

工人岗位技能培训系列教材

车工技能

袁孔生

主编



航空工业出版社

工人岗位技能培训系列教材

车 工 技 能

袁孔生 主编

航空工业出版社

1991

(京)新登字161号

内 容 简 介

本书阐述的车工技能,是根据航空工业《工人技术等级标准》(车工)应知应会的要求,以技能培训为主干线,贯穿必要的理论知识,并借鉴国际劳工组织开发的模块式(MES)教材的形式编写的,即以本岗位技能要求的典型零件为模块,再根据模块选配学习单元。适合立足本职,定向学习,岗位成材的要求,是开展工人岗位技能培训的适用教材。

本书是车工的岗位技能培训教材,技能内容图文结合,便于自学和施教。本书也可作为工程技术人员参考书和技校、大专院校学生的技能培训参考教材。

工人岗位技能培训系列教材

车 工 技 能

袁孔生 主编

航空工业出版社出版发行

(北京市和平里小关东里14号)

—邮政编码:100029—

全国各地新华书店经售

地质印刷厂印刷

1991年12月第1版

1991年12月第1次印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:10.625 插页:1页

印数:1—22000

字数:255.8千字

ISBN 7-80046-371-0/G·047

定价:5.70元

前 言

为落实国务院关于“搞好职工培训，不断提高职工队伍素质”的指示精神，适应工人岗位培训的需要，在总结航空工业多年来工人培训的实践，借鉴国际劳工组织开发的职业技能模块（MES）教学法的基础上，我们组织编写了车工、钳工、铣工、钣金工、磨工、冲压工、表面处理工、焊工等十几个专业工种和工人岗位通用知识在内的新型教材。计划从1991年至1992年陆续出版。

这套教材的内容及其深广度，以《工人技术等级标准》为依据，以操作技能为主，将本工种各技术等级、不同岗位的要求，用若干个典型零件来体现，这种典型零件即为模块，而完成模块技能要求所需的单一的基础技能训练称为学习单元。因此，这套教材既是工人技能培训教材，同时也是技能考核标准的具体化。当某个工人需要培训或考核时，根据技术等级和需要加工的零件（或工艺）类型，可以很快找到所应掌握的学习单元和考核要求。本教材的内容大多是由一些老工人、技师和多年在生产第一线工作的技术人员提供的操作技能技巧实例，加上通俗易懂的文字和大量的图示图解，无论采取集中培训形式还是工人自学，都较其他类型教材容易掌握。

本书由南方动力机械公司教育处负责组织编写。全书由袁孔生同志主编，参加编写的还有南方动力机械公司的罗宪章、宾自丹、陈湘南、周定伍、欧阳述先等同志。南昌飞机制造公司林里根、西安航空发动机公司许明光、红卫机械厂鲁乃光等集体审定。在教材编审过程中，部教育司、有关工厂、航空工业出版社等单位给予了大力支持和帮助，在此表示感谢！

在教材编写过程中，我们坚决地按照岗位培训“干什么，学什么；缺什么，补什么”的原则，努力处理好专业理论与操作技能、典型与特殊以及各技术等级之间的关系，希望能成为一套适合岗位培训并受广大工人欢迎的新型教材。但由于时间仓促，水平有限，缺点错误在所难免，请广大工人同志和各位读者提出宝贵意见，使这套教材日臻完善。

工人岗位技能培训系列教材编委会

1991年6月

工人岗位技能培训系列教材

编委会

主任：张齐贤

副主任：林生茂 孙同咏

李德英 王德祥(常务)

委员：(以姓氏笔划为序)

王芝良 王辅义

刘海奎 孙中怡(常务)

沈慧晨 李光宇

吴蜀辉 张万良

张书臣 苑朝(常务)

金世勋 赵振民

黄良留 黄洵文

夏文龙 徐光辉

阎承仕(常务)

