

天文学进展

PROGRESS IN ASTRONOMY

第4卷

第1期

Vol.4

No.1

1986

天文学进展编辑部编辑
知识出版社出版

《天文学进展》征稿简则

一、《天文学进展》是在中国天文学会支持下由上海天文台主办的学术性刊物，暂定为季刊。读者对象主要是从事天文学及相关学科研究和教学工作的专业工作者和大专院校师生。

二、《天文学进展》主要刊登天文学各个领域的综述评、前沿介绍、研究消息、专题讲座等学术文章，还刊登反映国内外天文界最新发现和成果、学术会议活动等方面的短文和消息。

三、来稿要求和注意事项：

1. 凡属文章的来稿，要求具有一定的学术水平，能反映最新的学术进展。每篇文章一般不要超过8000字。研究消息一般不要超过2000字。文字力求简练。正文前附中文提要，文末附有英文题名、英文提要、汉语拼音的作者姓名和作者所在单位的正式英文名称。

凡属于短文和信息的来稿，一般不宜超过1500字，文末应附英文题名、汉语拼音的作者姓名。

所用英文，要用打印或用印刷体书写清楚。

2. 文章中所引用的论点、公式等，均应注意注明出处，并用右上角小方括号形式注明所引用的参考文献的序号。来稿列出的参考文献，按文中出现次序排列，未引用的文献不要列出。文献如为期刊，按下列次序排列：作者，期刊名，卷期(年份)，页数，全卷页码不连续的请注明期号。文献如为图书，则按以下次序排列：作者，书名，页码，出版社名称，(年份)。外文参考文献请用打印或用印刷体书写清楚。

3. 来稿请用钢笔写在十六开方格稿纸上，字迹端正清晰，每段首行空两格，标点符号占用一格。文中的外文字母要分清大、小写，上、下角的字母、数码和符号，其高低位置要区别明显，容易混淆的外文字母、符号，请用铅笔批注。文中矢量均用黑体字。如系黑体字，请在字下加一红色直线。引用外国人名时，请用原文。

4. 文中图、表、照片只附必要的，务求简练。插图请用绘图纸按工程图标准描绘，照片要黑白清晰、层次分明，大小以图版尺寸的1.5倍左右为宜。例如图版尺寸的最大宽度为120毫米左右，则绘图的最大允许宽度为180毫米。图号及图中文字符号一律用铅笔(勿用墨水)写清楚，以便贴字制版。插图在文中所占位置用方框标出，并在其下注明图号、图题和图注。所有插图和照片请用铅笔写上作者姓名和图号(照片则写在背面)后放在一个纸袋内，勿贴在稿纸上。

5. 作者请自留底稿，来稿请注明真实姓名、职务、工作单位及详细通讯地址。来稿刊登与否由编委审定。稿件经审稿后如有必要得请作者修改或修正。请勿一稿两投。已发表的文章请勿再投。来稿一经发表，均酌致稿酬。不拟刊登之稿，当妥为退还。

6. 本刊实行约稿和自由投稿，来稿最好先将选题和内容大纲与编辑部取得联系。凡涉及应用研究内容的来稿，须附作者工作单位的推荐函件。来稿请用挂号邮件寄到《天文学进展》编辑部。编辑部通讯地址：上海市南丹路80号。

《天文学进展》编辑部

天文学进展

(季刊)

一九八六年 第四卷 第一期

编辑 天文学进展编辑部
(上海市南丹路80号)

出版 知识出版社
(上海市古北路650号)

印刷 上海市印刷十二厂
发行 新华书店上海发行所

上海市期刊登记证第256号

书号：13214·1040 定价：1.50元

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

天文学进展

第4卷 第1期

目 录

述 评

- 应用先进技术迎接哈雷彗星1985/6的回归..... 龚树模(3)
耀斑在可见光、X射线和微波区的协调观测..... 叶式辉(27)
河外射电变源模型研究进展..... 钱善璿 葛京坪(33)
轨道共振问题..... 刘 林(43)

前 沿

- 伊巴谷空间天体测量任务对天文学发展的意义..... 李正心(53)
空间载钟的天体物理学实验..... 翟造哉(61)

研 究 简 讯

- 上海天文台25米射电望远镜哈雷彗星射电观测..... 蔡 瑜(70)
上海天文台人卫激光测距精度提高到5—7cm..... 杨上德(70)

消 息

红外天文学进展(72); 天体的高分辨率微波研究(74); 星系吞并, 星暴星系, 类星体活动及大质量双黑洞(75); IIZw23: 一个晚熟的星系(76); 椭圆星系具有热X-射线冕(77); 毫秒脉冲星PSR1937+21的高时间精度观测(78); 太阳系是否正在组成中?(79); 哈雷彗星OH谱线(18cm)的射电观测(79); 用IRIS甚长基线干涉法测定周日地球自转(80); 精密腔小型氢脉泽(81)。

学 术 活 动

中国天文学会学术会议(序号20): 卫星动力学(1985年11月, 漳州)..... 序号21);
天文数值模拟(1985年7—8月, 温州)(82); 中国天文学会学术会议..... (1985年
8月, 青岛)(83); 中国天文学会学术会议(序号31): 天文仪器与新技..... 1985年10月, 昆明)(83); 中国
天文学会学术会议(序号32): 1985年射电天文学学术年会(1985年10月, 上海)(84); 中国天文学会1985年学术
讨论班(序号4): PDS在照相天体测量中的应用(1985年5月, 南京)(85); 中国天文学会学术会议(序号
34): 中国天文学会第五届代表大会(1985年12月, 武汉)(85)。
我国天文工作者拍摄的哈雷彗星照片(1985年8月—12月)(87)。
我国天文工作者拍摄的哈雷彗星照片(1985年11月—1986年1月)(88)。

PROGRESS IN ASTRONOMY

Vol. 4 No. 1

CONTENTS

REVIEWS

- To Meet the 1985/6 Apparition of Comet Halley with the Modern
Advanced Techniques..... Gong Shumo (26)
- The Coordinated Observations of Solar Flares in the Visible Light, X-rays
and Microwave Region Ye Shinui (32)
- On the Theoretical Models for Extragalactic Variable Radio Sources
..... Qian Shanjie, Ge Jingping (42)
- Orbital Resonance..... Liu lin (52)

FRONTIER

- Scientific Objectives of HIPPARCOS Space Astrometry Mission
for Astronomy..... Li Zhengxin (60)
- Spaceborne Atomic Hydrogen Clocks for Astrophysical Measurements
..... Zhai Zaoheng (69)

RESEARCH NOTES

- Radio Observation of Comet Halley with the 25m Radio Telescope of Shanghai Observatory
..... Qian Zhihan (70)
- Satellite Laser Ranging Accuracy Has Been Reached 5—7cm at Shanghai Observatory
..... Yang Yude (71)

NEWS

The Progress in Infrared Astronomy (74); Microwave Study of Celestial Bodies at High Resolution (75); Galactic Mergers, Starburst Galaxies, Quasar Activity and Massive Binary Black Holes (76); II Zw 23: A Late-Blooming Galaxy (77); Elliptical Galaxies Have Hot X-Ray Coronas (78); High-Precision Timing Observations of the Millisecond Pulsar PSR 1937+21 (79); Solar System in the Making? (79); OH Line (18cm) Radio Observations of Comet Halley (80); Daily Earth Rotation Determinations from IRIS Very Long Baseline Interferometry (80); The Small Compact Cavity Hydrogen Maser (81).

