

|历|史|超|新|星|

江苏科学技术出版社

历史超新星

(英) D.H.克拉克 F.R.斯梯芬森 著

王德昌 徐振韬 等编译

龚树模 审校

江苏科学技术出版社

D.H.Clark and F.R.Stephenson
The Historical Supernovae

本书根据英国企鵝出版公司1977年第一版编译

历史超新星

(英)D.H.克拉克 F.R.斯梯芬森 著

王德昌 徐振韬 等编译

龚树模 审校

出版: 江苏科学技术出版社

发行: 江苏省新华书店

印刷: 泰州人民印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张10.25 字数220,000

1982年7月第1版 1982年7月第1次印刷

印数1—3,000册

书号: 13196·100 定价: 0.76元

责任编辑 明素珍

前 言

我们写这本书的目的，是通过历史记录，特别是参考远东的历史来探讨超新星这个课题。因此，这是一本多学科的著作，它适用于天文学、科学史和汉学的学生以及非专业工作者。

当一本书有这样广泛读者的时候，必须考虑到读者的各种背景和兴趣。因此，第一章到第四章有很多介绍性的材料，以帮助理解其余八章的内容。

历史超新星的研究对现代天体物理研究有重要的意义。仅需提醒各位读者：近年来，天文学中最引人注目的发现，如脉冲星、黑洞、X射线双星等，都是与超新星爆发直接有关的。我们毫不含糊地把超新星的历史记录看作是“古代世界留传给现代科学最宝贵的遗产之一”。

准备这本书的时候，我们在同巴内斯先生〔A.C. Barnes, 达尔漠 (Durham) 大学东方研究所〕和卡斯韦尔先生 (J.L. Caswell, 澳大利亚联邦科学与工业研究组织) 的合作中得到很多教益，我们向他们表示衷心的感谢。米多斯教授〔A.J. Meadows, 列斯特 (Leicester) 大学天文和科学史系〕帮助我们审阅手稿，并提出很多宝贵的批评和建议；麦克科雷教授〔W.H. McCrea, 索塞克斯 (Sussex) 大学的天文中心〕为我们提供第十二章中的一些材料，我们向他们谨致谢意。

我们要特别感谢詹·赛尔顿小姐 (Jane Salton) 为我

们打印手稿。还要感谢宋得士 (T.J.Saunders) 和吴德曼博士 [A.J.Woodman, 泰因河畔纽卡斯尔 (Newcastle) 大学古典语文系] 在解决困难的拉丁文原文方面所给予的帮助。

最后, 要感谢我们的亲属在准备这本书的过程中的不断鼓励。

D.H. 克拉克 (D.H.Clark)

F.R. 斯梯芬森 (F.R.Stephenson)

1976年11月

编 译 者 序

在我们银河系中，超新星爆发是一种极其罕见而又异常壮观的天象。所谓“历史超新星”，就是指历史上记录下来的超新星爆发事件。由于历史条件的限制，人类关于超新星爆发的历史记载，保存下来的为数不多，其中大部分是属于我们中国的。

超新星爆发的研究，对现代天体物理学有着非常重要的意义。超新星爆发涉及到许多重要的物理学理论。剧烈的爆发所产生的脉冲星、射电源和X射线源等超新星遗迹，是目前恒星物理学、射电天文学和高能天体物理学研究的重要对象。然而，最有研究价值的超新星遗迹是那些有历史记录的超新星遗迹。

本书内容主要是考证超新星历史记录、论证超新星遗迹、探讨天体演化等。

本书作者D.H.克拉克是著名的天体物理学家，F.R.斯梯芬森是著名的天文史学家。他们密切合作，相得益彰，使这本书成为真正的“多学科的著作”。它是一本科学史料和科学理论有机结合的作品，也是一本古为今用的优秀论著。广大的天体物理工作者和科学史工作者将会从中吸取一些有价值或他们感兴趣的东西。

本书共分十二章。前言和第一、二、三章由徐振韬翻译，第四章和第十二章由蒋窈窕翻译，第五、六、八、九章和第十一章由王德昌翻译，第七章和第十章由柯本智等翻

译。全书的校订、译名的统一、注解、附注和附录的撰写，由王德昌和徐振韬完成。在翻译过程中，对原文中出现的某些错误和需要说明之处在文下或章末都加了注解和附注。另外，对第五、六、七、八、九、十章和第十一章中所涉及的八颗新见星，我们结合祖国古代文献均作了详细的补充，使八颗新见星的历史记录更为完整。第八章的两个附录是编译者最近几年对 AD1054 超新星的研究心得，一并刊出，以供读者参考。

