

机械工人职业技能培训教材

 高级

刨、插工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

机械工人职业技能培训教材

高级刨、插工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书是根据《职业技能鉴定规范(考核大纲)》高级刨、插工的知识要求和技能要求编写的。主要内容包括刨、插工常用精密量仪的结构原理及使用,刨、插床的精度要求、检验方法及试车验收项目和步骤,直齿锥齿轮齿面的刨削方法和有关基本参数及几何尺寸计算,刨、插削复杂曲面零件的方法及专用夹具的结构与工作原理,典型零件的装夹方法、加工步骤、精度检验和质量分析,宽刀精刨对工艺系统的要求及特点,机械加工工艺规程编制(着重介绍复杂零件的工艺分析、定位基准选择与工件装夹、切削加工顺序及工艺路线的拟定)等。

本书是高级刨、插工职业技能培训教材,也可供有关工人和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高级刨、插工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编.
-北京:机械工业出版社,1999.7
机械工人职业技能培训教材
ISBN 7-111-07307-X

I. 高… II. 机… III. ①刨削-技术培训-教材②插削-技术培训-教材 IV. TG55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 21872 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:荆宏智 版式设计:冉晓华 责任校对:唐海燕
封面设计:姚毅 责任印制:路琳
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2000 年 9 月第 1 版第 2 次印刷
850mm×1168mm¹/₃₂·5.875 印张·150 千字
4 001—8 000 册
定价:10.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话:(010)68993821、68326677-2527

机械工人职业技能培训教材与题库

编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员 邵奇惠

副主任委员 史丽雯 李成云 苏泽民 陈瑞藻

谷政协 张文利 郝广发 (常务)

委 员 于新民 田力飞 田永康 关连英

刘亚琴 孙 旭 李明全 李 玲

李超群 吴志清 张 岚 张佩娟

邵正元 杨国林 范申平 姜世勇

赵惠敏 施 斌 徐顺年 董无岸

技术顾问 杨溥泉

本书主编 李荣祥 参编 奚蒙、邹秀娟、赵惠敏

本书主审 孙广信 参审 刘书芳、韩绍伦

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套,为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行,各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能,具备一定的包括职业技能在内的职业素质,才能胜任工作,把工作做好,为社会做出应有的贡献,实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天,更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体,是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何,直接关系着行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下,企业之间的竞争,归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍,有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠,才能保证产品质量,提高生产效率,降低物质消耗,使企业获得经济效益;才能支持企业不断推出新产品去占领市场,在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训,重视工人培训教材等基础建设工作,并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间,先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种,《机械工人操作技能培训教材》85种,以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种,基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业

针对性、实用性强,职业工种覆盖面广,层次齐备和成龙配套等特点,受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来,我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》,逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求,进一步提高机械行业技术工人队伍的素质,实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标,我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》,使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时,又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》,共87种,以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的,包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”(主要是“专业知识”部分)和“技能要求”分三册编写,适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用;对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等,另编写了公共教材,以利于单科培训和工人自学提高。题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点,采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语;各工种教材则更加突出了理论和实践的结合,将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体,形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此,谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!教材中难免存在不足和错误,诚恳希望专家和广大读者批评指正。

机械工业职业技能鉴定指导中心

目 录

前 言

第一章 精密量仪	1
第一节 水平仪	1
第二节 读数显微镜	7
第三节 自准直仪	8
复习思考题	10
第二章 刨削直齿锥齿轮	12
第一节 直齿锥齿轮的主要参数及计算	12
第二节 刨削直齿锥齿轮的方法	18
第三节 直齿锥齿轮的检验与质量分析	28
复习思考题	32
第三章 刨、插削复杂曲面零件	33
第一节 刨削罗茨鼓风机叶轮	33
第二节 刨、插削下肘块	38
第三节 插削连杆圆弧面	43
第四节 刨削平面曲线油槽	47
第五节 液压仿形刨削立体成形面	49
复习思考题	56
第四章 刨削复杂精密零件	57
第一节 宽刀精刨	57
第二节 刨削龙门刨床床身	61
第三节 刨削车床主轴箱体	76
第四节 刨削插床床鞍	84
复习思考题	91
第五章 刨、插床的精度检验及试车验收	93
第一节 牛头刨床的精度检验及试车验收	93
第二节 龙门刨床的精度检验及试车验收	102

