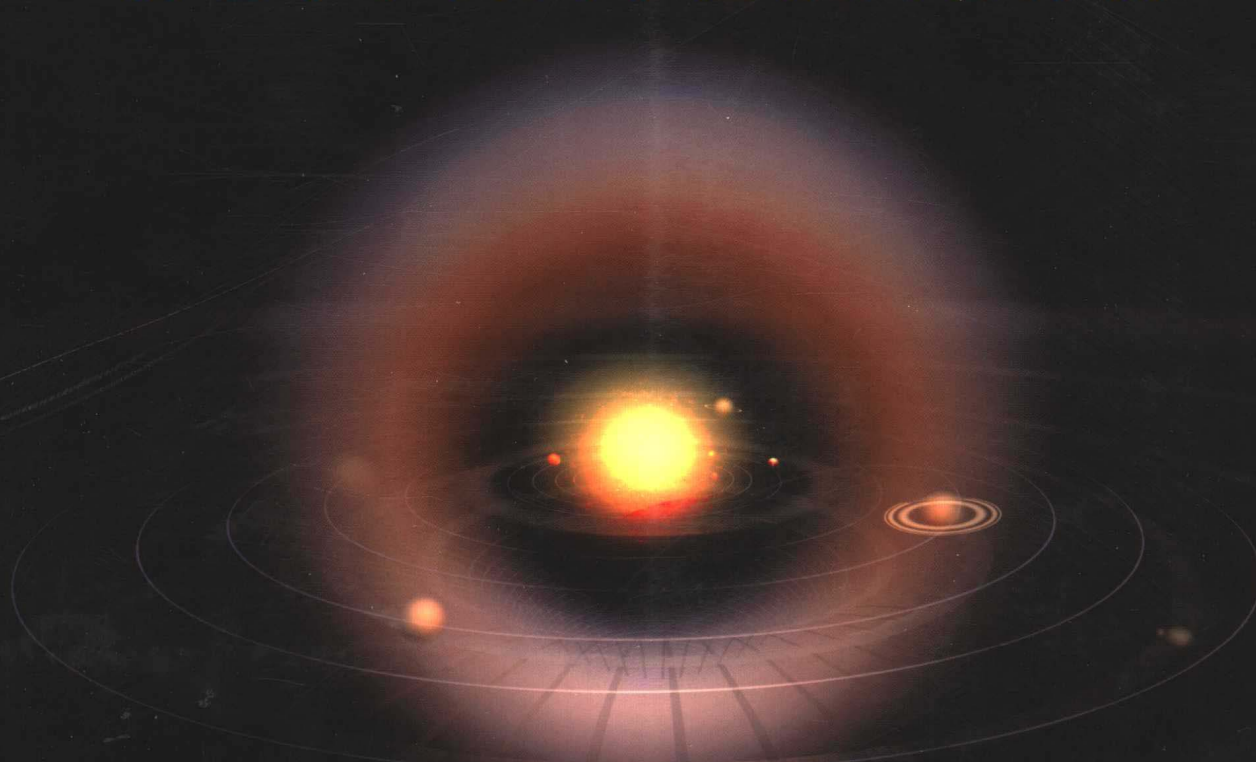


彩色插图节选本



站在巨人的肩上

物理学和天文学的伟大著作集



The Illustrated
ON THE SHOULDERS OF GIANTS
GREAT WORKS OF PHYSICS AND ASTRONOMY

[英] 斯蒂芬·霍金 编 张卜天等 译

 辽宁教育出版社

彩色插图节选本

The Illustrated

站在巨人的肩上

ON THE SHOULDERS OF GIANTS

物理学和天文学的伟大著作集

THE GREAT WORKS OF PHYSICS AND ASTRONOMY

[英] 斯蒂芬·霍金 编

张卜天 戈 革 王克迪 许良英 范岱年 译

(以译文先后为序)



