

滑动轴承的修理

方必鈞編譯

上海科学技术出版社

133

滑动轴承的修理

方必鈞編譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本書分前後兩章；前章敘述巴氏合金的性能、合金的澆鑄以及軸承的裝配與修復；後章介紹巴氏合金代用品——鋁青銅、銅鉛合金……的性能及軸承材料的選擇等。

本書所占篇幅不大，但已完整地介紹了滑動軸承的一般修理問題。可供各機械修配廠修配滑動軸承的工作人員參考。

滑 動 軸 承 的 修 理

方 必 鈞 編 譯

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路 2004 號)

上海市書刊出版業營業許可證出 093 號

上海市印刷六廠印刷 新華書店上海發行所總經售

開本 787×1092 1/32 印張 1 1/4 字數 25,000

(原科技版印 9,500 冊)

1959 年 5 月新 1 版 1959 年 5 月新 1 版第 1 次印刷

印數 1—3,080

統一書號：15119·456

定價：(十二)0.17 元

目 录

第一章 巴氏合金轴承	1
第一节 巴氏合金的性能	2
第二节 巴氏合金瓦的浇铸	5
第三节 轴承的装配	14
第四节 轴承的修复	20
第二章 錫青銅及巴氏合金的代用品	22
第一节 錫青銅	22
第二节 鋁青銅	23
第三节 銅鉛合金	25
第四节 錳黃銅	26
第五节 鋅合金	27
第六节 鋁基合金	28
第七节 耐磨鑄鐵	30
第八节 布膠	31
第九节 木膠及层木膠	32
第十节 轴承材料的选择	33
附录	35

第一章 巴氏合金軸承

軸瓦磨損后的間隙，一般認為不能超過公差和配合表中所規定最大間隙的：

1. 正常負荷是 2.5~3 倍。

2. 沖擊負荷是 1.5 倍。

軸瓦與軸的間隙，亦可採用表 1 中的數值，當軸瓦間隙超過此數值時，則應更換或修理。

表 1 軸頸與軸瓦的允許間隙

軸的直徑 (公厘)	不重要機件 的允許間隙 (公厘)	重要機件的允許間隙(公厘)			
		低於 1,000 轉/分		高於 1,000 轉/分	
		單位負荷(公斤/公分 ²)			
		少於30	大於30	少於30	大於30
50~80	0.5	0.20	0.10	0.30	0.15
80~120	0.8	0.25	0.15	0.35	0.20
120~180	1.2	0.30	0.20	0.40	0.25
180~260	1.6	0.45	0.25	0.60	0.35
260~360	2.0	0.50	0.30	0.70	0.45

軸向(端面)間隙，允許比以上尺寸增加 4~5 倍。

軸承合金的特點是固態時有兩相：一為軟相，一為硬相。硬相分布在軟相的基體上，支持軸加于軸瓦上的負荷，抵抗摩擦；軟相則托住硬相，當軸瓦因工作產生局部擾亂及局部加速腐蝕

后,能起調整作用,使負荷分配均匀;又軟相易被磨損,工作时,比硬相低,構成儲存潤滑油的凹坑,使得軸瓦有良好的潤滑条件。硬相結晶体不宜太大亦不宜太小,太大的結晶体易被压碎,碎片会將軸瓦划出溝痕;而太小时,則構成的摩擦面不良,易被压入軟相中。

第一节 巴氏合金的性能

巴氏合金的硬相結晶体是銅和錫的合金 Cu_6Sn_5 、錫和銻的合金 SnSb 及銻 Sb , 减少这些元素时,硬相結晶体减少,硬度降低;反之,則增加脆性和硬度。

苏联巴氏合金化学成分及物理机械性能見表 2 与 3。

各种化学原素对高錫合金 (B83) 性能的影响:

鉛能提高軸瓦对軸的貼附性, 正常溫度下, 当鉛的含量在 1% 左右时, 合金硬度略有提高; 溫度升高时, 大量的鉛会降低烏金的硬度, 当鉛含量为 2~3% 时, 有組成气孔的可能。