ACADEMIC ACTIVITIES

CAS Symposium No.20: Dynamics of Satellites (Zhangzhou, November 1985) (82); CAS Symposium No.21: Numerical Simulation of Astronomy (Wenzhou, July—August 1985) (83); CAS Symposium No.22: Computer and Celestial Mechanics (Qingdao, September 1985) (83); CAS Symposium No.31: Astronomical Instruments and the Application of New Techniques (Kunming, October 1985) (84); CAS Symposium No.32: 1985 Radio Astronomy Meeting (Shanghai, October 1985) (85); CAS 1985 Workshop No.4: Application of the PDS to Photographical Astrometry (Nanjing, May 1985) (85); CAS Symposium No.34: The 5th General Assembly of CAS (Wuhan, December 1985) (86).

Photographs of Comet Halley taken by Chinese Astronomers in August—December 1985 (87).

Photographs of Comet Halley taken by Chinese Astronomers in November 1985—January 1986 (88).

天文学进展

第4卷 第1期

目 录

述 评

- 应用先进技术迎接哈雷彗星1985/6的回归..... 龚树模(3)
耀斑在可见光、X射线和微波区的协调观测..... 叶式辉(27)
河外射电变源模型研究进展..... 钱善璿 葛京坪(33)
轨道共振问题..... 刘 林(43)

前 沿

- 伊巴谷空间天体测量任务对天文学发展的意义..... 李正心(53)
空间载钟的天体物理学实验..... 翟造戈(61)

研 究 简 讯

- 上海天文台25米射电望远镜哈雷彗星射电观测..... 彭 瑜(70)
上海天文台人卫激光测距精度提高到5—7cm..... 杨 德(70)

消 息

红外天文学进展(72); 天体的高分辨率微波研究(74); 星系吞并, 星暴星系, 类星体活动及大质量双黑洞(75); IIZw23: 一个晚熟的星系(76); 椭圆星系具有热X-射线冕(77); 毫秒脉冲星PSR1937+21的高时间精度观测(78); 太阳系是否正在组成中?(79); 哈雷彗星OH谱线(18cm)的射电观测(79); 用IRIS甚长基线干涉法测定周日地球自转(80); 精密腔小型氢脉泽(81)。

学 术 活 动

中国天文学会学术会议(序号20): 卫星动力学(1985年11月, 漳州)(序号21):
天文数值模拟(1985年7—8月, 温州)(82); 中国天文学会学术会议..... (1985年
8月, 青岛)(83); 中国天文学会学术会议(序号31): 天文仪器与新技..... (1985年10月, 昆明)(83); 中国
天文学会学术会议(序号32): 1985年射电天文学学术年会(1985年10月, 上海)(84); 中国天文学会1985年学术
讨论班(序号4): PDS在照相天体测量中的应用(1985年5月, 南京)(85); 中国天文学会学术会议(序号
34): 中国天文学会第五届代表大会(1985年12月, 武汉)(85)。
我国天文工作者拍摄的哈雷彗星照片(1985年8月—12月)(87)。
我国天文工作者拍摄的哈雷彗星照片(1985年11月—1986年1月)(88)。

PROGRESS IN ASTRONOMY

Vol. 4 No. 1

CONTENTS

REVIEWS

- To Meet the 1985/6 Apparition of Comet Halley with the Modern
Advanced Techniques..... *Gong Shumo* (26)
- The Coordinated Observations of Solar Flares in the Visible Light, X-rays
and Microwave Region *Ye Shihui* (32)
- On the Theoretical Models for Extragalactic Variable Radio Sources
..... *Qian Shanjie, Ge Jingping* (42)
- Orbital Resonance..... *Liu lin* (52)

FRONTIER

- Scientific Objectives of HIPPARCOS Space Astrometry Mission
for Astronomy..... *Li Zhengxin* (60)
- Spaceborne Atomic Hydrogen Clocks for Astrophysical Measurements
..... *Zhai Zaocheng* (69)

RESEARCH NOTES

- Radio Observation of Comet Halley with the 25m Radio Telescope of Shanghai Observatory
..... *Qian Zhihan* (70)
- Satellite Laser Ranging Accuracy Has Been Reached 5—7cm at Shanghai Observatory
..... *Yang Yude* (71)

NEWS

The Progress in Infrared Astronomy (74); Microwave Study of Celestial Bodies at High Resolution (75); Galactic Mergers, Starburst Galaxies, Quasar Activity and Massive Binary Black Holes (76); II Zw 23: A Late-Blooming Galaxy (77); Elliptical Galaxies Have Hot X-Ray Coronas (78); High-Precision Timing Observations of the Millisecond Pulsar PSR 1937+21 (79); Solar System in the Making? (79); OH Line (18cm) Radio Observations of Comet Halley (80); Daily Earth Rotation Determinations from IRIS Very Long Baseline Interferometry (80); The Small Compact Cavity Hydrogen Maser (81).

ACADEMIC ACTIVITIES

CAS Symposium No.20: Dynamics of Satellites (Zhangzhou, November 1985) (82); CAS Symposium No.21: Numerical Simulation of Astronomy (Wenzhou, July—August 1985) (83); CAS Symposium No.22: Computer and Celestial Mechanics (Qingdao, September 1985) (83); CAS Symposium No.31: Astronomical Instruments and the Application of New Techniques (Kunming, October 1985) (84); CAS Symposium No.32: 1985 Radio Astronomy Meeting (Shanghai, October 1985) (85); CAS 1985 Workshop No.4: Application of the PDS to Photographical Astrometry (Nanjing, May 1985) (85); CAS Symposium No.34: The 5th General Assembly of CAS (Wuhan, December 1985) (86).

Photographs of Comet Halley taken by Chinese Astronomers in August—December 1985 (87).

Photographs of Comet Halley taken by Chinese Astronomers in November 1985—January 1986 (88).

