

(美) I. 阿西摩夫 著



宇宙、地球和大气

自然科学基础知识 第一分册



科学出版社

012800



科工基学馆302 2 0012014 4

宇宙、地球和大气

自然科学基础知识 第一分册

(美) I. 阿西摩夫 著

王涛、跨冬等译



科学出版社

1979

内 容 简 介

本书是《自然科学基础知识》第一分册，主要介绍我们周围的无机宏观世界。书中以通俗的语言描述了我们目前所观察到的宇宙及其结构，讨论了地球在宇宙中的地位、它的形状和结构、大陆和海洋的成因和关系，介绍了空气的成分和起源、大气层及其对人类生活的影响，并介绍了研究这些问题所用的方法和仪器。

本书可供具有中等文化水平的读者阅读。

I. Asimov

ASIMOV'S GUIDE TO SCIENCE

Basic books, Inc., New York, 1972

宇宙、地球和大气

自然科学基础知识 第一分册

[美] I. 阿西摩夫 著

王涛、黔冬等译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

上海市印刷六厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1976年12月第一版	开本：787×1092 1/32
1979年7月第二次印刷	印张：8
印数：41,951—25,650	字数：181,000

统一书号：13031·534

本社书号：782·13—16

定价：0.65元

译 者 前 言

本书是美国河西摩夫撰写的一部中级科学普及读物。作者企图通过大家普遍感兴趣的一些重要问题，把自然科学各分支学科有机地揉合在一起进行讨论，使读者从这些比较通俗生动的介绍中，能够了解到现代自然科学的发生和发展以及各主要学科的成就和现况，从而看出人类对自然界的逐步认识过程。就这一方面说，本书是有一定参考价值的。

但是，同资本主义国家的其他科普作品一样，本书也存在一系列意识形态方面的问题。首先，作者对自然科学中各种唯心主义流派的学说采取兼收并蓄的态度，结果，在书中就出现了一些当前在资本主义世界中流行的、有待批判的错误理论。其次，作者无视劳动人民在科学发展中的作用，把科学上的各种发现和发明完全归功于少数专家，这一切，都是在阅读本书时应该注意的。我们限于水平和篇幅，在翻译中仅作了一些评注和删节。

鉴于本书原书篇幅太大，中译本分为《宇宙、地球和大气》、《从元素到基本粒子》、《生命的起源》和《人体和思维》等四分册陆续出版。限于译者的水平，译文中定有许多不妥之处，希望读者批评指正。

译 者

1976年5月

目 录

第一章 宇宙	1
宇宙的大小	1
宇宙的诞生	33
太阳之死	49
观察宇宙的窗口	64
新的天体	79
第二章 地球	100
太阳系的诞生	100
地球的形状和大小	115
地球的层次	126
大洋	144
冰帽	164
第三章 大气	181
大气层	181
空气中的各种气体	197
磁体	205
流星	226
空气的起源	240

第一章 宇 宙*

宇 宙 的 大 小

在漫不经心的人看来，天空里没有什么东西是高不可攀的。孩子们惯于说些莫明其妙的话，如象“笨牛跳月”，“他跳得真高，都摸着天了！”他们倒也觉得很自然。古希腊人在神话时期让天支托在阿特拉斯(Atlas)的肩上，他们也不觉得滑稽。这样说来，擎天神阿特拉斯自然应当是高大无比了，可是他在别的神话中却并非如此。他竟被赫尔克里士(Hercules)征召去，为这位大力神完成有名的十二大功绩之一效劳，即被差遣到赫斯佩里德(Hesperides,“遥远的西方”——西班牙?)去寻找金苹果(甜橘?)。阿特拉斯去后，赫尔克里士就替他站立在山上擎天。尽管人们承认赫尔克里士是个大个子，他却绝不会是个巨神。这就是说，古希腊人毫不在乎地接受了这样的概念：天空比山顶高不了几尺。

起初，人们很自然地认为，天空只不过是一顶坚固的棚盖——天穹，宝石般闪闪发光的天体就镶嵌在上面。早在公元前六至四世纪，希腊天文学家就已认识到，天穹一定不止是一层。因为，那些“固定的”恒星成一个整体绕着大地运

