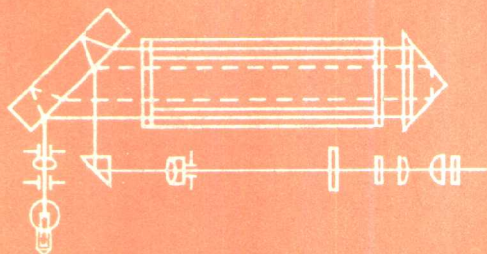


AQG-1型

甲烷测定器的维修

潘玉芳编写



煤炭工业出版社

U181.23
P017

A Q G - 1 型

甲烷测定器的维修

潘玉芳编写

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本册子介绍了光干涉型甲烷测定器的维修和校验的实用知识。它着重讲述了AQG-1型甲烷测定器的构造原理和使用以及维护、修理、调试、校验和故障的排除。

可供使用和修理甲烷测定器的工人、技术人员参考。

AQG-1型甲烷测定器的维修

潘玉芳 编写

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $2^{1/2}$ 插页1

字数53千字 印数1—16,300

1977年11月第1版 1977年11月第1次印刷

书号15035·2129 定价0.24元

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，随着我国煤炭工业的迅速发展，各种类型的煤矿安全仪器也广泛地获得普遍应用。这些安全仪器对贯彻党的安全生产方针起到了应有的作用，是煤矿生产中不可缺少的。全国各地煤矿普遍地使用这种安全仪器，但怎样使用好、维修好，却是一个急需解决的问题。来我厂修理仪器的同志们，曾多次提出，希望能有一本煤矿安全仪器的常见故障和排除方法的通俗小册子，做为使用、检修仪器时参考。

为了使煤炭战线的有关部门和同志们及时掌握维修煤矿安全仪器的基本知识，我把自己从事煤矿安全仪器维修、装配方面的实践经验写出来，供广大矿工学习参考。由于我是一个普通的煤矿安全仪器装配工人，过去又没有写过书，对我来说困难是很大的。在我厂党委的大力支持和关怀下，在同志们热情帮助下，我集中了集体的智慧，集体劳动的结晶，《AQG-1型甲烷测定器的维修》这本小册子总算写成了。在此，对热情帮助我收集资料、审稿、改稿、定稿的同志们表示衷心的感谢。

由于我实践经验不多，水平有限，缺点和错误是难免的，恳切地希望读者批评指正。

抚顺煤矿安全仪器厂

潘玉芳

1977年2月2日

目 录

第一章	光学基本概念	1
第一节	几何光学的基本定律	1
第二节	物理光学概念	4
第二章	甲烷测定器的构造原理和使用	8
第一节	仪器的构造	8
第二节	仪器的原理	14
第三节	仪器的使用	15
第三章	甲烷测定器的维修	21
第一节	修理前的准备	21
第二节	仪器日常维修与保养	25
第三节	仪器的大修	35
第四节	干涉条纹的调整	51
第四章	甲烷测定器的校验	63
第一节	仪器修理后检查与试验	63
第二节	试验时的故障排除	71
第三节	水柱计的结构原理	73

第一章 光学基本概念

人类对光的研究可以分为两方面：一方面是研究光的本性，并根据光的本性来研究各种光学现象，称为物理光学；另一方面是研究光的传播规律和传播现象，称为几何光学。

第一节 几何光学的基本定律

几何光学把光看作是具有方向的几何线——光线。光的传播可以归纳为以下两种情况：

一、直线传播定律

光线在均匀透明介质中传播的规律是按直线传播，称为直线传播定律。

二、反射和折射传播定律

当一束光线从一种介质传到另一种介质时，在这两种均匀介质的分界面上（如图1），一部分光线在分界面上射回原来的介质，称为反射光线；另一部分光线穿过分界面进入第二种介质，并改变原来方向，称为折射光线。反射和折射光线的传播规律，称为反射和折射定律。

如图1所示，入射光线 AO 和介质分界面的法线 ON 间的夹角 $\angle AON = i_1$ ，称为入射角；反射光线 OB 和法线 ON 间的夹角

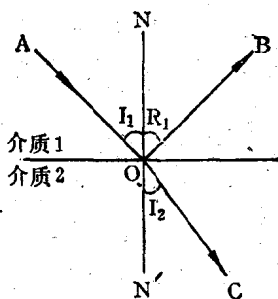


图1 光线的反射与折射

$\angle BON = R_1$ ，称为反射角；折射光线 OC 和法线间的夹角 $\angle CON' = I_2$ ，称为折射角；入射光线和法线构成的平面称为入射面。

