第 44 卷 第 4 期 天 文 学 报 Vol.44 No.4
2003 年 11 月 ACTA ASTRONOMICA SINICA Nov., 2003

中国古代流星记录的亮度归算

王玉民

(北京天文馆 北京 100044)

摘要 在中国古籍中关于流星 “大如 X” 的纪录，是古人对星像视面大小的估测，此视面是人裸眼观星时由于光线的衍射、漫射以及视觉中的光渗作用造成的一种特殊感知现象. 视面 “大如 X” 的实质是亮度的记录. 这些记录可以按古人目视观测天象的天球模型进行视大小 (角直径) 的量化，进而可以用一些已知亮度的流星记录为 “标准点”, 将其归算为亮度. 并将古籍中流星 “大如 X” 的 4420 次纪录的 131 种比体均作了亮度的归算.

关键词 **太阳系：中国古代记录**
中图分类号： P 11

传统看法是,中国古代天文学典籍中很少提到天体的定量化亮度,至多是星占上 “喜、怒、芒、角” 的模糊分类或 “大星径百里，中星径五十里” 的极个别提法. 笔者在研究分析古代天象记录时发现，古人实际上作了大量具有相当精度的天体现象的亮度描述，这主要集中在流星 (雨) 、 (超) 新星等 “大如 X” 记录中.

中国古代流星、流星雨记录，数量十分庞大，它们对流星、火流星、流星群研究具有重要价值，一直为研究者所重视. 在这类记录中，大多数都有 “大如杯” 、 “大如鸡蛋” 等等 “取象比类” 式的描述留存. 过去的研究基本都承认这种描述记录的是流星的燃烧程度或发光程度，但是，由于难以确切地定义视直径，其意义的探讨常被回避，或仅限于作一些唯象式的分类. 其实，流星 “大如 X” 记录的是人眼的一种特殊感知现象，如果以目视观测天象的天球模型为中介进行归算，这种记录的亮度含义就会昭然若揭. 本文试根据古人目视观测天象的天球模型，对这类亮度表述作一较完整的定量化研究.

1 “大如 X” 记录的亮度意义

在裸眼观测星体时，作为视大小的 “大如 X” 记录与观测者对星体的亮度感知是呈正相关的. 按视觉生理学原理，任何点光源，只要其像落在人眼视网膜的一个细胞上，就能被人察觉. 可实际上，即使小如恒星的点源，它在视网膜上的视像也不会是一个细微的点，因为光线经过人眼后，一定程度的衍射和漫射会让星像成为一个扩散开的面，使许多细胞受到刺激 [1,2]. 另外地球大气对星光的扰动、视觉中的光渗作用 (明亮影像在感光过程中向暗的一面渗透的趋势) 等因素也会使星像变大. 这种种效应使我们在观察恒星、行

2002-10-21 收到原稿， 2003-03-14 收到原稿

星、流星的亮暗的同时，也感知到了它们的 “大小”. 在观看个别距离极近的火流星时，虽有可能看到有视面的火球，但上述效应会使火球显得更大. 所以，古人创造了 “大如 X” 式表述亮度的记录，是符合现代视觉生理学原理的.

流星 “大如 X” 的描述，曾有学者作过一定的量化研究，如庄天山就认为，这些描述流星大小的词语表示的是流星的发光直径. 他指出，中国流星记录的绝大多数是火流星或准火流星，并提出 “大如鸡蛋” 的流星发光直径大致是 4—5 cm, “杯” 为 7—8 cm, “碗” 为 10—12 cm, “升、斗、瓮” 则在 15 cm 以上 [3]. 这种推断很有意义，但把 “大如 X” 看作流星的真正发光直径，是不妥的. 实际上，古人观测流星时并不知流星的远近，不可能记录下流星 “真正” 的发光直径.

其实，“大如 X” 记录不仅不能看作是流星 “真正” 的发光直径，也不能简单地看作是流星的视发光直径 (火球). 绝大多数情形下流星的燃烧视面是不可分辨的. “大如 X” 的记录是流星的亮度由于光衍射、漫射、光渗作用、大气扰动等在人眼里形成的视大小感觉 *— 可称为 “视发光面”.

2 “大如 X” 记录的亮度量化方式

从古人目视观测天象的约 13 米半径的天球模型入手，可以把视发光面量化，并以 “角” 、 “分” 表示，进而归算为亮度. 古代目视观测天象的记录是自成系统的 — 尺度体系，包括 “丈、尺、寸” 记录方式和 “取象比类” (“大如 X”) 记录方式两种，可用约 13 米半径的目视观测天球投影模型统一起来. 例如：古人的彗尾 “长三丈” 、流星 “大如杯” 之类的描述，记录的都是在以观测者为中心、半径约 13 米的天球上投影的大小. (详细论证可见文献 [5]) 这是我们作目视天象观测的视 (角) 直径、亮度归算时的必要工具.