曹懿新 钱振亚

目 录

前言

第1学习单元	导论.....	(1)
第2学习单元	车床.....	(3)
第3学习单元	车刀与切削.....	(11)
第4学习单元	车床夹具的使用.....	(26)
第5学习单元	量具的使用和维护.....	(34)
第6学习单元	轴类零件的加工.....	(40)
第7学习单元	薄型盘套的加工.....	(50)
第8学习单元	圆锥加工.....	(56)
第9学习单元	螺纹加工.....	(65)
第10学习单元	特型面加工.....	(77)
第11学习单元	复杂零件的装夹和加工.....	(83)
第12学习单元	车床的其他加工方法.....	(92)
特种机床操作一	立式车床.....	(112)
特种机床操作二	六角车床.....	(120)
特种机床操作三	铲背(齿)车床.....	(129)
特种机床操作四	数控车床.....	(152)
参考书目		(164)

第1学习单元

导 论

车工岗位技能培训内容·模块及学习单元的划分

车工岗位技能培训的内容很丰富。一名技术较全面的车工,除了要有较高的文化素质和车工专业技术理论知识之外,更重要的,要熟练地掌握各项基本操作技能。车工岗位技能培训,可按下列内容进行训练。

初级工应掌握的岗位技能:

1. 在自用车床上熟练地操作,并正确地调整、合理地维护和保养。
2. 根据不同的加工条件合理地选用和刃磨好车刀。刃磨车刀是车工最重要的基本功之一。行家说:“车工三分技术,七分刀具”,车工技术高低,全靠一把刀,可见车刀的重要了。
3. 加工一般轴类零件,达到精度IT8,表面粗糙度Ra1.6。
4. 加工一般套类零件,根据不同工件材料和加工要求,掌握修磨麻花钻与钻孔、镗孔、铰孔及测量孔的操作技能。
5. 加工内外普通螺纹,掌握普通螺纹的计算、加工和测量。
6. 加工球形面、手柄等特形面,会用双手控制法车削圆球和三球手柄等,圆度达到0.2,粗糙度达到Ra3.2。
7. 加工内、外圆锥面,内锥要求用锥度量规检查,着色分布均匀,粗糙度达Ra1.6。
8. 加工一般偏心零件以及滚花、绕制弹簧等。

以上列举的操作技能和典型零件只是其中的一部分。初级工所要求掌握加工的零件,几何形状简单、精度要求适中。

中级工应熟练地掌握几种型号车床的操作、调整,掌握精度较高、几何形状较为复杂的零件的加工方法,在加工中不断提高对零件加工工效和加工质量的分析能力。并能编制一般零件的加工工艺,还能掌握异形零件的加工方法,保证零件符合图纸要求,以下列零件为例:

1. 细长轴 所谓细长轴,就是其直径与长度之比超过20倍的轴。由于零件细长,加工困难,例如采用过定位的装夹方法,如何保证零件的加工精度;选用什么几何角度、车刀和切削用量来保证零件的尺寸精度、表面加工质量和形位公差等等,这些都是加工中应考虑的问题。

2. 多头梯形螺纹 长丝杆的加工,是在细长轴零件加工的基础上,进行梯形螺纹加工。多头螺纹的加工,主要难点是掌握好分头操作技巧才能保证螺纹精度。

3. 法兰盘 这类零件主要是形位公差要求很严,加工时的装夹方法、定位基准的选择要可靠合理。

4. 深孔 所谓深孔,就是其孔径与孔深之比超过七倍的孔。由于孔深,给加工造成排

屑困难，散热不利，冷却润滑不方便，特别是小孔，刀具细长，刚性不足，加工困难更大。因此要求在刀具上和加工方法上解决问题。

5. 薄壁零件 由于零件壁薄，装夹力、切削力、切削热都会使零件很容易产生变形。加工时必须要在装夹方式、刀具、加工方法，以及切削用量、冷却方式等方面作出合理的选择。

6. 曲轴 属于偏心零件，加工的关键在于装夹方法，方法得当才能保证偏心距和偏心方向。

7. 双头、双导程渐厚蜗杆 这类零件是作为调整机构上的部件起间隙补偿作用的。虽不常见，但是有独特的代表性。例如压力螺杆，有等径不等距的。有不等径不等距的，这类零件主要研究它的加工方法和挂轮方法，以满足零件齿厚增厚的要求。