* 按照唯物主义的观点，宇宙在空间和时间上都是无限的，也就是说，宇宙在空间上是无穷无尽、无边无际，在时间上是无始无终的。唯心主义的科学家往往把宇宙的一部分（例如银河系或目前仪器所能探测到的那一部分宇宙）与宇宙等同起来，从而提出宇宙的大小、年龄和起源的问题，并得出“创世论”、“火灾论”等等荒谬的神学结论。这是完全错误的。本书的作者也犯了同样的毛病，经常把某一时期所观察到的一部分宇宙和宇宙混同起来。因此，以后在碰到这类问题时，希望读者注意分析作者所说的“宇宙”指的究竟是什么，以免被引入歧途。——译者

动，它们彼此的相对位置似乎永不改变，而太阳、月亮以及那五个明亮的天体（水星、金星、火星、木星和土星）却不是这样：事实上，它们各自循着不同的路径运动。这七个天体当时都被叫作行星（出自希腊文，原意是“游荡者”），十分明显，它们不可能是附着在缀有恒星的那个天穹上的。

希腊人曾设想，每个行星都各有它自己的一层看不见的天穹，这些天穹一层套着一层，离我们最近的那一层属于运动得最快的行星。运动得最快的是月亮，它大概二十九天半在天上画一个圈。在月亮以外，依顺序（希腊人是这样认为的）是水星、金星、太阳、火星、木星和土星。

对宇宙距离第一次进行科学测量，是公元前240年前后的事。亚历山大里亚城图书馆——当时世界上最先进的科学机构——的馆长、克兰尼学派*的埃拉托色尼(Eratosthenes)认真思考了这样一个事实：在6月21日这一天，中午的太阳在埃及城市塞恩(Syene)**正当头顶，而在塞恩城以北约800公里的亚历山大里亚城，中午的太阳并不正好在天顶。埃拉托色尼认定，发生这种情况的原因一定是由于地面弯曲，使亚历山大里亚偏离了太阳。在亚历山大里亚城测出夏至这一天日影的长度，便能用几何学方法求出，从塞恩到亚历山大里亚这800公里的距离内地面弯曲了多少。假定大地是球形的（这一事实对当时的希腊天文学家来说是不难接受的），人们就可以从这个数据计算出地球的周长和直径来。

埃拉托色尼求得了这个答案（当时是用希腊单位表示的）。按照我们尽可能准确的考证，在用今天的单位来表示时，他的数据是：地球的直径为12,800公里，周长为40,000公里。这个结果恰好同真正的数值差不多。可惜，关于地球

* 这是古希腊的一个提倡享乐主义伦理原则的学派。——译者

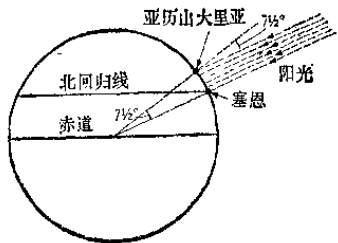
** 即今阿斯旺城。——译者

大小的这个准确数值当时并未被人们普遍接受。大约在公元前100年，另一位希腊天文学家、阿帕米的波西多留斯 (Posidonius) 重做埃拉托色尼做过的工作，却得到了不同的结果，他的地球周长只有28,800公里。

托勒玫 (Ptolemy) 所采纳的是后面这个较小的数字 因

此，在整个中世纪别的人也都这么办。哥伦布 (Columbus) 采纳的也是这个较小的数字，所以他曾以为向西航行4,800公里就可以到达亚洲。要是他当时知道了地球的真实大小，他也许不会作那次冒险的航行的。这个错误的数字一直到1521—1523年间才得到纠正。在麦哲伦 (Magellan) 的船队 (确切些说，只是船队中幸存下来的一条船) 终于环行地球一周以后，埃拉托色尼的正确数值终于得到了承认。

在公元前150年前后，尼卡亚的伊巴谷 (Hipparchus) 用地球直径表示出月亮到地球的距离。他所采用的方法，是最大胆的希腊天文学家、萨莫斯的阿里斯塔恰斯 (Aristarchus) 早在一个世纪以前就提出来的；当时希腊人已经猜到，月食是因为地球走到太阳和月亮中间而引起的。阿里斯塔恰斯注意到，掠过月亮的地球阴影的曲线应当能显示出地球和月球的相对大小。从这一点出发，就可以用几何学算出



