

压 铸 技 术 基 础

北京无线电工具设备厂 编著

内 容 简 介

本书对压铸生产全部过程作了较全面的介绍。从压铸的基本概念开始,论述了有关的压铸理论,并对此作了分析和提出了明确的观点;对压铸零件的设计、合金的性质及其熔炼的过程、压铸机的使用等作了应有的叙述。关于压铸模和压铸工艺因素,则以有关理论为依据,结合生产实践经验介绍了计算方法;至于压铸件的质量,则作了一定的分析,将有助于生产中进行较确切的判断。

本书以实践经验为主,从实用出发,力求深入浅出、通俗易懂。对于初学压铸和有一定专业知识的工人、技术人员都适用。也可供学校有关专业参考。

压 铸 技 术 基 础

北京无线电工设备厂 编著

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

上海商务印刷厂排版 国防工业出版社印刷厂印装

850×1168 1/32 印张 11 290 千字

1978 年 12 月第一版 1978 年 12 月第一次印刷 印数 00,001—37,000 册

统一书号·15034·1701 定价: 1.05 元

前 言

压力铸造是一种高效率的少、无切削加工方法,是符合多、快、好、省总路线精神的先进工艺之一,在金属制造业中发展较快,现已成为近代金属成形工艺领域的一个重要组成部分。

我国解放前的压铸生产十分落后,压铸机为数寥寥无几,且生产的产品仅限于低熔点合金的少数几种零件。解放后,二十多年来,压铸生产战线上的工人、干部和技术人员,在毛主席的革命路线指引下,在三大革命斗争中,高举“鞍钢宪法”伟大红旗,认真贯彻“独立自主,自力更生”的方针,促进了压铸生产技术的发展,生产能力显著增加,工艺水平日益提高,压铸零件的应用范围不断扩大,同时新工艺的试验和应用得到普遍开展,压铸浇口计算尺已经采用,而且压铸理论方面的探讨也得到充分的重视。随着我国国民经济的飞跃发展,工业体系正在不断地得到完善,压铸生产技术将继续向更高的水平迈进,从而在社会主义建设事业中,为实现四个现代化的宏伟规划发挥着积极的作用。

为了更广泛地普及压铸生产技术知识,进一步提高压铸生产技术的工艺水平,在1963年出版的《有色金属压力铸造》(上、下册)一书的基础上,对近年来生产上的实践经验重新进行了归纳、整理和总结,对国外的有关参考资料作了一定的分析和验证,由北京无线电工具设备厂陈金成等同志编写了这本《压铸技术基础》。由于编者思想水平不高,业务能力有限,书中一定会有缺点和错误,请广大读者提出批评与指正。

1977年9月

目 录

第一章 压力铸造的基本概念	1
第一节 压铸的过程	1
第二节 压铸的特点	6
第三节 压铸方法的种类和形式	11
第四节 填充过程的有关理论	14
第二章 压铸零件的设计	26
第一节 对压铸零件的主要要求	26
第二节 压铸零件的工艺性	45
第三节 尺寸精度和表面要求	51
第三章 压铸合金	58
第一节 压铸用的合金的要求	58
第二节 压铸用的合金及其主要性质	59
第三节 压铸用合金的选择	73
第四章 压铸机	75
第一节 压铸机型号和规格	75
第二节 压铸机的基本构造	75
第三节 压力泵、贮压罐和工作液	85
第四节 压铸机示例	92
第五节 压铸机的使用和维护	105
第五章 压铸模	107
第一节 分型面	110
第二节 浇口系统	118
第三节 排溢系统	137
第四节 成型零件及其材料的选用	149

第五节 抽芯机构	164
第六节 顶出机构	191
第七节 模板及其导向	219
第八节 压铸模的技术要求	227
第六章 合金的熔炼	235
第一节 熔炉	235
第二节 炉料	238
第三节 坩埚和工具	243
第四节 熔炼过程的一般特性	246
第五节 锌合金的熔炼	251
第六节 铝合金的熔炼	252
第七节 镁合金的熔炼	259
第八节 铜合金的熔炼	262
第九节 合金质量的检查	265
第十节 熔炼时的技术安全	266
第七章 压铸工艺因素	268
第一节 压力	268
第二节 速度	272
第三节 速度与压力的关系	274
第四节 温度	277
第五节 时间	288
第六节 压室内金属的充满度	294
第八章 压铸生产	296
第一节 生产准备	296
第二节 压铸用涂料	300
第三节 操作要点	304
第四节 压铸件的清理、整形和修补	309
第五节 压铸件的热处理、表面处理和浸渍	311
第六节 压铸件的检验	323
第七节 压铸件的缺陷及其产生的原因	315

