

## 第二十一章 重型机床几种部件的修理

### 一、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 21-1-1a、b、c、d)。

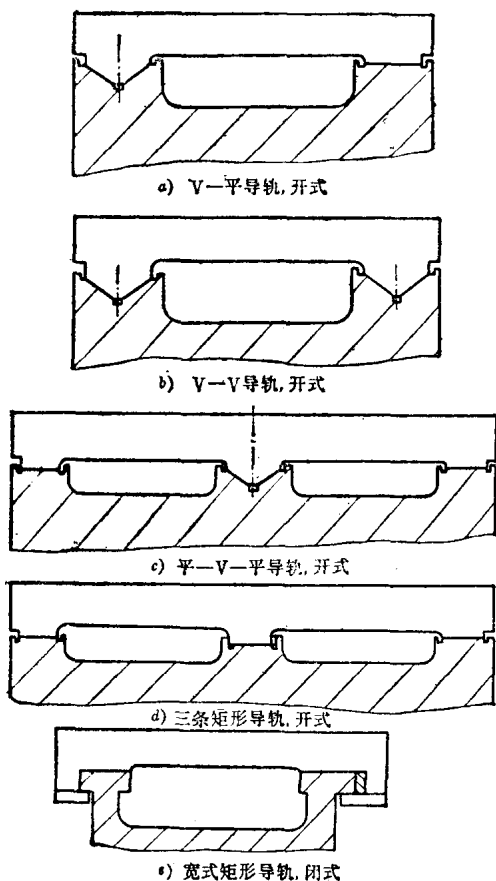


图 21-1-1 导轨截面图

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 21-1-1e 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(GC38-60)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不直度误差;
- 2) 床身导轨在水平平面内的不直度误差;

上述二项并分别规定了导轨在全长和 1 米内的不直度误差。

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

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”等七法刨削、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 21-1-1。

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。

#### 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 0.04 毫米塞尺塞不进, 则结

表 21-1-1 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

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 一种方法是开动工作台至床身前端(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  $\phi 2$  毫米(自选)的铅丝置于蜗杆法向齿面上,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 21-1-5 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(GC38-60)中  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三项精度要求,进行测量。并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,使表面一层水泥疏松。调整垫铁下的水泥被油渗入浸泡后,对机床安装精度的稳定性有影响。因此,被油泡

蚀的表面层必须凿掉，翻修。基础受油腐蚀不严重的，可不用翻修。图 21-1-2 是 B228 龙门刨床基础的横向剖面。

基础修复方法简述如下：

- 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 21-1-3。

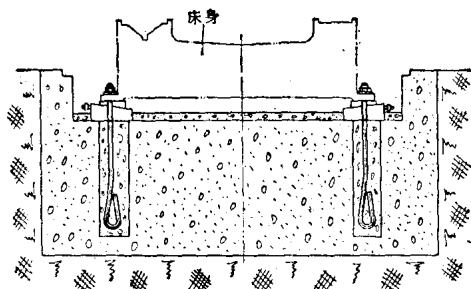


图 21-1-2 原床身横向剖面的基础图形

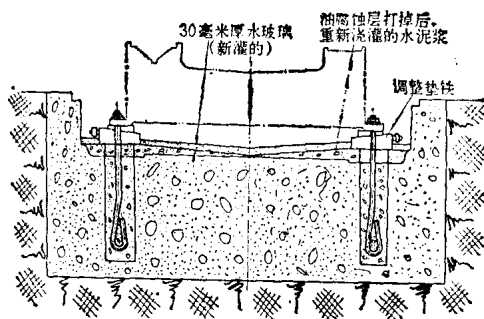


图 21-1-3 修复后的床身基础图形

- 3) 用热碱水刷洗干净，用布擦干，重新浇灌水泥浆，如图 21-1-3。在浇灌水泥浆时，不待泥浆完全干固，即可放上调整垫铁，使垫铁底面与水泥浆全面接触，由钳工按下式要求找平调整垫铁。

