

专业技术学习资料



真空压铸

真空压铸短技班編



国防工业出版社

序

压力鑄造是在我国解放后才开始采用的一项新工艺。随着我国工业的迅速发展，普通压鑄已不能滿足生产的需要。为了提高压鑄件质量，我国压鑄工程技术人员和工人，本着自力更生、奋发图强的精神，在充分利用现有設備的基础上，开展了真空压鑄的研究試驗工作。目前，一些工厂已将此项工艺稳定地用于生产，并取得了显著效果。最近，在各部門的努力与支持下，广泛的交流了真空压鑄技术，使其得到了推广。

为了适应大力推广和发展真空压鑄新工艺的需要，生产部門迫切需要有关真空压鑄技术方面的实用参考資料，我們組織了有关人员，以不断革命、不断前进、不断总结經驗的精神，編写了本书。

本书以国内目前的試驗結果和生产实践为基础，内容以实用为主，通过分析归納，力求达到系統化。編写工作是采取集体决定内容、分工編写、再集体討論的方式，最后經過統一的校閱。书中的部分基础概念、技术詞汇等引自“有色金属压力鑄造”（黄济卓等編，国防工业出版社1963年）一书。

限于参加編写工作的同志业务技术水平，对原有資料的消化与掌握仍感不足，书中内容难免存在缺点和錯誤，希望讀者提出批評和指正。

参加本书編写工作的有陈金城、竺仁鉴、張宝株、耿玉海、薛爱群、陆培德等同志，在本书編写过程中，得到了各部門和工厂的支持和援助，有些单位提供了資料，有些单位参加了討論，在此一并表示謝意。

短技班联合办公室

1966年1月

专业技术学习资料

真 空 压 鑄

真空压鑄短技班編



國防工業出版社

1966

14448

內 容 簡 介

本书介绍了真空压铸的实用意义,并与普通压铸作了比較。接着略述了真空压铸的充填情况并对有关提高铸件质量的問題作了初步分析。其后詳細讲述了真空密封裝置的結構与各部件的設計。关于压铸机性能的改进則列举了生产实例。对如何掌握真空压铸工艺也作了应有的論述。

本书可供从事压铸工作的技术人員和研究人員之用,亦可供有关院校师生参考。

真 空 压 铸

真空压铸短技班編

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂 印装 内部发行

850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张 2 $\frac{7}{16}$ 57 千字

1966 年 5 月第一版 1966 年 5 月第一次印刷 印数: 0,001—1,000 册

統一书号: N15034·1134 定价: (科四) 0.34 元

序

压力鑄造是在我国解放后才开始采用的一项新工艺。随着我国工业的迅速发展，普通压鑄已不能满足生产的需要。为了提高压鑄件质量，我国压鑄工程技术人员和工人，本着自力更生、奋发图强的精神，在充分利用現有設備的基础上，开展了真空压鑄的研究試驗工作。目前，一些工厂已将此项工艺稳定地用于生产，并取得了显著效果。最近，在各部門的努力与支持下，广泛的交流了真空压鑄技术，使其得到了推广。

为了适应大力推广和发展真空压鑄新工艺的需要，生产部門迫切需要有关真空压鑄技术方面的实用参考资料，我們組織了有关人员，以不断革命、不断前进、不断总结經驗的精神，編写了本书。

本书以国内目前的試驗結果和生产实践为基础，内容以实用为主，通过分析归納，力求达到系統化。編写工作是采取集体决定内容、分工編写、再集体討論的方式，最后經過統一的校閱。书中的部分基础概念、技术詞汇等引自“有色金屬压力鑄造”（黄济卓等編，国防工业出版社1963年）一书。

限于参加編写工作的同志业务水平，对原有資料的消化与掌握仍感不足，书中内容难免存在缺点和錯誤，希望讀者提出批評和指正。

参加本书編写工作的有陈金城、竺仁鉴、張宝株、耿玉海、薛爱群、陆培德等同志，在本书編写过程中，得到了各部門和工厂的支持和援助，有些单位提供了資料，有些单位参加了討論，在此一并表示謝意。

