

石 仰 洲 編 著

壳型铸造经验



机械工业出版社

壳型鑄造經驗

石仰洲編著



机械工业出版社

1960

內 容 簡 介

本書詳細地介紹了壳型鑄造的工藝過程、造型材料及型板設計，概括了我國在壳型鑄造方面的研究成果和生產經驗，此外，還闡述了壳型鑄造產生廢品的原因及其防止方法，對壳型鑄造所用的設備也作了介紹。本書可供鑄工車間的工程技術人員參考。

NO. 3014

1960年2月第一版 1960年2月第一版第一次印刷
787×1092¹/₃₂ 字數 127 千字 印張 6 0,001— 3,250 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(11)1.05 元

目 次

第一章 总論	5
第一节 壳型鑄造的发展簡史	5
第二节 壳型鑄造的优越性	6
第三节 壳型鑄造的缺点	10
第二章 造型原材料	12
第一节 砂子	12
第二节 粘結剂——人造成树脂及其代用品	15
第三节 型砂和树脂的回收問題	24
第四节 催化劑——烏洛托品	25
第五节 潤滑剂	26
第六节 分型剂	27
第三章 壳型鑄造的工艺过程	33
第一节 树脂砂混合料的制备及其性能	33
第二节 制造壳型的工艺过程	45
第三节 制造壳芯的工艺过程	63
第四节 壳型的合型装配	73
第五节 澆注和落砂	79
第四章 壳型型板、芯盒的設計和制造	83
第一节 壳型鑄造零件的选择	83
第二节 壳型型板的設計和制造	92
第三节 壳芯芯盒的設計和制造	115
第四节 新旧型板和芯盒的处理方法	127
第五章 壳型鑄造的设备	130

第一节	原材料配制的设备	130
第二节	造型设备	131
第三节	造型工艺装备	142
第四节	壳型鑄造生产工段的布置情况	143
第六章	鑄件质量	146
第一节	壳型鑄造产生廢品的原因及其防止方法	146
第二节	金相組織及机械性能	154
第七章	壳型鑄造的經濟分析	158
第八章	壳型鑄造的新方法	161
附录 1	壳型鑄造用树脂的基本性能試驗規程	168
附录 2	壳型鑄造工艺守則草案(附工艺卡片)	180

第一章 总 論

第一节 壳型鑄造的发展簡史

壳型鑄造是一种精密鑄造的方法，也是利用化学硬化快速造型的一种方法。是在第二次世界大战期中，由德国人J. 克朗宁格 (J. Croning) 工程师发明的，并于1944年正式申請專利。战后，美国派往德国的技术代表团，把有关技术文件作为战利品带回美国，最初在海軍方面采用，以后正式公开，現在这个方法已在世界各国大量的推广，而且根据这种鑄造方法，又有很多的改进和发明，因此这种方法，虽然只有短短十几年历史，但已經成为一种成熟的鑄造工艺方法，而为鑄造工作者所承认。

目前苏联已有高度自动化的多工位壳型造型机問世，若干工厂也已經建立了壳型鑄造的机械化与自动化的生产綫。各民主国家和資本主义国家，也在繼續大力发展，并向建立高度自动化生产綫发展。

在我国，自1956年9月，由第一机械工业部机械制造与工艺科学研究院和清华大学等单位正式成立了壳型鑄造研究小組后，也大力对这项引人重視的鑄造新方法进行了試驗和研究。北京农业机械厂于1956年年底正式成立壳型鑄造生产試驗小組，并于1958年正式投入生产。

