

赵如福 主编

金属机械加工 工艺设计手册

上海科学技术出版社

金属机械加工工艺设计手册

赵如福 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属机械加工工艺设计手册 / 赵如海主编. -- 上海: 上海科学技术出版社, 2009.1

ISBN 978-7-5323-9560-6/TG.178

I. 金... II. 赵... III. 机械加工-技术手册 IV. TG506-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 139389 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15.5

字数: 491 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1-4 250

定价: 35.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本手册介绍机械加工工艺人员在日常工作中所需的一些参考资料,包括:工艺规程的编制、各种机械加工工艺、毛坯余量和工序间余量的选择、机动时间计算等。

本书可作为机械工厂、设计及科研单位机械加工工艺人员的日常工具书;也可供高等院校、中等技术学校有关专业的师生参考。

前 言

本手册内容力求切合生产实际,反映机械加工工艺新水平。

手册使用的单位和符号均按最新规定修改。手册内所有的标准,一律采用我国现行标准,随着生产发展的需要,标准亦在不断修改更新,因本版出版时间关系,有些标准本手册未能列入,希读者使用时注意。

为查阅方便,并使篇幅不致过多,手册中对各部分的基本原理,不加叙述,一般仅附必要的计算公式。所列资料尽可能列成表格形式。

在修订过程中承有关单位和同志热情指导,提供资料,谨在此表示衷心感谢。由于编者学识、经验有限,在内容编制和资料收集等方面,一定还有不少缺点,衷心希望读者提出意见,以便今后再次修订时加以改进。

