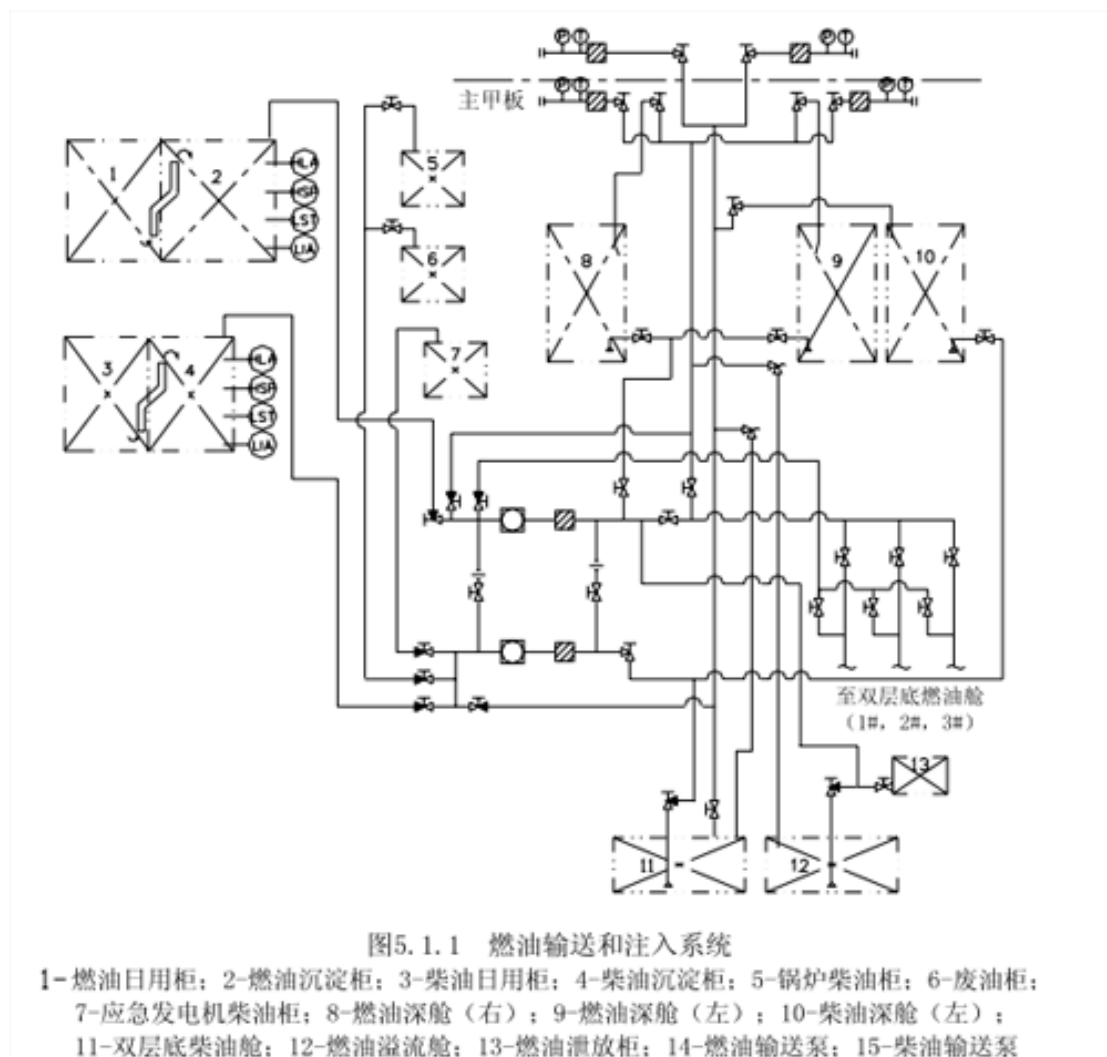


船舶燃油系统的工作原理

燃油系统主要由燃油输送和分油系统、燃油日用系统两大部分组成。而燃油日用系统又可分为主机燃油日用系统、柴油发电机燃油系统和锅炉燃油系统等。

(一) 燃油输送和分油系统

燃油输送和分油系统中包括了燃油的注入管路、燃油输送和燃油分油系统。图 5.1.1 所示为某散货船的燃油输送和注入部分的系统图。



从图中可以看出该系统由燃油的注入、燃油的输送两部分组成。

1. 燃油的注入

该船使用的燃油主要是轻柴油和燃料油，故在甲板的左右舷均设有轻柴油和燃油的加油站，以满足船舶任何一舷靠码头时都能方便地加油的需要。由于采用压力注入法，故在加油站的注入连接管上设有压力表，注入总管上装有安全阀，以防止管路超压。安全阀溢出的油分别泄放到机舱内双层底柴油舱和燃油溢流舱。在注入阀之前还设有滤器，可以过滤掉一部分燃柴油中的杂质。

柴油由甲板两舷的注入阀经注入总管至左柴油深舱和双层底柴油舱。[燃油](#)由两舷的注入阀经注入总管引至位于货舱双层底的 1#、2#、3#燃油舱及机舱前部两舷的燃油深舱，燃油深舱的注入阀也设置在加油站内，可在甲板上直接控制加油过程。



官方微信号:Jcaae-com
官方QQ群:7234594
官方网址:www.jcaae.com

燃油的加油总管还与输送泵吸口相连,因而既可以使用供油船的供油泵进行注入,在应急情况下也可以用船舶上自己的输送泵抽吸油驳上的燃油供到各油舱。

2. 燃油的输送