记录流星视发光面的比体 (如瓜、碗等器物) 之种类，是极其丰富多样的. 笔者据《中国古代天象记录总集》统计，截止于清末，中国古籍中共有流星 “大如 X”(少数为 “发光如 X”) 的记录 4420 次，使用的比体有 131 种. 这些作比的物体主要有器具、量具、瓜果、禽卵、天体，甚至拳、掌、房屋等，看似纷无头绪，好像由观测者信手拈来，但将其从小到大排列，会发现其梯度十分明显，在相当程度上表示着流星亮度在感觉中的 “发光直径” 的大小.

比体大多为圆形或卵圆形，器具、量具则多为圆口，这说明观测者把流星的视发光面看作一个圆面. 这些比体可简单分类如下：

(1) 圆口、圆形器具，如弹丸、盏、杯、碗、缶、瓮、车轮、　等. 1773 条，占全部记录的 40.11%.

(2) 瓜果、禽卵，如桃、李、瓜、鸡子 (弹) 、鸭卵、鹅卵等. 1172 条，占 26.52%.

(3) 天体，如太白、岁星、填星、荧惑、日、月. 以行星作比可直接标出亮度，以日、月作比有时指视发光面，有时可能指照度. 871 条，占 19.71%.

(4) 量具，如升、斗、斛. 常以大量量具作比说明古人对这种描述有明确自觉的量的

* 明清有少量记录是 “大如 X, (发) 光如 Y” 的形式，如《明世宗实录》卷三百十四：嘉靖二十五年八月戊戌 (公元 1546 年 9 月 8 日)“午时，南方流星大如碗，赤色，光如斗大”[4]. 这类记录 “光如” 可能指流星体被感知的光芒伸展程度.

观念. 448 条，占 10.14%.

此 4 类比体占了记录的绝大多数，近 96.5%.

(5) 个别有直接用尺、寸度量的，不属取象比类，是较好的参照点. 18 条，占 0.41%.

(6) 拳、掌、围等人体尺度. 16 条，占 0.36%.

(7) 不规则物体或器具，如箕、梭、斗杆、船、象等. 33 条，占 0.75%.

(8) 不易确定尺度的物体或描述，如微小、籽粒、 、火球、灯、炬等，以细微物或生活中的火光作比. 73 条，占 1.65%.

(9) 房、室、亩等. 极为明亮的火流星的视发光面巨大，无圆形器具可比，只好用建筑物作比，甚至以田亩来度量了. 16 条，占 0.36%.

笔者分别用测量、估算、考据等办法，分以下 3 类试定出这些比体的尺度范围：

(1) 对于大小在各朝相对固定的瓜果、禽卵类，采用统计平均方法，直接求出这些物体的尺度范围；

(2) 器皿、圆形物体，根据文 [6—10] 中有关陶瓷器的口径，求出其平均大小及最可能的取值范围，据文 [11—12] 图版、文 [13—14] 可求出古代钱币、车轮、车盖的可能取值范围.

(3) 量具比体的情况较复杂，不同朝代升、斗的标准差别很大，本文将秦汉到清的升、斗、斛等相关量具的尺度范围 (取平均棱长作为标准) 全部列入文后的附录，在具体记录中使用者可再根据年代进一步取值. (其数据来自文献 [15—18]).

以行星作比的记录，其亮度可认为是已知的 (如 “大如太白” 为 -4—-5 等), 这些记录可作为亮度归算的 “标准点”. 我们还可以在记录中寻找既有 “大如” 描述、又另有亮度描述的内容作为 “参考点”, 其对比如表 1.

表 1 流星记录中亮度与 “大如” 的对比

Table 1 The comparison between the brightness and the “big as X” about meteors’ records

亮度 the brightness	大小 big as X or size	次数 times
有光明 some bright	桃 peach	1
频有光 (sometimes bright)	桃 peach	1
稍 (渐) 有光 gradually bright	桃、瓜、拳 peach, muskmelon, fist	4
有光 bright	栗 chestnut	1
	弹、弹丸 pellet,bullet	8
	李 plum	15
	桃 peach	20
	鸡子 (鸡弹) egg	334
	杯、盏 cup	276
	碗 bowl	27
	斗 dou (peck measure)	3
	盆 basin	1
光明 very bright	鸡子 egg	1
	杯、盏 cup	7

表 1 (续)

Table 1 (continude)

	碗 bowl	3
光散照地 The earth was illuminated dispersedly	卵 egg	1
光烛地、明烛地、光照地、照地明等 The earth was illuminated	土星 Saturn	1
	岁星 Jupiter	1
	径寸 1 cun in diameter	1
	桃 peach	6
	鸡子 (鸡弹) egg	31
	太白 (金星) Venus	198
	杯、盏 cup	541
	碗 bowl	112
	盂 a kind of bowl	11
	月 moon	8
	斗 dou (peck measure)	15
	盆 basin	2
	三斗器 (瓯) 3 dou	2
	五斗 5 dou	1
	轮 wheel	1
	箕 dustpan	1
	五六尺 5-6 chi	1
光照墙垣 The walls were illuminated	月 moon	1
烛地如月 illuminating the earth like the moon	斗、巨碗、席 dou (peck measure),huge bowl,mat	3
光明照耀，树木屋舍皆可辨 luminous with light	斗 dou (peck measure)	1
光烛殿庭 The palace was illuminated	斗 dou (peck measure)	1
红光烛城 The city was illuminated	斗 dou (peck measure)	1
光烛地，纤毫毕见 the earth was illuminated and everything could be seen	斗、席 dou (peck measure), mat	2

