

282443

中等专业学校試用教科书

特种鑄造

周曉春編著



中国工业出版社

73
65

中等专业学校试用教科书



特种铸造

周晓春 编著

中国工业出版社

本书根据第一机械工业部1959年批准的中等专业学校鑄造专业“特种鑄造”四年制教学大纲草案内容和顺序编写的。

全书包括金屬型鑄造，压力鑄造，离心鑄造，熔模精密鑄造，壳型鑄造，真空吸鑄和連續鑄造等特种鑄造方法。

本书可供中等专业学校鑄造专业及业余中专的試用教科书，也可供鑄造工程技术人员参考。

特 种 鑄 造

周曉春編著

*

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ · 印張 10 $\frac{1}{2}$ · 字数 243,000

1961年6月北京第一版·1961年6月北京第一次印刷

印数 0001—5033 · 定价(9-4)1.00 元

統一书号: 15165·435(-机-71)

目 次

前言	3
緒論	5
第一章 金屬型鑄造	7
第一节 概述	7
第二节 金屬型的設計原理	9
第三节 金屬型鑄造的機械化	29
第四节 金屬型鑄造的工藝	37
第五节 金屬型鑄件的缺陷及其防止和 金屬型的壽命問題	44
第六节 冷硬鑄件的生产	48
第二章 压力鑄造	53
第一节 概述	53
第二节 压力鑄造机械	55
第三节 压鑄型結構的設計	61
第四节 压力鑄造的工藝問題	72
第五节 压鑄件的廢品种类及其預防方法	77
第六节 液态金屬的模压法	78
第三章 离心鑄造	81
第一节 概述	81
第二节 离心鑄造的理論基础	82
第三节 离心鑄造的工藝	89
第四节 离心机的結構	101
第五节 离心鑄件的缺陷及其防止方法	107
第四章 熔模精密鑄造	108

第一节 概述	108
第二节 压型的設計与制造	109
第三节 制模	111
第四节 鑄型的制造	117
第五节 鑄型的澆注、鑄件出型和清理	124
第六节 水銀模精密鑄造法	126
第七节 陶瓷型精密鑄造法	127
第五章 壳型鑄造	129
第一节 概述	129
第二节 造型材料	131
第三节 模型和模板的設計	136
第四节 壳型鑄造的工藝过程	141
第五节 各种合金壳型鑄造的特点	150
第六章 真空吸鑄	154
第一节 概述	154
第二节 真空吸鑄过程的原理	155
第三节 实心鑄件的制造問題	159
第四节 空心鑄件的制造問題	160
第七章 連續鑄造	162
第一节 連續鑄造方法概述	162
第二节 連續鑄造过程的規律性	164
第三节 影响連續鑄造的工藝因素	165
第四节 空心鑄錠連續鑄造的特点	167

中等专业学校试用教科书



特种铸造

周晓春编著

中国工业出版社

本书根据第一机械工业部1959年批准的中等专业学校鑄造专业“特种鑄造”四年制教学大纲草案内容和顺序编写的。

全书包括金屬型鑄造，压力鑄造，离心鑄造，熔模精密鑄造，壳型鑄造，真空吸鑄和連續鑄造等特种鑄造方法。

本书可供中等专业学校鑄造专业及业余中专的試用教科书，也可供鑄造工程技术人员参考。

特 种 鑄 造

周曉春編著

*

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 787×1092 1/16 · 印張 10 1/2 · 字数 243,000

1961年6月北京第一版·1961年6月北京第一次印刷

印数 0001—5033 · 定价(9-4)1.00 元

統一书号: 15165 · 435(-机-71)

前 言

本书是根据第一机械工业部1959年批准的中等专业学校鑄造专业“特种鑄造”四年制教学大纲草案和最近召开的鑄造专业教材选編會議的精神編写的。

全书包括金屬型鑄造、压力鑄造、离心鑄造、熔模精密鑄造、壳型鑄造、真空吸鑄和連續鑄造等特种鑄造方法，內容力求全面和精炼，尽可能反映了一些最新鑄造技术成就，并以工艺分析为綱，对模具設計制造及設備的选择应用，进行了必要的叙述。故可作为中等专业学校鑄造专业及业余中专的試用教材，也可供鑄造工程技术人員参考。

