

铸造生产 工艺規程的设计

魯西揚、巴拉諾夫、郭洛瓦諾夫、
索柯洛夫、里伯曼、埃里楚芬^著



机械工業出版社

鑄造生产工艺規程的設計

魯西揚、巴拉諾夫、郭洛瓦諾夫、
索柯洛夫、里伯曼、埃里楚芬^著

張忠瑩、龔倫舜譯



机械工業出版社

1958

出版者的話

本書系統地闡述了重型机械制造厂鑄工車間鑄造工艺規程設計的步驟与方法。在編制技术文件方面，介紹了經過實踐所驗證的定額数据及必要的參考資料。对于鋼鑄件，鉄鑄件和一些有色金屬鑄件怎样合理地將工艺規程貫徹下去，也做了說明。

本書可供鑄造專業的工程技術人員參考；对高等專業學校的師生也有用處。

苏联 С. В. Руссиян, И. А. Баранов, Н. Н. Голованов, А. Н. Соколов, С. Е. Либман, С. А. Эльцуфин 著 'Проектирование технологических процессов литейного производства'
(МАШГИЗ 1951 年第一版)

*

*

*

NO. 1705

1958 年 6 月第一版 1958 年 6 月第一版第一次印刷
850×1168 $1/32$ 字数 245 千字 印張 $9\frac{9}{16}$ 插頁 2 0,001—3,000 册
机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 1.80 元

目 次

原序	5
第一章 鑄件生产法的分类	7
第二章 編制造模工艺說明	14
1 鑄造零件与鑄件圖紙上的說明	14
2 制造全套模样的技术条件	33
第三章 鑄件制造工艺規程的編制	40
3 工艺文件	40
4 工艺規程的編制程序	45
第四章 澆注系統	69
5 澆注系統的結構	69
6 澆注系統的計算	84
第五章 冒口	111
7 冒口在鑄件上的配置	111
8 冒口的形狀	115
9 值得推荐的決定普通冒口尺寸的方法	119
10 普通冒口的其它計算方法	128
11 易割冒口	132
12 气彈冒口	144
13 压縮空气冒口	162
14 气彈冒口与压縮空气冒口的效力及应用实例	164
第六章 鑄鉄件用的冷鉄	173
15 內冷鉄	173
16 外冷鉄	176
17 鑄造零件的正确設計举例	181
第七章 造型混料、造芯混料、塗料及漿	189
18 造型混料的成分与配制	189
19 造芯混料的成分与配制	194

20 造型与造芯用的特殊混料.....	201
21 保护、修理与粘合用的混料.....	205
22 造型混料用的原材料.....	208
第八章 配料与熔炼	221
23 鑄鋼.....	221
24 鑄鉄.....	240
25 有色金屬合金.....	252
第九章 鑄件的清理与热处理	265
26 清理工序.....	265
27 清理方法.....	269
28 热处理.....	271
29 缺陷的修补法.....	275
30 試驗与驗收.....	276
附录 I、II、III	278

原 序

正确設計的工艺規程，是鑄造生产方面获得高的質量指标与数量指标的主要前提。但是，关于鑄造生产工艺規程的設計方面，还没有一套具有同一样来源的系統的和集中的参考資料，因此使得工艺师的工作非常困难。重型机器制造工業部（MTM）的許多厂在这个問題方面，根据我們所熟悉的情况指出，在設計工艺規程时，常常使用不完善的定額数据，在制定工艺規程时往往只是根据工艺师个人的經驗。在許多情况下，工厂的工艺文件的形式極不一致，而且內容常常是不够完整的。这样便很坏地影响到鑄件的質量，并妨碍了在鑄工車間建立一套必要的工艺制度。

在这本書中，作者企圖編輯出一套系統化的参考資料，反映出国内（指苏联）各工厂（其中包括重型机器制造工業部所屬各厂在內）在設計鑄造生产工艺規程方面的优良經驗。类似这样的参考資料的主要任务，就是介紹綜合性的和在实践中驗證过的定額数据，来帮助鑄工車間的工艺师們解决有关工艺規程的設計問題。关于解决設計过程中会遇到的一些組織性的問題，在本書中也作了許多說明。

