

武汉船舶职业技术学院《船舶内燃机使用及维修》课程教案

(课次：4 学时：2)

(本课程适用专业：轮机工程技术（船舶内燃机方向）)

课题：主要机件及工作条件，气缸盖

教学目标：

知识目标：掌握柴油机主要机件的名称和作用，掌握柴油机机件的工作条件，熟悉气缸盖的结构。

能力目标：能识别柴油机气缸盖结构。

教学重点：柴油机主要机件及工作条件。

教学准备：教学地点：多媒体教室

教具：多媒体课件，气缸盖实物

教材：《船舶柴油机》，徐立华主编

教学方案的设计：

步骤一：回顾与引入（5分钟）

Q:为什么要进行柴油机增压？

A:为了提高柴油机功率。

Q:增压柴油机有什么特点？

A:进气压力提高，气阀重叠角加大，压缩比降低。

Q:柴油机怎么分类？

A:按工作原理、进气方式、结构特点、转速、气缸排列等分类。

Q:柴油机的基本结构包括哪些？

A:固定部件、运动部件、配气系统、燃油系统、滑润系统、冷却系统、起动装置、调速装置等。

步骤二：柴油机的主要机件（30 分钟）

1、燃烧室组件：包括气缸套，气缸盖和活塞组件。

2、曲柄连杆机构：包括连杆组件和曲轴组件。

3、支承联接组件：主要有机座、主轴承、机体等。

柴油机的主要机件也可以按工作时运动状态不同分为固定部件和运动部件两大类。

固定部件：包括气缸盖、机体、机座和主轴承等。

运动部件：有活塞组件，连杆组件和曲轴组件等。

步骤三：主要机件的工作条件（30 分钟）

通常把力和热对机件的作用分别称为机械负荷和热负荷。

1、主要机件的机械负荷

(1)气体作用力

柴油机机件疲劳破坏程度正比于转速 n 、最高爆发压力值 P_{max} 和燃烧压力升高率。通常将最高爆发压力 P_{max} 作为柴油机机械负荷的主要标志。

(2)运动惯性力

(3)联接紧固预紧力

2、主要机件的热负荷

由于高温对机件产生的综合影响称为机件的热负荷。

(1)与最高允许温度比较

(2)排气温度

(3)热应力

3、主要机件的其它工作条件

主要机件在工作中还会受到燃气中腐蚀成份的腐蚀,冷却液的腐蚀以及相互摩擦表面产生磨损等危害,从而加速机件的损伤。

步骤三：气缸盖（cylinder cover）（22 分钟）

1、认识气缸盖的结构

(1)小型柴油机：整体式或块状式结构

(2)中、大型柴油机：单体式气缸盖

讲解图 2-2、图 2-4。

(3)气缸盖和气缸套之间的密封

2、气缸盖功用

(1)封闭气缸套顶部，与活塞、缸套共同组成密闭的气缸工作空间。

(2)将气缸套压紧于机体正确位置上，使活塞运动正常。

(3)安装柴油机各种附件以及气阀摇臂装置等等。

(4)布置进、排气道，冷却水道等。在小型高速机的气缸盖中还布置涡流室或预燃室等。

3、气缸盖的工况

(1)热应力

(2)气体压力

(3)安装应力

(4)腐蚀

4、气缸盖的要求。

足够的强度、刚性、良好的耐热性；良好的浇铸工艺性。

步骤五：课程小结（3分钟）

柴油机主要机件：燃烧室组件、曲柄连杆机构、支承联接组件等，主要机件的工作条件：机械负荷、热负荷，气缸盖的结构、功用、工况、要求。

重点认识图 2-2、图 2-4 气缸盖的结构。

武汉船舶职业技术学院《船舶内燃机使用及维修》课程教案

(课次：5 学时：2)

(本课程适用专业：轮机工程技术（船舶内燃机方向）)

课题：气缸套

教学目标：

知识目标：气缸盖的功用、工况、要求及结构；气缸套的功用、工况、要求及结构。

能力目标：能运用气缸盖和气缸套的知识，分析气缸盖和气缸套的结构。

教学重点：气缸套的结构。

教学准备：教学地点：多媒体教室

教具：多媒体课件、气缸套实物

教材：《船舶柴油机》，徐立华主编

教学方案的设计：

步骤一：复习气缸盖结构（30 分钟）

Q:介绍图 2-2、图 2-3 气缸盖结构。

A:1- 孔 1 是喷油器安装孔，2、3 分别是排气和进气通道，孔 4 是装起动阀孔，孔 5 接示功器、安全阀。

Q:冷却方式及结构类型？

A:钻孔冷却，双层底式结构。

Q:介绍图 2-4 MC 气缸盖结构。

A: 1-排气阀孔；2、3、4、5、6-冷却水孔；7-冷却水腔；8-喷油器孔；9-缸盖螺栓孔；10-安全阀和示功阀孔；11-圆环；12-泄放通道；13-排气阀螺栓孔；14-启动阀孔；15-启动空气通道。