本书为了照顾全国各工业部門鑄造专业不同性质的要求，在內容份量上比目前教学大纲草案規定的时数稍多，各校可根据自己专业的特点，加以适当調整和补充。

本书是以南昌航专周曉春同志所編“特种鑄造”教材为基础加以审編的。在修訂过程中，承蒙沈阳冶金机械专科学校徐庆柏同志和北京工业学校刘季方、汪存榮等同志校閱和修改，使內容更趋完善和精炼。

由于編审時間仓促，加以編者水平所限，可能在內容的处理和某些問題的提法上，难免有不妥甚或錯誤之处。敬請各校教师和讀者，加以批評指正。

南昌航空工业专科学校鑄造专业科

1961年4月

原书缺页

原书缺页

第一章 金屬型鑄造

第一节 概述

金屬型鑄造又称硬型鑄造。該方法的实质在于：以液体金屬或合金填充鑄型和鑄件的結晶是在鑄造合金的重力作用下完成的，該过程本质上与砂型鑄造相类似，不过鑄型是由金屬制成的。

和砂型鑄造比較起来，金屬型鑄造具有許多优点，这些优点保证了这种方法愈来愈广泛地被采用于生产中。

金屬型鑄造最主要优点之一，是金屬型的耐鑄性高，能在同一金屬型中制造大量同等质量的鑄件。耐鑄性愈高，則所得鑄件的成本愈便宜。在表 1-1 中列举了許多作者有关金屬型耐鑄性的数据。

表 1-1 根据金屬型工作条件决定的耐鑄性近似数据

次序	鑄件型式及其制造用合金	鑄件重量	合金熔化温度(°C)	金屬型材料	金屬型耐鑄性 (澆注次数)
1	錫鉛合金	几十克	250	鋼	200000
2	鋅合金	几十克	420	鋼	150000
3	鎂合金	几百克	640	鋼	750000
4	鋁合金	几百克	650	鋼	50000
5	銅基合金	几百克	1050	鑄鉄、鋼	3000~10000
6	鑄鉄件	1.5公斤	1130	鑄鉄	5000
7	帶有冷硬輪緣的鑄鉄輪	300公斤	1130	鑄鉄	250
8	鑄鉄輓	5~6吨	1130	鑄鉄	50~100
9	小型鋼錠	0.3~3吨	1450	鑄鉄	100~500
10	中型鋼錠	3~7吨	1450	鑄鉄	50~100
11	大型鋼錠	7~16吨	1450	鑄鉄	30~50

金屬型鑄造能提高鑄件的精确程度和其表面光度，不会如砂型制造鑄件那样常因拔模受到損坏而引起鑄件的尺寸誤差，故可以减少加工余量，节约金屬和节省机械加工的費用。鑄出的鑄件具有光洁的外形，因而也可以节省表面清理的費用。提高了鑄件的表面质量，就能改善鑄件的外观、耐磨性和抗腐能力等等。

合金在金屬型中結晶时，由于金屬型导热性高，散热快，能生成細小的晶粒，故与砂型制造的鑄件比較起来，具有較高的机械性能。从表 1-2 中所列举的数据，就可以很明显地看出来。

金屬型鑄造不用型砂，而芯砂的用量也会减少，如对易熔合金来讲，常采用金屬芯子。这样就能大大减少制备造型材料的費用，同时改善了劳动卫生条件。由于减少了造型材料的消耗和制备的设备，使得采用金屬型鑄造可以縮减生产面积达5~6倍之多，同时簡化了生产工艺，因而实行高度机械化和自动化的生产就有了可能，劳动生产率可以大大地提

