

本书是机械工业部统编的机械工人技术培训教材。它是根据原一机部《工人技术等级标准》和教学大纲编写的。全书内容包括：原始平板和机床导轨的刮削；研磨；旋转体的平衡；轴承及其装配工艺；装配时的检测工作；普通车床及其总装配工艺；卧式万能铣床；万能外圆磨床；机床装配精度和工作精度的提高；钻夹具设计基础；内燃机的构造和工作原理。

本书是4~6级钳工技术培训教材，也可作为有关技术人员和工人学习参考。

本书由李惠昌、刘士宽同志编写，由严化南同志审稿。

中华人民共和国机械工业部统编

机械工人技术培训教材

钳 工 工 艺 学

(中 级 本)

责任编辑：宝 成

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市联华印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/16 印张：15 3/4 字数：374 千字

1984年12月第1版 1984年12月第1次印刷

印数：1—145,000册 定价：2.30元

统一书号：15051·1103 本社书号：0827

# 目 录

## 前 言

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 原始平板和机床 导轨的刮削        | 1   |
| 第一节 原始平板的刮削              | 1   |
| 第二节 机床导轨及其刮削             | 3   |
| 第二章 研 磨                  | 17  |
| 第一节 研磨原理                 | 17  |
| 第二节 研具材料和研磨剂             | 17  |
| 第三节 研磨方法                 | 19  |
| 第四节 研磨质量的分析              | 24  |
| 第三章 旋转体的平衡               | 25  |
| 第一节 不平衡的原因和形式            | 25  |
| 第二节 平衡方法                 | 26  |
| 第四章 轴承及其装 配工艺            | 36  |
| 第一节 滑动轴承的材料              | 36  |
| 第二节 轴承合金的浇铸              | 37  |
| 第三节 多瓦式动压轴承及其装配          | 39  |
| 第四节 液体静压轴承及其装配           | 40  |
| 第五节 滚动轴承及其装配             | 45  |
| 第六节 润滑剂                  | 56  |
| 第五章 装配时的检测工作             | 60  |
| 第一节 装配时的找中               | 60  |
| 第二节 机械参数的测定              | 66  |
| 第六章 普通车床及其总装配工艺          | 78  |
| 第一节 概 述                  | 78  |
| 第二节 C620-1型普通车床的传动系统     | 81  |
| 第三节 C620-1型普通车床的主要结构及其调整 | 88  |
| 第四节 普通车床精度检验标准           | 102 |
| 第五节 普通车床总装 配             | 111 |
| 第六节 车床常见故障及其排除方法         | 117 |
| 第七章 卧式万能铣 床              | 120 |
| 第一节 概 述                  | 120 |
| 第二节 X62W型卧式万能铣床的传动系统     | 121 |
| 第三节 X62W型卧式万能铣床主要部件的构造   | 124 |
| 第八章 万能外圆磨床               | 130 |
| 第一节 概 述                  | 130 |
| 第二节 M1432A型万能外圆磨床的机械传动系统 | 131 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| M1432A型万能外圆磨床主要部件的构造 .....     | 133 |
| 第四节 M1432A型万能外圆磨床的液压传动系统 ..... | 139 |
| 第九章 机床装配精度和工作精度的提高 .....       | 145 |
| 第一节 零件精度对机床装配精度的影响 .....       | 145 |
| 第二节 影响机床工作精度的因素 .....          | 148 |
| 第三节 保证高精度机床主轴回转精度的装配工艺分析 ..... | 151 |
| 第十章 钻夹具设计基础 .....              | 156 |
| 第一节 钻夹具中工件的定位、定位元件与定位误差 .....  | 156 |
| 第二节 钻夹具中工件的夹紧 .....            | 170 |
| 第三节 钻夹具中的导向和分度装置 .....         | 176 |
| 第四节 夹具体 .....                  | 181 |
| 第五节 钻床夹具的设计方法 .....            | 183 |
| 第十一章 内燃机的构造和工作原理 .....         | 190 |
| 第一节 概述 .....                   | 190 |
| 第二节 四行程柴油机的工作原理 .....          | 192 |
| 第三节 柴油机的机体组件 .....             | 199 |
| 第四节 柴油机的曲柄连杆机构 .....           | 202 |
| 第五节 柴油机的配气机构和进排气系统 .....       | 206 |
| 第六节 柴油机燃料的燃烧和供给系统 .....        | 212 |
| 第七节 柴油机的润滑系统 .....             | 221 |
| 第八节 柴油机的冷却系统 .....             | 225 |
| 第九节 柴油机的起动系统 .....             | 228 |
| 第十节 四行程汽油机的工作原理和总体构造 .....     | 230 |
| 第十一节 汽油机的燃料供给系统 .....          | 232 |
| 第十二节 汽油机的点火系统 .....            | 240 |

# 第一章 原始平板和机床 导轨的刮削

## 第一节 原始平板的刮削

平板常作为刮削平面时的基本检验工具，也是机械制造中测量或安装时的基准平面，所以对它的精确度要求非常高。在修复或制造平板时，可以按标准平板进行研点刮削。如果没有标准平板，则必须用三块平板互研互刮的方法，刮出十分精密的平板，这就是原始平板刮削法。

在研刮原始平板时，可按正研和对角研两个步骤进行。

### 一、正研的刮削方法

先将三块平板单独进行粗刮，去除机械加工的刀痕。然后将三块平板分别编号为1、2、3，根据编号按一定顺序有规则的进行，其具体步骤见图1-1。

#### (一) 一次循环

先假设1号平板为基准(图中以①、②……表示基准的标记)，与2号平板互研互刮，使1、2号平板相互贴合。然后将3号平板与1号平板互研，只刮3号平板，使之相互贴合。再将2号平板与3号平板互研互刮。此时2号平板和3号平板的平面度略有提高。按这样的顺序刮削一遍，称为一次循环，见图中Ⅰ。

#### (二) 二次循环

在上一次2号平板与3号平板互研互刮的基础上，接着以2号平板为基准，将1号平板与2号平板互研，只刮1号平板。然后将3号平板与1号平板互研互刮。此时3号平板和1号平板的平面度又得到提高，其精度比上一次循环又提高一步。这是第二次循环，见图中Ⅱ。

#### (三) 三次循环

在第二次循环的基础上，以3号平板为基准，将2号平板与3号平板互研，只刮2号平板。然后将1号平板与2号平板互研互刮。此时1号平板和2号平板的平面度又一次得到提高，其精度又比第二次循环提高一步。这是第三次循环，见图中Ⅲ。

此后多次重复以上循环的顺序，依次研点刮削，使平面度不断提高。循环次数越多，则平面度越高，接触点数目也越多，平板越精密。直到三块平板中任取两块合研后都没有凹凸，每块平板上的接触点数在 $25 \times 25$ 毫米<sup>2</sup>内都达12点左右时，正研刮削过程即告一段落。

