第4卷 第1期 空间科学学报 Vol. 4, No.1
1984 年 1 月 CHINESE JOURNAL OF SPACE SCIENCE Jan., 1984

·研究简讯·

星图仪数据的处理及其进一步应用

裴 云 天
（中国科学院上海技术物理研究所）

本文简述了星图仪数据处理的过程，并对如何进一步应用这些数据进行了探讨．我们知道，当星图仪对有一定亮度的恒星进行巡天扫描时，可获得一系列的时间信息量．当建立“卫星坐标系”，即以卫星自旋轴为坐标系的极，以垂直于自旋轴的平面为坐标系的基本平面时，则可以通过这些时间信息量，求得所扫到的恒星在“卫星坐标系”中的经纬度[1-3]．

当卫星自旋轴方向为已知时，可把实测求得的卫星坐标转换为赤道坐标．然后将它与一定亮度的恒星（这由星图仪所取的星等阈值所决定[4]）坐标比较，即可识别扫到的恒星，从而进一步求得卫星的姿态．一旦扫到的恒星被识别后，通过进一步计算，还能得出卫星自旋轴的精确指向[3]．

由此可知，只有知道每一瞬时的卫星自旋轴指向，才能识别扫到的恒星．通常卫星自旋轴指向由其它姿态敏感器保证，一旦其它姿态敏感器失灵，使卫星自旋轴指向不明，但卫星姿态仍处于可控且自旋稳定状态，星图仪仍可正常工作．本文要讨论的问题是此时能否继续从星图仪获得的数据信息中判别被扫到的恒星，再进一步求得卫星的自旋轴指向．

一、基本设想

在天球中，不论取什么球面坐标系，过任意二点作大圆圆弧是唯一的（规定圆弧小于π）．假定我们取目视星等 3.5 等星为星等阈值时[4]，在天球中共有 248 颗目标星（行星除外）．则共可求得 $C_{248}^{2} = 30628$ 根大圆弧长．

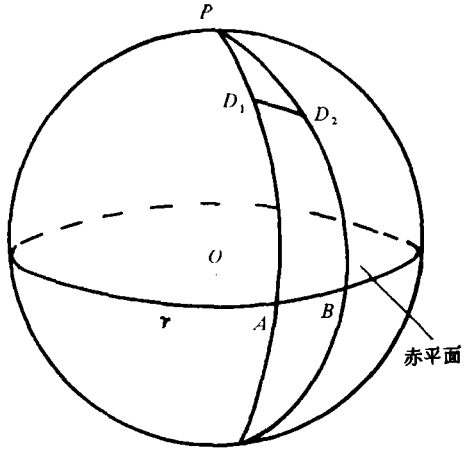
设任意二颗星 D_1 及 D_2 的赤道坐标分别为 (δ_1, α_1) 和 (δ_2, α_2)，其中 δ 为赤纬，α 为赤经．从图 1 中即可求得过 D_1、D_2 作的大圆弧长为：

$$\cos\widehat{D_1D_2} = \sin\delta_1\sin\delta_2 + \cos\delta_1\cos\delta_2\cos(\alpha_2 - \alpha_1). \qquad (1)$$

另外，得到星图仪所获得的时间信息量后，仍可求出任意二颗相邻扫到的恒星在“卫星坐标系”中的坐标．

当星图仪的调制器取为N形狭缝时，可得二颗星的星纬和星经差分别为[3]