埃拉托色尼靠地面的曲率测量了地球的大小。6月21日中午，在北回归线上的塞恩城，太阳正当头顶。可是，在同一时刻从远在北方的亚历山大里亚城看去，太阳的光线却同铅垂线成 7.5° 角，因而便照出影子来。知道了这两个城市之间的距离和在亚历山大里亚城影子的长度，埃拉托色尼就完成了他的计算

月亮有多远(以地球直径表示)。伊巴谷重新做了这一工作，算得月亮和地球的距离是地球直径的三十倍。如果采用埃拉托色尼的地球直径值12,800公里，这就意味着月亮应该距离地球381,000公里。这个数字又正好很接近真正的距离。

不过，希腊天文学家在设法解决宇宙大小的问题上，所做过的也只不过是去探求月亮的距离而已（至少就结果的正确性来说是如此）。阿里斯塔恰斯曾经大胆地试图测量太阳的距离。他所采用的几何学方法在理论上是绝对正确的，但是需要测量非常微小的角度差。在缺乏现代仪器的情况下，他无法得到准确的数值。他推断出，太阳的距离大约是月亮距离的二十倍（实际上是约四百倍）。虽然这个数字不对，阿里斯塔恰斯还是从他的数字推断出，太阳的大小至少应该是地球的七倍。他指出，认为大的太阳绕着小的地球转是不合乎逻辑的，于是他断定，必然是地球围绕着太阳运转。

遗憾的是，没有人相信他的话。后来的天文学家，从伊巴谷开始到托勒玫为止，全都是以不动的地球作为宇宙的中心来描述天体的运动的；月亮离地球384,000公里，其余的天体则在尚未测定的、更远的距离上。这种宇宙结构模型一直居于统治地位，直到1543年，哥白尼(Nicolaus Copernicus)出版了他的著作，人们这才返回到阿里斯塔恰斯的观点，永远废黜了地球作为宇宙中心的地位。

仅仅知道太阳位于太阳系的中心这个事实，还是无助于测定各个行星的距离。哥白尼采用了希腊人所得到的月亮距离，可是他并不知道太阳的距离。这种情况直到1650年才有改变。有一位比利时的天文学家温德林(Godefroy Wendelin)利用改进了的仪器重新进行阿里斯塔恰斯的观测，他所得到的太阳距离不是月亮距离的二十倍(八百万公里)，

而是二百四十倍(九千六百万公里)。这个数值仍然太小，不过比起从前已经大有改进了。

在这期间内，德国天文学家开普勒(Johannes Kepler)在1609年发现行星的轨道呈椭圆形(而不是圆形)，从而为精确测定太阳距离开辟了道路。从此，才第一次有可能精确地计算出行星的轨道，并绘出太阳系的比例图。这就是说，这时才能够绘出太阳系里所有行星的轨道形状和它们的相对距离。这也意味着，如果能测出太阳系里任何两个天体之间的距离，便能够立即算出太阳系里所有其他天体的距离。这样一来，太阳的距离就不必象阿里斯塔恰斯和温德林做过的那样，直接进行计算，而只要测定地球、月亮系统以外的一个较近的天体——如火星或金星——的距离就行了。

有一种可以用来计算宇宙距离的方法要用到视差。视差这个词的含意是不难说明的。你伸出一个手指放在眼前大约8厘米的地方，先只用左眼看，然后只用右眼看，你就会觉得手指相对于远处的景物移动了位置，因为你两次去看时角度不同了。现在，你把手指放远些，譬如说伸直手臂，再按上述办法去看。这次你仍然会觉得手指相对于背景移动了，不过移动量没有那样大。因此，手指相对于背景移动的大小就可以用来确定手指到眼睛的距离了。

当然，倘若要去测定15米远的一个物体的距离，从左眼变到右眼所引起的物体相对于远处背景的位移就太小了，简直无法量出。我们需要有一条比两眼间的宽度更长的“基线”。不过，为了加大观测角度的变化，我们所需要做的只不过是先要从某一地点去看那物体，然后向右走6米再去看它。这样，视差就已经足够大了，很容易测量出来，物体的距离也就能确定了。测量人员在测定河流和深谷的宽度时所用的就是这种方法。

这种方法同样可以用来测量月亮的距离，这时，远处的恒星就是测量的背景。例如，从加利福尼亚的一个天文台看去，月亮在恒星背景上处于某个位置。在同一时刻，从英格兰的一个天文台看去，它在恒星背景上的位置就会稍为不同。从月亮位置的这种改变和已知两天文台间的距离（穿过地球的直线），就可以算出月亮的距离来。从理论上说，我们当然可以从地球两侧遥遥相对的两个天文台去进行观测，以便加长基线；这时基线的长度就等于12,800公里。这样得到的视差角度除以2，就叫做“地心视差”。

