

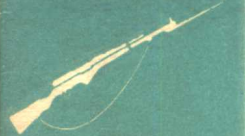
国防工业技术丛刊 78

黑色金属压鑄

中国人民解放军后字四二〇部队编译

(内部资料·注意保存)

国防工业出版社



黑色金属压铸

中国人民解放军后字四二〇部队编译

*

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

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张 $1\frac{1}{8}$ 22 千字

1971年3月第一版 1971年3月第一次印刷

统一书号: N15034·(活)-78 定价: 0.12元

毛主席语录

抓革命，促生产，促工作，促战备。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

目 录

前言.....	3
一、国外黑色金属压铸发展概况.....	5
二、压型材料和压型设计.....	9
三、压射系统.....	19
四、压铸工艺操作及压铸参数.....	26
五、发展方向.....	30
参考资料.....	33

前 言

为了配合当前蓬勃展开的群众性的技术革新运动，我们编译了这本《黑色金属压铸》小册子，供同志们参考。

压铸是近代金属加工工业中发展较快的一种少、无切削的特种精密铸造工艺。它具有生产率高，工序简单，铸件精度高、光洁度好，可省去大量的机械加工工序和设备，节约原材料等优点，是一种多、快、好、省的成形工艺。它的出现虽已有五十余年的历史，但多限于压铸锌、铝、镁、铜等有色金属零件。如何突破这一局限性，使压铸工艺的应用范围由低熔点的有色金属扩展到高熔点的黑色金属，这不仅是改变目前某些铸铁、铸钢件的“肥头大耳”，变“重、大、粗”为“轻、小、精”的有力措施，而且对于发展国防工业也具有重大的意义。

国内对于黑色金属压铸的试验研究工作，早在1958年的大跃进高潮中就已开始了。不少单位对此进行了试验和探索，取得了一些经验。但由于叛徒、内奸、工贼刘少奇反革命修正主义路线的干扰，使这方面的研究工作时断时续，进展不大。无产阶级文化大革命以来，广大革命群众狠批了“洋奴哲学”、“爬行主义”，在毛主席“独立自主、自力更生”的光辉思想指引下，大力开展黑色金属压铸的试验研究工作，取得了前所未有的新进展。压铸的一些零件在复杂程度和重量方面已接近甚至超过国外现有水平。这些可喜的成就，充分证明了在毛泽东思想光辉指引下，没有攻不破的

难关。

伟大领袖毛主席教导我们：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”我们坚信，在毛主席的革命路线指引下，我国的黑色金属压铸技术一定会很快的赶上和超过世界先进水平，走出发展压铸技术的新路子。

由于我们学毛主席著作不够，水平所限，加之时间仓促，缺点、错误和不妥之处一定不少，请同志们提出宝贵意见，批评指正。

一、国外黑色金属压铸发展概况

概括起来，国外黑色金属压铸的发展可以划分为三个阶段：

断续尝试

三十年代初，国外就曾进行过黑色金属压铸的试验研究工作。二次大战前后，美、英、日等主要资本主义国家先后开始了压铸铁、钢等高熔点金属的尝试。但因耐高温（1200~1650℃）的压型材料未能解决，压型寿命太低，而使这一研究工作陷于停顿^[34, 40]。

初见成效

从五十年代开始，国外又重新开始上述研究工作。苏联初步压铸成了60多种重量从21克至2公斤的不同形状的钢铸件。其中有的零件由过去轧制焊接改为压铸后，减少金属消耗量88.5%，减少加工工时70%，减少加工费用49%^[37]。但当时普遍的问题是压型材料未得解决，寿命最高只有300多次，因此还不能广泛用于生产。在这一时期，国外发展黑色金属压铸的情况表明：发展这一新工艺，应首先解决耐高温压型材料，这就要求在普通模具钢之外寻找新的模具材料。

又有发展

到了六十年代，国外在黑色金属压铸的试验研究上取得了较大的发展。钼基合金（BM₂）压型寿命已达到8000次，钢压铸件精度达4~5级，表面光洁度达▽▽5~▽▽▽7级，某些零件成本较熔模铸造法低50%，铸件生产周期为0.5~3

