

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

探索星空的足迹

 **eBOOK**
内部资料 非卖品

编译者的话

天文学既是最古老又是当代最有生机的基础科学之一。从纵的方面来说，远在有文字记载之前，日月星辰的出现和运动已经引起了人们广泛的注意，随着人类文明的进步，天文学、农业和畜牧业首先得到发展。从横的方面来说，天文学始终站在各个时代探索大自然的前列，为人类了解周围世界，认识所处的宇宙地位，作出了不可磨灭的贡献。

说实在的，读一点科学史，包括天文学史在内，是非常有益的和十分必要的，对青少年来说尤其如此。从出版界的情况看，为青少年写的天文学史的书是不多的，这在一定程度上受书的内容所制约。这类书过去一般有两种写法：

一种是大致沿着年代顺序，叙述一些最重要的天文学事件，以及天文学家们的伟大发现和杰出创造等。这类书的优点是内容丰富、全面，但往往需要较大的篇幅。

另一种是介绍杰出人物。这类书可以把某个科学家介绍得很详尽，问题是被列为专书的人物不会太多，即使扩大选题范围，也很难使读者从整体对科学发展有个大概的了解。

本书的原作者 P·穆尔也注意到了这一点，他在“序言”中说：“我则希望在本书中，既讲那些天文学上的重要发现，也能讲讲发现者的情况。”

P·穆尔是英国著名天文学家，生于 1923 年。从 1957 年 4 月开始，他主持英国电视一台的“晚间的天空”节目，每月一次，迄今已经 30 多年。为了掌握第一手资料和搞好节目，他奔波于全世界，到过当天文台胜地——夏威夷的莫纳克亚，到过配备着 2.54 和 5.08 米世界最大望远镜之二的美国海耳天文台，拜访过肯尼迪空间中心，也下井来到南达科他州霍姆斯太克金矿。他写了近百本天文书，绝大多数是天文普及著作。由于他在天文普及宣传方面作出了特殊贡献，1967 年获得了英国帝国勋章（O.B.E.），他是到那时为止得到这种殊荣的唯一科学家。

原书的序中还说：“无疑，最早的天文学家们是埃及人、巴比伦人和中国人，至于个别人的材料是否可靠，那是另外的问题。不可否认，系统和比较可信的材料是从希腊人开始的，因此，让我们从希腊的第一位杰出哲学家、米利都学派创始人泰勒斯开始进行介绍。”

为了尽量保持原书的风格和结合我国的情况，尽量不使篇幅太长，在编译过程中，把各篇中有关出生日期、地点，以及上学、历任职务等内容，作了适当压缩，天文事迹则适当有所扩展。增加了张衡、祖冲之、一行、郭守敬、斯特鲁维，以及主要与 60 年代天文学四大发现有关的休伊什和贝尔、施米特、彭齐亚斯和威尔逊等人。同样，在“简略大事年表”中，也作了相应的处理和增删，着重增加了近些年来的天文大事。

至于这样做是否合适？是否能满足读者对这类书的要求？很希望能听到大家的意见。加之编译者本人水平和条件等的限制，尽管以认真的态度编译了这本书，有可能犯了错误而自己还不知道，更要请读者们帮助指正，不吝赐教。

原书图文并茂，图文各占约一半篇幅，绝大部分是彩色图，这些在中译本中无法实现，请谅解。

谢谢。

探索星家空的足迹

泰勒斯和日全食

泰勒斯（公元前约 624—约 547 年）曾以准确预报一次日全食而闻名。

日全食现象是非常壮观的，也是很少见到的。当太阳的最后一线光芒被月球挡住了的瞬间，平时看不见的太阳大气就立即显而易见地暴露在我们面前：从太阳面上抛起来的红色火焰是日珥，从太阳向四面延伸开去的银色光辉是日冕。发生日全食的条件是太阳、月球和地球这三个天体，要刚好不偏不歪地或者非常接近在一条直线上。这种机会是不太多的，就某个观测点来说，平均三四百年才能看到一次，而太阳被完全遮住的那段时间，最长绝对不会超过 7 分 41 秒。

日食的发生是周期性的。每隔 6585.3 日，太阳、月球和地球就会回复到几乎与先前完全一样的相对位置。这段时间相当于 18 年 11.3 日（如果这期间有 5 个闰年，就是 18 年 10.3 日）。因此，一次日食或月食之后的 18 年 11.3 日或 10.3 日，会发生另一次日食或月食。发生日月食的这个周期被称做“沙罗周期”，它是古代巴比伦人发现的。“沙罗”在巴比伦文字中是重复、恢复的意思。

泰勒斯是熟悉沙罗周期的，他推算出公元前 585 年 5 月 28 日将发生日全食。那时，小亚细亚（即现今土耳其的亚洲部分）安纳托利亚地方的吕底亚人和米提亚人之间的战争，已经历时 5 年。为了能使这场旷日持久的战争平息下来，他故意编了个当时人们最害怕的谎言说：“上帝对你们的战争很恼怒，将要用发生日食现象来警告你们。”

不久，双方军队正战斗得激烈的时候，日食发生了。当太阳完全被月球遮住，白天变成黑夜的时候，士兵们的恐慌达到了极点。他们抛弃了手中的武器，立即停止战斗并不顾一切地四散逃跑。两个部族之间因此缔结了和平协议，重新言归于好。

泰勒斯不仅正确地解释了发生日食的原因，还测量了太阳直径，确定一年为 365 天，并指出由于小熊星座在天球上的特殊位置，可用作航海的向导。

泰勒斯生于小亚细亚的米利都城，是米利都学派的创始人，这位古希腊的科学家、哲学家是较早的科学启蒙者，在历史上有“科学之祖”的称号。关于泰勒斯的唯一的一件传闻是：有一天，他边走边抬起头观看天上的星星，看得入了迷，却没有注意到前面有个深水坑，一脚踩空掉了进去。当别人把他救起来的时候，他却告诉大家：明天有雨。

第二天果然下了雨。有人为此嘲笑他说：泰勒斯知道天上的事情，却看不见自己脚下的东西。2000 多年后，德国古典哲学家黑格尔（1770—1831 年）因此说了句颇有点哲理的话，他说：只有那些永远躺在坑里，从不抬头仰望星空的人，才不会掉进坑里。

浑天说和浑天仪

宇宙构造究竟是怎么样的？这是一个长时期以来大家共同关心的问题。东汉时代，在这方面有三个主要派别，各代表一种学说，即：盖天说、浑天说和宣夜说。用今天的观点来看，这三种学说都不正确。当时，浑天说有其进步意义，而张衡（公元78—139年）是浑天说的杰出代表。

浑天说把天比做鸡蛋壳，把地比做蛋黄。尽管如此，张衡并不认为“鸡蛋壳”就是宇宙的边界。在其主要学术著作《灵宪》一书中，张衡作了进一步的说明：“宇之表无极，宙之端无穷”，意思是：宇宙在空间上是无限的，在时间上是无穷无尽的。这是一种很进步的观点。

张衡很注重实践，他亲自设计、制造的浑天仪和候风地动仪，是两件杰出的仪器，并处于当时世界的领先地位。

浑天仪相当于今天的天球仪，主要部分是一个大圆球，上面画有恒星以及天极、赤道、黄道等。浑天仪是浑天说的演示仪器，张衡用一套设计精巧的漏壶与浑天仪结合起来使用，让漏壶推动浑天仪转动。这样，在屋里观察浑天仪的转动和圆球上恒星的升落，就可以知道天空中天象的真实情况。张衡的另一篇重要学术著作《浑天仪图注》，既是浑天仪结构的详细说明书，又是浑天说的代表著作。

候风地动仪实际是世界上第一架地震仪，它的灵敏度很高。公元138年的一天，地动仪上八条龙中冲着西面的那条，突然张嘴吐出铜球，“哐当”一声，铜球落在下面蹲着的蛤蟆嘴里。没过几天，从陇西（今甘肃西部）传来消息，就在龙吐铜球的那天，那里发生了地震。当时，京城洛阳谁都没有感觉到地震，地动仪却测出来了。

对一些具体的天文现象，张衡也作了细致的观测和分析，得出了正确的结论。他指出月球本身不发光，是由于反射太阳光而发亮，才被我们看到。在这个基础上，他掌握了月食的原理，并作了详细而正确的阐述。

他还测得太阳和月球的角直径是周天的 $\frac{1}{736}$ ，即约 $29'24''$ 。现在采用的太阳和月球的平均角直径值，分别是 $31'59''$ 和 $31'5''$ ，2000年前，张衡的测量值分别是现今值的92%和95%，可以说是相当精确了。

张衡在反图讖（chèn）的斗争中取得胜利，是我国天文历法史上的大事，有着重要意义。所谓“图讖”，指的是一些巫师、疑神弄鬼的人把历法和自然界的某些现象神秘化，作为预卜吉凶安危的手段和工具，来达到其不可告人的目的。在当时，有两大派别围绕历法问题进行激烈的斗争，一派认为当时使用的《四分历》不符合图讖的要求，应该废弃；另一派则认为《四分历》就是根据图讖要求编制的。张衡以自己的胆识和学问驳斥了两派的错误观点，认为历法的改革只有一条标准，就是应该根据天象和对它的观测结果来编制。

张衡还进一步提出，应该禁止这类图讖的书在社会上泛滥，并且反对把图讖作为国家考试的内容。在图讖学说十分猖獗，而且与政治斗争联系在一起的情况下，张衡的这种主张和做法，没有点大无畏的精神是不行的。

为了表达世界人民对这位伟大科学家的仰慕与敬重，月球背面有一座环形山，就是以张衡的名字命名的。环形山的月面坐标是：东经 112° ，北纬 19° 。以他名字命名的天体，还有我国紫金山天文台于1964年10月发现的

一颗小行星，它的国际编号是 1802 号。

天文学家中的王子

实在应该对著名天文学家托勒玫（约 90—约 168 年）致以崇高的敬意，正是因为他的那些著作，才使我们对西方古代科学的发展，有今天这般的了解。令人奇怪的是，在他之后的很多历史学家却对他很不客气。一种意见认为，他至多只是个转述了前人观点的抄袭者；更为刻薄的是说他是个骗子，为了使理论凑合观测，硬是捏造了一个不符合客观实际的宇宙体系。

如果全面而公正地来看待托勒玫的所作所为，我们完全有理由说，对他的那些诽谤不毫无道理的。不仅在当时，即使从现在来看，托勒玫都不愧是第一流的天文学家。

托勒玫的主要著作是《大综合论》，这是一部划时代的巨著。不幸的是，原著已不复存在，我们只能从 9 世纪出版的、改名为《天文学大成》的阿拉伯译文中，得知托勒玫的一些论点。全书共 13 卷，概括地介绍了当时所知道的全部天文学知识。可以毫不夸张地说，它实际上是一部天文学的百科全书。难怪直到 17 世纪初的 1000 多年当中，它一直是天文学家们必读的经典著作。书中的一份著名星表，原先是由另一位古希腊天文学家喜帕恰斯根据观测建立起来的，托勒玫作了许多的补充。

书中特别对宇宙构造体系作了详细的叙述，托勒玫不认为地球应该绕太阳转，更没有意识到地球还会绕轴自转。他在书中举出种种理由，一而再、再而三地反对日心体系的宇宙构造学说，后世就把他的体系称做“托勒玫地心体系”。

此外，与他同时代的人一样，托勒玫也认为，所有天体的轨道应该是圆形的，因为圆是最完美的形状，不完美的事物是不可能在宇宙中有立足之地的。这种几乎使人着了“魔”的传统观点，统治着人们的思想，直到 17 世纪初，才被德国天文学家开普勒击垮。

作为一个杰出的观测者，托勒玫完全知道，行星不可能是以匀速圆周运动的状态围绕地球转。如果是这样的话，那么，它们在天空背景上的移动就应该是很有规则的，这与事实完全不符。以火星作为例子来说，它在星空中向东移动，突然停止前进，变为向西后退，位置又一次好像停留不动，之后，再次变为向东顺行。这样的观测事实是无法用行星以匀速圆周运动围绕地球旋转来解释的。

为了使他的理论与观测事实强制地结合起来，托勒玫设想行星是在一个小圆圈上运动，这个小圆叫“本轮”，本轮的中心则沿着一个大圆运动，这个大圆叫“均轮”。后来又在第一个本轮上添加了第二、第三甚至更多个本轮，它们像叠罗汉那样站在均轮上，把行星运动搞得非常复杂。即使这样，仍然无法解释清楚：为什么行星在星空中是那样运行的？

在承认地球和行星都围绕太阳运动之后，看起来似乎很复杂的火星运行，就很容易解释了。地球绕太阳运动的轨道比火星的小，运动得更快些，当它在自己轨道上“超越”火星的时候，从地球上看起来，火星似乎正在后退。

托勒玫还命名了 48 个星座，其中有些是神话中的英雄人物，如英仙、武仙、猎户等。这些星座名称今天仍在使用，只是每个星座的界线有了些变动。天空最南部的那些星，在托勒玫工作和生活的亚历山大城是看不见的。从一

些星座的名称可以看出，它们是很晚才命名的，如：望远镜、六分仪、显微镜等星座。

岁差与历法

公元 5 世纪，中国正处于南北对峙的局面，称做南北朝。祖冲之（429—500 年）是南朝科学家，生于宋文帝元嘉六年（429 年）。他的主要贡献集中在数学和天文学方面，尤其是对圆周率值的计算，达到了出类拔萃的程度。

祖冲之在天文学上的主要贡献是创制了《大明历》。

通过长期观测，并与古代的观测记录互相比对，祖冲之证实“岁差”现象是确实存在的。所谓岁差，是指地轴的一种运动，使地球上的两个极点——北天极和南天极，以及恒星的位置发生缓慢的变化，变化的周期约 25800 年。这种现象最早是公元前 150 年前后，由希腊天文学家喜帕恰斯发现的。公元 4 世纪的时候，我国晋代天文学家虞喜根据自己的观测，也独立地发现过。

祖冲之把岁差的因素引入到历法的计算中，这对历法是个改革，也是前所未有的创举。这样不仅提高了历法的精确性，而且在我国历法史上为后来者提供了一种颇有影响的做法。他测得的岁差值是每 45 年 11 个月差 1° ，目前使用的值是每年 $50' 2''$ ，合每 70 多年差 1° 。

祖冲之还改变了历法中加闰月的办法，使历法更加符合实际的天象。我国古代人民从实践中发现并一直使用 19 年 7 闰的闰法，即在 19 个农历年中，有 7 个闰年 12 个平年。经过认真研究和计算，祖冲之发现这样的闰法经历 200 年，就会比实际多出一天来。根据自己的实测，他改为在 391 年中设 144 个闰年和 247 个平年，从而提高了历法的精度。

《大明历》所规定的一个回归年的长度为 365.2428 日，比现在采用的 365.2422 日只差 0.0006 日，即一年多算了约 52 秒钟。从宋孝武帝大明六年（公元 462 年）《大明历》完成之后的 700 多年间，没有一种历法的精确度能超过它。《大明历》中使用的其他各种数据，也都比当时其他历法精确得多，很接近现在采用的数值。如他把木星绕太阳的公转周期定为 11.858 年，现代的测定值是 11.862 年，相差是很少的。

祖冲之在机械等方面也有不少贡献，如设计制造了指南车和利用水力作为动力的粮食加工工具，能日行百里的“千里船”等。他还设计了计时器，精通音律等。他是个博学多才的杰出科学家。

为纪念他对科学发展所作的贡献，月球背面的一座环形山取名为“祖冲之”环形山；1964 年发现的第 1888 号小行星被称做“祖冲之”小行星。我国还在 1955 年发行了“祖冲之”纪念邮票。

子午线究竟有多长？

公元 690 年，武则天称帝，为了避开武则天的侄子武三思的拉拢和纠缠，一行（683 或 673—727 年）出家当了和尚。一行是法名，真名叫张遂。他是唐代的高僧，人们习惯上叫他僧一行，他的真名反而被遗忘了。他先后在河南嵩山和浙江天台山等地学习佛教经典和天文、数学，颇有成就。

唐开元五年（717 年），一行被召回到京城长安，主持修订历法。当时使用的《麟德历》是唐初天文数学家李淳风（602—670 年）编订的，是一部比较好的历法。但经过几十年之后，在一些方面出现了误差，譬如计算日月食就不准。原来的历法已经不能满足需要，修改和编制新历法的任务交给了一行。

一行主张在实际测量的基础上编制历法。为了进行观测，他与天文学家梁令瓚（zàn）等一起创制了好几种仪器，像黄道游仪、利用水力来推动的水运浑象等，用来观测太阳、月球和行星等的运行，测量恒星的位置。

科学家们一直很想知道，从南到北的子午线究竟有多长？早在公元前 3 世纪，希腊学者曾经进行过测算，但没有经过实际测量。最早进行这种实测工作的是一行。

从公元 724 年开始，一行组织和领导了大规模的全国天文大地测量。他陆续在全国设立了 12 个观测站，他自己则坐镇长安，统率全局，所有的测量结果都要集中在他那里作统一整理和研究。其中以南宫说等人在相当于现今河南登封、上蔡、扶沟、滑县和开封市所作的测量结果最好，换算成现在的表示法，得出经度 1° 的弧长是 132.03 公里，略大于现在采用的精确值，但在当时这样的精度已经很了不起了。如果根据得出的数值作进一步的计算，就可知道地球的真实大小。为此，国内外科学史家们把一行的这项世界首次子午线实测的杰出活动，誉为“科学史上划时代的创举”。

一行领导的天文大地测量，为他下一步的编制历法打下了基础。紧张的测量工作结束后，从公元 725 年开始，一行又组织领导了一项繁重的工作——编制新的历法。这项工作大约进行了两年，727 年《大衍历》完成。

《大衍历》的优点是很明显的，以节气的安排作为例子。我国历法十分重视一年二十四节气的安排，在《大衍历》以前，一般都是把一年的长度平均分为二十四段，每两段之间的分点就是一个节气，这叫平气。实际上，因为地球绕太阳公转的轨道是椭圆，公转速度有快有慢，太阳连续过两个分点的时间是不均匀的，或者说，平气显然是不合适的。一行主张应该按太阳运动的实际快慢，即过分点的确切时刻来安排节气，这叫做定气。定气的采用提高了历法和二十四节气的精度。

为纪念一行的功绩，我国于 1955 年发行了“僧一行”纪念邮票：紫金山天文台则将 1964 年发现的第 1972 号小行星，以他的名字命名。

郭守敬和他的简仪

以元代大都东南角城墙为基础的北京古观象台，闻名全世界。它现在位于我国首都建国门的西南角，泡子河旁。北京古观象台于明代正统年间(1436—1449年)兴建，从那时起，开始了正规的观测工作，到1929年止，连续从事观测达500年之久，在世界天文台史上是极为罕见的。

古观象台上的8件铜铸天文仪器，堪称科学与艺术结合的结晶，吸引了大量的国内外参观者。其中有6件是1673年制成的，另外两件分别制造于1715年和1744年。现存放在江苏南京紫金山天文台的浑仪和简仪是明代正统二年(1437年)制造的仿制品，也已经有500多年了。

浑仪是我国古代测量天体位置的一种仪器，随着天文学的发展，观测项目越来越多，浑仪的结构也就越来越复杂。从北宋开始，就有人对浑仪进行改革；到了元代，又经过郭守敬(1231—1316年)的大胆革新和发展，终于于至元十三年(1276年)富有创造性地制造了简仪，即现存简仪的仿制蓝本。

简仪从复杂的环圈交错中解放了出来，而且分解为彼此独立的赤道装置和地平装置两部分，既简化了仪器的结构，又使得观测的时候各环圈之间不再互相遮挡视线。特别值得一提的是，简仪的窥衡两端各有一条细丝，用来更精确地确定视线方向和瞄准所要观测的天体，这样的巧妙构思已被现代望远镜普遍仿照使用；简仪的赤道装置是后来望远镜赤道装置的鼻祖。

除简仪外，郭守敬还创建和监制了各种新仪器10多件，比较重要的有高表、候极仪、浑天象、玲珑仪、仰仪、立运仪、证理仪、景符、窥几、日月食仪和星晷定时仪等。以高表为例，郭守敬所制高表的高度达40尺，是个很高的仪器，用来观测太阳及其投影，其误差只是过去同类仪器误差的1/5，使观测精度提高了很多。此外，他还制造了一些便于携带的仪器，像正方案、丸表、悬正仪和座正仪。可惜的是，这些仪器中有的现在已经失传。

郭守敬还和别人一起编制了我国古代最先进的《授时历》，它被沿用达400年之久。

《授时历》的精确度很高，以365.2425日作为一个回归年的长度，这个值与现在世界上通用的公历所采用的回归年值完全一致。

太阳在天球上，也就是以观测者为中心、以无限大为半径的一个假想球面上移动，它在众星间的周年视运动路径就是黄道，即地球绕日公转轨道平面与天球相交的大圆，黄道与天球赤道互相交错，交错而成的角度即是黄赤交角。黄赤交角是变化的，郭守敬测量的结果是 $23^{\circ}33'24''$ — $23^{\circ}31'58''$ 之间。用近代所列出的精密公式反推回去，那时的黄赤交角应该是 $23^{\circ}31'58''$ ，误差只有1多，可见，他测量的精确度很高。法国著名天体力学家拉普拉斯在研究黄赤交角值的变化时，曾引用郭守敬的测定值作为理论依据，并予以很高的评价。

为了纪念郭守敬，月球背面的一个环形山和第2012号小行星，都是以郭守敬的名字命名的。我国于1962年发行的“中国古代科学家”(第二组)邮票中，有两枚分别以郭守敬画像和简仪(局部)为图案。

被星占学害死的学者

欧洲中世纪的黑暗时期临近结束的时候，天文学重新开始活跃起来，带头的是阿拉伯人。他们是星占学的虔诚崇拜者，为了用占星术算命，就需要知道星的位置和日月行星的运动。其中巴格达学派的重要天文学家巴塔尼（850—929年），曾改进了回归年的长度，测量了黄赤交角。另一位重要的天文学家苏菲编绘了精密度很高的星图和星表，现在通用的一些恒星星名，如 Aldebaran（中名毕宿五，在金牛座）Deneb（中名天津四，在天鹅座）等，都是从他的著作《恒星图象》流传下来的。这本书被认为是伊斯兰天文学三大杰作之一。

阿拉伯天文学随着著名天文学家乌鲁伯格（1394—1449年）的活动而达到顶峰，同时，也随着他的死亡而结束。这位伊斯兰学者是蒙古帖木儿帝国创立者帖木儿的孙子，他于1420年在撒马尔罕（前苏联乌兹别克共和国境东南部）建立了一座设备比较完善的天文台、一个科学研究院和一个很大的图书馆。那时，天文望远镜还没有发明，天文台里的设备主要是些测量天体位置和角度的仪器，其中最大的一架象限仪，半径达40米，建在地面以下，熟练的观测者可以用它测得比较精确的太阳和天体等的相对位置。

