

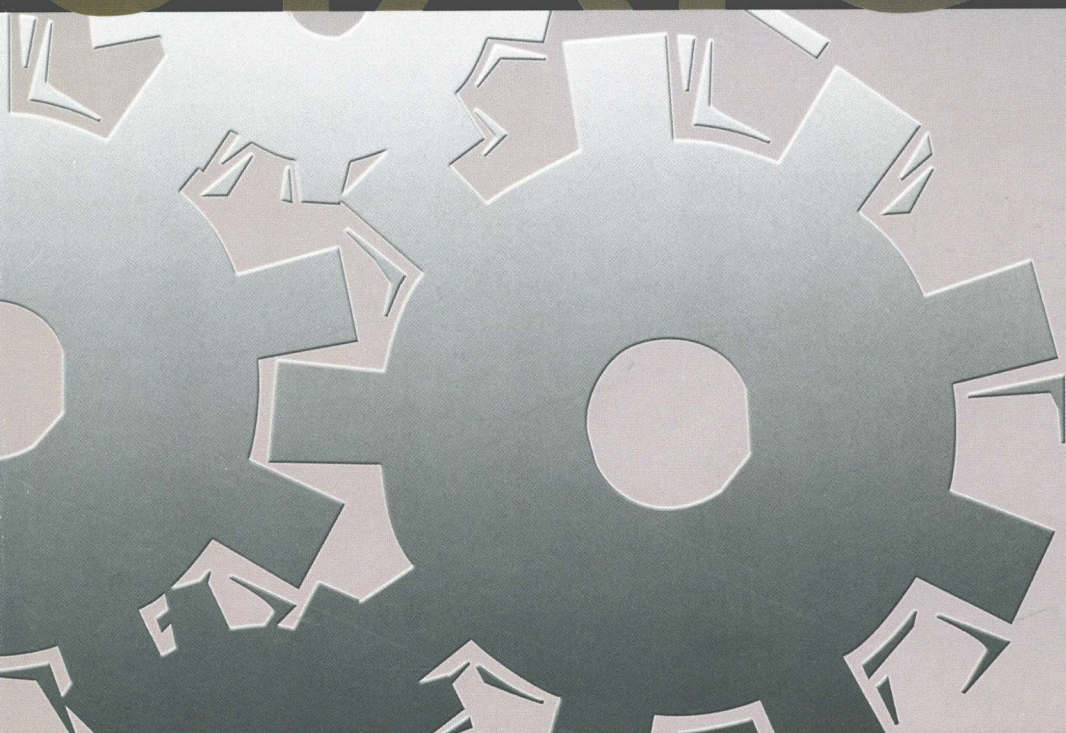


机械类

高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

高级车工工艺与技能训练

JIXIE



中国劳动社会保障出版社

机械类 高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

高级车工工艺与技能训练

劳动和社会保障部教材办公室 组织编写
湖南省职业技术培训研究室

晏丙午 主编
贾恒旦 主审

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级车工工艺与技能训练/晏丙午主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

机械类 高级技工学校、技师学院教材 高级工培训教材

ISBN 7-5045-5763-3

I. 高… II. 晏… III. 车削-工艺-技工学校-教材 IV. TG510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 076793 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 285 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前言

进入 21 世纪以来,我国现代制造业迅速发展,随着技术创新和市场需要,对产品的加工工艺要求越来越高,但劳动者素质偏低,技能人才,尤其是高级技能人才匮乏已成为制约我国制造业发展的突出问题。为了解决这一矛盾,2005 年国务院颁发了《国务院关于大力发展职业教育的决定》,确立了“力争用 5 年时间,在全国新培养 190 万名技师和高级技师,新培养 700 万名高级技工,并带动中级和初级技能劳动者队伍梯次发展”的目标。

