



## 第8章 普通铣床的修理

周友良

### 第1节 普通铣床的发展结构 及传动系统

#### (一) 国外普通铣床的发展水平

普通铣床(包括万能型)在机械加工设备中占有很大的比重,它也是最早应用数控技术的普通机床,随着数控技术、计算机控制技术的应用和发展、结构上的不断改进,使普通铣床功能得到了很大的提高和扩展。从目前的发展水平来看,德国 MAHO、DECKEL 和瑞士的 MICRON 这三家公司的产品技术水平最高。他们生产的普通铣床已经具备了一般加工中心的性能,是一种通用性强,效率高,可靠性好的新一代普通机床。这些产品代表了这类机床的最高技术水平,也代表了普通铣床的技术发展方向。对于从事机床维修工作的人员来说,适当地了解这方面的发展状况是很必要的。下面简单介绍一下 MAHO 及 DECKEL 两家公司的部分普通万能型铣床的概况。

#### 1. MAHO公司 S 系列数控万能型铣床的功能特性

S 系列数控万能铣床具有 MH 600 S、MH 700 S、MH 1000 S、MH 1200 S 及 MH 1600 S 五种规格,是该公司近期开发的新产品,该系列产品在功能特性上具有以下几个特点:

1) 具有普通镗铣床的功能。与一般的加工中心比较,该机床的主要优点是通用性好,具有多种用途。

2) 具有卧式切削中心的功能。

3) 具有立式切削中心的功能。

由于该系列机床具有立式和卧式镗铣加工中心的功能,故在切削加工方面体现出以下几个优点:

1) 在同工步内可作多面加工,大大提高了工

作效率和质量。

2) 一次装夹可完成五个面的切削加工,减少了装夹时间、并提高了加工精度和方便性。

3) 刀具和工作台的自动交换刀具磨损测量及零件精度测量的自动化又进一步减少了工时,降低了加工成本。

4) 适用于单件和批量生产。很好地解决了机床通用性及加工效率之间的矛盾,无论是用于单件生产还是批量生产,都能带来良好的经济效益。

MH S 系列数控万能型铣床的外形如图 8-1-1 所示。

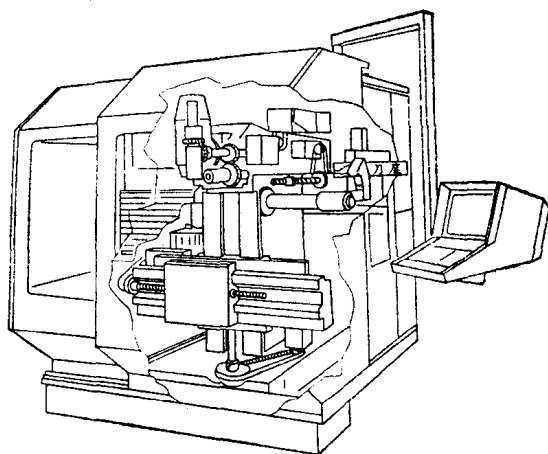


图8-1-1 MH S 系列普通数控万能型铣床外形图

#### 2. MAHO公司 S 系列数控万能型铣床的结构特性

该系列机床(见图 8-1-1)具有结构刚性好、切削抗力大等优点。下面对机床各部分作简要介绍。

(1) 基础结构 MH 600 S、MH 700 S 及 MH 1000 S 三种规格的机床主结构采用的是具有宽裕量尺寸的箱形立柱结构,立柱的各加强筋经过最优化设计,整个立柱焊接在一个基座上。

尺寸宽大、厚实的淬硬平导轨结构保证横梁具

有良好的刚性、精度保持性及优异的阻尼特性。

MH 1200 S 及 MH1600 S 这两种较大规格的机床设计了坚实稳固的床身结构。

(2) 滑枕 滑枕是一个十字形的箱体结构, 位于床身顶部, 可在床身顶部的淬硬平导轨上滑移。在 MH1200 S 及 MH1600 S 两种规格的机床中, 滑枕装在一垂直拖板上, 也可在前后方向上滑动。

滑枕中装有精密齿轮箱, 从交流变速电机上发出的短距离动力矩经过精密齿轮箱传动, 最终驱动工作主轴, 极短的传动链及性能优良的驱动电机保证了机床有良好的铣削性能和平稳的运动特性。

(3) 横梁 横梁上承载作垂直和纵向进给部件。MAHO CNC 机床的横梁设计是相当成功的, 即使机床在持续重载切削的条件下, 仍然具有优异的进给特性。

垂直夹紧的工作台是通过横梁上的淬硬平导轨及燕尾导轨来支承的, 工作台可沿横梁导轨作纵向进给。当工作台处于横梁二端位置时, 也不致发生横梁倾斜。平导轨的工作面及后平板支承面是贴塑的, 这样, 基本上克服了台面的爬行, 在工作台进给方向, 设计了一些附加装置(如滚珠丝杠副)以获得最优的导向特性及高精度进给特性。

在 MH 1000 S 的机床结构中, 在垂直方向上设计有液压重力补偿装置, 以抵消横梁、工作台及工件自重对机床精度的影响。

MH1200 S 及 MH1600 S 是床身型结构, 工作台与工件的重量是由床身承受的。

(4) 进给驱动装置 在进给驱动装置中, 配置了大功率的无刷交流电动机及自动消除间隙的内循环滚珠丝杠副。这种丝杠副是 MAHO 自行研制的一种封闭式高精度进给元件, 在全部三个坐标方向上均配备过载保护装置。

(5) 测量系统 测量系统按近似原理工作, 它们集中装在机床内部, 并直接与机床导轨连接。测量精度由精密刻度尺保证。

(6) 控制系统 机床的控制系统采用 MAHO CNC432 数控系统, 该系统编制程序容易, 具有超凡的几何运算能力, 无需复杂的计算即可直接将零件图上的数值输入到程序中。即使由控制系统本身来计算一个复杂的工件轮廓尺寸, 也能迅速地完成计算工作。

能进行快速简易的编程还与以下一些技术分开, 如:

- 1) 在空间的定位逻辑的应用。
- 2) 采用弧度制编程。
- 3) 点定义方式。
- 4) 利用静态图象。

另外, 可在线状态下, 采用自动数据传递方式, 将轮廓生成的 NC 程序直接读入控制系统。

完整的图象显示系统是 MAHO CNC432 数控系统的另一组成部分。一方面, 借助于静态图象, 为初学者提供了方便, 另一方面, 机器绘图帮助检查程序的差错。

刀具的轨迹也能象加工轨迹一样方便地显示出来, 还能作工件的局部放大。如果需要, 工件的三坐标图象显示, 还能模拟出完整的切削过程。这对示范教学是特别有意义的。在图象显示方面, 可以在通常的三个视图方向显示切削数据, 并能方便地查图。工件和刀具的任何细微的损坏都能及时加以检测和避免。

MAHO CNC432 的屏幕轨迹控制适用于多种应用及生产需要。之所以使普通镗铣床成为通用、经济的机床, 是因为它具有一种通用性好、实用性强的控制系统。它不仅应用于单件生产、刀具生产、模具制造及检测车间, 还可以作示范教学, 并能提供其自己的培训系统; 它还可以用于中、小批量生产。

(7) 功能特异的 S 系列工作台 MAHO S 系列数控万能型铣床配备了多种具有独特结构的工作台以满足多种切削加工的需要。

在该系列产品中包括了专用型、普通型及数控万能型的工作台, 可以提供最能满足实际加工需要的任何一种, 其中数控旋转工作台和数控回转、旋转工作台还能与工作台交换台一起使用。下面对各种结构的工作台作一简单介绍。

1) 定角度工作台 工作台的角度是固定的, 适用于不需要角度装夹的大重量工件的切削加工。在 MH1200 S 及 MH1600 S 上使用的就是这种工作台。图 8-1-2 是该工作台的外形图。

2) 数控回转、旋转工作台 如图 8-1-3 所示, 这种工作台台面的旋转运动作为第 4 轴(B 轴)受系统控制, 而工作台的回转运动(在圆形导轨面上作一定角度的偏离或接近床身的摆动)作为第 5 轴(A 轴)受系统控制, 角度的测量直接从坐标轴上获得。MH700 S 及 MH1000 S 上使用这种工作台。