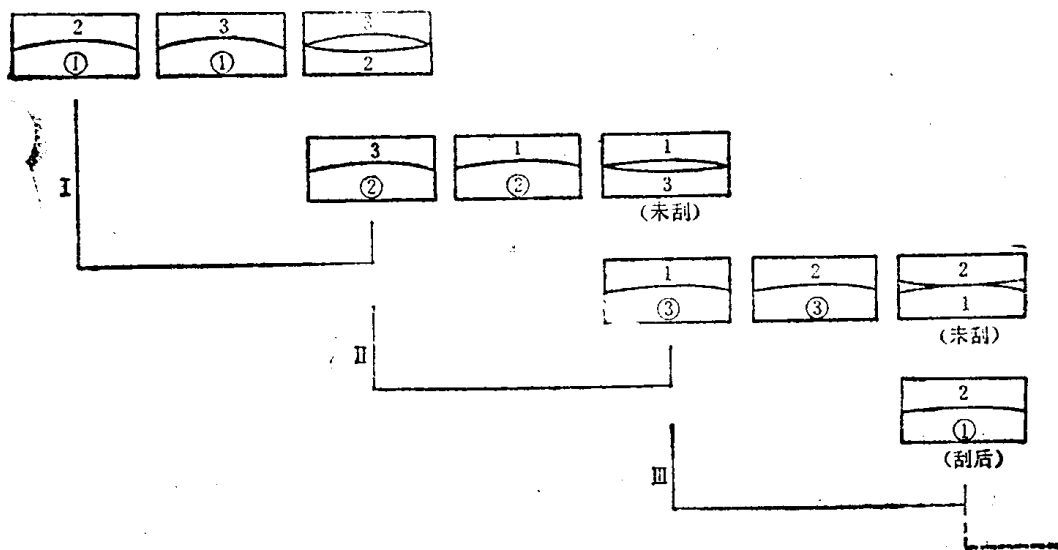


图 1-1 原始平板循环刮削法

## 二、对角研的刮削方法

在上述正研刮削过程中，往往会在平板对角部位产生扭曲现象，见图1-2(a)，即 $AB$ 对角高， $CD$ 对角低，而且三块的扭曲方向相同（在正研刮削时是不能发现的）。这种现象的产生，是由于在正研过程中平板的高处(+)恰好与平板的低处(-)重合所造成，见图1-2(b)。要判明平板是否存在扭曲现象，可采用如图1-2(c)所示对角研的方法来检查（对角研只限于正方形或长宽尺寸相差不大的平板，长条形平板则不适宜）。经对角研以后，可以明显地反映出扭曲的情况，见图1-2(d)。再根据扭曲情况逐步修刮，直至接触点分布均匀和扭曲消除，使三块平板无论正研、对角研或调头研，接触情况都完全相同，接触点数

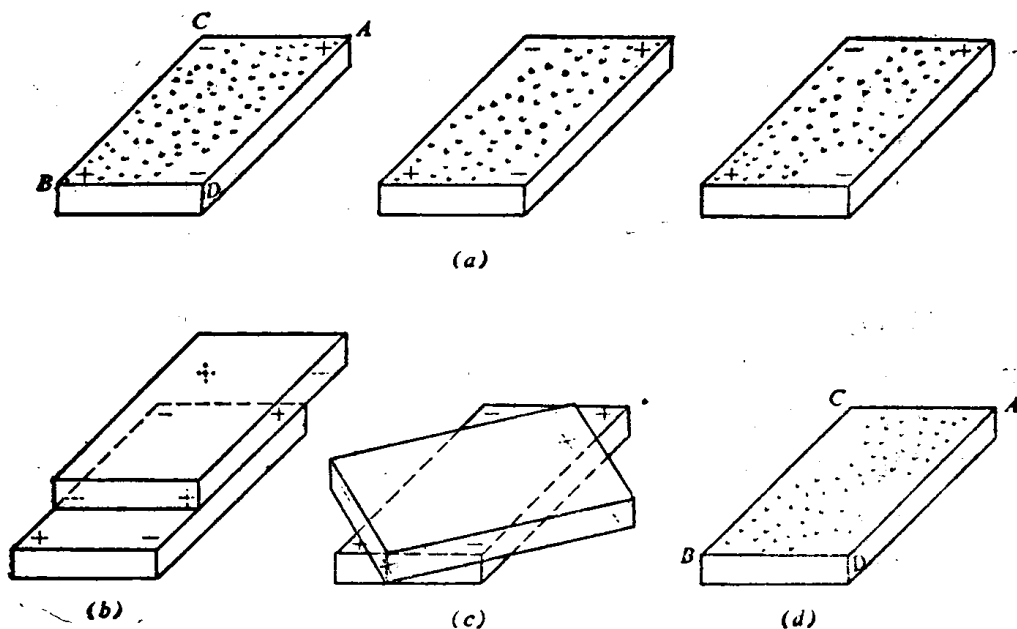


图 1-2 平板正研时的扭曲和判别

符合要求为止。

目前通用平板的精度分0、1、2、3四级，国家标准按平板的不同规格，规定了各种精度的要求，见表1-1。

通用平板的规格和精度

表1-1

| 平板尺寸<br>(毫米)                 | 平面度偏差 (微米) |     |     |     |
|------------------------------|------------|-----|-----|-----|
|                              | 0级         | 1级  | 2级  | 3级  |
| 100×200                      | 6          | 12  | 24  | —   |
| 200×200                      | 6          | 12  | 24  | —   |
| 200×300                      | 7          | 13  | 25  | —   |
| 300×300                      | 7          | 13  | 26  | —   |
| 300×400                      | 7          | 14  | 28  | —   |
| 400×400                      | 7          | 14  | 28  | —   |
| 450×600                      | 8          | 16  | 32  | 80  |
| 500×800                      | 9          | 18  | 36  | 90  |
| 750×1000                     | 10         | 20  | 40  | 100 |
| 1000×1500                    | 12         | 25  | 50  | 125 |
| 接触点数 25×25 毫米 <sup>2</sup> 内 | ≥25        | ≥25 | ≥20 | ≥12 |

## 第二节 机床导轨及其刮削

### 一、机 床 导 轨

#### (一) 机床导轨的种类和结构

机床导轨的作用是导向和承载，因此对导轨的基本要求是：(1)要有良好的导向精度；(2)要耐磨和具有足够的刚度，以保持精度的持久性和稳定性；(3)磨损后要容易调整。

导轨的种类按运动性质的不同，可分直线运动导轨和旋转运动导轨两类（以下只阐述直线运动导轨）；按摩擦状态的不同，可分滑动导轨、滚动导轨和静压导轨。

1. 滑动导轨 目前机床上应用最普遍的是滑动导轨。

(1) 滑动导轨的结构。这种导轨的截面形状有三角形、矩形、燕尾形和圆柱形四种。每种由凹凸两件组成一对导轨副。其中一件为支承导轨（静止导轨）；另一件为动导轨（运动导轨）。

三角形导轨（凹型三角形导轨也可称V型导轨；凸型三角形导轨也可称棱形导轨），见图1-3(a)。它的导向性能随顶角 $\alpha$ 的大小而不同， $\alpha$ 越小，导向性越好。但 $\alpha$ 减小时，导轨面的摩擦系数增大。通常取三角形导轨的顶角 $\alpha$ 为90°。对于重型机床，由于载荷大，常取较大的顶角（如 $\alpha=110\sim120^\circ$ ），以减小运动阻力。对于精度要求高而负荷较小的机床，为提高其导向性能，则常取小于90°的顶角。三角形导轨当导轨磨损后，有自动下沉补偿磨

损量的特点。当支承导轨为凸三角形时，不易积聚铁屑，但也不易保存润滑油；相反，当支承导轨为凹三角形时，能得到较好的润滑，但易积聚铁屑和灰尘。

矩形导轨（也可称平导轨），见图1-3(b)。它比三角形导轨的摩擦系数小，加工和检验都较方便。由于难免存在侧面间隙，故导向性较差，它适用于载荷较大而导向性要求稍低的机床。

