



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

分析仪器维护

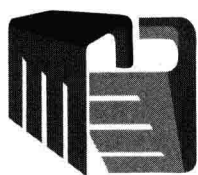
第三版

穆华荣 主编

FENXI YIQI WEIHU



化学工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

分析仪器维护

第三版

穆华荣 主编

FENXI YIQI WEIHU



化学工业出版社

· 北京 ·

全书包括光学分析仪器的维护、电化学分析仪器的维护、色谱分析仪器的维护、称量仪器的维护、其他分析仪器的维护及分析仪器附加设备的维护等内容,在适当介绍仪器的分类、结构和工作原理的基础上,重点介绍了仪器的使用、维护和常见故障的排除。书中设有学习指南、技能训练及技能鉴定表,以了解学习的基本要求、基本目标。

本书为高职高专院校工业分析与检验专业教材,同时可供其他相关专业学生或企事业单位从事分析检验、质量监督工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析仪器维护/穆华荣主编. —3版. —北京:化学工业出版社, 2015.6

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-122-23481-0

I. ①分… II. ①穆… III. ①分析仪器-维修-高等职业教育-教材 IV. ①TH830.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第064296号

责任编辑:王文峡
责任校对:陶燕华

装帧设计:刘亚婷

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14 $\frac{1}{4}$ 字数350千字 2015年9月北京第3版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:30.00元

版权所有 违者必究

前 言

本书于2000年出版第一版，2006年完成了第二版修订。一直以来承蒙广大师生和从业人员的厚爱和关注，已多次重印，同时也收到了不少中肯的意见和建议。2014年本书第三版又通过了“十二五”职业教育国家规划教材的立项。

本书第三版主要有以下一些特点。

1. 保持了全书的原有风格，设有学习指南、技能训练及技能鉴定表，以对学习该章内容的基本要求、基本目标有一个概括了解。

2. 适当增加了一些分析仪器的使用。

本书修订时注重高职高专“必需、够用”的培养要求，对内容加以整合，可作为高职高专院校工业分析与检验专业教材，也可供其他相关专业学生或企事业单位从事分析检验、质量监督工作的技术人员参考。

本书由穆华荣执笔修订。修订工作期间得到了邬宪伟、袁红兰、刘德生、顾明华、王建梅、王炳强、丁邦东、于晓萍、陈兴利、李继睿、杨迅、陈红兰、李广超、陈炳和、徐科、孙丽亚、丁敬敏、李弘、有关方面的支持和帮助，笔者谨致诚挚的谢忱。

由于笔者水平有限，加之时间仓促，此次修订仍会有不尽如人意之处，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2015年1月

第二版前言

本书第一版自出版以来,分析仪器设备发展迅速,承蒙兄弟院校师生的惠顾,提出了不少建议和要求。为了适应新形势下的教学要求,特对本书进行修订。

本书第二版主要有以下一些特点。

1. 保持了第一版全书的原有风格,设有学习指南、技能训练及技能鉴定表,以对该章内容的基本要求、基本目标有一个概括了解。

2. 在原书光学分析仪器的维护、电化学分析仪器的维护、色谱分析仪器的维护、其他分析仪器的维护及分析仪器附加设备的维护基础上,增设了称量仪器的维护一章,另外光学分析仪器的维护一章中增加了发射光谱仪的内容,以满足各行业的不同需求。

3. 适当增加或更新了一些新型号分析仪器的介绍,以体现分析仪器的新进展。

本书修订时注重高职高专“必需、够用”的培养要求,对内容加以整合,可作为高职高专院校工业分析与检验专业教材,也可供其他相关专业学生或企事业单位从事分析检验、质量监督工作的技术人员参考。

本书修订工作期间得到了有关方面的支持和帮助,笔者谨致诚挚的谢忱。

由于笔者水平有限,加之时间仓促,此次修订仍会有不尽如人意之处,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006年4月

第一版前言

本书是根据“工业分析专业 CBE 模式教学大纲”和 1998 年 10 月在上海召开的全国工业分析专业教材编审会议上制订的《分析仪器维护》教材编写大纲编写的。

本书在编写过程中，力求做到实用、配套、简练，以目前全国各行业分析岗位常用分析仪器为主要介绍对象，适当介绍一些新型仪器，以使内容有一定的超前性。教材重点介绍仪器的维护、维修，适当介绍仪器的分类、组成和结构，以期学生通过本教材的学习，能够在未来的工作岗位上更好地使用仪器，排除仪器的常见故障。