表 1 (续)

Table 1 (continude)

	鸡子 egg	1
	杯碗、茶盏 cup,bowl	3
光焰烛天、	碗 bowl	3
烛天、	斗 dou (peck measure)	17
红光烛天、	径尺、盆、圆灯 1 chi in diameter,basin,round lamp	3
照天、	辘轴 stone roller	2
the sky was illuminated	箕 dustpan	2
	五六尺 5-6 chi	1
	轮、鼓 wheel,drum	2
	车轮 wheel	4
幽暗皆明	斗 dou (peck measure)	1
everything was luminous		
照人面	五斗瓯、瓮、数十斛船	5
the faces were illuminated	5 dou,urn,mug of dozens hu	
光照四方	碌轴，三尺余	1
far and near were illuminated	stone roller,more than 3 chi	
火焰烛天,	数抱	1
楼阁屋宇无不照彻	several arm spans	
The sky and buildings were illuminated		
照地如昼、	碗、月、倍大于月、斗、箕、轮、车轮	15
天地通明	bowl, moon, double-moon,	
The sky and the	dou, dustpan, wheel	
earth were illuminated		

从表 1 统计数字可看出，与 “有光” 并记的 “鸡子” 最多，“光烛地” 的 “杯盏” 最多，“烛天” 的 “斗” 最多.

经统计还发现，观测者选用比体具有时代特点，宋朝 “太白” 、 “杯” 的记录极多，明朝则 “鸡子 (弹)” 、 “盏” 的记录极多，清朝则 “鸡子 (卵)” 的记录极多. 如汉 ∼ 元的记录， “如太白 (金星)” 的 689 条，占同时代记录的 55.3%, “杯盏”235 条，占 18.9%, “鸡卵” 很少，共 16 条，占 1.3%. 而明代， “如太白 (金星)” 的为零， “杯、盏”984 条，占同时代记录的 43.2%, “鸡子”731 条，占 32.1%. 清代， “如太白 (金星)” 的也为零， “杯、盏” 仅 52 条，占同时代记录的 5.8%, “鸡子、卵” 很多， 290 条，占 32.3%. 只要认为尺度体系标准是共同的，那么就应认为 “太白” 、 “杯” 、 “鸡子 (弹)” 、 “盏” 都是最多见的火流星，应属共同的亮度量级.

从表 1 还可得出， “太白” 、 “杯” 、 “盏” 同时记 “光烛地” “照地明” 的极多； “鸡子” 则记 “有光” 多于 “光烛地”, 可见它们虽属共同的亮度量级，但 “鸡子 (弹)” 暗于 “太

白”. “太白” 、 “杯” 应是 “光烛地” 的界限，是火流星，而 “鸡子 (弹)” 中至少有一部分只是准火流星.

按此分析，书 “光烛地” 、 “照地明” 的太白、鸡子、杯、盏、碗至少应属同一亮度量级，其从暗到明的排列顺序是：鸡子、太白、杯盏、碗. 从上表还可看出，月、斗、瓮、斛属另一亮度量级.

庄天山也曾用统计方法兼考虑亮度记录得出，北宋所记 “大如太白” “大如岁星” “大如填星” 的，亮度常可达 “照地明”, 可以推知其选择的亮度都在 -5 等附近，并认为 “发光直径” 大于 6 cm 的，可定为火流星，即亮达 -5 等. 不书照地明的，至多暗 2 个星等，为 -3 等 [3].

3　流星大小记录的亮度归算结果

表 2 为笔者经统计、研究后得出的古代流星 “大如 X” 的归算亮度参考数据. 其中流星的 “光芒尺度量化” 之 “厘米” 一栏为流星视 (感觉) 大小在约 13 米半径天球上投影的大小； “合秦汉寸” 即按古代 1 尺 =1(古) 度的标准折合的视直径； “视角直径” 是按 1 尺 =1(古) 度 = 今 0.9856°, 折合为今度的视角直径.

最末一栏是通过比体的尺度，再据某些已知亮度的流星为参照点 (黑体字部分) 以及其他统计、比较方法，求出的流星视亮度. 进一步的精度可再据天穹扁度归算之. (方法见文 [5])

