

機床概論及運動學

清華大學

1957

金属切削机床概论

上册

(第一部份 概论)

江苏工业学院图书馆
藏书章

清华大学机床与工具教研组

1957. 北京

目 录

第一部份

概 论

第一章 金属切削机床中的一般问题	1
机床分类；机床编号；机床中传动件的代表符号；	
机床上常用的传动机构。	1-7

第二章 车床	8
--------	---

第一节 螺絲車床	9-33
----------	------

C620-1 型螺絲車床；1K62 螺絲車床；C616 型
螺絲車床；1620 型螺絲車床；1M620 螺絲
車床；高速螺絲車床；1622 型精密螺絲車床。

第二节 螺絲車床的調整	33-39
調整的定義；配換齒輪。	

第三节 轉塔車床	39-43
C365 L 轉塔車床；C336 型轉塔車床。	

第四节 重型、端面、立式車床	43-46
重型車床；端面車床；立式車床	

第五節 特殊車床	46-49
曲軸車床；凸輪車床；車軸車床；車輪車床； 軋棍車床。	

第三章 自动与半自动車床	50
--------------	----

第一节 单軸自动車床	51-60
单軸轉塔自动車床；单軸成形縱切自动車床； 单軸切斷式自动車床。	

第二节 多軸自动車床	60-64
多位式多軸自动車床；切斷式多軸自动車床。	

第三节 多刀半自动車床	64-70
C720 多刀半自动車床；C720F 多刀半自动 車床	

第四章 钻 镗床	71
第一节 钻床	71-74
2135 型立式钻床, 2B56 型摇臂钻床、多轴钻床、深孔钻床; 钻床上缩短辅助时间的一些措施。	
第二节 镗床	74-78
T68 型万能卧式镗床; 精密镗床; 坐标镗床。	
第三节 组合机床	78-81
组合机的组成; 组合机的优缺点及应用范围。	
第五章 铣床	82
第一节 升降台式铣床	82-84
万能铣及平铣; 立式铣床; 万能工具铣床。	
第二节 无升降台式铣床	84-85
6A54 无升降台式立铣;	
第三节 其他铣床	85-88
龙门铣; 鼓轮铣及转台铣; 键槽铣; 靠模铣。	
第四节 分度头	88-92
Y3 中分度头; 其他分度头。	
第六章 直线运动机床	93-94
刨床, 拉床。	
第七章 磨床	95
第一节 外国磨床	96-98
工作纵向移动式外国磨床; 横切入式外国磨床。	
第二节 内圆磨床	98-99
卡盘式内圆磨床; 行星式内圆磨床。	
第三节 无心磨床	99-100
无心外国磨床; 无心内圆磨。	
第四节 平面磨床	100-101
用砂轮圆周工作的平面磨床; 用砂轮端面工作的平面磨床。	
第五节 其他磨床	101-103
成形表面磨床; 工具磨床; 研磨床。	

第一部分 概 論

第一章 金属切削机床中的一般問題

§ 1 机床的分类

机床一般是根据其加工性质来分类，例如车床类，铣床类等等。但是分类的原则并不是非常严格。由于机床制造的发展，使其必需根据其他特征来划分机床的类别。例如，齒輪加工机床便被列为一个独立的类别，属于該項的如滾齒机，鉋齒机等-----。

各类机床又可根据某些不同的特征，分成各种型式。其中最主要的特征是机床的功用、施工特性、机床工作机构的空间位置、构造特点及諸如此类。金属切削机床实验科学研究所(ЗНИМС)①所拟定的机床分类草案中，机床像分为下列各类(组)：

1. 车床 这种机床像用来对各种不同的旋轉表面(内部的和外部)进行加工，此时工件旋轉而刀具(一刀或多刀)作送进运动。

2. 鑽床 这种机床像用以进行鑽孔工作，此时工作固定不动而刀具作旋轉及直線运动。

3. 銑床 用銑刀工作。

4. 鉋床 刀具对工作作相对往复运动。

5. 磨床 使用砂輪对各种不同表面加工。

6. 齒輪加工机床 用于齒輪加工。与刀具种类有关(例如可以用鉋刀、插刀、銑刀等)。

7. 剃床 用多齒刀具——用拉削刀及推削剃刀对各种不同内外表面进行加工。

8. 研床及拋光机 用砂輪及磨料等对各种不同形狀的工件进行加工。

① ЗНИМС像 экспериментальный научно-исследовательский институт Металлорежущих станков 之缩写。