从1417年开始，在他的领导和亲自参与下，乌鲁伯格天文台坚持了30年的恒星位置观测，取得了大量资料。在这个基础上，他于1447年编成《新古拉干历数书》，书里包括1018颗恒星的详细位置和有关数据，以及太阳和行星的运行位置表。现在被称为《乌鲁伯格天文表》的这部《历数书》，在当时达到很高水平，它不仅是托勒玫以后的第一种独立观测和编制的星表，而且在16世纪以前的一个多世纪中，一直被广泛采用和受到重视。

对于乌鲁伯格本人，我们知道得很少。他10多岁时就被父亲任命为首都撒马尔罕的统治者。除喜好天文外，他对于装饰和中国艺术特别感兴趣，甚至从中国请来了艺术家。他精通古兰经，还是位数学家。可是，奇怪的是，他仍然承认不符合客观实际而且越来越显得无法自圆其说的地球中心的观点。

他是位聪明的学者，可是不善于管理国家。可悲的是，他是个笃信星占学的人，他的死与此有关。1449年，他用占星术的方法“得悉”，他将被自己儿子杀死。于是，他把儿子流放了，并告诫儿子永远别回来见他。他的儿子因此而怀恨在心，组织了一支军队，打进父亲的统治地区把父亲杀了。无根据的星占学预言引起的敌意，反过来使预言得到了“应验”，真是莫大的讽刺。乌鲁伯格死于1449年10月27日。

天文学的觉醒正在来临，不过，不是从阿拉伯国家。曙光来自欧洲，并掀起了科学思想界的一次最大的革命。

掀起天文学的伟大革命

中世纪末期，欧洲文艺复兴的浪潮冲击着一切旧思想、旧制度、旧传统，到处燃烧着反封建、反宗教束缚的熊熊火焰，社会处于变革和进步之中。哥白尼（1473—1543年）就生活在这样一个伟大的、要求出现杰出人物的历史时代。

文艺复兴运动的领导人之一诺法腊，是波洛尼亚大学的天文学教授，他反对托勒玫的地球中心说。可是，那时的地球中心说早已不只是个天文学说，而是被教会当作教义和专制统治的支柱，不论是谁，不论从天文还是其他什么角度，凡是对地球中心体系提出异议的，都会无例外地受到残酷迫害。哥白尼在老师诺法腊的熏陶和影响下，接受了“太阳中心”这种被禁止但私下却很活跃的思想。就在这个阶段，他阅读了大量天文学和哲学书籍，使他对地球中心说从怀疑到舍弃，转而初步建立起以太阳为中心的概念。

当时在托勒玫的地心体系里，已经逐步增加到了80个左右的本轮和均轮（参见第8页），而且存在着继续增加的趋势。很多具有进步思想、不怕推翻过时旧事物的哲学家和天文学家，对这个复杂的体系越来越不满意。哥白尼了解到古希腊学者阿里斯塔克曾提出过日心说的见解，很受鼓舞和启发。他认识到，只要把各行星都有的周日、周年运动，全归到托勒玫认为是静止不动的地球上去，地心体系里存在着的那些复杂问题，基本都可以解决。

大致在1507年前后，哥白尼按照当时的习惯做法，将自己的主要观点写成一篇类似解释那样的文章——《浅说》，分送给知己朋友作参考。《浅说》明确提出，应当把太阳看做是宇宙的中心天体，地球只是围绕太阳运行的一颗普通行星。

对于这个问题，哥白尼反复思考达30年之久，用他自己的话来说，用了“将近4个9年的时间”去观测、计算、考虑、修订。他越来越感觉到，托勒玫的意见肯定是错误的，根本不需要加那么多的本轮，把问题搞得那么复杂，只要把原先以为是在行星系中心哥白尼《天体运行论》手稿位置上的地球，换成太阳，许多看来很复杂的问题，就都会迎刃而解了。

他的不朽著作《天体运行论》，大约在1533年完成，由于怕被看做是危险的异端邪说以至受到教会的迫害，而迟迟不敢出版。

1541年，哥白尼决定接受朋友的劝告，将珍藏多年的手稿全文发表。1542年秋，他因中风半身不遂，病情迅速恶化。据说，1543年5月24日，在纽伦堡刚印好的、还散发着油墨味的一册《天体运行论》，快递送到哥白尼病榻旁的时候，他已进入弥留状态，他只能用消瘦而颤抖的手指，轻轻地触摸了它一下。

哥白尼的疑虑和害怕是有道理的，不仅教会对他和他的学说抱有很大的敌意，即使是马丁·路德那样的宗教革新派，也对哥白尼进行斥责，骂他“这个疯子企图把全部天文学都翻转过来”。

应该指出，哥白尼同样也犯了托勒玫那样的错误，即采用了均轮、本轮的思想体系，只是把托勒玫的本轮数减少了点。尽管如此，他前进的那一步是决定性的。哥白尼的太阳中心说，或叫日心说，彻底改变和纠正了那个时代的人们对宇宙的认识，真正地“发现”了太阳系，使地球恢复了本来面目，从根本上动摇了欧洲中世纪宗教神学的理论基础，“从此自然科学便开始从

神学中解放出来”。

新星和超新星

1572年11月11日夜，第谷（1546—1601年）发现了一颗新星，即“第谷新星”。新星在仙后座，最亮时甚至在白天都能看到它，经过一段时期的观测之后，第谷发表了详尽的论文“新星”。第谷观测到的是我们银河系里的一颗超新星，从那时起到现在，只在1604年银河系里曾出现过另一颗超新星。

这里所说的新星和超新星是两类比较特殊的星，不能只从字面上去理解为是“新”诞生的星。一颗恒星在未爆发之前，往往很不显眼，甚至用较大的望远镜也未必能看到它。一旦突然爆发，亮度在几天或者更短的时间里，迅速增加几千倍到好几万倍以上，然后在好几个月到好几年里，有起伏地逐渐恢复到爆发前的状态和亮度。超新星爆发的时候，亮度可增加千万倍到上亿倍，这是恒星世界中已知的最激烈爆发现象。爆发的结果是恒星抛掉大部分质量，塌缩成为中子星之类密度特别大的天体，进入演化的最后阶段。超新星爆发意味着恒星的瓦解，趋于死亡的一种形式。

1576年，得到丹麦国王腓特烈二世的支持和邀请，第谷来到波罗的海中的一个海岛——汶岛上，在此建立了一座宏大的、设备良好的天文台，被第谷称为天文堡。这里配备着一些当时最好的仪器，主要是象限仪。

第谷是位勤奋而杰出的观测者，他用自己制造的许多大型精密天文仪器，持续不断地进行了长达20年的观测，积累了大量天体方位的测量资料，而这些资料的精确性是首屈一指的，大大超过前人和当代人的观测水平。据说他对各个行星位置的测定，误差不超过0.067度。我们知道，满月的视直径大致是0.52度，第谷的精确观测几乎达到了满月视直径的1/10，几乎是到了肉眼观测所能达到的极限。

1577年，他还观测到一颗明亮的彗星。当时，不少人都以为彗星只是地球大气中的某种光学现象，但又拿不出证据。第谷证实，彗星的轨道远在月球轨道的外面，决不可能是大气现象。

天文堡在很长的一段时期里，不仅是个科学研究中心，也是许多重要人物前来参观访问的地方。可是，当腓特烈去世之后，天文堡的经费就发生了困难，第谷不得不离开天文堡。第谷在那里作的最后一次观测，是在1596年3月15日。在这之后，天文堡被遗弃了，时至今日，那里只剩下一片草地和一尊第谷像。

1599年，第谷从丹麦来到布拉格，任鲁道夫二世国王的御前天文学家，继续孜孜不倦地进行着天文观测工作。他在这里做了一件对后来天文学的发展有决定意义的事，即邀请一位年轻的德国天文学家开普勒，来当自己的助手。

天空立法

开普勒（1571—1630年）与第谷于1600年2月的会见，被看做是欧洲科学史上最重大的事件之一。1601年10月第谷去世，开普勒继任皇家天文学家的职务，并继承了第谷的全部观测资料。

开普勒对第谷观测资料的精确性是笃信无疑的，他很想从中找出行星运动的真正规律。开始他没有跳出传统的观念，认为行星围绕太阳都是作匀速圆周运动。可是，在很长的一段时间里，火星的位置怎么也不能与理论计算的结果相一致，他反复进行了推算和分析，发现两者之间的误差最大时竟然达到8。

8并不是一个很大的数字，只相当于太阳视直径的1/4，难道还不允许在第谷的那么多观测结果中，偶尔有个别误差稍大一点的吗？开普勒坚信这是绝对不可能的。他开始对行星都是作匀速圆周运动的传统观念有点动摇了，他抱着一线希望用其他类型的几何曲线来表示行星、主要是火星的轨道，这样一来，它的轨道速度当然也是变化的。经过好多年反反复复的观测、计算、思考和潜心的研究，他终于找到了答案。他醒悟到行星绕日轨道有可能是椭圆，运行速度则是不均匀的。由此开普勒得出了有关行星运动的三条定律，也就是开普勒定律。开普勒本人也十分高兴，他说：“这8分误差是不允许忽视的，就是它使我走上了改革整个天文学的道路。”

行星运动的三定律是：

第一定律（轨道定律）：行星绕太阳运动的轨道是椭圆，椭圆有2个焦点，太阳位于其中的一个焦点上。

第二定律（面积定律）：行星的向径（假想的行星和太阳两天体中心之间的连线）在相等的时间内，所扫过的面积相等。

第三定律（调和定律）：行星绕日公转周期的平方同轨道半长径的立方成正比。

第二定律告诉我们，行星绕太阳运动的速度是有变化的，离太阳近的时候，速度就快；远离太阳的时候，速度就慢。

因此，通过观测得出某颗行星的公转周期之后，就可以拿来与地球进行比较，从而得出它的距离。

行星运动定律的发现，是对哥白尼日心说的强有力支持，行星在天球上的复杂运动，再也不用盲目地增加本轮的数目来解决，而变为有“律”可依据的了。开普勒似乎为行星订下了三条必须遵循的法律，后世的学者因此而尊敬地称开普勒为“天空立法者”。

开普勒根据第谷的观测资料和行星运动三定律，又经过大量计算，编制了《鲁道夫星表》，并于1627年出版。表中所给的行星和1005颗恒星的位置非常精确。直到18世纪中叶，它仍被天文学家们看作是份标准星表。1604年9月30日，他在蛇夫座发现了“第谷新星”后的另一颗超新星，称为“开普勒新星”。并进行了长达17个月的观测，发表了观测结果。1607年，他观测了一颗大彗星，即后来的哈雷彗星；他指出，彗尾总是朝与太阳相反的方向延伸，那是太阳光对彗星物质的斥力造成的。

开普勒的工作有着深远的意义，没有他的行星运动三定律，牛顿的发现将会更加困难。为了纪念开普勒的功绩，第1134号小行星就是以他的名字命

名的。

用自制望远镜观测天空

最早的天文学家是用肉眼来直接观测星空的，后来，又用别人制造的望远镜进行观测，而伽利略（1564—1642年）却是用自己设计制造的望远镜观测天空的。

望远镜最初是在荷兰发明的，伽利略得到消息后，运用自己丰富的光学知识，于1609年设计制造了自己的望远镜，并用来观测天空。通过望远镜，他发现月球表面崎岖不平，既有高耸的山脉，也有低洼的平原，伽利略以为这是月球上的海，而更多的是环形山；在几天的连续观测中，发现木星周围有4个小卫星环绕着，活像是太阳系的缩影，它们就是后来被称做“伽利略卫星”的木星的4个最大卫星；金星和水星都有盈亏变化，说明它们都在地球轨道的内侧，又都是环绕太阳运动的；银河是由无数密密麻麻的恒星组成的；恒星的数目随着望远镜倍率的增大而迅速增加。

他还发现太阳面上有黑子，并确认这是出现在太阳上的现象，而根据黑子位置的逐日变化，他测得太阳自转周期为28天（实际上是27.35天）。他看到土星光环，但由于望远镜倍率太小，而光环刚好处于特殊位置，从地球上看起来呈现成有点古怪的形状，他没有能识别和理解这究竟是怎么回事，而误认为土星两侧各有个附属物。

这些杰出的发现开辟了天文学的新时代，是对日心说的强有力支持。可是，这些发现并没有被多数人承认，相反，却被看做是错误的东西，甚至被污蔑为是假的和捏造出来的。在作出重大天文发现的当年（1610年），伽利略出版了《星际使者》；三年后又发表了《关于太阳黑子的书信》。两书都是以他的发现作为证据，直率地表示哥白尼学说是正确的。

在当时，惧怕真理的教会不承认哥白尼学说，也怕伽利略拥护和传播哥白尼学说，曾对他提出警告。但伽利略并不屈服，仍然写成一本进一步阐述哥白尼观点的书：《关于托勒玫和哥白尼两大世界体系的对话》，尽管书中采用三人对话方式，但赞同哥白尼的主张的观点是不变的。由此，引来了对他的迫害，宗教法庭判处他终身监禁，并直接置于宗教法庭监督之下，不得私自活动。虽然他们监禁了伽利略本人，但是“地球仍在转动”的真理是任何人也改变不了的。

这场关于宇宙体系的争论过了半个世纪以后，通过牛顿的工作才作出结论。但我们不应该忘记，是伽利略和开普勒等人为此奠定了基础。伽利略的冤案在经过三个多世纪之后，在太阳中心说早已取得决定性胜利之后，教会才于1984年宣布给伽利略平反。

为恒星命名

与前面介绍的那些在天文学发展史上堪称“巨人”的天文学家相比，巴耶（1572—1625年）自然有所逊色，但他毕竟也作出了自己的重要贡献。

巴耶生于德国巴伐利亚州的赖因地方，他终生在奥格斯堡当律师，是个积极的业余天文爱好者。

他一直没有结婚，人们对他的生平事迹几乎一无所知。他的主要贡献是用字母来命名恒星，从而使得称呼恒星变得更为容易。令人惊异的是，过去从来没有人想到过这一点，譬如说猎户座亮星“参宿七”，托勒玫称它为“猎户左脚上的亮星”，这是没有错的，可是多累赘呀！

1539年，一个叫做比科洛米尼的意大利人出版了一套星图，他用拉丁字母来称呼恒星，却又不是那么系统和规则化。1603年，巴耶在他的《天文测量志》一书中，发表了一个用希腊字母来命名恒星的星座图，命名方法非常简单。他把每个星座里的最亮星，用第一个希腊字母（念阿耳法）表示，次亮星用（念倍塔），等等，直到最后一个希腊字母（念奥每伽）。这样的命名法不可能是很严格的，存在着不少例外也是可以理解的，譬如在人马座内，两颗最亮的星分别被冠以（念厄普西隆）和（念西格马）的希腊字母，而不是和。尽管如此，巴耶的这套命名法直到现在仍在使用的。

巴耶还增添了几个新的星座，如天鹤座、南三角座，1928年国际天文学联合会正式公布国际通用的88个星座，它们都被采纳进去了。

在整个17世纪，巴耶的《天文测量志》比其他星图得到更加广泛的应用。可是，巴耶几乎险些落进一场滑稽的星座命名事件中去。他认识了奥格斯堡的另一位业余天文爱好者，叫希勒，是位渴望把全天星座重新命名并给以基督教名称的修道士，希勒说服巴耶与他合作。于是，大熊座变成为“圣彼得船”，英仙座得了“圣保罗”的新名称，等等。可想而知，其结果是一场大混乱。这两位作者在完成这项异想天开的重新命名工作之前，就分别于1625年和1627年去世了。

尽管巴耶生平中有这么一段插曲，现在人们很少再提起他的“圣彼得船”，但他为星座中恒星的命名起了个好头，创造了良好的秩序和方法，而引起人们对他的怀念。

绘制月面图

波兰天文学家赫维留(1611—1687年)，生于但泽，即现在的格但斯克。他酷爱天文学，并且曾经精心制造过许多仪器，如象限仪、日晷、望远镜等。那时，人们把望远镜的焦距做得特别长，来消除那讨厌的色差。赫维留的一架望远镜，物镜的口径不大，焦距却异乎寻常地长达四五十米，因此，必须把物镜高高地吊在桅杆上。现在看来，不可思议的是这样的望远镜怎么能用来作实际的观测呢！

月面观测是赫维留最感兴趣的观测项目之一。1647年，他绘制成一幅在当时来说最为精确而详尽的月面图，上面标有他对月面上环形山和海的命名，有些名称至今仍在用；至于他命名的两处环形山“埃特纳”和“大黑湖”，现在已改称为“哥白尼”和“柏拉图”。赫维留铜铸月面图的原图已经不存在了，据说在他去世后被拿去做了茶壶。不过，这月面图确实是一个很大的进步，只此一项，就足以使他名垂史册，他不愧是月面学的创始人。

赫维留在编绘月面图的过程中，很自然地发现了月球的光学天平动现象。所谓光学天平动，就是从地球上看起来，月球经常有点上下左右摆动的现象。东西方向上的这种摆动，叫做经天平动；南北方向的叫纬天平动。这是两种主要的天平动，还有一种是周日天平动，影响不大。这几种天平动都是由于地球和月球彼此之间位置上的关系而造成的，所以也叫几何天平动。由于天平动的缘故，我们经常看到的和从地球上永远不能直接看到的月面各占41%，有时看见有时看不见的月面部分占18%。

从1657年开始，赫维留计划编制一份精密度超过过去的星表。不幸的是，他的私人天文台于1679年被火烧毁，尽管他很快又建立起来了另一个天文台，但是，观测记录的损失是无法弥补的。根据赫维留所作的观测记录而编制的《天文图志》，在他死后3年于1690年出版，其中包括54幅精美的星图和1500多颗恒星的位置。遗憾的是，望远镜已经发明了好几十年，但他仍然是用肉眼进行观测，使恒星位置的精密度受到一定的影响。他的那些星图后来经过英国天文学家弗兰斯提德重新修订后，于1725年再次出版，星图总共绘有2866颗星。

由赫维留提出，现在仍然沿用的星座有：鹿豹、猎犬、蝎虎、小狮、六分仪、麒麟、狐狸、盾牌等。

金星凌日的早期观测

业余天文爱好者霍罗克斯（1619—1642年）是位牧师，然而他对富有魅力的星空和各种天文现象特别感兴趣，他深深地被天文学和数学吸引着。他很快就熟悉了出版不久的开普勒的《鲁道夫星表》，并立即信服哥白尼学说的正确性。他不必为宣扬日心说而感到害怕，因为那时在英国并不存在教会对日心霍罗克斯说支持者的迫害，而在意大利，伽利略则仍然过着被囚禁的生活。

在查看《鲁道夫星表》的时候，霍罗克斯发现一种有趣现象，即位于地球轨道内侧的水星和金星，都有机会从太阳面上经过，即所谓的凌日现象。开普勒曾经准确地预报了发生在1631年的水星凌日和金星凌日现象，可是，水星凌日被观测到了，而由于种种原因，金星凌日没有被观测到。霍罗克斯得知1639年11月24日将再一次发生金星凌日现象，他决定进行观测。

担心预报有误而失去这样一次极为宝贵的机会，他从23日开始就对日面进行监视。24日是个星期天，作为当地副牧师的他，理应去完成自己应尽的职责，他不得不暂时离开望远镜和正在进行的监视。直到下午3时后，他才迫不及待地回到观测岗位上来，而盼望已久的金星凌日现象已开始一段时间了。用他自己的话来说：

“这时，太阳从云缝里出来，那么清晰，好像老天爷有意要鼓励我和满足我的热切期望。呀！多美的景象！我注意到一个不同寻常的小圆黑点，刚好全部从左边缘进入太阳圆面。”

霍罗克斯对金星凌日现象作了一个半小时的细致观测，直到太阳没入地平线。他曾将金星凌日的预报通知了住在曼彻斯特附近的一位朋友，后者的运气不佳，那里一直是乌云满天，只是在太阳快落山前的很短时间内，云层散开，才得以看到一会儿金星凌日。

金星凌日现象都是成对地发生，一对中间相差8年；而两对之间，第一对的第二次和第二对的第一次一般相隔235年。霍罗克斯是金星凌日现象的早期观测者之一，他很清楚地知道，下两次金星凌日将发生在1761年和1769年，他的一生中再也不会遇到这样的机会了。可是，他万万没有想到，自己的生命将是那么短促，只过了两年多，他就去世了。

现在，霍罗克斯当年在胡尔城观测金星凌日的那所房子，已经成为玩具博物馆，该地教堂的一处彩色玻璃窗上，仍留着霍罗克斯的绘画像，作为对他的纪念。

已经发生的上一对金星凌日是在1874年和1882年，下一对将发生在2004年和2012年。在历史上，科学家们曾利用金星凌日现象，作为测量地日之间距离的一种方法，现在已经有了更精密的手段，这种方法已经不再使用了。

从事天文工作的人似乎应该活得长一点，可是，有些有才能的人却偏偏不是这样，霍罗克斯就只活了20多岁。他的两个同胞，古德利克和盖斯科因也都是这样，盖斯科因在1640年前后发明了测微器。他们都为天文学的发展作出了贡献。

天文史上佳话——卡西尼家族

这著名家族中的第一位 G·D·卡西尼（1625—1712 年）生于意大利，曾在热那亚城等地求学。从 25 岁起，他任波洛尼亚大学天文学教授达 19 年，在此期间，他用当时的那些特长焦距折射望远镜，作了大量观测。他观测火星和木星，把它们自转周期测定到令人惊讶的程度，他得出火星自转周期为 24 小时 40 分，只比现在采用的数值多 3 分钟；他测得的木星自转周期与现在公认值完全一致。在观测木星卫星的凌、食、掩等现象的基础上，他于 1668 年编制成历史上第一个木卫星历表，为在海上观测木卫测定经纬度提供了重要依据。

应法王路易十四的邀请，他于 1669 年去巴黎定居，两年后，成为刚落成的巴黎天文台第一任台长，又两年，他加入法国国籍。刚来到巴黎，他对正在建设的天文台就很不满意，路易十四要求天文台是座漂亮而豪华的建筑，可是那些塔楼、坚固的围墙把天空挡住得太多，可说是华而不实。这不是个理想的天文台，但他无能为力，只能尽力而为。

在他就任台长的最初两年，他接连发现两个土卫，即现在的土卫八和土卫五，1684 年又发现土卫四和土卫三，使土星的已知卫星增加到了 5 个（最先发现的是土卫六，1655 年由荷兰科学家惠更斯观测到）。

1675 年，当时土星是在晨前的东方天空可见，卡西尼用他的 10 米长的望远镜进行观测时发现土星光环中的一条黑缝把环一分为二，里侧的环比较亮，外侧的稍暗，好像一个是擦亮了的、一个未经擦过的银项圈。这就是土星环中最主要的一条环缝，后来被称做“卡西尼环缝”。他认为土星环是由无数体积不大的物质组成的，两个多世纪后，他的见解得到证实。

卡西尼很关心的一件事是测定火星的视差，所谓某个天体的视差，指的是从两个不同位置观测同一个目标时，反映出来的天体方向上的差异。1672 年，一次很有利的火星大冲，他和他的助手里奇分别在巴黎和法属圭亚那的卡宴同时进行观测，把两处的观测结果进行综合归算，他得出火星视差为 25″，并由此推算出日地之间的距离为 8570 万英里，相当于 1.38 亿公里，这在当时来说是前所未有的最接近实际的数值。里奇因此也有了点名声，但妒忌多疑的卡西尼对此很不满意，他把里奇送到一个边远的省份去工作，里奇的天文事业就这样被夭折了，再也没有看到他在天文科学方面有所作为。