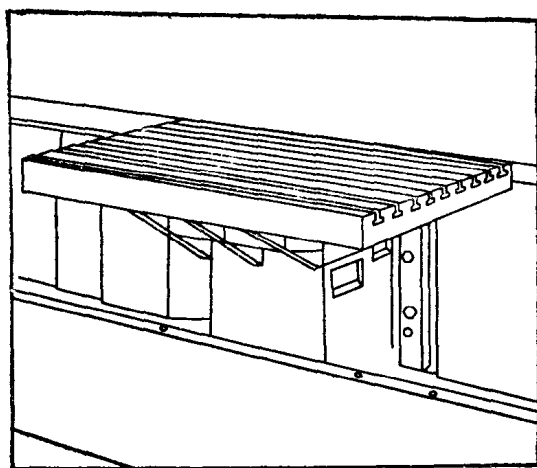


图8-1-2 定角度工作台外形图

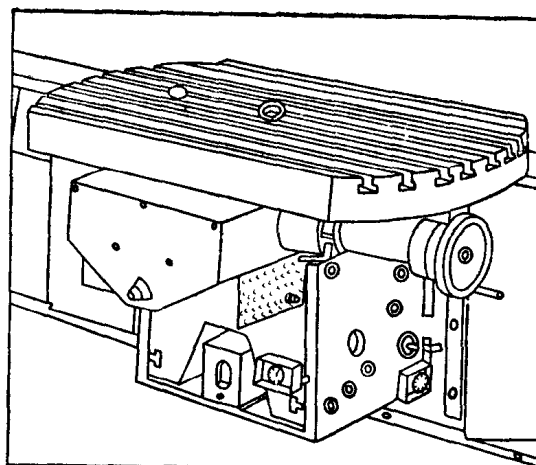


图8-1-4 通用内嵌式回转工作台

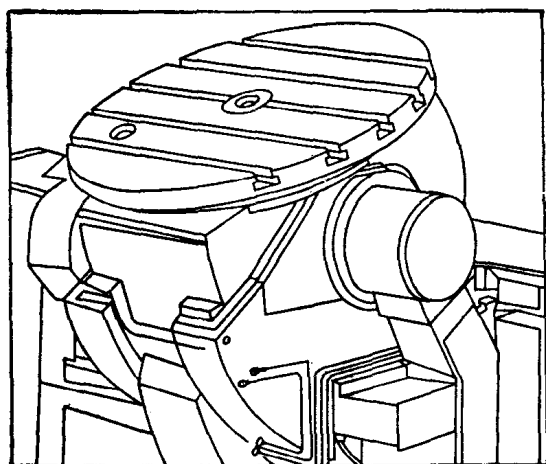


图8-1-3 数控回转、旋转工作台外形图

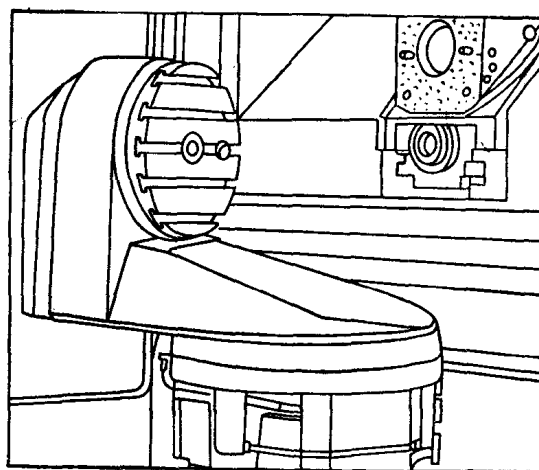


图8-1-5 二轴数控工作台外形图

3) 通用内嵌式回转工作台 这种工作台对于 MAHO 自动换刀万能型镗铣床来说是必不可少的部件。台面可在三个方向(水平方向、前后方向及左右方向)上作回转运动,是该公司的一种专利产品。此外,工作台与机液夹紧系统连接,提高了刚性,集中工作台旋转机构能按照屏幕显示作直接的分度动作。图 8-1-4 是该工作台的外形图。

4) 二轴数控工作台 这种工作台能在控制系统作用下,在第 4 轴(B 轴)上作  $-105^{\circ} \sim +20^{\circ}$  的回转,在第 5 轴上(A 轴)作  $n \times 360^{\circ}$  的旋转。其外形如图 8-1-5 所示。

5) 数控旋转工作台 该工作台的台面旋转运动作为第 4 轴(B 轴)受系统控制,旋转角度的测量直接从旋转轴上获得,它能与交换台一起使用,其外形如图 8-1-6 所示。

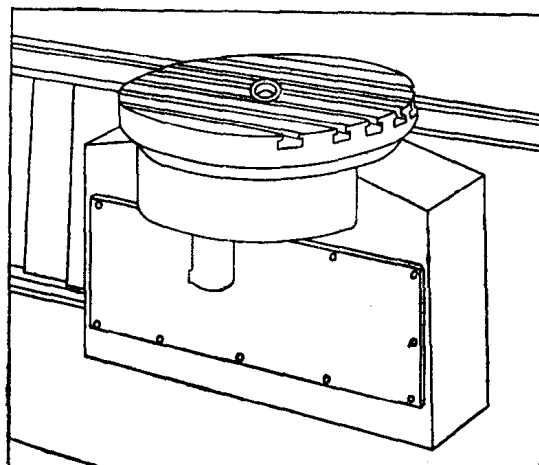


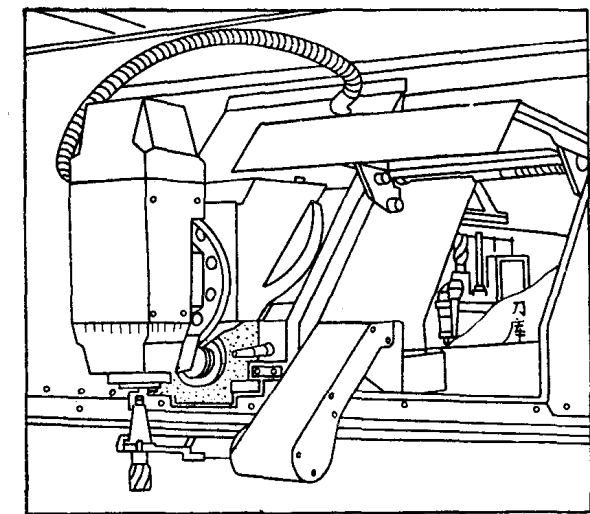
图8-1-6 数控旋转工作台

8) 独一无二的组合(机床的立式与卧式功能的组合及工作台与交换台的组合) 集中换刀节省了机床所占的空间, 刀库的最大容量可达 36 把。通过可靠、简单的动作, 机械手能在水平和垂直两个方向上完成换刀动作。在切削期间, 机械手离开切削区, 避免切屑的飞溅损伤。

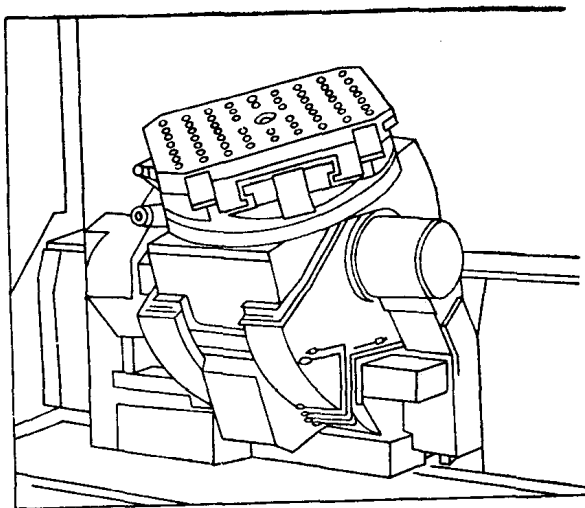
机床的立式和卧式功能可以自动转换, 当机床需要由立铣功能转换为卧铣功能时, 只需立铣头回转 $180^\circ$ 度后, 即可进行卧铣加工。此时, 立铣轴已完全脱离切削区, 卧铣轴的使用不会受到任何限制。

这是一项独创性的设计, 它使机床的功能大大提高和扩大。图 8-1-7 表示的是机床由立铣功能变为卧铣功能的过程。

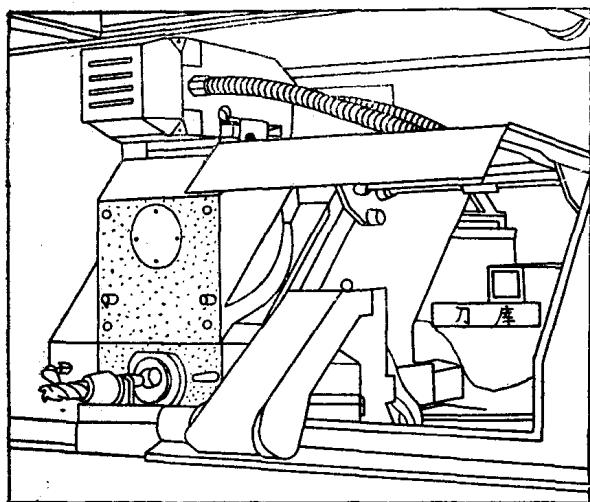
此外, 通过回转、旋转工作台配置交换台, 使系列生产和批量生产更具经济性。另外一个优点是, 可以在一次装夹中完成许多面及孔、槽的加工。从而, 在连续生产中经济地加工高度复杂的零件。从功能来说, 该机床已达到了五面体加工中心的能力, 图 8-1-8 是工作台与交换台的一种组合。



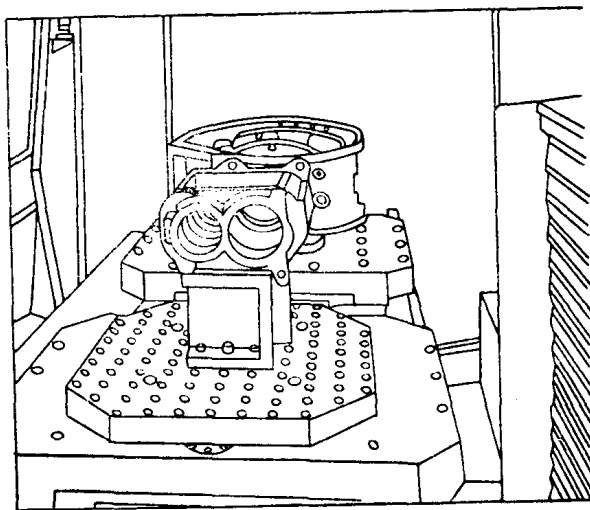
a)



a)



b)



b)