鎳能减小形成裂紋的傾向, 即增加耐疲性。

砷能細致結構。

鉍在高溫下会剧烈地减低机械性能。

鉛和鎂会引起多孔性及夾杂。

磷能增高流动性。

鋅会减少硬度。

铁会增高硬度及脆性。

銅含量超过 7 % 时; 会使合金变得非常硬脆。

銻含量超过 8 % 时, 才产生銻錫結晶体, 高速和負荷大的軸瓦, 不宜多加銻, 一般不应超过 15 %。

銅含量超过 0.8 %, 就能产生銅錫結晶体, 一般不宜超过

表 2. 苏联巴氏合金的化学成分

巴氏合金牌号	锡	铜	镍	铋	砷	铅	磷	混合物不得超过				国家标准
								铁	砷	锌	铅	锡 共計
B83	10~12	5.5~6.5	—	—	—	—	—	0.1	0.1	0.03	0.35	0.58
BH	13~15	1.5~2.0	1.25~1.75	0.5~0.9	—	—	—	0.1	—	0.15	—	0.40
B16	15~17	1.5~2.0	—	—	—	—	—	0.1	0.3	0.15	—	0.60
B6	14~16	2.5~3.0	1.75~2.25	0.6~1.0	—	—	—	0.1	—	0.15	—	0.40
BT	14~16	0.7~1.1	—	—	—	—	—	0.1	0.3	0.15	—	0.60
BK	≤0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BC	16~18	1.0~1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 3. 苏联巴氏合金的物理机械性能

巴氏合金牌号	比重 (克/立方公分)	凝固开始温度 (°C)	凝固结束温度 (°C)	抗拉强度 (公斤/平方公厘)	抗压强度 (公斤/平方公厘)	延伸率 (%)	布氏硬度 (17°C)	线缩度 (%)	导热率 (卡/公分·C·秒)	线膨胀系数 ($\alpha \times 10^{-6}$)	摩擦系数 (加油)	摩擦系数 (不加油)
B83	7.38	370	240	9.0	11.5	6.0	30	0.65	0.08	22	0.005	0.38
BH	9.55	400	240	7.0	12.7	1.0	29	0.5	—	—	0.006	0.27
B16	9.29	410	240	7.8	12.3	0.2	30	—	—	24	0.006	0.25
B6	9.6	416	232	6.8	13.6	0.2	32	0.55	0.05	28	0.005	0.25
BT	9.6	400	240	8.0	12.8	2.0	26	—	—	—	0.009	0.29
BK	10.5	440	320	10.0	16.0	2.5	32	0.75	0.05	36	0.004	0.44
BC	10.1	410	240	4.2	8.8	0.6	20	0.50	0.05	26	0.007	0.24

6%，否則，合金要發脆。此結晶體比鎢錫結晶體軟。

各種化學元素對低錫合金(B16、B6、BH)的影響：

錫含量較多，則易熔解，合金質量也因而降低；錫含量太少，則合金的強度下降很快。故此類合金不宜與牌號B83的高錫合金混熔在一起，因多餘的錫不能和鎢結合，引起合金的易熔，降低了質量。

加入少量砷，能提高硬度及抗壓強度。

鎢是此類合金的主要硬度的促進劑，與B83相較，鎢的含量是增加了。

BK合金，因鈣與鉛形成難以熔解且較硬脆的化學混合物，故鈣含量不應超過1.15%。鈉能提高此合金的硬度，但也增加脆性，故含量不應超過0.9%。

BK合金的機械性能很好，對抵抗沖擊負荷比B6好。其正常工作溫度是70°C，極限工作溫度是100°C。

BH巴氏合金的砷能細密結晶組織，鎢能增加硬度，鎳用以減少脆性。

BT巴氏合金的化學成分與BH相似，以砷代替了鎳及鎢。砷能控制結晶體核心的數量及分布情況，以得到細密的組織。

BT巴氏合金加熱至220°~230°C保持3小時後，耐磨性與機械性能都大為改善。在正常澆鑄下，其硬相結晶體比B83及BH巴氏合金軟。BH及BT與其他低錫巴氏合金有同一的缺點：澆鑄時易氧化，熔渣多。

各種巴氏合金的應用實例：

B83——用以澆鑄蒸汽透平、透平式壓縮機、透平式水泵、能力超過500馬力的壓縮機、高速柴油機、能力超過1,200馬力的蒸汽機、750瓩以上的電動機、500瓩以上的發電機等的襯套

