

第25章 重型机床主要部件的修理

覃明湘

第1节 直线运动的床身 和工作台的修理

具有直线运动的滑动导轨副的重型机床，有龙门刨床、龙门铣床、卧式车床等。

龙门刨床床身导轨有V-平、V-V、三条导轨的平-V-平和开式三条矩形导轨的组合等型式（见图25-1-1 a、b、c、d）。

龙门铣床床身导轨型式有V-平，较小的龙门

铣床，导轨型式如图25-1-1 e所示。

卧式车床床身有两条、三条、四条导轨的组合等。

本节以B228-14龙门刨床床身、工作台和C61315车床床身为例，介绍其修理方法。龙门铣床与龙门刨床相似，这里就不重复介绍了。

（一）龙门刨床床身和工作台的修理

重型龙门刨床的床身，是多段拼装联结而成的，特点是导轨长、面积大，是修理中的关键件之一。修理时，应根据导轨面精度、表面损伤情况以及本厂现有条件来决定其修理方法。

床身导轨的精度对被加工工件的精度有很大的影响，在修理时必须按机床专业标准JB2732-86中所规定的三项精度进行检验：

- 1) 床身导轨在垂直平面内的直线度误差。
- 2) 床身导轨在水平平面内的直线度误差。

上述二项分别规定了导轨在全长和在1m内的直线度误差。

3) 床身两导轨面间的平行度。为了便于知道导轨面间的平行度，一般以角度值表示，它也分别规定了导轨面在全长和在1m内的平行度的误差。

其次，是蜗杆箱支承面与导轨面应保持平行，各段床身接合面处不应超过规定的间隙。

床身的修理方法，一般有刮研、精刨、磨削或以“蚂蚁啃骨头”等土法刨削、铣削、磨削。当土法刨削、铣削、磨削达不到国家精度标准时，再以精刮修正解决。

修理方法及适用情况见表25-1-1。

重型机床工作台，一般采用多段拼装结构。修理工作主要是保证导轨副的配合和传动齿条的啮合侧隙。

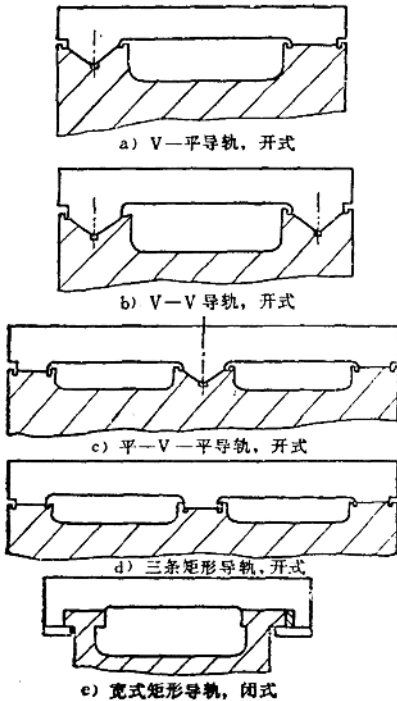


图25-1-1 导轨截面图

表25-1-1 修理方法及适用情况表

修理方法	适用情况
刮研	精度丧失较小, 无大面积划痕、无大设备加工, 要求精度高
龙门刨床上精刨 (或带磨头磨削)	精度丧失严重, 并有严重划痕
蚂蚁啃骨头等土法 刨削、铣削、磨削	精度丧失严重, 并有严重划痕; 无机床加工

1. 修前检查工作

(1) 检查接头缝隙 床身和工作台是多段结构, 在联结螺钉紧固后, 可用塞尺检查其各结合间隙。当0.04mm塞尺塞不进, 则结合面不用修刮。若能塞进, 应测出实际间隙大小后, 准备修刮。

(2) 检查蜗杆与齿条的啮合侧隙 一种方法是开工作台至床身前端(或后端), 蜗杆约1/3脱离齿条, 使蜗杆与齿条一面紧贴, 用塞尺检查另一面, 将实际侧隙记录下来。

如果工作台是多段组成的, 可以卸去两头各段, 测量中段工作台两头齿条与蜗杆的侧隙。

另一种方法是压铅丝法。将 $\phi 2\text{mm}$ (自选)的铅丝置于蜗杆法向齿面上(两面), 选工作台的一段, 将其齿条对着蜗杆齿槽落下, 吊起工作台, 取出铅丝, 用游标卡尺量一个齿槽里的两片被压扁的铅丝最薄处数值总和, 即蜗杆与齿条的侧隙。

用此法可测出齿条各处与蜗杆的侧隙。但在压铅丝时, 应先检查工作台与床身导轨的间隙。

(3) 检查地脚螺钉 找出露头最短的地脚螺钉(如图25-1-5中尺寸D), 作出标记, 为翻修基础作标高基准用。如果基础较好, 不需要翻修, 此项工作就可以不做。

(4) 自由调平床身 按机床专业标准中G01、G02、G03三项精度要求, 进行测量。首先调整好床身的安装水平, 并记录之。根据精度和导轨面研伤情况决定修理方法。

2. 龙门刨床基础的修理

由于结构上的原因和安装机床时的错误, 机床往往渗油、漏油。多年后, 基础表面被油浸泡, 使表面一层混凝土或砂浆层疏松, 对机床安装精度的稳定性有影响。因此, 被油泡蚀的表面层必须除掉, 翻修。基础受油腐蚀不严重的, 可不用翻修。图25-1-2是B228龙门刨床基础的横向剖面。

基础修复方法简述如下:

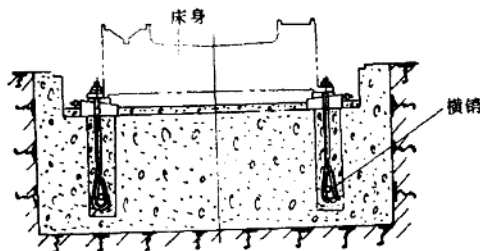


图25-1-2 原床身横向剖面的基础图形

1) 用木锯末将基础表面油腻吸干, 并清理干净。

2) 将基础表面的腐蚀层凿掉, 直到白色坚硬无油质为止, 在放调整垫铁处, 应严格要求无油质, 可适当凿深一点, 如图25-1-3。

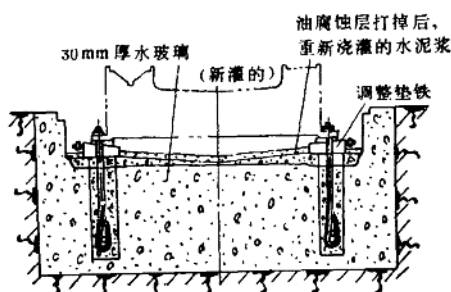


图25-1-3 修复后的床身基础图形

3) 用热碱水刷洗干净, 用布擦干, 重新浇灌水泥浆, 如图25-1-3。

在浇灌时, 不待泥浆完全干固, 即可放上调整垫铁, 使垫铁底面与砂浆全面接触, 由钳工按下列要求找平调整垫铁。

① 如图25-1-4 a, 找平每个调整垫铁纵横向水平位置(即 a-a, b-b), 其允差为 $\frac{0.2}{1000}\text{mm}$ 。

② 按图25-1-4 b, 找平两对面和相邻调整垫铁在同一平面内, 其允差为 $\frac{0.3}{1000}\text{mm}$ 。

③ 调整垫铁上平面位置的确定 以原露头最短的地脚螺钉为准, 如图25-1-5, 调整垫铁上斜铁调至中间位置, 尺寸H即可求出(在①②之前求出):

$$H = A + B + C + D$$

式中 A——床身底面至垫圈底面的厚度;