9. 螺紋机床 用以切削螺絲，螺栓、螺母等的螺紋。

10. 切料机床 切斷或鋸斷軋過的材料。

11. 輔助机床及其他机床 机械制造中使用的某些机器、儀器以及不屬於上述各類的任何一種，都屬於此類，例如刻度機、平衡機——及其他等等。

不同類別的机床、根據其外形及型式的詳細分類，將在以下各章分述。

§ 2. 机床的編号

編号的目的是为了从简单的编号中表现出它所代表的机床的系列、主要规格，性能，特征。这样便于使用部门选用，管理、也便于研究部门作系统的研究，从编号中除了表现上面特点外，还可表现机床的发展及其所經歷的途径，对研究工作的作用更大。

以前我国出产机床都是用苏联的编号、故介绍一下苏联的编号。（图 11），我们自己的编号已于 1956 年 11 月公佈（見補充讲义）是由三或四个数字組成，在某些个别情况下，在第一与第二两个数字之间，或在数字之后还加一字母，例如，5532。第一个数字表示所指机床是属于那一类，这些数字像例在表 1 的豎行內。第二个数字表示机床的型別，列在图 11 的橫标题下面。第三个数字和四个数字时之第四个数字与机床的大小尺寸有关。第四个数字也用来表示其特性，例如高級精确度等。当制造出新的更完善的同类型同尺寸之机床或改变了旧式的构造时，在第一与第二数字之间加一字母。

例如 1A62. 表示：

1 —— 車床

6 —— 普通車床

2 —— 中心高 200 公厘

A —— 表示結構上有改进

1A62 的前身是 1A62M，在 1A62 基础上改进的为 1K62

一些个别專用机床可用工厂的编号表示，並在工厂编号的前面加上該工厂的特有字母、例如机床制造（СТАНКОПОДСТР449）

工厂可用 A. 紅色先产者工厂 (Красный пролетарий) 可用 K, 列宁工厂 (Ленин) 可用 Л ----- 等。

§ 3 机床中运动件的代表符号及运动图。

为了分析机床方便起见，一般将机床上各运动件用简单的象形的符号来表示它（见图10）由这些符号所组成的表示整个机床的运动关系的图称为运动图（或运动图（Кинематическая цепь））。

§ 4. 机床上常用的运动机构。

用于机床运动的机构有液压，电气，机械，这里主要介绍一些最常用的较典型的机械运动机构。其他的将在以后各章或以后课程中讲到

1. 变速机构。

在机床上由于工件和刀具的材料不全，加工方式不全，而需要能在一定的范围内具有各种不全的切削速度和进给量。如果是迴转运动的话，又因直径的不全而需不全的转速。因此机床上的主体运动和进给运动一般都需要有变化。为了实现这一需要要有变速机构。变速机构分为两大类，一种是无级的，它能在规定的范围内获得任何一种速度。这是最理想的，但实际中有时要实现它比较困难，或没有必要。因此另外还有一种分级的。它能在一定范围内获得一定数目的速度。目前的机床还是以分级的为多，但无级的运动在机床制造中应用范围已越来越广。

下面介绍一些常用的变速机构。

A. 分级的。

1) 塔轮运动。(图12)

二轴之间的运动，是经过它上面各对直径不全的皮带轮中的任何一对而获得不全的转速。

这种变速很不方便，要耗费很多时间，新式的机床上大都不采用，但由于皮带运动比较平稳，因此在一些高速的钻床上仍然有使用的。

2) 齿轮箱运动。

是目前机床上应用最广的变速机构、它的形式很多、常用的有以下几种。

① 用离合器。

在 I、II 两轴间有两对齿轮传动、图 13, (a, b) 但 II 轴上两个齿轮是空套在轴上，不能直接和轴一起转，必须通过和轴用滑键连接的离合器才能和轴一起转，因此当移动离合器向左或向右就可使 II 轴得到二种不全的转速。

② 离合器的形式：离合器可用爪式的（图 13, a）也可用摩擦式的（图 13, b）爪式能传递的扭矩大，但运转过程中不能变速，摩擦式则相反。

② 滑动齿轮块。（图 13, 2）

是用得最多的一种形式，移动 II 轴上的三联滑动齿轮块可使二轴间相咬合的齿轮改变，而改变其传动比，齿轮块的齿轮数一般用 2~3 个，极少用 4 个或更多的。这种机构操纵方便，而且经常只有一对齿轮咬合，减少了功率的损失（对①比较而言）。