① 如图 21-1-4a，找平每个调整垫铁纵横向水平位置（即  $a-a$ ， $b-b$ ）其允差为  $\frac{0.2}{1000}$  毫米。

② 按图 21-1-4b, 找平两对面和相邻调整垫铁在同一平面内, 其允差为  $\frac{0.3}{1000}$  毫米。

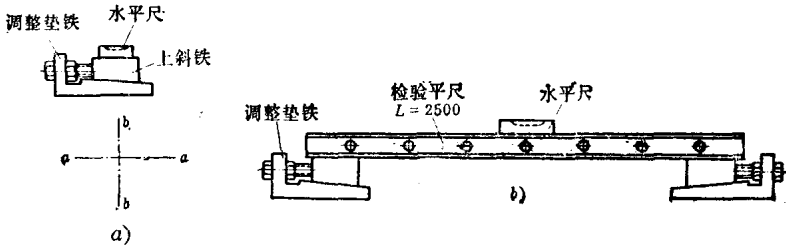


图 21-1-4 调整垫铁找平示意图

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 21-1-5, 调整垫铁上斜铁调至中间位置, 尺寸  $H$  即可求出:

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

式中  $A$ ——床身底面至垫圈底面的厚度;

$B$ ——垫圈厚度;

$C$ ——螺帽厚度;

$D$ ——螺钉露头(露头最短的可定为 5 毫米)。

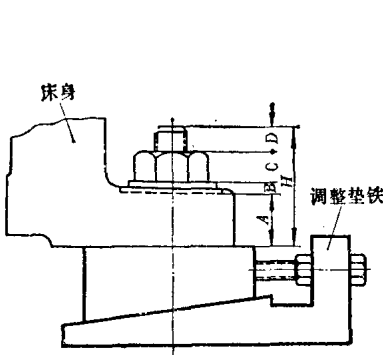


图 21-1-5 调整垫铁上  
顶面尺寸调整示意图

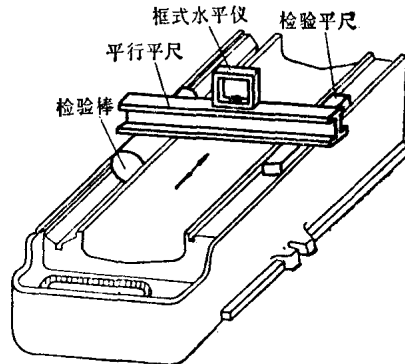


图 21-1-6 床身两导轨面间的  
不平行度检验示意图

调整垫铁底面的水泥浆浇灌后, 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不平行度用的检验棒、检验平尺尺寸的确定，按机床专业标准 (GC38-60) 中的 C 项精度，如图 21-1-6 所示，必须备有检验棒和检验平尺。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  $\phi 100$  毫米，长为 500 毫米，检验平尺高度为 99.58 毫米，长为 500 毫米。

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，重新制造一套新的是不合算的，可将检验棒磨外圆修复，检验平尺则用平面磨床修复。现将修复时，尺寸计算公式如下：

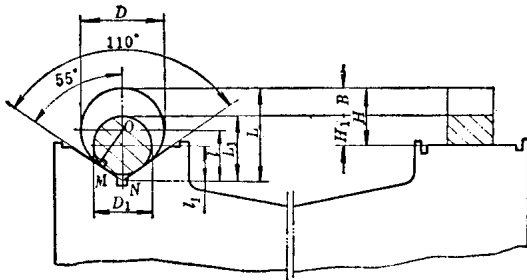


图 21-1-7 修复检验工具尺寸示意图

如图 21-1-7 所示：

在  $\triangle OMN$  中得：

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

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

同理：

$$L_1 = 1.1104 D_1$$

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

因

$$H_1 = H - B$$

$\therefore$

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

(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(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，即用下列公式(2)。