为了符合所提出的任务，本書中的材料就根据工艺規程的制定程序来編排。

本書为篇幅所限，未能把全部可用的苏联国家标准（ГОСТ）都刊載进去。不得已，只能把最必要的一些数据刊載进去。对于車間內的某些工段，如熔化工段及型砂处理工段，同样也因篇幅的关系，在本書中也只介紹了主要的工艺資料，在适用于該車間的現行生产条件下，这些資料在編制工艺規程时就一定会反映出来。

这本参考資料的出版，在內容方面虽然不能要求詳尽闡述，但

作者們認為不僅能幫助工藝師解決一些有關工藝規程設計的問題，而且還能將工藝文件的格式加以劃一。這樣，可促使鑄工車間的工藝制度與產品質量提高到應有的水平。

應該指出：本書所介紹的資料，主要是供重型機器製造工業部所屬工廠的鑄工車間參考之用，但在許多情況下，同樣也對其他工業部門的工廠有用。

本書各章的作者如下：第一章——巴拉諾夫（И. А. Баранов）；第二、三及四章——魯西揚（С. В. Руссиян）；第五、六章——郭洛瓦諾夫（Н. Н. Голованов）；第七章——里伯曼（С. Е. Либман）和魯西揚；第八章的 23 節——索柯洛夫（А. Н. Соколов），第 24 節——巴拉諾夫，第 25 節——埃里楚芬（С. А. Эльцуфин）和巴拉諾夫；第九章——索柯洛夫。

作者

第一章 鑄件生产法的分类

設計工艺規程的主要目的，就是要在現行的各种鑄件生产法中，選擇一种最合理的鑄造方法，以保証使生产具有較高的技术經濟指标，并使鑄件具有必要的使用性能。

在很多情况下，机械加工車間因减少加工工作量，或者改变机械加工性質所获得的經濟效果，或者由于增加零件的使用寿命所获得的經濟效果，会超过鑄工車間所付出附加代价的好几倍。因此，仅从鑄造生产的观点出發來選擇鑄件生产法是不太有利的。

水輪机輪叶鑄件的生产可以作为例子。假如將这种鑄件按一般規定而具有机械加工裕量的話，那么水輪机輪叶的鑄坯从鑄造的观点来看，不会有任何困难，而且生产成本低廉。但是由于水輪机輪叶的鑄坯在以后的机械加工中工作量很大，而且很复杂，故不得不另找別的更經濟的制造水輪机輪叶的工艺規程。結果，最合理的方法是精密鑄造法，虽然一只輪叶的鑄坯成本要貴14倍，但由于最少的加工裕量和严格的尺寸誤差，因而大大地减少了复杂的机械加工的工作量，所以使这个方法較為合理。

合理的選擇鑄件生产法是一个复杂的问题，要解决这个问题，鑄工工艺师就必须与冷加工工艺师、設計師以及其他参加生产与使用该鑄件的專家們紧密配合。工艺师不仅要指靠于車間中現有的生产条件，而且还应尽可能地爭取运用新的較完善的工艺規程。因为車間中現有的生产条件可能落后于先进的生产方法。

在選擇鑄件的生产方法时，必須遵照下列能表明其制造合理性的主要原則：

1. 要鑄件質量优良，廢品率最小；
2. 保証鑄件具有必要的使用性能；

3. 尽量利用現有的生产設備与輔助設備；
4. 在执行工艺規程时, 对生产工人与輔助工人的技术熟練程度的要求要簡單；
5. 减少机械加工裕量, 或者完全不要加工裕量；
6. 要使所需的裝备費用低廉；
7. 要創造合乎安全規程和衛生条例的有利劳动条件；
8. 要節約主要材料、輔助材料、电力及燃料的消費；
9. 要从每一平方公尺的生产面积上增大合格鑄件的产量；
10. 要保証鑄件的工艺性, 使以后的加工方便。

