

技術資料 No.109

美國鑄造學會訓練及研究學院金屬鑄造技術叢書

砂 心 技 術 之 基 礎

陳 嘉 祥 • 陳 清 源
王 良 泉 • 邱 紹 成
翁 世 樂



中華民國鑄造學會編印

美國鑄造學會訓練及研究學院金屬鑄造技術叢書

砂 心 技 術 之 基 礎

陳 嘉 祥 • 陳 清 源
王 良 泉 • 邱 紹 成
翁 世 樂

中 華 民 國 鑄 造 學 會 編 印

技術資料 No 109

砂 心 技 術 之 基 礎

譯 著：陳嘉祥・陳清源・王良泉
邱紹成・翁世榮

發 行：中 華 民 國 鑄 造 學 會
理 事 長：齊 世 基
高 雄 市 高 楠 公 路 1001 號

編 輯：中華民國鑄造學會出版委員會

印 刷：佳興印刷局企業有限公司
高 雄 市 前 鎮 區 一 心 一 路 140 號
電 話：(07)7718363・7717867

中 華 民 國 七 十 年 十 一 月

砂心技術之基礎

目 錄

一、通 論	1
二、砂 心 砂	9
三、砂的分類	11
四、粘 結 劑	15
五、油砂系統	15
六、濕態強度添加物	18
七、烘 乾	19
八、砂心烘托板	21
九、CO ₂ 水玻璃系砂心	24
十、CO ₂ 造模法所用的砂	27
十一、黏結劑所需的百分比率	28
十二、爲清砂容易所加的添加劑	29
十三、抗拉強度	31
十四、二氧化硫 (SO ₂) 造模法	34
十五、自硬性矽酸鹽系統	36
十六、流動自硬性造模法	41
十七、鹼性 (A) 自硬性造模法	46
十八、水泥矽酸鹽砂法	49
十九、添加油的矽酸鈉系統	55
二十、常溫硬化的油系統	56
二十一、呋喃系統	58
二十二、鑄造技術	62
二十三、殼模砂心系統	65
二十四、熱砂心盒法	68
二十五、常溫砂心盒技術	70
二十六、砂心吹製系統	73
附錄 A 由於砂心而產生的缺陷	81
附錄 B 砂心砂之控制	82

砂 心 技 術 之 基 礎

通 論

(1)

鑄模通常是形成簡單鑄件的外觀形狀；但是若鑄件有內空穴時，鑄模需有特別的形式，這種特殊形狀，乃依照藍圖設計，造成鑄模內部的形式，我們稱它為砂心。

鑄造人員需設計_____，以形成鑄件內部的構造。

砂心

(2)

我們也可使用砂心來做出外觀較為複雜的鑄件。例如，若鑄件的剖斷面屬於清角 (undercut) 的話，此斷面便可使用砂心，如此模型可以從鑄模中拔出，且鑄模不會發生變形。

若鑄件的剖斷面是鬆件或其他複雜形式時，鑄造人員可以使用砂心來形成複雜鑄件的部份，同時模型亦可從鑄模中_____，鑄模也不致受到損害。

拔出

(3)

砂心除了可形成被金屬包圍的內空穴及複雜鑄件外部表面之外，有時候也用來強化或改善鑄模內外部之表面。

砂心另外的用途是可用來_____或_____鑄模內外部之表面。

強化、改善

(4)

砂心需留有通氣口，使氣體於澆注時能逸出模外。通氣口可於模子外表面插入或是直接從鑄模內延伸至表面。

欲使氣體能逸出模外，砂心需有_____，或在模子外表面插入抑或是直接從鑄模內延伸至表面。

通氣口

(5)

生產良好的鑄件，砂心需具備各種不同強度。首先，在製作時，砂心需有足夠的強度來維持它的形狀。

在製作時，砂心需有足夠的強度以維持它的_____。

形狀

(6)

砂心經過硬化後，需有足夠強度以抵抗澆注時金屬的熱效應。否則當模穴充滿金屬液時，砂心將會產生沖蝕或變形現象。

若砂心硬化後，強度不足時，於澆注金屬液時，砂心可能會產生_____或_____。

沖蝕、
變形

(7)