应用先进技术迎接哈雷彗星1985/6的回归

龚树模

(中国科学院紫金山天文台)

提 要

本文主要综述三个问题: 1. 国外应用威尔逊山天文台 1910 年哈雷彗星(简称哈彗)回归所拍摄的多幅照片, 怎样加以计算机处理, 获得哈彗核的自转轴指向、周期以及核上三处发生喷流的速度和形成彗发等情况; 2. 近年来哈彗观测研究的进展; 3. 美、苏、西欧、日本发射六艘宇宙飞船近距离探测哈彗以及美国航天飞机观测哈彗的计划。

一、引 言

哈彗是一颗典型的活动彗星, 具有尘埃尾和等离子体尾, 每隔76年回归一次, 历历不爽, 一直可追溯到公元前 240 年, 而它也是最早引用牛顿万有引力原理, 由哈雷计算它的轨道, 预报1758年冬回归而得到证实。

这次1985/6年哈彗的回归, 全世界兴师动众地联合观测。美、苏、西欧、日本等国为此发射六艘飞船, 进行近距离探测; IAU为了组织和协调哈彗1985/6年回归整个过程中的地面观测, 并使地面观测与空间考察相协调, 成立了哈彗国际联测(IHW)的协调机构, 下设七个学科组和一个业余观测组, 从事地面和近地观测。这次对哈彗大规模的联测, 除了哈彗本身著名而又特有丰富的信息外, 主要是自前次1910年回归后, 尤其近一、二十年来科学技术的突飞猛进, 天文学家可以应用现代最先进的科技手段, 对哈彗进行观测、分析、研究; 因而对于解剖哈彗本质之谜, 寄予莫大的希望。

彗星的一般物态、化学组成等情况以及IHW组织的形式和职能, 已由阎林山、胡中为在本刊创刊号作了系统介绍。本文主要综述1. IHW 的七个学科组之一, 近核组成员, 借用1910年哈彗回归时威尔逊山等天文台拍摄的多幅高质量照片, 加以计算机处理, 从而获得哈彗核的自转轴指向, 周期以及核上三处发生喷流的位置、速度以及形成彗发等情况; 2. 近年来哈彗观测研究的进展; 3. 美、苏、西欧和日本发射六艘宇宙飞船近距离探测哈彗以及美国航天飞机观测哈彗的计划。

1985年10月8日收到。

1986年3月16日收到修改稿。

二、利用1910年哈彗回归时的照片 所获得的一部分研究结果^[1-20]

Larson 和 Sekanina在文[1]、[7]、[18]中,利用下述一系列照片开展了近核研究。这些照片包括威尔逊山天文台口径152厘米($f/5$)反射望远镜1910年5月5日—11日和6月2日—6日的照片;里克天文台91厘米($f/5.8$)、埃及Helwan天文台76厘米($f/4.5$)、Lowell天文台102厘米($f/5.5$)和维也纳天文台32厘米($f/10.5$)反射望远镜于同年5月12日—6月2日拍摄的照片(这些照片填补了威尔逊山天文台照片的间隙)。所有照片都是保存完善的高分辨率照片。虽然1910年哈彗回归时全世界的照相观测结果尚未发表,可是,对这些照片的分析已得出一些有趣的结果。这些结果对于1986年哈彗回归的研究将会产生积极的作用。

威尔逊的照片标度为每毫米 $27''$,露光时间从1.5—25分钟不等(见表1)。短时间露光有利于近核细节,长时间露光有利于较暗的外部彗发包络。其他台站的露光时间从30秒到100分钟不等。这些照片上的彗发征状常是低反衬度的,且随核距的增加而降低。为了增强和提高反衬度,必须采用图像数字处理技术。

表1 选取的威尔逊台的哈彗底片

露光中间时刻 1910 (UT)	Δ (AU)	r (AU)	P_{RV}	视 运 动			底片标度 (mm^{-1})	残 差		乳 胶	露光时间 (分)	
				\dot{s}_m (分^{-1})	P_m	P_e		$\Delta\psi$	$\Delta\epsilon$			
五月	5.4900	0.63618	0.67534	255°.6	1".65	70°.9	67°.8	27".34	+1".0	-1".3	Seed 23	8
	6.4827	0.59701	0.68600	255.5	1.99	71.3	79.1	27.23	+0.3	+0.4	Seed 23	4
	7.4931	0.55719	0.69728	255.4	2.39	71.6	73.9	27.36	0.0	+0.1	Seed 23	4
	8.4885	0.51807	0.70879	255.3	2.87	72.0	74.8	27.32	+6.9	-0.1	Seed 23	8
	9.4875	0.47901	0.72071	255.3	3.47	72.3	74.7	27.20	+3.6	+2.5	Seed 23	8
	10.4938	0.43994	0.73306	255.3	4.23	72.6	74.2	27.15	-0.3	-0.9	Seed 23	2
	11.4932 ^a	0.40156	0.74565	255.5	5.19	73.1	74.0	27.15	+7.7	...	Seed 23	2
六月	2.1815	0.53143	1.06120	112.2	3.04	110.1	104.3	27.17	+13.2	+0.1	Seed 27	12
	3.2288	0.57117	1.07734	112.4	2.66	110.2	104.1	26.98	-1.5	-2.5	Seed 23	25
	4.2246	0.60901	1.09273	112.6	2.35	110.2	103.5	27.17	-2.5	+1.0	Seed 23	25
	5.2367	0.64750	1.10837	112.7	2.09	110.2	104.0	27.18	-2.4	+0.1	Seed 27	20
	6.2175	0.68478	1.12354	112.9	1.88	110.2	106.4	27.07	-1.9	-2.4	Seed 27	9

a. 依据 $\Delta\epsilon=0$ 的时间改正。

1. 残差 $\Delta\psi$ 、 $\Delta\epsilon$ 分别是观测到的光学中心与观测记录时刻相应的历书位置的偏离在彗星运动方向上和垂直于运动方向上的分量(比历书位置提前, $\Delta\psi$ 为+; 在彗星路径之北时, $\Delta\epsilon$ 为+);

2. 中间露光时刻已加过 $\Delta\psi$ 引起的时间改正 $\Delta t = \Delta\psi / \dot{s}_m$;

3. Δ 、 r 为彗星的地心距和日心距;

4. P_{RV} 是向径(替日连线)延伸的位置角;

5. \dot{s}_m 、 P_m 为站心的彗星视运动和位置角;