另一位年轻的丹麦天文学家、29 岁的罗默于 1673 年来到巴黎，成为卡西尼的助手。罗默从木星卫星的观测中，于 1676 年测得光速，尽管所得的结果与现在的采用值还有一定距离，但他无可辩驳地证明了光的传播速度是有限的，而并非像古人想象的那样以无限大的速度传播。卡西尼拒绝接受罗默的结论，罗默则坚持自己的观点，最后罗默不得不于 1681 年回到丹麦，任皇家数学家和哥本哈根大学天文学教授。

令人十分惋惜的是，卡西尼不仅妒忌而且异乎寻常地保守。他是最后一位坚决不接受哥白尼学说的著名天文学家，直到去世。他也反对开普勒的行星运动定律，以及拒不承认牛顿的万有引力定律。尽管如此，我们应该承认，他的那些观测和发现是很有价值的，为天文学的发展作出了贡献。

G·D·卡西尼之后，其次子 J·卡西尼接任巴黎天文台台长，继承了他父亲生前从事的实测子午线弧长等工作。J·卡西尼的次子 C·F·卡西尼和孙子 J·D·卡西尼，也都先后任巴黎天文台台长。一家四代天文学家，而且都执掌巴黎天文台，被传为美谈。

惠更斯和他的字谜

aaaaaaa ccccc dd eeeee g h iiiiii
llll mm nnnnnnnnn oooo pp q rr s
ttttt uuuuu

这是 1656 年荷兰天文学家惠更斯（1629 - 1695 年）给出的一个字谜。很多人都作了猜测，但没有一个人猜对。把这些字母整理成句子，并译成中文，那就是：

“土星有环围绕，既薄又平，与土星到处不相接触，与黄道斜交。”

1610 年，伽利略曾觉得土星的形状很奇怪，但他的简陋望远镜无法看清楚这究竟是怎么一回事。1655 年，惠更斯发现土星周围实际存在着环，为进一步论证并根据当时的习惯做法，先用字谜来宣布自己的发现。惠更斯所使用的是经自己改进了的望远镜，性能比伽利略的要好得多。

他的另一个成就是第一次描绘了火星表面细节。1659 年，他用图表示火星面上有一处 V 形构造，今天我们叫它“赛尔蒂斯梅杰”（syrtisMajor），是一处上面有环形山口的高地。他还发现了火星极冠、木星表面带状云层，以及猎户座大星云。在此之前，人们只知道一个云雾状天体，那就是仙女座大星云 M31，猎户座大星云曾于 1618 年被人观测过，但惠更斯是在不知情的情况下又一次独立发现了它。

除天文观测外，他对钟很有兴趣，并发明了流传颇广的摆钟。那时候，海员们在深海航行的时候，非常需要可靠的计时设备，以使用来确定船舶的经度。他曾把钟带到远航的船上去作实验，由于钟的损坏而实验没有成功。

1665 年，应法王路易十四的邀请，惠更斯来到法国工作，直到 1681 年回国。在此期间，他用了大量精力来磨制长焦距透镜，其中一个焦距长达 64 米，现在保存在英国皇家协会。他还设计了一种新型目镜，即现在仍在使用的惠更斯目镜。

惠更斯死后三年，1698 年，他的杰作《宇宙论》在海牙出版。书中有许多精辟的见解，例如认为恒星数目之多远远超出我们最丰富的想象，恒星都是遥远的太阳等，今天看来这些观点都是理所当然的普通常识，那时却不是这样。布鲁诺冒了很大危险加以提倡的这些意见，后来的伽利略和开普勒等人，害怕受到迫害而一直未敢大胆地予以正确阐述。书中还提出别的行星上也可能存在生命的问题，这实在是不仅卓越，而且是超时代的见解，难怪在此后一二个世纪里，惠更斯和它的《宇宙论》一直受到人们广泛的赞誉。

“站”在巨人肩上

伟大的英国科学家牛顿（1643-1727年）被誉为所有时代的最杰出数学天才，这并不过分，他的工作无疑为现代天文学的发展打下了扎实的基础。他既是天文学家，又是物理学家、数学家，在天文方面的主要成就是万有引力定律的发现和天文光学的研究。

从1684年开始，皇家学会内经常开展有关行星运动的辩论。开普勒早就提出行星绕日轨道是椭圆，但是他没有用数学来证明。当时牛顿的朋友、另一位英国天文学家哈雷，正在研究彗星的运动等问题，急切需要这方面的知识，他决心去拜访牛顿，他认为牛顿是唯一有能力来解决天体运动规律问题的人。果不其然，当哈雷在剑桥见到牛顿的时候，他不仅发现牛顿确实能解决这个力学问题，而且事实上已经解决了。

哈雷敦促牛顿把后来称为《自然哲学的数学原理》一书尽快写出来。牛顿为此用了大约15个月的时间，最后在哈雷等人的帮助下于1687年出版，书中用数学语言详细解释了天体运动的规律，发表了他的力学三定律和万有引力定律。如果说，开普勒三定律只是阐明了行星是怎样环绕太阳运动的，那么，牛顿的万有引力定律则进一步回答了：行星为什么必然是这样环绕太阳运动。万有引力把人类对行星运动本质的认识，推进了一大步。

1666年，牛顿用三棱镜分析日光的办法，发现白光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等7种不同颜色的光组成的，这一发现成为后来光谱分析学的基础。关于光的本性，牛顿提出了光的微粒说。1672年，牛顿创造发明了一类新型的天文望远镜——反射望远镜，他曾将这类望远镜的一个小模型，呈送给英国皇家学会，它现在还很好地保存着。牛顿的最后一本著作是《光学》，于1704年出版。

除了其杰出的工作和成就之外，牛顿也表现出很多弱点。他很相信星占学和炼金术等伪科学，前者企图从星的位置来预测人和一些事物的吉凶祸福，后者则想用比较便宜的物质和普通金属，通过某种方法转变为金银。即使在天体运动这个问题上，虽然牛顿作出了杰出贡献，但是，仍然存在局限性，唯心主义的世界观使他认为一切都应归功于上帝。

不管怎么说，值得庆幸的是，牛顿的生活并不像伽利略和第谷那么坎坷和多变，否则的话，只有像牛顿那样的科学天才才能写得出来的《自然哲学的数学原理》，是否会有人来写，什么时候来写，都将是定因素。不过，牛顿对于自己的那些杰出的发现还是很谦虚的，他自己就说过：“我是站在巨人的肩上，所以才能比他们看得远些。”牛顿所说的“巨人”，指的是哥白尼、伽利略和开普勒等。

格林尼治天文台

在整个 17 世纪，英国海员们被好些航海问题所困扰，其中主要的一个问题是：缺乏在海上确定经度的可靠方法。17 世纪 70 年代提出了一个解决办法，即考虑到月球在星座间的移动和位置变化是比较快的，建议以此作为时间指示器来测算经度。这就要求有一份很精确的星表，而当时所能得到的第谷星表，虽然也比较精确，但毕竟是一个多世纪前用肉眼观测的结果，这在当时来说显然是很不够的。

皇家学会的一个委员会弗兰斯提德对这个问题进行研究之后，建议为这项特殊需要建立一个新天文台。天文台位于伦敦近郊的格林尼治公园内，弗兰斯提德（1646-1719 年）被任命为第一任台长，后来他获得第一位皇家天文学家的称号。

1676 年 7 月，天文台已经建成，弗兰斯提德立即开始着手编制星表。这项工作并非那么容易，他必须为自己筹划望远镜等设备，而他唯一的助手，却又是个粗暴和傻乎乎的人。

弗兰斯提德是位精于观测的天文学家，可是，编制工作进展得不快，除由于长期身体不好之外，一个重要原因是因为他过于挑剔，他对那些不完全满意的观测结果，一概拒绝发表。好些年过去了，星表还没有编好，很自然地引起一些非议，尤其是在这位容易被激怒的台长与牛顿、哈雷之间的争论更为激烈。显然，责任和问题是在弗兰斯提德一方。

1704 年，弗兰斯提德同意发表那些观测结果，但不是星表，而且印刷大权仍然掌握在他手中。事情还是被拖了下来。直到 1711 年，皇家学会等得有点不耐烦了，决定将观测结果和星表同时予以发表。哈雷作为主编，写了篇序，弗兰斯提德提出抗议，表示反对。弗兰斯提德与牛顿、哈雷就星表的争吵，一直延续到他去世时为止。具有讽刺意味的是，由哈雷继任弗兰斯提德为第二任皇家天文学家，星表经过修订后于 1725 年出版，里面有 2866 颗恒星的位置等资料，1729 年还出版了一份配套的星图。

弗兰斯提德在很困难的条件下，独自坚持数十年的观测工作，终于完成了一份比较理想的星表。遗憾的是，这份星表没有像原来设想的那样得到最广泛的使用，因为在这之前的 70 来年间，精确的天文钟已经得到很大的发展，用观测月球位置来定时间和经度的方法已经显得过时。

无疑是由于他的身体情况欠佳，弗兰斯提德并不是一个太受欢迎的人，但他是位真诚的和作出了贡献的学者，他是英国最杰出的天文学家之一。

预言彗星回归

年轻的哈雷（1656-1742年）怀着闯出一番事业的强烈愿望，在离完成全部学业不太远的时候，来到非洲西海岸外南大西洋中的圣赫勒纳岛，在那里建立了南半球的第一座天文台。并根据所积累的观测资料，编制了一本南天星表，于1678年发表。星表共包括341颗星的确切位置和资料，而这些星在欧洲是看不到的。

哈雷在天文学上的突出贡献是在彗星研究方面，以他名字命名的哈雷彗星几乎是无人不知的。他最初是在1680年11月看到一颗亮彗星，产生很大的兴趣。人们对这颗历史上很少见的亮彗星进行了4个来月的观测，在人们还记忆犹新的时候，1682年8月，又一颗亮彗星出现，明亮的彗头后面还拖着一条弯弯的、特别引人注目的彗尾。

哈雷认真观测了1682年出现的彗星，对彗星的位置及其在星空中的逐日变化，作了细致的记录。为了进一步确定彗星的轨道，哈雷拜访了牛顿，想了解他是如何用正在研究的引力理论，来分析研究天体的运动的。哈雷很快成为牛顿的好朋友，得到牛顿的很大帮助。哈雷还搜集了一些观测资料比较可靠的彗星，用万有引力定律一一算出了它们的轨道，并将研究结果发表在《彗星天文学论说》一书中。这本书花费了哈雷20多年的心血，于1705年出版，书中包括了24颗彗星的详细资料，从1337年到1698年，时间跨越三个半世纪。

哈雷在书中提到了一件颇值得注意的事，那就是有3颗彗星的轨道彼此很相像，它们过轨道近日点的日期分别是在1531年8月、1607年10月和1682年11月。尽管前两次相差76年多，后两次相差75年，哈雷还是相信它们是同一颗彗星在不同年份的连续三次回归。

这是个大胆的见解。因为，尽管历史上出现过许多彗星，但谁也没有考虑过同一颗彗星是不是还会再一次回归的问题。哈雷认为这种周期彗星是存在的，并有把握地预言1682年的亮彗星将在1758年底或1759年初，再一次回归。

哈雷在作这种从未有人作过的预言的时候，距离彗星回归还有半个世纪，自己看来是等不到那日子了，他不无遗憾地为后人留下了这样的话：“如果彗星根据我的预言准时在1758年回来了，请不要忘记这是由一位英国人首先发现的。”

1758年12月25日晚，一位业余天文爱好者终于发现了这颗彗星，彗星在1759年8月13日通过近日点，哈雷的预言得到了证实。它就是哈雷彗星，上次在1986年2月9日过近日点，下次回归将在2061年。

在天文学上，哈雷还有不少重要的发现和贡献。1716年，他建议有志于精确测定日地间距离的人们，不要放过1761年和1769年两次罕见的金星凌日现象，在当时来说，这确实是测量太阳距离的最佳方法。1718年，将自己在圣赫勒纳岛的观测资料，与喜帕恰斯等在好几百年前测得的恒星位置，进行比较之后，他注意到至少有4颗亮星的位置有着微弱而肯定的变化，它们是毕宿五、天狼、大角和参宿四，即金牛、大犬、牧夫和猎户四个星座中的最亮星。

哈雷发现的恒星位置的这种变化，叫做自行，是由于恒星本身的运动造

成的，它在恒星研究方面有着重要意义。

地球绕日公转的证明

布拉得雷（1693-1762 年）是继弗兰斯提德和哈雷之后的英国第三位皇家天文学家，格林尼治天文台第三任台长。他的最大优点是勤于观测，细致，观测质量极高。他的最大发现——光行差，有力地支持了哥白尼的日心说。

他对测量恒星距离的问题布拉得雷很感兴趣。那个时代，大家认为恒星的距离要比太阳和行星远得多，但究竟远到什么程度，没有一个人能说清楚。看来只能通过测量恒星的视差这一方法，使问题得到澄清。日心说提出之后，既然认为地球绕太阳公转，从地球轨道的两个不同地方观测恒星，应该能够测出视差，可是一个多世纪来，很多科学家一直在寻找恒星的视差，但谁都没有找到，日心说在这个问题上受到很大责难的。

卡西尼曾经用视差的方法测量火星距离，但是火星只是个离我们很近的行星，遥远恒星的视差一定小得无法与之相比，布拉得雷的这种想法是对的，因此他认为，唯一的希望是从地球绕日轨道的两端，也就是相隔 6 个月，对同一颗恒星进行观测，这或许还有可能测量出它的视差来。因为，这是他能找到的最长基线，长约 3 亿公里。

1725 年，布拉得雷与丘地方的一位天文爱好者莫利纽克斯合作，在后者的私人天文台对天龙座 γ （念伽马，中名天棓四）星进行观测和测量。所以挑选这颗星，是因为从英国本土看，它几乎从天顶，即从天球上直接位于观测者头顶上的那一点经过，测量工作比较方便。经过一年的观测，他们发现天棓四的位置确实有变化，可是，位移的方向并不符合他们期望的那种视差位移。这使他们感到很沮丧，也不清楚这究竟是怎么回事。

其实，他们选的那颗天棓四，从表面上看比较亮，是颗 2 等星，它的距离是不小的，达 108 光年，这么远的恒星自然观测不到它的视差，这是理所当然的。当时，他们两人没有估计到这一点。

从布拉得雷以观测精细著称来看，这不可能是由于他们的观测误差造成的。那么，天棓四的微弱位移又该如何解释呢？

据说，有一天布拉得雷在泰晤士河上划船，他发现风向尽管没有改变，可是当船改变方向时，桅杆顶的方向标却稍稍有所改变。他立即想到了自己的观测结果。如果船代表地球，风代表星光，情况不就完全一样吗！两者合成的结果，使星光的方向看起来有所改变。布拉得雷于 1728 年得出这最后结论，叫它“光行差”。

光行差的发现是地球确实环绕太阳转的最强有力证明，同时也说明布拉得雷的观测是十分细致的。他还发现，由于地球自转轴周期性地微微摆动，引起恒星位置的另一种微小变化，他称它为“章动”。

布拉得雷于 1742 年来到格林尼治天文台时，发现需要做的事太多了，最主要的是必须把已有的全部设备更新和现代化。接着，他全力投入编制星表的工作，进行了大量的观测和综合分析，根据 6 万多次观测编制成的星表，先后于 1798 年和 1805 年分两卷出版。星表的精确度不仅远远超过在此之前的所有星表，即使在今天，在测量个别恒星或其自行的时候，仍然有参考价值。这无疑是对布拉得雷的最好奖赏。

金星大气

俄罗斯天文学的发展从 18 世纪的罗蒙诺索夫（1711-1765 年）才开始，这样说，一点也不夸张。

罗蒙诺索夫生于离北极圈不远的阿尔汉格尔斯克城外面的德维纳湾中的一个小岛上，他的父亲是渔民，他也必须外出打渔以维持生活。像那时的许多俄罗斯孩子一样，他很少有上学的机会，到 15 岁才学会一点读和写的知识。

1735 年，青年罗蒙诺索夫终于赢得了进入圣彼得堡（即现在的列宁格勒）大学的机会，一年之后，他又去了德国的马尔堡大学，学习化学和采矿。最后在弗赖堡大学学习了一段时间。他于 1741 年回国，1745 年成为圣彼得堡科学院院士，被聘为圣彼得堡大学化学教授。

罗蒙诺索夫是个博学多才的人。他是气体分子运动理论的先驱者之一，也是位地质学家和气象学家，他研究过极光和电学现象，他熟悉光学并以这方面的知识来建立太阳炉，他还是位诗人和语言学家。

在天文领域方面，他的最大贡献是排除干扰、公开支持哥白尼的太阳中心说，而在他那个时代，绝大多数俄罗斯科学家都墨守着“地球中心”的旧观念。

他也是个杰出的观测家，广为人知的是他对 1761 年金星凌日的观测。他发现，当金星刚进入太阳圆面的时候，它周围似乎有一圈晕那样的东西，晕的一处边缘好像还与太阳连在一起。他经过思考之后，正确地认为这表明金星有着浓密的大气。今天，这个问题已经很清楚，金星大气的浓厚程度不仅超过地球，而且主要是由不适宜于呼吸的二氧化碳组成，云层中还包含着硫酸雾滴，加之由于温室效应等原因，其表面温度高达 460 以上，那里实在不是过去人们想象的那种“胜地”。

罗蒙诺索夫曾经从国内外一批科学机构得到过许多荣誉。晚年，由于他的直率而遭到越来越多的非议，平心而论，他仍不愧是第一位最伟大的俄罗斯天文学家。

彗星“侦探”

有一次，法王路易十五以开玩笑的口吻，称法国天文学家梅西耶（1730-1817年）是“彗星的侦探”。这话确实简单而明了地道出了梅西耶一生最主要的贡献。

梅西耶出生于一个贫困的家庭，没有上几年学。他写得一手清秀整齐的书法，这为他后来找工作提供了方便。21岁的时候，他来到巴黎，在天文学教授德利斯勒的小天文台里，找到了一份管理员的工作。梅西耶对这项工作满意的，因为，1744年看到了前所未有的、带6条彗尾的奇异彗星之后，他早已倾心于天文学了。

对哈雷彗星的观测可说是梅西耶一生中的重要转折点。哈雷曾预言，1682年出现的那颗亮彗星将于1758年再次回归，在德利斯勒的指导下，梅西耶用一具小型反射望远镜进行搜索。使他十分激动的是，1759年1月21日，他终于找到了大家盼望已久的彗星。但有两点是他十分遗憾的。第一是，不知为了什么原因，德利斯勒禁止他的助手报道发现彗星的消息；第二是，他后来发觉自己是落在别人后面了，1758年圣诞夜，一位叫巴利奇的德国农民业余天文爱好者已经发现了这颗彗星。

这事并没有使梅西耶灰心丧气，相反，却使他从此有系统地去寻找彗星。在此后15年中，他花费大量的时间去搜索彗星，而这项工作经常需要在晨前或黄昏后坚持几个小时的寻找和观测，日复一日。有志者事竟成，梅西耶总共发现了21颗彗星，成为发现彗星最多的天文学家之一，经他观测过的彗星，更是多达46颗。

在搜寻彗星的过程中，他发现了一些容易被误认为是彗星的朦胧状天体，后来才弄清楚是些星团和星云之类的天体。这些天体有时使梅西耶“眼花”，浪费他许多观测时间，为了在观测的时候予以“回避”，他对这些天体加以整理后，于1771年发表在《法国科学院院报》上，共列出45个星团星云，其中列为第1号的（简称为M1）是金牛座的蟹状星云，它是公元1054年超新星的遗迹。后来，又分三次，分别在1781年、1784年和1786年，陆续发表了一些新发现的天体，使完整的《梅西耶星表》共包括109个星团星云。《星表》实际上只罗列了103个天体，因为其中有6个或者被重复记录了，或者被误认了。

令人啼笑皆非的是，恰恰是这份被梅西耶看作是“讨厌”对象的星表，今天却是使他成名的杰作，一提起梅西耶，人们立即想到的是他那份“副产品”星表。

恒星天文学之父

赫歇耳（1738—1822年）可以称得上是最杰出的天文学家之一。人们一提到他，就立刻想起发现天王星的事，实际上，他最重要的工作和成就就是在恒星天文学方面。

赫歇耳一般都是用自己制造的望远镜进行观测，太阳系第七大行星——天王星，就是他在自己家中的花园内作巡天观测时发现的。

1781年8月13日，他用一架口径16厘米、焦距2米的望远镜作观测的时候，在双子座里看到了一个陌生的天体。他起先以为是颗彗星，可是用偏心率较大的椭圆或抛物线去表示它的轨道，却总是不成功。最后终于觉悟到它的轨道比较接近于圆，该是颗行星，距离比那时知道的最远行星土星还要远一些。

自古以来，人们认为只有6颗行星，望远镜发明也已经100多年了，但从没有听说有新行星的事。一些人曾怀疑过土星以外赫歇耳是否还会有什么新的天体，但是一旦要把太阳系范围真的予以扩大，保守的习惯势力有时会显得难以克服。新行星的发现终究是事实，事实胜于雄辩，人们最终承认它是太阳系行星队伍中的新成员，它后来被命名为天王星。

赫歇耳从1773年开始着手磨制自己所需要的望远镜。多次失败之后，1774年，他终于制造成功第一架望远镜，焦距1.52米，后来又制造了焦距2米、3米乃至6米的望远镜，口径也越来越大。

1789年，赫歇耳磨制了生平制造的最大一架望远镜，口径1.22米，焦距12米。在启用的第二天，即1789年8月28日，他就发现了现在称之为土卫二的卫星，三个星期后又发现土卫一。而在这之前的1787年，他已经发现了天王卫三和天王卫四。1783年，在分析了7颗恒星的自行之后，他发现太阳带着太阳系全体，有着向武仙座方向的空间运动，即所谓的太阳向点运动，在研究更多恒星自行的基础上，他把太阳向点相当精确地定在武仙座星附近。

赫歇耳是第一个研究银河系真实形状的人，他用统计恒星数目的简单方法，大体上确定银河系形状呈扁平状圆盘。他还想进一步测定银河系的大小，因为在当时对恒星的距离还一无所知，银河系的真实大小自然也无法测定。

赫歇耳在双星研究方面做了大量工作，证明大多数双星是物理双星，双星中的两颗子星之间存在着物理上的联系，证明万有引力定律同样适用于双星系统。1782年、1784年和1821年，他先后编制了3个双星和聚星表，其中有好几百对双星是他发现的。

在数十年的观测中，赫歇耳还发现好几百个新的星团和星云，编成了包括2500个星团和星云的大型星表。他还根据对星云形态的研究企图对星云进行分类和找出它们之间的过渡序列，虽然这种思路和做法是错误的，但对人们有很大的启迪作用，引起人们对研究恒星起源问题的重视。