目前, 鑄件生产大多采用下列的主要方法, 其应用范围如表 1 所示。

表 1 鑄件的各种生产法的应用范围

鑄件的主要生产法	应 用 范 围
在砂型中鑄造: a) 手工造型 6) 机器造型 B) 抛砂机造型	各种不同大小、重量与形状的任何合金鑄件的單件生产与小批生产 各种不同大小与重量的任何合金鑄件的大量生产与成批生产 大小与重量为中等鑄件与大型鑄件的任何性質的生产
在永久型中鑄造	各种形状簡單与中等复杂的, 重量与大小为小型与中型的任何合金鑄件的大量生产与成批生产
离心鑄造	以迴轉体为主, 各种不同重量的小型及中型的任何合金鑄件的單件, 成批及大量生产
精密鑄造	当用普通方法鑄造时, 机械加工复杂及材料难以机械加工鑄件的成批与大量生产
压 鑄	不同形状的小型与中型有色合金鑄件的大批与大量生产

以下將說明研究鑄件生产的主要方法的一些方案問題及各个方法的簡要特性。

手工造型 在選擇手工造型时, 必須解决一些附屬問題:

1. 造型是否用木模、金屬模及木模底板，还是用刮板；
2. 在砂箱中造型或在地坑中造型；
3. 在湿型中或在干型中澆注；
4. 只用造型混料造型或同时也用砌磚造型。

在砂箱中造型显然要比在地坑中造型优越。在这种情形下捣实造型混料比較方便，鑄型可以得到均匀的紧实度，因此可以改善鑄件的質量，同时还可减少捣实与修型工作的劳动量。例如一个滑輪在地坑中造型时，捣实与修型的时间要比在对箱中造型多40%。此外，在烘干地坑造型的鑄型时，需要进行与就地烘干鑄型有关的特殊操作。

地坑造型，只有在單件生产与小批生产大型鑄件时，才建議采用，假設这种鑄件需要面积大于10平方公尺以上的笨重砂箱。

砌磚造型，一般是在大型鑄件的重量超过15吨时才采用。由于砌磚造型比較坚固，故也常常用于造半永久性的鑄型。用磚砌成鑄型，并在鑄型的外表塗上坚固的耐火造型塗料，这种鑄型可以澆注到十个鑄件而不需要大修。半永久性的鑄型适用于形狀簡單的鑄件，其中主要的是具有旋轉体的鑄件，这类鑄件一般是用刮板来造型的。

在解决采用湿型或干型澆注的問題时，必須要遵照該鑄件的技术要求，以及它的尺寸与重量。如果对鑄件有特別的要求，例如需要承受高液压或高压的鑄件，加工面或非加工面需要特別光潔的鑄件，或按其尺寸与重量来講是属于大型或中型一类的鑄件，采用干型澆注是合理的。應該注意的是，用干型澆注鑄件的成本頗高。在大量与大批生产中，以前用干型澆注的、尺寸与重量为中型的鑄件，現在已能順利地用湿型代替，而鑄件的質量却并未降低。

可以这样說，只有在單件或小批生产中中型或大型而且特別重要与复杂的鑄件时，采用干型澆注才認為是恰当的。

在許多情況下小鑄件用手工造型时，大多利用金屬模，或在模底板上安置模型。只有在該种鑄件的生产是成批性的，而車間內完

全沒有造型机时，采用这些造型法才算合理。

根据技术經濟計算，并根据以下的主要因素，来考虑利用刮板造型的合理性：1）刮板造型比模样造型的劳动生产率低；2）代替模样的刮板制造費用低。

一般說来，在單件或小批生产中，尺寸为大型或中型的鑄件，而鑄件的形狀主要是迴轉体的，采用刮板造型法是合算的。

机器造型 机器造型可以大大地提高造型工的生产率，并能改善鑄件的質量。在重型机器制造工業部所屬的工厂中，为了扩大机器造型的应用范围，單件或小批的鑄造生产推荐采用所謂坐标模底板、木制托板、水泥模底板以及类似这些价廉而調換迅速的配备（詳見第二章）。在这种情形下，單件生产或小批生产小型或中型的鑄件，采用机器造型才能完全合算。

