



先進經驗叢刊

氣壓冒口的 作用計算和應用

鑄工編輯組編



機械工業出版社

先進經驗叢刊

氣壓冒口的作用、計算和應用

鑄工編輯組編



機械工業出版社

1953

出版者的話

氣壓冒口是蘇聯的先進鑄造經驗，去年中蘇友好月中，在蘇聯專家的幫助下，我們工廠中也開始試用，當時並初步總結和推廣了獲得的經驗，刊載在1952年第3期《鑄工》月刊上。隨後，全國各地各廠也陸續試用了不同類型的氣壓冒口，都得到了肯定的結果——提高金屬實收率，減少鑄件廢品。

在學習這一先進經驗過程中，各廠由於資料不全，遇到了一定的困難，目前這個情況還繼續存在。因此本書將各廠所用的蘇聯參考資料彙集起來，並補充了些，予以刊出。其中包括各類氣壓冒口在蘇聯的應用範圍、具體材料、實際計算、操作規程和應用情況等，這就是本書的第一部分；本書的第二部分是國內工廠根據上述資料應用到自己廠內的具體情況和經驗。

這個新技術正在應用中不斷發展，所以當有一定材料時，關於這個題目的資料，報告將再編印出來，如有這方面的資料，報告及對本書的意見請隨時寄給我們。

編者：鑄工編輯組 責任校對：俞治本

1953年4月發排 1953年8月初版 1—5,500冊
書號 0274-11-05 31×43¹/₃₂ 90千字 52印刷頁 定價 4,800元(乙)

機械工業出版社(北京盛甲廠17號)出版
機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷
中國圖書發行公司總經售

目 次

第 一 部 分

鑄鋼用的大氣壓力和發氣壓力冒口	蘇聯 涅享特齊著 陳 農摘譯 (1)
大氣壓力冒口和發氣壓力冒口的效果	蘇聯 發特洛夫、萊維著 張 開譯 (8)
發氣壓力冒口的應用	蘇聯 郭洛萬諾夫著 張忠瑩譯 (22)
關於發氣壓力冒口	蘇聯 彼得洛夫、紋尼欽柯著 郭城、周衍康譯 (40)
發氣壓力冒口的功效與應用實例	蘇聯 郭洛萬諾夫著 中 玉譯 (43)
在鑄鋼中應用的壓縮空氣冒口	蘇聯 高爾庫沙、康諾諾夫、庫泊利揚諾夫著 穆 森譯 (50)
壓縮空氣冒口	蘇聯 郭洛萬諾夫著 張忠瑩譯 (58)
發氣壓力保溫冒口的應用	蘇聯 阿勃拉莫夫、康諾諾夫、夏洛意柯著 張 信譯 (61)
發氣壓力冒口的實用圖表	陸大中、徐 頤摘譯 (65)

第 二 部 分

鑄造錨環用的大氣壓力冒口 報告者 索良諾夫 裘堯作譯 (69)	
試用大氣壓力冒口的初步成功	天津車輛工廠 邊書鑫 (73)
發氣壓力冒口的製作報告之一	東北機械二廠鍛冶科 (75)
發氣壓力冒口的製作報告之二	東北機械二廠鍛冶科 (81)
我廠使用發氣壓力冒口的一些經驗	濟南某廠翻砂部技術指導組 (96)
本書中新名詞及有關名詞的註譯	(98)

第一 部 分

鑄鋼用的大氣壓力和發氣壓力冒口

蘇聯 涅亨特齊著 陳 農摘譯

鋼鑄件的冒口，共有二種作用，第一種作用是以熔融鋼水補充鑄件的縮孔部分，防止鑄件發生縮孔缺陷；第二種目的是捕集鋼水凝結時所析出的氣體，非金屬雜質和偏析物質。若欲達到上述二種目的，冒口就需要設在鑄件最厚部分之上，並位於最高之處，且須最後凝結，這樣才可以對縮孔部分進行補縮作用。

有的鑄件，由於構造關係，需要補縮部分的上面，無法設置冒口，在這種情況下，可採用圖 1 所示的暗邊冒口，冒口設在最厚部的旁邊，使鑄件的順序凝固作用分成幾條路線進行，但均以冒口為凝固的終點。