编 者

目 录

301	..... (1-3-5) 成形工序量余值	78	..... (1-2-1) 表面粗糙度
302	..... (1-3-6) 成形工序量余值	79	..... (1-2-2) 表面粗糙度
303	..... (1-3-7) 成形工序量余值	80	..... (1-2-3) 表面粗糙度
304	..... (1-3-8) 成形工序量余值	81	..... (1-2-4) 表面粗糙度
305	..... (1-3-9) 成形工序量余值	82	..... (1-2-5) 表面粗糙度
306	..... (1-3-10) 成形工序量余值	83	..... (1-2-6) 表面粗糙度
307	..... (1-3-11) 成形工序量余值	84	..... (1-2-7) 表面粗糙度
308	..... (1-3-12) 成形工序量余值	85	..... (1-2-8) 表面粗糙度
309	..... (1-3-13) 成形工序量余值	86	..... (1-2-9) 表面粗糙度
310	..... (1-3-14) 成形工序量余值	87	..... (1-2-10) 表面粗糙度
311	..... (1-3-15) 成形工序量余值	88	..... (1-2-11) 表面粗糙度
312	..... (1-3-16) 成形工序量余值	89	..... (1-2-12) 表面粗糙度
313	..... (1-3-17) 成形工序量余值	90	..... (1-2-13) 表面粗糙度
314	..... (1-3-18) 成形工序量余值	91	..... (1-2-14) 表面粗糙度
315	..... (1-3-19) 成形工序量余值	92	..... (1-2-15) 表面粗糙度
316	..... (1-3-20) 成形工序量余值	93	..... (1-2-16) 表面粗糙度
317	..... (1-3-21) 成形工序量余值	94	..... (1-2-17) 表面粗糙度
318	..... (1-3-22) 成形工序量余值	95	..... (1-2-18) 表面粗糙度
319	..... (1-3-23) 成形工序量余值	96	..... (1-2-19) 表面粗糙度
320	..... (1-3-24) 成形工序量余值	97	..... (1-2-20) 表面粗糙度
321	..... (1-3-25) 成形工序量余值	98	..... (1-2-21) 表面粗糙度
322	..... (1-3-26) 成形工序量余值	99	..... (1-2-22) 表面粗糙度
323	..... (1-3-27) 成形工序量余值	100	..... (1-2-23) 表面粗糙度
324	..... (1-3-28) 成形工序量余值	101	..... (1-2-24) 表面粗糙度
325	..... (1-3-29) 成形工序量余值	102	..... (1-2-25) 表面粗糙度
326	..... (1-3-30) 成形工序量余值	103	..... (1-2-26) 表面粗糙度
327	..... (1-3-31) 成形工序量余值	104	..... (1-2-27) 表面粗糙度
328	..... (1-3-32) 成形工序量余值	105	..... (1-2-28) 表面粗糙度
329	..... (1-3-33) 成形工序量余值	106	..... (1-2-29) 表面粗糙度
330	..... (1-3-34) 成形工序量余值	107	..... (1-2-30) 表面粗糙度
331	..... (1-3-35) 成形工序量余值	108	..... (1-2-31) 表面粗糙度
332	..... (1-3-36) 成形工序量余值	109	..... (1-2-32) 表面粗糙度
333	..... (1-3-37) 成形工序量余值	110	..... (1-2-33) 表面粗糙度
334	..... (1-3-38) 成形工序量余值	111	..... (1-2-34) 表面粗糙度
335	..... (1-3-39) 成形工序量余值	112	..... (1-2-35) 表面粗糙度
336	..... (1-3-40) 成形工序量余值	113	..... (1-2-36) 表面粗糙度
337	..... (1-3-41) 成形工序量余值	114	..... (1-2-37) 表面粗糙度
338	..... (1-3-42) 成形工序量余值	115	..... (1-2-38) 表面粗糙度
339	..... (1-3-43) 成形工序量余值	116	..... (1-2-39) 表面粗糙度
340	..... (1-3-44) 成形工序量余值	117	..... (1-2-40) 表面粗糙度
341	..... (1-3-45) 成形工序量余值	118	..... (1-2-41) 表面粗糙度
342	..... (1-3-46) 成形工序量余值	119	..... (1-2-42) 表面粗糙度
343	..... (1-3-47) 成形工序量余值	120	..... (1-2-43) 表面粗糙度
344	..... (1-3-48) 成形工序量余值	121	..... (1-2-44) 表面粗糙度
345	..... (1-3-49) 成形工序量余值	122	..... (1-2-45) 表面粗糙度
346	..... (1-3-50) 成形工序量余值	123	..... (1-2-46) 表面粗糙度
347	..... (1-3-51) 成形工序量余值	124	..... (1-2-47) 表面粗糙度
348	..... (1-3-52) 成形工序量余值	125	..... (1-2-48) 表面粗糙度
349	..... (1-3-53) 成形工序量余值	126	..... (1-2-49) 表面粗糙度
350	..... (1-3-54) 成形工序量余值	127	..... (1-2-50) 表面粗糙度
351	..... (1-3-55) 成形工序量余值	128	..... (1-2-51) 表面粗糙度
352	..... (1-3-56) 成形工序量余值	129	..... (1-2-52) 表面粗糙度
353	..... (1-3-57) 成形工序量余值	130	..... (1-2-53) 表面粗糙度
354	..... (1-3-58) 成形工序量余值	131	..... (1-2-54) 表面粗糙度
355	..... (1-3-59) 成形工序量余值	132	..... (1-2-55) 表面粗糙度
356	..... (1-3-60) 成形工序量余值	133	..... (1-2-56) 表面粗糙度
357	..... (1-3-61) 成形工序量余值	134	..... (1-2-57) 表面粗糙度
358	..... (1-3-62) 成形工序量余值	135	..... (1-2-58) 表面粗糙度
359	..... (1-3-63) 成形工序量余值	136	..... (1-2-59) 表面粗糙度
360	..... (1-3-64) 成形工序量余值	137	..... (1-2-60) 表面粗糙度
361	..... (1-3-65) 成形工序量余值	138	..... (1-2-61) 表面粗糙度
362	..... (1-3-66) 成形工序量余值	139	..... (1-2-62) 表面粗糙度
363	..... (1-3-67) 成形工序量余值	140	..... (1-2-63) 表面粗糙度
364	..... (1-3-68) 成形工序量余值	141	..... (1-2-64) 表面粗糙度
365	..... (1-3-69) 成形工序量余值	142	..... (1-2-65) 表面粗糙度
366	..... (1-3-70) 成形工序量余值	143	..... (1-2-66) 表面粗糙度
367	..... (1-3-71) 成形工序量余值	144	..... (1-2-67) 表面粗糙度
368	..... (1-3-72) 成形工序量余值	145	..... (1-2-68) 表面粗糙度
369	..... (1-3-73) 成形工序量余值	146	..... (1-2-69) 表面粗糙度
370	..... (1-3-74) 成形工序量余值	147	..... (1-2-70) 表面粗糙度
371	..... (1-3-75) 成形工序量余值	148	..... (1-2-71) 表面粗糙度
372	..... (1-3-76) 成形工序量余值	149	..... (1-2-72) 表面粗糙度
373	..... (1-3-77) 成形工序量余值	150	..... (1-2-73) 表面粗糙度
374	..... (1-3-78) 成形工序量余值	151	..... (1-2-74) 表面粗糙度
375	..... (1-3-79) 成形工序量余值	152	..... (1-2-75) 表面粗糙度
376	..... (1-3-80) 成形工序量余值	153	..... (1-2-76) 表面粗糙度
377	..... (1-3-81) 成形工序量余值	154	..... (1-2-77) 表面粗糙度
378	..... (1-3-82) 成形工序量余值	155	..... (1-2-78) 表面粗糙度
379	..... (1-3-83) 成形工序量余值	156	..... (1-2-79) 表面粗糙度
380	..... (1-3-84) 成形工序量余值	157	..... (1-2-80) 表面粗糙度
381	..... (1-3-85) 成形工序量余值	158	..... (1-2-81) 表面粗糙度
382	..... (1-3-86) 成形工序量余值	159	..... (1-2-82) 表面粗糙度
383	..... (1-3-87) 成形工序量余值	160	..... (1-2-83) 表面粗糙度
384	..... (1-3-88) 成形工序量余值	161	..... (1-2-84) 表面粗糙度
385	..... (1-3-89) 成形工序量余值	162	..... (1-2-85) 表面粗糙度
386	..... (1-3-90) 成形工序量余值	163	..... (1-2-86) 表面粗糙度
387	..... (1-3-91) 成形工序量余值	164	..... (1-2-87) 表面粗糙度
388	..... (1-3-92) 成形工序量余值	165	..... (1-2-88) 表面粗糙度
389	..... (1-3-93) 成形工序量余值	166	..... (1-2-89) 表面粗糙度
390	..... (1-3-94) 成形工序量余值	167	..... (1-2-90) 表面粗糙度
391	..... (1-3-95) 成形工序量余值	168	..... (1-2-91) 表面粗糙度
392	..... (1-3-96) 成形工序量余值	169	..... (1-2-92) 表面粗糙度
393	..... (1-3-97) 成形工序量余值	170	..... (1-2-93) 表面粗糙度
394	..... (1-3-98) 成形工序量余值	171	..... (1-2-94) 表面粗糙度
395	..... (1-3-99) 成形工序量余值	172	..... (1-2-95) 表面粗糙度
396	..... (1-3-100) 成形工序量余值	173	..... (1-2-96) 表面粗糙度
397	..... (1-3-101) 成形工序量余值	174	..... (1-2-97) 表面粗糙度
398	..... (1-3-102) 成形工序量余值	175	..... (1-2-98) 表面粗糙度
399	..... (1-3-103) 成形工序量余值	176	..... (1-2-99) 表面粗糙度
400	..... (1-3-104) 成形工序量余值	177	..... (1-2-100) 表面粗糙度