表 2　流星大小记录的亮度归算

Table 2　The reduction of the brightness about meteors' records

大小 size	次数 times	光芒尺度量化 quantification on the diameter of light			归算亮度 (等) **reduced brightness (magnitude)**
		厘米 cm	合秦汉寸 cun of Qin and Han	视角直径 apparent angular diameter(°)	
微小 very small	1	—	—	—	<2
星 star	2	—	—	—	**2∼1**
fen fire	2	—	—	—	2∼1
籽粒 seed	2	—	—	—	2∼1
填星、土星 Saturn	7	1.5∼2	0.6∼0.9	0.06∼0.09	**1∼ 0**
索 chain	2	2	0.9	0.09	0?
径寸 (许) 1cun in diameter	2	2.3	1	0.10	0∼ -1
丸 pill	3	2∼2.5	0.9∼1.1	0.09∼0.11	0∼ -1
荧惑 Mars	1	2.5	1.1	0.11	**0∼ −1**
栗 chestnut	1	2.5	1.1	0.11	0∼ -1
钱 coin	1	2.5∼3	1.1∼1.3	0.11∼0.13	$-1\sim-2$
弹丸 bullet	28	3	1.3	0.13	$-1\sim-2$
弹 pellet	16	3	1.3	0.13	$-1\sim-2$
岁星、木星 Jupiter	34	3∼3.5	1.3∼1.5	0.13∼0.15	**−2∼ −3**
李 plum	30	3.5	1.5	0.15	$-2\sim-3$
核桃 walnut	1	4	1.7	0.17	$-3\sim-4$

表 2 (续)

Table 2 (continude)

卵、鸡卵、鸡子 egg	1037	5	2.2	0.22	$-3\sim-4$
蛋壳 eggshell	1	5	2.2	0.22	$-3\sim-4$
太白、金星 Venus	689	5∼5.5	2.2∼2.4	0.22∼0.24	$\mathbf{-4}\sim\mathbf{-5}$
鸭子、鸭卵 duck's egg	5	5.5	2.4	0.24	$-4\sim-5$
一围① span	1	5.8	2.5	0.25	$-4\sim-5$
桃 peach	61	6	2.6	0.26	$-4\sim-5$
鹅卵 goose egg	16	6	2.6	0.26	$-4\sim-5$
柿 persimmon	2	6	2.6	0.26	$-4\sim-5$
倍于金星 double-Venus	1	6.5∼7.5	2.8∼3.2	0.28∼0.32	$\mathbf{-5}\sim\mathbf{-6}$
如 (火、圆) fireball	24	—	—	—	$-4\sim-7$
酒杯 cup	9	5∼9	2.2∼3.9	0.22∼0.38	$-4\sim-7$
酒盅 (钟、盂)cup	4	5∼9	2.2∼3.9	0.22∼0.38	$-4\sim-7$
盎 cup	3	5∼9	2.2∼3.9	0.22∼0.38	$-4\sim-7$
小铃 little bell	2				$-4\sim-7$
盏 cup	617	6∼10	2.6∼4.3	0.26∼0.42	$-5\sim-7$
杯 cup	654	6∼10	2.6∼4.3	0.26∼0.42	$-5\sim-7$
瓜 muskmelon	13	7∼9	3.0∼3.9	0.30∼0.38	$-5\sim-7$
船② mug	2				$-6?$
升 (升口)sheng	12	5.9∼10.1	2.5∼4.4	0.25∼0.43	$-5\sim-7$
二升碗 (器、瓯) double-sheng	11	7.4∼12.7	3.2∼5.5	0.32∼0.54	$-5.5\sim-7.5$
拳 fist	8	8	3.5	0.34	-6
瓯 bowl	3	7∼15	3.0∼6.5	0.30∼0.64	$-5\sim-8$
半月、上弦月 half-moon	3	9	3.9	0.38	$-6\sim-7$
杯碗 cup or bowl	4	7∼16	3.0∼6.9	0.30∼0.68	$-5\sim-8$
三升器 (瓯) 3 sheng	11	8.4∼14.6	3.7∼6.3	0.36∼0.62	$-6\sim-8$
径数寸 several cun in diameter	1	7∼18	3.0∼7.8	0.30∼0.77	$-5\sim-9$
四升器 4 sheng bowl	1	9.3∼16.1	4.0∼7.0	0.39∼0.69	$-6\sim-8$
十一二夜月 more than half-moon	1				-7
径五寸许 about 5 cun in diameter	1	11.6	5.0	0.49	$-7\sim-8$
月③ the moon	118	12	5.2	0.51	$-7\sim-8$
掌 palm	1	13	5.6	0.55	$-7\sim-8$
日③ the sun	14	14	6.1	0.60	$-7\sim-8$
五升器 5 sheng	7	10.0∼17.3	4.3∼7.5	0.42∼0.74	$-6\sim-9$
数升器 several sheng	1	9.5∼19	4.1∼8.2	0.40∼0.81	$-6\sim-9$
碗 bowl	248	13∼20	5.6∼8.7	0.55∼0.86	$-7\sim-9$
圆如镜 mirror	1	10∼25	4.3∼10.8	0.42∼1.06	$-7\sim-9$
盂④ a kind of bowl	49	14∼20	6.1∼8.7	0.60∼0.86	$-8\sim-9$
瓠⑤ gourd	2	15∼25	6.5∼10.8	0.64∼1.06	$-8\sim-9$
灯烛 light of candle	1	—	—	—	$-8\sim-9?$
梭 shuttle	1		7.5?		$-8\sim-9$
倍于月 double-moon	1	18	7.8	0.76	$-8\sim-9$
斗 dou (peck-measure)	372	12.6∼21.8	5.5∼9.4	0.54∼0.93	$-8\sim-9$
(大) 匏 big gourd	2	15∼30	6.5∼13	0.64∼1.28	$-8\sim-10$
二斗器 double-dou	2	15.9∼27.5	6.9∼11.9	0.68∼1.17	$-8\sim-10$
二斗魁 double-dou	1				$-8\sim-10$