第一章 压力铸造的基本概念

第一节 压铸的过程

压力铸造是将熔融金属在高的压力下，以高的速度填充入模具型腔内，并使金属在这一压力下凝固而形成铸件的过程。通常所采用的压力为 $200 \sim 2000$ 公斤/厘米²，填充时的初始速度(称为内浇口速度)为 $15 \sim 70$ 米/秒，填充过程在 $0.01 \sim 0.2$ 秒的时间内即告完成。

压铸的填充过程受许多因素的影响，如：压力、速度、温度、熔融金属的性质以及填充特性等等。在压铸全过程的始终，熔融金属总是被压力所推动，而填充结束时，熔融金属仍然是在压力的作用下凝固的。压力的存在，是这种铸造过程区别于其他铸造方法的主要特征。也正因为压力的缘故，便产生了对速度、温度、型腔中气体以及一系列的填充特性的影响。所以，在压铸填充过程中，对压力的变化应有一个总体的概念。

压铸填充过程中，压射冲头移动的情况和压力的变化如图1-1所示。以卧式冷压室压铸为例。图中每一阶段的左图表示压射的过程，右下图为对应的压射冲头位移曲线，右上图为每一位移阶段时相应的压力增值。

图1-1(a)为起始阶段，熔融金属浇入压室内，准备压射。

图1-1(b)为阶段 I，压射冲头以慢的速度移过浇料口，熔融金属受到推动，但冲头的移动慢而冲力不大，故金属不会从浇料口处溅出。这时推动金属的压力为 P_0 ，其作用为克服压射缸内活塞移动时的总摩擦力、冲头与压室之间的摩擦力。冲头越过浇料口的这段距离为 S_1 ，即为慢速封口阶段。