根据公式(1)移位即得：

$$D_1 = \frac{H_1 - H}{1.110388} + D = 0.900588(H_1 - H) + D$$

$$\text{即：} \quad D_1 = 0.9006(H_1 - H) + D \quad (2)$$

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  $\phi 200$  毫米，检验平尺厚度为 99.58 毫米，因精度丧失，现将检验棒外圆修磨好后尺寸为  $\phi 199$  毫米。试计算检验平尺的厚度？

解：已知  $D=200$ ， $D_1=199$ ， $H=99.58$  代入公式(1)中，即得

$$\begin{aligned} H_1 &= H - 1.1104(D - D_1) \\ &= 99.58 - 1.1104(200 - 199) \\ &= 98.4696(\text{毫米}) \end{aligned}$$

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 21-1-8 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  $90^\circ$  检验面各处用 0.03 毫米塞尺都塞不进（表面 7、8 均需检查）。“ $H$ ”即为检验平尺的厚度。

$D$ 、 $H$  即为检验床身导轨不平行度用的检验棒和检验平尺配对尺寸。

② 按图 21-1-9 所示方法，此法与上法不同点是角尺改用水平仪。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。

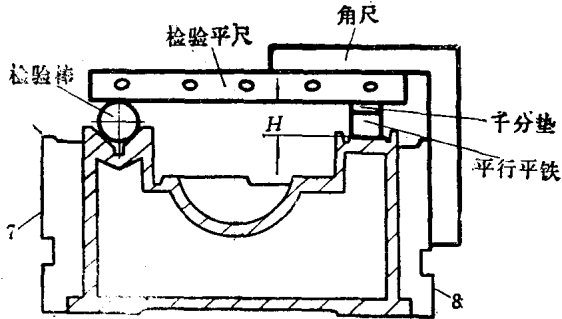


图 21-1-8 检验床身导轨不平行度用的量具尺寸求法之一

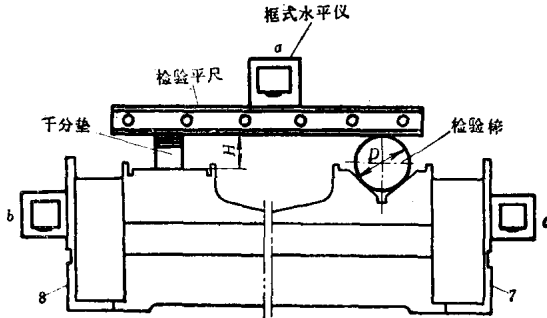


图 21-1-9 检验床身导轨不平行度用的量具尺寸求法之二

表 21-1-2 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。

表 21-1-2 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 (毫 米)	
	$D$ (公差: $d$ )	$H$ (公差: $\pm 0.02$ )
B215 $_{-2}^{-1}$	100	58.52
B2020	100	56.02
B2025	120	57.22
B 228	200	99.58



#### 4. 床身刮研修理工艺

现以 B228-14 龙门刨床为例, 它可加工长 14 米, 宽 2.8 米的零件。床身长 29 米多, 工作台长 14 米, 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。

床身修理工艺如下:

1) 图 21-1-10 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 0.04 毫米塞尺已能塞入, 则应刮研接合面。接合面修刮要按床身序号 1 顺序进行。若有端面铣床, 可以铣代刮。

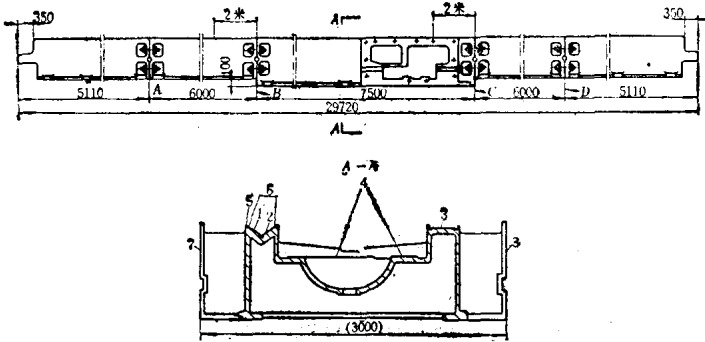


图 21-1-10 B228-14 龙门刨床床身示意图

2) 对进口机床, 若没有防止床身接头处渗油装置时, 应按图 21-1-11 所示, 在床身一端面铣槽子。内置  $\phi 10$  毫米的耐油橡皮绳, 当两节床身联接后, 即可防止渗油。