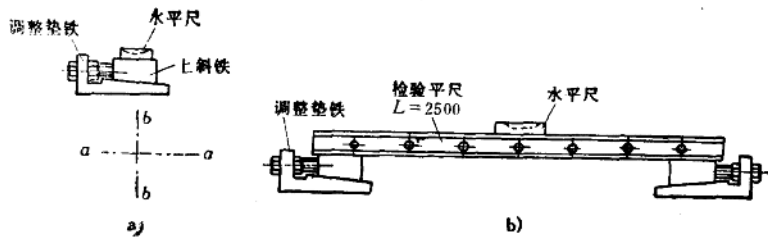


图25-1-4 调整垫铁找平示意图

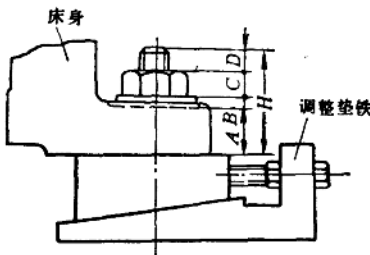


图25-1-5 调整垫铁上顶面尺寸调整示意图

- B——垫圈厚度；
- C——螺帽厚度；
- D——螺钉露头（露头最短的可定为5mm）。

调整垫铁底面的砂浆浇灌后，基础其它表面可向中间倾斜。

- 4) 待水泥干固后，再涂灌水玻璃。

3. 修理用的检验工具

检验床身两导轨面间的平行度用的检验棒、检验平尺尺寸的确定，按机床专业标准JB2732—86中的G03项精度，如图25-1-6所示，必须备有检验棒

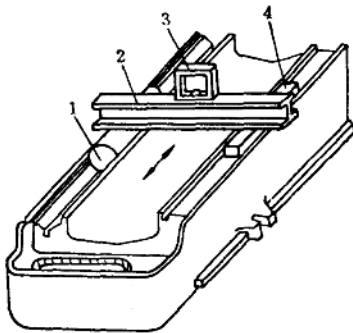


图25-1-6 床身两导轨面间的平行度检验示意图

- 1—检验棒 2—平行平尺 3—框式水平仪
- 4—检验平尺

和检验平尺。这一对检验工具，一般制造厂随机床供应。如B228龙门刨床所用检验棒直径为 $\phi 100$ mm，长为500mm，检验平尺高度为99.58mm，长为500mm。

现将使用中出现的两种情况及其解决办法介绍如下：

- 1) 检验棒、检验平尺精度丧失 由于精度丧失，重新制造一套新的不合算，可将检验棒磨外圆修复，检验平尺则用平面磨床修复。修复时的尺寸计算见式(25-1-1)。

如图25-1-7所示：

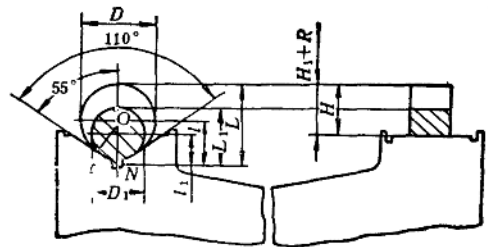


图25-1-7 修复检验工具尺寸示意图

在 $\triangle OMN$ 中得：

$$\sin 55^\circ = \frac{OM}{ON} = \frac{\frac{D}{2}}{l} = \frac{D}{2l}$$

$$\therefore l = \frac{D}{2\sin 55^\circ}$$

$$L = l + \frac{D}{2} = \frac{D}{2} \left(\frac{1}{\sin 55^\circ} + 1 \right) = 1.110388 D \approx 1.1104 D$$

同理：

$$L_1 = 1.1104 D_1$$

$$B = L - L_1 = 1.1104 (D - D_1)$$

因 $H_1 = H - B$

∴ $H_1 = H - 1.1104(D - D_1)$ (25-1-1)

式中 D ——随机床供给的检验棒外圆尺寸；
 H ——随机床供给的检验平尺厚度尺寸；
 D_1 ——修磨外圆后的检验棒外圆尺寸；
 B ——与 D_1 配对，应磨去的原检验平尺厚度；
 H_1 ——与 D_1 配对的检验平尺的厚度。

公式25-1-1是先修磨好检验棒的外圆，然后求相配的检验平尺的厚度。因为检验棒修磨好后，平面磨床容易掌握，修磨检验平尺与检验棒相配就比较容易了。

如要先修检验平尺，后修检验棒，由公式25-1-1可得：

$$D_1 = \frac{H_1 - H}{1.110388} + D$$

$$= 0.900588(H_1 - H) + D$$

即： $D_1 = 0.9006(H_1 - H) + D$ (25-1-2)

例：B228龙门刨床测量床身两导轨面间的不平行度用的检验棒为 $\phi 200\text{mm}$ ，检验平尺厚度为 99.58mm ，因精度丧失，现将检验棒外圆修磨好后尺寸为 $\phi 199\text{mm}$ 。试计算检验平尺的厚度。

解：∵ $D = 200, D_1 = 199, H = 99.58$

$$\therefore H_1 = H - 1.1104(D - D_1)$$

$$= 99.58 - 1.1104(200 - 199)$$

$$= 98.4696 (\text{mm})$$

2) 检验棒和检验平尺丢失 检验棒和检验平尺丢失，而又不知原始设计尺寸，则用下列两方法解决：

① 按图25-1-8所示方法，找出检验棒和检验平尺的配对尺寸根据床身V形导轨的大小，适当选用一个检验棒，此棒外圆尺寸为 D ，平导轨上调整千分垫（千分垫下可置一个平行平铁）使角尺内 90° 检验面各处用 0.03mm 塞尺都塞不进（表面7、8均需检查）。“ H ”即为检验平尺的厚度。

D 、 H 即为检验床身导轨平行度用的检验棒和检验平尺配对尺寸。

② 按图25-1-9所示方法，此法与上法不同点是将角尺改用水平仪。调整千分垫，使水平仪 a 与表面7、8的水平仪 b 、 c 读数相同，保持垂直，则“ H ”即为检验平尺厚度。

表25-1-2为几种国产龙门刨床床身导轨用的检

验棒和检验平尺的产品图纸尺寸（最好用同一个水平仪，并考虑其整头误差）。

表25-1-2 龙门刨床床身导轨用的检验棒和检验平尺的产品图纸尺寸表

产品型号	产品图纸规定尺寸 (mm)	
	D (公差: $h7$)	H (公差: ± 0.02)
B 215 $\frac{1}{2}$	100	58.52
B 2020	100	56.02
B 2025	120	57.22
B 228	200	99.58

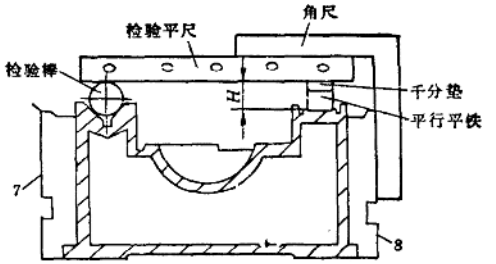


图25-1-8 检验床身导轨平行度用的量具尺寸求法之一

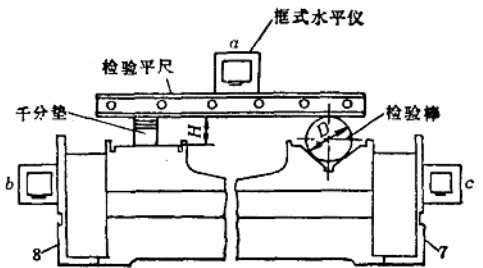


图25-1-9 检验床身导轨平行度用的量具尺寸求法之二

4. 床身刮研修理工艺

现以B228-14龙门刨床为例，它可加工长14m，宽2.8m的零件。床身长29m多，工作台长14m，为常见的重型龙门刨床。其它较短的还有B228-10、B228龙门刨床，以及加工宽度更大的床身为三条导轨的龙门刨床，因修理的基本方法大同小异，就不一一介绍了。