抛砂机造型 抛砂机造型对于中型或大型的鑄件，不論在何种生产性質下都是合适的，因此抛砂机造型补充了机器造型的应用范围。

在抛砂机造型时依鑄件的数量为轉移，可以采用木模，也可采用金屬模。

永久型鑄造 应用永久型可以减少造型材料的消耗量70~90%，当完全不需要有技术水平高的造型工的情况下，即使机械化程度不大时也可提高劳动生产率2~3倍。鑄件的銼边与清理的工作量，以及机械加工的工作量，都可大大地减少。这个生产方法的附帶优点，就是大大地提高了每一平方公尺造型面积的产量。

由永久型澆注出的鑄件，其机械性能被改善了，因为所获得的金屬組織比較細致，紧密。

在选用永久型澆注鑄件的名目时，应考虑到下述情况。

鑄鋼件的壁厚对于小型鑄件不应薄于5公厘，对于中型鑄件不应薄于10公厘。永久鑄鉄型用于澆鋼鑄件时，其寿命極短。例如，按重量來說小型鑄件只能澆到600~700件，如果制造一个完全机械加

工过的永久型則不太合算。所以在這種情況下，建議採用金屬型，其工作表面是直接澆注出的，只有在偶合的平面上進行機械加工（刨平）。

鑄鐵件的壁厚對於小型鑄件不應薄於 4 公厘，對於中型鑄件不應薄於 6 公厘。為了要避免鑄件發生白口，可採用下列方法：選擇適當的金屬化學成分，在金屬型表面塗上特殊的塗料，澆出後加以退火等。鑄件如果很長，形狀又很複雜，那就不應採用金屬型澆注。

青銅鑄件的壁厚對於小型鑄件不應薄於 3 公厘，對於中型鑄件不應薄於 6 公厘；對於小型的鋁鑄件，其最小壁厚可達 1.5 公厘。

金屬型具有高度的耐久性，特別是用以澆注鋁鑄件時，即使金屬型是完全由機械加工製造的，在大量生產與大批生產中也是合算的。由於機械加工所付出的費用可以完全獲得補償，例如澆注鋁鑄件時，一個金屬型的耐久性可澆到數千件之多。在許多情形中，利用完全機械加工過的金屬型澆注，即使在小批生產時也是合理的。例如，從鑄造生產的立場上來看，雖然這個方法在小批生產中是不合算的，但是由於鑄件的內表面或外表面可以免去或減少機械加工，迫使這些鑄件不得不在永久型中澆注。

离心鑄造 這個方法允許：

1. 提高鑄件的機械性能；
2. 減少冒口並增加鑄件的成品率；
3. 減少鑄件外表面的機械加工裕量；
4. 不用中心泥芯也能鑄造出（中空的）迴轉體的鑄件，並可提高每一平方公尺生產面積的單位產量。

如套筒、管子之類的迴轉體的鑄件，推薦採用繞水平軸旋轉的离心鑄造機來澆注，鑄型可用砂型，也可用金屬型。用金屬型澆注鑄鐵套管與襯套，直徑可以達到 400 公厘，只要用特殊的方法（在金屬型的內表面復以粒狀材料或特殊的液體塗料），即可避免鑄鐵發

生白口，澆出后不必进行退火也能进行机械加工。直径比较大的套筒最好还是用耐火材料的鑄型澆注，鑄型安在輓子式的离心鑄造机上。在这种情况下，套筒即使具有异形的外表面也可以順利地鑄出。

繞垂直軸旋轉的离心鑄造机，适用于澆注像滑輪及齒輪这一类的鑄件，也可用在具有任何复杂外形而用离心作用法澆注的异形鑄件。可以在砂型中进行澆注，也可以在金屬型中进行澆注。