赫歇耳在恒星研究方面的一些工作具有开拓性，他被看做是恒星天文学的创始人，有人称他为“恒星天文学之父”。1821年，他被委任为英国皇家天文学会的第一任会长，第二年8月去世。

金星黑暗半球上的灰光

有些天文学家做了许多有益的工作，在某些方面对天文学的发展有所贡献，却没有得到历史学家们的公正对待，他们的成就没有受到应有的估价，本篇要介绍的德国天文学家施罗特尔（1745—1816年）就是其中之一。

他不是职业天文学家，而是个正直和有能力的律师，在格丁根大学学法律后，于1778年被任命为不来梅附近某小城的首席行政长官。他建立了一个私人天文台，工作之余，开展了月亮和行星的长期观测。18世纪前的天文学家们，很少对月亮和行星表面的仔细观测感兴趣，在这方面进行系统观测的只有两个人，他们是赫歇耳和施罗特尔，他们之间有很多友好的交往，但他们却从来没有见过面。

施罗特尔对观测月亮特别感兴趣，亲自画了数以千计的月面图。他很仔细地测量月球山脉的高度，研究月面沟纹和山谷。现在月面明亮的阿利斯塔克环形山附近的一处曲折山谷，被命名为施罗特尔山谷，那是为了纪念他而命名的。他也画了许多精细的火星和金星图，而且有所发现，譬如他记录到金星黑暗半球上方的“灰光”现象，现在认为这很可能是金星上层大气中的放电现象。

施罗特尔所在的小城镇曾一度成为很活跃的天文中心。1800年组织起来的、那个打算寻找火星和木星之间未知行星的六人小组，就是在这个城镇里进行活动的，而施罗特尔是这个小组的负责人。

对施罗特尔的批评主要是两个方面。一种批评认为他画的行星图不可信。这种意见肯定是不对的，他不是个善于画画的人，不善于画和画得不准确是不能混淆的两种不同概念。另一种批评认为他曲解了所看到的现象。这种意见是正确的，他说看到了水星和金星上的山，事实证明他误解了。这有什么可责备的呢！那时就连赫歇耳那样的著名天文学家，也认为太阳上是可住人的呢！施罗特尔相信金星表面老被云层覆盖着，这是完全正确的。

1813年，普鲁士与法国之间的战争严重影响施罗特尔所在的小城镇和他的工作，他的小天文台和望远镜遭到毁灭性的破坏，他的观测资料和全部笔记散失无遗。损失是巨大的，他想全力以赴恢复旧观，可是，年迈的施罗特尔已经力不从心。

施罗特尔作为研究月球和行星表面的杰出先驱者之一，永远受到后人的怀念。

经验法则和小行星

1781年赫歇耳发现太阳系新行星后，是波得(1747—1826年)第一个建议把它称做为天王星的。1786年，波得任柏林天文台台长后，致力于改善天文台的装备，使之达到最先进的程度。他曾经编制了两本很好的星表。

波得是位积极普及宣传科学知识的热情人，他的名声尤其是与脍炙人口的“波得定则”联系在一起。定则最初是在1766年由德国人提丢斯提出，1772年波得进一步研究之后，发表了它，现在被称做“提丢斯-波得定则”。

定则是这么说的：取一个数列 0、3、6、12、24、48、96……在每个数上加4，再用10来除，得到的商可以近似地表示各行星与太阳的平均距离(以地日之间平均距离为单位)，即：

行星	波得定则数值	目前采用值(天文单位)
水星	$(0+4) \div 10=0.4$	0.39
金星	$(3+4) \div 10=0.7$	0.72
地球	$(6+4) \div 10=1.0$	1.00
火星	$(12+4) \div 10=1.6$	1.52
(小行星)	$(24+4) \div 10=2.8$	(2.77)
木星	$(48+4) \div 10=5.$	5.21
土星	$(96+4) \div 10=10.0$	9.58
(天王星)	$(192+4) \div 10=19.6$	(19.28)

定则发表的时候，各大行星(当时知道的最远行星是土星)与太阳之间平均距离的定则数值，与实际符合得很好。虽然“2.8”处留了个空隙，也没有引起人们的重视。1781年，赫歇耳发现天王星，它几乎就在定则给出的距离上，这使天文学家们感到惊讶。

于是，普遍猜测在2.8天文单位处，应该有个环绕太阳运动的未知行星，也就是说，它的绕日轨道应在火星和木星之间。在欧洲，立即掀起了一场寻找和发现未知行星的热潮。

1800年，正当6位天文学家在德国不来梅地方的一处私人天文台集会，准备有计划有分工地寻找这颗未知行星的时候，1801年元旦夜，意大利天文学家皮亚齐宣称就在这个位置上，发现了一颗新行星。它后来被证实为是一颗直径不大的小行星，皮亚齐把它取名为“谷神星”，它的英文名字Ceres，原是皮亚齐的巴勒莫天文台所在的地中海西西里岛守护女神的名字。

尽管提丢斯-波得定则只是个经验法则，但它确实在寻找小行星乃至发现海王星的过程中，起到了不小的作用。顺便提一下，海王星与太阳之间的实际距离跟定则符合得不好，而小行星则在定则预示的距离上接二连三地发现，今天已经发现的总数在4000个左右，有待发现的可能更多。

有意思的是，有的卫星与它所属行星之间的平均距离，似乎也存在类似提丢斯-波得定则那样的规律性。关于定则的起因，有人企图提出一些解释，因为在这方面还存在着一些不同的看法。为纪念波得对天文学所作的贡献，第998号小行星参照他的名字，被命名为“波地亚”。

1772年，波得被委任为柏林科学院所属的《柏林天文年历》主编，他在这个岗位上工作了54年，直到去世。他不仅大大改善和提高了《年历》的精

度，还使它得到普遍的欢迎而流传于全世界。

星云说的创立

地球是怎么起源的？很多学说都想说明这个问题，其中一个最著名的就是星云说，提出这个学说的是法国天文学家拉普拉斯（1749—1827年）。

他原来是打算进教会的，可是他对数学、天文学更有兴趣。1767年，他来到巴黎求学，得到著名数学家达朗贝尔的关怀。为了检验拉普拉斯的水平，达朗贝尔出了一道数学题，要求他在一个星期内拿出解法和答案。哪里知道不到24小时，他就交卷了，达朗贝尔非常满意，并为他推荐了军事学校的一个职位。

1773年，他被选进法国科学院，几乎是在同一个时期，他开始了天文学上一些理论工作的探索。而在此后的半个左右的世纪里，他写出了一整套光辉的、具有头等重要意义的天体力学著作。他的名著《天体力学》共5卷16册，汇集了他自己在天文、数学方面的一系列研究成果，是经典天体力学的代表作。

1796年出版的《宇宙体系论》一书中，拉普拉斯提出了有关太阳系起源的星云说。他认为，太阳系起源于一团旋转的原始星云，在引力的作用下，它开始收缩并相继丢出一层又一层的物质环，每层环冷却、凝聚而演变成一个行星。照此说起来，最外面行星的年龄最老，像地球那样越靠近太阳的行星越年轻。星云中心部分的物质则形成太阳。

在拉普拉斯之前，德国哲学家康德曾经在1755年提出第一个星云说。康德是从哲学的角度来提的，而拉普拉斯则是着眼于数学和力学的角度。两人各自独立提出的学说得到互相补充和充实，习惯上人们一起称它们为“康德-拉普拉斯星云说”。直到19世纪的多半时间内，星云说得到广泛的支持和普遍的接受，但逐渐地人们发现它在数学上存在着致命的缺陷，于是被不无遗憾地放弃了。代之而起的是形形色色的各种学说，至今这类学说至少也有四五十种之多，但无例外地存在这样那样的无法自圆其说的缺陷。

目前，不少科学家认为康德-拉普拉斯星云说的基本思想还是对的，认为行星主要是通过吸积过程而逐步形成的。

黑洞，这种从理论来说是存在的、却至今还一直没有发现的天体，其最早的论述和预言，一般都归之于拉普拉斯。1798年，他根据牛顿的引力理论，曾经提出宇宙间有可能存在着一种类似于我们今天所说的黑洞那样的天体。

拉普拉斯还曾一度担任政府工作。1799年拿破仑当政期间，他先是任法国经度局局长，后又任内政部部长。1816年，他成为法兰西学院院士，第二年升任院长。他一生勤勉工作，直到去世前不久，还在思考和研究一些数学问题，他作为一位杰出的数学家、天文学家受世人尊敬。

夜间天空为什么是黑的？

德国医生、业余天文爱好者奥伯斯（1758 - 1840 年），在天文学史上有着一席之地。这位众所周知的人物性格开朗，为人幽默，充满魅力，他不仅作出了重要的研究和发现，还是当时一些同时代人的鼓舞者和灵感的源泉，像后来成为著名天文学家的贝塞尔，以及大数学家高斯，都曾经从他这里得到过教益。

1777 年，他进入格丁根大学学医。实际上他早已倾心于天文学，曾参与不来梅一处小天文台的筹建工作，并自任台长。他具有非常丰富的数学知识，很早就致力于彗星的观测和轨道计算等工作，他曾经发现过 7 颗新彗星，其中 1815 年发现的那颗彗星还是以他的名字命名的呢。奥伯斯彗星是颗周期为 72 年的周期彗星，此后曾两度回归，最近的一次是在 1956 年，其亮度几乎能用肉眼看到。

奥伯斯是打算组织起来寻找火星和木星轨道之间未知行星的六个人中的一个。尽管皮亚齐捷足先登找到了 1 号小行星“谷神星”，但不久由于天气突然变坏等原因，刚发现的小行星被“丢失”了。1802 年元旦之夜，奥伯斯重新找到了谷神星，接着又在 1802 年 3 月和 1807 年 3 月，先后找到了第 2 号小行星“智神星”和第 4 号“灶神星”。

1826 年，奥伯斯提出了一个十分有趣的问题，那就是：“夜间天空为什么是黑的？”他举的理由是：如果宇宙是无限的，那么天空将均匀地布满恒星，整个天空将显得很明亮。实际情况则是，空间并非透明，从遥远空间射来的星光被星际物质吸收了。

奥伯斯的解释是不符合事实的。因为，如果像他说的那样，星际物质将会被星光强烈地加热而产生辐射，天空将是明亮的。但实际夜空是暗黑的。理论上与实际之间的这种矛盾，被叫做“奥伯斯佯谬”。

现在一般都是用宇宙在膨胀这一模型来解释的，即遥远天体都在远离我们而去，星光红移，其能量在到达地球时已接近零。此外，可观测宇宙的范围也不是无限的，现在说来大致在 150 亿光年左右。因此不会发生奥伯斯佯谬。这个问题的提出，标志着科学宇宙学的萌芽，对宇宙学的研究有重大意义。从这点来说，奥伯斯做出了贡献。

奥伯斯不仅对天文学的所有领域都有兴趣，而且也对气象学、历史等感兴趣。1804 年，年仅 20 岁的贝塞耳将自己的一份关于哈雷彗星轨道的计算稿送给奥伯斯，请他审查。据说正是由于奥伯斯的热情关怀和鼓励，使贝塞耳下决心要成为一名职业天文学家。

国际天文学联合会决定，将第 1002 号小行星命名为“奥伯斯”小行星，以资纪念。

眨眼“魔星”大陵五

古德利克（1764—1786年）酷爱天文学，对观测变星有特殊的兴趣。所谓变星，是一种亮度有变化的恒星，变化的原因可以分为外部原因（几何变星）和内部原因（物理变星）。古德利克出生的时候，人们知道的变星只有几颗，其中的一颗是英仙座星，它的中国名称是大陵五。

在正常情况下，大陵五的亮度与北极星不相上下，而每2日20小时48分多，它就“眨眼”一次，其间，从正常亮度降到最暗约5小时弱，在最小亮度上停留约20分钟，随后又用约5小时弱，从最暗回升到平常亮度，并在这个亮度上停留约2天半。古德利克其间除了有一次极不显眼的稍有点变暗外，亮度基本不变。此后，又一个变光周期开始，像前面说的那样重复一遍。

英仙座是北天的著名星座，在神话中，英仙是位很出色的英雄，他为了营救美丽的公主（仙女座），先杀死了魔女墨杜萨，再利用任何人看到墨杜萨的脸都会变成石头的这种魔力，征服了海妖（鲸鱼座），使公主免遭海妖吞噬。大陵五变星位于墨杜萨的头上，有“魔星”的称号，是否很早以前已经有人发现了它的变光现象，所以叫它“魔星”，现在还说不准。可以肯定的是，1669年意大利天文学家蒙塔纳里曾发现过它，但并不清楚它为什么变光。

1782年11月，古德利克偶然发现大陵五有奇特的变光现象。经过整整一个冬天的连续观测，他终于明白了其中的奥妙：大陵五原来是个双星系统，两颗星一个亮一个暗，互相绕着公共重心运动，周期是2日20小时48分多；当亮星从暗星前面经过时，整个双星系统的光略有减弱；暗星从亮星前面经过时，光减弱得较多；不管是哪种情况，看起来大陵五都变暗了。这类变星现在叫做食变星，也叫食双星。一位不满20岁的聋哑青年，能根据自己的观测，提出变光原因的精辟见解，可以说是非凡的。整整一个世纪之后，1888年，德国天文学家沃格耳用分光方法才证实了古德利克的大胆设想。

不出两年，古德利克又先后发现了两颗很重要的变星，一颗是天琴座星，中名渐台二；另一颗仙王座星，中名造父一，他正确地指出这是颗本身光度在不断地变化的真正的变星。造父一现在是造父变星这一大类变星的典型代表。

正当他有可能为变星研究乃至天文学的发展作出更大贡献的时候，不幸于1786年去世，年仅21岁。变星和天文学史研究者们永远不会忘记他，他的家乡特地建立了古德利克学会，其主要宗旨是帮助那些像古德利克那样的不幸的天生聋哑人。

天体测量

到 18 世纪末，人们已经掌握越来越多有关恒星的知识，但有一个很重要的问题还留着空白，那就是恒星究竟有多远？19 世纪 30 年代，终于由德国天文学家贝塞耳（1784—1846 年）等人找到了答案。

贝塞耳是个杰出的观测人才，他是天体测量学的奠基者，在测量恒星的距离上表现更为突出。

他采用视差的方法来测量恒星距离。这就需要选择一颗比较近的合适的星作为观测对象。贝塞耳所选择的是天鹅座 61 号星，这是颗肉眼刚能看到的不太亮的星，它的自行比较大，说明它很可能是颗距离比较近的星。另外，天鹅座 61 号星的赤纬比较高，一年中的大部分时间里都可以对它进行观测。

对这颗恒星的位置进行观测和测量，是从 1834 年 9 月开始的，由于后来插进来了好几件工作，如研究柏林天文台摆钟钟摆的长度，迎接 1835 年哈雷彗星回归和进行观测，测量和计算纬度 1° 的弧长等，对天鹅座 61 号星视差的测量中断了一段时间。大量观测工作是在 1837—1838 年间做的。经过归算，贝塞耳把这颗星的周年视差定为 $0''.3136$ ，约相当于 10.3 光年。现在公认的天鹅座 61 号星的视差为 $0''.294$ ，相当于 11 光年强，比贝塞耳得出的数值大了不到 1 光年，可以说他的测量达到了非常精确的程度。天鹅座 61 号星是个双星系统，组成双星的两颗星互相绕着公共重心运动，贝塞耳很不容易地确定了这一点，这是主要的，他给出的两子星绕转周期为 540 多年，这比现在测定的 700 年周期小了一些。

就在贝塞耳测量天鹅座 61 号星的距离的前后，另外两颗亮星的距离也被测定出来，一颗是南天的半人马座 星，中名南门二，是由英国天文学家在南非测定的；另一颗是天琴座的织女星，是由俄国天文学家在爱沙尼亚测定的。这三人中，贝塞耳第一个公布了自己的测量结果，赢得了最早测定恒星距离的光荣。

1844 年，贝塞耳发现大犬座 星（天狼星）和小犬座 星（南河三）的自行显得有些不规则，他断言这是因为它们各有颗暗伴星的缘故。他是正确的，这两颗暗伴星都是白矮星，后来分别在 1862 年和 1892 年被发现。贝塞耳也对天王星的运动作了探索和研究，他完全有可能成为给出海王星位置的第一位天文学家，遗憾的是，先是他的助手去世，接着他自己也病倒了，1846 年在柯尼斯堡与世长辞。

贝塞耳在数学、天文学方面的贡献很多。他测定过木星的质量，在日食和彗星理论上建树，在地球形状理论方面的成就是提出了贝塞耳地球椭球体。他不仅重新订正了《布拉得雷星表》，还编制了到 9 等星为止的、包括 75000 多颗星的基本星表，这就是由后人加以扩充、出版的著名《波恩巡天星表》。

对贝塞耳的最恰当的评论来自奥伯斯，他称赞对天鹅座 61 号星的测量是“把我们对宇宙的概念放在可靠的基础之上”，并说他自己对科学发展所作的最大贡献是识别和推荐了具有非凡才干的贝塞耳。第 1552 号小行星被命名为“贝塞耳”小行星，这是对贝塞耳的最好纪念。

夫琅和费暗线

早期的天文学家们只能依靠自己的一双眼睛进行观测，后来就有了望远镜，再后来是分光镜。分光镜是一种很有用的仪器，它能将白光分解为各种色光并道出它们所蕴藏着的大量秘密。得到第一个天体光谱的是牛顿，那是在 1666 年，而光谱研究的最杰出先驱者则是夫琅和费（1787—1826 年）。

我们知道，赫歇耳致力于反射望远镜的磨制工作，而夫琅和费则更喜欢折射望远镜。他制造的透夫琅和费镜的质量是当时最好的。1817 年他制造的一块口径 24 厘米的物镜，其质量之高引起了俄罗斯政府的注意并买下了它。俄罗斯天文学家斯特鲁维就是用这块物镜精确测量双星的。

夫琅和费最受人称道的工作，无疑是在光谱学方面。1814 年，夫琅和费借助狭缝、棱镜和望远镜，作太阳光谱的观测研究工作。他在一间暗室的百叶窗上开了一条狭缝，让太阳光通过狭缝照射到一块棱镜上，棱镜后面则是经纬仪上的小望远镜。夫琅和费想通过小望远镜，看看由棱镜形成的太阳光谱是什么样的，是否有好多像他在灯光光谱中看到的那种亮线。使他感到纳闷的是，太阳光谱中出现许多条暗线，即现在所说的“夫琅和费暗线”，这样的暗线前后总共发现了 500 多条。

我们知道，每条暗线或某些暗线都代表着某种元素，它们在光谱中的位置是固定的，因此，研究这些谱线的性质就有可能得知太阳上究竟有哪些元素。

夫琅和费当时不知道这些，他对自己的发现无法作出解释，对这种发现的重要意义也不清楚。四五十年之后，另一位德国天文学家、物理学家、化学家基尔霍夫和化学家本生发明了光谱分析法，即根据光谱线来确定某个物体中含有什么元素的方法，以及有关的知识 and 论断，太阳光谱中暗线之谜才真相大白。

夫琅和费也对月球、金星和火星等天体的光谱，进行了观测和分析，发现它们的光谱里也有太阳光谱里的那些暗线，而且其位置也相同，这正好说明它们看起来明亮是由于反射太阳光的缘故。

可惜的是，夫琅和费长期体弱，导致了他传染上肺结核，40 岁不到就去世了。如果他能活得更长久的话，他对科学发展的贡献无疑会更大。

美国第一座天文台

直到 19 世纪后期，美国还没有大的天文台，著名的天文学家也很少，但从这以后，美国在天文学的研究和发展方面逐渐上升为处于主导地位的国家之一。邦德（1789-1858 年）父子可以说是美国天文学的先驱者。

邦德的家里并不富裕，所以他没上几年学就不得不去当学徒工。1806 年，他很有兴趣地观测了一次日全食，从此，天文学成为他的主要爱好。1811 年对大彗星的发现，他是几个独立发现者之一，这颗大彗星后来成为前所未有的最明亮的彗星。4 年之后，他有机会访问了英国，受哈佛大学委托，他有意识地对英国天文台进行了考察和调查，目的是要建立美国天文台。

与此同时，他也为自己建立了一个小天文台，用今天的标准来衡量，还是比较简陋的，但在当时的美国来说，似乎也没有更完善的了。邦德是位观测能手，他的儿子小邦德生于 1825 年，在父亲的熏陶下，从青年时代起就与父亲一起进行观测，成为邦德的得力助手。

1839 年，哈佛大学提议把邦德的天文台完全合并成为大学的天文台，邦德任台长，这的确是个好主意。哈佛大学天文台于 1844 年正式落成并投入使用，天文台里装备的口径 15 厘米的折射望远镜是美国当时来说最大的一架。

很快，邦德父子在哈佛作了一系列的重要发现。1848 年，邦德发现了土卫七，这是在美洲土地上寻获的第一颗卫星。1850 年 11 月，父子共同发现土星的 C 环，这是个半透明环，它比先前发现了的 A、B 两环更靠近土星表面。对于土星 C 环的存在，过去曾经有人提到过，但邦德父子则是最早对它的存在和性质予以确认的人。真是无巧不成书，英国天文爱好者拉塞尔也曾先后独立发现了土卫七和土星 C 环，但每次都是比邦德父子晚了几个晚上。

总的说来，早期哈佛天文台的最主要工作和成果是在天体照相方面。1847—1851 年间，邦德父子和另一位天文学家惠普耳进行了大量的天体照相的前期工作。1850 年 7 月 16 日，他们成功地拍得了第一张恒星照片，织女星的星像在照片上清晰可见；后来又拍得大熊座的开阳双星，以及质量很好的其他天体的照片。

邦德于 1858 年去世后，小邦德接任哈佛大学天文台台长，7 年后小邦德去世。小邦德跟他父亲一样，也是位观测能手，曾发现了 11 颗彗星。他是获得英国皇家天文学会奖章的第一位美国人。哈佛天文台的研究工作一直处于世界的前列，是与邦德父子的功绩分不开的。为纪念他俩所作出的贡献，第 767 号小行星被命名为“邦德娅”。

斯特鲁维天文世家

对双星的系统观测，可以说是从赫歇耳才开始的，18世纪80年代，他编制的一份双星表中，几乎90%的双星都是他发现的。可是，对于双星的精密测量，却是半个世纪后的俄国天文学家B·斯特鲁维（1793—1864年）。

19世纪20年代，斯特鲁维作了规模巨大的巡天观测，测量了从北天极到赤纬南 15° 之间的12万颗恒星，发现了大量的双星和聚星。进一步的精密测量结果，使他有可能编制了一本后人奉为典范的作品《双星的测微计测量》，书中刊载了3112对双星和聚星的数据。他还发现双星的两子星环绕共同的质量中心运动，独立发现恒星自行，研究了银河系的自转和结构等等。

由于他的测量结果的精确度相当高，他转而从事恒星视差的测量工作，研究恒星的距离问题。他选定织女星作为观测和测量的对象，经过努力，终于测得了织女星的视差，成为历史上测量恒星距离的先驱者之一。