和軸瓦。

БН——是Б83的代替品。用以澆鑄內燃機的連杆、曲軸和主軸軸瓦。也可澆鑄1,200馬力以下的船用和固定式蒸汽機、蒸汽透平、機車、鋸木機、水力透平、電機車、250~750瓩的電動機、500瓩以下的發電機、500馬力以下的壓縮機、2,000馬力以下的離心式水泵、真空泵、軋鋼機的減速機、1,800馬力以下的起重機、破碎機等的支承軸承的上軸瓦。

Б16——用以澆鑄蒸汽透平、1,200馬力以下的船用或固定式蒸汽機、機車、鋸木機、水力透平、電機車、250~750瓩的電動機、500瓩以下的發電機、500馬力以下的壓縮機、200馬力以下的離心式水泵、真空泵、軋鋼機的減速機、1,200馬力以下的起重機、破碎機等的支承軸承的上軸瓦。

Б6——是Б16的代替品。用以澆鑄石油發動機的軸瓦、任何能力壓縮機的伸出軸瓦以及金屬切削機床、傳動裝置、通風機、排煙機、100~250瓩的電動機、球磨機、煤氣和汽油發動機、小型軋鋼機的傳動裝置等的軸瓦。

БТ——用以澆鑄拖拉機和汽車的連杆及曲軸的軸瓦。

БК——是Б16的代替品。適用於具有沖擊負荷的軸瓦。

БС——用以澆鑄寬軌和窄軌的貨車及小型貨車的軸瓦。

第二节 巴氏合金瓦的澆鑄

澆鑄巴氏合金瓦時應有下列設備：

1. 能加熱到 800°C 的電爐或加熱爐，供熔化巴氏合金用。
2. 能測量熔融的巴氏合金溫度的高溫計或讀數至 500°C 的溫度計。
3. 能熱到 250°C 的電爐、干燥箱或普通爐子，供瓦胎在澆鑄

巴氏合金前預熱之用。讀數至 300°C 的表面溫度計供測量瓦胎溫度用。在普通爐中預熱瓦胎時，必須將瓦胎放在鋼板上。

4. 安裝電爐及放置儀表、計器的工作台；澆鑄巴氏合金瓦的工作台；坩堝以及其他另星用具。

澆鑄巴氏合金瓦時，還應準備好下列的材料和用具：

1. 1~2 公斤重的巴氏合金塊（須足夠本次澆鑄用）；
2. 錫粉或錫條；
3. 鹽酸（裝在封口完好的瓶子里）；
4. 5~10 公厘大小的木炭塊（篩過的）；
5. 氯化鋁（放在封口完好的瓶子里）；
6. 做模型用的油灰（耐火生粘土——65%，食鹽——17%，水——18% 或耐火生粘土——35%，沙子——35%，石棉灰——12%，水——18%）；
7. 噴燈用的煤油（已過濾的）；
8. 加熱軸瓦用的噴燈或瓦斯焊嘴；
9. 加熱和裝配用的板及模型（心棒），用來加熱軸瓦和裝配模型；
10. 熔化巴氏合金的坩堝；
11. 小麻帚，麻絮，鐵質攪拌器（棒狀的），錘子，搬子，扁鏟，刮刀；
12. 沖洗軸瓦用的熱水（ $80^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{C}$ ）。

澆鑄 BH 同 B6 的巴氏合金時，通風必須良好，因為合金中含有毒性的“砷”。

無論在何種情況下，不准將牌號不同的巴氏合金錠或切末廢料等互相混雜，以免降低合金的質量。

取下舊瓦：將軸瓦放在爐內（或用噴燈和瓦斯焊嘴），熔化去

旧烏金，火焰应在軸瓦的背面四处均匀地加热，不能正对烏金瓦；軸瓦不必加热到完全熔化，热到 $200^{\circ}\sim 250^{\circ}\text{C}$ 时，巴氏合金即开始脱落（此时巴氏合金只刚开始熔化而呈现小溝）。再將軸瓦放在桌子上，輕輕一拍，合金即与瓦胎脱离，再用扁錘清除掉剩余的巴氏合金。重大复杂軸承上的巴氏合金，有时須用凿子来取下。