图1-1(c)为阶段 II，压射冲头以一定的速度(比阶段 I 的速

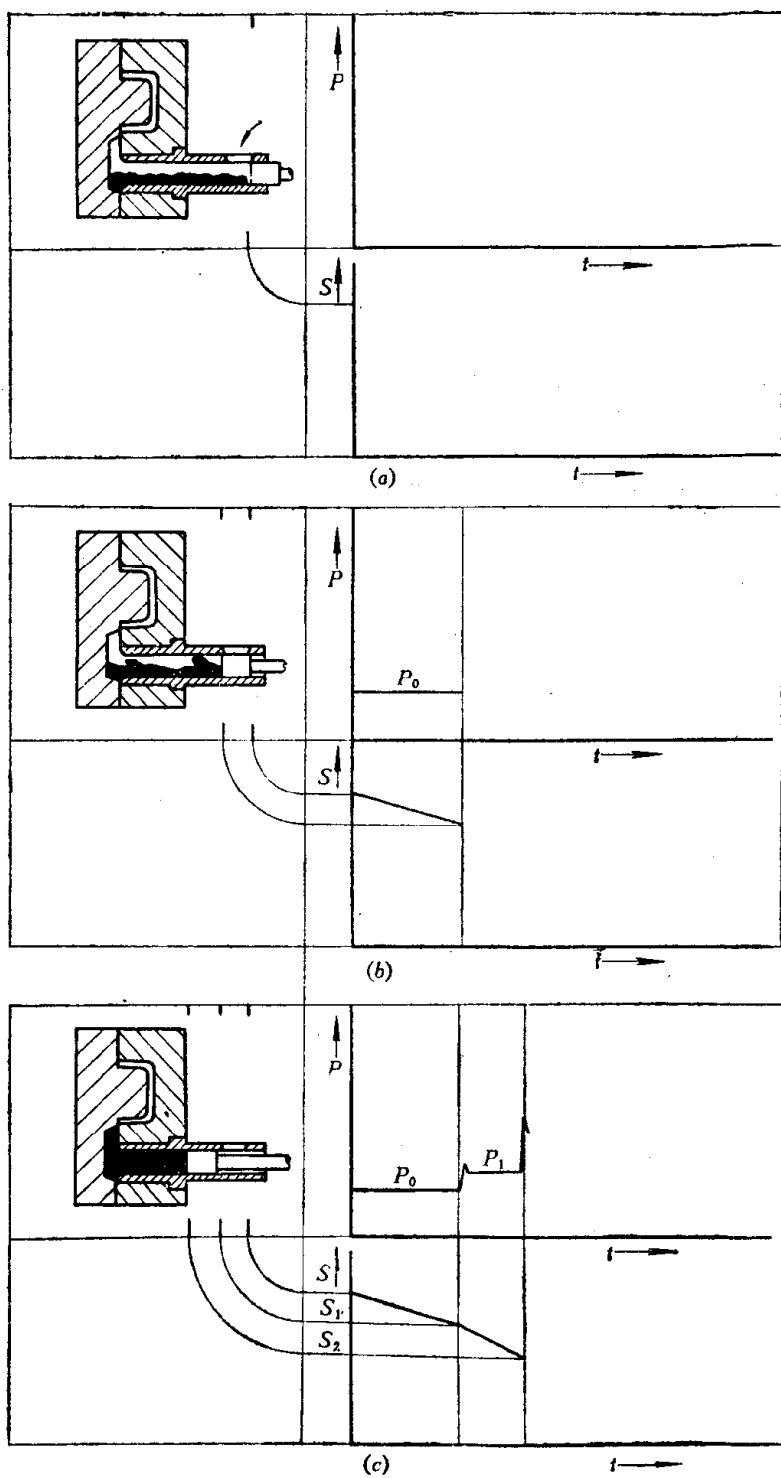
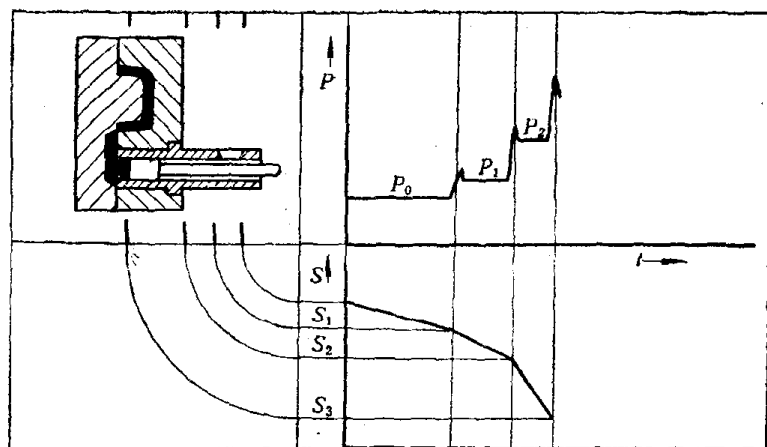
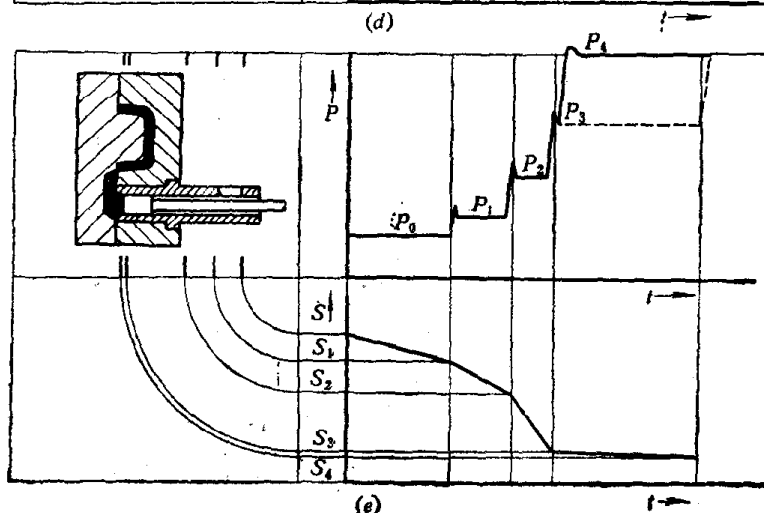