本教材包括绪论、光学分析仪器的维护、电化学分析仪器的维护、色谱分析仪器的维护、其他分析仪器的维护及分析仪器附加设备的维护六章，共十五个专项能力，其中带有“*”部分为高职内容。技能训练中，仪器的检定方法参照现行国家标准进行编写。本书初稿于 1999 年 6 月在贵阳召开了审稿会，参加审稿的有新疆化工学校孟世瑞、河南化工学校蒋清民、云南化工学校周道君、徐州化工学校李广超等，根据大家所提意见，笔者对初稿进行了修改。在修改过程中，吉林化工学校李刚、上海化工学校陈兴利提出了许多宝贵建议。新疆化工学校刘德生担任主审。

本书在编写过程中，得到了上海分析仪器厂、北京分析仪器厂、南京分析仪器厂、芜湖光学仪器厂（中国）、北京中惠普技术公司等单位的大力支持，扬州化工学校工业分析专业丁邦东同志和部分学生也给予了热情帮助，在此表示衷心感谢。

本书适用于工业分析专业，也可供相关专业或有关企事业单位的分析人员参考。

限于笔者的水平，加之时间仓促，书中不妥之处，殷切地希望本教材的读者给予批评指正。

编 者

1999 年 12 月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 光学分析仪器的维护	3
第一节 可见-紫外分光光度计	3
一、分光光度计的结构、原理及维护	3
二、分光光度计的使用	14
三、分光光度计常见故障的排除	18
四、技能训练——分光光度计的检定	25
第二节 原子吸收分光光度计	28
一、原子吸收分光光度计的结构与原理	28
二、原子吸收分光光度计的安装与调试	36
三、原子吸收分光光度计的使用	43
四、原子吸收分光光度计的维护与保养	46
五、原子吸收分光光度计常见故障的排除	47
六、技能训练——火焰原子化法测铜的检出限和精密度的检定（JJG 694）	51
第三节 红外光谱仪	53
一、红外光谱仪的分类、结构及原理	53
二、傅里叶变换红外光谱仪举例	54
三、红外光谱仪的使用	59
四、红外光谱仪的维护与保养	60
五、红外光谱仪常见故障的排除	61
第四节 发射光谱仪	61
一、发射光谱仪的类型、结构及原理	62
二、发射光谱仪的安装与调试	73
三、发射光谱仪的使用	76
四、发射光谱仪的维护与保养	79
五、发射光谱仪常见故障的排除	81
六、技能训练——发射光谱仪的检出限及精密度的检定（JJG 768）	82
第三章 电化学分析仪器的维护	84
第一节 酸度计（离子计）	84
一、酸度计	84
二、离子计	95
三、技能训练——酸度计（离子计）示值总误差，示值重复性的检定（JJG 119 及 JJG 75）	100
第二节 电位滴定仪	102
一、电位滴定仪的结构与原理	102
二、电位滴定仪的使用	106
三、电位滴定仪的维护与保养	109
四、电位滴定仪常见故障的排除	109
五、技能训练——自动电位滴定仪滴定分析重复性的检定（JJG 814）	110

第四章 色谱分析仪器的维护	112
第一节 气相色谱仪	112
一、气相色谱仪的结构和分类	112
二、气相色谱系统	112
三、气相色谱仪的安装与调试	126
四、气相色谱仪的使用	127
五、气相色谱仪的维护与保养	137
六、气相色谱仪常见故障的排除	142
七、技能训练——气相色谱仪定量重复性及检测器灵敏度（检测限）的检定（JJG 700）	153
第二节 液相色谱仪	157
一、液相色谱仪的结构、原理及流程	157
二、液相色谱系统	158
三、液相色谱仪的安装与调试	166
四、高效液相色谱仪的使用	172
五、液相色谱仪及柱的维护与保养	172
六、液相色谱仪常见故障的排除	173
七、技能训练——液相色谱仪的检定	178
第五章 称量仪器的维护	181
第一节 分析天平的分类、原理和结构	181
一、分析天平的分类、原理	181
二、分析天平的结构	181
三、电子天平简介	186
第二节 分析天平的维护与保养	188
第三节 分析天平常见故障的排除	189
一、天平修理工具	189
二、常见故障的排除	191
第四节 技能训练——分析天平标牌分度值、横梁不等臂性误差和示值变动性的测定	198
一、说明	198
二、测定程序	198
三、数据处理	199
四、检定结果	200
第六章 其他分析仪器的维护	201
第一节 测爆仪	201
一、测爆仪的原理及结构	201
二、测爆仪的维护	201
三、技能训练——可燃气体测爆仪响应时间及精密度的检定（JJG 693）	202
第二节 浊度仪	203
一、浊度仪的构造及原理	203
二、浊度仪的维护	204
三、技能训练——浊度仪测量重复性的检定（JJG 880）	204
第三节 微库仑仪	205
一、微库仑仪的结构及原理	205

