



SSAA天文探索

SSAA ASTRONOMICAL EXPLORATION

主 编 ○ 黄建伟



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS



SSAA天文探索

SSAA *ASTRONOMICAL EXPLORATION*

主 编 © 黄建伟



暨南大學出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

SSAA 天文探索/黄建伟主编. —广州: 暨南大学出版社, 2015. 7
ISBN 978 - 7 - 5668 - 1572 - 9

I. ①S… II. ①黄… III. ①天文学—普及读物 IV. ①P1 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 168928 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学
电 话: 总编室 (8620) 85221601
营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)
传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)
邮 编: 510630
网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州联图广告有限公司
印 刷: 广东广州日报传媒股份有限公司印务分公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16
印 张: 13.375
字 数: 334 千
版 次: 2015 年 7 月第 1 版
印 次: 2015 年 7 月第 1 次

定 价: 29.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

序 言

每次参加有关中小学天文科普的活动，无论是各级各类比赛（省天文奥赛、全国天文奥赛、国际天文奥赛），还是各种天文实践活动（路边天文活动、特殊天象观测活动），经常听到广东实验中学天文社（SSAA）。当看完 SSAA 成员用心血铸就的《SSAA 天文探索》时，我更能感受到 SSAA 的魅力与影响！

翻开《SSAA 天文探索》，社团文化气息扑面而来，不论是理论学习篇，还是省实天文观测篇，以及天文之星篇等，都体现出优秀的精神文化。

理论学习部分，涵盖了基础天文学，内容上虽略显稚嫩，却是 SSAA 骨干成员多年的学习经验总结，适用于初学天文爱好者。这不仅为以后的 SSAA 学员在探索天文学之路上留下了一笔不可多得的财富，也为其他天文学爱好者提供了典范，传承了科学精神。

观测部分，是指导老师的心血之作，体现着天文指导老师如何组织学生参加天文观测活动，如何去激发和提高学生对天文的学习兴趣，让学生在天文之路上走得更远、更好。正是他们的滴滴汗水，SSAA 学员才能在各级各类天文赛场上摘金夺银。看完 SSAA 学子写的理想、亲身经历，我从心底为他们的经历和成绩喝彩。

面对繁重的学习任务，SSAA 天文爱好者能保持这样一份对星空的好奇与热爱，对科学的追求与探索是多么难能可贵！“仰望星空，脚踏实地”是他们的真实写照。希望 SSAA 学员能在他们指导老师的引领下，在天文之路上不断创造新的辉煌。我希望《SSAA 天文探索》为其他天文社团起到示范和引领作用，共同为我国天文事业的繁荣作出贡献，为我们头顶的这片星空添上一抹绚丽的色彩。

广东省天文学会会长
广州大学物理与工程学院院长



2015 年 5 月



序 言	1
-----------	---

理论学习篇

1 四季星空	2
1.1 天体的距离 /2	
1.1.1 天文单位 (AU) /2	
1.1.2 光 年 (l. y.) /2	
1.1.3 秒差距 (pc) /2	
1.2 天体的周日视运动 /2	
1.2.1 在南、北极观察天体的周日视运动 /3	
1.2.2 在赤道地区观察天体的周日视运动 /3	
1.2.3 在两极和赤道之间的地区观察天体的周日视运动 /3	
1.2.4 天体中天和永不升落的天体 /3	
1.3 太阳的周年视运动 /4	
1.3.1 四季星空的变化 /4	
1.3.2 太阳周年视运动中黄经的变化 /5	
1.3.3 春分点和秋分点 /6	
1.3.4 不同纬度处太阳视运动的轨迹 /6	
1.3.5 日地距离与四季冷暖变化的原因 /7	
1.4 利用北斗七星、仙后座找北极星 /7	
1.5 天球上的天体距离 /7	
1.6 认识星空 /8	
1.6.1 春季星空 /8	
1.6.2 夏季星空 /9	
1.6.3 秋季星空 /10	
1.6.4 冬季星空 /11	
1.6.5 梅西耶天体 /12	

