

全國造船鑄造工藝 專題資料彙編

內 部 刊 物

上 海 市 造 船 學 會

1 9 6 1

內 部 刊 物

全国修造船鑄造工艺
专题資料汇编

編輯者：上海市造船学会鑄工专业学組

出版者：上海市造船学会
四川中路 346 号

印刷者：商务印书館上海印刷厂

一九六一年十月

1-1,500

前 言

根据第三机械工业部第九工业管理总局和交通部交通工业局的指示,今年七月在上海召开了全国修造船鑄工會議,是修造船企业內举行的一次規模較大的专业會議,有来自全国各地的70多个单位,170多位代表。在各项专题範圍內,經過十天會議,体现了百花齐放,百家爭鳴的精神,討論研究的内容是很丰富的。上海市机械工程学会八位鑄造专家参加了會議,对于各项专题,发表了許多宝贵意見。會議过程中,还按专题内容分別参观了一些工厂,又吸收到很多好的經驗。

會議结束后,参加會議的各单位和許多修造船企业,都迫切要求早日将会議討論研究的内容专题資料汇编成册。本会就以上述条件为基础,由本会鑄工专业学組为主,組織了力量,进行各项专题資料的整理,修改和补充,并由該学組負責作了技术校核和編輯审閱工作。經過学組成員的积极努力,有关方面的协助,至九月初即完成了交付印刷前的全部工作。

編輯过程中,以會議討論研究的内容为依据,但在文字說明,图表数据,理論闡述等方面皆有所增减,增加的比削減的多些。也有个别专题内容,經過編輯后刪去了。为使本汇编的内容更适宜于生产上应用,故着重于表现实际經驗和具体数据,輔之以必須的理論分析。本汇编作为内部发行的資料出版,凡涉及具体单位之名和不宜公开发表的数据等,皆予以刪去,但仍能保持各专题的内容在技术上是完整的。

从这本汇编可以清楚地看到,在党的正确领导下,我国修造船企业中的鑄造技术水平,和其他各项专业一样,解放十二年来有了很大的提高。在产品上,过去所不敢和不会做的,现在都已能做了,有些鑄造产品已达到很高的水平;在鑄造方法上,已經从陈旧的简单的,进一步掌握了先进的和复杂的技术;在应用和发展上,修造船範圍內的零部件,形杂类繁,要求的性能各异。通过修造船企业自己的經驗和吸收了先进的經驗,大家已認識到,依靠鑄造可以大量解决生产上零部件制造的需要,从而达到:产品质量好,生产周期快,制造成本低的目标。从世界上許多先进的經驗也說明了:黑色金属、有色金属以及各种合金材料的鑄造,現在和将来都会是修造船企业中必須不断解决的重大生产問題之一。本汇编的出版不仅是为了介紹技术經驗,更重要的是进一步引起全国修造船企业对鑄造生产的認識,从而下决心闊步地向世界先进水平迈进。

由于我們的經驗不够,水平有限,本汇编的内容还存在不少缺点,希望讀者,特別是全国各修造船厂,以及其他企业中的鑄造部門多加指正。

在本汇编编写过程中,有宋之琛,吳秉德,李永耀,邵津驊,周志揚,陈同庆,程志圣,葛荆門,廖家齐,顾国鈞等同志参加了编写工作,最后由周志揚,陈同庆二同志作了校对工作,上海市印刷出版公司为本汇编的出版給予了很大支持。謹在此对上述各位同志和有关单位致以深切的敬意和謝忱。

上海市造船学会 1961年10月

目 录

前言

船用动力机活塞环的鑄造.....	1
船用柴油机汽缸套的鑄造.....	13
船用柴油机活塞的鑄造.....	35
船用柴油机汽缸盖的鑄造.....	41
坩埚炉熔炼錫青铜的工艺.....	50
坩埚炉熔炼鋁鎂合金和鋁硅合金的工艺.....	56
船用銅蝸輪的鑄造.....	66
船用閘体的鑄造.....	72
艀軸銅套的鑄造.....	86
改进化鉄炉結構与操作提高鉄水质量.....	98

船用动力机活塞环的鑄造

概 况

活塞环是柴油机和蒸汽机上的一个重要零件,同时也是一个最容易磨损的零件,因此活塞环的质量好坏,不但影响船舶主机的质量和使用寿命,而且会影响到航行安全。我們修造船厂在活塞环的生产上因为活塞环的种类复杂、批量少,控制不易,往往质量不够稳定,使用寿命不高。从各地区情况来看蒸汽机活塞环的使用寿命最长的是5000~6000小时,最短仅30~50小时,一般是在2000小时左右。内燃机活塞环的寿命,最长在2000小时左右,最短的约300小时,一般是在1000小时左右。影响活塞环寿命的因素除鑄造质量外,尚有設計、加工、安装和潤滑等;但不可否认鑄造质量是最重要的决定因素。

目前在活塞环的鑄造上存在的問題很多:主要表现在活塞环的金相組織不能符合要求,环的耐磨性较差,高温工作下的弹性不够,硬度不均;或因为鉄水温度不高和型砂性能不好而产生了气孔、砂眼等缺陷。用热处理定型是很有发展前途的一种工艺方法,但在国内有些修造船厂中,对热处理的掌握上尚存在一些問題。如何严格控制活塞环的鑄造过程,加强理論研究和生产总结,不断地提高船用动力机活塞环的质量,是我們修造船企业中鑄造工作者的一项既艰巨而又光荣的任务。

I. 对活塞环的质量要求

活塞环与汽缸壁須得到密合,不使燃气或蒸汽泄漏并能刮除多余的潤滑油。它是在350—450°C高温工作的条件下来回往复的摩擦着,因此对活塞环的质量要求是:高的强度和彈力,好的耐磨性和热稳定性。而这些活塞环的物理机械性能,在很大程度上是与鑄造的金相組織有关。

(一) 物理机械性能

1. 彈力——根据活塞环的大小和結構对彈力要求应各不相同,一般按照設計图紙和实样来决定。
2. 硬度——硬度一般要求相等于汽缸壁的硬度。内燃机允許有 $\pm 10 H_B$ 的公差,蒸汽机要求应略低于汽缸壁 $10 \sim 20 H_B$ 。一般的硬度要求为 $200 \sim 250 H_B$ 。
3. 强度——抗拉强度要求一般在21公斤/毫米²以上,抗压强度在40公斤/毫米²以上。
4. 热稳定性——要求在较高温度下,经过較长工作時間,徑向压力无显著地减少。