本书作者在引用我国古籍时，或者按照他们的理解把古文译成英文，或者采用他人的译文。为使读者准确地理解所引原文，我们在这些译文后，用黑体字引出原来的古文，以供比较。

本书内容广泛，涉及古今中外的天文、历史、语言、宗教等多种学科。限于译者的水平，译文中的缺点错误请读者批评指正。

全书由紫金山天文台龚树模副台长审校。在翻译过程中，曾得到席泽宗同志的热情鼓励和支持，在此谨致谢意。

编译者

1982年7月

“对于超新星遗迹及其有关历史记录(有文字和无文字的两种)的研究,对下一代天文学家将是最有魅力的课题之一……”

——弗里茨·兹维基 (Fritz Zwicky)——“超新星”名词的缔造者之一,现代超新星普查的先驱;

(摘自阿勒尔 (Aller) 和麦克劳林 (McLaughlin) 《恒星和恒星系统》: 第八卷,《恒星结构》,芝加哥大学出版社,1965年)

“中国关于客星的记录对今日天文学研究仍然具有一定的现实意义,这可从最近几年发展迅速的射电天文学看出……研究星体形成与消亡的这种新颖又有效的方法的迅速发展,迫切需要把古代和中世纪的中国史料中的天象记载进行改编,以供各国天文家利用。为了达到这一目的,必须由博学的汉学家、有经验的天文学家和射电天文学家通力合作。”

——李约瑟 (Joseph Needham, F R.S.)——卓越的研究中国科学史的专家;

(摘自《中国科学技术史》第三卷《数学、天文学和地学》。剑桥大学出版社,1959年)

目 录

前 言

第一章	新见星——新星和超新星·····	(1)
第二章	超新星历史记录的探索·····	(14)
第三章	远东新见星的分类·····	(41)
第四章	超新星遗迹的调查·····	(60)
第五章	客星出南门中·····	(86)
第六章	晋代客星·····	(110)
第七章	一颗被广泛观测的极亮超新星·····	(127)
第八章	蟹状星云的诞生·····	(163)
附录一	AD1054客星的历史记载·····	(183)
附录二	AD1054客星是彗星吗?·····	(206)
第九章	客星犯传舍·····	(214)
第十章	第谷超新星·····	(231)
第十一章	开普勒超新星·····	(259)
第十二章	关于超新星遗迹演化的某些看法·····	(281)
参考文献	·····	(301)
中西名称对照	·····	(314)

第一章 新见星 —— 新星和超新星

象我们银河系一样的典型的星系里，绝大多数的恒星是稳定的，它们发出的辐射，在数百万年内都是极其稳定的。而与此成鲜明对照的是新星和超新星——这些星的亮度以十分惊人的速度增加着，直至自我爆发。在最亮时，可以和天空中最亮的恒星相媲美，而后逐渐暗淡，直到消失为止。在最亮时，一颗新星要比太阳亮一百万倍。而一颗超新星要比新星还要亮几千倍，它所发出的能量比银河系里所有的星联合发出的能量还要大。“nova”这个词是新见星的意思，正是为说明这些天象而引进的。后来证实，在新星或超新星爆发前其原来位置上就有一颗星。

超新星目前被看作是某类恒星演化上的一种激烈的结局。某些星为什么有这种灾变性的自我毁灭？确切原因尚不完全清楚，但至少导致这类超新星事件的演化途径是很容易说明的。当一个原生星经引力坍缩，由气体尘埃云形成时，云内的温度一直增加到约 10^7K ，足可产生某种核反应。最初，占优势的核反应是质子-质子链式反应，结果是氢聚变成氦而释放出能量。热核能的释放制止了引力收缩，恒星回到相对稳定的状态。在这个状态，恒星度过它活跃一生的大部分——以核心中氢的“燃烧”来抵偿表面损失的辐射能。