6. P_e 为沿底片较长边缘测得的位置角(底片的长边调节到接近哈彗运动方向)。

各种不同的图像增强方法曾被应用到彗星^[2]。最成功的一种方法是线性强度导数法, 它使用线性位移差算法。但这种方法仅仅能增强位移方向上强度有变化的征状; 可是, 根据 Bobrovnikoff(1931)^[3]的观点, 哈彗的一个特征是持久呈现近乎圆形的晕, 大致以核为中心。如果仅采用以图像为中心的径向位移差算法, 只能显示出给定位置角方向发射的变化率, 所以还必须同时采用旋转位移差算法, 以显露出从核射出的径向特征, 如喷流、离子流等。

在这项研究中, 他们使用了基特峰国立天文台的显微密度计, 并根据上述原则, 设计了特殊的图像处理软件, 以增强彗发的暗边缘和图像的反衬度, 得出的典型结果如图 1 所示。

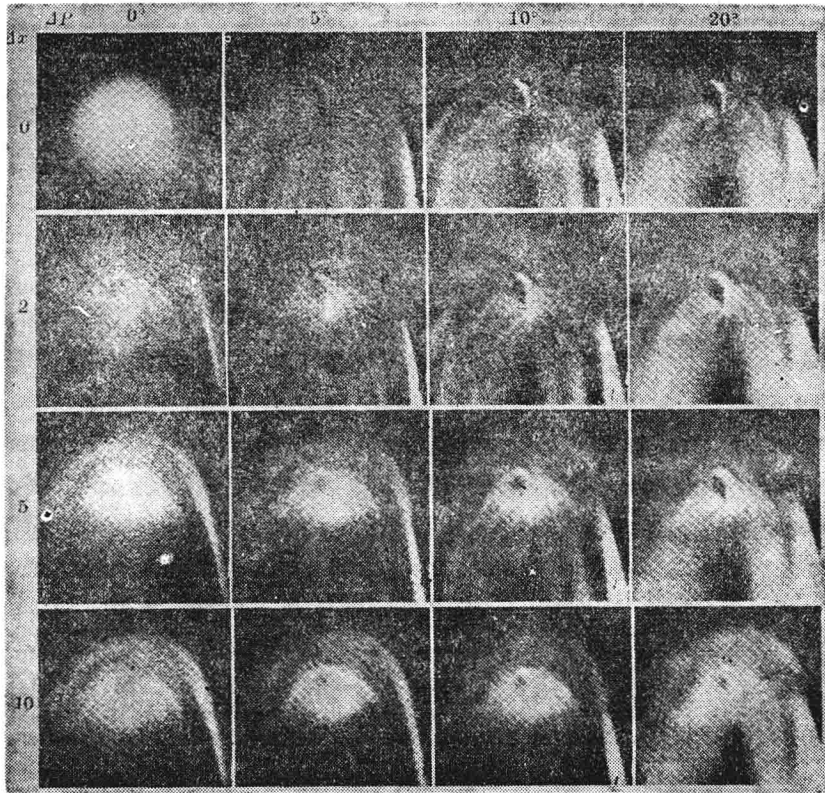


图1. 1910年5月9日数字化处理的哈彗像。 x, P 是相对于彗星最大亮度点的径向距和位置角; $\Delta x, \Delta P$ 是径向位移和旋转位移。旋转位移分量突出了与彗核不同距离处的空间伸展结构。图中各行显示出对同样的径向位移值 Δx (像元) 和不同的角度(旋转)位移值 ΔP 的效应; 各列显示出对同样的角度位移值 ΔP 和不同的径向位移值 Δx 的效应。未处理的像在 $\Delta x=0, \Delta P=0$ 时重现。注意到位移值大时, 信噪比有所改进。

在图 2—5 中, 把原始照片与处理后的图像作了比较, 我们可以看到经常形成旋喷流 (spiral jet), 它们是在彗发向太阳的一边, 从中心浓密区(彗核)伸展开来。旋喷流表明彗核在自转着。在 5 月份的照片上, 彗核是顺时针向旋转的, 而在 6 月份的照片上, 彗核是反时针向旋转的。在连续几天的照片上, 我们看到喷流演化成为膨胀的包络或晕, 如图 6 所示。从这些处理过的照片上的尘粒结构特征, 显示出尘粒是从转动核日照表面上的分立发射源连续射出的。从连续几天的结构特征, 测出尘埃粒子在太阳方向上的投影速度(包络的膨胀速度)为

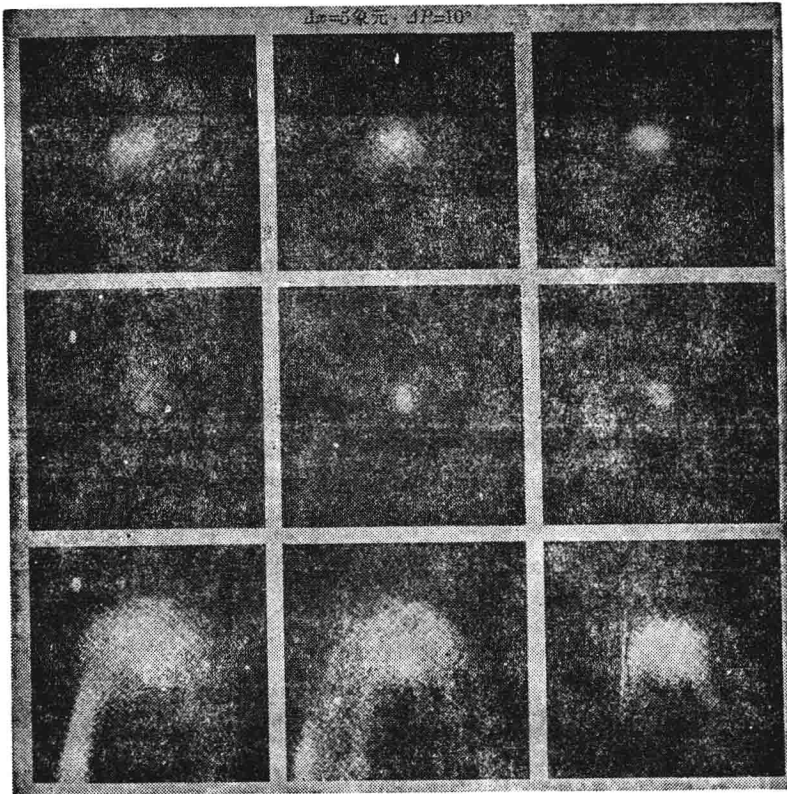


图2. 1910年在威尔逊山天文台所作的哈彗照相观测。从左到右，观测时间是世界时5月5.4900、6.4827和7.4931日。顶图是原来的像，而中图和底图显示数字化处理的像，两者显示不同的反衬度；参量是 $\Delta x=5$ 像元， $\Delta p=10^\circ$ 。各图的取向为太阳在顶端，并有相同的标度，即每图的边长180,000公里。