實際工作中往往遇到薄鑄件上有個別加厚的部分，在這種情況下，便需採用上述暗冒口，使之對加厚部分進行補縮。但這並不是暗邊冒口的主要用途。爲了防止鑄件發生氣孔、夾入雜物等疵病，最好採用底注式澆注系統，此時亦需採用上述暗邊冒口，使鋼水先流入暗冒口，然後再流入鑄件，這樣可以使鑄件的順序凝固作用更爲完備，同時冒口亦很易割除。但是這種暗冒口必位於鑄件的底部，若欲使之對鑄件的上部進行補縮，冒口中必須導入大氣壓力或其他氣體壓力，使冒口中的鋼水能被此種壓力壓上至需要補縮的部分。

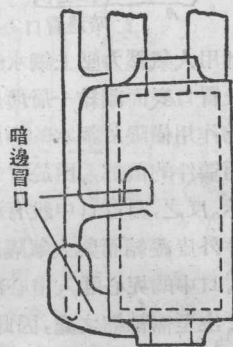


圖 1

利用大氣壓力壓上鋼水，效用頗爲確實，當鑄件無反作用時，壓上高度可達 $760 \times 13.6 \div 6.9 \approx 1500$ 公厘。此計算式內 760 爲大氣壓力的水銀柱高度（公厘），13.6 爲水銀的比重，6.9 爲鋼水的比重。圖 2 爲暗冒口

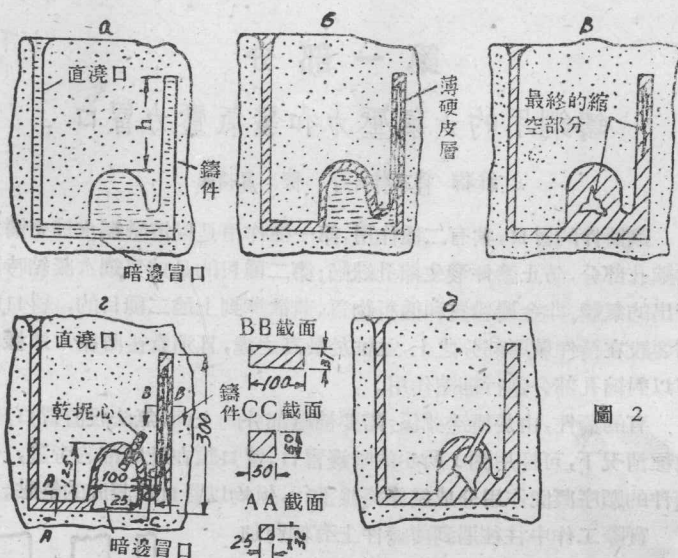


圖 2

利用大氣壓力壓上鋼水的情形。圖內 *a* 為鑄型內已注滿鋼水，*b* 為鑄件及冒口表面凝結一層薄皮，此時冒口中心部分鋼水已與大氣隔絕，補縮作用僅限於鋼水的靜壓力，因此暗冒口只能對鑄件的底部進行補縮，而鑄件的頂部，由於冒口補縮壓力不足，仍有縮孔之處，如圖內 *B* 所示。反之，當冒口中設有透氣性良好的乾砂坭心時，情況便完全不同，鑄件外皮凝結而與大氣隔絕時，收縮部分的孔為真空的孔，大氣壓力能自冒口中的坭心通入中心部，如圖內 *z* 所示，此大氣壓力足以使底部鋼水壓上至需補縮之處，因此冒口雖設於鑄件的底部，仍能和正常的冒口一樣而縮下，鑄件則甚緻密，如圖內 *d* 所示。在這種情況下，鋼水的壓上壓力為 $(1-h\cdot\gamma)$ ；此式內 1 為大氣壓力， $h\cdot\gamma$ 為阻力， h 為鑄件高出冒口部分的高度， γ 為鋼水的比重。

蘇聯科學院院士 A. A. 布契瓦爾氏首先採用暗邊冒口，其後有採用發氣坭心以代替透氣性良好的坭心，這樣冒口內鋼水所受壓力，可能高於大氣壓力，因此熔融鋼水的壓上高度，亦可能超過上述限度。

採用暗邊冒口時，冒口與鑄件相連之處即所謂「頸部」須比鑄件冷得慢，而冒口部分則須比頸部冷得更慢。因此「頸部」的直徑須大於鑄件需補縮部最大內接圓的直徑，而冒口直徑則須比「頸部」大。此外鑄件於凝固時，縮孔部分不宜集積氣體，否則便足以造成抗力，阻止鋼水之壓入。

