

CEM60 (CEM60-EC) 高精度赤道仪

使用说明书

一.概述

赤道仪已有几百年的历史，在中小型赤道仪领域用的最多的就是德国式赤道仪 (GEM)。然而就系统而言，德国式赤道仪(GEM)负载的重心在赤经轴与赤纬轴的交点上，对底座的支撑点而言，其负载的重心位置随纬度不同而大幅变化，在大部分情况下都不处于平衡状态（纬度越低，不平衡越严重），甚至负载的重心在底座外，赤道仪易前倾，纬度调节困难。针对此缺陷 iOptron 公司在全球独一无二推出自主研发的中国式赤道仪(CEM)。相对于德国式赤道仪(GEM)，中国式赤道仪(CEM)将负载的重心延赤经轴后移，大大接近底座的支撑点中心（图 1）。这种结构设计使得赤道仪在任意纬度位置都接近平衡状态，即使在装有望远镜和平衡锤满载的情况下高度方位调节也非常轻松,同时由于重心下移，赤道仪体积减小，刚性增加，本体重量下降，便携性更好。由于中国式赤道仪(CEM)的特殊结构即使在低纬度甚至赤道区域不需要任何附件三脚架也能正常使用。

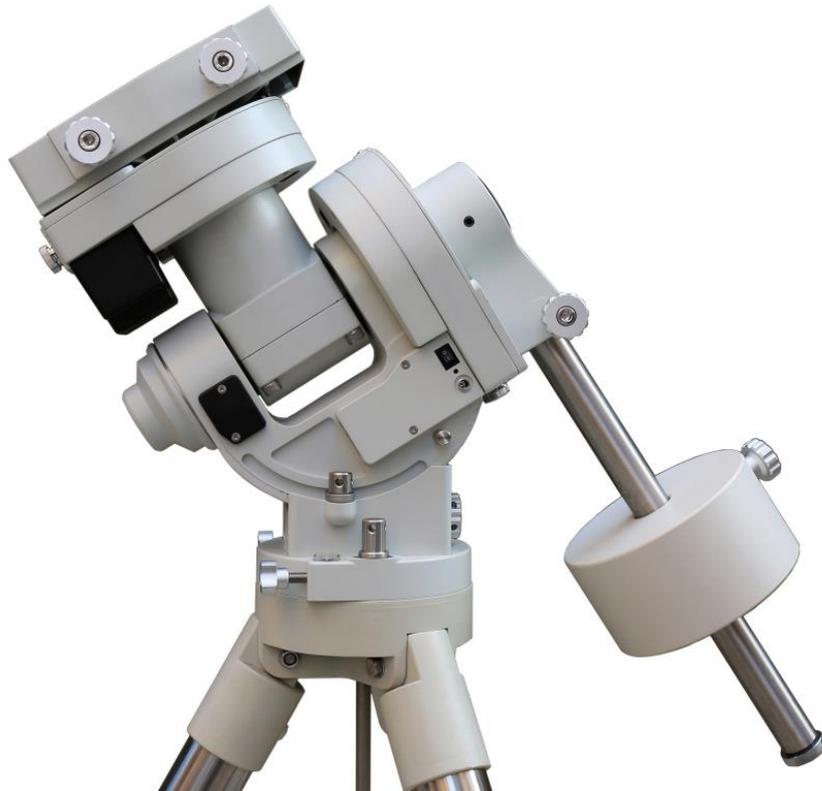


图 1

CEM60 赤道仪是一款最大承重达 27kg 的中型高精度赤道仪，由于自重轻所以便于携带，同时由于载重大也适合小型固定天文台使用。特别适用于天文观测与摄影。它采用大口径整体钢主轴配合大直径精密蜗轮蜗杆和大孔径球轴承，特

有的 U 形赤经座底部为大圆弧面接触双导轨支撑结构和大直径底座，纬度调节采用蜗轮蜗杆结构，因此具有非常优异的刚性和稳定性。经过优化设计该赤道仪自重轻（12.3kg），承重大。蜗轮蜗杆消间隙采用非接触弹力机构，蜗杆与电机的传动为同步皮带，驱动为带 128 细分的步进电机，因此系统回差（backlash）极低（取决于同步皮带的松紧），功耗低力矩大，分辨率高，运转平稳，噪音极低。电机控制器采用 32 位 ARM 系统。跟踪速度有 Solar, Lunar, Sidereal, King, 0.9900x-1.0100x 自定义。CEM60 赤道仪都标配经过精密调校的带水平泡极轴望远镜，与一般德国式赤道仪不同的是 CEM60 赤道仪赤纬轴在任何位置都不会遮挡极轴镜。CEM60 赤道仪燕尾座采用滑块夹紧方式，避免损伤望远镜燕尾。

