

机械工业技术革新丛书

铝合金铸造

国营南京汽车制造厂编

江苏人民出版社

內 容 介 紹

本书主要介绍了鋁合金的鑄造，这是南京汽車制造厂根据实际生产过程总结出来的先进經驗。

另外，本书还編入了澆鑄鋁合金軸承套环的活絡硬模、造型机的改装及快換型板的設計，化学硬化砂的使用、用榆樹皮粉代替油砂中的淀粉和桐油等四篇。这些也是該厂先进經驗的介紹。

机械工程技术革新丛书

鋁 合 金 鑄 造

国营南京汽車制造厂編

江苏書刊出版營業許可證出○〇一號

江 苏 人 民 出 版 社 出 版

南 京 湖 南 路 十 一 号

江苏省新华书店发行 江苏新华印刷厂印刷

開本787×1092 1/32 印張 1 1/16 20,000

一九五八年九月第一版

一九五八年九月南京第一次印刷

印數 1—7,000

統一書號: T15100·108

定 价: (5) 九 分

目 录

鋁合金鑄造.....	2
澆鑄鋁合金軸承套環的活絡硬模.....	16
造型机的改装.....	18
化学硬化砂的使用.....	25
用榆树皮粉代替油砂中的淀粉和桐油.....	31

附录 计算机辅助设计

附录一 计算机辅助设计的应用 32

附录二 计算机辅助设计的实现 33

附录三 计算机辅助设计的软件 34

附录四 计算机辅助设计的硬件 35

附录五 计算机辅助设计的案例 36

附录六 计算机辅助设计的展望 37

附录七 计算机辅助设计的参考文献 38

附录八 计算机辅助设计的术语 39

附录九 计算机辅助设计的符号 40

附录十 计算机辅助设计的单位 41

附录十一 计算机辅助设计的精度 42

附录十二 计算机辅助设计的速度 43

附录十三 计算机辅助设计的成本 44

附录十四 计算机辅助设计的效益 45

附录十五 计算机辅助设计的风险 46

附录十六 计算机辅助设计的伦理 47

附录十七 计算机辅助设计的法律 48

附录十八 计算机辅助设计的社会 49

附录十九 计算机辅助设计的文化 50

附录二十 计算机辅助设计的未来 51

鋁合金鑄造

引 言

这里介紹的內容，不是一般學理上的系統資料，仅是我廠在生產過程中獲得的一些體會，因此敘述的內容，也就不很成熟。主要的特点是：我廠合金鑄造的廠房面積過小，烘房設備全無，高級技術工人少，而生產的產品又多，為了縮短生產周期和克服各種設備不完備的情況，採用漏模推行潮模造型，為國家超額地完成了生產任務。同時，報廢率降低到0.02%限額以內，因此總結這一些點滴經驗，供同業的同志們參考。

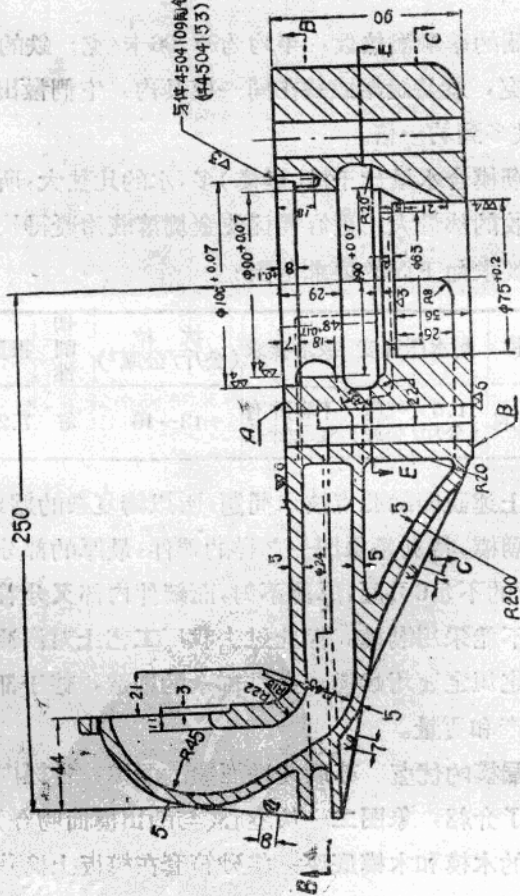
採用漏模來推行潮模

為什麼採用漏模才能推行潮模呢？原因分兩方面來談：

(一) 鋁或鋁合金工件的鑄造 一般都不能象鐵那樣，隨便採用一般的砂型來鑄造，因為：

(1) 鋁的熔點或凝固點是 658.8°C ，生鐵或鐵是 $1250-1530^{\circ}\text{C}$ ，換句話說，用同樣一種模子澆鑄金屬製品時，鑄鋁比鑄鐵的冷凝時間起碼要快一倍；