採用暗邊冒口而冒口中心部分不設置砂坭心時，往往會發生障礙。例如在圖3所示的鑄件中，冒口頂部極易凝結一層硬皮而與大氣隔絕，此時鑄件若有氣孔缺陷，而此氣孔又與大氣相連時，鑄件便會向冒口進行補縮，而不是冒口向鑄件補縮，在此種情況下，由於壓力差（ $1\text{大氣壓}-h\gamma$ ），而使冒口完全堅實，鑄件中部反而會有縮孔，如圖3所示。

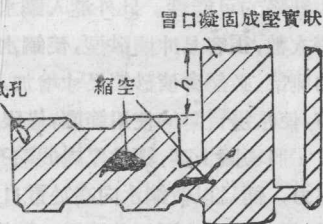


圖 3

採用圖4所示方式澆鑄彎地軸時，鋼水自直澆口先注入邊冒口B及C內，然後自冒口進入鑄件，地軸厚處另設冒口A，此冒口A的溫度很低，極易凝結，因此頂部生成硬皮的時間常比冒口B及C早，這樣冒口A的補縮作用僅靠靜壓力，而冒

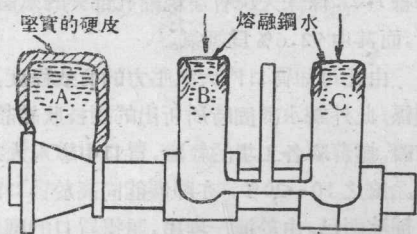


圖 4

口B及C除了靜壓力作用外，還有大氣壓力，結果冒口B及C的補縮作用增強，向冒口A下的肥厚部分補縮，而這肥厚部分又向冒口A補縮，結果冒口A本身無縮孔，冒口A下面部分反有縮孔，情況與圖3相似。

由此可知，使冒口與大氣壓力相通，具有極重要的意義，若不注意此點，往往會使冒口失去功用。此點不論在明冒口或暗冒口中，都是正確的。因此我們在使用明冒口時，鋼水注滿冒口後，須在冒口頂面投加發熱劑，或另開一道澆口至冒口上部，增加冒口溫度，延遲冒口頂部結成硬皮的時間，以免造成上述缺點；而在採用暗冒口時，必須設置透氣

性良好的砂坭心或其他發氣物質，增加冒口中鋼水所受的壓力，這樣才能防止上述缺點。

採用暗冒口時，冒口尺寸可比明冒口者為小，尤以澆入鋼水先經過暗冒口而後再進入鑄件時為然。暗冒口雖有此種優點，但亦有其不利之處，若不加考慮而盲用的使用暗冒口，亦易造成錯誤。暗邊冒口的最大缺點是不易使鋼水中的雜質浮入冒口而去除，這樣鑄件頂部就有發生缺陷的可能性。此外澆入鋼水必須先經過暗邊冒口，增加鋼水的轉彎次數，很容易沖壞砂型，使鋼水帶入砂粒而造成缺陷；冒口設於鑄件的側部，必然會使砂箱尺寸增加，提高砂的用量，增加成本。由於這種缺點，使暗邊冒口的使用範圍，僅限於高度較低的鑄件。

照理論上講，鑄件厚處的縮孔部分是一真空區域，冒口中若有大氣壓力，便足以使鋼水向高於冒口 1500 公厘處的縮孔部分進行補縮作用，但事實上並不如此簡單，縮孔部分往往由於滲透作用而充滿氣體，蘇聯 A.Д. 保保夫氏曾發現縮孔部分的氣體壓力有高達 2.36 大氣壓者，而其中 92.6% 為氮氣。

由此可知冒口內大氣壓力的有效程度，和鋼水的氣體含量有極大關係，此外鋼水凝固時所析出的樹枝狀結晶組織，對補縮作用亦有極大妨礙。據蘇聯各工場的經驗，冒口中導入大氣壓力後，其有效程度，僅為理論值之 10~20%，亦即僅能向高於冒口頂部 150~300 公厘之處進行補縮而已。由於這一理由，暗邊冒口的應用範圍，僅限於較低的鑄件。

圖 5 為採用暗邊冒口實例之一。其中須注意二點：(1) 出氣孔截面成扁平狀，這樣可以增加出氣孔的表面積，使之能迅速凝結。(2) 直澆口的轉彎部分兩側均修成圓角，這樣可以防止形成熱節。