③ 配换齿轮传动（图 13, 3）

在 I、II 二轴间只有二个齿轮（也可 4 个或更多），要变速时可将它拆下重换二个齿轮。这种机构的优点是简单，但变速所化时间很多，因此只适于成批和大量生产中使用。

④ 诺顿机构（图 14）

在轴 1 上装有一可摆动的手柄 2，在 2 的中间有一齿轮 Z，用滑键和轴 1 相连接，在摆动手柄 2 上还装有一个 Z 相咬合的 Z₂，Z₂ 可绕轴 1 转动，通过 Z₂，使 2 和轴 3 上 Z₃~Z₄。中任一齿轮相连接而在 1 和 3 之间获得不全的传动比。在放到一定位置后可利用销子 4 使它固定。

这种机构很简单，它只要利用 1 个 + 2 个齿轮就可获得 1 种传动比。但由于存在有摆动手柄刚性较差，不能传递大的功率，只有在进给箱中使用。

这种机构很容易获得切削标准螺紋时所需的运动比，只要将 $Z_3 \sim Z_{10}$ 的齿数做成等差級数。那么在以軸3做主动时在軸2上就可得到等差級数的系列的齿数；若以軸1做主动时，在軸3上就可得到調和級数的系列的齿数。

(5) 梅安德机构。(图15)

在軸I上除最左边二个齒輪固定在軸上外其他均空套在軸上，而且每二个連成一整体；軸II上所有齒輪均空套在軸上，但每两个齒輪联成一整体；軸III和齒輪c用銷鍵相連接。若以I为主动，III为被动，在齒輪c和不全的齒輪c'相合时，可得到下面几种不全的运动比：

$$i_1 = \frac{a}{d} \times \frac{c}{e} = \left(\frac{d_i}{a_i}\right)^{-1} \times \frac{c}{e}$$

$$i_2 = \frac{b}{c} \times \frac{c}{e} = \left(\frac{d}{a}\right)^0 \times \left(\frac{b}{c}\right)^1 \times \frac{c}{e}$$

$$i_3 = \frac{b}{c} \times \frac{d}{a} \times \frac{b}{c} \times \frac{c}{e} = \left(\frac{d}{a}\right)^1 \times \left(\frac{b}{c}\right)^2 \times \frac{c}{e}$$

是一个以 $\left(\frac{d}{a}\right) \times \left(\frac{b}{c}\right)$ 为公比的等比級数。

若 $a=c$, $b=d$ 则：

$$i_1 = \left(\frac{b}{a}\right)^{-1} \times \frac{c}{e}, \quad i_2 = \left(\frac{b}{a}\right)^1 \times \frac{c}{e}, \quad i_3 = \left(\frac{b}{a}\right)^3 \times \frac{c}{e}$$

即 $\left(\frac{b}{a}\right)^2$ 为公比的等比級数。

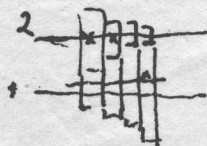
$$\begin{aligned} \frac{b}{a} &= \frac{1}{2} \\ \frac{c}{e} &= \frac{1}{2} \\ \frac{d}{a} &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$2 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{8}$$

这种机构結構紧凑常用於进給运动运动中作为成倍地扩大进給值之用，由於它所有的齒輪是經常咬合，消耗功率大，摩擦損失大，主运动不用。

(6) 拉鍵机构。(图16)

軸2上所有齒輪均固定在軸上，而軸1上所有齒輪則均空套在軸上。軸1的迴轉決定於通过它的空心部份而伸出的拉鍵3嵌入那一个齒輪的鍵槽而定。拉鍵3是由小軸4来使它移动。



3. B. 无级的。

它的形式也很多，在机械原理中已讲过，在机床上用得较多的有反球面式的如图 17。

2. 反向机构。(图 19)

反向机构用于改变机床上运动的方向，它的形式也很多，下面举一些常用的为例子：

A. 三星轮机构(图 19a)

Z_2, Z_3, Z_4 三齿轮的中心都连接在一个三角架 1 上，1 可绕 Z_4 的中心运转。在图上位置时 $i_1 = \frac{Z_1}{Z_3} \times \frac{Z_3}{Z_4}$ ，若将向左转动，则 Z_3 和 Z_1 脱开而 Z_1 和 Z_2 咬合于是 $i_2 = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_2}{Z_3} \times \frac{Z_3}{Z_4}$ 。