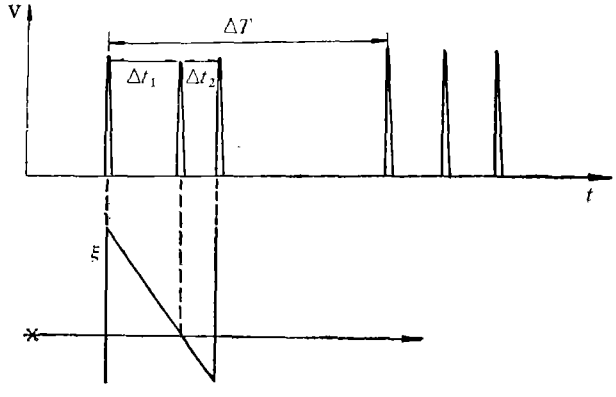
本文于 1983 年 2 月 28 日收到．



图中 P 为北极，Υ 为春分点

图 1

Fig. 1



图中＊表示目标

图 2

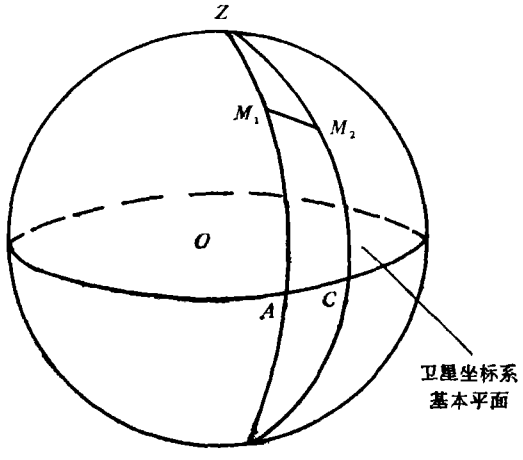
Fig. 2

$$\begin{cases}\theta = \dfrac{\omega}{2}(\Delta t_2 - \Delta t_1)\mathrm{ctg}\xi, \\ \Delta\phi = \omega\Delta T.\end{cases} \tag{2}$$

其中 ω 为卫星自旋角速度，见图 2. 过这二颗相邻扫到的恒星 M_1、M_2 作大圆弧长，则由图 3 可求得

$$\cos\widehat{M_1M_2} = \sin\theta_1\sin\theta_2 + \cos\theta_1\cos\theta_2\cos\Delta\phi. \tag{3}$$

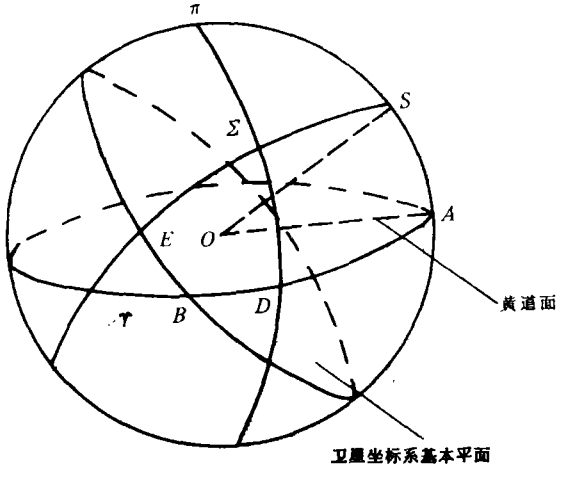
当任取一个扫描环带时，设共扫到 n 颗星 M_1、M_2、$\cdots M_n$，则可根据星图仪获得的时间信息量求出共 $n-1$ 根大圆弧长 $\widehat{M_1M_2}$、$\widehat{M_1M_3}$、$\cdots\widehat{M_1M_n}$，再将这些大圆弧长与公式 (1) 求得的 30628 根大圆弧长作比较，则可识别这一环带扫到的 n 颗星. 只要环带



图中 Z 为自旋轴指向

图 3

Fig. 3



图中 π 为黄极，S 为自旋轴

图 4

Fig. 4

内有二颗以上星被识别，即可得知卫星自旋轴方向.

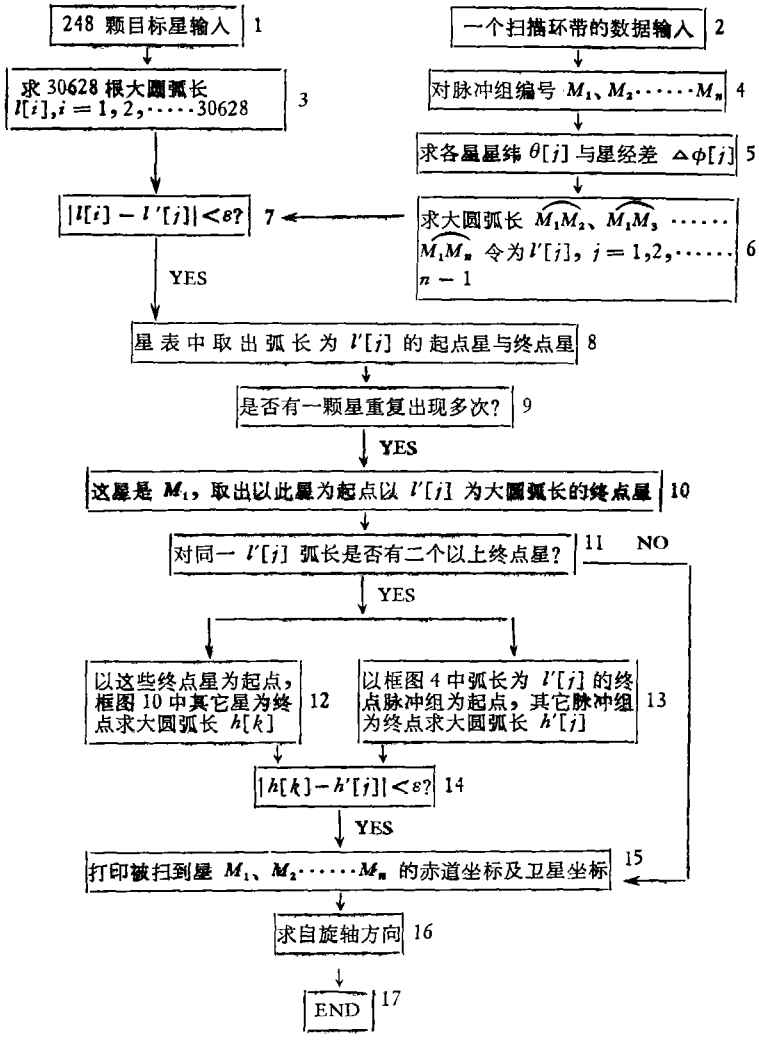
在图 4 中设星 Σ 的黄道坐标为：黄经 $\lambda = \overset{\frown}{\gamma D}$，黄纬 $\beta = \overset{\frown}{\Sigma D}$；取右手定则，其卫星坐标为：$\varphi = 360° - \overset{\frown}{BE}$，$\theta = \overset{\frown}{E\Sigma}$. 从球面三角形 $\pi\Sigma S$ 中可求得自旋轴 S 的黄道坐标 $\lambda' = \overset{\frown}{\gamma A}$ 及 $\beta' = \overset{\frown}{SA}$，其公式如下：