鑄件甚高而單用暗邊冒口不能滿意時，可採用明冒口與暗邊冒口聯合並用法，有如圖 6 所示，鋼水先澆入暗邊冒口，然後進入鑄件，鑄件頂部另設明冒口補縮。

當暗邊冒口與明冒口聯合並用時，必須注意各補縮區域的分隔。例如在圖 7 所示的鑄件中，共有三處熱節需要補縮，其中熱節 D' 及 D'' 由暗邊冒口補縮，其補縮壓力各為大氣壓力與相當的鋼水靜壓力間之

差；熱節 D' 由普通明冒口補縮，補縮壓力為大氣壓力及冒口內鋼水靜壓力之和。由於熱節 D' 上明冒口的壓力大於 D'' 及 D''' 旁暗邊冒口的壓力，開始凝固時，D' 及 D'' 旁的暗邊冒口不生補縮作用，此時僅明冒口 D' 發生補縮作用，當鑄件的壁 A-A 部分凝固後，底部熱節 D''' 旁的暗邊冒口才發生補縮作用；而當截面 B-B 部分凝固後，熱節 D'' 旁的暗邊冒口才能發揮補縮作用，設計冒口時，必須注意此點，始能製得完美的鑄件。

上述理想情況，有時可能無法實現，因為明頂冒口不但要對上部熱節 D' 補縮，同時亦對熱節 D'' 及 D''' 進行補縮，以致明頂冒口容量不足。有時明頂冒口部生成一層硬皮，失去與大氣壓力的連繫，這樣暗邊冒口 D'' 便須負責對鑄件上部補縮，而顯得補縮力量不足，造成縮孔缺陷。