表 2 (续)

Table 2 (continude)

径尺、大尺许 about 1 chi in diameter	7	23.1	10	0.99	$-9\sim-10$
灯 lamp	5	—	—	—	$-9\sim-10$
风灯 windproof lamp	2	—	—	—	$-9\sim-10$
电灯⑥ electric lamp	1	—	—	—	$-9\sim-10$
四围 4 spans	1	23.2	10	0.99	$-9\sim-10$
巨碗 huge bowl	1	20∼32.5	8.7∼14.1	0.86∼1.39	$-9\sim-10$
盘 plate	12	18∼35	7.8∼15.2	0.77∼1.50	$-9\sim-10$
三斗 (碗)3 dou	7	18.2∼31.4	7.9∼13.6	0.78∼1.34	$-9\sim-10$
三斗魁 3 dou	1				$-9\sim-10$?
周围四尺 4 chi in circumference	1	29.3	12.7	1.25	$-9\sim-10$
西瓜 water melon	1	25∼30	10.8∼13	1.06∼1.28	$-9\sim-10$
大斗 big dou	1				$-9\sim-11$
五斗 (器、瓯) 5 dou	10	20.0∼37.3	8.7∼16.2	0.86∼1.60	$-9\sim-11$
盆 basin	18	20∼38	8.7∼16.4	0.86∼1.62	$-9\sim-11$
扇 fan	1				$-9\sim-11$
数围 several spans	2	18∼40	7.8∼17.3	0.77∼1.71	$-9\sim-11$
数斗器 several dou	2	19∼40	8.2∼17.3	0.81∼1.71	$-9\sim-11$
小瓮 petty urn	1				$-9\sim-11$
巨盘 huge plate	1	30∼40	13∼17.3	1.28∼1.71	$-10\sim-11$
斛、一斛器 hu	2	27.2∼37.2	11.8∼16.1	1.16∼1.59	$-10\sim-11$
石 dan	1	34.2∼46.9	14.8∼20.3	1.46∼2.00	$-10\sim-11$
桶 bucket	3	30∼50	13∼21.6	1.28∼2.13	$-10\sim-12$
梢桶 bucket	1	30∼50	13∼21.6	1.28∼2.13	$-10\sim-12$
瓮 urn	13	35∼50	15.2∼21.6	1.50∼2.13	$-10\sim-12$
三斛瓮 3 hu	1	39.1∼53.7	16.9∼23.2	1.67∼2.29	$-10\sim-12$
簏⑦ bamboo basket	2	30∼60	13∼26	1.28∼2.56	$-11\sim-12$
缶⑧ big jar	11	35∼60	15.2∼26	1.50∼2.56	$-11\sim-12$
巨瓮 huge urn	1	40∼60	17.3∼26	1.71∼2.56	$-11\sim-12$
十围 10 spans	2	58	25.1	2.47	-12
栲⑦ bamboo basket	2	30∼70	13∼30.3	1.28∼2.99	$-10\sim-13$
大如帚 broom	1				$-10\sim-13$
辘轴、碌轴 stone roller	5	40∼70	17.3∼30.3	1.71∼2.99	$-11\sim-13$
箕 dustpan	22	40∼70	17.3∼30.3	1.71∼2.99	$-11\sim-13$
圆笠 bamboo hat	1	50∼80	21.6∼34.6	2.13∼3.41	$-12\sim-13$
径三四尺许 about 3-4 chi in diameter	1	69∼92	29.9∼39.8	2.95∼3.92	$-13\sim-14$
箩 big wicker basket	1	40∼100	17.3∼43.3	1.71∼4.27	$-11\sim-14$
灯笼 lantern	1	50∼100	21.6∼43.3	2.13∼4.27	$-12\sim-14$
鼓 drum	1	60∼100	26∼43.3	2.56∼4.27	$-13\sim-14$
二十斛船 20-hu	1	73.7∼101	31.9∼43.7	3.14∼4.31	$-13\sim-14$
圆灯 round lamp	2	70∼100	30.3∼43.3	2.99∼4.27	$-13\sim-14$
半席⑨ half a mat	2	80	34.6	3.41	$-13\sim-14$
数石瓮 several dan	2	60∼200	26∼86.6	2.56∼8.54	$-13\sim-15$
数十斛船 mug of dozens hu	2	120∼250	51.9∼108	5.12∼10.64	$-14\sim-15$
大如炬 torch	4	—	—	—	$-14\sim-15$
如炬火 torch	24	—	—	—	$-14\sim-15$

表 2 (续)

Table 2 (continude)

