

壳型铸造

斯别克德洛娃、黎琴斯基、基列耶夫著



机械工业出版社

壳 型 鑄 造

斯別克德洛娃、黎琴斯基、基列耶夫著

王光炎、施洪、朱明立合譯

金玉华校閱



机械工业出版社

1958

出 版 者 的 話

壳型鑄造是一种先进的鑄造方法，我国有不少工厂和研究单位已經試驗成功，有的已正式投入生产。我們除了应很好地总结国内經驗出版外，还須介紹一些国外經驗，特別是苏联的經驗。这本书概括地叙述了苏联有关工厂进行壳型鑄造試驗工作的情况，也介紹了他們的一些生产經驗。

本书叙述了壳型鑄造所用造型材料的性質，模具的設計准則与制造方法，壳型与壳芯的生产工艺规程，对設備的选择也作了介紹。

本书可供鑄造工程技術人員及高等工业学校鑄造专业的教师和学生参考。

苏联 С. И. Спекторова, А. М. Липинский, С. А. Киреев 著
‘Литье в оболочковые формы’ (Судпромгиз 1955 年第一版)

*

*

*

NO. 2178

1958 年 12 月 第一版 1958 年 12 月 第一版 第一次印刷

787×1092 $\frac{1}{32}$ 字数 85 千字 印張 4 $\frac{1}{8}$ 0,001—5,000 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号 定价(11) 0.71 元

目 录

序 言	6
緒 論	7
第一章 造型材料	10
一、砂子	10
二、粘結剂(树脂)	16
第二章 型砂的配制、性能及試驗	20
一、型砂的配制	20
二、型砂的性能和試驗方法	22
第三章 模型	27
一、模型材料	27
二、設計模型的原則	28
三、模板	32
四、頂杆	33
五、模板上的其他附件	38
六、模型在模板上的布置	41
七、模具的保存与使用	45
第四章 壳型鑄造的工艺	45
一、分型剂	45
二、复砂	47
三、燒結	51
四、壳型制造	52
五、壳型质量的檢驗	56

第五章 壳芯的制造	57
第六章 合型与浇注	61
第七章 模型-鑄造 工艺规程的編制	65
一、对零件工艺性的要求	65
二、鑄造 工艺规程的设计	69
三、浇冒口系統的选择	72
第八章 鑄件的质量	79
一、尺寸精确度	79
二、鑄件表面光洁度	82
三、机械性能	86
四、鑄件的密实度	86
五、鑄造缺陷	88
第九章 各种合金壳型鑄造的特点	90
一、鋁合金鑄件的壳型鑄造	90
二、銅合金鑄件的壳型鑄造	90
三、鉄鑄件的壳型鑄造	91
四、鋼鑄件的壳型鑄造	92
五、鎂合金鑄件的壳型鑄造	94
第十章 設備、生产机械化和生产組織	97
一、配制型砂用的設備	98
二、制壳型用的設備	100
1. 加热炉	101
2. 翻斗	103
3. 脫模合	103
三、制壳型用的裝置	106
1. 最簡單的裝置	106
2. MΦ-1型机械化裝置	109

3. 大批生产用的机械化装置.....	113
4. 大量生产用的自动化装置.....	116
四、制造型芯用的设备.....	119
五、合型、浇注和鑄件脫砂用的设备.....	119
六、壳型鑄造的生产組織.....	122
第十一章 技术經濟指标及对鑄件名目的选择.....	125
参考文献	132

序 言

广泛地交流生产經驗和宣传我国工业生产的先进方法以及国外技术的最新成就，是技术进步的必要条件之一。

近来，在鑄造生产的工艺方面已取得了巨大的成就，出现了許多新的工艺操作方法和提高劳动生产率以及改善鑄件质量的技术措施。

特別值得注意的是新的具有高生产效能的所謂壳型(介壳或外壳)鑄造法。

本书出版的目的是要向广大鑄造生产工作者介紹新鑄造法的工艺操作原理、設備及其发展前途。

編写本书时引用了作者在工厂所进行的試驗工作的成果，在运用新的鑄造方法方面所积累的生产經驗以及国内外刊物上所发表的总结数据。

作者深深感謝費多罗夫(И.Ф.Федоров)和坡里亚柯夫(Я.Г.Поляков)以及校閱者——技术科学副博士舒伯(И.Е.Шуб)在准备手稿付印时所給予的宝贵指示。

緒 論

現代鑄造工藝方面最重要的任務是尋求和運用一些能保證獲得精確和光潔的，機械加工余量和尺寸及重量公差都很小的鑄造方法。精密鑄件的取得可以大大地節約金屬和減少機械加工勞動量。