斯特鲁维是俄国天体测量学和恒星天文学的奠基人，也是普尔科沃中心天文台的筹建人。1839年，天文台落成，他被委派为第一任台长，直到去世的前两年。

斯特鲁维之子O·B·斯特鲁维（1819—1905年）继任普尔科沃天文台第二任台长，至1889年。他也是观测能手，继承父志在双星研究工作中做出了成绩，他发现了500多对双星，测量了一些恒星视差。

O·B·斯特鲁维的两个儿子K·斯特鲁维（1854—1920年）和L·斯特鲁维（1858—1920年），也都是有声望的天文学家，都长于双星观测。其中哥哥还致力于卫星等方面的工作，于1895年随父迁居德国后，1904年任柏林天文台台长。弟弟从1897年起任俄国哈尔科夫大学教授兼天文台台长，他在统计天文学和太阳研究方面，做了大量工作。

这兄弟两人又各有一个儿子从事天文工作。兄之子G·斯特鲁维（1886—1933年）为德国天文学家，其主要工作在太阳系天体方面，如对土星、土星光环以及土星卫星的观测和研究。弟之子O·斯特鲁维（1897—1963年）为20世纪杰出的天体物理学家，1919年毕业于哈尔科夫大学，两年后移居美国，1927年入美国国籍。

O·斯特鲁维早年从事分光双星的观测和研究，测定了好几百颗双星的质量及其轨道参数，他还是研究密近双星的权威。他是最先发现恒星有自转现象的天文学家之一，并测量了许多恒星的自转速度。1938年，他发现由气体和尘埃组成的星际云的存在。

他是位作出了贡献的天文学家，历任美国叶凯士、麦克唐纳、勒施奈和国立射电天文台台长，以及美国科学院院士和国际天文学联合会会长。他还写了些颇受欢迎的天文学通俗书籍，在天文普及工作中作出了有益的努力。

到O·斯特鲁维为止，斯特鲁维家族中四代6人都是天文学家，都为天文学的发展作出自己的贡献，其中4人还相继获得英国皇家天文学会的金质奖章，这些，都被传为天文界的佳话。

天体摄影

照相术在 19 世纪的发展,使得一位杰出的法国天文学家阿腊戈受到极大的鼓舞,并作出这样的预言:绘制月面图在天文学上是最困难的问题之一,但是利用这种新技术后,有可能在“几分钟”内完成。他错了!本世纪 60 年代之前,当月球轨道飞行器还没有发射成功,还没有一圈又一圈环绕月球运动,并送回整个月面的异常清晰的照片之前,详细绘制月面图的计划是无法完成的。不过,这方面的基础工作还要早些,至少可追溯到德国天文学家施罗特尔,以及他后来的两位“同乡”——比尔(1797—1850 年)和梅德勒(1794—1874 年)。

比尔是位运气很亨通的银行家,也是个入了迷的天文爱好者。为了交流彼此的经验和心得,他会晤了梅德勒,当时梅德勒是位教师,两人很快成为亲密的合作者。比尔成功地建立了一个私人天文台,主要装备是一架口径 9.5 厘米的、由夫琅和费为他制造的折射望远镜。从 1830 年开始,这两位志同道合的人把精力集中于绘制火星表面图和月面图。他们记录了火星表面的大量细节,而更擅长的是对月面的研究。

虽然他们那架折射望远镜的口径很小,但是由于他们的仔细观测和苦干精神,他们绘制的月面图却是第一流的。当时,天体摄影还处在刚起步的阶段,他们自然无法依靠摄影方法来编绘月面图。因此,只要是晴朗有月的夜晚,他们就与望远镜一起度过,认真地描绘、测量和一再查对。这样埋头苦干几乎 10 年,终于产生了一份甚至可与今日的月面图相媲美的杰作。他们还出版了一本书:《月球》,详细介绍了他们所看到的月面上的每一个细节。

除了编绘月面图的工作之外,比尔和梅德勒还重新审订了月面地形的各种命名,一方面尽量保持原先意大利天文学家里希奥利定下的各种月面名称,同时也作了些必要的补充和修改。他们测量月球山脉所投下影子的长度,来推算它们的高度,所得到的结果是相当精确的。然而,谁能想到,他们的书和月面图反而在一段时间里“妨碍”了别人对月面作进一步的观测和研究。事情是这样的:一般认为月球是个不会有什么变化的天体,比尔和梅德勒的月面图又是那么详尽和彻底,有人就这么想,以后自然就不必再观测月球和绘制月面图了。

1866 年,一件偶然的事使梅德勒从正在进行的宇宙论方面的研究工作,重新转向月球。那年,雅典天文台台长施米特宣称,比尔和梅德勒画在澄海内的一座小环形山——林内环形山消失不见了,只剩下一片不大的白斑。消息立即震动了所有的天文学家。梅德勒对此进行研究之后,认为他在 1868 年看到的林内的模样,跟他记忆中的 1834 年的模样完全一致。

林内环形山究竟有没有变化呢?探测器拍摄并送回来的照片回答说:没有。今天,它仍是一个碗形的、有明显环壁的环形山口,而不像是个白斑,从地球上用小望远镜有时还可以看到它。

大望远镜和旋涡星系

一个世纪以前，世界上最大的望远镜在哪里？你也许会感到惊奇，它既不是在美国，也不是在欧洲大陆，而是在英国的爱尔兰中部、一个叫做伯尔堡的地方。这个大望远镜是罗斯（1800—1868年）的杰作。

1834年前，罗斯主要忙于政治方面的事儿。两年后，他罗斯父母辞职并迁居到伯尔堡这个气候宜人、景色优美的地方，罗斯在天文学上的贡献也就是从这个时候开始的。

罗斯一直想制造一架大望远镜。1839年，他完成了一架口径达91厘米的反射望远镜，被安置在风景如画的城堡的花园里。他获得了巨大的成功，但这仅仅是开始。下一步他想制造一架口径不小于182厘米的世界最大的望远镜。

除了庄园里的雇工外，罗斯没有其他帮手，他甚至还必须建造适用的炉子来铸造望远镜的坯件，因为在当时光学玻璃工业还没有发展到能浇铸如此大镜面的水平，因此大望远镜的镜面必然是金属的。金属镜面浇铸完成之后，还必须把它修正到合适的抛物面形状，这比制造一般平面镜面要困难得多。而且这样笨重的望远镜当然无法使它随心所欲地指向天空的任何地方，聪明的办法是把望远镜镜筒安置在两堵各高17米的坚固石墙之间，然而这样的望远镜就只能上下移动，只能看到从南到北一条狭窄的天空。好在地球的自转产生了星星的东升西落，任何天体都有机会从这条狭窄的天空中经过。

这架焦距超过16米的巨型望远镜的全部建造工作，于1845年2月完成，质量完全合乎要求。望远镜安装好后，罗斯立即用它来观测《梅西耶星表》中的天体，很快发现了梅西耶所说的“带星的星云”，譬如说猎户座的M51，呈现为具有特征的旋涡形状；第二年，即1846年春天，他肯定后发座的M99也呈旋涡形状。今天我们知道，这些旋涡星系并不是我们银河系的成员，而是独立于银河系之外、与银河系一样的恒星集团。从遥远的宇宙深处看我们的银河系，它也是个旋涡星系。

这个发现有着非常重要的意义，在此后的很长时间内，没有一架望远镜能像它那样看清楚星系的旋涡结构。这架大望远镜一直是望远镜中的“冠军”，直到1908年，它停止工作并被拆除为止。

受人责难的艾里

一个遗憾的事实是，一些人的缺点和错误比起他们的成就和贡献来，往往更多和更容易地被人们记住。英国著名天文学家艾里（1801—1892年）的遭遇正是这样。一位年轻的英国大学生，把自己计算出来的未知行星的位置，送到艾里的手里，没有引起热情的关注和支持，从而失去了发现新行星——海王星的有利机会，这确实是一件很令人惋惜的事。但是，不能就因此而湮没这位天文学家半个世纪以上的杰出工作和成果。

艾里于1823年毕业于剑桥大学，同时显示了他具有不同凡响的数学才干和非凡的记忆力。三年后，他被聘为剑桥大学数学教授；又两年，他被委任为天文台台长，直到1835年他来到了格林尼治天文台。

说实在的，格林尼治天文台非常需要一位像艾里那样有能力的领导。到天文台后，艾里立即着手更新天文台的设备和整顿工作，用所能得到的最佳仪器使天文台现代化，采取必要的措施保证仪器设备的充分运用。有的仪器还是艾里亲自设计的，像著名的艾里子午环。他还处理了多年积压下来的大量观测资料，建立了新的、高效率的工作计划和秩序，使天文台大有起色。

艾里不只是在天文学领域内不知疲倦地工作，在其他一些领域内也是如此，包括在时间服务、航海等方面。由于艾里的广泛影响和他的杰出工作，使得格林尼治的时间不仅成为全英国的标准时间，而且于1884年在华盛顿召开的国际经度会议上，被采用为世界性的时间标准——世界时，艾里子午环所在的子午线被定为“零子午线”，也叫“本初子午线”。

艾里是个严守纪律的人，他要求夜间观测值班人员在任何情况下都必须严守岗位，即使外面正在下雨也得时刻准备着，他还去一个又一个观测室进行检查。他比较固执，很不容易或不轻易改变自己的想法，正因为如此，他失去了及时追踪和寻找新行星的机会。

早在1845年，艾里就得到了青年学生亚当斯关于有待去发现的新行星的论文。这是亚当斯经过约两年的思考和计算，得出的未知行星的位置，他请求艾里到有关的天区去找一找。但是，这篇论文没有引起艾里的重视。不然的话，海王星有可能最先在英国被找到。每当英国人谈起这件事，都把责任推到艾里先生身上。

总的说来，艾里是位受人尊敬有余，受人欢迎不足的人。作为皇家天文学家，他是称职的，从1835—1881年，他在这个岗位上工作了约半个世纪。

海王星的发现

当时所知道的最远行星——天王星于 1781 年被发现之后，它的理论推算位置与实际观测位置老是不相符。原因在什么地方呢？

那时有两种主要的意见：一种是对用来计算行星位置的万有引力定律的正确性有所怀疑；另一种意见则认为天王星轨道外面，还有一颗尚未被发现的行星，是它的摄动影响了天王星的运行。

1845 年，天王星的理论与观测位置之间的误差已达到 $2'$ ，即相当于满月视直径的约 $1/15$ ，这仍然是不能允许的。在阿腊戈的影响和支持下，这年夏天，勒威耶（1811—1877 年）开始研究天王星运动中的这种不规则现象，他认为这可能是一颗还没有被发现的、更远的行星，在“暗”中施加的摄动引起的。经过约一年的辛勤观测和复杂的计算，他先后两次写出了论文，一次在 1846 年 6 月 1 日，另一次在同年 8 月 31 日，在论文中给出了这颗未知行星的质量、轨道和位置等。

9 月 18 日，勒威耶写信告诉德国柏林天文台的友人伽勒，请他注意宝瓶座中黄经约 325° 的地方，那里有一颗视直径不小于 $3''$ 的新行星。伽勒于 9 月 23 日收到信的当晚，就在勒威耶预报位置的附近，发现了它。经过第二天的观测得到证实后，9 月 25 日，伽勒以兴奋和明确的语言给勒威耶写信：“先生，你给我们指出位置的行星是确实存在的。”

当时，英国青年天文学家亚当斯也在独立计算未知行星的轨道和位置，甚至比勒威耶早两年就开始试图解决这个问题，1845 年 9 月比勒威耶早一年多就得出了类似的结论，可惜没有得到应有的重视，坐失了指导观测和发现海王星的机会。

公正地说，发现海王星的荣誉应该由他们两人共同享受，他们由此也结成密友。海王星的发现不仅是万有引力定律的胜利，也是哥白尼日心说的决定性胜利。

勒威耶也可称得上是研究流星的权威。1833 年和 1866 年狮子座流星雨两次极盛后，引起了广泛的注意，1867 年，他发表论文讨论了该流星群的轨道等问题。

勒威耶对研究行星运动理论有很大的兴趣，尤其是海王星被发现之后，他不仅着手修订行星运动的全部理论，还编制成行星星历表，这个星表一直沿用到 19 世纪末。在这期间，他发现理论推算出来的水星运动老是比实际观测结果要小些。由于受到海王星被发现经过的鼓舞，他于 1859 年宣称，水星轨道的内侧还存在着一颗尚未被发现的行星。勒威耶的威望使得大家对他的见解深信不疑，寻找水内行星的热潮掀起来了。

事情也真巧，就在 1859 年，法国某处乡村的一位天文爱好者宣布，他在 9 个月之前曾看到了这颗拟议中的新行星从太阳面上经过。有人为它取了个名字，叫它“火神星”。勒威耶立即亲自拜访了这位天文爱好者。原来这个天文爱好者是位木工，他把自己的观测记录写在木板上，当他认为不再需要它们的时候，就把它们“刨”掉了。据说，这次会见的气氛是相当糟糕的，盛名之下的勒威耶盛气凌人，责备木工不诚实，是个骗子。

实际上，那位木工看到的是太阳面上的一个小黑子。勒威耶把它当做是“火神星”凌日，并计算了以后几次的凌日时间，当然，这些凌日后来从来也没有发生过，而水星运动中的那个差异，直到半个多世纪后爱因斯坦的相

对论公布之后，才得到合理的解释。

星光的秘密

夫琅和费研究了太阳光谱和其中的暗线，只要掌握了方法，这类发现和研究并不是很难的，何况太阳光谱中布满着这类暗线。要研究恒星光谱，问题就复杂多了，分光镜还得与合适的望远镜结合起来。天体光谱学的两位创始人是意大利的塞奇和英国的哈根斯（1824—1910年）。

他们两人的经历很不相同。塞奇是位牧师、职业天文学家，曾任罗马大学天文学教授和天文台台长，他研究过4000颗恒星的光谱，并首先尝试对恒星光谱进行分类。

1859年，基尔霍夫和本生两位科学家，在德国对太阳光谱中的夫琅和费谱线与一些元素之间的对应关系予以证实。这事对哈根斯的鼓舞很大，他想到这样的方法也一定可以用于对恒星的研究上。他与友人、化学家米勒设计了一台分光镜，把它装在自己的口径为20厘米的折射望远镜上。

他们很快发现，猎户星（参宿四）、金牛星（毕宿五）等红星，以及后来检验的好些星的光谱，都像太阳光谱那样存在着好些暗线。他们为此提出了观测报告。他们还在恒星光谱中发现了氢、钙、铁等大家熟悉的元素，同时证认出恒星光谱并不都属于同一类型。哈根斯指出，这是由于恒星表面温度不同造成的。

不久，米勒又把精力转回到自己的化学本行上，撇下哈根斯一人单干。有幸的是，哈根斯的婚姻非常美满，夫人不仅分摊他的工作，后来她自己也成为能干的女光谱学家。

哈根斯是用分光仪研究星云光谱的创始人，他发现星云是由气体物质组成的。行星光谱或多或少与太阳光谱相像，说明它们由于反射太阳光而显得明亮。他研究了1866年北冕座新星的光谱，论证了新星所抛出的气体壳的温度高于恒星表面温度。他还观测和研究了1866—1868年出现的三颗彗星的光谱，证实彗星不仅反射太阳光，自己本身也发光。

1868年，哈根斯注意到大犬星（天狼星）的光谱谱线向红端移动了些，根据著名的多普勒效应，他得出天狼星是在离我们而去的结论。恒星视向速度的发现，即根据光谱推算出天体是在趋近还是远离观测者的速度，对于银河系结构的研究有很大价值。

哈根斯对恒星光谱的研究，不像塞奇那样到大量恒星光谱中去找规律，而是集中在比较少的恒星身上，尽可能仔细地识别它们各自的特征。当然，哈根斯也没有忽略把最新的照相技术用到自己的研究工作中去，他是把照相术用于恒星光谱研究的先驱者之一。

流星雨跟彗星有什么关系？

斯基帕雷利（1835—1910年）的名字似乎与并不存在的火星“运河”密不可分，其实，他的最重要工作是对彗星和流星之间关系的研究。

斯基帕雷利对彗星特别感兴趣。他观测了1858年出现的多纳蒂彗星，这颗著名亮彗星的彗尾弯弯的，显得特别漂亮；1861年出现的大彗星简直是史无前例的，它最亮时可以把地面上的物体照出影子来。他还观测了1862年出现的亮彗星。此后，他开始被彗星与流星和流星雨之间的关系深深吸引。那时已经知道了好些流星群的存在，像8月的英仙流星群，11月的狮子流星群。斯基帕雷利发现，流星群中的流星体就在与其相关的彗星轨道中运行，因此，它们不折不扣地只是彗星的残屑碎片而已。1866年，他认为8月英仙流星群的轨道与1862年大彗星的轨道是一致的，后者是前者的“母”体。顺便说一下，1862年亮彗星的周期被定为约120年，它应该在1982年前后回归，可是直到今天也没有发现它，也许它的周期被计算错了，也许它确实回归了，但远没有上次那么亮而被忽略了。

斯基帕雷利在行星领域中的第一个业绩，是1861年发现第69号小行星。他曾在编绘水星表面图、测定水星和金星的自转周期方面，下了点功夫，但都没有取得预期的结果。

1877年大冲时，火星接近地球达到前所未有的程度，那时，斯基帕雷利所在的天文台已经装备了威力较大的望远镜，他把握良机对火星作了长时期的观测，画了一张其细致程度超过前人的火星图，并对部分地貌取了名字。他发现火星面上最大的特征，是那些穿越红色“沙漠”的又直又长的线条。他称它们为“canali”，这个字在意大利文中是“水渠”的意思，可是后来翻译为英文的“canal”，意思为“运河”，而一般的理解，运河都是人工造的，于是所谓火星的人造运河就迅速传开了。1879年火星冲日时，他再次看到了这些线条，有的似乎已经变宽乃至一分为二。而1886年之后，很多人才表示看到了它们，并确信它们是确实存在的。

它们究竟是些什么呢？以研究火星著称的美国天文学家洛韦尔等，明确表示火星上的这些线条，是具有高度智慧的“火星”人在过去某个历史时期中开挖的，以便把水从两极引到赤道区域来。这下子，斯基帕雷利发现了火星运河就成为家喻户晓的话题了。实际上，他本人对这个问题还是很谨慎的，他自己从来没有表示过水渠有可能是“人造”的意思。

今天，包括在火星上着陆的所有探测器在内，都能证明火星上根本不存在所谓的“运河”。尽管如此，斯基帕雷利的其他工作还是具有根高的科学价值，他完全应该排在19世纪最杰出的行星观测者的行列中去。

研究火星的天文台

受到意大利天文学家斯基帕雷利的影响，洛韦尔（1855—1916年）也特别醉心于对火星的研究。他想建立一个专门研究火星的私人天文台，为此，他跑遍全美国寻找合适的台址，最后决定把天文台建在亚利桑那州的旗竿镇。洛韦尔天文台的主要仪器，是一架精良的、口径为60厘米的折射望远镜。1896年，天文台已装备齐全，火星研究工作正式开始。

显然，洛韦尔并非孤家寡人，天文台拥有不少有才干的天文学家和助手，例如以行星研究著称的皮克林，后来作了重大发现的斯里弗兄弟等。

洛韦尔对自己的观点是很坚定的。他相信火星上确实有“运河”，那些“运河”确实是人造的，而过去的火星之所以大规模地兴建了全球性的灌溉系统，是为了把两极地区的水，引导到赤道附近的人口密集区域来。

为了证实自己的观点，洛韦尔天文台有计划、有系统地对火星作了认真而细致的观测，主要是照相观测和目视观测。在这个基础上，编绘了大比例尺的火星图，图上的“运河”至少有500条以上。不仅如此，洛韦尔等还详细记录了火星表面各明暗区域在一个火星年间的变化，来推测那里的农作物、树木花草乃至整个灌溉系统的变化。

洛韦尔还写书、发表文章鼓吹火星是可以居住的、“火星”人是确实存在的等观点，这些观点引起了广泛的兴趣和进一步的影响，同时也遭到了好多天文学家的强烈反对，有些观测能手甚至表示他们根本没有看到所谓的“运河”。当时洛韦尔对所有的批评意见和相反的观点十分反感。

火星上究竟有没有“运河”的问题，现在已经很清楚了，过去所说的“运河”、“灌溉渠”等，看来都是光学幻觉，火星上根本没有这些东西，洛韦尔关于火星的见解是错误的。实际上，在洛韦尔去世之前，对“超智慧火星”观点的支持者已经大为减少。

尽管洛韦尔在火星生命问题上，犯了一个很大的错误，但他的毕生心血无疑是在客观上极大地推动了对火星以及对行星的观测和更加全面的研究。他对海王星外侧未知行星的计算结果，在一定程度上促使了该天文台的一个成员、青年天文学家汤博，于1930年在洛韦尔天文台发现了冥王星。

今天，洛韦尔天文台已经是美国最重要的天文台之一，洛韦尔本人也已经成为有影响的天文学家。不无遗憾的是，人们一提到洛韦尔，就主要联想到他关于火星“运河”的那些错误的观点。

巴纳德星

巴纳德（1857—1923年）是位自学成才的美国天文学家，他与洛韦尔的富有成鲜明对比，家境贫困而不得不在9岁时，去照相馆当学徒。他自幼酷爱天文，并梦想能去天文台工作。10多岁时，他的梦想变成了现实。但不久又有了新的问题，为了既能潜心工作，又能照顾家，他立志要在天文台附近盖间房子。他以很聪明的办法解决了必需的经济问题。

他知道一位有钱的美国人许愿对每个发现新彗星的人，提供一笔奖金。他凭借自己的那架小望远镜，开始搜索彗星，试试自己的运气。他果然很快发现了一颗彗星，得到一笔不小的奖金。于是再接再厉，彗星也好像一个又一个地有意来帮助他，他总共发现了16颗彗星。他曾开玩笑地说：他的房子是“用”彗星盖成的。

1877年，巴纳德来到利克天文台。1892年，他利用那里的口径为91.4厘米、当时世界最大（现在退居第二）的折射望远镜，发现了木卫五。这是个重大的发现，因为前4个木卫还是在1610年发现的，相距已经280多年。1895年起，他任叶凯士天文台研究员，两年后该台完成的口径达101.6厘米的世界最大折射望远镜，成为他的主要观测工具。

巴纳德对当时的热门观测目标——火星，也很感兴趣。他不认为火星上存在着“运河”，这当然是对的，因为火星上根本不存在“运河”。但是他却惊讶地发现了火星面上的环形山，这太令人难以置信了，他怕别人讥笑他“想象力太丰富”，始终没有敢发表观测结果。我们知道，本世纪60年代，“水手4号”探测器才第一次证实，火星上确实存在环形山。

巴纳德的重要工作之一是对对日照的观测，对日照是与太阳正相反天空中的一个暗淡的朦胧斑点，是由质点状物质反射的阳光，平时很难看到。巴纳德并不是对日照的最初发现者，但他做了大量的、非常细致的观测，加深了人们对日照的认识。

