

模具设计与制造技术教育丛书

模具制造工艺 与装备

模具设计与制造技术教育丛书编委会 编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



模具设计与制造技术教育丛书

模具制造工艺与装备

模具设计与制造技术教育丛书编委会 编



机械工业出版社

本书详细讲述了现代模具制造工艺技术基础知识,内容包括:模具制造工艺、工艺过程组成、工艺规程、合理工艺组合与装备配置、工件的定位与夹紧原理等;模具成型件的加工工艺原理,即数字化成形铣削原理、电火花成形加工原理、成形磨削原理、孔系加工工艺原理;模具装配工艺原理。

本书可供职业技术学院模具专业教学和企业职工培训使用,并可供有关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺与装备/模具设计与制造技术教育丛书编委会编. —北京:机械工业出版社, 2003.5
(模具设计与制造技术教育丛书)
ISBN 7-111-12129-5

I. 模… II. 模… III. ①模具-制造-工艺②模具-制造-设备 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 036075 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:吴天培 版式设计:张世琴 责任校对:吴美英
封面设计:姚毅 责任印制:闫焱
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2003 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·27.75 印张·688 千字
0 001—4 000 册
定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

模具设计与制造技术教育丛书编委会

主 编：许发樾

编 委：（按姓氏笔画排列）

付 丽 冯爱新 李学军 张秀棉 袁国定
谢继红

本书主编：许发樾

前 言

模具是工业生产中使用极为广泛的基础工艺装备。在汽车、电机、仪表、电器、电子、通信、家电和轻工等行业中，60%~80%的零件都要依靠模具成形，并且随着近年来这些行业的迅速发展，对模具的要求越来越迫切，精度要求越来越高，结构也越来越复杂。用模具生产制件所表现出来的高精度、高复杂性、高一致性、高生产效率和低消耗，是其他加工制造方法所不能比拟的。模具生产技术的高低，已成为衡量一个国家产品的制造水平的重要标志。

目前，国内外模具工业发展很快，其产值已超过机床工业的产值。我国模具工业作为一个独立的、新型的工业，正处于飞速发展阶段，已成为国民经济的基础工业之一，其发展前景十分广阔。据预测，未来我国将成为世界的制造中心，这更加给模具工业带来前所未有的发展机遇和空间。但由于我国模具工业起步较晚，底子薄，“九五”期间虽有较快发展，但与发达国家相比，差距还相当大，许多模具还需要进口，模具制造高级技能人才也供不应求。为进一步加快我国模具工业的发展，基本任务之一就是加快人才的培养，普及先进的模具设计与制造技术，培养模具专业高级人才。

为满足模具制造业对技术工人的需求，很多职业技能培训学校都开设了模具制造相关专业。而目前我国模具制造工还没有成为独立的专业工种，还没有统一的模具制造专业教学大纲和教材，也没有统一的技能鉴定标准，各学校和企业只能在摸索中自行组织安排，这种状况显然不利于该专业的发展和人才培养的规范性。

为适应这一形势，中国模具工业协会培训与教育委员会根据我国模具工业发展现状及企业对模具技能人才的需要，在1993年组织的“模具制造工人技术教材”的基础上，删除了很多过时的内容，充实了大量现代模具设计、制造先进技术内容，并增加很多与模具生产技术紧密结合的实例，重新编写了一套“模具设计与制造技术教育丛书”。丛书包括《模具常用机构设计》、《模具结构设计》、《模具钳工工艺》、《模具制造工艺与装备》四种，以适应培养现代模具生产综合素质和综合生产能力人才的需要，适应现代模具生产技术和生产方式对人才的要求。本套丛书系统、完整，有针对性和实用价值，将对我国模具人才的培养起到积极的推动作用。

本套丛书由中国模具工业协会许发樾担任主编，各本书的主编都是具有丰富实践经验的专家。丛书既可作为模具高级职业技能培训的专业教材，也可作为高职、中职、技校教材，并可作为模具生产人员从事实际生产的专业指导书。

需特别说明的是，本套丛书中选用了部分图书、期刊上的文章，企业提供的培训教材中的图、表和论述等精彩资料，再此向各位作者和企业表示感谢。同时，欢迎各位读者对本书提出批评指正意见。