第一章 工艺规程的编制

基本概念	2
工艺规程编制的要点	3
编制的依据	3
编制的步骤	4
工艺文件	4
定位夹紧符号(表 1-1)	4
定位、夹紧符号应用及夹具结构示例(表 1-2)	8
机械加工过程卡之一(表 1-3)	11
机械加工过程卡之二(表 1-4)	12
机械加工工艺卡(表 1-5)	13
机械加工工序卡之一(表 1-6)	14
机械加工工序卡之二(表 1-7)	15
多轴自动车床工序卡(表 1-8)	16
单轴六角自动车床工序卡(表 1-9)	18
单轴纵切自动车床工序卡(表 1-10)	20
技术检查卡(表 1-11)	22
经济的加工精度	23
孔加工精度(表 1-12)	23
圆柱形深孔加工精度(表 1-13)	24
圆锥形孔加工精度(表 1-14)	24
多边形孔加工精度(表 1-15)	24
花键孔加工精度(表 1-16)	24
圆柱形外表面的加工精度(表 1-17)	24
端面加工精度(表 1-18)	25
平行表面的加工精度(表 1-19)	25
成形铣刀加工精度(表 1-20)	25
平面加工精度(表 1-21)	25
公制螺纹加工精度(表 1-22)	26
花键制造的经济精度(表 1-23)	26
齿轮加工精度(表 1-24)	27
表面粗糙度	27
基本概念	27
轮廓算术平均偏差 R_a 的数值(表 1-25)	30
轮廓最大高度 R_z 的数值(表 1-26)	30
取样长度的数值(表 1-27)	31
轮廓微观不平度的平均间距 RSm , 轮廓的单峰平均间距 S 的数值(表 1-28)	31

轮廓支承长度率 Rmr 的数值(表 1-29)	31
表面粗糙度(光洁度)代号与参数数值对照(表 1-30)	32
表面粗糙度 R_a 数值与原表面光洁度符号对照(表 1-31)	34
各种机械加工方法所能够达到的零件表面粗糙度(表 1-32)	35
表面粗糙度与加工精度和配合之间的关系	37
轴的表面粗糙度与加工精度和配合之间的关系(表 1-33)	37
孔的表面粗糙度与加工精度和配合之间的关系(表 1-34)	38
各种连接表面的粗糙度	39
活动连接接合表面的粗糙度(表 1-35)	39
固定连接接合表面的粗糙度(表 1-36)	39
丝杠传动接合表面的粗糙度(表 1-37)	40
螺纹连接的工作表面粗糙度(表 1-38)	40
齿轮、蜗轮和蜗杆的工作表面粗糙度(表 1-39)	40
车床加工	41
车床加工示例(表 1-40)	41
车床装夹方法及装夹精度(表 1-41)	44
仿形车床加工(表 1-42)	47
多刀车床加工(表 1-43)	48
转塔车床加工(表 1-44)	50
自动车床加工(表 1-45)	59
多轴立式半自动车床加工(表 1-46)	67
镗床加工	71
镗床加工示例(表 1-47)	71
镗床加工的基准面及校准方法(表 1-48)	75
镗床工作的测量方法及测量精度(表 1-49)	77
刨、铣床加工	79
刨、铣床加工示例(表 1-50)	79
外圆磨床加工	81
螺纹加工	82
丝锥与板牙组合加工	82
螺纹铣	82
螺纹滚压	83
螺纹滚压方法及其应用(表 1-51)	83
用滚压方法可获得的螺纹精度与表面粗糙	