天体位置的移动用度和度的分数单位（分或秒）来量度。1度是环绕天空一周的 $1/360$ ；每一度分成60分，每一分又分成60秒。因此1分是天空一周的 $1/(360 \times 60)$ 或 $1/21,600$ ，而1秒是天空一周的 $1/(21,600 \times 60)$ 或 $1/1,296,000$ 。

托勒玫借助于三角学，由视差测得了月亮的距离，他的结果同早先伊巴谷的数字相吻合。月亮的地心视差已经测出是57分（接近1度），这个视差差不多等于从1.5米远去看一枚五分硬币的角度。这样大的视差，即使凭肉眼也不难测出。可是，当人们要测量太阳或行星的视差时，需要测量的角度就太小了。由此可以得到的唯一结论是：别的天体都比月亮远得多。至于它们究竟有多远，当时还没有人说得出来。

尽管中世纪的阿拉伯人和十六世纪的欧洲数学家曾使三角学日臻完善，可是单凭三角学还是无法对上述问题作出回答。不过，在望远镜发明以后，测量小角度的视差变得切实可行了。（伽利略（Galileo）得知荷兰一位眼镜工人制成放大窥管以后数月，于1609年首先制成望远镜，并用它来观测天空。）

1673年开始用视差法测量比月亮更远的距离。那一年，

意大利出生的法国天文学家卡西尼 (Jean Dominique Cassini) 测出了火星的视差。就在法国天文学家里奇 (Jean Richer) 在法属圭亚那测定火星在恒星间的位置的那些夜里, 卡西尼也作了同样的观测。卡西尼把自己的结果同里奇的结果相比较, 便求得了火星的视差, 并由此计算出太阳系的大小。他所求得的地球离太阳的距离是13,800万公里, 比真实的距离仅小7%。

在那以后, 人们以不断提高了的精确度对太阳系里的各种视差进行了测量。1931年制定过一个庞大的国际计划, 准备测定一颗名叫爱神星的小行星的视差。那时, 除了月亮以外, 它凑巧比所有的天体都更靠近地球, 显示出较大的视差, 因而可以测定得相当精确。这样一来, 太阳系的大小就比以往任何时候都更为精确地测定出来了。根据这些计算, 以及利用了一些不包含视差的更为精确的方法, 我们现在知道太阳离地球的平均距离近似为14,950万公里。(由于地球轨道是椭圆形的, 真实的距离在14,624万公里到15,136万公里之间变化。)

这个平均距离叫做一个“天文单位”(A.U.), 太阳系里的其他距离都用这个单位来表示。例如, 土星到太阳的平均距离已测出是142,600万公里, 即9.54天文单位。天王星、海王星和冥王星这些外行星的发现, 一次次扩大了太阳系的范围。冥王星轨道的直径最大, 是118亿公里, 即79天文单位; 而某些彗星离太阳甚至还要更远一些。

到1830年, 人们已经知道太阳系在空中伸延几百亿公里了, 不过, 这显然还不是宇宙的全部大小。宇宙中还有别的恒星。

由于一些恒星比另一些恒星明亮得多, 天文学家们早就认为, 可以确信在整个空间都散布着恒星, 而且一些恒星比

另一些更靠近我们。这应该意味着，如果同更远的恒星进行比较，较近的恒星应该显示出视差来。可是，在过去很长的期间内，却一直未能探测到这样的恒星视差。天文学家们甚至曾用地球环绕太阳运转的轨道直径(29,900万公里)作为基线，隔半年从轨道上遥遥相对的两端去观察恒星，也未能观测到视差。这当然意味着，即使最近的恒星也一定非常遥远。以后使用越来越好的望远镜也仍然未观测到恒星的视差。于是人们对恒星的距离所作的估计值也就不得不再加大。既然恒星在那样遥远的距离上仍然能为我们所看见，这就清楚地表明，它们一定是一些和我们太阳相似的非常庞大的火焰球。