Q:图 2-4 MC 气缸盖结构如何体现“薄壁强背”结构。

A:采用较薄的火力底板以减小其壁面温差和热应力,采用较厚的中隔板和较高的气缸盖高度构成了刚度很强的“背部”,并通过气道壁对底板的支撑,减小底板所承受的机械应力。兼顾降低降低热应力和机械应力,根据其要求不同正确利用材料,是一种合理的结构。

Q:图 2-4 MC 气缸盖结构与图 2-2 气缸盖有何不同?

A:锻钢材料,用于强化机,都是单体式。

Q:根据气缸盖结构归纳其功用。与图 2-2 气缸盖有何不同?

A: (1)封闭气缸套顶部,与活塞、缸套共同组成密闭的气缸工作空间;(2)将气缸套压紧于机体正确位置上,使活塞运动正常;(3)安装柴油机各种附件以及气阀摇臂装置等等;(4)布置进、排气道,冷却水道等;在小型高速机的气缸盖中还布置涡流室或预燃室等。

步骤二:认识气缸套(cylinder liner)的结构(32分钟)

1、气缸套的形式

(1)湿式气缸套

(2)干式气缸套

(3)带冷却水套式

2、二冲程柴油机的气缸套

3、二冲程气缸套的润滑与冷却

步骤三:气缸套的功用、工况及要求(25分钟)

1、气缸套的功用

(1)与缸盖、活塞共同构成气缸工作空间。

(2)筒形活塞柴油机的气缸套承受活塞侧推力,成为活塞往复运动的导程。

(3)将活塞组件及本身的热量传给冷却水,使之工作温度适当。

(4)二冲程柴油机的气缸套布置有气口,由活塞启闭,实现配气。

2、气缸套的工作条件

高温、高速滑动摩擦、热应力、腐蚀;气体作用力、侧推力及安装预紧力。

3、对气缸套的要求

足够的强度、刚度和耐热性能,较好的耐磨性能。工作中应有良好润滑和冷却。

步骤六:课程小结(3分钟)

气缸盖的功用、工作条件、要求和结构,气缸套的功用、工作条件、要求和结构。

武汉船舶职业技术学院《船舶内燃机使用及维修》课程教案

(课次：6 学时：2)

(本课程适用专业：轮机工程技术（船舶内燃机方向）)

课题：活塞组件

教学目标：

知识目标：活塞组件的工作条件和常用材料；活塞本体、活塞环、活塞销的结构；活塞杆与填料函的结构。

能力目标：能运用活塞组件的知识，分析活塞组件的结构。

教学重点：活塞组件的工作条件和结构。

教学准备：教学地点：多媒体教室

教具：多媒体课件，筒形活塞组件实物

教材：《船舶柴油机》，徐立华主编

教学方案的设计：

步骤一：回顾与引入（3分钟）

Q:气缸盖的结构形式有哪些？

A:整体式、分组式和单缸式。

Q:气缸套的结构形式有哪些？

A:湿式、干式、带冷却水套式。

Q: 燃烧室组件除了气缸盖、气缸套外，还包括哪些机件？

A:活塞组件。

步骤二：活塞组件（piston assembly）的组成、功用及工作条件（20分钟）

模拟演示活塞组件与连杆和十字头连杆连接运动帮助认识活塞组件。

1、组成：筒形活塞组件通常是由活塞本体、活塞销以及活塞环等零件组成；十字头式活

塞无活塞销，有与活塞紧固的活塞杆。

2、主要功用：(1)组成封闭的燃烧室空间；

(2)承受气缸内气体的压力，并将其传递给连杆；

(3)承受连杆倾斜时所产生的侧推力，起往复运动的导向作用；

(4)起开启、关闭气口的“滑阀”作用。

3、工作条件：高温、高负荷、高速运动、润滑不良以及冷却困难等。

4、活塞本体的常用材料：

(1)合金铸铁材料具有较高的机械强度、较小的热膨胀系数以及良好的耐磨和耐腐蚀性能，价格低廉，工艺性好；但其缺点是密度大，吸热性和导热性比铝合金差。

(2)铝合金材料密度小，铝合金活塞比铸铁的要轻 30%~50%，因而能相应地减小活塞组的往复惯性力，因此高速柴油机的活塞广泛采用铝合金材料。但铝合金材料的热强度较差，热膨胀系数较大。

(3)铸铁活塞与气缸套的热膨胀系数非常接近，因此，无论是在冷态或是在热态状态下，活塞与气缸套的配合间隙几乎保持相同的数量值；而铝合金活塞由于其热膨胀系数较大，与气缸套的冷态配合间隙要比铸铁的大一倍左右，这在冷车启动和低负荷运转时，将加剧活塞对气缸套的撞击。

(4)球墨铸铁和耐热合金材料具有更高的机械强度。在强载柴油机中，常用这种材料制成薄壁式的活塞结构，以增加其承受热负荷的综合能力。耐热合金钢一般用作组合式活塞的头部材料。

步骤三：活塞本体（piston body）（30 分钟）

1、工作条件：高温、高压，承受交变应力、侧推力，高速滑动摩擦，润滑条件差，磨损也较严重。

2、要求：有较高的热强度和良好的耐磨性。管理中应力求降低热负荷。

3、结构型式

(1)中小型柴油机：筒形非冷却式整体活塞

特点：①顶板与圆周壁有较大的过度圆弧，且有较厚尺寸，使热流有较大的传递截面。这种活塞对活塞环的传热可靠性要求较高；②多用铝合金（如 ZL109 等）制造，它导热好，活塞温度分布较均匀，热应力小，质量小，往复运动惯性力也小；③为防止高温时头部与缸壁大面积接触和低温时因间隙过大而漏气太大，往往在头部制有螺纹外圆等结构。

(2)大型低速机：十字头式冷却组合活塞

特点：①顶较薄，内外温差应力较小，顶板下有 8 根径向加强筋，这样形成薄壁强背结构型式，使冷却效果提高。②活塞顶壁与圆周壁面过度圆角厚度也小，热量由顶壁传向圆周壁较少，使活塞环温度不高。③活塞头部装有五道气封活塞环，活塞裙部装有四道青铜承磨环，用以改善裙部与气缸套磨合性能。④活塞裙较长，保证活塞在上止点时遮闭进排气口。⑤组合式结构，顶部用耐热合金钢，裙部用耐磨合金铸铁制造，这样使材质合理使用，制造简化。⑥活塞顶与裙部用柔性螺栓从裙部倒拧入活塞顶，细长螺栓采用球面垫圈，使螺栓抗疲劳强度提高，防止因对中误差造成的螺栓附加弯曲力矩。⑦活塞顶与裙部安装支承面必须精密加工并拂刮，使接触面积大于 85%；活塞顶外圆圈与裙部接合部位轴向间隙将影响到工作后活塞顶的变形及应力分布，故有明确规定。

(3)中高速柴油机：高强度铸铁活塞

特点：①采用薄壁桁架结构，依靠设在顶壁的筋肋来承受最高燃烧压力。②因刚度大质量小，已与钢顶铝裙组合活塞质量接近。③活塞销座与活塞顶壁用筋肋与活塞销榫水平方向筋肋相联，最高爆发力经筋肋传给销座而不影响裙部围壁。④冷却油腔做得较大，振荡冷却效果显著。⑤与缸套配合间隙仅为铝合金活塞的一半，且冷热态几乎一样，活塞对缸套晃动、敲击得以防止和减轻。