烈于炬 brighter than torch	1	—	—	—	−14 ∼ −15
巨灯 huge lamp	1	100∼140	43.3∼60.6	4.27∼5.97	−14 ∼ −15
席 mat	3	115	49.8	4.91	−14 ∼ −15
火轮 fire disc	2	—	—	—	−14 ∼ −15
数尺 several chi	1				−14 ∼ −15
大五六尺 5—6 chi	2	115∼139	49.8∼60.2	4.91∼5.93	−14 ∼ −15
轮 wheel	18	130∼140	56.3∼60.6	5.55∼5.97	−14 ∼ −15
车轮 wheel	31	130∼140	56.3∼60.6	5.55∼5.97	−14 ∼ −15
碾盘 millstone	1	160∼240	69.3∼104	6.83∼10.3	−14 ∼ −15
数抱 several arm spans	1				−14 ∼ −15
grain bin	1	160∼250	69.3∼108	6.83∼10.6	−14 ∼ −15
(宝、圆) 盖 canopy	3	180∼250	77.9∼108	7.68∼10.6	−14 ∼ −15
象 elephant	1	250∼300	108∼130	10.6∼12.8	−15 ∼ −16
丈余 more than 1 zhang	1		110∼130	10.8∼12.8	−15 ∼ −16
仓廪 storehouse	1	250∼400	108∼173	10.6∼17.1	−15 ∼ −16
斗杆⑩ the handle of the Big Dipper	1	—	—	—	−15?
廒 storehouse	1	250∼400	108∼173	10.6∼17.1	−15 ∼ −16
室 room	1	400∼600	173∼260	17.1∼25.7	−16 ∼ −18
径二丈余 more than 2 zhang in diameter	1		220∼250	21.7∼24.7	−17 ∼ −18
房 house	3	500∼700	216∼303	21.3∼29.9	−17 ∼ −19
屋 house	4	500∼700	216∼303	21.3∼29.9	−17 ∼ −19
浮屠 tower	1	1000∼2000	433∼866	42.7∼85.4	−19 ∼ −20
亩 mu	1	2800	1212	119	−21 ∼ −22
二亩 double-mu	2	> 3000	> 1300	> 128	亮于 −23
数亩 several mu	2	>4000	>1700	>168	亮于 −24

注：①古代天文上一围的直径为 5.8 厘米 [3].

②船，酒器.

③月，部分记录是发光面大小如月 (如表所示)，也有记录是亮度如满月 (当为 −12 ∼ −13 等，表中未另列)，具体归算时可根据记录的上下文辨析. “如日” 亦可作如是理解.

④盂，食器.

⑤瓠，葫芦类，不是长筒形的 “瓠子”.

⑥光绪 34 年 (公元 1908 年) 河北枣强县志记录.

⑦篦、栲：竹 (藤) 篓.

⑧缶，大腹瓦器，或汲器 (三石以上)，或用于贮酒；又，上古以 16 斗或 32 斗为一缶. 亦有青铜器.

⑨古代筵席平均为 1.30 平方米 [20].

⑩斗杆，可能为北斗七星的柄长.

从表 2 统计，暗于金星、鸡卵的记录仅 133 次 (占 3.01%). 而上文的分析已指出，“大如鸡卵 (弹、子)” 以上的肯定是火流星. 所以庄天山提出的 “中国流星记录绝大多数是火流星或准火流星” 的说法是正确的.

值得注意的是，星体越亮越大的现象，在天文摄影底片上也会出现. 图 1 引自文献 [21]，这样的大火流星平均 4 至 5 年才能捕捉到一次. 从图中北极星轨迹，可求出这颗火流星的 “视直径”. 直接测量北极星划出的小弧，直径是 2.5 mm，取当时北极星的极距 0.8°，那么照片上 1 mm=0.64°. 量得照片上火流星的瞬时最大直径为 19 mm，即 19×0.64° =12.16°，

图 1　1999 年 1 月 21 日欧洲火流星观测网捕捉到的特大火流星

Fig. 1　A huge bolide caught by Europe Bolide Observation Net

合传统度 12.16×1.0146=12.34° ≈1 丈 2 尺 3 寸，如此大的视面，相当于 “大如仓廪” 的记录，其亮度在 −15 等以上.

据记载，“1933 年 3 月 24 日晨 5 时，美国曾出现一个火流星，亮度比月亮还亮 100 多倍，在离地面 40 千米的高空，眼睛看起来比月亮大 30 倍，足有一间房子大，700 千米范围的人都可以看到”[22]. “比月亮大 30 倍” 是视圆面加光渗作用的目视光芒尺度，月亮的直径约为古尺 0.5 尺，“大 30 倍”, 合古代 1 丈 5 尺，按目视天球的标准，确实 “有一间房子大”(“大如室”), 按表 2 归算，约为 −16 ∼ −17 等. 满月亮度平均为 −12.7 等，这颗火流星比月亮亮 100 多倍，则达 −17 ∼ −18 等，考虑到人眼在尺度和亮度上的估计误差，两者可以说是相符的.

庄天山指出：美国人在 20 世纪 50 年代，即得出普通流星、弱流星的质量 — 星等关系式，但尚无亮流星、火流星公式，可能是资料缺乏，我国古代记录虽已整理，但 “尚未真正发挥其应有的作用”[3]. 所以，利用好我国古代记录，进行合理的亮度归算，将会对流星、火流星的研究有所帮助.

