



实用测量器具维修技术

分光光度计 使用与维修

辽宁省计量科学研究所 组编

中国计量出版社

分光光度计使用与维修

辽宁省计量科学研究院 组编

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

分光光度计使用与维修/辽宁省计量科学研究院组编. —北京:中国计量出版社, 2001. 10

(实用测量器具维修技术)

ISBN 7-5026-1515-6

I. 分… II. 辽… III. 分光光度计 IV. TH744.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 052546 号

内 容 提 要

本书介绍了分光光度计类测量仪器, 包括各种型号的分光光度计、火焰光度计、生化分析仪及原子吸收分光光度计的基本原理、性能及正确使用方法, 对仪器使用中的故障现象及故障产生原因进行了分析并介绍了排除故障方法

本书可供测量器具的管理、使用、维修及检定人员阅读参考, 对掌握并提高仪器维修及调修技能提供指导

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

E-mail jlb@263.net.cn

迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm × 1168 mm 32 开本 印张 9.125 字数 231 千字

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

*

印数 1—4 000 定价: 28.00 元

目 录

第一章 概 述

- 第一节 分光光度计的基本工作原理 (1)
- 第二节 分光光度计的基本结构及分类 (1)
 - 一、分光光度计的基本结构/1
 - 二、分光光度计的分类/3
- 第三节 仪器的基本保养与维护 (5)

第二章 分光光度计

- 第一节 721 型分光光度计 (7)
 - 一、工作原理/7
 - 二、光学系统原理及调整/8
 - 三、电子系统原理及调整/12
 - 四、仪器的使用方法/20
 - 五、仪器的常见故障及排除方法/21
- 第二节 722 型分光光度计 (28)
 - 一、工作原理/28
 - 二、光学系统原理及调整/29
 - 三、电子系统原理及调整/32
 - 四、仪器布局及各部件的结构与装卸/37
 - 五、仪器的使用/42
 - 六、仪器的常见故障及排除方法/43

第三节 723 型分光光度计 (49)

- 一、工作原理/49
- 二、光学系统原理及调整/50
- 三、电子系统原理及调整/53
- 四、计算机系统原理/65
- 五、仪器布局及各部件的结构与装卸/74
- 六、仪器的常见故障及排除方法/81

第四节 752 型分光光度计 (87)

- 一、工作原理/87
- 二、光学系统原理及调整/88
- 三、电子系统原理及调整/91
- 四、仪器布局及各部件的装卸/93
- 五、仪器的使用方法/94
- 六、仪器的常见故障及排除方法/94

第五节 751G 型分光光度计 (101)

- 一、工作原理/101
- 二、光学系统原理及调整/102
- 三、电子系统原理及调整/110
- 四、仪器的使用/125
- 五、仪器的常见故障及排除方法/126

第六节 751GW 型分光光度计 (134)

- 一、工作原理/134
- 二、光学系统原理及调整/134
- 三、电子系统原理及调整/135
- 四、仪器的使用/155
- 五、仪器的常见故障及排除方法/157

第七节 WFZ800 - D2 型分光光度计 (160)

- 一、工作原理/160
- 二、光学系统原理及调整/161

- 三、电子系统原理及调整/164
- 四、仪器布局及各部件的装卸/177
- 五、仪器的使用方法/181
- 六、仪器的常见故障及排除方法/182

第三章 火焰光度计

第一节 6400(A)型火焰光度计 (190)

- 一、工作原理/190
- 二、发射系统原理及调整/191
- 三、电子系统原理及调整/195
- 四、仪器的使用及调整/199
- 五、仪器的常见故障及排除方法/202

第二节 HG-3 型火焰光度计 (205)

- 一、工作原理/205
- 二、发射系统原理及调整/205
- 三、电子系统原理及调整/208
- 四、仪器的使用及调整/213
- 五、仪器的常见故障及排除方法/214

第四章 生化分析仪

第一节 概 述 (218)

- 一、基本工作原理/218
- 二、生化分析仪的分类/218
- 三、生化分析仪的结构及工作原理/219

第二节 VITALAB21 型半自动生化分析仪 (223)