去油腻：大的軸承可用噴灯或在炉子內燒到 350°C 左右，以燒去其油腻；小軸承可將其放入 10% 濃度的苛性鈉或苛性鉀溶液中，加热到 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，处理 10~15 分鐘，随后，用溫度 $80^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的热水来冲洗，冲后干燥。

除锈：用刮刀、鋼絲刷及砂布將軸瓦表面上的鉄锈仔細地清除淨。再將軸瓦放在濃度为 10~15% 的稀硫酸或濃度为 50% 的鹽酸中酸洗，經 5~10 分鐘，然后用热水冲洗，再干燥之。为了防止軸瓦鉄层中已侵入鹽酸，可在酸洗后，再放入碳酸鈉溶液中 10 分鐘，以中和侵入的酸。

当合金瓦的澆鑄厚度超过 6~8 公厘，端边又没有瓦領时，可在瓦胎上做一些縱橫的小槽，断面的形狀似叉开的燕尾：（或做成鑽孔槽），以便使巴氏合金和瓦胎能連接一起（图 1）。槽深 3~4 公厘，寬 15~30 公厘，就能使合金瓦固定得相当坚固。縱槽可做成与上述同样尺寸的矩形槽。



图 1. 巴氏合金瓦在瓦胎上的机械固定
1-巴氏合金瓦层
2-瓦胎

溝槽或鑽孔槽不要分布在軸瓦的脆弱部分；制作时，应完全符合机器制造厂的圖紙要求。

澆鑄軸瓦用的心棒，应用金属制成，以使澆鑄合金瓦后能迅

速冷却,得到适当的金属組織及硬度,不宜使用木質心棒。心棒須用石墨和汽油的混合物涂抹,以便澆鑄后易于取出。

澆鑄用的模型是由空心心棒、安裝軸瓦的鉄板与固定軸瓦的夾具等組成,其式样很多,图 2、3、4 所示的为較典型,但亦有用石膏做模型的。心棒的直径应比軸頸略小,按不同的情况留出适当的加工余量。如軸瓦与心棒的安裝能很精密,两者的中心綫不歪斜,則所留的加工余量,在計入合金的收縮量后,只須留出供研磨軸瓦用的余量即可。