二、微库仑仪的维护	207
三、技能训练——二氧化硫分析仪浓度示值引用误差的检定（JJG 551）	208
第七章 分析仪器附加设备的维护	210
第一节 空气压缩机	210
一、空气压缩机的分类、结构和原理	210
二、空气压缩机的维护与保养	210
第二节 真空泵	211
一、真空泵的结构及原理	211
二、真空泵的维护与保养	212
三、真空泵常见故障的排除	212
第三节 氢气发生器	213
一、氢气发生器的结构及原理	213
二、氢气发生器的维护及使用注意事项	214
第四节 氮气发生器	215
一、氮气发生器的结构及原理	215
二、氮气发生器的维护及使用注意事项	216
第五节 稳压电源	217
一、稳压电源的分类	217
二、稳压电源的维护及使用注意事项	218
参考文献	219

第一章 绪 论

本教材主要包括对光学分析仪器、电化学分析仪器、色谱分析仪器、称量仪器等以及与这些分析仪器密切相关的附加设备进行维护保养及一般故障的排除所必需的能力和知识。熟悉本教材的学习指南，可以尽快地了解教材内容，明确各章（节）的重点、应达到的能力目标以及相应的考核体系。希望通过每章（节）的技能训练和练习思考，能使读者在掌握对某一种仪器进行维护保养或维修技能的同时，能够与仪器的结构原理密切地联系起来，从而使对仪器进行维护保养甚至排除一般故障的能力得到加强。

分析仪器是研究和检测物质的化学成分、结构和某些物理特性的仪器。随着仪器分析方法的广泛应用和发展，使得各种分析仪器在工业、农业、科研、环境监测、医疗卫生以及资源勘探等几乎所有的国民经济的部门得到越来越多的应用。

数十年来，分析仪器得到了迅速的发展，不仅各种新产品推向市场的周期逐渐缩短，而且一些新的分析仪器不断制造成功，这就使得现有分析仪器的型号、种类繁多，并且涉及的原理亦不相同。根据其原理一般可将分析仪器分为八类，如表 1-1 所示。

表 1-1 分析仪器的分类

仪 器 类 别	仪 器 品 种
电化学式仪器	酸度计(离子计)、电位滴定仪、电导仪、库仑仪、极谱仪等
热学式仪器	热导式分析仪(SO ₂ 测定仪、CO 测定仪等)、热化学式分析仪(酒精测定仪、CO 测定仪等)、差热式分析仪(差热分析仪等)
磁式仪器	热磁式分析仪、核磁共振波谱仪、电子顺磁共振波谱仪等
光学式仪器	吸收式光谱分析仪(分光光度计)、发射光谱分析仪、荧光计、磷光计等
机械仪器	X 射线式分析仪器、放射性同位素分析仪器、电子探针等
离子和电子光学式仪器	质谱仪、电子显微镜、电子能谱仪
色谱仪器	气相色谱仪、液相色谱仪
物理特性仪器	黏度计、密度计、水分仪、浊度仪、气敏式分析仪器等

上述分析仪器尽管品种、型号繁多，但万变不离其宗，通常由样品的采集与处理系统、组分的解析与分离系统、检测与传感系统、信号处理与显示系统、数据处理及数据库五大基本部分组成。如图 1-1 所示。

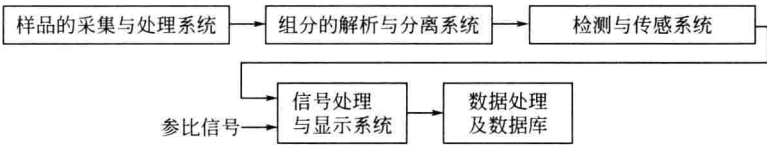


图 1-1 分析仪器的基本组成示意图

由于生产的发展、技术的进步及人类生活的改善，使得人们对分析仪器的要求越来越高，这就是分析仪器得以不断发展的动力，从而满足人们在生产实践或认识自然过程中的迫切需求。随着人们对自然认识的不断深入，新技术、新材料的广泛应用，大大推动了分析仪器的改进、功能的完善。可以预见，一个分析仪器蓬勃发展的时期已经到来。目前，分析仪器的主要发展呈下列趋势。

(1) 微机化 计算机技术作为 20 世纪最伟大的发明之一, 由于其向分析仪器领域的全面渗透, 使分析仪器的面貌发生了巨大的变化。特别是微型处理芯片的制造成功, 使越来越多的分析仪器内部带有计算机系统, 计算机已成为分析仪器必不可少的一部分。计算机技术的广泛应用, 使分析仪器在数据处理能力、数字图像处理功能等方面有了很大的提高。

(2) 自动化 越来越多的分析仪器采取人机对话方式, 以键盘及显示屏代替控制钮及数据显示器等。由分析工作者以计算机程序的方式直接输入操作指令, 同时控制仪器并快速处理数据, 并以不同方式输出结果。分析工作中不可缺少的制样、进样等过程在计算机控制下也可以自动进行。在一些较先进的生产单位, 人工操作方式将越来越少。