燕尾形导轨，见图1-3(c)。其夹角 $\alpha$ 通常为 $55^\circ$ 。它的高度较小，间隙调整方便，并可承受倾侧力矩，但刚度较差，加工和检验不太方便。它适用于受力较小、导轨层次多或要求高度尺寸较小，以及要求间隙调整方便的场合，例如车床刀架等。

圆柱形导轨，见图1-3(d)。这种导轨制造方便，不易积聚铁屑，但因磨损后难以补偿间隙，故应用较少。

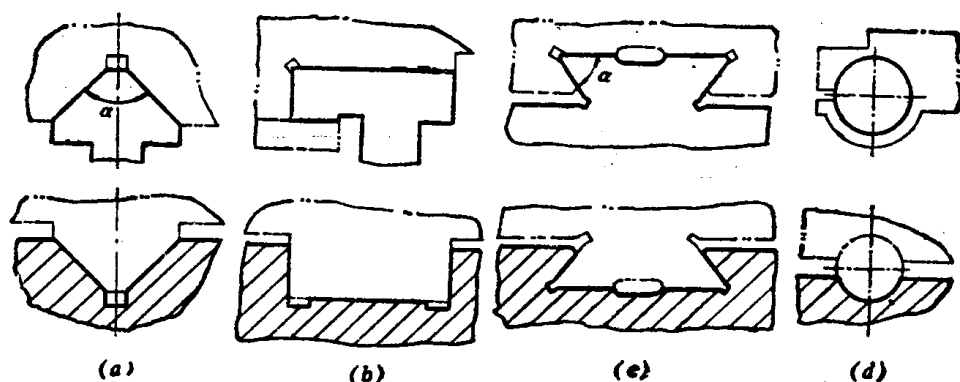


图 1-3 机床导轨的截面形状

(a) 三角形导轨；(b) 矩形导轨；(c) 燕尾形导轨；(d) 圆柱形导轨

为了保证机床导轨有一定的承载能力、导向性和导向稳定性，除燕尾形外，通常都由两条导轨组成，其截面形状可以相同或不同，见图1-4。

双三角形导轨见图1-4(a)。它的导向性和精度保持性都较好，故适用于精度较高的机床，例如丝杆车床和齿轮加工机床等。

双矩形导轨见图1-4(b)。其承载能力较大，适用于普通精度的机床和重型机床，例如龙门铣床和重型车床等。

三角形-矩形组合导轨，见图1-4(c)。它兼有导向性好和制造方便、刚度好的优点，故应用很广，例如车床床身、磨床、滚齿机、龙门刨床等。

燕尾形导轨见图1-4(d)。它比以上几种导轨的接触面都小，调整间隙很方便，常用于牛头刨床和插床的滑枕导轨、铣床床身、车床刀架等。

燕尾形-矩形单面组合导轨，见图1-4(e)。它兼有调整方便和承载能力高的优点，常用于横梁和立柱上。

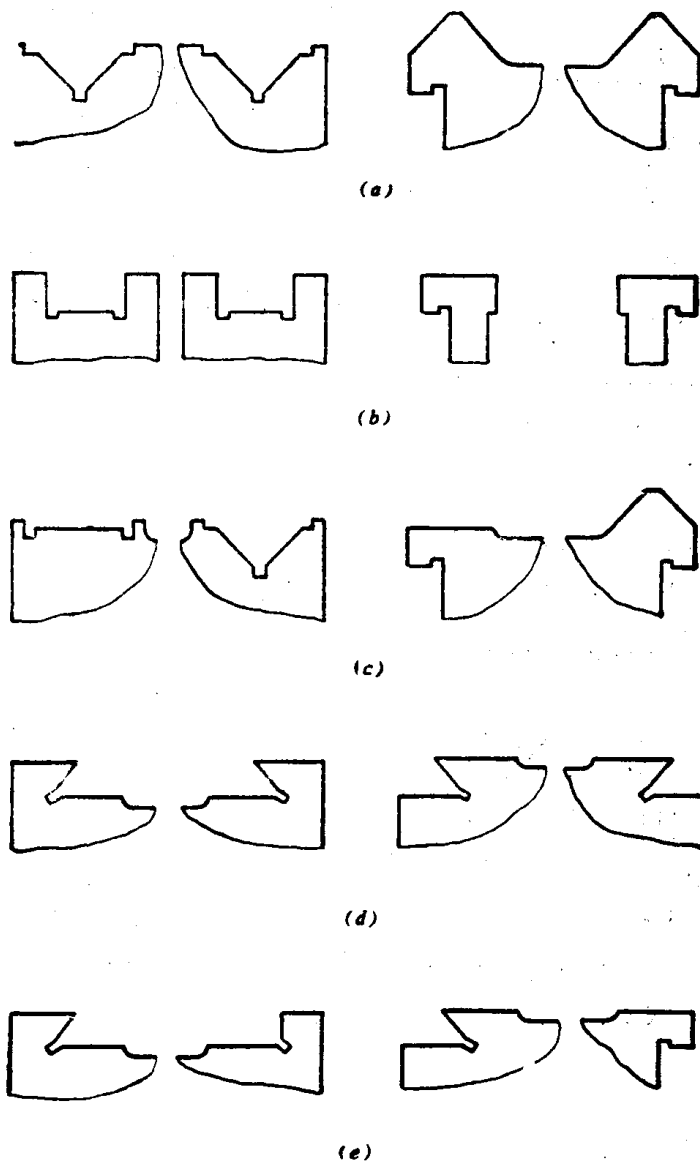


图 1-4 导轨的组合形式

(a) 双三角形导轨; (b) 双矩形导轨; (c) 三角形-矩形导轨; (d) 燕尾形导轨; (e) 燕尾形-矩形导轨

(2) 滑动导轨间隙的调整。导轨结合面配合的松紧对机床的工作性能和精度有直接的影响。配合过紧将使运动阻力增加, 磨损加快, 甚至会产生爬行(导轨爬行是低速下忽快忽慢的运动现象。它通常是由于运动阻力较大, 传动件产生弹性变形而引起的); 而配合过松则将影响运动精度和产生振动。因此, 在装配时必须仔细地调整导轨的配合间隙, 在使用一段时间磨损后, 还须重新调整间隙。调整间隙的方法通常是用镶条(塞铁)或压板。

用镶条调整间隙的方法, 见图1-5。调整时, 镶条应放在导轨受力较小的一侧。用平镶条调整间隙是靠调节螺钉1移动镶条2的位置来实现的, 见图1-5(a)、(b)、(c)。由于平镶条只在调节螺钉接触处受力, 故容易变形, 与导轨面的接触情况较差。用楔形镶条调整间隙, 见图1-5(d)、(e)、(f)。楔形镶条的两个面都与导轨面均匀接触, 所以比平镶条刚度好, 但加工稍困难。楔形镶条的斜度为1:100~1:40。楔形镶条与导轨面间隙的调整是依靠镶条在长度方向的移动。但调整好间隙后, 应采取一定措施防止镶条在长度方向上产生