0.2—0.3km/s, 此值低于Whipple由经验公式预计的值。亮喷流的相对光度测量表明, 喷流中尘粒抛射物的柱密度, 超过了彗发背景密度2倍; 假若沿视线方向的窄带内观测, 喷流具有的粒子数密度, 比彗发背景要高几十倍。

这里必须指出, 处理后的图像上的壳层、喷流等结构, 都是真实的, 决不是图像数字处理的艺术效果。这些特征即使原片上也能看出, 虽然是比较困难的。

Larson和Sekanina认为, 在太阳光照射下, 彗星表面的冰蒸发时, 嵌入的尘埃开始离开彗核, 气体和尘粒不久便分开, 气体迅速散开, 而尘粒保持某些较长时间的结构, 并形成旋喷流的边缘, 以低反衬度显露在底片上。

他们提出尘埃喷流演化形成包络的过程^[9]: 最初的尘粒抛射物在视线投影方向上实际形成为两个自由度的结构, 它最初形成的锥面逐渐受到太阳辐射压的作用, 在太阳方向上, 尘粒受到太阳辐射压的减速作用, 这种作用随核距的增大而逐步加强, 最后形成了抛物面状的包络。这就是说, 通常观测到的包络是与各向同性发射的喷泉模型^[3]毫不相干的。他们倾向于抛弃Bobrovnikoff的抛物面包络模型。

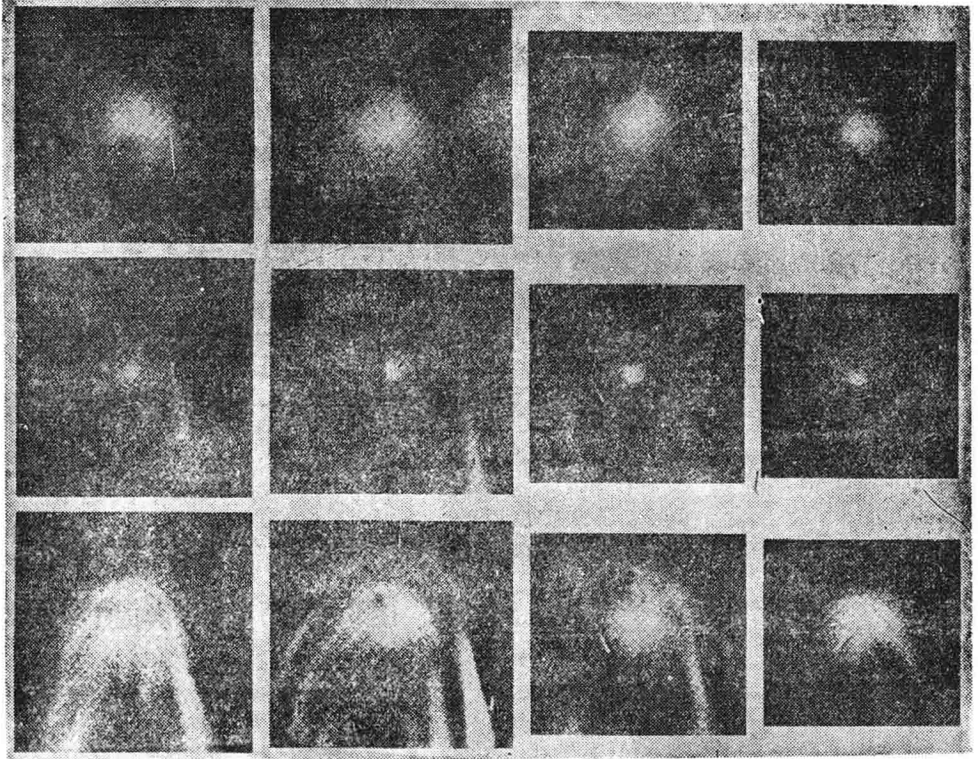


图3. 1910年在威尔逊山天文台所作的哈雷照相观测。从左到右，观测时间是世界时5月8.4885、9.4875、10.4938 和 11.4932日。其他说明同图2。