正是在这样的形势下,为推进我国职业教育建设,加强各类高素质高技能专门人才的培养,我们组织修订了 1999 年以来出版的高级技工学校教学及高级工培训的机械类教材,并在此基础上开发了一些新教材。本套教材包括《专业数学(第二版)》《机械制图(第二版)》《计算机应用技术》《极限配合与技术测量(第三版)》《机构与零件(第三版)》《液压技术(第三版)》《金属切削原理与刀具(第三版)》《机械制造工艺与装备(第二版)》《机床夹具(第三版)》《机床电气控制》《数控技术》《高级车工工艺与技能训练》《高级钳工工艺与技能训练》《高级铣工工艺与技能训练》《高级焊工工艺与技能训练》《模具制造工艺与技能训练》《高级机修钳工工艺与技能训练》《高级磨工工艺与技能训练》《高级冷作工工艺与技能训练》,以后我们还将陆续开发其他教材。

在这套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下基本原则:

一是从生产实际出发,合理安排教材的知识和技能结构,突出技能性培养,摒弃“繁难偏旧”的理论知识。二是以国家相关职业标准为依据,确保在知识内容和技能水平上符合国家职业鉴定标准。三是引入新技术、新工艺的内容,反映行业的新标准、新趋势,淘汰陈旧过时的技术,拓宽专业技术人员的知识眼界。四是在结构安排和表达方式上,强调由浅入深,循序渐进,力求做到图文并茂。

本套教材的编写工作得到了湖南、江苏、广东、河北、黑龙江等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持,在此表示衷心的感谢。

《高级车工工艺与技能训练》采取模块式的写作方式,分为车工基本功训练,畸形、复杂件加工,组合件加工,车床的调整和车床精度,高技能车工试题精选五个单元,单元下设

置若干相关课题。

《高级车工工艺与技能训练》的编写工作得到了中国南车集团株洲电力机车有限公司技师协会、湖南株洲技术学院、湖南湘潭机电技术学院、湖南机械工业技术学院、湖南兵器工业高级技校以及高级技师彭茂龙的支持和帮助，在此表示感谢。

本书由晏丙午主编，周华雄、宁斌、董日中、成迎武、刘小明、欧阳运良参与编写；贾恒旦、孟玉霞审稿，贾恒旦主审。

劳动和社会保障部教材办公室

2006年6月

(121) 日本 高野聖子 著 高野聖子 译

第二单元 畸形、复杂件加工..... (40)

第三单元 组合件加工..... (86)

第四单元 车床的调整和车床精度..... (136)

课题一 车床的调整..... (136)

课题二	车床精度对加工的影响及解决办法·····	(139)
课题三	车床精度检验·····	(144)
第五单元	高技能车工试题精选·····	(151)
试题一	拨杆·····	(151)
试题二	细长轴·····	(152)
试题三	接头·····	(153)
试题四	十字孔蜗杆轴·····	(155)
试题五	轴套两件组合·····	(156)
试题六	轴套三件组合 A ·····	(159)
试题七	轴套三件组合 B ·····	(162)
试题八	轴套五件组合 A ·····	(165)
试题九	轴套五件组合 B ·····	(169)
试题十	轴套五件组合 C ·····	(173)