图 1-1 压铸填充过程各个阶段



(d)



(e)

P —压射压力;
 S —压射冲头移动距离;
 t —时间。

度略快)移动,与这一速度相应的压力增升值达到 P_1 , 熔融金属充满压室的前端和浇道并堆聚于内浇口前沿,但因速度不大,故金属在流动时,浇道中包卷气体只在一个较小的限度以内。冲头在这一阶段所移动的距离为 S_2 ,是为金属堆聚阶段。在这一阶段的最后瞬间,亦即金属到达内浇口时,由于内浇口的截面在浇口系统(包括压室)各部分的截面中总是最小的,故该处阻力最大,压射压力便因此而增升,其增升值即为达到足以突破内浇口处的阻力为止。

图 1-1(d)为阶段 III,这一阶段的开始,压射压力便因内浇口处的阻力而增升至 P_2 ,而冲头的速度亦按调定的最大速度移动,推动熔融金属突破内浇口而以高的速度(内浇口速度)填充入模具型腔,这一阶段冲头移动的距离为 S_3 ,此即为填充阶段。在短促的填充瞬间,金属虽然已充满型腔,但还存在“疏”、“空”的组织。

图 1-1(e)为阶段 IV,压射冲头按调定的压力作用在型腔中的正在凝固的金属上,“疏”、“空”的组织便成为“密”、“实”的组织。这个作用在金属上的压力,通常便称为最终压力。其大小与压铸机的压射系统的性能有关。当压射系统没有增压机构时,最终压力能达到的增升值为 P_3 ,当压射系统带有增压机构时,最终压力又从 P_3 增升至 P_4 。这一阶段冲头移动的距离为 S_4 ,其实际的距离是很小的。

从压铸工艺上的特性来看,上述的过程便称为四阶段压射过程。近年来,先进的压铸机的压射机构即根据这一工艺要求,从而备有四阶段压射的压射机构。在五十年代末期至六十年代末期的期间,一般是阶段 II 和阶段 III 合成为一个阶段,便是通常的三阶段压射过程,机器的压射机构也是三阶段压射机构,在目前的生产现场中,仍然有大量的机器是三阶段压射机构的。在压铸机一章中的图例,也都是这种三阶段(又称三级)压射机构。至于较早期的压射过程,则是从压射的开始至填充即将结束,机器提供的冲头移动速度是不变的(如有变化也只是因填充过程引起的)。这样,熔融金属在压室和浇道内流动时便先卷入大量的空气,使铸件内

形成大量的气孔,影响了质量。所以,从速度不变的压射过程,至三阶段、四阶段的压射过程,都是随着工艺水平日益提高,填充理论逐步被掌握,从而促使机器压射机构不断的改进,以满足工艺要求的变化过程。近年来出现的抛物线型压射系统、伺服系统的压射机构,都是根据这些要求发展起来的。

