

金属工艺学课程设计

高等工科院校教材

JIN SHU GONG YI XUE

金属工艺学 课程设计

丁殿忠 主编

KECHENG SHEJI

机械工业出版社



TG
D56

429576

高等工科院校教材

金属工艺学课程设计

主 编	丁殿忠	姜鸿维
副主编	程文彬	余雪子
编 者	郭永环	樊百林
	杨金生	张至丰



机械工业出版社

前 言

培养适应当前科技工作需要的、素质高、能力强的高级工程技术人员,教材的改革是关键的一环。本书力求以指导思想新、体系新、内容新、训练方法新为特点,为实现新的教学基本要求提供了一定的条件。

本书集丰富的技术工作经验,对材料的选择及结构分析提供了较科学的、有效的方法。本书简明、实用地介绍了各种生产工艺方案的编制方法;提供了应用微机技术解决工程技术问题的方法和范例;叙述了设计说明书的编写方法,并注重对学生工艺设计能力和编写工艺文件能力的培养。本书还精选了44个设计题目及其参考工艺、参考工时,供工艺分析比较及经济分析时用。

本书可供多学科、多类型课程使用,同时,本书亦是一本典型的参考工艺手册。

本书的编写人员及分工是:齐齐哈尔第一机床厂职工大学姜鸿维负责概述、第一章第一、八、九节、第三章及内容策划,北京工业大学程文彬负责第一章第二节及第四章题号1-1至1-14参考工艺,北京科技大学樊百林负责第一章第三节、第二章第二节及第四章题号2-1至2-8参考工艺,北京石油化工学院杨金生负责第一章第四节及第四章题号3-1至3-8参考工艺,北京科技大学余雪子负责第一章第五节及第四章题号1-15至1-28参考工艺,齐齐哈尔轻工学院郭永环负责第一章第六节、第二章第一节及全书图样的绘制。本书由燕山大学丁殿忠任主编,程文彬和余雪子任副主编,华中理工大学徐鸿本和包头钢铁学院陈厚祥任主审,北京科技大学滕向阳参加审稿。

为突出工程技术课的特点,确保工艺内容的可靠性、实用性与先进性,本书特聘顾问组,其成员是:齐齐哈尔第一机床厂许兆林(经济)、张德祥(热处理)、张传厚(锻造)、李鸿雁(微机)、姜鸿维(兼铸造)、齐齐哈尔第二机床厂温洪熙(焊接)、孙家俊(机械加工)、富拉尔基第一重机厂宋益民(重机工艺)、于福义(重机设备)。

刘少华、崔恩溶、刘德林、刘炳山、杨庆辉、李忠富等为本书做了实际工作,在此一并表示感谢。

我们的目的是按培养现代人才的要求将实践素材与机械制造的理论有机地结合,力图编写出有特色、有深度的教材,但因水平和经验所限,本书难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

1996年8月

目 录

前言	
概述	1
第一章 各种加工方法工艺方案的编制	2
第一节 材料选择与结构分析	2
第二节 铸造工艺方案的编制	6
第三节 锻造工艺方案的编制	14
第四节 焊接工艺方案的编制	18
第五节 机械加工工艺方案的编制	21
第六节 热处理工艺方案的编制	25
第七节 综合生产工艺方案的编制	30
第八节 微机应用指导与练习	34
第九节 经济性分析	41
第二章 工艺文件及说明书实例	46
第一节 工艺文件实例	46
第二节 课程设计说明书	51
第三章 课程设计题目	59
第四章 参考工艺	126
附录 A 设备台时价格表	162
附录 B 浇注系统类型	164
附录 C 接头、坡口及焊缝标注	165
参考文献	166

概 述

金属工艺学课程设计（下文简称金工课程设计）是在教师指导下，学生应用金属工艺学的知识进行一次从选择材料、结构分析到制定生产工艺方案的综合性工程实践训练。

一、金工课程设计的作用

金工课程是工科学生的技术基础课，实践性强，应用范围广，涉及到机械制造的各种生产方法。在金工课教学过程中安排课程设计是对学生进行素质培养、能力训练的有效方法。

（1）通过课程设计，学生把所学过的知识有机地综合、分析，灵活地运用，进行一次工程师基本素质的训练。

（2）通过课程设计，可使学生充分认识机械制造各专业之间的内在联系，并处理好相互间的关系，做到扬长避短，优势互补，培养学生综合归纳的能力。

（3）通过课程设计，使学生加深理解从事工艺设计应遵循的基本原则，即实用性、先进性和经济性原则。

（4）通过不同工艺方案的分析、对比，使学生初步具有优化加工方案的能力。

（5）通过实践，使学生深刻体会理论应密切联系实际的含义。

二、金工课程设计的方法

学生每人一题，独立完成。

学生接到任务后，应认真读图，参考第二章第二节说明书，拟定提纲。

说明书的主要任务是加工方案的分析、讨论，可按以下步骤进行：

（1）根据零件的用途、工作环境，可能采用的热、冷加工方法，分析材料和结构是否合理。

（2）拟定零件生产必需的工艺路线，包括毛坯生产（铸、锻、焊）、机械加工、热处理等。

（3）整理调研实际生产的工艺路线。

（4）把（2）、（3）工艺路线及参考工艺分段比较，以实用性、先进性和经济性为原则衡量，选出最佳方案。

（5）各段最佳方案合理衔接，把分析过程、理由、结果写成说明书。

说明书的另一重要组成是图样，要根据国家标准把需要的图样绘全。

其它内容可根据需要或与教师商量决定。

三、金工课程设计的要求

（1）通过实习或调研，了解加工零件时所选用的设备、工装及机床的切削运动。

（2）工艺参数的确定应有可靠的依据，说清确定参数的方法（如查××标准，查××图，利用××公式计算等）、使用资料的来源（如××图在××书上）、参数修正的原因及方法。

