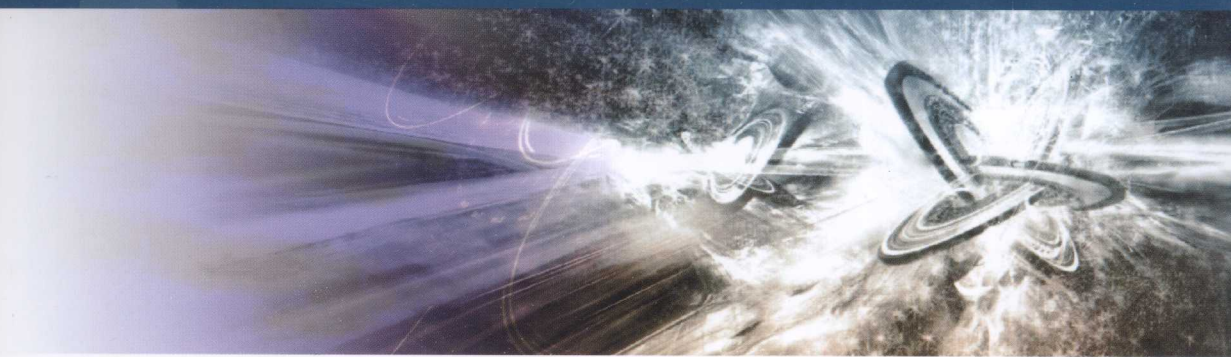




面向“十二五”高等学校精品规划教材·机电类

机械设备维护与保养

王伟平 主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等学校精品规划教材·机电类

机械设备维护与保养

王伟平 主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书采用项目教学和案例教学方法,以机械行业的企业常用的典型金属切削机床为载体,全面介绍了机械设备的结构、原理、维护、保养与安全操作规程等。

本书共分5个项目,各项目确定了项目要点、技能目标、项目导入和项目说明,便于学习者把握要点,提高学习效果。项目一至项目五分别介绍了普通车床、普通铣床、磨床、齿轮加工机床以及数控机床的维护与保养。在介绍各类机床基础知识的基础上,主要介绍了CA6140型普通卧式车床、X6132A型万能升降台铣床、M1432A型万能外圆磨床、Y3150E型滚齿机以及数控机床等机床的传动系统、主要部件结构、原理、常见故障分析与排除、机床的维护与保养以及安全操作规程,同时通过项目实训,读者可以熟练地掌握各机床相关知识及其维护与保养。

本书结构新颖、实例丰富、知识全面,适合作为高等院校机电类相关专业作为教材使用,也适合机械设备操作与维护人员学习参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械设备维护与保养 / 王伟平主编. —北京:北京理工大学出版社, 2010.2

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2991 - 3

I. ①机… II. ①王… III. ①机械设备 - 维护 IV. ①TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 009399 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 10.75

字 数 / 247 千字

版 次 / 2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 2000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 张沁萍

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

近年来,我国高等教育的改革和发展实现了历史性的跨越,培养了大量人才,为我国经济的发展作出了巨大的贡献,但从 IMD 国际竞争力指标体系中的分析数据来看,我国企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才严重不足,这也热切地呼唤着高等院校培养出更多具备全面的知识、能力和综合素质,面向生产、建设、管理、服务第一线的高级应用型专门人才。教育部在 2003 年启动了本科教学评估工作,并在 2007 年提出了本科教育、教学“质量工程”,鼓励和支持高等学校在教学理念等方面进行创新,形成有利于多样化人才成长的培养体系,满足国家对社会紧缺的创新型人才和应用型人才的需要。

北京理工大学出版社组织知名专家、学者,以培养应用型人才为主题进行深入的研讨,规划出版了这套“面向‘十二五’高等学校精品规划教材·机电类”。着力于培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持工作有效运行的高等应用型人才。

本套教材在规划过程中体现了如下基本原则和特点:

- 学科体系完整,课程间相互衔接紧密。

本套教材根据工程实践需要,按教学体系要求进行整合编排。包括了机电类专业的基础课、专业基础课和部分专业课。除了考虑单门课程自身体系的完整,兼顾不同课程间的衔接。

- 强调实用性和工程概念。

工程的概念体现在整套教材中,以工程实践要求为核心编写教材。

- 减少了部分理论推导方面的内容。

强调概念和应用,减少了部分理论推导。在实验环节强调创新型的实验,减少验证型的实验。

- 结合新技术和新工艺。

充分吸收新技术和新工艺的内容,反映国内外机械学科最新发展。

- 注重培养学生职业能力。加强学生对 Autocad、UG、Pro/E、Mastercam 等

软件进行设计和仿真的能力。

- 提供教学包，可在北京理工大学出版社网站 [www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn) 下载。

本套教材既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律，又针对本科人才培养目标及与之相适应的教学特点，精心设计写作体例，科学安排知识内容，表达了一批教育工作者和出版人“精心打造精品，教材服务教育”的理念。