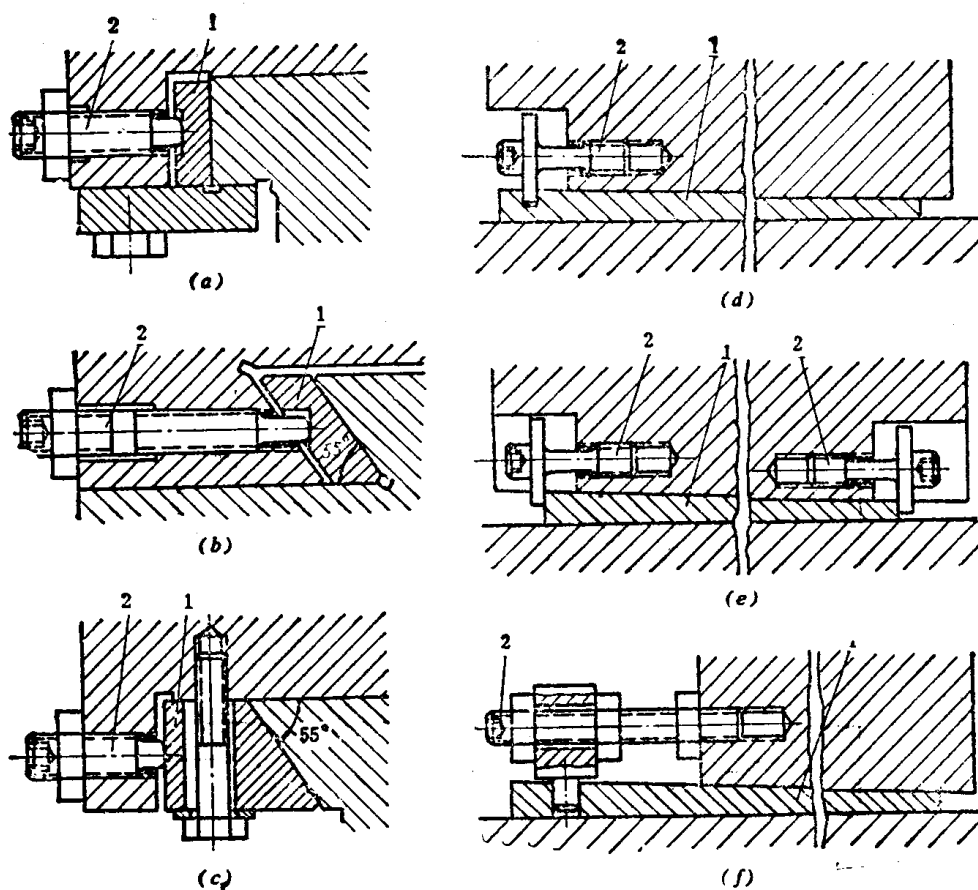


图 1-5 用镶条调整导轨间隙的方法

(a)、(b)、(c) 平镶条；(d)、(e)、(f) 楔形镶条  
1—调节螺钉；2—镶条

窜动，以免间隙改变。

用压板调整间隙的方法，见图1-6。调整时，压板还可承受导轨工作时的倾侧力矩。图1-6(a)所示为依靠磨准或刮准压板上 $m$ 或 $n$ 面来保证间隙（间隙在 $n$ 面处）；图1-6(b)所示为依靠改变压板与导轨结合面之间垫片3的厚度来保证间隙；图1-6(c)所示为依靠调节螺钉5，调整平镶条4的位置来保证间隙。这后两种的调整方法，结合面的接触刚度都比较差，但调整较方便，适用于受力不大和需要经常调整的场所。

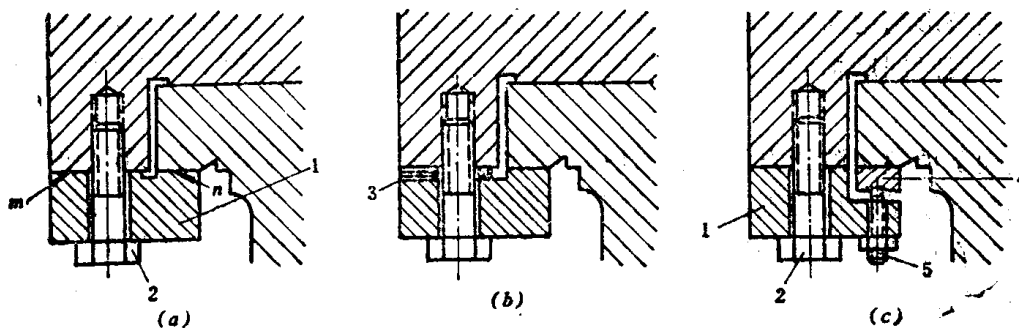


图 1-6 用压板调整导轨间隙的方法

1—压板，2—固定螺钉，3—垫片，4—平镶条，5—调节螺钉

**2. 滚动导轨** 滚动导轨的特点是摩擦系数小, 而且动静摩擦系数很接近, 因此具有运动轻便灵活, 且发热和磨损小, 精度保持性好, 低速运动平稳性好, 不易产生爬行和象滑动导轨那样因动压效应而使动导轨浮起等优点。但是滚动导轨也有结构较复杂, 制造精度要求高, 抗振性较差, 对脏物比较敏感等缺点。

滚动导轨已日渐广泛地应用于各类精密机床, 例如用于坐标镗床和外圆磨床砂轮架可以保证低速运动的平稳性; 用于平面磨床可以防止高速移动时因动压效应而使工作台浮起; 用于工具磨床可以使纵向工作台移动时手摇轻便等。

滚动导轨的结构, 按其滚动体的形状不同, 可分滚珠导轨和滚柱导轨等形式。

图1-7所示为滚珠导轨, 它的结构紧凑, 制造方便。但因接触面积小, 故刚度低, 适用于承载力较小的场合, 例如工具磨床的工作台等。图1-7(a)中的镶钢导轨1、2和5、6都分别固定在工作台和床身上, 钢球3用保持器4隔开。图1-7(b)的滚珠导轨可用调节螺钉7调整导轨的间隙或进行预紧(预紧后可增加导轨的刚度, 以提高导轨的运动精度和承受较大的倾侧力矩)。

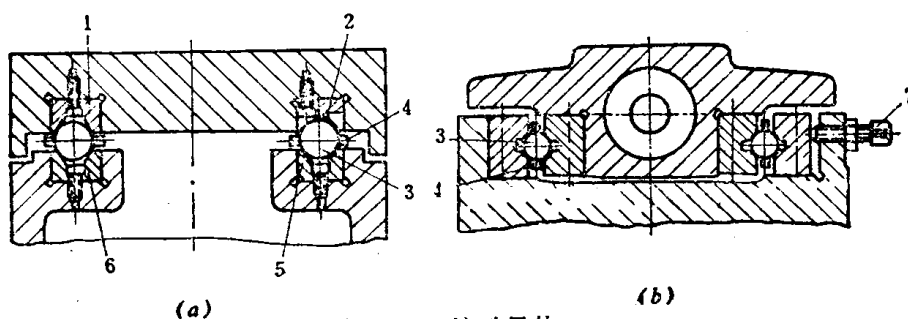


图 1-7 滚珠导轨

1、2、5、6—镶钢导轨; 3—钢球; 4—保持器; 7—调节螺钉

图1-8所示为滚柱导轨的结构。它的承载能力和刚度都比滚珠导轨大, 适用于载荷较大的机床, 应用最广。但它对导轨平行度的要求较高, 否则将明显地降低运动精度和使磨损加剧。因此, 滚柱最好做成腰鼓形, 中间直径比两端直径大0.02毫米左右。图1-8(a)的滚柱导轨结构较简单, 制造较方便, 应用较广, 例如外圆磨床砂轮架的横进给导轨。图1-8(b)的滚柱导轨是燕尾形结构, 其尺寸紧凑, 调整间隙较方便, 但制造和检验都很不便。

## (二) 导轨的材料

导轨的材料有铸铁、钢、青铜和塑料等。对导轨材料的主要要求是耐磨性好、工艺性好和成本低。在一对导轨中, 长导轨(支承导轨)应比短导轨(动导轨)的硬度高一些, 以提高长导轨的耐磨性。因为长导轨在使用中各处的磨损不易均匀, 修配工作量也较大, 而且有易被刮伤的外露表面。