(2) 鋁在溶液狀態下的流動性根據已往英、德、意各冶金學者測定的流動系數，鋁在 680°C 時為40； 740°C 時為84。我國本



溪(日人測定)含磷0.07%的生鐵在1310°C时为100;含磷0.5%的生鐵在1290°C时为110。充分地指明了,如果用同一模具鑄造鋁或生鐵时,鉄液的流动距离为1公尺时,鋁液只能流到40公厘;

(3) 鋁的熔融潛熱数,平均为93.96卡/克;鉄的平均数是49.35卡/克,就是說鋁或鉄在同一模具內,它們散出熱量的程度,鋁比鉄多到約一倍。

(4) 潮模含水量比干模(烘模)多,水的比熱大,所以潮模要比干模吸收的熱量大,更容易促使金屬溶液冷凝得快。我厂鑄件的技术要求如下面的要求范围:

金屬	名称	耐水壓强度	技术要求	抗拉 (公斤/公厘 ²)	切削性	报废率	生产情况
鋁合金	汽油机	1.5大气压 (公斤/公厘)	不容許有 气孔針孔	13—16	好	7.28%	新产品

通过上述說明的几点技术問題,所以鑄复杂的鋁鑄件,就不能随使用潮模,特別是象图一那样的鑄件,最厚的部分平均大于30公厘,薄的不足6公厘,厚薄不勻,而鑄件內部又分着若干的层次,所以不能采用潮模,因此过去我厂工艺上对汽油机一般的部件,一定規定要用烘模。通过群众的創造,終于都改用潮模来提高生产和質量。

(二)漏模的优点 苏联先进經驗的漏模,曾經广泛地在杂志上都有了介紹,象图二一块空心(与凸出模面吻合)模板套出空心模板的木模和木模底座,将砂箱套在模板上搗砂后从平面上落下木模(取模)翻轉砂箱后便可制成砂型,所以操作簡

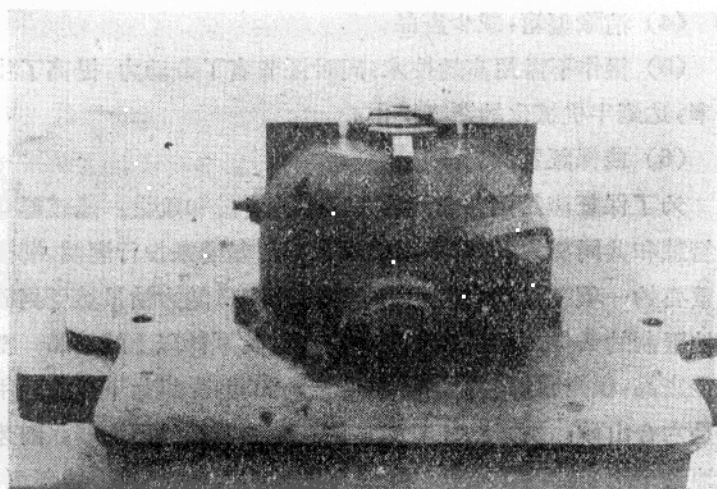
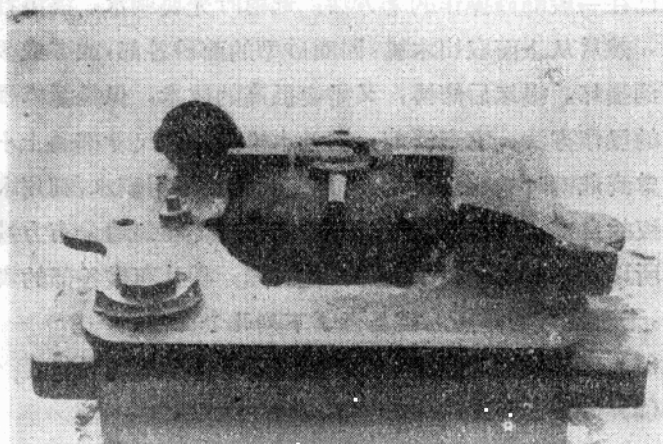