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  $10 \times 7.5$  槽子内, 应先放置  $\phi 10$  耐油橡皮绳, 见图 21-1-11 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

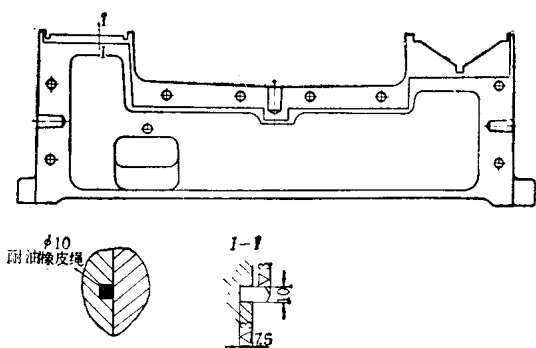


图 21-1-11 床身端面铣槽示意图

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 21-1-12 用百分表找正接头导轨面。

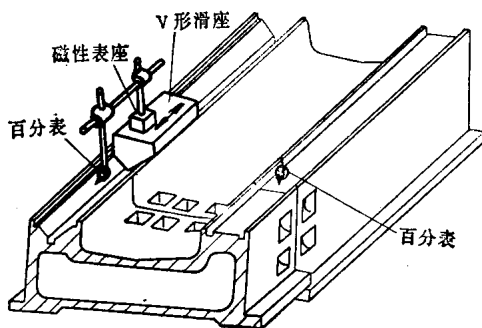


图 21-1-12 导轨表面联接时检验示意图

5) 各段床身联结螺钉紧固后, 结合面用 0.04 毫米塞尺检验时应不得塞入。重铰定位销孔, 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),刮研的床身精度也将被破坏了。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(GC38-60)中的A、B、C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(导轨不直度曲线)不应丧失。

④ 精刮床身。

刮研工艺按表21-1-3中的序号2、3、4分别进行。

8) 床身导轨在垂直平面内的不直度的凹凸要求,在机床专业标准中,床身导轨在垂直平面内的不直度,没有提出一定的凹凸要求,只要在不直度允差范围内即可。

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,还应考虑季节性与气温变化趋势。在炎热的夏季修理时,应凸,凸值且较大。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,已经凹到最大允差值,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21-1-3。

表 21-1-3 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(毫米)	工艺说明
		要求项目	允差(毫米)		
1	刮研表面 9 (图 21-1-13)	(1)对表面 1、2 和 3 的不垂直度 (2)接触点 (3)与相邻床身结合面的不密合程度(联结螺钉紧固状态下)	$\frac{0.03}{1000}$ $\frac{4 \text{ 点}}{25 \times 25}$ 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 21-1-13, 将床身一端适当垫高, 以平板拖研表面 9, 刮研至要求 (2)如有地坑, 可将床身置于坑内, 使表面 9 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, 不垂直度在 1000 毫米长度上为 0.03 毫米, 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 21-1-14 检验表面 9 对表面 1、2 和 3 的不垂直度
2	刮研表面 1、2(图 21-1-15)	(1)在垂直平面内的不直度 (2)在水平平面内的不直度 (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 21-1-16) (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 21-1-17) (4)拉钢丝支架 1 副(图 21-1-18) (5) $\frac{0.02}{1000}$ 框式水平仪 (6)V 形检验座(自配)	(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 21-1-15 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 毫米, 这样便于达到精度要求 (3)按图 21-1-19 所示检查导轨表面 1、2 在水平平面内的不直度