CEM60 内置 32 通道 GPS 模块，自动接收和设置赤道仪所处位置经纬度和格林威治时间（GMT）。

CEM60 赤道仪特有的自动找零位功能特别适用于远程遥控，即使在掉电的情况下只要上电通过此功能就能自动找到零位。

CEM60 赤道仪还具有多位置 Park 功能，可任意设定。特别适合于固定天文台活动天顶内。

CEM60 赤道仪为了防止望远镜系统电缆的缠绕而装有望远望远镜电缆管理系统，在赤经轴尾部极轴镜旁是电缆输入接口，在燕尾座后端是电缆输出接口（内置 USB HUB,带 4 个 USB 接口，2 个 DC12V 电源输出口，一个 6P6C 口）。

CEM60 赤道仪带自动导星接口（ST - 4），可条亮度暗视野照明接口 Reticle, ioprotron Port 标准接口，串行 RS232 接口。

CEM60-EC 是内置高精度编码器,对周期误差进行实时修正，使其周期误差（PE）小于 0.4 角秒（RMS）。

#8407 控制手柄也采用 32 位 ARM 高性能控制器，大屏幕 8 行 LCD，实时显示赤道仪各种状态数据。控制手柄装有大容量星表数据库(350,000+)，具有极轴校准程序（在没有极轴镜或有遮挡的情况下可校准极轴），具有星体识别功能，带串行 RS232 接口可通过计算机对控制手柄和电机控制板在线升级，兼容 ASCOM 协议，并通过 ASCOM 控制赤道仪。

二. CEM60（CEM60-EC）性能参数

1. 赤道仪类型： 中国式赤道仪(CEM)
2. 最大载重： 27 kg (不包括重锤)
3. 赤道仪本体重： 12.3 kg (不含平衡杆和平衡锤)
4. 结构材料： 全金属结构
5. 纬度调节范围： 0~70° (1.8° /圈，3 角分刻度)
6. 方位调节范围： ±8°
7. 赤经蜗轮： 288 齿 Φ 146 mm (蜗轮蜗杆消间隙，无回差)
8. 赤纬蜗轮： 288 齿 Φ 146 mm (蜗轮蜗杆消间隙，无回差)
9. 周期： 约 300 秒 (5 分钟)
10. 周期误差： +/-5 角秒 (CEM60-EC <0.4 角秒 RMS)
11. 赤经轴： Φ 55 mm 钢
12. 赤纬轴： Φ 55 mm 钢
13. 赤经轴承： Φ 80 mm 球轴承
14. 赤纬轴承： Φ 80 mm 球轴承
15. 平衡杆： Φ 28 x 450 mm 不锈钢 (2 kg)
16. 平衡锤： 9.5 kg (21 lbs)

- | | |
|------------------|-----------------------------------|
| 17. 底座直径: | Φ150 mm |
| 18. 驱动电机: | 1.8° 步进电机 128 细分 |
| 19. 电机分辨率: | 0.06 角秒 (256 PPS) |
| 20. 最大回转速度: | 3.75 ° /秒 (900x) |
| 21. 电 源: | 直流 12V 2A 电源适配器 |
| 22. 功 耗: | 0.4A(跟踪) 0.55A(GOTO) |
| 23. 极 轴 镜: | 约 2 角分, 带暗视野照明 |
| 24. 水 平 指 示: | 水平泡 |
| 25. 燕 尾 座: | 8 寸 (202mm) 滑块式 Losmandy & Vixen |
| 26. 三 脚 架: | 选配 2 寸不锈钢三脚架 (8.5 kg) 或立柱 (10 kg) |
| 27. 星表数据库: | 359, 000+ 星体, 具有星体识别功能 |
| 28. 极 轴 对 准: | 极轴镜或极轴校准程序 |
| 29. 过中天处理: | 停止 (可设过中天 0-15 度), 自动翻转 |
| 30. 零 位 处 理: | 自动找零位 |
| 31. Park 处 理: | 水平, 垂直, 当前位置, 高度方位坐标设定 |
| 32. 导 星 接 口: | ST - 4 |
| 33. 通 讯 接 口: | RS-232 |
| 34. 电 缆 管 理 系 统: | 2 x DC12V(Max 5A) 6P6C 内置 USB HUB |
| 35. PEC : | PPEC (实时 PEC CEM60-EC) |
| 36. GPS : | 内置 GPS 模块 |