图 二

单。已往一般翻砂操作的老方法，起模时先要刷水，搞搞打打松模，然后从上面取出木模，因而砂型的面砂各部，或多或少都要遭到损坏。损坏后修模，又需要很高的技术，但是漏模根据上面的操作方法，它起模前，因为木模各部的尺寸都是上小下大考虑到起模时的顺溜尺寸，所以在脱模前不用刷水，利用木模和模板的自重，在固定的垂直方向，能够向下均匀地分布力量脱模，所以起模后的面砂不容易发生破损，并且面砂各部的表面光滑，干湿度均匀，因而就具有了下列几个优点：

- (1) 起模后不用撒界砂可以避免铸件起毛刺的现象。
- (2) 砂型干湿度均匀铸件不易发生气眼。
- (3) 加工余量准确。
- (4) 消除偏箱，减少废品。
- (5) 操作不需用高的技术，同时还节省了劳动力，提高了生产率，达到半机械化的造型操作。
- (6) 能保证质量。

为了保证浇铸铝合金汽油机部件的质量和数量，通过群众的智慧和共同努力的结果，就达到了采用漏模来推行潮模。潮模最重要的一项工作是配砂，一年来摸索配砂的方法虽然受到砂产地限制的条件。但是几年来，在产量成万件以上的铸件，都很少废品，根据我们实际工作体会到的经验，介绍如下：砂泥用的是六合山砂，根据已往专家鉴定，认为质量并不太好，因为产地关系以及铝的熔点低，所以在配砂方面，对外模砂的要求，只要求强度好透气性合适就行。

第一、砂的性能和配合方法：

砂 名	粒 度		湿 透 气 性		湿 压 强 度	
	規 定	实 际	規 定	实 际	規 定	实 际
紅 砂	70/140	100/140	750	62	70.45	0.6

实际配砂是用：

旧紅砂70%

新紅砂30%

陶土 2%

水4.5—5.5%

因为要求鋁鑄件表面光洁，所以用砂的粒度很細，这一点和普通鑄鉄件不大相同。

除外模砂外，泥心砂有下列两种：

名 称	配 料 成 分 %							
	新紅砂	旧紅砂	鑄鉄旧砂	陶土	砂砂	糊精	油	水 分
面 砂	20—30	70—80						4.5—5.5
芯 砂	30		50	3	20			7—9
油 砂	20—30				70—80	0.75	2—2.5	3—5

第二、拌砂的方法：

(1) 砂的攪拌時間总共是5—6分鐘。

(2) 普通芯砂的攪拌時間干拌4分，湿拌4分，共計八分鐘。

(3) 油砂的攪拌，原砂拌3分鐘，然后加入糊精拌5分鐘再加油拌20分，加水拌5—10分鐘。

上述的砂攪拌好了后,都要放置2小时以上才能使用,但是油砂的放置時間,連使用不可超过24小时,否則不能再用,夏季用砂均需要注意复盖,以免水分油分过分揮发,喪失砂的性能。

鋁合金的熔煉

澆鑄鋁合金光靠造型的砂型是不完整的,還需注意鋁合金的熔煉,在這方面,也摸索了一些點滴的經驗介紹如下:

(一)鋁合金的性質 我廠在1954年起就試制了一種汽油機部件的澆鑄,當時因為形狀複雜,厚薄不均,而技術條件要求又高,過去對這類鑄品根本沒有搞過,參考資料又不完整,所以經過了一段很長時間試制工作,反復研究,才慢慢地接近了生產階段,在正規生產時,除上述的砂型改變以外,熔化的方法和設備是逐步地改正的,又因在試制和生產過程中,鋁合金的材料供應不足,經常更換原料。而原料的性質又不一樣,往往一種原料將要試制好了或者已經試制成功,由於原料的更換,只有推翻老一套的工藝方法,再從頭搞起,現在把熔煉過程中使用的合金歸納起來,約有下列幾種牌號:

鋁合金牌號	合 金 成 分 %			
	Si	Cu	Mg	Al
A ₁₅	4.5—5.5	1—1.5	0.35—0.6	余 量
A ₁₁₀	4—6	5—8	0.2 —0.5	余 量
A ₁₁₂	3.0	9—11		余 量
雜 鋁				