前面叙述了压射填充过程的情况。在填充过程完成以后,铸件便已形成,然后由机器进行开模,取出铸件和浇口。开模过程如图1-2所示。

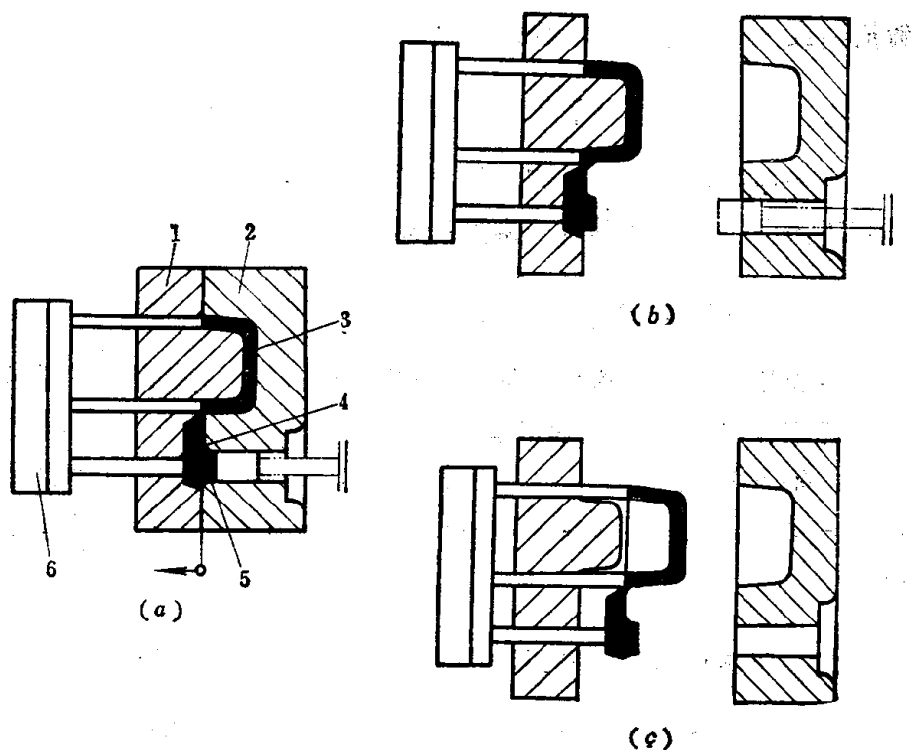


图1-2 开模过程——取出铸件和浇口的示意图

1—动模; 2—定模; 3—铸件; 4—浇口;
5—余料; 6—顶出机构。

图1-2(a)为压射填充后形成铸件3的状态;

图1-2(b)为机器开模后的状态,这时铸件留在(包紧在)动模1上,并随动模移动而与定模2脱离,余料5则由冲头推送使能随同铸件脱出定模。

图 1-2(c) 为铸件从动模上顶出而脱离动模。

至此,便可从动模和定模分开的空档间取下铸件、浇口 4 和余料 5。

顶出机构 6 顶出铸件时,通常是由机器的开模动作或液压顶出器作为顶出动力。

铸件的取出一般多为人工,也有用机械方法的。

在上述过程中,还包括合金的熔炼工艺和保温规范、舀料、清理冲头和模具、对冲头和模具喷涂涂料等操作在内,而成为一个压铸周期或一次操作循环。至此,压铸的过程便告结束。

第二节 压铸的特点

由于存在着上述的压铸过程的工艺特性,因而决定了压铸生产和压铸出的零件便具有一系列的特点:

一、铸件壁薄、形状复杂、轮廓清晰

压铸零件的轮廓极为清晰,对薄壁键槽、凸凹多变的部位都能得到完整无缺的形状。通常壁厚为 1~6 毫米,小铸件还可以更薄,锌合金铸件的壁厚可以薄至 0.6 毫米。从所得到的铸件的形状和结构的复杂程度来说,压铸比其他铸造方法具有更为显著的优越性。

二、压铸件精度较高、尺寸稳定、一致性好、加工留量很小

压铸模型腔具有较高的精度和很好的光洁度,故压铸件与其他铸造方法的铸件相比,压铸件不但具有更高的精度和很光洁的表面,而且在生产过程中,各个铸件的尺寸一致性较好,稳定性也很好,从而具有很好的装配互换性。压铸零件的精度通常为国标(GB) 7 级或 8 级精度,有时,可以达到 6 级精度,个别部位可以更高。因此,压铸的零件在大多数的情况下,只经过少量机械加工就可以装配使用,其加工留量一般为 0.2~0.5 毫米,而且加工的部位只占该铸件的很少几个部位。有的零件甚至不必经过机械加工

就可以直接装配使用。这充分体现了压铸这一少、无切削成形工艺的特点。

三、压铸件组织致密、具有较高的强度和硬度

压铸时,金属在模具中是在压力下凝固的,又因填充时间很短,冷却速度极快,故组织致密、晶粒细化,有较高的强度和硬度,特别是壁的厚度适当而均匀时,强度更高。又因表层激冷,故表层更是坚实耐磨。