巴纳德对银河和暗星云的观测，也作出了可喜的成绩。暗星云和亮星云一样，都是由弥漫物质组成，只是其中或附近没有温度很高的星把它照亮，而它们却把后面的星光给挡住了，就成为我们看到的暗星云，南十字星座中的“煤袋”是其中最著名的。巴纳德发现银河里存在许多这样的黑暗区域，这是因为那里的黑暗物质将远处的星光掩住了的缘故。

1916年，巴纳德在测量恒星自行的时候，发现了一颗迄今仍保持着自行“冠军”称号的星。它就是蛇夫座的一颗9.5等星，自行达到10".31/年，即大致在180年间，它在天空位置的移动相当于满月视直径那么大。这颗被命名为“巴纳德星”的恒星是颗不大的星，其直径只及太阳的1/5，质量大约是太阳的20%，表面温度大体上在2500左右。

它距离我们只有5.9光年，是除了太阳和包括比邻星在内的半人马座星（中名南门二，是三合星）之外，离地球最近的恒星。它现在正以每秒108公里的速度向我们靠拢，到公元11800年时，它离地球将只有3.8光年左右。不过，那时它还只是颗8.5等星，仍需用望远镜才能观测到它。

早在1963年，美国天文学家范德坎普分析了巴纳德星的运动后，根据其轨道周期性的摄动，认为它周围有两颗类似于行星那样的伴星，大概情况是：

	质量 (木星质量 = 1)	距巴纳德星 (天文单位)	轨道周期 (年)
伴星 A	0.8	2.7	11.7
伴星 B	0.4	3.8	20

如果确实是这样的话，这岂不是又是一个“太阳系”了吗？

70年代中，有人仔细研究了巴纳德星的运动之后，认为并不存在像上面所说的那样的伴星。不管最后结果如何，直到现在以至今后相当一段时期内，巴纳德星一直是天文学家们十分关心的一颗星，无疑将到问题的“水落石出”为止。

“ 狩猎 ” 小行星

19 世纪末，照相技术已经在天文学的很多分支领域内，取代肉眼而成为主要的观测手段和方法，这方面的先行者之一是德国天文学家马克斯·沃尔夫（1863—1932 年），他原来的名字是马克西米利安。

沃尔夫是个积极的彗星猎手，1884 年发现第一颗彗星。这是颗比较暗的周期彗星，周期约 8.4 年，从发现到现在已回归 13 次以上。他后来又发现了两颗彗星。1909—1910 年哈雷彗星回归时，他是用照相方法发现它的第一个人，那时的哈雷彗星只是个相当于 16 等星的暗淡斑点。

沃尔夫的主要贡献是在小行星研究方面。19 世纪第一夜发现第 1 号小行星“谷神星”之后，1802、1804 和 1807 年又先后发现了第 2、第 3、第 4 号小行星。此后，停顿了一段时期，5 号小行星是在 1845 年被发现的。在这之后，被发现的小行星越来越多，但是，不管怎么说，寻找和发现小行星是件很花费时间和很辛苦的工作。因为，一眼看来，小行星与恒星似乎没有什么不一样，而寻获它们的唯一办法是一夜接着一夜地测量它们的位置。

沃尔夫决定改变传统的做法，把照相技术引进到小行星观测工作中去，他认为这不仅能减轻劳动，还能加速寻找和证认工作。他把照相机固定在望远镜上，让望远镜跟平常一样随着星的东升西落缓慢地转动。照相机曝光若干分钟后，恒星在底片上留下一个很规则的小圆点，如果这片天区内有小行星的话，它就呈现为一条短短的线。

1891 年 12 月 20 日在小行星发现史上是个有意义的日子。这一夜，沃尔夫用他设想的方法发现了第 323 号小行星，这是用照相方法发现的第一颗小行星。在此后的数十年中，沃尔夫又发现了另外的 231 颗小行星，成为发现小行星的“亚军”。历史上发现小行星最多的是莱因马奇，他以发现 246 颗小行星夺得“冠军”。

绝大多数小行星的轨道都严格地保持在火星和木星轨道之间，少数几颗脱出了这个区域，跑到了地球附近，其中一颗就是沃尔夫在 1918 年发现的第 887 号小行星，周期 4 年。可是，它在很长一段时期里被“丢失”了，直到 1969 年才被重新找到。

更有趣的是沃尔夫在 1906 年发现的第 588 号小行星“阿基里斯”。这颗直径在 160 公里以上的小行星，是脱罗央群小行星中第一个被发现的。整个脱罗央群分为两小群，它们与木星都循着同一条轨道绕太阳运动，只是一小群在木星之前 60° ，另一小群在木星之后 60° ，因此它们永远也不用害怕被木星“吞”掉。

跟巴纳德一样，沃尔夫也对观测暗星云感兴趣，他不仅发现了一些暗星云，也发现了一些亮星云，天鹅座中著名的“北美洲”星云，就是他首先观测到的。他还发现了约 5000 个河外星系。

沃尔夫一直积极工作到去世前不久。为了纪念他所作出的贡献，月球上的一座环形山就是以他的名字命名的，以他的名字取名的小行星还有两颗，它们是第 327 号“沃尔夫安娜”和第 1217 号“马克西莲娜”。

展巨型望远镜

某些天文学家由于其观测才能而受到人们崇敬，某些天文学家由于其理论贡献而英名永存寰宇，某些天文学家则由于其仪器和技术方面的发明创造而得到人们的怀念。美国天文学家海耳（1868—1938年）是同时在这三个方面作出很大贡献的杰出人物。

1892年，他发明了太阳单色光照相机，成功地拍摄了太阳单色像，是历史上第一次在不发生日全食的时候获得日珥照片，并发现谱斑，即太阳面上明亮的钙云。1904年，他拍摄了历史上第一张太阳黑子光谱片，证实黑子温度比周围区域要低；发现黑子中存在着强磁场，这是最早发现的地球外磁场；提出黑子群磁场极性逆转的著名的22年周期。

海耳一生最重要的业绩，无疑是倡导和主持建立了世界上一些最大的天文望远镜。还在他大学刚毕业不久，任芝加哥大学天文学副海耳教授的时候，他就憧憬使用更大的望远镜进行观测。他说服了芝加哥工业家叶凯士，出资建造迄今为止仍然是世界上首屈一指的、口径为101.6厘米的折射望远镜。大望远镜和天文台于1897年建成，海耳担任叶凯士天文台的第一任台长。

海耳并不因此而感到满足，他想到望远镜的发展方向应该是反射式的，而不是折射式的。因为折射望远镜的物镜完全是靠镜筒支持托住透镜边缘，如果物镜过大过重，它就会被自身重量压得变形，望远镜就无法用来观测，而巨大反射望远镜的镜面则可以从后面托住。另外，制造大反射镜面要比制造大透镜容易得多。

在说服他的百万富翁朋友来支持建造大望远镜的计划上，海耳是很有办法的。他为此不放弃任何一个机会。据说，有一次在某个宴会上，他遇到一位久想拜访但苦于无机会的百万富翁，他设法把自己的座位换到了富翁的旁边，于是，晚宴还没有结束，建立大望远镜的新计划不仅得到了讨论，而且得到了支持。

在海耳的劝说下，洛杉矶的胡克支持建立了口径1.52米的反射望远镜，这架当时世界最大的望远镜于1908年安装在俯视洛杉矶的威尔逊山上，海耳则从1904年开始为威尔逊山天文台首任台长。接着，海耳又鼓动胡克资助建立了口径达2.54米的反射望远镜，这架于1917年安装使用的望远镜，保持“冠军”称号达30年之久。美国天文学家哈勃正是使用这架望远镜所提供的资料，在20年代胜利地论证了宇宙岛就是独立于我们银河系之外的、遥远的星系。

事实证明，花那么大的财力和物力来建造2.54米望远镜是完全值得的。海耳并未止步，他又提出了新的设想：为什么不能建造5.08米的望远镜呢？但是经费从哪儿来呢？经过海耳坚持不懈的努力和出色的组织工作，经过10年的准备，新的口径为5.08米的大反射望远镜于1928年开始筹建，最后于1948年在帕洛马山天文台落成并正式投入使用。这两架巨大望远镜在天文学进展和发现史上所起的作用，是无与伦比的，时至今日，5.08米镜所提供的信息和资料仍然是世界第一。从70年代中期起，苏联建起了一台口径达6米的反射望远镜，坦率地说，由于其质量问题，它从来没有发挥出它应有的巨大作用。

遗憾的是，海耳本人于1938年逝世，没有看到自己的最后杰作。为表彰

他的功绩，5.08 米望远镜建成后被命名为“海耳望远镜”；1969 年 12 月，威尔逊山和帕洛马山两处天文台重新命名，合称为海耳天文台。

同样遗憾的是，由于洛杉矶市区的不断扩大和照明用电量的急剧上升，光污染使得威尔逊山天文台的望远镜群，无法进行有效的观测，而不得不于 1985 年停止工作。这对天文学和科学的发展是重大损失。帕洛马山天文台离大城市较远，暂时还没有这方面的威胁，但愿它今后也不会碰上这类麻烦事。

赫罗图

恒星是怎样诞生和演化的？它们的归宿又是怎样的呢？尽管现在许多细节还有待进一步研究和澄清，但根据现有资料，科学家们已经能够从不同的角度来回答这些问题，说出一个大概来。对这些问题的回答，根据两位天文学家名字命名的“赫茨普龙-赫茨普尤罗素图”（简称赫罗图），有着重要的意义。

赫茨普龙（1873—1967年）在认真研究各种类型的恒星时，发现了一个有趣的事实，即根据光谱特征，红星可以分为很亮和很暗的两类，像太阳那样亮暗适中的红星是不存在的。橙星和黄星中的亮、暗之分就没有那么明显，而那些蓝星或蓝白星都是表面温度很高的亮星。他把亮星称为“巨星”，把暗星称为“矮星”。1905年，他根据恒星的光度（绝对星等）和颜色（光谱）之间的统计关系画了张图，从图中可以发现绝大多数恒星都处在从左上到右下对角线的狭窄区域里，这就是我们现在所说的“主星序”像猎户星（参宿四）那样的红巨星，即表面温度很低、亮度却很大的星，则都集中在图的右上方。

赫茨普龙的论文是发表在一本不那么重要的科学杂志里的，几年内都没有引起广泛的注意。1913年，美国科学家罗素（1877—1957年）建立了一张类似的图表，他当时是母校——普林斯顿大学天文台台长。由于这两位天文学家各自独立所作的图，所表达的内容相同，后来就将恒星的光度-光谱图，称做赫罗图。

赫罗图是否反映了恒星罗素的某种演化序列呢？罗素是这么想的，也提出了自己的看法：从密度小、体积大的红巨星开始，沿水平方向在赫罗图上从右向左，到达左上方的主星序顶端，接着沿主星序从左上向右下逐渐演化、过渡；演化的主要原因是恒星本身的收缩。在发现恒星的热核能源之前，他的观点无疑是研究恒星演化的一种尝试，现在已经被抛弃。

今天普遍认为，赫罗图所提供的信息是异常丰富的，具有很大的启示作用，它不仅能显示各类恒星的演化过程，也是估计星团年龄和距离的重要手段。今天，赫罗图仍然是天体物理学和恒星天文学等研究领域的有力工具。

赫茨普龙还对造父变星作过许多研究工作，他论证了北极星就是颗造父变星；定出了造父变星的周光关系，根据这种重要关系，第一次比较准确地求得了小麦哲伦云的距离。这里说的造父变星是脉动变星的一种，由于恒星本身的膨胀和收缩而发生周期性的光度变化现象，恒星膨胀时，看起来恒星变红变暗；收缩时则变蓝变亮。这一类星的典型代表是仙王座星，中国名称是“造父一”，所以这类变星统称为造父变星。它们有个很重要的性质，即光变周期越长的造父变星，它的光度也越大，前面提到的周光关系，就是这个意思。

罗素是杰出的双星研究者，根据食变星的光变曲线，他定出许多双星的轨道，以及双星的两子星的直径、质量、密度等基本参数，他是这方面的先驱者之一。1929年，罗素首次详细测定太阳的化学成分，发现它绝大部分物质是氢，另有少量的氦、氧、氮等。

宇宙中的黑洞

今天，大概很少有人会没有听说过“黑洞”这两个字的。如果宇宙间真有黑洞的话，它肯定是最奇异的天体了。多数天文学家相信黑洞是确实存在的，将会使你惊奇的是，大约在 70 多年以前，德国天文学家史瓦西（1873—1916 年）已经讨论过这个问题了。

史瓦西 16 岁就发表了关于三体问题的论文。他先后在法国斯特拉斯堡大学和德国慕尼黑大学学习，在维也纳和格丁根天文台工作，还不到 30 岁，就担任了格丁根大学天文台台长。

他在天体照相测光和恒星研究等方面，都做了许多开创性的工作，对天文光学仪器的设计理论提出了精辟见解，作出了重要贡献。在他发表的所有论文中，最引人注意的是他去世前不久写成的关于黑洞的一篇。

天体的引力跟质量有关；脱离一个天体永不返回所需要的最低速度，即逃逸速度，也取决于天体的质量。我们地球的逃逸速度是每秒 11.2 公里，也就是一般所说的第二宇宙速度；月球的逃逸速度是每秒 2.4 公里。如果一个天体的质量特别大，而又高度密集到特别小的体积内，将会怎样呢？它的引力将会非常强大，它的逃逸速度会大到与光速相等，即每秒 30 万公里。在这种情况下，包括光在内的任何东西，休想逃出这种天体的“势力”范围。连光线都无法向外辐射的天体，我们自然也无法看到它，这就是黑洞。

我们无法直接看到黑洞，但可以从种种有关现象间接知道它的存在。目前，相当多的天文学家都认为，天鹅座 X - 1 双星系统中的一个子星，很可能就是黑洞，它的质量是太阳质量的 5.5 倍以上，乃至 15 倍。

尽管黑洞还只是理论预言的一种天体，史瓦西在这方面的贡献是很大的。为纪念他在科学上的功绩，1960 年，德意志民主共和国科学院正式称他为当代最伟大的天文学家，科学院天文台被命名为史瓦西天文台。

测定行星自转周期

洛韦尔天文台的创建人洛韦尔去世以后，于 1917 年接任为台长的是美国天文学家斯里弗（1875—1969 年），他原来是洛韦尔的高级助手。他毕业于印第安纳大学，1902 年受邀来到洛韦尔天文台。

斯里弗的重要工作之一是测定行星的自转周期。其中天王星的自转周期，直到本世纪 80 年代末，都还没有比较精确地定下来，主要原因是浓密的大气把天王星盖得严严实实，科学家看不出这个暗淡而略呈绿色的行星上的任何标志。斯里弗费了很大周折，反复进行光谱测量的结果，是天王星自转周期为 10.7 小时。看来，这个数值稍小了点（现在各方面给出的值，大致都在 15—24 小时之间），但这至少表明，天王星与木星、土星一样，自转速度都要比地球快得多。他也作了大量的行星分光观测。

寻找可能存在于海王星外的未知行星，一直是洛韦尔的愿望和主要工作之一，斯里弗继承了洛韦尔的遗志，于 1929 年重新组织搜寻工作，并把一个只有 23 岁的天文爱好者汤博请到天文台来，专门负责观测和搜寻工作。第二年，青年人没有辜负所托，果然在双子座找到了一颗前所未有的新行星，它就是冥王星。冥王星的发现是个偶然事件，但如果考虑到洛韦尔、斯里弗以及更早的天文学家的关注，以及大量的计算、探讨、组织和搜寻工作，它的发现似乎也是必然的，汤博则是其中的幸运儿。

斯里弗的主要工作是在旋涡星系方面。他从 1912 年开始用洛韦尔天文台的 60 厘米折射望远镜进行观测和研究。当时的看法一般都认为这些天体是银河系的成员，而较少可能是银河系外的独立星系。斯里弗的工作主要是根据多普勒原理来测定它们的运动速度，如果它们的光谱谱线向波长长的—端，即向红端偏移，就表示它们是在快速后退，即离我们而去。

星系光谱本来就很暗淡，更不用说其中的谱线，可见斯里弗的工作需要高度的认真和耐心。斯里弗果真发现这些后来称为河外星系的的天体的谱线是向红端移动的。10 多年后，著名天文学家哈勃利用威尔逊山天文台的望远镜，证实了这些天体确实是位于银河系之外，它们也像我们银河系一样是由千万亿颗恒星组成的。斯里弗在这方面的开拓性工作，其贡献是不可没的。

相比之下，气体星云当然是两码事，斯里弗发现，包括昴星团里的星云在内的好些星云，都不是由恒星组成，它们是被附近恒星照射才发亮的。

由于斯里弗的才干和努力，洛韦尔天文台以其对天文学所作出的贡献，而立于世界主要天文台的行列。单就这一点来说，他也足以赢得崇高的声望和荣誉。同时，也是与斯里弗数十年如一日的艰苦和出色的工作分不开的。

施密特望远镜

施密特（1879—1935年）可以算得上是脾气最怪的天文学家之一，他是个性格很孤僻的人，喜欢独自思考和工作，而不太喜欢与别人合作，他甚至还有点喜怒无常。就是这位“怪人”，有一个非常杰出的发明，这个发明带来了天文观测方法的重大革新。

施密特生于爱沙尼亚一个名为奈萨尔（今塔林附近）的小岛上，家境贫困，他自然没有那么正规上学。他一直对科学很感兴趣，什么都想亲自动手实验一番，他的动手能力很强。

他为自己制造的第一架望远镜的透镜，是用普通玻璃瓶底做的，他把瓶底切割下来以后，用砂子把它抛光到所需要的抛物面形状。这不仅需要大量的时间，更要求有精湛的技术。他早期的另一番“冒险”事业则没有成功：他把自己配制的火药装在一个金属筒里，并放在太阳光下晒，想看看这究竟会发生什么，结果是他的右臂被炸掉了一部分，他决定从此再也不玩弄什么火药了。

他早年做过报务员、绘图员、摄影师等，21岁时有机会去瑞典哥德堡学习工程技术，后来又去德国的米特魏达学习，毕业后就留下来当光学技师，致力于制造望远镜的光学透镜和反射镜面。

由于他特别能干，磨制的镜片质量都是第一流的，1926年，他被汉堡天文台台长邀请去该台工作，就在这里，他作出了划时代的贡献。

用传统的天文望远镜拍摄恒星等天体的最大问题是，视场很小，即使是一个不太大的天区，也需要拍摄好些张底片。施密特找到了解决这个问题的办法：他用一块球面镜作为望远镜的主镜，主镜前面放一块形状有点特别的、需要特别磨制的光学改正透镜。这种被称为施密特望远镜的优点是：视场大、光力强，一张底片所覆盖的天区可顶过去的好几张，而且一直到视场边缘处的天体的像，都是非常清楚的，这在一般的光学望远镜来说是办不到的。

这类新型望远镜于1931年发明后，其第一代是专供照相用的，现在的施密特望远镜有照相和目视观测两用的。可以毫不夸张地说，今天一个设备完善的天文台，没有不配备施密特望远镜的。半个多世纪来，它一直是探测银河系和遥远河外星系的必不可少的工具。现在天文学家们使用的最高级星图——帕洛马天图，就是用海耳天文台的主镜口径1.22米的施密特望远镜在50年代拍摄的。目前世界上最大的一架施密特望远镜，安装在位于德国的史瓦西天文台，主镜口径203厘米，改正透镜口径134厘米。

施密特的一生是在忧郁和不欢乐的心境下度过的，最终以精神病死于汉堡。他所发明的仪器却使科学家们能用来窥测更深远的宇宙而得到欢乐，施密特望远镜是当代最杰出的发明创造之一。

他验证了爱因斯坦的预言

如果投票选举 20 世纪英国最伟大的天文学家，很多人将会投爱丁顿（1882—1944 年）的票。他先后在曼彻斯特的欧文思学院和剑桥大学的三一学院学习，1905 年毕业后不久，被聘任为格林尼治天文台的主要助理，在此他开始了一生最杰出的理论天体物理学的工作。他最后的工作地点在剑桥，1913 年起，任剑桥大学天文学教授，接着，又担任大学天文台台长。

爱丁顿对恒星内部结构理论特别感兴趣，他是造父变星脉动理论的创始人之一，他认为恒星的寿命与它原始质量有关，他还研究过恒星的运动和分布等，以及恒星大气、星际物质的物理性质和化学组成。他的研究工作取得了重大成果，也为后来的发展打下了基础。

1905 年到 1916 年间，著名科学家爱因斯坦先后发表了狭义相对论和广义相对论两篇论文。爱丁顿是英国最早研究和热情支持相对论的科学家，也是少数真正懂得相对论的科学家之一。爱因斯坦本人非常赞赏爱丁顿在 1923 年写的《相对论的数学理论》，称它是这个领域内最好的作品之一，他甚至还说：“即使纯粹为了跟这位英国科学家愉快地交换意见，专门去学英文也是划得来的。”

爱丁顿既是位理论大师，也是个身体力行的观测里手。他曾两次带队去观测日全食，尤其是第二次，其重要意义已经载入史册。根据广义相对论原理，一颗与太阳同方向的恒星的星光，在经过太阳边缘而射到我们地球上来的时候，由于太阳引力的影响，将发生“弯曲”现象，星的位置看起来就会有些变动。白天是看不到星星的，显然，这样的验证工作只能在日全食的短暂瞬间，当天空变暗、亮星出现时才能进行。这就是爱丁顿要亲自带队去观测 1919 年 5 月 29 日日全食的主要原因。当时的观测地点选择在西非海岸外、赤道附近的普林西比岛上。观测结果跟爱因斯坦的理论预示非常符合。

除了理论上的杰出贡献外，他还是位才华横溢的演说家和善于写作、有魅力的通俗读物作家，他还是定期主持天文知识广播的第一位杰出天文学家，他的最后一次广播是在他去世之前不久。

爱丁顿把他的全部身心都放在科学事业上，几乎达到了忘我的程度。1919 年他带领的日全食观测队出发前，皇家天文学家戴森的几句话巧妙地描绘了他这方面的性格。观测队的一位助理天文学家问戴森，如果观测失败，观测结果不能证明爱因斯坦的见解，那该怎么办。戴森想了想之后，严肃地说：“在这种情况下，爱丁顿教授一定是发疯了，你就一个人回来。”我们已经知道，这次观测取得了圆满的成功。

通古斯事件

1908年6月30日清晨，苏联西伯利亚中部通古斯河上游一处很偏僻的地方，发生了一次惊人的大爆炸。从外层空间来了个什么东西，穿进大气层时发出比太阳还亮的光芒，接着，这东西猛烈“撞击”地面，把好大一片土地上的巨大树木统统刮倒。巨大的爆炸声1000公里内都可以听到，强劲的热风吹到数百公里外，世界上好多地震台站都记录到了由此造成的“地震”。幸运的是，通古斯地区人迹稀少，只有大批驯鹿等动物遭到了毁灭性的打击，如果通古斯事件发生在一座城市中，后果是不堪设想的。

这究竟是怎么回事？作了很大努力去到那个地区进行考察的第一个科学家，是苏联的库利克（1883 - 1942年）。他是学矿物学的，因为在日俄战争期间参加反沙皇的活动而被逮捕、关押。1912年，他作为一个森林工作人员来到乌拉尔山脉，在那里遇见俄罗斯杰出天文学家克里诺夫，经后者推荐，才在彼得堡（今圣彼得堡）矿物博物馆里找到个职位。耳濡目染，他逐渐地对陨石学发生很大的兴趣，把注意力投向了1908年的那次意外事件。