这个方法同时也可以有成效地用以澆注双層金屬的套筒。

精密鑄造 用精密鑄造法生产的鑄件，由于尺寸受到限制，这是精密鑄造生产法在重型机械制造厂中应用范围比較狹窄的一个先决条件。

精密鑄造生产法，可使鑄件获得清潔而光滑的表面，鑄鋼件的壁厚可到0.5公厘，公差可达到3級及4級精度，这样就可减少或完全免去机械加工。

精密鑄造法是制得由难以机械加工的合金制成零件的唯一方法。

因为考虑到精密鑄造方法成本太高，故某些可以用冲压法、压铸法以及其他生产量高的方法来制造的零件，其中包括机械加工在内，如果机械加工方便时，就不应采用这个方法。

在重型机械制造工業部所屬的工厂中，用高合金鋼澆注水輪机輪叶的鑄件，乃是合理应用精密鑄造法的一个例子。

压铸 可以用压铸法鑄造的鑄件，其尺寸可大到 $600 \times 400 \times 300$ 公厘，鋁合金鑄件的重量可达6公斤，銅合金的可达10~12公斤。根据所采用的合金不同，鑄件最适宜的壁厚在1.5~6公厘的范围内变化。增加壁厚会显著地引起疏松現象的增加，但是壁厚减小时鑄型又澆不滿(缺肉)。外形复杂而具有細孔与小凹穴的工件，以前在制造时要經過非常复杂而困难的机械加工，現在已可以用压铸法很順利的制造出来，几乎完全可以省去机械加工。

用低强度的鋁合金或鋅合金澆注的鑄件，在澆注時加入鑄筋可以將鑄件的個別部分的強度加強，同時在鑄件內部可以獲得曲綫形的空腔，因此大大地擴展了壓鑄法的应用範圍。當金屬型制造得很細致時，則壓鑄鑄件表面的光潔度，可達到相當于用刀具加工出來的精加工，尺寸的精確度可達到四級，甚至三級。用壓鑄法澆注的鑄件，其複雜的機械加工工作量將大為減少，有時只須留有至0.6公厘的加工裕量，以便加以精磨。在許多情形下機械加工甚至可以完全省略。

用壓鑄法制造出來的鑄件，其機械強度較高，因而可以減輕機件的重量。

壓鑄法的生產率遠遠地超過了現有的其他各種鑄造生產法的生產率。

在重型機械制造廠中，壓鑄法的应用很受到限制，因為沒有大量與大批的鑄件生產。

在本書的以下數章中，將介紹重型機械制造廠在典型的單件生產或大批生產的條件下，用手工造型與機器造型的鑄造方法的一些重要說明。

第二章 編制造模工艺說明

1 鑄造零件与鑄件圖紙上的說明

編制鑄件生产工艺規程的第一步，就是在鑄件的复制圖上画出模樣車間●用的工艺說明，模樣工即遵循这个工艺說明来制造模樣，以后技术檢驗科（OTK）的驗收工也根据这个工艺說明来驗收做好的模樣。

在鑄造零件的复制圖上画制工艺說明时，必須解决鑄件制造工艺的主要問題，因为这个制造工艺就成为以后詳細拟訂工艺規程与設計必要工具的原始資料了。

編制鑄造工艺这个阶段是最复杂也是最重要的阶段，應該由技术熟練的鑄造工艺师来完成这个任务。

开始編制鑄件的鑄造工艺时，在鑄造件的复制圖上画制工艺說明之先，工艺师應該充分地熟悉鑄件驗收的技术条件，詳細研究圖紙，并从适应于鑄造工艺要求的观点出發，批判地研究鑄造件之構造的工艺性。

这时，不仅应保証鑄件具有要求的質量，同时还要成本低，机械加工的耗費少。

第一張复制圖称为底圖，在底圖上画制工艺說明應該用顏色鉛笔并遵照慣用符号来繪制，这些慣用符号的应用示例及表冊如圖1、2及3所示。

当在另外的复制圖上重繪工艺說明时，應該用顏色墨水来画，一式三分：一分給模樣車間；一分給造型工段；一分給鑄工車間的技术檢驗科。由工艺师用顏色鉛笔画出的基本打样圖（底圖），保存在

