



WZZ-2S 自动旋光仪

WZZ-2SS 自动旋光糖量计

使用说明书

INESA
INSTRUMENT
仪电科学仪器

上海仪电物理光学仪器有限公司

Shanghai INESA Physico optical instrument Co.,Ltd

目 次

1. 引言.....	1
2. 仪器的主要技术规格.....	3
3. 仪器的工作原理与结构.....	3
4. 仪器的使用方法.....	6
5. 仪器的维修及保养.....	8
6. 常见故障及其处理方法	11
7. 仪器成套性（详见配置清单）	11
8. 售后服务事项和生产者责任	11
9. 附录	12

本产品根据上海仪电子物理光学仪器有限公司企业标准 Q/YXLD36
《WZZ-2S 自动旋光仪》生产

生产许可证证号：沪制 0104007 号



WZZ-2S 自动旋光仪型式批准证书编号: 2012C160-31

WZZ-2SS 自动旋光糖量计型式批准证书编号: 2012C155-31

1. 引言

旋光仪是测定物质旋光度的仪器。通过旋光度的测定，可以分析确定物质的浓度、含量及纯度等，广泛地应用于制糖、制药、石油、食品、化工等工业部门及有关高等院校和科研单位。我厂系国内生产旋光仪的专业厂家，生产 WXG-4 圆盘旋光仪、WZG-1 光学旋光仪、WZG-2 光学糖度旋光仪、WZZ-1 自动旋光仪、WZZ-2B 自动旋光仪、WZZ-T 投影式自动旋光仪。WZZ-2S 自动旋光仪、WZZ-2SS 自动旋光糖量计是我厂最新的更新换代产品。

1.1 基本应用原理

众所周知,可见光是一种波长为 380nm~780nm 的电磁波，由于发光体发光的统计性质，电磁波的电矢量的振动方向可以取垂直于光传播方向上的任意方位，通常叫做自然光。利用某些器件（例如偏振器）可以使振动方向固定在垂直于光波传播方向的某一方位上，形成所谓平面偏振光，平面偏振光通过某种物质时，偏振光的振动方向会转过一个角度，这种物质叫做旋光物质，偏振光所转过的角度叫旋光度。如果平面偏振光通过某种纯的旋光物质，旋光度的大小与下述三个因素有关：

- a)平面偏振光的波长 λ ，波长不同旋光度不一样。
- b)旋光物质的温度 t ，不同的温度旋光度不一样。
- c)旋光物质的种类，不同的旋光物质有不同的旋光度。

用一个叫做比旋度 $[\alpha]_t^\lambda$ 的量来表示某种物质的旋光能力。

$[\alpha]_t^\lambda$ 的表示单位长度的某种旋光物质，温度为 $t^\circ\text{C}$ 时，对波长为 λ 的平面偏振光的旋光度。

旋光度与平面偏振光所经过的旋光物质的长度 L 有关，这样在温度为 $t^\circ\text{C}$ 时，长度为 L ，具有比旋度为 $[\alpha]_t^\lambda$ 的旋光物质对波长为 λ 的平面偏振光的旋光度 α_t^λ 由下式表示：

$$\alpha_t^\lambda = [\alpha]_t^\lambda \cdot L \quad (1)$$

如果旋光物质溶于某种没有旋光性的溶剂中，浓度为 C ，则下式成立：

$$\alpha_t^\lambda = [\alpha]_t^\lambda \cdot L \cdot C \quad (2)$$

注意：(1) (2) 式中，式中 $[\alpha]_t^\lambda$ 与 L 的长度单位必须一致。

若波长一定在某一标准温度下例如 20°C ，事先已知测试物质的比旋度 $[\alpha]_t^\lambda$ ，测试溶液的长度一定，此时若用旋光仪测出旋光度 α_t^λ ，则可由 (2) 式计算出溶液中旋光物质的浓度 C