大爆炸发生时，没有一个现场的目击者，也没有人能向库利克讲述这究竟是怎么回事。库利克决心自己去作调查。经过千辛万苦，主要靠雪橇那样的马拉车和当地老乡的向导，以库利克为首的小分队于1927年首次到达了目的地。

一位老农民告诉考察队，当时他正在离爆炸地点好几十公里之外，只觉得一阵热浪过来，全身灼热，穿在身上的衬衣就烧了起来。小分队在现场看到的是：大量的针松像火柴盒里的火柴那样，整齐地躺在地上，而爆炸中心周围的树木，则倒成辐射状。没有找到陨石坑，也没有捡拾到陨星碎片，各种迹象都不能说明这里究竟落下了铁质陨星还是石质陨星。事情就是那么古怪，那么难以令人理解。

从1927—1938年间，库利克好几次带着考察队深入通古斯地区，但都没有取得具体结果。第二次世界大战期间，库利克受伤被俘，死在希特勒法西斯的集中营里。

库利克相信通古斯大爆炸是由陨星陨落造成的，现在则普遍认为这仍然是个未解之谜。已经提出来的见解有好多种：彗星残骸、短周期彗星——恩克彗星的碎片、宇宙冰、“反物质”微粒、黑洞物质等等，暂时，还没有一个大家公认的结论。尽管如此，我们应该感谢库利克，由于他的努力，我们大家才知道了那么多的通古斯事件的经过。

银河系的大小

太阳位于银河系的什么地方？这是科学家们一直非常关心的问题。自从18世纪以来，包括赫歇耳等在内的许多著名天文学家，都认为太阳是在银河系中心。是美国天文学家沙普利（1885—1972年）最先把太阳从银河系中心挪开，放到它应该在的地方。

沙普利没有受过完整的教育，16岁的时候，他离开学校去当新闻播音员。当他有机会报考密苏里大学附属的新闻学校时，他发现要等待一年才有可能被接受。为了不白白浪费时间，他决定改学天文学，因此，他几乎是由于偶然的时机才成为天文学家的。

起初，他在普林斯顿大学，跟随罗素研究双星和变星，他论证了短周期造父变星都是脉动变星，而不属于大陵五那样的食变星。取得博士学位后，他于1914年去威尔逊山天文台工作，7年后，任哈佛大学天文台台长。他很有管理才能，1952年从哈佛退休时，天文台经过整顿，已经在各方面取得很大进展，成为美国主要天文研究中心之一。

半人马座 NGC5128 星系沙普利在研究银河系的大小和形状时，首先把注意力集中在球状星团方面，这些大而形状规则的恒星集团多数都位于银河系的边缘附近，其中两个最亮的是半人马座“奥每伽”和杜鹃座47球状星团，不过它们都太偏南，位于北半球中纬度以北地区的观测者看不到它们；北半球观测者凭肉眼就能看到的球状星团，是武仙座的M13。多数球状星团内都发现过短周期造父变星，因此，根据周光关系就可以求得它们和它们所在的球状星团的距离，并进一步比较精确地估算银河系的直径。现在一般认为，银河系主体——银盘的直径约10万光年，厚度为3000—6500光年。

沙普利的另一个发现是，他觉察到球状星团并不均匀地分布在全天武仙座球状星团M13空，而是比较集中在南天，尤其是人马座一带。他明确提出，这是由于太阳并不在银河系中心，而是远离中心的缘故，银河系中心在人马座方向，太阳离它约3万光年。沙普利的见解着实使人惊讶，而且意义重大。

关于银河系的另一个重要问题是：当时所说的旋涡星云是银河系内，还是银河系外的天体？沙普利主张它们是银河系内的，以柯蒂斯为代表的一批天文学家则持相反观点。1920年以后，两派之间展开了激烈的争论。平心而论，沙普利关于银河系大小的意见是正确的，而认为旋涡星云是在银河系之内的见解则是错误的。那时所谓的旋涡星云，就是我们今天所说的河外星系或旋涡星系，它们都是像银河系一样的庞大恒星集团，都是银河系之外的遥远天体系统，因此，柯蒂斯的意见是正确的。几年之后，哈勃利用威尔逊山天文台的2.54米望远镜，在这方面提供了无可辩驳的证据。

沙普利很快抛弃了自己的旧观念，承认事实，而且有所发现。他证实有两个星系，一个在玉夫座，另一个在天炉座，它们都属于包括银河系在内的本星系群。今天我们知道，本星系群至少包括有40多个星系，除银河系和仙女座大星云M31外，还有大小麦哲伦云，仙女座M32，NGC205，三角座M33，仙后座NGC185等。

膨胀的宇宙

一种意见认为，伽利略以来天文学的最伟大革命，应该归功于美国天文学家哈勃（1889—1953年）。

1914年，哈勃来到叶凯士天文合作助理并进修天文学。第一次世界大战以后，由于海耳的推荐，他从1919年开始在威尔逊山天文台任职，除第二次世界大战期间以弹道专家的身份短时间离开天文台外，他一直在威尔逊山工作，直到去世。

哈勃的最大功绩是确认星系为独立于银河系之外而与银河系相当的恒星系统。他用当时世界上首屈一指的、威尔逊山天文台的、口径2.54米的反射望远镜，观测并发现仙女座大星云中12颗短周期造父变星。1923年，他肯定这些造父变星所在的星系的距离十分遥远，不可能是我们银河系里的天体。他所给的仙女座大星云的距离先是90万光年，后来缩减为75—80万光年。尽管在这个问题上还在不断地有所发展，无疑哈勃跨出了决定性的一步，他被誉为星系天文学的奠基人。现在，仙女座大星云的距离被定为220万光年。

他进一步测量了许多星系的距离，发现星系的距离与它后退速度之间，存在着某种明显的关系：星系距离越远，红移越大，退行速度也就越大。这至少意味着那部分宇宙在不断膨胀之中。星系谱线红移与距离之间的关系被称为“哈勃定律”，这一关系中的系数值被称为“哈勃常数”。1926年，哈勃根据旋涡星系从松散到紧密等形态特征，提出后来被命名为“哈勃分类”的星系分类法，这个分类法一直沿用到现在。

在哈勃所进行的全部研究工作中，几乎都得到自学成才的美国天文学家哈马逊（1891—1972年）的支持和帮助。哈马逊实际上没有受过正规教育。在威尔逊山参加一次野营后，他开始对天文学发生了浓厚兴趣，受雇为赶骡人走进了建设新天文台的行列，很多建筑材料是由他赶着骡拉上山的。1917年，他成为天文台的守门人，后来由海耳提拔他为夜间观测助理。从此，他学习天文知识进步很快。

哈马逊紧密地配合哈勃的研究工作，在星系的本质以及形态、光谱、运动等方面，他都是哈勃的亲密助手。他曾拍得星系中超新星的光谱照片；成为操作和维护精密仪器设备的专家；把自己提高到了第一流理论工作者的水平。

根据皮克林的要求，哈马逊于1919年进行过一段时间的寻找海王星外未知行星的照相搜索工作，结果是一无所获。在冥王星于1930年被发现之后，哈马逊的照片曾被拿来重新研究，这才知道至少有两张底片上都拍下了冥王星，一张照片上的冥王星被紧挨着的星光遮住，另一张上冥王星像刚好不偏不歪落在的一处不显眼的底片瑕疵上。

哈勃曾在芝加哥大学学习时遇到过海耳，那时他志在法律。但他最终还是转向早已爱好的天文学，并为之奋斗终生，为天文事业的发展作出了贡献。所以哈勃被称为当代美国最杰出的天文学家，第一架被送上天的空间望远镜是以哈勃的名字命名的，以表彰他为天文学的进步作出的贡献。哈马逊的经历有点戏剧性，但也不是绝无仅有的，法国天文学家庞斯的生涯也是从马赛

天文台看门人开始的，那是 1799 年，他 38 岁，后来他发现了 36 颗彗星，最后成为意大利佛罗伦萨天文台台长。不论从什么角度来看，哈马逊的贡献都是很突出的。

星族和星系的距离

德国天文学家巴德（1893—1960年），1919年获哲学博士学位，在汉堡天文台工作10多年之后，1931年移居美国，在那里作出了杰出的贡献。他先后在威尔逊山和帕洛马山天文台工作达28年，这两处天文台的良好设备为他的学术成就提供了条件。

巴德的主要兴趣在恒星和星系方面，但在太阳系天体上也付出了心血。他曾经发现了两颗小行星。一颗是1920年发现的944号小行星“希达尔戈”，是离太阳最远的小行星之一，最远时和土星与太阳之间的距离相当。另一颗是离太阳最近的小行星之一，即1949年发现的1566号小行星“伊卡鲁斯”，最近时可进入到水星轨道内侧。

在研究仙女座大星云M31中央的个别恒星时，他惊奇地发现，那里最亮的星并不是预期的蓝白星，而是年老的红巨星。他于1944年提出存在两种不同星族的概135倍，即星族I和星族II。星族I主要是年轻的热星；星族II中最亮的恒星是年老的红橙色超巨星；星系的旋臂中主要是星族I的恒星，星系中心和球状星团等处的星都属于星族II。此外，星族II存在着数量可观的以气体和尘埃形式为主的星际物质，在那里，恒星可能正在形成；而星族I的区域内，已经不存在可供“制造”恒星的“原料”。

他发现哈勃和哈马逊所用的造父变星周光关系，只适合于用来测量星族II和有关星系的距离。这是非常重要的一个发现。因为星族II的恒星亮度是星族I的两倍，说明它们的距离也是两倍的关系，这样，一些遥远星系的距离就应该比原来设想的要远得多，应该把原来的数值提高一倍左右。就这样，巴德把仙女座大星云M31的距离，从七八十万光年改为220万光年。1952年，当巴德第一次在英国皇家天文学会会议上，宣布他的这个发现时，在座的人都被他这种一下子把宇宙尺寸扩大一倍以上的报告，惊得鸦雀无声。

同时得到澄清的是关于银河系的大小，它并不比别的星系大很多，它也不比M31大，而是略小于M31。他彻底推翻了长期以来人们过小估计宇宙的错误概念，他重新描绘了宇宙的正确图像，他将永远得到人们的怀念。

热大爆炸宇宙论

宇宙学是天文学中的一个热门话题，它是从整体上来研究宇宙的起源、结构和演化的。以观测资料为基础结合严密的宇宙模型的现代宇宙学，这是20世纪以来的事。迄今为止，在已经提出的各种宇宙学说中，以热大爆炸宇宙模型的影响最大，与它紧密地联系在一起的是美籍天文学家伽莫夫（1904—1968年）的名字。

伽莫夫出生于俄国，1933年定居美国直到去世。13岁时，他得到一架望远镜，从而诱发了他将来成为科学家的愿望。他先后在列宁格勒、格丁137根、哥本哈根等地学习和工作，最后的30多年一直是美国科罗拉多大学的物理学教授。

他最初的显著成就是在1938年，他提出恒星之所以能发光是由于内部存在着热核反应缘故，它主要是氢原子蜕变为氦原子的复杂过程。后来他把注意力和研究课题转移到了宇宙起源问题上。1948年，他提出能说明较多观测事实的热大爆炸宇宙学说，这个学说后来得到天体年龄、星系谱线红移、氦丰度、微波背景辐射等大量观测结果的证实，而为以后的宇宙学研究铺设了一条宽广的道路。

伽莫夫认为，我们应该能探测到来自宇宙空间背景的、各向同性的、以微波形式存在的残余辐射。他是正确的，只是他的预言直到他去世前不久，才得到证实。我们现在叫它“微波背景辐射”或“3K背景辐射”，因为这种辐射大致相当于温度为3K的黑体辐射。微波背景辐射的发现被认为是对热大爆炸宇宙论的最强有力的支持之一。

他不仅是位杰出的核物理学家，也是位杰出的通俗读物作家，他能把高深的现代科学知识和概念，用他的生花之笔，深入浅出地道来，娓娓动听，引人入胜，甚至到令人叫绝的地步。已经出版的这类书数以百计。

不过，他的性格也是很怪的，怪得甚至影响了同行们在考虑他的学术观点时的态度。举个例子来说，有一次，他参加一个讨论星团的重要学术会议，不知为什么，整个会议期间他始终呼呼大睡，而且鼾声大作，几乎淹没了发言人的声音。几天之后，他给会议的组织者发了一份电报，说他灵感突发想出了测量星团年龄的巧妙方法，而这恰恰是在会议上讨论过的问题。会议的一位发言者对此作了尖刻的评论：睡眠中的伽莫夫大概比头脑清醒的其他天文学家们，更能得出问题的结论。

射电天文学的诞生

1931—1932年，在美国新泽西州贝尔电话实验室工作的一位年轻的美国无线电工程师，发现了一 139 个奇怪的现象，他接收到了来自银河系中心方向的射电波（即无线电波）。这是过去谁也没有提到过的陌生事情。

当时他正在进行长距离无线电通讯研究。这类通讯中经常可以听到一种“嘶嘶”的声音，很使人伤脑筋，但却不知道它来自何方。他试图找到干扰的原因，为此，他特地设计并且制造了一副可以转动的奇形天线，样子像个稀稀落落的平面网架，下面是四个从旧福特汽车上卸下来的轮子。

投入使用以后，这个被称为“旋转木马”的方向性很强的天线，接收到了大量的主要来自雷暴的干扰信号。但是，其中一种微弱的、有规律的干扰信号引起了他的注意，这种干扰信号每隔 23 小时 56 分出现一次最大值。事隔一年多，1933 年 4 月，他在一次国际性会议上宣布，这种微弱的天电干扰来自银河中心方向。这篇报告成为射电天文学的第一篇经典著作，这位报告人成为射电天文学的开创者，他就是央斯基（1905—1950 年）。

1933 年 5 月 5 日，美国《纽约时报》头版发表消息“来自银河中心的新的无线电波”，全世界不少报纸对此也作了广泛报道。奇怪的是，这个发现却没有引起科学界的广泛注意，就连他自己对这项发现究竟有多大意义也表示怀疑。虽然后来他又发表了一些文章，但没有再在这方面花更多的精力。一二年后，他实际上已经放弃了刚露了点头的射电天文学，而把注意力转向了别的领域。

有意思的是，一位业余无线电爱好者、比央斯基小 6 岁的青年工程师雷伯，对此事却很感兴趣，他在芝加哥郊外自己家的后院里，安装了一架直径 9.6 米的射电望远镜，终于有目的地接收到了来自银河系中心的射电辐射。这就是世界上的第一台射电望远镜。

雷达是第二次世界大战期间，英国科学家的重大发明，它在观测和发现太阳射电方面立下了功勋。由于正处于战争时期，这项发现被作为军事秘密而没有宣布。二次大战结束后，一大批雷达技术人员转到了科研领域，雷达技术逐渐应用到宇宙射电的研究上来，射电天文学也就蓬勃地快速发展起来。

我们不必再在此讨论和详细介绍央斯基发现宇宙射电的重大意义了，数十年来，包括金牛座蟹状星云在内的各种射电源的发现，威力越来越大的射电望远镜的建立，包括 60 年代天文学的四大重要发现（星际分子、类星体、脉冲星、微波背景辐射）在内的一系列射电天文学新发现的涌现，已经作了最好的说明。可是谁能想到，射电天文学的开创阶段，竟是如此的缓慢和冷落。

作为宇宙射电的发现者、射电天文学的开创者，央斯基为人类更深地了解宇宙、认识宇宙建立了不朽的业绩和功勋。一些人为央斯基的早逝，以及在他生前未得到的正确评价感到惋惜，一位评论家认为这正是央斯基的谦虚之处和他的人生哲学：乐意把对自己工作的最终评论留给后人。

现代行星天文学研究

比较而言，人口不多的荷兰却出了不少的杰出天文学家，其中的一位佼佼者就是柯伊伯（1905—1973年）。他于1933年移居美国，4年后取得美国国籍，但他从未忘记自己的祖国。

他是位颇有才干的分光专家。当时，多数天文学家都致力于恒星和星系的研柯，他的兴趣却主要在月球和行星方面。1944年，他发现土星的最大卫星——土卫六周围有大气，这已经被“旅行者号”探测器所证实，大气密度则比柯伊伯认为的要大些，而且主要由氮组成。1948—1949年，他先后发现天卫五和海卫二。1949—1956年，他组织了小行星的巡天照相，先后发现火星大气中含有二氧化碳，以及金星大气中二氧化碳含量及其变化等。

从40年代开始，他提出并逐步发展了一种有关太阳系起源的新学说，即“原行星假说”。这假说有与拉普拉斯星云说相同的地方，即认为太阳是由原始星云的中心部分形成；不同的是，柯伊伯认为，原始星云中残存下来的物质形成围绕太阳的“太阳星云”，它瓦解而集聚成为一些较大的“原行星”，再进一步演变而成为行星。

从1960年开始，他组建并领导了亚利桑那大学的月球和行星实验室，这个实验室在从60年代开始的一系列行星探测计划中，作了大量工作，取得了可喜的成就。柯伊伯本人是执行这些计划的重要成员，他是1961—1965年“徘徊者号”探月计划的首席科学家；他还积极参与了“月球勘测者”、“月球轨道飞行器”、“阿波罗登月”，及原苏联于1957年发射的第一颗人造地球卫星的计划。月球和行星实验室曾经编绘了特别详细的照相月面图，它在选择和确定各探测器的月面着陆点等工作中，起了很大的作用。

在全力投入空间探测的同时，他并没有忽视地面观测的重要性。他认为天文观测的一个重要因素，尤其是对月球和行星的观测，选择理想的最佳台址来安装威力强大的望远镜，具有头等重要的意义。他亲自作调查并进行初步考察，认为太平洋中夏威夷群岛上的莫纳克亚火山是最理想的地方。莫纳克亚高4200米以上，是座死火山，柯伊伯建议在那里建一座大天文台。当时，他的意见遇到了很大的阻力，而今天，已经有好几架大望远镜在那里投入了使用。

由于他在现代行星科学研究上的突出贡献，被尊称为“现代行星天文学之父”，一架配备天文望远镜和其他设备的专用飞机被命名为“柯伊伯飞行天文台”，水星上第一个被证实的环形山口也以他的名字命名。当然，月球和行星实验室的发展，也是对这位创建者的最好纪念。

综合孔径射电望远镜

赖尔（1918—1984年）是射电天文学发展史上最杰出的先驱者之一。他出生于一个英国医生家庭，从小就爱好无线电。正当他从牛津大学毕业，刚要踏上工作岗位的时候，第二次世界大战爆发了。

战后，他来到剑桥大学的卡文迪许实验室，用战争期间遗留下来的旧设备，拼凑成一架简陋的射电望远镜，用来观测太阳、黑子和一些近星的射电辐射。他很想把散布在空间的射电源来个清查，从1948年开始经过两年的努力，第一份剑桥射电星表诞生了，包括50个射电源（现在记录在案的射电源何止10万）。

1951年，赖尔和他的研究生史密斯精确测定了天鹅座A射电源的位置，帕洛马山天文台的巴德等用世界上最大的5米望远镜，很快找到了它的光学对应体，原来是个13等星的暗星系。他考虑到，一些弱射电源的光学对应体，要用光学望远镜来寻找是没有多大希望的，射电望远镜将是唯一的工具，于是萌生了制造威力更大的射电望远镜的念头。

要想观测非常遥远又非常弱的射电源，要求射电望远镜有很大的接收面积和很高的分辨能力，譬如说，为了取得20角秒的分辨率（还远低于光学望远镜的分辨率），射电望远镜的口径必须达到1公里。这样大的望远镜是无法实现的，可见，单纯用加大射电望远镜口径的办法是行不通的。

赖尔发现，如果一个望远镜固定不动，另一个可以在口径平面上的各个位置之间来回移动，就相当于“综合”起来的一个完整的大口径望远镜。从1954年提出设想，到1963年建成这样第一架“综合孔径射电望远镜”，赖尔用了近10年时间。这个综合孔径射电望远镜由3个口径各18米的抛物面天线组成，把其中两个固定，它们之间相距0.8公里，第三个可以在一段长0.8公里的轨道上移动，整体效果相当于一个口径达1.6公里的射电望远镜。1972年赖尔又建造了相当于5公里口径的综合孔径射电望远镜，它的分辨率达到2角秒，赶上了威力最大的光学望远镜。

综合孔径射电望远镜的发明，为射电天文学的大发展作出了重要贡献，它可以与光学望远镜媲美，甚至超过了它以前所未有的高分辨率洞察宇宙，深入到光学望远镜从未达到过的领域。为此，赖尔获得了1974年度诺贝尔物理学奖金。

“宇宙灯塔”——脉冲星

脉冲星的发现引起了天文学家们的极大兴趣，它的发现者是英国天文学家休伊什（1924—）和他的研究生、女青年贝尔（1943—）。1974年诺贝尔物理学奖金由前面提到的赖尔和休伊什分享，却没有贝尔的名字，消息一传出，在学术界引起了众多的责难。

1967年，贝尔在导师休伊什的指导下，寻找有闪烁现象的河外射电源。在作巡天观测的时候，她“多管闲事”，在狐狸座发现了一颗奇怪的星，这颗星发出周期极稳定和短暂的射电脉冲，好像是宇宙间一座灯塔在那里有节奏地闪光，测得的周期是1.337秒。

难道有哪个天体能发出如此精确的脉冲信号吗！这简直太难以想象了。贝尔和休伊什起先以为，也许是哪个天文台或实验室在发射脉冲信号作试验？这种意见很快被否定。是否有可能是从宇宙某个“角落”的一颗行星上，发射来的“联络信号”呢？如果是这样的话，那里的智慧生物一定会拥有先进的科学技术和手段。脉冲信号暂时被他们俩人称为“小绿人”。几个月之后，又发现了新的脉冲信号，“小绿人”的设想显然是站不住脚了。他们终于认识到，这是一种新型的天体，给它们取名为脉冲星。

脉冲星的发现立即引起了天文学家们的广泛注意。金牛座蟹状星云（M1）早在1932年，苏其中间为著名脉冲星理论物理学家朗道曾经预言：宇宙间有可能存在一种处于超密态情况下的恒星。有人把它叫做中子星，意思是这种恒星主要是由中子以及少量的质子、电子等组成，密度可能达到每立方厘米1亿吨以上，即地球物质平均密度的20万亿倍以上；它的直径估计只有10公里左右。在脉冲星被正式发现之后短短的一年之内，很快证实了脉冲星就是快速自转的中子星。

脉冲星的发现被誉为60年代天文学的四大发现之一。素以严格著称的美国富兰克林学院，在经过多方调查后，于1973年向休伊什和贝尔两人同时授奖。因此，只休伊什获诺贝尔奖之后，议论是可想而知的。

休伊什出身于一个银行家的家庭，他曾是赖尔领导的射电天文小组的成员，当时他正在英国剑桥大学穆拉德射电天文台研究行星际闪烁现象。他认为贝尔是在他指导下做巡天工作中作出发现的，他本人得奖是理所当然的。

