

工人高级操作技能
训练辅导丛书

车 工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

机械工业出版社

本书通过深入浅出的加工实例,介绍了高级车工必须具备的操作技能以及应该掌握的高精度,高难度,大型复杂零件的工艺技术;介绍了难切削材料及其加工,特殊型面、多头螺纹、细长轴、丝杠、曲轴、多孔箱体等典型零件的加工工艺和测量,以及车床的扩大使用和新技术的应用。本书为机械电子行业中级以上的车工,提供了自学辅导的依据,也可供培训中心、中等专业学校、技工学校的有关人员阅读与参考。

本书由上海锅炉厂高楠寿、曹尧声、周嘉康编写,由北京市第二轻工业学校李毅华审稿。

北京机械工业出版社出版

车 工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

责任编辑:吴天培 责任校对:宁秀娥
封面设计:肖 晴 版式设计:冉晓华
责任印制:张俊民

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $15^{3/4}$ ·字数381千字

1991年2月北京第一版·1991年2月北京第一次印刷

印数 00,001—13,600·定价:7.70元

ISBN 7-111-01896-6/TG·479

工人高级操作技能训练辅导丛书
编委会名单

主任委员：郭洪泽

副主任委员：李宣春 田国开

委员：(以姓氏笔划为序)

王美珍 刘葵香 杨晓毅 张惠英

胡有林 胡振中 董无岸 董慎行

前 言

高级技术工人是体力劳动与脑力劳动融为一体的新型的专门人才，是增强企业活力和国家四化建设中的重要技术力量。高级技术工人的状况如何，是企业素质好坏的一个重要标志。

当前，机电工业企业中高级技术工人数量不足、技术素质偏低、年龄偏高、青黄不接、后继乏人，已成为企业生产发展和技术进步的严重障碍。大力开展高级技术工人培训工作，加紧培养一批高级技术工人，尽快改变企业高级工严重短缺的局面，建成一支以中级工为主体、高级工为骨干的技术工人队伍，是进一步发展机电工业的当务之急。

1987年原国家机械工业委员会制定颁布了《工人高级操作技能训练大纲(试行)》，作为机械行业开展高级工操作技能培训的依据。为了帮助企业更好地贯彻《大纲》，提高技能培训质量，并为广大中、高级技术工人自学成才提供方便，现又组织力量编写了《工人高级操作技能训练辅导丛书》。《丛书》共16种，包括了《大纲》中列入的15个通用技术工种，有车工、镗铣工(镗工部分)、镗铣工(铣工部分)、刨工、磨工、齿轮工、钳工、工具钳工、铸造工、锻工、模锻工、铆工、电焊工、模型工、热处理工和维修电工。

《丛书》是依据《工人技术等级标准(通用部分)》中有关工种的“应会”部分和《工人高级操作技能训练大纲(试行)》的要求编写的。编写的指导思想坚持了“面向企业，面向生产，自学为主，学以致用”的原则，紧密围绕提高工人的实际操作技能和分析解决生产中实际问题的能力这一根本宗旨，重点介绍了具有代表性和先进性的生产工艺、设备及操作方法、技能技巧，并把有关的技能知识有机地融合进去。

在具体内容的安排上，各书以本工种中级工“应会”为起点，依次介绍了高级工应掌握的复杂设备的调整、试车方法；复杂装置和设备生产岗位的全部操作要求；复杂、典型零件的加工工艺、检查方法和先进的操作技巧；国内外有关的新技术、新工艺、新材料、新设备的推广、应用情况。书中收集列举了大量的操作实例，图文并茂，具有较强的针对性、实用性，有助于工人举一反三，利用所掌握的工艺分析能力、技能知识和操作方法，解决生产中的实际问题，开展技术革新。

“丛书”是由上海市机电工业管理局组织企业的工程技术人员、技工培训教师和优秀的老技师、老工人合作编写的。北京、江苏、河南、湖南、陕西等省、市机械工业企业的有关同志参加了审稿。

编写、出版高级工操作技能训练方面的书，在我国还是第一次，缺乏借鉴，难度很大。为了编好“丛书”，编、审人员和有关方面付出了艰巨的劳动，谨向他们致以衷心的感谢！并恳切地希望广大技工教育工作者和读者给《丛书》多提宝贵意见，以便将来修订，使之更好地为高级工培训工作服务。

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会

1989年2月

目 录

前言	
第一单元 车工高级操作技能训练的基本内容	1
(一) 操作技能知识和操作技能训练	1
(二) 工艺分析能力训练	1
第二单元 编制典型零件的工艺规程	3
(一) 工艺规程制订的原则与步骤	3
(二) 编制机械加工工艺过程实例	14
第三单元 车床的精度检验与试车调整	26
(一) 车床的分类	26
(二) 车床的发展趋势	30
(三) 车床的试车、验收与精度检查	32
(四) 车床精度对加工质量的影响及调整	45
第四单元 车工刀具与特殊材料的加工	54
(一) 车刀切削部分材料的选择	54
(二) 车刀几何角度的选用与分析	63
(三) 机械夹固车刀	76
(四) 典型车刀选编	81
(五) 特殊材料零件的车削	90
第五单元 细长轴零件的车削与光整加工	105
(一) 细长轴车削的特点	105
(二) 细长轴加工实例	116
(三) 细长轴滚压工具	120
(四) 外圆表面的光整加工	121
第六单元 多头蜗杆、长丝杠和精密螺纹的车削加工	123
(一) 多头螺纹的车削	123
(二) 长丝杠的加工	138
(三) C6132车床丝杠工艺流程	140
(四) 不锈钢丝杠加工实例	144
(五) 提高螺纹加工效率的方法	147
(六) 精密丝杠的车削加工	149
第七单元 异形零件与曲轴的加工	156
(一) 车削特殊型面	156
(二) 偏心零件的加工	168
(三) 曲轴的车削加工	170
第八单元 深孔加工	185
(一) 深孔加工的工艺特点	185