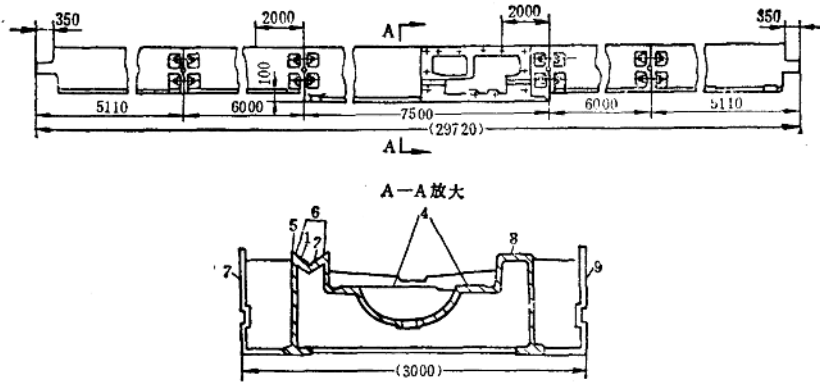


图25-1-10 B228-14龙门刨床床身示意图

床身修理工艺如下:

1) 图25-1-10是B228-14龙门刨床床身示意图。床身是由五段联接的,有四个接合面。其接合面用螺钉联接紧固后,若有渗漏油现象或用0.04mm塞尺已能塞入,则应刮研接合面。接合面修刮要按图示序号顺序进行。若有端面铣床,可以铣代刮。

2) 对进口机床,若没有防止床身接头处渗油装置时,应按图25-1-11所示,在床身一端面铣槽子。内置 $\phi 10$ mm的耐油橡皮绳,当两节床身联接后,即可防止渗油。

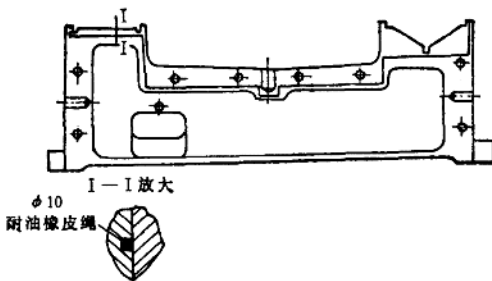


图25-1-11 床身端面铣槽示意图

3) 床身第三段首先吊装在基础调整垫铁上,初步找正安装水平,再按次序将二段、四段、一段、五段拼接,联接时应注意两点:

① 在 10.6×7.5 mm槽子内,应先放置 $\phi 10$ mm耐油橡皮绳,见图25-1-11中床身拼装后的示意图。

② 在拼装床身时,因起吊关系,床身落下后,

两段床身接头常有很大缝隙,不允许直接用联接螺钉拉拢紧固,而应在床身的另一端头用千斤顶等工具使其逐渐拼合。

4) 检验相联接的床身导轨一致性。如图25-1-12用百分表找正接头导轨面。

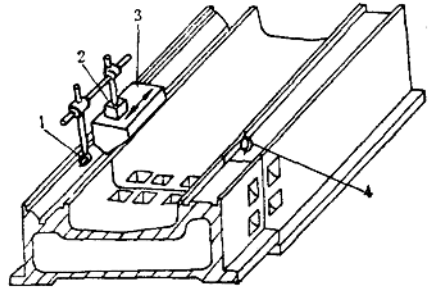


图25-1-12 导轨表面联接时检验示意图

1、4—百分表 2—磁性表座 3—V形槽座

5) 各段床身联接螺钉紧固后,接合面用0.04mm塞尺检验时应不得塞入。重校定位销孔,配上销钉,销钉涂色检查接触面积应达60%以上。

6) 一般采取床身在原基础上进行刮研。若横梁、立柱等均已拆去在修,则应在左右立柱处配置相当于立柱、横梁、联接梁、刀架等重量的重物。

如果不配重物,当床身刮研好并调整紧固后,再安装立柱、联接梁、横梁等,立柱处基础受压变形引起床身变形,床身精度相应变坏。若再强制调整床身(原自由状态下调整),刮研的床身精度将

也被破坏了。这是重型机床的一个特点。如果是小型机床，因重量小，对基础影响可略而不计。

7) 床身修刮工作步骤如下：

① 按机床专业标准 JB2732—86 中的 G01、G02、G03 三项精度要求逐项检验，首先自由调平床身安装水平至最小值。

② 在自由状态下粗刮及半精刮床身。

③ 均匀紧固地脚螺钉，在调整后半精刮时的精度（导轨直线度曲线）不应丧失。

④ 精刮床身。

刮研工艺按表 25-1-3 中的序号 2、3、4 分别进行。

表 25-1-3 床身刮研工艺

序号	工序名称	技术条件		需用工具、检具名称及规格 (mm)	工艺说明
		要求项目	允 差 (mm)		
1	刮研表面 A (图 25-1-13)	(1) 对表面 1、2 和 3 的垂直度 (2) 接触点 (3) 与相邻床身结合面的密合程度 (联结螺钉紧固状态下)	1000:0.03 $\frac{4 \text{ 点}}{25 \times 25}$ 0.04 塞尺不得塞入	(1) (2000 × 1000) 平板 (2) V 形滑座 (3) 角尺 (1 米) (4) 百分表及磁性表座 (5) C 字轧头 (6) 小平尺 L = 500	(1) 如图 25-1-13，将床身一端适当垫高，以平板拖研表面 A，刮研至要求 (2) 如有地坑，可将床身置于坑内，使表面 A 向上平放，便于刮削 (3) 在刮相结合的另一段床身的接合面时，垂直度在 1000 mm 长度上为 0.03 mm，但误差方向应相反，使两段床身联接后导轨趋向一致 (4) 按图 25-1-14 检验表面 A 对表面 1、2 和 3 的垂直度
2	刮研表面 1、2 (图 25-1-15)	(1) 在垂直平面内的直线度 (2) 在水平平面内的直线度 (3) 接触点	每米为 0.02 全长为 0.15 每米为 0.02 全长为 0.15 $\frac{4 \text{ 点}}{25 \times 25}$	(1) 外 110° 研具 (图 25-1-16) (2) φ200 检验棒 (也可用 V 形检验座代) (3) φ0.3 钢丝、显微镜支架及 V 形滑座 (图 25-1-17) (4) 拉钢丝支架 1 副 (图 25-1-18) (5) $\frac{0.02}{1000}$ 框式水平仪 (6) V 形检验座 (自配) (7) 准直仪——取代钢丝显微镜	(1) 用外 110° 研具研点、刮削 (2) 因导轨面长，又是以单个短研具研点，在研刮过程中，应按图 25-1-15 所示，用框式水平仪测量，由导轨的一端至另一端，按移动座的长度，依次测量下去，同时要控制 V 形导轨的扭曲，在全部长度上为 0.02/1000 mm，这样便于达到精度要求 (3) 按图 25-1-19 所示检查导轨表面 1、2 在水平平面内的直线度 (4) 用准直仪检查 1、2 面在垂直、水平平面内的直线度

(续)