本系统设有柴油输送泵 15 和燃油输送泵 14 各一台,进出口连通,可以互相备用。连通管上设有隔离阀和双孔法兰,平时为常闭状态。故一般情况下,两台泵通过各自的管路负责柴油和燃油的输送任务,只在应急情况下才会通过连通管路作为各自的备用泵。燃油输送泵功能之一是将燃油深舱的燃油驳至双层底燃油舱的任一舱内,或完成双层底燃油舱各舱之间的驳运。之二是将各燃油储存舱内的燃油通过注入总管从甲板排出。之三是将燃油输送至燃油沉淀舱,经沉淀和分油机分离后排至燃油日用油柜,再供给各用油设备。燃油沉淀柜上设有四只液位开关,其中有二只(高位停泵 HSP、低位开泵 LST)控制输送泵的自动起停,使燃油沉淀柜的注入实现自动控制。另外二只为高液位 HLA 和低液位 LLA 报警。

油柜内还设有加热盘管,柜上设有温度计和高温报警传感器(图中未标出)。沉淀柜与日用柜间设有内置式溢流管,只允许燃油从日用柜溢流至沉淀柜。为了防止倒流,沉淀柜上设置的溢流管要低于内置式溢流管的最高点。另外燃油输送泵还能将燃油泄放柜和溢流舱内的燃油抽出,排至指定的油舱或甲板。

柴油输送泵功能与燃油输送泵相似。可以将柴油输送至应急发电机柴油柜、锅炉柴油柜、废油柜、柴油沉淀柜以及通过注入总管从甲板排出。应急发电机柴油柜是为应急发电机提供燃料的油柜;废油柜内的废油在焚烧炉焚烧掉,但必须达到一定的含油量才能焚烧,故在必要时必须注入适量的柴油;而锅炉柴油柜为锅炉提供燃料,当锅炉燃烧的主要是燃油时,此柴油柜用于锅炉点火。柴油沉淀柜内的柴油经沉淀和分离后引至柴油日用柜,然后供主机、柴油发电机及锅炉等使用。与燃油沉淀柜一样,柴油沉淀柜上也设有四只液位开关、温度计、高温报警传感器和内置式溢流管,作用也相同。

3. 燃油的净化

由于燃油中具有一定的水分和机械杂质,在使用时必须采取一系列的净化处理,减少这些有害物质的含量,以使其达到用油设备的使用要求。燃料油的净化处理一般包括三个方面,即过滤、沉淀和分离。