度(表 1-52)	85	珩磨余量和工序数(表 2-21)	105
滚压螺纹工件的毛坯直径(表 1-53)	85	按表面粗糙度选择孔的珩磨余量(表 2-22)	105
螺纹滚压工具	85	按原始形状误差选择的珩磨磨块粒度(表 2-23)	106
滚压工具螺纹形状的要害(表 1-54)	86	按余量和加工材料的磨块的选择(表 2-24)	106
滚压工具的螺纹形状公差(表 1-55)	86	铰珩	107
滚压螺纹的基本(工艺)时间(表 1-56)	87	超精加工	109
齿轮加工	88	概述	109
圆柱齿轮加工	88	超精加工示例(表 2-25)	109
齿轮加工示例(表 1-57)	88	超精加工用磨块	110
齿轮冷滚压	89	磨料的粒度与表面粗糙度及金属切除量(表 2-26)	110
第二章 光 整 加 工			
光整磨削	92	磨条硬度的选择(表 2-27)	110
光整磨削对机床的要求	92	超精加工磨条组织(表 2-28)	110
光整磨削磨轮	93	超精加工余量和磨块的选择及加工工艺	110
外圆磨削磨轮选择(表 2-1)	94	超精加工余量和磨块的选择(表 2-29)	111
光整磨削工艺参数	95	超精加工的工艺参数(表 2-30)	111
光整外圆磨削工艺参数(表 2-2)	95	超精加工的工艺参数举例(表 2-31)	112
光整内圆磨削工艺参数(表 2-3)	95	滚轮珩磨	114
光整平面磨削工艺参数(表 2-4)	96	滚轮珩磨的特点	114
无心光整磨削工艺参数(表 2-5)	96	滚轮珩磨工具结构	115
研磨	96	滚轮珩磨磨轮的选择	115
研磨精度	97	磨轮粒度(表 2-32)	115
研磨的精度水平(表 2-6)	97	滚轮珩磨工艺参数的选择	116
研磨剂	97	滚珩主要工艺参数(表 2-33)	116
粒度与研磨材料(表 2-7)	97	珩磨磨削余量(表 2-34)	116
粒度与加工方法(表 2-8)	97	零件表面冷压加工	116
粒度与工件表面粗糙度(表 2-9)	97	概述	116
切削液(表 2-10)	97	常用的表面冷压加工举例(表 2-35)	117
硬脂酸混合脂配方(表 2-11)	98	滚轮滚压加工	121
研磨膏的成分及其应用(表 2-12)	98	材料性质和滚压次数对加工表面粗糙度的影响(表 2-36)	126
研具	98	各种滚压力下表面粗糙度减小程度 U 值(表 2-37)	127
研磨用量	99	滚轮型面为圆柱带时的滚压力(表 2-38)	128
研磨压力(表 2-13)	99	进给量与滚压前、滚压后的表面粗糙度、滚轮球形面半径、滚轮数、滚压次数的关系(表 2-39)	129
研磨速度(表 2-14)	99	滚压加工进给量(表 2-40)	129
平板研磨	99	圆柱形内表面滚压用量(用扩铰式滚压工具)(表 2-41)	130
珩磨	99	铸铁导轨平面的滚压用量(表 2-42)	131
珩磨头	100	滚珠滚压加工	131
珩磨尺寸的控制	102	滚珠滚压加工对碳素钢零件表面性质的改善程度(表 2-43)	133
珩磨磨条的选用	103	各种黑色金属及有色金属零件的滚珠滚压用量(表 2-44)	134
磨条数量和宽度(表 2-15)	103		
珩磨头参数(表 2-16)	103		
磨条长度的选择(表 2-17)	103		
磨块的选用	104		
珩磨料的选择(表 2-18)	104		
珩磨头的回转和往复运动速度(表 2-19)	104		
磨条工作压力及珩磨力计算系数(表 2-20)	105		
与原始表面形状误差和表面粗糙度有关的			