$$\begin{cases} \cos\theta\cos\varphi = \cos\beta\sin(\lambda' - \lambda), \\ \operatorname{ctg}\dfrac{\beta+\theta}{2}\sin\dfrac{\varphi+\lambda'-\lambda-90°}{2} = \operatorname{tg}\dfrac{90°-\beta'}{2}\sin\dfrac{\varphi-\lambda'+\lambda-90°}{2}. \end{cases} \tag{4}$$

利用公式(1)、(2)、(3)可从星图仪所获得的数据中识别扫到的目标星，而由公式(4)可求得卫星自旋轴的方向。

整个数据处理及“识别”工作将是十分繁琐的，必须在大型计算机中进行。

二、“识别”程序框图



程序说明

由于星图仪本身具有一定误差，因此求得的大圆弧长也有一定误差．假定由于仪器误差而求得的大圆弧长误差为 $\pm 0.03°$，而由天球中恒星坐标求得的 30628 根大圆弧长长度在 0°—180° 之间是均匀分布的，则在框图 6 中每求得一根大圆弧长 $l'[j]$，可在框图 3 中找到 $30628\times\frac{0.06°}{180°}\approx 10$ 根大圆弧长与之对应．但由于框图 6 中求出的 $n-1$

根大圆弧长，起点星是一个 M_1，则通过框图 7、8、9 的比较、识别，是能够识别出 M_1 的.

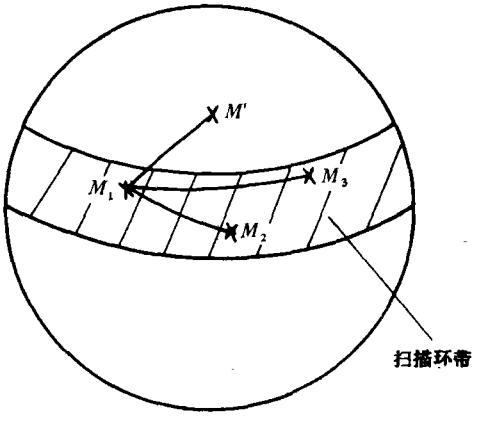


图 5

Fig. 5

由于同样的原因，从框图 10 中识别出 M_1 后，则对同一大圆弧长 $l'[j]$ 可能从星表中找到二个以上的终点星，如图 5 所示. 应如何判别 M_2、M' 二颗终点星哪一个落在扫描环带内呢？令 $\overset{\frown}{M_1M_2} = l'[1]$，且 $|\overset{\frown}{M_1M'} - l'[1]| < \varepsilon$. 分别以 M_2 及 M' 为起点，以 M_3、$M_4 \cdots M_{n-1}M_n$ 为终点求得二组大圆弧长(框图 12，)再从星图仪数据组中求出相应组合的大圆弧长(框图 13)，作类似的比较. 显然只有以 M_2 为起点的大圆弧长组与框图 13 求得的弧长组继续相符. 这样即可把 M' 删除，把 M_2 识别. 以此类推，可把 M_3、$M_4 \cdots M_n$ 全部识别.

