

机械加工
工艺手册

第3卷

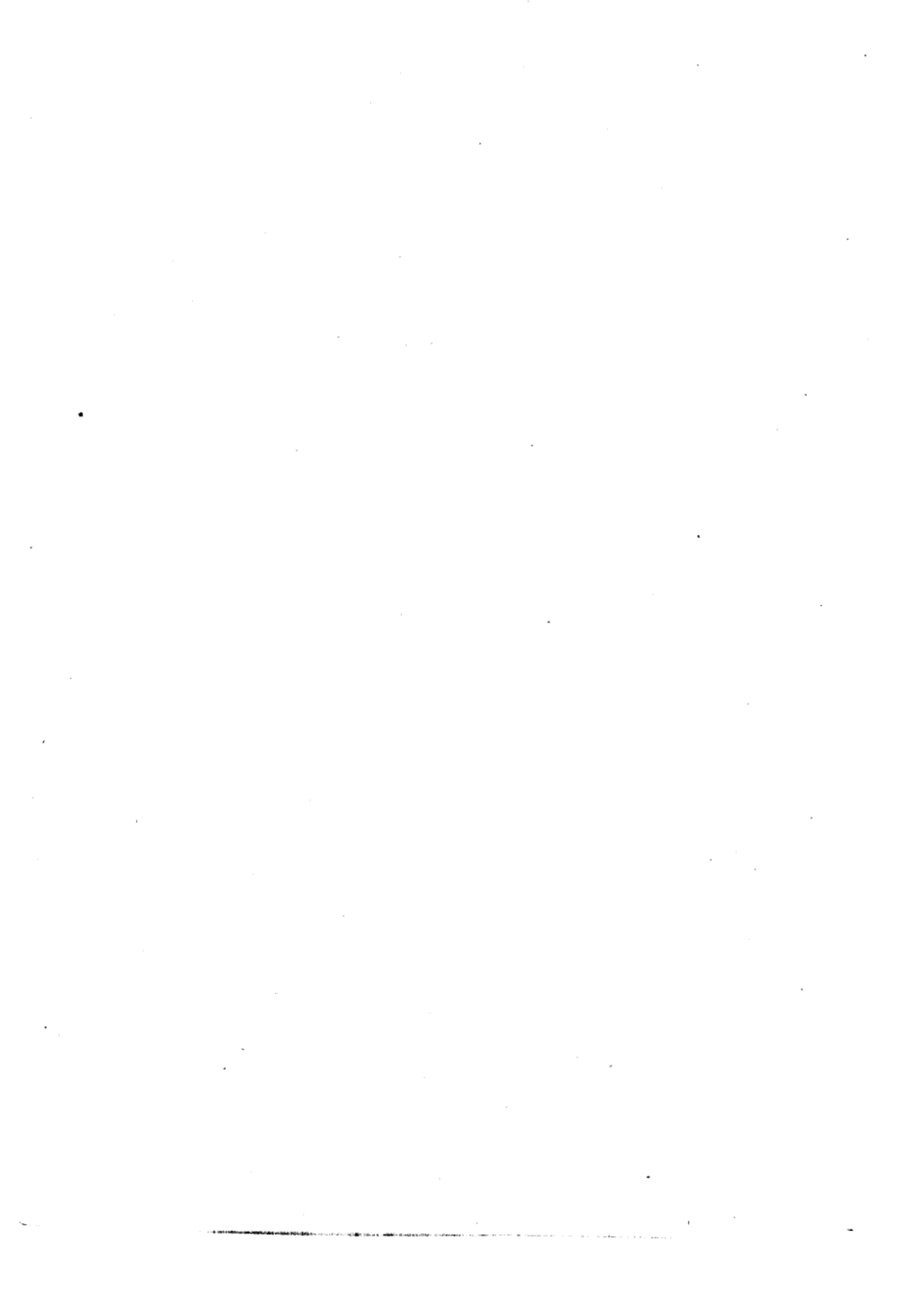
机械工业出版社

第25章 机械加工车间设计

主 编 康来明（机械电子工业部第九设计院）

审 稿 人 蒋贵善（大连理工大学）
张永锡（机械电子工业部第六设计院）

责任编辑 李书全



第1节 机械加工车间设计基础

1 生产纲领

机械加工车间生产纲领是根据批准的设计任务书中所规定的工厂生产纲领,通过车间分工表来确定的,是机械加工车间设计的基础。它确定了所设计车间的任务,体现了生产规模和生产类型,是车间设计时计算设备、人员、面积、投资的依据,也是进行工艺分析,确定工艺水平以及计算各种材料消耗、确定车间运输量的主要依据。确定生产纲领的方法随生产类型、生产规模和具备的设计条件不同而不同,可分为详细纲领、折合纲领和假设纲领。

1.1 详细生产纲领

编制详细生产纲领需要所生产产品的全部图纸和齐全的总体零件明细表。

当具备了上述资料后,根据全厂的工厂组成和分工,编制出车间分工表。车间分工表是将生产产品的全部零件、合件逐个标明它们的每套件数,材料,年基本纲领和备品纲领,并视其技术要求确定它们所需流经的车间和部门的工艺路线。

机械加工车间的生产纲领就是根据全厂的车间分工表,将所有流经本车间的全部零件、合件摘出来,就形成了本车间的详细生产纲领表,其格式见表25-1-1。

表25-1-1 详细生产纲领表格式

序号	零件号	零件名称	材料牌号及规格	毛坯形式	每套件数	零件重量(kg)				全年生产纲领(件)		
						毛重		净重		基本纲领	备品纲领	合计
						每件	每套	每件	每套			

详细生产纲领可以很具体地表明本车间所生产的全部零、合件的零件号,零件名称,毛坯形式和材料,零件重量以及年生产纲领。这种方法主要用于产品品种少的大批大量生产的车间设计。因这种生产类型的车间多采用流水生产方法,需要对所要加工的全部零、合件编制工艺过程卡和进行精确的

计算。

1.2 折合生产纲领

在车间设计时,将设计任务书中规定的产品的纲领折合成一种或几种代表产品的纲领,这种经过折合后而成的车间生产纲领叫折合生产纲领。

下列情况可采用折合生产纲领进行车间设计:

1) 设计任务书规定的产品图纸、总零件明细表及有关的原始资料不全;

2) 产品品种多而且结构大体相似,每种产品纲领不大,即使具有全部图纸,也没有必要对设计任务书规定的全部产品编制工艺过程卡。机床行业,多品种生产的汽车和农机配件厂,标准件厂的机械加工车间设计往往采用折合生产纲领

按折合生产纲领进行车间设计时,首先应选择代表产品或代表零件。车间设计中只对所选择的代表产品的零件进行工艺分析和设计计算,其他产品都应折合成所选择的代表产品的纲领。

选择代表产品的原则是:

1) 代表产品一般应是设计任务书中规定的各产品中产量最大的一种产品。

2) 代表产品在结构特征,外形尺寸,重量和工艺特征方面都应具有代表性。

3) 代表产品的产品图纸及技术资料齐全。

将其他产品生产纲领折合成代表产品生产纲领的方法一般是采用劳动量折合法。

$$N_2 = K \cdot N_1$$

式中 N_2 ——被代表产品的生产纲领

N_1 ——代表产品生产纲领

K ——折合系数

$$K = \frac{\text{单位被代表产品的劳动量}}{\text{单位代表产品的劳动量}}$$

K 值意味着单位代表产品相当于被代表产品的数量。

在设计实践中,若没有代表产品和被代表产品劳动量资料时, K 值可由下列公式计算。

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdots K_n$$

式中 K_1 ——重量系数

K_2 ——成批性系数

K_3 ——复杂性系数

K_n ——反映被分析产品特征参数的系数,如机床行业的精度系数等

重量系数 K_1 由下列公式确定

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2}$$

式中 Q_1 ——被代表产品的重量

Q_2 ——代表产品的重量

K_1 既可作为单件零件的重量系数, 也可作为整台产品的重量系数。它只适用于 Q_1/Q_2 在 0.5~2 的范围以内。

成批性系数 K_2 是由代表产品的年产量 N_1 和被代表产品年产量 N_2 的比值来确定。成批性系数见表 25·1-2。

表 25·1-2 成批性系数

$\frac{N_1}{N_2}$	K_2	$\frac{N_1}{N_2}$	K_2	$\frac{N_1}{N_2}$	K_2
0.5	0.97	2.0	1.12	6.5	1.30
0.75	0.99	2.2	1.13	7.0	1.31
1.0	1.0	2.5	1.15	7.5	1.32
1.1	1.01	3.0	1.17	8.0	1.33
1.2	1.03	3.5	1.20	8.5	1.34
1.3	1.05	4.0	1.22	9.0	1.35
1.4	1.06	4.5	1.23	9.5	1.36
1.5	1.07	5.0	1.25	10.0	1.37
1.6	1.08	5.5	1.27		
1.8	1.10	6.0	1.28		

成批性系数只考虑到由于批量增加后生产装备的改进, 而没有考虑工艺的根本变化。当年产量比值 N_1/N_2 在 10 以上时, 生产类型发生变化, 这时制造工艺不可能不发生重大变化, 因此此折合系数已不适用。

复杂性系数 K_3 是考虑代表产品和被代表产品在结构上及复杂程度上的差异的系数, 它是由设计者通过分析、比较而确定的。

有的行业在进行生产纲领折合时, 还考虑其他的产品特征。如机床行业采用的精度系数 K_4 来反映被代表产品和代表产品在精度及零件粗糙度上的差异, 这个系数也是通过设计人员对两者进行分析、比较来确定的。

折合纲领不如详细纲领准确性高, 但它可以大大减少设计的工作量。若代表产品选择恰当, 也能满足车间设计的要求。这种方法往往适用于产品产量不大但品种繁多的机械加工车间设计。

在使用折合生产纲领进行工艺分析和设备确定

时, 还应比较代表产品和被代表产品在结构、尺寸、精度等方面的差异, 对工艺方案和设备型号进行修正。

折合生产纲领表格式见表 25·1-3。

表 25·1-3 折合生产纲领表

序号	产品名称	型号及规格	年产量	机械加工重量		代表产品名称	折合系数				折合产品数量	
				每台产品(kg)	全年(t)		K_1	K_2	K_3	K_4		

当工厂生产纲领中所确定的产品还没有设计, 具体结构不甚清楚, 或所设计的车间承担加工产品还不能确定时, 也可通过选择具有完整原始资料, 但并不一定生产的产品作为假定代表产品, 编制假定的纲领进行设计。假定的代表产品的假定纲领的重量应与该车间所要生产的实际产品的重量相当。按假设纲领进行设计只用于单件小批生产的场合。

假设生产纲领表见表 25·1-4。

表 25·1-4 假设生产纲领表

规定的生产纲领				假设生产纲领				
产品名称	规格	数量	重量合计(t)	产品名称	规格	数量	重量(t)	
							每台代表产品	合计

2 生产类型及车间组成

2.1 生产类型

机械加工车间的生产类型是由该车间所生产的产品和生产纲领的大小所决定的。车间的生产类型不同, 其工艺水平、生产组织形式及生产方式也不同。车间的生产类型按生产批量划分, 可以分为大量生产、成批生产和单件生产。根据批量不同, 成批生产又可以划分为大批生产、中批生产和小批生产。大批生产的特征与大量生产相似, 小批生产与单件生产特征相似。

2.1.1 按生产批量划分生产类型的方法

(1) 按生产纲领划分 这种方法按车间或生产线的年产纲领来划分车间生产类型。由于产品不同和行业不同, 同一类型的车间其生产纲领范围也

不同。在用生产纲领划分时，可参考本行业中不同生产类型和工艺特点的生产纲领来确定所要设计的车间是属于什么生产类型。按生产纲领划分生产类型可参考表25·1-5。

表25·1-5 按生产纲领划分生产类型

生产类型	同类零件的年产量(件)		
	重 型	中 型	轻 型
单件生产	5 以下	10 以下	100 以下
小批生产	5~100	10~200	100~500
中批生产	100~300	200~500	500~5000
大批生产	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产	1000 以上	5000 以上	50000 以上