四、可以压铸出螺纹、线条、文字、图案和符号

压铸填充过程始终是在压力的作用下进行的,对于峰谷、凸凹、窄槽等形状都能清晰地压铸出来。因此,压铸可以压出十分清晰的螺纹、线条、文字、图案和符号。

五、在压铸中采用镶铸法可以省略装配工序和简化制造工艺

在压铸中可以采用镶铸法来制造出有特殊要求的零件。镶铸法就是在压铸零件的特定的部位上铸入(嵌入)所需的其他材料的制件,例如铸入磁铁、铜套、钢衬垫、金属管、绝缘材料等,既满足特定部位的使用性能要求,从而省略了装配工序,又简化了制造工艺。

六、压铸件可以进行涂覆表面处理

由于压铸件的应用范围日益广泛,为了满足使用上的要求,压铸件的表面可以进行涂覆表面处理,如电镀、阳极氧化、抛光、有机保护涂层、喷漆、喷砂、酸洗等,从而达到具有装饰性的或保护性的要求。

七、压铸生产的效率很高

压铸生产时,每一次操作循环时间约为5秒~3分钟不等,一般多为10秒~1分钟。在小机器上生产时,每小时的生产效率高可达三百多次。当压铸模中的型腔数不止一个时,其产量的件数也

就成倍地增加了。这样高的效率,对于结构零件(立体形状)来说,一般的成形工艺方法是不易达到的。所以,压铸法不仅适合于形状复杂的铸件的生产,更适合于大批量的生产。

八、压铸件有内部气孔存在,对于有要求的零件要采取工艺措施才能满足要求

由于压铸过程中,熔融金属在填充时的流动速度很快,致使型腔中的空气来不及全部排出而卷入铸件中,处于内部的即为内部气孔。一般来说,铸件上非重要的和不是紧固连接处的部位,存在分散的、细小的内部气孔并不影响使用。而当零件的使用条件有要求时,例如有密闭性要求的、承受载荷的、要进行热处理的、高温状态下使用的等等,用普通的常规工艺进行生产的压铸零件则不能满足要求,必须采取排除气体的工艺措施来进行生产。

九、目前压铸法对所铸的合金类别和牌号有所限制

压铸时,机器压室和压铸模型腔的材料是决定模具寿命的主要因素。目前常用的材料对于熔点较低的锌、铝、镁等合金的压铸来说,尚能达到寿命要求(实际上仍然不是理想的)。而对于熔点稍高的铜合金压铸,则压室和模具型腔的材料问题对寿命影响成为十分突出的问题了。对于熔点更高的黑色金属压铸就更是如此,近年来对用特种合金作为模具材料进行了试验,但因费用过高和存在一些技术上的问题,致使黑色金属压铸尚未普遍采用。所以,压铸合金的类别还受到限制。

至于某一种类别的合金中,又有牌号的限制,这是因为压铸过程的特点如激冷、收缩应力大、填充特性等所造成的。因此,在压铸零件的应用范围日益广泛的情况下,仅限于目前常用的合金牌号还不能完全适应要求。