虽然恒星的核燃料储备是巨大的，但并非是有限的。恒星核心中的氢被消耗掉时，核心的重新收缩使温度上升到约

$2 \times 10^8 \text{ K}$ ，从而使点燃了的氢形成碳和氧，同时外壳中的氢仍在燃烧。以后的阶段是经过连续的重元素的聚变而变成铁，此时再没有什么反应能提供能量了。因为聚变产生的能量和参加反应的元素的丰富度，在核燃烧的每个相继阶段都会减少，所以，当恒星接近最后毁灭时，它就以不断增长的速率在消耗着它的剩余燃料储备。几个核燃烧阶段，在同一个恒星中同时发生着，当恒星壳层的最外部分还是氢在燃烧时，其中介层则处在中间反应阶段，而核心最先转变成元素铁。

当恒星的核心中再没有核能可取时，随之而产生的结果，是取决于恒星的质量。其核心质量小于 $1.4M_{\odot}$ （ $M_{\odot}$ 为太阳质量）的恒星，经过相当受抑制的坍缩，达到很高密度（ $\cong 10^6 \text{ 克/厘米}^3$ ）而形成白矮星。相反，其核心质量大于 $1.4M_{\odot}$ 的恒星，经过快速坍缩，同时释放出引力能。对于质量特别大的恒星，其核心质量和挤压动能可使其密度大于原子核密度，从而完成引力坍缩而形成黑洞。然而，核心质量稍小的星（质量在 $1.4-3.5M_{\odot}$ ）的坍缩，在达到原子核密度时将停止，而形成快速自转的中子星（密度 $\cong 10^{14} \text{ 克/厘米}^3$ ）。中子星即是被观测到的脉冲星，它发射的辐射脉冲，在小于一秒的间隔内有较宽的频率范围。坍缩的突然停止将产生高温（ $\cong 10^{12} \text{ K}$ ）和高压，造成向外运动的冲击波。处在核反应中间阶段，尚含有比铁轻的元素，同时在核心之后才发生坍缩的恒星壳层，在冲击波的突然作用下将受到快速压缩和猛烈增温。 O^{16} 聚变成 Si 的核反应（温度约为 10^9 K ）具有潜在的爆炸性，在坍缩的壳层中点燃这个反应，必定会把恒星的大部分质量抛射出去。这种恒星演化的最后阶段如图1.1所示。