三. 使用方法

A. 赤道仪的安装

- 赤道仪要安装在 ioptron 的底座直径 150mm 三脚架或立柱上, 底座安装尺寸(见图 2)。将两个方位固定双头螺杆分别旋入三脚架或立柱的螺孔中 (注意: 间距 130mm), 可用起子或加力杆插入螺杆孔中旋紧。三脚架的摆放位置建议双腿向前。



图 2

- 在将赤道仪从包装箱中取出前, 先将赤经轴离合旋钮逆时针 (Engage) 旋转到底 (因为运输过程中赤经轴处于自由状态), 再按(图 3)所示将赤道仪从包装箱中取出。

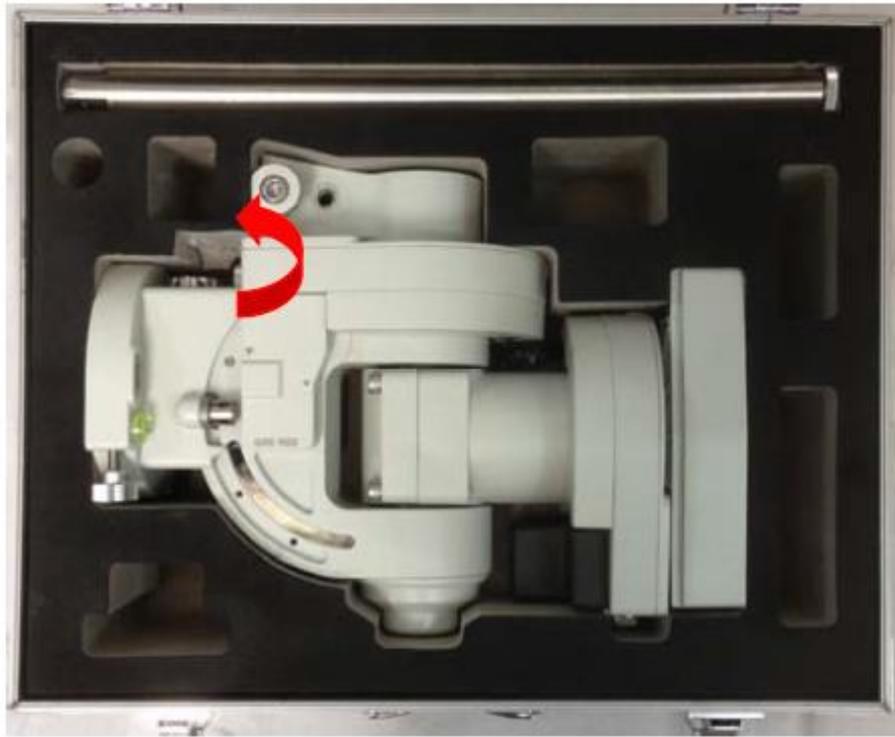


图 3

3. 将赤道仪底座侧面的两个圆弧孔对准三脚架或立柱的双头螺杆平放在三脚架或立柱上，再旋上方位锁紧螺帽，（此时不要旋太紧）。
4. 将平衡杆旋入平衡杆接口中，见(图 4)。

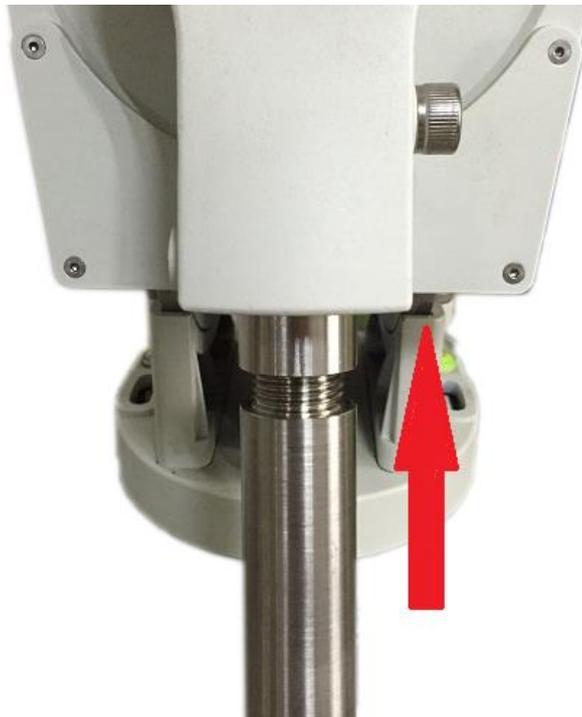


图 4

5. 稍微松开纬度固定旋钮，根据使用者所处地理位置调节纬度调节旋钮，使底座上的指示箭头对准纬度指示牌相应的刻度。将赤道仪前端朝向正北方向（可参考赤道仪底座上指南针）。微调三脚架三条腿的高度使赤道仪底座上的水平泡在中心。