4　(附录) 古代量器折合尺寸

古代量器形状多样，有圆柱形、圆台形、立方体、正四棱台、椭圆勺状、长方体等，一种形状又有多种标准，如秦汉时，圆柱量器较常见，但同为升，其口径和高度又各有不同. 这就给古代量器折合尺寸大小造成许多麻烦. 但既然古人是用量器比类流星体，肯定用的是形状较规则的量器. 为建立共同标准，使归算具有可操作性，作者认为，以等于该量器容积的立方体棱长作为其平均尺度最为合理，附录表列出了按此规则，流星记录中所有出现过的升、斗、石、斛各朝折合数据.

附录表 1 一升 — 五升各朝折合立方体棱长

Appendices Table 1 The edge of cube reduced in each dynasty from 1 sheng to 5 sheng

比体容积 objects' volume	折算标准 reduced standard	朝代 dynasties 秦汉 Qin And Han	隋唐 Sui And Tang	宋 Song	元 Yuan	明 Ming	清 Qing
	合今容积 (ml) modern volume	200	600	585	836	1022	1035
一升 1 sheng	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	5.85	8.43	8.36	9.42	10.1	10.1
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**2.53**	**3.65**	**3.62**	**4.08**	**4.36**	**4.38**
	合今容积 (ml) modern volume	400	1200	1170	1672	2044	2070
二升 2 sheng	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	7.37	10.6	10.5	11.9	12.7	12.7
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**3.19**	**4.59**	**4.55**	**5.15**	**5.49**	**5.52**
	合今容积 (ml) modern volume	600	1800	1755	2508	3066	3105
三升 3 sheng	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	8.43	12.2	12.1	13.6	14.5	14.6
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**3.65**	**5.28**	**5.24**	**5.89**	**6.29**	**6.32**
	合今容积 (ml) modern volume	800	2400	2340	3344	4088	4140
四升 4 sheng	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	9.28	13.4	13.3	15.0	16.0	16.1
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**4.02**	**5.80**	**5.76**	**6.49**	**6.93**	**6.97**
	合今容积 (ml) modern volume	1000	3000	2925	4180	5110	5175
五升 5 sheng	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	10	14.4	14.3	16.1	17.2	17.3
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**4.33**	**6.23**	**6.19**	**6.97**	**7.45**	**7.49**

附录表 2　一斗 — 五斗各朝折合立方体棱长

Appendices Table 2　The edge of cube reduced in each dynasty from 1 dou to 5 dou

比体容积 objects' volume	折算标准 reduced standard	朝代 dynasties 秦汉 Qin And Han	隋唐 Sui And Tang	宋 Song	元 Yuan	明 Ming	清 Qing
	合今容积 (ml) modern volume	2000	6000	5850	8360	10220	10350
一斗 1 dou	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	12.6	18.2	18.0	20.3	21.7	21.8
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**5.45**	**7.87**	**7.80**	**8.79**	**9.39**	**9.44**
	合今容积 (ml) modern volume	4000	12000	11700	16720	20440	20700
二斗 2 dou	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	15.9	22.9	22.7	25.6	27.3	27.5
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**6.88**	**9.91**	**9.83**	**11.1**	**11.8**	**11.9**
	合今容积 (ml) modern volume	6000	18000	17550	25080	30660	31050
三斗 3 dou	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	18.2	26.2	26.0	29.3	31.3	31.4
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**7.87**	**11.3**	**11.3**	**12.7**	**13.5**	**13.6**
	合今容积 (ml) modern volume	10000	30000	29250	41800	51100	51750
五斗 5 dou	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	21.5	31.1	30.8	34.7	37.1	37.3
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**9.31**	**13.5**	**13.3**	**15.0**	**16.1**	**16.2**

附录表 3　斛、石各朝折合立方体棱长

Appendices Table 3　The edge of cube hu and dan reduced in each dynasty

比体容积 objects' volume	折算标准 reduced standard	朝代 dynasties 秦汉 Qin And Han	隋唐 Sui And Tang	宋 Song	元 Yuan	明 Ming	清 Qing
	合斗 equal to dou	10	30	30	30	30	5
	合今容积 (ml) modern volume	20000	180000	175500	250800	306600	51750

附录表 3 (续)

Appendices Table 3 (continude)

一斛 1 hu	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	27.2	56.4	56.0	63.1	67.4	37.2
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**11.8**	**24.4**	**24.2**	**27.3**	**29.2**	**16.1**
	合今容积 (ml) modern volume	40000	360000	351000	501600	613200	103500
石 (二斛) dan(2 hu)	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	34.2	71.1	70.5	79.4	84.9	46.9
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**14.8**	**30.8**	**30.5**	**34.4**	**36.8**	**20.3**
	合今容积 (ml) modern volume	60000	540000	526500	752400	919800	155250
三斛 3hu	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	39.1	81.4	80.7	90.9	97.3	53.7
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**16.9**	**35.2**	**34.9**	**39.4**	**42.1**	**23.2**
	合今容积 (l) modern volume	400	3600	3510	5016	6132	1035
二十斛 20 hu	合立方体棱长 (cm) length of cube's edge	73.7	153	152	171	183	101
	合秦汉寸 **Qin and Han cun**	**31.9**	**66.2**	**65.8**	**74.0**	**79.2**	**43.7**