轴的折算长度(确定精车及磨削加工余量 用)(表 4-3)	185	锥齿轮的精加工余量(表 4-35)	197
轴在粗车外圆后的精车外圆的加工余量 (表 4-4)	185	蜗轮的精加工余量(表 4-36)	197
粗车外圆、正火后的精车外圆的加工余量 (表 4-5)	186	蜗杆的精加工余量(表 4-37)	198
轴磨削的加工余量(表 4-6)	186	花键精加工的余量	198
研磨的加工余量(表 4-7)	187	精铣花键的加工余量(表 4-38)	198
抛光的加工余量(表 4-8)	187	磨花键的加工余量(表 4-39)	198
用金刚石细车轴外圆的加工余量(表 4-9)	187	花键加工余量(表 4-40)	198
精车端面的加工余量(表 4-10)	188	攻螺纹及装配前的钻孔直径	199
磨端面的加工余量(表 4-11)	188	攻螺纹及装配前的钻孔直径(表 4-41)	199
切除渗碳层的加工余量(表 4-12)	189	英制螺纹及管螺纹攻螺纹前钻孔直径(表 4-42)	201
孔加工余量	190		
在钻床上用钻模加工孔(孔的长径比为 5) (表 4-13)	190	第五章 机动时间计算方法	
在自动车床、六角车床、车床或另一些机床 上加工孔(孔的长径比为 3)(表 4-14)	190	车削工作	204
按照基孔制 7 级公差(H7)加工孔(表 4-15)	191	车削加工计算(表 5-1)	204
按照基孔制 9 级公差(H9)加工孔(表 4-16)	191	刨削、插削工作	205
按照 7 级与 9 级公差加工预先铸出或热冲 出的孔(表 4-17)	192	刨削、插削加工计算(表 5-2)	206
环孔钻加工余量(表 4-18)	192	车刀及镗刀切入及超出长度(表 5-3)	206
单面钻削深孔的加工余量(表 4-19)	193	龙门刨床工作台的超出长度(表 5-4)	207
拉孔的加工余量(表 4-20)	193	牛头刨床及插床上切刀的超出长度(表 5-5)	207
拉正方形及多边形孔的加工余量(表 4-21)	193	试刀的附加长度 l_3 (表 5-6)	208
拉键槽的加工余量(表 4-22)	193	钻削工作	208
磨孔的加工余量(表 4-23)	194	钻削工作计算(表 5-7)	208
金刚石细镗孔的加工余量(表 4-24)	195	加工计算长度(表 5-8)	209
珩磨孔的加工余量(表 4-25)	195	在实体材料上钻孔单刃磨钻头的切入及超 出长度(表 5-9)	210
研磨孔的加工余量(表 4-26)	195	双重刃磨的钻头钻孔和扩孔的切入及超出 长度(表 5-10)	211
刮孔的加工余量(表 4-27)	196	单刃磨钻头扩钻时的切入及超出长度(表 5-11)	211
平面加工余量	196	扩孔的切入及超出长度(表 5-12)	212
平面的刨、铣、磨、刮加工余量(表 4-28)	196	铰孔的切入及超出长度(表 5-13)	212
平面的研磨余量(表 4-29)	196	与清除切屑有关的钻头退出及引入的次数 (表 5-14)	212
齿轮精加工的余量	197	铣削工作	214
精滚齿或精插齿的加工余量(表 4-30)	197	铣削加工计算(表 5-15)	214
剃齿的加工余量(表 4-31)	197	圆柱形铣刀、三面刃铣刀、槽铣刀及样板铣 刀的切入及超出长度(表 5-16)	216
磨齿的加工余量(表 4-32)	197	圆柱形铣刀、三面刃铣刀铣削圆形表面的 切入及超出长度(表 5-17)	217
直径大于 400 mm 渗碳齿轮的磨齿加工余 量(表 4-33)	197	面铣刀对称铣削的切入及超出长度(表 5-18)	218
交叉斜轴齿轮及准双曲面齿轮精加工的余 量(表 4-34)	197	面铣刀不对称铣削的切入及超出长度(1) (表 5-19)	219
		面铣刀不对称铣削的切入及超出长度(2) (表 5-20)	219
		立铣刀切入及超出长度(表 5-21)	220

螺纹加工.....	220	半精磨及精磨分度转换的时间(表 5-29)	228
螺纹加工计算(表 5-22)	221	分度转换时间(表 5-30)	228
齿轮加工.....	223	工作行程长度(表 5-31)	229
齿轮加工计算(表 5-23)	223	拉削工作	229
在插齿机上用梳形插齿刀加工时的计算齿 数(表 5-24)	226	拉削工作计算(表 5-32)	229
用盘形模数铣刀铣圆柱齿轮的切入及超出 长度(表 5-25)	226	由零件长度所决定的拉刀齿距(表 5-33)	230
用滚刀滚齿时的切入及超出长度(表 5-26)	227	磨削工作	231
插齿机的切入及超出长度(表 5-27)	228	磨削加工计算(表 5-34)	231
刨齿机的切入及超出长度(表 5-28)	228	外圆磨的系数 K (表 5-35)	233
		平面磨的系数 K (表 5-36)	233
		外圆磨的光整时间 τ (表 5-37)	234
		外圆磨的光整时间的修正系数(表 5-38)	234

第一章

工艺规程的编制



图 1-1 工艺规程的分类

工艺规程是指导生产的主要技术文件，是工人操作的主要依据。编制工艺规程是生产准备工作的重要组成部分，也是生产准备工作的重要内容。编制工艺规程时，应根据产品的结构、技术要求、生产批量、生产条件等因素，选择合理的工艺方案，并编制相应的工艺文件。工艺文件的编制应做到技术先进、经济合理、操作简便、安全可靠。工艺文件的编制应由工艺技术人员负责，并经技术负责人审核批准。工艺文件的编制应随着产品的改进和生产条件的变化而及时修订。