导轨材料在导轨副中的搭配情况有以下几种: 铸铁-铸铁, 铸铁-淬火铸铁, 铸铁-淬硬钢, 青铜-铸铁, 淬硬钢-淬硬钢等。前者为动导轨, 后者为支承导轨。除铸铁导轨属整体式外, 其它材料的导轨都是镶装的。

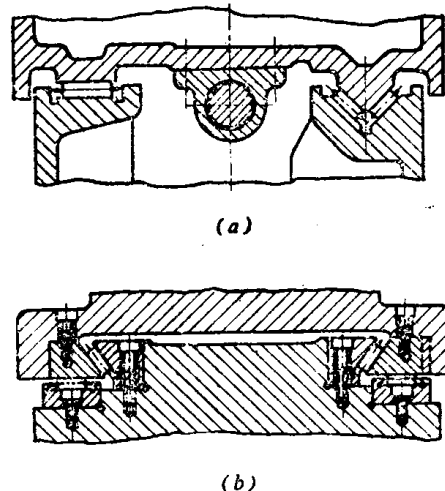


图 1-8 滚柱导轨

1. 铸铁 铸铁导轨的成本低,有良好的减振性和耐磨性,也易于铸造和切削加工,故应用最广。常用的牌号是HT20-40,其硬度在HB160~180。铸铁导轨可进行表面淬火,有电接触表面淬火法和高频表面淬火法。经过电接触表面淬火的导轨,硬度可达HRC50以上,淬火深度在0.2~0.4毫米左右,耐磨性可提高1~2倍。这种方法的成本低,淬火变形小,因此淬火后不需再经导轨磨床加工。高频淬火的导轨,硬度可达HRC48~53,淬火深度在1.2~1.5毫米,耐磨性可提高2倍以上。但淬火后变形大,需再经导轨磨床加工。

2. 钢 用淬硬的钢做导轨,其耐磨性可比普通的铸铁-铸铁导轨提高5~10倍。其材料有:(1)45、40Cr、T8、T10、GCr15、GCr15SiMn等钢种,淬火后硬度为HRC52~58;(2)15、20Cr、20CrMnTi等钢种,渗碳淬硬至HRC56~62;(3)38CrMoAlA钢,氮化后硬度在HV800~1000。

镶钢导轨的工艺较复杂,加工较困难,成本也较高,故目前仅用于滚动导轨。

3. 青铜 其牌号有锡青铜ZQSn6-6-3、铝青铜ZQAL9-2等。大多用于重型机床的动导轨,并与铸铁的支承导轨相配,可防止表面撕伤和提高耐磨性。

### (三) 导轨的精度要求

1. 导轨的几何精度 导轨的几何精度一般包括:

(1) 导轨在垂直平面内的直线度,见图1-9(a)。沿导轨长度方向作一假想垂直平面 $M$ 与导轨相截,得交线 $opq$ ,该交线即为导轨在垂直平面内的实际轮廓。包容 $opq$ 曲线而距离为最小的两平行线之间的数值 $\delta_1$ ,即为导轨在垂直平面内的直线度。

(2) 导轨在水平平面内的直线度,见图1-9(b)。沿导轨长度方向作一假想水平平面 $F$ 与导轨相截,得交线 $ofg$ ,包容 $ofg$ 曲线而距离为最小的两平行线之间的数值 $\delta_2$ ,即为导轨在水平平面内的直线度。

通常对导轨的直线度有两种表示方法:即导轨在1米长度内的直线度和导轨在全长内的直线度。一般机床导轨的直线度为0.015~0.02/1000毫米,滚动导轨的直线度则要求为0.01~0.015/1000毫米甚至更高。

(3) 两导轨面间的平行度,也叫做导轨扭曲,见图1-10。它反映了两导轨面的不平程度。根据标准规定是两导轨面在横向每米长度内的扭曲值 $\delta$ ,见图1-10(a),故实际上测得的是测量桥板或溜板移动时的横向倾斜值,见图1-10(b)。一般机床导轨的平行度为0.02~0.05/1000毫米,滚动导轨的平行度则要求在0.001~0.003/1000毫米或更高。

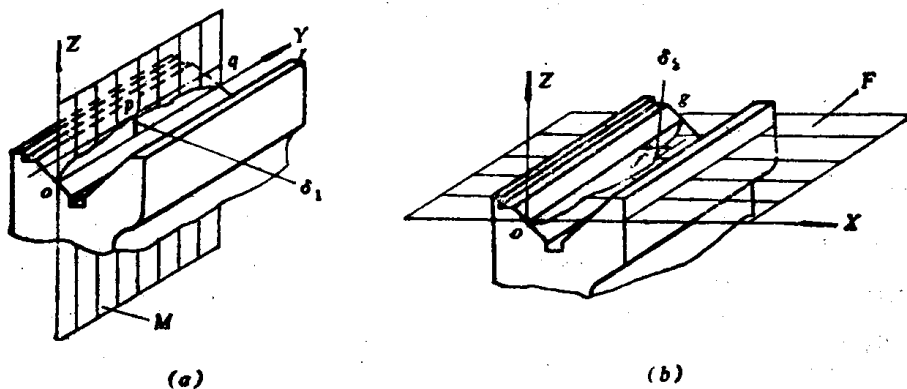


图 1-9 导轨的直线度

(a) 垂直平面内的直线度; (b) 水平平面内的直线度

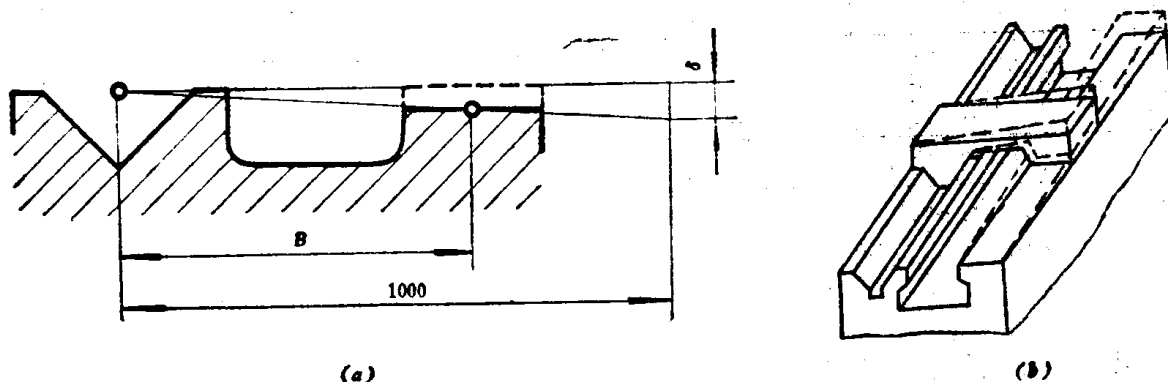


图 1-10 导轨的平行度

(4) 导轨的垂直度 导轨与导轨之间有垂直度要求的形式很多, 见图1-11。例如图1-11(a)所示为车床溜板燕尾形导轨2对床身导轨1要有一定的垂直度, 图1-11(b)所示为圆磨床床身的横导轨2对纵导轨1要有一定的垂直度。