高，而且工人易掌握操作技术。

此外，金屬型鑄造可以减少夹砂等缺陷，能提高鑄件的成品率5~10%。

然而金屬型鑄造也有某些特殊的缺点。这些缺点，使金屬型在一定条件下采用起来有些困难，甚至不能采用。

表1-2 从鑄件中切取試样 ($\phi = 5$ 毫米) 所获得的机械性能

鑄造方法	合 金 牌 号	合 金 状 态	鑄 件 重 量 (公斤)	机 械 性 能						硬 度 H_B
				强度(公斤/毫米 ²)			延 伸 率 (%)			
				最小 值	最大 值	平均 值	最小 值	最大 值	平均 值	
砂型鑄造	AJ14	經过变晶处理	60	18.8	25.3	22.6	1.5	2.5	2.0	72
金屬型鑄造	AJ14	經过变晶处理	60	21.2	25.3	24.5	2.4	5.4	4.0	78
砂型鑄造	AJ15	淬火及时效	20	15.7	20.6	19.0	1.4	1.7	1.5	68
金屬型鑄造	AJ15	淬火及时效	20	20.0	24.1	22.5	1.2	1.8	1.5	75

金屬型的制造成本較高，特別是比較复杂的金屬型，加工費用更大，用来生产单件及小批生产的鑄件是不合算的。

在金屬型中，鑄件的凝固过程比在砂型中进行快得多，所以金屬型制造极薄壁的鑄件是比较困难的。

金屬型和砂型不同，它沒有容让性，因而金屬型的个别部分可能在鑄件結晶时，妨碍合金的自由收縮，而在鑄件中产生内应力甚至形成裂紋。因此，金屬型鑄造对热裂趋势大的合金鑄件，是不易控制质量的。这种缺陷一般可用早些將鑄件取出或采用活动块的办法来消除。可是这往往会使操作复杂化，不易控制。

用金屬型鑄造形状复杂的鑄件是比较困难的，对于这种鑄件必須采用很多小块拼凑起来的金屬型才能取出鑄件，这样会使金屬型制造昂貴，并使装配和拆卸过程复杂化以及使鑄件准确度不够。对鑄造黑色金屬鑄件来讲，金屬型操作的复杂化，将更会降低其耐鑄性，因而愈不合算。由于金屬型鑄造的鑄件取出較困难，所以鑄件的鑄造斜度要比砂型制造的鑄件来得大。

金屬型是完全不透气的，同时由于鑄件快速結晶会阻碍一部分气体的析出，故金屬型鑄件产生气孔的傾向，比砂型鑄件厉害，因而在金屬型鑄造中采取各种措施和气孔現象作斗争，是非常重要的。

此外，金屬型鑄造对工艺的敏感性很高，必須严格遵守施工紀律。

虽然，金屬型鑄造存在着某些缺点，毕竟优点还是主要的。且由于鑄造技术的不断提高，其缺点将会逐渐得到改进，而被日益广泛地采用着。

我国是使用金屬型鑄造最早的国家，远在二千二百余年前的战国时代，在我国北部和中原地区就已采用金屬型制造多种生产工具。1953年在原热河省兴隆县寿王坟村战国时燕国的冶鑄遗址内，发现鉄范(鉄制金屬型)八十余件。其中包括农具范五十二件，工具范三十二件，車具范二件。有两三件合成一付的(包括金屬型和金屬芯)，也有的是单扇范(把这种范合在平面上就可澆注)。这些金屬型构造比較复杂，制作很精巧，在工艺上已很科

学与完整。近年来，长沙、鞍山、洛阳、辉县（在河南省）等地，也相继发现了許多战国、秦、汉各个时代的类似鑄鉄生产工具，其中有一部分也是用金屬型鑄造的。

金屬型的应用，标志着当时高度发展的社会生产力和工艺水平，表明了金屬型的制造、設計和使用、冶炼部門和它的配合等一系列問題都成功地解决了。达到这样的水平，肯定地要经过一个相当长时间的摸索和創造的过程，可見金屬型的出現当在更早的年代。