(二) 金相組織

鑄鉄活塞环的金相組織以珠光体基体上帶有薄网状的磷共晶体为最好。

1. 石墨——石墨形状是A, B型,最好是B型,大小4~6級,須均匀分布。
2. 基体組織——基体要求是細致的珠光体,热处理后的基体要求是馬丁体或索氏体,允許有少量純鉄体存在,但不多于5%。
3. 磷共晶——在珠光体基体上帶有薄网状的均匀分布的二元磷共晶对耐磨性是有好处的,但不允許有三元磷共晶的出現。

II. 影响活塞环质量的因素及其控制方法

(一) 影响弹性的因素

1. 金相组织

石墨的数量、形状、大小和分布情况对铸铁的弹性影响最大。石墨的数量愈多以及其析出物愈尖锐,则铸铁的弹性模数愈小,因此球墨铸铁具有最大的弹性模数(15000~17000 公斤/毫米²)。石墨与弹性模数关系见图1,图2。珠光体对弹性的影响也很显著(如图3)。过多的铁素体存在会使弹性模数降低;正常的磷共晶存在对弹性是有好处的,但若数量过多,并大块存在的话,就会降低弹性。

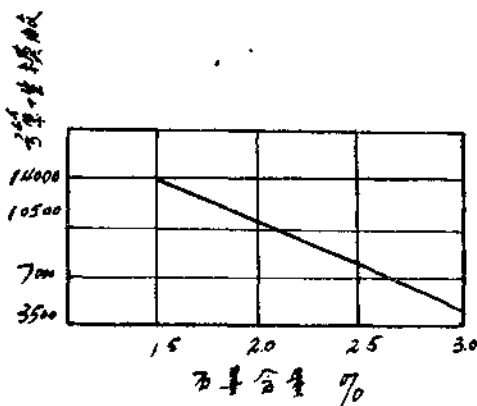


图1. 弹性模数变化与铸铁中石墨含量的关系

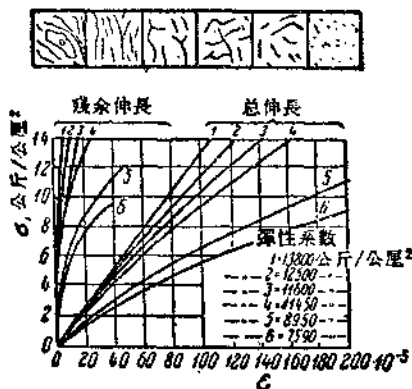


图2. 铸铁内由于有石墨存在弹性模数下降及塑性变形早期形成

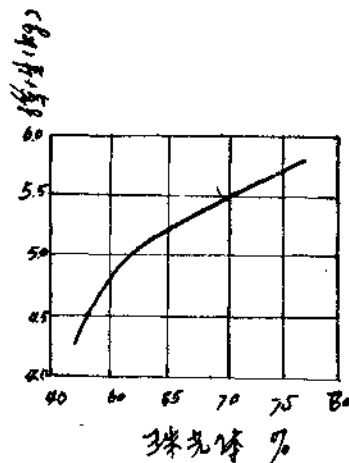


图3. 活塞环弹性与铸铁内珠光体量的关系

2. 化学成分

对弹性影响最大的化学元素,也是影响石墨的形状、大小的元素。碳和硅对弹性的影响最大。随着碳和硅的含量增加,则石墨化程度增大,数量增多,同时析出物粗大,使弹性模数下降。

铬和钼是阻止石墨析出的元素,使组织细化,有利于弹性模数的提高。

3. 其它

孕育处理可使石墨形状及大小分布均匀。铁水过热能使粗大的初生石墨细化,从而提高弹性模数。冷却速度同样影响弹性的升降。

(二) 影响耐磨性的因素及其控制

1. 金相组织

石墨对于耐磨性有着良好的影响,当半干摩擦时,石墨自基体内脱落可作为润滑剂。当液体摩擦时,因石墨脱落而形成的沟槽,可以吸引和储存润滑油。石墨以中型的片状或旋涡状为最好。石墨过于细小,对弹性和强度是有利的,但对耐磨性却不利。因为细小的石墨析出物表面积大,空气容易吸附着石墨,使铸铁氧化,增加磨损。过大的石墨减少基体有效面积,故对磨损也很不利。此外,石墨分布成连续状的比之不成连续状的耐磨性要差些。从耐磨性来看,较理想的组织是珠光体;它在柔軟的纯铁体上牢牢嵌有坚硬的碳化铁。纯铁体组份使磨损后成了储油沟槽,碳化铁组份则承受压力。随着珠光体含量的增加,硬度也随着增加。纯铁体的存在极大地降低硬度,增加磨损。影碳体存在时易脱落,有成为磨料,加速磨损的作用。

从上海某单位对严重磨损和咬缸事故的活塞环金相分析的结果,都发现有铁素体,渗碳体,莱氏体或块状的磷共晶存在。

在活塞环的组织中存在二元磷共晶的好处是增加耐磨性;但若其的数量、厚度、形状和分布控制不好,会适得其反,非但无利,而且有害。一般要求磷共晶在坚实的珠光体基体上成薄网状均匀分布,因为只有以薄网状才能与基体牢固结合坚硬的磷化物(400 HB),可以承受压力,磨损后则成了储油沟槽。若是非网状的、厚的、独立的大块磷化物,则容易脱落,并将起着磨料加速磨损的作用。磷共晶的厚度与含磷量是成正比的,如图4。

磷在铸铁中的溶解度是十分有限的,随着温度的降低和碳量的增高而减少。当含碳量在3.5%时,磷的最大溶解度为0.3%;但与铁形成的纯合金中磷的溶解度为1.2%。当含磷超过溶解度极限后即有二元磷共晶($\text{Fe}_3\text{P}-\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}$)形成(6.8%P, 1.96%C, 91.15%Fe)。在铸铁中由于有石墨化的扩散过程存在,根据扩散过程的完全与不完全,碳化铁(Fe_3C)可能部分或全部分解。因此在组织中就有三元磷共晶或者三元磷共晶加二元磷共晶或者二元磷共晶($\text{Fe}_3\text{P}-\text{Fe}$)出现。由此可知影响三元磷共晶形成的因素除了与含磷量有关外还与磷当量、共晶度($\frac{C}{4.23-0.23Si}$)冷却速度有关,如某船厂在环的生产中有这样的经验,含碳量控制在2.8~