分钟^[35]。近四年来,美国在用普通压铸机,以金属钼压型压成铸铁零件后,也取得了一些新的进展,现就其目前所达到的水平,摘述如下: (1,2,3,4,8,11,12,15,16,17,22,23)

1. 目前已能压铸灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、低碳钢、合金钢、不锈钢、工具钢等黑色金属。压铸件精度一般达3级,光洁度可达 $\nabla\nabla\nabla 7 \sim \nabla\nabla\nabla 8$ 。

2. 压铸黑色金属的钼及钼合金压型寿命已达15000~20000次,且具有避免热裂、挠曲、侵蚀、磨损、粘型等优点,因而可保证铸件质量。

3. 压射系统得到改进。目前采用的压射系统,在不维修的情况下已压射5000次。而且这种改进方法较简单。目前

表1 压铸黑色金属典型性能^[13]

钢 铁 种 类	抗拉强度 (公斤/毫米 ²)	屈服强度 (0.2%) (公斤/毫米 ²)	延伸率 (%)	断面收缩率 (%)	
AISI1020 钢	铸 态	63~73.5	31.6~42	13	20
	热处理后	49~56	31.6~42	25	40
AISI4618 钢	铸 态	100.8~134.4	59.8~84	2~3	5~12
	热处理后	58.4~105	45.7~70	5~10	10~25
AISI4340 钢	淬火+回火	129.5~134.4	81.9~141.4	1~7	3~8
	400°C退火后	59.7~81.9	35~52.5	10~18	20~35
304不锈钢	铸 态	52.7~57.6	29.5~30.9	20~35	22~33
	退 火 后	57.6~60.5	28~29.5	36~55	33~40
	破断强度	弯曲度(微吋)			
灰口铁(碳当量4.5%)	52.7~70	44~54			
可锻铸铁(碳当量2.5%)	72.1~118.3	70~100			

所用的冷室压铸机，仅稍需改进（详见后述）即可用来压铸黑色金属。

4. 压铸件晶粒匀细，性能大大优于砂型铸件，强度及韧性比后者提高 30~50%（已接近锻件强度），因此可取代某些砂型、壳型、熔模铸件及某些锻件（详见表 1 所述）。

5. 小件压铸目前已由 65 件/小时提高到 200 件/小时。

黑色金属压铸工艺目前一次可连续压铸 4000 个铸件。压铸件质量较好，重量、尺寸都可精确控制^[23]。某些重要部件若采用黑色金属压铸生产，成本可降低 30~50%^[24]。

尽管美国在这方面取得一些进展，甚至宣传“黑色金属压铸将是金属制造业中的一个突破”，并声称“在七十年代末黑色金属压铸件的年产量将达到 100 万吨。”^[12] 但到目前为止，它的黑色金属压铸制件仍较小（仅

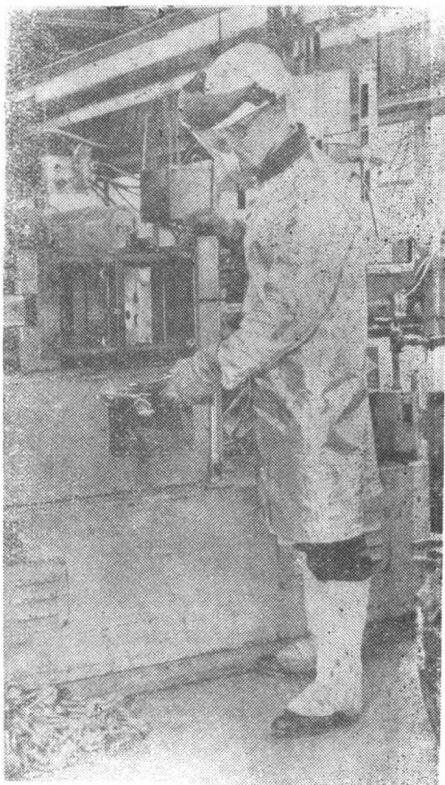


图 1 （美）试验生产用的黑色金属压铸机。图为工人正取出铸件^[27]

重 110 克，即使在投入使用试验的十几个压铸件中，最重的也只有 220 克)^[11]，产量也不大，还未达到大规模生产的程度。压型寿命的进一步提高和压射系统的完善，压铸参数的确定，以及压型设计、金属熔炼和浇注等一系列问题，都有待于进一步解决。