(二) 外排屑小孔深孔钻.....	185
(三) 双刃错齿内排屑深孔钻.....	187
(四) 喷吸钻.....	190
(五) $\phi 65\text{mm}$ 可转位深孔钻.....	197
(六) $\phi 85/\phi 50\text{mm}$ 机夹套料刀.....	197
(七) 深孔加工实例.....	198
第九单元 薄壁零件与箱体的加工和测量	202
(一) 薄壁零件的车削加工.....	202
(二) 车削薄壁零件的加工实例.....	205
(三) 箱体零件的加工.....	212
(四) 箱体的检验.....	217
第十单元 扩大车床使用范围和新技术的应用	220
(一) 车床代替镗床加工.....	220
(二) 车床代替磨床加工.....	223
(三) 车床代替铣床加工.....	225
(四) 车床代替拉削加工.....	226
(五) 车床代替多轴钻床加工.....	228
(六) 车床代替深孔钻加工.....	230
(七) 旋压加工.....	231
(八) 滚压加工.....	233
(九) 研磨加工.....	236
(十) 热喷涂焊层的车削加工.....	237
(十一) 等离子电弧加热车削.....	240
(十二) 感应同步器数字显示装置.....	241
(十三) SDJ- I 电脑车床简介.....	242

第一单元 车工高级操作技能训练的基本内容

内容提要 本单元主要介绍车工高级操作技能训练的基本内容及高级车工应具备的实际能力。

目的 了解车工高级操作技能训练的范围及对高级车工的技能培训要求。

(一) 操作技能知识和操作技能训练

车削加工是指在车床上应用刀具与工件作相对切削运动,改变毛坯的尺寸和形状,加工成各种回转体零件的工艺方法。

作为具有高级操作水平的车工,应该长期积累丰富的实践经验,练就高超的操作技能,掌握高精度、高难度、大型复杂零件的工艺技术;能合理选用和推广先进刀具、夹具和量具;能熟练地操纵和调整多种机床;分析工艺系统中产生的加工误差、并提出合理化建议和保证产品质量的各项措施。

(二) 工艺分析能力训练

随着现代工业的发展,各种产品零件的结构形状日趋复杂,尺寸形状差异甚大,以及特殊材料的推广使用,给车削加工的工艺过程增加了操作技能方面的难度。工艺分析能力的训练,可以通过具有多项操作技能要求的加工实例或在生产较复杂的产品过程中进行。

1. 异形零件

主要研究如何解决异形零件的装夹、定位和校正等操作问题,根据异形零件的加工特点,选用合理的工艺方案和正确使用工夹量具,为进行各种类型的薄壁和特异形零件的加工奠定基础。

2. 多头螺纹

熟悉各种类型螺纹的车削工艺和操作技能,掌握多种螺纹的分头方法,对螺纹加工误差进行综合分析,以提高螺纹的配合精度和传动效率。

3. 细长轴

对长度与直径之比($\frac{L}{d}$)大于20倍以上的轴类零件,由于形状特殊,工件本身引起严重刚性不足,给车削加工增加了困难,如何使用超定位的装夹方法增加辅助支承,在控制和平衡切削力的基础上,选用合适的车刀和切削用量,有效地防止工件的弯曲、振动和热变形,并针对工件在加工时出现的弊病,采取各项相应的工艺措施。

4. 长丝杠

熟悉和掌握在细长轴类零件上加工梯形螺纹的操作技能。研究在细长的柔性工件中,如何减少在外力和内应力作用下引起的变形,提高丝杠的加工精度,进一步探讨螺纹精密加工的工艺途径。

5. 多拐曲轴

在熟练掌握各种偏心零件和异形轴加工的基础上, 选用合理的装夹方法, 根据多拐曲轴形状复杂、刚性差、精度要求高的加工特点, 提高曲轴偏心距的尺寸和位置精度, 为制订成批生产曲轴的优化工艺方案而积累经验。

6. 深孔加工

在熟悉、领会各种套类零件孔加工工艺的基础上, 研究深孔刀具的几何形状和受力情况, 以及在切削液压力的作用下进行定向排屑和循环冷却等技术问题, 采用多种加工方案。以掌握不同材料的切削规律, 提高深孔零件的各项精度。

7. 多孔箱体

综合运用箱体零件的加工方法, 提高各轴孔的尺寸和位置精度。制订合理的加工顺序, 保证在成批生产条件下工件的产量和质量。

以上各个方面的内容, 是在已经掌握了中级操作技能的基础上, 通过系统地学习车工高级技术理论, 紧密结合本岗位的实际情况, 进一步掌握高级车工应具备的复杂典型零件的加工工艺、多种设备操作和调试、推广先进的操作技艺。通过加工实例, 由浅入深, 专题考核, 举一反三, 逐步掌握车工的高级操作技能, 提高工艺分析能力, 具有工艺评价分析和处理技术关键问题的应变能力。

思 考 题

1. 车工高级操作技能训练的基本内容包括哪几个方面?
2. 高级车工为什么要掌握高精度、高难度、大型复杂工件的工艺操作技能?
3. “操作熟练工就是高级工。”这句话, 你认为对吗?
4. 常言说, “熟能生巧”, 你对车工操作技艺积累了哪些经验, 工作中有什么诀窍?