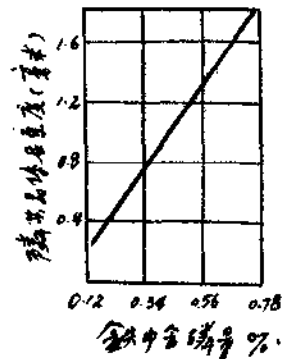


图4. 磷共晶厚度与含磷量的关系

3.3%之间,超过此范围就有三元磷共晶出现。此外浇注温度和合金元素也影响三元磷共晶的形成。如某厂摸到这样的规律:当铁水浇注温度大于1340°C,出现均匀分布的薄网状磷共晶,浇注温度在1300~1320°C时出现连续的二元磷共晶,当浇注温度在1280°C时就出现三元磷共晶。其原因是浇注温度低,冷却速度快所致。又如某船厂当钼的加入量超过0.25%时,就出现三元磷共晶。

再有一点应该注意,就是磷对组织偏析倾向较大。

2. 化学成分

化学成分对耐磨性的影响,主要还是决定于成分对组织的影响。

碳份增加,石墨的数量也会增多而粗化,对耐磨性是有利的。硅有促进石墨化作用,有利于耐磨性,但硅含量的增加,就可能出现较多的纯铁体,而使磨损显著增加。

锰在1.5%以内,对铸铁的耐磨性影响较少,当含锰较高时,可使珠光体细化,或形成马氏体组织,增加铸铁的抗磨性。

硫阻止石墨化,降低流动性,增加脆性或形成促进磨蚀的含硫气体,因此含有多量硫是不利的。

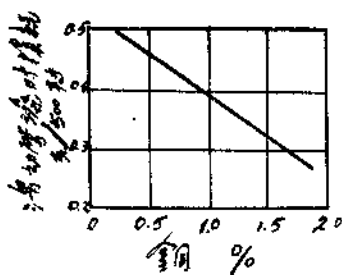


图5. 铜对铸铁磨蚀的影响

铬和钼都是强烈的碳化物形成元素,使组织细化,硬度增加,对耐磨性有良好的影响。

铜和镍的作用相似,而铜对耐磨性来讲有比镍更好的作用,当镍含量较高时才显示作用,而铜则不然,在含量较低时就能显示出它的作用如图5。

3. 其它

孕育处理可得到均匀的珠光体,阻止枝晶间石墨的形成,使生成良好的石墨形状,显著增加耐磨性。

铁水的过热对活塞环是有好处的,可以细化原始石墨,提高硬度。

冷却速度过慢使石墨粗化,组织粗松,硬度不高。冷却速度太快,形成枝晶间石墨,出现三元磷共晶,金属型或单体浇注常易发生白口。

热处理可改变基体组织,提高硬度,增加耐磨性。

(三) 影响强度的因素及其控制

1. 金相组织

影响强度最主要因素是铸铁的石墨数量、形状和分布以及基体组织。

石墨不仅减少了金属基体的有效截面,由于片状石墨应力集中则减弱了铸铁强度。石墨形状以圆形均匀分布的为最好,成网状分布的枝晶间石墨最坏。石墨细化对强度是有好处的。

各种组织中珠光体的强度最高,纯铁体的韧性最好。在组织中出現渗碳体会大大影响强度,毫无疑问,组织晶粒的细化,可以提高强度。

2. 化学成分

随着碳硅含量的增加,石墨化程度增大,石墨粗大,同时也改变了基体组织和石墨的数量,形状及分布;致强度降低。适当降低碳量,提高硅量,可以使石墨量减少,达到细化石墨,提高强度的目的。