最近10~15年來，在鑄造生產中工藝過程的特點在於組織各種機械化的鑄造方法。其中的每一種方法當使用正確時，都產生重大的技術經濟效果。硬模鑄造、熔模鑄造、壓力鑄造及離心鑄造由於保證了高度勞動生產率以及使機械加工及清理工作減至最小程度，因此都獲得了廣泛的採用。

但是，這些方法中的每一種，往往對於某些零件具有優越性，而對於其他零件則未必合適。例如：熔模鑄造對於小而複雜、造型時要求數個分型面的鑄件來說是有利的，但是，對於大型厚重的而且並不複雜的鑄件來說，由於輔助材料昂貴及勞動量大往往是不經濟的。

在鑄造車間里，有很大數量的鑄件由於某種原因，不能改用前面列舉的任何一種機械化鑄造方法，這種零件在粘土砂型中鑄造時，機械加工余量很大。對於很多這類的鑄件來說，採用新的方法——殼型鑄造是有利的。用這種方法獲得的鑄件有較精確的尺寸（5~7級）和較高的表面光潔度（4~5級）。

殼型鑄造過程是這樣一種概念的實際體現，即用一壳体作為鑄型的結構基礎。在阿羅諾維奇^①教授的著作中，這一概

念得到了最充分而具体的闡明。

現代鑄造車間中大量周轉的造型材料造成鑄件成本上巨大的雜費開支，因此鑄造工作者的創造力早已指向如何盡量減少造型材料的問題，並且，研究工作表明：只幾公厘厚的表面一層鑄型才承受液體金屬的作用和直接參與鑄件的成型。

壳型鑄造法即製造一次用的薄壁鑄型，並于其中注入金屬。

鑄型材料是由人造熱固性樹脂和砂的混合物組成。樹脂賦予型砂的特性就在于能制得壁薄（4～10公厘）而光潔的抗拉強度達50公斤/平方公分的壳型與空腔型芯。

這一鑄造方法的程序可概括如下：將設有頂杆的單面模板在爐中加熱至 $220\sim 260^{\circ}\text{C}$ 。將加熱的模板噴以分型劑並放在砂斗上，將砂斗翻轉 180° ，使型砂蓋到加熱了的模型上，或直接自模型上方向下撒砂。模型在型砂復蓋下保持15～20秒鐘。砂斗重新翻轉 180° ，沒有粘附在模型上的型砂落回斗中。模板連同粘附在它上面的混樹脂砂一起放入爐中進行壳型燒結。利用頂杆從模板上取下燒結了的壳型。做好的半個壳型進行合型，夾固或填以石英砂或金屬丸作為填料。用普通方法進行澆注。金屬澆注後鑄型因樹脂燒盡而破壞，鑄件很容易地取出。

本法的基本用途在於代替普通粘土砂型鑄造，現列舉這種新鑄造法的優點：

1. 獲得較光潔平滑的表面；

● В. А. Аронович, Оболочка как основа конструкции литейной формы, журнал "Литейное производство" №5, 1951,

2. 提高鑄件的精密度；
3. 减少因夾渣而造成的廢品；
4. 可以获得断面較薄的優質鑄件；
5. 大大减少造型与型芯材料的消耗；
6. 使造型过程的机械化和自动化簡化而价廉。

与其他特种鑄造法相較，本书所介紹的方法也由于采用較簡單的造型用具以及在設備上与机械化上所費的基建投資不大而显得优越。

由国外技术文献中的数据可以看出：在国外这种鑄造方法已作为规模宏大的工业方法而加以采用了。

在苏联，壳型鑄造已成功地运用在一系列的运输机械制造、汽車拖拉机及造船工业中。广泛地交流生产經驗将促使这种新的先进的鑄造方法得到更快的发展与推广。

第一章 造型材料

一、砂 子

制造壳型及型芯所用的型砂，就成分来说，它与铸造生产中用的一般型砂和芯砂有显著的不同。

壳型铸造所用的型砂是一种干的松散体，是由砂子和人造热固性树脂混合而成；其中砂子是形成壳型的主要材料，树脂仅作粘剂用。因此，为了得到适用的壳型，因而得到优质的铸件，正确地选择砂子就具有特别重要的意义。

对于制造壳型所用型砂的要求，与对一般铸造生产中所用造型材料的要求有所不同。

大家知道，制造粘土砂型所用的型砂应该具有下列主要性能：耐火性、强度、可塑性、透气性和压溃性。

制造壳型所用砂子首先应具有流动性和耐火性，对于透气性的要求在这种场合下是次要的。

流动性就是型砂能很好地复盖模型，不须特别加以捣实即能填满模型及芯盒全部型腔的性能。流动性最好的是含少量粘土的干石英砂。水分、粘土和灰分会降低砂子的流动性。

砂子应具有耐火性，以免壳型在金属的高温作用下被烧熔。同时砂子也不应与金属和金属氧化物起化学作用。为了加速铸件金属的结晶，砂子最好能尽快地导出热量。

根据熔化金属的温度，可以采用耐火程度不同的砂子。如钢在温度 $1450\sim 1550^{\circ}\text{C}$ 下浇注，轻合金在 $700\sim 800^{\circ}\text{C}$ 下浇注。