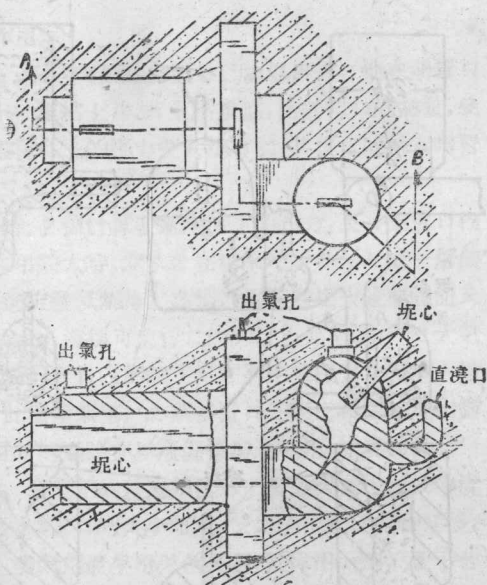


圖 5

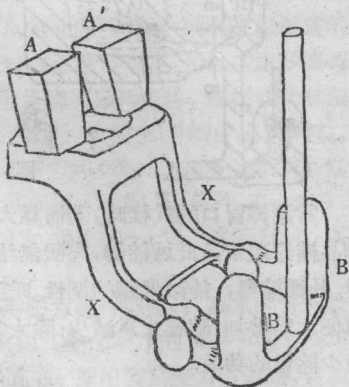


圖 6 明冒口(A, A')與暗邊冒口(B, B')的聯合並用法

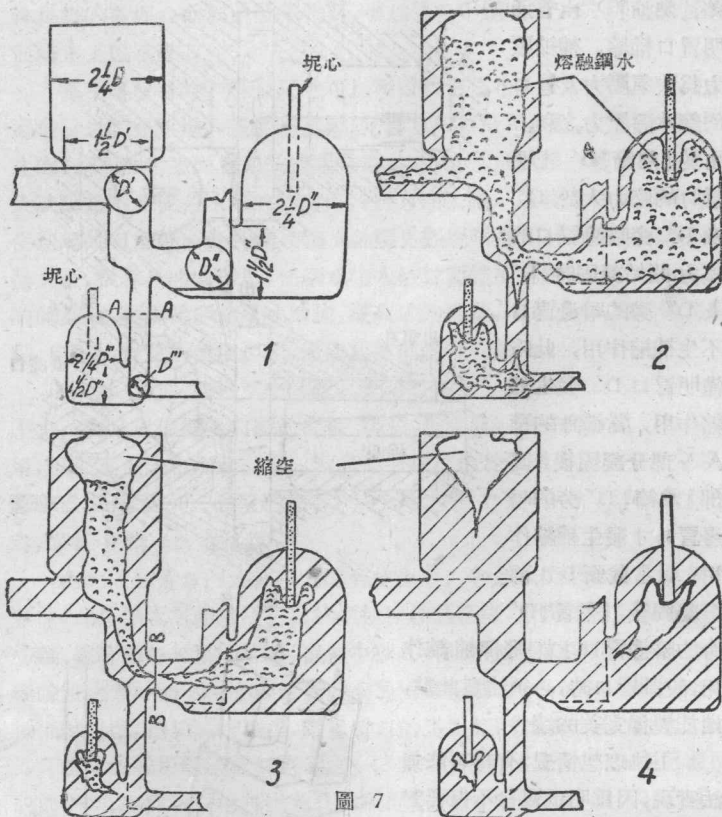


圖 7

當選擇冒口的式樣時，若僅靠大氣壓力進行補縮，鑄件中往往產生結晶縮鬆現象，此種縮鬆，肉眼無法看出，祇有在酸浸侵蝕後，始能發現。此種縮鬆，能減低鋼的韌性。暗邊冒口中如採用其他氣體加壓，效用便大為增加，縮鬆大為減少；除大氣壓力外另加鋼水的靜壓力，亦有減少縮鬆的功效。

在暗冒口中除設置砂坭心外，亦可採用石墨坭心，這種坭心，燃燒時能發生氣體，增加壓力，此外能使鋼水吸碳，增加冒口內鋼水的流動

性，使充分發揮補縮的作用。

增加冒口內的壓力，Д.К. 契爾諾夫氏早已加以研究，他在明冒口中澆滿鋼水時，立即蓋上一濕粘土片，片上壓重錘，由於冒口的熱量，使粘土中的水份蒸發，結果冒口上的壓力便大為增加；其後才開始在暗冒口中應用發氣劑。

估計發氣劑的優劣時，必須計算發氣劑所生的壓力，及其對冒口內鋼水的冷卻作用。冷卻作用較大時，鋼水會在發氣劑的外面結成一層硬皮，以致阻礙發氣作用。選定發氣劑時，必須選用能發生大量氣體而又能同時產生大量熱能的物質，這樣可使冒口內的壓力昇至 15~30 太氣壓，如冒口外層有絕熱物質，冒口內部鋼水可被所生氣體完全壓空，僅剩一層硬皮。由此可知，此項發氣劑，必須在冒口外週已凝固一層相當厚的硬皮，而澆鋼水入冒口的通路亦以凝固後發生效用，始屬適當。

為了達成上述目的，發氣劑的外週須包有一層砂與火泥調成的混合物，混合物的厚度，須根據冒口的大小而定，使之隔一適當的時期後，發氣劑才開始發生作用。發氣劑最早用黑色火藥，惟作用太速，並不合適，後改用作用較慢的物質，如白堊、石蠟等，並另外加入若干發熱劑，使冒口內液狀鋼水能維持一較長期間。

一般所用的發熱劑，大都為鋁粉和氧化鐵粉的混合物，這種物質的作用很快，用在冒口之中，並不頂適合；在這種情況下，可以採用矽鐵或其他作用較弱的物質代替鋁粉。П.В. 烏姆利興氏及Е. 蘇赫娃氏曾創製一種完全不含鋁的發熱劑，其成份如下：含矽 75% 的矽鐵 26.5%、硝酸鈉 26.6%、鐵礦石、錳礦石及白渣各 15.6%，上述各物均為粉狀物，混和後供用。最常用的發熱劑，其成份大致如下：鋁粉 10~30%、矽鐵 5~20%、木炭 5~30%、火磚屑 30%、礬土 10~15%、錳礦石 5%。其中火磚屑及礬土，均有延遲作用之效。

一般而論，單利用冒口內鋼水的靜壓力施行補縮時，鋼水的實收率約為 50~55%，亦即冒口及澆口重量約為全部鑄件的 45~50%；採用大氣壓力冒口時，實收率可增至 65% 左右；採用發氣壓力冒口時，實收率更可提高至 80~85% 左右，足見發氣壓力冒口的優越性。

摘譯自 Ю.А. Нехендзи 氏所著的‘鑄鋼學’ (Стальное литье)

大氣壓力冒口和發氣壓力冒口的效果

蘇聯 發特洛夫、萊維著 張 開譯

在鑄鋼及別的鑄件製造過程中，近幾年來，已很廣泛的利用氣壓冒口了。很多研究及生產團體，大大的把這一工作推進了一步〔1〕。因此每年的節約，數以千百萬計。鋼水的實收率從 40 % 提高到 60 %，鋼水的用量也從每噸降低為 800 公斤。