丛书编委会

编者的话

现代模具制造工艺的基础是：模具标准化和模具成型件的数字化加工工艺。因此，编写《模具制造工艺与装备》的原则、要求和内容为：详述现代模具制造工艺技术基础，包括：

- 模具制造工艺、工艺过程组成、工艺规程、合理工艺组合与装备配置、工件的定位与夹紧原理等

- 模具成型件的加工工艺原理，即：数字化成形铣削原理、电火花成形加工原理、成形磨削原理、孔系加工工艺原理。

- 模具装配工艺原理。

以上述工艺原理为基础，通过详实的工厂实用工艺、刀具、机床、夹具、工艺参数、以及常用图表和实例，以详述模具成形加工方法与操作技能；模具装配方法与作业技能。

《模具制造工艺与装备》第8章8.3节电火花线切割工艺与机床，是在北京阿奇技术服务公司提供的《FW用户培训教材》基础上编写；第6章6.4.1节计算机数控（CNC）编程，由王玉昌教授编写。同时，其中部分图、表采自参考书目，很大一部分则采自有关工厂的样本。特此，向提供资料的单位、参考书的作者、主编，致以衷心、诚挚的感谢。

此外，模具制造与机械制造的工艺原理和工艺内容基本相同，当是机械制造工艺分支。但是，由于：

- 模具为专用成型工具，只能进行单件生产规模。

- 成型件多由二维、三维型面和由高硬材料构成，则工艺难度大、应用工种多、工艺过程长。

- 模具类别、品种多。

- 现代模具用量大，已形成工业化生产规模。

因此，自然地形成了模具制造专业体系及其制造工艺系统。因此，编写一本既具有一定理论高度，又具有实践性、系统性强的《模具制造工艺与装备》，供教学与企业参考使用，则成为必要，但由于水平与占有实践性资料有限，则在进行模具制造工艺立论、讲述的工艺原理和工艺内容，可能有错误或不妥之处。特此，恭请同行、专家指正、补充，将非常感激。

许发樾

目 录

前言

编者的话

第 1 章 模具制造与制造工艺	1
1.1 概论	1
1.1.1 模具制造发展简史	1
1.1.2 模具制造技术要求	1
1.1.3 模具现代生产方式与合理化 生产	12
1.2 模具的制造工艺过程	16
1.2.1 模具生产过程与工艺过程	16
1.2.2 模具零件加工工艺过程的 组成	17
1.3 模具成型件制造工艺与加 工工序	18
1.3.1 成型件制造工艺	18
1.3.2 模具制造工艺与生产装备 配置	19
第 2 章 模具制造工艺与工艺 规程	22
2.1 模具制造工艺规程	22
2.1.1 模具制造工艺规程的定义、 内容与特点	22
2.1.2 模具制造工艺规程的文件 形式	24
2.2 模具制造工艺规程的技 术基础	28
2.3 模具零件制造工艺规程 的基本内容	39
2.3.1 模具零件毛坯和加工余量	39
2.3.2 模具零件制造工序、工序尺 寸与公差	43
2.4 模具制造工艺规程的执 行与模具验收	50
2.4.1 模具制造工艺规程的执行	50

2.4.2 模具验收	53
------------------	----

第 3 章 工件的定位、基准与 夹紧	55
3.1 工件定位与定位基准	55
3.1.1 工件的定位原理	55
3.1.2 工件定位基准	59
3.2 工件定位方式和定位元件	61
3.2.1 校正、确定安装于机床上的 工件定位基准	61
3.2.2 工件安装于夹具中的定位方 式与元件	64
3.3 工件定位误差分析与计算	72
3.3.1 定位误差分析	72
3.3.2 定位误差计算	74
3.4 工件的夹紧	79
3.4.1 夹紧工件的基本要求	79
3.4.2 夹紧力的确定与分析	80
3.4.3 夹紧误差分析	84
3.4.4 夹紧元件与夹紧机构	88

第 4 章 模具零件加工用夹具	95
------------------------------	----

4.1 夹具、夹具的种类与 基本要求	95
4.1.1 夹具	95
4.1.2 夹具的种类	106
4.1.3 夹具的基本要求与作用	117
4.2 模具制造工艺系统中常用 夹具	120
4.2.1 车削加工工艺系统常用 夹具	120
4.2.2 铣削加工工艺系统中常用 夹具	125
4.2.3 电火花加工工艺系统常	