图8-1-7 立铣与卧铣功能的组合及自动转换

a) 立铣 b) 卧铣

图8-1-8 回转、旋转工作台与交换台的组合及复杂零件的加工

a) 回转旋转工作台与交换台的组合 b) 配置交换台  
加工复杂箱体零件

### 3. DECKEL FP-NC 系列数控万能铣床概况

DECKEL FP-NC 系列数控万能铣床的典型结构如图 8-1-9 所示。从总体来说, 该系列机床与 MAHO S 系列机床相比, 在功能特性, 结构布局上基本一致。因此, 不再作详细介绍, 这里仅指出该系列机床的几个显著特点:

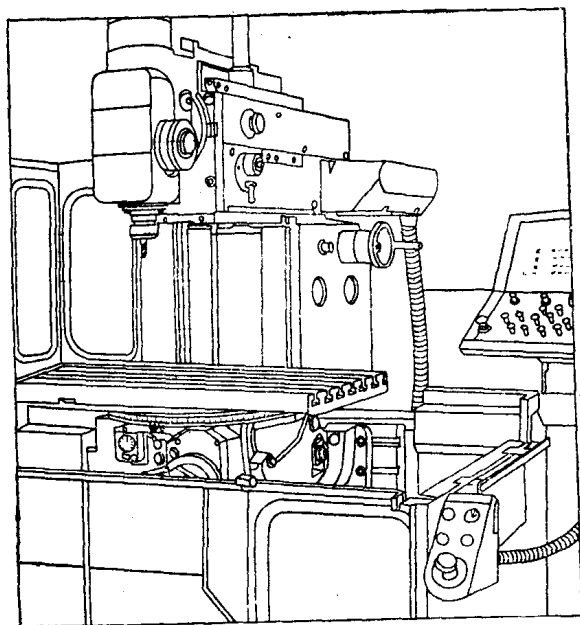


图8-1-9 DECKEL FP-NC系列数控万能铣床外形图

1) 机床的运转速度高, 铣头主轴最大转速可达到 6300 r/min。

2) 设计了可折回的立铣头, 具有立铣和卧铣二种功能且可自动转换, 如图 8-1-10 所示。这种结构已成为 FP-NC 系列机床的一项标准化设计。另外, 立铣主轴还可借助于套筒结构作轴向进给, 进行镗孔、钻孔作业。

3) 具有良好的功能特性及结构特性, 表现在以下几个方面:

① 可加工形状复杂的钢、铝、有机玻璃、铜及塑料等材料的零件, 能轻易地进行非金属及石墨零件的加工。

② 与一般普通铣床相比, 有更高的零件表面加工精度。

③ 整机结构坚固耐用, 刚性好。

④ 将人机工程学应用于机床设计, 各操纵手柄、按钮的设计和布局都从人机工程学出发, 处于

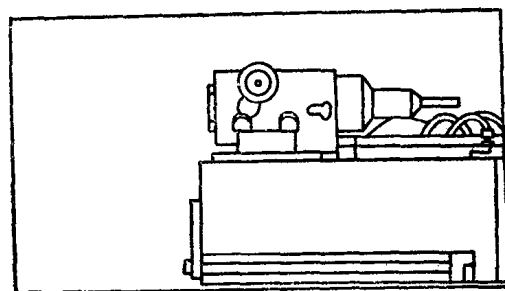
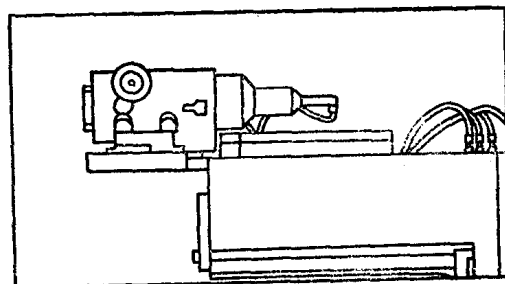
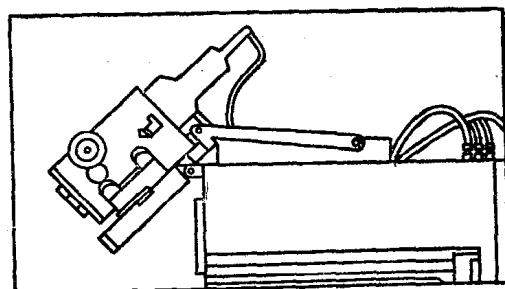
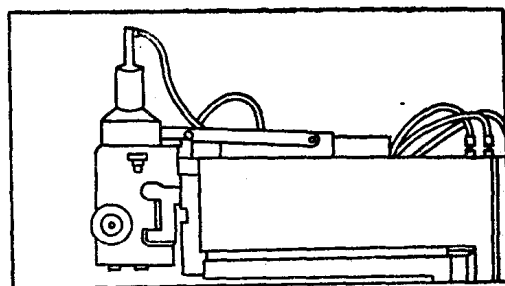


图8-1-10 立铣与卧铣功能的组合及自动转换

最佳尺寸和最佳位置, 操作方便, 不易出错, 能最大限度地使操作人员把精力集中在重要的工作上。

借助于一手提式控制盒 (与控制系统相连), 可对机床作远距离控制, 可以在任何需要的时候控制机床各部件的运动, 如松开液压刀具夹紧装置, 机床的启动和停车, 紧急停车等。

使用电子手轮可方便地调整工件在各坐标上的位置。

机床具有良好的全封闭防护装置, 确保人机安全。

⑤ 由软件控制的集中润滑系统保证各润滑点处于理想的润滑条件。

⑥ 控制系统采用该公司自行开发的 CNC DIALOG 或 CNC 3 M 数控系统, 可以采用多种编程方法。其中包括: a) 随机现场编程。b) 借助于自己开发的小型几何模型计算机, 随机编制形状复杂的轮廓加工程序。c) 机外编程, 利用微型 CAD/CAM 系统可以提供计算机辅助生产, 即用同一系统可完成设计、计算、编程、刀具操作控制、制造及核对等一系列工作。d) 图形编程, 在

不需要懂得编程知识的条件下, 即可以以车间语言(即图纸)作必要的输入数据后就可完成编程。

⑦ 配备了支持个人计算机的软件, 用户可以使用个人计算机, 借助于图形支持以及许多辅助功能生成所有 DECKEL 控制程序, 可以在 PC 机上模拟出切削过程, 保证程序不发生控制错误。

为了对以上二种系列的机床特性有更为全面的了解, 在此提供这两个系列机床的全部技术参数。详见表 8-1-1 及表 8-1-2。

表8-1-1 MAHO S 系列数控万能铣床技术参数

| 型 号                  |                  | MH600S  | MH700S   | MH1000S  | MH1200S  | MH1600S  |
|----------------------|------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 技术参数                 |                  |         |          |          |          |          |
| 加工范围<br>(mm)         | 纵轴 X 轴           | 600     | 700      | 1000     | 1200     | 1600     |
|                      | 垂直轴 Y 轴          | 400     | 500      | 600      | 600      | 800      |
|                      | 横向轴 Z 轴          | 500     | 600      | 800      | 600      | 800      |
| 主驱动电机 (变速交流) 功率 (kW) |                  | 10      | 15       | 22       | 15       | 22       |
| 主轴转速范围 (r/min)       |                  | 20~6300 | 20~6300  | 20~4000  | 20~6300  | 20~4000  |
| 工作主轴锥孔尺寸             |                  | ISO40   | ISO40    | ISO50    | ISO40    | ISO50    |
| 进 给 量<br>(mm/min)    | 进给范围 (X, Y, Z 轴) | 1~3000  | 1~4000   | 1~4000   | 1~4000   | 1~4000   |
|                      | X, Z 轴快进 (m/min) | 10      | 10       | 10       | 12       | 10       |
|                      | Y 轴快进 (m/min)    | 7.5     | 10       | 10       | 10       | 10       |
| 测量系统 (X, Y, Z 轴)     |                  | 直接      | 直接       | 直接       | 直接       | 直接       |
| 分辨率 (X, Y, Z 轴) (mm) |                  | 0.001   | 0.001    | 0.001    | 0.001    | 0.001    |
| 工作台尺寸<br>(mm)        | 定角度工作台           | 900×500 | 1100×600 | 1250×800 | 1400×780 | 1800×980 |
|                      | 万能内嵌式旋转工作台       | 740×445 | 900×600  | 1200×800 | —        | —        |
|                      | 数控旋转工作台          | φ 500   | φ 630    | 1200×760 | 1000×800 | 1250×980 |
|                      | 数控回转、旋转工作台       | —       | φ 520    | φ 630    | —        | —        |
|                      | 二轴数控工作台          | φ 320   | —        | —        | —        | —        |
| 控制系统                 |                  | CNC432  | CNC432   | CNC432   | CNC432   | CNC432   |
| 交换台尺寸<br>(mm)        | 数控旋转工作台交换台       | 400×500 | 500×630  | 630×800  | 630×800  | 800×1000 |
|                      | 数控旋轴、回转工作台交换台    | —       | 400×500  | —        | —        | —        |
| 刀库容量 (把)             |                  | 24      | 36       | 36       | 36       | 36       |
| 机床重量 (kg) (带定角度工作台)  |                  | 4500    | 5500     | 11500    | 10200    | 12400    |