短技班联合办公室

1966年1月

目 录

序	3
概述	5
§ 1 真空压铸与普通压铸的比较	7
§ 2 真空压铸对铸件的影响	13
§ 3 真空压铸的实用意义	14
第一章 真空装置的设计	16
§ 1 模具的密封结构	18
§ 2 压室部分的密封结构	26
§ 3 其他部件的设计和选用	28
§ 4 密封填料的选用	38
第二章 压铸机性能的改进	40
§ 1 中途停車	41
§ 2 压室部分的改进	43
§ 3 控制系统	46
第三章 真空压铸工艺	60
§ 1 工艺因素	60
§ 2 真空压铸实例	67
§ 3 工作要点	70

概 述

压力鑄造在工业部門中已得到广泛的应用。但是由于普通压鑄存在固有的缺点，就是模具內留有空气及其他气体，使压鑄后的鑄件产生皮下气孔和因气体所造成的其他缺陷，不能满足更多更高的技术要求。为此，排除气体就成为压鑄工艺上很重要的一个环节。普通压鑄是以控制各种工艺规范（包括澆注系統、压力、压射速度、充填条件以及排气条件等）来排除气体的。在压射前就将气体抽除，則可避免因排气不良而产生的疵病，这种方法称为“真空压鑄”。

真空压鑄在生产上的应用，标志着压力鑄造这門較新的工艺在发展中达到了一个新的阶段，其实践基础和理論基础都是在普通压鑄的基础上建立起来的。所以在对真空压鑄进行研究、試驗以及加以应用之前，应先对普通压鑄的有关“气体影响”的各个方面加以分析，当有了較全面的概念以后，可便于对真空压鑄得到較明确的認識，从而有助于加以正确的应用。为此，下面先就普通压鑄的有关“气体影响”的几个方面加以簡略的分析。

普通压鑄时，模具的澆注系統和型腔內存有空气和塗料揮发的气体。整个充填过程都直接受到气体的阻碍，既使充填条件变坏，又严重地影响鑄件质量。其影响的过程及原因大致如下：

1. 在連續充填的条件下，未被排除出去的气体受到压缩，体积縮小；而气体的分子压力增大，就有一部分充填的能量为压缩气体所消耗，使压射功率未能發揮其最大效用。

2. 由于空气的阻碍，充填速度受到影响，充填率减少，增长了充填時間。

3. 在大多数情况下，模具型腔的几何形状总是比較复杂的，

所以金屬液在充填型腔时，常常会有紊流和渦流現象产生，这必然也混入了气体，形成了各种缺陷，降低了鑄件的质量。

4. 当气体为金屬液所分散，并包裹于鑄件內时，影响鑄件的致密性，也相应地降低了鑄件的机械性能。

5. 如果有时充填条件使空气較集中地包裹于鑄件內（当然不能认为是全部集中），便形成了較大的皮下气孔。

模具內气体的存在造成了这些不良影响，由此便对压鑄技术提出了这样的要求：

第一、在充填过程中最大限度地从模具內将气体排除出去。

第二、尽量减少型腔和澆道內的气体。

第一个要求已成为普通压鑄时所必須考虑的問題，并且仍然不遗余力地寻求更有效的工艺措施。至于第二个要求，則在压射前将模具型腔內的气体抽出，从而达到减少气体的目的。将真空技术应用到压鑄生产上来，正是达到这一要求的有效方法。又因真空技术的发展和提高，使真空压鑄的生产实践成为可能，推动了真空压鑄在生产上的应用和发展。

然而，影响压鑄件质量的因素，当然不仅只限于气体这一因素，其他有如：压力在各个充填阶段中的变化，使金屬流在各个阶段得不到稳定的推进力，形成多次的压力冲击，这些冲击的瞬間对能量有所消耗。这是影响鑄件质量的重要因素。此外，金屬液在充填过程中，在垂直于流动方向的每一个横截面上，形成溫度梯度和流动时的速度差，愈接近型壁的溫度愈低和流速愈慢。这种滯流現象在整个充填过程中都是逐漸增加的，对充填条件也有很大的影响。所以，气体的影响、压力的变化和滯流現象等共同决定了压鑄法的工艺特点。

普通压鑄时，通常調整各种工艺规范来控制充填特性。这些工艺规范包括鑄件結構、模具結構、澆注系統、排气系統、压力、压射速度、热规范、合金的熔炼、塗料以及有关的操作因素等等。只有全面考虑了各种因素以后，才能得到符合要求的充填特性和

工艺条件，从而保证获得优质铸件。

由此看来，影响压铸件的质量的因素是很多的。真空压铸只是仅对解决气体的不良影响起到一定的作用，对于其他影响因素则仍应建立在良好的普通压铸的工艺基础上，根据具体的条件来加以解决。