- 一、工作原理/223
- 二、基本结构/224
- 三、电子系统原理及调整/227
- 四、仪器的使用及调整/241

五、仪器的常见故障及排除方法/246

第五章 原子吸收分光光度计

第一节 概 述(250)

一、原子吸收分光光度计的特点及基本原理/250

二、原子吸收分光光度计基本结构及工作原理/250

第二节 WYX-402型原子吸收分光光度计 (252)

一、工作原理/252

二、光学系统及调整/253

三、电子系统原理及调整/258

四、仪器的使用及调整/267

五、仪器的常见故障及排除方法/276

第一章

概 述

第一节 分光光度计的基本工作原理

分光光度计的基本工作原理是，利用物质在光的照射激发下具有选择性吸收现象来对物质进行定性和定量的分析。它符合朗伯 - 比耳定律：

$$T = \frac{I}{I_0}$$
$$A = \lg \frac{I_0}{I} = \kappa c l$$

式中： T ——透射率；

A ——吸光度；

l ——溶液光程长度；

I_0 ——入射光强度；

I ——透射光强度；

κ ——吸收系数；

c ——溶液的浓度。

第二节 分光光度计的基本结构及分类

一、分光光度计的基本结构

目前分光光度计类型很多，但就其结构来讲，都是由光

源、分光系统(单色器)、吸收池、检测器和测量信号显示系统(记录装置)五个基本部分组成的

1. 光源

对光源的基本要求是在广泛的光谱区内辐射连续光谱并有足够的辐射强度,光源有良好的稳定性,辐射能量随波长没有明显的变化。但是,大多数光源由于发射特性及其在单色器内能量损失的不同,辐射能量实际上是随波长而变化的。分光光度计常用的光源是钨丝灯和氢灯

分光光度计的光源系统由光源和一系列反射镜组成。反射镜的作用是把光源发出的光线集中到单色器并充满单色器的准直镜,能均匀照射到狭缝

2. 单色器

单色器是一种能分解辐射的不同波长成分,并能从中分出所需要的那一部分光的仪器,单色器通常包含分光元件、狭缝和透镜系统。单色器的性能直接影响光谱带通的宽度,从而影响测量的灵敏度、选择性以及校正曲线的线性关系。分光元件有滤光片、棱镜和光栅。滤光片是最简单、最廉价的单色装置。

以棱镜和光栅作为色散元件的优点是分光性能好,能分出很窄的光谱带通,辐射纯度高、使用又方便。棱镜色散的特点是其色散率随波长而改变。光栅的优点是它可用于紫外、可见和近红外等光区。而且在整个波长区具有良好的几乎均匀一致的分辨能力。现代高级的分光光度计往往采用双单色器,即包含两个光栅或两个棱镜,或一个棱镜与一个光栅,这样可以明显地减少杂散光,并进一步提高仪器的分辨能力。

3. 吸收池

吸收池按材料可分为两类,即石英吸收池和玻璃吸收池。

4. 检测器

检测器的功能是检测光信号，并将它转变为电信号。对检测器的基本要求是灵敏度要高，对辐射的响应时间短，线性关系良好，并对不同波长的辐射具有相同的响应可靠性，以及噪声水平低，有良好的稳定性等。

常用的检测器有：光电池，光电管，光电倍增管，光电二极管阵列。

5. 测量信号指示系统

常用的测量信号指示系统有：电流表、数字显示仪表、屏幕显示和打印。对不同型号的分光光度计，测量信号指示系统有所不同，这里不作介绍。

二、分光光度计的分类

分光光度计是用单色器分光来实现光的单色性。按它们的波长范围，可分为可见光分光光度计(比色计)、紫外-可见分光光度计和紫外-可见-近红外分光光度计3种；按它们的光学系统则可分为单光束、双光束、双波长/双光束3种。