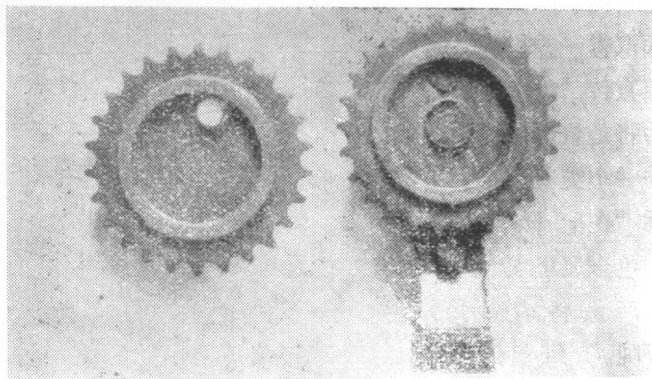
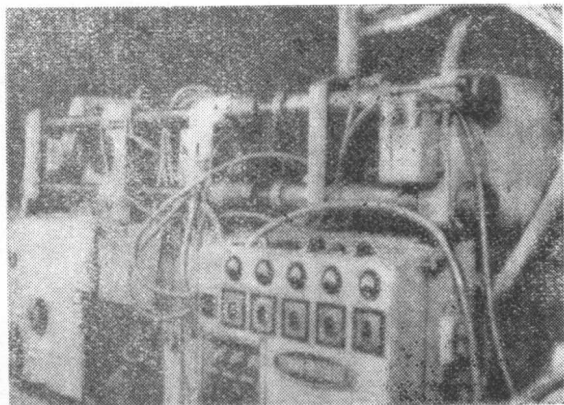


图 2 上：(日)试验压铸铸铁件的小型压铸机^[17]；
下：(日)压铸的铸铁齿轮^[17]。

二、压型材料和压型设计

压型材料

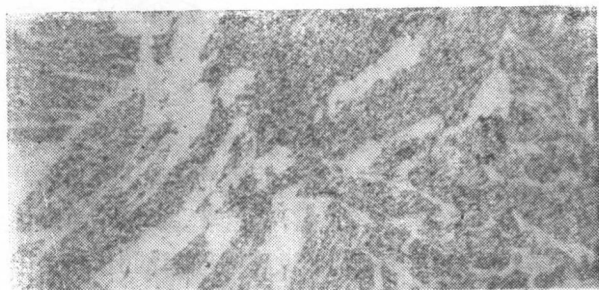
选用适合于压铸黑色金属的耐高温的压型材料，是发展这一新工艺的基础。黑色金属压铸所以较长时期进展不大，甚至陷于停顿，压型寿命太低是一个很大的障碍。像通常所用的 3X2B8 合金钢（退火）压型和 3X13 合金钢压型压铸黑色金属的最高寿命只有 350 次^[37]，阿姆克铁压型最高寿命只有 72 次，紫铜压型最高寿命只有 500~600 次^[41]，满足不了使用要求。而且因为用这些材料制成的压型耐热程度差，压铸时需加厚型腔涂层，这不仅阻碍了热传导，而且严重地影响铸件表面质量。铜压型导热性虽好，但太软，不能承受高压。除非使其保持冷的状态，而用冷压型压铸钢件，铸件表面质量差，有冷隔。若添加合金元素以提高铜的硬度，又会影响其导热性。这些情况表明用现有的通用模具钢压型来压铸黑色金属困难是很大的。经过多次试验才选定了钼、钨及其合金做为新的压型材料。

钼、钨及其合金与合金模具钢相比，具有一些独特的性能。其热膨胀仅为普通模具钢的 $1/3$ ，但导热性却相当于后者的 5 倍（详见表 2）。这些耐热合金与模具钢不同，在压铸温度范围内不产生任何相变。其熔点都很高，钨的熔点是金属中最高的，达 3156°C 。由于这些特性，这些耐热金属及合金的耐热疲劳性能和耐热裂性能极好，且能承受大多数液态金属的冲击。因为它的导热性好，所以充满型腔的钢水可在几分之一秒的时间里迅速激冷，成核高度集中，热流只受铸