准备澆鑄的軸瓦,先和模型裝配好,將接头的地方都抹上油灰,再將他們裝入电炉中,或放在鋪設在炉子上的鋼板上,預熱

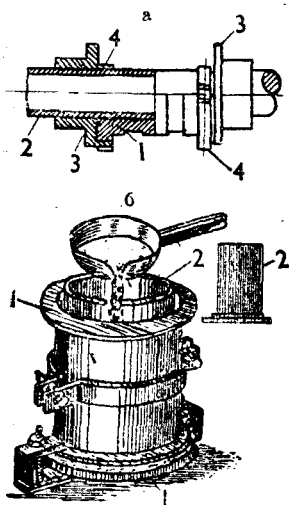


图 2. 澆鑄合金瓦,固定軸承的用具
a. 水平位置,不需要再鏜孔加工的
1 合金瓦 2-管子心棒
3-格圈 4-卡箍
6. 垂直位置
1-合金瓦 2-心棒

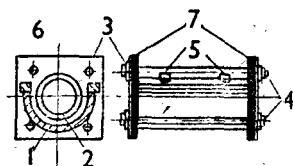


图 3. 澆鑄半个軸瓦时的固定用具
1-合金瓦 2-管子心棒
3、4-螺絲釘 5-鉄搭板
6-端夾板 7-石棉板

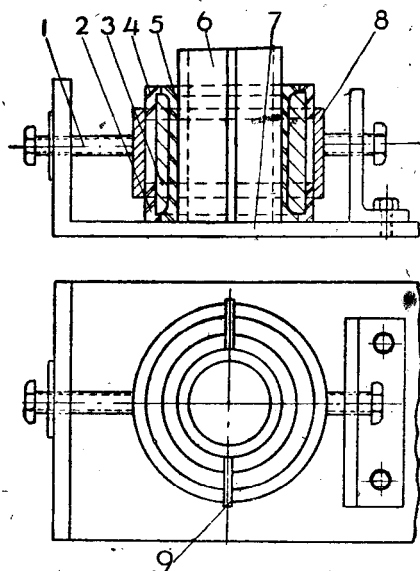


图 4. 澆鑄合金瓦, 快速固定軸承用具

- 1-螺絲 2-下鉄圈 3-瓦胎 4-上鉄圈
5-合金瓦 6-心棒 7-底座 8-鋼夾环
9-3公厘厚鉄質隔板

到 $200^{\circ}\sim 250^{\circ}\text{C}$, 等待澆鑄合金。

挂焊錫: 如瓦胎是銅的或中碳鋼的挂上焊錫后, 粘合强度都很高, 唯独鑄鉄瓦胎挂不住焊錫, 故鑄鉄瓦胎都按上述的办法做上溝槽, 但做溝槽后, 就使合金瓦的厚薄不均匀, 因此有二缺点:

1. 瓦的各处冷却速度不一样, 会产生内应力, 并使成分組織不均匀。

2. 运转中, 瓦受力不一致, 易开裂。

因此，瓦层較薄的、厚度小于 3 公厘的、在冲击負荷下工作的軸瓦（如汽車的連杆瓦），应避免开溝槽。較小的軸瓦，必須將瓦胎挂上焊錫，以使合金与瓦胎能結合得很結实。

挂焊錫可在槽中或手工方法进行。

在槽中挂焊錫时，將已清理好的瓦胎不需鍍焊錫的部分，涂上一层保护膜，其成分如下：

1. 二分白粉石，二分水玻璃及一分水。
2. 一分白粉石，三分水及 1~2% 木工用的水膠。

涂好保护层后，將其干燥。

將需挂焊錫的表面，涂上一层溶剂，常用的溶剂是鋅加入鹽酸中溶解后的氯化鋅溶液。

溶剂涂不上的地方应重复进行脫脂。

涂抹溶剂后，將瓦胎加热到 $120^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{C}$ ，經 10~30 分鐘，再涂以第二次溶剂，放入槽中，槽內盛有熔化的焊錫溶液，溫度为 $300^{\circ}\sim 320^{\circ}\text{C}$ 約經 2~7 分鐘，至瓦胎完全加热为止。

瓦胎自槽中取出后，如发现尚有未挂上焊錫的地方，可用手工补挂。

用手工方法挂焊錫时，先將清除好的瓦胎需挂焊錫的部分涂上溶剂，預热到 $260^{\circ}\sim 300^{\circ}\text{C}$ ，再涂以溶剂，进行挂焊錫。挂焊錫的方法是用焊条涂擦瓦胎表面或撒上火錫粉，再用麻布蘸氯化鋁溶液用力摩擦。

挂好的焊錫层要尽量薄，瓦胎挂好焊錫后，应立即进行澆鑄；否則，須用噴灯加热保溫。

焊錫材料根据烏金的牌号而定，可用純錫或含錫 30%、鉛 70% 的合金。金属愈純愈好。

焊錫的特点是：

1. 熔点比較低;
2. 粘合力高;
3. 焊接处有充分的强度。

苏联造 ПOC-30 焊錫的成分如下:

錫 29~30%, 鎢 1.5~2.0%, 銅 <0.15%, 鉍 <0.1%, 砷 <0.05%, 鉄 <0.02%, 硫 <0.02%, 鋅 <0.02%, 鉛 <0.02%, 鉛余量。

純錫、純鉛和 ПOC-30 焊錫的物理机械性能如表 4。

表 4. 純錫、純鉛、ПOC-30 焊錫的物理机械性能

牌 号	比 重 (克/公 分 ³)	凝固开 始溫度 (°C)	凝固結 束溫度 (°C)	抗張强 度 (公 斤/公 厘 ²)	抗剪强 度 (公 斤/公 厘 ²)	延伸 率 (%)	維氏 硬度	线膨脹 系数 ($\alpha \times 10^{-6}$)	导热率 (卡/公 分·度· 秒)	流动 性 (公 厘)	直綫 收縮 (%)
純錫	7.30	232	232	2.0	2.19	40	7.5	22.4	0.157	125	2.8
純鉛	11.37	327	327	1.8	1.27	50	4.3	29.5	0.08	134	3.5
ПOC-30	9.7	256	182	3.3	2.9	58	10.3	26.5	0.94	63	0.55