- (1) 过滤。利用设置在注入口、泵吸入口、油箱出口和设备进口处的滤器将燃油中的颗粒状杂质过滤掉。普通的油滤器已经在第二章中进行过介绍,特种滤器将在系统中作叙述。燃油在滤器中过滤的速度与过滤面积、滤器前后的压差、燃油的粘度及滤器滤芯的材料有关。过滤面积越大、燃油粘度越低、滤芯的孔径越大,则过滤阻力越小,速度越快。重要的滤器前后装有压力表或双针压力表。可以根据滤器前后的压力差来判断滤器情况。若压力降超过正常值,则表示滤器已经变脏而堵塞,需要立即进行清洗;若无压力降或压力降过小,则表示滤器的滤网破损或滤芯装配不当,应立即拆卸检查。
- (2) 沉淀。沉淀是燃油净化的另一种方法。船上设置的沉淀柜就是利用水和杂质的比重都比油大的特性,将水分和杂质从油中分离出来的。沉淀的时间越长,沉淀的效果也越好。一般要求沉淀的时间不少于 24 个小时。为了去除沉淀下来的水分和杂质,沉淀柜的最低处都装有自闭泄放阀,可以定期打开放泄水分和杂质。为了提高分油效果,沉淀舱内应设有蒸汽加热盘管,加大燃油的流动性和油、水的比重差。燃油深舱也具有沉淀舱的作用,故在舱内可以设高、低两个吸口,平时均用高吸口吸油,只有在清理除油脚时才用低吸口。
- (3) 分离。质量较差的燃油经过过滤和沉淀后,还仍有一些水分和较小的颗粒杂质不能除去,不能满足主、辅机的要求,必须进行分离处理。一般采用离心分油机进行分离。它的工作原理是比重不同物质(油、水、杂质),在旋转时所受到的离心力也不一样。比重越



大的物质，所受的离心力也大，它离开旋转中心的距离也越远。这样可以把比重大于油的水和杂质清除掉，达到净化的效果。

先进的燃油分油机可以同时将水和杂质分离掉，但是目前船舶上即使采用了这样先进的分油机，也经常使用两台分油机串联进行分离，各担任不同的净化任务，第一台专用于分离水，称为净油机；第二台专用于分离杂质，称为澄油机。同时在管路安排上使两台分油机也能并联运行。