(3) 智能化 计算机技术的发展和应用, 将使分析仪器更趋智能化。许多分析仪器具有工作状态的自检、工作条件的设定及仪器的安全启动等功能, 从送样的数量、温度的过程监控、异常状态的报警、数据的采集和处理、计算, 一直到动态 CRT 显示和最终曲线报表等均可实现智能化, 并能对分析的结果进行理解、推理、判断和分析的指导工作。

(4) 微型化 分析仪器在逐渐实现微机化、自动化、智能化的同时, 为了方便野外等离线分析工作, 加快了分析仪器的小型化、微型化的进程, 出现了不少便携式、微型化的分析仪器, 而功能却更加完善, 测定灵敏度更高。

第二章 光学分析仪器的维护

学习指南

本章介绍可见-紫外分光光度计、原子吸收分光光度计、红外光谱仪及原子发射光谱仪等光学分析仪器的维护保养及常见故障的排除方法。对于原子吸收分光光度计、原子发射光谱仪等大型光学分析仪器还涉及安装调试的知识，重点内容是对仪器正确地维护保养。通过本章的学习，在充分了解仪器结构、原理的基础上，培养对仪器进行安装、调试和利用相关工具、仪器及设备正确地维护光学分析仪器的能力，并在此基础上能够对一些常见故障进行分析、排除。在学习本章时应达到如下要求：

1. 了解各种光学分析仪器的分类、原理及常见型号仪器的结构组成。
2. 在熟悉仪器结构组成的基础上，学习对仪器进行安装、调试的方法。
3. 通过使用万用表、低频示波器等仪器、设备，能够正确地对仪器进行维护保养。
4. 能够对一些常见故障现象进行分析，了解故障产生的原因，并进而加以排除。
5. 对维修后和使用中的光学分析仪器能按照有关国家标准对其性能进行检定。

第一节 可见-紫外分光光度计

分光光度计又称吸收光谱仪，是利用产生的单色光通过样品时被吸收形成吸收光谱并加以测量的仪器。它包括分子吸收分光光度计和原子吸收分光光度计等类型，其中分子吸收分光光度计根据所测光谱区域的不同，又可分为可见、紫外、红外分光光度计等。此处主要介绍可见-紫外分光光度计，即通常所说的分光光度计。

一、分光光度计的结构、原理及维护

目前，各种商品牌号的分光光度计种类很多，但就其结构来讲，分光光度计实际上是由分光计和光度计组成，具体包括光源、单色器（分光元件）、吸收池、检测器和测量信号显示系统（记录装置）五个部分。其工作原理如图 2-1 所示。

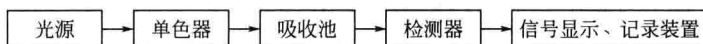


图 2-1 分光光度计工作原理图

光源产生的复合光通过单色器时被分解为单色光，当一定波长的单色光通过吸收池中被测溶液时，一部分被溶液所吸收，其余的透过溶液到达检测器并被转换为电信号，从而被显示或记录下来。

1. 721 型分光光度计

（1）仪器的结构 721 型分光光度计外形如图 2-2 所示，它是目前国内企事业单位最常见、应用较广的一种可见分光光度计，主要由光源

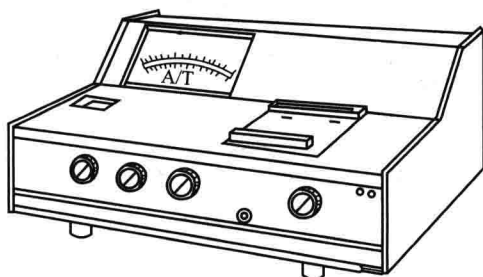
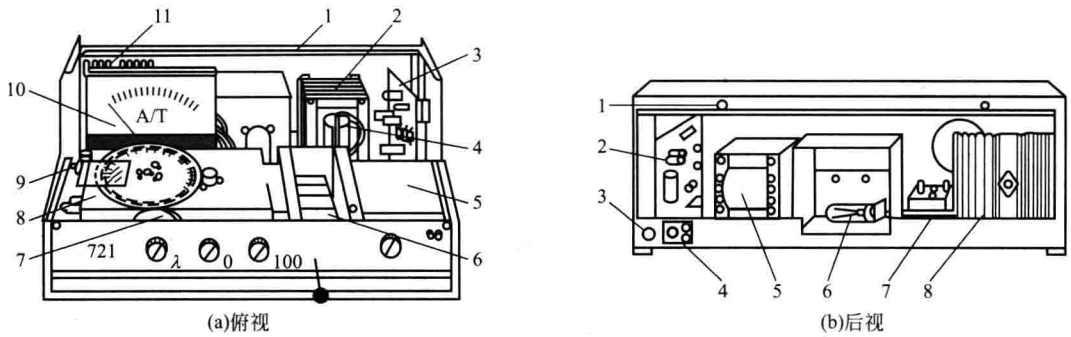