8. 异形零件 所谓异形零件，就是其形状尺寸的变化差异较大，称为异形零件。异形零件主要是要选择好基准，解决好装夹问题。其次是在刀具和测量方法上也会带来困难，要周全解决。

上述几类零件，也只是典型零件中的一部分，用以提示中级车工在操作中如何发挥技能技巧。

高级车工是在具备初级工、中级工操作技能的基础上，能较全面地掌握车工操作技能。

1. 掌握各种新型机床的精度检查、调整和试车。

2. 改进和设计一般工、夹具，达到提高工作效率和保证产品质量的目的。

3. 完成各种复杂精密的航空零件、机床零件的加工和新品试制任务。

4. 编制复杂航空产品的工艺规程。

5. 在解决车工技术疑难，突破车工技术关键，扩大车床使用等方面都具有一定能力。

模块一代表本岗位技能要求的典型零件称为模块。

学习单元一为达到模块技能要求需完成的单一基础技能训练称为学习单元。

根据以上的要求，我们将车工的操作技能归纳为18个典型零件，即18个模块；又将加工这些典型零件所要掌握的操作技能分编成12个学习单元；职工进行岗位培训时，各级车工可根据所应掌握的操作技能，选学其中的若干学习单元，形成“干什么，学什么；缺什么，补什么”的新型学习方式，使职工岗位培训能真正促进岗位技能的提高。

第2学习单元

车 床

普通车床精度检查的要求·车床精度对加工质量的影响·普通车床主要部件的调整

一、车床的分类

根据车床的用途和构造,可分为下列几种:仪表车床、普通车床、六角车床、立式车床、自动和半自动车床,仿形多刀车床、数控车床以及各种专用车床等。本单元论述普通车床,以C620—1典型的普通车床为例,如图2—1。它是中等规格的普通车床,最大加工直径为 $\Phi 400\text{mm}$,长度规格为750、1000、1500mm,电机容量为7kW。

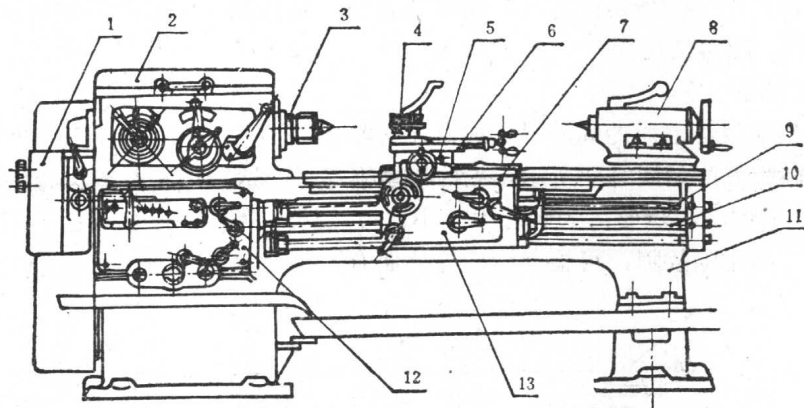


图 2—1 C620—1型普通车床的主要结构

1—挂轮架; 2—主轴变速箱; 3—主轴; 4—方刀架; 5—中拖板; 6—小拖板; 7—大拖板; 8—后尾顶针座;
9—丝杆; 10—光杆; 11—床身; 12—进给箱; 13—拖板箱

二、普通车床C620—1主要部件的调整

车床的调整可分为车床间隙的调整、动力传递机构的调整以及其它部分的调整。

(一) 车床间隙的调整

1. 主轴与轴承间隙的调整

主轴轴承径向间隙过大会使主轴跳动。车出的零件产生椭圆、棱圆或波纹等。间隙过小在高速时会使主轴发热而损坏。主轴径向间隙的调整如图2—2所示。调整时应松开前轴承螺母的紧固螺钉,向右转动螺母,使带有锥度的轴承内环沿轴向移动,而使轴承收紧。如果螺母向左转动,则使轴承放松。调整过程中要用手转动主轴,主轴转动感觉均匀灵活无阻滞时,可将紧固螺钉拧紧。然后用百分表测量主轴的径向跳动,使其不得超过 0.01mm ,并用高转速开车一小时,测其轴承温度不得超过 60°C 方可使用。