欲產生精確的鑄件，應盡量減少砂心的收縮與膨脹。

鑄件若要求有良好的尺寸精度，砂心的_____與_____應儘可能愈小愈好。

收縮、膨脹

(8)

砂心材料，不能含有太多的殘留氣體。因為氣體過多時，部份氣體將進入金屬內。

若砂心材料有高限的殘留氣體時，部份的氣體可能_____金屬內。

進入

(9)

過多的氣體亦會妨礙金屬澆注與凝固。鑄件欲有平滑的表面，金屬液與砂心接觸應當保持平穩。

砂心材料所形成的氣泡，將會損壞鑄件_____的表面。

平滑

(10)

雖然砂心需有足夠的強度，使其於澆注時能保持其形狀與尺寸。在金屬凝固後，砂心也應有良好的崩潰性。

金屬_____之後，砂心不能有太高的殘留強度，而導致不易清砂。

凝固

(11)

假若砂心強度過高，則鑄件將產生應變。

砂心強度太高的話，鑄件將產生_____。

應變

(12)

鑄件澆注後，砂心需有良好的崩潰性，使其清砂容易。

因為鑄造人員要求砂心於_____時容易除去，所以金屬澆注後砂心需

清砂

有良好的崩潰性。

(13)

鑄造人員可於砂心盒內將砂混合物壓縮造成砂心。

我們可將砂混合物於_____內壓縮做成砂心。

砂心盒

(14)

砂心盒是有特定的構造，它的空穴就像做好之砂心形狀。

鑄造人員做一個砂心盒，其空穴必須具有_____的形狀。

砂心

(15)

在前面我們已討論過砂心砂混合物，應具備各種性質，因此砂心砂混合物需有特別的配方。

除了使用砂心盒來製做砂心之外，有時爲了特殊性質，鑄造人員就得必須使用特別的配方_____。

砂

(16)

良好的砂心砂，首先需具備有濕態強度。

對於砂心砂而言，第一個必要性質是_____強度。

濕態

(17)

濕態強度之性質乃是它能提供成熟鑄砂於室溫下，當砂心成形作業完畢後，具有足夠的強度以支持本身；同時在砂心未硬化前這段期間應保持原狀，不致產生砂心下垂與變形。

濕態強度之性質乃是砂心成形之後，它有足夠的強度來支持自己，同時在未硬化前，能保持原狀，不會產生砂心_____與_____。

下垂、變形

(18)

爲了支持砂心，鑄造人員在製做砂心時常插入金屬棒或鐵絲。這些金屬支持物稱之爲砂心骨。

鑄造人員在製做砂心時常插入_____於砂心內，來支持砂心。

砂心骨

(19)

砂心骨是由鐵或鋼做成。它除了可支持濕模砂心之外，當鑄造人員在組合

大而複雜的模子時，便利於砂心的搬運。

(20)

砂心砂第二個性質是需有乾態強度與高溫強度。

良好的砂心砂必須具有_____強度與_____強度之性質。

乾態、高溫

(21)

乾態強度係砂心砂混合物加熱至 220 — 230 °F (105 — 110 °C) 再冷卻至室溫後所具有的強度。

乾態強度是將砂心砂加熱至_____然後冷卻至室溫後所具有的強度。

220 ~ 230 °F
(105 ~ 110 °C)

(22)

高溫強度是砂心於高溫下所具有的強度。

若砂心砂有適當的高溫強度，它於_____時，能維持其形狀與尺寸。

高溫

(23)

砂心砂混合物的硬化可藉著於爐內烘乾，或藉化學方法硬化。

欲使砂心砂混合物硬化，鑄造人員可於爐內_____，或以化學方法_____。

烘乾、硬化

(24)

硬化後的砂心需具有乾態強度，如此鑄造人員，便可搬運砂心。

乾砂強度與高溫強度，使砂心能承受熔融金屬的壓力。

砂心除了需有足夠的強度，以利搬運，同時其乾態強度及高溫強度於澆注時，使砂心能承受金屬液_____。

壓力

(25)

當金屬液與砂心砂接觸時，砂心中氣體的放出量不能太多，熔融金屬與砂心接觸時，砂心砂不可放出過多的_____。

氣體

(26)

某些金屬，對氣體是較其他金屬更易起反應。當決定砂心砂混合物時，鑄造人員需認清此點，因為部份金屬對氣體是比其他金屬更_____。

容易起反應

(27)