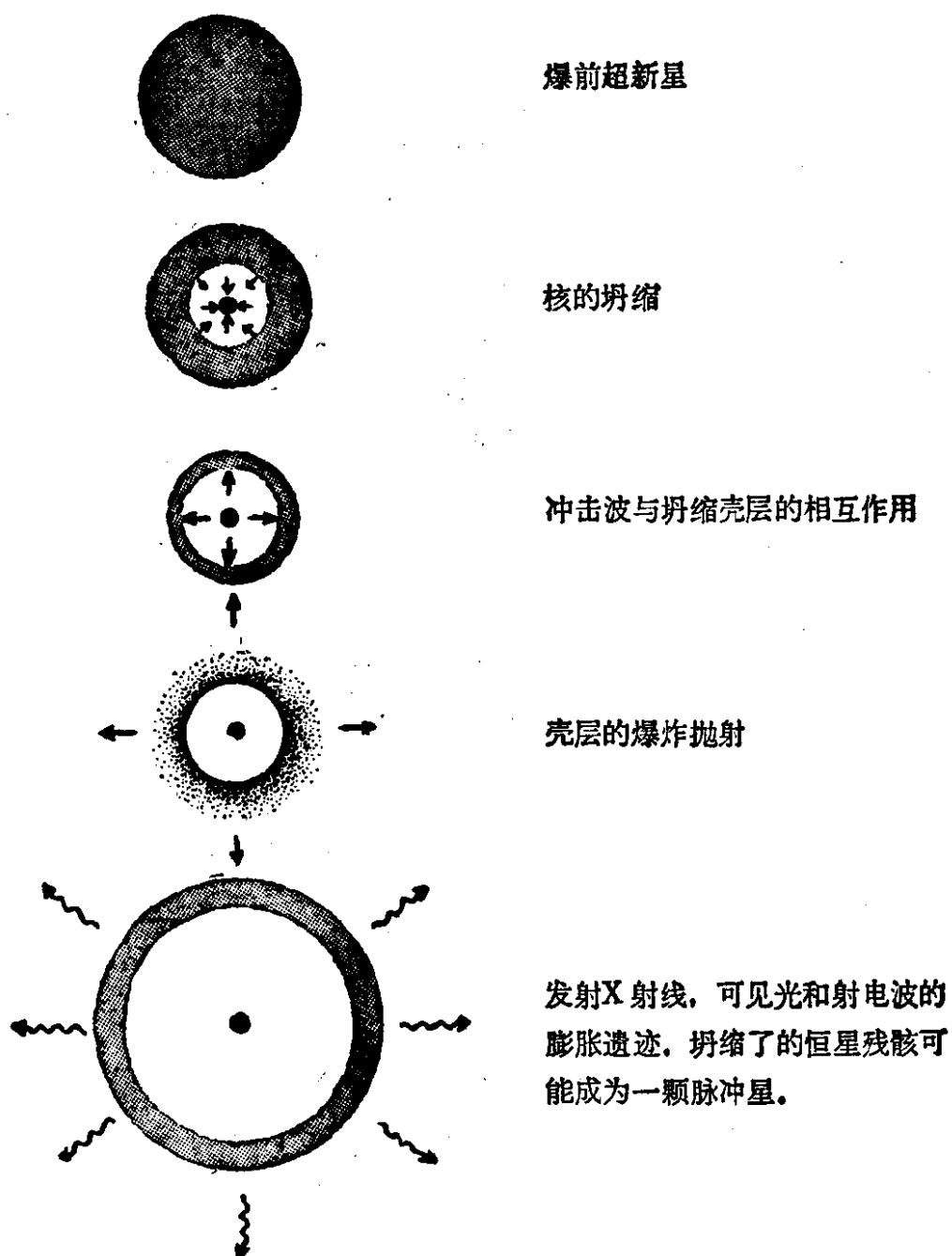


图1.1 在超新星事件中一颗恒星自身毁灭的示意图

这样, 一个超新星事件要引起核心的突然挤压(几秒的时间尺度), 而留下一个崩溃了的快速自转的星球残骸, 并且, 恒星壳层经抛射碎成纤维结构, 以每秒数千公里的速度飞

散，同时释放出 10^{51} 尔格的巨大能量（等价于约 10^{28} 个百万吨级氢弹的爆炸）。

天体物理学家对超新星非常感兴趣，不仅因为它们代表了最壮观的恒星事件，而且因为这些爆炸的喷射物和残骸是天体物理学中最异乎寻常和最激动人心的现象和研究对象。除脉冲星和黑洞外，还认为超新星爆炸会产生以每小时近百万公里的速度穿过银河系的高速逃逸星；产生连续轰击地球的高能宇宙线、重元素、膨胀星云（天空中最美丽的客体之一）、延伸射电源，还可能产生引力辐射和几乎大部分银河X射线源。

一次超新星事件，预示着一颗恒星的最后毁灭，与此相反，新星被认为是某些星对其确定的恒星演化途径的短暂偏离，实际上可能是一种反复出现的现象，其爆发的时间间隔为数千年。每次新星爆发只有很少的质量（可能不超过万分之一）被抛射出去，而且有一些最后还要落回来。虽然某些星经历新星爆发的确切原因目前仍在争论，但最广泛适用的理论是基于目前令人信服的观测证据，即爆发新星是一个密近双星系统。密近双星是一对那样的恒星，在他们正常演化过程的某个时期，双星间近到可以使两者间发生质量转移。一个白矮星和一个正常伴星组成的这种系统是一个潜在新星。在伴星处于膨胀状态期间，物质（主要是氢）转移到白矮星的大气中去，在那里受到强大引力场的作用而被压缩，并被加热到点燃氢的核反应的温度。其后，热核反应能产生爆发式的物质抛射和能量辐射，即是所看到的新星事件。上述的新星爆发在密近双星系统内的物质交换如图1.2所示。