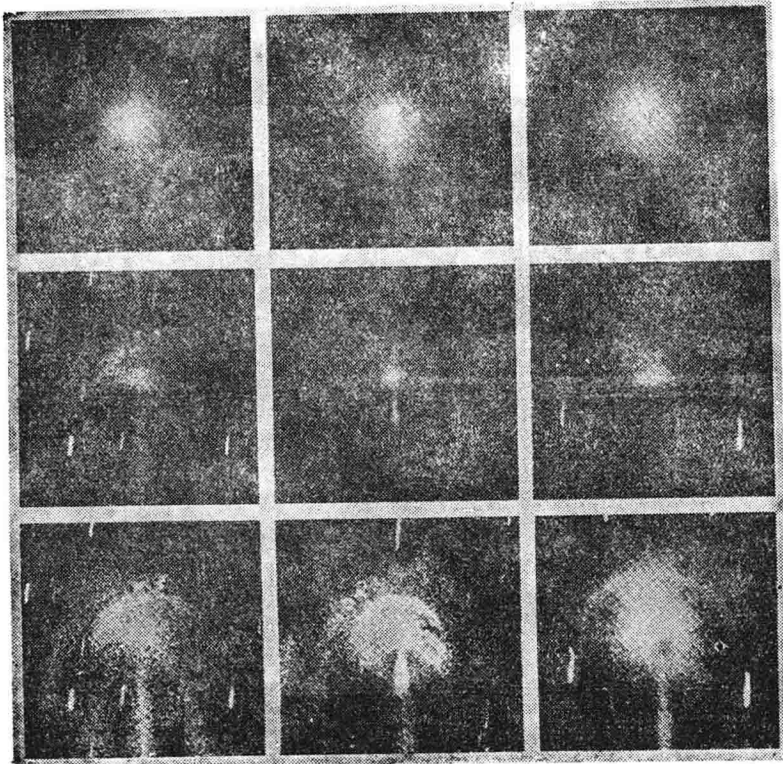


图4. 1910年在威尔逊山天文台所作的照相观测。从左到右，观测时间是世界时 6月 2.1815、3.2288和4.2246日。其他说明同图2。

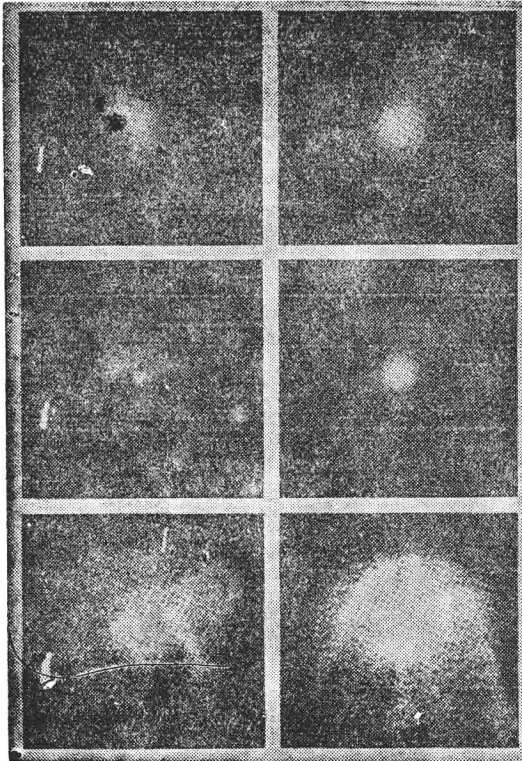


图5. 1910年威尔逊山天文台所作的照相观测。从左到右，观测时间是世界时6月5.2367和6.2175日。其他说明同图2。

为了定量地解释从彗核射出的喷流演化成彗头中的晕和包络的过程，他们根据尘粒是从转动核上分立发射源连续射出的设想，并按图7和图8表示的轨道进行了定量分析。他们在抛射速度为常数、太阳辐射压也为常数的假定下，作了尘粒运动的分析。当然，实际情况要复杂得多，虽然如此，可是从图7可以看出，在自转周期比1日长的情况下，可演化成非对称的包络，而对短于1日的自转周期，仅能演化成对称的包络。

为了拟合尘粒的运动，他们设计了包括五个参量(I 、 Φ 、 P 、 λ 、 ϕ)和一个参量函数 $\nu(\beta)$ 的程序，各参量的含义如图9所示。 I 、 Φ 决定了核自转轴的取向，从哈彗的轨道运动可推出对核自转轴位置的约束。Whipple (1983)给出的 I 值为 40° ，Larson, Sekanina 给出 I 的保守值为 70° 。非引力效应引起的哈彗轨道运动的长期减速表明，核自转与轨道运动是同方向的，但轨道运动对 Φ 没有限制，在慢旋转的彗星上分立发射源的概念可给 Φ 值以严格的约束。观测到的喷流结构，取决于核轴方向和到地球方向之间的夹角。注意力实际上仅局限于近核喷流；发射时间愈长，将

于核轴方向和到地球方向之间的夹角。注意力实际上仅局限于近核喷流；发射时间愈长，将

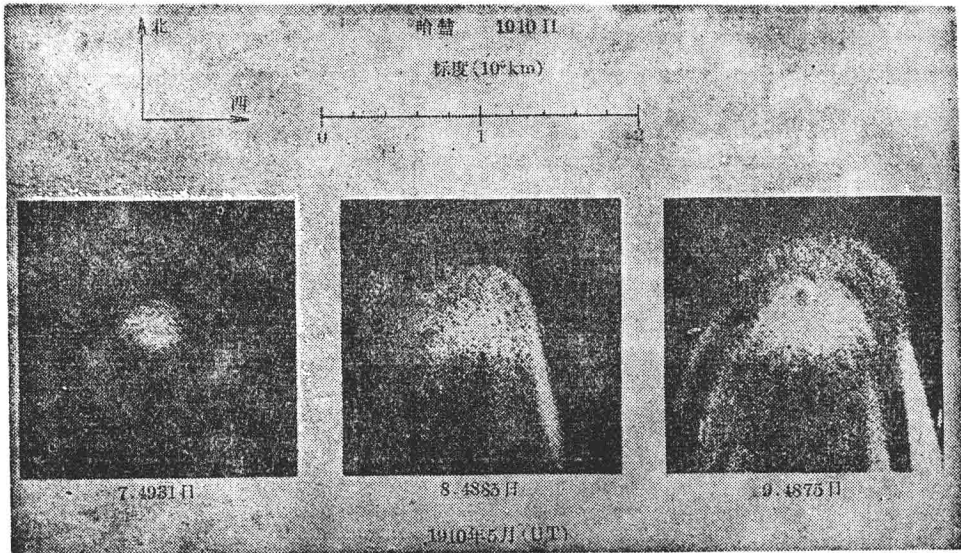


图6. 1910年5月7—9日在威尔逊山天文台拍摄的照片(数字化处理的图像)。5月7日照片上的近核旋转喷流发展成5月8—9日的膨胀晕和包络。

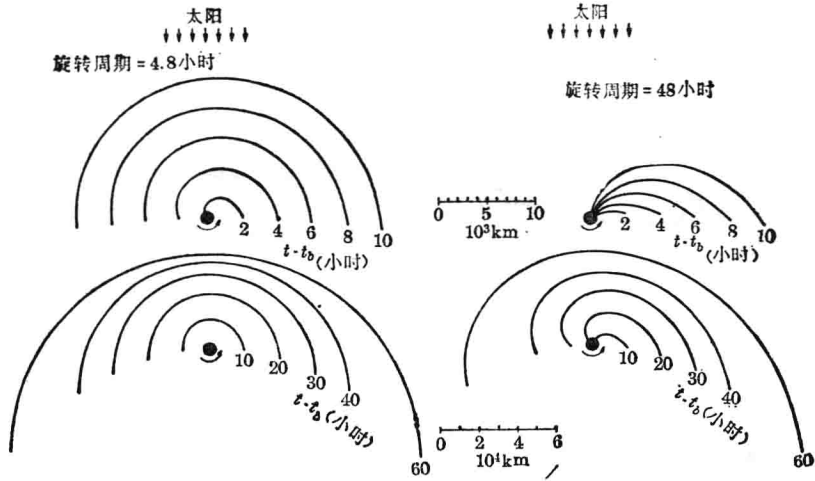


图7. 对于自转彗核赤道上点状源发射尘埃抛出物的演化，自转周期给予的影响。假定自转轴垂直于彗星的轨道面(即在图中纸面内；源活动期自日出[抛射角 $\theta_s = -90^\circ$]到日没[发射角 $\theta_f = +90^\circ$])，所有尘埃都以相同速度 $v=500\text{m/s}$ 抛出，并曝露于太阳辐射常压下，受到排斥的加速度 $g=0.25\text{cm/s}^2$ 。实心黑圆点表示彗核位置，各曲线描绘出在抛射开始时间 t_0 后，于各时间 t 抛出尘粒所形成的轨迹。左图显示出快速自转核抛出物演化成对称的轨迹，右图显示出慢速自转核抛出物演化成非对称的轨迹。