(2) 按成批性系数划分 成批性系数即在一台机床或工作地上承担的工序数。

$$K_c = \frac{n}{N}$$

式中 K_c ——成批性系数

N ——该车间、工段或生产线的机床数

n ——该车间、工段或生产线上所完成的工序数

不同生产类型成批性系数 K_c 可参见表 25·1-6。

表25·1-6 成批性系数 K_c

生产类型	K_c
大量生产	1~2
大批生产	2~4
中批生产	4~10
小批生产	10以上
单件生产	不定

2·1·2 各种生产类型的工艺特点和生产方式

(1) 大量生产

1) 每台设备或工作地都固定执行 1~2 道工序。

2) 广泛采用自动线、组合机床、专用机床及其他高效设备，以及各种高效、专用工艺装备、检测设备。

3) 采用流水方式组织生产，包括建立单一连续或间歇流水生产和成组连续或间歇流水生产。

4) 工序间广泛采用各种机械化、自动化输送装置。

5) 生产设备基本不需调整或只进行少量调整。

(2) 大批生产

1) 每台设备或工作地固定少数同类零件或工序。

2) 主要采用各种自动、半自动设备和专用组合机床，并采用部分带有专用工艺装备的普通万能设备。

3) 采用各种易调、快换的工艺装备，以减少调整时间

4) 采用各种可变流水生产为主的生产方式，对部分小零件也可采用成批生产线。

5) 主要零件的工序间运输采用各种机械化输送装置。

6) 采用调整法控制机床—刀具—工件的相对位置。

(3) 中批生产

1) 每台设备或工作地固定一定数量的同类零件和工序，进行成批轮番性生产。

2) 采用通用设备加专用工艺装备为主进行生产。

3) 采用成批生产线为主的生产方式。

4) 工序间运输主要采用通用小车和各种形式的吊车。

5) 机床以调整法加工为主，少部分设备采用试切法加工。

6) 采用通用检具及部分专用检具进行零件检测。

(4) 单件小批生产

1) 每台设备或工作地不固定零件和工序，而且往往不再重复加工同一种零件，生产缺乏连续性和稳定性。

2) 采用各种通用机床和通用或简易工艺装备进行生产。

3) 加工中尺寸控制很大一部分为试切法。

4) 按设备类型组成生产小组进行生产。

5) 采用通用检具进行检测。

2·2 车间组成

车间组成一般是根据车间的生产类型和产品的工艺特点等因素来确定的。车间类型不同，其车间的组成也有所不同，基本组成为生产部门和辅助部门两大部分。

2·2·1 生产部门

生产部门是指完成产品零件制造的工艺过程的

部门。

属于大批大量生产的车间，生产部门主要由各种形式的流水生产线组成，其中很大一部分为单一流水生产线。中批生产车间，按其规模大小，生产部门可按加工对象原则或工艺原则组成若干生产工段或生产组，如箱体工段（组），轴套工段（组）及车工工段（组），磨工工段（组），当批量足够大时，也可组成若干生产线。单件小批生产，由于产品和工序都不固定，生产部门皆由按设备类型或按零件特点划分的生产班组组成，如大件组、中小件组或车工组，铣工组，磨工组等。

2.2.2 辅助部门

辅助部门指车间中那些不直接从事产品零件制造，而只为生产服务的部门和工作地。一般由工具部门，维修部门，仓库部门，油料切削液配置部

门，废料收集处理部门和检查、鉴定部门及公用动力设施部门组成。

车间生产类型不同，车间辅助部门的设置也不同。大批大量生产的车间或大型车间，由于车间规模大、设备多，为了便于管理，更好地为生产服务，辅助工作分工细，设置的辅助部门齐全。单件小批生产和小型车间，由于服务的设备少，因此一些辅助工作合并在一个部门，或者由其他车间辅助部门甚至全厂性的辅助设施承担，这样车间辅助部门就相对少而简单。

各种生产类型辅助部门组成参见表25-1-7。

在一些大量生产的机械加工车间还设有劳保用品库及辅助材料库，存放和发放本车间使用的劳保用品及辅助材料。但对主要生产设备在100台以下的机械加工车间，一般不单独设置，而是采用全厂集中设置或由油料冷却液配制间或工具分发室兼管。

表25-1-7 各生产类型机械加工车间辅助部门组成

序号	部门名称	主要任务	设置情况		
			单件小批生产	中批生产	大批大量生产
1	磨刀部	生产用刀具的刃磨	全厂集中	联合设置	✓
2	综合工具分发室	存放和分发刀具，量具，夹具，辅具，磨具	✓	✓	
3	夹具库	存放和分发夹具			✓
4	磨料库	存放和分发磨料磨具			✓
5	量具库	存放和分发量具			✓
6	夹辅具修理站	夹具，辅具，工具的修理			✓
7	机夹修理站	设备小修及夹具、辅具、工具的修理	全厂集中	联合设置	
8	检定站	量具的检定及精密零件的抽检	全厂集中	联合设置	✓
9	机修站	设备的中小修			✓
10	机修队	工艺设备的日常维修			✓
11	电修间	电器设备的日常维修		✓	✓
12	动修	动力管道、设备及热工仪表的日常维修			✓
13	综合维修队	设备、电器、动力管道、热工仪表的维修	✓	✓	
14	机修备件库	存放和发放机修备件			✓
15	夹、辅具修理备件库	存放和发放工、夹、辅具修理的备件			✓
16	机、夹修备件库	存放和发放机修、夹修、辅具、工具修理的备件	全厂集中	联合设置	
17	协作件库	存放和发放协作件	全厂集中	联合设置	
18	中间库	存放和发放半成品和在制品	✓	✓	
19	油料切削液配制间	油料及切削液的配制	全厂集中	联合设置	✓
20	切屑处理间	切屑的集中、带油切屑的油类回收	全厂集中	联合设置	✓
21	木工间	木制品制作			✓
22	变配电间及值班室	车间变配电			✓

根据需要设置

注：“✓”表示设置。

3 工作制度及年时基数

3.1 工作制度

工作制度是指工厂在组织生产时的生产班次及生产形式，按生产班次可分为一班制、二班制、三班制和四班制四种。一般机械加工车间均按二班制生产，但为了提高某些贵重及稀有设备的利用率，也可采用三班制。四班制一般用于对健康有影响的作业，而一班制则用于生产负荷不满的场合。