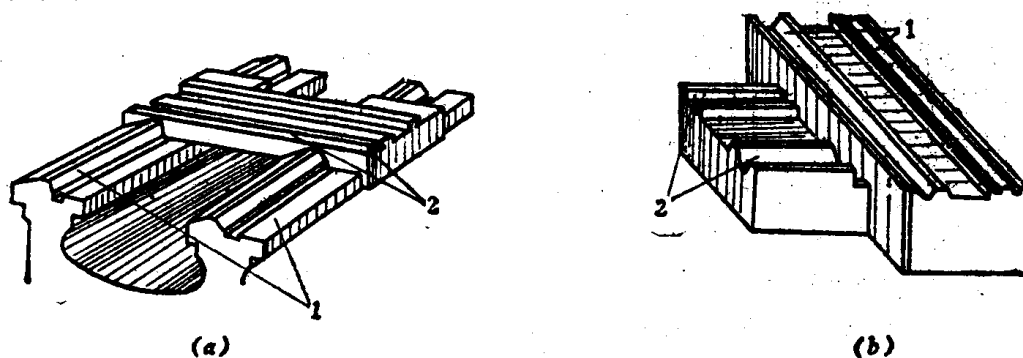


图 1-11 导轨的垂直度

2. 导轨的接触精度 一对导轨面的接触精度, 可用涂色法检查。导轨表面刮研后的接触精度, 按JB2278-78的规定, 应保证在 $25 \times 25$ 毫米<sup>2</sup>面积内的接触点数不低于表1-2所规定的数值。

刮研导轨表面的接触精度

表 1-2

| 接触点数<br>机床类别 | 每条导轨宽度(毫米) |         | 锉条、压板 |
|--------------|------------|---------|-------|
|              | $\leq 250$ | $> 250$ |       |
| 高精度机床        | 20         | —       | 12    |
| 精密机床         | 16         | 12      | 10    |
| 普通机床         | 10         | 6       | 6     |

3. 导轨的表面光洁度 导轨的表面光洁度可按表1-3确定。当滑动速度大于0.5米/秒的导轨, 表面光洁度应比表中规定提高一级。对于淬硬的导轨表面, 也应比表中规定提高一级。

滑动导轨表面光洁度

表 1-3

| 机 床 类 别 |       | 表 面 光 洁 度                |                          |
|---------|-------|--------------------------|--------------------------|
|         |       | 支 承 导 轨                  | 动 导 轨                    |
| 普 通 精 度 | 中 小 型 | $\nabla 7$               | $\nabla 6$               |
|         | 大 型   | $\nabla 6 \sim \nabla 7$ | $\nabla 6$               |
| 精 密 机 床 |       | $\nabla 7 \sim \nabla 9$ | $\nabla 6 \sim \nabla 7$ |

## 二、机床导轨的刮削

机床导轨表面的精加工有刮削、精刨和磨削等方法。刮削方法具有精度高、耐磨性好、表面美观、可以存油，以及不受导轨长度、结构的限制等优点，故目前应用仍很普遍。但是这种方法劳动强度大，生产效率低。

### (一) 刮削导轨的一般原则

采用合理的刮削步骤，不仅能提高刮削的质量，而且能显著地提高刮削的效率。所以尽管导轨的结构型式和精度要求不同，刮削时都应遵循以下基本原则：

(1) 首先要选择刮削时的基准导轨，通常是以较长的和重要的支承导轨作为基准导轨。例如车床床身的溜板用导轨、外圆磨床床身的纵向导轨等。

刮削一对导轨时，先刮基准导轨，再根据基准导轨刮削与其相配的另一导轨。基准导轨刮削时必须进行精度检验，而相配的导轨只需进行配刮，达到接触要求即可，不作单独的精度检验。

(2) 对于组合导轨上各个表面的刮削次序，应在保证质量的前提下，以减少刮削工作量和测量方便为原则。如先刮大表面，后刮小表面，可使刮削余量小，容易达到精度要求。再如先刮比较难刮的面，后刮容易刮削的面，可使刮削时的测量带来方便，并可减轻劳动强度（如燕尾形导轨与其它截面的导轨相比，较难刮削，故常先刮燕尾形导轨）；还有应先刮刚度较好的表面，以保证刮削精度的稳定性。如果先刮刚度差的表面，其刮削精度最终将可能遭到破坏。

(3) 刮削导轨时，一般都应将工件放在调整垫铁上，以便调整导轨的水平（或垂直）位置，这样可以保证刮削时精度稳定和测量方便。

(4) 工件上如果有其它已加工的平面或孔时，为保证与被刮导轨面之间的位置精度，应以这些平面或孔为基准来刮削导轨表面。

### (二) 导轨的刮削方法

刮削机床导轨是要使几条互相关联的导轨面，通过刮削达到所要求的精度。为此，就要选择比较合理的刮削方法。

1. 普通车床床身导轨的刮削 图1-12所示为车床床身的导轨形状，其中导轨面5、6、4为溜板用导轨，2、3、1为尾架用导轨，7、8为压板用导轨。其刮削步骤如下：

(1) 选择刮削工作量最大、导轨中最主要和最难刮的溜板用导轨面5、6作为基准。刮削前先检查一下这两个面在刨削以后直线度的实际误差（方法见后述），然后综合考虑刮削方法。先按标准平尺刮削平面5，再按角度平尺刮削平面6。并用水平仪测量基准导轨

面的直线度。直至直线度、接触点数和表面光洁度均符合要求为止。

(2) 刮平面4。以已刮好的平面5、6为基准，用平尺研点刮削平面4，此时不但要保证平面4本身的直线度，而且还要刮准对基准导轨的平行度。显然，以平面5、6为基准，借正平面4是比较方便的；反之，如果以平面4为基准，借正平面5、6来达到平行度要求则工作量较大。检查的方法是将百分表座放在与基准导轨吻合的垫铁上，表头触及被测平面4，移动垫铁，在导轨全长上进行测量，便可测出平行度，见图1-13 (a)。

(3) 刮尾架用平面1，使平面1达到自身的精度和对平面4的平行度要求。平面1所以要比平面2、3先刮，是因为5、6、4导轨面均已刮好，平面1必须达到对它们之间的平行度要求，而按平面4检查平面1的平行度比较方便，容易保证平面1的精度；同时当刮2、3面时，可按此平面作为测量基准之一，有利于保证各面之间的平行度要求。检查方法见图1-13 (b)。