從砂心粘結劑，來去除氣體，需使用通氣度較鑄砂通氣度高的砂心砂。

砂心作業時，應使用通氣度較鑄砂通氣度_____ (較高 / 較低) 的砂心砂。

較高

(28)

鑄造人員也可於砂中安置各種人造通氣口，如蠟、鐵絲、孔穴、尼龍、聚苯乙烯及貫穿的金屬管。

欲使砂有人造通氣，可使用_____、_____、_____、
_____、_____或_____之通氣口。

蠟、鐵絲、孔穴、
尼龍、聚苯乙烯、
貫穿的金屬管

(29)

較大砂心，可用燒結焦炭使砂具有通氣性。

鑄造人員可用_____，使較大的砂心產生人造通氣口。

燒結焦炭

(30)

當砂心置有人造通氣口時，需有一排氣口，連接所有的通氣口至一排氣口，通常此排氣口是留在鑄模內的砂心頭。(砂心頭是砂心的凸出部份，用來使砂心固定於鑄模內，稍後，我們將討論到)

為了使氣體能逸出模外，可連接所有的通氣口至一_____，此部份通常是於模子的_____。

排氣口、
砂心頭

(31)

模子準備澆注時，通氣口必需連接至砂箱外，使氣體能逸出模外。

砂心頭部份所有的通氣口是連接至_____外，使氣體能排出模外。

砂箱

(32)

砂心砂第 4 個必要性質是崩潰性。使鑄件在溫度，壓力條件下，具有崩潰性質。

砂心砂混合物，使鑄件在受溫度、壓力條件下，具有崩潰的性質，我們稱之為_____。

崩潰性

(33)

金屬液澆注後，鑄件會迅速冷卻產生收縮。因此當鑄件冷卻產生收縮時，砂心必需有足夠的撓性。

(34)

若砂心無崩潰性，鑄件將產生破裂。

砂心強度太強的話，將導致鑄件_____。

破裂

(35)

鑄件凝固後，砂心必須容易清除。過多的砂心粘結劑，將使砂心清除費用提高。

站在經濟的觀點，砂心必須容易_____。

清除

(36)

在製造複雜鑄件，像含有水套箱之汽缸，或含有複雜部份的氣門，砂心之崩潰性或清砂性是特別的重要。

從事鑄造含有水套箱之汽缸或有複雜設計的氣門時，使用砂心時必須考慮到其_____性。

崩潰（或清砂）

(37)

鑄件若產生局部結砂時，清砂作業將會有嚴重的問題同時也會損害到鑄件，甚至使成為廢品。

嚴重的清砂問題，導致於鑄件產生_____。

局部結砂

(38)

鑄造人員安放砂心時需連接所有的人造通氣口至一排氣口。此排氣口通常設於砂心頭。砂心頭是用來使砂心固定於鑄模。

除了可使連接人造通氣口安置方便，_____可用來使砂心固定於鑄模上。

砂心頭

(39)

砂心頭是模型的延長部份，為了確認起見，塗有特別的顏色，砂心頭是模型本身的_____部份。

延長

(40)

依照鑄件的設計，鑄造人員可決定砂心頭的形式與種類。

砂心頭的形式與種類，決定於_____的設計。

鑄件

(41)

一些砂心頭是用來平衡鑄模內的砂心。

鑄造人員有時用砂心頭來平衡_____的砂心。

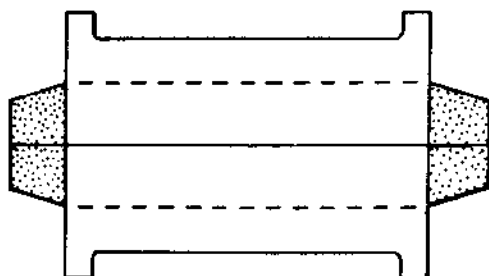
鑄模

(42)

其他的砂心頭是鑄模分模線的延伸，使得模型能夠從砂中起模。

若使用砂心頭以利拔模時，砂心頭需延伸至鑄模的_____。

分模線



(43)

砂心與砂心頭必需配合良好，若彼此無法精確的配合，部份的金屬液將會流入砂心與砂心頭間的空隙。

若砂心與砂心頭配合不好的話，_____將會流入砂心與砂心頭間的空隙。

金屬液

(44)