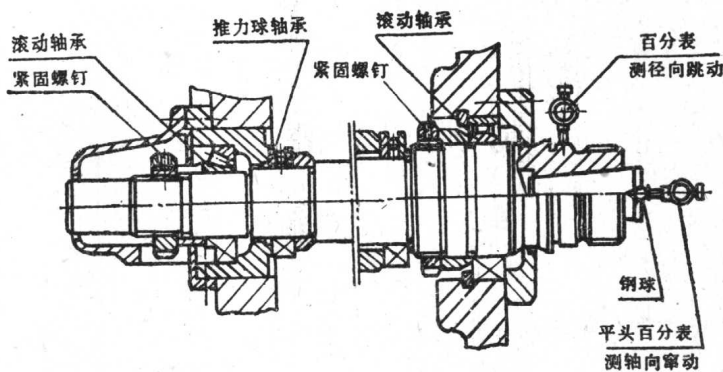


图 2—2 主轴径向轴向间隙的调整与测量

主轴与轴承间，轴向间隙过大时，精车端面会出现凹凸不平现象，车外圆会出现波纹。车螺纹会出现大小牙。

调整时主要调整后轴承，以减少主轴后肩台止推垫圈，推力球轴承及后轴承座之间的间隙，调整方法与调整前轴承基本相同。

调整后，按图2—2所示的方法，用平头百分表顶住钢球，转动主轴测得轴向间隙值在0.01mm以内，便可使用。

2. 拖板的调整

大、中、小拖板滑动面的间隙过大或燕尾导轨表面不平直时，都会影响零件的加工精度。大拖板的调整方法如图2—3所示。先拧松紧固螺母，适当调整螺钉，使楔铁与导轨底面保持0.04mm的间隙。调整后的大、中、小拖板，转动手柄时感觉平稳、均匀、轻便，如果调整后仍不能排除故障，可检查滑动导轨面有无研损现象，并请机修人员修理。

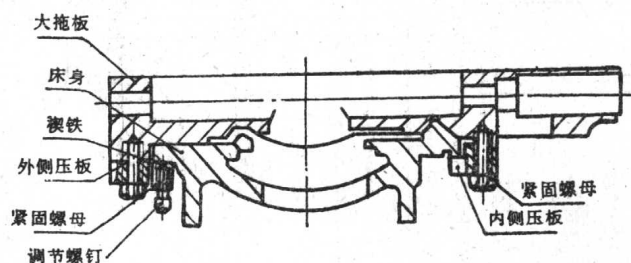


图 2—3 大拖板的调整

3. 开合螺母楔铁间隙的调整

开合螺母与楔铁的间隙过大，车螺纹时会使大拖板产生纵向窜动，会造成螺距不等（大小牙）或“乱扣”现象。调整方法如图2—4所示。先拧松紧固螺母，适当地调整调节螺钉，使开合螺母在燕尾槽中能滑动轻便，用0.03mm塞尺检查插不进时，将紧固螺母拧紧。

4. 长丝杆间隙的调整

长丝杆轴向间隙过大同样会出现螺距不等和“乱扣”现象，在精车螺纹时牙形表面还会产生波纹，丝杆间隙的调整方法如图2—5所示。先拧松右边的圆螺母，再适当调整左边的圆螺母，调整后的轴向窜动不超过0.01mm时，将右边的圆螺母再拧紧。

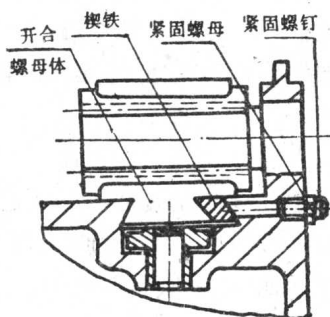


图 2—4 开合螺母楔铁间隙的调整

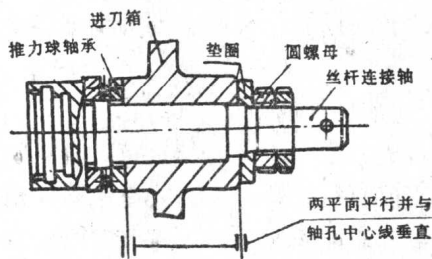


图 2—5 长丝杆轴向间隙的调整

5. 中拖板丝杆螺母间隙的调整

中拖板丝杆螺母间隙过大的原因，主要是磨损，其次是由于振动使丝杆螺母调节螺钉松动，影响车端面的精度，也影响刻度盘的使用。

调整方法如图2—6所示。先将前螺母的调节螺钉松开，然后将中间调节螺钉拧紧，使楔块向上拉，直至手柄摇动轻便，间隙约在1/20转左右为止，再将前调节螺钉拧紧固定好前螺母。