不管从国外或国内来看，壳型鑄造方法还是一个年青的鑄造方法，其发展历史只不过十几年，但在这短短的时间里，

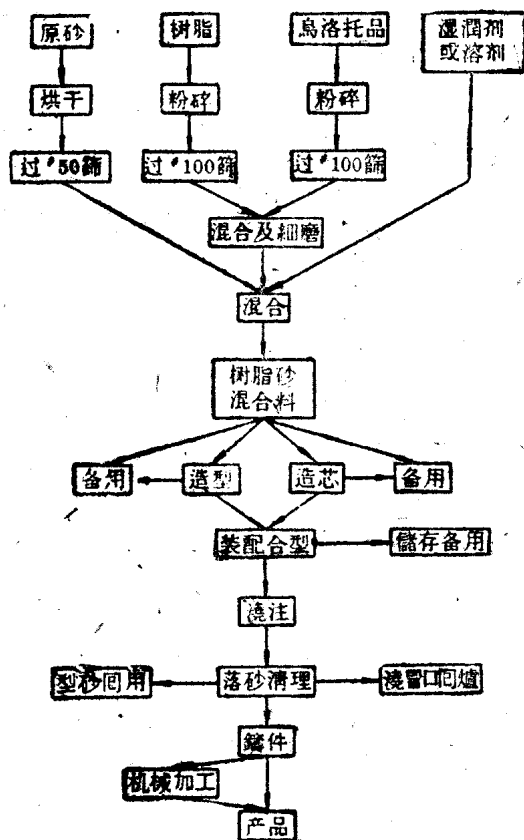


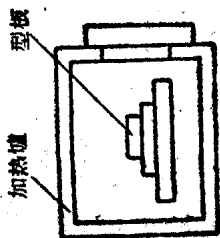
图1 壳型铸造工序路线图。

能够取得这么惊人的发展速度，这与壳型铸造方法本身所具有的优越性分不开的。

壳型铸造工艺的主要工序，如图1、2、3所示。

第二节 壳型铸造的优越性

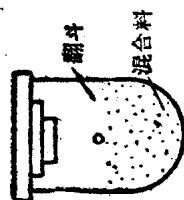
一、利用壳型铸造，能获得表面光洁和尺寸精确的精密



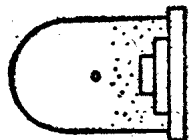
1 型板加热



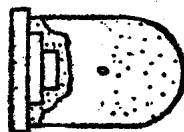
2 噴分型剂



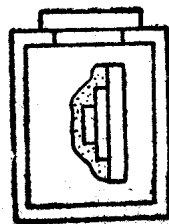
3 型板扣紧在翻斗上



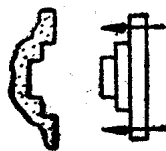
4 投砂結壳



5 复位



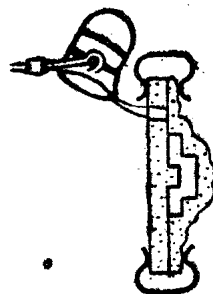
6 硬化



7 起壳



8 合型



9 澆注

图2 壳型鑄造法示意图。

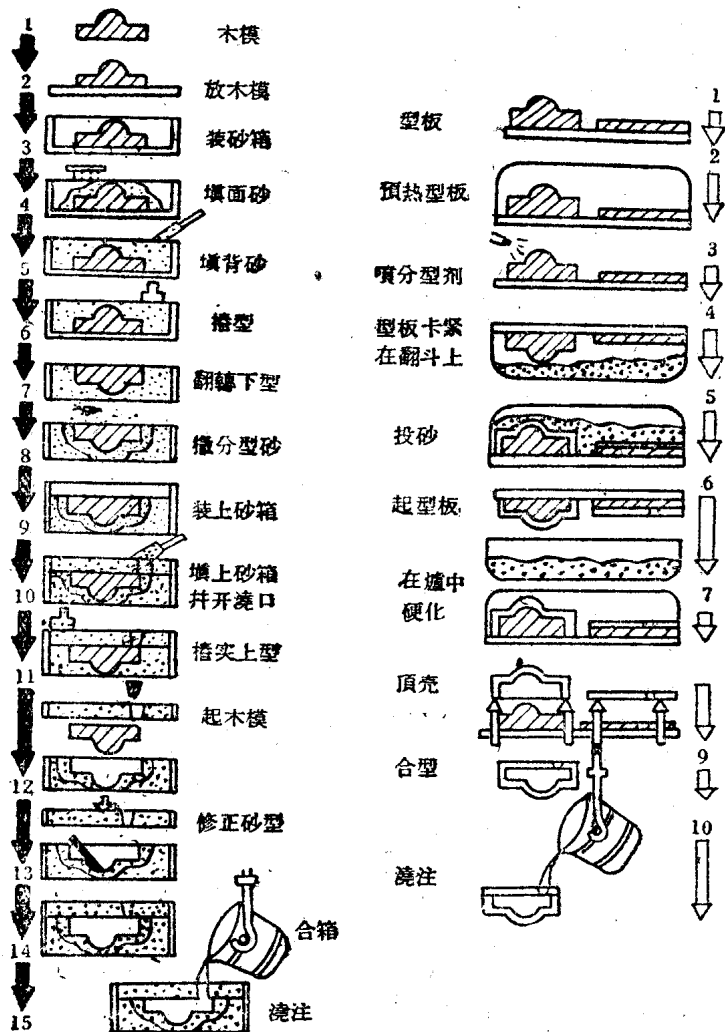


图3 壳型鑄造和砂型鑄造工序比較。

鑄件，一般能达到表面光洁度 $\nabla\nabla 4 \sim \nabla\nabla 5$ ，尺寸精度五級到四級的公差配合。

二、可以减少零件的部分机械加工，甚至全部代替零件的机械加工工序，因而可节约金属材料消耗，节省机械加工工时，缩短零件的制造周期，降低制造成本，一般机械加工余量，可减少60~80%。