硫和磷这二个元素,由于会生成低熔点不良组织,故对机械强度来讲是不利的。

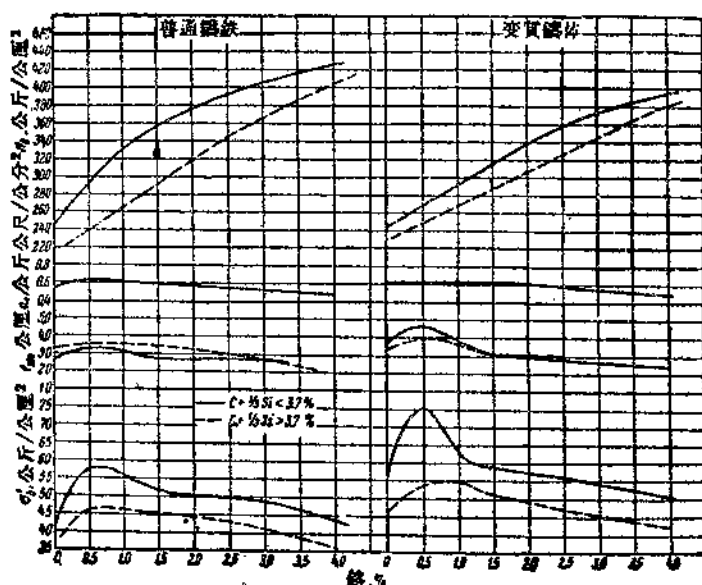


图6. 铬对铸铁机械性质的影响

鉻鉍能細化晶粒和石墨析出物,使組織緊密,對提高強度有着良好的作用,如圖6和圖7。

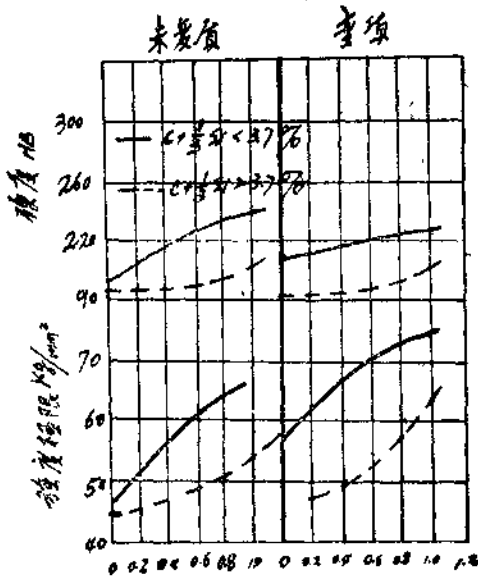


圖7. 鉍對鑄鐵機械性質的影響

鉍是一個石墨化元素,但當含鉍0.25~2.5%時,使組織細化,強度增加,特別和阻止石墨化的元素鉻鉍等配合使用時效果更好。但它增加塑性,這點對活塞環是不利的。

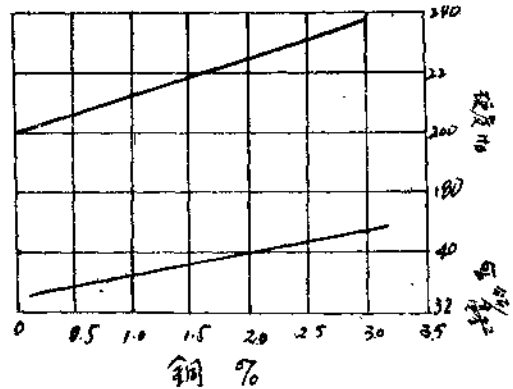


圖8. 銅對鑄鐵機械性能的影響

3. 其他

活塞環的鑄造方法以單體鑄造和离心鑄造的性能較好。加工余量太大也會降低強度。

(四) 影響熱穩定性的因素及其控制

鑄鐵在較高溫度的條件下工作,產生一種體積增大,強度下降的現象,抵抗這種性質的能力,稱為熱穩定性。

1. 金相組織

由於氧化氣體沿石墨析出物侵入,而使金屬氧化和長大,因而使其機械性能下降。

石墨的形狀和數量對於鑄鐵長大的影響很大,隨著石墨數量的減少和細化,長大性則也減少。具有互不相交的圓形石墨的鑄鐵比片狀石墨的鑄鐵有更好的抗長大性。

基體組織對熱穩定性有着較大的作用,在溫度變化時沒有相的變化的組織是最好的熱穩定性組織。也就是說應該在鑄鐵組織中無碳化物存在,因此純鐵基體是最好的熱穩定性組織,這是指在高溫下工作時。在300~400°C溫度下工作珠光體有良好的性質。

2. 化學成分

碳和硅是強烈的石墨化元素,促使碳化物分解,使石墨粗化,組織粗鬆。硅的氧化體積增加更大,在較高溫工作時選擇低硅高碳是適當的。當含高硅(>5%)時就形成了純鐵基體組織,抗長大性就顯著增加。

錳和硫一般來講對熱穩定性是不利的,它們都是碳化物形成元素。尤其是它們易使鑄鐵發生熱脆現象產生應力和裂紋,故更為不利。

磷共晶體成網狀分布在晶界四周時,可以阻礙氣體擴散,減少長大,當高溫時則不利。

鉻和鉍所形成的碳化物非常穩定,即使在較高溫度時仍能保持穩定。鉻更能形成緊密的鉻膜,防止氧化,所以鉻,鉍的加入大大地增加了鑄鐵的熱穩定性。

3. 其他

其他因素對熱穩定性的影響,主要決定於石墨形狀和致密程度的相應變化。

凡是能產生細化石墨的因素就有減少長大性,如快的冷卻速度和變質處理就是如此。

III. 活塞环的材料及熔化

(一) 活塞环的材料

在选择活塞环的材料时应该注意下面几点:

1. 利用普通灰鑄鉄能够获得高质量的活塞环, 这一点已为国内各厂的实践所证实, 若能控制鑄鉄的基本元素, 则完全能够达到目的。

2. 为了提高活塞环的质量, 更能符合环的特殊要求, 加入适当的合金元素是应该的, 但合金元素的加入量与环的质量不成比例关系, 若盲目多加, 不仅造成浪费而且也毫无意义。

3. 不是随便加什么元素都是有效的, 应该经过研究、试验, 加以选择。

上海某单位经过一系列的试验和对国内外活塞环的具体分析; 结合使用情况推荐的这两个合金系列:

(1) 鉻 0.3 ± 0.05 鉬 0.3 ± 0.05 銅 $0.3 \sim 0.5$,

(2) 鉻 $0.08 \sim 0.12$ 鉬 $0.02 \sim 0.14$ 銅 $0.11 \sim 0.4$ 。

现将 Cr—Mo—Cu 系列合金鑄鉄活塞环使用情况列表 1 说明:

表 1 Cr—Mo—Cu 系合金鑄鉄活塞环使用情况

船 名	成 分 %								組 織	硬 度 H_B	使 用 情 况
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu			
民生*5	3.2~	1.6~	0.75~	0.2~	0.13~	0.3~		1.6~	石墨成片 状均匀分 布基体为 细珠光体	195	原用 Ni0.8% Cr0.15% 发生严重咬缸, 改用 Cr—Mo—Cu 后良好。
	3.23	1.9	0.8	0.3	0.18	0.33	0.29	1.66			
和平*25	3.35	1.45	0.75	0.3	0.158	0.25	0.2	0.5	石墨成片 状均匀分 布基体为 细珠光体	220	原含有 Ni0.2~0.4% Cr 0.3~0.6% 不好, 改用上 述合金后良好。
和平*6, *46	3.16	1.56	0.76	0.324	0.139	0.28	0.27	0.36	石墨成片 状均匀分 布基体为 细珠光体	253	发生严重磨损及咬缸, 改 用 Cr—Mo—Cu 后良好。
民生*14										217 194	

活塞环化学成分的控制, 根据冷却的不同, 也就是鑄造方法的不同和环的断面厚薄不同来调整。主要的是调整碳、硅含量。如表 2。

其次值得一提的是土鉄中的含氧问题, 有时成分虽然符合要求, 而鑄件仍很脆, 这主要是鉄中的氧和鉄結合很牢, 虽有高硅, 高錳也不能脱氧, 这常称之为束縛氧。束縛氧只有在 1450°C 以上高温熔炼, 利用碳可去氧, 而成氧化碳逸出, 以达到质量要求。