АЛ₅ 它具有優良的鑄造性，就是說流動性很好，收縮率小，所以鑄出來的鑄件，表面也很光潔，厚薄不均勻的各個部位，不易發生裂、縮、松或其他的缺陷。根據一些技術資料和鑄件檢驗結果，證明它的韌性好，抗拉力強。缺点是硬度低、金相組織的粒度雖然粗大。但經水压試驗的結果，它仍然能夠承擔耐压的性能，而無滲漏滴水現象，因此砂型上應用的冷鉄，減少了很多。

АЛ₁₀ 進口的原料。因為保管的時間過長，表面有許多腐蝕的斑痕，成份和性質近似了合金。因含銅的份量較高，所以硬度高，韌性和抗拉力都不如АЛ₅的性能。縮性大，澆鑄困難，因而在鑄件厚薄不均勻的地方，多有縮裂現象。金相組織、粒度雖然比較АЛ₅要細，但在承受水压時局部上有滲漏水滴現象，因此造型時在砂型各部多加了許多奇特的冷鉄（合理化建議）或用洋釘適當來調書鑄件的冷卻度。

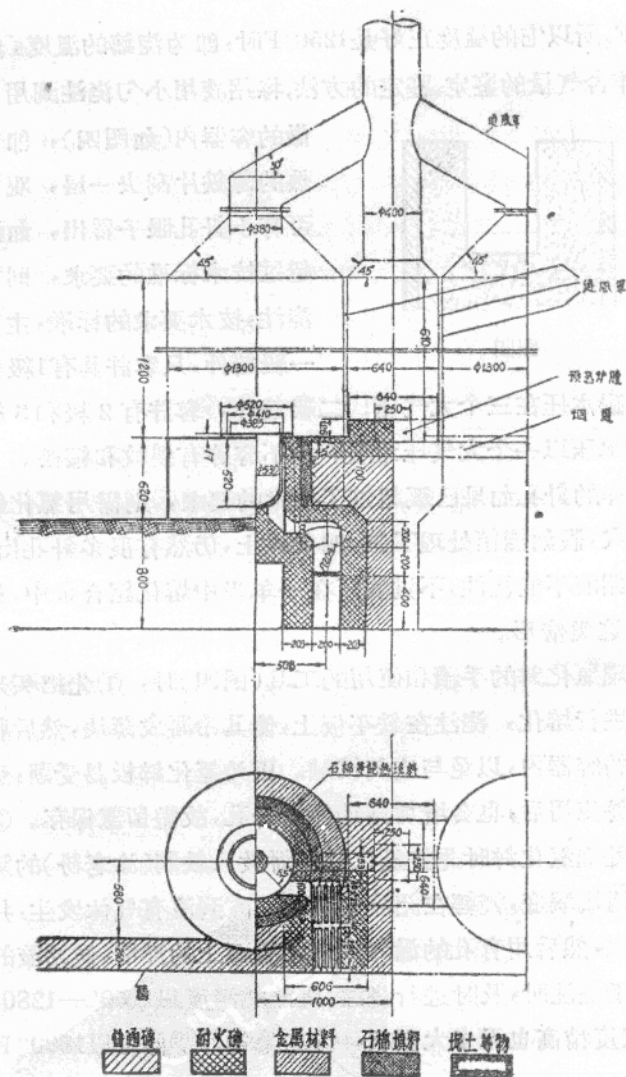
АЛ₁₂ 鑄造性能與АЛ₅相反。按鋁銅合金的平衡資料，因含銅量大，硬度也高，韌性低，脆性大。根據鑄造時產生的情況，熔化過程簡單，但是鑄型困難。因為縮性大，往往在鑄件厚薄處或直角接合處常易發生裂紋，水压試驗結果，鑄件局部的表面上，多有滲漏水滴的情形，因此在造型砂型上採用較大量的冷鉄。

（二）熔化的操作方法 熔化金屬，金屬在溶液狀態下，都要吸收多量的氣體，吸收氣體最多的金屬是鈹和銀，鋁的吸氣性雖然遠遠不如鈹、銀兩金屬，但是吸氣的容量要較銅、鉄多得多，同時吸收的氣體也很複雜，根據一般的資料，鋁在熔液