表8-1-2 DECKEL FP-NC系列数控万能铣床技术参数

| 型 号                           |              | FP2NC                              | FP3NC                              | FP4NC                              | FP5NC             | FP6NC           | FP7NC           | FP42NC                             | FP4NC<br>ATC/AWC① |
|-------------------------------|--------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|
| 技术参数                          | 加工           | 纵向X轴                               | 300                                | 400                                | 560               | 710             | 850             | 1000                               | 560               |
|                               | 范围           | 横向Y轴                               | 300                                | 400                                | 500               | 600             | 700             | 700                                | 500               |
|                               | (mm)         | 垂直Z轴                               | 400                                | 400                                | 450               | 500             | 625             | 750                                | 410               |
| 主驱动电机功率<br>(kW)               |              | 1.6/2.0                            | 2.0/3.0                            | 2.0/4.0                            | 7.5               | 20              | 20              | 2.0/4.0                            | 2.0/4.0           |
| 主轴转速<br>(r/min顺或逆)            |              | 立轴<br>31.5~6300<br>卧轴<br>31.5~3150 | 立轴<br>31.5~6300<br>卧轴<br>31.5~3150 | 立轴<br>31.5~6300<br>卧轴<br>31.5~3150 | 1~6300            | 36~1800         | 36~1800         | 立轴<br>31.5~6300<br>卧轴<br>31.5~3150 | 31.5~3150         |
| 主轴转速级数                        |              | (变电极三相带闸电机驱动)<br>24/21             |                                    |                                    | (直流电动机驱动)<br>无级变速 |                 |                 | (变电极三相带闸电动机)<br>24/21              |                   |
| 主轴锥孔参数                        |              | ST40                               | ST40                               | ST40                               | ST40              | ST50            | ST50            | ST40                               | ST40              |
| 主轴套筒行程<br>(卧/立)               |              | 65/80                              | 80/80                              | 80/80                              | -/80              | -/115           | -/115           | -/80                               | 80/80             |
| 进给量 (mm/min)<br>(CNC DIALOG)  |              | 2~3600                             | 2~3600                             | 2~3600                             | 2~3600            | 2~2000          | 2~2000          | 2~3600                             | 2~3600            |
| 可编程进给量<br>(mm/min)<br>(CNC3M) |              | 2~4000                             | 2~4000                             | 2~4000                             | 2~6000            | 2~2000          | 2~2000          | 2~4000                             | 2~4000            |
| X, Y轴快速进给量<br>(mm/min)        |              | 4000                               | 4000                               | 6000                               | 6000              | 4000            | 4000            | 4000                               | 6000              |
| Z轴快速进给量<br>(mm/min)           |              | 4000                               | 4000                               | 6000                               | 6000              | 2000            | 2000            | 4000                               | 6000              |
| 进给增量(mm)<br>(爬行控制)            |              | 0.01                               | 0.01                               | 0.01                               | 0.01              | 0.01            | 0.01            | 0.01                               | 0.01              |
| 电子手轮最小增量<br>(mm)              |              | 0.01                               | 0.01                               | 0.01                               | 0.01              | 0.01            | 0.01            | 0.01                               | 0.01              |
| 机械手轮一转进给量<br>(mm) X, Y, Z轴    |              | 2.5                                | 2.5                                | 2.5                                | —                 | —               | —               | —                                  | —                 |
| 工作台<br>参 数                    | T形槽数<br>及宽度  | 4×14                               | 4×14                               | 5×14                               | —                 | —               | —               | 5×16                               | 5×14              |
|                               | 许可载荷<br>(kg) | 450                                | 650                                | 800                                | 950               | 1900            | 1900            | 2500                               | 800               |
| 测量系统最小增量<br>(mm/度)            |              | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001   | 0.001/<br>0.001 | 0.001/<br>0.001 | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001   |
| 输入分辨率<br>(mm/度)               |              | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001   | 0.001/<br>0.001 | 0.001/<br>0.001 | 0.001/<br>0.001                    | 0.001/<br>0.001   |
| 联接负载 (380V)<br>(kVA)          |              | ≈19                                | ≈22                                | ≈25                                | ≈20               | ≈32             | ≈32             | ≈16.5                              | ≈25               |
| 机床重量<br>〔不带工作台带控制<br>箱〕(kg)   |              | 1430                               | 1785                               | 2335                               | 3775              | 5600            | 6000            | 3355                               | 3780              |

① ATC表示自动换刀, AWC表示工作台自动交换。

## (二) 普通铣床的技术发展趋势

从以上对MAHO S系列及DECKEL FP-NC系列数控万能铣床简单介绍中,可以看出普通铣床的一些技术发展趋势,这些方面同时也体现了现代普通铣床与旧式普通铣床相比而显示的优越性:

1) 将优化设计理论及CAD/CAM(计算机辅助设计及辅助制造)技术应用于机床设计,达到机床高刚性,高切削力抗力及高速度。

从MAHO S系列及DECKEL FP-NC系列机床的结构布局与一般普通铣床相比较,可以看出以下几点区别:

① 工作台由升降台支承改为由横梁或床身支承,工作台的横向进给改为铣头的横向进给,大大提高了机床的结构刚性,机床的受力特性更为合理,结构更为紧凑。

② 传动链大大缩短,各坐标由独立的传动链驱动,采用精密传动元件(如滚珠丝杠),提高了传动效率、可靠性及传动精度,同时也缩小了机床的占地面积。

③ 机床主轴的运转速度得到提高。如MAHO S系列及DECKEL FP-NC系列的最高转速都达到了6300 r/min(X62W的最高转速只有1500 r/min)。进给量范围也大大加宽,如MAHO S系列的进给量范围达到1~4000 mm/min(X62W的进给量范围是23.5~1180 mm/min),结果极大地提高了机床的工作效率。

④ 机床的各部件结构设计应用了最优化理论,提高了机床结构设计的合理性。

2) 采用了标准化、功能化、系列化的部件设计 MAHO S系列及DECKEL FP-NC系列的铣头、工作台部件的设计很好地反映了这种趋势。这种设计带来的结果是极大地增强了机床的功能特性,同时也给维修带来方便。

3) 人机工程学的设计理论得到了越来越多的重视和应用。机床无论从外观、防护、及操纵都从美观、安全、宜人化的角度出发,以获得最佳的工作效率、安全性。

4) 由普通机床走向计算机控制的自动化机床,这是普通机床在本质上的技术进步。它意味着过去借助于手柄、速度变速盘的操作方式由计算机控制下的键盘(或按钮)操作方式来代替,这在技术上是—种革命。

## (三) 国内普通铣床的发展概况

国内生产铣床的专业厂家主要有上海第四机床厂、北京第一机床厂、北京仪表机床厂及齐齐哈尔第二机床厂。改革开放以来,随着国外先进技术和先进样机的引进及一定规模的技术开发,国内铣床制造行业出现了不少技术上先进、生产上经济的新一代产品。特别是在数控数显技术上,引进吸收和自行开发取得了不少成果。在大规格的铣床制造方面,上海第四机床厂,应用日本FANUC的数控系统,并采取贴塑导轨、表面淬硬导轨、主轴恒温润滑等先进技术,开发了400系列底座型数控镗铣床,及加工中心,1000mm的模具加工中心,特别是由该厂自行开发的500系列数控铣床(采用FANUC-BESK 7 CM数控系统),具有一系列现代铣床的优异特性,能够进行三轴联动或四轴联动,机床具有良好的结构刚性,良好的进给刚度,机床导轨的静动摩擦特性稳定,具有良好的精度保持性,良好的操作性能,数控系统可读入60m纸带的加工程序,随时可以进行程序修改和刀具补偿。适用于各种机械加工,尤其适用于复杂形面、模具型腔的加工。现有的型号有XK 715 F(三轴联动,立铣)、XK 715 F-4 a(四轴联动,第四轴a轴)、XK 715 F-4 C(四轴联动,第四轴c轴)、XK 755 F(三轴联动,卧铣)及XK 715 S(三轴联动,高速立铣)。这些型号均采用模块化设计,可在以上各型号基础上,派生出多种变型产品。

在轻系列的铣床制造方面,强调了功能化,经济性设计,出现了不少功能强、经济效益好的产品。如北京仪表机床厂生产的XS 8140数显万能工具铣床,X8130万能工具铣床,在机床功能特性上均作了较大的改进,使机床具有立、卧功能,工作台可作回转、偏摆,可进行钻、镗、铣等多种作业。另外,桂林机床厂生产的XK 6230数控万能铣床,能够进行五面体加工,也是一种多功能的产品。

在中型系列的铣床制造方面,出现了不少经济型的数控产品。很适用于单件小批生产。在普通铣床产品方面,注重提高机床的导轨刚度、耐磨特性、采用精密传动元件增强机床的功能特性。如北京第一机床厂生产的XA6132A万能升降台铣床,与X62W相比,机床的纵、横、垂三个方向的行程都得到增加,扩大了加工范围,三个方向均采用滚