本套教材可作为高等教育应用型本科院校机电类相关专业的课程教学用书，也可以作为机电类技能培训用书。

北京理工大学出版社

前 言

本书根据“高等院校专业人才培养目标及规格”的要求，结合湖南省教育科学规划课题“两型社会建设与高职教育的发展对策研究”（课题批准号为 XJK08BJM002）的研究成果，并总结了编者在机械加工设备维修领域的教学和工程实践经验而编写的。

机械设备是一个广义的范畴，不仅包含了机械加工设备、工程机械设备、路桥机械设备、食品机械设备、自动生产线等，机械设备的维护与保养也同样具有广阔的范围。根据长株潭机械行业企业的设备要求，本书回避了广泛的机械设备介绍，而是选择以长株潭机械行业的企业应用最为广泛的机床设备为载体，重点介绍了普通车床、普通铣床、磨床、齿轮加工机床和数控机床等机械加工设备的机械结构与原理、故障诊断与维修以及安全操作规程等，使读者可以熟练地掌握相应机床设备的相关知识及其维护与保养。

本书共分5个项目，各项目的编排遵循由浅入深的原则，适合模块式教学的开展。同时，各项目依据项目教学法和案例教学法的原理，针对各项目知识体系确定了项目要点、技能目标、项目导入、项目说明，便于学习者有效地提高学习效果。每个项目精心安排了结合机械行业的企业机床设备的操作或维护实训，利于读者在享受成就感的前提下，兴味盎然地完成项目目标。另外，每个项目精心安排了项目拓展与思考训练，读者通过及时主动地巩固训练，就能达到举一反三的效果，使知识转化成真实的技能，最终增强就业竞争能力。

全书结构如下：

项目一：普通车床的维护与保养，主要介绍 CA6140 型普通车床的传动系统、机械结构与原理、常见故障的分析与维护以及一般保养；

项目二：普通铣床的维护与保养，主要介绍 X6132A 型万能升降台铣床的传动系统、机械结构与原理、常见故障的分析与维护以及一般保养；

项目三：磨床的维护与保养，主要介绍 M1432A 型万能外圆磨床的传动系统、机械结构与原理、常见故障的分析与维护以及一般保养；

项目四：齿轮加工机床的维护与保养，主要介绍 Y3150E 型滚齿机的传动系统、机械结构与原理、常见故障的分析与维护以及一般保养；

项目五：数控机床的维护与保养，主要介绍典型的机械结构如主轴部件、滚珠丝杠副、导轨副、刀库及自动换刀装置等结构、原理及故障诊断与维护，以及数控机床的一般保养。

本书由王伟平主编，刘海渔教授审稿，为本书提供了宝贵的意见和建议。在编写过程中，得到兄弟院校和相关企业专家的大力支持和帮助，在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限，不当之处在所难免，望读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 普通车床的维护与保养	(1)
1.1 普通车床维护与保养项目说明	(1)
1.2 普通车床基础知识	(2)
1.3 CA6140 型卧式车床主要结构	(13)
1.4 其他常见车床	(23)
1.5 普通车床常见故障分析与排除	(26)
1.6 普通卧式车床的安全操作规程	(30)
1.7 普通卧式车床的一般保养	(31)
1.8 CA6140 型卧式车床剖析实训	(32)
1.9 拓展实训——C6136 型卧式车床操作实训	(34)
1.10 项目小结	(36)
1.11 思考与训练	(36)
项目二 普通铣床维护与保养	(37)
2.1 普通铣床维护与保养项目说明	(37)
2.2 普通铣床基础知识	(38)
2.3 X6132A 型万能升降台铣床主要结构	(41)
2.4 其他常见铣床简介	(48)
2.5 普通铣床常见故障分析与排除	(50)
2.6 万能卧式铣床的安全操作规程	(51)
2.7 万能卧式铣床的一般保养	(52)
2.8 X6132A 型万能升降台铣床剖析实训	(53)
2.9 X6132A 型万能升降台铣床操作实训	(53)
2.10 拓展实训——分度头应用实训	(55)
2.11 项目小结	(57)
2.12 思考与训练	(58)
项目三 磨床的维护与保养	(59)
3.1 磨床的维护与保养项目说明	(59)
3.2 磨床基础知识	(60)
3.3 M1432A 型万能外圆磨床的主要部件结构	(62)
3.4 其他常见磨床简介	(69)

3.5	磨床常见故障分析与排除	(72)
3.6	万能外圆磨床的安全操作规程	(74)
3.7	万能外圆磨床的一般保养	(75)
3.8	砂轮的检查、安装、平衡和修整实训	(77)
3.9	M1432A 型万能外圆磨床的操作实训	(80)
3.10	项目小结	(82)
3.11	思考与训练	(82)
项目四 齿轮加工机床的维护与保养		(83)
4.1	齿轮加工机床维护与保养项目说明	(83)
4.2	齿轮加工机床基础知识	(84)
4.3	Y3150E 型滚齿机	(86)
4.4	插齿机	(98)
4.5	其他类型齿轮加工机床简介	(104)
4.6	Y3150E 型滚齿机常见故障分析与排除	(109)
4.7	滚齿机的安全操作规程	(113)
4.8	滚齿机的一般保养	(114)
4.9	Y3150E 型滚齿机的调整实训	(115)
4.10	项目小结	(118)
4.11	思考与训练	(118)
项目五 数控机床维护与保养		(120)
5.1	数控机床维护与保养项目说明	(120)
5.2	数控机床基础知识	(121)
5.3	数控机床典型机械部件故障诊断与维修	(127)
5.4	数控机床的安全操作规程	(149)
5.5	数控机床的一般保养	(150)
5.6	数控车床操作实训	(152)
5.7	数控铣床操作实训	(156)
5.8	拓展实训——CK7815 型数控车床主轴的拆卸与调整	(159)
5.9	项目小结	(161)
5.10	思考与训练	(162)
参考文献		(163)