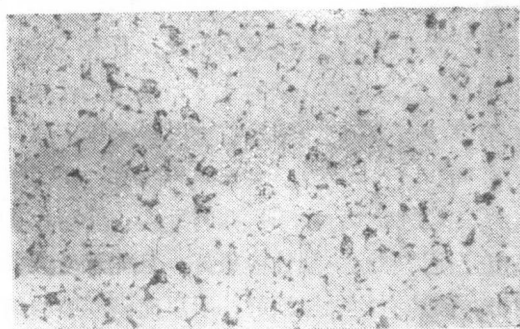
表 2 鉬合金和H11模具钢物理性能比较⁽¹⁹⁾

比 較 项 目	鉬 合 金	H11模具钢
室温(20°C)屈服强度(公斤/毫米 ²)	59.5	119
室温(20°C)硬度	$R_B=93$	$R_C=45$
室温(20°C)导热性(BTU/呎 ² /时/小时/F°)	970	200
弹性模数(10^{-6} psi)	42	30

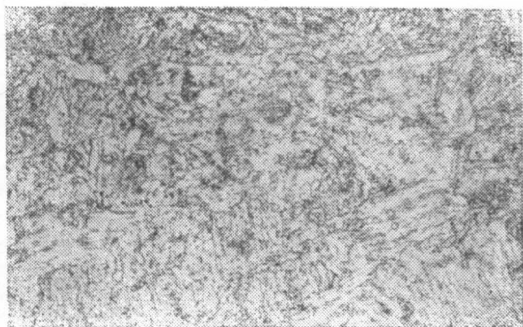
件本身导热性的限制。金属液冷凝时，继续加以高压，也有助于加速激冷。这些有利条件，可使铸件在 25.4 毫米的厚度内，晶粒结构十分匀细(见图 3)，而不会出现用其它铸造



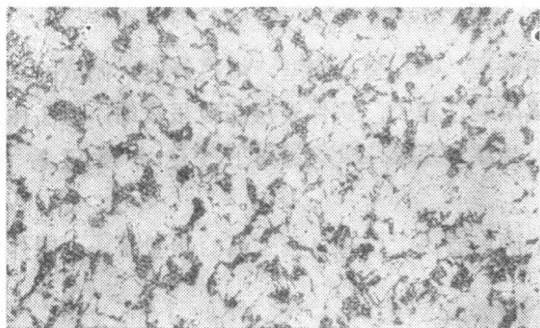
(a) 1018钢压铸件(铸态)



(b) 1018钢压铸件(退火后)



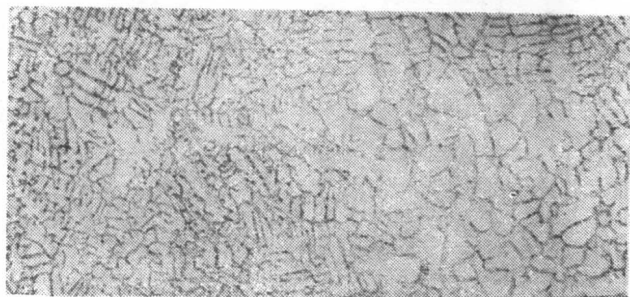
(c) 4618钢压铸件 (铸态)



(d) 4618钢压铸件 (退火后)



(e) 4340钢压铸件



(f) 304不锈钢压铸件

图3 (美)用铝合金压型压铸的不同钢种铸件的金相图^[8]

方法(如砂型, CO_2 型, 壳型, 熔模铸造)制成的铸件所存在的金属冷凝过程长, 铸件表层晶粒虽较细, 但主体却呈树枝状粗大晶粒等现象, 大大提高了黑色金属压铸件的性^[8]能。