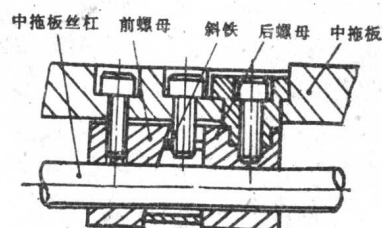


图 2—6 中拖板丝杆螺母间隙的调整

(二) 动力传动机构的调整

1. 电动机三角皮带的松紧调整

车削时，发现三角皮带产生跳动过大现象或三角皮带打在防护罩上声音很大，这就是三角皮带过松。三角皮带过松会降低车床传动的有效负荷能力，车削时会出现三角皮带空转打滑和车床“闷车”等现象。调整方法是调整电动机底座的位置，来适当拉紧三角皮带。松紧要适当，过紧会损坏三角皮带、车头传动轴及轴承等传动件。

2. 摩擦离合器的调整

摩擦离合器过松会降低主轴的转速，影响车床功率的正常传递，切削过程中会出现“闷车”现象。摩擦离合器太紧，在高速情况下会由于发热温度过高而“烧坏”。

调整的方法如图2—7所示。先将定位销插入圆筒，然后转动紧固螺母。若正转过松应将左侧螺母向左转动，若反转过松时应将右侧螺母向右转动，使摩擦片间隙减小。若正转

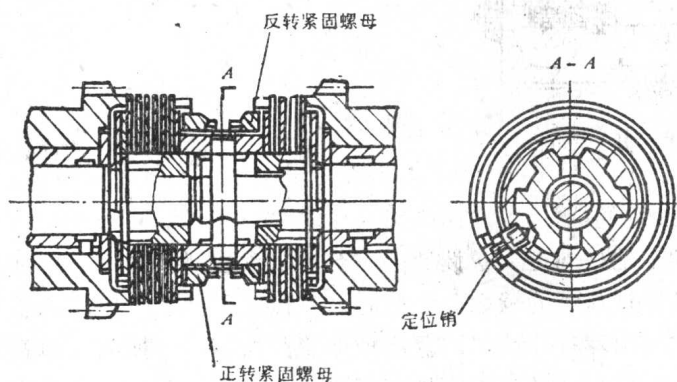


图 2—7 摩擦离合器的调整

或反转过紧则向相反的方向转动，使摩擦片间隙增大。调整时，可用长螺丝刀，一格一格地拨动，并抬动开车手柄，调到松紧适当。调整后，定位销必须弹回到紧固螺母的缺口中。

3. 起落蜗杆的调整

起落蜗杆是拖板走刀超负荷时自动脱落的保险机构，起落蜗杆太紧时，车削过程中遇到障碍不能自行脱落，失去安全保险作用，造成机床事故；若太松时，切削力稍有增加就自行脱落，影响正常生产。调整时拧动螺母调节弹簧压力，如图2—8所示。

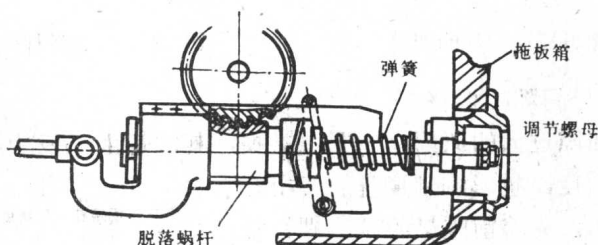


图 2—8 起落蜗杆的调整

（三）其他部分的调整

1. 床头制动器的调整

制动器是与开车手柄停车时同时配合刹车的制动机构。制动器太松时，停车时工件不能立即停止转动，不能起到制动作用；太紧时由于摩擦增加会烧坏钢带。调整时，拧紧或放松螺钉，使钢带松紧达到要求。最后，并紧后面的并紧螺母，如图2—9所示。