第一单元

车工基本功训练

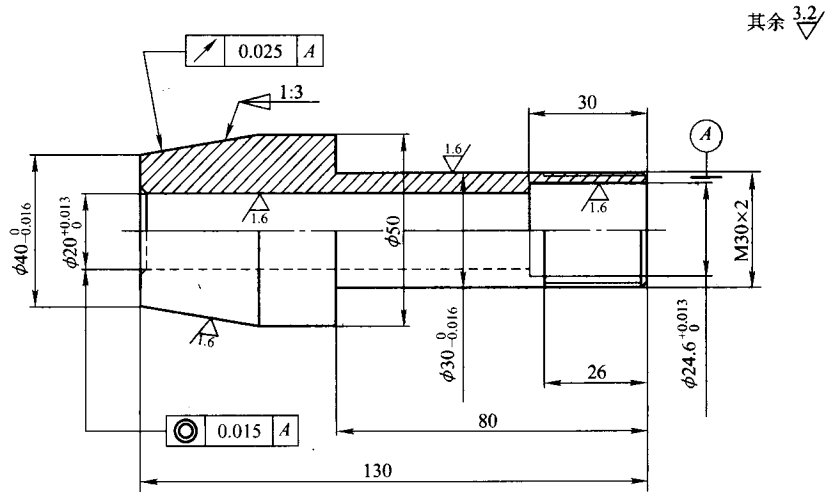
课题一 工件的工艺分析及工序设计

产品加工质量的优劣，在很大程度上取决于工件加工的工艺路线。而正确的工艺分析则为制订加工工艺提供了各种依据。因此，较高的工艺分析能力是高级车工必须具备的基本素质之一。 工件加工前，通常要进行读图、工艺分析、设计工序与工步等工作，如图 1—1 所示。 读图 → 工艺分析 → 设计工序与工步 图 1—1 工件加工前的技术准备工作			
读图	包括读工件蓝图和加工工艺卡片等工艺文件。		
工艺分析	内容	图样结构	根据工件图样对工件的结构特点及结构工艺性进行工艺分析和审查。工件的结构工艺性是否合理，主要看工件在加工和装配过程中，能否达到方便制造、使用及维修等要求。
		精度、技术要求	分析审查工件尺寸精度、形状位置精度、表面粗糙度、热处理等各项技术要求是否合理，如果要求过高，将会造成工艺过程复杂，加工困难，成本提高。
		加工难点	在分析和了解工件的结构、精度、技术要求、表面质量等各项要求后，找出工件加工过程中的关键难点问题，准确选择各定位基准和装夹方法，拟定正确、切实可行的加工工艺路线，确保达到工件的精度、表面粗糙度等各项技术要求。

工艺分析	方法	进行车削加工之前： 应对其结构、各项技术要求进行分析，确定工件上每一被加工表面的加工方法和步骤，在分析中，找出此工件加工难度最大的关键难点问题，一项项地排列出来，然后对所排列的各项问题逐一提出解决方法和措施，使其成为编制该工件加工工序和工步的主要依据。 工艺路线确定后： 必须进一步确定车削加工每道工序的具体内容和具体要求，选用车床和工艺装备。在此环节，每道工序安排的加工工步是至关重要的。例如，工件有形位公差和较高尺寸精度要求时，在加工工步中，就应充分考虑到工件因切削力、切削热和加工工步不当所造成的形位公差和尺寸精度超差等。另外，设计工序、工步还应依据生产类型（即大批、成批和单件生产）、工装夹具情况进行综合考虑，使设计的工序与工步不但能满足工件的加工技术要求，而且还能获得较高的生产效率和较低的生产成本。
加工工序设计	应遵循的原则	1. 对有形状、位置精度要求的工件，尽可能在同一次安装下完成。在毛坯尺寸和车削加工条件允许的情况下，尽量一次安装，完成各有关加工表面的车削（俗称“一刀下”）。如在一次安装下，外圆与端面的垂直度、孔与轴的同轴度的加工等，很容易达到图样的形位公差要求；否则在调头时，必须增加用以保证形位精度的精基准、校正方法或夹具来加以补救。 2. 严格遵循定位基准的选择原则。尽可能减小因基准位移和基准不重合所造成的误差。 3. 先内后外。对有配合要求的组合工件，应先加工需配合组合件的外圆、外螺纹、外圆锥等基准工件，再加工配合孔。其理由是：外圆加工便于检测、控制尺寸精度；可以用加工好的基准工件作为对配工件的塞规和检验用具，从而较方便、准确地控制配合精度。 4. 先粗车，去除大量毛坯。即当工件毛坯尺寸较大时，应先集中进行粗加工，特别是钻大孔，然后再安排半精车、精车；这样可大幅度地减小因车削毛坯时产生的热效应而造成的工件热变形。 5. 结合加工实际条件。应结合生产批量、车床的特性和精度、夹具、刀具和量具等实际条件进行设计。切忌脱离现实，盲目追求使用高精度设备，用复杂、精密夹具加工一般单件工件等不良做法。
	定位基准的选择	学习提示 合理地选择定位基准，对保证工件加工质量和确定加工顺序有着决定性的影响，因此，它是工艺分析的一项主要内容，是制订工艺路线时要解决的主要问题。