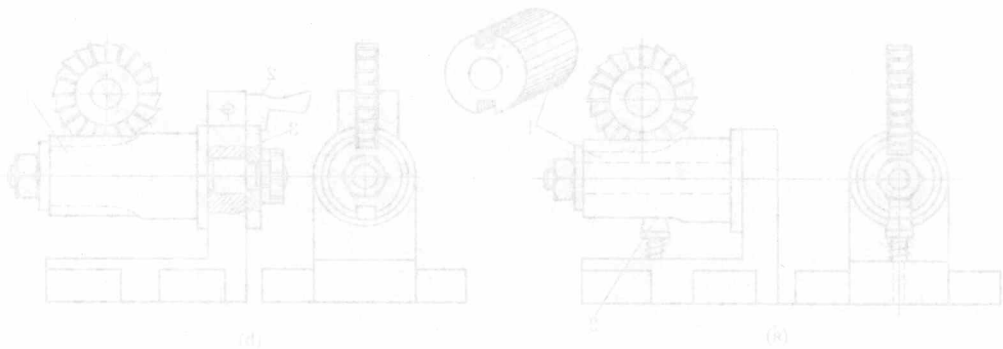


图 1-2 工件装夹的不同方法

(d) 用顶尖装夹工件；(e) 用卡盘装夹工件

需要时—2；需要时—3；工件—1

基本概念

生产过程 由原材料到成品之间各个相互关联的劳动过程的总和。其中包括：

1. 原材料的运输保存；
2. 生产的准备工作；
3. 毛坯制造；
4. 毛坯经机械加工、热处理等而成为零件；
5. 零件装配成机器；
6. 检验及试车；
7. 机器的油漆和包装。

工艺过程 改变毛坯的形状、尺寸和材料性能，使之变为成品或半成品的过程。这个过程是车间生产过程的主要部分。将工艺过程中各项内容写成文件，这文件就是工艺规程。

工艺过程由工序、装夹、工位及工步等组成，详见图 1-1。

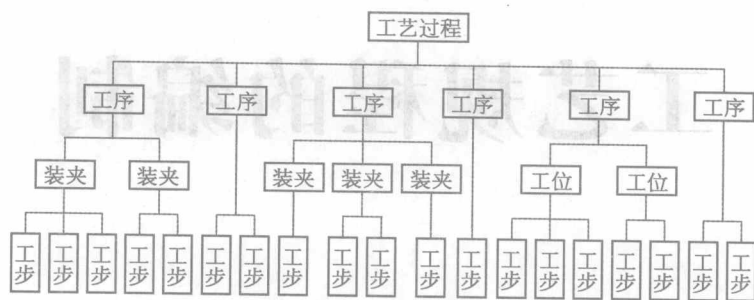


图 1-1 工艺过程的组成

工序 一个工人或一组工人在一个工作地点，连续完成一个或几个零件的工艺过程中的某一部分，称为工序。一个零件往往是经过若干个工序才制成的。

工序是工艺过程的基本组成部分，并且是生产计划的基本单元。

同样的加工必须连续进行，才能作为一个工序，如其中有中断，则作为两个工序。

例如依次将一批同样轴件钻两端中心孔，就作为一个工序；如首先将一批轴中每一件的一端钻中心孔，然后再钻每一件的另一端中心孔，虽然其工作地不变，但应作为两个工序，因为两次加工之间有中断。

每一工序中，应尽量减少装夹次数。因为多一次装夹，就多产生一次误差，而且增加装卸工件的辅助时间。因此，常采用不须将工件重新装卸而能改变加工表面的夹具（如各种回转夹具），如图 1-2b 所示，利用定位销及分度盘

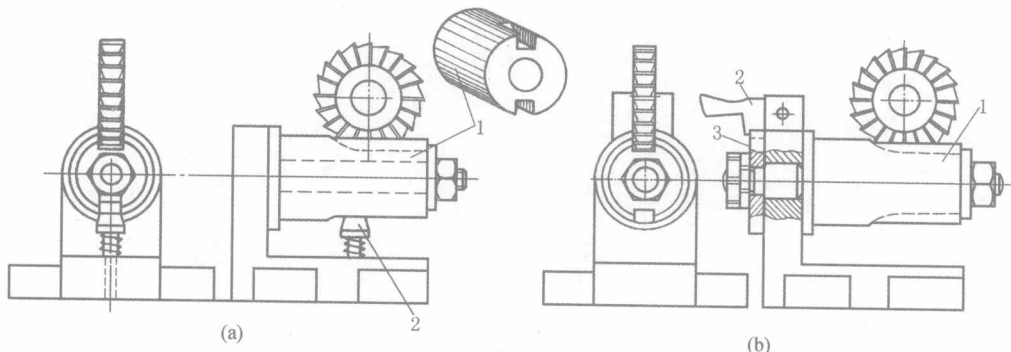


图 1-2 用不同的夹具进行加工

(a) 不用分度盘铣槽；(b) 用分度盘铣槽

1—工件；2—定位销；3—分度盘

度盘,只须装夹一次就能铣完两个槽。但如图 1-2a 所示,则必须装夹两次,因为它不用分度盘。

工位 一次装夹后,工件在机床上所占的每个位置(每个位置有一相应的加工表面),称为工位。如图 1-2b 所示,在铣床上加工两个对称的槽,当铣完一条槽以后,不卸下工件而仅将夹具旋转 180°,使另一槽的加工面进入加工位置。这工序只有一次装夹,但包括两个工位。