$$C = \alpha^{t_{\lambda}} / [\alpha]^{t_{\lambda}} \cdot L \quad (3)$$

倘若溶质中除含有旋光物质外还含有非旋光物质, 则可由配制溶液时的浓度和由(3)式求得的旋光物质的浓度 C , 算得旋光物质的含量或纯度。

1.2 温度校正

大多数工业部门对于所须测试的旋光物质, 只给出在某一标准温度(例如 20°C)时的比旋度值 $[\alpha]^{20^{\circ}\text{C}}_{\lambda}$ 及其容限, 但在测试时, 由于条件所限, 测试温度可能不是 20°C 而是 $t^{\circ}\text{C}$, 此时不能直接应用(3)式, 通常在一定的温度范围内, 旋光度随测试温度变化而变化, 并且具有良好的线性关系。即在 $t^{\circ}\text{C}$ 时旋光度 $\alpha^{t_{\lambda}}$ 在 20°C 旋光度 $[\alpha]^{20^{\circ}\text{C}}_{\lambda}$ 和旋光温度系数 K 有如下关系:

$$\alpha^{t_{\lambda}} = [\alpha]^{20^{\circ}\text{C}}_{\lambda} \cdot L \cdot C (1 + K (t - 20^{\circ}\text{C})) \dots\dots\dots(4)$$

如果要获得准确的结果, 又没有条件严格控制测试温度, 进行此项温度校正是绝对必要的。若温度系数 K 未知, 可以在两个不同的温度 $t_1^{\circ}\text{C}$ 和 $t_2^{\circ}\text{C}$ 对同一样品进行测试, 获得旋光度值 $\alpha^{t_1}_{\lambda}$ 和 $\alpha^{t_2}_{\lambda}$ 由(4)得

$$\begin{aligned} \alpha^{t_1}_{\lambda} &= [\alpha]^{20^{\circ}\text{C}}_{\lambda} \cdot L \cdot C (1 + K (t_1 - 20^{\circ}\text{C})) \\ \alpha^{t_2}_{\lambda} &= [\alpha]^{20^{\circ}\text{C}}_{\lambda} \cdot L \cdot C (1 + K (t_2 - 20^{\circ}\text{C})) \\ \alpha^{t_1}_{\lambda} &\quad (1 + K (t_1 - 20^{\circ}\text{C})) \\ \text{即 } \frac{\alpha^{t_1}_{\lambda}}{\alpha^{t_2}_{\lambda}} &= \frac{\quad}{(1 + K (t_2 - 20^{\circ}\text{C}))} \quad (5) \end{aligned}$$

由(5)很容易求得温度系数 K 。

1.3 波长校正

旋光度与使用光波的有效波长的依赖关系是十分强烈的, 尽管仪器中使用了光谱灯, 但是由于不可避免的谱线背景及其他原因, 有效波长还是会随所使用的光源的不同, 或因使用时间太久而变化, 并会引起明显的测数误差, 因此有必要校正有效波长。

校正使用的工具是石英校正管, 标有在 589.44nm 波长时, 该校正管的旋光度值 $\alpha^{20^{\circ}\text{C}}_{589.44}$, 若在温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时, 仪器测得该石英校正管的测数 $\alpha^{20^{\circ}\text{C}}_{589.44}$ 为

$$\alpha^{t^{\circ}\text{C}}_{589.44} = [\alpha]^{20^{\circ}\text{C}}_{589.44} (1 + 0.000144 (t - 20^{\circ}\text{C})) \quad (6)$$

则说明仪器光源的有效波长与 589.44nm 一致。若不一致则须调整在仪器中的校正有效波长的装置(见 5.3 测数校正)以使测数与(6)式所得的一致, 或在允许范围内。为了提高有效波长的校正精度, 希望取旋光度大一些的石英校正管作为校正工具。

关于钠灯波长 589.44nm 与汞灯波长 546.1nm 之间, 石英校正管的旋光度与糖度之间相互转换 (见 8 附录)

2. 仪器的主要技术规格

原理: 基于光学零位原理的自动数字显示旋光仪

调制器: 法拉弟磁光调制器

光源: 发光二极管 LED+滤色片, 波长 589.44nm

可测样品最低透过率: 1%

测量范围: $\pm 45^\circ$ (旋光度) $\pm 120^\circ$ Z (糖度)

最小读数: 0.001° (旋光度) 0.01° Z (糖度)

准确度: $\pm (0.01^\circ + \text{测量值} \times 0.05\%)$ (旋光度) 0.05 级

$\pm (0.03^\circ \text{ Z} + \text{测量值} \times 0.05\%)$ (糖度) 0.1 级

重复性 (标准偏差 σ): 样品透过率大于 1% 时 $\leq 0.002^\circ$ (旋光度)