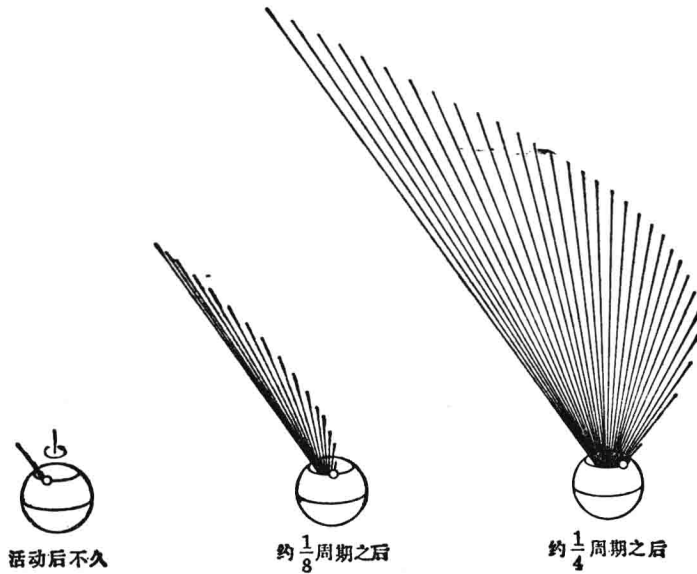


图8. 在哈雷自转核的日照半球上，从分立的点状源(小圆圈)连续发出的尘粒抛射物，于早期演化阶段的示意图。图中标出自转方向、赤道和活动区的纬圈。在演化初始阶段，太阳辐射压效应较小，抛出物沿锥形面分布，抛出物在给定时间伸展的范围，取决于抛射期间、抛出速度的大小和尘粒的飞行时间。假定太阳在图平面上方。

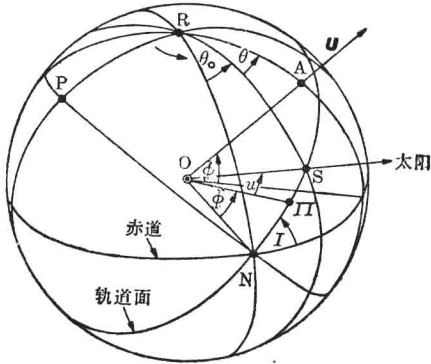


图9. 在球形自转核上的指向。O是核心，P轨道北极，R自转北极，N在赤道上轨道面升交点（彗星的春分点II在近日点的太阳下点。I轨道和赤道的交角， ϕ 在近日点太阳下点子午线的辐角。在时间t，太阳下点在S，故u是真近点角。活动区的位置在A， θ 是抛射角，等于从A算起的太阳时角， $\theta + \theta_0$ 是发射区从春分点算起的经度。假定的抛射方向为U。 $\lambda = \theta + \theta_0$ ，即发射区的彗心经度， ϕ 即发射区的彗心纬度，沿发射区的子午线从赤道面算起，向北为正。

发活动。

将对彗核自转向量的约束，实际模拟尘粒征状动力学演化，是十分复杂的。他们仅考虑垂直于球形彗核表面抛出尘粒的点状发射区，核自转向量完全由 Φ 、I、P决定。发射区的位置由彗心经、纬度 λ 、 ϕ 决定。

尘粒发射征状的演化对喷流动力学的依赖性，直接由参量函数 $\nu(\beta)$ 表征；此函数把尘粒抛射速度 ν 与太阳辐射压所产生的无量纲加速度 β 联系起来。尘粒征状的边界也可能依赖于每一周转发射开始和结束的时间（或角）。精致的模型要考虑太阳在发射区地平线上时抛射速度的变化；若已知征状的光度轮廓，也要考虑尘粒质量的分布和质量与 β 的关系（它涉及到尘粒的质量密度、形状和对于辐射压的散射系数）。为讨论简化起见，假定对于每一征状，抛射速度 ν 是 β 的单一函数，不依赖于太阳的高度角和尘粒类型。

每一次周转期间，开始发射后在任何特定的时间，不同 (β, ν) 值的抛出尘粒的轨迹，如图7所示。设计模型的目的是经过反复试验，求出在彗核面上每次尘粒发射源位置的彗心坐标，并导出参量函数 $\nu(\beta)$ ，以使尘粒轨迹的包络尽可能接近观测到的征状边界。

征状的膨胀率，即它逐日的成长，是参量函数 $\nu(\beta)$ 的直接测量。从理论可知，高速度射出的尘粒通常也受到较高的辐射压加速，反之亦然。在征状演化的早期阶段，边界由最高速度的抛射尘粒所组成，但不久之后较重的尘粒就占了优势，因为辐射压把它们驱动到彗尾方向需要较长的时间。

利用基于上述思想设计的计算机程序，对于参量 Φ 、I、P、 λ 、 ϕ 的任意选择，对于不同值的参量函数 $\nu(\beta)$ 以及对于给定的发射时间间隔，可以得出特定的开始发射后任何时间投影在天空平面上的征状的计算形状。目前在喷气推进实验室的Univac 1100/81计算上，程序已

原始旋喷流特征掩盖起来的投影效应愈大。一般说来，不同情况下可以得出不同的I、 Φ 值的范围。

根据旋喷流的结构，结合轨道数据，可以得出各种情况下 Φ 、I值的范围；仔细观测旋喷流的图像，可得出地球通过彗星赤道面的时间，它的确定需要连续数天的照片。譬如从Helwan、Lowell和里克天文台5月份拍摄的一系列照片，可更明显地看出核喷流顺时针向旋转（5月21日）和反时针向旋转（5月24日）的特征，参见图10。这表明，地球在5月21—24日之间越过哈彗赤道面。

他们根据三个互相独立的证据，确定哈彗的自转周期，给出1.7—1.8日最可能的P值。此值是根据5月底和6月初观测到的两次清晰的征状——在太阳方向上直而明晰的喷流，它们很可能是在相继两次周转中的再