采用多工位加工,可以减少装夹次数及减少辅助时间。

工步 工序中加工表面、切削工具、切削用量均保持不变的部分,称为工步。每道工序中包括一个或若干个工步。

图 1-3 表示一个带孔的台阶形零件。如果表面 3、5、8、9 和 10 依次地被不同的刀具加工,或被同一刀具,但用各种不同的切削用量(转数或进给量)加工时,则将分为五个不同的工步。如果在多刀车床上用一组刀具来车削所有这些表面,那就成为一个复合工步。用一把刀具加工一个表面属于简单工步,用一组刀具加工一个或若干个表面属于复合工步。如图 1-4 用两把刀具同时加工一个表面,就属于复合工步。

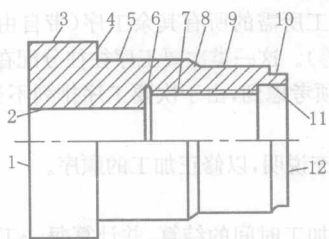


图 1-3 带孔的台阶形零件

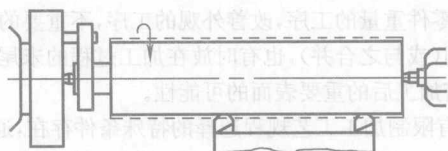


图 1-4 用两把刀具同时加工一个表面

图 1-3 中零件的内孔加工表面 2、6、7 和 11 可以用四个简单工步来加工,但也可以用组合刀具来完成,这时就成为一个复合工步。

在上述工步的定义中指出,把切削用量保持不变是必要的条件。可是在自动机床和半自动机床上,个别的加工情况属于例外,它们在完成工步过程中,常会自动地变更其切削速度(每分钟的转数)或进给量,这时仍应称为一个工步。

行程次数 在日常生产中,常常用同一刀具连续加工同一表面若干次,其目的是为了在切去组成加工余量的各层金属时,能保证最合适的切削条件。上述连续加工次数称为行程次数。

工艺规程编制的要点

零件加工的工艺规程就是一系列不同工序的综合。由于生产规模和具体情况的不同,对同一零件的加工程序综合可能有很多的方案。应当根据具体条件采用其中最完善(在工艺上来说)和最经济的一个方案。

编制的依据

工艺规程根据下列基本因素来选择:

1. 生产规模是决定生产类型(大批、成批、单件)的主要因素,亦即是设备、用具、机械化与自动化程度等的选择依据;
2. 制造零件所用的坯料或型材的形状、尺寸和精度。它是选择加工总余量和加工过程中头几道工序的决定因素;
3. 零件材料的性质(硬度、可加工性、热处理在工艺路线中排列的先后等)。它是决定热处理工序和选用设备及切削用量的依据;
4. 零件制造的精度,包括尺寸公差、形位公差以及零件图上所指定或技术条件中所补充指定的要求;
5. 零件的表面粗糙度是决定表面上光精加工工序的类别和次数的主要因素;
6. 特殊的限制条件,例如工厂的设备和用具的条件等;
7. 编制的加工规程要在既定生产规模与生产条件下达到最经济与安全的效果。

编制的步骤

所编制的工艺规程,是受大量的不同因素所限制的。必须随时综合考虑上述各项条件。工艺规程的编制,可按下列步骤进行:

1. 研究零件图及技术条件。如零件复杂和要求高的,要先详细熟悉零件在机器中所起的作用、加工材料及其热处理方法、毛坯的类别与尺寸,并分析对零件制造精度的要求,然后选择“毛基面”,再选择零件重要表面加工所需的“光基面”。
 2. 加工的毛基面和光基面确定后,最初工序(由毛基面所决定的)和主要表面的粗、精加工的工序(在某种程度上系由光基面决定)已很清楚,就能编制零件加工的顺序。
 3. 分析已加工表面的粗糙度以后,在已订的加工顺序中增添光精加工工序。
 4. 然后视加工时的便利情况,确定并排列零件上不重要表面加工所需的所有其余工序(带自由尺寸的表面的加工,减轻零件重量的工序,改善外观的工序,不重要的螺纹切削等)。这一类次要工序往往分配在已设计了的主要工序之间(或与之合并),也有时放在加工过程的末尾。这时必须考虑到,由于次要工序排列不当,在执行时会有损坏精密加工后的重要表面的可能性。
 5. 如果有限制加工工艺规程选择的特殊条件存在,通常要作补充说明,以修正加工的顺序。
 6. 确定每一工序所需的机床和工具,填写工艺卡和工序卡。
 7. 详细拟订工艺规程时,必须进行全部加工时间的标定和单件加工时间的结算,并计算每一工序所需的机床。并因此有可能把已设计的规程予以某些修正(例如个别机床负荷太小,则有必要把几个单独工序合并成一个工序等)。
 8. 为了达到所编制的工艺规程符合具有最大经济性的要求,在确定了规程的全部项目以后,必须再检查对该零件的加工是否还可能作出同样完善而更为经济的工艺规程,以资比较。然后确定最后方案。由此可见,在这最后步骤中,也还可能对已设计的工艺规程有所修正。
- 因此,在一般场合,工艺规程的拟订必须根据工艺条件与经济条件,用逐次修正的方法来进行。
- 毫无疑问,在个别场合,尤其是工件结构简单时,上述的顺序可稍有简化,甚至由于工件的特殊,在个别步骤的先后次序上也可能有某些更改,但原则上不能有很大的变更。