加工工序设计	粗基准的选择	选择粗基准主要考虑的问题是：对后面各工序各表面加工余量的分配，工件加工好后壁厚均匀、外形美观及加工表面与非加工表面的相对位置等。因此，选择粗基准时，要遵循以下原则： 1. 应选择面积大和与主要加工表面有关系的非加工表面作粗基准。 2. 没有非加工表面时，应选择余量小和面积大的表面作粗基准。 3. 粗基准只能使用一次。
	精基准的选择	精基准用于中间工序和最终工序中，应采用工件已加工表面作精基准，主要考虑的是如何减小定位误差、提高定位精度。因此，选择精基准时，应尽可能按照以下原则： 1. 选择工件的设计基准作为定位基准，即基准重合原则。 2. 工件加工部位尽可能采用同一个定位基准，即基准统一原则。 3. 根据需要，可以人为地制造辅助精基准。
	定位基准的选择	上述每个原则，只是说明一个方面的问题。工件的形状、结构、精度、技术要求等各不相同，因此，在实际应用上述原则时，往往会出现相互矛盾的情况，这就要全面考虑，保证解决工件加工中的主要问题，灵活运用，防止生搬硬套。

工件工艺分析及工序设计实例：定位套（图 1—2）

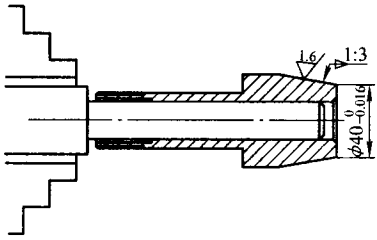


技术要求

1. 未注倒角为 C1。
2. 锐边倒钝为 C0.5。

图 1—2 定位套

材料	45
毛坯尺寸	$\phi 55 \times 140$

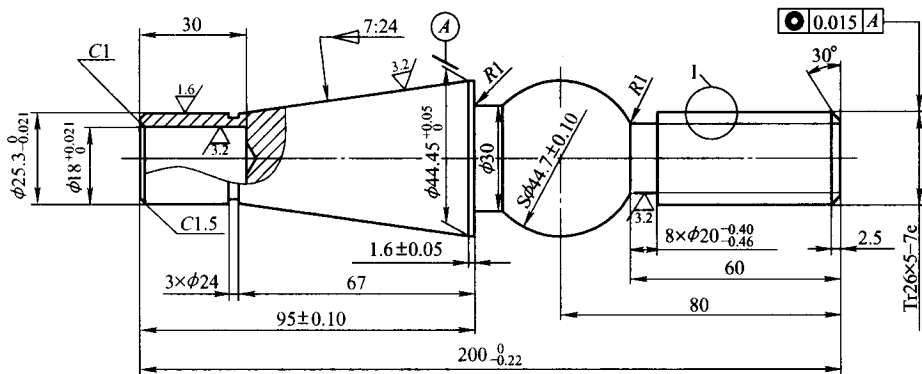
主要技术要求与工艺分析	主要技术要求	尺寸精度要求共 4 处；位置公差有 2 处。
	工艺分析	1. 该例为套类工件，刚性较差，存在因切削力、切削热以及装夹等因素造成变形的可能性。因此，在设计工序时，应先进行粗车，去除毛坯余量后，再精车加工。 2. 此工件各有一处同轴度和跳动要求，如果工序安排不合理，则难以保证形位公差的精度。可采用一次装夹完成的方法，即精车 $\phi 20^{+0.013}_0$ mm 孔后，再精车 $\phi 24.6^{+0.013}_0$ mm 台阶孔；对 1:3 锥面与基准轴线的跳动要求以及锥面小端要求较高的尺寸精度，则可通过调头，采用心轴定位的方法，精车锥面，如图 1—3 所示，解决了小端尺寸难以测量的问题。  图 1—3 利用心轴定位调头车圆锥 3. 孔的尺寸精度要求较高，粗糙度值较小、长径比较大。选择内孔精车刀时，刀杆既要尺寸适合、强度高；又要与孔壁间有较充裕的排屑空间，防止铁屑拉伤孔壁。此外，选择合理的车刀角度、正确刃磨内孔精车刀、选择合理的切削速度并辅以适当的切削液是车好内孔的重要保证。 4. 工件所有的尺寸均可通过常规测量方法进行检测，但 1:3 锥面小端的直径要通过标准圆柱配合外径千分尺来测量，才能保证尺寸精度。
	参考加工方法工序设计	对工序安排总的描述： 车夹持位→调头，粗、精车各台阶及普通螺纹→调头，定总长；粗车圆锥面→精车圆锥面→检验。
		基本操作步骤： 1. 车夹持位，用三爪自定心卡盘夹持，车长度 30 mm 的夹持位。 2. 调头，车端面总长留加工余量 2~3 mm；钻 A2.5 mm 工艺中心孔；采用一夹一顶的方法粗、半精车外圆各尺寸；车 M30×2 普通螺纹，用螺纹环规检查。 3. 卸下顶尖，钻孔；粗车孔；在确认工件温度达到室温时，再依次精车 $\phi 30_{-0.016}^0$ mm 外圆、$\phi 20^{+0.013}_0$ mm 孔，最后车削 $\phi 24.6^{+0.013}_0$ mm 台阶孔。 4. 调头，包紫铜皮夹持 $\phi 30_{-0.016}^0$ mm 外圆，定总长，粗、精车外圆锥面。 1. $\phi 20^{+0.013}_0$ mm 孔、$\phi 24.6^{+0.013}_0$ mm 台阶孔、$\phi 30_{-0.016}^0$ mm 外圆是在同一次装夹下完成的，均可作为精车圆锥面的精基准。因此，可采用精度较高的弹簧夹头或软爪夹持 $\phi 30_{-0.016}^0$ mm 外圆，该法适用于批量生产。但在加工前 3 件时，必须用百分表检查外圆的跳动情况。另一种方法是采用心轴，如图 1—3 所示，