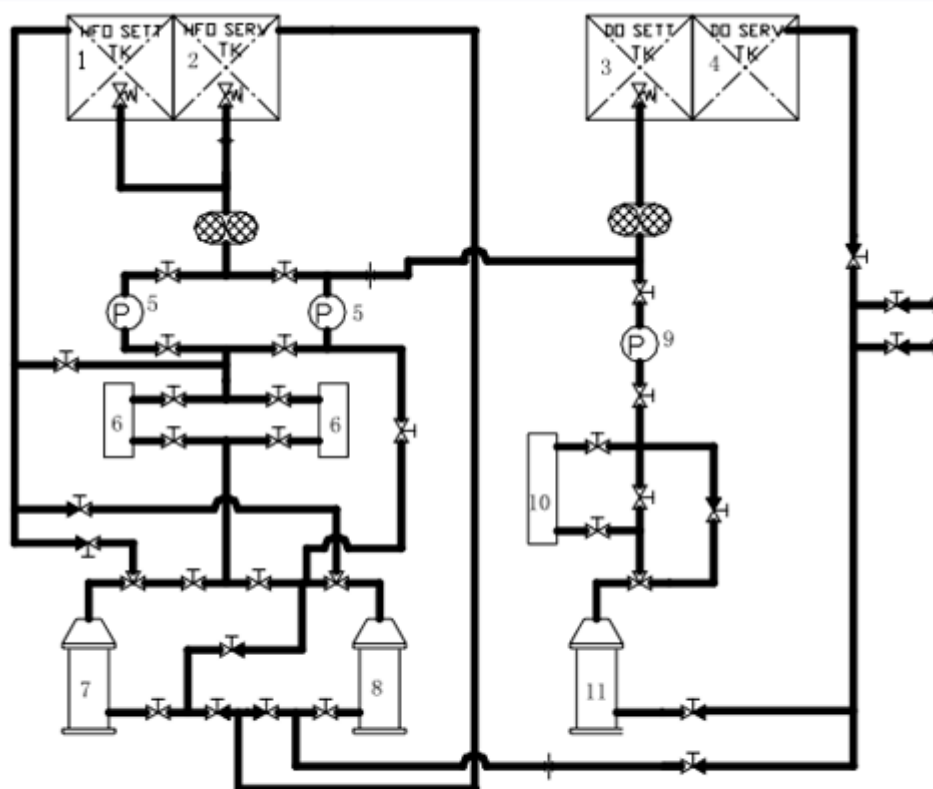


图5.1.2 燃油分油系统图

1-燃油沉淀柜；2-燃油日用柜；3-柴油沉淀柜；4-柴油日用柜；5-燃油分油机供给泵；
6-燃油分油机加热器；7-1#燃油分油机；8-2#燃油分油机；9-柴油分油机供给泵；
10-柴油分油机加热器；11-柴油分油机

5.1.2 所示为分油系统的简图。燃油分油由两台燃油分油机 7、8、两台分油机供给泵 5、两台分油加热器 6、吸入滤器及管路和附件组成。从燃油沉淀柜（需要时也可从日用油柜来，设有双孔法兰）来的燃油经过吸入滤器，由分油机供给泵送至分油加热器进行加热后，进入分油机。1#与 2#分油机可串联、也可并联运行。分油机将分离后的净油排至燃油日用油柜。两台输送泵和加热器互为备用。

本系统还设有一台柴油分油机，可以将柴油沉淀柜的柴油分离后输送到日用柴油柜、应急发电机柴油柜、锅炉柴油柜和废油柜。同时 2#燃油分油机 8 及泵可作为柴油分油机的备用分油机和泵，应急时使用，一般情况下不能连通，故连通管路上均装有双孔法兰。

（二）燃油日用管系

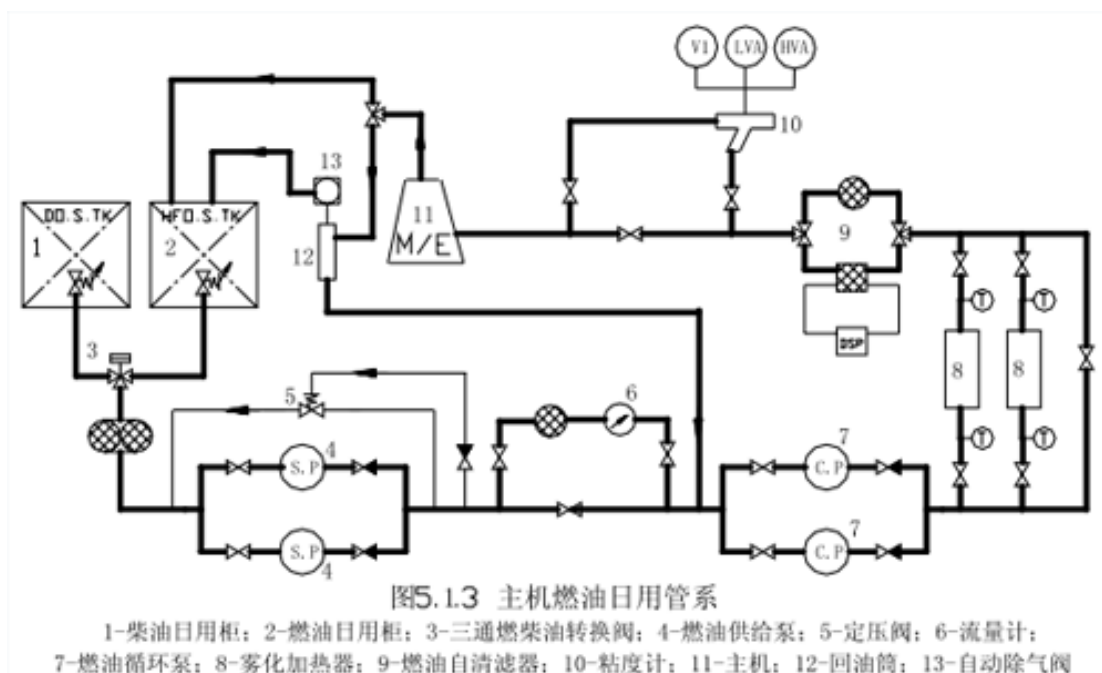
1. 主机燃油日用管系

（1）主机燃油日用管系原理

图 5.1.3 所示为采用 B&W 低速大功率柴油机作为船舶主机的主机燃油日用管系系统图。由燃油日用油柜 2 或柴油日用油柜 1 来的燃油或柴油经过三通燃柴油转换阀 3，假设现位于