工艺文件

零件的机械加工工艺过程制定出来以后,有关内容应分别填入各种不同的卡片,以便贯彻执行,并作为生产前的技术准备工作的依据。各种卡片总称为工艺文件。

在各工序简图中,为了减少画图的工作量,定位、夹紧均可用符号表示,见表 1-1;定位夹紧装置、夹具的标注示例,见表 1-2。

表 1-1 定位夹紧符号(JB/T 5061—2006)

标注位置		1. 定位夹紧符号		
		固定式	活动式	辅助支承
独立定位	标注在视图轮廓线上			
	标注在视图正面			
联合定位	标注在视图轮廓线上			
	标注在视图正面			



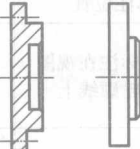
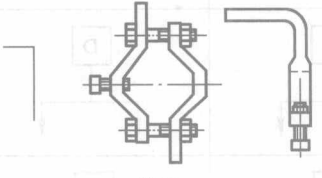





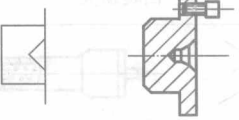


表 1-1 续

标注位置		手动夹紧	液压夹紧	气动夹紧	电磁夹紧
独立夹紧	标注在视图轮廓线上				
	标注在视图正面				
联合夹紧	标注在视图轮廓线上				
	标注在视图正面				

2. 常用装置符号

固定顶尖		内顶尖		回转顶尖	
外拔顶尖		内拔顶尖		浮动顶尖	
伞形顶尖		圆柱心轴		锥度心轴	
(花键心轴也用此符号) 螺纹心轴		(包括塑料心轴) 弹性心轴、弹簧夹头		三爪卡盘	
四爪卡盘		中心架		跟刀架	

表 1-1 续

 <p>圆柱衬套</p>	 <p>螺纹衬套</p>	 <p>止口盘</p>
 <p>拨杆</p>	 <p>垫铁</p>	 <p>压板</p>
 <p>角铁</p>	 <p>可调支承</p>	 <p>平口钳</p>
 <p>中心堵</p>	 <p>V形块</p>	 <p>软爪</p>

3. 定位、夹紧符号与装置符号联合标注示例

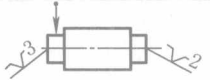
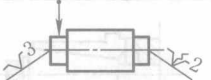
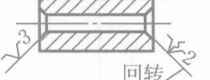


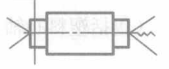
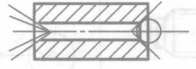
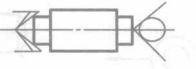

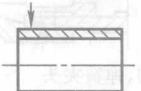

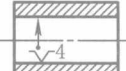

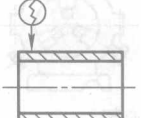
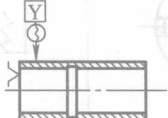

说 明	固定顶尖、拨杆	固定顶尖、浮动顶尖、拨杆	内拨顶尖、回转顶尖	外拨顶尖、回转顶尖
定位、夹紧符号标注				
联合标注				
说 明	弹簧夹头带轴向定位、内顶尖	弹簧夹头	液压弹簧夹头带轴向定位	弹性心轴
定位、夹紧符号标注				
联合标注				

表 1-1 续

说 明	气动弹性心轴带端面定位	锥度心轴	圆柱心轴带端面定位	三爪卡盘	
定位、夹紧符号标注					
联合标注					
说 明	液压三爪卡盘带端面定位	四爪卡盘带轴向定位	四爪卡盘带端面定位	固定顶尖, 浮动顶尖, 跟刀架, 拨杆	
定位、夹紧符号标注					
联合标注					
说 明	三爪卡盘带轴向定位、中心架	止口盘, 螺栓压板	止口盘, 气动压板联动	螺纹心轴	
定位、夹紧符号标注					
联合标注					
说 明	圆柱衬套带轴向定位、三爪卡盘	螺纹衬套, 三爪卡盘	平口钳	电磁盘	软爪三爪卡盘
定位、夹紧符号标注					
联合标注					