十、压铸件的大小受到限制

由于目前生产上使用的压铸机的功率还不够大,所以压铸件

的大小和重量受到一定的限制。近年来,大型压铸机有所增加,大的压铸件的生产正在逐步得到解决。

十一、压铸的生产准备费用比其他铸造方法稍高,但综合生产费用仍是低的

压铸的生产准备费用比其他铸造方法稍高,这主要是因为压铸机的造价较高,压铸模制造工时较长,它们的维修费用(例如备

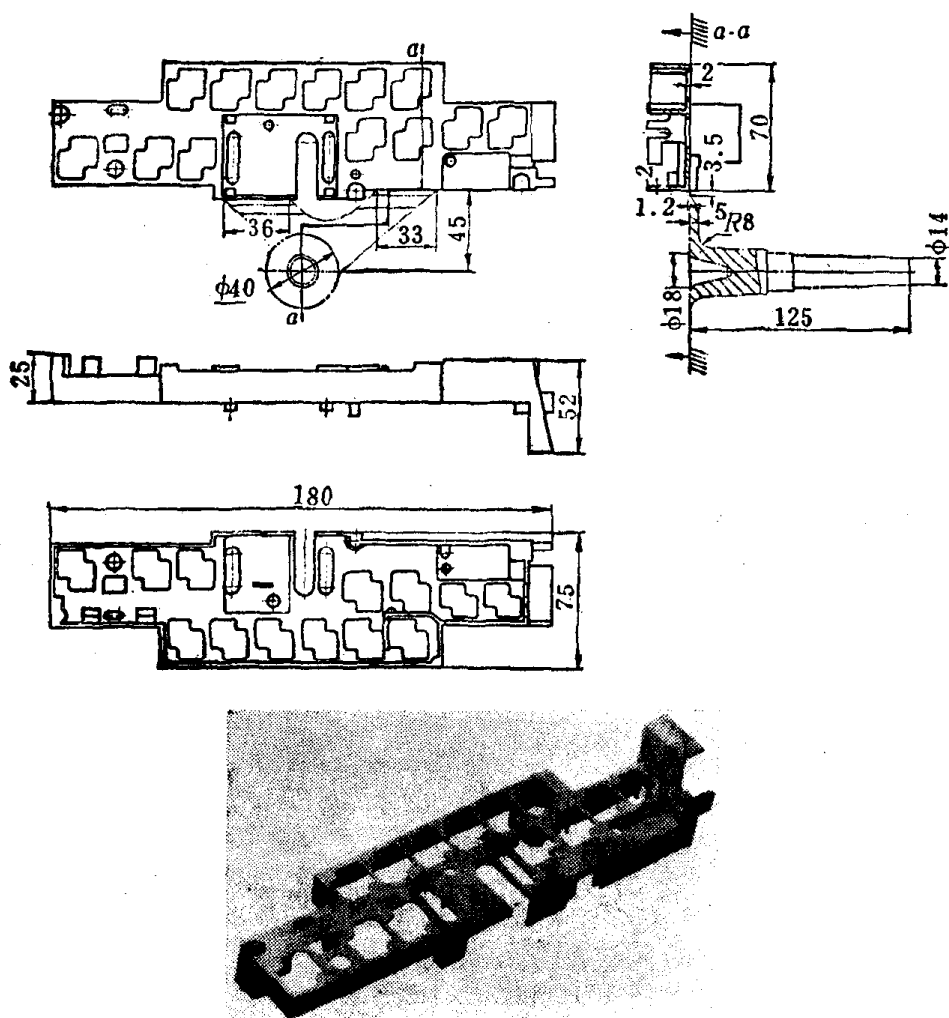


图 1-3 接线底座、铝合金、平均壁厚 1.5 毫米,
外廓尺寸为 $180 \times 75 \times 52$ 毫米

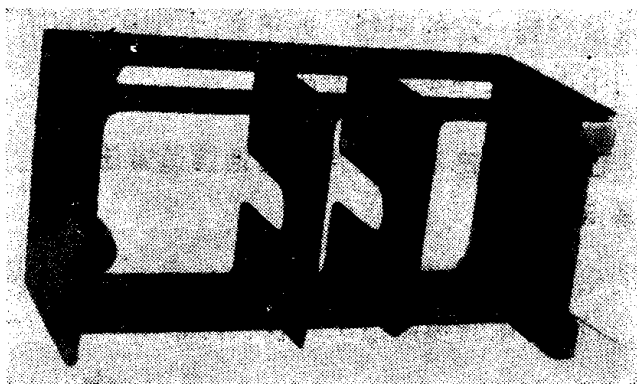


图 1-4 架子、铜合金、平均壁厚 1.5 毫米、
外廓尺寸为 $130 \times 70 \times 60$ 毫米

件制造)也都较高的缘故。但是由于压铸的许多特点的存在,以及适合于大批量生产,所以压铸生产时,对每个压铸件所分摊的综合生产费用仍然是低的。

从上述的各种特点可以看出,一方面,压铸具有很好的经济技术优越性,因而压铸零件的应用范围不断扩大,发展十分迅速。另一方面,又因压铸技术的工艺本身还存在一些尚待解决的问题,还不能满足更多的要求,因而压铸生产目前还是受到一定的限制。但是,随着近代科学技术的发展,尚存在的问题将会得到克服和解决,而现在已经有了不同程度的解决措施。可以预见,压铸生产技术将继续提高和发展则是必然的趋势。