三、完全可能用热加工方法来代替冷加工制造較低精度的机械零件，因而可以克服加工机床设备和技工不足的困难。

四、用砂量只等于普通砂型鑄造的10%~5%，因而大大减少了鑄工車間对型砂的混制、儲存、輸送以及再生处理等等繁杂的设备和劳动量，并可大大降低車間的运貨量。

五、操作技术簡單，容易掌握，不需高級技术工人，就能制出好的零件来，而且能在很短期間訓練出能够独立操作的新工人来。

六、劳动量只等于普通砂型的1/10，工人就可像在試驗室里干活一样，不用再蹲着干造型、篩砂、清理等等劳动量很大而不卫生的工作。工作地干淨卫生，扭轉了一向被认为鑄工翻砂是又髒又累的傳統看法，而轉入到文明的生产方式。

七、制出的壳型，儲存一年以上仍可澆注，而且非常輕便，可以作远距离的运输，直接供应外厂或外地的需要。

八、可以大大减少鑄造缺陷，廢品率可小于1%以下。

九、可澆1.5~2.0毫米薄壁的鑄件，特别是澆注薄壁灰鑄铁的鑄件，不会产生白口。

十、加工性良好，因为壳型具有好的絕热性，无激冷作用，澆出来的鑄件无硬皮，便于鑄造需要精密机械加工的（如

精車、精磨等)鑄件,特別對昂貴的硬質金屬,如磁鋼等等很難以進行機械加工的零件,採用殼型鑄造,對省去機械加工工序和節約昂貴的合金金屬,具有更大的意義。

十一、可以澆注任何鑄造合金,如鑄鐵、鑄鋼、有色合金鑄件等,並可以澆注几克重到三百公斤以上的鑄件。

十二、澆注溫度可比一般砂型鑄造的低 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$,澆注系統可減小 $10\sim 20\%$,可以大大提高成品率。

十三、落砂清理非常容易。大大地簡化和節省了清理工序的繁重勞動量和設備,並可減少由於清砂所造成的鑄件廢品,特別對消滅由於清砂所造成的鑄造職業病,更具有重大的意義。

十四、提高廠房面積的利用率,制成的殼型可以成批的堆疊存放在架子上。澆注可在任何平坦場所、任何時間進行。澆注後,可以馬上清理,再繼續在原有的場所進行澆注,大大提高廠房單位面積的生產率,解決造型面積不夠的困難。

十五、提高鑄件的機械性能,改善鑄件的金相組織。

十六、生產過程簡單,易于機械化和自動化作業。

十七、車間設備簡單,組織管理機構簡化。

第三節 殼型鑄造的缺點

殼型鑄造,雖然具有很多優點,但像所有新的生產工藝一樣,不可避免地還存在著一定的缺點,這些缺點,還需要我們再進一步加以克服和改進。

一、樹脂原料昂貴且供應較緊張,因此,就直接影響到殼型鑄造的推廣。目前北京農業機械廠為了解決這個問題,採取了以下的措施:

1. 寻找更多更合乎理想的树脂代用品，如杂酚、糠醛、糠醇、木质素等合成树脂，这些树脂价廉而供应量充裕，且性能又和酚醛树脂相似。

2. 在保证质量的条件下，尽量降低树脂的用量，加入部分树脂代用品，如木瀝青、煤瀝青等，以及采用壳型鑄造的新方法，新工艺，如复膜砂、吹压造型工艺等。

3. 土洋結合，根据我国的丰富資源，自己設法制造专用的壳型鑄造粘結剂，以避免供应上紧张。此外，应取得有关化工部門的重視和协助，解决树脂的供应問題。

二、型板模具制造加工要求高，工艺装备周期长，比砂型鑄造所用的装备要貴得多，因此应根据鑄造零件的具体要求，尽量采用較低精度的模具和适当降低对模型制造加工上的要求。

三、車間作业，需要有良好的通風装置，特別在造型和澆注地区，由于壳型在造型和澆注时，树脂分解放出部分苯酚和甲醛等有刺激性的气体，更需要有强力的通風装置。因此，就将增加車間的投資費用。为了适当降低設備的投資費用，可以采用簡易和标准的通風装置或利用車間原有的通風系統's潜力。