1. 比色计

比色计是各种分光光度计的雏形，也是分光光度计发展的基础。比色计是用滤光片作单色器进行光吸收分析的仪器。临床用生化分析仪就是在此基础上发展起来的。

2. 单光束分光光度计

单光束分光光度计是分光光度计中光路设计简单的一种。它只有一条光束，通过变换参比和样品的位置，使其分别进入

光路 在使参比进入光路时调零 然后将样品移入光路就可在结果显示器上显示样品的透射率及吸光度值。单光束分光光度计的测量如图 1-1 所示

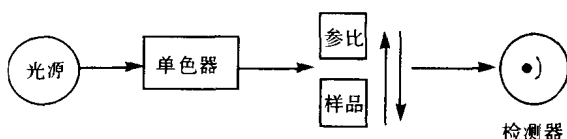


图 1-1 单光束分光光度计测量示意图

3. 双光束分光光度计

双光束分光光度计是发展最快、使用最普遍的一种分光光度计。由于它采用双光束方式，使测量程序大大简化，既可以直接读数，又可以扫描样品吸收光谱，还可以增添很多附件，扩展使用范围。双光束方式还可以排除由于光源强度不稳定而引入的误差。

双光束分光光度计的光路设计基本上是与单光束相似的。差别只在单色器的出射狭缝和样品之间加了一个斩波器。它的作用是以一定频率把一个光束交替分成两路，使一路通过参比孔，另一路通过样品孔。然后由检测器交替接收(或两个匹配的检测器分别接收)参比信号和样品信号。接收的光信号转变成电信号后，由前置放大器放大，并进一步解调、放大、补偿等，最后由显示系统显示这两种信号的比。双光束分光光度计的测量如图 1-2 所示。

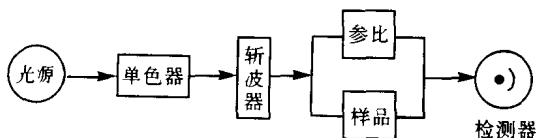


图 1-2 双光束分光光度计测量示意图

4. 双波长/双光束分光光度计

双波长分光光度计主要用于测定混浊样品。由混浊样品的溶质颗粒造成的光散射使表视吸光度增加，甚至光谱产生畸变。双波长测量不需要参比溶液，而是两个单色器产生的单色光（一个在混浊样品的峰值波长，另一个在谷值波长）由斩波器以一定频率交替通过混浊样品，然后由光电倍增管交替接收这两个信号，并转换成电信号。最后由峰值的吸光度减去峰谷的吸光度，并在结果显示器上显示出样品真实的吸光度。双波长分光光度计测量示意图见图 1-3 所示。

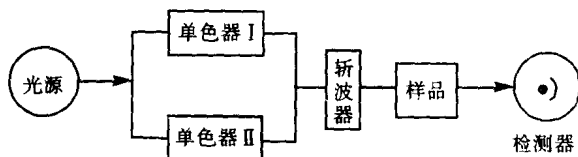


图 1-3 双波长分光光度计测量示意图

双波长分光光度计同时可作双光束分光光度计测量。图 1-4(a)中，一个单色器被光闸关掉，另一个单色器的光束由斩波器分成两路进行双光束测定。在图 1-4(b)中，两个波长的光束借助于斩波器，以一定频率交替通过样品池，记录样品在此两波长的吸光度差来正确测定样品的真实吸光度值。