圆满解决，并在月亮行星实验室的68/05微机上使用获得成功。

Larson和Sekanina对三个尘粒征状进行了成功的模拟，每一征状都是连续三天的，如表2和图11所示。

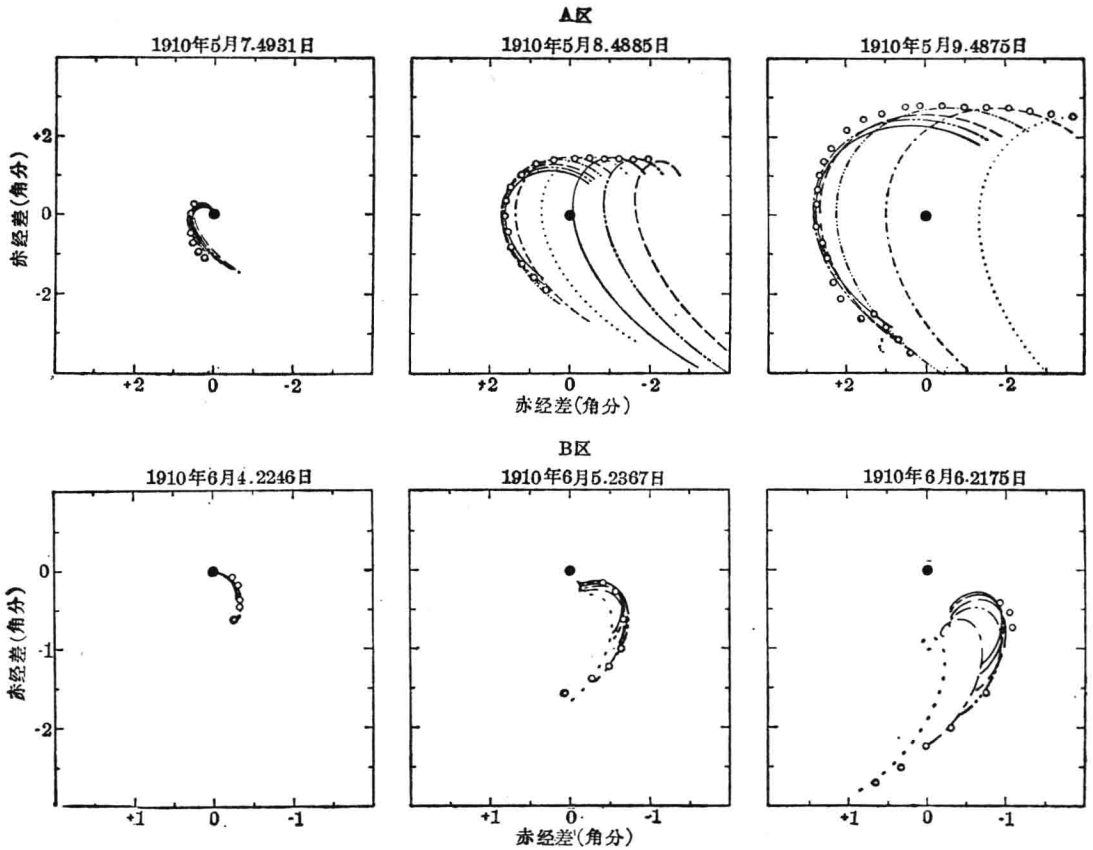


图11. 哈彗中演化旋喷流的测量边界与从自转轴面上分立发射区连续尘埃抛射的模型相比较。实心黑点代表彗核，为坐标原点。纵横坐标分别是与原点的赤纬、赤经差。当测量点(空心圆点)精确落在各种尘粒轨迹的包络上时，理论与实测完全相符。每一曲线代表各自受到不同加速度的尘粒：

$\beta=0.06, 0.90$	——
$\beta=0.08, 1.20$	——
$\beta=0.12, 1.50$	——
$\beta=0.20,$	——
$\beta=0.35$	——
$\beta=0.60$

由此导致哈彗自转轴位置的较准确的测定(参见表3)。哈彗的北极落在玉夫座中，约在鲸鱼座 β 星东南 12° (误差 $\leq 10^\circ$)。北极的这一指向意味着地球在世界时1910年5月22.1日越过哈彗赤道面，这与从那时所得原始照片上的尘粒征状估计的越过时间很一致。自转周期定得不太好，暂取为 1.73 ± 0.4 日。

尘埃发射区在彗核上的分布与核自转周期密切相关，因而不能确切得知。但就模拟过的

三个征状来说, 其中两个可用点状源来说明, 而另一征状6月3—5日的膨胀晕是用延伸长 90° 的线状源来解释的, 它横跨哈彗表面距离约5公里(假定彗核半径为3公里)。从表2可看出这一发射区位落于彗心经度 80° 范围之内。他们没有发现在太阳高度低于彗星地平线时的分立发射源。

表 3 采用的哈彗自转轴各参量

自转轴(历元1950.0)	
在近日点的太阳下点子午圈的辐角 φ	340°
赤道面与轨道面的倾角 <i>I</i>	45°
北极的黄经	6°
北极的黄纬	-32°
北极的赤经	19°
北极的赤纬	-27°
自转周期(小时)	
恒星周期	41.5
在近日点的会合周期	42.0

有关发射源分析的理论模型正确与否, 还有待更多活动区的取样结果和更准确的自转周期值进行验证, 但至少有一点可以肯定: 如果发射区的非对称性分布得到证实, 哈彗将成为显示出发射区非对称性分布的第三颗彗星; 另外两颗彗星是 P/Swift-Tuttle 和 Mrkos 1957 V。

在 Helwan 5月21日和 Lowell 5月22日的原始照片上(图12), 可以看到连接彗核和包络边界的辐状结构, 它们似乎是从原始活动区产生的尘粒在发射过程中短期增强的结果。在5月23—24日处理过的图像上(图10), 显示出极短的喷流结构。这些结构表明, L、S俩人设计的模型, 与在几千公里尺度上的观测是相符的。

他们俩人对从彗核抛出的气体速度也作了讨论。他们认为对威尔逊照片上哈彗像的主要贡献是 $C_2(\Delta v = \pm 1, 0)$ 和 $CN(\Delta v = 0)$ 的发射带和“混进”的连续谱, 由于来自彗核各个区域的发射倾向于在彗发中迅速弯曲, 一般不可能得到各向同性的气体分布特征。可是, 在6月2.8402日和6月3.1856日(UT)的原片和处理过的图像上(图13), 都观测到迅速膨胀的圆形晕。把两个图像比较后发现, 前者出现两个亮的同心晕——内晕和外晕; 在后一图像上观测到内晕向太阳方向的漂移(与表2中的C发射区相对应), 在同一图像上也可看到较暗的外晕。在这两张前后相隔8.3小时的照片上, 测得内晕的平均膨胀速度(尘粒抛射速度)与上面提及的值相符, 而外晕(气体)的平均膨胀速度为 $1.4 \pm 0.2 \text{ km/s}$, 此值比内晕的值大得多。这再次说明, L、S俩人关于气体和尘粒在彗晕中不久便分开的推测是正确的。

他们根据对1910哈彗回归的定量研究结果, 预计地球在1986年4月5日越过哈彗赤道面。在4月5日前, 喷流应从彗核顺时针向展开; 在这天以后, 应反时针向展开。地球在1985年12月10日最近哈彗自转南极(实际上相距约 40°), 然后继续向北极移动, 直到1986年8月哈彗消失在阳光中。