1. 反射定律

(1) 反射光线位于入射面内；

(2) 入射角等于反射角，即：

$$I_1 = R_1$$

2. 折射定律

(1) 折射光线位于入射面内；

(2) 入射角和折射角正弦之比，对两种一定的介质来说，是一个和入射角无关的常数，即：

$$\frac{\sin I_1}{\sin I_2} = n_{2.1}$$

$n_{2.1}$ 称为第二种介质对第一种介质的折射率。

至于光在不均匀介质中传播的规律，我们可以把不均匀介质看作是由无限多均匀介质组合而成的。光线在不均匀介质中的传播，可以看作是一个连续的折射。随着介质性质不同，光线传播曲线的形状各异。它的传播规律，同样可以用折射定律来说明。由此可见，直线传播定律、反射定律和折射定律，能够说明自然界中各种光线的传播现象，这是几何光学中仅有的物理定律，因此，称为几何光学的基本定律。在这基本定律的基础上用数学方法研究光的传播问题。

3. 全反射

在一般情况下，投射在两介质分界面上的每一条光线，都分成两条，一条光线从分界面反射回到原来的介质；另一条光线经分界面折射进入另一种介质，随着光线入射角的增大，反射光线的强度逐渐增强，而折射光线的强度则逐渐减

弱。

介质 n_1 内的发光点A向各方向发出光线,投射在介质 n_1 和 n_2 的分界面上,如图2所示,每条光线都分成一条折射光线和一条反射光线。

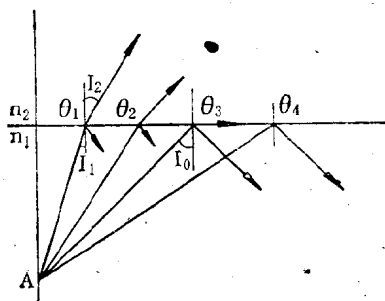


图2 全反射

n_1 、 n_2 是指某一介质的折射率(或称折射系数),一般是指光从真空中进入该介质的入射角与折射角正弦之比,即为该介质的折射率。

设

$$n_1 > n_2$$

根据折射定律,则

$$n_1 \sin I_1 = n_2 \sin I_2$$

所以

$$I_2 > I_1$$

当入射角 I_1 增大时,相应的折射角 I_2 也增大。同时反射光线的强度随之加大,而折射光线的强度则逐渐减小。当入射角增大到 I_0 时,折射角 $I_2 = 90^\circ$,这时折射光线掠过两介质的分界面,并且强度趋近于零。当入射角大于 I_0 时,折射光线不再存在,入射光线全部反射。这样的现象称为全反射。折射角等于 90° ,对应的入射角 I_0 称为临界角,或全反射角。

按照折射定律,则

$$n_1 \sin I_0 = n_2 \sin 90^\circ = n_2$$

所以

$$\sin I_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

只有当光线由折射率高的介质射向折射率低的介质时，才有可能产生全反射，例如：由玻璃到空气，或由水到空气。由折射率低的介质射向折射率高的介质时，折射角小于入射角，显然不会有全反射产生。

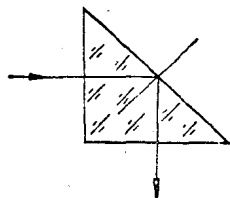


图 3 反射棱镜

全反射现象广泛地应用于光学仪器中。例如：AQG-1 型甲烷测定器的反射棱镜（图 3）和折光棱镜就是利用全反射原理制造的。用它来代替镀膜反光膜的反射棱镜，能减少光能损失。因为一般镀膜反光膜的反射棱镜不能使光全部反射，大约 10% 的光将被吸收，而且反光膜容易变质和损伤。

第二节 物理光学概念

一、光波

光是以波的形式从光源向四面传播的。光波和水波相似，只是光波用眼睛看不见，如图 4 所示，凸起的部分叫波峰，

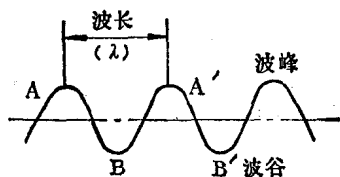


图 4 起伏的光波

凹下的部分叫波谷。波峰与波峰或波谷与波谷之间的距离叫波长 (λ)。肉眼能看到的可见光其波长在 $4000 \sim 7000 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) 之间，不同颜色的光线其波长不同，如红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色，比红光波长更