用夹具	132	6.2.2 仿形靠模、触头、刀具和 机床	253
4.2.4 磨削工艺系统中的常用 夹具	140	6.3 数控铣削工艺	258
第5章 模具通用零件加工和加工 误差	155	6.3.1 数控铣削工艺原理与机床	258
5.1 概述	155	6.3.2 NC 铣削工艺	266
5.2 圆柱形零件加工	156	6.4 计算机数控(CNC)编程	274
5.2.1 车削工艺与机床	156	6.4.1 CNC 系统与铣削编程坐 标系	274
5.2.2 外圆磨削工艺与机床	167	6.4.2 数控加工编程	276
5.2.3 圆柱形零件外圆研磨工艺	177	6.4.3 模具专用 CAD/CAM 系统的编程 准备与进给路径	282
5.3 套形零件加工	184	6.4.4 常用进给路径、方式、刀具 与加工范围设定	284
5.3.1 模具构件中导套及其加工 要求	184	6.4.5 模具专用 CAD/CAM 系统的后处 理程序	290
5.3.2 套形零件内孔的机械切削 加工	185	第7章 凸、凹模型面成形磨削 工艺	294
5.3.3 套形零件内孔研磨与珩磨	205	7.1 成形磨削原理与方法	294
5.4 板件加工	209	7.1.1 成形磨削原理与应用	294
5.4.1 板件及其加工顺序	209	7.1.2 成形磨削方法与工艺	296
5.4.2 模具用板件的刨削加工	210	7.1.3 成形磨削实例	303
5.4.3 模具用板件的铣削加工	212	7.1.4 常用成形磨削机床	312
5.4.4 模具用板件的磨削加工	225	7.2 光学曲线磨削工艺与 机床	315
5.5 圆孔与圆孔孔系加工	231	7.2.1 磨削原理与方法	315
5.5.1 圆孔及其技术要求	231	7.2.2 光曲磨削工艺条件与 机床	318
5.5.2 模板上孔系的坐标镗削 加工	231	7.3 数控成形磨与坐标磨削 工艺	319
5.5.3 模板上孔系的精密磨削	233	7.3.1 数控成形磨削工艺与机床	319
5.5.4 模板上的深孔加工	236	7.3.2 坐标磨削工艺与机床	320
5.6 模具通用零件加工工 艺过程(实例)	242	7.4 高硬材料冲模成型件成 形磨削	326
5.6.1 模板加工工艺过程	243	7.4.1 模具常用高硬度材料	326
5.6.2 导柱与导套加工工艺过程	245	7.4.2 模具常用高硬度材料成型件的 成形磨削	328
第6章 仿形与数控铣削	249	第8章 凸、凹模型面电火花加工 工艺	333
6.1 模具成型件与仿形、数 字化加工	249	8.1 电火花加工原理与应用	333
6.1.1 模具与成形加工	249	8.1.1 电加工的基本原理	333
6.1.2 仿形铣削与数字化成形铣削 的特点	249		
6.2 靠模仿形铣削工艺	251		
6.2.1 靠模仿形铣削原理、方式与 工艺条件	251		

8.1.2 电火花加工工艺系统与特点	334
8.2 电火花成形加工工艺与机床	335
8.2.1 电火花成形加工方式	335
8.2.2 电火花成形加工工艺	339
8.3 电火花线切割工艺与机床	345
8.3.1 线切割工艺原理与特点	345
8.3.2 线切割工艺与应用	348
8.3.3 线切割工艺系统、应用与机床	356
8.4 电火花线切割数控程序编制	366
8.4.1 常用编程原理与规则	366
8.4.2 CNC线切割操作与计算机编程的基础	372
8.4.3 计算机编程	377

第9章 模具装配工艺	394
9.1 模具装配与装配方法	394
9.1.1 模具装配及其技术要求	394
9.1.2 模具装配方法	396
9.1.3 模具装配定位、联接与固定	400
9.2 模具装配与模具标准件	412
9.2.1 模具技术标准的作用	412
9.2.2 模具装配与标准件应用	416
9.3 模具组装及其组装工艺	418
9.3.1 冲模装配单元与组装	418
9.3.2 塑料注射模装配单元与组装	422
9.4 模具总装与调试	429
9.4.1 冲模总装与调试	429
9.4.2 塑料注射模总装与调试	432
参考文献	435

第 1 章 模具制造与制造工艺

1.1 概论

模具制造工艺和生产装备,近 30 年内有了很大的进步与发展。使之更加合理化,并趋于智能化了;极大地提高了模具制造精度、质量、使用性能和生产效率。

1.1.1 模具制造发展简史

模具,是一种古老的成形工具。利用“型”或“模”的概念,以制造器件,可追索到陶器、铜器时代。形成“模具”的概念,即作为工业产品生产的成形工具,则是近 100~150 年之间逐步形成的概念。形成模具工业化生产,大致有以下几个阶段,即:手工制造阶段,主要工具为锯、锉、凿和锤;机械化、半机械化阶段,此时,车床、刨床已成为模具制造的主要机床。当应用铣床、磨床制造模具时,则模具已进入工业化生产的初始阶段;工业化生产阶段,约于上世纪 30 年代初,出现了专门为汽车制造冲模的模具厂。此后,研发成功多种模具成型件用材料为高速工具钢、Cr12、硬质合金等;同时,还研发成功了电火花加工与成形磨削加工配套工艺;还制订了模具零部件标准,逐步形成了模具标准件专业化生产体系;从 1975 年开始,由于计算机、现代化机床工业的发展,逐步形成以模具标准化为基础的、模具设计与制造一体化的现代模具生产体制,普及了模具 CAD/CAM/CAE 系统。同时在一个国家建起了上万个模具厂或与之相关、相配的材料、标准件、机床等工业企业。从而,在工业国家相继建成了模具工业体系。