使用燃油的位置,则燃油通过双联细滤器、燃油供给泵 4、流量计 6、燃油循环泵 7、雾化加热器 8、燃油自清滤器 9、粘度计 10 进入主机 11。



主机燃油供给泵设有两台,互为备用。在泵的排出端装有定压阀 5,由排出压力控制它的开闭及开启度。当排出压力高于正常工作压力(一般为 0.4MPa)时,定压阀被打开至某一位置,将部分压力油溢出至油泵吸入端,以维持设定的工作压力。主机燃油循环泵也有两台,也互为备用。它的进口压力为 0.4MPa ,而出口压力为 1.0MPa 。循环泵的排量往往大于主机正常耗油量的几倍,以保证主机正常供油。多余的油一般通过回油管回到主机燃油回油筒 12 后再接至循环泵的吸入口,也可以通过三通旋塞直接回到燃油日用油柜,不能回至柴油日用油柜。主机燃油循环泵和供给泵均能自动起、停,当其中一台泵在正常运行中出现压力下降时,另一台备用泵能自动起动,达到压力要求后,前一台泵自动停止,同时发出报警信号。因此四台泵的吸入和排出阀件均应处于开启状态,排出阀均采用截止止回阀,以防 止作无效效循环。(汽车航空航天工程网提供)

主机燃油回油筒的作用是:①使主机高压喷油泵的高温回油不进入日用油柜,这样不会因日用油柜散热量太多而使机舱温度提高,同时也节约了能源。②燃油和柴油相互转换时,由于两种油的温度相差悬殊,为使主机高压油泵不至于因温度变化激烈而发生咬死的现象,必须有一段混用的过程,使温度逐渐升高或降低,逐步替换燃油品种。这时就可以在回油筒中进行两种油的混合。③在回油筒上设有透气阀,它可以保证回油经过时不断地排除燃油中的气体,气体应回至燃油日用油柜,但回油不能通过透气阀回至油柜。

流量计的作用是测定主机的耗油量,由于燃油是一种高温高压的流体,流量计很容易损坏,所以平时一般不用,而是从旁通阀通过。同时在流量计前还装有滤器,以防流量计损坏。燃油自清滤器能根据滤器前后压力差或设置的定时器自动进行对滤网的清洗工作。其工作原理在第二章已介绍过。此自动滤器还带有旁通滤器和高压差报警装置。

(2) 燃油粘度的自动控制

燃油粘度控制可以通过温度控制来实现,但不同品种的燃油,甚至相同品种、牌号的燃油要达到相同的粘度时,其加热温度是不一样的。因而实际操作是很困难的。所以目前均采用粘度控制的系统,而不是温度控制。粘度计及其系统的作用就是实现自动控制燃油的粘



度。粘度计主要有毛细管式和摆动槽针式两种，船舶上使用得比较多的为毛细管式，其工作原理见图 5.1.4 粘度计结构原理图。燃油经过粘度计时，粘度计内部的恒流量油泵 1 从油流中吸取少量燃油送入毛细管 2。由于毛细管 2 的直径较小，而通过它的油量是恒定的，流动的燃油在毛细管两端形成压差。压差与燃油的粘度成正比。毛细管两端的压差信号传递到调节器，即能测出燃油的粘度。