图 2-2 721 型分光光度计外形图

系统、分光系统、测量系统和接收显示系统四部分组成。该仪器的内部结构和结构方框图见图 2-3 和图 2-4。



- 1—光源灯室；2—电源变压器；3—稳压电路控制板；

4—滤波电解电容；5—光电管盒；6—比色部分；

7—波长选择摩擦轮机构；8—单色器部件；

9—“0”粗调节电位器；10—读数电表；

11—稳压电源大功率调整管（3DD15）
- 1—上盖板固定螺钉；2—稳压电路控制板；3—保险

丝座；4—电源输入插座；5—电源变压器；6—光源

灯（12V25W）；7—稳压电源大功率整流管；

8—稳压电源大功率调整管 3DD102（3DD15）

图 2-3 721 型分光光度计内部结构示意图

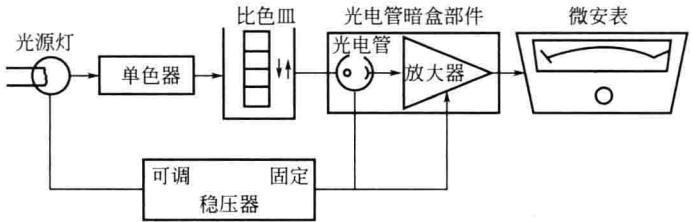


图 2-4 721 型分光光度计结构方框图

① 光源系统。光源灯采用 12V25W 的白炽钨丝灯，安装在仪器的单色器右后端一固定的灯架上，能进行一定范围的上、下、左、右移动，以使得灯丝部分产生的光辐射正确地射入单色器内，如图 2-5 所示。光源电压由仪器内的稳压装置供给。

② 分光系统。分光系统由单色器部件及入、出射光调节部件等组成。
单色器部件（如图 2-6 所示）包括了狭缝部分、棱镜转动部分、准直镜、凸轮与波长刻度盘等几个部分，图 2-7 是单色器的内部结构示意图。

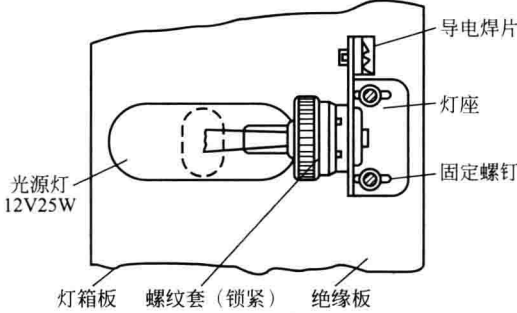


图 2-5 光源灯示意图

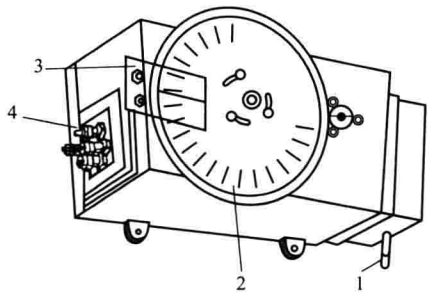


图 2-6 单色器部件

- 1—进光反射镜调节杆；2—波长刻度盘；
- 3—刻度指示片；4—波长校正调节螺杆

为了减少谱线通过棱镜后呈弯曲形状对单色性的影响，因此将狭缝的二片刀口常制成弧形，以便近似地吻合谱线的弯曲度，而使谱线得到适当的校直，保证了仪器有一定幅度的单色性。狭缝的形状和安装如图 2-8 所示。

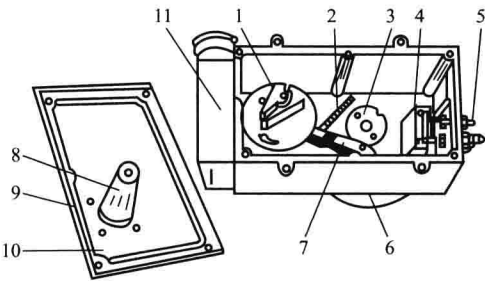


图 2-7 单色器内部结构示意图

1—色散棱镜；2—拉长弹簧；3—波长凸轮；4—反射镜部件（准直镜）；5—波长校正调节螺杆；6—波长刻度盘；7—杠杆部件；8—干燥剂筒部件；9—密封圈；10—盖板；11—入、出射光调节部件