序号	工序名称	技 术 条 件		需用工具、检 具名称及规格 (mm)	工 艺 说 明
		要求项目	允 差 (mm)		
3	刮研表面3 (图 25-1-20)	(1) 在垂直平 面内的直线度 (2) 单导轨扭 曲 (3) 对表面 1、2的平行度 (4) 接触点	每米长度上为 0.02, 全长上为 0.15 1000:0.02 1米长度上为 1000:0.02 全 长 上 为 1000:0.04 $\frac{6 \text{ 点}}{25 \times 25}$	(1) 平面研具 (图25-1-21) (2) 检验平座 (自配) 检 验 平 尺 高 99.58 ± 0.01长500 (3) 检 验 棒 $\phi 200 d \times 500$ (4) 平行平尺 $L = 2000$ (5) $\frac{0.02}{1000}$ 框式 水平仪	(1) 用 $l = 1600\text{mm}$ 长平面 研具研点、刮削 (2) 按图25-1-20检验表面 3的单导轨扭曲及在垂直平面内 的直线度 (3) 按图25-1-6检查表面3 与表面1、2的平行度
4	刮研表面4	(1) 对表面 1、2、3的平行 度 (2) 接触点	全长上为0.1 $\frac{4 \text{ 点}}{25 \times 25}$	(1) 平板 (2) 百分表及 表座	用平板研点、刮削表面4并按 图25-1-22所示的方法进行检验

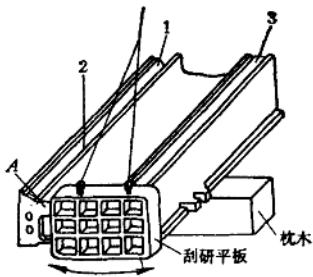
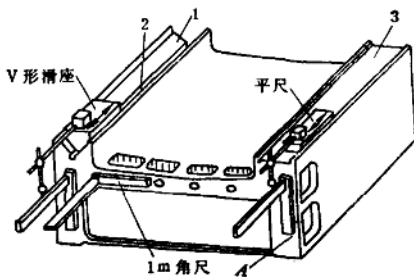
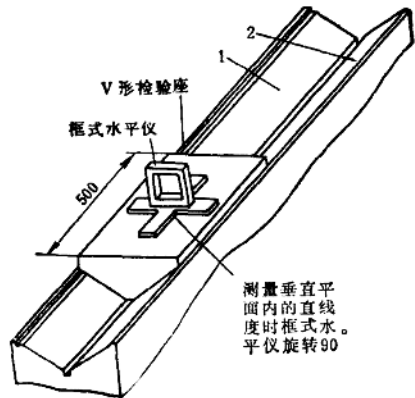
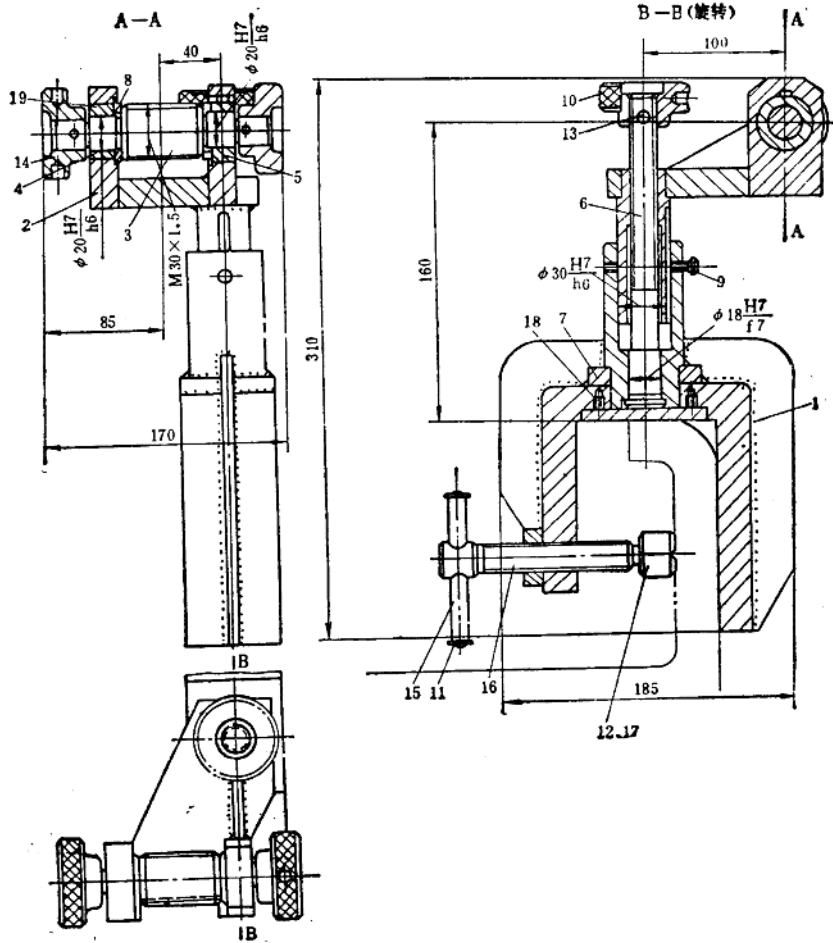


图25-1-13 表面A刮研示意图

图25-1-14 表面A对表面1、
2及3的垂直度检查示意图图25-1-15 表面1、2在垂直平面内的
直线度及V形导轨扭曲测量示意图



件号	零件名称	数量	材料	标准件号	热处理
1	下叉形接头	1	焊接件		HRC40~45 HRC40~45 HRC35~40
2	上叉形接头	1	焊接件		
3	小轴	1	45		
4	套	1	45		
5	套	1	45		
6	螺钉	1	35		
7	垫圈	1	35		
8	垫圈	2	45		
9	螺母	1	45		
10	液花螺母	1	45		
11	环	2	Q235-A		
12	弹簧	1	65Mn		
13	销	3	45	5 × 30 GB117-86	
14	手柄	2	Q235-A		
15	手柄	1	Q235-A		
16	螺钉	1	45		
17	顶端	1	45		
18	螺母	4	Q235-A	M6 × 12GB65-86	
19	螺母	2	Q235-A	M5 × 8GB73-85	

图25-1-18 拉钢丝支架

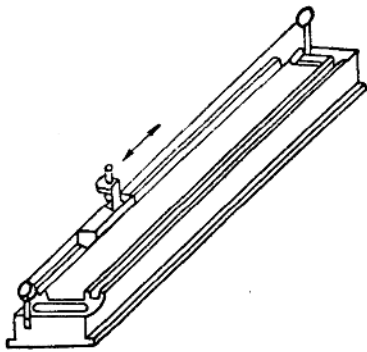


图25-1-19 表面1、2在水
平面内直线度检查示意图

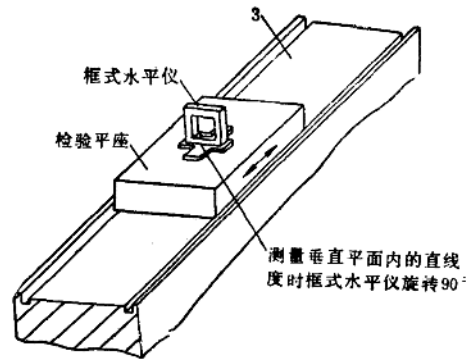
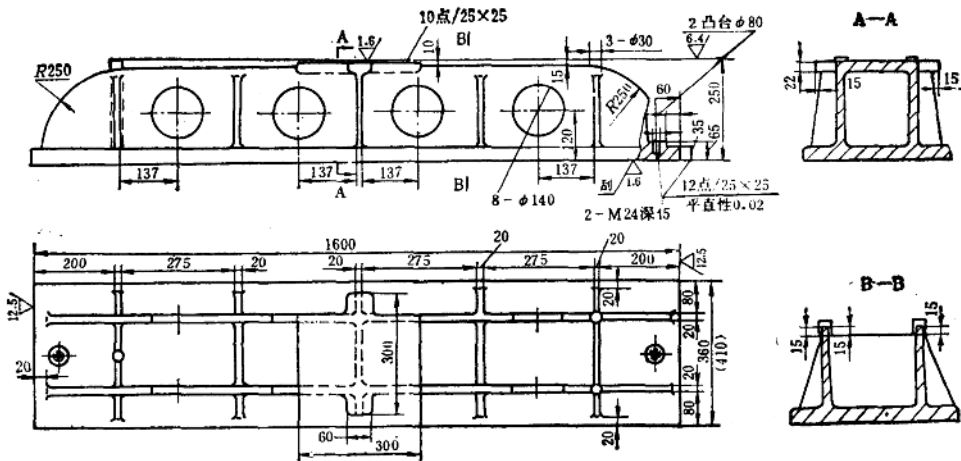