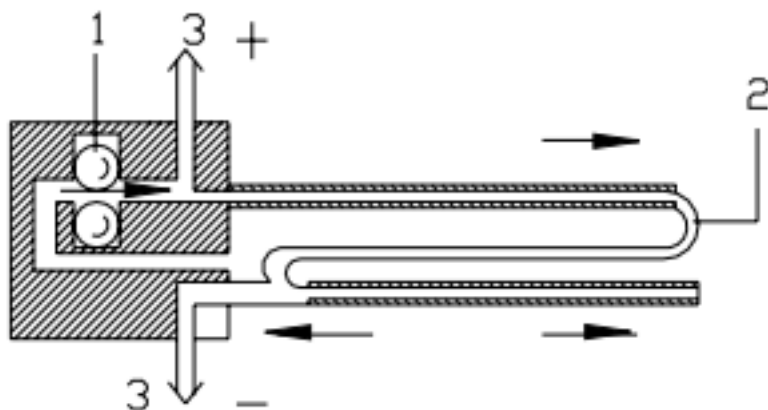
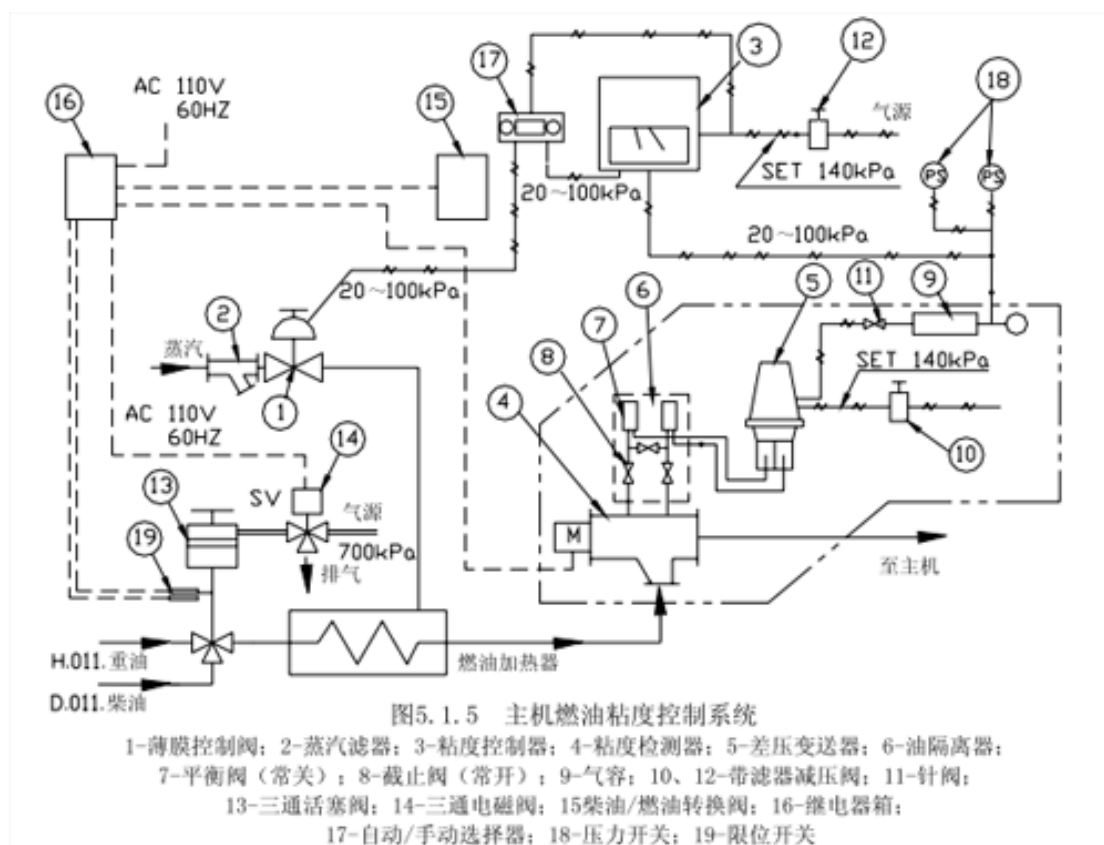


图5.1.4 粘度计结构原理图

1-恒流量齿轮油泵；2-毛细管；3-毛细管前后接管

5.1.5 所示为 VAF 型燃油粘度自动控制原理图，采用的粘度计是毛细管式的。它主要由薄膜控制阀 1、粘度控制器 3、粘度计（由件 4~11 组合而成）、三通活塞阀 13、三通电磁阀 14、柴油-燃油转换开关 15、自动/手动选择器 17 等组成。