第三节 仪器的基本保养与维护

为保证测量结果的准确，要注意对测量仪器的日常保养与维护。

①仪器应安放在整洁干燥的房间内，并应放置在平稳的工作台上。

②仪器使用者在使用仪器前应先详细阅读仪器的使用说明

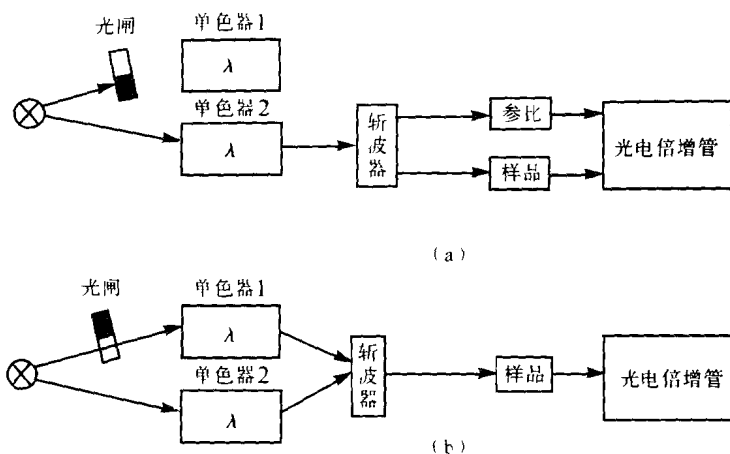


图 1-4 双波长/双光束分光光度计测量示意图

(a) 双光束, (b) 双波长

书, 并了解仪器各键盘的作用与功能。

③定期检查仪器左部干燥筒内的防潮变色硅胶, 如发现硅胶颜色变红, 应及时调换。

④定期检查仪器波长的准确性, 以免引起不必要的测量误差。

⑤每次测量液体样品后应检查样品溶液是否残留在样品室内, 如有残留液, 则应及时擦干净, 以免污染样品室。

⑥仪器使用完毕后, 用随机提供的防尘套罩住, 在套子内应放数袋硅胶, 以免光源灯室受潮, 影响仪器的性能。

分光光度计

第一节 721 型分光光度计

一、工作原理

721 型单光束分光光度计, 波长使用范围为 $360 \sim 800 \text{ nm}$, 由光源系统、分光系统、测量系统、接收显示系统、稳压电源等部分组成。仪器的整机原理方框图如图 2-1 所示。

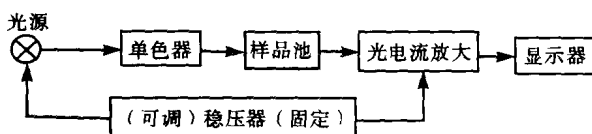


图 2-1 仪器工作原理框图

钨灯发射出的复合光经由单色器分离出测量所需要窄波段辐射, 通过样品室中的样品池, 经被测样品的吸收后, 透射光线照射在接收元件光电管阴极面, 根据光电效应原理产生微弱的光电流。此光电流经微电流放大器的电流放大送至显示器显示, 测量出透射率 T 。另外, 显示器表盘是根据 T 与 A 成对数关系刻画, 显示器显示吸光度 A 。根据朗伯-比耳定律, 样品浓度与吸光度成正比, 则可测出被测样品的浓度 c 。光源电源由钨灯稳压器组成, 提供钨灯的稳定电压以实现光源复合光的稳定性。接收放大系统的工作电压则由稳压电源部分供给。

二、光学系统原理及调整

(一) 光学系统原理

721 型分光光度计采用 30° 棱镜自准式分光系统，单光束光路。仪器的光学系统原理如图 2-2 所示

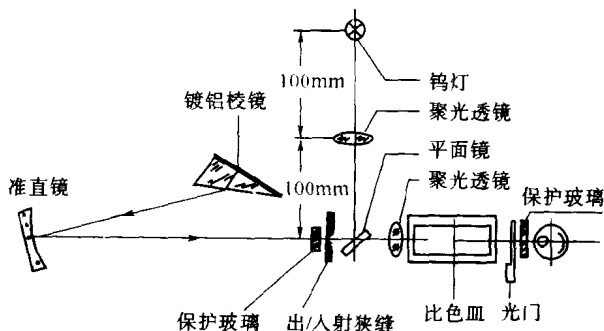


图 2-2 721 型分光光度计光学系统图

由光源钨灯发出连续辐射光线，经聚光透镜会聚后再经过平面镜反射至入射狭缝，进入单色光器内。由于入射狭缝位于球面准直镜的焦平面上，当入射光线经准直镜反射后以一束平行光射向背面镀铝的棱镜，并在其中色散，入射角为最小偏向角，入射光经铝面上反射后依原路反射回来，从棱镜色散的光线再经过球面准直镜反射后，就会聚在出射狭缝上（出射狭缝和入射狭缝是一体的）。为了减少谱线通过棱镜后呈弯曲形状，对于单色性的影响，因此把狭缝的二片刀口作成弧形的，以便近似的吻合谱线的弯曲度，保证了仪器有一定幅度的单色性。