样品透过率大于 1% 时 $\leq 0.006^\circ$ Z (糖度)

试管: 100mm 200mm

电源: 220V ± 10 V

50Hz ± 1 Hz

外形尺寸: 600mm $\times$ 320mm $\times$ 200mm

净重: 30kg

3. 仪器的工作原理与结构

3.1 光学零位原理

若使自然光依次经过起偏器和检偏器, 以起偏器和检偏器的通光方向正交交时作为零位, 检偏器偏离正交位置的角度 α 与入射检偏器的光强 I 之间的关系按马吕斯定律为

$$I = K \phi S^2 \alpha$$

如图 1 曲线 A 所示

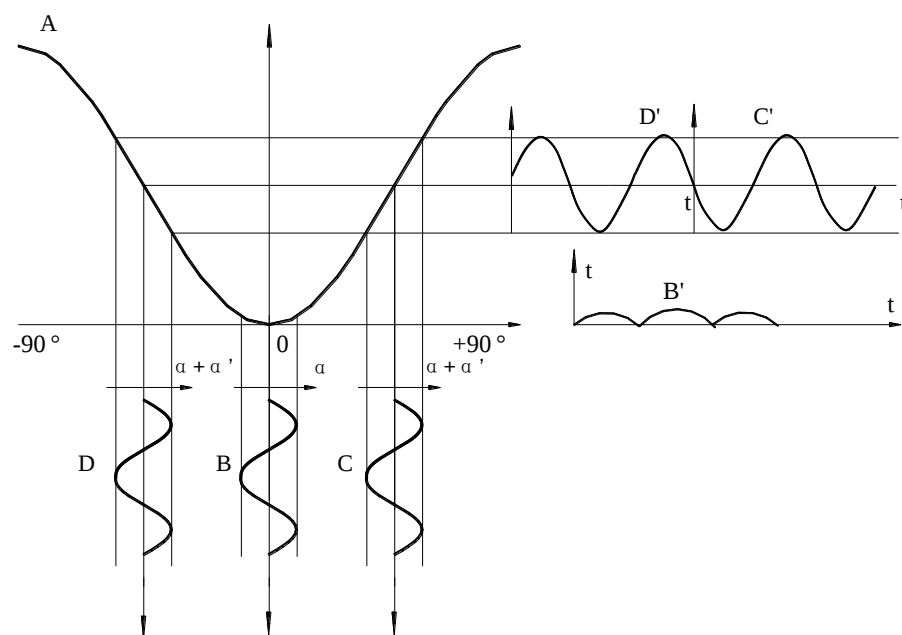


图1

法拉弟线圈两端加以频率为 f 的正弦交变电压 $u=U\sin 2\pi ft$ 时,按照法拉弟磁光效应,通过的平面偏振光振动平面将迭加一个附加转动:

$\alpha^1 = \beta \cdot \sin 2\pi ft$ 。当在起偏器与检偏器之间有法拉弟线圈时出射检偏器光强信号如下:

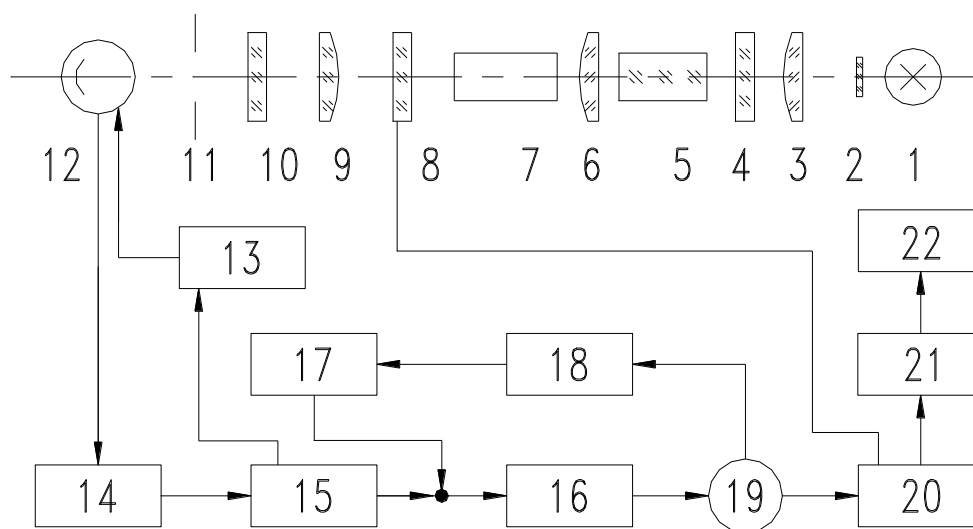
a)在正交位置时可得图 1 曲线 B 与 B' 光强信号为某一恒定的光强迭加一个频率为 $2f$ 的交变光强。