綜上所述，金屬型鑄造，在我国古代已有了丰富的經驗。但古代鑄工將金屬型鑄造的使用范围限制得很窄，并没有和其他先进鑄造工艺联系起来。这一方面是由于在砂型工艺方面和一般零件生产方法方面获得了新的成就；另一方面由于封建王朝不加保护，遂使金屬型鑄造的秘訣迅速失傳。以致在某些文献中，还以为到了清朝才有金屬型鑄造。如清代龔振根所著“鉄模图說”一书中談到「以鉄易土为模……稽无成法。」可見清朝的鑄造工作者，并不知道我国古代应用金屬型的事实。

解放以来，在党的正确领导下，金屬型鑄造和其他鑄造方法一样，获得了空前的发展。尤其在1958年大跃进以后，鉄模鑄造已成为鑄造生产中提高鑄件质量和产量的有效措施。

目前，在汽車工业、航空工业及其他工业部門中，不但在有色金屬鑄造方面，已广泛的应用金屬型鑄造，而且在黑色金屬方面也日益广泛地应用着。用金屬型鑄造的有色金屬鑄件重量可达200~300公斤。黑色金屬鑄造中，已有了專門的金屬型鑄造車間，各种机械化和半机械化的金屬型鑄造机。

苏联已建立了世界上第一个鑄造和加工鋁质汽車活塞的自动化工厂，为金屬型鑄造的发展前途，創造了一个范例。

第二节 金屬型的設計原理

正确的設計金屬型，对鑄件的质量、金屬型的寿命及其工作性质有很大的影响。設計金屬型时，必須注意下列原則。

- 1) 保証鑄件的形状尺寸和质量符合鑄件的技术要求；
 - 2) 保証有合理的澆注系統和冒口，既要正确的引入金屬，又要最低限度的消耗金屬；
 - 3) 要能及时的由鑄型中取出鑄件，并使之不发生机械地破坏；
 - 4) 保証型腔能很好的排气；
 - 5) 在工作时保証鑄型的温度规范，事先考虑好預热和冷却的問題；
 - 6) 保証鑄型能长时期的工作不发生磨損和撓曲；
 - 7) 保証在清理和修理鑄型时装卸方便；
 - 8) 保証鑄型在鑄造和其后的加工中有很好的工艺性，制造方便、成本低。因此型的结构应力求简单和用最少数量的部件；
 - 9) 在操作上便于机械化和自动化，并考虑到經濟上的合理性。
- 为了满足上述要求，在設計金屬型时，必須考虑下列問題。

一 对金属型铸造零件的要求

金属型铸造零件的结构，不但应便于从型腔中取出，还应考虑金属型铸造特点所引起的各种变化。应用金属型铸造厚薄不均的铸件，或在铸件中有内面直径相当大外面直径很小的孔时，特别复杂。铸件厚薄不均，会使合金凝固发生不均匀，而在断面的转变处产生强烈的剩余应力；同时为使金属液能充满型腔的薄壁，必须提高浇注温度，结果便降低了铸件的机械性能，而在铸件的粗大部分往往会形成气孔和缩孔的现象。为了避免这些缺点和使合金冷却均匀，在铸件的粗大部分，也改用薄壁而采用加强筋来代替，不过这应在铸造工作者和设计员的协同工作下来解决。

铸件壁可能的最小厚度，决定于合金的流动性，浇注温度以及金属型的构造和工作温度等。铝合金和镁合金的铸件的壁厚通常在4~7毫米的范围内，最小厚度不得小于2.5~3.0毫米，还应根据铸件的表面尺寸来决定（表1-3）。对于铸铁件，一般不应小于5毫米，铸钢件不小于12~15毫米。