1.1.2 模具制造技术要求

现代,模具企业与用户之间,是以“合同”形式进行合作的。合同中的主要内容有三个方面,即:1) 模具精度、质量与使用性能;2) 模具生产周期,即供模期;3) 模具价格。这三方面内容,实际上,也就是模具设计与制造的技术、经济要求的基本内容。

1. 模具制造中的“精度概念” 为满足用户精度、质量和使用性能要求,在模具设计、制造整个生产过程中须建立“精度概念”。而且,应当是全员性的。这一点非常重要,其道理有以下两方面。

(1) 模具是精密成型工具 反映在两个方面:

1) 必须满足制件(冲件、塑料件、铸件、锻件等)的尺寸、形状要求;保证制件在批量、大批量成形加工中的互换性;保证其在长期使用(允许寿命范围)中的可靠性要求。因此,模具精度等级,通常则需高于制件 2 级或以上。

2) 模具精度还受制于成型件(如凸、凹模)相互配合间隙及其均匀性。这样,构成模具导向副、结构件和支撑件之间的配合精度、相联接零件之间的定位精度、位置精度等则需进一步提高。就是说,为保证成型件之间的配合间隙及其均匀性,将涉及构成模具每个零、部件的精度与表面质量,见图 1-1。

由图可见,成型件之间的配合间隙及均匀性,是组成模具装配尺寸链的“封闭环”。为保证此封闭环的精度要求,则必须提高零、部件的精度和质量。

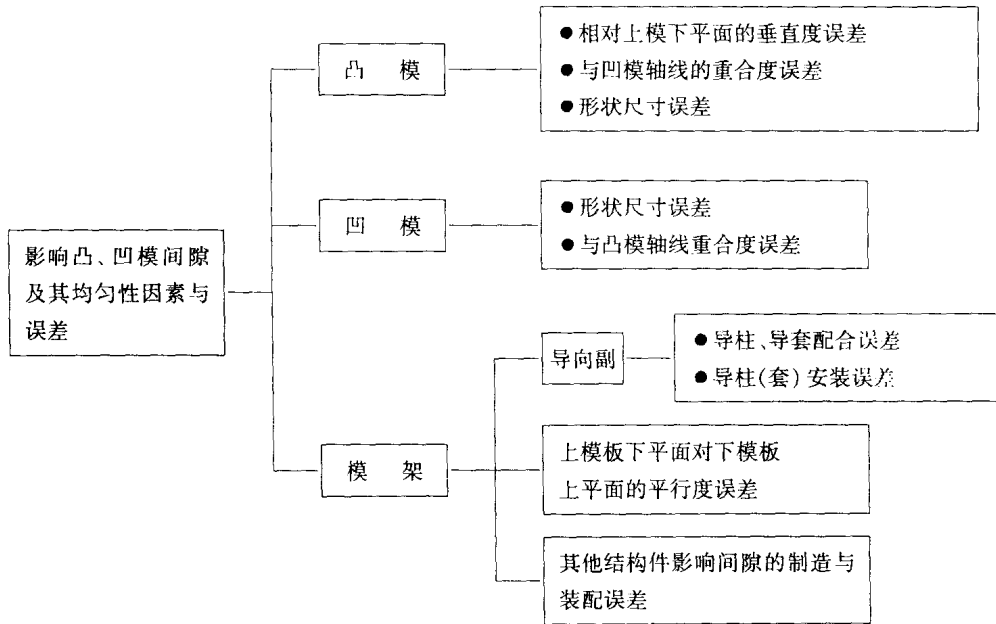


图 1-1 影响成型件间的配合间隙均匀性的因素

以上两点说明，模具确是精密成型工具；模具确是具有高技术含量的专用产品。

(2) 模具是单件生产的专用产品 这必将要求进行严格的工艺技术和经营服务质量管理。

1) 根据全面质量管理和第三方认证中建立质量管理和保证系统的指导思想，即：产品质量形成于生产全过程，每个质量环节和质量因素始终都处于控制之中。就是说：每副模具，从材料，标准零、部件购配，到模具装配、试模后交用户试用全过程，都必须始终处于控制与管理之中。

显然，这里所讲的全过程，必将涉及企业全体职工，即具有全员性。

2) 模具用户管理与服务，是关系到企业声誉、企业任务来源和企业利益的关键业务。而且，每副模具都需从用户信息、合同签订，到用户验收、试用、使用性能跟踪，都需贯彻质量第一、用户第一的思维方式和观念。实践证明，这也要求企业职工都能全员关注和参与。