（3）说明书的形式允许自选，但禁用文学体裁，应使用工程技术语言、国家标准规定的名词术语。

（4）微机辅助完成的内容，要在计算机上通过。

（5）经济性分析应以分析讨论为主，计算步骤可以简化。

第一章 各种加工方法工艺方案的编制

第一节 材料选择与结构分析

一、材料选择

材料选择是涉及知识面广、考虑因素多、需反复核算的复杂工作，应遵循“使用性、合理性和经济性”的原则。

具体选材时用“逐次下降”法。根据零件用途、工作环境、受力情况，查阅各类资料推荐的应用举例，初步选定一种能满足要求的材料。

结构确定后，还要从选材角度进一步进行结构分析，分析能否以更廉价、更普通的材料代替，必要时可以修改结构，用廉价材料代替局部结构，同时还应考虑用强化措施提高材料的使用性能。

下面举例说明设计思路中选材观点的更新过程。从表 1-1 和表 1-2 可以发现球墨铸铁的某些性能不亚于碳钢或其它材料，这就为以球墨铸铁代替碳钢在某些应用领域提供了可能性。

表 1-1 几种钢铁材料的疲劳强度

材料	灰铸铁	球墨铸铁	45 钢	铸造合金钢
疲劳强度/MPa	90~150	200~350	300~350	300~400

表中列出的性能参数属未经热处理的状态，经不同热处理后，其性能还会有不同程度的提高。

表 1-2 几种钢铁材料的静负荷性能

材 料 \ 性 能	抗拉强度 MPa	屈服强度 MPa	抗弯强度 MPa	伸长率 %	硬 度 HBS
灰铸铁	150~350		280~650		145~241
可锻铸铁	370~450	200~280		4~15	110~150
稀土灰铸铁	350~450		600~1000		180~260
高韧性球墨铸铁	450~600	400		10~28	140~190
高强度球墨铸铁	600~1000	400~800		2~6	240~300
优质球墨铸铁	1100~1600	900~1400		1~4	HRC 38~50
铸 钢	450~600	210~250		20~25	140~180
45 钢	610	360		16	热轧 241 退火 191

球墨铸铁是将灰铸铁进行球化处理后的铸铁，其生产成本低，工艺简单。因而常用球墨铸铁取代其它材料，见表 1-3。这种取代的实际意义是能大幅度地降低材料成本。从表 1-4 列出的三种产品可以明显地比较出用球墨铸铁代替锻钢的经济效果。

表 1-3 球墨铸铁代替其它合金实例

所代合金	GCr15	铸 钢	45 钢	铜	锰铁黄铜
零件名称	滚动轴承内、外环	轧钢机立柱	高压铜液泵连杆	连续铸管机结晶器	螺旋桨
球墨铸铁牌号	QT600-3	QT500-7	QT400-15		

表 1-4 球墨铸铁代替锻钢经济效益比较

产品名称	材 料	毛坯质量 kg	成本比价	成本降低百分数 %	加工工时 h
4110 柴油机连杆	锻 钢	8.2	1	≈80	
	球墨铸铁	5.0	0.17		
M250A 机床主轴	锻 钢	88.2	1	≈70	1.83
	球墨铸铁	71	0.29		1.58
M1040 机床主轴	20Cr 锻钢	30	1	≈65	8.5
	球墨铸铁	33	0.36		7.1

选择材料时还须注意在生产过程中，材料是否可以强化以及在什么阶段强化。大体强化方法可分为以下几种：

(1) 成形过程强化 材料选定后，不同成形方法对其强度有着不同的影响。如在成形过程中经球化处理的铸铁，其强度增强；在锻造过程中可以锻成纤维组织；在机械加工中，某些加工硬化亦增大强度等。同一生产方法不同生产类型对材料性能影响也不同。见表 1-5。

表 1-5 不同铸造方法获得强度比数

方 法	砂型铸造	热室压铸	冷室压铸	永久型铸造	熔模铸造	离心铸造
比强度	7~5	2~1	1~2	4	7~5	3

(2) 成形后强化 它是指材料被加工成毛坯或零件以后的强化。这种强化方法有热处理、表面处理、化学处理等。

(3) 组合式强化 它是指选用不同材料利用一定方法生产出一个毛坯或零件的方法。如双金属铸造、异种金属焊接、锻造方法夹钢（或贴钢）、机械加工中镶嵌等。

二、结构分析

每一种生产方法在编制工艺以前都要进行结构分析，其目的有以下两点：

1. 培养对产品全面负责的精神

对产品全面负责是工艺人员必备的素质之一。工艺人员不仅要保证自己工作范围内少出或不出问题，尽可能地提高产品质量，降低生产成本，而且对自己工作以外的其它部分工作

也应当尽一切努力去实现这种保证。这是关系到企业信誉及效益的大问题。

培养这种精神,应当从学生时开始。工艺编制前进行结构分析就有培养这种精神的作用。主要进行以下工作:

- (1) 审查原结构选材是否合理。
- (2) 审查结构能否满足各种要求。
- (3) 讨论结构的先进程度。

2. 进行结构工艺性分析

结构工艺性分析对于每一种具体生产方法既是生产可行性的检查,也是在可行的情况下保证生产过程操作方便、原材料消耗少、提高产品质量的一项措施。

分析方法因生产方法不同而不同,在分析前应阅读与各生产方法内容有关的论述。下文是进行结构工艺性分析的几项总体原则:

(1) 结构设计者必须具有良好的工作作风。设计应以满足客观需要为指导思想,保证结构简单、实用、科学、合理。

例如,只有从工艺性角度分析图 1-1 所示研具才可能发现其结构的不合理之处。此件轮廓尺寸比较小,肋板设计得过多,肋间空间尺寸小。熔模铸造可以满足这种结构生产,但其成本过高。考虑到研具的作用及使用环境,可选用砂型铸造,但采用砂型铸造时,肋间型砂体积又过小,其强度难以承受因起模而产生的破坏力。

其实从肋的作用考虑可以进一步证实其结构的不合理之处。本件加肋的作用是增加刚性,按整件轮廓尺寸分析,只设计对角线两条肋,足以满足需要,而且铸造结构工艺性也比较好的。

(2) 结构设计或分析离不开力学知识。力学知识的应用可分为三种情况。第一种是承载能力计算,主要是校核受力的主要部分应力状态能否满足工作载荷的要求。第二种是校核结构能否满足加工过程中的装夹要求或工作时的固定要求。第三种是因结构而涉及到工艺过程中的力,如焊接件可能产生变形的力,铸造过程中型芯支承力等。

实际解决这类问题时,过程繁多、计算复杂。下面以图 1-2 封盖为例进行定性讨论。

该件的铸造工艺性是没有问题的,这里所讨论的结构分析问题是机械加工的装夹问题。加工剖视图左端时装夹右端,如果直接装夹应由 100mm、 $\phi 100\text{mm}$ 及 $\phi 160\text{mm}$ 三个尺寸所决定的斜率、并引入摩擦角的概念予以分析。通过分析能保证装夹时比较经济。不能保证装夹时,在 $\phi 100\text{mm}$ 处应设计夹头,不仅材料消耗多,切除时还要安排机械加工工序。

(3) 不同的生产方法对工艺性要求的差别也是比较大的,因而导致某些性能的不同。这

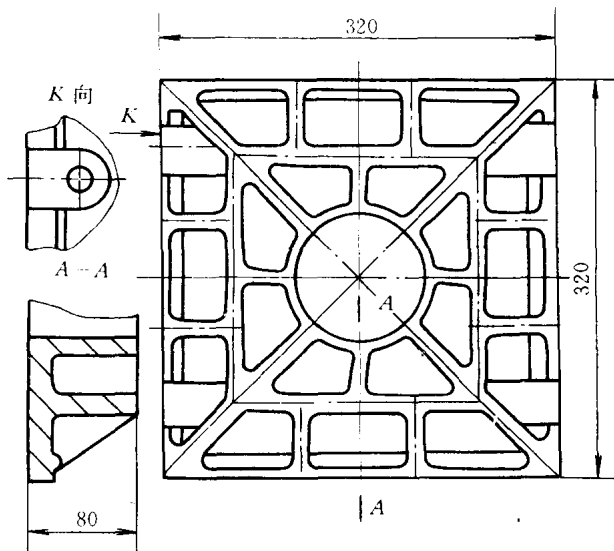


图 1-1 研具

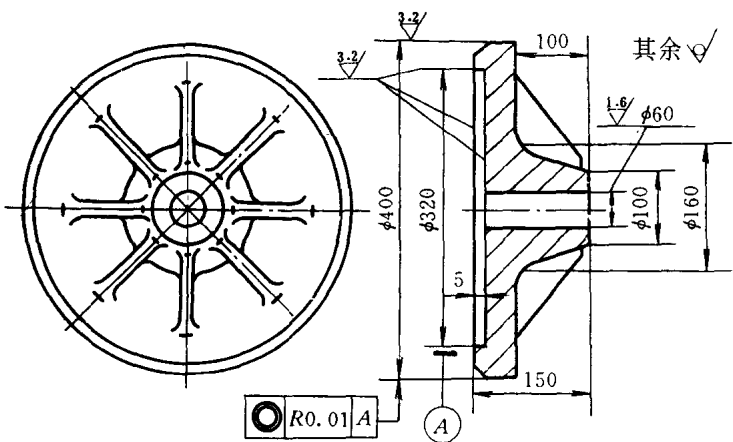


图 1-2 封盖

一点在结构分析时应特别注意。如在一般情况下，锻件、焊接件的壁越厚，强度越高，但这一原理对于铸件是不适用的。铸件壁厚与强度的关系可用表 1-6 定性地进行比较。

表 1-6 铸件壁厚及相对强度

壁厚/mm	15~20	20~30	30~50	50~70
相对强度	1.0	0.9	0.8	0.7

根据表 1-6 可知，当壁厚值为 15mm~20mm 时，铸件性能最好，壁厚增加，铸件性能有下降的趋势，其原因见图 1-3。壁厚在 15mm~20mm 时冷却速度正常，晶粒较细，有较好的力学性能。当壁厚增加时，因体积增大，热容量增加，冷却速度慢，晶粒粗大，力学性能变差，有时还可能产生缩松。一般采取的方法是选取最佳厚度值，设计加强肋，见图 1-3c。以上分析是针对砂型铸造方法而言的，特种铸造的规律仍如此，只是峰值位置移动。