为了确定适用于压铸黑色金属的压型材料, 国外曾对十

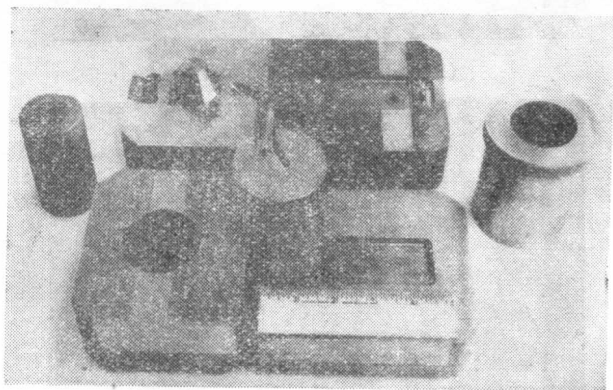


图4 (美)压铸黑色金属用的烧结的纯钨压型, 在 $1371\sim 1649^\circ\text{C}$ 下压铸1000多个铸件后, 情况良好, 无热裂产生^[10]

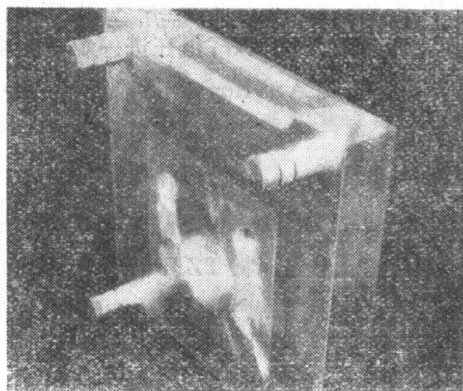


图5 (美)压铸黑色金属用的钼钨块压型(半型), 半型重30.8公斤, 钼钨块仅重5.6公斤, 除钼钨块外, 其余材料均为钢^[19]

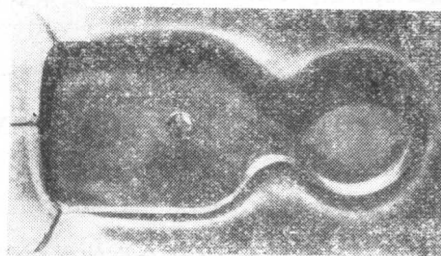


图6 (日)压铸压缩机阀片的钼压型钨块^[13]

余种不同的耐热金属及合金进行了试验研究, 其中有: Mo-3、TZM(钛锆钼合金)、高密度压制烧结钼、热压2900X、锻造钼合金、锻造硅化钼、CB-25Zr、80~20压制烧结钨、Anviloy 1150、压制烧结钨(含2%氧化钽)、GE474、Cb752、渗铜的钼和钨、H13模具钢。在这些材料中, 钼以其物理性能好, 价格较其它材料低而被选中, 而其中又以 Mo-3、TZM合金、高密度压制烧结钼效果最好, 用这三种材料制成的压

型鑄塊，經壓鑄 15000 次后，仍未發現有任何損壞^[23]。
Anviloy 1150 合金效果也很好，正在進一步試驗中。現將所了解到的 TZM 合金及 Anviloy 1150 合金的成分性能介紹如下：

1. TZM 合金^[14]

它是目前應用最廣泛的一種耐熱合金，其成分是：0.5% 鈦，0.08% 鋯，其餘為鉬。將 TZM 合金和目前（美）壓鑄工業用得最廣的 H13 模具鋼進行比較，即可看出它的優越性：

（1）導熱性：TZM 合金導熱性比 H13 模具鋼高得多，在 537.8°C 下，其導熱性約為後者的 7 倍；

（2）熱膨脹系數：TZM 合金的熱膨脹系數僅為後者的一半；

（3）強度及硬度：在溫度為 537.8°C 下，TZM 合金的抗拉強度和硬度與 H13 模具鋼相等。高溫下 TZM 合金抗蠕變性能好。在 1093.3°C 下，TZM 的蠕變強度比在 648.9°C 下 H13 模具鋼的蠕變強度高；

（4）彈性模數：高溫下 TZM 合金的彈性模數比室溫下 H13 模具鋼的彈性模數高；

（5）TZM 合金的耐熱沖擊性能及耐熱疲勞性能比 H13 模具鋼均高。TZM 合金能承受某些熔融金屬的沖擊；

（6）當採用適當的切削工具和切削條件時（可試用硬質合金刀具），TZM 合金的加工性和光飾性和 H13 模具鋼一樣好；

（7）用於壓鑄有色金屬時，TZM 合金壓型的使用壽命為普通模具鋼壓型的 5 倍；