(二) 721 型分光光度计的光路调整

1. 光源灯的安装与调整

(1) 光源灯有二个引线头，安装时用导线焊接，主要是防止接

触不良而造成的光源发光不稳现象。

(2) 在焊接时防止焊点与灯头铜皮碰上, 装上灯座使电源短路。

(3) 灯丝要求平直, 如果灯丝弯曲会影响光的能量。

(4) 灯丝的位置要与出光孔平行并对准, 上、下、左、右调节后紧固螺钉。

(5) 拧紧灯座的螺纹套, 可用钳子拧紧, 一般灯头尽量往灯座里塞, 因为多数灯丝离灯头偏高。

(6) 灯位置的前后可移动整个灯座架, 它下面有三个固定螺钉先稍松后, 移动前后位置然后固定之。(该步骤在整个光路调整中都可试用。)

2. 单色器小反射镜的安装与调整

(1) 小反射镜反面粘结在钢皮上, 四周有一方框套住。

(2) 小反射镜正面真空镀铝, 不得摸擦。

(3) 光源灯来的光, 经聚焦透镜后, 聚焦到狭缝上。

3. 单色器的安装与调整

(1) 入射狭缝的光斑应落在准直镜的中间稍偏下些, 如果准直镜上光斑均匀性差(用白纸卡贴近准直镜面观察), 应调节光源灯位置。

(2) 如果光斑位置不好, 则要调整小反光镜。光斑偏左或偏右, 相差小时调角度调节螺钉; 相差大时, 要拆下调节部件。将小反光镜的两个固定螺钉稍松, 可前后调整, 然后再固定重调反光镜角度, 上下位置是调整小反光镜俯仰方向, 一般是调两个固定螺钉偏转方向, 或用工具根据方向需要撬一下。

(3) 光斑经准直镜反射照在棱镜面中间位置, 光斑的左右位置, 可调准直镜的三个螺钉来校正。

(4) 经棱镜折射返回至准直镜再聚焦至狭缝出光孔的单色光

谱,应在出光孔处,位置高低,可调准直镜的上下两个螺钉,此时棱镜面上的光斑上下会有改变,但不致影响整个光路。

(5)转动波长刻度盘至 580nm 处,此时出光孔射出的单色光应为黄橙色。否则,可调准直镜的单个螺钉,使出射光为黄光。如再有上下位置不准则可调准直镜的单个螺钉。校准波长时也用此法。

4. 波长转轴与轴套的安装

波长转盘转动不灵活,或者轴与轴套轧死,就要重新拆装,如图 2-3 所示。

(1)先松下橡皮摩擦轮、用扳手拧松轴套上的紧固螺母,但不要全部拆下来,只要让摩擦轮垂下,不起摩擦作用即可,用手旋转波长刻度面板(注意面板上波长刻度是用墨线画的,字迹易擦去,所以操作时要特别小心),面板与垫板上的三个腰圆孔配合有安装定位标记//×(见图 2-3),不要擦去,三个固定螺钉也不要拆动。

(2)当凸轮转到某一位置(见图 2-4),即凸轮凹口与轴承杠杆的轴承吻合(在正常时,手感明显),此时刻度表面,在指片度数 $-18^{\circ} \sim -21^{\circ}$,能够准确确定最好。如旋转很紧或旋转不动,则无法确定位置,则先要拆卸凸轮,重新装配,先放置在 -20° ,待检查后再回调至 $-18^{\circ} \sim -21^{\circ}$ 范围内。

(3)不要松动指示片,不要拆波长刻度面板上的三个紧固螺钉。拆下螺母、弹簧垫圈和光垫圈,拆下单色器底下的六个紧固螺钉(在仪器底部)。

(4)轻敲凸轮转轴或用手握住凸轮边旋转,取下凸轮轴,因轴承杠杆挡住凸轮图(2-3中虚线所示),要用手拉开轴承杠杆,此杠杆用拉簧拉紧靠住凸轮边缘,让凸轮轴先松下一点,整个取下刻度面板及止挡垫板,再取下垫圈。

(5)拆下来的凸轮轴(见图 2-4)上面还有小垫圈,主要用来垫高轴的肩胛,应该稍高于轴套的平面,避免螺母旋紧后并牢不动,不能旋转了。此小垫圈有垫有不垫的,重装时根据原来情况处