第二章 造型原材料

第一节 砂子

制造壳型所用的型砂与一般鑄造生产中所用的型砂有显著的不同，制造一般普通砂型所用的型砂应具有下列的基本性能：耐火性，强度，可塑性，透气性及压潰性。而壳型鑄造用的砂子，首先应具有流动性和耐火性。砂子的含泥量、細度、水份等这些因素也是决定得到完善壳型的关键之一。

对于壳型鑄造所用的型砂应具有的性能分別列于下：

一、含泥量 壳型鑄造用的砂子，含泥量愈少愈好，有些文献上說，壳型鑄造用砂，含泥量应小于0.5%，有的文献上說，应小于1.5%，有的介紹，应小于3%，甚至有的文献上說，只要小于5%，仍可应用。主張含泥量应该尽量减少的原因，是由于砂子中含泥量的增加，不仅会影响透气性、流动性，而且主要的是：含泥量过多，致使树脂粘結剂大量地消耗在泥土上，因而降低了树脂对砂子的粘結强度，制造壳型时，容易产生脫壳現象。根据国外文献报导，将1%粘土加入石英砂中，使壳型强度降低25%左右。北京农业机械厂所用的东北辽宁省双辽县的七顆砂，含泥量經多次試驗結果，均在1%以下，而且也曾作了洗泥砂和不洗泥砂的强度对比試驗，結果証明：用同量的树脂粘結剂，不洗泥砂的强度比洗过泥砂的混合料强度要低15%~20%左右，但因洗砂工序非常繁重，目前生产所用的都是不洗的砂。根据該厂的經驗和国内

試驗研究的結果，壳型鑄造用砂，含泥量在3~5%是可以应用的。

二、細度 合适的細度是壳型鑄造最关重要的用砂性能之一。砂粒愈細，所得鑄件的表面愈光，砂粒愈粗，則所得的鑄件表面也愈粗。对强度來說，用同样树脂含量所配的壳型混合料，砂粒愈粗，强度愈高，这是因为在同等的重量下，粗砂比細砂具有較小的表面积，包复这些表面积，只需較少的树脂；而且，砂粒愈粗，壳型的透气性也愈高，因为砂子的細度对透气性变化是較敏感的。因此在能够滿足鑄件的表面质量要求下，可以采用較粗粒的砂子，来获得高的强度、高的透气性和达到節約壳型树脂用量降低鑄造成本的目的。但目前由于对壳型鑄件的表面质量，提出了更高的要求，因此一般还是采用較細的砂粒，以获得較光洁的鑄件，而且由于壳型型壁很薄，利用較細的砂子，并不怎么严重地影响其透气性，北京农业机械厂現在生产所用的就是*70~*140的型砂，根据試驗研究的結果，最好采用平均細度在100号左右的砂子。

三、粒形 圓形的砂粒要比多角形砂粒的好，圓形的砂粒，具有最小的表面积，因此树脂消耗量最少。在同等树脂含量下，圓形砂粒要較多角形砂粒的混合料强度高，而且圓形砂粒比多角形砂粒更易紧实均匀，圓形砂粒的透气性也較多角形砂粒大。我国的七顆树河砂，砂形基本上是圓形的。但应该說明，粒形的影响，并不是很显著的，因此在缺乏圓形砂子的地区，次多角形或多角形砂，还是可以应用的。

四、粒度分布 合理的砂子粒度分布，也是得到完善鑄件的重要因素之一。粒度分布在3~5个相邻篩号，也就是說：粒度分布广些是有好处的，因为粒度分布广，能得到更

紧密的壳型表面,因而可以获得更光洁的铸件,而且粒度分布广,能够使壳型在573°C时,因为石英砂粒从 α 相过渡到 β 相所引起的突然膨胀而互相缓和,减少破裂应力的集中。粒度分布广对强度的影响不大。有人曾对粒度组成平均分布在四个筛号上的砂子作过试验,结果其强度还是有所提高。但砂子的粒度分布范围放宽时,透气性稍有降低。北京农业机械厂所采用的七颗树砂,大部分是集中在*70、*100、*140三个筛号上,如表1所示。