图25-1-20 表面3在垂直平面内的
直线度及单导轨扭曲示意图



技术条件:

1. 铸件人工时效
2. 硬度170~230HBS, 任何工作表面之硬度差不大于20HBS
3. 工作表面不许有砂眼、气孔、裂纹、碰痕, $\phi 10\text{mm}$ 以下的气孔可用同一材料的塞子堵住
4. 未注明的圆角半径 $R = 5 \sim 10$
5. 非加工内表面涂红漆, 外表面涂灰漆

图25-1-21 平面研具 (360用于B 228, 410用于C 61315)

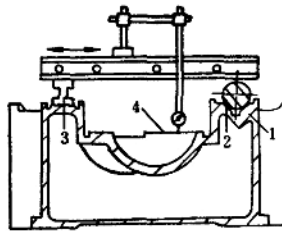


图25-1-22 表面4对表面1、2、3的平行度示意图

8) 床身导轨在垂直平面内的直线度的凹凸要求, 在机床专业标准中没有具体规定, 只要在直线度允差范围内即可。

在生产中, 有的产品零件经加工后规定要求凸, 不许凹。这时修刮床身也应规定成单向要求, 只许凸。

在修理时, 还应考虑季节性气温变化趋势。在炎热的夏季修理时, 应凸, 且凸值较大。当到秋季时, 气温下降, 凸起量相应减少, 甚至稍凹。如果在秋季修理时, 已经凹到最大值, 随着气温下降, 就凹得严重了, 超出了规定的精度范围。如果满足不了产品零件精度要求时, 就得重新调整床身。龙门刨床床身, 因导轨很长, 热胀(变凸)冷缩(变凹)对精度变化显著。

床身刮研工艺列于表25-1-3。

5. 床身精刨修理工艺

(1) 外形图: 见图25-1-10。

(2) 精度及表面粗糙度要求:

1) V形导轨、平导轨在垂直平面内的直线度

允差: 每米长度上为0.02mm; 全长上为0.15mm。

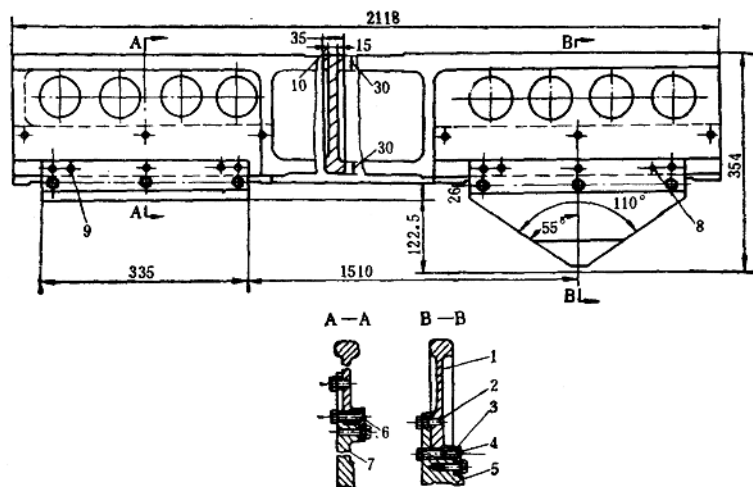
检查图形见图25-1-15。

2) V形导轨在水平面内的直线度

允差: 每米长度上为0.02mm; 全长上为0.15mm。

检查图形见图25-1-19 (最好使用准直仪)。

3) 平导轨与V形导轨的平行度



技术条件:

1. 本样板必须按工作台导轨样板配作

2. 两导轨面的平行度允差0.01mm

3. 导轨面的平面度允差0.01mm

件号	名称	件数	材料	标准件	热处理
1	样板体	1	45钢		调质
2	螺钉	12		M12×26	
3	压板	2	45钢		
4	螺钉	3		M12×60	
5	V形导轨样板	1	T7A钢		HRC56
6	螺钉	3		M12×50	
7	平导轨样板	1	T7A钢		HRC56
8	锥销	2		10×45	
9	锥销	2		10×55	

图25-1-23 精刨床身导轨检验样板

允差：每米长度上为1000:0.02；全长上为1000:0.04。

检查图形：见图25-1-6。

4) 导轨表面1、2、3相关位置用检验样板(如图25-1-23)检查，用0.03mm塞尺应不得塞入。

检查图形：见图25-1-24。

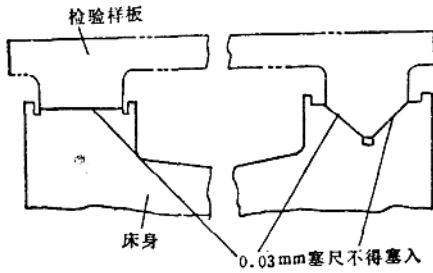


图25-1-24 导轨表面1、2、3相关位置用检验样板检查示意图

5) V-平导轨对侧面7(或8)的垂直度

允差：0.03mm；

检查图形：见图25-1-25。

6) 蜗杆箱支承面4对V-平导轨的平行度

允差：0.1mm。

检验图形：见图25-1-22。

7) 表面5、6与表面1、2、3一次装夹加工而成。表面5、6是工艺用的。

8) 表面粗糙度 表面1、2、3为 $R_a0.8\mu m$ 。表面4为 $R_a1.6\mu m$ 。表面5、6为 $R_a1.6\mu m$ 。

(3) 加工方法 一般在重型或超重型龙门刨床、铣刨联合机床、磨刨联合机床(龙门刨床型式，有一个垂直刀架带磨削头)上加工。加工机床的加

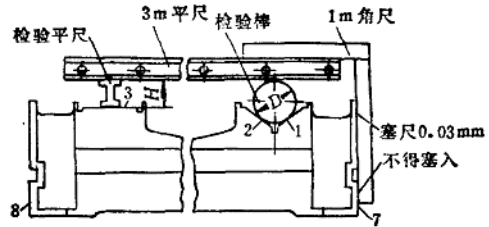


图25-1-25 V-平导轨对侧面7(或8)的垂直度检查示意图

工宽度应足够。加工长度以一次装卡刨成为宜，但一般工厂没有加工这么长的机床，所以也可分段加工，每次装卡两段或三段等。因整体加工比分段加工简单，这里只介绍分段加工方法(见图25-1-10)。

1) 精刨表面 刨1、2、3、4、5、6面。

表面5、6是分段精刨时工艺上拉表找正用的基准面。

表面7、8一般不要刨。以刨表面1、2、3来保证与表面7、8相互垂直度(一般生产厂在加工时，已保证表面7、8相互平行，且与导轨面是垂直的)。如果发现表面7、8不平(平面扭曲)或两面互不平行，必须精刨时，也应尽量少刨，以免造成立柱安装不上；立柱的安装孔与地脚螺钉相碰，从而又要扩大安装孔。