长的光线称为红外线，比紫光波长更短的光线称为紫外线。颜色与波长的关系如图 5 所示。

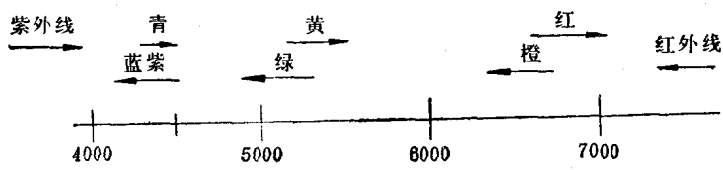


图 5 色与波长的关系

红光波长 $< 6400 \sim 7230 \text{ \AA}$ ；橙光波长 $< 5950 \sim 6400 \text{ \AA}$ ；黄光波长 $< 5650 \sim 5950 \text{ \AA}$ ；绿光波长 $< 4920 \sim 5650 \text{ \AA}$ ；青光波长 $< 4550 \sim 4920 \text{ \AA}$ ；蓝光波长 $< 4240 \sim 4550 \text{ \AA}$ ；紫光波长 $3970 \sim 4240 \text{ \AA}$

二、光的干涉

在水面上投两块石子所引起的水波，如图 6 中两波叠交的区域里，有部分水面起伏不大，这是因为两个水波的波峰与波谷相遇，起着相互抵销的作用，如图 7 所示。有部分水面起伏增大，这是因为水波的波峰与波峰或波谷与波谷相遇，互相增强了，如图 8 所示。两波相遇产生的这种现象，叫做波的干涉。图 7 的情况叫相销干涉；图 8 的情况叫相长干涉。

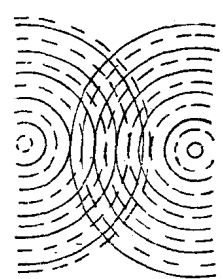


图 6 波的干涉

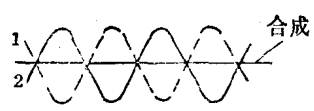


图 7 相销干涉

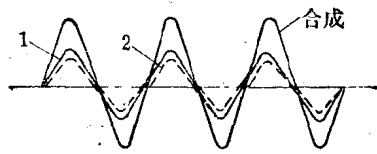


图 8 相长干涉

同样的道理,可以使一个光源所发出的光波经过平面镜,由于镜面的反射和折射产生两列光波,当两列光波再次遇到一起时,就会产生干涉现象。光波的相消干涉结果亮度降低,变暗;相长干涉结果亮度提高,变亮。波峰之高度(或波谷之低度)叫做振幅。波峰越高则亮度越亮。

为了进一步了解光的干涉产生的原因,再从折射率与光程的概念来分析。

某一物质的折射率 = 光在真空中传播的速度 $\div$ 光在这种物质中传播的速度。

光程 = 光线所通过的路程 $\times$ 光所通过的物质的折射率。

从以上两式可以看出:如果两列光波通过的路程长短不同,或是通过的物质不同,或者通过的路程和物质都不同,光程都可能不同。两列光波光程长短差别,叫做光程差。两列光波有了光程差,这就是产生光波干涉的原因。

当两列光波的光程差 = $(n + \frac{1}{2})\lambda$ 时 (n 为整数),产生相消干涉,干涉的图像呈暗条纹(图7)。

当两列光波的光程差 = $n\lambda$ 时 (n 为整数),产生相长干涉,干涉的图像呈亮条纹(图8)。

三、光的色散

大家都知道通过三棱镜能看到按序排列的颜色,这是因为白光是由各种不同波长的单色光组成的,而透明介质对于不同波长的色光具有不同的折射率,因此,根据折射率定律可知,白光经过棱镜折射以后,就分解成为各单色光,这种现象称为光的色散。

透明介质的折射率随波长的变短而增大。这就是说短波长的色光的折射率要比长波长的折射率大。

由于红光波长长,折射率小,紫光波长短,折射率大。

因此，当白光经过三棱镜后，其中的红光偏角最小，紫光偏角最大，形成按红、橙、黄、绿、青、蓝、紫排列的连续光谱，如图9所示。射到棱镜的一束白光，经过折射分解后得到一条虹彩似的彩色光带就叫做光谱。

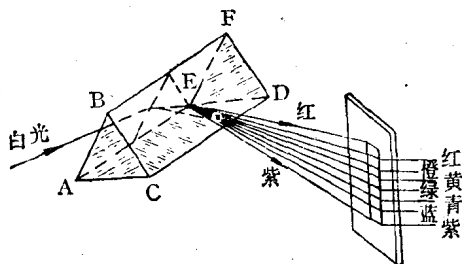


图9 折射三棱镜的作用

光线若被透镜所取时，也同样得到有色之光，光学上叫色差，色差的消除在于选择胶合透镜的折射系数（ n ）和半径。如本仪器物镜双凸和平凹透镜的折射率和半径是据仪器的精度而适当选择的，使之达到消除色差，但经验证明色差不可能完全消除。