§1 真空压铸与普通压铸的比较

试验结果和生产实践证明，真空压铸件的内部组织、表面质量、机械性能等许多方面，都比普通压铸件有所改善和提高。下面列出一些项目加以比较：

1. 内部组织

1) 金相组织

图1是铝合金 AJ12 的压铸件的显微组织（放大 100 倍）。

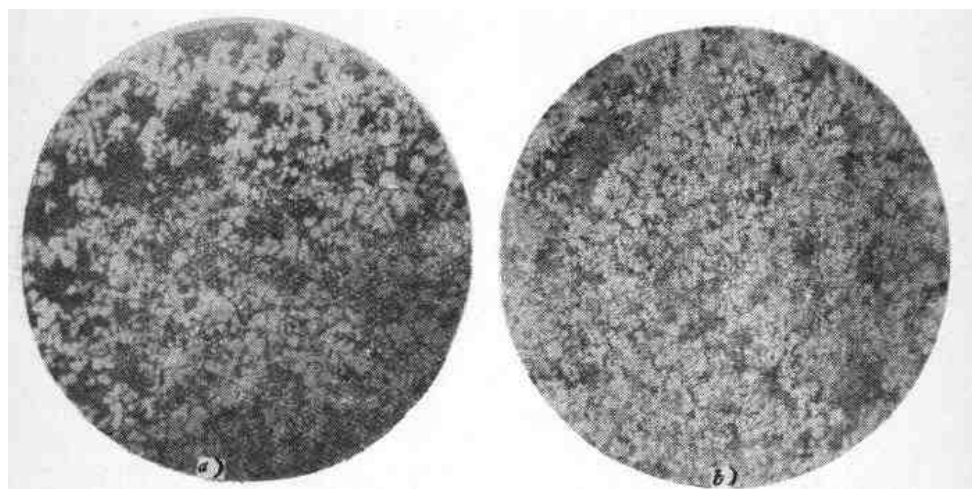


图1 金相组织的比较 ($\times 100$)

材料-铝合金 AJ12;

a—普通压铸件; b—真空压铸件。

图1上白色为 α 固溶体、灰黑色为硅、铝硅、铝锰等化合物的析出相，黑色为气孔。由图1可以明显地看出，真空压铸件的

晶粒細而均勻，組織緊密、孔隙度小。

2) 鑄件斷口宏觀現象

圖 2 是鋁合金 AJ11 的壓鑄件的斷口低倍圖片(放大 14 倍)。

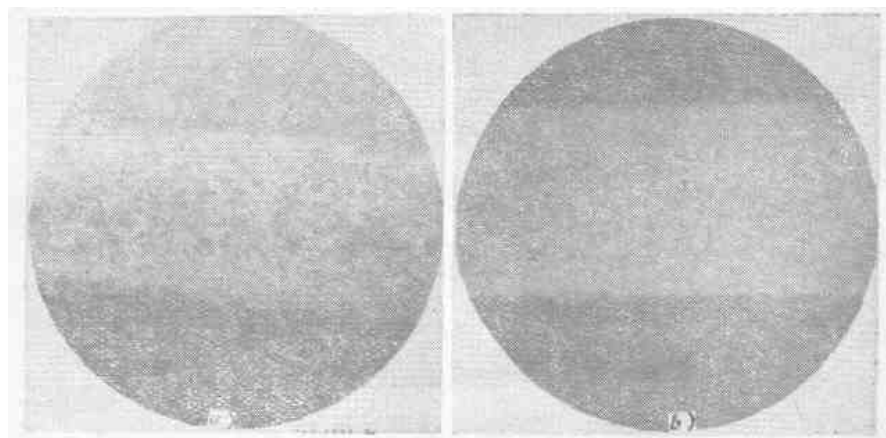


圖 2 壓鑄件斷口低倍圖片 ($\times 14$)

材料-鋁合金 AJ11;

a—普通壓鑄件; b—真空壓鑄件。

圖上中間白帶為鑄件斷口厚度，斷口內的小黑點為氣孔，從圖上可以看出真空壓鑄件的氣孔很少。

圖 3 是鋁合金 AJ12 壓鑄件厚壁處 (達 10 毫米) 的斷口圖片。

從圖上可以很明顯的看出真空壓鑄件孔洞較小，說明形成孔洞的氣體已減少。而孔洞仍然存在的其他原因則是因為壁太厚，比壓又未達到足夠程度來壓實，以及其他的工藝參數也未達到最佳條件。