2) 精刨床身使用的专用工具见表25-1-4。

3) 分段精刨方法 B228-14床身共有五段，如图25-1-10。第一次装上一、二段。床身导轨面向上，放置在加工机床工作台的调整垫铁上，如图25-1-26a。第二段D面为出刀方向，一、二段联接后，装上定位销钉，接头处用0.04mm塞尺应不得塞入。开动工作台，按图25-1-27所示拉表找正。

表25-1-4 精刨床身时专用工具表

序号	名称	图号	数量	用途	备注
1	检验棒	(自配)	1	检验床身精度用	$\phi 200d$ mm 长500mm
2	检验直尺	(自配)	1	检验床身精度用	高度 $H=99.58$ mm 长500mm
3	V形槽座	(自配)	1	检验床身精度用	
4	显微镜支架	图25-1-17	1	检验床身精度用	
5	拉钢丝工具	图25-1-18	2	检验床身精度用	
6	样板	图25-1-23	1	检验床身精度用	
7	挡板	图25-1-30	1副	精刨时用	

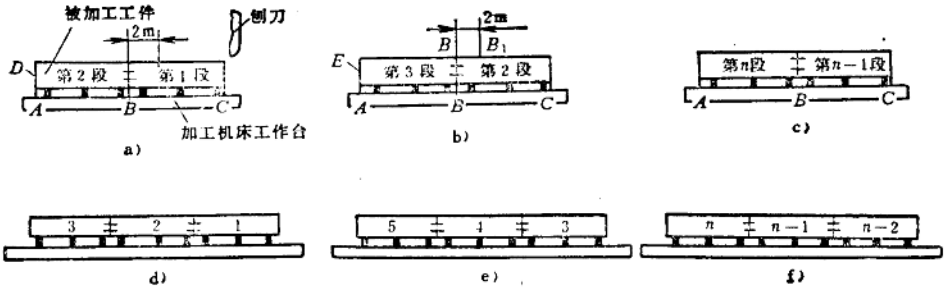


图25-1-26 分段精刨装夹示意图

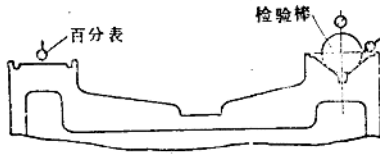


图25-1-27 床身导轨纵向拉表检查示意图



图25-1-29 床身端面安装挡板的螺钉孔示意图

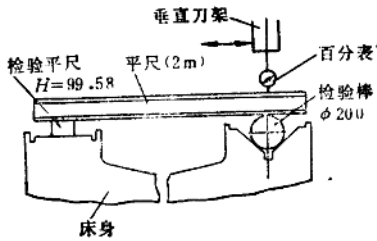


图25-1-28 床身导轨横向拉表检查示意图

如图25-1-28所示，移动垂直刀架拉表找正。然后，两头及两侧顶（卡）固。再将挡板（如图25-1-30）装在第二段床身导轨端部，与床身一起刨，防止导轨端头在出刀时产生剥落现象。

如图25-1-29所示，将床身第二、三、四段的端面（出刀方向）在刨前先将11个M16螺孔钻铰好，以便装上挡板。挡板如图25-1-30所示。

精刨床身第一、二段的1、2、3、5、6面，达到精度及粗糙度要求。

卸下挡板。

精刨后，垂直刀架上装置百分表，表头触及表面3、5、6移动工作台，拉表检

查。特别是表面3、6和5，如图25-1-26 a 2m处的数值应记录下来，作为下次装卡找正的参考。

第二次装上二、三段；床身导轨面向上，放置加工机床工作台调整垫铁上。第三段E面为出刀方向，如图25-1-26 b所示。第二段表面5（图25-1-10 A-A）拉表找正后，再拉表找正表面3、6（图25-1-10 A-A）。表面3、6在如图25-1-26 b 2m处拉表时，以上面记录数值加上直线弦接法的 K_1, K_2 数值为拉表数值（见图25-1-34）（ K_1, K_2 数值的计算，详见第6小节多段床身分段精刨提高导轨面在垂直面内的直线度的方法）卡固第二段床身。而第三段床身调整时，导轨面应比第二段床身导轨面高（高出数值约为刨去深度加0.3mm）。V形导轨与平导轨的高出数值不一样，按V-平导轨加工中尺

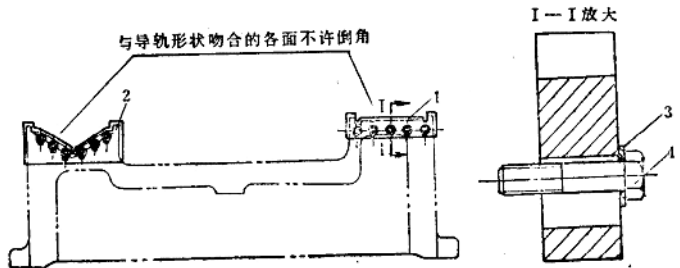


图25-1-30 刨导轨用的挡板示意图

1—平导轨挡板 2—V形导轨挡板 3—垫圈 4—螺钉

寸的计算方法处理，见图25-1-31及图25-1-32。第三段找正方法与第一次的方法相同，因有表面7、8，还需要在侧刀架上装置百分表，表头触及表面7，侧刀架沿立柱上、下移动找正表面7（以保证加工后达到检验精度第⑤项的要求），然后紧固二、三段床身的联接螺钉，接头处用0.04mm塞尺检验应不得塞入，并卡固第三段床身。出刀处端面装上挡板。

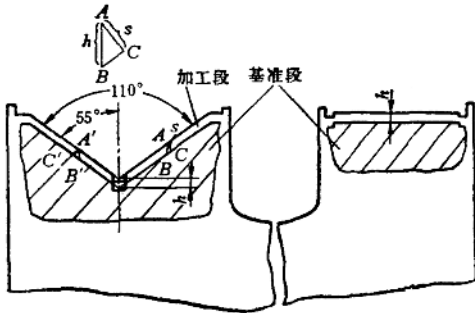


图25-1-31 V-平导轨加工中尺寸计算图之一

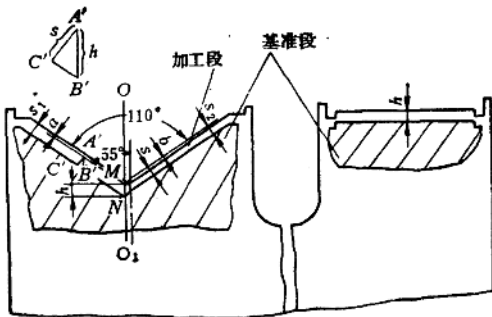


图25-1-32 V-平导轨加工尺寸计算图之二

以第二段床身导轨各面为基准（即基准段，不刨），拉表或对刀，精刨第三段床身导轨表面1、2、3，然后刨表面4、5、6。

第三次装卡三、四段，以三段为基准段，精刨四段。

第四次装卡四、五段，以四段为基准段，精刨五段。

第三、四次的加工方法，与上述基本相同。

如果，加工机床可以一次装卡三段，则第一次刨一、二、三段。第二次以三段为基准段，精刨四、五段。两次就可以刨成。挡板只在三段端面E使用

一次。

(4) V-平导轨加工中尺寸的计算 机床中常见有如图25-1-31的V-平导轨型式，超重型龙门刨床床身有如图25-1-1c平-V-平导轨型式。在分段精刨中，基准段只作基准，不允许刨刀接触，被加工的一段（或多段）精刨后应高于基准段导轨面。而V形导轨与平导轨的高出值不一致，应按下列公式计算。