利用 $\phi 20^{+0.013}_0$ mm 孔定位。心轴长度为 60~70 mm，外圆加工至 $\phi 20^{+0.013}_0$ mm，用砂布抛光，使其具有 0.01~0.02 mm 的顺锥。将工件轻拧上心轴即可精车圆锥和 $\phi 50$ mm 外圆。此时注意：心轴上要涂抹一层薄薄的机械油才可拧上工件，否则极易拉伤孔的已加工面。尽管此时定位精度较高，但在装好后，也应检查外圆跳动情况。

2. 采用标准圆柱、平铁、外径千分尺配合，检验圆锥小端尺寸。

1. 工件工艺分析的目的与内容有哪些？
2. 在加工中怎样对粗基准和精基准进行选择？
3. 工序与工步的设计应遵循哪些原则？
4. 对图 1—4 所示工件进行工艺分析，并编排队加工工艺路线。

其余 6.3/



技术要求

1. 不许使用锉刀、油石、砂布抛光加工表面。
2. 特形面不许使用成形刀，限于双手协同操作。
3. 锐边倒角均为 R0.3。

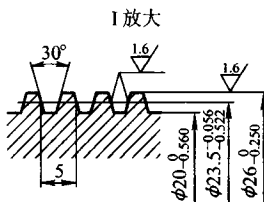
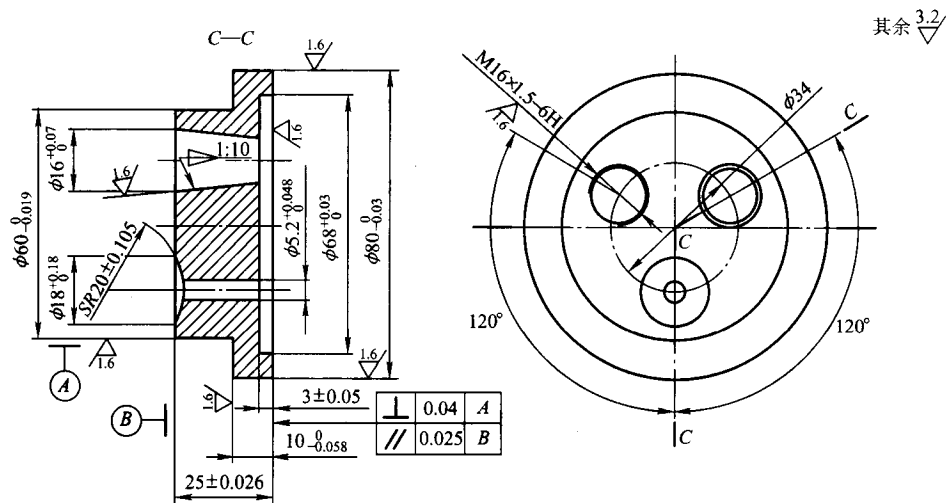