第二章 甲烷测定器的构造原理和使用

甲烷测定器（通常称瓦斯检定器）种类较多，AOG-1型甲烷测定器的使用较普遍，现介绍它的构造、原理和使用。至于其他同类仪器，只是因为结构稍有差别，原理基本相同，使用方法可以参考本仪器。

第一节 仪器的构造

一、内部构造

甲烷测定器从外表看是一个矩形盒子，体积一般为 $6 \times 8 \times 24$ 厘米³，重量约为 1386 克，是由二十二个组件组合而成的。如图10所示。

二、光学系统

1. 光源

(1) 小灯泡1.35 伏，0.3 安培，是白光，最好内表面的反光层是白色的。尤其是用在干涉照明的灯泡要按要求标准选用，因为若得到理想的干涉条纹与它关系很大。

(2) 聚光镜用以会聚由光源发出的光，使之增强亮度，装有0.5毫米细缝的光屏，能挡去多余的光，使干涉条纹更加清晰，如图11所示。

2. 干涉系统

(1) 平面镜组是本仪器中的心脏组件，镜片是用质量良好的K₉光学玻璃制成的，镜片后面镀银或镀铝反光膜，如真空蒸发镀银，而后镀氧化铝保护层，银的反射系数为94~

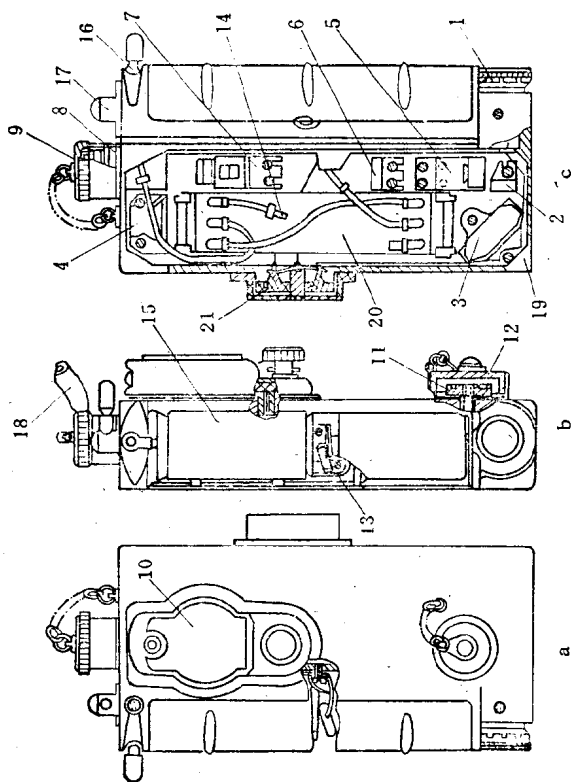


图 10 仪器的内部构造

1—照明装置组，2—带光屏的聚光镜组，3—平面镜组，4—折光棱镜组，5—反
射棱镜组，6—物镜组，7—测微玻璃组，8—目镜组，9—目镜罩组，10—测微
组，11—调微螺杆组，12—调微护盖组，13—甲烷接管组，14—盘形管组，
15—吸收管组，16—甲烷进入嘴组，17—甲烷抽出嘴组，18—气球组，19—本
体组，20—气室组，21—按钮组

