

澆注系統

杜比茨基著 陳墨耕、費開合譯

北京
鋼鐵工業學校
★
圖書館

TG244

機械工業出版社

澆 注 系

杜 比 茨 基 著

陳墨耕 費 開合譯

機械工業出版社

出版者的話

澆注系統是鑄造生產中極重要的一環，直接影響鑄件的質量。目前我國機器製造業中的鑄造生產較薄弱，質量低，廢品率高，跟不上客觀形勢的發展。尤其高速切削推廣後，鑄件供應不上的情況很嚴重。因此，如何提高鑄件質量和減少廢品率，是機器製造業迫切需要解決的問題。科學地設計澆注系統，能提高質量、節約金屬和減少廢品。本書詳述了鑄黑色金屬時，設計澆注系統的理论根據、公式計算和實例子等，可供鑄造工程技術人員及鑄造專業的大學生參考用。

本書根據蘇聯 Г. М. Дубицкий 著 'Литейковые
Системы' (МАШГИЗ 1951年初版) 一書譯出

* * *

著者：杜比茨基 譯者：陳墨耕 費 開

文字編輯：周衍康 責任校對：唐佩卿

1953年9月發排 1954年1月初版 0,001—7,500冊

書號 0342-0-96 31×43¹/₂₅ 97千字 56印刷頁 定價 6,800元(乙)

機械工業出版社(北京亞甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京亞甲廠1號)印刷

中國圖書發行公司發行

原 序

本書說明鋼、鐵及可鍛鑄鐵鑄件的澆注系統的構造、計算和金屬注入法。

澆注系統為金屬流入型腔時所經溝系。在鑄造中它具有極重要的意義。正確裝置澆注系統能提高產品質量和產量、降低澆注系統的金屬消耗量和減少廢品。

我國（蘇聯）各工廠的好的經驗和蘇聯學者的工作應儘可能地推廣到生產中去。雖然在這方面已有了一些成績，但是為了進一步發展和改進鑄造工業，這方面還有很多的工作要做。

到現在為止，個別小型鑄造車間常是完全不計算澆注系統，或者雖計算，而方法不當，反而浪費金屬，增多廢品。

在大型鑄造廠中，澆口截面積常太大，各截面積的比例也不恰當。有時因為澆注系統不好，引起極大的損失。

書中包括最重要的理論根據，研究及其結論和實際經驗。這些都是保證裝置和計算澆注系統的合理方法，它是根據蘇聯鑄造工作者和工廠的經驗，以及作者本人的經歷編訂而成。

目 次

原序

第一章 鑄注系統的基本單元	1
---------------	---

第二章 金屬注入法	3
-----------	---

1 同時凝固或順序凝固	3
2 金屬注入較薄部分和均稱地注滿鑄型	3
3 鑄件壁厚相同，金屬經許多內澆口均稱地注入型腔內	5
4 金屬注入鑄件較厚部分以加強順序凝固的效果	6
5 均稱地注入較薄部分和鑄件厚部的順序凝固	8
6 金屬注入處高度的選擇	8
保證鑄件緊密的條件	8
注滿鑄型時，金屬表面的氧化過程	10
鑄型及澆道壁的沖砂與毀損	11
選擇金屬注入高度的一般結論	11
由不同高度注入金屬(階梯注入法)	13
7 金屬由澆道進入鑄型內時，流動平穩的條件	16

第三章 適當的澆鑄時間	18
-------------	----

1 適當澆鑄時間的意義	18
2 鋼鐵鑄件適當澆鑄時間的確定	18
3 型內金屬表面的容許上昇速度	23

第四章 各種包子及其應用範圍	25
----------------	----

1 包子的類型及其優缺點	25
2 各種類型、大小包子的應用範圍	26
3 轉包容量的選擇	26
4 底注式包子之選擇，孔徑及包子內金屬高度之確定	27
5 澆鑄次序	29

