

现代船用中速柴油机

○李 斌, ○孙培廷, ○黄连中*

[中图分类号] U664.1

[文献标识码] B

[文章编号] 1006-7728(2000)06-0051-02

船用中速柴油机的发展和低速柴油机一样,也是围绕着市场的需求并利用高科技手段主要在优化废气的排放特性,提高运行的可靠性和延长维修间隔期,降低燃油消耗率和提高使用燃油范围以及在计算机控制和状态监测等方面不断加以改进。下面以 MAN B & W L27/38 和 WARTSILA L32 型柴油机为例说明现代船用中速柴油机的发展特点。

一、现代船用中速柴油机的主要参数和特点

1 典型现代船用中速柴油机的主要参数

机型	MAN B & W L27/38	WARTSILA L32	WARTSILA L64
缸径(mm)	270	320	640
行程(mm)	380	400	900
S/D	14:1	125:1	14:1
压缩比	165:1	160:1	
活塞平均速度(m/s)	101	100	98
平均有效压力(bar)	235	233	255
最大燃烧压力(bar)	200	190	200
燃油消耗率(g/kW(h))	1853	182	171
燃油喷射压力(bar)	1600	2000	
使用燃油质量(cSt/50(C))	700	730	730
功率范围(kW)	2040~3060	2700~8280	10050~18090

2 现代船用中速柴油机的特点

从上述参数可以看出,现代中速柴油机也在向着长行程方向发展,其 S/D 值在不断提高,L27/38 柴油机已达到了 14:1,而 L16/24 则达到了 15:1,由于 S/D 的提高,在保证燃烧室有足够高度的前提下,柴油机的压缩比也增加到了 16 以上,这使最高燃烧压力提高到 200 bar 左右,使燃油消耗率下降,热效率一般可达到至 45%~46%,WARTSILA L64 柴油机甚至达到了 50%。

另一个特点是燃油喷射压力的普遍提高,WARTSILA L32 柴油机的喷射压力已达到 2000 bar,这使得燃油喷射的雾化质量提高,燃烧进行得更加完善。也确保了良好的低负荷性能和较小的废气有害排放。

中速柴油机烧劣质油早已开始,但目前又达到了一个新

的水平。可燃用粘度高达 700 cSt/50(C) 的劣质燃料油。可以说,目前船用中速柴油机可以不受任何限制地使用任何一种劣质燃料油。

中速柴油机大型化是中速机发展的另一个方面,目前开发的最大的船用柴油机是 WARTSILA L64 柴油机,其单缸功率已达 2010 kW,目前 9 缸机单机功率已达 18 090 kW,待开发的柴油机的功率将达到 30 000 kW 以上。

二、船用中速柴油机在结构方面的改进

1 船用大端连杆的使用

由于柴油机最高燃烧压力的提高和输出扭矩的加大,要求曲柄销的直径不断增加,采用车用大端连杆在吊缸时已不可能通过气缸,都采用了船用大端的连杆形式。采用这种连杆可以使吊缸时具有最低的起吊高度并且不需要拆开连杆大端轴承。

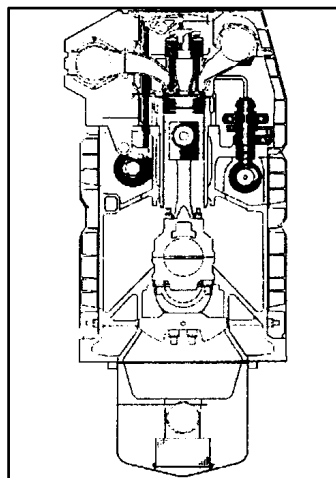


图 1

2 柴油机的机体和贯穿螺栓

机体是采用刚性的单体结构,它由球墨铸铁铸造的,具有足够的强度和最小的变形。MAN B & W L27/38 型柴油机采用了穿过主轴的贯穿螺栓和深深插入机体的缸头贯穿螺栓

* (收稿日期) 2000-10-16

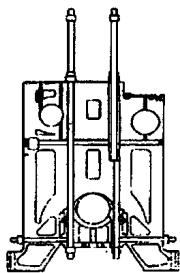


图 2

结构,它们通过液压上紧,足以承受由气体力和惯性力引起的负载。在机体内没有冷却水流过,因此也不存在由于冷却水引起的腐蚀、穴蚀及冷却水漏入油中的问题。

由于对曲轴和运动部件进行了良好的平衡,并且在机体的结构设计中充分考虑了吸收柴油机工作时产生的不平衡力,机器的振动和噪音很小。另外,在机器的外部盖有由特殊的消音材料铸造的盖板,使得机器的噪音进一步降低。