第三节 插床的精度检验及试车验收	113
复习思考题	121
第六章 机械加工工艺规程的制定	122
第一节 工艺规程的基本概念	122
第二节 制定工艺规程的原则和步骤	123
第三节 零件的工艺分析	126
第四节 典型零件的工艺特点	130
第五节 定位基准的选择	147
第六节 工艺路线的拟定	153
第七节 加工余量的确定	158
第八节 工艺文件	161
第九节 典型零件机械加工工艺规程	165
复习思考题	177

第一章 精密量仪

培训要求 掌握水平仪,读数显微镜和自准直仪的使用方法,了解水平仪和自准直仪的结构与工作原理。

量仪是将被测量的量值转换成指示值或等效信息,从而可直接观察的计量器具。通常指结构较为精密复杂,有放大系统的计量器具。

第一节 水 平 仪

水平仪是以水准器为测量和读数元件的一种量具,是一种角值测量器具,属于量仪范畴,水平仪分机械式水平仪和电子式水平仪两类。广泛应用的水平仪有普通水平仪和光学合像水平仪两种。用于测量工件的直线度、垂直度和机器设备安装的水平位置与垂直位置,以保证机器的正常运转。

一、普通水平仪

1. 水平仪的结构和刻线原理

(1)水平仪的结构 普通水平仪有框式水平仪和条式水平仪两种,见图 1-1 和图 1-2,主要由框架和水准器组成。其测量面上

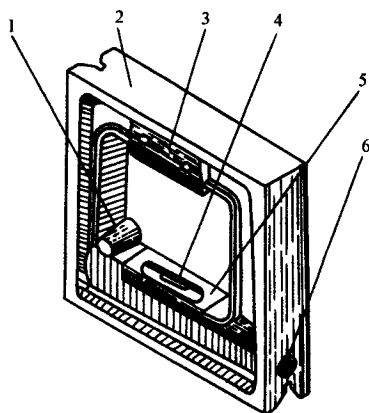


图 1-1 框式水平仪

- 1—横水准器 2—框架 3—手把
4—主水准器 5—盖板 6—调整装置

有 V 形槽,以便放在圆柱形被测量表面上测量。

框式水平仪的框架测量面有平面和 V 形槽两种。四周测量面互相垂直,可用于测量工件的垂直面误差。

主水准器是测量值的主要示值部位,横水准器用于保证测量位置的正确性。水准器是一个弧形玻璃管,表面有刻线,内装乙醚或酒精,并留有一气泡,通常称为水准气泡。当水平仪处于水平位置时,气泡位于玻璃管刻线的中间;当水平仪微量倾斜一角度时,气泡就偏离中间一距离。所以,气泡的移动量能间接地反映水平仪倾斜角的大小和方向。

(2)水平仪的刻线原理
水平仪的精度(即刻线原理),以气泡偏移一格时水平仪所倾斜角 θ 的数值表示,或气泡偏移一格,水平仪在 1m 长度上倾斜的高度差 H 表示。

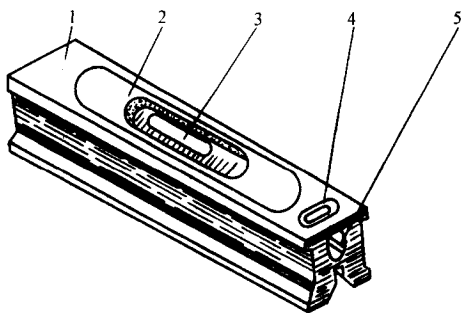


图 1-2 条式水平仪

1—主体 2—盖板 3—主水准器
4—横水准器 5—调零装置

常用普通框式水平仪的测量面长度为 200mm。当 1000mm 长度上高度差为 0.02mm

时,水平仪测量面两端在 200mm 长度上的高度差为

$$h = (0.02/1000) \times 200\text{mm} = 0.004\text{mm}$$

或 $\tan\theta = 0.02/1000 = 0.00002 \quad \theta = 4''$

水准器是按下述原理刻线的(图 1-3),弧形玻璃管的曲率半径 $R = 103\text{m}$,当水平仪倾斜角度为 $4''$ 时,气泡移动 1 格的距离(弧长)为

$$\text{弧长} = \frac{2\pi R\theta}{360} = \frac{2\pi \times 103 \times 4}{360 \times 60 \times 60} \text{m} \approx 0.002\text{m}$$

即 0.02mm/1000mm($4''$)水平仪的水准器刻线间距为 2mm。表

示气泡移动 1 格,即移动 2mm,倾斜角 $\theta = 4''$,在 1m 长度上高度差 $H = 0.02\text{mm}$ 。而在 100m 长度上高度差为 2mm,放大了 100 倍。

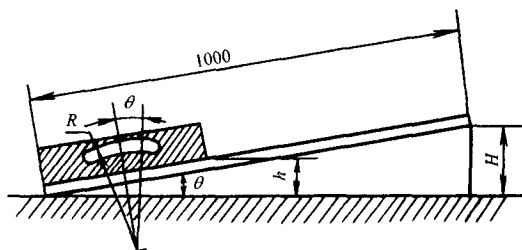


图 1-3 水平仪的刻线原理

由上述分析可知,水平仪的放大原理是利用倾斜角度相同,曲率半径不同,而将被测量误差放大的。

(3)水平仪的读数方法 水平仪有直接读数法和平均读数法两种。

1)直接读数法 以气泡两端的长刻线作为零线,气泡相对零线移动格数作为读数,这种读数方法最为常用,见图 1-4。

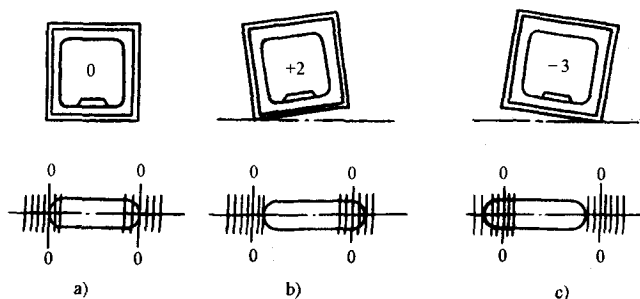


图 1-4 直接读数法

图 1-4a 表示水平仪处于水平位置,气泡两端位于长线上,读数为“0”;图 1-4b 表示水平仪逆时针方向倾斜,气泡向右移动,图示位置读数为“+2”;图 1-4c 表示水平仪顺时针方向倾斜,气泡向左移动,图示位置读数为“-3”。

2)平均读数法 由于环境温度变化较大,使气泡变长或缩短,引起读数误差而影响测量的正确性,可采用平均读数法,以消除读

数误差。

平均读数法读数是分别从两条长刻线起,向气泡移动方向读至气泡端点止,然后取这两个读数的平均值作为这次测量的读数值。

图 1-5a 表示,由于环境温度较高,气泡变长,测量位置使气泡左移。读数时,从左边长刻线起,向左读数“-3”;从右边长刻线起,向左读数“-2”。取这两个读数的平均值,作为这次测量的读数值:

$$\frac{(-3) + (-2)}{2} = -2.5$$

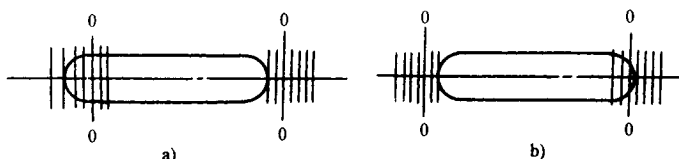


图 1-5 平均读数法

图 1-5b 表示,由于环境温度较低,气泡缩短,测量位置使气泡右移,按上述读数方法,读数分别为“+2”和“+1”,这次测量的读数值是:

$$\frac{(+2) + (+1)}{2} = +1.5$$

2. 水平仪的应用

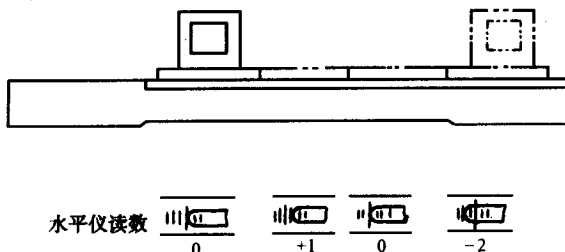


图 1-6 水平仪测量直线度示意图

(1)测量直线度 测量时,如图 1-6 所示,将水平仪放在桥板上,将桥板等距离从被测表面的一端移至另一端,同时记录读数。气泡移动方向与桥板移动方向一致为正,反之为负。在坐标纸上

画出被测表面的直线度误差曲线,见图 1-7。最后按公式计算被测表面的直线度误差 Δ

$$\Delta = iLn = (0.02/1000) \times 500 \times 1.7\text{mm} = 0.017\text{mm}$$

式中 i ——水平仪的读数精度;

L ——每段测量长度;

n ——曲线图中最大误差格数。

(2)测量垂直度 测量大型零件时,如图 1-8a 所示,用水平仪粗调基准表面到水平。分别在基准表面和被测表面上用水平仪分段逐步测量并记录换算成线值的读数。用图解法(或计算法)确定基准方位,然后求出被测表面相对于基准的垂直度误差。

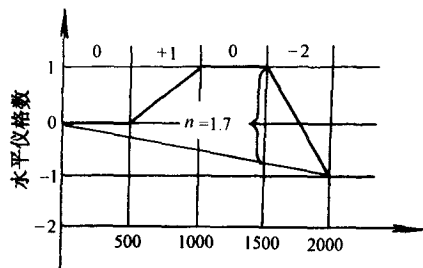


图 1-7 直线度误差曲线图

测量小型零件时,如图 1-8b 所示,先将水平仪放在基准表面上,读气泡一端的数值,然后用水平仪的一侧紧贴垂直被测表面,气泡偏离第一次(基准表面)读数的值,即为被测表面的垂直度误差。

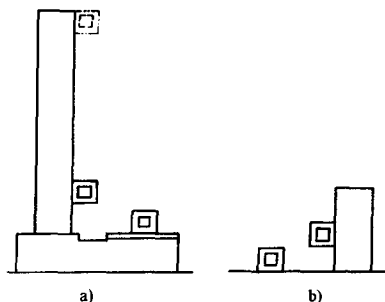


图 1-8 水平仪测量垂直度

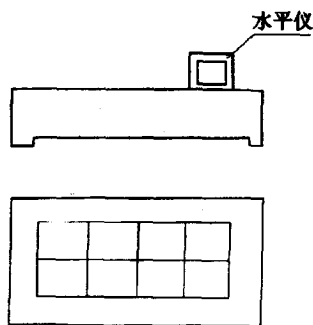


图 1-9 水平仪测量平面度

(3)测量平面度 如图 1-9 所示,测量时,先将被测表面调水

平,然后用水平仪按一定的布点和方向逐点地测量被测表面,同时记录读数,并换算成线值。根据各线值用算法(或图解法)按最小条件(也可按对角线法)计算平面度误差。

上述各误差计算方法,可参阅其他资料。

二、合像水平仪

光学合像水平仪,广泛用于精密机械中,测量工件的平面度、直线度和找正安装设备的正确位置。

1. 合像水平仪的结构和工作原理 合像水平仪主要由测微螺杆、杠杆系统、水准器和光学合像棱镜等部分组成,见图 1-10a、b。

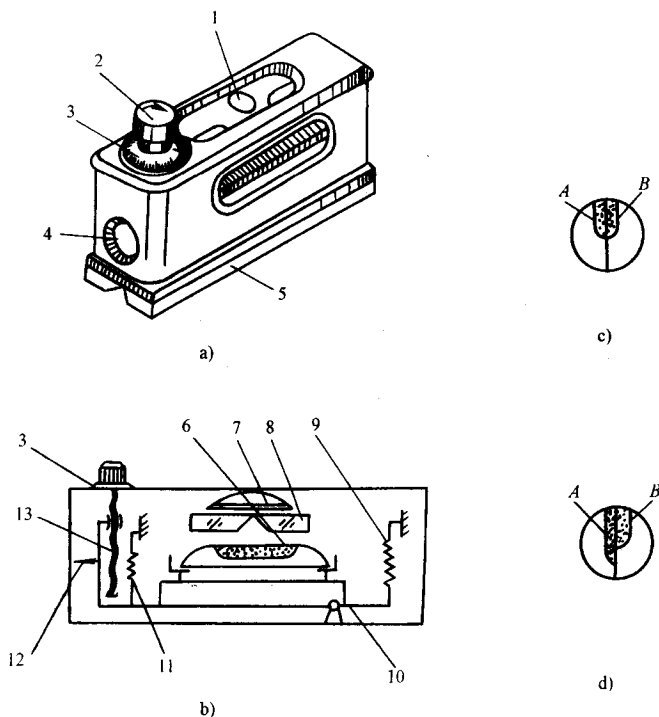


图 1-10 光学合像水平仪

1、4—窗口 2—微分盘旋钮 3—微分盘 5—水平仪底座 6—玻璃管
7—放大镜 8—合成棱镜 9、11—弹簧 10—杠杆架 12—指针 13—测微螺杆

水准器安装在杠杆架的底板上,它的水平位置用微分盘旋钮通过测微螺杆与杠杆系统进行调整。水准器内的气泡圆弧,分别用三个不同方向位置的棱镜反射至观察窗,分成两个半像,放大观察。

当水平仪处于水平位置时,气泡 A 与 B 重合,见图 1-10c。当水平仪倾斜时,气泡 A 与 B 不重合,见图 1-10d。

测微螺杆的螺距 $P=0.5\text{mm}$,微分盘的刻线分为 100 等分。微分盘转过一格,测微螺杆上螺母轴向移动 0.005mm 。

2. 使用方法 将水平仪放在工件的被测表面上,眼睛看窗口 1,手转动微分盘,直至两半气泡重合时进行读数。读数时,从窗口 4 读出毫米数,从微分盘上读出刻度数。

例如,分度值为 $0.01\text{mm}/1000\text{mm}$ 的光学合像水平仪微分盘上的每一格刻度表示在 1m 长度上,两端的高度差为 0.01mm 。测量时,如果从窗口读出的数值为 1mm ,微分盘上的刻度数为 16,这次测量的读数就是 1.16mm ,即被测工件表面的倾斜程度,在 1m 长度上高度差为 1.16mm 。如果工件的长度小于或大于 1m 时,可按正比例方法计算: 1m 长度上的高度差 $\times$ 工件长度。

3. 使用特点

1) 测量工件被测表面误差大或倾斜程度大时,使用框式水平仪,气泡就会移至极限位置而无法测量,光学合像水平仪就没有这一弊病。

2) 环境温度变化对测量精度有较大的影响,所以使用时应尽量避免工件和水平仪受热。

第二节 读数显微镜

显微镜有各种类型,广泛用于测量直线度、长度、表面粗糙度及螺纹等。

一、读数显微镜的结构

用于检验大型导轨在水平面内直线度使用的读数显微镜由立柱、目镜千分尺、升降机构、反射镜、目镜和物镜等组成,

见图 1-11。

二、使用方法

用读数显微镜检验导轨在水平面内的直线度时,在导轨上放桥板,在桥板上放读数显微镜。用专用支架将位于反射镜和物镜之间的钢丝张紧,如图 1-12 所示。转动升降手轮,直至目镜视场中的刻线和钢丝清晰为止。

将桥板移至导轨一端极限位置,转动目镜千分尺,使钢丝与刻度线对齐,再将桥板移至导轨另一端极限位置,调整钢丝水平位置,使显微镜读数在导轨两端相等。

从被测导轨的一端等距离移动桥板至另一端,同时记录读数。读数时,转动目镜千分尺使钢丝与导轨

两端读数刻线对齐,在千分尺上读出钢丝偏离尺寸,并依照桥板移动方向,钢丝向右偏转为正,反之为负。在坐标纸上画出被测导轨在水平面内的直线度误差曲线,计算出被测导轨的直线度误差。

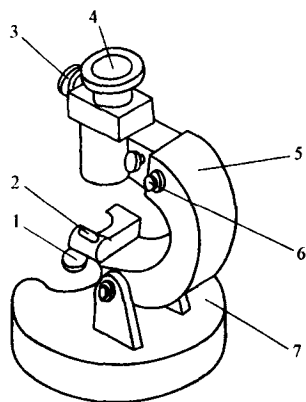


图 1-11 读数显微镜

1—反射镜 2—水准器 3—目镜千分尺
4—目镜 5—立柱 6—升降手轮 7—底座

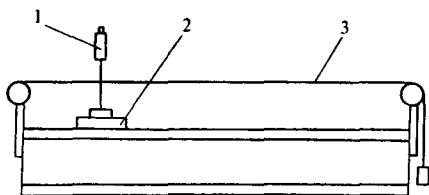


图 1-12 检验导轨在水平面内的直线度

1—读数显微镜 2—桥板 3—钢丝

第三节 自准直仪

一、自准直仪的结构与工作原理

自准直仪由壳体、读数装置、分光棱镜、反射镜、目镜和物镜等组成,见图 1-13。

光源 2 发出的光,经滤光片 3、分划板 4 在分光棱镜 9 上分成两路:其中一路光线经过棱镜被反射镜 5 和 10 两次反射,并经过物镜 11 变成平行光射到平面反射镜 12 上;另一路光线被棱镜折射向上到固定分划板 6,并成像于上面,可以从目镜中看到。

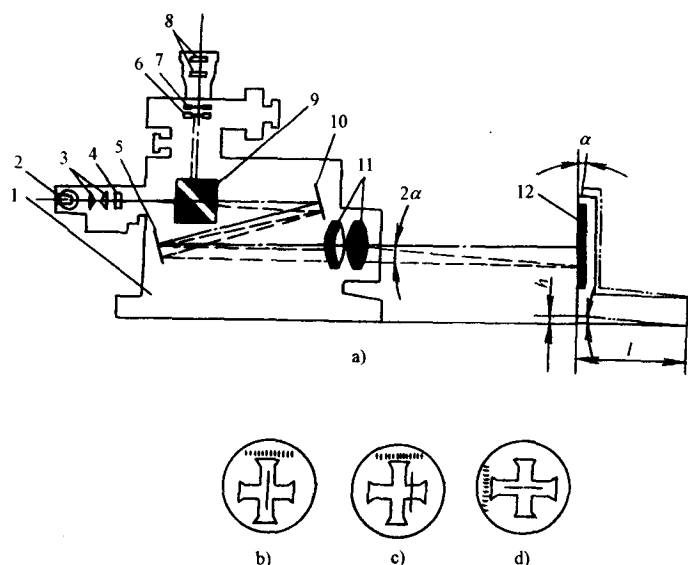


图 1-13 自准直仪

1—镜座 2—光源 3—滤光片 4—十字分划板 5、10—反射镜 6—固定分划板 7—可动分划板 8—目镜 9—分光棱镜 11—物镜 12—平面反射镜

若平面反射镜垂直于物镜的主光轴,则反射镜反射回来的十字像,经分光棱镜折射向上到固定分划板上,并与原来的十字像重合(见图 1-13b)。当被测表面有误差时,平面反射镜对物镜的主光轴就倾斜一微小角度,反射回来的十字像就偏离分划板中央(见图 1-13c)。

十字像偏离分划板中央的偏离值 Δs (单位为 mm),可通过旋转测微鼓轮的旋钮来移动可动分划板 7 测量出来。