珠丝杠副。机床主传动采用液压变速, 机床还配备数显装置, 进一步提高了加工精度。

#### (四) 国内部分普通铣床的结构简介

国内生产普通铣床的厂家不少, 同一规格的机床在结构上随生产厂家不同略有差别。为便于比较和借鉴, 在此简要介绍一下国内目前使用量较大的几种普通铣床的结构及传动系统, 这些机床在修理中也是经常遇到的。

##### 1. X6132A 卧式升降台万能铣床的结构及传动系统

X6132A 是由齐齐哈尔第二机床厂生产, 与 X62W、XA 6132 是同一规格的机型。图 8-1-11 是该机床的外形图, 各部分的结构介绍如下:

1) 主传动部分 如图 8-1-12 所示, 主传动部分由主传动变速箱及主轴部件组成。通过 I 轴、II 轴的二个三联滑移齿轮及 III 轴上的一个双联滑移齿轮, 使主轴得到 18 种转速。

主轴采用二点支承 (与 XA6132、X62W 的三点支承不同), 前支承由一个双列圆柱滚子轴承组成, 后支承由二个单列向心推力球轴承支承。主轴的制动通过 I 轴上的电磁离合器 DLMX-5C 实现,

轴向间隙由垫圈来调整。

2) 机床进给变速部分 图 8-1-13 是进给变速部分的展开图。由进给变速箱与变速操纵机构组成, 由独立的电动机驱动。运动由电动机轴输出后, 经 I、II、III 轴传至 IV 轴左边的空套双联齿轮。当工作进给时, 右边电磁离合器吸合, 运动经过变速箱逐级变速后, 得到 18 种进给速度。当快速进给时, 左边电磁离合器吸合 (同时右半离合器脱开) 运动直接传至 IV 轴, 实现快进。工作进给时, 由 IV 轴右端的滚珠式安全离合器实现过载保护, 变速操纵也采用孔盘集中变速。孔盘的轴向移动由一套螺旋差动机构实现。

3) 升降台部分 升降台与床身以矩形导轨、压板的结构相互联接 (见图 8-1-14), 提高了导轨的刚性, 便于维修。在升降台内部, 装有完成升降台上、下移动, 滑板横向进给及工作台纵向进给的传动机构, 各方向的进给运动由一套鼓轮机构及台面操纵机构集中操纵。其结构与 X62W、XA 6132 的相应部分基本一致。

4) 工作台及滑板 图 8-1-15 是 X6032A 卧式铣床的工作台及滑板结构。X6132A 的相应部分是在工作台与滑板之间增加了一个回转盘。在这部分结构中, 工作台进给丝杠的轴向定位依靠右边轴架上的一对推力轴承, 另一端是可以自由伸缩的。工作台的横向进给螺母座固定在滑板的中部, 与中央锥齿轮装于同一托架上便于维修、调整。工作台进给丝杠的螺母分左右两半, 中间留有空行程, 左右两螺母的间隙可分别调整。其他部分的结构与 XA6132 的相应部分基本一致。

5) 机床的传动系统图及传动链分析 图 8-1-16 是 X6132A 铣床的传动系统图。X6032A (卧式普通升降台铣床) 的传动系统与此完全一致, 整个传动系统可分为三条传动链:

① 主传动链 驱动主轴的运动。其传动路线可表示为:

$$\text{电动机} \rightarrow \text{皮带轮 } 86-87 \rightarrow \text{I 轴} \left[ \begin{array}{l} 1/4 \\ 2/66 \\ 3/7 \end{array} \right]$$

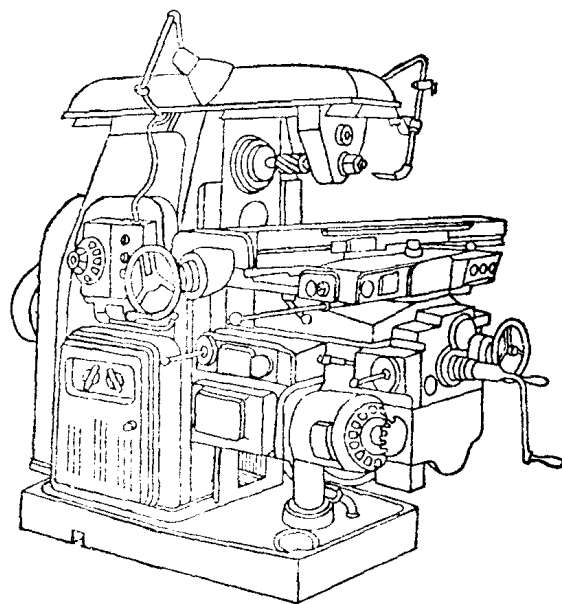
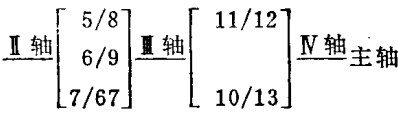


图 8-1-11 X6132A 卧式升降台万能铣床外形图



② 升降台及工作台进给传动链 其传动路线可表示为:

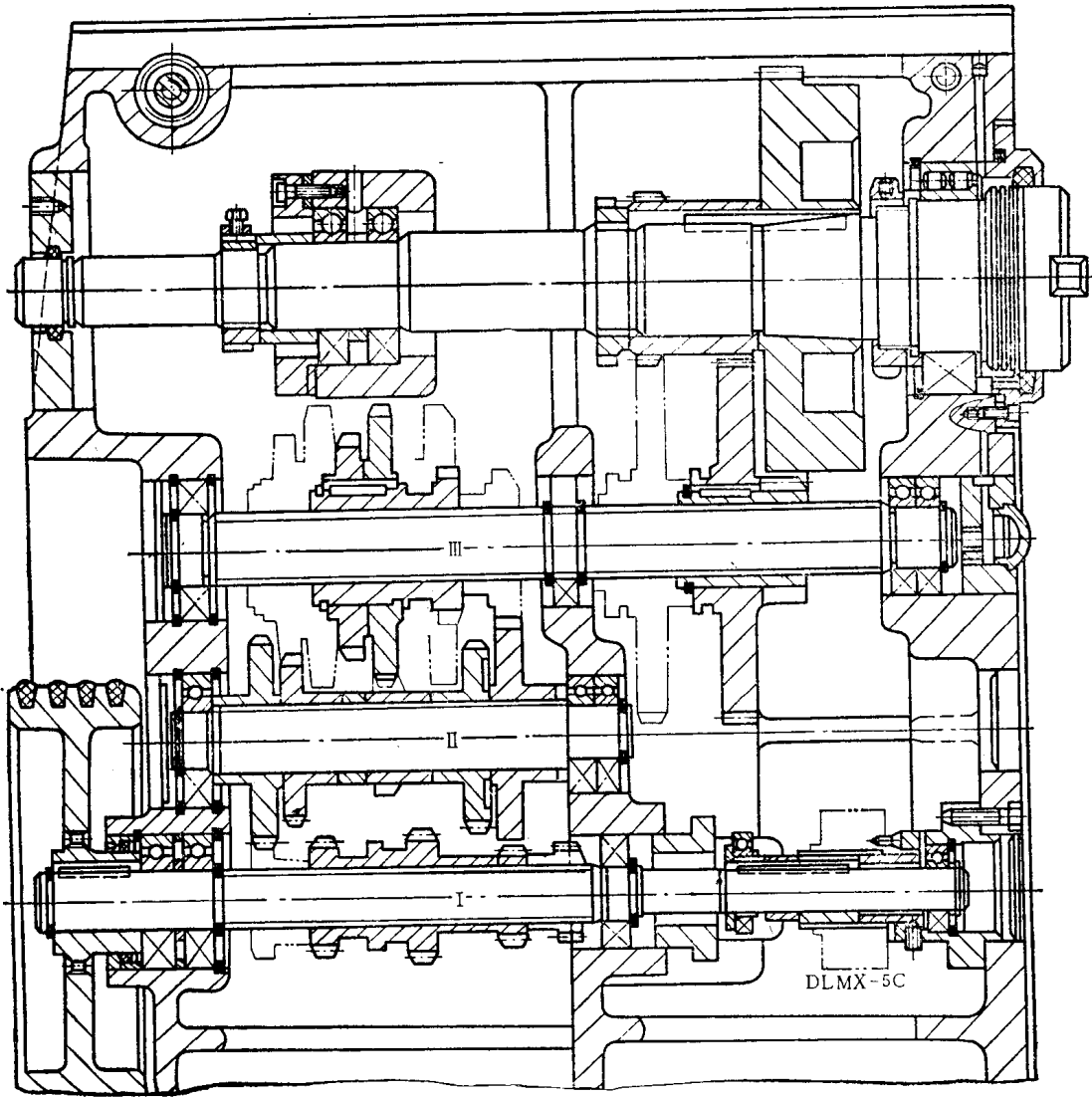
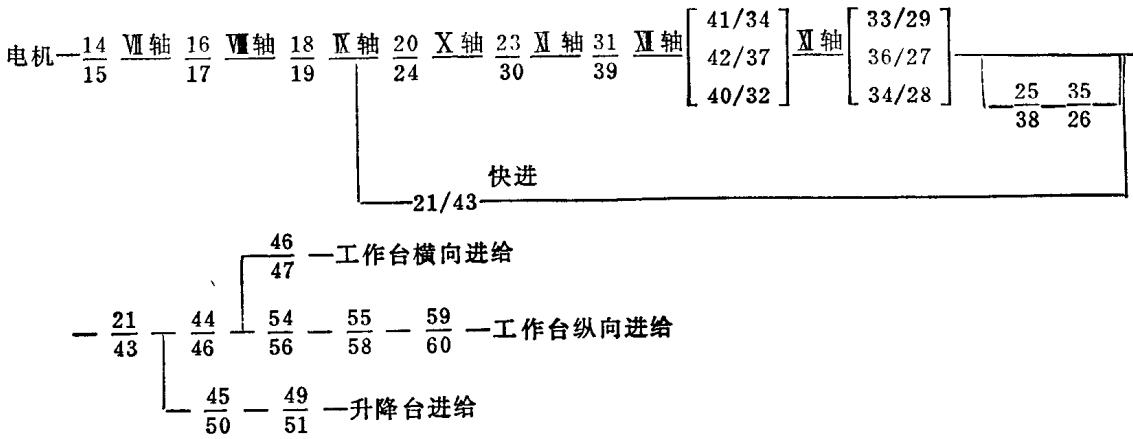