项目一

普通车床的维护与保养

☒ 项目要点

- CA6140 卧式车床传动系统
- CA6140 卧式车床机械结构
- 普通车床常见故障与维护
- 普通车床的一般保养
- 普通车床的安全操作规程

☒ 技能目标

- 会识读 CA6140 卧式车床传动系统图
- 熟知 CA6140 卧式车床机械结构
- 能正确使用常用的机械拆装工具
- 会普通车床常见故障分析及维护
- 会普通车床的一般保养
- 熟知普通车床的安全操作规程
- 会普通车床的基本操作

☒ 项目导入

普通车床是典型的机械加工设备之一，其可以实现多种转速的输出，可以车削内外圆柱面、圆锥面、环形槽、回转体成型面、各种螺纹，还可以进行钻中心孔、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹和滚花等工作。那么普通车床是怎样实现其机械运动的？其机械结构原理是怎样的？出了故障又将如何维护？如何做好其保养？下面我们通过本项目来一步步地揭开其中的奥秘。

1.1 普通车床维护与保养项目说明

1.1.1 项目目的

- (1) 掌握普通车床各典型部件的机械结构。

- (2) 掌握普通车床常见故障的分析与维护。
- (3) 掌握普通车床的一般保养。
- (4) 熟知普通车床的安全操作规程。

1.1.2 项目条件

CA6140 卧式车床；C6136 卧式车床；常用拆装工具。

1.1.3 项目内容及要求

车床的机械故障分析与维护。首先进行机械传动系统及结构原理学习，熟悉机械常见故障分析与有效排除方法，实现普通车床的一般保养与安全操作。

1.2 普通车床基础知识

1.2.1 车削加工概述

车削加工是机械加工中最基本、应用最广泛的一种加工方法，主要用于加工各种回转表面，如内外圆柱表面、内外圆锥表面、成形回转面和回转体的端面等。通常，车床上使用的刀具为各种车刀，也可用钻头、扩孔钻、铰刀进行孔加工，用丝锥、板牙加工内外螺纹。通常，车床的主运动由工件随主轴旋转来实现，而进给运动由刀架的纵向、横向移动来完成。由于各种机械产品中回转表面的零件很多，车床的工艺范围又较广，因此车床使用十分广泛，其中尤以卧式车床使用最为普遍。卧式车床的主要工艺范围如图 1-1 所示。

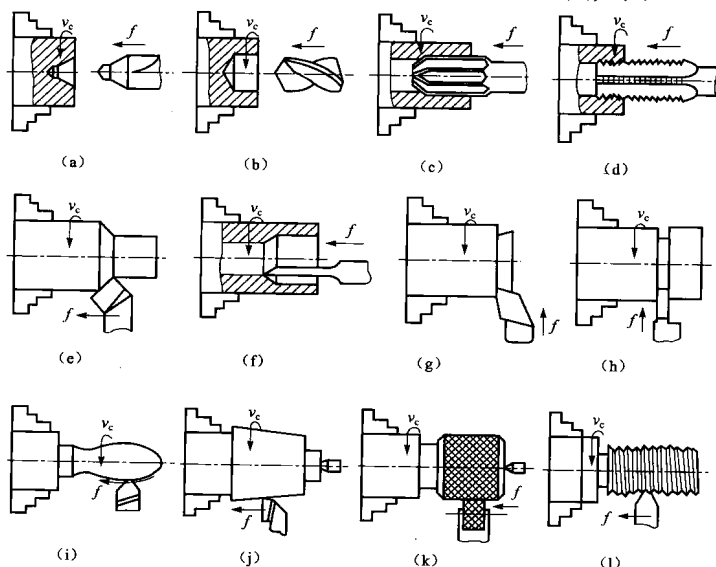


图 1-1 卧式车床的车削工艺范围

- (a) 钻中心孔；(b) 钻孔；(c) 铰孔；(d) 攻螺纹；(e) 车外圆；(f) 车内孔；(g) 车端面；
(h) 切槽；(i) 车成形面；(j) 车锥面；(k) 滚花；(l) 车外螺纹