2. 模具制造精度要求

(1) 模具成型件尺寸精度 模具成型件主要指凸模或型芯，凹模或型腔，它们都是由二维、三维型面组成。因此，其尺寸，则是指其形状尺寸；尺寸精度，则是指其形状误差与设计（或理想）形状允许误差相比较，控制允许公差范围的程度。

一般精度的模具，其成型件的尺寸精度见表 1-1。

表 1-1 模具成型件的尺寸精度

模具类别	尺寸精度/mm	模具类别	尺寸精度/mm
冲模	大型 0.010 小型 0.005	塑料注射模	0.010
拉深模	0.005	玻璃模	0.015
精锻模	0.036	粉末冶金模	0.005
压铸模	0.010	陶瓷模	0.050

(2) 冲模制造精度

1) 冲件尺寸精度：是进行模具设计、成型件制造、标准零件和部件配购、模具装配与试模的主要依据，见表1-2~表1-6。

表1-2 冲件外形与内孔尺寸公差

(单位: mm)

精度等级	零件尺寸	材 料 厚 度			
		<1	1~2	>2~4	>4~6
经济级	<10	$\frac{0.12}{0.08}$	$\frac{0.18}{0.10}$	$\frac{0.24}{0.12}$	$\frac{0.30}{0.15}$
	10~50	$\frac{0.16}{0.10}$	$\frac{0.22}{0.12}$	$\frac{0.28}{0.15}$	$\frac{0.35}{0.20}$
	>50~150	$\frac{0.22}{0.12}$	$\frac{0.30}{0.16}$	$\frac{0.40}{0.20}$	$\frac{0.50}{0.25}$
	>150~300	0.30	0.50	0.70	1.00
精密级	<10	$\frac{0.03}{0.25}$	$\frac{0.04}{0.03}$	$\frac{0.06}{0.04}$	$\frac{0.10}{0.06}$
	10~50	$\frac{0.04}{0.04}$	$\frac{0.06}{0.05}$	$\frac{0.08}{0.06}$	$\frac{0.12}{0.10}$
	>50~150	$\frac{0.06}{0.05}$	$\frac{0.08}{0.06}$	$\frac{0.10}{0.08}$	$\frac{0.15}{0.12}$
	>150~300	0.10	0.12	0.15	0.20

注：表中分子为外形公差值，分母为内孔公差值。

表1-3 孔距公差

(单位: mm)

精度等级	孔距尺寸	材 料 厚 度			
		<1	1~2	2~4	4~6
经济级	<50	±0.10	±0.12	±0.16	±0.20
	50~150	±0.15	±0.20	±0.25	±0.30
	>150~300	±0.20	±0.30	±0.35	±0.40
精密级	<50	±0.01	±0.02	±0.03	±0.04
	50~150	±0.02	±0.03	±0.04	±0.05
	>150~300	±0.04	±0.05	±0.06	±0.08

表1-4 任意冲件允许的毛刺高度

(单位: μm)

冲件材料 厚度 /mm	材料抗拉强度 σ_b/MPa											
	<250			250~400			>400~630			>630 和硅钢		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
≤0.35	100	70	50	70	50	40	50	40	30	30	20	20
0.4~0.6	150	110	80	100	70	50	70	50	40	40	30	20
0.65~0.95	230	170	120	170	130	90	100	70	50	50	40	30
1~1.5	340	250	170	240	180	120	150	110	70	80	60	40
1.6~2.4	500	370	250	350	260	180	220	160	110	120	90	60
2.5~3.8	720	540	360	500	370	250	400	300	200	180	130	90
4~6	1200	900	600	730	540	360	450	330	220	260	190	130
6.5~10	1900	1420	950	1000	750	500	650	480	320	350	260	170

注：I、II、III为冲模精度等级。

表 1-5 弯曲件、拉深件公差等级

材料厚度 /mm	经济级			精密级		
	A	B	C	A	B	C
≤1	IT13	IT15	IT16	IT11	IT13	IT13
1~4	IT14	IT16	IT17	IT12	IT13~14	IT13~14

注：表中 A、B、C 表示基本尺寸的部位与三种不同类别的公差等级。A 部位尺寸公差与模具尺寸公差有关。B 部位尺寸公差与模具公差、拉深件和弯曲件材料厚度极限偏差有关。C 部位尺寸公差与模具公差、材料厚度极限偏差及展开尺寸误差有关。

表 1-6 弯曲件角度公差

弯角短边尺寸/mm	>1~6	>6~10	>10~25	>25~63	>63~160	>160~400
经济级	±1°30'~3°	±1°30'	±50'~2°	±50'~2°	±25'~1°	±15'~30'
精密级	±1°	±1°	±30'	±30'	±20'	±10'