工作制度按组织生产的形式，可分为平行工作制、阶段工作制及连续工作制。平行工作制是指制造过程的各工序都是平行进行的工作制度。阶段工作制是指制造过程的各工序内容分阶段进行，同一时间内整个车间只进行一定工序的生产。连续工作制是指生产过程每天24小时连续进行的一种工作制度，其中分连续工作制和全年连续工作制两种。前者是国家规定休息的节日停止生产外，星期日照常生产，工人采用轮休方式。全年连续工作制是所有假日一律不停止生产，整日、整月、整年的连续不断生产，工人轮休的工作制度。一般机械加工车间皆采用平行工作制。

3.2 年时基数

原第一机械工业部1963年机标建(JBJ)2—63部颁标准规定了不同工作制度下的公称年时基数以及工人年时基数、设备年时基数。在目前国家还没有新标准之前，设计中仍执行该标准。但此标准不适用于少数民族地区和援外工厂设计。少数民族地区应根据当地政府机关规定的休假和工作制度，参考该标准的某些原则执行。国外项目则应根据该国规定的工作时数及法定休休来确定。

3.2.1 公称年时基数

公称年时基数见表25·1-8。

3.2.2 工人年时基数

工人年时基数是根据全年的工作日，按每个工作日8h计算而得。全年工作日是全年自然天数扣除星期日和法定假日而得。

工人年时基数是全年公称年时基数扣除病假、事假、婚丧假、探亲假、公假、女工的产假、哺乳时间以及工人看病时间损失，设备清扫、工间休息等工时损失而得的纯工作时数。由于女工的时间损

表25·1-8 公称年时基数

序号	工作制度	全年 工作日	每班工作小时数				年公称小时数			
			第一班	第二班	第三班	第四班	一班制	二班制	三班制	四班制
1	平行工作制	306	8	8	6.5		2448	4896	6885	
		306	8	8	8			4896	7344	
		306	8	8	7		2448	4896	7038	
2	阶段工作制	306	8	8	8					
3	连续工作制	358	8	8	8				8592	
4	全年连续工作制	365	8	8	8					8760
		306	6	6	6	6	1836	3672	5508	7344
		358	6	6	6	6				8592
5	对健康有影响的作业	365	6	6	6	6				8760

表25·1-9 正常工作条件下的工人年时基数

序号	工作性质	全年 工作日*	时间 损失 (%)	年 时 基 数						工 作 范 围
				第一班 8h	第二班 8h	第三班				
						平行工作 制 6.5h	阶段工作 制 7h	连续工作 制 8h		
1	一般工作条件	306	8	2250	2200	1850	2000	2250	机工、装配、工具、机修、冷作、 冷冲、木工、包装等	
(1)	女工占25%以下	306	10	2200	2200	1800	1950	2200		
(2)	女工占50%以下	306	12	2150	2150	1750	1900	2150		
2	较差工作条件	306	10	2200	2200	1800	1950	2200	锻工、热处理、电锻、油漆、焊工、 喷砂、胶木压制、铸工、烘干以及电 焊条车间的配料压制工、电瓷厂的制 坯工、绝缘厂的云母配制品工	
(1)	女工占10%以下	306	12	2150	2150	1750	1900	2150		
(2)	女工占25%以下	306	14	2100	2100	1700	1850	2100		

失比男工多，因此不同比例的女工其工人年时基数也不同。

正常工作条件下的工人年时基数见表25-1-9。

3.3.3 设备年时基数

设备的年时基数与设备的工作班次有关，按年公称工作日和每工作日工作时间计算而得。一般第一、二班工作时数为8h，而第三班按6.5h计算。

并且还应扣除设备预修和事故修理损失，工人非全日缺勤而无法及时调度的影响以及每班下班前设备和场地清洁工作所需停车时间等因素造成的时间损失。由于重型、稀有、精密机床和复杂设备结构复杂，价格昂贵，应加强维修保养，故其设备预修和事故修理以及设备和场地的清洁时间都比一般设备要多，因此全年的时间损失也就多。设备年时基数见25-1-10。

表25-1-10 设备年时基数

序号	设备类型	工作班次	全年工作日	每班工作小时数	全年时间损失(%)			年时基数		
					一班制	二班制	三班制或四班制	一班制	二班制	三班制或四班制
1	中小型机床和一般设备	1、2、3	306	8、8、6.5	4	6	8	2350	4600	6300
		连续	358	8、8、8			9			7800
2	重型、稀有、精密机床和复杂设备	1、2、3	306	8、8、6.5	8	12	16	2250	4300	5800
		连续	358	8、8、8			23			6600
		全年连续	365	8、8、8			25			6600

3.3.4 重型、稀有和高精度设备的划分

机标建(JBJ)2-63标准对标准型、重型、稀有和高精度设备作了规定，但对专用机床和特殊设备则可参考这种划分在设计时自行确定。

(1) 重型、稀有金属切削机床

- 1) 普通机床：中心高在800mm及以上；
- 2) 立式车床：工作台直径4000mm及以上；
- 3) 卧式镗床：镗杆直径200mm及以上；
- 4) 深孔钻床：钻孔深度12m及以上；
- 5) 龙门刨床及龙门铣床：工作台宽度2000mm及以上；
- 6) 自动电气靠模铣床：各种型式及尺寸；
- 7) 滚齿机床：加工直径3000mm及以上；
- 8) 人字齿轮加工机床：加工直径1500mm及以上；
- 9) 直齿锥齿轮刨齿机床：加工直径1500mm及以上；
- 10) 弧齿锥齿轮机床：各种型式及尺寸；
- 11) 插齿机床：加工直径1500mm及以上；
- 12) 铣齿机床：加工直径2000mm及以上；
- 13) 外圆磨床：磨削工件 $\phi 700 \times 4000$ mm及