1.2.2 CA6140 卧式车床的组成

CA6140 卧式车床的外形如图 1-2 所示,其主要组成部件及功能如下。

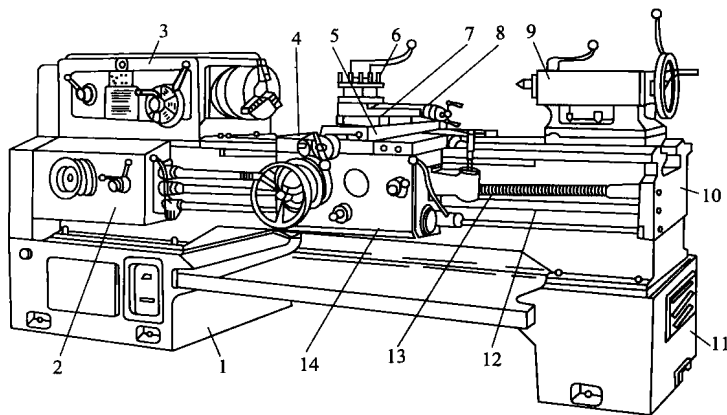


图 1-2 CA6140 卧式车床外形图

1, 11—床腿; 2—进给箱; 3—主轴箱; 4—床鞍; 5—中滑板; 6—刀架; 7—回转盘;
8—小滑板; 9—尾座; 10—床身; 12—光杠; 13—丝杠; 14—溜板箱

(1) 主轴箱。主轴箱 3 由箱体、主轴、传动轴、轴上传动件和变速操作机构组成,其功能是支承主轴并使主轴与工件以所需速度和方向旋转。

(2) 刀架与滑板。四方刀架用于装夹刀具;滑板俗称拖板,由上、中、下 3 层组成;床鞍(即下滑板或称大拖板)用于实现纵向进给运动;中滑板(即中拖板)用于车外圆(或孔)时控制吃刀深度及车端面时实现横向进给运动;上滑板(即小拖板)用来纵向调节刀具位置和实现手动纵向进给运动,上滑板还可以相对中滑板偏转一定角度,用于手动加工圆锥面。