3 双凸轮轴结构

MAN B & W L27/38 型柴油机采用了双凸轮轴的结构,这种结构可以保证在优化换气的调节时不会影响喷射定时,而在优化喷射调节时不会影响换气定时,具有很大的灵活性。可以方便地进行优化 NOX 排放的调节和对不同质量的燃油进行优化调节。

4. 燃烧室部件

活塞普遍采用组合式结构,即由钢制的活塞头和球墨铸铁的活塞裙组成,头部采用钻孔冷却,并对第一道活塞环进行镀铬处理以获得更长的检修周期。

气缸套在结构上普遍采用厚壁、高凸肩的构造,这样可以保护密封面免受机体变形的影响。在缸套中只有凸肩部分是冷却的,这既可以保证在各种负荷条件下稳定的几何尺寸,又可以优化第一道环上止点处的温度,防止低温腐蚀的发生。

在 MAN B & W L27/38 型柴油机的气缸中设置了一个火焰环,直接插入气缸套的上部,其内径比气缸的内径稍小。由于活塞顶部的尺寸通常也小于气缸内径,火焰环可以刮掉活塞顶岸的积炭,这样可以优化活塞环的工作条件,降低滑油的消耗率。

三、柴油机的系统

L27/38 型柴油机在设计上的独特之处是设置了一个前端箱,完成全部支持功能。即将增压器、一个两级冷却的空气冷却器、滑油泵、水泵、滑油冷却器、反冲式滤器、调节阀及相应的连接管路都放在前端箱中。为了减少机器的长度,所有的连接管接头置于前端箱的侧面。

1 增压系统和空冷器

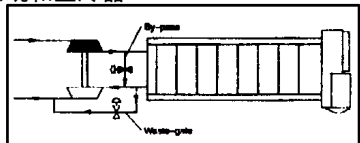


图 3

MAN B & W 公司和 WARSTILA 公司在柴油机的增压系统方面都作了改进。其共同特点是:第一,在增压器的出口和涡轮机的进口之间设一个旁通阀,在部分负荷时可增加进气压力;第二,在废气的出口也设了一个旁通阀,可以在高负荷下放掉过剩的废气。

空气冷却器采用两级冷却,高温淡水冷却第一级而低温淡水冷却第二级。两级冷却能够不但可以在低负荷下旁通第二级冷却以增加进气温度,保证柴油机的良好工作,而且能够更有效地利用柴油机的废热。

2 冷却系统

目前,标准的冷却系统采用独立的低温淡水和高温淡水系统。

低温淡水主要用来冷却第二级空气冷却器、柴油机齿轮油冷却器、滑油冷却器和高温淡水冷却器,而低温淡水本身在中央冷却器中被海水冷却,经过恒温调节阀返回低温淡水泵。

高温淡水主要用来冷却第一级空冷器和缸套及气缸盖,然后经热回收器和高温淡水冷却器经过恒温调节阀返回高温淡水泵。从高温淡水系统放出的热几乎可以 100% 地回收利用。

四、维护和保养

在对 MAN B & W L27/38 型柴油机维护和保养方面,柴油机的设计和制造者也根据用户的要求,提出了许多新的概念。

1 低的日常维修工作

L27/38 型柴油机的零部件总数只有通常的 40%,使零部件的可靠性也大大提高,这样就减少了柴油机的日常维护保养工作,检修周期也延长到了 20000 到 25000 小时。而且,主要的检修工作被定义为清洁和检查。

2 易于接近

由于使用了前端箱,将所有的泵、滤器、调节阀等都置于其中,而且很多都是插入元件,使得这些零件更易于接近和维修更换。

3 气缸组件

柴油机的气缸盖、气缸套、活塞及连杆被定义为气缸组件,可以作为一个整体进行拆卸和更换。当然,也可以按传统的方式进行拆卸。

4 港口维修和更换服务

多年来,船东一直希望减少机舱工作人员的数量,提高机器运转的可靠性和减少营运成本。而紧张的航程安排也要求快速、可靠地完成检修工作。由于船员不可能对各种机器受到专业的维修保养训练,这就降低了可靠性和增加了维修成本。

更换服务是指将发动机的气缸组件、废气涡轮增压器、喷油泵、高温和低温冷却水泵及滑油泵作为一个独立的组件进行整体更换。被更换下来的组件送厂进行修复更新。更换工作由受过高度训练的港口维修机构完成,这可使在船工作时间最短,提高可靠性和机器的使用寿命,降低维修成本和营运成本。*