以上；

14) 平面磨床：工作台长度5000mm及以上；

15) 导轨磨床：加工长度5000mm及以上；

(2) 高精度机床

- 1) 高精度丝杆车床：加工精度1级（相当于现行精度标准6级）及以上；
- 2) 高精度短螺纹车床：加工精度1级（相当于现行精度标准6级）及以上；
- 3) 坐标镗床：各种型式及尺寸；
- 4) 坐标磨床：各种型式及尺寸；
- 5) 锥齿轮磨床：各种型式及尺寸；
- 5) 高精度滚齿机：加工精度1级（相当于现行精度标准6级）及以上；
- 7) 齿轮磨床：各种型式及尺寸；
- 8) 螺纹磨床：各种型式及尺寸；
- 9) 精密蜗轮母机：各种型式及尺寸；
- 10) 蜗杆磨床：各种型式及尺寸；
- 11) 磨丝杆母机：各种型式及尺寸；
- 12) 长度刻线机：误差不超过0.004mm/1000mm；
- 13) 圆度刻线机：误差不超过10"/1000mm。

第2节 机械加工车间设计计算

1 工艺分析

工艺分析是机械加工车间设计的基础,对保证产品质量、实现生产纲领、车间投资效果和今后生产发展等方面都具有决定性的影响。

1.1 工艺水平的确定

工艺水平是指完成零(合)件制造所采用的工艺方法、设备、工艺装备以及生产组织形式的总和。工艺水平恰当可获最佳的技术经济效果,应通过分析比较确定。

确定工艺水平应遵循以下原则:

1) 与生产纲领相适应原则。工艺水平与由生

产纲领确定的生产类型紧密相关。不同的生产类型的工艺水平参见表25·2-1。

2) 最佳经济效果原则。在保证生产纲领及产品质量的前提下,所选择的工艺水平应使产品成本最低、投资最少、每台设备的利用率最充分。

3) 积极采用与生产纲领相适应的新工艺、新技术。设计中应积极采用已为实践证明可靠的新工艺、新技术,推动技术进步。但新工艺、新技术的采用应与生产纲领相适应。在生产纲领不大的情况下,盲目采用生产效率极高的新工艺、新技术往往会造成生产成本高,设备利用不充分,使新工艺、新技术不能充分发挥作用的结果。

1.2 生产组织方式的选择

常用的车间生产组织形式有八种,根据不同的生产纲领和生产类型进行选择,见表25·2-2。

表25·2-1 不同生产类型下的工艺水平

生产类型	生产组织形式	设备	工艺装备
单件小批生产	机群式的生产小组	通用机床、加工中心及数控机床	通用夹具、刀、量具
成批生产	按加工对象原则或工艺原则组成的生产工段(组)或按零件类工艺顺序排列的成批轮番生产线以及多品种及成组流水线	高效通用机床,数控机床及少量的专用组合机床	以通用夹具为主,并采用部分专用刀量具
大批生产	单一流水线及成组流水线	以专用、高效机床、组合机床为主,其中包含若干自动线	专用夹具、刀具、量具、自动输送和上下料装置,机械手

表25·2-2 常用车间生产组织形式

生产类型	生产组织形式	特征
大批	单一产品连续流水生产线	生产线上只完成一种零件的加工,每台生产设备或工作地固定完成一道工序,加工对象顺序通过各个设备,全线按节拍生产,即所有设备与工作地都以等于或按产品生产节拍成倍比的时间完成所承担的工序。各工序的工序时间相差一般不超过10~15%,以保证连续流水生产
	单一产品间歇流水线	生产线上只完成一种零件的加工,每台生产设备或工作地固定完成一道工序。这时,由于各工序的生产能力不平衡,零件在各工序间有停放和等待,形成一定的储备量
大量生产	成组连续流水生产线	与单一连续流水生产线不同的是一条生产线上不是完成单一零件的加工,而是固定生产一组结构和工艺相似的零件并在同一时间内成组地生产这组零件。生产线上的各台生产设备和工作地是固定完成一组零件的同一工序
	成组间歇流水生产线	特点与单一间歇流水线基本相同,但是生产线上同时完成的是一组结构和工艺相似的零件加工,每台设备与工作地固定完成一组零件的同一工序,全线无强制性的生产节拍

生产类型	生产组织形式	特 征
成 批 生 产	可变流水生产线	生产线上承担多种零件的加工, 零件按一定的生产流向, 顺序通过生产线上的各台生产设备和工作地, 但零件是分批地、轮番地完成加工的。当一批或一组零件加工完毕后, 生产线重新调整, 完成下一批(组)零件的加工, 根据在生产线上零件通过的方式不同可以分为多品种的成批可变流水生产线、多品种多工序可变流水生产线和成组可变流水生产线
	成批生产线	这种生产线的特点是使工艺性相似的一组零件通过一条生产线, 线上的设备和工作地按该组零件大体相似的工艺流程排列, 组线上每台设备都担负多个零件的不同工序的加工。零件在线上不能按流水方式流动而出现局部的迂回和返流。当线上的设备在完成不同零件或同一零件不同工序的加工时, 往往需要重新调整机床
	单一产品间歇生产线	生产线上只完成一种零件的加工, 但线上大部分设备和工作地都要承担该零件的多道工序的加工任务。零件在生产线上有迂回和返流
单 件 小 批 生 产	机群式生产组	按机床类型把同一种类型的机床排列在一起, 组成一个生产组, 如车工组、磨工组等, 当设备不多时, 可把两类机床合并成一个组, 如铣钻组、车磨组等, 当设备过多时, 也可把同类机床再细分, 如大型车床组、中小车床组等。零件按工艺需要在组内各相似型号的任何一台机床上加工, 不一定固定在某一台机床上

在成批生产中, 当品种多或批量不大时, 也可按加工对象原则或工艺原则组成生产工段和生产组, 而不再划生产线, 但应注意尽量减少零件在加工过程中的迂回和返流。

实际生产中, 由于每种零件的尺寸大小, 每套件数, 工艺复杂程度都不同, 在同一车间内往往会出现多种形式生产线, 在确定生产线型式时, 既要考虑有利于保证产品质量, 便于管理, 又要使生产线的各台生产设备能得到充分利用。