(3) 进给箱。进给箱 2 内装有进给运动的传动及操作装置,用以改变机动进给的进给量或被加工螺纹的导程。

(4) 溜板箱。溜板箱 14 安装在刀架部件底部,可以通过光杠或丝杠接受进给箱传来的运动,并将运动传给刀架部件,从而使车刀实现纵向、横向进给或车螺纹运动。

(5) 尾座。尾座 9 安装于床身尾座导轨上,可沿其导轨纵向调整位置,其上可安装顶尖来支承较长或较重的工件,也可安装各种刀具,如钻头和铰刀等。

(6) 床身。床身 10 固定在左、右床腿 1、11 上,用以支承其他部件,如主轴箱、进给箱、滑板箱、滑板和尾座等,并使他们保持准确的相对位置。

1.2.3 CA6140 卧式车床传动系统分析

CA6140 型卧式车床的传动系统如图 1-3 所示。整个传动系统由主运动传动链、车螺纹传动链、纵向进给传动链、横向进给传动链及快速移动传动链组成。

1. 主运动

主运动由主电动机(7.5 kW, 1 450 r/min)经 V 带传到主轴箱中的轴 I 而输入主轴

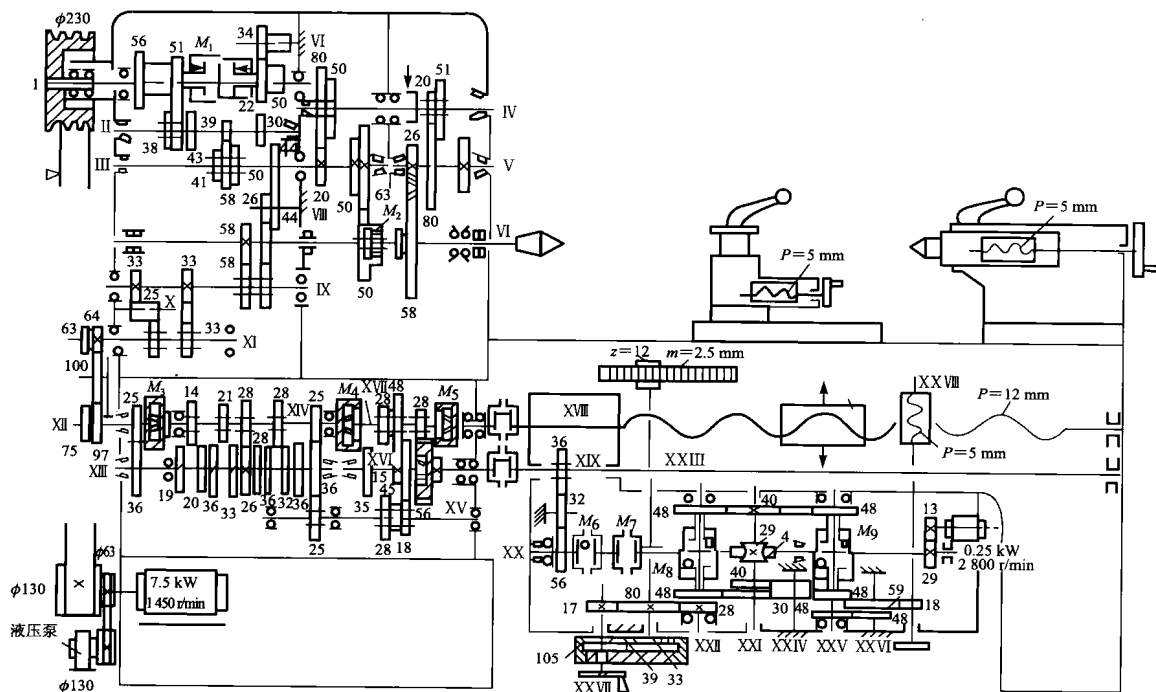


图 1-3 CA6140 卧式车床传动系统图

箱。轴 I 上安装有双向多片式摩擦离合器 M_1 ，以控制主轴的启动、停转及旋转方向。 M_1 左边摩擦片结合时，主轴正转，右边结合时，主轴反转。当两边摩擦片都脱开时，主轴停转。轴 I 的运动经离合器 M_1 和双联滑动齿轮变速装置传至轴 II，再经三联滑动齿轮变速装置传至轴 III。轴 III 的运动可由两种传动路线传至主轴。当主轴 VI 上的滑动齿轮 z_{50} 处于左边位置时，轴 III 的运动直接由齿轮 z_{63} 传至与主轴用花键连接的滑动齿轮 z_{50} ，从而带动主轴高速旋转；当滑动齿轮 z_{50} 右移，脱开与轴 III 上齿轮 z_{63} 的啮合，并通过其内齿轮与主轴上大齿轮 z_{58} 左端齿轮啮合（即离合器 M_2 结合）时，轴 III 运动经轴 III - IV 间及轴 IV - V 间两组双联滑动齿轮变速装置传至轴 V，再经齿轮副 $\frac{26}{58}$ 使主轴获得中、低转速。

当轴 I 上摩擦离合器右边结合时，轴 I 经 M_1 和 $\frac{50}{34} \times \frac{34}{30}$ 两级齿轮副使轴 II 反转，从而使主轴得到反转转速。

主运动的传动路线表达式为：

$$\begin{aligned}
 & \text{电动机} - \frac{\phi 130}{\phi 230} - \text{I} - \left[\begin{array}{c} \overleftarrow{M_1} - \left[\begin{array}{c} 51 \\ 43 \end{array} \right] \\ \text{(正转)} \\ \overrightarrow{M_2} - \frac{50}{34} - \text{VII} - \frac{34}{30} \\ \text{(反转)} \end{array} \right] - \text{II} - \left[\begin{array}{c} 39 \\ 41 \\ 22 \\ 58 \\ 30 \\ 50 \end{array} \right] - \text{III} - \left[\begin{array}{c} 20 \\ 80 \\ 50 \\ 50 \end{array} \right] - \text{IV} - \left[\begin{array}{c} 20 \\ 80 \\ 51 \\ 50 \end{array} \right] - \text{V} - \frac{26}{58} M_2 - \text{VI (主轴)} \\
 & \left(\begin{array}{c} 7.5 \text{ kW} \\ 1450 \text{ r/min} \end{array} \right)
 \end{aligned}$$

由传动系统图和传动路线表达式, 主轴可得到 $2 \times 3 \times (2 \times 2 + 1) = 30$ 级转速, 但由于轴Ⅲ - V间的四种传动比为:

$$\begin{aligned} u_1 &= \frac{50}{50} \times \frac{51}{50} \approx 1 & u_2 &= \frac{20}{80} \times \frac{51}{50} \approx \frac{1}{4} \\ u_3 &= \frac{50}{50} \times \frac{20}{80} = \frac{1}{4} & u_4 &= \frac{20}{80} \times \frac{20}{80} = \frac{1}{16} \end{aligned}$$

其中 $u_2 \approx u_3$, 可见轴Ⅲ - V间只有三种不同传动比。故主轴实际获得 $2 \times 3 \times (3 + 1) = 24$ 级不同的转速。同理, 主轴的反转转速级数为 $3 \times (3 + 1) = 12$ 级。

主轴的转速可按下列运动平衡式计算:

$$n_{\text{主}} = 1450 \times \frac{130}{230} \times (1 - \varepsilon) u_{\text{I-Ⅱ}} u_{\text{Ⅱ-Ⅲ}} u_{\text{Ⅲ-V}}$$

式中 $n_{\text{主}}$ ——主轴转速 (r/min);

ε ——V带传动的滑动系数, 可取 $\varepsilon = 0.02$;

$u_{\text{I-Ⅱ}}$ 、 $u_{\text{Ⅱ-Ⅲ}}$ 、 $u_{\text{Ⅲ-V}}$ ——分别为轴Ⅰ - Ⅱ、Ⅱ - Ⅲ、Ⅲ - V间的可变传动比。

例如, 由图 1-3 主传动链中齿轮啮合情况, 可计算出:

$$n_{\text{主}} = 1450 \times \frac{130}{230} \times (1 - 0.02) \times \frac{51}{43} \times \frac{22}{58} \times \frac{63}{50} \approx 450 \text{ (r/min)}$$