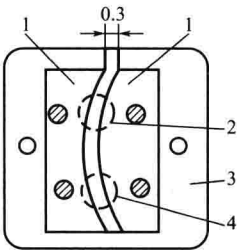


图 2-8 狭缝部件

1—光缝片；2—出光孔；3—固定板；4—进光孔

棱镜安装在一个圆形活动板上，使活动的转轴由上下两个滚珠轴承定位，并支持它的转动。圆形活动板的一端固定了一个杠杆，前端有一只小的滚珠轴承，紧紧靠在凸轮边缘上，凸轮轴的上端安装了一块波长刻度盘，按照波长刻度盘上的指示刻度，凸轮跟着旋转一定的角度，凸轮的边缘推移了杠杆的位置，因而使棱镜也偏转了一定的角度，出狭缝的光波波长就得到了选择。

准直镜是一块长方形玻璃凹面镜，装在镜座上，后部装有三套精密的细牙螺纹调节螺钉，用来调整出射光，聚焦于狭缝，以使出射于狭缝时光的波长与波长刻度盘上所指示的相对应。如图 2-9 所示。

在单色器部件暗盒盖上，装置了一只硅胶筒，可装干燥硅胶，以保护单色器部件，防止受潮而损坏光学元件，影响波长精度。硅胶筒可以从仪器底部旋下及时更换干燥硅胶（见图 2-7）。

入射光、出射光调节部件：入射光在进入狭缝以前，先用一只聚光透镜将光源成像在狭缝上，聚光透镜的焦距可以通过镜筒部件进行适当地调整，入射光的反射镜可以用一只螺杆进行反射角的调整，以使得光束能正确地投射入狭缝，如图 2-10 所示。

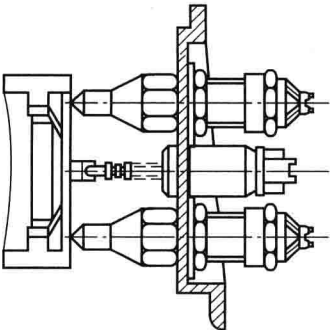


图 2-9 准直镜部件

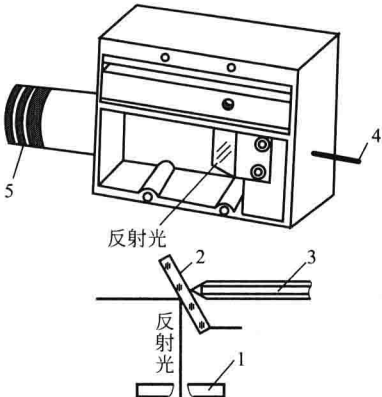


图 2-10 入射光与出射光调节部件

1—狭缝；2—反光镜；3—调节螺杆；4—反射角调节螺杆；5—聚光镜筒

在单色器出孔处采用了一块圆形透镜，使光束通过狭缝以后，能进入比色皿前再一次聚光，这一措施使得光束进入比色皿时是很集中的，不会产生比色皿框架有挡光的现象。

③ 测量系统。测量系统包括光电管暗盒部件、光门部件以及对光电管、放大器及光源灯等起稳压作用的稳定电压装置部件。

光电管暗盒部件包括了整个微电流放大器部分。暗盒内的光孔前装有 GD-7 型光电管和一块晶体管放大电路板，光电管暗盒内还有一只干燥筒，存放变色硅胶，可以从仪器底部拆下来，以更换硅胶，保证光电管暗盒内始终干燥，放大器正常工作。光电管暗盒部件如图 2-11 所示。

光门部件：在光电管暗盒外部，比色皿盒的右侧装有一套光门部件（见图 2-12），用以控制光电管的工作。当吸收池暗盒盖打开时，光门挡板依靠其自身重量及弹簧向下垂落遮住透光孔，光束就被阻挡而不能进入光电管阴极面；当吸收池暗盒盖关闭，即顶杆向下压紧时，顶住光门挡板上端，在杠杆作用下，使光门挡板打开，从而使光电管对光束进行检测。