98%。化学镀银、镀铜而后涂漆。它的反射系数为88~92%。真

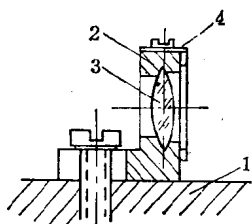


图 11 固定在本体上的聚光镜

1—本体；2—聚光镜座；
3—聚光镜；4—光屏

空蒸发镀铝反射系数为80~88%。此反射系数的大小将影响干涉条纹的亮度。

平面镜的平行度要求比较严格，允许误差为 $\pm 5''$ ，因为平行度好与坏是决定干涉条纹清晰度的重要因素，如果平行度不好，将会导致干涉条纹模糊不清。

如图 12 所示，平面镜底座有 $55'$ 的后倾角，这个后倾角是产生干涉条纹及决定条纹宽度的主要因素。

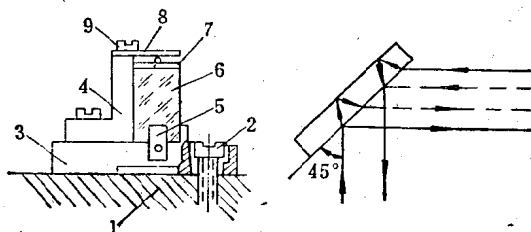


图 12 平面镜组

1—仪器本体；2—固定螺钉；3—镜片底座；4—镜座；5—挡片；6—平面镜；7—垫片；8—压板；9—螺钉

(2) 折光棱镜组也是干涉系统中的重要组件，投射到平面镜的光线被分成两列，分别经过空气室和气样室射到折光棱镜上，经过两次 90° 反射后，仍将光线平行地射回平面镜，如图13所示。棱镜中的光能几乎没有损失，而平面镜的光能要损失 10% 左右。此棱镜在制造时 90° 误差允许 $\pm 10''$ ，塔差允许 $\pm 20''$ ，底座平行度误差允许 ± 0.03 毫米。如果其中

任一误差过大，则都会导致干涉条纹不清晰。

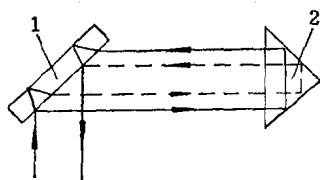


图 13 折光棱镜组

1—平面镜；2—折光棱镜

3. 测定部分

(1) 反射棱镜的作用是将光线作 90° 转向，如图 14 所示。当调节调微螺杆 1 时，可使干涉条纹移动。调节支板 5 时，可以寻找干涉视场范围。

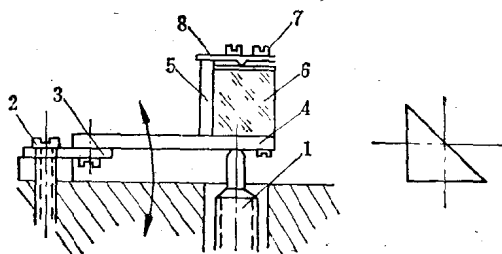


图 14 反射棱镜的作用

1—调微螺杆；2—固定螺钉；3—弹簧片；4—反射棱镜座；5—支板；
6—反射棱镜；7—压板螺钉；8—压板

此组件修理、组装后的好坏与仪器零位稳定性有直接关系，修理时要组装得严密牢靠，尤其是压板螺钉、支板螺钉、弹簧片固定螺钉等要固定牢靠，否则不但仪器对准零位后容易移动，同时还会使干涉条纹消失。

(2) 气室是测定气体的主要组件。如图 15 所示，长

120毫米，共分三格，两侧为空气室，中间为气样室。各室上侧有弯管，管1接盘形管组，管3与管4相连通，管2和管5是和气样的出口与进口相接，管6是装封闭堵头。

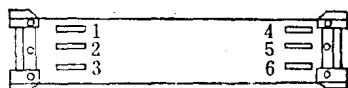
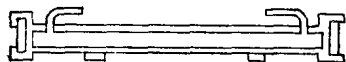


图 15 气室组

气室的长度因型而异，长度越长，仪器的精度越高，而测定范围越小；反之精度低，而测定范围大。

(3) 物镜的焦距为100.42毫米，是由双凸透镜和平凹透镜用透明树脂胶胶合的。要求给出质量良好的呈像。在有效视场内不能在镜片上看出较明显的划痕、霉蚀、气泡、砂眼、麻点和脱胶等疵病。物镜上装有4.5毫米宽的狭缝光栏。

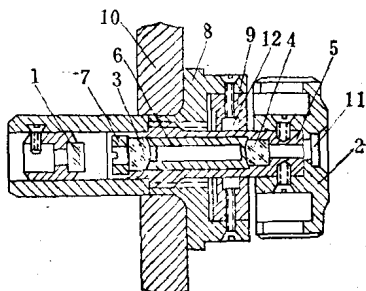


图 16 目镜组

1—分划板连座；2—保护玻璃座；3—场镜；4—接目镜；5—目镜座；6—距圈；7—场镜压圈；8—目镜座套；9—套圈；10—本体；11—保护玻璃；12—弹簧钢丝

(4) 分划板的表面光洁度是1级的，有效范围为 1.6×0.4 毫米的长方框，在0~10%范围内共有21道刻线，干涉条纹经物镜后呈像在分划板的表面上，由目镜中测定其干涉条纹的移动量。

(5) 目镜主要起放大作用，便于观测，可以通过旋转保护玻璃座来调节视力，要使分划刻线与刻字看清楚为准，