2. 车螺纹运动

CA6140 型卧式车床可车削米制、模数制、英制和径节制四种标准螺纹, 另外, 还可加工大导程螺纹、非标准螺纹及较精密螺纹。

车制螺纹时, 刀架通过车螺纹传动链得到运动, 两端件主轴——刀架之间必须保持严格的运动关系, 即主轴每转一周, 刀具移动一个被加工螺纹的导程。由此, 结合传动系统图, 可得车螺纹传动链运动平衡式如下:

$$L = 1_{\text{主轴}} \times u_{\text{定}} \times u_x P_{\text{丝}}$$

式中 $u_{\text{定}}$ ——主轴至丝杠间全部定比传动机构的总传动比, 是一常数;

u_x ——主轴至丝杠间换置机构的可变传动比;

$P_{\text{丝}}$ ——机床丝杠的螺距。CA6140 型车床使用单头螺纹, $P_{\text{丝}} = 12 \text{ mm}$;

L ——工件螺纹的导程 (mm)。

上式中, $u_{\text{定}}$ 、 $P_{\text{丝}}$ 均为定值, 可见, 要加工不同导程的螺纹, 关键是调整车螺纹传动链中换置机构的传动比。

1) 车米制螺纹

米制螺纹是应用最广泛的一种螺纹, 在国家标准中规定了标准螺距值。表 1-1 列出了 CA6140 型车床能车制的常用米制螺纹标准螺距值。从表中可以看出, 米制螺纹标准螺距值的排列成分段等差数列, 其特点是每行中的螺距值按等差数列排列, 每列中的螺距值又成一公比为 2 的等比数列。

表 1-1 CA6140 型车床车削米制螺纹表

$\begin{matrix} L/\text{mm} \\ u_{\text{基}} \\ u_{\text{倍}} \end{matrix}$	$\frac{26}{28}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{32}{28}$	$\frac{36}{28}$	$\frac{19}{14}$	$\frac{20}{14}$	$\frac{33}{21}$	$\frac{36}{21}$
$\frac{18}{45} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{8}$	—	—	1	—	—	1.25	—	1.5
$\frac{28}{35} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{4}$	—	1.75	2	2.25	—	2.5	—	3
$\frac{18}{45} \times \frac{35}{28} = \frac{1}{2}$	—	3.5	4	4.5	—	5	5.5	6
$\frac{28}{35} \times \frac{35}{28} = 1$	—	7	8	9	—	10	11	12

车米制螺纹时, 进给箱中离合器 M_3 、 M_4 脱开, M_5 结合 (参见图 1-3)。运动由主轴 VI 经齿轮副 $\frac{58}{58}$, 轴 IX - XI 间换向机构, 挂轮组 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75}$, 然后再经齿轮副 $\frac{25}{36}$, 轴 XIII - XIV 间滑移齿轮变速机构, 齿轮副 $\frac{25}{36} \times \frac{36}{25}$, 轴 XV - XVII 间的两组滑移齿轮变速机构及离合器 M_5 传给丝杠。丝杠通过开合螺母将运动传至溜板箱, 带动刀架纵向进给。车制米制螺纹进给运动的传动路线表达式为:

运动平衡式为:

$$L = kP = 1_{\text{主轴}} \times \frac{58}{58} \times \frac{33}{33} \times \frac{63}{100} \times \frac{100}{75} \times \frac{25}{36} \times u_{\text{XIII-XIV}} \times \frac{25}{36} \times \frac{36}{25} \times u_{\text{XV-XVII}} \times 12$$

式中 L —— 螺纹导程 (mm);

P —— 螺纹螺距 (mm);

k —— 螺纹头数;

$u_{\text{XIII-XIV}}$ —— XIII - XIV 间可换传动比;

$u_{\text{XV-XVII}}$ —— XV - XVII 间可换传动比。

整理后可得:

$$L = 7u_{\text{XIII-XIV}} \times u_{\text{XV-XVII}}$$

上式中 $u_{\text{XIII-XIV}}$ 为轴 XIII - XIV 间滑移齿轮变速机构的传动比。该滑移齿轮变速机构由固定在轴 XIII 上的 8 个齿轮及安装在轴 XIV 上的 4 个单联滑移齿轮构成。每个滑移齿轮可分别与轴 XIII 上的两个固定齿轮相啮合, 其啮合情况分别为: $\frac{26}{28}$, $\frac{28}{28}$, $\frac{32}{28}$, $\frac{36}{28}$, $\frac{19}{14}$, $\frac{20}{14}$, $\frac{33}{21}$ 及 $\frac{36}{21}$, 相应的八种传动比为: $\frac{6.5}{7}$, $\frac{7}{7}$, $\frac{8}{7}$, $\frac{9}{7}$, $\frac{9.5}{7}$, $\frac{10}{7}$, $\frac{11}{7}$ 及 $\frac{12}{7}$ 。这 8 个传动比近似按等差数列排列。如果取上式中 $u_{\text{XV-XVII}} = 1$, 则机床可通过该滑移齿轮机构的不同传动比, 加工出导程分别为 (6.5 mm)、7 mm、8 mm、9 mm、(9.5 mm)、10 mm、11 mm、12 mm 的螺纹,