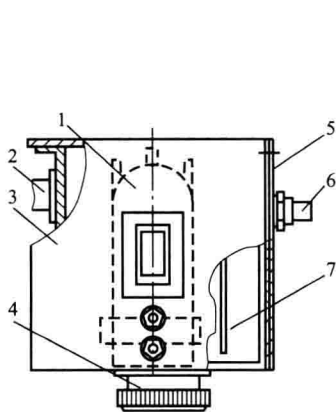


图 2-11 光电管暗盒部件

- 1—光电管；2—七芯插座；3—暗盒；4—干燥筒；
5—暗盒盖板；6—灵敏度开关；7—电路板

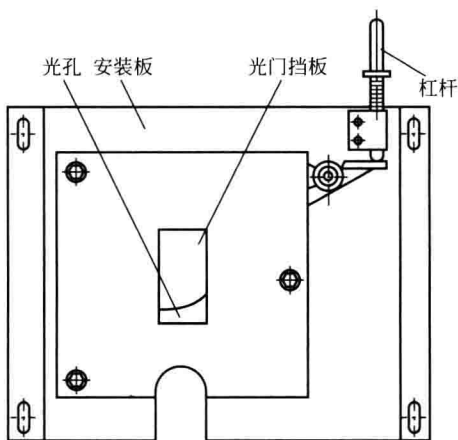


图 2-12 光门部件

稳定电压装置部件分成两个部分，大功率整流管、晶体三极管（大功率调整管）及高容量电容器等装于仪器的左侧。整流堆连同散热片一起装在底板上，一只大功率晶体管 3DD15A 装在一个大散热板上，以便于这些电子元件的散热，使其能长时间地正常工作。稳压电源部分的采样、信号放大、电压调整的一部分以及一组辅助稳压电源部分同装于一块电路板上。整个仪器只有一个电源变压器，输出 15~17V，0~15V 及 6V 三挡电压。

④ 接收显示系统。比色皿的透射光束经光电管转变为光电流，通过放大器放大后用微安表以吸光度 A 或百分透射比 $\tau\%$ 显示其结果。

（2）仪器的电子系统

① 放大器。放大器线路原理见图 2-13。以结型场效应管 V_1 (3DJ6F) 作为输入级，选取另一个与 V_1 相匹配的结型场效应管 V_2 作为恒流源，因此该级实际上是一个源极跟随器。由于两管特性匹配，偏置对称，所以 V_2 能有效地消除 V_1 栅至源电压失调漂移。在放大器的线路中采用运算放大器 A_2 (5G23B) 作为灵敏度变换级，以克服 GD-7 型光电管在近紫或近红波段的光谱灵敏度较低的缺陷。由于运算放大器具有高增益低漂移的特点，而 A_2 又与

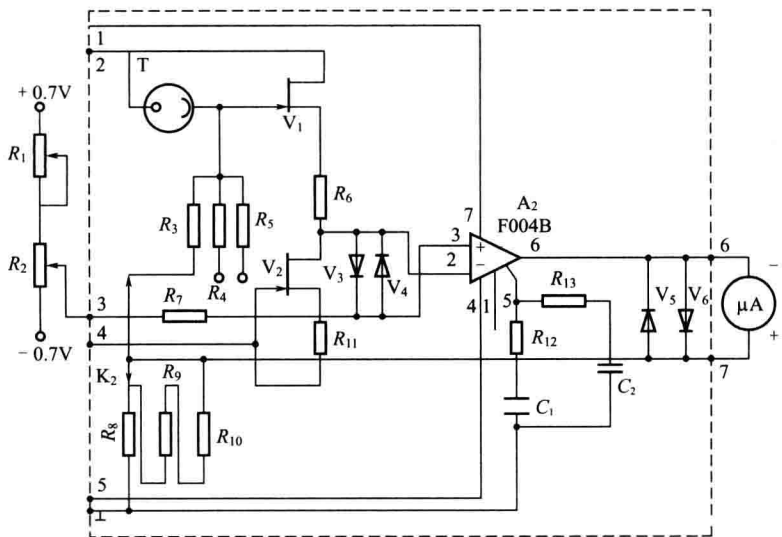


图 2-13 微电流放大器线路原理图

V_1 一起构成闭环深度负反馈，所以使放大器的稳定性大为提高。

图 2-13 中， R_3 、 R_4 和 R_5 为输入级偏置电阻， V_3 和 V_4 为运算放大器的输入保护管。 R_7 为平衡电阻。 R_1 和 R_2 分别为放大器的粗、细调零电位器。细调 R_1 在面板上，粗调 R_2 在左侧盖板内。该调零机构能综合补偿整个放大器的失调和光电管的暗电流。微安表内阻和 R_8 、 R_9 、 R_{10} 共同构成反馈回路。转换 K_2 可逐挡提高灵敏度。 R_{12} 、 R_{13} 、 C_1 、 C_2 是为防振和消除干扰用的。 V_5 和 V_6 的作用是保护微安表。