1.6.6 晨昏蒙影 (了解)	/12
1.7 星图的使用	/13
1.8 星座与星名	/13
2 天球坐标系	14
2.1 序 言	/14
2.2 两种常用的坐标系	/14
2.2.1 地平坐标系	/14
2.2.2 赤道坐标系	/15
2.3 另外一种坐标系	/16
2.4 二分点及恒星时	/18
2.4.1 二分点	/18
2.4.2 恒星时	/19
2.5 黄道坐标系 (了解)	/21
2.5.1 基本圈和基本点	/21
2.5.2 黄经 (λ)	/21
2.5.3 黄纬 (β)	/21
2.5.4 各坐标系极点所在星座	/21
3 光学天文望远镜的使用与观测	22
3.1 光学天文望远镜介绍	/22
3.1.1 折射望远镜	/22
3.1.2 反射望远镜	/23
3.1.3 折反射望远镜	/23
3.2 望远镜支架装置	/24
3.3 望远镜目镜配置 (选学)	/25
3.3.1 目镜性能参数	/25
3.3.2 目镜类型与使用方法	/25
3.4 天文望远镜光学性能参数	/26
3.5 光学设计像差	/26
4 大型天文望远镜与人造卫星	28
4.1 大型天文望远镜	/28
4.1.1 光学望远镜	/28
4.1.2 射电望远镜	/29

4.1.3 空间望远镜	/30
4.2 人造卫星探索	/32
5 地月系	34
5.1 地月系的绕转	/34
5.1.1 轨道	/34
5.1.2 周期	/34
5.1.3 同步自转	/35
5.2 月相	/35
5.2.1 月相的成因	/35
5.2.2 月球对于太阳的相对运动	/36
5.3 日食和月食	/36
5.3.1 日月食的成因	/36
5.3.2 交食的条件	/37
5.3.3 日月食的种类	/38
5.3.4 日月食的过程	/39
5.3.5 食限和食季	/40
5.3.6 交食的概率	/42
5.3.7 日月食的周期	/43
5.4 天文潮汐 (选学)	/43
6 太阳系	45
6.1 太阳	/45
6.1.1 太阳的基本结构	/45
6.1.2 太阳的基本参数	/45
6.1.3 太阳的大气层	/45
6.1.4 太阳的发光原理	/47
6.2 太阳系行星运动	/47
6.2.1 行星的分类	/47
6.2.2 经典行星的共同特点	/48
6.2.3 行星的运动	/48
6.3 太阳系天体介绍	/51
6.3.1 经典行星	/51
6.3.2 矮行星	/54
6.3.3 太阳系小天体	/54

7 恒星的分类与演化	57
7.1 恒星的分类 /57	
7.1.1 光谱分类 /57	
7.1.2 恒星的光谱光度图——赫罗图 (H-R 图) /57	
7.1.3 恒星的体积与质量 /58	
7.1.4 双星、聚星 /58	
7.1.5 变 星 /59	
7.2 恒星的演化 /60	
8 星系的分类与演化	62
8.1 星系的分类 /62	
8.1.1 椭圆星系 /62	
8.1.2 旋涡星系 /62	
8.1.3 棒旋星系 /63	
8.1.4 不规则星系 /63	
8.2 星系团 (星系群) 和超星系团 /63	
8.2.1 星系集团的分类 /63	
8.2.2 本星系群与本超星系团 /63	
8.3 银河系 /64	
8.4 星系的演化 /64	
8.4.1 星系诞生理论 /64	
8.4.2 星系演化理论 /64	
8.5 活动星系 /64	
8.5.1 射电星系 /65	
8.5.2 爆发星系 /65	
8.5.3 赛佛特星系 /65	
8.5.4 蝎虎座 BL 型天体 /65	
8.5.5 互扰星系 /65	
9 万有引力定律与开普勒三定律 /66	
9.1 圆周运动	66
9.1.1 弧度制 /66	
9.1.2 匀速圆周运动 /66	
9.2 万有引力定律 /67	

9.2.1	万有引力定律公式 /67	
9.2.2	由万有引力提供向心力的圆周运动 /68	
9.3	开普勒三定律 /68	
9.4	第一宇宙速度与人造卫星 /69	
9.4.1	第一宇宙速度 /69	
9.4.2	有关人造卫星的一些结论 /69	
10	天体的距离和光度	70
10.1	天文学的距离尺度 /70	
10.2	天体的亮度和光度 /72	
10.3	星际消光与红化 /74	
11	宇宙学	76
11.1	宇宙史 /76	
11.2	星际介质 /76	
11.3	暗物质与暗能量 /77	
11.4	星系红移和哈勃常数 /77	
12	历法与节气	78
12.1	儒略历 /78	
12.2	格里历 /78	
12.3	中国农历 /78	
12.4	二十四节气 /79	
12.5	儒略日 /80	
12.6	干支纪年 /80	
13	天文学史	81
13.1	起 源 /81	
13.2	发 展 /81	
13.3	今 天 /82	
14	重要参考数据	84
14.1	全天 88 星座 /84	
14.2	全天 30 亮星 /87	
14.3	常见流星群母体彗星/小行星 /88	
14.4	12 个最亮的球状星团 /88	
14.5	10 个大范围的弥漫星云 /89	

- 14.6 21 个最亮的河外星系 /90
- 14.7 梅西耶天体 /91
- 14.8 日食 (2015—2060 年) /95
- 14.9 月食 (2000—2019 年) /99
- 14.10 重要公式与常数 /100
 - 14.10.1 物理常数 (约数) /100
 - 14.10.2 提丢斯—波得定则 /100
 - 14.10.3 开普勒三大定律 /100
 - 14.10.4 万有引力定律 /100
 - 14.10.5 望远镜 /100
 - 14.10.6 星等换算 /101
 - 14.10.7 会合周期 /101
 - 14.10.8 天球坐标 /101
 - 14.10.9 数学计算 /102
 - 14.10.10 光度公式 /102
- 14.11 月 相 /102
- 14.12 天文符号 /103
- 14.13 CGS 制与 SI 制换算 /103
- 14.14 希腊字母 /104
- 14.15 天文学数据与物理学常数 /105
- 14.16 太阳数据与月球数据 /106
- 14.17 地球一般数据 /106
- 14.18 银河系数据 /107
- 14.19 二体运动 /107
- 14.20 二体运动的轨道和相应条件 /107
 - 14.20.1 第一宇宙速度 (最低环绕速度) /107
 - 14.20.2 轨道形状与能量 /108
- 14.21 恒星演化 /109
- 14.22 爱丁顿光度 /111
- 14.23 S-过程与 R-过程 /111

省实天文观测篇

1 开学招新观测	114
1.1 目 的 /114	
1.2 步 骤 /114	
1.2.1 查天气、定观测时间 /114	
1.2.2 定观测内容 /114	
1.2.3 定观测地点 /114	
1.2.4 定负责人 /115	
1.2.5 准备器材 /116	
1.2.6 观 测 /117	
附件1 招新报名表 /118	
附件2 招新试题 /119	
1.3 案例——太阳黑子观测 /122	
1.3.1 观测太阳黑子必需的物品 /122	
1.3.2 观测方法指导 /123	
1.3.3 观测太阳的时间与地点的选择 /124	
1.3.4 太阳观测注意事项 /124	
1.3.5 实地观测 /124	
2 兴趣提高观测（校园路边天文观测）	126
2.1 目 的 /126	
2.2 步 骤 /126	
2.2.1 定方位 /126	
2.2.2 定时间 /126	
2.2.3 定地点 /126	
2.2.4 定目标 /126	
2.3 案例——月球的目视观测 /126	
2.3.1 月球概述 /127	
2.3.2 观测指导 /127	
2.3.3 观测方法介绍——目视观测和照相观测 /127	
2.3.4 实地观测 /128	

3 常规野外观测	130
3.1 目的 /130	
3.2 步骤 /130	
3.2.1 定地点 /130	
3.2.2 查天气 /130	
3.2.3 定观测内容 /130	
3.2.4 定参加的人数 /130	
3.2.5 定负责人 /130	
3.2.6 向学校递交申请（后附申请书） /130	
3.2.7 召开负责人会议 /130	
3.2.8 准备器材 /131	
3.2.9 后勤准备 /131	
3.2.10 观测 /131	
3.3 观测总结 /131	
3.4 案例——流星雨观测 /131	
3.4.1 流星雨概述 /131	
3.4.2 观测指导 /132	
3.4.3 观测流星雨的注意事项 /132	
3.4.4 实地观测（肇庆双子座流星雨观测） /132	
附件1 /135	
附件2 /135	
4 竞赛观测	136
4.1 目的 /136	
4.2 观测内容 /136	
4.3 观测地点 /136	
4.4 观测人数 /136	
4.5 观测形式（肉眼观测） /136	
4.6 案例——竞赛模拟观测（行星观测） /136	
4.6.1 行星概况 /136	
4.6.2 行星观测 /137	
4.6.3 案例——竞赛实地观测 /138	

SSAA 天文之星篇

1 广东实验中学天文社 (SSAA) 简介	142
1.1 历史悠久, 成绩辉煌 /142	
1.2 活动丰富, 资源充足 /142	
1.3 交流宽广, 走向世界 /143	
1.4 优秀的辅导老师队伍 /143	
1.5 结构严密, 分工明确 /143	
1.5.1 社长 /143	
1.5.2 副社长 /143	
1.5.3 学术部 /143	
1.5.4 组织部 /143	
1.5.5 内务部 /144	
1.5.6 宣传部 /144	
1.6 薪火相传、同伴互助的精神传承, 文化氛围浓厚 /144	
2 SSAA 天文之星	145
袁凤芳 /145	
冯铭斌 /145	
许之骥 /146	
马皓南 /146	
张纪元 /148	
廖智昊 /149	
詹筑畅 /149	
简明杰 /151	
储岸均 /153	
林琛尧 /153	
黄伟庭 /154	
李恩亮 /154	
林诗韵 /155	
邓淇升 /157	
洪巽阳 /159	

摘要篇

- 梦醒时分——致无法忘怀的 2014 CNAO /164
- 寻梦之旅 /173
- 仰望星空，脚踏实地——记 2014 年全国天文奥赛 /176
- 永不及的梦 /177
- 追星嘉年华——2014 北京全国中学生天文奥赛总决赛纪事 /179
- 记属于兴隆的一小时 /183
- 科学梦飞扬——2013 科学营天文专题营活动感想 /185
- 不一样的夏天 /186
- 天文社工作总结 /187

竞赛获奖篇

- 省赛成绩：全省之首 /190
- 国赛成绩：全国独占鳌头 /190
- 国际赛：享誉全球 /192

常用星空软件推荐篇

- Sky Guide /194
- 谷歌天空地图 (Google Sky Map) /194
- Star Chart /194
- Star Walk /194
- Star Walk 2 /194
- Solar Walk /195
- Starry Night /195
- Stellarium Mobile /195
- 移动天文台 (Mobile Observatory Pro) /195
- 星空浏览器 3 (SkySafari 3) /196
- 星空摄影 /196
- 旋涡天文馆 (Vortex Planetarium) /196
- 探索宇宙 (SkySafari Pro) /196



理论学习篇

本篇共有 14 章，全部是 SSAA 骨干多年的学习经验总结，主要针对各类天文竞赛，也是学校天文校本授课内容。打开理论学习篇，您就进入了天文学的大门，祝您学习愉快，收获良多！



1

四季星空

1.1 天体的距离

1.1.1 天文单位 (AU)

1 天文单位 = 149 597 870 700 米, 表示地球到太阳的平均距离, 计算时多简化为 1 天文单位 = 1.5 亿千米, 多用于太阳系内, 如木星到太阳的距离约为 5.2 天文单位。

1.1.2 光年 (l.y.)

1 光年 = 63 239.8 天文单位 $\approx$ 9.46 万亿千米, 表示光在 1 个儒略年 (365.25 日) 的时间里行走的直线距离, 多用于衡量恒星间的距离, 如距太阳最近的恒星比邻星与太阳的距离为 4.22 光年。

1.1.3 秒差距 (pc)

1 秒差距 = 206 265 天文单位, 表示周年视差为 1 角秒的恒星与地球的距离。具体测量方法见图 1-1。

以日地平均距离 (一个天文单位) 为底边所对应的三角形内角称为视差角。当这个角的大小为 1 角秒时, 这个三角形 (由于 1 角秒所对应的两条边的长度差异完全可以忽略, 因此, 这个三角形可以想象成直角三角形, 也可以想象成等腰三角形) 的一条边的长度 (地球到这个恒星的距离) 就称为 1 秒差距。

$$1 \text{ pc} = 1 \text{ AU} / \tan 1''$$

1.2 天体的周日视运动

根据相对运动原理, 虽然地球自西向东自转, 但是人们无法感知是地球在运动, 因为他们只能看到所有天体都围绕着天轴 (地球自转轴的延伸) 自东向西运动, 24 小时运转一周, 这就叫天体的周日视运动。所有的天体都参与这一运动, 沿着与赤道平行的小圆绕天极旋转, 只有赤道上的天体才沿赤道作大圆运动。南北两极不参与周日视运动。

站在地球不同纬度处的观测者, 所见天体的升、落情况有所不同, 这是因为不同纬度地区天极的高度不同 (图 1-2 为北极星附近的星围绕天极的周日视运动)。

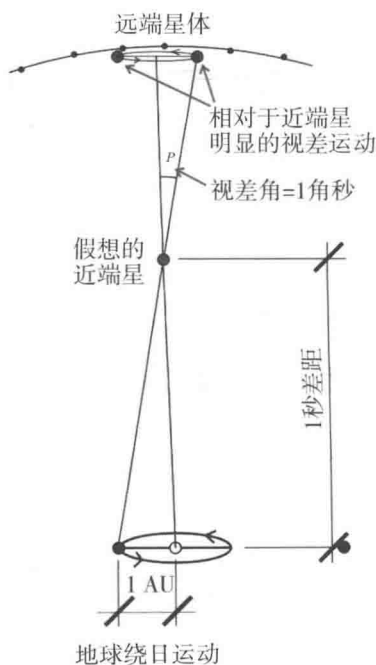


图 1-1 秒差距的定义

1.2.1 在南、北极观察天体的周日视运动

在地球的北极或南极（地理纬度 $\Phi = \pm 90^\circ$ ），人们看到的天体都平行于地平圈运动，看不到升落的情况，如图 1-2 所示，在北极地区只能看到北半天球的星，永远看不到南半天球的星，而在南极地区只能看到南半天球的星，永远看不到北半天球的星。在两极，半年是白天，半年是黑夜。在北极地区，从春分到秋分看到太阳每天以不同的高度围着观测者转，永远不落，半年都是白天；从秋分到春分，太阳永不上升，半年的黑夜，北极星高悬天顶，其他星都围绕着头轴转圈，永不下落。而在南极地区，从春分到秋分，半年都是黑夜；从秋分到春分，半年内太阳永不下落，都是白昼。



图 1-2 在地球北极所见的恒星周日视运动

1.2.2 在赤道地区观察天体的周日视运动

地球赤道地区（地理纬度 $\Phi = 0^\circ$ ）的观测者所看到的场景是所有天体都垂直于地平面作圆周运动，如图 1-3 所示。这个地区，在春分日和秋分日中午时刻太阳在天顶，是真正的“太阳当头照，立竿不见影”。

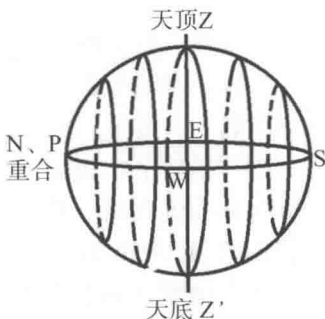
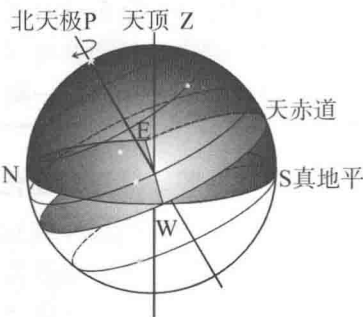


图 1-3 在赤道地区天体的周日视运动

1.2.3 在两极和赤道之间的地区观察天体的周日视运动

在两极和赤道之间的地区（地理纬度 $0^\circ < \Phi < +90^\circ$ 或 $0^\circ > \Phi > -90^\circ$ ），例如在北极和赤道之间的地区，可看到全部北半球的天体及部分南半球的天体，如图 1-4 所示，地理纬度越高，天极离地面越高，可看到的南半天球的天体就越少。例如在北京，北极星的高度约 40° ，那些赤纬（天体的赤道坐标）大于或等于 50° 的天体永不下落到地平以下，而一部分南半天球的天体（赤纬小于 -50° ）则永远看不到。所以在广州夜晚可看到老人星，而在北京就看不到。



1.2.4 天体中天和永不升落的天体

天球上通过天极与天顶的大圆称为子午圈，刚好通过正南正北方向。天体周日视运动通过子午圈称为天体中天，离天顶近的一次（常在地平线之上）称为上中天，离天顶远的一次（有时在地平线以下）称为下中天。天体升起时高度为 0，然后高度不断增加，上中天时达到最大值，上中天后高度逐渐降低，落入地平线时又降为 0。下中天是天体高度取最小值的时候。上中天时，天体的高度 h 、赤纬 δ 和地理纬度 Φ 之间满足关系：