表1-3 根据铸件表面尺寸决定铸件的最小容许壁厚

铸件表面尺寸 (分米 ²)	铸件最小壁厚 (毫米)	
	AJ12	AJ18, AJ113, MJ15
0.4	2.2	3.0
2.5	2.5	4.0
9.0	3.0	—
9.0以上	4.0	—

铸件表面应尽量避免凹凸部分，因为这不但妨碍铸件由型中取出，且会妨碍合金的收缩，使铸件存在很大的内应力，产生裂纹翘曲。当然铸件的凹凸部分可用砂芯或活动块做出，但这会使铸造过程复杂化，降低铸件的质量和缩短金属型的使用期限。

铸件的锐角也应避免，在转角和交壁处应做成适当的圆角，圆角半径的大小，决定于铸件的外形，壁厚和合金的铸造性能。在任何情况下，对于一些小零件的铸造，用铝合金不得小于1毫米，用镁合金不得小于2毫米。随着铸件的大小和复杂程度的变化，圆弧半径将有所加大。

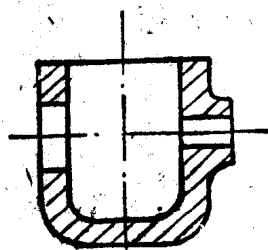


图1-1 带有突出小孔的零件。

铸件铸出孔的最小孔径和深度，常决定于合金的种类，如对铝合金来说，在穿透孔的深度不超过其两倍直径时，铸件最小孔径可达8~10毫米，一般小孔不必铸出，以简化金属型的结构和操作。当铸件有较复杂的内腔时，须用组合型芯。比较简单的组合型芯，由三个部分组成，而在复杂的情况下，甚至有5~7部分组成。内腔特别复杂的铸件，则采用砂芯。铸件孔眼的铸出，主要应从保证质量出发，有时并不在于孔眼的大小。如图1-1所示零件，在圆筒壁上的孔比突出的孔大些，但为了保证产品质量，大孔可以不铸出，而小孔则应想办法铸出，以保证零件不在突出的部分产生缩孔疏松等缺陷。

为便于从铸型中取出铸件，型芯和各种凸块，都应给以适当的锥度；铝合金铸造时，

鑄件表面錐度為 $10 \sim 30'$ ，型芯和凸塊的錐度為 $30' \sim 2^\circ$ ；而在鎂合金鑄造時，其鑄件表面錐度不小於 10，型芯和凸塊的錐度為 2° 或更大一些。因而各種合金鑄造錐度的大小，應個別決定之。

金屬型鑄造零件的機械加工余量，一般比砂型鑄件為小，常在 0.5~4 毫米的範圍內，並受以下各因素的影響：

1. 加工表面的光潔度和精度要求愈高，則所留機械加工余量也應愈大；
2. 加工面積愈大，則余量也愈大，因為鑄件可能曲扭和在機械加工時安裝不準確引起余量的不足；
3. 機械加工基準面距離加工表面愈遠，則余量應愈大；
4. 由砂芯鑄出的一些表面，機械加工余量應大於由金屬型芯或金屬型直接鑄出的表面；
5. 冒口和澆口下的機械加工余量應該放大些，因為當冒口或澆口切除不準確時可能使鑄件造成廢品。

決定型腔的尺寸是一個複雜的問題。一般說來，鑄型型腔的尺寸應由鑄件尺寸加上澆注合金的收縮率和型腔表面塗料的厚度，而後減去鑄型在受熱時的膨脹來決定。在設計中對於硬型的受熱膨脹一項往往是忽略不計的。因其變化的數值很小，同時，由於影響膨脹的因素很多，以致無法準確的確定膨脹值，只有在大型鑄件硬型的設計中才加以考慮。