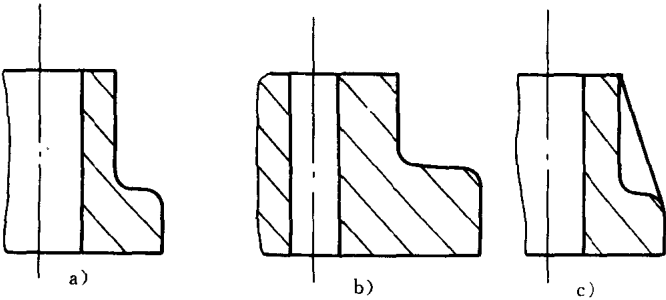


图 1-3 壁厚情况比较

a) 正常壁厚 b) 加厚壁厚 c) 采取措施

第二节 铸造工艺方案的编制

编制铸造工艺方案是进行铸造工艺设计的重要一环，其目的是使整个铸造工艺过程都实行科学的操作，有效地控制铸件的形成，以获得优质合格的铸件。确定合理的铸造工艺方案，对保证铸件质量、提高生产率、降低成本起着重要的作用。

编制铸造工艺方案的内容和步骤如下：

一、铸件结构工艺性分析

铸件结构工艺性分析是从铸造生产的角度分析其结构是否符合铸造生产的工艺要求，以及在技术经济方面是否合理。

既能满足使用要求，又能简化工艺、保证质量、降低成本的产品结构，要通过采取工艺措施来加以保证。

在制定铸造工艺方案之前，设计人员必须熟悉图样和铸件的使用要求，掌握实际生产的现有条件，以图样的技术要求或用户提供的使用信息作为依据，编制出正确合理的铸造工艺方案。

二、工艺方案的确定

(一) 铸造方法的选择

可参考表 1-7 进行铸造方法的选择。

表 1-7 几种铸造方法比较

铸造方法 比较项目	砂型	熔模	金属型	压力	低压	离心	陶瓷型
适用金属	无限制	无限制， 以铸钢为主	无限制， 以铸造非铁合金为主	铝、镁、锌 等低熔点合金	以铸造非 铁合金为主	以铸 铁、铜合 金为主	无限制， 以铸钢为主
适用铸件大小	几克到数 百吨	25kg 以 下	以中小件 为主	一般 10kg 以下， 中型件也可	以中小件 为主	几公斤 到数吨	以大、中 铸件为主
经济批量	无限制	100 ~ 5000 件	大批、大量	最少 1000 件	成批、大量	几百件	单件、小批
铸件尺寸精度	IT15~IT14	IT14~IT11	IT14~IT12	IT13~IT11	IT14~IT12	内孔尺 寸偏差大	IT13~IT12
铸件表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	粗糙	12.5~1.6	12.5~6.3	6.3~1.6	12.5~3.2	内表面 粗糙	25~6.3
铸件内部质量	结晶粗	结晶粗	结晶细	结晶细 内部有气孔	结晶细	结晶细	结晶粗
铸件加工余量	大	小或不加工	小	小或不加工	小	内孔加 工余量大	小或不加工

(续)

铸造方法 比较项目	砂型	熔模	金属型	压力	低压	离心	陶瓷型
生产率 (机械化程度)	低、中	低、中	中、高	最高	中	中、高	低
最小壁厚/mm	2.5~5	0.5~0.8	铝合金 2~3 铸铁 >4	0.5~1	一般 2 最小 0.7	6	1
应用举例	要求不高的中、小件, 大型或复杂件	刀具、刀杆、机床零件、辅件	水暖器材、活塞、一般的铸造非铁合金铸件	要求较高的铸造非铁合金铸件、汽车、电器仪表应用件	箱体、壳体、缸盖、纺织机械零件	要求组织致密的回转体铸件、铁管、缸套、铜套	厚大的精密铸件、锻模、冲模、压铸模、模板