很明显，对鋼鑄件來說，应采用耐火性最高的砂子；对輕合金鑄件來說，可以采用耐火性最低的砂子。

对于壳型鑄造所用砂子來說，选择适宜的粒度是最重要的要求之一。

我們知道，鑄件表面的光洁度决定于砂子的粒度，砂子愈細則鑄件表面愈光洁平滑。由于細砂的透气性低，因此在一般鑄造生产中不予采用。但制造壳型时就可以采用細砂，因为薄壁的鑄型在采用細砂时仍保証有足够的透气性。

根据上述对砂子的要求，我們来研究一下制造鑄型及型芯所用型砂(按ГОСТ2138-51)的分类。

根据二氧化硅及粘土含量，把型砂分成下列等級(表1)。

表 1 型砂中二氧化硅和粘土的含量
(ГОСТ2138-51)

砂子名称	砂子級別	粘土含量 (%, 按重量)	二氧化硅含量 (%, 按重量)
石 英 砂	1 K	2.0 以下	97.0
〃	2 K	2.0 〃	96.0
〃	3 K	2.0 〃	94.0
〃	4 K	2.0 〃	90.0
瘦 砂	T	自 2.0到10.0	—
半 肥 砂	II	自10.0到20.0	—
肥 砂	Ж	自20.0到30.0	—
最 肥 砂	ОЖ	自30.0到50.0	—

在 ГОСТ2138-51中規定，按照主要組成部分的顆粒大小，將型砂划分为下列各組(表2)。

ГОСТ2138-51所規定的篩子尺寸及牌号列于表3。

表 2 型砂的分組 (ГОСТ 2138-51)

砂子名称	組	留有大部分砂子的相隣篩子的篩号
粗 大 的	20/40	20— 30—40
很 大 的	30/50	30— 40—50
大 的	40/70	40— 50—70
中 等 的	50/100	50— 70—100
細 的	70/140	70—100—140
很 細 的	100/200	100—140—200
微 細 的	140/270	140—200—270
粉 状 的	200/270	200—270—砂盘

表 3 篩 號 及 尺 寸

篩 号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270
篩孔每边尺寸(公厘)	3.3	1.7	0.85	0.6	0.42	0.3	0.21	0.15	0.105	0.075	0.053

按照耐火性及粘土含量，壳型鑄造仅可采用 1 K、2K、3K、4K 級的石英砂。

由于对鑄件表面质量有更高的要求，就必须采用顆粒为 0.21~0.053 公厘的細砂。为了使普通型砂具有較高的透气性，砂子絕大部分(主要組成部分)应留在三层相隣的篩上。但对于壳型鑄造來說，这个要求并不必要。主要組成部分也可以留在第4~5层相隣的篩上。

为了确定砂子粒 度 对于壳型 质量及鑄件表面质量的影 响，以及为了选择砂子最适宜的粒 度，曾經用各种砂子配制的型砂进行了一系列的試驗。由于在工厂里沒有細石英砂，因

表 4 砂子的筛分组成

砂号	砂子的成分和名称	标准牌号	筛 上 留 量 %										
			12	20	40	50	70	100	140	200	270	砂盘	粘土
1	1 級噴砂清理机废砂	K70/200①	—	0.02	0.048	4.7	16.54	19.82	24.26	13.8	7.8	9.7	2.0
2	留别尔美砂	K50/100	—	—	1.8	29.8	52.6	13.5	1.1	—	—	—	—
3	留别尔美砂+10%石英粉	K50/100	—	—	1.6	26.8	47.2	12.1	1.3	2.1	3.6	3.2	1.9
4	白色河砂	K50/140①	—	1.5	17.26	30.8	24.36	13.1	5.0	1.80	1.1	—	0.98
5	2 級噴砂清理机废砂		0.8	1.8	4.8	4.3	4.5	5.9	7.4	8.7	8.3	34.3	19.3