第五章 金屬在澆道中流動的特性	31
-----------------	----

1 平流與混流	31
2 波態金屬在澆道中的運動特性	32

第六章 用轉包澆鑄時，鑄型澆注系統的計算	35
1 澆注系統總截面積的確定	35
2 澆鑄條件之分析。用轉包澆鑄時，「計算截面」和「有效壓力頭」概念的確定	37
3 用轉包澆鑄時，「封閉的澆注系統」各截面間的關係	42
4 平均壓力頭的確定	43
5 澆注系統中總消耗係數 μ 值的確定	47
第七章 用底注式包子澆鑄時，澆注系統的計算	51
1 用底注式包子時，澆鑄條件的分析	51
2 用底注式包子澆鑄時，澆注系統中的壓力頭的作用	51
3 用底注式包子澆鑄時澆注系統的計算	55
第八章 澆注系統的基本設計	61
1 不封閉和封閉的澆注系統及其應用範圍	61
2 直澆口、橫澆口及內澆口的截面形狀和構造	64
3 豐大托爾設計的減速澆注系統及其應用範圍	69
4 澆口杯和漏斗形外澆口，澆口杯的計算	70
5 特種外澆口	73
6 過濾網	75
7 出澆口和離心撇渣口	78
第九章 特種澆注系統的構造及其應用範圍	80
1 雨淋式澆口	80
2 部分旋轉法和完全旋轉法	82
3 薄壁鑄件的澆注系統	83
4 生鐵齒輪、滑車及其他鑄件的澆注系統	85
5 牛角澆口	86
第十章 可鍛鑄鐵鑄件的澆注系統	87
1 可鍛鑄鐵鑄件需有特殊澆口裝置的原因	87
2 注入法	89
3 澆鑄可鍛鑄鐵鑄件時，澆注系統的標準構造	88
4 可鍛鑄鐵鑄件的澆注系統截面積計算	92
第十一章 澆注系統計算舉例	94
參考資料	103
中外名詞對照表	105

第一章 澆注系統的基本單元

澆注系統即金屬流入型腔時所經溝系。

通常灰口鐵鑄件的澆注系統(圖1)由下列各單元組成:外澆口(澆口杯)1--金屬由包子首先注入此容器;直澆口2--由外澆口進入型內的垂直溝;橫澆口3(又稱撇渣口,總內澆口)--金屬進入型腔前所經水平溝道;內澆口4--引金屬入型腔的溝道。圖2中的漏斗形外澆口1a為最簡單的外澆口。

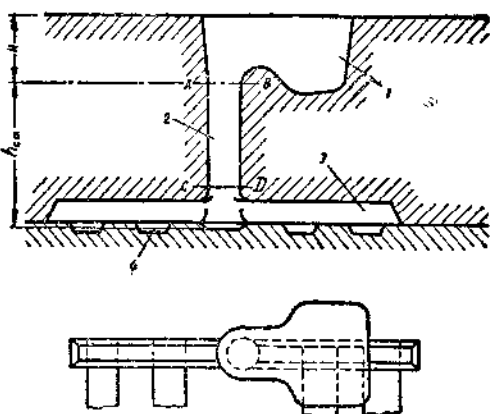


圖1 澆注系統(帶澆口杯)

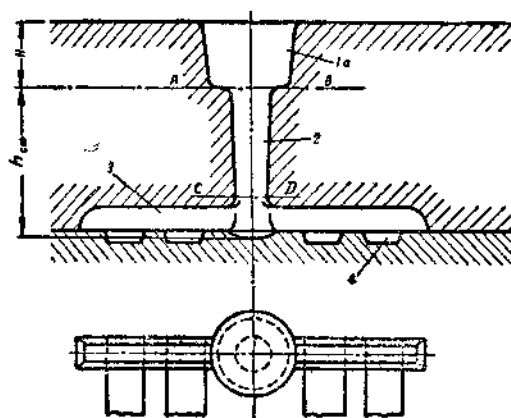


圖2 澆注系統(用漏斗形外澆口)

鑄鋼時,澆注系統中通常不用澆口杯,而用圖2所示的漏斗形外澆口。

一般要求澆注系統均較上兩圖所示者複雜,除圖示各單元外,尚有連接道4(圖3)及其他溝道,以後將要詳述。此外,為便於排除空氣起見,常開有出氣孔;在容易發生縮孔的地方,常配置冒口以保證補縮鑄件。