第二单元 编制典型零件的工艺规程

内容提要 本单元主要介绍高级车工根据生产实际经验，总结合理的加工方法和工艺措施，编制和改进典型零件的加工工艺规程，以适应科学技术和生产管理不断发展的需要。

目的 掌握制订工艺规程的方法与步骤，使用高效而经济的加工方法，挖掘设备潜力，应用先进的工艺装备，合理选择毛坯及加工余量，优选各种工艺方案，以保证产品质量并具有较高生产率与经济性。

(一) 工艺规程制订的原则与步骤

为了组织生产，加强管理和提高劳动生产率，工厂企业在产品制造过程中，总结合理的加工方法和工艺内容，规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件，称为工艺规程。

1. 制订工艺规程的原则

制订工艺规程的原则是：在一定的生产条件下，以最少的劳动消耗和最低廉的费用，按计划周期的规定，可靠地加工出合格的产品零件。为此，在制订工艺规程时，应紧密联系生产实际，根据零件的技术要求和生产批量，充分挖掘设备潜力，使加工零件的工艺过程在技术上先进、经济上合理、劳动条件逐步改善。在采用国内外同行业先进的工艺技术时，应先进进行工艺试验。

2. 制订工艺规程的步骤

(1) 分析研究产品的装配图和零件图并进行工艺审查 首先根据产品的性能、用途及工作条件，了解零件在产品中的位置和作用。工艺审查包括：审查零件图面质量、视图表达是否完整、尺寸标注是否齐全、技术要求是否合理、零件结构工艺性是否良好、原材料选用是否合理等。工艺规程制定后，按一定的程序批准，修改时，也要一定的程序审批。

(2) 根据生产纲领确定生产类型 工厂企业必须根据国家下达的计划任务，结合市场的需要和加工制造的难易程度（其中包括一定数量的备品和废品在内）确定该产品（或零件）的年产量。表 2-1 列出生产类型与生产纲领的关系，可供确定生产类型时参考。

表2-1 生产类型与生产纲领的关系

生产类型	零 件 的 年 产 量 (件)		
	重型(零件重大于2t)	中型(零件重0.1~2t)	轻型(零件重小于0.1t)
单件生产	<5	<20	<100
小批生产	5~100	20~200	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	>5000	>50000

根据生产类型的不同,产品制造的工艺方法、使用设备和工、夹、量具以及生产组织等均有不同,参阅表2-2。

表2-2 各种生产类型的工艺特点

特 点	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
零件互换性	配对制造、没有互换	多数互换、少量修配	全部互换、分组选配
机床设备	通用设备、机群式排列	部分专用、分工段排列	高效专用机床、按流水线和自动线排列
夹 具	通用夹具、划线试切	专用夹具、部分划线	高效夹具、用定程法保证尺寸
刀具、量具	通用刀具、万能量具	专用刀具与量具	高效专用刀具及量具
毛坯与余量	木模手工造型或自由锻余量较大	部分用金属模或模锻余量中等	金属模机器造型、模锻和其它高效方法、余量较小
工人技术要求	熟 练	中等熟练	操作工一般、对调整工技术要求高
工艺流程	简单扼要	比较详细	详细编制
生产率	低	中	高
成 本	高	中	低
发展趋势	复杂零件用加工中心机床	数控机床和成组技术	计算机控制自动线、自动报警及尺寸自动补偿

(3) 确定毛坯的种类和尺寸 机械加工中常用的毛坯有铸件、锻件、热轧型材、冷拉型材、焊接件、冷冲压件。目前少无切屑加工有很大的发展,如精密铸造、精密锻造、冷轧、冷挤压、粉末冶金、异型钢材、工程塑料等都在迅速推广。

(4) 拟定零件加工工艺路线 制定工艺路线应订出全部由粗到精的加工工序,包括选择定位基准、定位夹紧方法及各表面的加工方法、安排加工顺序等。一般需要提出几个工艺方案进行分析比较和论证。

1) 定位基准的选择 合理选择定位基准对保证加工精度和确定加工顺序都有决定性的影响。定位基准的作用,主要是用来保证加工表面之间的相互位置精度。因此,选择定位基准的总原则应该是:从有相互位置精度的表面中进行选择。

定位基准有粗基准和精基准两种。

① 粗基准的选择原则 应保证具有位置精度的重要表面的余量分布均匀,选择不加工表面作粗基准时,应使已加工表面与粗基准的壁厚、平行度尽可能保持一致,并注意粗基准避免重复使用。如图2-1所示零件,以毛坯外圆为粗基准,就可以保证内外圆有一定的同轴度和较均匀的壁厚。

又如如图2-2所示加工床身时,导轨面与底面均需加工。由于导轨面是重要表面,希望切除余量少而且均匀,所以选择它作粗基准来加工底面,再以底面作精基准加工导轨面,较为合理。

② 精基准的选择原则 尽量选择装配基准或设计基准为精基准——基准重合原则。定位基准与装配基准重合时,工件就相当于在工作情况下进行加工。此时,因安装而产生的加工误差最小,即零件在机器中工作时的位置误差最小。如车床主轴前端锥孔的精磨加工,通常是用轴颈(装配基准)作定位基准,以保证锥孔与轴颈的同轴度。