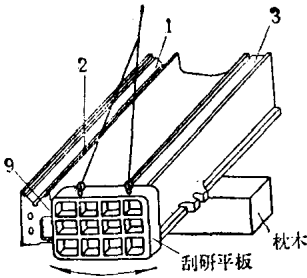


图 21-1-13 表面 9 刮研示意图

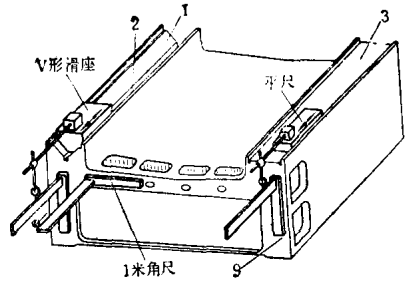


图 21-1-14 表面 9 对表面 1、2 及 3 的不垂直度检查示意图

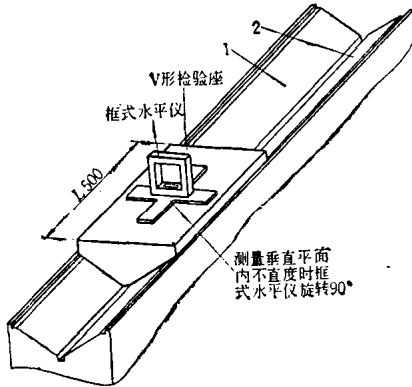


图 21-1-15 表面 1、2 在垂直平面内不直度及 V 形导轨扭曲测量示意图

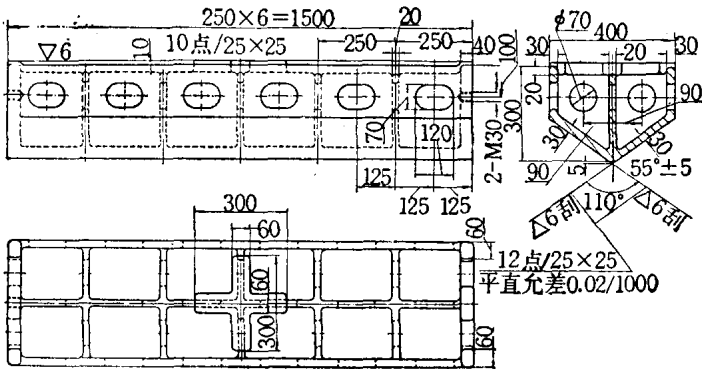
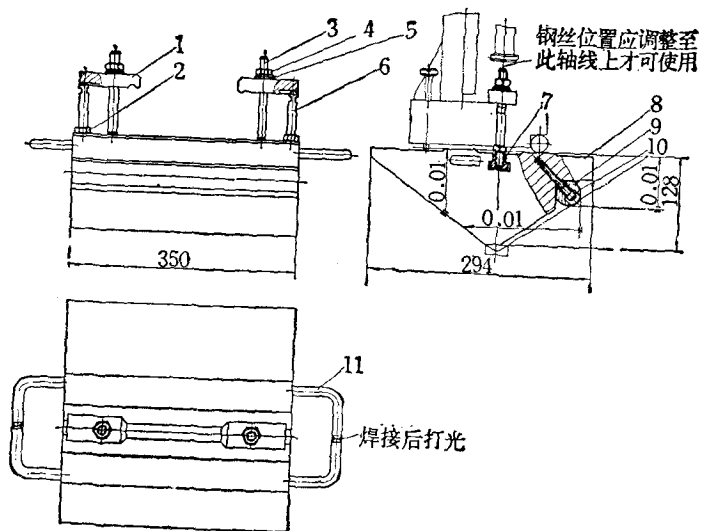
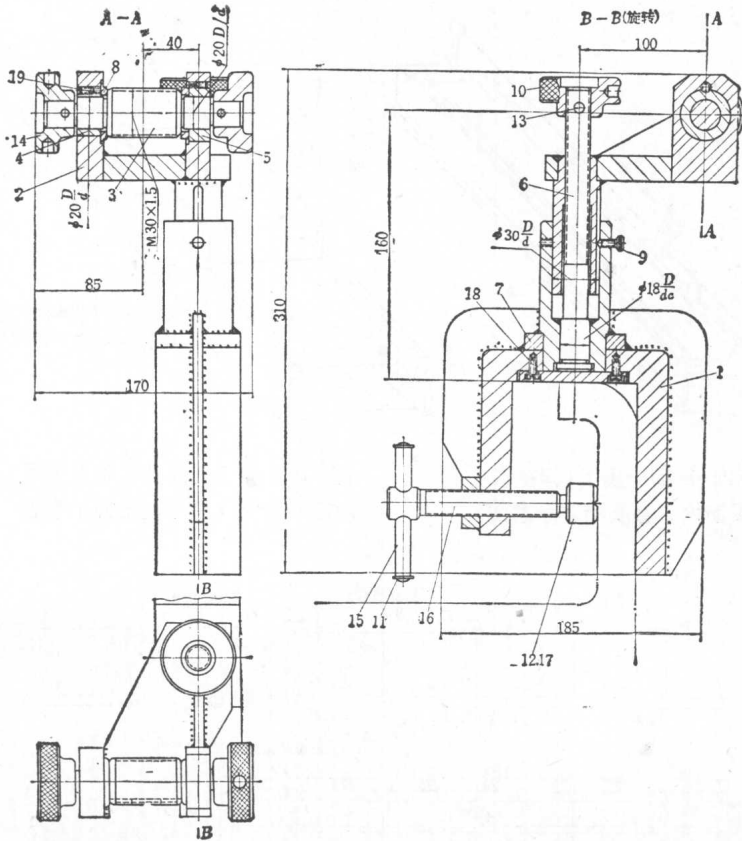