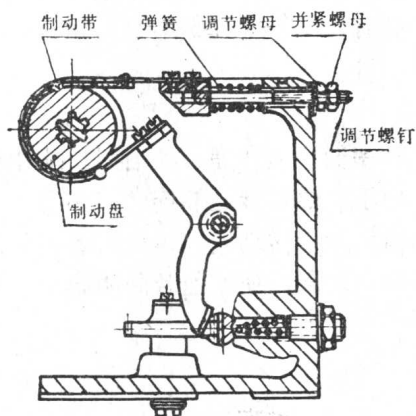


图 2—9 床头制动器的调整

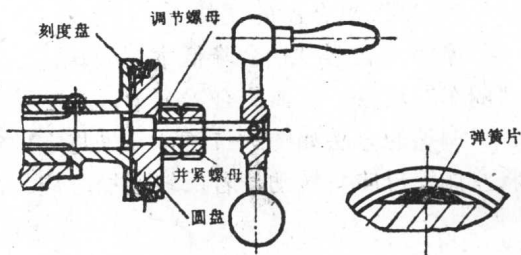


图 2—10 中拖板刻度盘的调整

2. 中拖板刻度盘的调整

中拖板刻度盘是记横向进刀量读数的。刻度盘太松时，会跟着中拖板手柄作不同步的转动，这样就无法得到准确的读数。太紧时，刻度盘无法对“0”。调整方法如图2—10所示。先将两个螺母退出螺杆，拉出圆盘，把弹簧片扭弯或更换新的弹簧片，以增加弹簧片的弹性压力，然后组装好，适当拧紧调节螺母，使其留有间隙保持转动灵活、均匀，再将紧固螺母拧紧。

表 2-1 机床精度对加工质量的影响

序 号	工件产生的缺陷	产生原因	消除方法
1	车削工件时产生椭圆及棱圆	1. 主轴间隙过大 2. 主轴轴颈的椭圆度过大, 主轴轴承磨损	1. 调整主轴轴承间隙 2. 这种情况一般反映在采用滑动轴承结构上。这时必须修磨轴颈和刮研轴承
2	车削圆柱形工件产生锥度	1. 车头主轴中心线与拖板导轨不平行度超差 2. 床身导轨面严重磨损 3. 两顶针夹住工件加工时产生锥度是尾座中心线与主轴中心线不重合 4. 地脚螺钉松动, 机床水平变动	1. 校正车头主轴中心线与大拖板导轨的平行度 2. 刮研导轨, 甚至进行大修 3. 调整尾座两侧的横向螺钉 4. 按导轨精度调整垫铁, 并紧固地脚螺钉
3	车外圆时表面上有混乱的波纹(振动)	1. 主轴滚动轴承滚道磨损, 间隙过大 2. 主轴的轴向窜动太大 3. 用卡盘夹持工件切削时, 因卡盘法兰松动, 使工件装夹不稳定 4. 大、中、小拖板的滑动表面间隙过大 5. 使用尾座支持工件切削时, 顶尖套不稳定, 或活络顶针滚动轴承滚道磨损, 间隙过大	1. 调整或更换主轴滚动轴承 2. 调整主轴推力球轴承的间隙 3. 并紧卡盘法兰和安装卡盘的螺钉 4. 调整所有导轨副的压板和塞铁, 使间隙小于 0.04mm, 并使移动平稳轻便 5. 夹紧尾座套筒, 更换活顶针
4	精车外圆时表面轴向上出现有规律的波纹	1. 拖板箱的纵走刀小齿轮与齿条啮合不良 2. 光杠弯曲或光杠、丝杠的三孔不同轴, 以及与车床导轨不平行 3. 拖板箱内某一传动齿轮(或蜗轮)损坏或由于节径振摆而引起啮合不良 4. 车头箱、走刀箱中的轴弯曲, 或齿轮损坏	1. 如波纹之间距离与齿条的齿距相同时, 即可认为这种波纹是由齿轮-齿条引起的。这时应调整齿轮-齿条的间隙, 或更换齿轮齿条 2. 如波纹重复出现的规律与光杆回转一周有关, 可确定为光杠弯曲所引起。这种情况必须将光杠拆下校直, 装配时保证三孔在同一轴线上。使拖板在移动时不能有轻、重现象 3. 检查与校正拖板箱内传动齿轮, 遇有齿轮(或蜗轮)已损坏时必须更换 4. 校直传动轴, 用手转动各轴, 在空转时应无轻、重现象, 更换齿轮
5	精车外圆时圆周表面上出现有规律的波纹	1. 主轴上的传动齿轮齿形不良, 齿部损坏或啮合不良 2. 电动机旋转不平衡而引起机床振动 3. 因为皮带轮等旋转零件振幅太大而引起振动 4. 主轴间隙过大或过小	1. 出现这种波纹时, 如果波纹的条纹与主轴上传动齿轮齿数相同, 就可确定是主轴上传动齿轮所引起的。这时必须研磨或更换主轴齿轮 2. 校正电动机转子的平衡, 有条件时进行动平衡 3. 校正皮带轮等旋转零件的振摆, 对其外径、皮带三角槽进行修整车削 4. 调整主轴间隙