相互位置精度要求较高的几个表面,应尽可能选用同一个定位基准——基准统一原则。

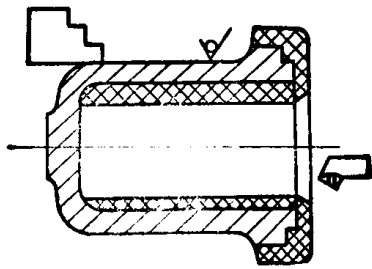


图2-1 套的粗基准选择

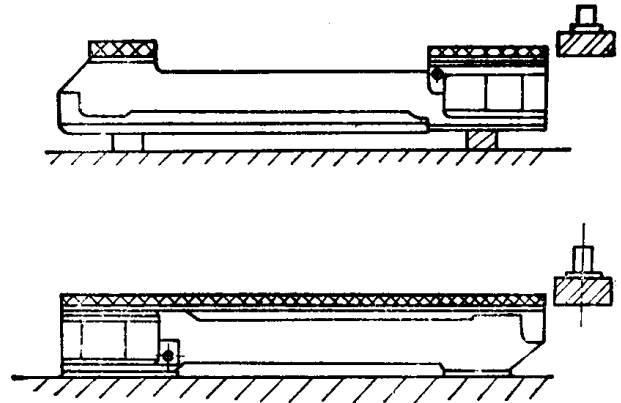


图2-2 床身粗基准选择

如车床主轴采用中心孔作为统一基准加工各外圆表面，保证了各级外圆表面的同轴度和端面与轴心线的垂直度要求。由于各个工序的基准一致，则可以减少夹具类型和数量，有利于降低制造成本，容易实现工艺过程自动化。

有些精加工工序要求加工余量小而均匀，以保证加工质量和提高生产率，这时就以被加工面本身作为精基面——自为基准原则。在单件小批生产中采用校正法，用划针或千分表校正被加工表面，使其余量均匀。

当两个加工表面的位置精度要求比较高时，采用反复加工来提高定位基准精度——互为基准原则。如加工精密齿轮，当齿面经高频淬火后磨削时，因其淬硬层较薄，应使磨削余量小而均匀，所以要先以齿面为基准磨内孔，再以内孔为基准磨齿面，以保证齿面余量均匀。

总之，定位基面的选择原则是从生产实践中总结出来的，只要在保证加工精度的前提下，使定位简单准确、夹紧可靠、加工方便、夹具结构简单，可以结合具体的生产条件和生产类型来分析和运用这些原则。

③ 辅助基准的应用 工件定位时，为了保证加工表面的位置精度，要求安装方便和保持基准统一，人为地造成一种工艺定位基准，如增加零件上的工艺辅助面和轴类零件加工所用的顶尖孔，这些表面不是零件的工作表面，只是由于工艺上的需要才增加的，这种基准称为辅助基准。如丝杠的外圆表面，从螺旋副的传动分析来看，是属于非配合的次要表面。但是在加工丝杠螺纹的工艺中，螺纹大径是导向工艺基准，它的圆度和圆柱度直接影响螺纹的加工精度，所以应提高其形状精度、并细化其表面。

2) 加工方法的选择 根据每个加工表面的技术要求，确定其加工方法及加工顺序。由于同样达到质量要求的加工方法可以有多种，应逐个进行分析比较。工艺路线不但影响加工质量和效率，而且影响到工人的劳动强度、设备投资、车间规模、生产成本等问题，必须严谨从事，才能切合生产实际。

选择加工方法要考虑到生产类型，如何提高生产率和降低生产成本等方面。大批大量生产时，应采用高效率的先进工艺方法。例如，平面和孔可用拉削加工；轴类零件可采用半自动液压仿型车床加工；盘类或套类可用单能车床，同时加工几个表面时，可采用多刀车削和组合铣削、组合磨削或采用专用工艺装备等，甚至在大批大量生产中从根本上改变毛坯的形态，减少切削加工的工作量。例如，用粉末冶金制造油泵的齿轮、用熔蜡浇铸制造柴油机上的小尺寸零件等。在现代生产中，如何提高单件小批生产的生产率，也是目前机械制造工艺

研究的重要课题。因此,采用技术革新方法,在普通车床上安装液压仿形刀架,把数显、数控和微机控制等新技术在通用设备上加以推广和应用。

下面把常见外圆、内孔、平面的加工经济精度、表面粗糙度 Ra 值的加工方法列于表2-3~表2-5,供制订工艺时参考。

表2-3 外圆表面加工方案

序号	加工方案	经济精度	表面粗糙度 Ra (μm)	适用范围
1	粗车	IT11以下	50~12.5	适用于淬火钢以外的各种金属
2	粗车-半精车	IT8~10	6.3~3.2	
3	粗车-半精车-精车	IT7~8	1.6~0.8	
4	粗车-半精车-精车-滚压(或抛光)	IT7~8	0.2~0.025	
5	粗车-半精车-磨削	IT7~8	0.8~0.4	主要用于淬火钢,也可以用于未淬火钢,但不适用于加工有色金属
6	粗车-半精车-粗磨-精磨	IT6~7	0.4~0.1	
7	粗车-半精车-粗磨-精磨-超精加工 (或轮式超精磨)	IT5	0.1~ $Rz0.1$	
8	粗车-半精车-精车-金钢石车	IT6~7	0.4~0.025	主要用于要求较高的有色金属
9	粗车-半精车-粗磨-精磨-超精磨或镜面磨	IT5以上	0.025~ $Rz0.05$	极高精度的外圆加工
10	粗车-半精车-粗磨-精磨-研磨	IT5以上	0.1~ $Rz0.05$	