平衡锤和望远镜的安装（注意：一定要先安装平衡锤）

可借助自带工具杆，松开或锁紧旋钮



6. 先将平衡锤压杆插入平衡锤中（小端朝里，）再旋入平衡锤紧固旋钮；
将赤经轴离合旋钮顺时针（Disengage）旋到底，使赤经轴处于可自由旋转状态；
将平衡杆底部保护螺钉旋下，将平衡锤装入平衡杆（平衡锤中心孔大端朝下）并旋紧平衡锤紧固旋钮；
将平衡杆底部保护螺钉旋上，再将平衡锤调到平衡杆底部并旋紧平衡锤紧固旋钮。

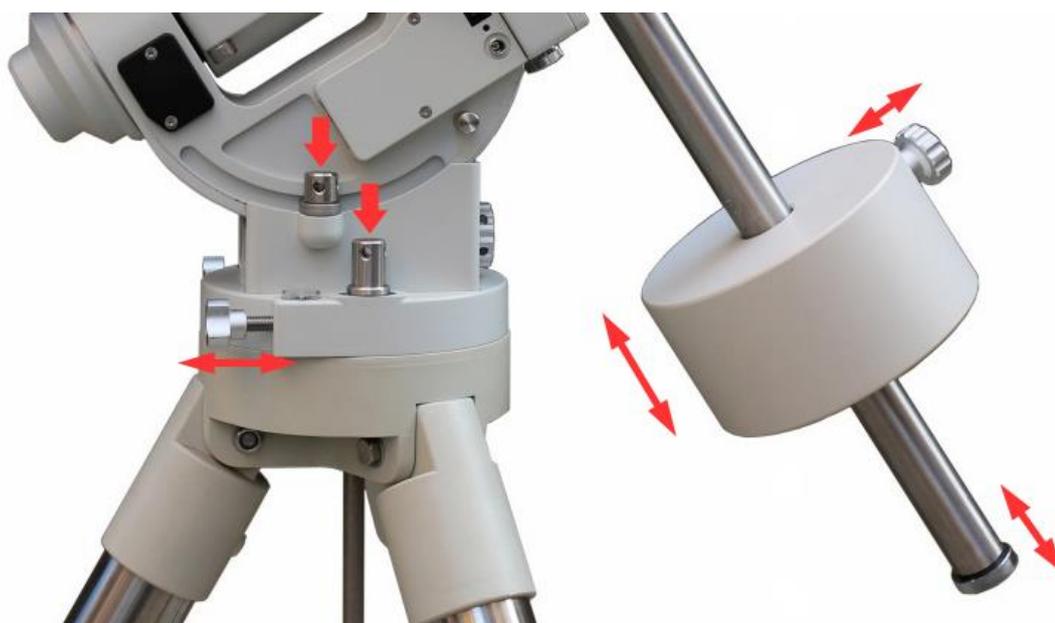


图 5

B. 赤道仪平衡的调整

赤道仪的赤经轴和赤纬轴都应工作在平衡状态，因此要对赤道仪的平衡做调整，调整步骤如下：

1. 在零位（平衡锤在最低位，望远镜指向天极）并且赤经和赤纬离合器在合的状态下，架设好望远镜
 2. 松开离合锁定螺丝（约两圈），至离状态（见图6）；



图 6

注意：由于本赤道仪对平衡极其灵敏，所以松开离合器时请保护好赤道仪和望远镜。

3. 将赤纬轴转到水平位置（图7），调整平衡锤在平衡杆上的位置可使赤经轴达到平衡，调整望远镜在燕尾座前后位置可使赤纬轴达到平衡。
4. 调整完成后将赤经轴和赤纬轴转回零位（平衡锤在最低位，望远镜指向天极），旋转赤经轴和赤纬轴离合旋钮（90度）至合状态，再将离合锁定螺丝旋到底即可。

注意：赤道仪平衡的调整一定要在赤经轴和赤纬轴离合器处在离的状态下进行！！





图 7

C. 赤道仪电缆的连接

1. 将一根两端带有六芯水晶头的直短电缆一端插入赤纬电机座侧面的 RJ-11 插座中，另一端插入赤经座上方的 Dec 端 RJ-11 插座中；
2. 将另一根两端带有六芯水晶头的螺旋电缆一端插入控制手柄的六芯 RJ-11 插座，另一端插入赤经座上方的 HBX 端六芯 RJ-11 插座；
3. 将 12v DC 电源（中心正端）插入赤经座上方的 Power 端，打开电源开关红色指示灯亮。
4. 将另一根两端带有六芯水晶头的螺旋电缆一端插入控制手柄的六芯 RJ-11 插座，另一端插入赤经座上方的 HBX 端六芯 RJ-11 插座；
5. 将 12v DC 电源（中心正端）插入赤经座上方的 Power 端，打开电源开关红色指示灯亮。
6. 若需要极轴照明，将极轴照明电缆一端插入赤经座上方的 Reticle 端，将另一端插入赤纬座底端的插座内（见图 8）。