一個中等規模的鑄鋼工場，假如一年的鋼水用量為 5000 噸，用了氣壓冒口以後，每年可節省鋼水約 1000 噸，如果鋼水是用電爐熔化的，則因此可節約電力約 600 瓩時/噸。應用氣壓暗冒口在使用價值上的合理性，現在已十分明顯，沒有什麼可懷疑的了。但由於主要問題如縮孔及冒口內壓力的大小等還不明確，使這方面的操作特點另有一種理論解釋。根據鋼鑄件縮孔中的壓力是大於二個大氣壓〔2〕，而得出鋼鑄件冒口中真空不存在的一般結論。相類似地，在鋼錠的縮孔中完全充滿着氣體，其中主要的成分是氫氣〔3〕。雖然這種現象是無可否認的，但還是不能當作是在任何情況下，關於冒口中氣體自然壓力的正確的普遍結論。

關於鋼鑄件冒口中產生縮孔的正確觀點，是由科學冶金學鼻祖 Д.К.契爾諾夫所指出的。他在 1878 年 12 月出版的經典著作「關於鋼錠組織的研究」一書中〔4〕寫着：「氣孔以及縮孔……是鋼鑄件的主要缺點。」而且特別強調的說：「許多缺點中，較簡單的是漏斗形縮孔，這是當鐵水從液體轉變到固體時因收縮而產生的，這種孔穴的形狀，完全合乎鋼水冷却的情況。鋼水在鑄型內，因型壁較冷，故鋼水先從靠型壁的一層先冷却並凝固，再依次一層層的向當中冷却，最後，鑄型中心也冷却到凝固點。按這種情形一層層的凍結，鋼水的水平面，因為金屬體積的收縮而逐漸下降，同時，未凝固的鋼水水柱直徑，也逐漸縮小。漏斗形縮孔的現象，在鑄造工程中已是那樣明白，再過分詳細的解釋，我

認為是多餘的了。]在上述Д.К.契爾諾夫的著作中，好幾次着重指出縮孔中存在着真空，在他以後，就從沒有一個人比他更清楚更明白的解釋過縮孔產生的情形。

Д.К.契爾諾夫清楚的區別了「氣孔」與縮孔，關於它們的性質，他寫道：「氣孔內壁，一般是平滑而呈亮光的銀灰色，但是表面的氣孔，在開始時幾乎就貼在鋼錠的表面，氣孔與外面大氣只相隔一層薄壁，這薄壁可能發生兩種變化，或者突破，使氣孔與大氣相通，或者當鋼錠在冷卻時，完全被氧化。當氣孔與大氣發生相通時，此薄壁被蓋上一層氧化鐵或各種顏色的氧化物，這要看四周的情況如何而定。漏斗形縮孔壁在大多數情況下是被氧化的，這是因為上面的一層硬皮來不及凝結得堅固，就被突破了，所以是與外面大氣相通的。」這樣，Д.К.契爾諾夫不但說明了氣體從冒口內的逸出，同時也說明了大氣還沖進縮孔內，不過這種情形只有當縮孔中壓力小時，才可能發生。

在鑄件中央形成縮鬆，Д.К.契爾諾夫同樣也用縮孔的現象來解釋它，他認為不是由於氣體的作用，他寫道：「鑄件中部的縮鬆，不是別的，正是或大或小的部分縮孔的發展」。

Д.К.契爾諾夫認為在鋼水上加人工壓力的方法，是保證鋼鑄件或鋼錠質量的方法之一。關於在鑄件冒口中缺乏適當壓力，因而需用去氧鋼的問題，已無疑問了。再一次適當的引用Д.К.契爾諾夫的話，他在同一本書中寫道：「從一方面來說……，矽能使鋼水在熔化時，大大的降低氣體的溶解度，但從另一方面來看，矽又阻止在熔化時溶解於鋼中的氧、氧化鐵與鋼中的碳元素等起作用，而產生一氧化碳。」

在B.B.古僚葉夫的著作中〔5〕，因試驗過程中發生鋼件或鋼錠結構不一致的現象時，也同樣討論到縮孔問題。他寫道：「在凝固過程中，切面厚的部分對切面薄的部分補縮；切面厚部分本身的收縮，則由冒口中漸漸流進的鋼水去補充。按照凝固的情況，補縮鋼水的流道慢慢縮小，鋼水流動的阻力也慢慢增加，結果補縮鋼水流道遲早要被凍結，且在所有縮孔被填滿之前，就凍結了。」