1.3 批量的确定

在成批生产中, 生产线上的设备往往承担多种零件和多个工序的加工任务。为保证按产品需要配套出产零件, 该线上各种被加工零件应成批地投入加工。被加工零件全年投入生产的次数称为该零件的投入批次, 每次生产零件的数量称为批量,

$$N = \frac{G}{n}$$

式中 N ——被加工零件批量
 G ——该零件全年生产纲领
 n ——该零件全年投入批次

1.3.1 影响零件批量的因素

影响零件批量的因素为: 生产纲领、产品的尺寸和重量、设备及工艺装备重新调整的复杂程度、

原材料及毛坯供应情况、零件的贮备量及仓库面积、设备生产率、刀具耐用度、流动资金的占有额。

1.3.2 车间设计确定批量的用途

- 1) 确定生产设备全年的调整损失。
- 2) 确定设备调整所造成的全年工人时间损失。
- 3) 确定储备量及中间仓库面积, 工序间存放面积和毛坯、原材料的存放面积。
- 4) 确定生产作业计划和调度问题。

1.3.3 批量确定的原则

1) 应使设备调整带来的设备和工人时间损失最小。

根据这一原则, 对那些设备及工艺装备复杂、调整时间长的生产线, 应当加大零件投入批量。

2) 减少零件的储备量和流动资金占用, 减少中间仓库面积和在制品的存放。

根据这一原则, 对一些尺寸大、重量重、价值高的零件应当增加投入批次, 减少投入的批量。

3) 便于生产调度和生产管理。

上述三原则既是相互矛盾、又是相互统一的, 在车间设计时, 应根据具体的生产纲领、零件特点、设备类型等因素进行认真分析, 作出合理的选择。

一般说来,标准件、小型零件每年投入批次少,投入批量大,可每季度投入一次。当生产纲领不大时可半年投入一次。对中等大小零件可每月投入一次,当生产纲领较大时,这些零件也可半月投入一次。对大型零件则每周投入一次,当在产量大时,甚至可考虑每周投入两次。

1.3.4 批量的计算方法

(1) 调整时间系数法 按机床调整时可容许的时间损失来计算零件的投入批量。

$$N = \frac{T_0}{T_j K}$$

式中 N ——零件投入批量

T_0 ——主要工序的单元时间

T_j ——主要工序的机床调整时间

K ——调整时可容许的时间损失系数。 K 值可查表25-2-3

表25-2-3 时间损失系数

$\frac{Q}{E}$	ΣT_0					
	0.25h 以下	0.25~ 0.5h	0.5~ 1.0h	1.0~ 1.5h	1.5~ 2.0h	2.0h 以上
0.8以上	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06
0.5~0.8	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08
0.4~0.5	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10
0.2~0.4	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12
0.1~0.2	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15
0.1以下	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.15

注: ΣT_0 ——该零件全部工序单元时间总和, Q ——根据生产任务确定的该零件昼夜产量; E ——生产该零件主要工序的设备班产率。

为了便于生产管理,计算出的批量还要根据年生产纲领进行适当的修正。

(2) 零件储备量法 成批生产时,为保证装配车间能正常进行装配,机械加工车间各种成品零件必须要有一定的储备量。按所必需的储备量来计算该零件的投入批量

$$N = \frac{G \cdot d}{D}$$

式中 N ——零件的投入批量

G ——零件的年生产纲领

D ——一年的工作天数;设计中采用 $D = 306$ 天计算

d ——中间仓库中成品零件的储备天数,按生产类型确定 d 值;一般大批生产时

$d = 5 \sim 10$ 天,中批生产时 $d = 10 \sim 15$

天,单件小批生产时 $d = 15 \sim 30$ 天

按零件的大小确定 d 值;大型零件 $3 \sim 5$ 天,中型零件 $6 \sim 10$ 天,小型零件 $25 \sim 30$ 天,特小零件可为30天以上。

在实际设计中,可根据零件的大小,设备调整时间的长短,材料及毛坯的供货情况,生产调度管理的方便等因素综合考虑,确定一年投入的批次,再根据零件年生产纲领计算零件的投入批量。

1.4 工艺文件的编制

1.4.1 工厂设计用工艺文件的种类和格式

工厂设计用机械加工工艺文件一般分为工序卡、工艺卡及工艺过程卡三种。

(1) 工序卡 在工艺的施工设计时采用。它是生产准备和零件首次生产调整的依据。

工序卡按零件的加工工序编制,即一序一卡,应包含以下内容:

1) 工序内容。包括工序中各个工步和工位的内容,在各工步和工位上零件应达到的尺寸及公差、几何精度、相互位置精度和表面粗糙度。

2) 本工序所采用的设备型号以及刀、夹、量、辅具。

3) 各工步或工位的切削用量,应与所选用的机床上具备的切削规范一致。

4) 工序单元时间。

5) 冷却液种类。

6) 工序调整图。表示零件在本工序进行加工时的定位基准面及夹紧点和夹紧力的方向,加工时零件或刀具的运动方向,本工序加工面及它们在加工中应达到的尺寸及公差,若采用多刀或多工步、多工位加工时,应绘出刀具布置图。

编制工序卡应具备以下资料:产品图、毛坯图、机床说明书、夹具参考资料、辅具的工厂标准及参考资料、刀具的工厂标准及参考资料、量具的工厂标准及参考资料、切削用量资料。

工序卡格式见表25-2-4。

(2) 工艺过程卡 是确定零件工艺过程和工序设备的一种工艺文件,不划分工步,不确定工序间尺寸及公差,不确定切削用量。工艺过程卡包括下列内容:

1) 工序的加工方法、部位的描述。

表25·2-4 机械加工工序卡格式

____厂____车间		机械加工工序卡											共	页	第	页																
工序号	工 序 内 容	设 备	夹 辅 具	刀 辅 具	量 检 具	s	i	n	D	T _测	T _机	T _测	T _机	T _测	T _机	T _测	T _机															
																		零件号														
																		零件名称														
																		材料毛坯														
																		车 型														
冷却液																																

审 核 校 对 设 计

表25-2-5 机械加工工艺过程卡

工段	机械加工工艺过程卡		产品名称	材料牌号	共 页	第 页	零件号												
							每套件数	毛坯种类	每件 劳动量	零件名称									
										每批数量	零件净重	kg							
工序号	工 序 名 称	型 号	备 名 称	设 号	工艺装备 (套)			T _机	T _组	T _注									
					夹 辅 具	刀 辅 具	量 检 具												