注：为达到精密级角度公差，需采用校正工序。

2) 冲裁间隙及其均匀性：冲模的凸模与凹模之间的间隙值，及其均匀性，也是确定模具制造精度等级的重要依据。同时，冲模导向副中的导套与导柱配合精度，及其对上、下模座板的垂直度，以及上、下模座板平面之间的平行度等位置精度，都与凸、凹模之间的间隙值及其均匀性有关。即，冲裁间隙值 (Δ) 越小，间隙的均匀性要求越高。这说明，上、下模的定向运动精度与间隙 (Δ) 及其均匀性有关。而上、下模的定向运动精度，还与导向副中的导套与导柱之间的滑动配合的极限偏差 (δ) 有关，综合以上情况，其间关系式应为

$$\delta = k(\Delta \pm \Delta') \quad (1-1)$$

式中 Δ' ——为间隙值允许变动量；

Δ ——为单边冲裁间隙值。参见指导性文件 JB/Z 211—1986、HB/Z 167—1990；《板料冲裁间隙》；常用经验公式为： $\Delta = 0.6 \sim 0.15t$ (板厚)；

k ——为导柱外径，与导柱、导套配合长的比值。

例 设板厚 (t) 为 0.35mm，间隙值 (Δ) 的允许变动量为其 30%；导柱外径为 $\phi 25\text{mm}$ ；导柱与导套的配合长度 (L) 为 60mm，求出导向副中导套与导柱之间允许配合精度。

根据式 (1-1)：

$$\Delta = 0.35\text{mm} \times 0.06 = 0.021\text{mm}$$

则允许的间隙均匀性：

$$\Delta' = 0.3 \times 0.021\text{mm} = 0.006\text{mm}$$

其中

$$k = 25/60 = 0.416$$

$$\begin{aligned} \delta &= 0.416(0.021\text{mm} \pm 0.006\text{mm}) \\ &= +0.011\text{mm}, -0.006\text{mm} \end{aligned}$$

可见，其公差值为 0.017mm，基本上符合标准规定的滑动导向副的配合公差。

3) 冲模标准零、部件精度

①凸、凹模精度要求：根据 JB/T 14662—1993《冲模技术条件》，凸模装配的垂直度偏差须在凸、凹模间隙值的允许范围以内。推荐的垂直度公差等级见表 1-7。

②冲模模架精度：根据 JB/T 8050—1999《冲模模架技术条件》和 JB/T 8071—1995《冲模模架精度检查》标准规定，其模架精度等级划分为：

滑动导向模架分：I 级和 II 级

滚动导向模架分：0 I 和 0 II 级。

冲模模架又分：上、下模座为铸铁材料的称铸铁模架，其材料为钢时，则称钢板模架。它们的精度等级划分相同。

上、下模座导柱与导套安装孔的轴线对基准面的垂直度公差规定为：

0 I 级和 I 级的模座：0.005/100。

0 II 级和 II 级的模座：0.010/100。

冲模模架的位置精度和导向副的配合精度见表 1-8~表 1-13。

表 1-8 模架上、下平面的平行度公差

(单位：mm)

基本尺寸	模架精度等级			
	0 I 级	I 级	0 II 级	II 级
>40~63	0.008		0.012	
>63~100	0.010		0.015	
>100~160	0.012		0.020	
>160~250	0.015		0.025	
>250~400	0.020		0.030	
>400~630	0.025		0.040	
>630~1000	0.030		0.050	
>1000~1600	0.040		0.060	

表 1-10 钢板模架上、下模座两基面的垂直度公差 (单位：mm)

基本尺寸	垂直度偏差
>63~100	0.030
>100~160	0.040
>160~250	0.050
>250~400	0.060
>400~630	0.080
>630~1000	0.100

表 1-12 导柱轴线对下模座下平面的垂直度公差 (单位：mm)

被测尺寸	模架精度等级			
	0 I 级	I 级	0 II 级	II 级
>40~63	0.008		0.012	
>63~100	0.010		0.015	
>100~160	0.012		0.020	
>160~250	0.025		0.040	

表 1-7 凸模垂直度公差等级

间隙值 /mm	垂直度公差等级	
	单凸模	多凸模
薄料、无间隙 (≤0.02)	5	6
>0.02~0.06	6	7
>0.06	7	8

表 1-9 模架形位公差等级

检测项目	被测尺寸 /mm	模架精度等级			
		0 I 级	I 级	0 II 级	II 级
上模座上平面 对下模座下平 面的平行度	≤400	5		6	
	>400	6		7	
导柱轴线对下 模座下平面的 垂直度	≤400	4		5	
	>400	5		6	

表 1-11 模架模座上、下两平面的平行度公差 (单位：mm)