表2-4 孔加工方案

序号	加工方案	经济精度	表面粗糙度 Ra (μm)	适用范围
1	钻	IT11~12	12.5	加工未淬火钢及铸铁的实心毛坯,也可用于加工有色金属(但表面粗糙度稍粗糙,孔径小于15~20mm)
2	钻-铰	IT9	3.2~1.6	
3	钻-铰-精铰	IT7~8	1.6~0.8	
4	钻-扩	IT10~11	12.5~6.3	同上,但孔径大于15~20mm
5	钻-扩-铰	IT8~9	3.2~1.6	
6	钻-扩-粗铰-精铰	IT7	1.6~0.8	
7	钻-扩-机铰-手铰	IT6~7	0.4~0.1	
8	钻-扩-拉	IT7~9	1.6~0.1	大批大量生产(精度由拉刀的精度而定)
9	粗镗(或扩孔)	IT11~12	12.5~6.3	除淬火钢外各种材料,毛坯有铸出孔或锻出孔
10	粗镗(粗扩)-半精镗(精镗)	IT8~9	3.2~1.6	
11	粗镗(扩)-半精镗(精扩)-精镗(铰)	IT7~8	1.6~0.8	
12	粗镗(扩)-半精镗(精扩)-精镗-浮动镗刀精镗	IT6~7	0.8~0.4	
13	粗镗(扩)-半精镗-磨孔	IT7~8	0.8~0.2	主要用于淬火钢也可用于未淬火钢但不宜用于有色金属
14	粗镗(扩)-半精镗-粗磨-精磨	IT6~7	0.2~0.1	
15	粗镗-半精镗-精镗-金钢镗	IT6~7	0.4~0.05	主要用于精度要求高的有色金属

(续)

序号	加工方案	经济精度	表面粗糙度 Ra (μm)	适用范围
16	钻-(扩)-粗铰-精铰-珩磨; 钻-(扩)-拉-珩磨 粗镗-半精镗-精镗-珩磨	IT6~7	0.2~0.025	精度要求很高的孔
17	以研磨代替上述方案中的珩磨	IT6级以上		

表2-5 平面加工方案

序号	加工方案	经济精度	表面粗糙度 Ra (μm)	适用范围
1	粗车-半精车	IT9	6.3~3.2	端面
2	粗车-半精车-精车	IT7~8	1.6~0.8	
3	粗车-半精车-磨削	IT8~9	0.8~0.2	
4	粗刨(粗铣)-精刨(精铣)	IT8~9	6.3~1.6	一般不淬硬平面(端铣表面粗糙度较细)
5	粗刨(粗铣)-精刨(精铣)-刮研	IT6~7	0.8~0.1	精度要求较高的不淬硬平面, 批量较大时宜采用宽刃精刨方案
6	以宽刃刨削代替上述方案刮研	IT7	0.8~0.2	
7	粗刨(粗铣)-精刨(精铣)-磨削	IT7	0.8~0.2	精度要求高的淬硬平面或不淬硬平面
8	粗刨(精铣)-精刨(精铣)-粗磨-精磨	IT6~7	0.4~0.02	
9	粗铣-拉	IT7~9	0.8~0.2	大量生产, 较小的平面(精度视拉刀精度而定)
10	粗铣-精铣-磨削-研磨	IT6级以上	0.1~ $Rz0.05$	高精度平面

3) 工序的集中与分散 工序集中和工序分散是拟定工艺路线时确定工序数目的两个不同的原则。工序集中就是零件的加工集中在少数工序内完成,使每一工序的加工内容比较多。工序分散则相反,整个工艺过程工序数量多,而使每一工序的加工内容则比较少。

工序集中的特点:

- ① 有利于采用高生产率的专用设备和工艺装备,可成倍提高劳动生产率。
- ② 减少了工序数目,缩短了工艺路线,简化了生产计划和生产组织工作。
- ③ 减少了设备数量,相应减少了操作工人和生产面积。
- ④ 减少了工件安装次数,缩短了辅助时间,容易保证加工表面的相对位置精度。
- ⑤ 专用设备和工艺装备较复杂,生产准备和投资都比较大,转换新产品比较困难。

工序分散的特点:

- ① 设备与工艺装备比较简单,调整方便,生产工人便于掌握,容易适应产品的变换。
- ② 可以采用最合理的切削用量,减少机动时间。
- ③ 设备数目多、操作工人多、生产面积大。

工序的集中与分散各有特点。在制订工艺规程时,工序集中或分散的程度和工序数目的多少,主要取决于生产规模和零件的结构特点及技术要求。在一般情况下,单件小批生产只能是工序集中,但多采用通用机床完成更多表面的加工,以减少工序的数目。批量大时,既可采用多刀半自动车床,六角车床和多轴镗铣头等高效设备将工序集中,也可将工序分散后组织流水线生产。现代生产的发展多趋向于工序集中,对于重型机械的大型零件,为减少工件