容易發生縮孔的地方,常配置冒口以保證補縮鑄件。

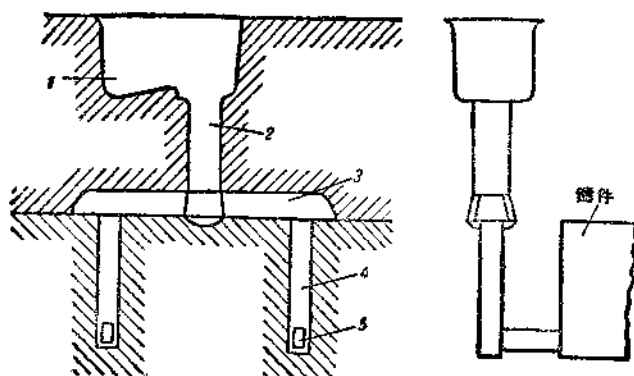


圖 3 較複雜的澆注系統

第二章 金屬注入法

1 同時凝固或順序凝固

金屬應注到鑄型中那一部分，如何注入，這是很重要的問題。再對鑄件澆注系統的各项要求常是互相抵觸，使這一問題成為困難的問題。

先分析金屬注入型腔時應滿足的要求。

拉夫洛夫 (Лавров)，卡拉古茨基 (Калакуцкий)，車爾諾夫 (Д.К. Чернов)，涅漢特齊教授[1、2]^{*}及根爾歇維奇[3]諸人研究鑄件內應力後明確指出：要避免內應力、裂紋及曲撓，鑄件各部應同時凝固。另一方面，欲使鑄件緻密，縮孔全集中在冒口內，不滲入鑄件內部和縮小冒口尺寸起見，必須使鑄件能順序凝固。即一部分先行凝固，後凝固部分的金屬可以補縮它，最後凝固的部分則由冒口補縮。

考慮上述情況後，涅漢特齊教授[2]肯定地指出：注入金屬時，應按照鑄件特性，或用順序凝固法，或用同時凝固法。

2 金屬注入較薄部分和均稱地注滿鑄型

涅漢特齊教授[2]指出：要金屬同時均勻凝固，必須金屬能同時、均勻地注滿鑄型。這種注入法可減少內應力、裂縫及曲撓。集中的縮孔也減少，甚至沒有，但是常會發生分散的小縮孔，尤其是澆口附近。鋼和白口鐵都易生縮孔，這種現象也最顯著。灰口鐵鑄件較不易生縮孔，可以廣泛使用這種方法。