基本尺寸	模架精度等级			
	0 I 级	I 级	0 II 级	II 级
>63~100	0.005		0.010	
>100~160	0.006		0.012	
>160~250	0.008		0.016	
>250~400	0.010		0.020	
>400~630	0.012		0.025	
>630~1000	0.015		0.030	
>1000~1600	0.020		0.040	

表 1-13 导柱、导套配合间隙值 (单位：mm)

导柱直径	滑动导向副	
	I 级	II 级
≤18	≤0.010	≤0.015
>18~30	≤0.011	≤0.017
>30~50	≤0.014	≤0.021
>50~80	≤0.016	≤0.025

4) 冲件批量与模具精度: 冲件批量也是确定模具精度等级的重要依据, 同时还影响到模具结构。如为保证模具寿命和性能, 使与冲件批量生产相适应, 从而采用完全互换性的拼块结构的凸、凹模。这些拼合件的精度比一般模具的精度要高一个数量级, 见表 1-14。

表 1-14 精密冲模的寿命与精度 (单位: mm)

模 具	级 进 冲 模				精 密 冲 模		
	寿命 /万次	材料	拼合件精度	步距精度	寿命 /万次	材料	凸、凹模精度
电机定转子硅钢片冲模	10000	硬质合金	0.002~0.0005	0.002~0.005	60~300	Cr12Mo1V1 (D2)	0.008~0.012
E形片冲模	20000		0.010~0.005	0.005			

(3) 塑料注射模制造精度

1) 塑件精度的影响: 塑件尺寸精度和塑件材料性能 (如塑料收缩率等) 是确定塑料注射模型芯和型腔型面尺寸与公差的主要依据。塑件尺寸公差见表 1-15。

表 1-15 塑件尺寸公差 (单位: mm)

基本尺寸	适用范围 等级	热固性和热塑性塑料 中收缩范围小的塑件			热塑性塑料中收 缩范围大的塑件		
		精密级	中级	自由尺寸级	精密级	中级	自由尺寸级
<6		0.06	0.10	0.20	0.08	0.14	0.24
6~10		0.08	0.16	0.30	0.12	0.20	0.34
10~18		0.10	0.20	0.40	0.16	0.26	0.44
18~30		0.16	0.30	0.50	0.24	0.38	0.60
30~50		0.24	0.40	0.70	0.36	0.56	0.80
50~80		0.36	0.60	0.90	0.52	0.70	1.20
80~120		0.50	0.80	1.20	0.70	1.00	1.60
120~180		0.64	1.00	1.60	0.90	1.30	2.00
180~260		0.84	1.30	2.10	1.20	1.80	2.60
260~360		1.20	1.80	2.70	1.60	2.4	3.60
360~500		1.60	2.40	3.40	2.20	3.20	4.80
>500		2.40	2.60	4.80	3.40	4.50	5.40

塑料注射模型芯和型腔的设计与制造公差一般为塑件尺寸公差 (见表 1-15) 的 1/4, 即

$$\Delta' = \frac{1}{4} \Delta$$

注: 根据经验, $\Delta' = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}\right) \Delta$

2) 塑料注射模精度等级

① 塑料注射模精度等级: 根据 GB/T 12556.2-1990 标准, 塑料注射模共分为 I 级 (合格)、II 级、III 级 (优等品)。其分级指标见表 1-16。

表 1-16 塑料注射模分级指标

检 查 项 目	主尺寸/mm	精度等级			
		I	II	III	
定模座板上平面对动模座下平面的平行度	周界尺寸	≤400	5	6	7
		>400~900	6	7	8
模板导柱孔的垂直度	模板厚度	≤200	4	5	6

②模架主分型闭合面贴合同隙值

I级: 0.020mm。

II级: 0.030mm。

III级: 0.040mm。

③模架主要模板组装后基准面移位偏差值

I级: 0.020mm。

II级: 0.040mm。

III级: 0.060mm。

④塑料注射模成形部位尺寸公差与脱模斜度, 见表1-17~表1-19。

表1-17 成形部位转接圆弧未注公差尺寸极限偏差 (单位: mm)

基本尺寸		≤6	>6~18	>18~30	>30~120	>120
凸圆弧	极限偏差	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		-0.15	-0.20	-0.30	-0.45	-0.60
凹圆弧	极限偏差	+0.15	+0.20	+0.30	+0.45	+0.60
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表1-18 成形部位未注角度和锥度公差

锥度母线或角度短边长/mm	≤6	>6~18	>18~50	>50~120	>120
极限偏差	±1°	±30′	±20′	±10′	±5′

表1-19 成形部位单边脱模斜度

脱模高度 /mm	≥6	>6	>10	>18	>30	>50	>80	>120	>180
		~10	~18	~30	~50	~80	~120	~180	~250
自润性塑料, 如聚缩醛聚酰胺	1°45′	1°30′	1°15′	1°	45′	30′	20′	15′	10′
软质塑料, 如聚乙烯、聚丙烯	2°	1°45′	1°30′	1°15′	1°	45′	30′	20′	15′
硬质塑料, 如聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、聚碳酸酯、注射型酚醛塑料	2°30′	2°15′	2°	1°45′	1°30′	1°15′	1°	45′	30′