● 在單件生产或大批生产的情况下，指手工造型而言。

工艺科的档案中备作查考。

由工艺师画在鑄造零件圖紙上的工艺說明，必須包含下列几个項目。

模样与鑄型的分型面 模样的分型面应按照鑄型分型面，在零件圖的各个視圖上用較粗的藍綫示出（圖1）。

在确定模样与鑄型的分型面时，首先應該遵循造型方便的原則，选择的工艺方案要保證用最少的活动模件而無阻擋地把模样从鑄型內取出。

在許多复杂的情况下，由于鑄造零件構造特性的限制，不可避免地要在模样上用許多活动模件，以便在模样上形成显著的凸起部分，为了簡化造型，类似的活动模件应尽可能以芯头可拉出的泥芯代替。如活动模件位于鑄型中难以取出的地方，同样也可应用泥芯来代替。

可能也有例外，尤其是在單件生产的情况下，讓造型工作复杂比制造泥芯盒与泥芯要合算。不过，在这种情况下應該考虑到有否技术熟練的造型工。

从工艺观点上来看可能还有类似的例外，为了保證合理地安放冒口或澆口，使造型复杂也是合理的。

鑄件在澆注时的位置 鑄件在澆注时的位置用箭号在模样分型綫上标出，并注上“上面”与“下面”等字样（圖1）。

当鑄型的分型面与模样的分型面不一致时，或当模样沒有分型面时，則应特別在所有的視圖上画出帶箭号的鑄型分型綫，并写出“上面”及“下面”等字样。

在决定鑄件的澆注位置时，首先應該保證使鑄件获得質量优良的表面，例如要經机械加工的重要表面必須安置在下面，或者安置在垂直面上。

此外，我們應該考虑到鑄件肥厚部分的可靠补縮的情况，特別是鋼鑄件与有色金屬鑄件，应照例將鑄件最肥厚的部分安放在方便

的地位，以便利用它的上面的冒口进行补縮。

有时在鑄件上个別肥厚的部分，还必須用边冒口进行补縮。

但是在任何情况下，应该与冷鉄相配合而适当地安置冒口，以保证使鑄件按順序凝固，而不考虑因此而使造型具有不可避免的复杂。

在这种情况下，澆注系統的正确結構与內澆口之配置位置的正确选择，便成为重要的因素；因为鑄件在澆注时的位置也是由此来决定的，但是这样常常使造型不方便（第4章）。因此在所有的情况下，在决定鑄型的分型面与鑄件的位置时，应该以造型方便为原则；在这个条件下極端重要的，是使这个因素务必与保证鑄件之可靠补縮以及鑄型之合理澆注的可能性相配合。

活动模件 活动模件与模样的分离綫，在鑄造零件圖上用黃鉛笔画出，并按箭头的方向写出OЧМ№……等字样●（圖3）。

正如上面所說的一样，在模样上有了活动模件后就会显著地使造型工作复杂化。

在应用机器造型的情况下，照例是將所有的活动模件都用芯头可拉出的泥芯来代替。

机械加工裕量 在加工符号的上面注出数字，以表示加工裕量的大小，然后再用紅鉛笔按照比例，沿着加工边界画出斜陰影綫，又在零件的剖面圖上画出零件本“体”的斜陰影綫（圖1）。

鑄鉄件机械加工裕量的大小，应根据ГОСТ 1855-45（表2及表3）来确定。

在确定連接孔的加工裕量时，应采用表3的数据。

在表2及表3中所列的数据是鑄件的下表面或側表面的加工裕量。

第二类鑄件之上表面的加工裕量，应采用随后第三类的加工裕量。

第三类鑄件之上表面的加工裕量，在ГОСТ中沒有規定出来，

● ОЧМ为 Объемные части Модели 的縮写，意即活动模件。——譯者