附录表 4 汉代部分现存量器的大小 (单位：厘米)

Appendices Table 4 The size of some existent measures for cubage in Han dynasty (unit: cm)

量器 measures	口径 diameter	高 height	量器 measures	口径 diameter	高 height
西汉斗 dou of Western Han	20.4	9.4	西汉升 sheng of Western Han	8.1	6.1
新莽斗 dou of Xin Dynasty	32	2.26	西汉升 sheng of Western Han	6.4	6.3
新莽方斗 square dou of Xin Dynasty	11×14.75×14.77		西汉升 sheng of Western Han	9.5	4.5
东汉斗 dou of Eastern Han	19.5/15.6	10	西汉升 sheng of Western Han	7.5	6
新莽斛 hu of Xin Dynasty	33	23	新莽升 sheng of Xin Dynasty	6.5	5.8
新莽斛 hu of Xin Dynasty	33.2	27.3	五升 5 sheng	16.8	8
东汉斛 hu of Eastern Han	34.5	24.4	五升 5 sheng	16.4	7.8
东汉斛 hu of Eastern Han	36	24.3			

为得知这种归算方式的误差，我们分析一下文献 [19] 中汉朝的量器.

从表可看出，若以圆柱量器的口径为标准，升、五升、斗的尺寸均要比 “立方体棱长” 大二分之一，斛的尺寸也要大四分之一，但以方斗为标准，尺寸又与 “立方体棱长” 相近. 为照顾量器的各种形状，我们在正文的表中仍以 “立方体棱长” 为标准. 若需较精密的归算，使用时其取值区间可向大扩展 1/4 —1/2.

致谢 本文得到导师席泽宗院士的悉心指导和帮助，谨致谢忱.

参 考 文 献

1 荆其成等. 人类的视觉. 北京：科学出版社， 1989, 29-30
2 李凤鸣主编. 眼科全书. 北京：人民卫生出版社， 1996, 2529
3 庄天山. 古代流星记录对现代科学研究的价值. 见：宋正海，孙关龙主编. 中国传统文化与现代科学技术. 杭州：浙江教育出版社， 1999, 204-207
4 庄威凤，王立兴总主编. 中国古代天象记录总集. 南京：江苏科技出版社， 1988, 938
5 王玉民. 古代目视天象记录中的尺度之研究. 自然科学史研究， 2003, 22(1): 42-53
6 何政广，许礼平. 汉唐陶瓷大全. 台北：艺术家出版社， 1987
7 何政广，许礼平. 宋元陶瓷大全. 台北：艺术家出版社， 1988
8 何政广，许礼平. 明代陶瓷大全. 台北：艺术家出版社， 1983
9 何政广，许礼平. 清代陶瓷大全. 台北：艺术家出版社， 1986
10 彭适凡主编. 中国古陶瓷. 台北：艺术图书公司， 1994
11 王锡荣. 泉货汇考. 北京：中国书店， 1988
12 丁福保. 历代古钱图说. 上海：上海人民出版社， 1992
13 郭宝钧. 殷周车器研究. 北京：文物出版社， 1998. 4
14 王振铎. 东汉车制复原研究. 北京：科学出版社，图版拾肆， 1997
15 汪希董编著兼总发行. 权度新书. 北京： 1915, 27-28
16 翟光珠. 中国古代标准化. 太原：山西人民出版社， 1996, 79-83
17 关增建. 计量史话. 北京：中国大百科全书出版社， 2000, 142-157
18 邱隆. 明清时期的度量衡. 见：河南省计量局主编. 中国古代度量衡论文集. 郑州：中州古籍出版社， 1990, 349
19 邱隆，邱光明等编. 中国古代度量衡图集. 北京：文物出版社， 1984
20 赵益，石晶. 东汉中平二年客星记录的文献学研究. 中国典籍与文化， 2002, 1: 98-102
21 徐品新，欧阳天晶. 探索流星暴雨之谜. 武汉：武汉大学出版社， 2001, 53
22 冯占良. 不速之客 — 小天体的故事. 重庆：重庆出版社， 2001, 129

Quantization on Brightness about Meteors in Chinese Ancient Recordings

WANG Yu-Min
(*Beijing Planetarium, Beijing* 100044)

Abstract The records of "big as X" about meteors in Chinese annals were the values that the ancients estimated the scale of visible surface of the stars' images. In fact, the visible surface is a special sensation that derives from the diffraction, diffusion of light and effect of irradiation when we observe stars with naked eyes. In substance, "big as X" might be regarded as the records of brightness. These records can be quantified to apparent scales (angular diameter) according to the Model of Celestial Sphere used by chinese ancients. Then we can reduce the size to a brightness on the basis of some "standard points". This paper has counted up 131 objects, which appeared in ancient 4420 recordings in the words "big as X", and reduced them to brightness.

Key words solar system: meteors, chinese ancient recordings