(二) 造型及造芯方法的选择

可参考表 1-8~表 1-10 选择造型及造芯方法。

表 1-8 手工造型的各种方法

造型方法	主要特点	应用情况
砂箱造型	在专制的砂箱内造型, 操作比较方便, 劳动量较小	大、中、小铸件, 大量、成批和单件生产均可采用
劈箱造型	将模样和砂箱分成相应的几块, 分别造型, 然后组装起来。这样使造型、烘干、搬运、合箱检验都比较方便 制造模样、砂箱的工作量大	常用于成批生产的大型复杂铸件, 如机床床身、大型柴油机的机身
叠箱造型	将几个甚至十几个铸型重叠起来浇注, 可节约金属, 充分利用生产面积	可用于成批生产的中、小件, 小型铸钢件应用较多
脱箱造型 (无箱造型)	造型后将砂箱取走, 在无箱或加套箱的情况下浇注	用于大量、成批或单件生产的小件
地坑造型	在车间地坑中造型, 不用砂箱或只用盖箱 操作较麻烦, 劳动量大, 生产周期长	对于单件生产的中、大型铸件, 当缺少相应的砂箱时, 常采用此法
刮板造型	用专制的刮板刮制铸型。可节省制造模样的材料和工时。操作麻烦, 生产率低	多用于单件小批生产、外形简单的回转体铸件
组芯造型	铸型由多块砂芯组装而成, 可在砂箱、地坑中或用夹具组装	用于单件或成批生产、结构复杂的铸件
流态砂造型	这是一种先进的造型方法。将可流动型砂灌入砂箱, 不用紧实, 靠硬化剂使铸型硬化。这种造型方法简单省力, 卫生条件好, 生产率高	多用于单件或成批生产的中、大件, 成批生产的小件也可采用

表 1-9 手工造芯的各种方法

造芯方法	主要特点	应用情况
芯盒造芯	用芯盒的内表面形成砂芯的形状, 砂芯尺寸准确, 可制造小而复杂的砂芯	各种形状、尺寸和批量的砂芯均可采用
刮板造芯	与刮板造型相似	用于单件小批生产、形状简单的回转体砂芯

表 1-10 机器造型的各种方法

造型种类	主 要 特 点	应 用 情 况
震实式	靠造型机的震击来紧实铸型。机器结构简单，制造成本低。但噪声大，生产率低，对厂房基础要求高，劳动繁重	可用于大量或成批生产的中、小件，应用较少
震压式	在震击后加压紧实铸型。造型机的制造成本较低，生产率较高，噪声大	用于大量或成批生产的小件，常用于脱箱造型
微震压实式	在微震的同时加压紧实铸型。生产率较高，机器较易损坏	用于大量或成批生产的中、小件
压实式	用较低的比压压实铸型。机器结构简单，噪声较小，生产率较高	用于大量或成批生产的矮小铸件
高压造型	用较高的比压压实铸型。生产率高，铸件尺寸准确，易于自动化。但机器结构复杂，制造成本高	用于大量生产的中、小铸件
射压式	用射砂填充砂箱，再用高比压压实铸型。生产率高，易于自动化	用于大量生产的中、小铸件
抛砂造型	用抛砂的方法填充和紧实铸型。机器的制造成本较高	用于大量或成批生产的大型铸件

（三）浇注位置的选择

浇注位置是指浇注时铸件在型腔内所处的空间位置。多数情况下分型面为水平面，水平浇注，称为平做平浇。有时为了兼顾操作简便，同时又要保证铸件质量，可将分型面与水平面倾斜某一角度或相互垂直，称此为倾斜浇注或平做立浇。

（四）分型面的选择

铸型之间相互接触的表面称为分型面。分型面是为起模、下芯、检验等需要而设置的，选择时应注意尽可能消除由它带来的不利影响，如铸件在垂直于分型面方向的尺寸变大，有飞翅、毛刺、错型等缺陷。在制定工艺方案时，应使分型面尽可能少，尽可能平直，以便于操作，重要的加工面、受力面应朝下，以保证铸件质量。

以上原则主要适用于砂型铸造。在完成设计时对上述内容要进行分析，注意各自的独立性、特殊性及局限性。确定最终方案时应对产品零件进行综合分析，既兼顾各自特点，又协调彼此矛盾。

三、工艺参数的确定

（一）加工余量的确定

确定加工余量的一般方法是查表。确定加工余量应注意原则性及灵活性。

原则性是根据零件的生产方法、批量、精度等级、铸件被加工表面的最大尺寸及浇注位置等条件，按国家标准选取加工余量，并在工艺文件中注明。加工余量可依据表 1-11 和表 1-12 确定。

表 1-11 用于成批和大量生产与铸件尺寸公差配套使用的机械加工余量等级

工 艺 方 法	加 工 余 量 等 级								
	铸钢	灰铸铁	球墨 铸铁	可锻 铸铁	铜合金	锌合金	轻金属 合金	镍基 合金	钴基 合金
砂型手工造型	$\frac{11-13}{J}$	$\frac{11-13}{H}$	$\frac{11-13}{H}$	$\frac{10-12}{H}$	$\frac{10-12}{H}$		$\frac{9-11}{H}$		
砂型机器造型及壳型	$\frac{8-10}{H}$	$\frac{8-10}{G}$	$\frac{8-10}{G}$	$\frac{8-10}{G}$	$\frac{8-10}{G}$		$\frac{7-9}{G}$		
金属型		$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{6-8}{F}$		
低压铸造		$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{7-9}{F}$	$\frac{6-8}{F}$		
压力铸造					$\frac{6-8}{D}$	$\frac{4-9}{D}$	$\frac{5-7}{D}$		
熔模铸造	$\frac{5-7}{D}$	$\frac{5-7}{D}$	$\frac{5-7}{D}$		$\frac{4-6}{E}$		$\frac{4-6}{E}$	$\frac{5-7}{E}$	$\frac{5-7}{E}$