金屬液進入砂心與砂心頭間的空隙，將使砂心頭裡的氣體通氣口封閉。

砂心與砂心頭間若有任何空隙使熔融金屬進入的話，金屬液將使砂心頭的_____封閉。

氣體通氣口

(45)

金屬液進入砂心與砂心頭間之空隙，使得氣體通氣口阻塞，將導致鑄件形成氣孔。

因此在作業時，砂心與砂心頭必須配合良好以避免鑄件產生_____。	氣孔
(46) 讓我們簡單地來複習有關砂心技術的一些基本問題。	
若鑄件有內空穴或有清角的話，鑄造人員就得做_____來形成該部份。	砂心
(47) 砂心也可用來強化或改善鑄模的_____或_____表面。	內、外
(48) 澆注時爲了使氣體能逸出模外，於砂心內需留有_____。	通氣口
(49) 砂心需具有_____，使其在製做時能維持它的形狀，同時能抵抗金屬液的熱效應。	強度
(50) 砂心需有最小的_____與_____，如此當金屬冷卻，能維持其形狀。	收縮、膨脹
(51) 爲了避免過多的氣體進入金屬液成於金屬凝固時，形成攪動，因此砂心所用之材料須有低限的殘留_____。	氣體
(52) 相反地，一旦金屬已經凝固，砂心需具有_____性。	崩潰
(53) 鑄造人員於_____內，將砂混合物壓縮做成砂心。	砂心盒
(54) 砂混合物需有特別的配方，使具有下列諸性質：如_____與_____以便砂心能夠搬運及呈受熱金屬所產生的壓力。	濕態強度、 高溫強度
(55) 容許砂心搬運及抵抗熱金屬的壓力，砂心需具有_____和_____強度。	乾態、熱

(56)

_____的產生不能太多。

氣體

(57)

爲了控制氣體的產生，在造砂心時應選用較高_____的基砂。

通氣度

(58)

使用人造_____，以利去除砂心黏結劑中的氣體。

通氣口

(59)

鑄造人員連結所有的通氣口至一排氣口，通常將此排氣口設於_____。

砂心頭

(60)

砂心砂，第四個重要性質是_____，使鑄件於溫度、壓力下，易於清砂。

崩潰性

(61)

若砂心強度太高時，將使鑄件_____。

破裂

砂 心 砂

(62)

大部份用來製造砂心的砂是矽砂。它是由氧化矽所組成。

鑄造人員做砂心所使用的砂通常是_____。

矽砂

(63)

造砂心所使用的橄欖石砂，鎂砂及鉻砂。通常是由遠離工廠的地方運送而來。

(64)

從接近工廠而獲得砂，很明顯地看出是最經濟的。一般鑄造廠，大都使用矽砂。

由於_____可以容易獲得，故用於鑄造，它是最經濟的。

矽砂

(65)

砂的使用通常是決定於鑄造工廠所採用的方法與步驟。

(66)

鑄造用砂有濕砂與乾砂。若為乾砂的話，供應商可以使用加料車直接將砂吹入貯存漏斗內。

若購買已經乾燥過的砂，可以利用加料車將砂_____貯存漏斗內。

吹入

(67)

砂砂通常具有造砂心之必要性質。其中之一必要性質為耐火度。

造砂心之必要性質中，砂砂通常是具有_____的性質。

耐火度

(68)

耐火度是指抵抗熱的能力。

若砂能耐熱，便具有_____的性質。

耐火度

(69)

我們可由砂的化學分析，得知其耐火度性質為何。

鑄造人員，可藉著_____來判斷砂的耐火度。

化學分析

(70)

造砂心所用之高品質砂砂，其化學成分通常會有97 %以上的二氧化矽。

(71)

氧化矽除了以石英形式出現，亦有結合三氧化二鋁 (Al_2O_3)，氧化鎂 (MgO)，鹼金屬及鹽類而形成。

砂內之氧化矽能以_____形式，或結合其他化學物形式出現。

石英

(72)

粒度分佈是控制砂心砂第二個重要因素。

當砂的耐火度決定之後，鑄造人員需考慮到砂心砂的_____。

粒度分布

(73)