装卸和运输的劳动量，工序应适当集中；对于刚性差且精度高的精密零件如连杆、曲轴等加工，工序则应适当分散。

4) 加工顺序的安排 切削加工顺序安排有以下几个原则：

① 先粗后精 各表面的加工工序由粗到精顺序进行。

② 先主后次 零件上的装配基面和工作表面等先安排加工，键槽与螺孔等在半精加工之后进行。

③ 基面先行 每一加工阶段总是先安排精基面加工工序，如轴类零件加工中采用中心孔作为统一基准，因此每个加工阶段开始，总是先打中心孔，重打或修研中心孔作为精基准。

④ 先面后孔 对于箱体、支架、连杆拨叉等一般机器零件，用平面定位比较稳定可靠，因此其工艺过程总是选择平面作为定位精基面，先加工平面，再加工孔。

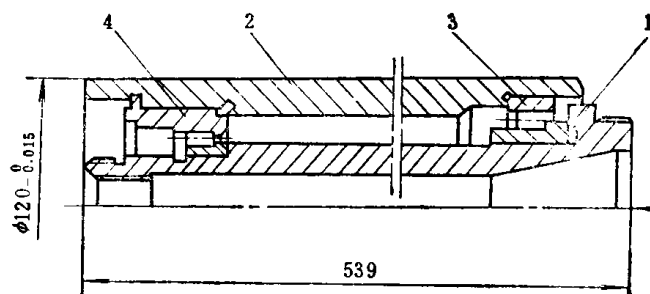
在安排加工顺序时，要注意沉割、退刀槽、倒圆、倒角等工步的安排，并在审查图样的结构工艺性时就应予以注意。

如坐标镗床主轴部件装配精度及技术要求很高，由于其组合零件多（包括套筒、主轴及轴承），装配累积误差大，装配过程中由于零件变形又引起精度下降，若单靠提高零件加工精度来保证部件的装配精度，困难大，成本高。因而发展了“配套加工”，即有些表面的最后精加工安排在部件装配之后或总装过程中进行。如图2-3所示。坐标镗床主轴部件装配好后，以轴承滚道为旋转基面，用主轴两端 60° 锥孔为基准精磨套筒外圆 $\phi 120_{-0.015}^0$ ，再以套筒外圆定位，同样以轴承滚道为旋转基面精磨主轴前端锥孔。这样加工和使用时的旋转基面完全一致，达到了较高的技术要求。

5) 热处理工序的安排 热处理目的在于改变材料的性能和消除内应力。一般可分为：

① 预备热处理 安排在加工工序前进行，以改善切削性能，消除毛坯制造时的内应力。如含碳量超过0.5%的碳钢，一般采用退火，以降低硬度；含碳量0.5%以下的碳钢则采用正火，以提高硬度，使切削时切屑不粘刀；含碳量在0.45%左右的碳钢可采用调质（淬火后再进行 $500\sim 650^\circ\text{C}$ 的高温回火）后，能得到组织细致均匀的回火索氏体，因此有时也用作预备热处理。

② 最终热处理 安排在半精加工之后和磨削加工之前（氮化处理可安排在粗磨和精磨之间），主要用来提高材料的强度和硬度，如淬火一回火。由于淬火后材料的塑性和韧性很差，又有很大的内应力，容易开裂，组织不稳定，材料的性能和尺寸要发生变化。如淬火一低温回火时，可以保持高硬度和耐磨性，降低淬火钢的脆性及内应力，适用于量具、刃具、冲模以及滚动轴承和渗碳淬火的零件；淬火后进行中温回火时，主要提高工件的弹性极限和屈服极限，常用于各种弹簧和锻模；淬火后进行高温回火时，称为调质处理。它广泛用于承受交



装配技术条件：

1. 主轴锥孔中心线径向跳动：
轴端 $<0.002\text{mm}$ ，150处 $<0.004\text{mm}$
2. 主轴轴向跳动 $<0.001\text{mm}$
3. 主轴套筒外径对主轴（不转）的跳动 $<0.003\text{mm}$

图2-3 坐标镗床主轴部件结构

1—主轴 2—主轴套筒 3、4—轴承

变载荷的重要零件，如曲轴、连杆、齿轮和机床主轴等。

③ 去应力处理 包括人工时效、退火及高温去应力处理等。精度一般的铸件只需进行一次，安排在粗加工后较好，可以同时消除铸造和粗加工的应力，减小后续工序的变形。精度较高的铸件，应在半精加工后安排第二次时效处理，使精度稳定。精度要求很高的精密丝杠、主轴等零件，则应安排多次。对于精密丝杠、精密轴承、精密量具及油泵油嘴偶件等为了消除残余奥氏体而稳定尺寸，还要采用冰冷处理，即冷却到 $-70\sim-80^{\circ}\text{C}$ ，保温 $1\sim 2\text{h}$ ，一般需在回火后立即进行。

此外，除安排检验和特种性能（磁力探伤、密封性等）检验工序外，还要在相应的工序后面考虑安排去毛刺、倒棱边、去磁、清洗、涂防锈油等辅助工序。注意未去尽的毛刺或锐边，将影响装配，危及工人的安全；润滑油道中未去净的铁屑将影响机器的运行，甚至使机器损坏。

（5）确定加工余量的方法 目前使用下列三种方法：

1) 经验估计法 根据工厂同类型零件的资料作分析比较，由工艺人员经验确定加工余量的方法。为了防止加工余量不够而产生废品，经验估计的加工余量一般偏大，常用于单件小批生产。