若某些鋼鑄件因構造關係，產生曲撓、內應力和裂紋的傾向比產生縮孔大，則採用此法較佳。

鑄鋼或鑄鐵時，若鑄件厚度不一，但差別不大，特別是長而薄的鑄件，宜採用此法。

* 有〔〕括號者係本文參考資料，附書末。

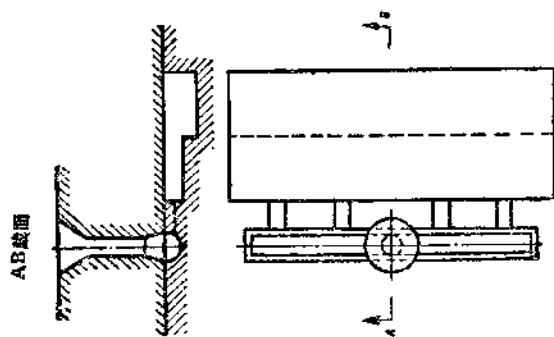


圖 4 金屬注入鋼鐵鑄件的較薄部分

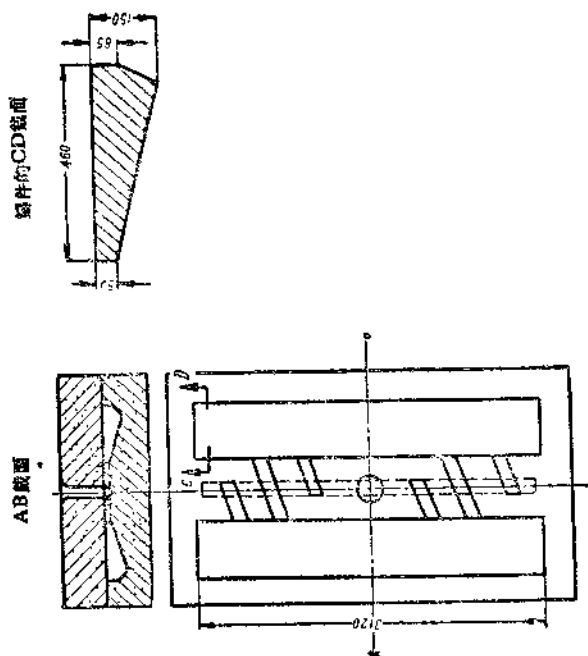


圖 5 底梁(鋼鑄件)的金屬注入法

圖4 爲鑄鐵鑄件的澆注系統。鑄件壁厚不等。金屬經幾個內澆口注入鑄件的較薄部分。

圖5 爲馬丁爐的底樑鋼鑄件。金屬也是由幾個內澆口進入鑄件的較薄部分。

3 鑄件壁厚相同，金屬經許多內澆口均稱地注入型腔內

若鑄件很長，壁厚相同，僅用一個或幾個內澆口注入金屬，會使各部分受熱不均勻，因而冷卻也不均勻。在這時，用很多截面小的內澆口，就可以使金屬均勻冷卻。

尤希金[5]舉了一個這類澆口的例子。拖拉機頂蓋(圖6)的鐵鑄件，長約600公厘，寬300公厘，壁厚10公厘。鑄造10噸以下的複雜渦輪零件時，也用這種澆注系統，金屬經72個內澆口進入鑄件，每一內澆口的截面積都很小。

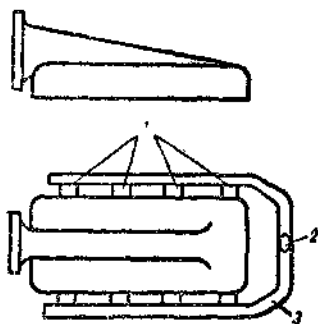


圖6 從很多截面小的內澆口
注金屬入拖拉機頂蓋
1—內澆口；2—直澆口；
3—橫澆口。

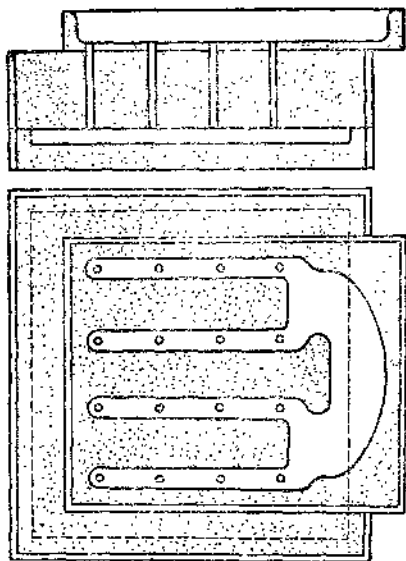


圖7 鑄大平板時，金屬由雨淋式澆口
注入型內

鑄大平板(2×2公尺)時[6]，爲了保證鑄件能均勻凝固，金屬由雨淋式澆口注入(圖7)。

4 金屬注入鑄件較厚部分以加強順序凝固的效果

鑄件壁太厚時，容易生成縮孔，必須用順序凝固法。

順序凝固首先由格魯姆—格爾日瑪羅教授[7]提出如下：

‘鑄件上部為下部的冒口’。

‘冒口最後冷卻’。

現在所用的順序凝固法為：適當地配置鑄件與冒口的位置；在型內加金屬襯型或用內冷鐵等。最常用的方法是將較厚部分放在較薄部分之上，以補縮較薄部分；而冒口開在最厚的部分之上。