砂顆粒大小的範圍決定壓縮砂之透氣度。

選擇砂心砂具有一定範圍的顆粒大小，使壓縮砂能有最佳的_____。

透氣度

(74)

欲達到所需之乾態與濕態強度，粒度分佈將會影響到粘結劑之添加量。

按照砂的粒度為基準，鑄造人員可決定_____的添加量為若干，方能達到所需砂心的乾態與濕態強度。

粘結劑

(75)

砂顆粒愈小，達到所需強度所用添加劑的量也愈多。

當使用較小顆粒的砂心砂時，則需添加_____ (較多 / 較少) 的粘結劑。

較多

(76)

鑄件的表面光度是決定於砂顆粒大小與粒度分佈的範圍。

(77)

鑄造人員在決定砂的粒度分佈與顆粒大小時，首先應該考慮鑄件的形式。

砂的分類

(78)

砂是按照其形狀及來源來加以分類。

鑄造人員及砂製造者是按照砂的_____與_____而加以分類。

形狀、來源

(79)

理想砂的形狀是球狀。

(80)

呈球狀的砂其優點之一是它所需之粘結劑最少。

(81)

呈球狀的砂另外的優點是接觸表面積最完全。

接觸表面積最完全是使用_____砂來得到。

球狀

(82)

球狀砂第三個優點是具有最高的流動性。

於混合砂心砂時，球狀砂是有最高的_____。

流動性

(83)

流動性是指砂在最小的機械力下，流入並充滿砂心盒，產生最大的砂心密度。

(84)

選擇砂時，其顆粒分佈最好為三峯砂或四峯砂。

(85)

雖然砂是普遍使用於鑄造工業，但它有一嚴重的缺點：即當加熱時，其膨脹是很迅速的。

(86)

於溫度 573°C (1060°F) 時，砂的膨脹是非常迅速的。

(87)

捶砂太緊或粒度分布範圍太窄，於迅速加熱過程中，砂會產生破裂與變形。

(88)

於鑄造過程中，此種迅速加熱現象是必然的。

在生產_____，迅速加熱，導致砂產生破裂及變形是必然的現象。

鑄件

(89)

爲了克服此問題，鑄造人員經常於砂混合物內使用緩衝劑。

避免砂心於迅速加熱過程中發生破裂與變形，鑄造人員常使用到_____。

緩衝劑

(90)

一些可用來作為緩衝劑，如碳酸鈣及 (1 ~ 5 %) 氧化鐵。

鑄造人員有時使用_____與_____作為緩衝劑。

碳酸鈣、氧化鐵

(91)

當使用這些緩衝劑材料時，必須注意到一些不良性質如儲存時間較短等。

(92)

使用鎂英石、橄欖石及鉻砂便不會有砂嚴重的熱膨脹問題產生。

(93)

同時一般鎢英石，橄欖石及鎢砂其密度皆比砂砂來得高，顆粒大小也來得細。

(94)

由於這些砂其成本較高，並且需從非洲及斯干的那維亞輸入，儘管它們具有的優點甚多，但由於上述原因，在美國這種砂的使用是很有限的。

(95)

鑄造人員有時也結合其它的砂心砂使用。像在二氧化矽砂心砂，於特殊面上使用鎢砂。

(96)

因為鎢砂其熱傳導率較砂砂來得高，故金屬凝固速率較快。

(97)

迅速地冷卻，令增加金屬的密度。

由於金屬冷卻迅速很快，故使用鎢砂會增加金屬的_____。

密度

(98)

三氧化二鎢是鎢砂主要的成分；其二氧化矽的含量很低。

一般鎢砂其主要成分為 45.1 % 的_____。

二氧化二鎢

(99)

鎢砂中含量較低成分為 1.5 % 的_____。

二氧化矽

(100)

鎢砂中其他的組成物尚有 Fe_2O_3 ，氧化鐵， Al_2O_3 ， MgO ，等。

典型的鎢砂成分 (PH 值 7.3 ~ 9.5)					
成 分	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Cr_2O_3	Fe_2O_3
百分率	1.5	17.4	10.7	45.1	25.5

(101)

鎢砂除了具有穩定的物理性質，並且可防止金屬穿透。

鎢砂另外一項優點是可防止金屬_____。

穿透