2) 查表修正法 以工厂生产实践和试验研究积累的有关加工余量的资料数据为基础，并结合实际加工情况进行修订来确定加工余量的方法，应用比较广泛。

3) 分析计算法 根据有关的试验资料和计算公式，对影响加工余量的各项因素进行分析和综合计算来确定加工余量的方法。这种方法确定的加工余量最经济合理，但需要积累比较全面的资料，目前应用尚少。

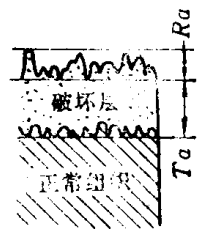


图2-4 表面粗糙度和缺陷层

影响工序间加工余量的因素可归纳为以下几项：

① 前工序的表面质量 由前工序的表面粗糙度 Ra 及加工造成的缺陷层 Ta 组成，见图2-4。其具体数值可查表2-6。

② 前工序的尺寸公差 δ 。本工序的加工余量必须大于前工序的尺寸公差，其数值可根据有关加工方法所能达到的经济精度表中查得。

表2-6 各种加工方法的 Ra 和 Ta 的数据

(μm)

加工方法	Ra	Ta	加工方法	Ra	Ta
粗车内外圆	15~100	40~60	粗刨	15~100	40~50
精车内外圆	5~45	30~40	精刨	5~45	25~40
粗车端面	15~225	40~60	粗插	25~100	50~60
精车端面	5~54	30~40	精插	5~45	35~50
精钻	45~225	40~60	粗铰	15~225	40~60
粗扩	25~225	40~60	精铰	5~45	25~40
精扩	25~100	30~40	拉	1.7~3.5	10~20
粗扩	25~100	25~30	切	45~225	60
精铰	8.5~25	10~20	研	0~1.6	3~5
粗磨	25~225	30~50	超级光磨	0~0.8	0.2~0.3
精磨	5~25	25~40	抛光	0.06~1.6	2~5
磨外圆	1.7~15	15~25			
磨内圆	1.7~15	20~30	闭式模锻	100~225	500
磨端面	1.7~15	15~35	冷拉	25~100	80~100
磨平面	1.7~1.5	20~30	高精度辗压	100~225	300

③ 前工序的位置误差 ρ 。由于毛坯制造,热处理以及工件存放时所引起的变形。这些误差一般不包括在尺寸公差范围内,所以工序余量中应该计入。如图2-5所示轴类零件的轴心线有弯曲度 δ ,则加工余量至少增加 2δ ,才能保证该轴在加工后消除弯曲。例如细长轴件容易弯曲变形,母线直线误差已超出直径尺寸公差范围,工序加工余量应作适当放大。大部分齿轮经高频淬火后,内孔缩小。花键孔甚至会发生扭转变形,可用花键压刀纠正此项误差。

④ 本工序工件的安装误差 ε 。安装误差包括定位误差、夹紧误差以及夹具本身的误差。如图2-6所示,用三爪卡盘夹紧工件外圆磨内孔时,由于三爪卡盘本身定心不准确,使工件中心和机床旋转中心偏移了距离 e ,从而使内孔余量不均匀。为了加工出内孔,就需要使磨削余量增大 $2e$ 值。

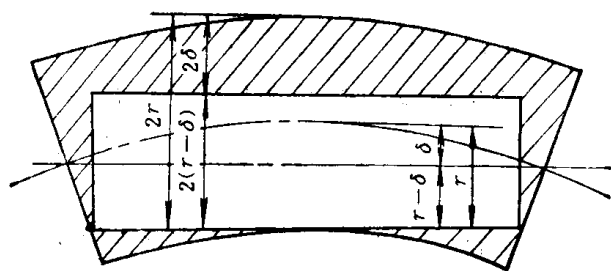


图2-5 轴的弯曲对加工余量的影响

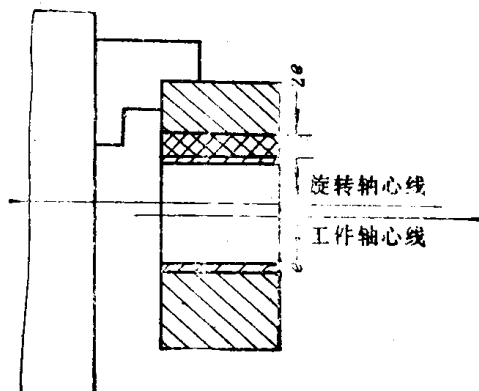


图2-6 三爪卡盘上的安装误差

工序加工余量(Z_0)的组成则可用下式表示:

用于对称加工面的工序加工余量:

$$Z_0 \geq 2(Ra + Ta) + \delta_a + 2|\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_a|$$

用于非对称加工面的工序加工余量:

$$Z_0 \geq (Ra + Ta) + \delta_a + |\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_a|$$

对于不同零件和不同的工序,在决定工序加工余量时应区别对待:对采用浮动铰刀等工具以加工表面本身定位进行加工的工序,则可不考虑安装误差 ε_a 的影响,因而工序加工余量可相应减小。如用来降低表面粗糙度的精加工及抛光等工序,工序加工余量的大小只与表面粗糙度 Ra 有关。

此外,对于需要热处理的零件,还要了解热处理后工件变形的规律。否则由于变形过大而加工余量不足,以致造成工件成批报废。

4) 工序尺寸计算实例:

① 如某车床主轴箱的主轴孔,其加工要求是 $\phi 100 \pm 0.011$,表面粗糙度 Ra 值为 $0.8\mu m$,加工方法选定为粗镗一半精镗一精镗一浮动镗。各工序的加工余量和能达到的精度,即工序尺寸公差已根据有关手册及工厂实际经验选定。见表2-7。

② 如图2-7所示喷油器紧帽筒图,试计算镗孔控制孔深尺寸 A 为多少?