其中除括号内的外,正好是表1-1中最后一行的螺距值。可见,该变速机构是获得各种螺纹导程的基本变速机构,通常称为基本螺距机构,或简称为基本组,其传动比用 $u_{\text{基}}$ 表示。

上式中 $u_{\text{XV-XVII}}$ 是轴XV-XVII间变速机构的传动比,其值按倍数排列,用来配合基本组,扩大车削螺纹的螺距值大小,故称该变速机构为增倍机构或增倍组。增倍组有四种传动比,分别为:

$$\begin{aligned} u_{\text{倍1}} &= \frac{28}{35} \times \frac{35}{28} = 1 & u_{\text{倍2}} &= \frac{18}{45} \times \frac{35}{28} = \frac{1}{2} \\ u_{\text{倍3}} &= \frac{28}{35} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{4} & u_{\text{倍4}} &= \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{8} \end{aligned}$$

通过 $u_{\text{基}}$ 和 $u_{\text{倍}}$ 的不同组合,就可得到表1-1中所列全部米制螺纹的螺距值。将上式中的 $u_{\text{XIII-XIV}}$ 以 $u_{\text{基}}$ 代替, $u_{\text{XV-XVII}}$ 以 $u_{\text{倍}}$ 代替,可得车米制螺纹的换置公式为:

$$L = 7u_{\text{基}} \times u_{\text{倍}}$$

2) 车模数螺纹

模数螺纹的螺距参数为模数 m ,螺距值为 πm mm,主要用于米制蜗杆中。模数螺纹的模数值已由国家标准规定。表1-2列出了CA6140型车床上所能车削的模数螺纹的模数值。从表中可看出模数值的排列规律与米制螺纹螺距值一样,也成一段段等差数列。如果将表1-2中的模数值以螺距值(πm)代替,再与米制螺纹螺距表(表1-1)比较,可发现,表1-2中每项模数螺纹螺距值为表1-1中相应项米制螺纹螺距值的 $\frac{\pi}{4}$ 倍。

表1-2 CA6140型车床车削模数螺纹表

$\begin{matrix} m/\text{mm} \\ u_{\text{基}} \end{matrix}$	$\frac{26}{28}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{32}{28}$	$\frac{36}{28}$	$\frac{19}{14}$	$\frac{20}{14}$	$\frac{33}{21}$	$\frac{36}{21}$
$\frac{18}{45} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{8}$	—	—	0.25	—	—	—	—	—
$\frac{28}{35} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{4}$	—	—	0.5	—	—	—	—	—
$\frac{18}{45} \times \frac{35}{28} = \frac{1}{2}$	—	—	1	—	—	1.25	—	1.5
$\frac{28}{35} \times \frac{35}{28} = 1$	—	1.75	2	2.25	—	2.5	2.75	3

车削模数螺纹时,挂轮组采用 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97}$,其余传动路线与车米制螺纹完全一致。因为两种挂轮组传动比的比值 $\left(\frac{64}{100} \times \frac{100}{97}\right) / \left(\frac{63}{100} \times \frac{100}{75}\right) \approx \frac{\pi}{4}$,所以,改变挂轮组的传动比后,车模数螺纹传动链的总传动比为相应车米制螺纹传动链总传动比的 $\frac{\pi}{4}$ 倍。可见,只要更换

挂轮组, 就可在加工米制螺纹传动路线基础上, 加工出各种模数螺纹。车制模数螺纹的运动平衡式为:

$$L_m = k\pi m = 1_{\text{主轴}} \times \frac{58}{58} \times \frac{33}{33} \times \frac{64}{100} \times \frac{100}{97} \times \frac{25}{36} \times u_{\text{基}} \times \frac{25}{36} \times \frac{36}{25} \times u_{\text{倍}} \times 12$$

式中 L_m ——模数螺纹导程 (mm);

m ——模数螺纹的模数值 (mm);

k ——螺纹头数。

整理后得:

$$L_m = k\pi m = \frac{7\pi}{4} \times u_{\text{基}} \times u_{\text{倍}}$$

$$m = \frac{7}{4k} u_{\text{基}} u_{\text{倍}}$$

加工头数 $k=1$ 的各种模数螺纹的 $u_{\text{基}}$ 和 $u_{\text{倍}}$ 可见表 1-2。

3) 车英制螺纹

英制螺纹的螺距参数为螺纹每英寸长度上的牙 (扣) 数 a 。标准的 a 值也是按分段等差数列规律排列的。英制螺纹的螺距值为 $\frac{1}{a}$ in, 折算成米制为 $\frac{25.4}{a}$ mm。可见标准英制螺纹螺距值的特点是: 分母按分段等差数列排列, 且螺距值中含有 25.4 特殊因子。因此, 车削英制螺纹传动路线与车米制螺纹传动路线相比, 应有两处不同:

① 基本组中主、从动传动关系应与车米制螺纹时相反, 即运动应由轴 XIV 传至轴 XIII。这样, 基本组的传动比分别为 $\frac{7}{6.5}, \frac{7}{7}, \frac{7}{8}, \frac{7}{9}, \frac{7}{9.5}, \frac{7}{10}, \frac{7}{11}$ 及 $\frac{7}{12}$, 形成了分母成近似等差数列排列, 从而适应英制螺纹螺距值的排列规律;

② 改变传动链中部分传动副的传动比, 以引入 25.4 的因子。车制英制螺纹时, 挂轮组采用了 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75}$, 进给箱中轴 XII 的滑移 z_{25} 右移, 使离合器 M_3 结合, 轴 XV 上滑移齿轮 z_{25} 左移与轴 XIII 上固定齿轮 z_{36} 啮合。此时, 离合器 M_4 脱开, 离合器 M_5 仍保持结合。运动由挂轮组传至 XII 后, 经离合器 M_3 、轴 XIV 及基本组机构传至轴 XIII, 传动方向正好与车米制螺纹时相反, 其基本组传动比 $u'_{\text{基}}$ 与车米制螺纹时的 $u_{\text{基}}$ 互为倒数, 即 $u'_{\text{基}} = \frac{1}{u_{\text{基}}}$ 。然后运动由齿轮副 $\frac{36}{25}$, 增倍机构, M_5 离合器传至丝杠。车英制螺纹的运动平衡式为:

$$L_a = \frac{25.4k}{a} = 1_{\text{主轴}} \times \frac{58}{58} \times \frac{33}{33} \times \frac{63}{100} \times \frac{100}{75} \times u'_{\text{基}} \times \frac{36}{25} u_{\text{倍}} \times 12$$

平衡式中, $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75} \times \frac{36}{25} \approx \frac{25.4}{21}$, 包含了 25.4 的因子, $u'_{\text{基}} = \frac{1}{u_{\text{基}}}$, 代入上式整理后得换置公式:

$$L_a = \frac{25.4k}{a} = \frac{4}{7} \times 25.4 \times \frac{u_{\text{倍}}}{u_{\text{基}}}$$

$$a = \frac{7k}{4} \frac{u_{\text{基}}}{u_{\text{倍}}}$$

当头数 $k = 1$ 时, a 值与 $u_{\text{基}}$ 、 $u_{\text{倍}}$ 的关系见表 1-3。

表 1-3 CA6140 型车床车削英制螺纹表

$a/(\text{牙} \cdot \text{in}^{-1})$ $u_{\text{基}}$ $u_{\text{倍}}$	$\frac{26}{28}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{32}{28}$	$\frac{36}{28}$	$\frac{19}{14}$	$\frac{20}{14}$	$\frac{33}{21}$	$\frac{36}{21}$
$\frac{18}{45} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{8}$	—	14	16	18	19	20	—	24
$\frac{28}{35} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{4}$	—	7	8	9	—	10	11	12
$\frac{18}{45} \times \frac{35}{28} = \frac{1}{2}$	$3 \frac{1}{4}$	$3 \frac{1}{2}$	4	$4 \frac{1}{2}$	—	5	—	6
$\frac{28}{35} \times \frac{35}{28} = 1$	—	—	2	—	—	—	—	3

4) 车径节螺纹

径节螺纹用于英制蜗杆, 其螺距参数以径节 DP (牙/in) 来表示。标准径节的数列也是分段等差数列。径节螺纹的螺距为 $\frac{\pi}{DP} \text{in} = \frac{25.4\pi}{DP} \text{mm}$ 。可见径节螺纹的螺距值与英制螺纹相比, 分母是分段等差数列, 且螺距值中含有 25.4 因子, 所不同的是径节螺纹的螺距值中还具有 π 因子。由此可知, 车径节螺纹可采用车英制螺纹传动路线, 但挂轮组应与加工模数螺纹时相同, 为 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97}$ 。车径节螺纹时的运动平衡式为:

$$L_{DP} = \frac{25.4k\pi}{DP} = 1_{\text{主轴}} \times \frac{58}{58} \times \frac{33}{33} \times \frac{64}{100} \times \frac{100}{97} \times u'_{\text{基}} \times \frac{36}{25} u_{\text{倍}} \times 12$$

$$DP = 7k \frac{u_{\text{基}}}{u_{\text{倍}}}$$

当加工头数 $k = 1$ 的标准 DP 值径节螺纹时, $u_{\text{基}}$ 和 $u_{\text{倍}}$ 的关系见表 1-4。

表 1-4 CA6140 型车床车削径节螺纹表

$DP/(\text{牙} \cdot \text{in}^{-1})$ $u_{\text{基}}$ $u_{\text{倍}}$	$\frac{26}{28}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{32}{28}$	$\frac{36}{28}$	$\frac{19}{14}$	$\frac{20}{14}$	$\frac{33}{21}$	$\frac{36}{21}$
$\frac{18}{45} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{8}$	—	56	64	72	—	80	88	96
$\frac{28}{35} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{4}$	—	28	32	36	—	40	44	48