(4) 刮导轨面2、3时，刮削方法与刮平面5、6相同，必须保证自身的精度，同时要达到对基准导轨面5、6和平面1的平行度要求。检查方法见图1-13 (c)。

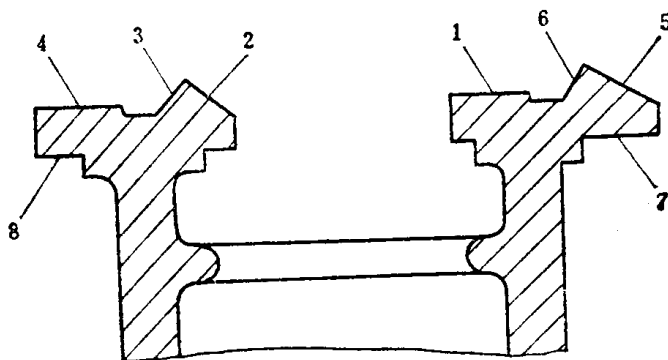


图 1-12 车床床身导轨

1、2、3—尾架用导轨；4、5、6—溜板用导轨；7、8—压板用导轨

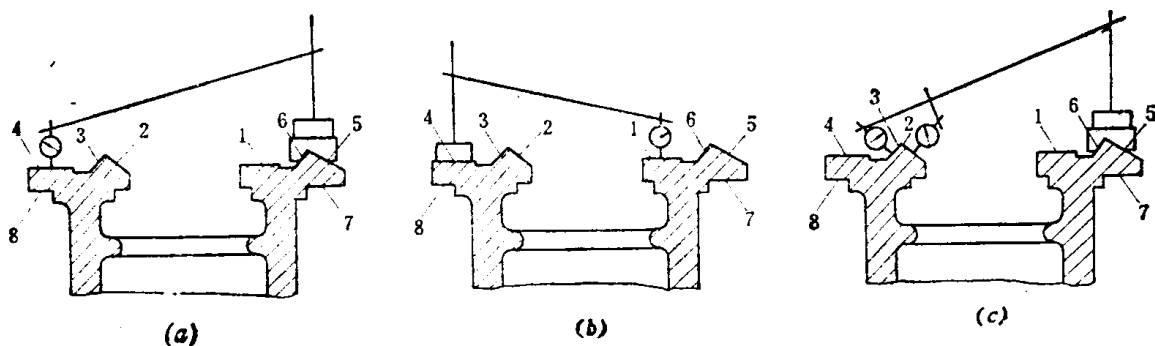


图 1-13 车床床身导轨刮削时的检查

1、2、3、4、5、6、7、8—见图1-12注

**2. 双矩形导轨的刮削** 双矩形导轨的形状，见图1-14。刮削时不能采用逐条刮削的方法，这样会使两条导轨之间出现不平行（扭曲）。正确的刮削方法是对两条导轨用标准平板同时进行研刮，使两条导轨的自身精度和平行度要求同时达到，这样的工作效率较高。此时标准平板的宽度应大于或等于床身导轨的宽度 $B$ ，标准平板的长度则等于或稍小于导轨的长度 $L$ 。

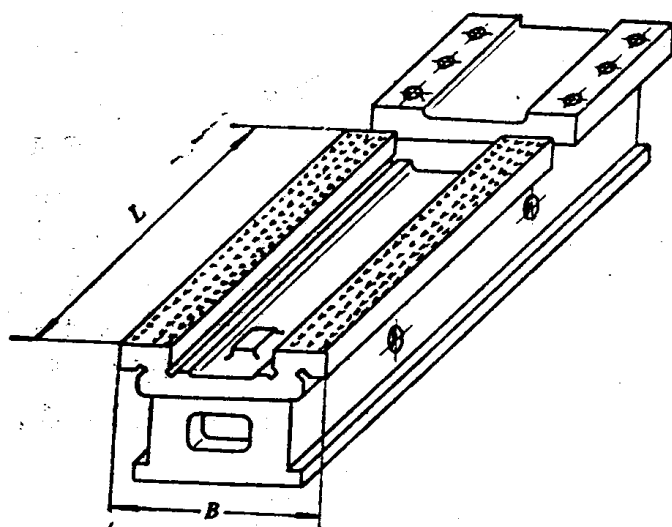


图 1-14 双矩形导轨

3. V形-矩形导轨的刮削, 其导轨形状, 见图1-15(a) 这种导轨的刮削方法有两类: 一类是按相配的工作台进行研刮 (工作台导轨面已刮好或磨好); 另一类是用标准工具进行研刮。按图1-15 (b) 所示的组合平板研刮时, A、B、C可同时显点刮好, 只须进行直线度检查即可; 按图1-15 (c) 所示的V形平尺研刮时, 则先刮好V形导轨的A、B两面, 并保证自身的直线度要求, 然后以V形导轨为基准刮削平面C。

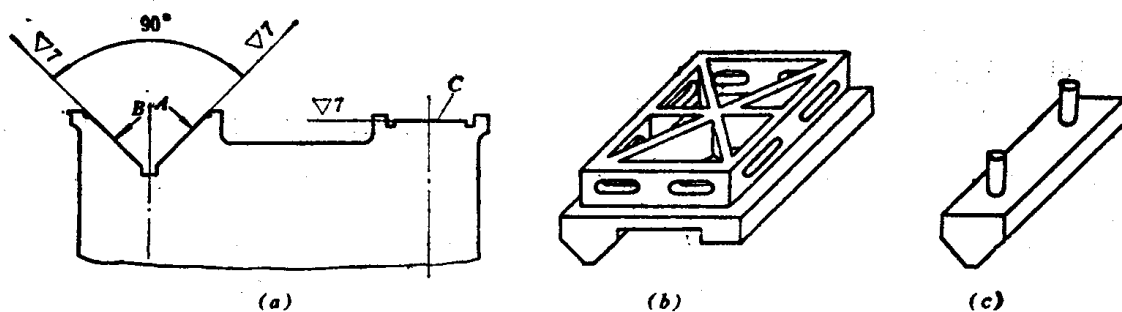


图 1-15 V形-矩形导轨及其刮削用工具

刮削时的检查方法, 见图1-16。其中水平仪2用以检查平面C的直线度, 水平仪1用以检查两导轨之间的平行度。

图1-17所示为检查外圆磨床床身两组V形-矩形导轨之间垂直度的方法。此时以床身纵导轨1为基准, 借助标准的方框角尺2, 来检查横导轨3对纵导轨的垂直度。

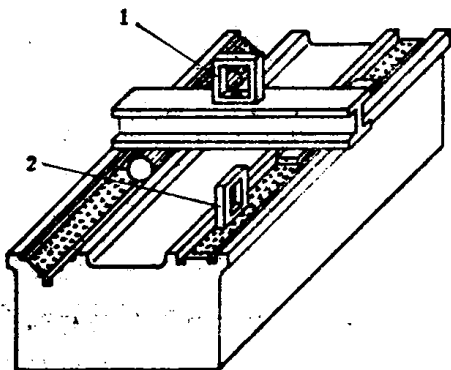


图 1-16 V形-矩形导轨平行度的检查  
1、2—水平仪

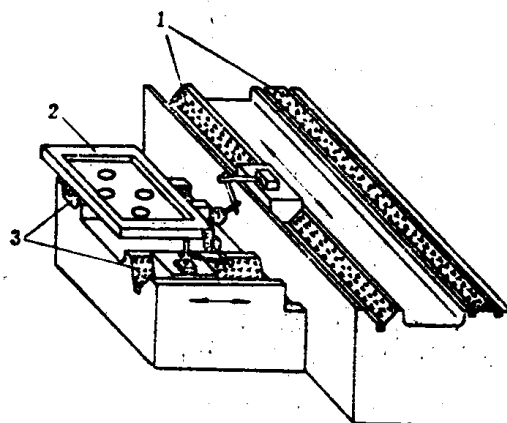


图 1-17 两组V形-矩形导轨垂直度的检查  
1—纵导轨; 2—方框角尺; 3—横导轨

**4. 燕尾形导轨的刮削** 燕尾形导轨刮削一般是采取成对交替配刮的方法进行。如图1-18所示, *A*为支承导轨, *B*为动导轨。刮削时, 先将动导轨的平面1、2按标准平板刮到要求, 这样可以提高刮削效率和容易保证这两个平面的精度。然后以此两面为基准, 研刮支承导轨面3、4达精度要求。接着再按 $\alpha = 55^\circ$ 的角度平尺研刮斜面5 (或斜面6), 刮好斜面5以后, 刮斜面6时, 一方面要按角度平尺研点, 同时还要兼顾与斜面5的平行。当支承导轨的四个面全部刮好后, 就可根据支承导轨来研刮动导轨的斜面。由于动导轨与支承导轨的燕尾面之间有楔形镶条, 所以动导轨燕尾面之间的宽度大于支承导轨燕尾面之间的宽度, 而且其中一个面有斜度 (图中斜面8)。刮削时斜面7、8应分别进行, 直至刮到要求。楔形镶条是在自身按平板粗刮后, 放入支承导轨与动导轨的斜面6与8之间配刮完成的, 其中与斜面8的配合面, 精度要求可低些。