注: 1. 文字、符号的单边脱模斜度取10°~15°。

2. 成形部位有装饰纹时, 单边脱模斜度可大于表列数值。

3. 塑件上的凸起或加强肋的脱模斜度, 应大于2°。

4. 表列塑料, 若填充玻璃纤维等增强材料时, 其脱模斜度需增大1°。

5. 塑件上有数个圆孔或格状栅孔时, 单边脱模斜度应大于表列数值。

(4) 压铸模制造精度

1) 铸件精度的影响: 压铸模主要用于在较高温度或高温条件下, 使液态有色、黑色金属在模具型腔内冷却凝固成形为合格零件用的模具。因此, 铸件的结构要素(含零件的形要素、尺寸精度与质量要素)、产量是确定与控制模具精度等级与零件制造精度的主要因素和依据。一般, 压铸模型腔、型芯的制造精度, 取铸件尺寸公差的1/4~1/5, 见表1-20。

2) 成形部位的尺寸公差与脱模斜度见表1-21~表1-25。

表 1-20 按压铸件公差所推荐的模具制造公差

(单位: mm)

公称尺寸	Δ	$\Delta' = \frac{1}{5} \Delta$	Δ	$\Delta' = \frac{1}{5} \Delta$	Δ	$\Delta' = \frac{1}{4} \Delta$
1~3	0.060	0.012	0.120	0.024	0.250	0.068
3~6	0.080	0.016	0.160	0.032	0.300	0.075
6~10	0.100	0.020	0.200	0.040	0.360	0.090
10~18	0.120	0.024	0.240	0.048	0.430	0.108
18~30	0.140	0.028	0.280	0.056	0.520	0.130
30~50	0.170	0.034	0.340	0.068	0.620	0.155
50~80	0.200	0.040	0.400	0.080	0.740	0.185
80~120	0.230	0.046	0.460	0.092	0.870	0.218
120~180	—	—	0.530	0.106	1.000	0.250
180~260	—	—	0.600	0.120	1.150	0.288
260~360	—	—	—	—	1.350	0.338
360~500	—	—	—	—	1.550	0.388

注: 表内公差适用于型腔、型芯尺寸。

 Δ' ——模具制造公差。 Δ ——铸件公差。

表 1-21 成形部位未注公差尺寸的极限偏差

(单位: mm)

基本尺寸	≤ 10	$>10 \sim 50$	$>50 \sim 180$	$>180 \sim 400$	>400
极限偏差	± 0.03	± 0.05	± 0.10	± 0.15	± 0.20

表 1-22 成形部位转接圆弧未注公差尺寸的极限偏差

(单位: mm)

基本尺寸		≤ 6	$>6 \sim 18$	$>18 \sim 30$	$>30 \sim 120$	>120
极限偏差	凸圆弧	0.00 -0.15	0.00 -0.20	0.00 -0.30	0.00 -0.45	0.00 -0.60
	凹圆弧	+0.15 0.00	+0.20 0.00	+0.30 0.00	+0.45 0.00	+0.60 0.00

表 1-23 成形部位未注角度和锥度公差

锥体母线或角度短边长度 /mm	≤ 6	$>6 \sim 18$	$>18 \sim 50$	$>50 \sim 120$	>120
极限偏差	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 15'$	$\pm 10'$	$\pm 5'$

注: 锥度公差按锥体母线长度决定; 角度公差按角度短边长度决定。

表 1-24 脱模斜度

铸件材料 \ 脱模高度/mm	≤ 3	$>3 \sim 6$	$>6 \sim 10$	$>10 \sim 18$	$>18 \sim 30$	$>30 \sim 50$	$>50 \sim 80$	$>80 \sim 120$	$>120 \sim 180$	$>180 \sim 250$
	锌合金	3°	2°30'	2°	1°30'	1°15'	1°	0°45'	0°30'	0°30'
镁合金	4°	3°30'	3°	2°15'	1°30'	1°15'	1°	0°45'	0°30'	0°30'
铝合金	5°30'	4°30'	3°30'	2°30'	1°45'	1°30'	1°15'	1°	0°15'	0°30'
铜合金	6°30'	5°30'	4°	3°	2°	1°45'	1°30'	1°15'	1°	—

注: 文字符号的脱模斜度, 一般取 10°~15°, 当图样中未注起模斜度方向, 按减小铸件壁后方向制造。