辽宁教育出版社

版权合同登记：图字 06-2005-45 号

图书在版编目（CIP）数据

彩色插图节选本站在巨人的肩上：物理学和天文学的伟大著作集/[英]霍金
(Hawking,S.)编;张卜天等译.-沈阳:辽宁教育出版社,2005.5

书名原文: The Illustrated On the Shoulders of Giants

ISBN 7-5382-7436-7

I.彩… II.①霍… ②张… III.①理论物理学 ②天文学 ③科学家-生平事迹-世界 IV.①041 ②P1

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第040081号

THE ILLUSTRATED ON THE SHOULDERS OF GIANTS edited,with notes by Stephen Hawking

Copyright 2004 by Stephen Hawking

Copyright © 2004 original illustrations by The Book Laboratory ® Inc.

Text of *On the Revolutions of Heavenly Spheres* courtesy of Annapolis:St.John's Bookstore, © 1939.

Text of *Harmonies of the World* courtesy of Annapolis:St.John's Bookstore, © 1939.

Text of *Dialogues Concerning Two New Sciences* courtesy of Dover Publications.

Text of *Principia* courtesy of New York:Daniel Adee, © 1848.

Selections from *The Principle of Relativity:A Collection of Papers On the Special and General Theory of Relativity*,courtesy of Dover Publications.

The copyright of Selections from *The Principle of Relativity:A Collection of Papers on the Special and General Theory of Relativity*, © the Albert Einstein Archives,The Jewish National & University Library,The Hebrew University of Jerusalem,Israel.

Published by arrangement with Running Press,a member of Perseus Books L.L.C.

Simplified characters of Chinese language translation copyright © 2005 by Liaoning Education Press.

ALL RIGHTS RESERVED

出版 辽宁教育出版社

(沈阳市和平区十一纬路25号 110003)

发行 辽宁教育出版社

印刷 辽宁印刷集团美术印刷厂

版次 2005年5月第1版

印次 2005年5月第1次印刷

开本 787毫米×1092毫米 1/16

印张 13

字数 124千字

插图 146幅

印数 1-4 000册

定价 65.00元

策 划 俞晓群

刘国玉

柳青松

发 行人 刘国玉

责任编辑 刘国玉

马旭东

严中联

技术编辑 袁启江

代剑萍

美术编辑 吴光前

版式设计 熊 飞

责任校对 张小沐

中译本序

吴国盛

牛顿在1676年写给胡克的一封信中说：“如果说我看得比别人更远，那是因为我站在了巨人的肩上。”写这封信的时候，胡克正与牛顿计较光学理论的优先权，牛顿的这封信带有和解的意图。但和解并没成功，因此，后人更加相信这句名言里实际上包含着同样浓烈的双重情绪——既是谦逊之词，也是自得之语。正因为此，出自牛顿的这句名言也就不是凡人敢轻易引以自况自许的了。