状态下，要吸收71%氢，11%一氧化碳，10%氮和余量的二氧化碳等等，特别是铝合金吸收的氢气，往往要在70—90%，因此我们在熔化铝合金过程中，为了避免金属溶液从火焰中吸取大量的水蒸气，和其它气体。首先采用隔绝炉气的方法，隔绝炉气的炉子图(图三)来进行熔化，我厂在熔化方面是铸造中最薄弱的环节，一切凭人工操作，因而气候的变化，对合金的熔炼也有影响，如果天气阴雨潮湿，更要格外注意合金容易吸收气体，其次还要注意测温仪表的准确，否则质量也有很大的影响。

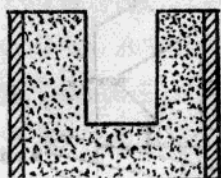
(1) 熔化前先将坩埚放入炉内，把坩埚边缘用石棉纸垫好，不使炉内气体透出。预热至暗红色(600° — 650°)再把一部分同料回炉的浇冒口放入坩中，等候全部熔化，加入斩料铝锭，铝锭的表面切忌不得有油污或杂质，否则要经过喷砂处理或人工铲除，铝锭在加入前，必须经过 300° — 400° C的预热一、二小时，估计铝锭透热后方可投入坩埚熔化，铝锭熔化后，再加入硅铝和铝铜中间合金，中间合金熔化后，然后再加入剩余的浇冒口，调整重量(每坩埚约200公斤)候其全部熔化，铝液的温度才渐渐上升，这个时候炉火也正旺盛，视合金液温度升到 1200° F (因为温度的度数差别较大)时，即停止送风，然后加入约0.2%氯化锌作去气处理即可浇注，如果在进行处理氯化锌，当时正好遇上炉内添入了新的红煤或燃料，也就是火焰行将烧尽，火力不足的时候，要注意应从新使炉火烧旺，把铝液加热的温度，一定要烧升到 1230° — 1250° F停风，才能加入氯化锌精炼，才能够使铝中的氢变为HCl气体排出。

(2) 铝液经过氯化锌处理，它本身温度自己会上升 10°



图三 鋁合金熔爐

—50°F, 所以它的溫度正好是1250°F時, 即為澆鑄的溫度, 然後取樣, 作含氣量的鑑定, 鑑定的方法, 將鋁液用小勺澆注到用干砂



圖四

做的容器內(如圖四), 即用預熱的薄鐵片刮去一層, 觀察是否有小針孔眼子冒出, 如沒有超過技術標準的要求, 則立即澆注, 技術標準的標準, 主要的一級鑄件, 只容許具有1級和2

級針孔耐水压在三个大气压; 二級鑄件, 容許有2級和3級針孔, 耐水压以一个大气压为限。并不容許有裂紋和縮松。

取樣的針孔如果已經超過了技術的要求, 則需用氯化鋅再處理一次, 假如繼續處理了三、四次以上, 仍然有很多針孔出現, 則該包鋁液不能澆注, 不過我廠在一年當中熔化鋁合金中, 都很少發現這類情形。

處理氯化鋅的手續和使用的工具(圖四)時, ①先把買來的氯化鋅進行熔化, 澆注在鐵平板上, 使其冷凝成薄塊, 然後收存於乾燥的容器內, 以免與空氣接觸。因為氯化鋅極易受潮, 受潮的氯化鋅使用後, 也會增加鋁鑄件的針孔, 故需留意保存。②在鋁液中處理氯化鋅時先將氯化鋅薄餅放入鐵制(塗老粉)的鐘罩內壓入坩堝底部, 輕輕在鋁液中移動, 直到沒有氣體發生, 並將鐘罩提出, 然後用有孔的漏勺除去鋁液面上的浮渣, 候鋁液的溫度適宜於澆注時, 及時進行澆注, 澆注的溫度以1250°—1280。F適宜, 溫度稍高也無多大影響, 特別是鑄薄鑄件時以1300°F為適宜。

熔化 Al_{12} 成分:

只是利用40%銅60%鋁的中間合金即可,不需其他的手續,在熔化操作方面和 Al_5 没有什么差別,特別重要的是 Al_{12} 具有冷却的敏感性,只要合金溫度稍高一些,或者鑄件形狀稍有厚薄不均的地方,即显著的有裂紋縮松的情況发生,故而严格控制浇注溫度在 $1250^{\circ}-1280^{\circ}F$,只能偏下,不可偏上,其次是利用冷鉄以調整鑄件冷却的一致。

浇注系統方面

由于鋁鑄件和鉄鑄件的性質不一样,在鑄造工艺上,当然也不可能用鉄的經驗,搬到鋁的上面去,而在初試制时期,我們正犯了这个經驗主义的缺点,直到今天我們还没有从理論上来分析目前我們使用成功的浇注系統,只是将支零破碎的各种浇注系統汇总一下。关于鋁合金的浇注系統,需要同时具有大的外縮作用,濾渣作用,热量分散作用,冷却平均作用等。



图五

(一)压边浇口 用在壁較薄而平均有相当高度,浇口对鑄件能起相当压力的情況下可以。

(二)頂注式浇口 平均分布頂注法,它用在結構复杂,高度較高的鑄件。但这种浇注系統的内浇口位置,必須注意鑄件厚薄,不可按在或流经厚度很大的地方,使之冷却均匀,避免縮松,这种浇口对鑄件的外縮作用最大,因为居高临下具有最大的外縮压力,浇口与鑄件交界处也为紧密,用于曲軸箱,曲軸前盖

图六 頂注法虹吸式
浇注系統



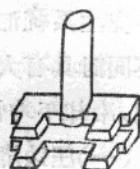
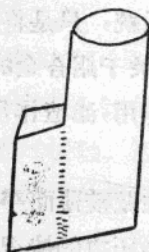
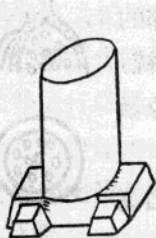
	长	寬	高
直浇口		$\phi 45$	
橫浇口	200	28	25
內浇口	50	10	15

(見图六)。

(三)側面梯形浇口 从鑄件側面底部或中部分型面澆入的梯形浇口,不宜用在鑄件很高的情況下,因底注法的結果,使鑄件下部溫度高,上部溫度低,使鑄件冷却不均勻,形成縮孔或縮松裂紋等缺陷,而在鑄件不高,使鑄件上下溫度差不大的情况,比較适宜,如汽缸盖传动箱、水泵壳、支架本体等(見图七)。

(四)雨淋式浇口 雨淋式浇口用在汽缸体上,这是大胆的嘗試,由于雨

图七 側注法梯形式浇注系統

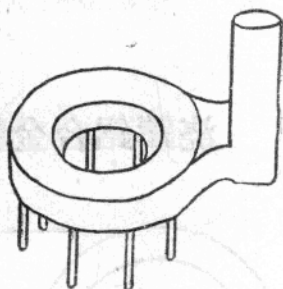


	长	寬	高
直浇口		$\phi 57$	
橫浇口	120	30	32
內浇口	20	20	25

	长	寬	高
直浇口		$\phi 40$	
橫浇口	—	—	—
內浇口	20	12	65

	长	寬	高
直浇口		$\phi 20$	
橫浇口	120	20	20
內浇口	20	30	5

淋式浇口的冷却均匀滤渣干净，氧化与过冷度太大的铁水流入下部，于是上部质量很好，气孔铁豆夹渣从未发现。自从试制生产结束，除去偶然12次配箱时落入型砂外，质量达100%（见图八）。



图八 顶注法雨淋式浇注系统

冷 铁

为了减少铸件厚薄不均匀的影响，必须设置冷铁。但对于冷铁的设计与使用没有经验，这次经过了很多次的试用，对冷铁的使用获得如下的认识。

	长	宽	高
直浇口		$\phi 30$	
横浇口		20	22
内浇口		$\phi 6$	22

(1) 冷铁应以生铁制成，按置在铸件厚截面外。

(2) 冷铁的厚薄应以冷铁的质量与铸件激冷部分的质量之比计算，其比不小于1:1。

(3) 冷铁最好放在铸件的下部，使铸件由上而下顺序结晶。

(4) 冷铁在使用前需经特殊加工，加工方法如下：除净污泥然后在上面涂一层桐油，撒上一层70孔以下的细砂子，再在200°—220°C温度下烘烤3—4小时，这样可使冷铁上下不致积聚水分，同时金属液也不直接与冷铁接触，因此冷铁可以常常使用。

(5) 冷铁在按入型内时，不可过热或过冷，以免积聚水汽，更不可在配入型内后用喷灯烘烤。

(6) 冷铁配入型内应尽可能尽速浇注。