b)向右偏离正交位置时可得图 1 曲线 C 与 C' 光强信号为某一恒定的光强迭加一个频率如 f 的交变光强,见曲线 C'。

c)向左偏离正交位置时,可得图 1 曲线 D 与 D' 光强信号为某一恒定的光强,迭加一个频率为 f 的交变光强,见曲线 D',但交变光强的相位正好与向右偏离正交位置时的交变光强信号相位相反。

故鉴别光强信号中 f 分量的交变光强是否为零。可精确判断起偏器与检偏器是否处于正交位置,鉴别 f 分量交变光强的相位,可判断检偏器是左还是右偏离正交位置。

3.2 结构与原理



- | | | | | |
|-------|--------|----------|----------|---------|
| 1—光源 | 6—准直镜 | 11—光阑 | 16—功率放大 | 21—模数转换 |
| 2—聚光镜 | 7—试管 | 12—光电倍增管 | 17—非线性控制 | 22—数字显示 |
| 3—场镜 | 8—检偏器 | 13—自动高压 | 18—测速反馈 | |
| 4—起偏器 | 9—物镜 | 14—前置放大 | 19—伺服电机 | |
| 5—调制器 | 10—滤色片 | 15—选频放大 | 20—机械传动 | |

图 2

光源发出的波长为 589.44nm 的单色光依次通过聚光镜、小孔光阑、场镜、起偏器、法拉弟调制器、准直镜。形成一束振动平面随法拉弟线圈中交变电压而变化的准直的平面偏振光，经过装有待测溶液的试管后射入检偏器，再经过接收物镜、滤色片、小孔光阑进入光电倍增管，光电倍增管将光强信号转变成电讯号，并经前置放大器放大。

若检偏器相对于起偏器偏离正交位置，则说明有具有频率为 f 的交变光强信号，相应地有频率 f 的电信号，此电信号经过选频放大，功率放大，驱动伺服电机通过机械传动带动检偏器转动，使检偏器向正交位置趋近直到检偏器到达正交位置，频率为 f 的电信号消失，伺服电机停转。

仪器一开始正常工作，检偏器即按照上述过程自动停在正交位置上，此时将计数器清零，定义为零位，若将装有旋光度为 α 的样品的试管放入试样室中时，检偏器相对于入射的平面偏振光又偏离了正交位置 α 角，于是检偏器按照前述过程再次转过 α 角获得新的正交位置。模数转换器和计数电路将检偏器转过的 α 角转换成数字显示，于是就测

得了待测样品的旋光度。

3.3 自动高压

自动高压是按照入射到光电倍增管的光强自动改变光电倍增管的高压，以适应测量透过率为 1% 的深色样品的需要。

4. 仪器的使用方法

操作步骤如下：

1. 安放仪器

本仪器应安放在正常的照明、室温和湿度条件下使用，防止在高温高湿的条件下使用，避免经常接触腐蚀性气体，否则将影响使用寿命，承放本仪器的基座或工作台应牢固稳定，并基本水平。

2. 接通电源

将随机所附电源线一端插 220V50Hz 电源，(最好是稳压电源)，另一端插入仪器背后的电源插座。

3. 准备试管。

4 清零

在已准备好的试管中注入蒸馏水或待测试样的溶剂放入仪器试样室的试样槽中，按下“清零”键，使显示为零。一般情况下本仪器如在不放试管时示数为零，放入无旋光度溶剂后（例如蒸馏水）测数也为零，但须注意倘若在测试光束的通道上有小气泡或试管的护片上有油污，不洁物或将试管护片旋得过紧而引起附加旋光数，则将会影响空白测数，在有空白测数存在时必须仔细检查上述因素或者用装有溶剂的空白试管放入试样槽后再清零。