贝尔出生于一个天文学家的家庭，自幼就爱好天文学。她以很冷静的态度面对荣誉，并谦逊地认为自己是在休伊什指导下进行工作的，休伊什应该获奖。尽管如此，学术界对这位风格高尚的女科学家的贡献是肯定的。研究脉冲星专家泰勒在他1977年出版的《脉冲星》一书的扉页上特地写了一段话，是有代表性的：“本书献给贝尔，没有她的聪颖和百折不挠的精神，我们就无法分享研究脉冲星的幸福。”

接受类星体的挑战

类星体，顾名思义是一种类似恒星却又不是恒星的天体，这里说的“类似”指的是外貌，因为从照片上看起来，类星体与普通恒星简直没有多大区别。

第一颗类星体是在 1960 年由美国天文学家桑德奇等发现的，它是 3C48（英国剑桥射电天文台《第三射电星表》中第 48 号射电源），很快它的光学对应体找到了，原来是颗很暗的 16 等星。可是却把天文学家都难住了，因为它的光谱很特殊，说不清它究竟是星云、星系、超新星遗迹，还是什么别的东西。

一般把发现类星体的荣誉归之于旅美荷兰天文学家施米特（1929—）。他 1956 年在荷兰莱顿大学获得博士学位以后，来到美国帕洛马山天文台工作，长期从事银河系结构和星系动力学等方面的研究工作，曾提出过银河系结构模型，还以观测为基础，描述了恒星和星际物质的运动和分布。

1963 年，3C273 射电源的光学对应体也被找到了，在照相底片上看起来，像是个 13 等星的恒星，光谱里有着又宽又强的谱线。这一次，施米特经过反复研究，终于证认出了那些光谱线，它们原来也都是地球上已经知道的元素所产生的，如氢、氧、氮等，只是谱线红移很大，达 0.158，也就是向红端移动了 15.8%。这样一来，谱线从本来应该在那里的位置移动了好大一段距离，变得“面目全非”而很难辨认了。

施米特出色的工作不仅解决了类星体光谱谱线红移之谜，更是开拓了一个崭新的领域。随后，一批类星体的光谱都成功地得到了证认，像前面提到过的 3C48，它光谱的红移值达到 0.367，简直是乱了套了。如果承认红移是由多普勒效应造成的，那么，3C48 就在以每秒 10 万公里以上的“疯狂”速度离我们而去。多么惊人和难以想象的速度呀！

施米特本人在类星体研究方面做了大量具有开拓意义的工作，包括类星体的计数、统计、空间分布、谱线的证认，以及能源机制、红移与距离之间的关系，等等。

类星体，以及星际分子、脉冲星、微波背景辐射，被称为 60 年代天文学的四大发现。二三十年来，在这四大领域内，确实也都取得了巨大的进展，硕果累累。就类星体来说，光是发现的类星体数量，到 1987 年为止，已达 3500 个以上。现在暂时保持着距离“冠军”称号的是一个编号为“PKS2000-3302000-330”的类星体，距离我们约 130 亿光年。世界上一大批天文学家正在对类星体进行潜心的研究，可是，到目前为止，一些根本性的重大问题，不但没有得到解决，而且还处在众说纷纭、左右为难的阶段，如红移的本质、巨大能量的来源、超光速现象等。

类星体仍是当代天文学向科学家们提出的最大挑战之一。

微波背景辐射的发现

早在本世纪 40 年代，伽莫夫等人根据热大爆炸宇宙学说的观点，预言宇宙空间应该充满着残余辐射，它们的温度已经相当低了，大致为几 K 或至多几十 K。“K”是开氏温标或者叫热力学温标中的温度单位“开耳芬”的符号，正像我们用“°C”来表示摄氏温标中的温度的道理是一样的。0 摄氏度(0 °C)相当于 273.15K，3K 相当于-270 °C 以下。

20 来年后，果然找到了这种残余辐射，实测结果与理论推算值大体相符，被称为“微波背景辐射”。发现者是两位美国工程师射电天文学家彭齐亚斯(1933-)和威尔逊(1936-)。当时他们都受聘在美国新泽西州普林斯顿附近的贝尔电话实验室工作。

60 年代初，为了改进卫星通讯，需要找出可能会干扰通讯的一切因素，尤其是噪声源。为此，彭齐亚斯和威尔逊建立了灵敏度很高的定向接收天线系统。他们发现，在——估计了所有噪声源之后，老是有大致相当于 3.5K 的噪声温度得不到解释，也无法消除。更加令人迷惑不解的是，这个残余温度没有方向变化，即所谓的各向同性；也没有周日变化，就是说与太阳无关；也不随季节交替而变化。

作为两名工程师，他们不清楚自己的发现在天体物理学上的意义。当时，美国普林斯顿大学的狄克小组，正准备筹建专门设备，来寻找前人预言的残余辐射，或者叫宇宙背景辐射。因此，当彭齐亚斯等的论文一发表，消息一传开，狄克等人立即意识到，这很可能就是他们打算要找的东西。事实也正是这样。多少人想找的东西，一直没有找到，两位工程师却在无意之间发现了它，正是：有心栽花花不开，无意插柳柳成行。

后来经过订正，背景辐射改为 2.7K，习惯上称为 3K 宇宙背景辐射。根据大爆炸宇宙学的观点，宇宙早期的温度在 100 亿度以上，而现在已经很冷，微波背景辐射的发现恰恰是有力地支持了大爆炸理论。

微波背景辐射，不仅被看作是 60 年代天文学四大发现之一，而且被认为是 20 世纪天文学的一项重大成果，对宇宙学的研究具有深远影响。彭齐亚斯和威尔逊为此获得 1978 年诺贝尔物理学奖金。

开辟通向宇宙之路的年轻人

有些人的名字大概是永远不会被别人忘记的，其中有一位是前苏联宇航员加加林，他是人类历史上勇敢地进入空间的第一人。

加加林对飞行有极大的兴趣。1957 年从奥伦堡航空学校毕业后任试飞员，两年后，志愿接受宇航员训练。这是个激动人心的时代。人类的第一个人造地球卫星“斯普特尼克 1 号”已经上天，载人宇宙飞行的日子肯定已不遥远，而选择加加林来完成这项史无前例的任务，是很恰当的。他是位有经验的歼击机飞行员，他对物理学、工程技术等都有良好的修养，他在各项宇航基本训练的课目中，都取得了优异的成绩。

1961 年 4 月 12 日世界时 06 时 07 分，载着加加林的“东方 1 号”宇宙飞船起飞。当飞船达到每小时 28000 多公里的最速度的时候，发动机停止运转，重力的一切感觉消失，加加林处于让人不那么习惯的失重之中。

根据计划，飞船环绕地球一周，轨道近地点 181 公里，远地点 327 公里。加加林是从如此高度上仰望星空、俯视大地的第一个人，据他自己后来介绍说，他那时忙得不可开交，根本没有时间去欣赏美景。在世界时 07 时 55 分，加加林准时降落在事先安排好的降落场，整个飞行历时 1 小时 48 分钟。

加加林的飞行是史无前例的，已经被载入史册。这次飞行也不像有些人想象的那么轻松愉快。要知道，那时谁也不知道在失重情况下人的身体将会有什么反应。有人认为其结果将会是严重的空间病，另外来自陨星的袭击也不能低估。还有人公开说空间飞行根本是不可能的。

加加林的飞行把笼罩在人们心灵上的阴影一扫而光，遗憾的是，他再也没有机会作另一次空间飞行。1968 年，他在一次常规飞行训练中，不幸因飞机失事而牺牲。

加加林是个有高尚道德和献身精神的人，他是个真正的英雄。

加加林绕地球飞行的路线虽然是短暂的，但他所开辟的通向宇宙之路却是漫长的。

他的眼睛无暇观赏镶嵌在黑丝绒般天幕上的晶莹星星，他所留下的足迹却为星空探索者树立了一块具有历史意义的里程碑。简略大事年表

公元前

- 约 2137 中国《书经》记载世界最古日全食记录。
- 14 世纪 中国保存世界最早新星记录。
- 约 1057 中国保存世界最早哈雷彗星记录。
- 约 687 中国保存世界最早天琴座流星雨记录。
- 7 世纪 巴比伦发现日食和月食重复出现的沙罗周期。
- 585 希腊泰勒斯准确预报日全食。
- 约 550 希腊毕达哥拉斯推究行星运动。
- 4 世纪 中国石申测编星表。
- 约 280 希腊阿利斯塔克提出早期的日心学说。
- 约 240 希腊埃拉托斯特尼测量地球大小。
- 约 170 中国保存世界最早的彗星形态图。
- 约 140 希腊喜帕恰斯星表，发现岁差。

- 46 罗马颁行儒略历。
- 28 中国保存世界最早太阳黑子记录。
- 公元后
- 2 世纪 中国张衡发明水运浑象，称为漏水转浑天仪。
- 约 150 希腊托勒玫著《大综合论》，又名《天文学大成》。
- 724 中国的一行等实测子午线。
- 813 阿拉伯天文学的巴格达学派形成。
- 903 阿拉伯苏菲编重要星表，著《恒星图象》。
- 1006 观测豺狼座明亮超新星。
- 1054 观测金牛座明亮超新星，形成蟹状星云。
- 1270 西班牙阿尔方斯下令发表《行星表》。
- 13 世纪 中国郭守敬设计制造简仪、仰仪等，他设计的登封观星台留存至今。
- 1433 乌鲁伯格建撒马尔罕天文台。
- 1543 波兰哥白尼的《天体运行论》出版，确立日心体系。
- 1572 丹麦第谷观测仙后座超新星。
- 1576 第谷建天文堡于汶岛。
- 1596 荷兰法布里修斯发现第一颗长周期变星鲸鱼。（ α 藁增二）。
- 1596 天文堡被废弃。
- 1600 意大利布鲁诺因支持哥白尼学说等原因而被烧死。
- 1603 德国巴耶星图出版。
- 1604 德国开普勒观测蛇夫座超新星。
- 1608 望远镜在荷兰发明。
- 1609 开普勒发表行星运动第一、第二两定律。
- 1610 意大利伽利略通过望远镜观测得到第一批天文新发现，包括月球上的山谷、木星的 4 颗卫星、金星盈亏现象、太阳自转、银河由恒星组成等。
- 1619 开普勒发表行星运动第三定律。
- 1627 开普勒发表《鲁道夫星表》。
- 1631 法国伽桑狄观测水星凌日。
- 1632 伽利略《关于托勒玫和哥白尼两大世界体系的对话》一书出版。
- 1633 宗教法庭宣判伽利略有罪。
- 1634 开普勒遗著、关于飞往月球的幻想小说《月亮之梦》出版。
- 1637 丹麦哥本哈根天文台建立。
- 1638 变星鲸鱼 α （ α 藁增二）的光变的周期性被证实。
- 1639 英国霍罗克斯观测金星凌日。
- 1651 意大利里希奥利发表月面图，所定的月面名称很多沿用至今；他发现第一对远镜双星：大熊（开阳）。
- 1655 荷兰惠更斯发现土卫六，证实土星周围有环。
- 1659 惠更斯绘制第一张火星表面图。
- 1667 法国巴黎天文台建立。
- 1669 意大利蒙塔纳里发现英仙（大陵五）的光变的周期性。

- 1671 意大利卡西尼发现土卫八。
- 1672 卡西尼发现土卫五；英国牛顿发明反射望远镜。
- 1675 英国格林尼治天文台建立。
- 1676 英国哈雷去圣赫勒纳岛编制南天星表。
- 1682 哈雷彗星回归，哈雷等进行了观测。
- 1684 卡西尼发现土卫三和土卫四。
- 1687 牛顿《自然哲学的数学原理》一书出版。
- 1705 哈雷《彗星天文学论说》出版，预报 1682 年彗星将于 1758 年回归。
- 1725 英国布拉得雷发现光行差。
- 1729 英国霍尔发现制造消色差物镜的原理。
- 1744 出现带 6 条彗尾的明亮大彗星。
- 1758 德国帕立兹观测到如期回归的哈雷彗星。
- 1761 俄国罗蒙诺索夫观测金星凌日，发现金星大气。
-
- 1767 英国马斯基林创建《航海天文历》。
- 1769 被广泛观测的一次金星凌日。
- 1772 德国波得发表“提丢斯-波得定则”。
- 1781 英国赫歇耳发现天王星。
- 1783 英国古德利克解释英仙（大陵五）光变的原因。
- 1784 古德利克发现仙王（造父一）的光变的周期性。
- 1787 赫歇耳发现天卫三和天卫四。
- 1789 赫歇耳发现土卫一和土卫二。
- 1796 法国拉普拉斯提出星云假说。
- 1801 意大利皮亚齐发现 1 号小行星“谷神星”，德国高斯提出只需三次观测便可确定小行星轨道的计算方法。
- 1802 德国奥伯斯发现 2 号小行星“智神星”。
- 1803 陨星雨降落在法国累格勒地方，从此陨星被确认为来自空间。
- 1804 德国哈丁发现 3 号小行星“婚神星”。
- 1807 奥伯斯发现 4 号小行星“灶神星”。
- 1815 夫琅和费发表太阳光谱图。
- 1822 周期最短的恩克彗星再次被发现，为预报成功并准时回归的第二颗周期彗星。
- 1824 第一架带转仪钟的望远镜诞生。
- 1826 奥地利比拉发现比拉彗星。
- 1833 观测盛大的狮子座流星雨。
- 1835 哈雷彗星再一次回归。
- 1838 德国贝塞耳测得天鹅 61 号星的距离。
- 1840 美国德雷伯第一次拍得月球照片。
-
- 1843 德雷伯第一次拍得太阳光谱照片；德国施瓦尔宣称发现太阳黑子的消长存在着 11 年的平均周期。1844 美国哈佛大学天文台建立；贝塞耳公布大犬（天狼）和小犬（南河三）各有一颗暗伴星。
- 1845 德国亨克发现 5 号小行星“义神星”；英国罗斯完成口径 182 厘米大望远镜，用它发现了星系的旋涡结构。

- 1846 根据法国勒威耶的计算，德国伽勒发现海王星；英国拉塞尔发现海卫一。
- 1850 美国邦德发现土星的 C 环；拍得恒星（双子，北河二；天琴，织女）的第一批照片。
- 1852 比拉彗星最后一次被观测到。
- 1858 著名的多纳提彗星出现。
- 1859 德国基尔霍夫和本生提出分光学的基本定律。
- 1862 美国克拉克发现天狼伴星；德国阿格兰德尔发表《波恩巡天星表》。
- 1863 意大利塞奇将恒星依光谱分类。
- 1864 英国哈根斯证实星云是由气体物质组成的。
- 1865 法国儒勒·凡尔纳小说《从地球到月球》出版。
- 1866 观测盛大的狮子座流星雨。
- 1868 法国詹森和英国洛基尔首创在非日全食时观测日珥的方法。
- 1870 拍摄到第一张日珥照片。
- 1874 被广泛观测的一次金星凌日；法国默东天文台建立。
- 1877 意大利斯基帕雷利描述火星面上的“运河”；美国霍尔发现火卫一、火卫二。
- 1882 又一次被广泛观测的金星凌日；南非吉尔首次拍得亮彗星照片。
- 1885 仙女座大星系出现超新星。
- 1888 美国利克天文台口径 91.4 厘米折射望远镜完成；丹麦德雷耶尔发表《星云星团新总表》；德国屈斯特纳发现极移。
- 1889 美国莫里发现首批分光双星（大熊，开阳；御夫，五车三）。
- 1890 美国皮克林提出新的恒星光谱分类法。
- 1891 美国张德勒发现极移的周期性。
- 1892 美国海耳等发明太阳单色光照相机；美国巴纳德发现木卫五。
- 1894 美国洛韦尔在亚利桑那州旗竿镇建立洛韦尔天文台；俄国齐奥尔科夫斯基发表有关空间飞行的第一篇科学论文。
- 1897 口径 1.02 米的世界最大折射望远镜在美国叶凯士天文台建成。
- 1898 德国威特发现 433 号小行星“爱神星”，是第一个轨道进入火星轨道内侧的小行星。
- 1901 英仙座出现亮新星。
- 1903 齐奥尔科夫斯基发表有关火箭的专著。
- 1905 美国威尔逊山天文台落成；丹麦赫茨普龙发现巨星和矮星，绘制恒星颜色-星等图。
- 1908 美国海耳发现黑子磁场；美国威尔逊山天文台建成口径 1.52 米望远镜。
- 1910 哈雷彗星回归。
- 1912 美国勒维特发现造父变星的周光关系（光变周期与亮度之间的关系）。
- 1913 美国罗素发表恒星光谱型-光度图，即赫罗图。
- 1914 美国斯里弗发现星系有退行运动。
- 1915 广义相对论预言光线在引力场中会发生偏转现象。
- 1917 威尔逊山天文台建成口径为 2.54 米的反射望远镜。

- 1918 美国沙普利发现太阳不在银河系中心，估算银河系大小。
- 1919 美国巴纳德发表暗星云表；英国爱丁顿领导的日食观测队验证了爱因斯坦关于光线在引力场中偏转的预言；国际天文学联合会成立。
- 1920 斯里弗发表对一些星系光谱红移的测量结果；美国柯蒂斯与沙普利之间就银河系大小和星系性质等展开争论。
- 1923 美国哈勃证实星系存在于银河系之外；德国蔡司工厂研制成光学天象仪；德国慕尼黑建立世界第一个天文馆。
- 1925 皮克林发现火星南北极极冠并不同时存在。
- 1926 哈勃提出河外星系的形态分类法，称为“哈勃分类”。
- 1928 国际天文学联合会公布将全天划分为 88 个星座的方案。
- 1930 美国汤博发现冥王星。
- 1931 法国李奥制成日冕仪，可用来在不是日全食时观测到日冕；德国施密特发明施密特望远镜；美国央斯基发现来自银河中心的射电辐射；世界联合观测 433 号小行星“爱神星”冲日，以确定太阳视差。
- 1932 苏联朗道预言中子星的存在；美国邓纳姆等证实火星大气中存在二氧化碳。
- 1936 法国斯多伊科发现地球自转的季节性变化。
- 1937 德国魏茨泽克和美国贝特提出恒星核能源理论；美国雷伯建成世界上第一台射电望远镜，抛物面天线直径 9.45 米；用光学方法发现第一个星际分子。
- 1938 美国尼科尔森发现木卫十和木卫十一。
- 1939 美国奥本海默预言“黑洞”的存在。
- 1942 英国海伊发现太阳射电；荷兰奥尔特论证金牛座蟹状星云是 1054 年超新星（中国古书上叫它“天关客星”）遗迹。
- 1944 荷兰范德胡斯特预言星际中性氢发射的 21 厘米谱线的存在；美国柯伊伯发现土卫六的大气。
- 1946 匈牙利和美国科学家第一次接收到月球的雷达回波。
- 1948 苏联阿姆巴楚米扬发现年轻的恒星集团——星协；美国帕洛马山天文台建成口径 5.08 米的反射望远镜。
- 1949 美国国家标准局建成第一台原子钟——氦分子钟；美国在卡纳维拉尔角建成火箭发射场。
- 1951 美国珀塞尔、尤恩和澳大利亚克里斯琴森等证实中性氢 21 厘米谱线的存在；美、荷、澳等国天文学家先后发现和描绘银河系的旋涡结构。
- 1952 德国巴德宣布对星系距离标尺的修正。
- 1955 英国赖尔建成第一台射电干涉仪。
- 1957 苏联发射成功世界上第一颗人造地球卫星“斯普特尼克 1 号”，空间时代开始。
- 1958 美国帕克发现“太阳风”；美国发射成功美国的第一颗人造地球卫星“探险者 1 号”，发现地球辐射带。
- 1959 苏联发射成功 3 个月球探测器，“月球 3 号”首次拍得月背照片。
- 1960 美国高空气球发现宇宙射线源。
- 1961 苏联发射第一个行星探测器“金星 1 号”，未获成功；苏联发射成

功第一艘载人宇宙飞船“东方1号”，宇航员加加林成为进入空间的第一人。

- 1962 美国发射成功第一个行星探测器“水手2号”，12月掠过金星，进行探测，苏联发射第一个火星探测器“火星1号”，未获成功；美国发现太阳以外的第一个宇宙X射线源“天蝎座X-1”。
- 1963 荷兰施米特等发现类星体；美国用射电方法发现星际分子。
- 1965 美国彭齐亚斯和威尔逊发现3K微波背景辐射。
- 1966 苏联发射“月球9号”探测器，第一次在月球上软着陆成功。
- 1967 英国休伊什和贝尔发现脉冲星；加拿大和美国建成甚长基线干涉仪。
- 1969 美国发射载人宇宙飞船“阿波罗11号”，“鹰号”登月舱软着陆成功，两名宇航员登月成功；金牛座蟹状星云中射电脉冲星的光学对应体被找到。
- 1970 中国发射成功第一颗人造地球卫星“东方红1号”；美国发射观测天体X射线的“自由号”人造卫星。
- 1973 “先驱者10号”成为飞越木星的第一个探测器；美国探测到宇宙射线爆发。
- 1974 美国“水手10号”探测器发回迄今唯一的一批水星近距离照片。
- 1976 中国吉林地区降落一场世界罕见的陨石雨，“吉林1号”陨石获世界“冠军”，重1770公斤；苏联建成口径6米的世界最大望远镜。
- 1977 美国、中国等分别发现天王星环；美国发现2060号“小行星”，其轨道的远日点达到18.5天文单位，1989年证实它是彗星。
- 1978 美国克里斯蒂发现冥卫一“卡戎”；美国麦克马洪首次发现小行星有卫星。
- 1979 “先驱者11号”成为飞越土星的第一个探测器；美国探测器发现木星环；美国研制成第一台多镜面望远镜。
- 1981 美国戴维思等证实“巨洞”存在；美国建成“甚大天线阵”综合孔径射电望远镜，由27面直径各25米天线组成，排列成Y形，臂长各21公里，为世界最大射电望远镜。
- 1982 美国巴克等发现毫秒脉冲星，脉冲周期只1.558毫秒。
- 1983 美、英、荷等国发射共同研制的“红外天文卫星”。
- 1984 国际天文学联合会决定，从本年开始各国天文年历等采用新的天文常数系统。
- 1985 由于光污染等原因，2.54米望远镜停止工作；美国正式宣布制造口径10米望远镜；初步证实海王星周围存在半透明环。
- 1986 “旅行者2号”飞越天王星；哈雷彗星回归，好几个专门探测器作近距离探测。
- 1987 彗星数量之多超历史记录：发现33颗彗星；本年过轨道近日点的35颗；大麦哲伦云中出現亮超新星，科学家已有380多年未见如此亮的超新星；发现迄今最大红移（达4.43）类星体，位于玉夫座；类星体总表第三版载3594个类星体。
- 1988 具有80余年历史的、以经典技术观测为基础的地球自转服务宣告中止，代之以更精确的国际地球自转服务。
- 1989 “旅行者2号”探测海王星。

1990 以“哈勃”命名的、口径 2.4 米空间望远镜发射成功。