图 1—4 锥柄螺杆

材料	45
毛坯尺寸	$\phi 50 \times 203$

5. 对图 1—5 所示工件进行工艺分析，并编排队加工工艺路线。



技术要求

1. 允许保留两端中心孔。
2. 圆孔锥孔均不许用铰刀或定径刀具。

图 1—5 定位盘

材料	45
毛坯尺寸	φ85 × 28

课题二 工件的校正

工件的装夹和校正是车工最常用且最基本的技能之一。在日常生产中，车工加工的大部分产品，其材料的外形都是圆柱形的，但各种畸形工件也常见。对于不同形状的工件，选择正确、可行的装夹和校正方法，是提高产品质量和生产效率的重要保证。因此，练好装夹、校正的基本功，积累工件校正经验，培养较强的应变能力，是高级车工必备的技能之一。

工件的无针校正(目测校正)

无针校正是车工重要的基本功，它是不用辅助工具，仅通过目测找出工件偏摆点进行调整，从而达到校正目的。特别是当毛坯外圆具有非对称形体而不能使用辅助工具校正时，更离不开无针校正技能。

三爪自定心卡盘的无针校正	校正即是找出旋转工件的最高点校正或敲正。 三爪自定心卡盘具有自动定心的作用，所以工件被夹持部分和校正区基本上是同轴的。如果工件校正区需要校正时，可以采用松开工件，将工件旋转一个角度再夹紧的方法进行校正。工件的伸出部分，特别是离卡爪较远部分的敲正区需敲击校正（参考图 1—6），才能使工件整个轴线与主轴轴线同轴。粗校时，通常因工件夹偏较多，为安全起见不开车床，而用手扳动卡盘旋转，这时需在车床导轨等适当处找一个参考点，与旋动的工件外圆比较，找出工件的最高点，用铜棒敲击，使旋动工件的外圆表面与参考点距离都相等，即校正完毕。在工件较小、较短时，在安全状态许可的情况下，可采用粉笔辅助校正，即手持粉笔，以刀架为支点，开慢车，旋转到最高点即被擦上粉笔灰，再用前面的办法进行敲正。
工件的无针校正（目测校正） 四爪单动卡盘无针校正	四爪单动卡盘校正与三爪自定心卡盘校正相比，除离卡爪较远端要敲正外，夹持部位也需校正，如图 1—6 所示。 图 1—6 工件的校正区与敲正区 敲正点与校正点距离越大越容易校得准，因此，校正时应根据工件实长尽可能拉开此距离。在校正区通过参考点找到工件的最高点后，调整卡爪，使校正区工件得到校正，再在敲正区通过参考点找到最高点，用敲击的方法校正工件。此校正方法需要反复进行几次，直到凭目测观察参考点与工件外圆表面间的距离相等为止。需要指出的是：工件校得越正就越难找到最高点（完全校正了，也就不存在最高点）。 无针校正的基本功就是要多练，通过练习积累丰富的经验，练出敏锐的视觉。实践证明，无针校正基本功扎实的操作者，可以在 3 min 内将 $\phi 40\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 的光轴校正到跳动误差小于 0.03 mm。
校正矩形精密工件	车床加工常常会遇到各种矩形工件，它们大部分不但有较高的尺寸精度，还有较高的形位公差要求，如图 1—7 所示。在没有工装夹具的单件生产中，如果采用划线校正的方法，则很难达到图样的技术要求，常用四爪单动卡盘装夹校正。