由图2-8尺寸链分析:设计尺寸 $8 \pm 0.1 mm$ 是属于间接保证的,是封闭环。其余 $52_{-0.1}^{+0.1} mm$ 和 A 尺寸即为组成环。在组成环中 $52_{-0.1}^{+0.1} mm$ 尺寸的增大会引起封闭环增大叫增环。组成环中 A 尺寸的增大会引起封闭环减小叫减环。然后采用极值法进行计算,按封闭环极限尺寸的计算公式:

表2-7 工序尺寸及公差计算

(mm)

工 序	工序余量	工序尺寸公差	工序基本尺寸	工序实际尺寸公差
浮 动 镗	0.1	JS6(± 0.011)	100	$\phi 100 \pm 0.011$
精 镗 孔	0.5	H8($^{+0.054}_0$)	$100 - 0.1 = 99.9$	$\phi 99.9^{+0.054}_0$
半精镗孔	2.4	H10($^{+0.14}_0$)	$99.9 - 0.5 = 99.4$	$\phi 99.4^{+0.14}_0$
粗 镗 孔	5	H13($^{+0.54}_0$)	$99.4 - 2.4 = 97.0$	$\phi 97^{+0.54}_0$
毛 坯 孔	8	铸件($^{+2}_-1$)	$97.0 - 5 = 92.0$	$\phi 92^{+2}_-1$

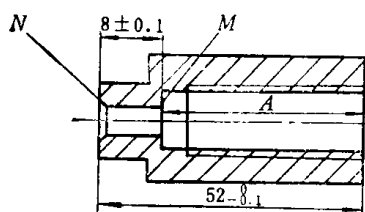


图2-7 喷油器紧帽简图

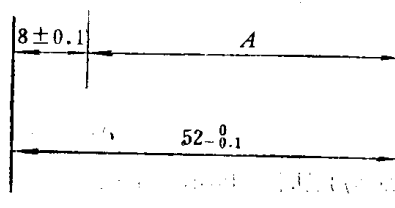


图2-8 尺寸链计算图

封闭环最大极限尺寸=各增环的最大极限尺寸之和-各减环的最小极限尺寸之和。

$$A_{\Delta_{\max}} = \sum_{m=1}^m \vec{A}_{i_{\max}} - \sum_n \vec{A}_{i_{\min}}$$

封闭环最小极限尺寸=各增环的最小极限尺寸之和-各减环的最大极限尺寸之和。

$$A_{\Delta_{\min}} = \sum_{m=1}^m \vec{A}_{i_{\min}} - \sum_n \vec{A}_{i_{\max}}$$

代入计算:

$$\begin{cases} 8.1 = 52 - A_{\min} \\ 7.9 = 51.9 - A_{\max} \end{cases} \quad \begin{cases} A_{\min} = 43.9 \text{ mm} \\ A_{\max} = 44 \text{ mm} \end{cases}$$

故镗孔时控制孔深尺寸 $A = 44^{+0.1}_{-0.1} \text{ mm}$ 。

在加工N面时,需多次试切度量,且旋入拧出工具麻烦费时,成批生产时,可设计成带螺塞的专用夹具,控制刀具与螺塞顶端的距离,用调整法加工直接保证 $8 \pm 0.1 \text{ mm}$ 。

③ 孔系坐标的尺寸换算,图2-9a为箱体零件的工序简图,其中两孔I—I之间的中心距尺寸 $L_z = 100 \pm 0.1$, $\beta = 30^\circ$ 。由于两孔须按基准面的坐标位置,精确移距后进行加工。为此,换算移距 L_x 、 L_y 如下:

$$\begin{aligned} L_x &= L_z \cos 30^\circ = 100 \times \cos 30^\circ \\ &= 86.6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_y &= L_z \sin 30^\circ = 100 \times \sin 30^\circ \\ &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

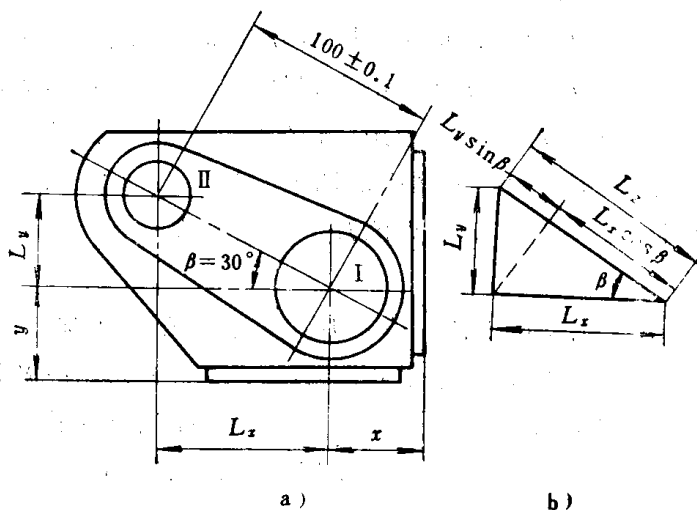


图2-9 箱体加工工艺尺寸链

式中 L_z ——I—I孔的中心距;