(二) 材料的熔化

材料熔化方法常用有三种: 即坩埚炉熔化, 小批集中熔化, 冲天炉熔化。坩埚熔化是比较好的一种, 成分控制正确, 鉄水温度较高, 但容量少, 不能大量生产, 又受到坩埚供应的影响。小批集中熔化, 成分控制容易, 可以大量生产, 但对有些修造船厂, 因为零星小批, 随到随要, 故不方便。冲天炉熔化对于一些修造船厂来说是适宜的, 因为可以在熔化其他鑄件的炉子中一起熔化。

坩埚熔化有二种方法, 一种是根据成分要求, 将配出的炉料 (包括合金鉄) 一起装入坩埚熔化。另一种是先将材料并成合金, 然后敲断装入坩埚, 称为二次熔化, 二次溶化法所得成分更为正确。

表2 活塞环的化学成分

鑄造方法	規 格	化 学 成 分 %								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu	Ni
筒形	CY21~40	3.0~3.3	1.3~1.7	0.8~1.0	<0.3	<0.15				
	CY24~44	2.9~3.2	1.2~1.6	0.8~1.0	<0.3	<0.15				
	甲 厂	2.85	2.07	0.8	0.556	0.084	0.164			0.245
单体	乙厂	<φ100 mm	3.2~3.6	2.6~3.0	0.6~0.8	0.3~0.45	<0.15		0.15~0.2	
		φ200~φ300 mm	3.2~3.6	2.3~2.7	0.6~0.8	0.3~0.45	<0.15		0.15~0.2	
		φ300~φ400 mm	3.2~3.6	2.0~2.4	0.6~0.8	0.3~0.45	<0.15		0.15~0.2	
	丙厂	φ270 mm	3.4~3.7	2.0~2.3	0.7~0.9	0.35~0.45	0.12	0.2~0.3	0.7~0.9	
	丁厂		2.9~3.1	1.8~2.2	0.8~1.0	0.35~0.55	0.15		0.8~1.2	
	戊厂	φ100 mm	3.0~3.2	2.8~3.2	0.5~0.8	0.4~0.6	<0.1			
	己厂	汽 环	3.4~3.6	1.4~1.8	0.6~0.8	0.3~0.6	<0.1	0.4~0.5		0.6
		油 环	3.5~3.8	1.8~2.2	0.5~0.7	0.3~0.6	<0.1	0.2~0.4		0.6

冲天炉熔化也有两种：一种是专料熔化，专门配出材料浇注活塞环，其优点是成分正确，合乎活塞环的特殊要求，特别对于单体鑄造。缺点是：产量少，层料不多，正确出铁水有些困难，常有交界铁水混入。只有在环料上下多加一批料，多放焦炭，用宁愿多熔化一些铁水的办法，克服此种困难。

另一种是统料熔化，即利用浇其他鑄件的铁水去浇环，操作上是便利得多，但鑄铁的成分不易控制，会影响鑄铁环的质量。

各种熔化方法从质量和经济角度来看：都有它们的长处，因此熔化方法的选择，应该根据本厂的具体情况来决定。

铁水有一定的过热温度是必要的，过热温度不够就会生成粗片状的石墨，同时对流动性的影响来看，也要求有较高的铁水温度，一般出铁温度不能低于1400°C，浇注温度应大于1330°C。

孕育处理对活塞环质量有着很大的好处，特别使石墨的形状和分布向有利的方面变化，使机械性能均匀一致。一般用0.2%至0.3%的硅铁处理。

IV. 造型工艺

(一) 鑄造方法的选择

活塞环毛坯浇注的方法有两种：即单体浇注与筒形浇注，在一般修造船厂中，两种方法都有采用，但筒形浇注采用的较多。两种方法也各有优缺点，不过从活塞环的质量角度来看，以单体浇注较好。因为筒形鑄造的毛坯加工余量较多，鑄件断面会变厚，中心与外部的冷却不同，加上筒的上部和下部的温度差异较大，筒外与筒内的散热条件不同造成各处不均匀的冷却，因此各处的组织机构就迥然不同，弹性与硬度的均匀性较难控制，尤其是不经热处理的圆筒形毛坯更为突出。单体鑄造却可以少放余量，断面小，散热条件好，冷却均匀，可以得到均匀细致的结构，并可更好利用材料外层的原有弹性。筒形浇注中，又有圆筒形和椭圆形之分。圆筒形中还可分为活塞环自由状态时的椭圆度用热定型的和加工定形的。当然热定型的好处很多，加工方便，又能保证一定的质量，现在被广泛的采用。切削加工定形是不够好的，加工既费事，更主要是不均匀的切削，使弹性和硬度大大减弱。

筒形鑄造中,又可以有金属型、砂型、湿型、干型和离心澆注的不同方法,都有他們的特点,其中金属型澆注要注意型壁厚度和開箱時間,一般澆注凝結后立刻打箱,不然就会加工困难。

活塞环的离心鑄造是一种很有发展的鑄造方法,它可提供质量优良的毛坯。离心鑄造必須掌握以下几个中心环节:

1. 决定轉数: 它和鑄件直徑,金属比重有关,一般按康斯坦丁諾夫公式計算,算出結果再加 5~15%。
2. 衬套: 常用的有砂套和金属套两种。砂衬套的强度要高,金属套应注意預热,一般温度約 200°C。脫套時間長会使表面生成白口。
3. 澆注温度要高,一般在 1330~1350°C 之間。

(二) 单体椭圆毛坯模型准备

在制作活塞环模样之前,預先要决定几个数字,即收縮量、加工余量和开口大小,这几个数字很为重要,它們直接影响活塞环的金相組織和彈性,尤其是加工余量和开口大小。

选取加工余量的原则是: 尽量不增大断面的厚度,使均匀冷却,所以余量不宜过大,在保証加工的条件下,愈少愈好,加工余量的多少,要根据环的大小和鑄造方法不同而有所区别,如表 3 所示。

表 3

鑄 造 方 法			
筒	形	单	体
热 定 形	加 工 定 形	$\phi 150$ 毫米	1 毫米
		$\phi 150 \sim \phi 300$ 毫米	1.5 毫米
		$\phi 300 \sim \phi 500$ 毫米	2.5 毫米
3~4 毫米	7~8 毫米	$> \phi 500$ 毫米	3 毫米