硬型塗料厚度的決定，是由工藝上提出來的，但它又是隨著零件各部分的要求不同而規定的。設計硬型時，必需加以考慮。

鑄件綫收縮率的大小，決定於合金種類、鑄件結構、澆注溫度等，其數值變化也較大。表 1-4 所列举的數據可作參考。

表 1-4 合金的綫收縮率

合 金	收 縮 率 (%)	合 金	收 縮 率 (%)	合 金	收 縮 率 (%)
AJ12	1.0	AJ110	1.0~1.1	鋁青銅	1.8~2.4
AJ14	0.8~1.1	AJ112	1.1~1.2	錫鋁青銅	1.3~1.5
AJ15	0.9~1.1	MJ14	1.1~1.3	灰生鐵	1.0
AJ19	1.0	MJ15	1.1~1.2	鑄 鋼	1.5~2.0

由上分析，硬型型腔尺寸的確定是不容易的，必須針對每個不同零件，進行實際的試驗和修正，使鑄件的尺寸在容許的公差範圍內，才能最後定型。這在航空產品中，是特別重要的。

二 鑄件在金屬型中位置的確定

選擇鑄件在金屬型中的位置是設計合理的金屬型結構最主要條件之一。鑄件在金屬型中的合理分布就預先決定了金屬型的分型面、型壁錐度、型芯數量及材料、供給金屬液的位置、冒口的位置、金屬型的通氣方法以及金屬型的溫度條件等。

金屬型的分型面決定於鑄件的外形。當確定分型面時應考慮：1) 使鑄件能最容易從型中取出；2) 分型面是排除氣體的良好通道；3) 分型面應避免鑄件在操作時發生可

能的扭曲；4）应避免在机械加工规定的基准面上安置分型面，因为在铸件的分型处易留有不大的毛刺，这些毛刺会使铸件难于装上机床。

铸件在金属型中的位置，应尽可能使液体金属在完全凝固前从高处往低处流，以保证铸件定向凝固。

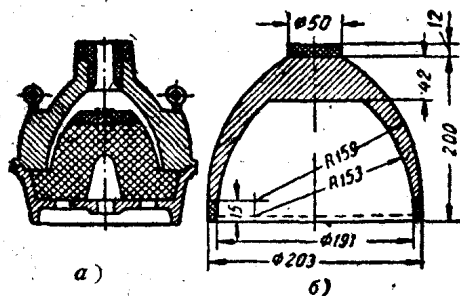


图1-2 金属型中铸件的定向凝固：
a—机头的铸型；b—机头。



图1-3 零件在铸型中的位置。

具有厚法兰的盖形，盆形等铸件，假如其垂直壁较薄时，应把法兰放在上面（如图1-2），在这种情况下，法兰可以依靠上部冒口得到补给。假如铸件的垂直壁与高度比较起来较厚，并有可能使其中的合金冷却慢时，例如铸件中有砂芯，则可以把铸件的厚法兰放在下面以加快冷却速度，在这类情况下，可采用顶注的浇注系统。

如果用来制造铸件的合金结晶间隔小，把铸件的厚断面放在上面有时是不合理的，如铸件较高而采用底注式浇注系统时。

假如合金的结晶间隔大（铝镁及镁合金），在某些情况下，铸件的粗大部分，亦宜于放在下面，这样在慢结晶的过程中就有可能利用静液压而使铸件薄壁部分得到补缩。

薄壁铸件应放在垂直的位置上，因为在金属型中铸造时，金属比在砂型中的冷却较快，若沿着水平面流，有些金属流可能受到强烈地冷却并结上氧化薄膜，阻碍金属流的结合，而形成欠铸，冷隔及皱纹等缺陷。所以一些板状、盖状、管状、棒状等铸件应沿着垂直中心线安放进行铸造（如图1-3）。