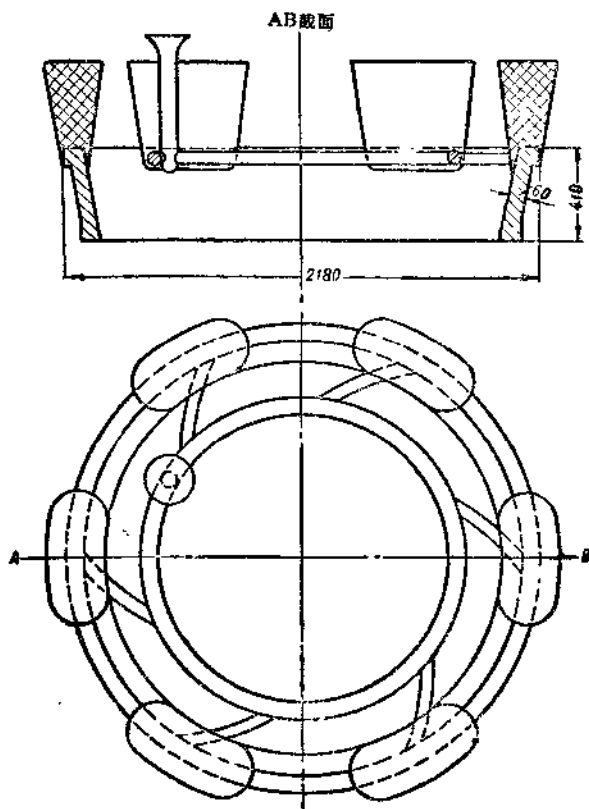


圖 8 鋼環的金屬注入簡圖

金屬的注入也可加強或減弱順序凝固的效果。若鑄件的補縮或被補縮部分的冷卻速度相差不太大，而為了避免縮孔需要增大此差別，並且不會因此引起內應力和裂紋時，金屬應注入最後冷卻的部分，即冒口中。圖 8 為此種注入法，鑄件為重 1100 公斤的鋼環。金屬先經冒口，再由其下六個內澆口分流入型內。

若冷卻速度相差很大，特別是因此而容易生內應力、裂紋時，雖採用順序凝固法，但可將金屬注入較薄部分，以減少冷卻速度的差別。

鑄造飛輪、齒輪或其他鋼鐵鑄件時，為避免扭曲變形起見，首先應注意使金屬勻稱地填滿鑄型。

鑄造這類鑄件時，金屬常是注入輪轂中，而不注入輪盤或輻中。此法可加強順序凝固的效果，但容易生內應力及裂紋。由輪轂流入輪緣時，須經過輪盤或輻條，因而將其加熱，可以減少一部分生裂紋的危險。如果這樣還不能消滅裂紋，則可用金屬外型 and 內冷鐵人工冷卻輪轂。或將輪轂做成稜條狀（特別是鋼鑄件）。為防止輪轂中生縮孔，可用大冒口（無論鋼鑄件或較大的類似鐵鑄件）。

圖 9 為鑄造 40 公斤以下的鑄鐵滾子的方法。作者曾參與此項設計。

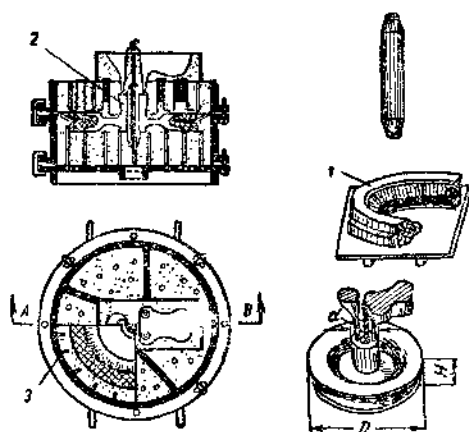


圖 9 鑄造 40 公斤以下的鑄鐵滾子時，金屬注入軸套中
1—型心；2—冒口；3—型心中的出氣孔道。

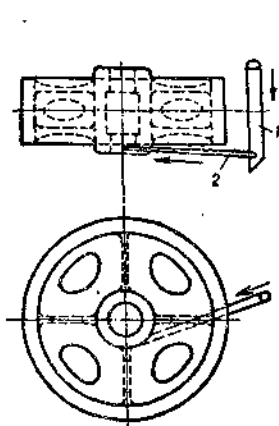


圖 10 鑄鋼齒輪（直徑 2 公尺以下）時，金屬之注入法
1—直澆口；2—內澆口。

圖 10 為鑄造直徑 2000 公厘以下的齒輪時金屬的注入法[8]。飛輪與此相仿，輪緣很粗，軸套大而盤很薄，所以遼漢特齊教授[2]建議直接由軸套澆入金屬（圖 11），而在軸套底部墊上耐火磚。在這種情況下，若由較薄部分（盤或輻）注入金屬，則各部分受熱不均（即使用許內澆口也是如此），所以不應這樣做。

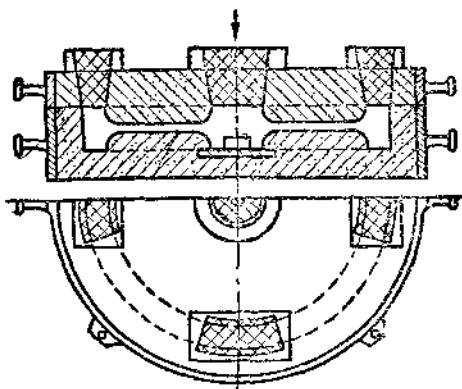


圖 11 金屬注入大型鋼飛輪的方法

5 均稱地注入較薄部分和鑄件厚部的順序凝固

常碰到這種零件，薄部的厚薄常不同，零件很長，而具有個別的厚大部分。如遇此類鑄件，可由幾個內澆口同時均稱地將金屬注入較薄部分，同時採用順序凝固法及適當地以金屬補縮較厚部分。補縮金屬的方法如下：將厚部置於薄部之上，開冒口，用內外冷鐵，另澆金屬入較厚部分或冒口中，直接自包子澆金屬入冒口等。