不过，望远镜和别的一些仪器不断地得到了改进。在十九世纪三十年代，德国天文学家白塞耳(Friedrich Wilhelm Bessel)使用了一种新发明的叫做“量日仪”的装置。这种装置最初是打算用来非常精确地测定太阳的直径的。当然，它也可以用来测量天上的别的距离，因此，白塞耳就用它来测量两颗恒星间的距离。他注意到，两星间的距离逐月变化；这样，他终于成功地测得了一颗恒星的视差*。他所选定的是天鹅座里的一颗小星，叫做天鹅座61。他之所以选择这颗星，是因为这颗星在作为背景的其他恒星之间的位置每年有特别大的移动。这只能表明，天鹅座61比别的恒星离我们更近一些**。(恒星在天空中的这种稳定而非常缓慢的运

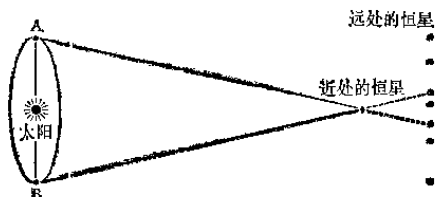
* 两颗恒星离我们的距离不等，一远一近。在不同月份观测，这就是把观测点选在地球公转轨道上的不同地点。我们看到两恒星间距离逐月发生变化，就是当观测点随地球轨道移动时看到了近星相对于远星的位置变化，这就是相对视差。——译者

** 从日常经验我们知道，近处的火车疾驰而过，远处天空的飞机倒象是在缓慢移动。这表明，运动物体离我们越近，看起来移动(相对于更远的背景)就越快。这里所说的天鹅座61每年的移动，是它真正相对于别的恒星运动(自行)而引起的。既然看到它移动较快，它便应当离我们比较近了。——译者

动叫做“自行”，不要同恒星相对于背景的或前或后的移动相混淆，后者指的是视差。)白塞耳接连不断地准确测定天鹅座61相对于旁边“固定的”恒星(假定它们远得多)的位置，这样持续观测了一年多。于是在1838年，他报道了天鹅座61具有0.31秒的视差，这相当于从16公里远的地方看一枚五分硬币所能见到的宽度！这个视差是以地球轨道直径为基线而测得的，它表明天鹅座61星离我们大约有一百万亿公里(100,000,000,000,000公里)。这是我们太阳系宽度的9,000倍。所以，即使同最近的恒星相比较，太阳系也小得象是空间中一个微不足道的小点。

用万亿公里来计算距离很不方便，所以天文学家就用光的速度来表示距离，以便缩小数字。光速是每秒钟299,776公里。在一年里，光走过9,462,700,000,000公里(接近十万亿公里)；这个距离就叫做“光年”。以光年为单位时，天鹅座61离我们大约11光年。

比白塞耳取得成功晚两个月，英国天文学家亨德森(Thomas Henderson)报道了半人马座 α 星的距离。这颗星是天上第三颗最亮的恒星，位于南天很低的位置上，在美国和欧洲都看不到它。结果表明，半人马座 α 的视差是0.75秒，是天鹅座61的两倍多。因此，半人马座 α 也相应地离我们



从地球公转轨道上遥遥相对的两点测量一颗恒星的视差

更近一些。事实上，它距离太阳系只有 4.3 光年，在恒星世界中，它是我们最近的近邻。它其实并不是单独的一颗星，而是由三颗星组成的一团聚星。

1840年，一位德国出生的俄国天文学家斯特鲁维(Friedrich Wilhelm von Struve)宣布了织女星的视差，它是天空中第四颗最亮的恒星。后来知道，他的测量结果有点差错，不过这是可以谅解的；因为织女星的视差非常小，它离我们要远得多，达27光年。

到1900年，大约已有70颗恒星用视差法测定出距离（到1950年，已达6,000颗左右）。即使使用最好的仪器，能够以一定的精确度用视差法加以测量的距离也有一个极限，这大约是100光年。在比这更远的地方还有着数不清的恒星。

我们凭肉眼大约能看到 6,000 颗恒星。在望远镜发明以后，人们立即清楚了，这不过是宇宙的一个很小的角落。伽利略在1609年把他的望远镜指向天空，他不仅发现了好些以前看不到的新的恒星，而且，当他向银河望去时，不禁大吃一惊。在肉眼看来，银河只不过是一条灰蒙蒙的亮带，而伽利略的望远镜则使这灰蒙蒙的一片光分裂成无数的恒星，多得象爽身粉中的粉粒一样。