二种情况使 Z_4 获得不全方面运转。

B. 图 13b 是由滑动齿轮块 Z_1 和 Z_3 的移动来实现反向， Z_1 和 Z_3 在图的位置和在右边位置所得转向相反。

C. 图 13b 的工作原理和图 13b 一样，不全的是 $Z_2 = Z_3$ 因此它得到的二个方向的速度是相等的。当如图 13b 所示位置时传动是 $\frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$ ，若 Z_1 移动虚线位置，则传动为 $\frac{Z_1}{Z_4}$ 。必须注意，

这里 Z_4 齿轮的宽度必须安大於 Z_1 和 Z_3 二齿轮宽度之和，否则就不可实现第二种情形。

D. 图 13c 和 d 是利用锥齿轮，前者用离合器，后者用齿轮移动。

E. 图 13e 是用皮带轮，二个皮带轮均空套在轴上，由於它和主动轴相连的皮带一个是开口式，一个是交叉式，故二者转动方向不全，可用离合器接上其中任一个。

3. 间隙传动机构。

它的任务是将连续的运动转变成间隙的运动，它的形式也很多，常用的有：

A. 棘轮机构(图 18)

B. 马氏轮机构(图 20)

参考文献:

1. 斯列巴克:《金属切削机床》第一、二章 机械工业出版社 1954
2. 我国机床型号与国外型号对照表《机床与工具》1956年22期 26~27页.
3. 介绍我国金属切削机床型号编制原则:《机床与工具》1957年1期。

第二章 車床 (ТОКАРНЫЙ СТАНОК)

車床的主要用途是加工旋轉表面的零件，而在机器制造中最常用的也正是旋轉表面，因此車床的用途極广，通常在机器制造工厂中佔机床設備的25~50%之多。

車床一般可以分成下面几种类型。

1. 普通車床
2. 螺絲車床
3. 軋塔車床
4. 鉋杆車床
5. 端面和立式車床
6. 自动和半自动車床
7. 特殊的專用車床

根据其他的特異，还可有其他各种的分类方法：

1. 按大小分：

- i 台式車床；
- ii 輕型車床；
- iii 中型車床；
- iv 大型車床；
- v 重型車床；

2. 按加工准确度分：

- i 粗加工車床；
- ii 一般加工車床；
- iii 高精度加工車床；
- iv 精密加工車床。

3. 按加工的表面光潔度分：

- i 粗光潔度車床；
- ii 一般光潔度車床；
- iii 精光潔度車床；
- iv 極精光潔度車床。

4. 按速度分：

- i 一般速度車床;
 - ii 高速車床。
5. 按工具的安壓方法分:
- i 普通車床;
 - ii 轉塔車床。
6. 按同時工作的刀與數目分:
- i 單刀車床;
 - ii 多刀車床。
7. 按主軸數目分:
- i 單軸車床;
 - ii 多軸車床。
8. 按與工件大小的結構形式分:
- i 臥式車床;
 - ii 端面車床;
 - iii 立式車床。
9. 按工件的夾持系統分:
- i 頂尖車床;
 - ii 卡盤車床;
 - iii 頂尖卡盤組合車床。
10. 按自動化程度分:
- i 簡單車床;
 - ii 半自動車床;
 - iii 自動車床。
11. 按万能性程度分:
- i 万能車床;
 - ii 專門化車床;
 - iii 專能車床。

240A 第一節 螺絲車床 (ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК)

螺絲車床 (簡稱車床) 是万能性很高的機床。它可以車削圓柱和圓錐形內外表, 端面, 內外螺紋, 利用仿形裝置, 成形

刀或用手操縱还可車各种成形表面，利用尾架还可以鉋孔，扩孔，鉋孔及攻絲等工作。

它适用于单件，成批生产的加工車间，修理車间及工具車间，也适用于实验室及拖拉机修理站。

代表車床的特性尺寸为：

1. 中心高（即頂尖到床面的距离）或最大加工直径（即中心高的二倍）。

最大加工直径按ГОСТ 1151-47及440-47的规定为：

100, 130, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800

1000, 1300, 1600, 2000, 2500, 3200, 4000, 5000,

2. 頂尖間距离（即加工最大長度）

根据ГОСТ

車床加工时有二个主要的运动：工件的迴轉运动产生切削速度称为主体运动（ГЛАВНОЕ ДВИЖЕНИЕ），刀具的縱向或橫向移动使能完成全部表面加称为進給运动（ДВИЖЕНИЕ ПИТАНИЯ）。