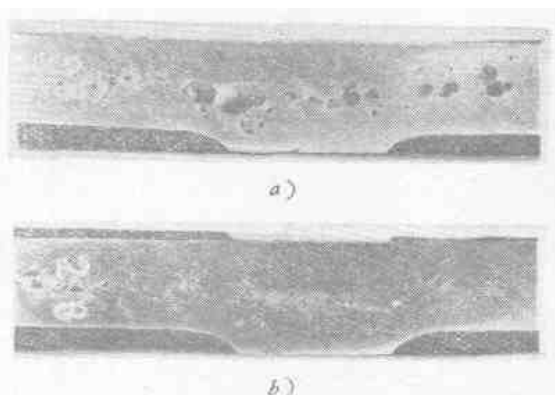


圖 3 鑄件的厚壁處 (10 毫米) 斷口

材料-鋁合金 AJ12;

a—普通壓鑄件; b—真空壓鑄件。

3) 鑄件斷口的

边缘与中间的微观现象

图4为铝合金A7111压铸件的金相图片(放大280倍)。分别对同一断口上的壁厚边缘层与中间层进行观察(铸件壁厚为2毫米)。

从金相图片可以看出,普通压铸件的壁厚之边缘层与中间层的组织差别甚为显著,边缘层具有细晶紧密组织,而中间层则 α 固溶体(白色的基体)多而且大。真空压铸件的壁厚之边缘层与中间层的组织基本上一致,晶粒都非常均匀,同时致密

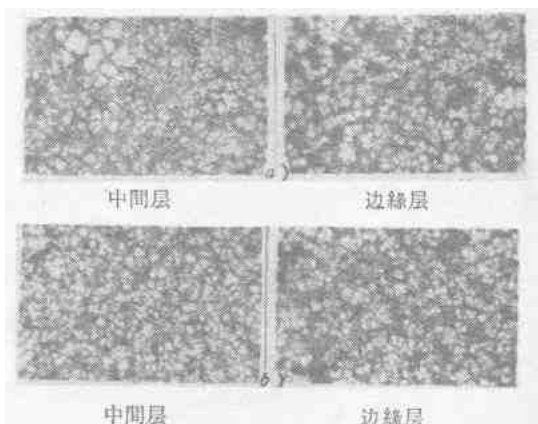


图4 铸件断口的边缘与中间的微观图片($\times 280$)

材料—铝合金A7111;

a—普通压铸件; b—真空压铸件。

性又很好。这说明真空压铸时对于壁厚适宜的铸件,其壁厚的整个横截面的结晶组织是一致的。

2. 内部气孔

真空压铸件的内部气孔不多,甚至没有气孔。而普通压铸件的内部气孔就很严重。图5是一个铸件的X光图片。图中铸件外形轮廓以内的不规则白色花斑即为内部气孔。

3. 比重

从比重来看,真空压铸件比普通压铸件有所增加,在不同的铸件结构和工艺条件下,其增加量亦有所不同。从某一铸件上进行的比较,真空压铸件比普通压铸件的比重平均增加了2%。比重的增加,说明真空压铸件的致密性较高。