4、活塞冷却方式

筒形活塞：喷射冷却、钻孔冷却、振荡冷却，在十字头式柴油机：套管式和铰链式两种冷却液输送机构。

步骤四：活塞环（piston ring）（20 分钟）

1、密封环（气环）

功用：阻止气缸中气体泄漏，并将活塞的部份热量传给气缸套。

(1)密封环的工作原理：气体力和弹簧的弹力

(2)密封环的截面形状

2、刮油环（油环）

功用：刮除缸壁内表多余的润滑油。

(1)活塞环的泵油作用原理

(2)刮油环的刮油作用

(3)刮油环的安装

3、承磨环

步骤五：活塞销（piston pin）（5 分钟）

(1)浮动式活塞销

(2)固定式活塞销

步骤六：活塞杆与填料函（piston rod and stuffing box）（10 分钟）

(1)活塞杆的功用：十字头式柴油机的活塞通过活塞杆、十字头与连杆小端相连。

(2)活塞杆的结构：活塞杆的杆身为实心或中空结构。

(3)活塞杆填料函功用：防止气缸油向下窜涌的燃烧产物污染曲轴箱中的润滑油；密封扫气箱；防止润滑油上窜到扫气箱空间。

(4)活塞杆填料函结构

课外作业（2 分钟）

1. 筒形活塞和十字头活塞组件由哪些零件组成？

2. 活塞有哪几种冷却方式？

3. 从测量取得 6ESDZ43/82B型柴油机某缸压缩比为 11，改为 11.5，应如何进行调整。

武汉船舶职业技术学院《船舶内燃机使用及维修》课程教案

(课次:7 学时: 2)

(本课程适用专业: 轮机工程技术 (船舶内燃机方向))

课题: 十字头组件、连杆组件

教学目标:

知识目标: 十字头组件的功用、工况、组成及其结构; 连杆组件的功用、工作条件及要求; 连杆组件的结构。

能力目标: 熟悉十字头、连杆的结构。

教学重点: 十字头组件的组成及结构; 连杆组件的工作条件及结构。

教学准备: 教学地点: 多媒体教室

教具: 多媒体课件、组杆组件实物

教材: 《船舶柴油机》, 徐立华主编

教学方案的设计:

步骤一: 复习活塞组件 (3 分钟)

Q: 活塞组件由哪些零件组成?

A: 活塞本体、活塞销、活塞环、活塞杆及填料函等。

Q: 活塞本体是什么形状?

A: 纵向为上小下大的锥形, 裙部椭圆。

Q: 活塞组件与什么零件连接?

A: 连杆或十字头。

步骤二: 十字头组件 (crosshead assembly) 的功用和工况 (10 分钟)

功用: 将活塞杆下端通过十字头销与连杆小端轴承联接起来, 并将活塞所受的动力传给连杆、曲轴。

气体力、侧推力、润滑不良。

(5 分钟)

讲解图 2-34。

步骤四：十字头本体（15 分钟）

- 1、材料：一般用优质碳钢锻造，有时也采用合金钢。
- 2、要求：除保证有足够的强度外，要有足够的刚度。
- 3、结构特点：(1)粗而短，刚度高，销表面的线速度高，有利于轴承油膜的形成。
(2)表面耐磨性高；
(3)对其表面粗糙度的要求也很高。

步骤五：十字头滑块（12 分钟）

- 1、三种结构形式
双滑块结构、单滑块结构和圆筒形滑块。
- 2、润滑油供应方法

用专用油泵将高压润滑油由铰链机构输入十字头组件。也有的是由连杆大端上行送至小端的压力润滑油，先润滑轴承再润滑滑块导板摩擦面。

步骤六：连杆组件（connecting rod assembly）的功用、工况及要求（10 分钟）

连杆组件：连杆本体、连杆盖、连杆螺栓和大、小端轴承等。

1、功用：①连杆小端轴承与活塞销（或十字头销）滑动配合，大端轴承与曲轴的曲柄销颈配合，形成曲柄连杆机构，将活塞的直线运动转换为曲轴的回转运动；②工作中活塞顶面所受气体压力由连杆传给曲轴，将往复机械功变为曲轴转动转矩。③连杆运动形式十分复杂：小端作直线运动，大端作回转运动，杆身作平面运动，其杆身中心不断相对气缸中心左右摆动。

2、工作条件：气体爆发力和活塞连杆小端等往复运动惯性力等交变冲击载荷。

3、要求：①具备足够的刚度和抗冲击疲劳强度；②尽可能质量轻，惯性小；③连杆轴承应耐磨可靠；④连杆螺栓应有较高疲劳强度和联接可靠。

4、材料：都用优质钢材模锻后加工制造，材料有 35、45、35CrM 或 40Cr 等，并采用正火或调质等热处理。

步骤七：连杆组件的结构（20 分钟）

- 1、筒状活塞式柴油机的连杆
中碳钢或合金钢的自由锻造或模锻毛坯制造。

(1)连杆杆身

(2)连杆小端

(3)连杆大端和轴瓦：连杆大端的结构形式：船用连杆大端、平切口连杆大端、斜切口连杆大端，连杆大端轴承常用薄壁轴瓦、厚壁轴瓦或将轴承合金直接浇铸在船用式连杆大端的内表面。常用的轴承合金有白合金、锡铝合金和铜铅合金。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/396143033145010210>