車床由於用途广泛，可以用各种刀具（碳鋼，高速鋼和硬質合金-----等）來在各种材料（碳鋼，合金鋼，鑄鉄-----等）的工件上进行各种加工（粗精車各种类型尺寸的螺絲，車内外圆，端面等），因此机床需要有广濶的变速范围及相当大数量的速度数，並需有足够的刚度，强度和功率。

§1. C620-1型（即苏联的1A62型，以后所有我国已有的机床的名称均用我国编号，並在括弧内註明苏联编号）螺絲車床（图21）

在C620-1車床上利用卡盤或在頂尖間可以进行各种車削工作，加工最大直径为400公厘，最大長度为2000公厘可以利用硬質合金进行高速切削，現在被广泛地来用於机器制造和修理工厂

它的主要规格如下：

中心高

200 公厘

頂尖距

750, 1000, 1500, 2000 公厘。

註記

主軸轉速	115~1200 轉/分 共 21 級 (正轉) 13~1520 轉/分 共 12 級 (反轉)
縱向進給	0.082~1.59 公厘/轉 共 35 種
橫向進給	0.027~0.52 " "
公制螺紋	1~92 公厘 ¹² 195R
英制	24~2 扣/吋 201R
模數	0.5~ ³ 4.8 公厘 10種
徑節	7~96 24種
功率	7 仟瓦

C620-1 是在 C620 的基礎上改進的，由於技術不斷發展，蘇聯已經出現了在 1A62 基礎上改進的 1K62 (見 8-2)

見 8-2

1. 机床的主运动传动 (圖 22, 23) 及其操縱。

运动由电动机經三角皮帶伝至變速箱中的 I 軸

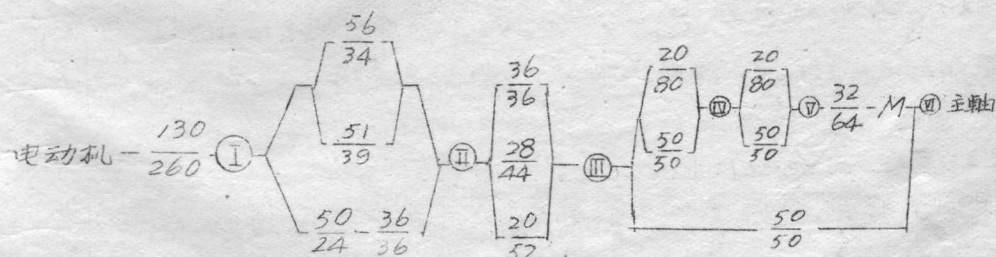
軸 I 上空套着塔齒輪 51 和 56 及反向齒輪 50，二者均通过片式摩擦离合器与軸 I 相联。正轉通过 56-34 或 51-39 使軸 II 得到两种轉速，反轉則通过 50-24 及 36-36 伝到軸 II。

三联齒輪可在軸 II 上滑动，根据其所处的位置，在軸 II 上固定着的 28, 20 或 36 相咬合

將主軸上的离合器 M 向左移，則通过 50-50 主軸獲得 770 960, 1200 轉/分 三种高轉速。

將 M₁ 向右移，則伝动如下：徑 20-80 或 50-50 到 IV 軸；徑 20-80 或 50-50 到 V 軸；徑 32-64 到主軸、得到其他 18 級轉速。

这个伝动可用下面的伝动結構式来表示：



还可写出传动链方程式计算出各种咬合下的主轴转速如：

$$1455 \times \frac{130}{260} \times \frac{51}{39} \times \frac{20}{52} \times \frac{20}{80} \times \frac{20}{80} \times \frac{32}{64} = n_1$$