表续2—1

序 号	工件产生的缺陷	产 生 原 因	消 除 方 法
6	精车后工件端面中凸或中凹	1. 大拖板移动对车头箱中心线的平行度超差, 要求主轴中心线向前偏 2. 中拖板导轨与主轴中心线不垂直度超差	1. 校正车头箱主轴中心线位置 2. 刮研中拖板导轨
7	精车后工件端面振摆超差	主轴轴向窜动较大	调整主轴推力球轴承的间隙
8	车削螺纹时螺距不均及乱扣 (指小螺距的螺纹)	1. 丝杠的轴向窜动过大 2. 开合螺母磨损, 与丝杠不同轴而造成啮合不良或间隙过大, 并且因为其燕尾导轨磨损而造成开合螺母闭合时不稳定 3. 由主轴经过挂轮而来的传动链间隙过大	1. 调整丝杠连接轴的轴向间隙 2. 修正开合螺母, 并调整开合螺母间隙 3. 调整挂轮间隙

三、普通车床的精度检验

在车床上加工工件时, 影响加工质量的因素很多。当发现工件产生缺陷时, 操作者首先要懂得从工艺方法上找出产生工作缺陷的原因和消除缺陷的方法, 而且还要了解机床精度对加工质量的影响, 掌握调整机床和消除工件缺陷的方法。

(一) 车床精度对加工质量的影响

车床精度对加工质量的影响和消除缺陷的方法见表2—1。

(二) 车床精度检验

车床精度包括机床几何精度和工作精度。

车床的几何精度检查包括以下内容:

1. 拖板移动在垂直平面内的直线度。
2. 拖板移动时的倾斜度。
3. 拖板移动在水平面内的直线度。
4. 主轴回转精度检验 (主轴轴向窜动, 轴颈径向跳动, 轴肩支承面圆跳动)。
5. 拖板移动时对主轴轴线的平行度。
6. 拖板移动时尾座顶针套锥孔轴线的平行度。
7. 主轴轴线和尾座轴线的不等高度。
8. 丝杆的轴向窜动。
9. 从主轴到丝杆间传动链的精度。

车床的工作精度检查包括下列内容:

1. 精车外圆的圆度和圆柱度

如图2—11, 精车钢料试件的外圆, 其直径 d 不小于床身上最大工件回转直径的 $1/6$, 车削长度 l 为直径 d 的 3 倍, 精度要求见表2—2。

2. 精车端面的平面度

表 2—2 精车外圆精度(mm)

床身上最大回转直径		≤ 400		
检 验 长 度		$l = 100$		
精 度 等 级	技 术 要 求	圆 度	圆 柱 度	粗 糙 度
I 级		0.005	0.007	Ra0.8
II 级		0.01	0.01	Ra1.6
III 级		0.015	0.015	Ra3.2