表1 七颗树砂的粒度分布

筛号	*30	*40	*50	*70	*100	*140	*200	*270	底盘
每个筛上的重量(克)	0.03	0.4	4.3	15.45	10.6	16.15	2.17	0.37	0.07
百分率(%)	0.06	0.8	8.6	30.9	21.2	32.3	4.34	0.74	0.14
主要成份	*70~140				平均细度			75.79	
含泥量(%)	0.82				均匀率			84.4%	
含水量(%)	0.08				细率			5.22%	

五、二氧化硅含量 二氧化硅(SiO_2)含量的多少,影响砂子耐火度的高低,按理论说,其含量应愈高愈好,现在看到的资料,都说壳型铸造用砂的二氧化硅含量需在97%以上,但现在用的七颗树砂,经过了多次化学分析的结果,二氧化硅只有80~90%,浇注出来的铸铁铸件质量,并不因为二氧化硅含量低而有所影响。因此,在实际生产中,采用二氧化硅含量在90%左右的砂子,还是可以获得满意结果的。

表2 七颗树砂的化学分析

SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO
80~90%	2~3%	8~12%	微量	微量

六、含水量 壳型鑄造都是要求干砂，一般含水量应小于 0.1%，过多的水份将破坏树脂和砂的粘結强度，并影响其流动性。我国所产的七顆树砂，只要将原砂經过了 105~110°C，保持 1 小时以上烘干時間，即可进行过篩使用。

七、杂质及表面清洁程度 型砂成份中的杂质，如氧化鋁 (Al_2O_3)、氧化鉄 (Fe_2O_3)、氧化鈣 (CaO)、氧化鎂 (MgO) 等等，含量愈少愈好。含氧化鉄的型砂色紅。氧化鋁含量过多，要妨碍型砂的透气性，氧化鈣和氧化鎂含量也不宜多，否則鑄件将易发生砂眼黑点的毛病。总之，在砂中的氧化物杂质，都会影响型砂的耐火性，并降低壳型的强度。表面愈清洁愈好，国内研究部門曾作过試驗：砂子經过了酸洗或高温焙燒处理后，由于砂粒表面洁淨，混合料的强度有不同程度的提高。

合理的壳型用砂除上述要求外，还应该考虑到砂子的供应来源和經濟的合理性。目前北京农业机械厂所采用的就是辽宁省双辽县郑家屯的七顆树砂，而不采用含二氧化硅 (SiO_2) 量高的石英砂，因为石英砂价格要比七顆树砂高出一二倍，而且大量供应也很困难。因此我們对壳型鑄造用砂，在了解和掌握了它的基本要求后，可以結合国内各地区砂源情况，在基本滿足細度和二氧化硅 (SiO_2) 的条件下选择出合用的砂子来。

第二节 粘結剂——人造合成树脂及其代用品

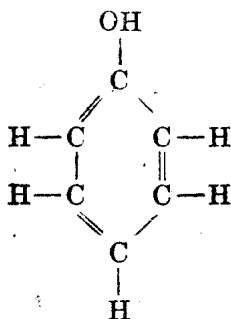
壳型鑄造較之普通砂型鑄造所以能具有很多的优越性，主要是由于采用了特殊的粘結剂。由此可見，对粘結剂的选择和适当的应用，将是决定壳型鑄造质量最关键的因素之一，

常常由于粘結剂选择和应用的不当而制不成壳型，或不能获得滿意的結果。因此，对壳型鑄造用的粘結剂——人造合成树脂及其代用品，是很有必要加以了解的。

一、人造树脂的合成及轉化 人造树脂是高分子化合物，种类很多，我們只就壳型鑄造应用得最为普遍的苯酚甲醛树脂来談一談它的合成和轉化。

所謂苯酚甲醛树脂者，系由苯酚和甲醛二种高分子物质在一定的触媒剂作用和一定的压力、溫度下人造合成的，俗称酚醛树脂。簡單介紹于下：

苯酚俗名叫石碳酸，是炼焦油的副产品，純粹的苯酚是由炼焦所得的苯合成的，分子式是 C_6H_5OH ，結構式是：



苯酚：系无色針状結晶固体，熔点 $38.5 \sim 40.2^\circ C$ ，沸点 $182^\circ C$ ，比重 1.066，能溶于水，有特殊的气味。

甲醛：它的水溶液俗名叫福尔馬林，分子式是 CH_2O ，結構式是：