一般錫和鉛合成后, 强度都增加。

瓦胎挂好焊錫的表面, 應該是明亮的, 如顏色顯得灰暗, 并特別黃, 則表示已受氧化, 不能澆鑄合金, 須重挂。

挂好焊錫的瓦胎立即与模子裝配好, 預熱到 200°~250°C, 然后进行澆鑄。要澆鑄的瓦胎的溫度, 按所使用的焊錫的表面情形而定, 如焊錫有些熔化, 表面呈漿糊狀, 則已达到所要求的溫度。

一般都用坩堝来熔合金, 为了减少合金的氧化和化学組成的燒損, 都采用深底的石墨制或鉄制坩堝, 坩堝壁厚不应少于 6 公厘。

坩堝用来熔合金前，必須先將沾在鍋壁上的旧合金殘渣清除干淨，并进行預热。

將合金錠碎成1~2公斤重的小块，放入坩堝中熔化，熔化的合金量最好是仅够本次軸瓦澆鑄用的，以避免合金的燒損。

熔合金时，不能掉入青銅屑或鉄末以及黃銅垫片等物，因这些东西会使合金变得很脆。

澆鑄輕負荷的軸瓦时，可在合金中加入25%重量的同一成分的合金切屑或是从軸瓦上熔化下来的旧合金。

熔合金时，在熔液表面撒上一层15~20公厘厚的碎木炭，以保护合金在熔化时，不受空气中氧的氧化作用。碎木炭应是篩过并干燥的。

熔合金时，如温度过高，則会增加合金化学組成的燒損，且在澆鑄冷却后，晶粒組織变粗；如温度太低，則澆鑄后易产生气孔，并在凝固后組織不密实，与瓦胎也結合得不牢。所以在熔化过程中，最好用温度计来测量温度，按表5中所規定的澆鑄温

表 5. 巴氏合金的澆鑄温度

牌 号	极限澆鑄温度°C	澆鑄温度°C
B83	390~420	400
BH	440~470	450
B6	440~470	450
B16	470~500	480
BT	410~430	420
BK	500~570	520
BC	—	460

度来进行澆鑄。溫度計放入合金熔液前，最好应先將它預熱。如无溫度計時，可根據复蓋在熔化合金上的木炭的顏色來近似地判斷；溫度為 400°C 时下部的木炭稍微發紅，溫度為 $450^{\circ}\text{C}\sim 475^{\circ}\text{C}$ 时，下部的木炭燒成紅色，溫度為 $490^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 或更高时，木炭燃燒旺盛。

熔化合金时，不时用紅熱的鐵勺攪拌，以防偏析。攪拌时，須注意不要使合金渣与合金攪到一起，定时地投氯化鉍入合金中或直接地撒在合金液面上，加以攪拌，以便脫氧。氯化鉍加入的重量約為合金重量的 $0.5\sim 1\%$ 。

熔鑄 BK 合金时，因鈣和鈉的氧化力很強，易在熔化时消失，因而改变合金性能，因此澆鑄时，應將坩堝先行預熱到暗紅色，以縮短合金的熔化時間。

合金熔好后，將坩堝从爐中取出，除去浮在液面上的木炭和渣子，仅將熔渣引往一旁即可，以免暴露过多的液面增加氧化。不讓合金冷却，迅速地澆入軸瓦內（軸瓦在未澆鑄前，已和模子裝配妥當，并預熱到 $200^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ ）。澆鑄时，熔融金屬的流道要短，流道的斷面積要大，液流須均勻連續。

为了防止瓦口因合金的收縮而形成沒有澆滿的缺點，可用輕便鐵環或塑泥屑來增高合金瓦的高度 $10\sim 15$ 公厘，或做出冒口；如不可能增高，可在合金瓦尚未硬化前，增澆入合金；但尽可能使中斷的次數減少。

軸瓦在澆鑄时，最好放在垂直的位置（圖 2），以便澆鑄时操作方便。

合金瓦的冷却須從下而上，并希望上部的合金能在液體狀態中保持 $5\sim 10$ 分鐘，這樣可使合金瓦下部凝固后，上部液體向下填充，避免產生氣孔和質地疏松的現象。所以在軸瓦澆完后，