如图25-1-31，平导轨加工段高出值为h。

作AC垂直于V形导轨面，令其为s，AB平行于V形导轨中心线，应为h。在△ABC中，

$$\text{因 } \angle ABC = 55^\circ$$

一般龙门刨床床身V形导轨为110°，个别情况如有90°的，则∠ABC = 45°。

$$\sin 55^\circ = \frac{AC}{AB} = \frac{s}{h}$$

$$s = h \sin 55^\circ = 0.8192h \quad (25-1-3)$$

$$h = \frac{s}{\sin 55^\circ} = 1.221s \quad (25-1-4)$$

式中 h——平导轨高出值；

s——V形导轨每边高出值。

在加工时，如因故不能保证V形导轨每边均为s（见图25-1-32），而是一边为s₁，一边为s₂。只要s₁+s₂等于2s，也是可行的。

如图25-1-32，O-O为基准段V形导轨中心线，在加工时，平导轨加工段高出基准段h，则V形导轨中心线上也应高出h，如图中MN。但在实际加工中，加工段一边高出s₁，另一边高出s₂。

图上A'B'为h，A'C'为s。

$$s_1 = s + a,$$

$$s_2 = s - b$$

从图上很容易看出：

$$a = b$$

故

$$s_1 + s_2 = s + a + s - b = 2s$$

(25-1-3)式代入：

$$s_1 + s_2 = 2s = 2 \times 0.8192h$$

$$s_1 + s_2 = 1.6384h \quad (25-1-5)$$

$$h = \frac{s_1 + s_2}{1.6384} \quad (25-1-6)$$

公式的使用：

1) 先刨好平导轨面，后刨V形导轨面 用公式25-1-3“V形导轨面高出数值一致”，或公式25-1-5“V形导轨面高出数值不等”。

2) 先刨好V形导轨面, 后刨平导轨面 用公式25-1-4“V形导轨两面高出数值一致”, 或公式25-1-6“V形导轨两面高出数值不等”。

6. 多段床身分段精削的方法

多段床身接合组成的床身整体, 因床身整体太长, 导轨面的精削工序受加工机床加工长度的限制, 不能将床身整体一次装卡精削, 必须分段精削。

因受机床加工长度的限制, 如图25-1-26 a、b、c所示, 每次只能装卡两段(共有 n 段)。又如图25-1-26 d、e、f所示, 每次只能装卡三段(共有 n 段)。如机床加工长度允许, 尽可能每次多装卡几段。

经多次分段精削, 如何保证联接后的床身整体导轨全长在垂直平面内的不直度误差, 不致因分段精削而产生过大的累积误差, 从而获得较高的精度呢。采用直线弦接法^①可以解决分段精削中的工艺问题, 现介绍如下:

(1) 加工过程 床身整体共有 n 段, 每次只能装卡两段。如图25-1-26 a所示, 第一次精削一、二段。如图25-1-26 b为第二次以已加工了的第二段作为基准(称为基准段), 精削第三段。第三段精削后, 导轨面应比第二段稍高, 约0.2~0.5mm。以后, 由此类推, 最后一次如图25-1-26 c所示, 以 $n-1$ 段为基准段精削第 n 段。同样, n 段导轨面比 $n-1$ 段稍高。

(2) 基准段的作用

1) 仿形作用 按基准段找正、对刀和拉表测量, 确保加工段与基准段导轨各面相关位置和几何形状一致。

2) 定位作用 基准段安装于工作台上的空间位置一经确定, 则与它接合的待加工段的空间位置也就确定。如果基准段在作基准用的装卡中, 空间位置选择恰当, 就可使得加工段精削后, 导轨面在垂直平面内的直线度累积误差控制在最小数值之内, 这就是下面介绍的直线弦接法。

(3) 直线弦接法 现有一个床身整体, 共有 n 段, 每段长为6m, 机床每次只能装卡两段加工。

如图25-1-26 a所示, 床身第一、二段放置在加工机床(如龙门刨床)的工作台 ABC 位置上。联合精削后, 用水平仪测量出在垂直平面内的直线度(下面均指在垂直平面内的直线度)。图中为 \widehat{ABC}

曲线, 如图25-1-33。 \widehat{AB} 曲线为第二段床身直线度曲线, \widehat{BC} 为第一段床身直线度曲线。如果装卡正确, 无强压变形, 则因装卡引起的误差极小, 可以忽略不计。若被加工件具有足够的刚性, 材质均匀, 这条 \widehat{ABC} 曲线就是加工机床的工作台在 \widehat{AC} 段位置的实际运动曲线(即工作台移动在垂直平面内的直线度)。 H 为两段床身在垂直平面内的直线度累积误差值。

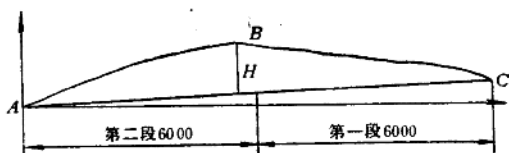


图25-1-33 第一、二段直线度曲线图

如图25-1-26 b所示, 以第二段床身为基准段, 精削第三段, 在第二段床身导轨面上拉表找止的数值应按以下方法确定。

如图25-1-34, \widehat{DAE} 曲线就是图25-1-33的 \widehat{ABC} 曲线。在6m处的A点连成 \widehat{DAE} 弦, 并延长至C, 在12m长的 \widehat{AC} 弦上, 以 \widehat{DAE} 曲线范成 \widehat{ABC} 曲线。图上出现 K_1 、 K_2 两个数值。第二段头部拉表找正为0, 移动1m拉表为 K_1 , 移至2m处拉表为 K_2 。则第三段床身精削后, 一、二、三段拼装后的总的直线度曲线为 \widehat{DABC} , 使直线度累积误差值仍限制在为 H 的这个数值范围之内。

由于被加工的第三段曲线图象的弦与已加工过的一、二段曲线图象的弦成一直线, 所以称它为直

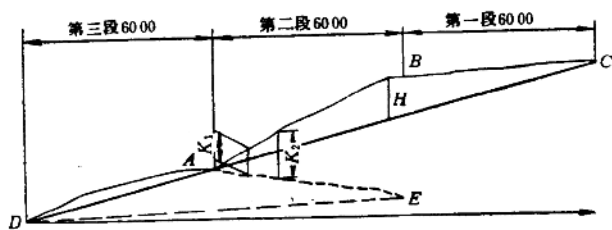


图25-1-34 第二、三段直线度曲线图

① 直线弦接法仍系某重型机床厂所采用的一种工艺方法, 它仅推荐一个常见的全凸导轨精度曲线作为分段精削时的拼接实例。如果导轨精度曲线有所变化, 则仍按直线度定义所规定的要求, 使其各组合的导轨精度曲线都包容在垂直坐标值为最小的一组包容线之间, 但其作图方法亦应随之变化。

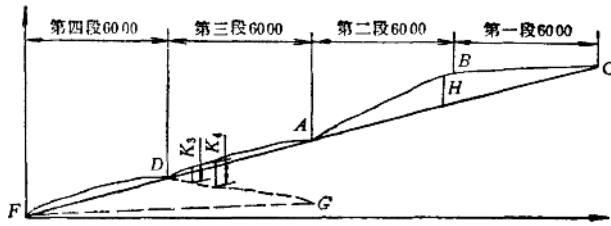


图25-1-35 第三、四段直线度曲线图

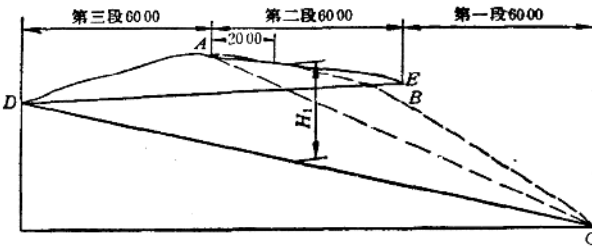


图25-1-36 不用直线弦接法加工后的导轨直线度曲线图

线弦接法。

以第三段找正，精刨第四段。如图 25-1-35， \widehat{FDG} 曲线就是图25-1-33的 \widehat{ABC} 曲线，连 FD 并延长至 C ， DC 弦上范成图25-1-34的 \widehat{DABC} 曲线。图 25-1-35上显出 K_3, K_4 值，这是第三段床身导轨拉表找正数值。以后加工各段，均用 K_3, K_4 数值。一、二、三、四段拼装后的总的直线度曲线为 \widehat{FDABC} 。