5. 测试

除去空白溶剂，注入待测样品（装有试样的试管，须注意 7 中所述几点）将试管放入试样室的试样槽中，仪器的伺服系统动作，液晶屏显示所测的旋光度值，此时液晶屏显示“1”。注意：试管内腔应用少量被测试样冲洗 3-5 次。

6. 复测

按“复测”键一次，液晶屏显示“2”，表示仪器显示的是第二次测量结果，再次按

“复测”键，显示“3”，表示仪器显示的是第三次测量结果。按“1 2 3”键，可切换显示各次测量的结果。按“平均”键，显示平均值，液晶屏显示“平均”。

7. 温度校正

测试前或测试后，测定试样溶液的温度，按 1.2 中所述将测得的结果进行温度校正计算。

8. 测深色样品

当被测样品透过率接近 1% 时仪器的示数重复性将有所降低，此系正常现象。

9. RS232 接口

仪器可以用附给的连线同电脑联接（参数：波特率 9600；数据位 8 位；停止位 1 位；字节总长 18）。

10. 糖度测试

仪器开机后的默认状态为测量旋光度，液晶屏显示“α”。如需测量糖度，可按“Z/α”键，液晶屏显示“Z”。注意：当样品室中有试管，按“Z/α”键，液晶屏显示“Z”，结果显示“0.000”，必须重新放入试管，所示值才为该样品糖度。

11. 测定浓度或含量

先将已知纯度的标准品或参考样品按一定比例稀释成若干只不同浓度的试样，分别测出其旋光度。然后以横轴为浓度，纵轴为旋光度，绘成旋光曲线。一般，旋光曲线均按算术插值法制成查对表形成。

测定时，先测出样品的旋光度，根据旋光度从旋光曲线上查出该样品的浓度或含量。

旋光曲线应用同一台仪器，同一支试管来做，测定时应予注意。

12. 测定比旋度纯度

先按药典规定的浓度配制好溶液，依法测出旋光度，然后按下列公式计算比旋度

$$(\alpha): \quad (\alpha) = \frac{\alpha}{LC}$$

式中 α 为测得的旋光度（度）

C 为溶液的浓度（克/毫升）

L 为溶液的长度即试管长度（分米）

由测得的比旋度，可示得样品的纯度：

$$\text{纯度} = \frac{\text{实测比旋度}}{\text{理论比旋度}}$$

13. 测定国际糖分度

根据国际糖度标准，规定用 26 克纯糖制成 100 毫升溶液，用 200 毫米试管，在 20℃ 下用钠光测定，其旋光度为 +34.626，其糖度为 100 糖分度。

5. 仪器的维修及保养

5.1 仪器的保养

仪器应安放在干燥的地方，避免经常接触腐蚀性气体，防止受到剧烈的振动。

经过一段时间使用之后由于外界环境的影响，仪器的光学系统表面可能积灰或发霉，影响仪器性能，可用小棒缠上脱脂棉花蘸少量无水乙醇或醋酸丁脂轻轻揩擦。

如有霉点可用棉花蘸酒精后，再蘸少量的氧化铈（红粉）或碳酸钙轻轻揩擦，光学零件一般勿轻易拆卸。光学零部件一经拆卸就破坏了原来的光路，必须重新调整，否则仪器性能将受影响甚至无法工作。若因故必须拆卸更换光学零件，应送我厂解决。