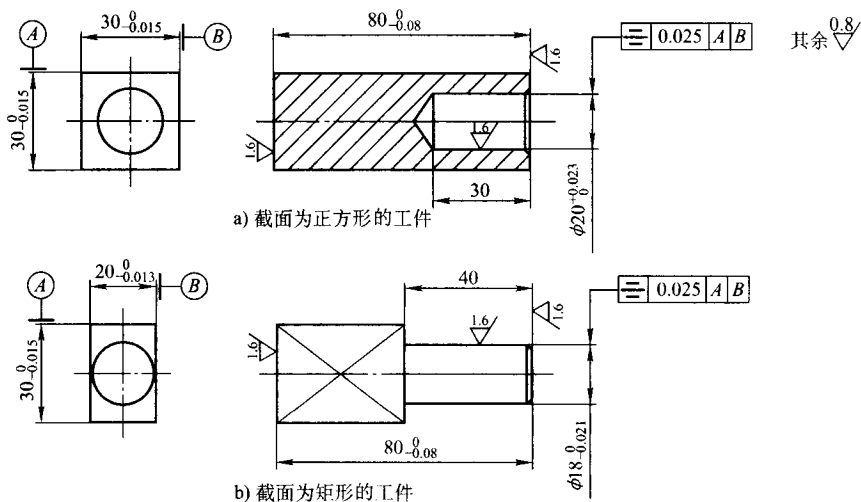


图 1—7 四边形工件

1. 工件夹持部分截面为正方形

校正
矩形
精密
工件

用四爪单动卡盘夹持如图 1—7a 所示工件时，卡爪间必须加垫 $15\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ 的紫铜片，它不仅可防止卡盘夹伤工件外表面，而且便于工件的敲正，为校正带来很大的方便。

(1) 工件车削部分与车床主轴轴线平行的校正。常用无针校正的方法进行粗校（或参考卡盘端面刻线），再移动百分表进行精校，检查工件外表面与主轴轴线的平行度，如图 1—8 所示。校正好一组平面后，再将工件旋转 90° 校正另一组平面。

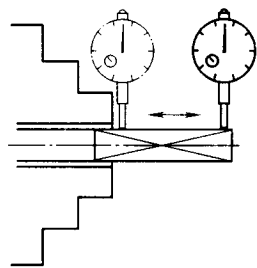


图 1—8 工件轴线与主轴轴线平行的校正

(2) 校正工件轴线与主轴轴线的同轴度。将百分表测头置于工件上表面大致中心的位置，如图 1—9b 所示，与被测表面大致水平，百分表测头压缩值为 0.5 mm 左右为宜。用手轻微扳动卡盘进行顺、逆时针转动，这时百分表指示值会出现一个最小极限值，将卡盘的转动停留在最小值位置，转动表盘将百分表调至零位。向右移动大滑板，使百分表测头离开被测表面（此时不得摇动中、小滑板），将卡盘扳转 180° ，移动大滑板，同样找到被测面最小指示值，比较两面的差值，调整卡爪使其相等，则说明该组对边已校正好。同理，校正另一组对边。因为截面是正方形，其对边尺寸是相等的，它的指示值也会相等。

(3) 精校平行度和同轴度。因为同轴度的校正难免影响已校正的平行度，再按第一步校正的方法精校，此两种校正方法应交替进行，直至检查无误。使用百分表校正时要注意，在百分表测头触及测量面前，特别是测杆压缩量较大时，一定要用手轻轻提起百分表测头，等被测面转到合适的位置再放下百分表测头，以防损坏百分表或使百分表产生整体位移，影响测量值。

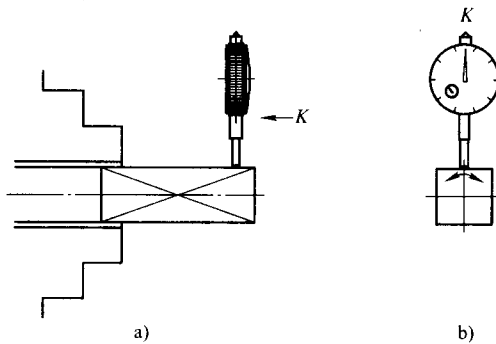


图 1—9 工件轴线与主轴轴线同轴度的校正

2. 工件夹持部分截面为矩形

如图 1—7b 所示, 此时的校正方法与正方形的校正方法相同, 只是有一组对边百分表的指示值应重新调整而已。

3. 工件夹持部位与车削部分不同轴的校正

被加工部位轴线与夹持部分轴线不同轴, 如图 1—10 所示。

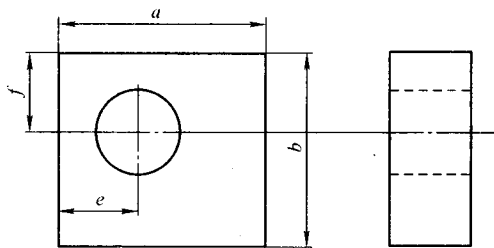


图 1—10 夹持部分中心与车削部位不同轴

工件的校正方法基本上与前两种相同, 只是在不同轴部分校正时, 需借助量块组来完成, 如图 1—11 所示。量块组尺寸的计算 (式中各字母含义参考图 1—10):

$$H_1 = a - 2e \quad H_2 = b - 2f \quad (H_1、H_2 \text{ 分别为两量块组组合尺寸})$$

在有条件的地方, 可直接使用机械或数显大量程百分表进行校正, 而不需使用量块组。

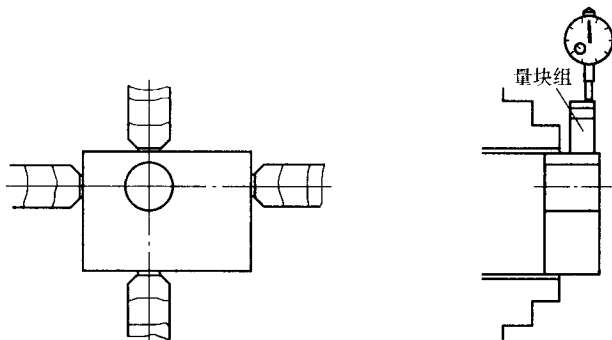


图 1—11 借助量块校正车削部分轴线

1. 三爪自定心卡盘夹持工件是否需要校正?
2. 为什么要将无针校正法列为车工需要加强练习的基本功之一?
3. 简述矩形精密工件的校正方法。

课题三 车刀材料及常用车刀

为使切削能够正常稳定地进行,车刀切削部分的材料应具有良好的切削性能。高级车工应对车刀材料的特性有深入的了解。

对车刀切削部分材料的基本要求

1. 硬度高、耐磨性好。刀具材料的常温硬度应高于 HRC60 ~ 65, 并具有较强的抵抗磨损的能力。通常, 刀具材料的硬度越高, 耐磨性越好。
2. 有足够的强度和韧性。必须具备足够的强度和韧性, 能承受切削力、冲击力和振动而不被损坏。
3. 有较高的耐热性。刀具材料在高温下还能保持一定的硬度、耐磨性、强度和韧性的能力。耐热性好的刀具材料, 在选择切削速度时可考虑选高些。
4. 有良好的工艺性能。工艺性能包括切削加工性能、可磨削性能、锻造性能、焊接性能、热处理性能及高温塑性变形性能。刀具材料良好的工艺性能有利于刀具的加工制造和提高刀具的使用寿命。
5. 有良好的经济性。经济性是刀具材料的综合性能指标, 是合理选用刀具, 降低产品生产成本的主要依据之一。

常用车刀的材料类别和主要性能见表 1—1。

 常用衡量刀具材料性能的指标有硬度、高温硬度、抗弯强度、冲击韧度等。

表 1—1

常用车刀的材料类别和主要性能

材料类型	硬度	抗弯强度/GPa	耐热性/℃	切削速度比值
高速钢	HRC63 ~ 70	3.0 ~ 3.4	620	1 ~ 1.2
钨钴类硬质合金	HRA89 ~ 91.5	1.1 ~ 1.75	800 ~ 1 000	3.2 ~ 4.8
钨钴钛类硬质合金	HRA89 ~ 92.5	0.9 ~ 1.4	800 ~ 1 000	4 ~ 4.8
新型硬质合金	HRA89.5 ~ 94	0.9 ~ 2.2	1 100	6 ~ 10
涂层硬质合金	HV1950 ~ 3200	0.9 ~ 2.2	1 100 ~ 1 400	6 ~ 12
氧化铝陶瓷	HRA92 ~ 94	0.45 ~ 0.55	1 200	8 ~ 12
复合陶瓷	HRA93 ~ 94	0.60 ~ 1.2	1 100	6 ~ 10
氮化硅陶瓷	HRA91 ~ 93	0.75 ~ 0.85	1 390 ~ 1 400	12 ~ 14