图 21-1-16 外 110° 研具



件号	名称	件数	材料	标准件	热处理
1	压板	2	35		
2	螺帽	2		M12 GB54-66	
3	螺帽	2		M12×65 JB9-59	
4	螺帽	2		M12 GB52-66	
5	垫圈	2		B12 GB97-66	
6	支柱	2	45		
7	螺帽	2	45		
8	底座	1	HT 15-33		
9	圆棒	1	45		HRC45
10	螺钉	3		M8×30 GB70-66	
11	手把	4	35		

图 21-1-17 显微镜支架及 V 形滑座



件号	零件名称	数量	材料	标准件号	热处理	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			11	环	2	cr.3		
2	上叉形接头	1	焊接件			12	弹簧圈	1	65Γ		
3	小 轴	1	45			13	销钉	3	45	5×30	GB117-66
4	套	1	45			14	手把	2	cr.3		
5	套	1	45			15	手柄	1	cr.3		
6	螺 钉	1	35		HRC40~45	16	螺钉	1	45		
7	盖	1	35			17	顶端	1	45		
8	垫 圈	2	45		HRC40~45	18	螺钉	4	cr.3	M6×12	GB-65-66
9	螺 钉	1	45		HRC35~40	19	螺钉	2	cr.3	M5×8	GB73-66
10	滚花螺帽	1	45								