注：1. 此表摘自 GB/T11350—89。
2. 表中数字表示尺寸公差等级，字母表示加工余量等级。
3. 小批单件生产另有表，可按此表尺寸公差下降两个等级使用，如灰铸铁手工造型时选 $\frac{13-15}{H}$ 。

表 1-12 与铸件尺寸公差配套使用的铸件机械加工余量 (mm)

尺寸公差等级 CT		13				14		15		16	
加工余量等级 MA		F	G	H	J	H	J	H	J	H	J
基本尺寸		加 工 余 量 数 值									
大于	至										
—	100	5.5	6.0	6.5	7.5	7.5	8.5	9.0	10	11	12
		3.5	4.0	4.5	5.5	5.0	6.0	5.5	6.5	6.5	7.5
100	160	6.5	7.0	8.0	9.5	9.0	10	11	12	13	14
		4.0	4.5	5.5	6.5	6.0	7.0	7.0	8.0	8.0	9.0
160	250	7.5	6.5	9.5	11	11	13	13	15	15	17
		5.0	6.0	7.0	8.5	7.5	9.0	8.5	10	9.5	11
250	400	6.5	9.5	11	13	13	15	15	17	18	20
		5.5	6.5	8.0	10	9.0	11	10	12	12	14
400	630	10	11	13	16	15	18	17	20	20	23
		6.5	7.5	9.5	12	11	13	12	14	13	16
630	1000	12	13	15	18	17	20	20	23	23	26
		7.5	9	11	14	12	15	14	17	15	18
1000	1600	13	15	17	20	20	23	23	26	27	30
		8.5	10	13	16	14	17	16	19	18	21
1600	2500	15	17	20	23	22	25	26	29	30	33
		10	12	15	18	16	19	18	21	20	23
2500	4000	17	19	22	26	25	29	29	33	25	29
		11	13	16	20	18	22	20	25	23	27

(续)

尺寸公差等级 CT		13				14		15		16	
加工余量等级 MA		F	G	H	J	H	J	H	J	H	J
基本尺寸		加工余量数值									
大于	至										
4000	6300	20	22	25	30	29	34	33	28	39	44
		13	15	18	23	20	25	22	27	25	30
6300	10000	22	25	28	34	32	38	37	43	44	50
		14	17	20	26	22	28	25	31	28	34

注：1. 此表摘自 GB/T11350—89。

2. 表中每栏有两个加工余量数值：上面的是以一侧为基准，以另一侧进行单侧加工的余量值；下面的是进行双侧加工的加工余量。

灵活性应注意两方面：其一，国标中给出的加工余量数值并非最佳值，有些企业标准数值低于国标规定，生产时允许使用企业标准。其二，铸件有特殊要求或遇以下情况，可与有关部门协商采用非国标加工余量：

- (1) 较大的刮板造型与造芯。
- (2) 可能产生较小的挠曲变形，以加工余量消除挠曲变形。
- (3) 通过适量修正加工余量可简化模样。
- (4) 若干相关部分分别由型、芯或在不同砂箱内形成时，相应的加工余量酌情加大。
- (5) 其它有价值的工艺需要部分。

(二) 起模斜度的确定

起模斜度根据起模难易程度、相应尺寸、壁厚等分别采用增加厚度法、加减厚度法、减小厚度法给出，标注可用角度和数值表示。

(三) 铸造圆角

重要部位画出形状，注出半径。对于图样上有技术要求，如“未注明圆角 $R3 \sim R5$ ”，可用红线画出。

(四) 分型负数

干砂型以及尺寸很大的湿型，由于烘烤、修整等原因，分型面一般都不很平整。为了防止浇注时跑火，合箱前需要在分型面之间垫上石棉绳、油灰条等材料，这样在分型面处就增加了铸件的尺寸。为了保证铸件尺寸精确，制定工艺时，在分型面处要减去模样的一段尺寸（垂直于分型面的方向），这个“被减去的模样尺寸”称为分型负数。分型负数可用下列公式计算：

$$b = \frac{L}{1000} + 2$$

式中 b ——分型负数单位为 mm；

L ——砂箱长度，单位为 mm。

通过分析，在可能引起铸件尺寸变化的部位，将分型负数标注在上半模样或下半模样，或上下模样两部分。

(五) 收缩率

由于合金的线收缩,铸件冷却后的尺寸将会缩小。为保证铸件应有的尺寸,模样尺寸必须较铸件放大一个该合金的收缩量。

由于铸件在冷却过程中的线收缩受到许多因素的影响,例如,合金的种类及成分,铸件冷却、收缩时受到阻力的大小,冷却条件的差异等,若要十分准确地给出铸造收缩率是很困难的。通常,灰铸铁为 $0.7\%\sim 1\%$,铸造碳钢为 $1.3\%\sim 2\%$,铝硅合金为 $0.8\%\sim 1.2\%$,锡青铜为 $1.2\%\sim 1.4\%$ 。

(六) 其它参数

工艺补正量、反挠度、芯盒缩减量等涉及专业内容过多,参数选择与以上内容大同小异,故不多述。

四、型芯设计

型芯主要用于形成铸件内腔,有时也用于形成某些难以起模的表面。从支承方法角度看,型芯可分为:

- (1) 座芯 芯头座于下型,见图 1-4。
- (2) 侧支芯 在砂型浇注位置的侧面有两个以上的芯头支承型芯,见图 1-5。

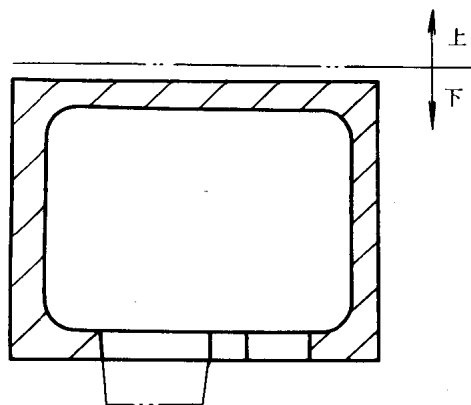


图 1-4 座芯

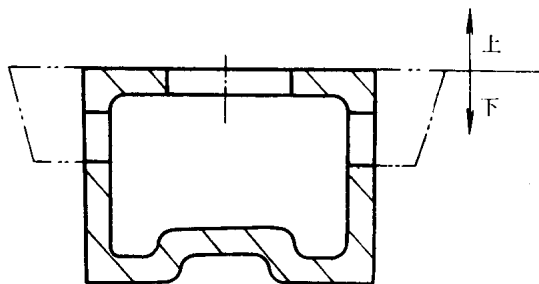


图 1-5 侧支芯

- (3) 悬臂芯 在型芯一端设芯头支承,型芯呈悬臂状态,见图 1-6。
- (4) 吊芯 芯头设在浇注位置上方,并采取措施吊在上箱,见图 1-7。

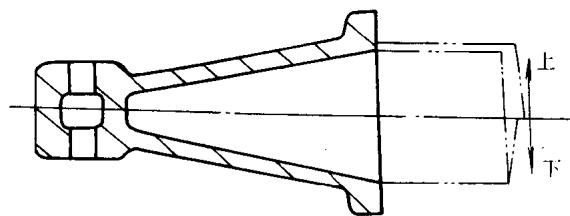


图 1-6 悬臂芯

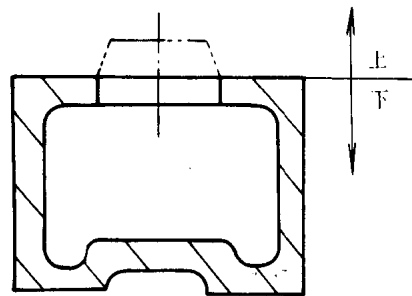


图 1-7 吊芯

- (5) 盖芯 芯头设在浇注位置上方,但四周尺寸较大,座于下型,见图 1-8。
- (6) 无芯头芯 芯头应出于上方,但芯头部位尺寸很小,难以起到芯头支撑作用,故不

制出芯头，但这并不影响排气，可用芯撑支撑与定位，见图 1-9。

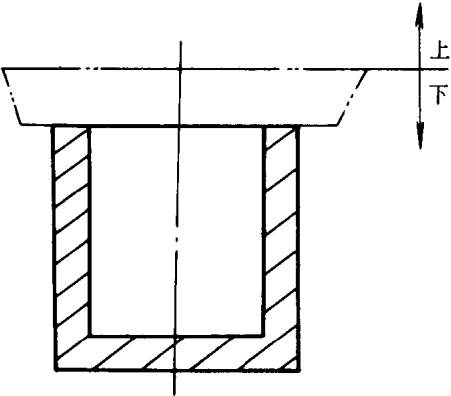


图 1-8 盖芯

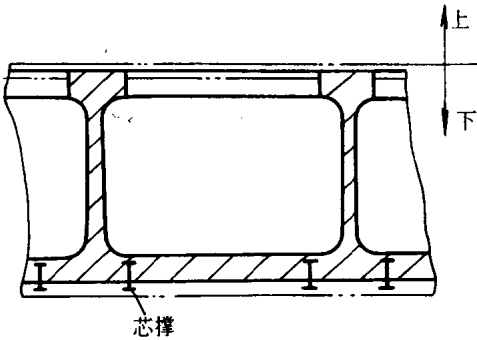


图 1-9 无芯头芯

设计型芯时应注意以下几点：

- (1) 在可能的条件下，芯头形式优先选择以下顺序的前者：吊砂或砂垛代芯，座芯，侧支芯，悬臂芯，盖芯，无芯头芯。
- (2) 一个型芯可能要设计若干个芯头时，若芯头排成直线则只留两个芯头，若芯头排成平面则只留三个芯头，其余部分不做出芯头，只给出间隙，见图 1-10 和图 1-11。特殊情况另行设计。