三、实验研究

我们曾在实验室中进行了上述情况的模拟试验. 实验装置如图 6 所示. 用转台模拟卫星自旋，且故意使转台转轴与铅垂线成 α 角. 再用改装的平行光管作为模拟星. 星图仪扫到模拟星的时间 Δt_1、Δt_2、ΔT (参见图 2) 均由频率计测量. 而模拟星的位置可用光学经纬仪测得. 再利用上述公式，由时间信息量 Δt_1、Δt_2 及 ΔT 求得模拟星的卫星坐标及转台转轴的方向，结果与实际测量值完全吻合.

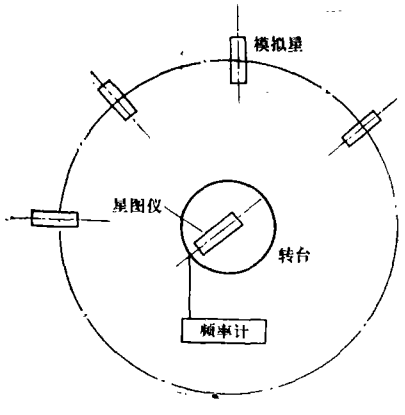


图 6

Fig. 6

当然，对于实际卫星传输下来的信息的处理将更为复杂. 这是因为首先需对传输下来的原始信息进行预处理，将一组三个时间脉冲的完整信息(见图 2) 整理出来. 其次由于恒星的光谱型及地面定标的困难 (受大气吸收影响)，不易将星等阈值搞准. 这就使探测到的目标星数可能不同于预计的 248 颗星. 作者曾在云南天文台对星图仪进行实测定标工作. 对不同光谱型星，如 A 型与 K 型，即使是相同目视星等，其光电倍增管的输出仍可相差约 0.3 目视星等，而当星图仪中加了仿眼滤光片后[4]，其输出仍有 0.1 目视星等的差别. 这些问题可以在计算机程序中加以处理解决.

作者曾得到匡定波先生的指导和帮助，施树怀、赵菁、栾炳辉等同志参加了实验工作，特在此致谢.

参 考 文 献

[1] NASA-CR-129192, p. 93, 1972.

[2] ESA-CR(P)-975, p. 61, 1977.
[3] 杭恒荣等,空间科学学报,第2卷,第71页, 1982.
[4] 施树怀,红外研究,第1卷,第257页, 1982.

The Processing of the Data Obtained by Starmapper and Further Use

Pei Yun-tian

(*Shanghai Institute of Technical Physics, Academia Sinica*)

Abstract

The processing of the starmapper data is briefly described in this paper. The further use of the data obtained is studied as well.

When the direction of the satellite is unidentified, this paper gives a method identifying the scanned star and the direction of the satellite from the data obtained by the starmapper.

·会讯·

中国空间科学学会第二届全国代表大会暨第一次学术年会

一九八三年十月十一日至十五日，中国空间科学学会在青岛市召开了第二届全国代表大会暨第一次学术年会．参加这次大会的有：中国科学院、大专院校、航天工业部、国家气象局、总参气象局、国家地震局、国家海洋局、国防科工委、二炮、核工业部、航空工业部、电子工业部、铁道部、煤炭部、地质部、冶金部等十七个单位，共193名会员代表．

理事长吕保维同志代表第一届理事会向大会作了工作报告，全面总结了三年来学会的学术活动、组织建设等各项活动，并为学会今后的工作提出了具体的建议，他还在开幕词中指出，三年来学会工作所取得的成绩是和中国科协的领导、挂靠单位的支持以及广大会员和科技工作者的积极努力分不开的．

第一届理事会秘书长王传善同志向大会作了修改会章的报告，着重说明了新会章修改的情况及修改的原因．

与会代表在分组讨论中充分肯定了三年来学会的工作成绩，对学会工作表示满意．尔后178名正式代表以无记名投票方式，选举产生了由75名理事组成的第二届理事会．

大会期间，组织进行了学术交流活动。共收到各专业委员会推荐的论文118篇，会上宣读论文85篇．论文内容涉及空间物理、化学及生命科学、空间天文、空间机械、空间材料，以及应用性较强的空间探测技术和空间遥感技术等．反映了近几年来我国空间科学基础研究及技术应用方面的现状和水平，也反映了这一领域学科的发展和成果．特别可以看到一些课题的研究已经在我们国内形成一支比较强的队伍并奠定了一定的基础．

另外，会议还组织了九篇大会报告，由空间科学各分支学科的老一辈科学家和中年科技工作者介绍了各领域内当前学科的研究动向或某个专门问题，这对加强学科之间的相互了解、促进学术交流起到了良好的作用．