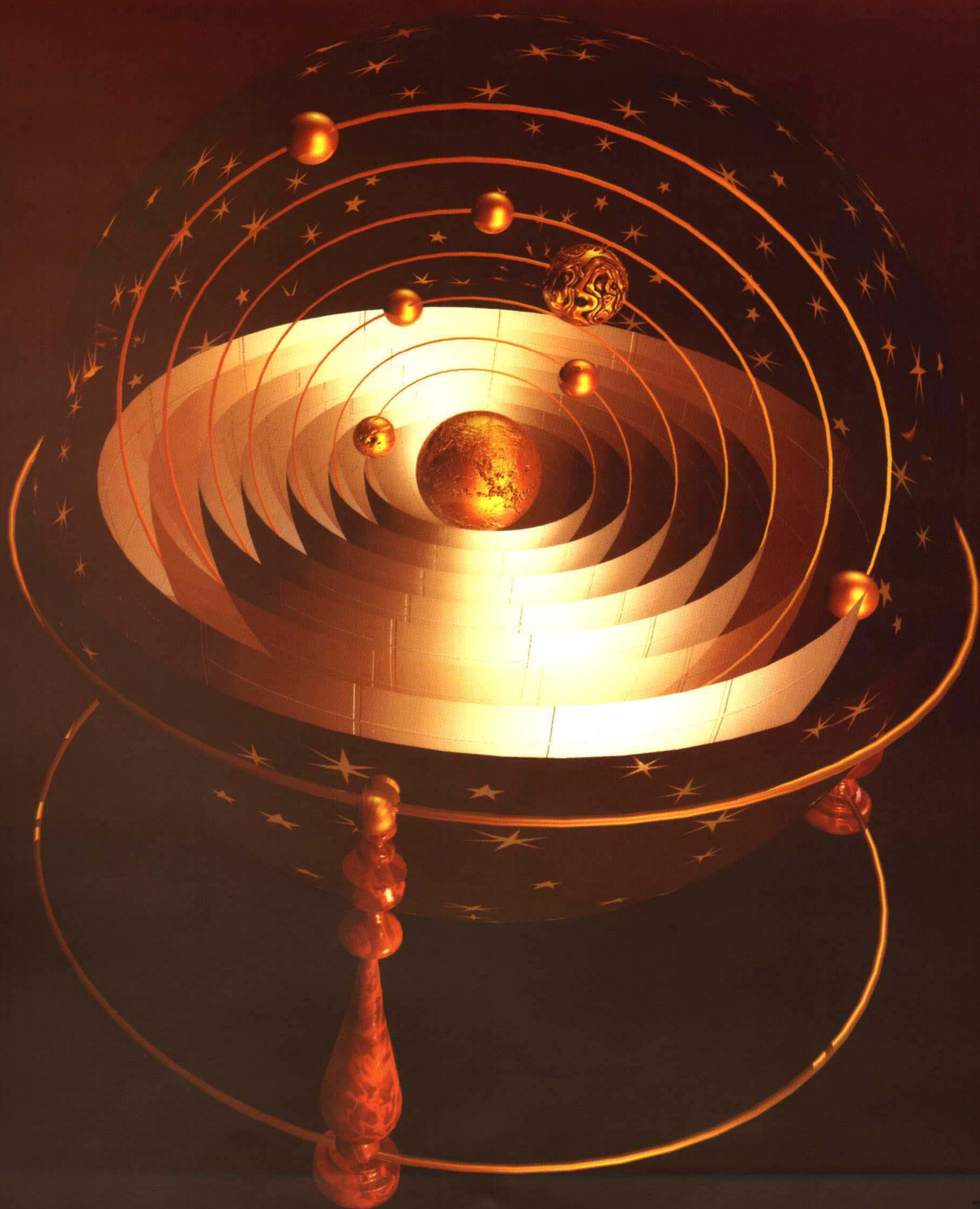
但是我们这本书的编者、当代著名理论物理学家斯蒂芬·霍金就敢，而且做得相当直白。十多年前，他在他那本著名的《时间简史》(1988)的结尾部分，就出人意料地补加了爱因斯坦、伽利略和牛顿三人的小传，强烈地暗示自己就是他们的正宗传人。如今，他把哥白尼、伽利略、开普勒、牛顿和爱因斯坦五位的著作选集冠以“站在巨人的肩上”之名，再次表达了那种既谦逊又自得的感觉。

书中收录的文章节选自《地球运行论》(张卜天译)、《关于两门新科学的对话》(戈革译)、《世界的和谐》(张卜天译)、《自然哲学之数学原理》(王克迪译)、《相对性原理》(许良英、范岱年译)等五部著作，它们可以被看成是近代数理科学的五大经典。毫不夸张地说，是它们重新摆置了天地万物的位置，勾画了近代世界图景的基本轮廓，它们所代表的数理科学传统，对近代世界而言有“开天辟地”之功。有幸进入这个传统，特别是，有幸成为这个传统的发扬光大者，有一种难以抑制的自豪感是完全可以理解的。我想，霍金编这部文集时是有这种自豪感和使命感的。