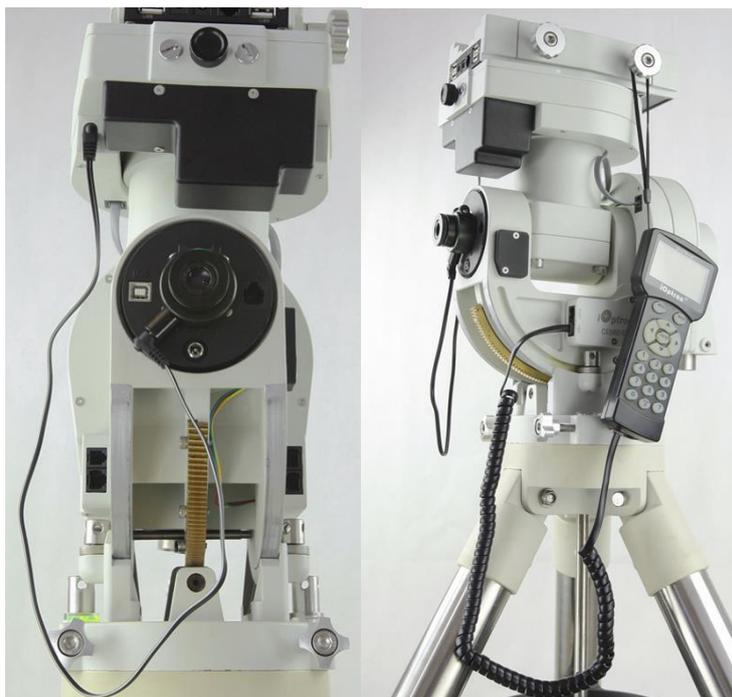


图 8

7. 若需要使用 ST-4 口导星，将 6P6C 六芯导星电缆水晶头插入赤道仪侧面 Guide Port 端六芯 RJ-11 插座，六芯 RJ-11 插座导星口定义见（图 9）。
8. 若需要用计算机控制赤道仪或对赤道仪 Firmware 升级，需将 RS232 串行电缆 4P4C 四芯水晶头插入#8407 控制手柄底部四芯 RJ-11 插座内。

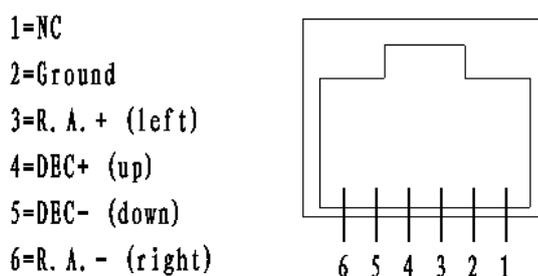


图 9

D. 极轴的调整

稍微松开三脚架底座下中心的上旋钮，调节赤道仪底座两侧的方位调节旋钮可以微调赤道仪（极轴）的方位。稍微松开赤道仪底座两侧的纬度固定螺杆，调节纬度调节旋钮可调节赤道仪（极轴）的高度（俯仰），调节完毕后将三脚架底座下中心的上旋钮和赤道仪底座两侧的纬度固定旋钮旋紧。

E. 快速极轴校准（带极轴镜）

CEM60 提供快速校准极轴的方法，其步骤如下：

1. 打开极轴镜前盖和极轴镜帽并开启电源，如需要照明将极轴照明电缆接好，极轴镜内如（图 10）所示。

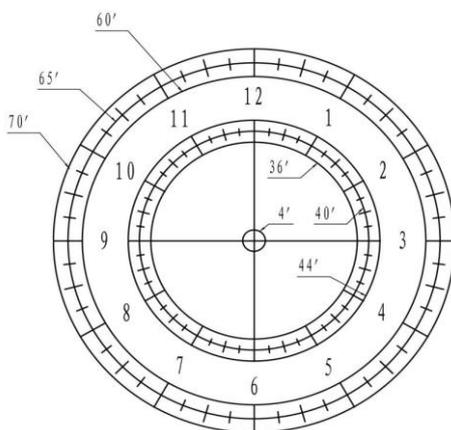


图 10

2. 按控制手柄“MENU”键，选择“Set Up Controller”并确认，再选择“Set Up Time & Site”并确认，设置日期，时间，是/否夏时制，时区（中国

是东 8 区，设 480Min. ahead of UT), 纬度, 经度, 南/北半球。若有 GPS 收到信号后只需设置是/否夏时制, 时区, 南/北半球, 确认后数据将保持以后不需要再设置。

- 按控制手柄“MENU”键, 选择“Align”并确认, 再选择“Pole Star Position”并确认可见北极星位置示意图和位置参数, 见(图 11);
- 根据示意图和位置参数按方法 D 调整极轴使北极星在指定位置。

例如: 时间 2013 年 2 月 15 日 20: 00: 00 地点 (南京) 东经 $118^{\circ}25'30''$ 北纬 $32^{\circ}05'30''$ 480min ahead of UT, 北极星的位置参数是 4h 33.7m 和 40.7m(在南半球屏幕显示 sigma 南极星)。按方法 D.极轴的调整所述通过调整赤道仪的方位和高度(俯仰)将北极星放在控制器屏幕中显示的相同位置即可。

注意: 在盖上极轴镜帽前将极轴镜目镜旋到最里位置!

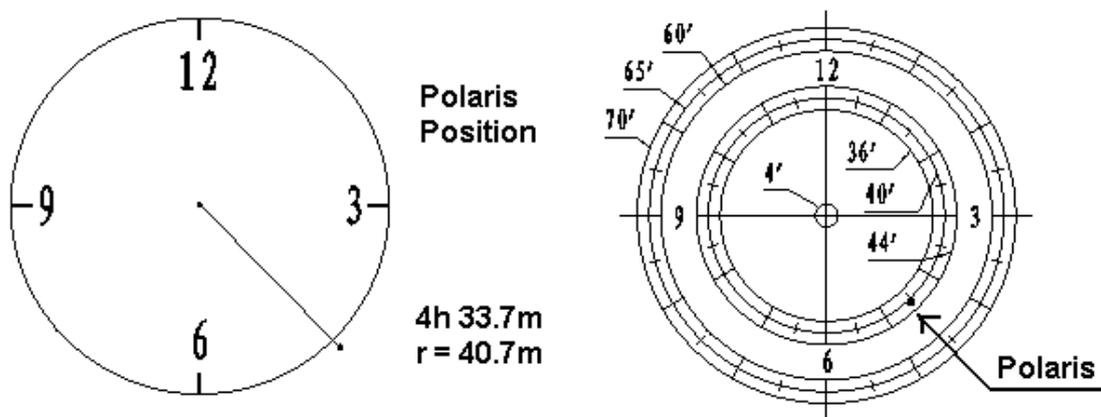


图 11

F. 极轴校准程序方法 (无极轴镜或无法看到北极星)

CEM60 赤道仪对无极轴镜或无法看到北极星的情况下, 可通过极轴校准程序校准极轴。具体步骤如下:

- 将赤道仪平衡调好, 望远镜光轴要校准与极轴平行, 目镜最好带十字架丝, 寻星镜光轴调整与望远镜光轴平行, 赤经轴与赤纬轴回差(backlash)设置正确。赤道仪处于零位。
- 开启电源, 按控制手柄“MENU”键, 选择“Align”并确认, 再选择“Polar Align”并确认, 屏幕显示出几个靠近子午线的亮星以及方位和高度(俯仰)坐标, 选择一合适目标星 A (可观测到无遮挡) 并确认, 望远镜将 GOTO 到目标星 A, 按屏幕上提示手动调节纬度调节旋钮(俯仰)和按“◀”, “▶”键(按“▲”, “▼”键不起作用), 将目标星 A 移动到寻星镜视场中央, 再细调到望远镜视场中央并确认, 屏幕显示出几个靠近地平线的亮星以及方位和高度(俯仰)坐标, 选择一合适目标星 B (可观测到无遮挡) B 并确认, 望远镜将 GOTO 到目标星 B, 按屏幕上提示手动调节方位调节

旋钮和按“◀”，“▶”键（按“▲”，“▼”键不起作用），将目标星 B 移动到寻星镜视场中央，再细调到望远镜视场中央并确认。

3. 望远镜将再次 GOTO 到目标星 A，重复步骤 2 直到误差不再减小为止。在校准过程中可按“BACK”键退出校准程序。

G. 控制手柄的使用



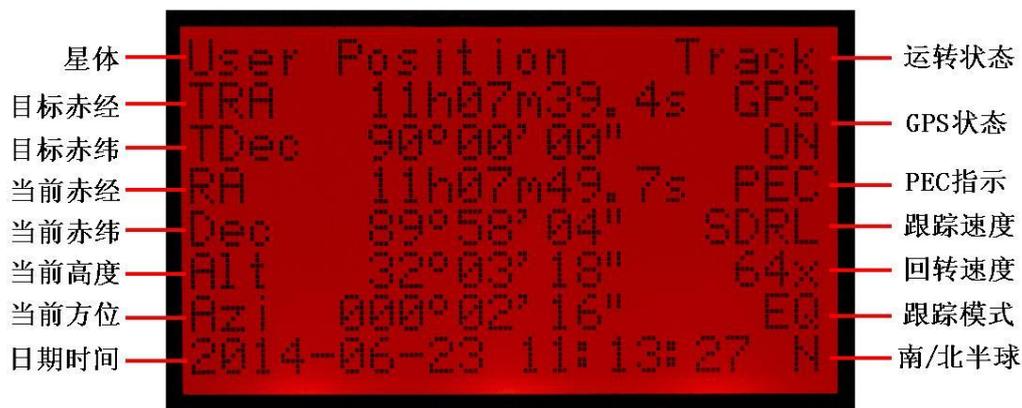


图 12

CEM60 的控制手柄 (#8407) 正面是 LCD 显示屏和控制按键 (图 12), 底部有连接插座。

LCD 显示屏能显示 4 行每行 21 个英文字符。

按键有功能键, 方向键, 数字键。

功能键有 MENU 键, BACK 键, ENTER 键, ? 键。

MENU 键: 进入菜单选择需要的操作;

BACK 键: 退出或返回上一级菜单;

ENTER 键: 选定或进入下一级菜单;

? 键: 星体搜索确认。

方向键有 “▲” 键 (赤纬+), “▼” 键 (赤纬-), “◀” 键 (赤经+), “▶” 键 (赤经-)。

方向键可控制赤经赤纬轴的运动, 运动的速度可直接按数字键选择。进入菜单后方向键起换行和移位的功能, 长按有滚动功能。

数字键 1-9 除了起输入数字的作用外, 还可直接选择手动回转的速度, 1-9 分别代表 1x, 2x, 8x, 16x, 64x, 128x, 256x, 512x, MAX, 数字键 0 还具有 “跟踪/停止” 功能键作用。

具体步骤如下:

1. 开机 打开电源开关屏幕显示 logo, 然后进入主显示页面, 在无遮挡的情况下约一分多钟 GPS 完成定位屏幕显示 GPS OK。开机后控制手柄默认望远镜在零位。

2. 设置 按 “MENU” 键进入菜单, 选择 “设置控制器” 并确认。

选择 “Set Up Time & Site” 并确认, 设定当地日期和时间(也可等待 GPS OK), 设置是/否夏时制, 设置时区 (注意当 GPS OK 时会自动修正之前人工设定值, 夏时制或时区设置错误只影响主显示页面显示错误而赤道仪仍正常工作), 设置观测地的经纬度, 并选择北/南半球 (根据赤道仪极轴的方向设置北/南半球, 极轴指向北设置北半球, 极轴指向南设置南半球), 断电记忆保持设置;

选择 “Set Display & Beep” 并确认, 可设置 LCD 屏的显示对比度和背光亮度, 也可设置键盘的背光亮度和蜂鸣器开与关, 断电记忆保持设置;

选择 “Set Anti-backlash” 并确认, 可设置赤经轴和赤纬轴的回差 (一个单位约等于 0.14 角秒), 断电记忆保持设置;

选择“Meridian Treatment”并确认，可设置过子午线自动停止或自动翻转或继续跟踪，断电记忆保持设置；

选择“Set Polar Light”并确认，可设置极轴镜或导星目镜的照明亮度，断电记忆保持设置；

选择“Firmware Information”并确认，可查看手柄，赤经和赤纬板版本号；

选择“GPS Status”并确认，可查看 GPS 状态；

选择“Upgrade RA & DEC”并确认，可升级赤经和赤纬驱动板，Password 是 9999；

3. 校准 按“MENU”键进入菜单，选择“Align”并确认。可以根据需要选择“Polar Align”，“Solarsys Align”，“One Star Align”，“Multi-Star Align”等，对准时根据屏幕提示完成相应的操作。在“对准 Align”菜单内可随时显示极星在极轴镜中的位置。
4. 自动寻星 按“MENU”键进入菜单，选择“Select and Slew”并确认，可选择太阳系，深空星体，恒星（Stars），星座（Constellations），慧星（Comets），小行星（Asteroids），自定义星表，也可以直接输入 R.A.和 DEC 坐标值。选定目标后并确认望远镜自动转向目标并跟踪。
5. 同步到目标星 该操作适用于寻找较暗的星体和星云。先 GOTO 到较暗星体附近的一亮星体，若该亮星体不在视场中央就按“MENU”键进入菜单，选择“Sync. to Target”并确认，根据屏幕提示将该亮星移至视场中央并确认，再 GOTO 到较暗星体就可以很准确。
6. 自动导星 在自动导星前要尽量校准极轴，按“MENU”键进入菜单，选择“Set Guide Rate”并确认。根据需要选择适当的叠加导星速度，叠加导星速度可在 0.20x-1.00x 范围之间任意设定（默认值是 0.50x）。
7. 周期误差校正（PEC） 所有采用蜗轮蜗杆传动并在主轴上未装有精密编码器的赤道仪都存在周期误差（这里的周期误差是指赤经蜗杆转动一圈，赤经蜗轮转动一个齿的周期内赤经轴转动速度的不均匀性）。对于需要长时间曝光，且是极轴对的非常准并盲跟的状态才需要 PEC。在启用 PEC 之前需要记录 PEC。使赤道仪处于自动导星状态，然后按“MENU”键进入菜单，选择“PEC Option”并确认，再选择“Record PEC”并确认，记录开始并计时约 600 秒（一个周期）后完成记录。如需启用 PEC，选择“PEC Playback On”并确认即可。掉电后若需要 PEC 要重新做“Record PEC”。
8. 自定义星表 按“MENU”键进入菜单，选择“Set User Objects”并确认可添加，浏览，删除自定义星数据。
9. 望远镜归零 按“MENU”键进入菜单，选择“To Zero Position”并确认，望远镜自动回转零位。

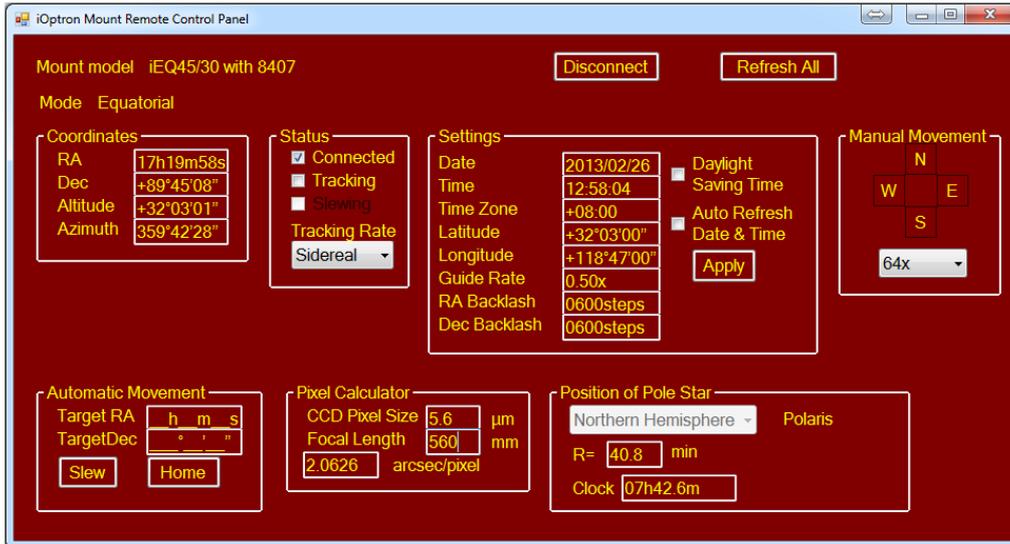


图 13

零位：零位是指平衡锤在最低位置，望远镜在最高位置并平行于极轴。
方位零度（起始点）定义：正北方向是方位零度。

星表数据库：

星表数据库：

- | | | |
|---------|----------|-----------|
| 1. 太阳系 | | 9 |
| 2. 深空星体 | 命名星体 | 60 |
| | 梅氏星体 | 110 |
| | NGC+IC | 7840+5386 |
| | UGC | 12921 |
| | MCG | 30642 |
| | Caldwell | 109 |
| | Abell | 4076 |
| | Herschel | 400 |
| 3. 恒星 | 命名星体 | 195 |
| | 双星 | 210 |
| | GCVS | 38528 |
| | SAO | 258997 |
| 4. 星座 | | 88 |
| 5. 彗星 | | 15 |
| 6. 小行星 | | 116 |
| 7. 自定义 | | 60 |

本公司保留在不通知客户的情况下更改此说明书的权利。