图8-1-12 X6132A 铣床主传动结构

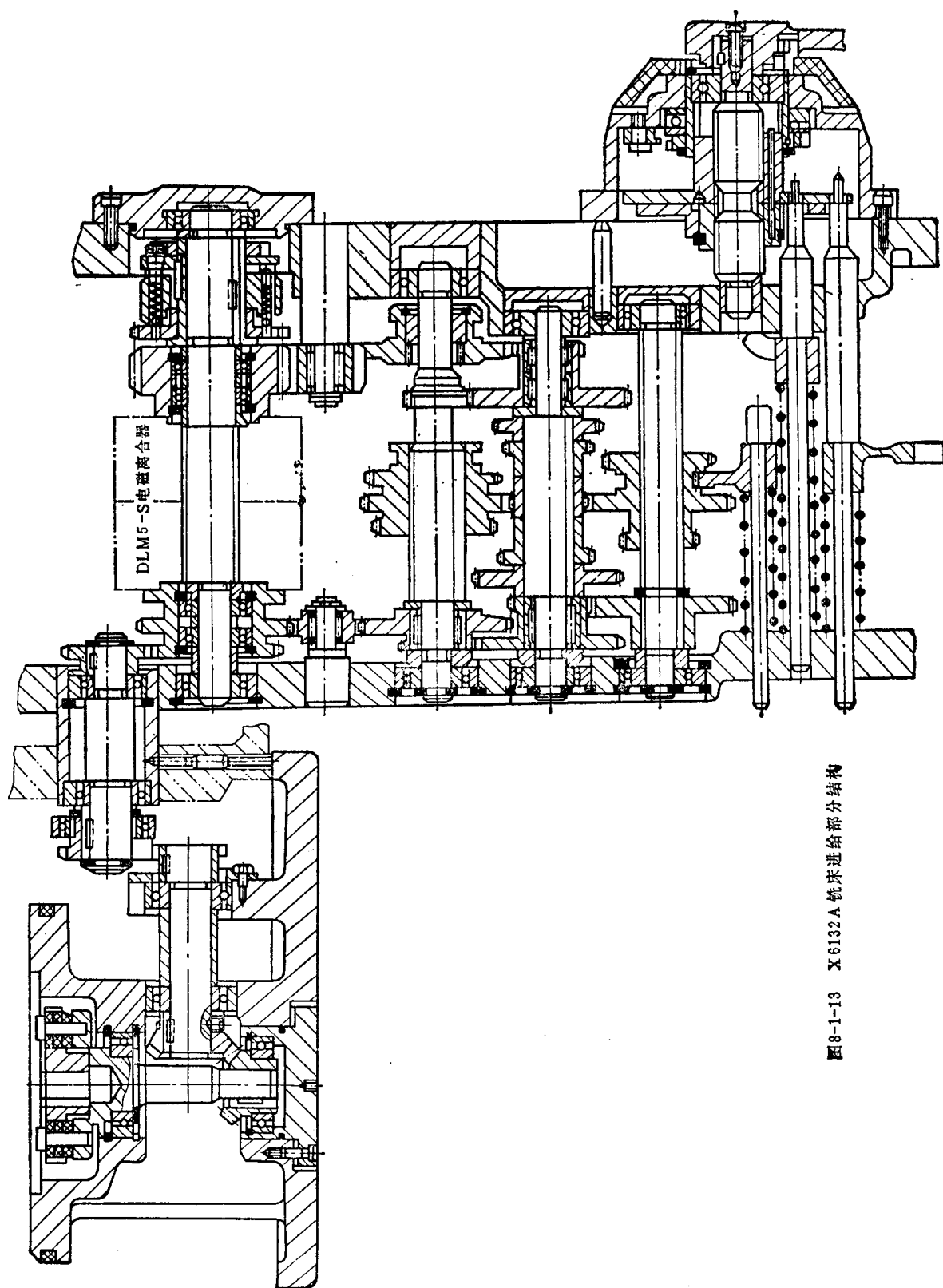


图8-1-13 X6132A 铣床进给部分结构

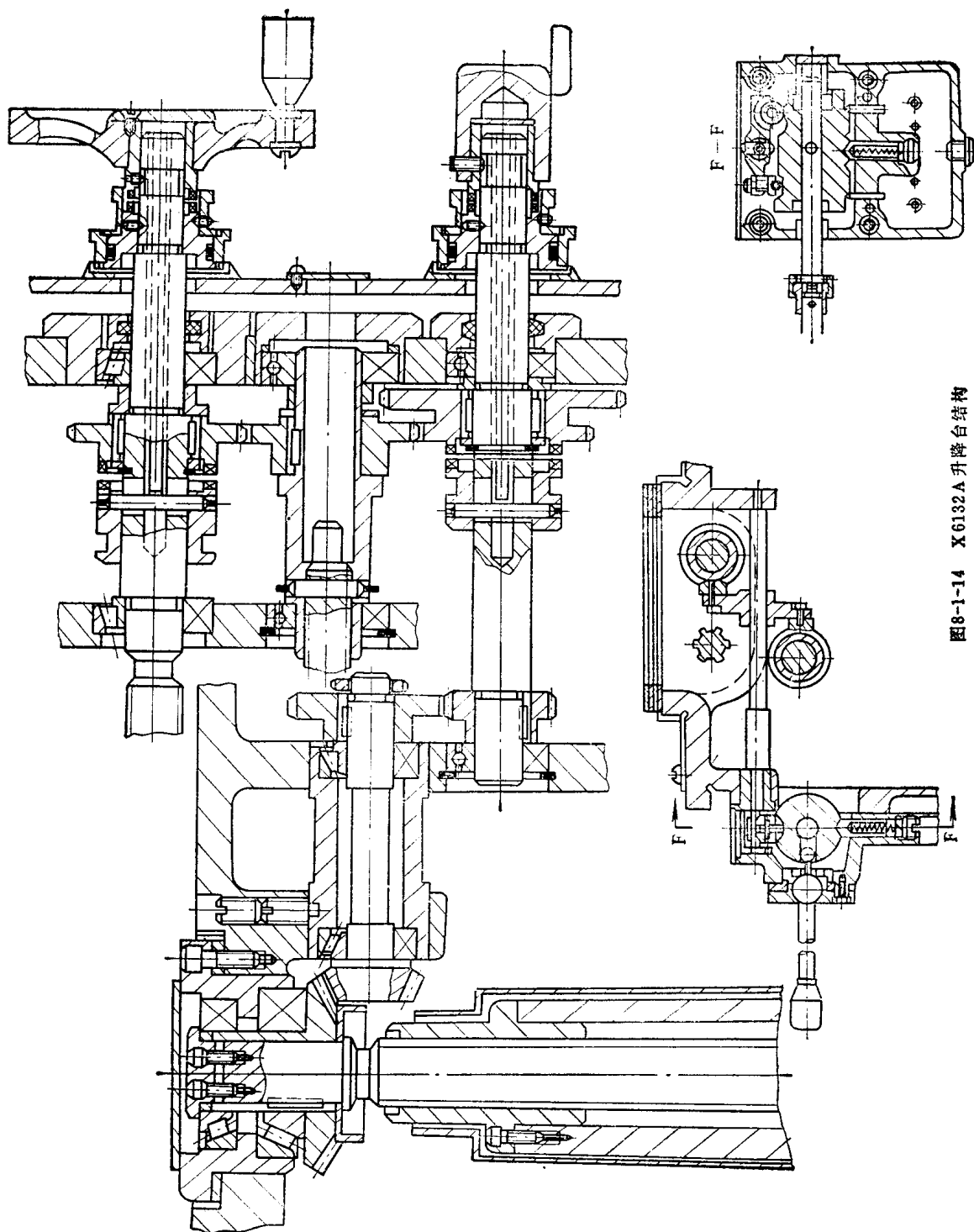


图8-1-14 X6132A升降台结构

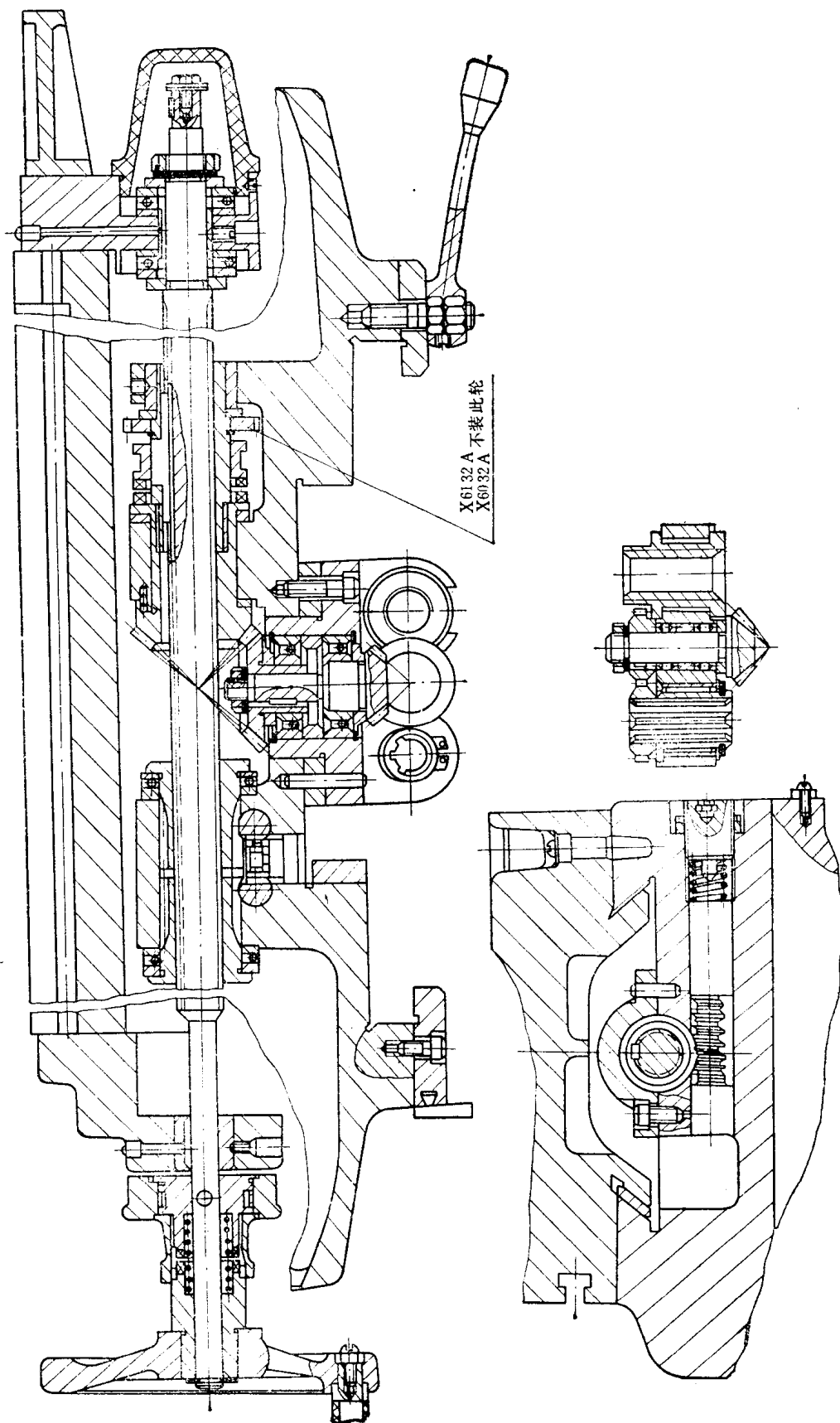


图8-1-15 X6032A 铣床工作台结构

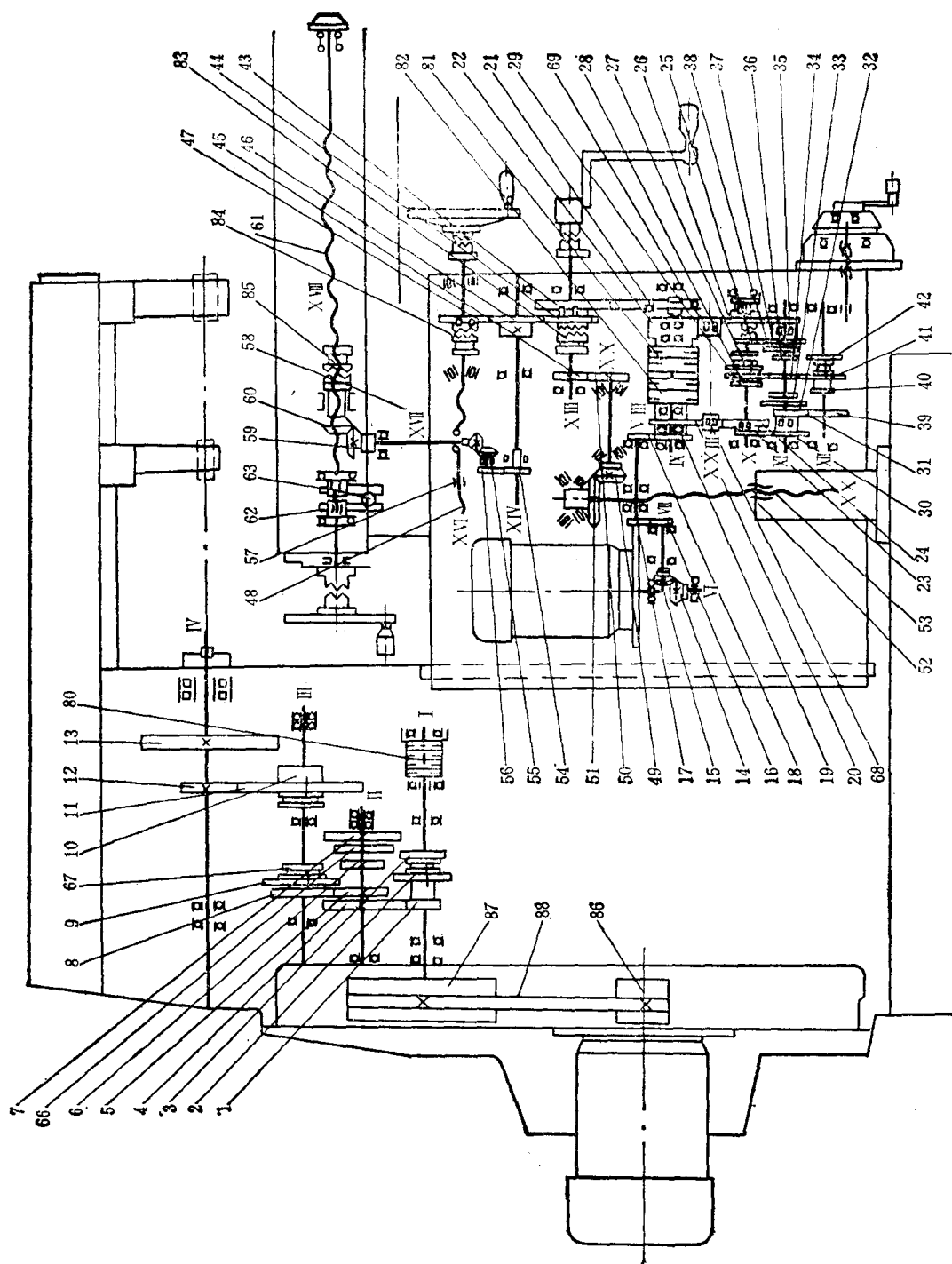


图8-1-16 X6132A卧式升降台万能铣床传动系统图

## 2. X63WT 卧式升降台万能铣床的结构及传动系统

X63WT (上海第四机床厂产)、X63W (北京第一机床厂产)、X63T、X53T 及 X53K、X62W 及 X52T 这些机型尽管比较陈旧,但目前在生产实际中使用的数量仍然不少,这些机型在结构上基本上是一致的。简要说明它们在结构上的共性及其有明显差异的部分结构,供维修人员参考。下面着重介绍 X63WT 的结构及传动系统。

X63WT 的机床外形图如图 8-1-17 所示,由床身 1、基座 2、升降台 4、滑鞍 5、工作台 11 及回转盘 8、主传动箱进给传动箱等部分组成,各部分的结构如下述。

1) 主轴与悬梁 主轴采用前后两个支承,前支承采用一对双列径向轴承,后支承采用一对单列向心推力轴承,通过各自的调整螺母,可作轴承的间隙调整。机床在重载条件下,可利用悬梁与升降台之间的交叉形加强臂 9 来加强悬梁的结构刚性。利用辅助支承 3 来加强升降台的结构刚性。

2) 主传动变速操纵机构 主传动变速操纵机构单独装在床身内部。该机构采用槽轮和间歇齿轮机构,依靠槽轮中滑槽的偏心距及间歇齿轮 (在圆周方向分若干个齿顶高不等的区段) 的定位作用,使四个拨叉 (图中只画出二个) 来拨移变速齿轮,共可得到 20 种速度。变速机构如图 8-1-18 所示, X63T 及 X53T 都采用这种变速机构。这种结构比