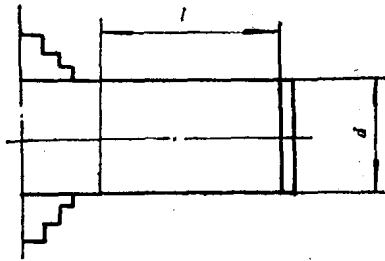


图 2—11 精车外圆

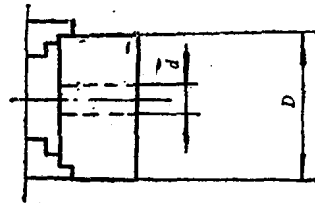


图 2—12 精车端面

表 2—3 精车端面精度(mm)

试件端面直径		≤ 200	
精 度 等 级	技 术 要 求	平 面 度	粗 糙 度
I 级		0.01	Ra1.6
II 级		0.015	Ra1.6
III 级		0.02	Ra3.2

如图2—12，精车铸铁盘形试件的端面，用卡盘夹持，试件直径 D 为床身上最大加工直径的 $1/2$ ，试件中心可留有约等于试件直径 $1/10$ 的中心孔，精度要求见表2—3，端面只允许凹。

3. 精车螺纹的螺距精度

如图2—13，精车一根和机床大丝杠外径、螺距相等的单线梯形螺纹试件，车削时必须经过进给机构，不允许直联丝杠车削。

精度要求是检验螺距累积误差（螺纹的左右两侧均应检验）见表2—4。

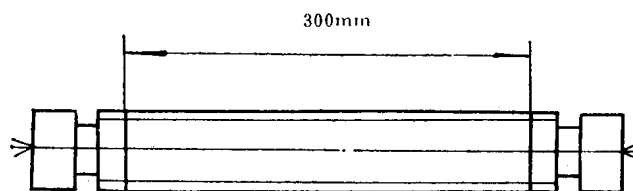


图 2—13 精车丝杠

表 2—4 精车螺纹的螺距精度(mm)

床身上最大回转直径		≤ 400		
精度等级	测量长度	25	100	300
I 级		0.009	0.012	0.018
II 级		0.003	0.04	0.06

第3学习单元

车 刀 与 切 削

合理地选择车刀切削部分材料·刃磨车刀·改善切削条件的操作技能

一、车刀切削部分的材料

(一) 对车刀切削部分材料性能的基本要求

1. 硬度和耐磨性：硬度是保证刀具切入工件的先决条件，刀具材料的硬度至少比工件高1.3倍才能顺利切削，金属切削刀具材料硬度一般都在 HRC60以上，硬度越高耐磨性越好。

2. 强度和韧性：承受切削过程中所产生的振动和冲击而不破损的能力。

3. 红硬性：在高温下仍能保持正常切削需要的硬度、强度和耐磨性的能力。

以上性能，不是孤立的，而是互相矛盾和互相制约的，如硬度高的材料往往韧性较差，只能抓住主要矛盾，即满足切削过程中的主要要求，其他性能要求只要影响不大就可以了。各种车刀材料的性能比较，见表3—1。

(二) 常用车刀材料的主要性能和用途

表 3—1 各种车刀材料性能比较表

材料性能 优越顺序	性能	硬 度	抗弯强度 σ_{bb}	红 硬 性	工 艺 性
		(耐磨性)	GPa(kgf/mm ²)	℃	
1		金 刚 石	高 速 钢	陶瓷材料	碳素工具钢
		HV10000	3.43—4.41(350—450)	1200—1350	
2		陶瓷材料	合金工具钢	硬质合金	合金工具钢
		HRA90—95	2.45—2.75(250—280)	800—1000	
3		硬质合金	碳素工具钢	金 刚 石	高速钢
		HRA88—93	2.45—2.75(250—280)	700—860	
4		高速钢	硬质合金	高速钢	硬质合金
		HRC65—70	0.88—1.47(90—150)	540—650	
5		合金工具钢	陶瓷材料	合金工具钢	陶瓷材料
		HRC60—65	0.44—0.83(45—85)	250—300	
6		碳素工具钢	金刚石	碳素工具钢	金 刚 石
		HRC58—64	0.294(—30)	—200	