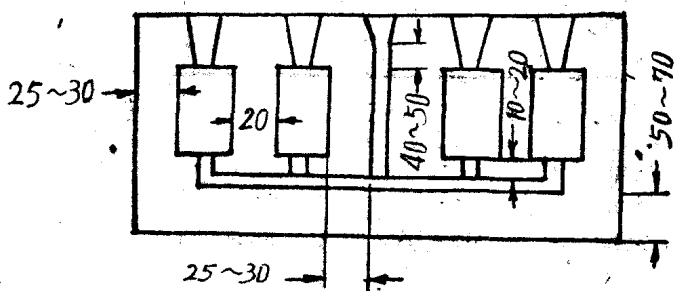


图1-4 多腔式硬型。

当铸件内腔采用砂芯时，铸件在金属型中的位置，应保证砂芯装配方便，砂芯固定可靠。

除考虑铸件在金属型中的位置外，根据铸件的形状和大小，在一个铸型中，可以浇注一个或一个以上的铸件。铸件在金属型中的合理分布也非常重要，应防止金属型因型腔布置不均而产生局部过热及型壁易于翘曲等现象。

铸型有设计成单腔式的（铸造中大型零件），或多腔式的（铸造小型零件）。

多腔式的硬型可以用共同的浇道，也可以在型内每个铸件上分别做出浇道。

铸铁的体收缩和形成气泡的趋势都较小。故在铸造形状简单不需要型芯的小铸铁件时，

带有共同浇道的多腔式硬型得到广泛的应用。

关于在多腔式硬型中布置铸铁件的情况如图 1-4 所示。

三 型芯的设计

在确定铸件在铸型中的铸造位置时，就已决定了型芯的数量及材料。设计金属型时，应尽量考虑采用金属型芯，因为这对金属型铸造来说，将具有一系列的优点：

- 1) 能保证铸件内外冷却均匀，因而获得质量较高的铸件；
- 2) 保证获得精度与光度较高的铸件内腔，减少机械加工余量及加工费用，因而降低了铸件成本；
- 3) 使操作方便，提高金属型铸造的生产率，并能改善劳动卫生条件。

但采用金属型芯也受到一定的限制，它主要用于轻合金，且内腔较为简单的零件，对内腔形状复杂的零件，在设计金属型芯时会引起很大的困难，即使是采用组合型芯在操作时也较不方便。此外，在采用金属型芯时必须严格的遵守工艺纪律和很好的维护，因为过早地取出型芯会使铸件产生损伤，若过晚地取出，由于金属的收缩，会使取出型芯发生困难，甚至使铸件产生裂纹。

金属型芯一般做成活动的，也可以做成固定的。

固定的金属型芯和金属型完全连在一起，随着金属型的打开而一起脱离铸件。制造内腔不深且其锥度很大的铸件时，可以使用固定型芯。固定型芯比活动型芯能获得精度较高的铸件内腔，不过在铸件凝固时易妨碍合金的收缩，使铸件产生裂纹。因此，在实际生产中固定型芯应用较少。

为了防止阻碍铸件的收缩，特别是制造内腔较深且锥度小的铸件时，最好使用活动的金属型芯，在金属型打开以前，就将型芯从铸件中取出，这时铸件的温度还很高，收缩较小也便于取出型芯。

金属型芯可能由下列方向拔出，如图 1-5。

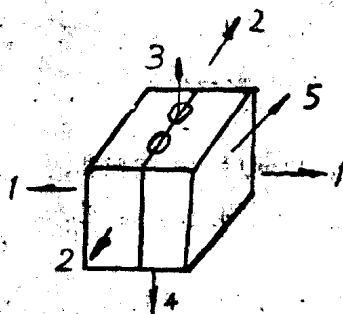


图1-5 不同拔芯方向。

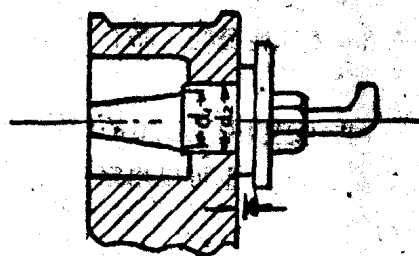


图1-6 金属型芯的构造。

- 1) 与开型方向一致，垂直于分型面；
- 2) 平行于分型面，与开型方向相垂直；
- 3) 向上面拔出；
- 4) 向下面拔出；
- 5) 由斜的方向拔出；