官方微信号:Jcaae-com
官方QQ群:7234594
官方网址:www.jcaae.com

其工作原理如下：燃油通过三通活塞阀（即燃油转换阀），燃油加热器、粘度计后进入主机。燃油通过粘度检测器 4，测得毛细管两端的压差，此压差信号进入差压变送器 5，使油的差压信号变成气压信号，此气压信号通过起缓冲作用的气容 9 至粘度控制器 3，指示出燃油的粘度，与设定值比较。当两个值相等时，即燃油的粘度与设定值相符，则系统稳定，即加热蒸汽用的薄膜控制阀的开度不变；当燃油的粘度大于设定值时，粘度控制器 3 输加大的气压信号，通过自动/手动选择器 17（此时在自动位置）进入薄膜控制阀的上部，使阀的开度增大，增加进入加热器的蒸汽量，以降低燃油粘度，以达到测量值降回到设定值；当燃油粘度小于设定值时，通过粘度控制器的调节使输出气压信号减小，蒸汽薄膜控制阀关小，减少进入加热器的蒸汽量，使燃油粘度增大，以达到测量值上升到设定值，一直到系统稳定为止。

船舶在起航、停泊和进港时经常要进行轻重油的转换。如轻油转换成重油，重油的油温要达到 $120^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，对主机来讲，高压喷油泵的柱塞偶件间的间隙很小，如温度突变，将会发生油头油泵咬死的故障。所以转油时必须逐渐加温，加温的速度一般为 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 左右。要使燃油逐渐加温，则必须将自动/手动选择器 17 转入“手动”位置，通过手动调节来控制薄膜阀开度增加的速度，达到逐渐加温的目的。到温度达到 $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 时，将柴油-燃油转换开关 15 转到燃油位置，三通活塞阀同时转换到燃油位置，柴油转换成燃油。但此时的粘度会逐步上升，当粘度值超过设定值时，仍由手动控制薄膜阀逐步开大，直到粘度值接近设定值后，再将自动/手动选择器 17 转换到自动位置。由燃油转换到柴油也一样操作，只不过是逐步降温而已。

粘度计内的恒流量油泵由柴油-燃油转换开关 15 控制，当它转到燃油位置时，油泵立即启动，发出压差信号。当转到轻油位置时，延迟 $30\sim 60\text{min}$ （可调）停止运转，目的是将粘度计中的剩余燃油换成柴油。

2. 柴油发电机燃油日用管系

柴油机发电机燃油日用管系的原理与主机基本相同，不同之处一是柴油发电机一般有二台或三台，所以从粘度计出来后的管路要分成几路分别供到每台柴油发电机。二是柴油发电机初始启动时柴油的来源要依靠重力供油，所以一般都有一路管子直接从日用油柜接至柴油发电机的进口三通阀。或者要依靠专门的气动泵供油。

柴油发电机燃油系统由三通转换阀至粘度计的所有设备和管路，在大型船舶上一般都已实现模块化，由专业化的工厂进行制造和装配，船厂负责模块与柴油机、油柜之间的管路及阀件的安装工作。主机燃油日用系统也有组成模块的，也有主辅机合在一起组成模块的例子。

燃油管系布置的原则和安装技术要求

1. 布置原则

- (1) 燃油系统应保证在任何工况下都能正常地为柴油机或其它用油设备供应燃油，为此，它的布置原则应保证船舶在较长时间内横倾 15° 和纵倾 15° 的情况下，整个系统都能正常工作。
- (2) 燃油输送泵、燃油供给泵、燃油循环泵（增压泵）均应有一台备用泵，为主、辅机服务的泵还应具备自动转换的功能。

2. 安装技术要求

- (1) 所有双层底以上的燃油舱柜，其供油管上的任何阀件均直接安装于舱柜壁上，并采用可以遥控关闭的速关阀。
- (2) 燃油管路必须与其它管路隔绝，同时应尽量敷设在便于拆装、检修的位置。
- (3) 所有油管、油柜不准装在柴油机、排气管、消音器、锅炉及烟囱、发电机和配电板等电



官方微信号:Jcaae-com
官方QQ群:7234594
官方网址:www.jcaae.com

器设备的上部，以免漏油而发生火灾。同时也不准装于房间的上方天花板或围壁板内，以免溢出的油气散发在室内，有碍于卫生和引起火灾。无法避免时，应无可拆接头或设有专门的聚油盘和排油设施。