注金屬入較薄部分可減少厚薄部分冷凝速度的差別，因而可減少內應力和裂縫。

例如鑄造運鐵車的鋼掌時（約 3 噸），金屬自很多內澆口（圖 12）由各方面均勻地注入較薄部分。在軸套上部設有冒口，個別肥厚部分放有內冷鐵，有些厚大部分裝有金屬外型（外冷鐵）。

6 金屬注入處高度的選擇

金屬注入處的高度可以在最低處，頂上，一定高（一半），也可以由不同高度處同時注入。選擇注入高度時，需考慮鑄造的一般性要求和此鑄件的特點。

保證鑄件緊密的條件 厚壁鑄件需順序凝固（自下而上），若鑄件

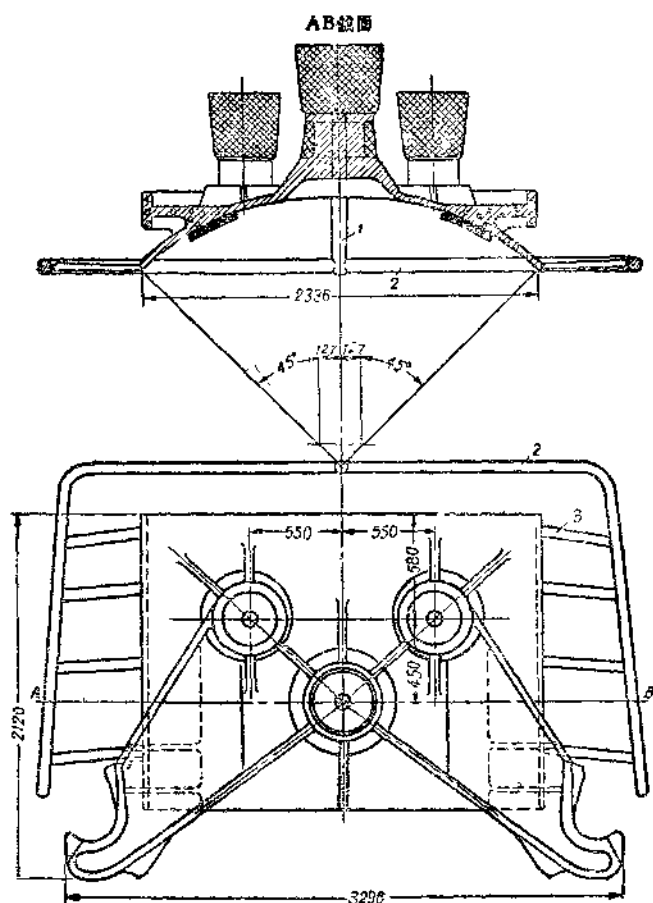


圖12 鑄造運鐵車的鑄掌時，金屬注入法

1—直澆口；2—橫澆口；3—內澆口。

壁厚差別不大，沒有生裂紋的危險，自上部注入金屬可加強順序凝固的效果，獲得緊密的鑄件。所得鑄件沒有細小的縮孔和縮鬆，還能減少冒口尺寸，使冒口中縮孔變小。涅漢特齊教授[2]指出：在薄壁鋼鑄件中，若由頂上注入金屬，則可能因金屬補縮不良，產生縮孔和疏鬆。

在這種情況下由底下注入金屬較好。如採用側冒口，普通冒口或增壓冒口，結果更好。

金屬由底下注入時，欲鑄件緊密，鑄件壁厚不得超過一定值。此最大壁厚涅漢特齊教授稱之為臨界壁厚。它隨鋼的溫度和成分而變。鋼的臨界壁厚約 50 公厘。

毫無疑問，若鋼的液態流動性高，澆鑄溫度很高，自頂上澆鑄，也能獲得緊密鑄件。

經驗證明，鑄鐵時，若鑄件壁不太厚，而要鑄件緊密，無縮孔及疏鬆現象，並且冒口尺寸要小時，可以由頂上經多處小內澆口注入金屬（即雨淋式澆鑄法）。例如鑄造梳棉機鼓輪（高度超過 1 公尺，壁厚 16~20 公厘）時，採用雨淋式澆鑄法（圖 13）是完全正確的。