即最低转速 $n_1 = 11.5 \text{ 转/分}$

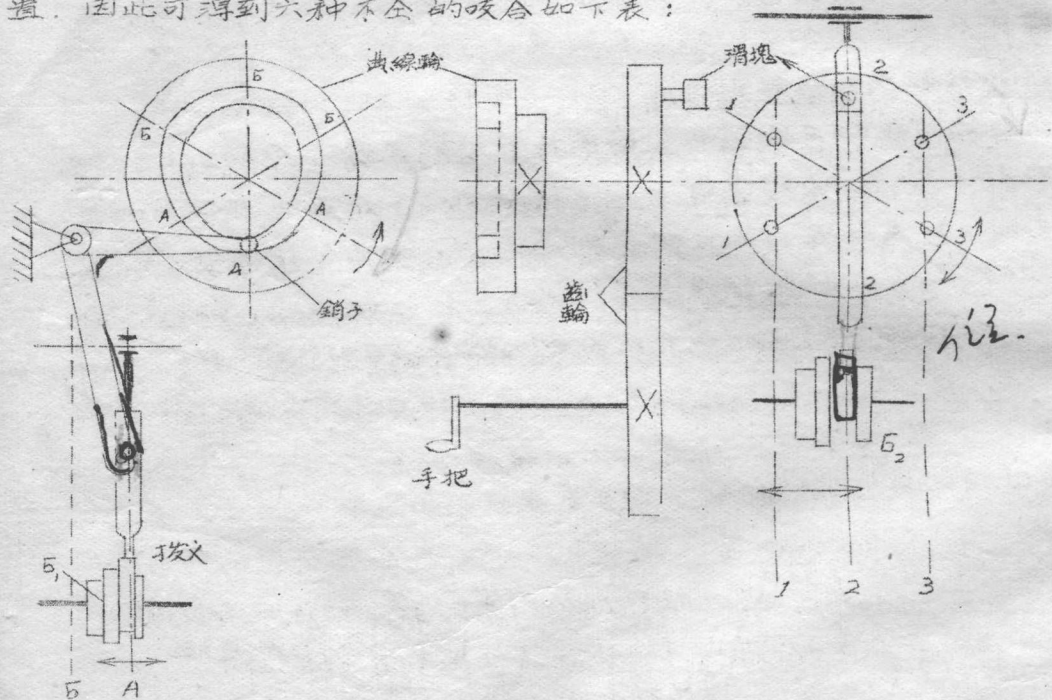
$$1455 \times \frac{130}{260} \times \frac{56}{34} \times \frac{36}{36} \times \frac{50}{50} \sqrt{\frac{10}{10}} = n_2$$

即最高转速 $n_2 = 1200 \text{ 转/分}$

从传动结构式可看出变速箱内正转时应有 $2 \times 3 \times (2 \times 2 + 1) = 30$ 级，但由于结构上的关系，有 6 级转速重覆，因此只有 24 级，而 24 级转速中又有 3 级转速和其它 3 级转速相近，所以实际上只有 21 级转速。（考致 1A62 说明之）

II，III 轴上的双联齿轮和三联齿轮的操纵机构（图 24，25*）

两个齿轮块是用一个手把 1 来操纵，手把一共有六个位置，因此可得到六种不同的咬合如下表：



* 图 25 上 双联齿轮块和三联齿轮块所在的轴要对调一下。

手輪旋轉位置	0°	60°	120°	180°	240°	300°	(300°)
銷子及齒輪 B_1 位置	A	A	B	B	B	A	(A)
滑塊及齒輪 B_2 位置	2	3	3	2	1	1	(2)

跨輪軸上齒輪塊的操縱機構(圖24)

跨輪軸上 B_3, B_4 二齒輪塊是由最右一手柄(圖23)通過扇形板45(圖24)來操縱,共可得到三種位置,即:

扇形板轉至左極端, B_3, B_4 均於右端, $\frac{50}{50} \times \frac{50}{50}$;

" " " " 中 間, B_3 在右端, B_4 到左端, $\frac{50}{50} \times \frac{20}{80}$;

" " " " " 右極端, B_3, B_4 均於左端, $\frac{20}{80} \times \frac{20}{80}$

而避免了 B_3 在左端 B_4 在右端的 $\frac{20}{80} \times \frac{50}{50}$ 的位置,因為它是重疊的。

离合器的操縱機構(圖23)

操縱手把經齒輪齒條及撥叉使元宝向左或向右擺動,帶動空心軸I中間的离合器操縱軸,該軸用銷子和离合器中間的套筒相聯。离合器操縱軸左右移動,使离合器向左接合或向右接合,或不接合,而得正向或反向或停止。這套操縱機構還全時和制車機構相連,當二邊的离合器都脫開時即制車。

2. 机床進給運動的傳動(圖22, 26, 27)

A 重一般精度的螺絲——用絲槓傳動。

(1) 傳動路線及傳動方程式:

① 公制螺紋。

公制螺紋是以螺距 t_p 公厘來表示,在標準中 t_p 是成等差級數系列。因此要求主軸每轉,刀架能移動 t_p 公厘。

傳動路線如圖:

