

机械工业技师考评培训教材

钳工 技师培训教材

机械工业技师考评培训教材编审委员会 编



- ★ 机械行业首套技师培训教材
- ★ 按照技师考评要求编写
- ★ 集教材与试题库于一体



机械工业出版社
China Machine Press

机械工业技师考评培训教材

钳工技师培训教材

机械工业技师考评培训教材编审委员会 编



机械工业出版社

本书的主要内容有：常用精密测量仪器及其应用；机械振动和零部件的平衡；编制工艺规程；机床加工精度质量分析；特殊孔型的钻削；气动与液压技术及其应用；轴承与导轨的装配；机床新型结构简介；单轴转塔自动车床的装配及调整；机床数控化改造；机床夹具；数控机床；四新知识简介。本书附有试题库、考核试卷样例和技师论文写作与答辩要点。

NAU88/01

图书在版编目 (CIP) 数据

钳工技师培训教材/机械工业技师考评培训教材编审委员会编. —北京：机械工业出版社，2001.6

机械工业技师考评培训教材

ISBN 7-111-08849-2

I. 钳… II. 机… III. 钳工-技术培训-教材

IV. TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 036015 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：朱 华 版式设计：霍永明 责任校对：魏俊云

封面设计：方 芬 责任印制：郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·16.5 印张·1 插页·492 千字

0 001—5 000 册

定价：30.00 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

机械工业技师考评培训教材

编审委员会名单

主任：郝广发 苏泽民
副主任：施 斌 李超群
委员：(按姓氏笔画排序) 马登云 边 萌 王兆山
王听讲 朱 华 朱为国 刘亚琴 江学卫
何月秋 张乐福 余茂祚 卓 炜 季连海
荆宏智 姜明龙 徐从顺
技术顾问：杨溥泉
本书主编：朱为国
本书参编：章志成 徐耀荣 罗志刚 徐德宏
赵义顺 赵正文 洪惠良 陆 江
孙燕华 倪森寿 吴宜平 周桂瑾
朱福祥
本书主审：郭宗义
本书参审：梅建强 韩希春 汪木兰 郁汉琪
陈瑞彬

前 言

技师是技术工人队伍中具有高级技能的人才，是生产第一线的一支重要力量，他们对提高产品质量、提高产品的市场竞争力起着非常重要的作用。积极稳妥地开展技师评聘工作，对于鼓励广大技术工人钻研业务、提高技能水平、推动企业生产技术进步以及稳定技术工人队伍有积极的促进作用。

为适应经济发展和技术进步的客观需要，进一步完善技师评聘制度，以加快高级技能人才的培养，拓宽技能人才成长通道，促进更多的高级技能人才脱颖而出，1999年，劳动和社会保障部发出了《关于开展技师考评社会化管理试点工作的通知》，《通知》中提出了如下指导意见：扩大技师考评的对象及职业范围，完善技师考评的依据及内容，改进技师考评方式方法，实行技师资格认定与聘任分开等，并在全国部分省市开始技师考评社会化管理试点。

为配合技师评聘工作的开展，满足机械行业对工人技师培训和考评的需要，加快技师培训教材建设，我们经过到上海、江苏、四川等地进行广泛的调研，并结合《通知》精神，确立了教材编写的总体思路；组织了一批由工程技术人员、教师、技师、高级技师组成的编写队伍，编写了这套《机械工业技师考评培训教材》。全套教材共22种，包括四种基础课教材和车工、钳工、机修钳工、工具钳工、铣工、磨工、焊工、铸造工、锻造工、热处理工、电工、维修电工、冷作工、涂装工、汽车维修工、摩托车调试修理工、制冷设备维修工、电机修理工等18个专业工种教材。

基础课教材以原机械工业部、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》相关工种高级工“知识要求”中的“基本知识”和“相关知识”为主编写；专业工种教材则以本工种高级工“知识要求”中的“专业知识”为主编写，在此基础上，加强了工艺分析方面内容的比重，并增加了新知识、新工艺、新技术、

新方法等方面的内容，以适合新形势的需要。

每本书的内容包括两大部分：第一部分为培训教材，第二部分为试题库，试题库后还附有考核试卷样例。教材部分内容精炼、实用，有针对性和通用性，主要介绍应重点培训和复习的内容，不强求内容的系统性；试题部分出题准确、题意明确，有典型性、代表性、通用性和实用性，试题题型有是非题、选择题、计算题和简答题等，并附有答案。书末还附有技师论文写作与答辩要点。

全套教材汲取了有关教材的优点，略去了低起点的内容，同时采用了最新国家标准和法定计量单位。全套教材既适合考前短期培训用，又可作为考前复习和自测使用，也可供技师考评及职业技能鉴定部门在命题时参考。

由于我们是首次尝试编写技师培训教材，因此教材中难免存在不足和错误，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

机械工业技师考评培训教材编审委员会

目 录

前言

第一章 高精度测量仪器及其应用

- 第一节 常用精密测量仪器的基本原理 1
- 第二节 机械装配维修中的精度测量 20

第二章 机械振动和零部件的平衡

- 第一节 机械振动 31
- 第二节 旋转零部件的平衡 41

第三章 编制工艺规程

- 第一节 工艺过程的概述 56
- 第二节 机械加工工艺规程的编制 57
- 第三节 装配工艺规程的编制 84

第四章 机床加工精度质量分析

- 第一节 加工精度与加工误差 108
- 第二节 引起加工误差的几种因素 109
- 第三节 提高加工精度的工艺措施 123

第五章 特殊孔型的钻削

- 第一节 钻削过程特点与钻削用量选择 125
- 第二节 特殊孔型的钻削 126

第六章 气动与液压技术及其应用

- 第一节 气动基本回路 139
- 第二节 气动系统应用实例 146

第三节	液压系统的使用、维护和故障分析	149
第四节	液压伺服系统概述	157

第七章 轴承与导轨的装配

第一节	高精度滚动轴承的装配	170
第二节	滑动轴承及其装配	178
第三节	导轨	182

第八章 机床新型结构简介

第一节	滚珠丝杠副	198
第二节	电主轴	203
第三节	谐波齿轮系	205

第九章 单轴转塔自动车床的装配及调整

第一节	C1318 型单轴转塔自动车床	216
第二节	单轴转塔自动车床的调整	234

第十章 机床数控化改造

第十一章 机床夹具

第一节	工件的定位	267
第二节	定位误差的分析	283
第三节	夹具设计实例	297

第十二章 数控机床

第一节	数控机床的特点及组成	304
第二节	数控机床的基本工作原理	305
第三节	数控车床	308
第四节	加工中心机床	314
第五节	数控机床的编程	321

第十三章 四新知识简介

第一节	现代管理	342
-----	------------	-----

第二节	计算机辅助设计基础	352
第三节	可编程序控制器的应用	363
第四节	机电一体化概论	379

试题库

一、是非题	试题 (397)	答案 (459)
二、选择题	试题 (414)	答案 (460)
三、计算题	试题 (435)	答案 (461)
四、简答题	试题 (447)	答案 (475)

考核试卷样例

第一套试卷	499
第二套试卷	505
第三套试卷	510

附录 技师论文写作与答辩要点	516
----------------------	-----

第一章 高精度测量仪器及其应用

培训要点：掌握合像水平仪、自准直光学量仪、经纬仪的应用以及机械装配维修中常见精度的测量。

第一节 常用精密测量仪器的基本原理

一、合像水平仪

合像水平仪的结构和工作原理如图 1-1 所示。与普通水平仪相比，合像水平仪具有测量读数范围大的优点。当被测工件的平面度误差较大或因放置的倾斜度较大而又难于调整时，若使用框式水平仪就会因其水准气泡已偏移到极限而无法测量，而合像水平仪，因水平位置可以重新调整，所以能比较方便地进行测量，而且精度较高。

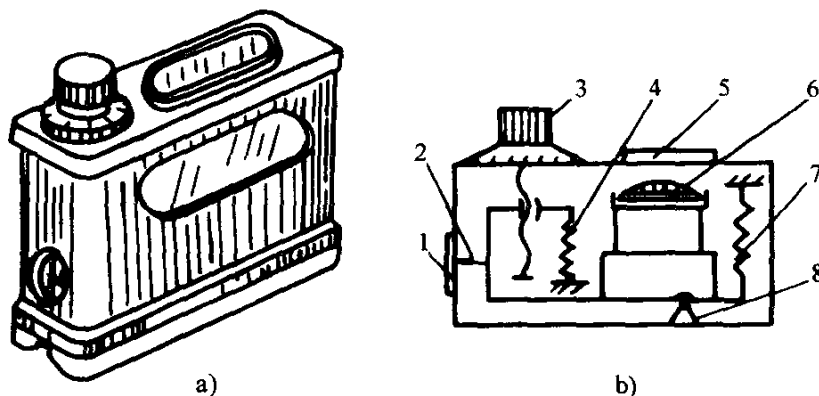


图 1-1 合像水平仪

a) 外观图 b) 结构原理图

1—指针观视口 2—指针 3—调节旋钮 4、7—弹簧

5—目镜 6—水准器 8—杠杆

合像水平仪的水准器 6 安装在杠杆 8 上，转动调节旋钮 3 可以调整其水平位置。气泡两端圆弧通过光学零件反射到目镜 5，形成左右两个半像。当水平仪处于水平位置时，A、B 两部分像就重合（见图 1-2a）。若水平仪不在水平位置，A、B 两部分像就不重合，如图 1-2b 所示。

合像水平仪主要用于直线度、平面度误差的测量。例如，一平面被测量后，指针观察窗口所指刻度为1mm，调节旋钮所示的刻度值为35格，则被测平面在1000mm长度上相对水平面的倾斜误差为1.35mm。若平面只有400mm长，则在此长度上的误差为

$$\Delta H = (1.35\text{mm}/1000\text{mm}) \times 400\text{mm} = 0.54\text{mm}$$

合像水平仪的国产型号有CH66，其刻度值为0.01mm/1000mm。

二、自准直光学量仪

自准直光学量仪是根据光学的自准直原理制造的测量仪器，有自准直仪、光学平直仪、测微准直望远镜及经纬仪等多种。

1. 光学自准直原理 光学自准直原理可以用图1-3加以说明，即在物镜焦平面上的物体通过物镜及物镜后面反射镜的作用，仍可在物镜焦平面上形成物体的实像。

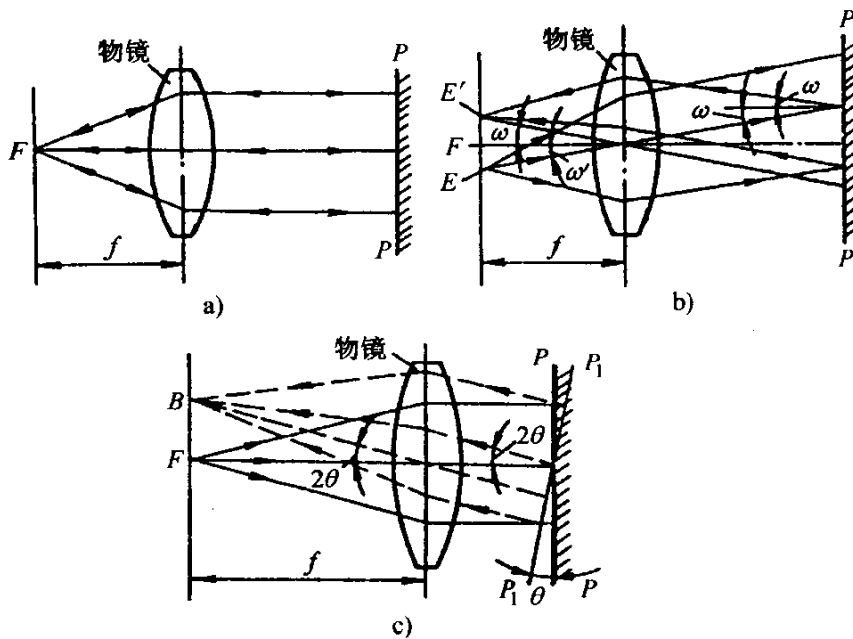


图 1-3 光学自准直原理

如图 1-3a 所示,在物镜的焦点 F 发出的光束经物镜折射后,变成平行于光轴的光束,再经垂直于光轴的平面反射镜 PP 反射后,光束仍按原路反射回来,经物镜后仍会聚在焦点 F 上,即 F 点和它的像 F' 完全重合。

如图 1-3b 所示,在物镜焦平面上任意一点 E 发出的光束经物镜折射后(假设 E 点和物镜主点的连线与光轴的夹角为 ω),变成与光轴成 ω 角的平行光束。当遇到垂直于光轴的平面反射镜 PP 后,根据反射定律,光束以反射角 ω 反射回来,经物镜后会聚在物镜焦平面上的 E' 点。 E' 点就是 E 点的像,并且和 E 点相对于光轴完全对称。设物镜焦距为 f ,则 $E'F = EF = f \tan \omega$ 。

如图 1-3c 所示,如果平面反射镜在子午面内对光轴偏转 θ 角,根据反射定律,经平面反射镜 P_1P_1 反射后光束偏转 2θ 角,这时自准像相对于物点产生了偏移,偏移量的大小为 $BF = f \tan 2\theta$ 。

以上说明,如果焦平面上物体完全对称,而且平面反射镜与物镜光轴垂直,那么物体在焦平面上的成像就会与物体完全重合;如果平面反射镜与物镜光轴不垂直,物体在焦平面上的成像就会与物体自身产生偏移。因此,将平面反射镜作为目标反射镜置于被测物体的平面上,通过测量物镜焦平面上成像的偏移量就可测量出被测物体平面与基准平面的误差。

2. 自准直仪 自准直仪又称为自准直平行光管,其工作原理如图 1-4 所示。

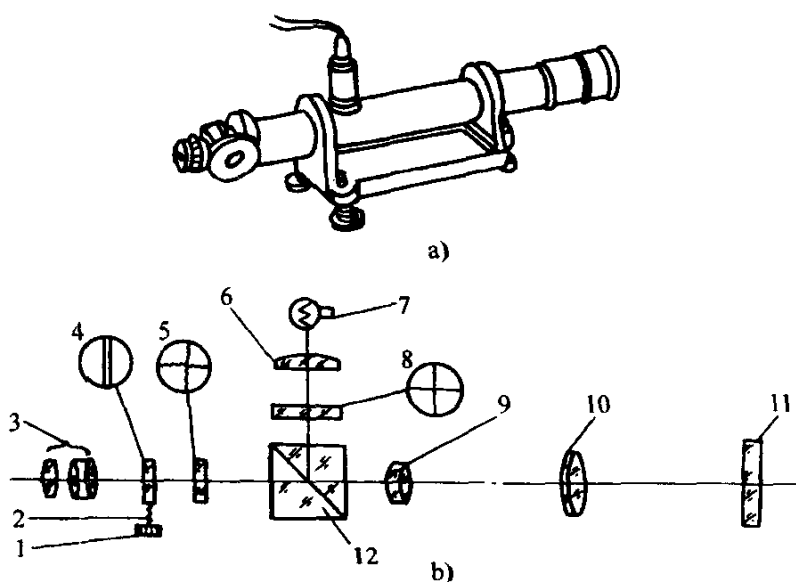


图 1-4 自准直仪工作原理图

a) 外观图 b) 工作原理图

- 1—鼓轮 2—测微丝杆 3—目镜 4、5、8—分划板
6—聚光镜 7—光源 9、10—物镜组
11—目标反射镜 12—棱镜

从光源 7 发出的光线，经聚光镜 6 照亮分划板 8 上的十字线，由半透明棱镜 12 折向测量光轴，经物镜 9、10 成为平行光束射出，再经目标反射镜 11 反射回来，使十字线成像于分划板 5、4 的刻线面上。旋转鼓轮 1 带动测微丝杆 2 移动，对准双刻线（刻在可动分划板 4 上），由目镜 3 观察，使双刻线与十字线重合，然后在鼓轮 1 上读数。

自准直仪可用于直线度、平面度、垂直度等误差的测量。

自准直仪的国产型号有 42J、JZC 等，其主要技术参数大致相同，测微鼓轮示值读数每格为 $1''$ ，测量范围为 $0' \sim 10'$ ，测量工作距离为 $0 \sim 9\text{m}$ 。

3. 光学平直仪 光学平直仪是由平直仪本体（包括望远镜和目镜等）和反射镜组成，其工作原理如图 1-5 所示。

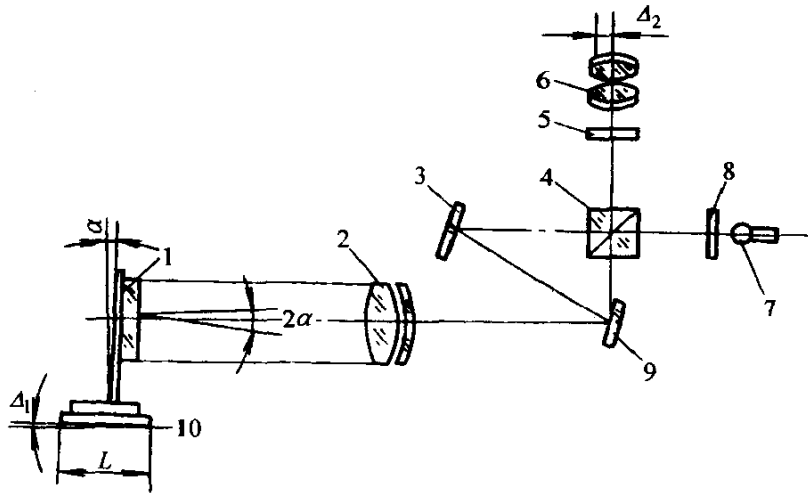


图 1-5 光学平直仪工作原理图

1—反光镜 2—物镜 3、9—平镜 4—棱镜 5—分划板
6—目镜 7—光源 8—十字线分划板 10—垫板

光源 7 射出光束，经十字线分划板 8，形成十字像，经过棱镜 4、平镜 3、平镜 9 和物镜 2 后，形成平行光束射到反光镜 1 上，随即又从反光镜 1 反射到物镜 2 上，经平镜 9、平镜 3 和棱镜 4 成像于分划板 5 上。如果导轨的直线度误差为 Δ_1 ，而使反光镜偏转 α 角，那么返回到分划板的十字像就不重合，而且相差一个 Δ_2 的距离。调节测微的手轮，使目镜 6 中视物基准线与十字像对正，测微手轮的调整量就是 Δ_2 的大小。如果导轨的直线度误差 Δ_1 为零，即反光镜的平面与物镜的光轴垂直，那么返回到分划板的十字像即重合，测得的误差 Δ_2 也就为零。

光学平直仪测微手轮的刻度值有两种。一种以角度值(")表示,即测微手轮的一圈是 60 格,每格刻度值为 1"。另一种从线值表示,即测微手轮的一圈是 100 格,每格刻度值为 0.005mm/1000mm。

光学平直仪是一种精密光学测角仪器,通过转动目镜,可同时测出工件水平方向和与水平垂直的方向的直线性,还可测出滑板运动的直线性。用标准角度块进行比较,还可以测量角度。光学平直仪可以应用于对较大尺寸、高精度工件和机床导轨的测量和调整,尤其适用于各种导轨的测量,具有测量精度高、操作简便的优点。

4. 测微准直望远镜 测微准直望远镜是根据光学的自准直原理制造的测量仪器,主要用来提供一条测量用的光学基准线。图 1-6 所示

为凹透镜调焦测微准直望远镜的光学系统,物镜 1 固定在镜管上,调焦透镜 2 可移动,设置于物镜 1 的后面,5 为保护玻璃,平行平板玻璃 6 和 7 组成测微器。通过调焦透镜的作用,可使物镜前的目标聚焦

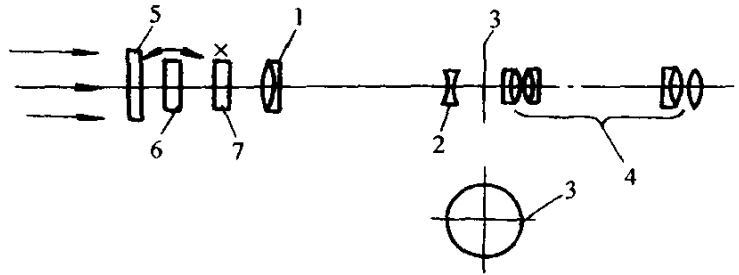


图 1-6 测微准直望远镜工作原理图

1—物镜 2—调焦透镜 3—十字线平板 4—透镜
5—保护玻璃 6、7—平行平板玻璃

在十字线平板 3 上,形成倒立的像。通过后面的四个透镜 4,用来使十字线平板上的倒立像形成正像,透镜中的第四个透镜将正像放大。

国产 GJ101 型测微准直望远镜的示值读数每格为 0.02mm。测微准直望远镜的光轴与外镜管口间轴线的同轴度误差不大于 0.005mm,平行度误差不大于 3"。这样,以外镜管为基准安装定位时,即严格确定了光轴位置,也即确定了基准线位置。

建立测量基准线的基本方法,是依靠光学量仪提供一条光学视线;同时合理选择靶标,并将靶标中心与量仪光学视线中心调至重合,此时在量仪和靶标之间,建立起一条测量基准线。装配中可将测量对象旋转,在量仪与靶标之间进行测量和校正。

5. 自准直光学量仪的使用调整方法 以光学平直仪测量导轨直线度误差为例介绍其使用调整方法。图 1-7 为光学平直仪测量导轨的

示意图。

将反光镜 2 放在导轨 3 一端的跨板 1 上（跨板必须与导轨配刮研），在导轨另一端外放一个升降可调的调节支架 5，在其上固定着光学平直仪 4。移动反光镜跨板，使其接近光学平直仪。左、右摆动反光镜，同时观察目镜，直至反射回来的亮“十字像”位于视场中心为止。然后再将反光镜跨板移至原来的端点，再观察

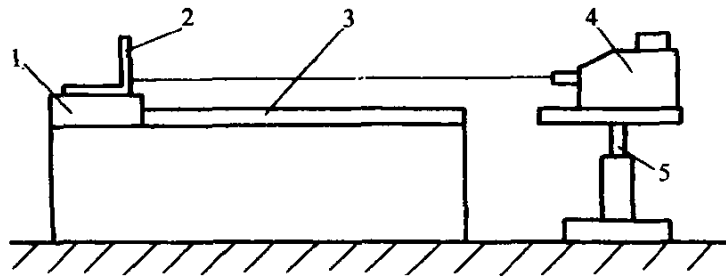


图 1-7 光学平直仪测量导轨的示意图

1—跨板 2—反光镜 3—导轨
4—光学平直仪 5—调节支架

“十字像”是否仍在视场中，否则需重新调整光学平直仪和反光镜（可用薄纸片垫塞），使其达到上述要求。调整好以后，光学平直仪就不许移动。此时将反光镜用橡皮泥固定在跨板上，然后将反光镜及跨板一起移至导轨的起始测量位置，转动手轮，使目镜中指出的黑线在亮“十字像”中间，记录下微动手轮刻板上的读数值。然后，每隔 200mm 移动反光镜跨板一次，记下读数值，直至测量完导轨全长。根据记下的读数值，可采用作图或计算的方法就能求出导轨的直线度误差。

图 1-8 为目镜观察视场图。其中，图 a、b 为测量导轨在垂直平面内的直线度误差情况，图 c、d 为测量导轨在水平平面内的直线度误差情况。测量导轨在水平平面内的直线度误差时需将目镜旋转 90°。图 a、c 为“十字像”重合情况，表示在此段 200mm 长度内导轨没有误差，图 b、d 为“十字像”不重合情况，距离一个 Δ_2 ，表示在此段 200mm 长度内导轨有误差。

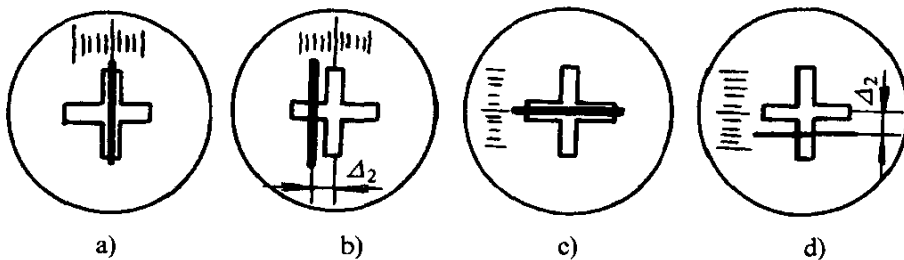


图 1-8 目镜观察视场图

6. 经纬仪的结构和工作原理 经纬仪的光学原理与测微准直望远镜没有本质的区别。它的特点是具有竖轴和横轴，可使瞄准望远镜管在水平方向做 360° 的方向转动，也可在垂直面内做大角度的俯仰。其水平面和垂直面的转角大小可分别由水平度盘和垂直度盘示出，并由测微尺细分，测角精度为 $2''$ 。

经纬仪在机床精度检查中是一种高精度的测量仪器，主要用于坐标镗床的水平转台，万能转台以及精密滚齿机和齿轮磨床的分度精度的测量，常与自准直光学量仪组成光学系统来使用。

三、激光干涉仪

由于激光具有良好的方向性、单色性和能量集中、相干性强等优点，因而用激光作光源，以激光稳定的波长作基准，利用光波干涉计数原理对大尺寸进行精密测量，已经得到了广泛的应用。

1. 单频激光干涉仪 单频激光干涉仪的测量原理，为干涉计数法，即将同一激光器发出的激光光波经分光镜分成两束频率相同的参考光波和测量光波，这两束相干光波分别被固定的参考镜和同一工作台上的测量镜反射，两束光波在分光面重新会合而产生干涉，测量镜随工作台每移动一个半波长，干涉场的信号变化一个周期，相应的被测长度，对应于一定的信号变化次数，通过光电转换和电路处理，求得相应被测长度值。因此，被测长度 L 是以干涉条纹的数目 K 来计量的，即： $L=K\lambda/2$ ，这是光波干涉测长的基本公式。此公式可以用光波的多普勒效应来解释。

当光波接收装置相对光源作相对运动时，单位时间内接收装置所接收的光波数（即频率 f ）与光源实际发出的光波数量（即频率 f_0 ）随着光源与光波接收装置之间相对速度 v 的不同而改变，这种现象称为光波的多普勒效应。多普勒效应是声、光、电中普遍存在的现象。

设光源固定不动，接收装置以速度 v 趋向于光源，即接收装置迎着光波的传播方向移动，则相当于光波以 $(c+v)$ 的速度射向接收装置， c 为光波的传播速度。因此，单位时间内到达接收装置的光波数（即频率 f ）为

$$f = (c+v)/\lambda = (c+v)/(cT)$$

因为

$$f_0 = 1/T$$

则

$$f = f_0(1+v/c) \quad (1-1)$$

式(1-1)说明,接收装置接收到的光波频率等于光源发出的光波频率的 $(1+v/c)$ 倍。当接收装置以目标的速度远离光源时,运动速度 v 规定为负值,式(1-1)仍然成立。

如图 1-9 所示,激光束被分光镜分成两路后,一路从固定不动的参考镜返回,另一路从可动的测量镜返回。当测量镜以速度 v 移动时(不一定是恒速),光波接收装置收到由测量镜返回的光束,由于多普勒效应,其光波频率将发生变化,即

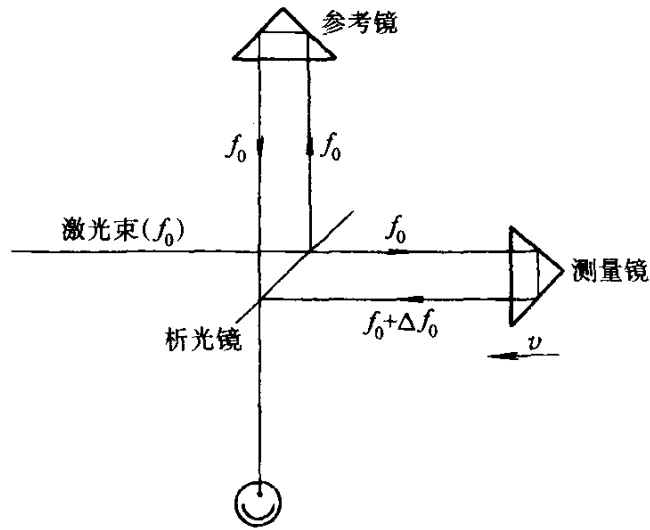


图 1-9 激光干涉仪工作原理图

$$f = f_0 + \Delta f = f_0(1 + 2v/c)$$

所以
$$\Delta f = f - f_0 = (2v/c)f_0 \quad (1-2)$$

因为激光波长 $\lambda = c/f$, 代入式(1-2)得

$$\Delta f = 2v/\lambda \quad (1-3)$$

频率为 f_0 的参考信号与频率为 $(f_0 + \Delta f)$ 的测量信号叠加后,发生“拍”的现象(即光波干涉), Δf 就是它的拍频(即单位时间内的干涉次数)。当测量镜静止不动时,拍频为零,干涉场上光强无变化;反之则有亮暗的起伏。设在时间 t 内干涉场上发光强度亮暗变化的次数为 K , 则

$$K = \int_0^t \Delta f dt = \int_0^t (2v/\lambda) dt = (2/\lambda) \int_0^t v dt \quad (1-4)$$

$\int_0^t v dt$ 就是在时间 t 内,测量镜移动的距离,即被测长度 L , 故有

$$L = K\lambda/2 \quad (1-5)$$

为了减少激光光源的热辐射、振动等有害因素对其他部分的影响和满足大尺寸测量的需要,仪器设计采用分开式结构,做成以下几个分开的独立部件,如图 1-10 所示。

1) 为激光发射和信号接收转换部分,由激光器、光电转换和光路转折元件组成。它除了作干涉光源之外,还对干涉信号进行接收和转换,然后以电信号输出。