為了檢查去氧鋼水在澆鑄時與鑄件在冷卻後鋼中含氣的差別，曾

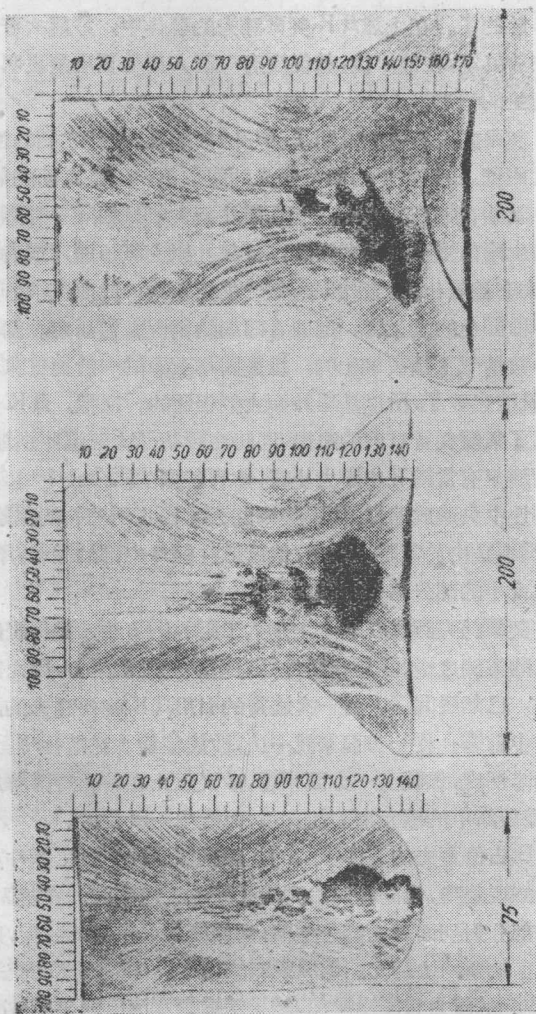
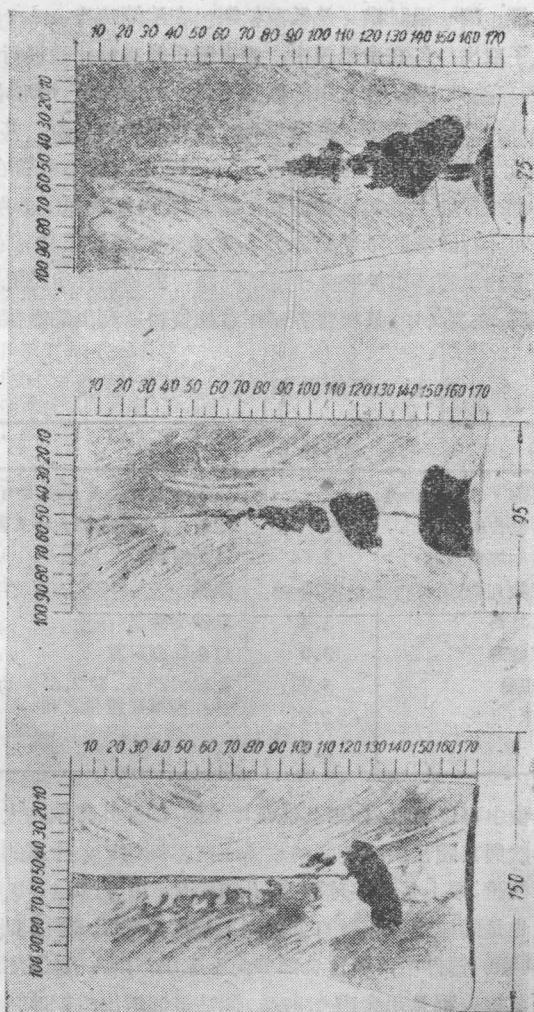


圖1 各種形狀不



同鋼錠の縮孔

取幾根試樣。第一根試樣，是低碳軟鋼，在澆鑄時自一3.5噸容量的底注式包子取出，倒在金屬模中，並立即用真空熔化法進行分析。第二根試樣，自鑄件上割下，也用同樣的方法分析。在兩種情形中，經過真空熔化的100公分重的鋼，都發現有5立方公分的氣體，其中氧氣達1.5~2.0立方公分。在這些試樣中，同樣確定有非金屬雜質在內，並且所有氧氣都是與非金屬雜質結成氧化物。此外，氫與氮的溶解量，也無顯著的差別。因此，我們不能認為去氧鋼，在它的澆鑄與結晶過程中，能降低所溶解的氣體。由於研究了這個問題，對於鑄件中縮孔的體積具有重大意義。在表1中，是根據各個作者的資料所列出的數據〔6〕。