4. 机械性能

真空压铸时的机械性能(抗拉强度,延伸率,硬度等)均比

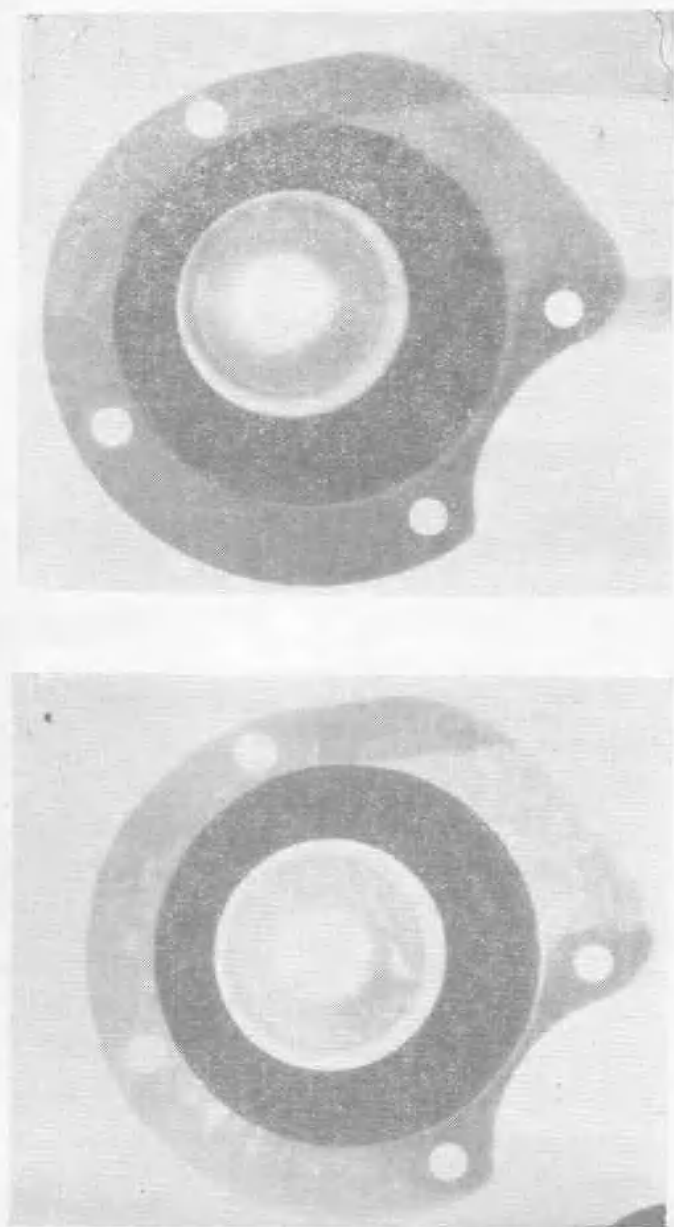


图5 铸件的X光图片——内部气孔
 a—普通压铸件；b—真空压铸件。

普通压鑄有所提高。表 1 是鋁合金 AJ12 試棒的各種機械性能值的平均增長率。

表 1 鋁合金 AJ12 試棒的機械性能增長率^①

項 目	抗拉強度 σ , 公斤/毫米 ²		延 伸 率 $\delta_5\%$		硬 度 H_B
	圓 試 棒	扁 試 棒	圓 試 棒	扁 試 棒	扁 試 棒
壓鑄 普 通	19.8	17.9	0.978	0.715	84
條件 真 空	21.8	20.6	1.020	0.83	89.2
增 長 率	10%	14.6%	4.3%	16.1%	6.2%