如果不用直线弦接法，如图25-1-26b在第二段的 B, B_1 两处拉表均为零，则加工第三段后，一、二、三段总的直度曲线如图25-1-36 \widehat{DABC} 。直线度累积误差为 H_1 。 H_1 数值比图25-1-34中的 H 值大得多。因此，按拉表为零的找正方法加工后，其精度并不高。

图 25-1-36 \widehat{DAE} 曲线就是图25-1-33中的 \widehat{ABC} 曲线。图25-1-36中 \widehat{ABC} 曲线是以 \widehat{DAE} 曲线范成。且在二、三段接头处和2m处拉表找正为零的前提下范成的。

7. 工作台修理工艺

1) 工作台是由三段联接的，有两处接合面，经联接螺钉紧固后，用0.04mm塞尺应不得塞入，否则应刮研接合面。凡接合面经过刮研，应重新铰定位销孔，配销子。

2) 重型龙门刨床的工作台导轨，一般是镶有层压板或尼龙板的，也有镶铸铝合金的。镶板松了，

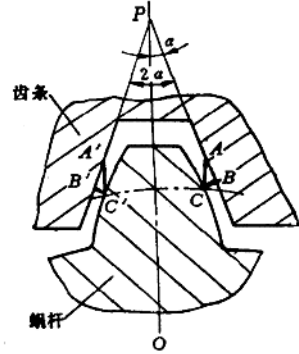


图25-1-37 蜗杆与齿条啮合侧隙示意图

应将螺钉拧紧或在松处补加螺钉。非金属材料镶板变形严重的，则应换掉。

3) 调整蜗杆与齿条的侧隙 前段工作台的前部齿条和后段工作台的后部齿条磨损最小。以前段前部或后段后部齿条与蜗杆啮合，检查侧隙，调整蜗杆

箱下两块垫板厚度。未修刮前，保持蜗杆与齿条的侧隙在0.1~0.2mm。调整中的计算方法如下：

如图25-1-37所示，蜗杆齿形处于齿条齿形槽中间位置， α 为蜗杆（或齿条）的压力角。

作 $CB \perp BP$ $C'B' \perp B'P$ 则 $BC = B'C'$

作 $CA \parallel OP$ 则 $\angle CAB = \alpha$

在 $\triangle ABC$ 中

$$\sin \alpha = \frac{BC}{AC}, \quad AC = \frac{BC}{\sin \alpha} \quad (25-1-7)$$

由图中可知：

$$BC = \frac{1}{2} (\text{蜗杆与齿条侧隙})$$

AC 是蜗杆与齿条侧隙产生在垂直方向上的距离，可减薄或加厚蜗杆箱的垫板进行调整。当 AC 变化时， BC 也变化。

例：测量得知B228-14龙门刨床蜗杆与工作台齿条最小侧隙为1.2mm。计算蜗杆箱调整垫板加厚多少才能达到蜗杆与齿条的最小侧隙为0.1mm？

解：实测侧隙1.2mm，需要侧隙0.1mm，则调整减小的侧隙为 $1.2 - 0.1 = 1.1\text{mm}$ ，其侧隙的一半为0.55mm，即 BC 为0.55mm。

已知B228-14龙门刨床蜗杆（或齿条）压力角为 20° （从齿条上用万能角尺可量出）。

按公式25-1-7算得：

$$AC = \frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{0.55}{\sin 20^\circ} = 1.608 \text{mm}$$

应将垫板加厚1.6mm。

4) 刮研工作台导轨面和齿条齿面之前, 可先将主传动部分安装好。其中蜗杆箱的安装, 在保证工作台齿条齿面接触较好的情况下, 重新校定位销孔, 配上销钉。销钉接触面积不应少于60%, 经空运转后, 以低速拖动工作台研点。

也可用卷扬机拖动工作台使导轨面研点, 但齿条齿面不易研上点。

每次研点时, 将工作台后段、中段、前段顺序吊在床身上, 拼装好, 并检查接头应无间隙, 再往返来回拖研一次。拆开工作台, 分段吊下, 翻面刮削。

5) 工作台导轨面(见图25-1-38上表面1、2)的刮研点 导轨是非金属的(如层压板、尼龙板), 要求4点/25×25mm²。金属的要求6点/25×

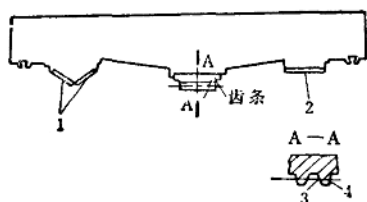


图25-1-38 工作台刮研面示意图

25mm²。均用0.03mm塞尺检查应不得塞入。

6) 刮研齿条齿面(图25-1-38表面3、4) 使与蜗杆的接触面积沿齿长方向为65%, 沿齿高方向为60%。最小侧隙为0.3mm左右。

(二) C61315车床床身的修理

C61315车床床身是多段拼装联接而成的。如图25-1-39所示, 它由四段拼装组成。整个床身既长又宽, 有四条导轨面。床身精度丧失以后, 由于使用厂没有加工设备来修复它, 而刮研方法太费劳力, 修理周期太长。因此, 往往用强制调整精度的方法继续使用, 经多次强制调整后, 精度调不过来, 因而满足不了加工零件的精度要求, 还是需要进行修理。

本工艺按下面几种不同情况介绍相应的修理方法。

第一种情况: 导轨面仅仅自然磨损, 又无加工设备修复, 可采用刮研方法。

第二种情况: 具有加工设备修复的, 如超重型龙门刨床、铣刨联合机床等, 采取加工修理方法。

第三种情况: 导轨面划痕严重, 又无加工设备修复, 采取小部分刮研, 大部分采用蚂蚁啃骨头等土法刨削、铣削或磨削, 因地制宜地进行加工修理。

不论用什么方法修复, 床身按原设计精度和表面粗糙度要求如下:

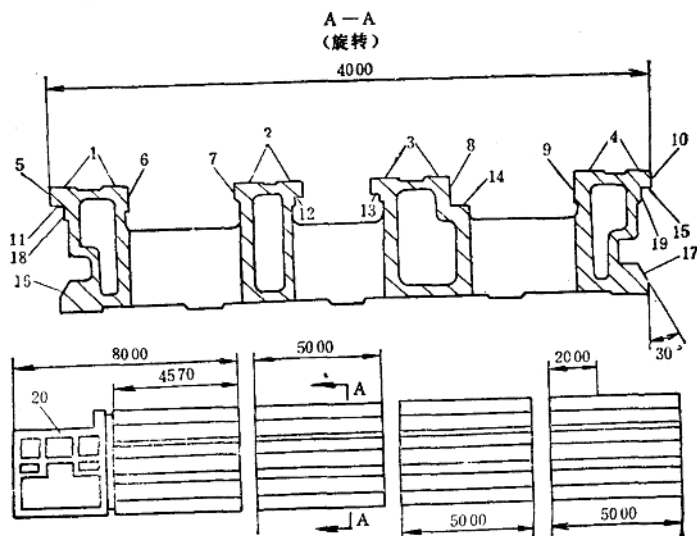


图25-1-39 C61315车床床身导轨横断面