① 砂子牌号根据相隣四层筛上的留量确定

此曾利用了噴砂清理机中积存的废砂。噴砂清理机所用的砂是K50/100号“留別尔茨”砂。

对各批废砂进行的試驗說明，采用1号砂(表4)可保証壳型强度最大，鑄件表面最为光洁。

以单一的留別尔茨砂(2号砂)配制的型砂可用来制作最坚固的壳型，但是鑄件的表面(特别是有色金属鑄件)却象在一般粘土砂型中鑄得的那样粗糙。采用这种砂子制得的鉄鑄件具有令人滿意的表面光洁度。于留別尔茨砂中加入10%石英粉(3号砂)，不仅不能改善鑄件表面的质量，而且显著地降低壳型的机械强度，壳型变得疏松而不紧实。

用4号砂可得到坚固的壳型，所得的鉄鑄件具有极为令人滿意的表面光洁度。这种砂用于鋁硅合金鑄件会使鑄件表面粗糙。采用粗砂会使型砂发生分层现象。

含有大量灰分(34%)的5号砂完全不适用。它所制得的壳型疏松而不坚固，并且在造型时发生分层现象。

試驗証明，砂子中灰分和粘土的含量不应超过3~5%。含有大量灰分和粘土的型砂其流动性和可塑性都很低。用这种型砂制出的壳型强度也非常低，并且在造型时会从模型上坍落。

表5所示砂子的化学分析說明：含二氧化硅較多的1号砂符合于ГОСТ2138-51的要求。

2号砂和3号砂的二氧化硅含量較低，就粒度及化学成分方面来看，这两种砂均不宜于制造壳型。

采用1号砂对于有色金属及鉄鑄件，以及对于重2公斤以下的小型鋼鑄件效果都很好。

根据試驗查明，对于壳型鑄造最适用的砂子是留于70、

表 5 砂子的化學成分

砂号	砂子名称	化 学 成 分 %					高温烘烧
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	后余量
1	1級噴砂清理机废砂	98.06	0.64	1.22	微量	微量	—
2	白色河砂	93.76	4.34	0.61	0.75	0.54	—
3	2級噴砂清理机废砂	91.68	3.49	1.51	1.55	微量	—

100、140、200号篩上的細砂。

粘土和灰分无疑是降低壳型强度及均匀度的有害成分。砂子最好尽可能均匀地留于上述的四层篩上。因此各种粒度不同的砂子加以混合比較恰当。

在壳型鑄造中，砂粒的形状没有什么重要意义，虽然有些学者介紹采用圓形砂，而又有些人主张采用圓棱角形砂。

1号砂是最适用的，且曾被用作主要的造型材料。但是采用这种砂只是暫时的措施，因为在鑄件产量迅速增长的情况下采用噴砂清理机的废砂作为主要造型材料是完全不可能的。此外，噴砂清理机已經为水力噴砂及噴丸清理装置所代替。

目前，已知有些产地的砂子在顆粒和化学成分方面近似1号砂。这些产地有：斯涅其列夫斯克(莫斯科省)，夏伯阳产区(古比雪夫省)，斯特列列茨产区(沃龙涅什省)。这些采砂场的工业开采暂时还没有組織起来。

根据莫斯科一些已掌握壳型鑄造的企业的經驗，使用莫斯科省干山谷采砂场的2K140/270砂子能收到良好的效果。

现在，最重要的问题是集中供应鑄造車間以符合于制造壳型工艺要求的已調配好的細石英砂。

二、粘結剂(树脂)

壳型鑄造中采用人造热固性树脂作为粘結剂。树脂的特性是当加热时逐漸軟化并形成一层粘而稳定的熔融物。树脂分为热熔性和热固性两类。热熔性树脂在加热时軟化。热固性树脂在加热时最初軟化，然后硬化成为不熔化、不溶解的状态而不再呈可逆轉变。

热固性树脂在低温时凝固得很慢。而当提高温度时凝固速度就激剧增长。如是，在温度 150°C 时，树脂凝固所需的时间以分計，而当温度为 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ 时，树脂凝固所需的时间則以秒計。

通常采用人造热固性的酚醛树脂和尿素-甲醛树脂制造壳型。树脂應該具有一系列的特性，即：耐热性，高速硬結，高温分解，尽可能小的发气能力和低微的毒性。

在試驗各种类型的树脂时，粉状白氏树脂显得最适合于制造壳型。粉状白氏树脂 (ГОСТ3552-47) 是由綫型酚醛树脂和烏洛托品混合而成的粉状物。

綫型树脂不同于热固性树脂(可熔酚醛树脂)，加热时它不硬結，不能轉变为不熔化、不溶解的状态。为了使这种树脂硬結，于其中加入烏洛托品即可。

根据輾碎的程度，粉状白氏树脂分成 A 和 B 两种牌号。

A 牌粉状白氏树脂过篩时，在篩孔每边淨空尺寸为 0.095 公厘的篩上其留量应不多于 2%；而 B 牌粉状白氏树脂过篩时，在篩孔每边淨空尺寸为 0.063 公厘的篩上其留量也不应