① 表內數據為平均值。由於試驗條件所限，雖然並不十分準確，但由於各按其較合理的工藝規範來做試驗的，故作為比較值仍然是合適的。

5. 鑄件的表面質量

壓鑄件的表面質量合格率是根據鑄件結構、工藝條件以及技術標準而定。對於某一鑄件而言，同樣的技術標準，真空壓鑄比普通壓鑄的表面質量合格率約高 20~40%。

6. 壓鑄以後各種加工的质量

1) 機械加工后的质量

真空壓鑄件在機械加工后，外露氣孔比普通壓鑄件的大為減少。這可從廢品率的降低來說明，見表 2。

表 2 機械加工后的廢品率^①

壓 鑄 條 件	第一種零件(叶輪形)	第二種零件(壓圈形)
普 通 壓 鑄	>30%	60~80%
真 空 壓 鑄	0%	30%

① 機械加工后外露氣孔規定在小于 0.4~0.5 毫米時合格。

如果在採用真空壓鑄后，同時對澆注系統等工藝條件加以修正和調整，則加工后廢品率還可以降低。例如表 2 內的第二種零件在改進澆注系統后，廢品率可降低到 2.8%。

2) 熱處理后的质量

圖 6 是一個鋁合金 AJ12 鑄件經過淬火熱處理后表面鼓出氣

泡的情况。淬火温度为 535°C 。图 7 是铝合金 A/T2 扁试棒淬火热处理后的情况。

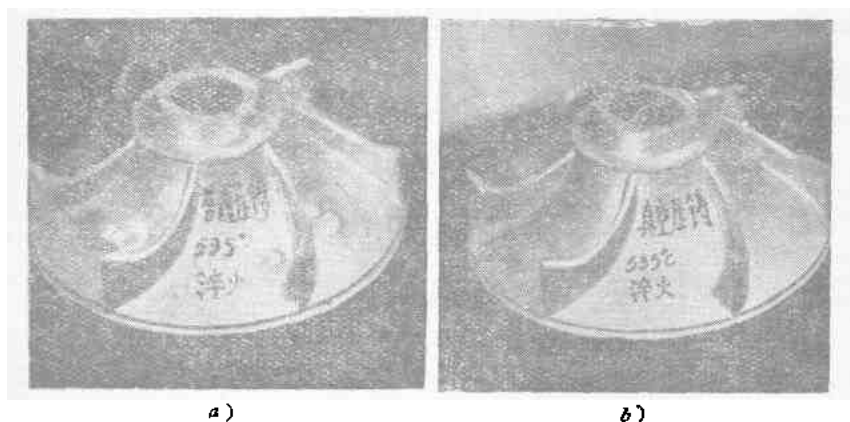


图 6 淬火后的鼓起气泡比较
a—普通压铸件；b—真空压铸件。

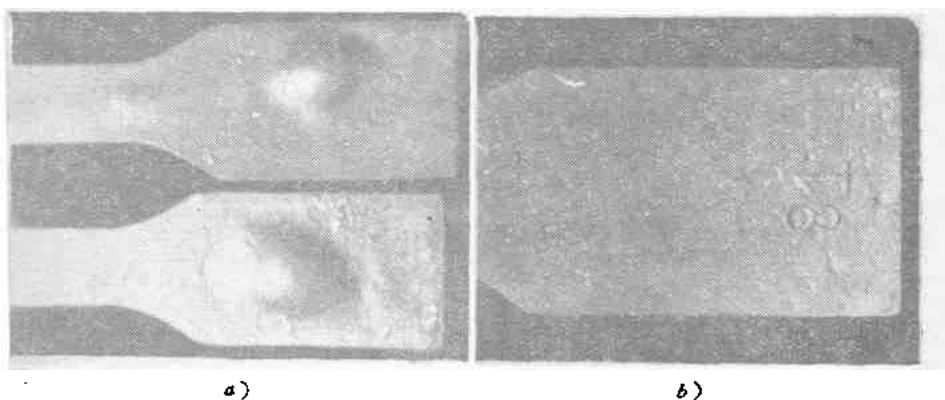


图 7 扁试棒淬火后的鼓起气泡比较
a—普通压铸件；b—真空压铸件。

可以看出，普通压铸件在淬火后表面鼓起的气泡极为严重。而真空压铸件在淬火后只有较小的颗粒状气泡。

3) 焊接后的质量

图 8 表明，真空压铸件的焊缝质量比普通压铸件好。因为普通压铸件内部存在的气体在焊接时的加热温度下膨胀，以致破

坏焊接口的金属熔合，影响焊接的质量，造成焊缝表面产生针孔，内部还包住气体。而真空压铸时，没有气体的影响，从而可以获得优质的焊缝。

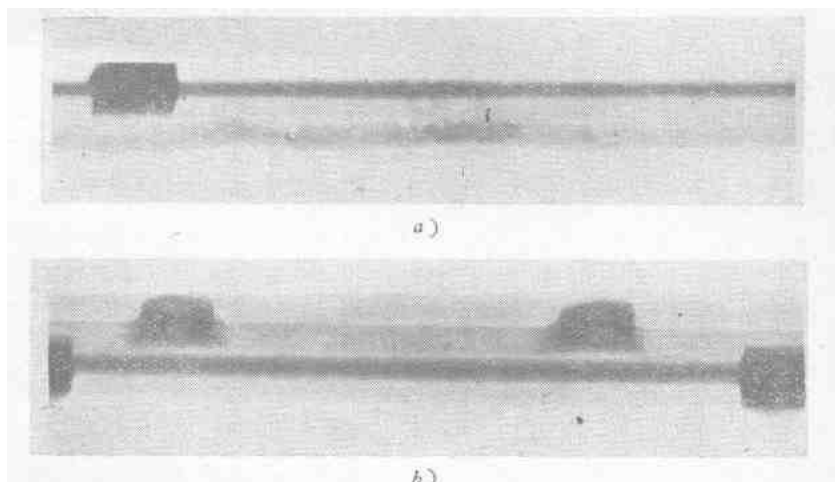


图8 铸件焊接口X光图片

a—普通压铸件；b—真空压铸件。

§2 真空压铸对铸件的影响

普通压铸时，在型腔内流动（充填）的金属液与型壁之间有一层气体隔开，热量散发不是完全直接的。所以，压铸过程中的金属液的激冷速度虽然比一般铸造方法的要快，但由于气体的阻隔，其激冷速度仍然受到限制。而真空压铸时，则由于气体已被抽除，这层“气体隔热层”没有了，金属液激冷速度就更快了。所以，真空压铸件的晶粒比普通压铸件的更为细化。同时，在型腔内金属液流过的每个横截面上，液体金属的热量由中间层向边缘层以至型壁迅速散发，致使激冷层增厚，当横截面的厚度在适宜的范围时，这个激冷层甚至贯穿整个横截面（见图2），这就是晶粒组织细化而均匀的原因。

还有，模具型腔内的气体已被抽除（或减少），充填过程中没