开口大小与彈性有关系,大小应有一定的适当限度,一般是按照自由开口的大小 a_0 来决定。

$$a = (1.1 \sim 1.2) a_0 + b$$

a — 开口处嵌入鑄鉄长(毫米);

a_0 — 图纸要求的自由开口(毫米);

b — 鑄縫寬度,約 3 毫米。

要考虑鑄鉄长度稍大于自由开口长度,是因为当活塞环加工好,合攏时鑄鉄有一定的彈性变形,在放开后不能保持自由开口的大小,故多放大一些尺寸。

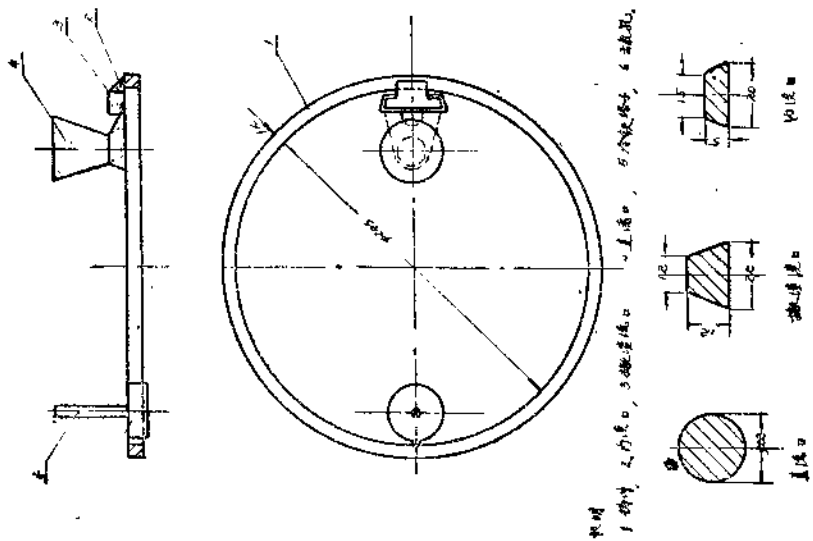
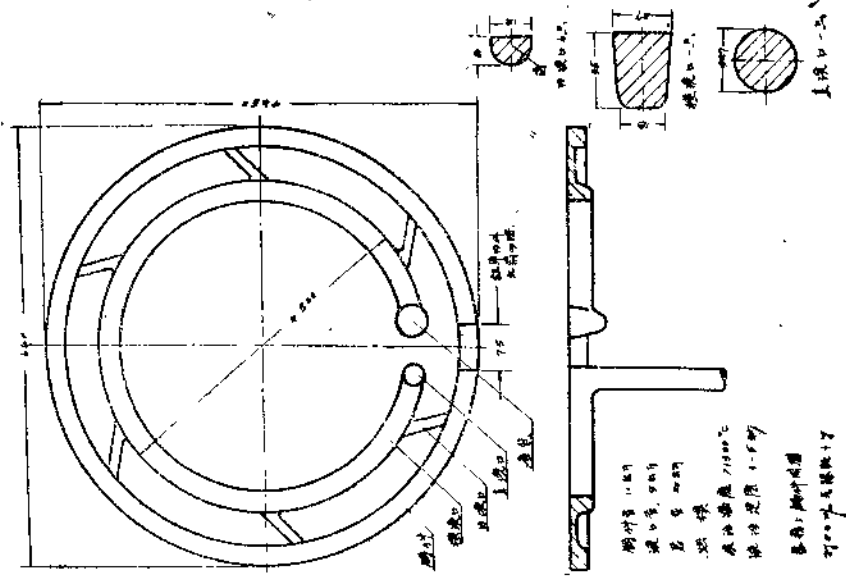
鑄鉄大小要依据环的直徑大小选取不同的数字,通常小环取上限,大环可以采取下限,例如直徑 260 毫米的活塞环,自由开口是 30 毫米,鑄鉄的长度 $a = 30 \times 1.2 + 3 = 39$ 毫米。收縮量一般取 0.7%。

(三) 造型工艺

1. 单体鑄造: 单体鑄造活塞环,加工余量小,鑄件表面力求光洁,对型砂要求粒度較細,其次型砂的湿度必須严格控制。水分太多,不仅容易产生气孔,而且会激冷鑄件,使表面产生渗碳体和枝晶間石墨,增大硬度。

内澆口放在开口处,鉄水由此导入鑄型,在内澆口的正对而开一冒口。这样的布置有很多好处,首先内澆口处长期通过鉄水,温度最高,組織与性能較差,而开口处将来是要切去的,这部分正好可以切除;同时澆口开在鑄鉄处,正好借以識別开口的地方,便于加工。

由直澆口进入,經过撇渣,澆入洁淨后的鉄水,从内澆口注入鑄型,分两路相反方向充满鑄型,在内澆口的对面,就是两股鉄水相遇的地方,也是温度最低的地方,此处硬度必定較高,此处放一冒口有这样的益处;



第一,使这部分冷铁水不留在鑄件中;第二,铁水流入冒口,增加了鑄型中的流量,消除了各处的温度差,均匀

了冷却速度,使鑄件硬度均匀一致,在冒口顶部开一小出气孔,以利气体排出,又可判断铁水流动性好坏,铁水能从气眼中冲出,说明流动性好,冒口重量约等于鑄件重量的三分之一到四分之一。

环的直径超过500毫米时考虑到可能会搞不到,在环的里面多开几道内浇口,也能得到很好的效果。

一箱一模的单体浇注,主要缺点是占用生产面积较多,最好的办法是叠箱浇注,数箱一叠,既占用少量面积,又大大减轻浇注的劳动强度,见图9, 10, 11所示。

在造型操作上注意的是做到不修型,修型时不蘸水,水多了易产生气孔,其次堵砂要均匀,不能太硬,软硬不均,也会发生气孔等缺陷。

单体活塞环常用漏模机或者型板来造型。

2. 筒形鑄造: 筒形鑄造中有金属型、砂型、干型、湿型和离心鑄造几种,大多数厂采用干型。

在造型工艺上通常是明浇的,一道浇口由底部切线注入,使杂质浮在上面,上面加冒口补缩,使组织紧密,也有的是为了求得各处温度均匀,将铁水从筒壁的四周引入。上海某船厂就是把六道浇口打在泥芯里,均匀分布,铁水由下面上。对于筒子直径小于100毫米的可以四只一箱。也有的是在筒子底端加一法兰,这部分温度最高,机械性能不够好,以充作轧头,将来弃置不用。