表1 鋼錠及鋼件中縮孔的體積

作 者	縮孔體積%	說 明
B. 格魯姆·格爾希馬洛	1.2~2.4	與鋼的成分及澆注溫度有關
B. 柯諾巴舍維奇	0.9~2.5	鋼錠，與高及底部大小有關
A. 爾希紹塔爾斯基	2.64	貝氏爐鋼
B. 柯斯戴列夫	3.0	鋼錠
Ю. 涅亨特齊	3.4	以砂型計算
Ю. 涅亨特齊	3.0	以金屬型計算
喀特非里特	5.93	含碳0.20%、矽2.67%的砂鋼縮孔與氣孔體積之和
馬吐希卡	2.7	
聶爾森	3.8	

從經驗中可以確定，如果其他條件不變，則縮孔體積的大小，要看鑄件的形狀與其體積對冷卻面的關係而定。例如7公斤重的鑄件，形狀是一圓柱體，頭上是一半球形，縮孔體積是3.0%；重11.8公斤的鑄件，形狀也是圓柱體，但冒口部分向上放大，縮孔體積則為3.6~4.0%；同樣的鑄件中，但冒口部分向上縮小，則縮孔體積為6%。所有這許多試樣，都是用含碳0.27%酸性電爐熔出的鋼水，取自同一個包子中，用同一溫度澆鑄。圖1與表2的資料，完全與表1的資料相符合，說明了所得到的結果。從上述試驗中可以看到，用球形冒口可保

證得到高 75 公厘的結實的鑄件。如用向上放大的冒口，雖可得到同樣結實的鑄件，但要浪費很多鋼水。

表 2 縮孔體積與鋼錠結構及冒口形狀的關係

試 樣 形 狀	實 際 重 公斤	結實部分 高, 公厘	爲全高的縮孔體積 %	縮孔體積 %
圓柱形, 上面成錐形, 底直徑 100 公厘 頂部直徑 75 公厘, 總高 170 公厘	8.01	55	32.4	6.2
圓柱形, 高 170 公厘, 底直徑 100 公厘	8.86	65	38.0	3.8
圓柱形, 底直徑 100 公厘; 冒口往上放 大, 直徑 150 公厘; 總高 170 公厘	11.84	90	53.0	3.6
同上, 冒口頂部直徑 200 公厘	14.58	95	56.0	3.0
同上, 高 150 公厘, 冒口斜度比上述試 樣還大, 冒口頂部直徑 200 公厘	11.85	70	46.5	4.0
圓柱形, 用球形暗冒口, 試樣高 150 公 厘	7.07	75	50.0	3.0

進一步研究各種坭心裝於球形暗冒口中的作用, 經實驗證明, 它一定在冒口中產生了壓力。

試樣與其澆鑄的方法示圖 2。每半個試樣都是由圓柱體與半球形體所組成。其中半個是作爲冒口用的, 另半個作爲被補縮的鑄件。中間以高 85 公厘的頸相接。小坭心的底端, 一直伸到冒口的當中溫度最高處, 使其在冒口中造成壓力。

爲了能正確的決定各種坭心的作用與縮孔產生的特性, 第一次澆鑄的, 兩個試樣, 冒口中不用坭心。1 號試樣是用圖 2a 的

方式澆出的鋼水從兩邊澆進, 剖開後發現在試樣的兩部分, 都有縮孔, 縮孔的大小也差不多 (圖 3)。2 號試樣用圖 2b 的方式澆鑄, 鋼水只從一邊澆入。同 1 號試樣一樣, 在兩部分都發現有縮孔, 只是鋼水澆入

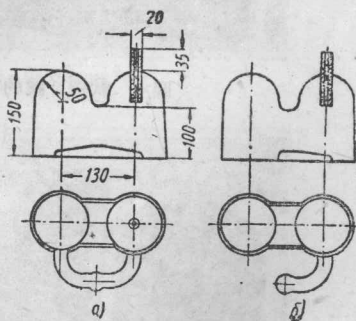


圖 2 試樣澆鑄簡圖