有气体背压的影响（或者背压很小），压射时的有效能量就加大，有助于压实金属，使已经细化了的晶粒之间的空隙更小。也是提高机械性能的原因之一。

此外，在真空条件下，通过对工艺因素的控制，在充填过程中使气体的不良影响基本消除，从而提高了铸件的质量。

关于真空压铸时，铸件特别厚实部位内形成集中孔洞的趋势增加，这种现象是因为：真空压铸时，加快了激冷速度的这一现象同样发生在厚实部位内，而厚实部位的空腔较大，边缘层与中间层的温差更大，冷凝时，中间热金属被边缘层所抽缩的趋势加剧。同时，厚实部位附近的薄壁处，激冷更快，冷凝更早，不但无法起到补缩的作用，更阻碍了压力对厚实部位的传递。这些都加剧了厚实部位的集中缩孔的形成。但由于真空压铸时气孔的生成因素已减少，故虽然有集中缩孔的产生，而其铸件内的孔洞却仍比普通压铸件少。

如果采取一定的工艺措施（改善铸件结构、正确设计浇注系统和溢流槽以及加大比压等），集中孔洞这个缺陷还是可以得到解决的。然而，这并不是采取了真空压铸的效果。因此，当铸件上只有缩孔这单一内部缺陷时，不应该只因为这一缺陷而采用真空压铸。

§3 真空压铸的实用意义

经过真空压铸与普通压铸的比较，以及对于真空压铸对铸件的影响作了分析以后，可以看出，真空压铸的确有较多的优点，现综合如下：

1. 改善压铸件内部组织，增加致密性，提高压铸件的机械性能；
2. 减少或消除压铸件的内部气孔；
3. 使压铸件可以进行热处理而不鼓起气泡或少鼓起气泡；
4. 提高表面质量；

5. 在提高表面质量的基础上，可使表面鏡复性提高；

6. 由于采用了低比压仍有可能压鑄出符合要求的鑄件，为在現有的机器上能超出額定限度进行压鑄更大的鑄件提供条件。

但是，真空压鑄还存在一些不足之处：

1. 真空压鑄时，只借真空条件是不能彻底解决縮孔的。当工艺条件或鑄件结构不适宜时，集中縮孔的产生却比普通压鑄时更为突出；

2. 增加了真空装置，使总的設備費用和維修工作增加。

因此，真空压鑄虽然具有很多优点，但从工艺上和經濟上仍应选择适宜的零件才加以采用，不能将所有的問題都有賴于真空压鑄来解决。归納起来，对于下列情况采用真空压鑄是适宜的：

1. 壁厚均匀而机械性能要求較高的零件；

2. 压鑄出的零件要进行热处理的；

3. 内部质量要求高或要用X光透視檢查的零件；

4. 形状复杂、个别部位的壁厚特別薄的零件；

5. 薄壁压鑄件且表面质量要求較高的，特別是鋁合金的零件。

但对于解决鑄件上只有縮孔这种内部缺陷时，不宜采用真空压鑄。

真空压鑄可以設計制造新的附有真空装置全套設備的压鑄机，也可以在原有的压鑄机上加以改装。目前，改装这一方向是具有更实际的意义的。所以后面提到的都是以改装为主，至于設計制造新的真空压鑄机时，也可以考虑这些改装方案的实践經驗。

真空压鑄的装置简单地說，包括：抽气系統、密封系統、控制系統以及其它部件。至于对原有的压鑄机的性能加以改进，使之符合压鑄工艺的特定要求，亦是十分重要的問題。此外，掌握并控制真空压鑄的工艺规范，則仍然是不可缺少的关键。茲在后面各章分別加以叙述。