压铸零件的应用非常广泛,图 1-3 至 1-14 为一些压铸零件的图例。

薄壁零件如图 1-3 和图 1-4。

复杂零件如图 1-5 和图 1-6。

受力、承压零件如图 1-7 和图 1-8。

机件和构架的主体零件如图 1-9。带铸入镶件的零件如图 1-10。

带字的零件如图 1-11 和图 1-12。

带铸入镶件的零件如图 1-13。机件和构架的主体零件如图 1-14。

螺纹零件如图 1-15 和图 1-16。

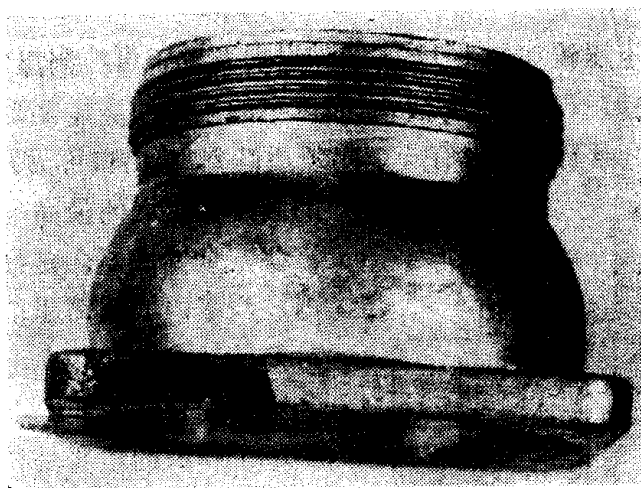


图 1-15 压铸出的外螺纹零件、铝合金



图 1-16 压铸出的内螺纹零件、铝合金

第三节 压铸方法的种类和形式

通常压铸的方法分为热压室压铸和冷压室压铸两类。

一、热压室压铸

热压室压铸如图 1-17 所示。坩埚 6 置于可控制温度的炉子内，坩埚内装有熔融金属液 5，而压室的主体的浇壶 2 则浸在熔融金属液中，浇壶内又带有一个鹅颈通道 7，其出口称为鹅颈嘴，嘴

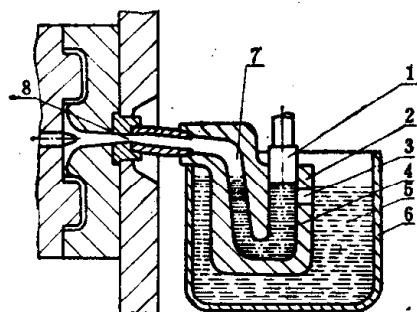


图 1-17 热压室压铸示意图

的高度比坩埚的最高金属液面稍高些，金属液不会自行流入模具内。浇壶内的圆筒部位称为料筒 4，筒壁开有进料孔 3，压射冲头 1 与料筒配合并可作上下移动，冲头不工作时的位置是在进料孔的上面，金属液经进料孔流入料筒和鹅颈通道，其内的液面高度与坩埚液面相平。鹅颈嘴与机器导入口 8 相接，从而使模具的浇道、型腔得以与鹅颈通道、料筒相通。当进料孔被封住时，自料筒下部至型腔之间即成为一个封闭腔。

压射冲头向下移动，推动鹅颈通道内的金属液面上升，到冲头封住进料孔时，封闭腔中随即在冲头的作用下建立起压力，金属液便高速度地填充入模具型腔内，填充完毕，压射冲头提升，打开进料孔，填充后多余的金属液回流，鹅颈通道内的液面又恢复到与坩埚的液面相平。

从压射冲头开始下压起，至开模取出铸件，即为一个操作循环，每一操作循环不必用人工或机械方法将金属液浇入压室内。所以，热压室压铸具有很好的实现自动化操作的条件。并且又由于省去浇料工序，故生产效率比冷压室压铸要高。

压铸生产的发展史上，早期多用热室压铸，但由于压射冲头与料筒是浸在金属液内进行工作的，故极易产生粘咬和腐蚀的现象，往往造成生产中断，因而逐渐被冷压室压铸所代替。对于低熔点的锌合金，采用热压室压铸时，压射冲头与料筒的材料只要用铸铁或球墨铸铁便可满足必要的寿命要求，故至今在锌合金压铸上仍