首先试图去理解这件事的，是一位德国出生的英国天文学家赫歇耳(William Herschel)。他在1785年提出，天上的星星大概排列成凸透镜的形状。我们朝银河望去时，看到的是众多的恒星；而当我们朝着与这个圆轮成直角的方向去看天空时，看到的恒星就比较少。赫歇耳于是断言，许许多多的天体形成了一个扁平的系统，它的长轴就在银河方向。现在我们知道，这个图象在一定的空间范围内是正确的。我们把我们的恒星系统叫做银河系。

赫歇耳还曾试图估计银河系的大小。他假定所有恒星的

自身亮度*都差不多相同，这样，便能根据各颗恒星的亮度说出它们的相对距离。（按照大家熟知的定律，亮度同距离的平方成反比，所以，如果甲星的亮度是乙星的九分之一，甲星的距离就是乙星的三倍。）

赫歇耳选择银河系里一些有代表性的天区，数出其中恒星的数目，从而估计出银河系里总共大约有1亿颗恒星。他又从各个恒星的亮度级推断出银河系的直径是明亮的天狼星距离的850倍，而厚度是这个距离的150倍。

我们现在知道，天狼星的距离是8.8光年，因此，赫歇耳的估计相当于说，银河系的直径是7,500光年，厚度是1,300光年。这样的估计虽然太保守了，但是，正象阿里斯塔恰斯测得过于保守的太阳距离一样，他们都向正确的方向迈出了重要的一步。（此外，借助于统计方法，赫歇耳还证明太阳正以每秒约二十公里的速度朝着武仙座方向运动。太阳确实是在运动着的，但完全不是希腊人所想象的那种运动。）

1906年初，荷兰天文学家卡普丁（Jacobus Cornelis Kapteyn）再一次对银河系进行测量。他那时已有照片可供利用，又知道一些较近恒星的真实距离，因而有可能得到比赫歇耳更好的估计值。据卡普丁判断，银河系的大小是23,000光年（直径）乘6,000光年（厚度）。这样，卡普丁的银河系模型的直径是赫歇耳模型的四倍，厚度是赫歇耳模型的五倍。不过，这一模型还是太保守了。

总而言之，到1900年，人们关于恒星距离的知识就同1700年关于行星距离的知识一样。1700年，月亮的距离是已

*平常说“亮度”，是指看起来是亮或暗，这同我们离光源的距离有关。但是，天文学上的“自身亮度”，是同天体的发光强度或反射光的强度相联系的，同距离无关。本书在提到这一概念时，有时也用“绝对亮度”、“绝对光度”、“光度”、“绝对星等”等说法。——译者

经知道了，但更远的行星的距离却只能凭猜测；而在1900年，较近的一些恒星的距离已经知道了，但更远的恒星的距离也只能凭猜测。

在发现了一种新的测量标杆以后，天文学家们又向前跨进了一大步。这种测量标杆指的是某些亮度起伏不定的变星。这件事是从仙王座里一颗相当明亮的恒星——造父 δ 星——开始的。经过仔细研究，人们发现这颗星具有周期性的亮度变化：它的亮度从最暗期相当快地一下子增加到二倍，然后再慢慢变暗，回到它的最暗点。它非常有规律地这样反复变化。天文学家发现好些别的恒星也这样有规律地变化，于是，它们就以造父 δ 星来命名，统统叫做“造父变星”，或者简称“造父星”。

各个造父星的周期（从一次最暗点到下一次最暗点的时间）是各不相同的，短的不到一天，长的达到两个月左右。离我们太阳最近的那些造父变星，周期在一星期上下。造父 δ 星的周期是5.3天，而最近的一颗造父变星（也就是北极星）的周期是4天。（不过，北极星的光度变化很小，肉眼觉察不出来。）

造父变星对于天文学家之所以特别重要，是由于它们在亮度方面的特性。关于亮度，我们需要在这里补充说明一下。

很早以前，伊巴谷就通过“星等”来量度星星的亮度。恒星越亮，它的星等就越低。伊巴谷把天上二十颗最亮的恒星称作“一等星”，稍暗一些的是“二等星”。此后是三等、四等和五等；勉强看得见的恒星是“六等星”。

到了近代——更确切地说，即在1856年，英国天文学家波格森(Norman Robert Pogson)把伊巴谷的星等量化