图 21-1-18 拉钢丝支架

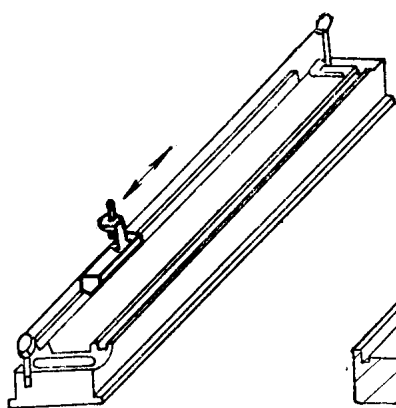


图 21-1-19 表面1、2在水平  
平面内不直度检查示意图

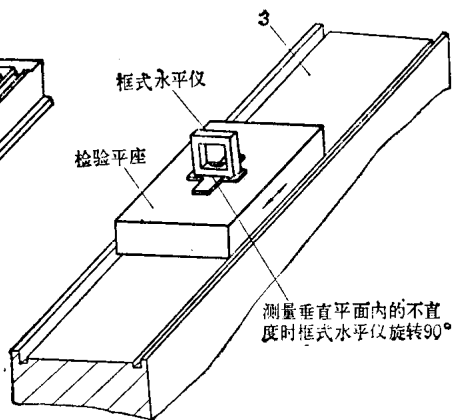
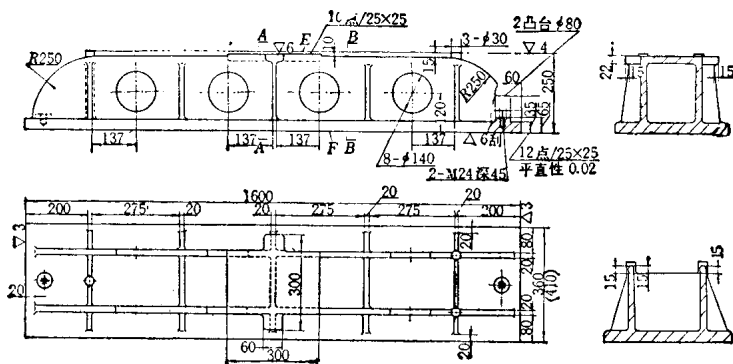


图 21-1-20 表面3在垂直平面  
内的不直度及单导轨扭曲示意图



技术条件:

1. 铸件人工时效
2. 硬度 HB170~230 任何工作表面之硬度差不大于 HB20
3. 工作表面不许有砂眼、气孔、裂纹、碰痕,  $\phi 10$  毫米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 21-1-21 平面研具  
(360 用于 B228 410 用于 C61315)



(续)

序号	工序名称	技术条件		需用工具、检具名称及规格(毫米)	工艺说明
		要求项目	允差(毫米)		
3	刮研表面3 (图21-1-20)	(1)在垂直平面内的不直度  (2)单导轨扭曲  (3)对表面1、2的不平行度  (4)接触点	每米长度上为0.02 全长上为0.15 $\frac{0.02}{1000}$ 1米长度上为 $\frac{0.02}{1000}$ 全长上为 $\frac{0.04}{1000}$ $\frac{6 \text{ 点}}{25 \times 25}$	(1)平面研具(图 21-1-21) (2)检验平座(自配) (2)检验平尺高99.58±0.01 长 500 (3)检验棒 $\phi 200d \times 500$ (4)平行平尺L=2000 (5) $\frac{0.02}{1000}$ 框式水平仪	(1)用l=1600毫米长平面研具研点、刮削。 (2)按图 21-1-20 检验表面3的单导轨扭曲及在垂直平面内的不直度。 (3)按图 21-1-6 检查表面3与表面1、2的不平行度
4	刮研表面4	(1)对表面1、2、3的不平行度  (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 21-1-22 所示的方法进行检验

### 5. 床身精刨修理工艺

1) 外形图: 见图 21-1-10。

2) 精度及光洁度要求:

① V形导轨、平导轨在垂直平面内的不直度

允差: 每米长度上为 0.02 毫米; 全长上为 0.15 毫米。

检查图形: 见图 21-1-15。

② V形导轨在水平面内的不直度

允差: 每米长度上为 0.02 毫

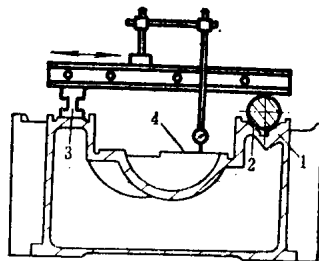


图 21-1-22 表面4对表面1、2、3的不平行度示意图