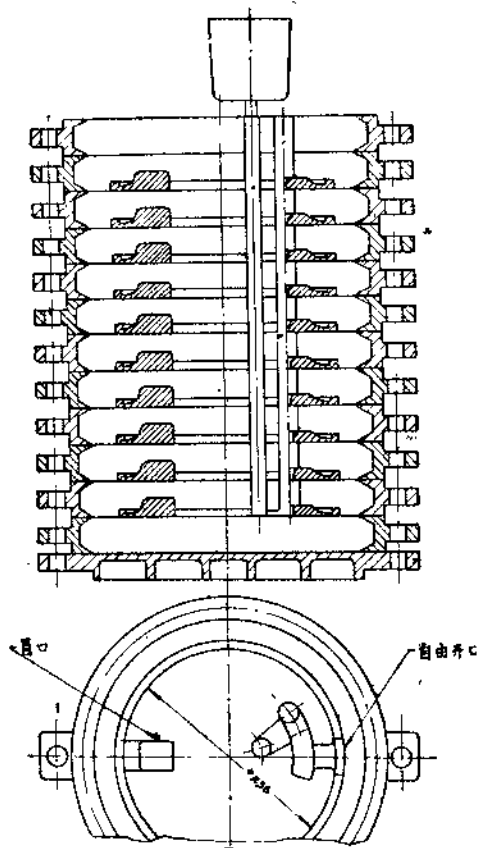


图 11. 单体叠箱铸造工艺图

筒形鑄造主要缺点是上下部的温差较大,因此上部切割下来的和下部切割下来的环的硬度就有不同,所以筒子高度不宜过长。一般高度取为筒子直径的一倍,有的是取在200~300毫米之间,更低的也有。见图12, 13, 14, 15。

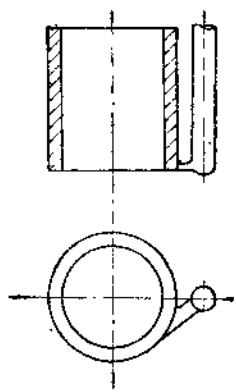


图 12. 筒形浇注工艺图一

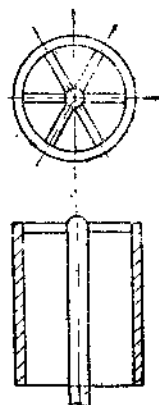


图 13. 筒形浇注工艺图二

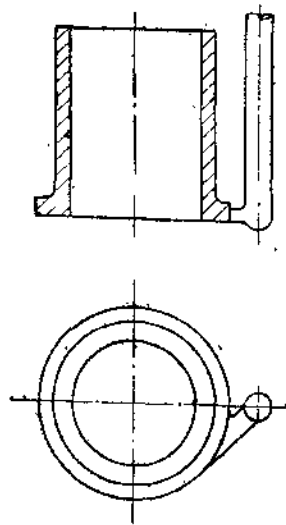


图 14. 筒形澆注工艺图三

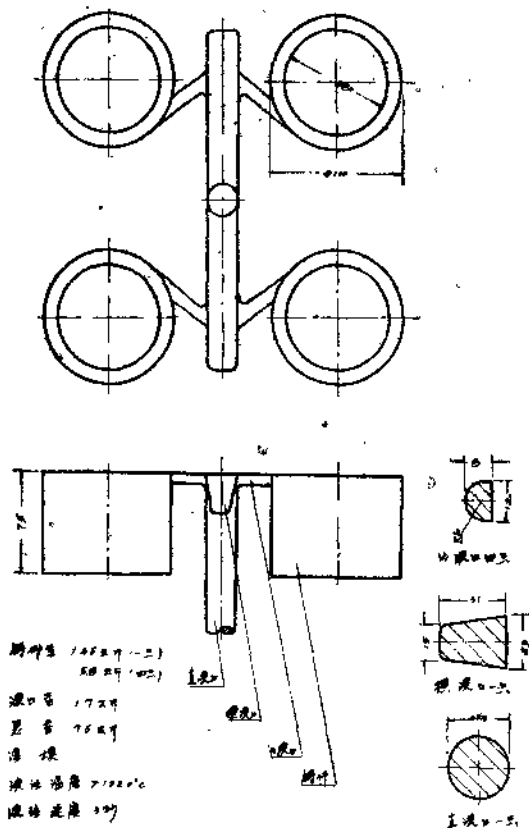


图 15. 筒形多体澆注工艺图

V. 活塞环的定型及热处理

(一) 活塞环的定型

活塞环的形状,在工作时应该是圆形,而在自由状态时它的外形近于椭圆。由于得到弹性的方法不同,出现了好几种定型方法。

1. 切割定型系将环切割一部分而得到所需弹性。常用有以下几种:

(1) 圆柱形毛坯:初加工时车成圆柱形,用此法必须经过二次加工,加工余量大,切削不均匀,造成硬度和应力都不均匀,因此在工作时不能保证与缸壁紧密,一般用于大型低速的蒸汽机上。

(2) 圆柱形毛坯:初加工时车成椭圆形,此法较上法较好,但也是不均匀的切削,而且须要靠模车床。

(3) 椭圆形毛坯:加工余量少,均匀切削(以专用椭圆靠模车床加工),能保证环具有高的质量,适用大量生产。

2. 热定型——保持圆柱形毛坯,车成圆柱形的环,稍留余量以便最后精加工。切开口嵌入铸铁,放入炉中作热处理,冷却后即得到所需弹性,此法加工方便,又能保证质量,现被广泛采用。

3. 滚压定型——圆柱形毛坯,车成圆柱形的活塞环,稍留修整余量,切开口放在略有偏心的心轴上,然后车床主轴装有滚轮,对内表面滚压而成椭圆。优点是:加工余量少,节约金属。缺点是:应力及塑性变形大,而且它的大小很难控制。此法应用较少。

(二) 活塞环的热处理

活塞环的热处理为了达到不同的目的,处理方法就不同。用热处理的目的是:

1. 消除内应力和减少永久变形。
2. 热定形得到需要弹性。
3. 改变基体组织,提高强度。

因此也就有三种热处理规范:

- (1) 时效处理,消除内应力, $450 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 保持 30 分钟,炉冷至 300°C 然后取出。
- (2) 热定形处理, $550 \sim 600^{\circ}\text{C}$, 保持 30 分钟,炉冷至 400°C 然后取出,空气冷却。
- (3) 淬火处理,在 $840 \sim 860^{\circ}\text{C}$ 油淬, 600°C 回火:得到马氏体或索氏体组织。

VI. 活塞环铸造的发展方向

球墨铸铁作为活塞环的材料已越来越普遍,因为它的有利的金相组织使物理机械性能提高。

总的趋势看来,机械性能是向高强度发展,有些国家的珠光体基体球墨铸铁拉力达 60 kg/mm^2 , 马氏体球墨铸铁的拉力达 80 kg/mm^2 以上,在弹性上有两种不同的看法:美英等国主张高弹性模数 15000 kg/mm^2 以上,苏联的学者认为弹性模数超过 $9500 \sim 10000 \text{ kg/mm}^2$ 对耐磨性不好。对于活塞环的基体,过去认为珠光体最好,但最近有另一种新的看法,就是罗马尼亚冶金研究所杜密脱莱司柯和朴勃司柯提出了纯铁体球墨铸铁活塞环比珠光体球墨铸铁活塞环各方面都优越的结论。这种球墨铸铁的特点是含有 $4 \sim 5\%$ 的硅。

他们经过多次对纯铁体球墨铸铁试验得出以下结论:

1. 铁素体高硅球墨铸铁制成的活塞环在弹性方面比珠光体合金铸铁或珠光体球墨铸铁制成的活塞环为优越;
2. 这种铸铁制成的活塞环的硬度代表这类铸铁硬度的下限因此在退火后不会降低;
3. 这种铸铁制成的活塞环无内在应力;
4. 这种铸铁制成的活塞环的机械性能在高温时能维持要求,比其他优越;
5. 这种铸铁的活塞环的耐磨性比其他优越;
6. 这种铸铁的活塞环对于缸套磨损比其他为小;
7. 控制容易,只加一种镁,由于高硅,防止了碳化物的形成;
8. 合金供应容易,铸造价格便宜。

铁素体高硅球墨铸铁活塞环,我国也正在积极试验。

利用粉末冶金的工艺方法来得到活塞环,目前正在试验。对活塞环进行表面处理,可以成倍的提高环的寿命。这些方法如多孔性镀铬,磷化处理等都有着广阔的发展前途和深入研究的必要。

船用柴油机汽缸套的鑄造

概 况

汽缸套是船用柴油机重要的构成零件之一,在正常運轉时,它不仅作为活塞上下运动的导承,而且还充作燃燒空間;故它的工作条件极为复杂,常处在:(1)因其直接与燃燒气体接触,在承受高温高压的同时还須承受高温气体的化学腐蝕;(2)与活塞环不断地进行磨擦,加上高温时潤滑条件不良,故机械磨損极大;(3)由于热傳导所发生之温差大,故产生了較大之内应力。由于上述工作条件的限止,所以在技术性能上要求較高;这些除在设计結構上注意而外,主要的關鍵还在鑄造工艺技术和材料的选用等問題上。

就全国各地区船厂所生产之船用柴油机汽缸套而論:由于客观条件的限制,厂与厂之間尚存在着各不相同的鑄造工艺技术問題。有些地区的船厂采用底注加中注式的工艺澆注系統;有些厂的鉄水温度过低,有的厂不采取孕育处理措施,更严重地在選擇工艺上違反了順序凝固,致鑄件縮松,在水压时即滲漏而报废:往往需用一只而返工几只,造成廢品成倍地增长,这不仅浪費人力、物力和財力更严重地影响了船舶产品周期。

通过深入地研究和討論及工厂的生产实践經驗証明:正确地从 I. 工艺澆冒口系統; II. 化学成份的選擇和配料; III. 型砂性能; IV. 鉄水温度和孕育处理等方面着手进行控制,达到消除鑄造上的缺陷,以確保缸套的內在质量,降低廢品,从而縮短船舶修造周期。

1. 技术条件

- (1) 化学成份和机械性能常选用 CQ 28~48 或 CQ 24~44, 一般不低于 CQ 21~40;
- (2) 硬度: H_B 180~230;
- (3) 金相組織: 以珠光体为优良,純鉄体不多于 5%;
- (4) 石墨型号及大小: 以 AB 型和 ASTM. #4~#6 石墨为佳;
- (5) 表面质量: 精加工后表面不允許有气孔、砂眼、鉄豆和裂紋等影响质量的缺陷存在;
- (6) 水压試驗: 按国家檢驗规范以 1.5 倍工作压力作为試驗之依据(一般在距頂端 $\frac{1}{3}$ 总长內采用此压力,其余部分为 4~6 kg/cm²): 常用之試驗压力为 70 kg/cm², 以保持五分钟无滲漏現象为合格。

附: 在加工前須在 500~550°C 范围内进行时效处理。

2. 缸套的类型

柴油机汽缸套在设计和使用上有干湿之分,前者用于功率較小的柴油机上,后者則用于功率較大的柴油机上。干型缸套一般尺寸較小,而壁厚常不大于 10 毫米,且外型簡單而勻整,由于冷却較快以致最初阶段的液体收缩和凝固收缩得不到充分的补給,使鑄件产生縮孔和縮松等耐不起水压的缺陷。尤以底注和臥做臥澆的缸套最为严重。湿型缸套在外型构造上因为要經受循环水之冷却,一般均有水密环槽,由于环槽之影响,在设计上均用加厚之方法以增加其强度,这样則造成缸套之厚薄壁差較大;在厚截面一段范围内在精工加后常出現如蒼蠅脚等松迹現象而造成报废。这样就增加了鑄造工艺技术上的困难。为了便于鑄造工艺的探討:現將柴油机四冲程和二冲程之缸套分成如下四类:

- (1) 小型(或高压)缸套;
- (2) 中型缸套;
- (3) 大型缸套;
- (4) 带气口坭芯之缸套。