在上述刮削支承导轨的两个斜面5、6时, 为了保证两者相互平行, 必须边刮边检查, 其检查方法, 通常用千分尺测量, 见图1-19。将两个等直径的精密短圆柱放在燕尾导轨的两侧, 用千分尺测量尺寸*C*, 当沿导轨两端测出的尺寸相等时, 即表示两个斜面互相平行。

当需要确定燕尾导轨的宽度*B*是否准确时, 可按下式算出:

$$B = C - b \left( 1 + \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right)$$

式中代号, 见图1-19。

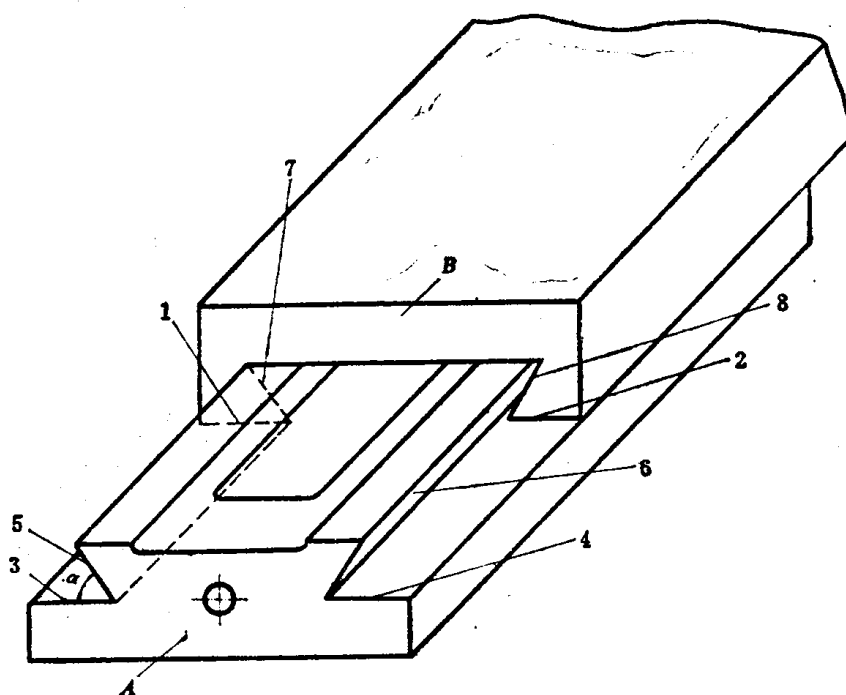


图 1-18 燕尾形导轨  
A—支承导轨; B—动导轨

### (三) 导轨直线度的检查方法

在上述各种导轨的刮削过程中，大多必须进行直线度的检查。直线度检查的方法很多，现列举以下两种常用的方法。

**1. 用水平仪检查的方法** 用水平仪只能检查导轨在垂直平面内的直线度，而不能检查导轨在水平平面内的直线度。用水平仪检查直线度的方法如下：

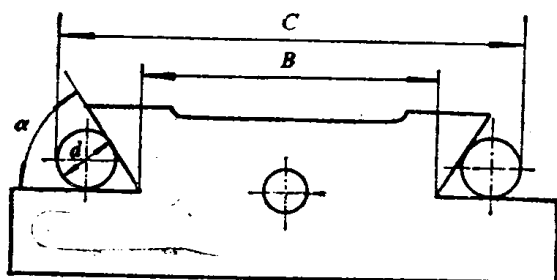


图 1-19 燕尾形导轨平行度的检查

设导轨长度为1600毫米，刮削时用尺寸为200×200毫米、精度为0.02/1000毫米的方框水平仪检查其直线度误差。

(1) 将被测导轨放在可调的支承垫铁上，置水平仪于导轨的中间或两端位置，初步找正导轨的水平位置，以便检查时水平仪的气泡位置都能保持在刻线范围内。

(2) 将导轨分成8段，使每段长度等于水平仪的边框尺寸(200毫米)，进行分段检查，如测得8段的读数依次分别为：+1、+1、+2、0、-1、-1、0、-0.5，见图1-20(a)。

(3) 根据测得的8个读数作出误差曲线图，见图1-20(b)。其作图方法如下：取坐标纸上纵轴方向每10小格(即图中1格)表示水平仪气泡移动1格的数值，取坐标纸上横轴

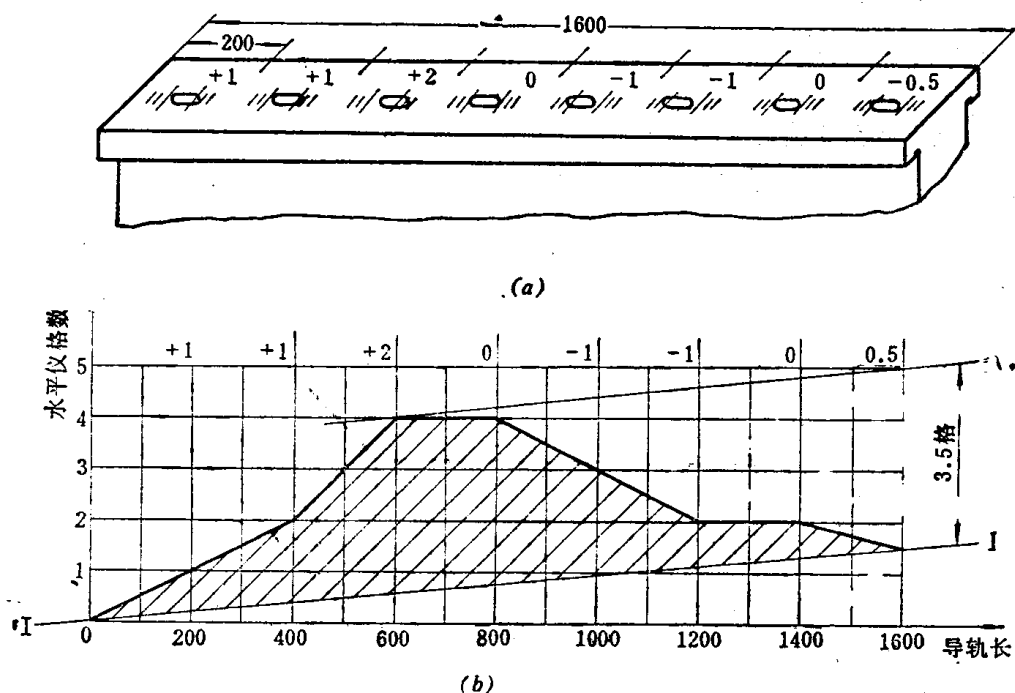


图 1-20 用水平仪检查导轨的直线度误差

方向每20小格(即图中2格)表示水平仪的每段测量长度。将测得的每段读数按坐标值绘出，连接后可得图中所示曲线，此曲线即为导轨的直线度误差曲线。再作曲线的首尾连线I-I，并经曲线的最高点作与I-I的平行线，两平行线之间垂直于水平坐标轴方向的距离即为导轨的直线度误差格数。由图中可知，此时的最大误差为3.5格，并呈现中间凸起的情况，在导轨600~800毫米长度处凸起值最大。刮削时就可参照曲线拟订刮削方案。