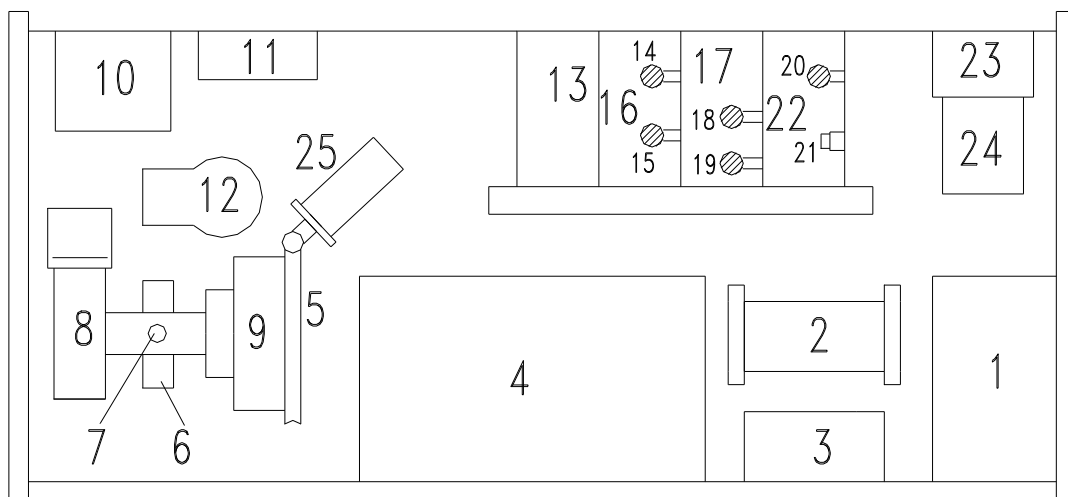
5.2 光路的检查

可用外径为 $\phi 30\text{mm}$ 的一个圆片放入试样槽中测试光束的入口处和出口处，在较暗的室内光线下可以看到测试光束投射到此圆片上的光斑，此光斑应呈圆形且与圆片基本同心，如光斑明显不圆，或明显偏离中心则必将影响仪器的性能，应送我厂处理。

5.3 测数校正

出厂的仪器均已由我厂对测数进行校正，倘若由于 1.3 中所述原因，以及一些其他因素，仪器的测数偏离了正确值，可以用石英校正管（可向我厂订购）或精确已知旋光度值的标准样品，在仪器上进行测试，考察示数值与标准值是否一致，若测试结果超过允许范围，可进行测数校正。

图 4 为本仪器拿去顶盖后的示意图，松开测数校正紧定螺钉，左右移动测数校正板可以略微改变仪器的测数，直至仪器测数与石英标准或标准样品的标准值之差在允许范围内为止，再紧固紧定螺钉，如果移动测数校正板仍不能校正测数则须检查其他原因，或是仪器有故障，也可能是标准样品的标准值有问题或者是没有严格控制测数温度。检查上述几个原因后仍未解决测数问题，应送我厂检修。



- | | | | |
|---------|----------|-------------|--------------|
| 1—光源 | 7—紧固螺钉 | 13—计数印板 | 19—阻尼调节电位器 |
| 2—法拉第线圈 | 8—倍增管 | 14—相位调节电位器 | 20—高压调节电位器 |
| 3—数字显示 | 9—前置印板 | 15—非线性调节电位器 | 21—钠灯电流调节电位器 |
| 4—试样室 | 10—电源变压器 | 16—选频印板 | 22—光源高压印板 |
| 5—蜗轮组件 | 11—电源插座架 | 17—电源功放印板 | 23—风扇 |
| 6—测数校正板 | 12—编码器 | 18—增益调节电位器 | 24—散热器 |

图 4

5.4 性能调节

图 5 印板部分测试孔位置示意图（打开后盖板，从左至右印板排列）

1	2	3	4
○ CS1	○ CS1	○ CS1	○ CS1
○ CS2	○ CS2	○ CS2	○ CS2
○ CS3	○ CS3	○ CS3	○ CS3
○ CS4	○ CS4	○ CS4	○ CS4

- | | |
|---|---------|
| 1 | —光源高压印板 |
| 2 | —电源功放印板 |
| 3 | —选频印板 |
| 4 | —计数印板 |

在图中，标出了各测试之位置，其作用如下：

1. 光源高压印板上：

CS1, CS2——测试钠灯电流, 应为直流 3.9v。

CS3——测试前置板 10 脚电压。

CS4——对地测试负高压值。

2. 电源功放印板上:

CS3, CS2——测试功放前级差分倒相极集电极电压。

CS3——测试稳压电流输出电压

CS4——测试整流输出脉动直流电压。

3. 选频印板上:

CS1——测试 50Hz 选频放大电路工作电压。

CS2——测试斯密特电路开关功能。

CS3——测试移相电路射极电压。

CS4——测试前置印板 8 脚电压。

4. 计数印板上:

CS1, CS2——测试编码器二路输出信号的相位差。

CS2, CS3——测试编码器二路输出信号的每路占空比。

CS4——测试计数电路输入的计数脉冲信号及锁定信号。

为了保证仪器具有足够的静态精度和良好的动态响应性能, 高压、增益、相位、阻尼应仔细调整相互匹配。出厂时已经调到了较适当的位置, 倘若出于某种原因, 仪器的性能不良, 用户也可作一些简单的调整。

a)如果仪器运转不正常首先检查高压, 将万用表正极接地, 负极接光源高压板上的 CS4 测试孔进行测量, 则得到电压约为几百伏, 若没有高压则应检查高压发生电路。

b)灵敏度过高, 示数不断地左右晃动这时旋增益电位器, 降低增益或旋阻尼电位器, 增加阻尼。

c)灵敏度过低, 示数重复性差, 应增加增益, 或减小阻尼。

6. 常见故障及其处理方法

故障现象	原因分析	排除方法
打开电源开关，钠灯不起辉	1、电源开关坏 2、钠灯坏 3、3.15A 保险丝坏	1、调换电源开关或返厂修理 2、调换钠灯 3、先换 3.15A 保险丝，不行，返厂修理
打开电源开关后，再打开光源开关，钠灯不亮。	1、钠灯预热时间不够 2、线路板坏 3、光源开关坏 4、1.6A 保险丝坏	1、延长交流预热时间 2、调换相应的线路板 3、调换光源开关或返厂修理 4、换 1.6A 保险丝
有显示，但不计数	1、计数板坏 2、光电检测系统坏	1、换计数板 2、返厂修理
按“复测”键，电机不转	1、功放板坏 2、计数板坏	1、换功放板 2、换计数板
与电脑联机不通	1、RS232 连线坏 2、电脑中联机程序有误	1、检查连接线，使焊接头完好 2、请与厂方联系

7. 仪器成套性（详见配置清单）

8. 售后服务事项和生产者责任

10.1 对本厂产品实行三包“包修、包换、包退”。

10.2 本厂产品三包的期限为十二个月，以购货发票上时间为准。

9. 附录

用石英控制板进行波长校正

管身所刻数值系指石英管用钠 D 线（有效波长 589.44nm）测量，在 20℃ 时旋光度值 $\alpha^{20.0^\circ}_{589.44}$ 精度为 $\pm 0.005^\circ$ 方向性误差小于 0.005° 可用于校正精度为 $\pm 0.01^\circ$ 或精度低于 $\pm 0.01^\circ$ 的旋光仪。

按国际糖品统一分析方法委员会会议报告所提供的数据及公式对管身所刻数值 $\alpha^{20.0^\circ}_{589.44}$ 可作如下转换：

1. 温度校正 $A_{t^\circ\text{C}} = A_{20.0^\circ\text{C}} (1 + 0.000144(t - 20))$

$A_{20.0^\circ\text{C}}$ ：20.0℃ 时的测量值

$A_{t^\circ\text{C}}$ ：t℃ 时的测量值

上式可适用于不同的谱线、不同的单位进行测量时所作的温度校正。

2. 用汞录线（波长 546.1nm）20.0℃ 时的旋光度值。 $\alpha^{20.0^\circ}_{546.1}$

$$\alpha^{20.0^\circ}_{546.1} = \alpha^{20.0^\circ}_{589.44} \cdot 1.17610$$

3. 用钠 D 线(有效波长 589.44nm)20.0℃ 时的糖度值 $S^{20.0^\circ}_{589.44}$

$$S^{20.0^\circ}_{589.44} = \alpha^{20.0^\circ}_{589.44} \cdot 2.888$$

4. 用汞录线(波长 546.1nm)20.0℃ 时的糖度值 $S^{20.0^\circ}_{546.1}$

$$S^{20.0^\circ}_{546.1} = \alpha^{20.0^\circ}_{589.44} \cdot 2.88253$$

INESA
INSTRUMENT
仪电科学仪器

上海仪电物理光学仪器有限公司
Shanghai INESA Physico optiacal instrument Co.,Ltd

上海市闵行区莘北路 505 号

邮编 201199

电话 86 21 64700274 54481792 64515465

传真 86 21 34529670

2014 年 12 月第 2 版

2014 年 12 月印 刷

印数：200