新星爆发在很多方面类似于超新星，但是在规模上小得

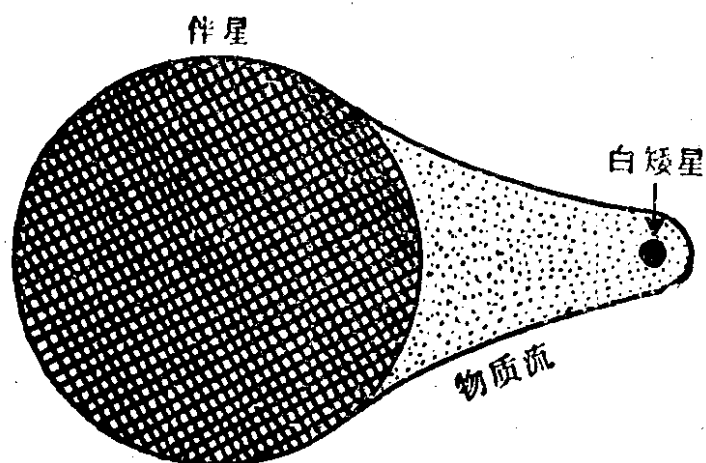


图1.2 密近双星系统中的物质交换

多。典型的新星寿命是几天或最多几周，而不是几个月，释放出的能量小于超新星爆发的万分之一。爆发产生的膨胀气壳在几十年后就可消散，剩下的双星系统比其原始状态几乎没有任何变化。新星比超新星频繁得多，在一个短时期内，一个靠近我们的新星，可以和天空中最亮的星一样亮。本世纪有六颗亮的新星，出现在公元1901、1918、1925、1934、1942、1975年。它们当时都比一等星亮。公元1918年的新星有些天几乎和天狼星（天上最亮的恒星）一样亮。

虽然新星和超新星在其起源、爆发规模和出现的频数上都不同，但把超新星同普通新星明显区别开来，却不过是最近四十年的事。

历史上有很多关于恒星爆发的目视记录。最早观测到“新见星”的是远东的中国、日本和朝鲜。在古代和中世纪的欧洲与阿拉伯国家，似乎对这种天象兴趣不大，一部分原因是受亚里士多德（Aristotelian）关于天球完美不变学说的普遍影响，另一部分原因是完全没有能力认识象新星这种天象（见第二章）。这种情况直到十六世纪还未改变。

在远东，统治者指使专职的天文星占家保持常规的巡天

观测，并报告和解释任何可能发生的异常事件。很多这样的事件在各种正史天文志中都有报告。大约从公元前 200 年以后，中国就有特别详细的记录。但不幸的是，可能是由于在公元前 213 年，中国第一个皇帝秦始皇有名的“焚书”的结果，使得在此以前的记录很少。在日本和朝鲜，正规的天文观测始于公元 1000 年左右，因此在这以后经常有重复的记录。远东观测的历史背景将在第二章中进一步讨论。

在历史记录中，照理我们要找的是关于新见星的详细位置、亮度变化、颜色和可见期的长短。实际上这样完整的史料很少能找到，但重要的是充分利用从早期的观测中所得到的情报。一些“新见星”的历史记录给出可供参考的最大亮度值，然而仅仅以此为根据，不可能区分出我们银河系中的新星和超新星，因为在地球附近出现的新星和在距离很远、实际上很亮的超新星的视亮度没有什么不同。

最初想到有比普通新星亮几千倍的恒星爆发存在的主要理由有两个。一个是基于对河外星系中新见星的观测。公元 1885 年，在 M31 星系核心附近观测到一颗新星，亮度几乎和这个星系视亮度一样。在河外星系中发现了几百颗新见星。如果把最近的几个星系的新见星的数目按视星等来排列，则立刻可以清楚地看到（见图 1.3），有一小群数目很少而又特别明亮的星。（星等的标度是对数标度，其中负等数比正等数亮度大，每差一等亮度相差 2.5 倍。观测到的星等称为视星等，如织女星为 0^m ，金星为 -4^m 。为了比较两颗星，我们必须知道它们的真的星等，即把这些星放在一个标准距离上所求得的星等。这个距离取为 $32.6 \text{ 光年} = 10 \text{ 秒差距}$ ，在这个距离上的星等称为绝对星等。）

另一个认为超新星存在的理由和 AD1572 新见星有关，

这颗星被著名的丹麦天文学家第谷·布拉赫 (Tycho Brahe) 详细地描述过, 并且精确地测定过它的位置。普通新星从爆前新星到极大亮度, 典型的是亮度增加约十五个星等。而AD1572新见星有几天竟和金星一样亮, 视星等大