整个放大器装在一个干燥、密闭、屏蔽良好的铁盒内。

② 放大器稳压电源。放大器稳压电源是一个普通的串联调整式稳压电源，其线路原理见图 2-14。

稳压电源中， $\pm 12V$ 电压供运算放大器用， $\pm 8V$ 供放大器输入级用， $\pm 0.7V$ 供调零

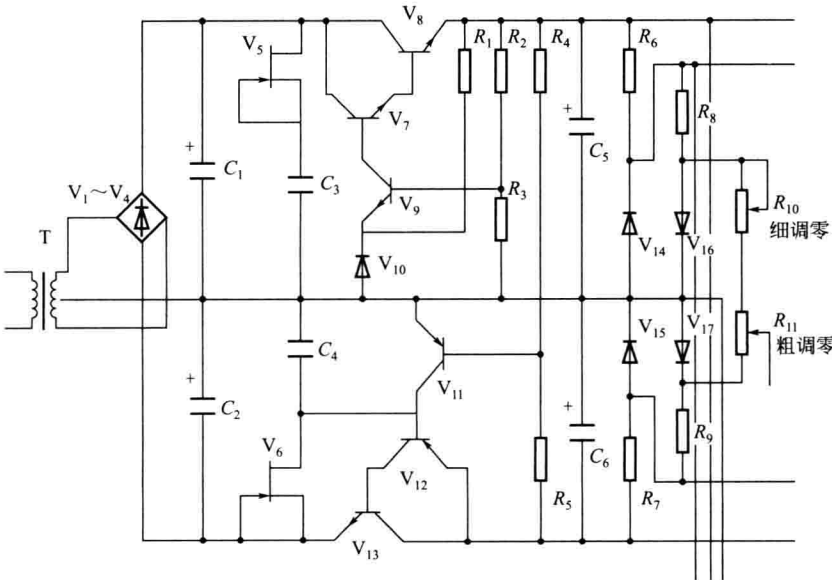


图 2-14 放大器稳压电源原理图

电位器用。此外，+8V 还供钨灯稳压电源建立基准之用。

③ 钨灯稳压电源。钨灯稳压电源采用运算放大器 A_1 作为放大环节，从 3.7~11.5V 连续可调，其线路原理见图 2-15。

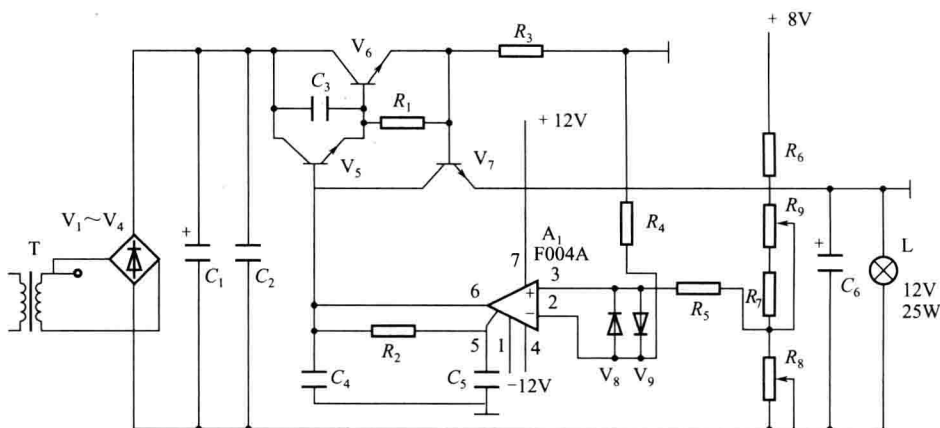


图 2-15 钨灯稳压电源线路原理图

输入 220V 交流电后，在电源变压器的次级绕组上感应出的交流电经 $V_1 \sim V_4$ 桥式整流，整流后的直流电经 C_1 滤波再输入由 $V_5 \sim V_7$ 和 A_1 构成的稳压电路中。经过稳压电路后的直流电压经 C_6 滤波，供给钨灯工作之用。

通过调节 R_8 即可改变电源的基准电压。 R_8 为一多圈电位器，即面板上调 100% 的旋钮。它在仪器中的作用实际上是通过连续调节钨灯的亮度来控制能量。此外，由于钨灯通常在较低的电压下工作，因此可更加有效地延长其寿命并降低整机温升。

(3) 721 型分光光度计的维护

① 仪器应安放在干燥的房间内，放置在坚固平稳的工作台上，室内照明不宜太强。温度高时不能用电扇直接向仪器吹风，防止光源灯丝发光不稳定。

② 为确保仪器稳定工作，在 220V 电源电压波动较大的地方要预先稳压，最好备一台 220V 磁饱和式或电子稳压式稳压器。

③ 仪器要接地良好。

④ 仪器底部及比色皿暗箱等处的硅胶应定期烘干，保持其干燥性，发现变色应立即换新或烘干后再用。

⑤ 仪器连续使用时间不宜过长，可考虑在中途间歇 0.5h 后再继续工作。

⑥ 当仪器停止工作时，必须切断电源，开关放在“关”。

⑦ 为了避免仪器积灰和沾污，在停止工作时用塑料套子罩住整个仪器，在套子内应放置防潮硅胶，以保持仪器的干燥。

⑧ 仪器工作数月或搬运后，要检查波长精确性等方面的性能，以确保仪器的使用和测定的精确程度。

⑨ 仪器若暂时不用则要定期通电，每次不少于 20~30min，以保持整机呈干燥状态，并且维持电子元器件的性能。

2. 751G 型分光光度计

(1) 仪器的结构 751G 型分光光度计是一台测定波长在 200~1000nm 的紫外-可见分光