校 对 制 编

- 2) 工序的设备型号。
 - 3) 工序的单件时间。可按估算法确定。
- 工艺过程卡格式见表25·2-5。

在初步设计时,对成批生产的零件工艺分析或大量生产时非主要零件的工艺分析,一般采用工艺过程卡。

(3) 工艺卡 在大批大量生产条件下,对其主要零件或在成批生产时,对不同分组的代表件的工艺分析采用工艺卡。这时应按加工工序和工步编制工艺过程,列出加工规范。工艺卡应包括下列内容:

- 1) 工序内容。包括工序中各工步及工位的内容,各工步及工位应控制的工序间尺寸及公差,以及所应达到的几何精度、位置精度和表面粗糙度。
 - 2) 设备名称及型号。
 - 3) 夹具及主要量具和特殊刀具名称。
 - 4) 各工步及工位的切削用量。
 - 5) 单件时间。
- 工艺卡的格式可用工序卡代替。

1.4.2 制定工艺过程的一般原则

制定零件的工艺过程一般应遵循以下原则:

- 1) 工序集中原则。在一台机床上采用多刀同时加工零件的几个不同表面,也可通过多工步加工实现。
- 2) 采用高速、强力切削,强化加工过程。
- 3) 采用快速作用的气动、液压、电磁驱动的 and 手动联动的夹紧装置,各种快换易调刀具,液压仿形装置、挡块、限位器、数显装置和尺寸检测装置,以缩短辅助时间。
- 4) 采用高效设备,专用设备和自动线,提高保证产品质量的精加工设备比重。
- 5) 采用各种先进刀具材料和刀具结构,如高性能高速钢、硬质合金、陶瓷刀具、镀膜刀具、机夹不重磨刀具和先进的磨料磨具,提高切削效率。
- 6) 提高毛坯精度,采用精化毛坯,减少毛坯余量。
- 7) 提高各种数控机床比重,如各种数控车床、数控铣床、磨床和加工中心等。提高多品种适应性,提高产品质量和生产率。
- 8) 创造条件,推广采用流水生产方法,包括各种连续、间歇、可变流水生产线。

9) 采用与加工精度相适应的先进、方便的检测方法及设备。

10) 注意零件制造工艺柔性化,采用各种易变可调的设备及工艺装备。

除上述工艺原则,还应根据不同生产类型来考虑它们的工艺过程。

1.4.3 单件小批生产工艺过程的特点

- 1) 采用具有最小加工余量的毛坯,在各种自由锻锤上胎模锻造毛坯和用快速干燥型砂的薄壳造型铸件,提高毛坯精度。
- 2) 用各种焊接方法把铸、锻件改为焊接件或焊一铸件、焊一锻件。
- 3) 采用带通用夹具的万能机床,应尽量采用各种组合夹具和气动、液压夹具。
- 4) 加工前一般应通过零件划线,确定各加工面的正确位置。
- 5) 加工中的第1~2道工序的零件定位一般采用划线找正法。
- 6) 采用各种通用刀、辅具,多采用试切法加工。但有条件时,应尽量采用高效刀辅具和用调整法加工。
- 7) 采用通用量具进行检测。但应根据产品技术要求,尽量采用三坐标测量机、数显检测装置,提高检测精度及效率。
- 8) 采用宽刀精刨或在龙门刨床、龙门铣床上设置专用磨头进行磨削,代替手工铲刮。
- 9) 尽量采用数控机床和加工中心。
- 10) 生产组织多采用机群布置,但应通过零件分类分组,尽量采用成组生产线。

1.4.4 大批大量生产工艺过程的特点

- (1) 采用精化毛坯,减少加工余量,甚至不再进行机械加工,主要方法有:
 - 1) 采用模锻锤、机械锻压机、热锻压机、平锻机等进行模锻和精锻。
 - 2) 采用金属模机器造型的铸件、离心铸件、精铸件、压铸件。
 - 3) 采用冷、热、温挤、锻工艺。
 - 4) 采用冲压毛坯。
 - 5) 采用各种型材如冷拉、热轧棒料、管料、六角料、方钢、扁钢、半圆钢及其他特殊型材。
 - 6) 采用粉末冶金或粉末冶金锻造毛坯。

(2) 采用高效设备、专用设备及自动线。

1) 半自动、自动设备。

2) 连续加工设备, 如圆台铣床、鼓轮式双轴和多轴平面铣床及磨床, 连续式拉床……等。

3) 采用多轴、多刀、多工位、多刀架及仿形加工机床。

4) 采用专用组合机床。

5) 采用各种自动线和大型综合自动线。

(3) 采用各种高效、专用夹具, 如气动夹具、液压夹具、电磁夹具、随行夹具和连续加工用自动夹具。

(4) 采用各种高效专用检测设备, 如各种专用量具、专用检验夹具、专用气动测量仪、电感测量仪、多触头多参数检测设备, 加工过程中自动检测设备和带自动打印、分类的高精度自动检测机。

(5) 采用各种拉削工艺、强力成型磨削工艺代替其他切削工艺, 如大平面拉削、内外齿轮、花键及孔的拉削和成型表面拉削和各种成型表面的强力磨削工艺等。

(6) 采用各种少无切削工艺, 如花键的冷打、冷搓、冷精轧、齿轮冷精轧及冷挤、冷镦、其他成型表面的冷挤、冷镦等。

(7) 广泛采用机械手、自动上下料装置及各序间零件的自动输送及储存装置。

(8) 采用各种形式的单一或成组流水生产线, 组织流水生产。

(9) 采用计算机、可编程控制器及其他自动化控制装置。对单台设备、生产线以及零件运输进行自动控制。

1.4.5 中批生产工艺过程的特点

中批生产是介于大批大量生产及单件小批生产之间的一种生产类型。因而随产量的不同而具有上述两种生产类型的工艺特点, 其中主要有:

1) 采用模锻锤及机械锻压机进行模锻, 金属模造型机造型铸造以及各种型材, 型钢等精化毛坯的工艺方法。

2) 尽量采用高效、自动、半自动通用机床及部分专用、组合机床。

3) 尽量采用高效、专用夹具, 如气动夹具、液压夹具以及快换易调通用夹具。

4) 采用调整法加工。

5) 尽量采用各种高效、专用刀、辅具如各种

快换辅具, 多刀、成形刀具以及高效、专用检测设备, 如各种专用卡规、卡板、气动量仪、数显检测装置和三坐标测量机等。

6) 尽量采用多刀、多件及多面加工。

7) 尽量采用数控机床、加工中心以及由数控机床、加工中心组成的柔性制造系统。

8) 通过采用成组技术等, 尽量实现流水式的生产方式, 建立各种形式的可变流水生产线。

1.5 劳动量的确定

1.5.1 基本概念

按制定的工艺过程确定的完成每道工序所需的时间叫做工序时间。产品劳动量则是单位产品(每件、每套、每台、每吨等)全部工序时间的总和。确定劳动量和每道工序的时间, 是为了合理确定所需设备和基本工人的数量。

设计时确定每道工序的时间, 应根据长期生产实践所积累的经验, 同时也应考虑到由于设备及工艺装备设计与制造水平的提高, 工人技术水平和和管理水平的提高等因素。设计时所采用的时间定额水平, 应高于国内生产纲领相近似的同类产品的时间定额水平。因此, 工厂设计中的工序时间, 是指在已定的生产组织和工艺水平条件下, 结合先进的生产经验而确定的完成该工序加工所必需的平均先进时间定额。

一件零件完成某一道工序所需的时间叫做单件工序时间, 或称单件时间, 常用 T_0 表示。

台时(台分): 是指制造一定产品所占用的计算负荷设备的时间。制造每件产品的时间大多用台分表示, 而制造每套、每台、每吨产品的的时间, 则用台时表示。

工时(工分): 指制造一定产品时, 基本工人所花费的时间。每件的时间大都用工分表示, 每套、每台、每吨的时间用工时表示。

机械加工车间设计中, 确定每道工序或单位产品时间定额的方法有两种: 一是详细计算法, 二是估算法。

1.5.2 时间技术定额的组成

零件的单件时间 T_0 由基本时间 t_1 , 辅助时间 t_2 , 技术服务时间 t_3 , 组织服务时间 t_4 和自然需要及休息时间 t_5 等五部分组成,

$$T_0 = t_b + t_g + t_s + t_j + t_n$$

(1) 基本时间 t_b 。使零件的形状、尺寸、表面状态发生改变或使零件的相互位置和关系发生改变(如装配和焊接)所需要的时间称为基本时间。

(2) 辅助时间 t_g 。为了保证完成基本工作而执行的各种辅助动作所需要的时间,但这个时间内的工作,必须是在每加工一件或依一定顺序加工几件零件之前或之后都要重复进行的动作所需要的时间。一般包括零件在设备上的装、卸时间,机床工作中变换刀具的时间(如刀架转位),开动和停止机床工作动作所需时间,改变加工规范的时间,测量工件的时间等等。

(3) 技术服务时间 t_s 。指在工作进行期内,消耗在照看工作地的时间,一般包括:

- 1) 更换用钝的刀具及更换刀具后试切工件的时间。
- 2) 修磨刀具、砂轮及修整工具的时间。
- 3) 工作过程中校正和调整设备或工、夹、模具的时间。

4) 随时润滑设备的时间。

5) 在加工时间内不断地清理设备及夹具、模具上切屑、废料的时间。

(4) 组织服务时间 t_j 。指在整个工作班内,照管工作地所消耗的时间,一般包括:

- 1) 班前、班后领换及收拾工具的时间。
- 2) 检查及试运转设备的时间。
- 3) 设备润滑,更换切削液、冷却液或润滑剂及下班前打扫工作场地、清理设备的时间。

(5) 自然需要及休息时间 t_n 。自然需要时间是指在工作进行中,工人必需的生理需要时间。休息时间指当工人在从事重体力劳动的工作,或在高速、高频率、高温工作以及不方便的地点工作时所必需的休息时间。

在实际劳动量计算时,为了简化单件时间的计算,通常把 t_g 、 t_s 、 t_n 三部分时间统一化为占 t_b 与 t_g 之和的百分数,即

$$t_g + t_s + t_n = (t_b + t_g) \times \beta$$

式中 β —— t_g 、 t_s 、 t_n 占 t_b 和 t_g 之和的百分数,

β 值的大小随不同的设备和生产规模的不同而变化,一般在大量流水生产中为 0.05~0.10,成批生产中为 0.10~0.20,单件小批生产中为 0.20~0.30

单件时间可用下式计算:

$$T_0 = (t_b + t_g)(1 + \beta)$$

单件时间不应包括以下内容:

- 1) 与基本时间重合的辅助时间;
- 2) 换件或换工序所需的机床调整时间;
- 3) 由于生产组织,技术状态不良和工人偶然造成的时间损失(如设备和工艺装备临时出现故障,生产组织上临时出现不协调,工人临时生病和迟到、早退等);

4) 为返修零件或制造代替废品的零件而花费的时间;

5) 其他非生产时间。

(6) 调整时间 T_j : 在成批生产时,或一台设备承担多种零件或多道工序,为了更换零件或更换工序而对设备及工艺装备进行重新调整所需时间称为调整时间,或称准备—终结时间。在单一流水生产中,或一台设备只承担一种零件的一道工序加工时,不存在换件或换工序调整,故没有调整时间。

调整时间一般包括以下工作所占用的时间:

- 1) 交接零件和工作任务;
- 2) 熟悉工作任务及图纸、工艺文件;
- 3) 工作位置的准备;
- 4) 拆卸加工前一批零件(或工序)用的工艺装备,安装加工后一批零件用的工艺装备,对设备进行重新调整,对新安装的工艺装备进行调整,进行零件试切及对工装和设备进行必要的微调直至试切零件合格。

调整时间只在加工一批零件之前发生。

(7) 计价时间 T_p :

$$T_p = T_0 + \frac{T_j}{N}$$

式中 N ——零件的投入批量

计价时间用来计算所需设备的数量。

在实际设计中,往往不用计价时间来计算设备的数量,而是采用计算全年调整时间所占用的设备负荷,与单件时间所占设备负荷相加来计算所需设备数量。

1.5.3 详细算法确定工序时间定额

详细算法就是根据零件的工艺卡,详细计算出工序的基本时间,辅助时间以及技术服务时间,组织服务时间、自然需要及休息时间,然后利用前