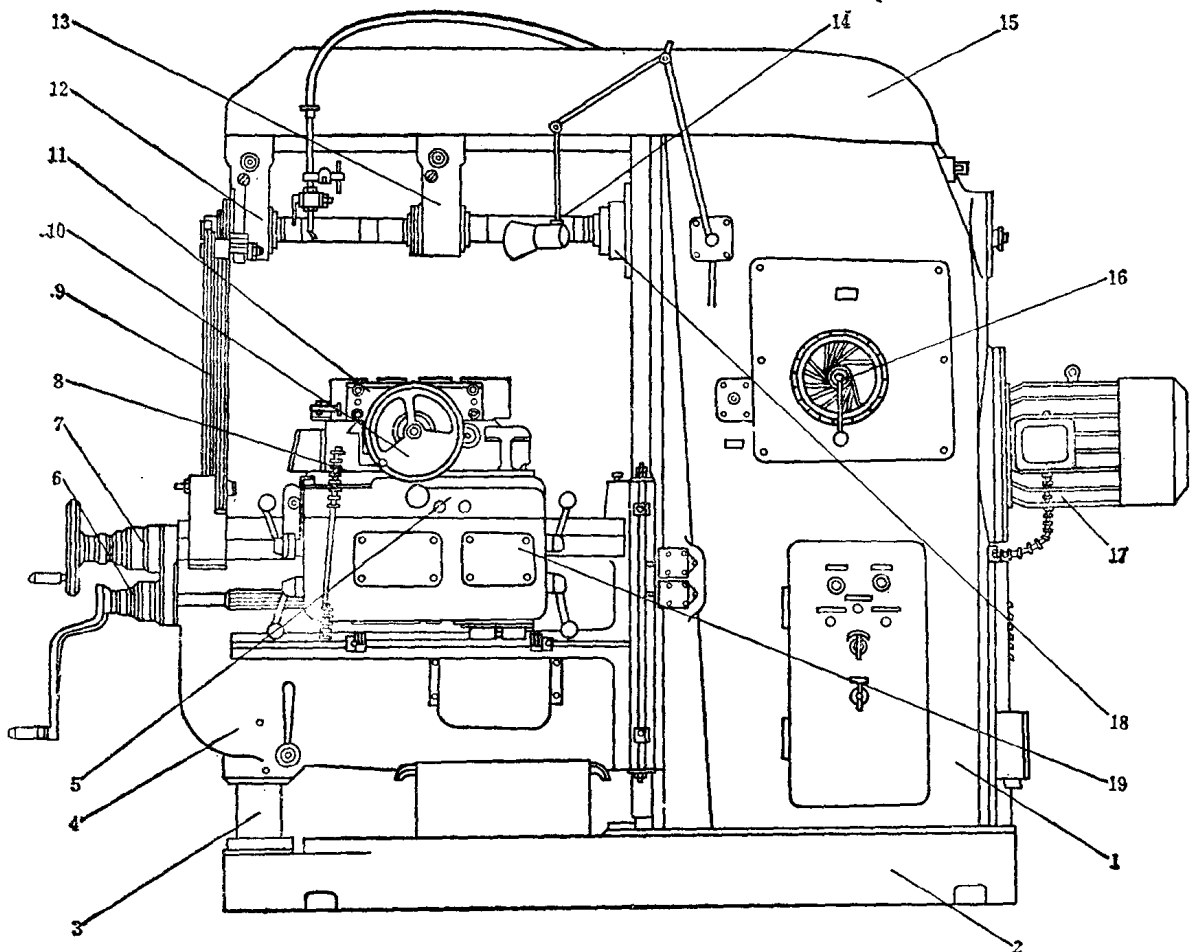


图8-1-17 X63WT卧式升降台万能铣床外形图

1—床身 2—基座 3—辅助支承 4—升降台 5—滑鞍 6—升降手柄 7—横进给手柄 8—回转盘 9—加强臂 10—工作台进给手柄 11—工作台 12、13—刀杆支架 14—刀杆 15—滑枕 16—主轴变速手柄 17—主驱动电机 18—主轴 19—进给箱

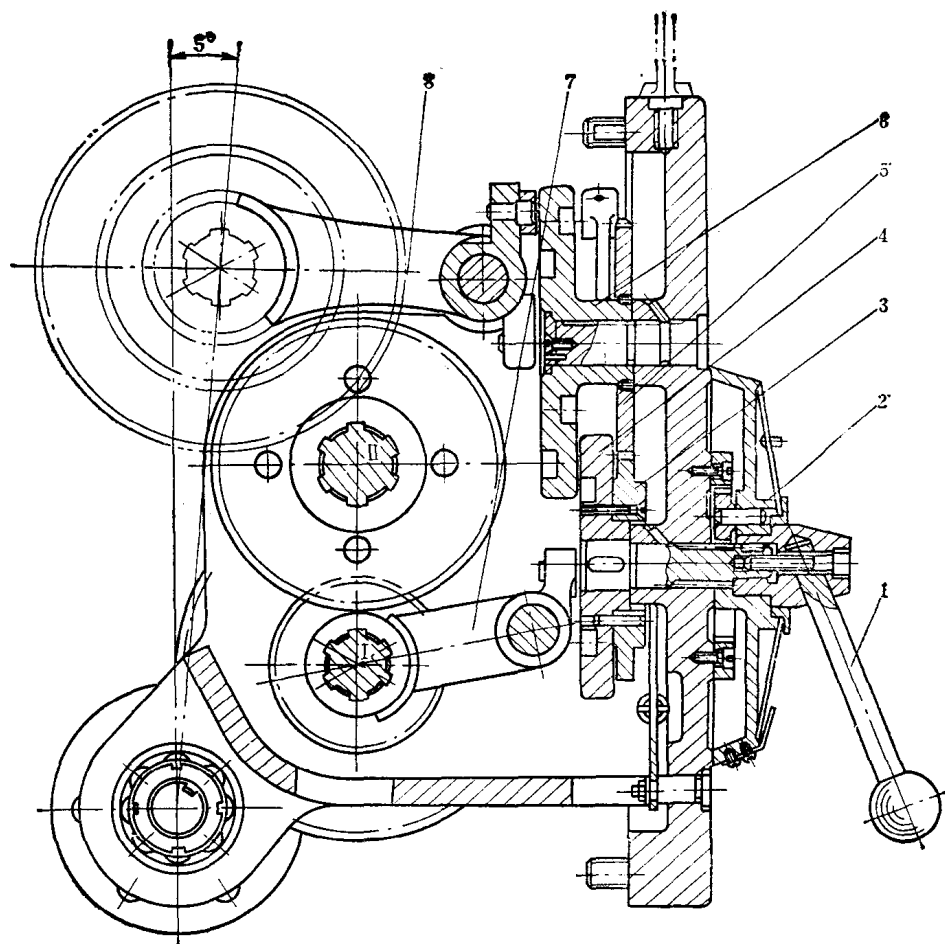


图8-1-18 X63WT卧式升降台万能铣床主传动变速机构

1—变速手柄 2—转速计算盘 3、5—齿轮 4、6—槽轮 7、8—拨叉

较复杂，维修也不方便。变速机构中还设计了转速计算盘，可根据铣刀直径、工件材料硬度，表面粗糙度要求来确定合适的切削速度及主轴转速。

3) 升降台 升降台的结构如图 8-1-19 所示。需要注意的是，在本结构中，为了提高升降台的切削抗力，在升降台前部设计了两根圆柱形导轨辅助支承，当机床在重切削条件下，可利用夹紧手柄 7 经过差动丝杠 8、夹紧块 6、9 来夹紧升降台，从而提高切削抗力。

4) 进给箱 进给箱的结构如图 8-1-20 所示。由单独电动机驱动，利用折回机构能实现 15 种不同的进给量，通过圆柱槽轮 20 带动二个拨块（图中只画出一个）来移动滑移齿轮 1、2、9、10 进行进给量变换。

折回机构由Ⅳ轴和Ⅴ轴上的空套齿轮 11，固定双联齿轮 12、15，空套双联齿轮由 13、14、

16、17、18 组成。当电机驱动Ⅰ轴，经过蜗杆蜗轮副将运动传至Ⅱ轴，Ⅱ轴齿轮的运动分开两路传动，一路是齿轮 9 与齿轮 10 啮合，齿轮 10 与齿轮 18 啮合传至Ⅴ轴，经过一次折回，传至Ⅳ轴齿轮 14，再传至Ⅵ轴齿轮 1，Ⅶ轴齿轮 2 获得一种进给速度。另一路是齿轮 9 与齿轮 11 啮合（不经过Ⅲ轴），齿轮 11 与齿轮 15 的小齿轮啮合传至Ⅴ轴。然后，齿轮 15 的大齿轮与Ⅳ轴双联齿轮 12 的小齿轮啮合将运动折回到Ⅳ，以后各档传动也如此来回，根据Ⅵ、Ⅶ轴齿轮 1、2 所处的啮合位置不同，共可得到 14 种进给速度。这种结构的优点是结构紧凑、简单，但折回机构各对齿轮的加工要求较高，需要有较好的尺寸一致性，以保证各对齿轮的中心距不致发生相互间的干涉而影响各对齿轮的啮合。

在铜蜗轮 5 及中拖板内齿轮 1 上均装有滚珠式