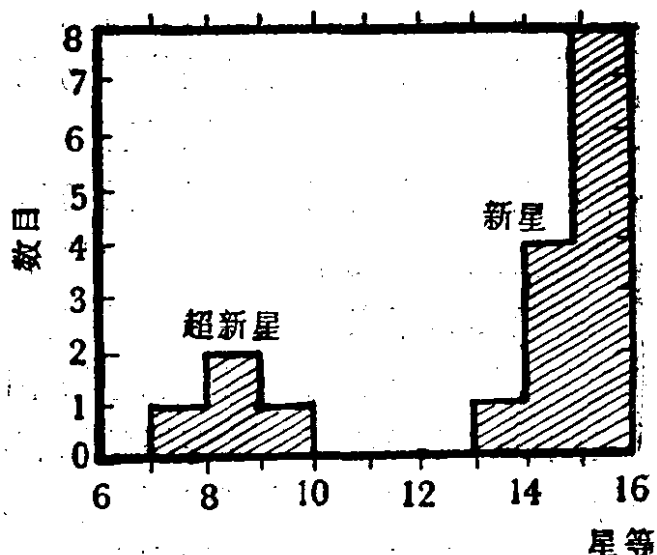


图1.3 在较近星系中亮新星和超新星的分布(取自Zwicky, 1965)

约为 -4^m 。如果是普通新星, 离地球应在几十光年范围内, 其遗迹目前不应暗于 $+11^m$ 。然而, 这样的特征没有找到, 所以说, AD1572新见星应有很大的距离, 并且在极大时本身亮度非常大。

因此, 超新星研究的两个先驱者兹维基和巴德(Zwicky and Baade)在公元1937年把一批本身亮度特别大的新见星命名为超新星。

另外三颗历史上记录到的河内新见星也被证认为是超新星。公元1604年出现在蛇夫座的新见星, 很多欧洲的杰出天文学家和中国、朝鲜的宫廷天文家都精心地观测了约十二个月之久。这颗星在天球上的位置被约翰尼斯·开普勒(Johannes Kepler)和大卫·法布里修斯(David Fabricius)测定得很精确(小于一弧分), 以致使巴德(Baade, 1943)毫无困难地判明, 有一小片星云状物质显然就是这颗星的光学遗迹。

AD1054新见星, 只有中国和日本有记录。综合各种报

告，我们知道，这颗星在白昼可见共二十三天，整个可见期超过二十二个月。可能是伦德马克（Lundmark, 1921）最先提出这次事件和蟹状星云有关。由光学星云纤维的膨胀速率推出的爆发日期很近于公元1054年，故有各种理由相信，蟹状星云是少数几个精确测定出其年龄的超新星遗迹之一。

公元1006年出现的新见星是在文艺复兴前在欧洲和阿拉伯历史中仅有记录的一颗。它也被中国和日本天文学家广泛地观测过。对于这颗异常辉煌的星有很多记载，例如，“它是那样地闪闪发光，以致可以照见物体”（中国）；“它照在地上的光芒犹如月光”（伊拉克）；“它的光照亮了地平……亮度为满月的四分之一强”（伊拉克）。有一条中国记录，记载这颗星一直亮了几十年。戈尔茨坦（Goldstein, 1965）粗略地估计它在极大时的视星等在 -8^m 和 -10^m 之间。

目前，很少有人怀疑，在公元1006、1054、1572、1604年看到的这四颗极其明亮而又长期可见的新见星都是超新星（以后几章将详细讨论）。这四颗超新星都是在过去的一千年中在银河系内靠近我们处出现的。这至少似乎确定了河内超新星每一百二十年大约出现一个的几率下限。然而，必须强调指出，实际上看到的超新星发亮时的短暂的时间间隔，可能导致对这些事件出现频率的严重错觉，因为这其中要涉及到非常遥远的距离，例如，AD 1006超新星发生在大约离地球三千光年处，而AD 1054超新星发生在六千多光年处，这样，在地球上看来，虽然他们第一次发亮间隔为半世纪，但实际上它们爆发的时间相差三千多年。即使没有这点告诫，仍有越来越多的证据说明，即在一些河外星系中，象上述的超新星爆发，平均大约每一百年出现一次。

历史上记录到很少超新星这一事实，在一定程度上是由