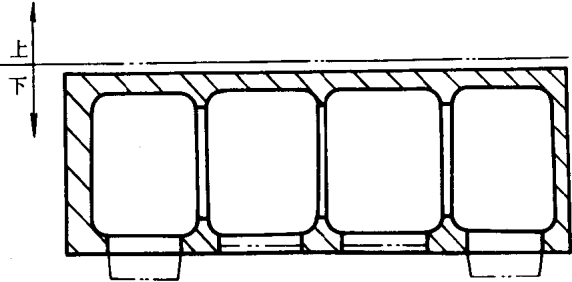


图 1-10 芯头排成直线

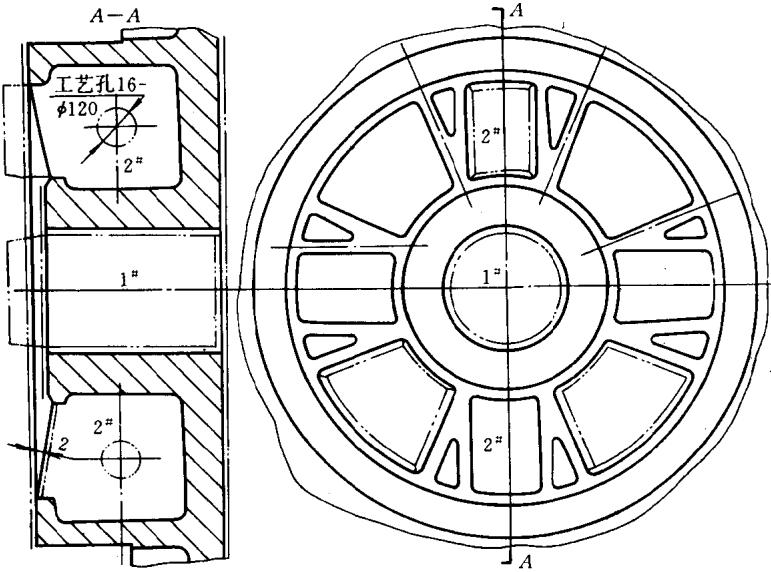


图 1-11 芯头排成平面

(3) 铸件内腔复杂, 设计成一个型芯困难时, 可按实际情况划分为若干型芯。图 1-10 所示铸件可在间壁处分芯, 每个空间为一个型芯, 芯盒通用, 这样比较经济。

(4) 芯头部分总体形状、大小一般取决于允许做出芯头部分的结构。对于特殊情况, 如体积较大、形状高大等, 可以考虑加大芯头, 见图 1-12。

芯头的斜度、间隙、压环、砂槽、定位等可查有关手册决定。各参数可以根据生产厂家的工艺习惯做较大修正或者按企业标准给出。

五、浇注系统

浇注系统的设计主要是计算各组元截面积, 可以利用公式计算、查表并进行对比分析。其它尺寸取决于铸件形状、砂箱高度, 可参照附录 B 四种浇注系统类型分析。复杂类型如分层浇注等可用四种基本类型组合。

设计完成后用以下原则检查浇注系统是否合理:

- (1) 是否同原定凝固顺序矛盾。
- (2) 流程是否为最短。
- (3) 除渣效果如何。
- (4) 金属液进入型腔时是否冲击砂型或型芯。
- (5) 圆柱形型腔是否为单向切线引入。

六、出气冒口、补缩冒口

出气冒口主要用于排出型腔内的气体, 补缩冒口主要用于补缩, 计算方法可查手册, 但须注意:

(1) 铸钢件、球墨铸铁件的冒口要求严于灰铸铁件, 并注意补贴的应用。

(2) 冒口能与冷铁配合使用时尽可能联合应用, 这对于降低成本和提高铸件质量大有益处。

(3) 为提高补缩效果和降低材料消耗, 尽可能考虑多件同用一个冒口以及通过冒口将金属液引入型腔。

(4) 对于尺寸较小的盘套类铸件, 把若干件铸成一个毛坯, 可提高冒口的利用率。

应该指出, 以上所介绍的工艺参数的确定、型芯设计、出气(补缩)冒口及浇注系统的设计等原则主要适用于应用最为广泛的砂型铸造。

七、绘制铸造工艺图

依据所选参数, 按国标规定线型、符号绘制铸造工艺图。

- (1) 在零件图上找出加工表面, 绘红色平行线以示加工余量, 并标注出加工余量数值。
- (2) 尺寸小于 $\phi 30\text{mm} \sim \phi 50\text{mm}$ 的不铸出孔或其它结构, 剖面涂红以表示实体, 投影视图画“X”, 表示不铸出。
- (3) 取分型面投影为线的视图一端适当延长, 绘出分型、分模符号, 标注浇注位置、分型负数。
- (4) 标注出浇口、冒口位置, 其结构另画图。画冷铁形状与尺寸示意图。
- (5) 画出型芯轮廓、芯头形状、标注尺寸、间隙。型芯数量多时要编号, 复杂型芯标注

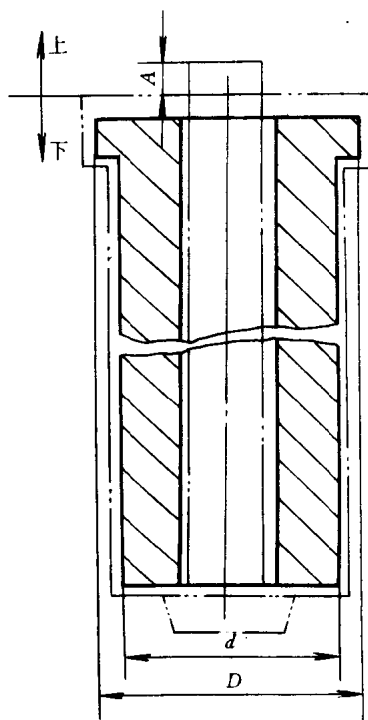


图 1-12 加大芯头