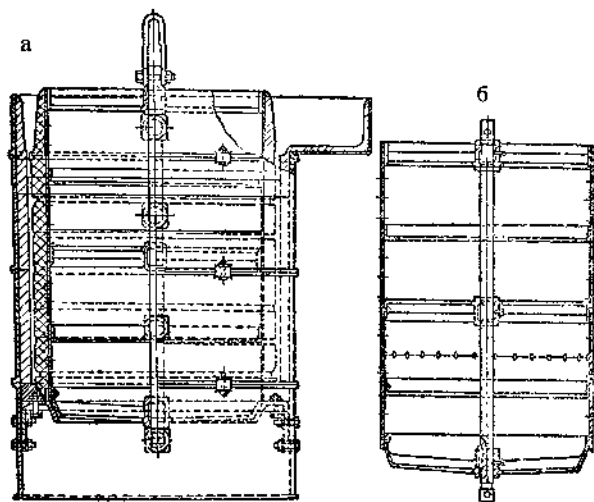


圖13 梳棉機的鼓輪
a—鑄型的剖面；b—型心骨。

注滿鑄型時，金屬表面的氧化過程 由下面注入金屬可減少帶入污穢，金屬飛濺及生氧化珠點的危險。但上升金屬的表面上常生成氧化物，並帶有雜質。

假若金屬很熱，上升速度很快，可能不生氧化表皮，生成後也可能被帶入冒口。但通常上層沒有完全被冒口蓋住，因此這層表皮一部分就壓在型腔上部，在鑄件中帶入非金屬混雜物或氣泡。若這層表皮被液態

金屬衝碎，它就會附着在鑄型或型心表面上，也能帶入氣泡及非金屬混雜物。

由頂上注入金屬時，液態金屬容易飛濺，成氧化小點。但不致生成氧化表皮，或氧化金屬碎片附着於型壁上。

由頂上注入金屬時，氧化較快。內澆口很小時，氧化更快。鑄鋼時特別不希望金屬表面氧化。

鑄件不太高時，若由底下注入金屬，且上升速度够大，則生成氧化表皮的危險性不大；由頂上注入金屬時，金屬飛濺及生氧化珠點的危險性也不大。但鑄件增高後，這些危險性也隨之增大，因此鑄高鑄件時，僅自上注入或自下注入均不適合。

鑄型及澆道壁的冲砂與毀損 金屬由頂上注入時，若下落高度很大，能衝掉鑄型表面的砂粒，並可能衝壞鑄型及型心上的突出部分。

金屬由底下注入時，金屬不需從高處落入型內。冲砂，壞型的危險性較少。但澆道壁仍有冲壞的危險，因此澆道須用高質量的型砂製造。鑄大件（特別是鑄鋼件）時，澆道要用特殊耐火黏土管做成。

鑄件不高時，自上或自下注入金屬均沒有什麼危險。若鑄件很高，構造複雜，鑄型上又有突出部時，由頂上注入金屬較危險。

選擇金屬注入高度的一般結論 鑄件壁較厚，構造簡單，高度不大時，可用自上注入法。用自上注入法時，鋼鑄件的最小壁厚涅漢特齊教授指出約為 50 公厘；鑄鐵鑄件的最小壁厚根據作者經驗約為 18~20 公厘。增加金屬的液態流動性和溫度後，壁厚可以減少。

自上注入金屬時，最大下落高度依金屬的成份和性質、型砂的性質、澆鑄法（乾型或濕型澆鑄）而定。這方面還有待研究。

據作者經驗，用乾型鑄鐵時，若鑄件壁厚約 18 公厘，採用雨淋式澆口，最大下落高度為 1200 公厘（圖13）。鑄鋼時，最大下落高度較鑄鐵為低。澆薄壁鑄件，特別是澆構造複雜，型及型心有突出部分的鑄件時，最好用自下注入金屬法。鍋爐鋼支座重 1600 公斤，壁厚 18 公厘，鑄造時即須用此法（圖14）。金屬用雙塞桿包子注入兩直澆口中，再經兩內澆口自底部流入型腔。