霍金编得起劲，读者有什么理由也跟着读呢？有一种回答是，因为它是霍金编的。不是说，读《时间简史》，懂与不懂都是收获吗？不是说，《时间简史》是如今买得最多读得最少的一本书吗？作为一种读书时尚，读霍金的书不需要理由。

我想讲的理由是针对上述五大经典的。今天许多有见识的人一再呼吁读者阅读经典，但他们所谓经典更多指的是人文经典，而对科学经典，意见不尽一致。原因是，如果你的目的只是想学习科学知识、弄懂科学原理，那是用不着读这些经典的。直接读教科书或者科普读物，可以更好地达到你的目的。但是如果你愿意把这些著作看成是西方文化不可分割的有机组成部分，试图通过阅读而进入这些科学伟人的心灵之中、体会这些伟大的科学创造的历史情境和过程，那么读经典就会显露出它的意义来。我们因为沐浴在经典的光辉之中，对这光辉本身也可能浑然不觉。读经典可以帮助我们反省自身的处境，找回许多其中所包含的、实际上已经被我们舍弃的思想。科学中的那些最重大的发展往往伴随着隐舍在它们背后的世界观的改变，阅读原始文献可以在相当程度上帮助我们理解科学和人类思想的变迁，认识到我们从科学的发展中究竟得到了什么，失去了什么，怎么得到和失去的，从而对我们现有的科学有更加清楚的认识。

皇皇五大科学巨著由享誉世界的科学名人霍金编辑、由我国科学史界的老、中、青三代学者联袂译出，的确是一件可喜可贺的事情。感谢辽宁教育出版社独具慧眼，为中国读者奉上这件稀世珍品，为科学传播再立新功。是为序。



目 录

中译本序 /3

关于英文文本的说明 /7

前言 /8

尼古拉·哥白尼 (1473—1543)

生平与著作 /11

天球运行论 /19

伽利略·伽利莱 (1564—1642)

生平与著作 /39

关于两门新科学的对话 /49

约翰内斯·开普勒 (1571—1630)

生平与著作 /77

世界的和谐 /89

伊萨克·牛顿 (1642—1727)

生平与著作 /115

自然哲学之数学原理 /127

阿尔伯特·爱因斯坦 (1879—1955)

生平与著作 /151

相对性原理 /158

斯蒂芬·霍金 /197

注释 /198

原著致谢 /203

左页图显示了托勒密的宇宙 托勒密是他那个时代最有影响的希腊天文学家 (约公元前165年), 他所提出的地心理论盛行了1400多年。



虽然托勒密关于太阳、行星和恒星的看法早已被摒弃，但我们的知觉仍然是托勒密式的。我们看到太阳从东方升起（尽管与地球相比它是静止不动的），天在我们上方运行，而且我们不顾地球是个球体这一事实，仍然使用东、西、南、北四个方向。

关于英文文本的说明

本书所选的英文文本均译自业已出版的原始文献。我们无意把作者本人的独特用法、拼写或标点强行现代化，也不会使各文本在这方面保持一致。此外：

尼古拉·哥白尼的《天球运行论》(*On the Revolutions of Heavenly Spheres*)首版于1543年，出版时的标题为*De revolutionibus orbium coelestium*。这里选的是Charles Glen Wallis的译本。

伽利略·伽利莱的《关于两门新科学的对话》(*Dialogues Concerning Two New Sciences*)1638年由荷兰出版商Louis Elzevir首版，出版时的标题为*Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, intorno à due nuoue scienze*。这里选的是Henry Crew和Alfonso deSalvio的译本。

约翰内斯·开普勒的《世界的和谐》(*Harmonies of the World*)共分五卷，作品完成于1618年5月27日，出版时的标题为*Harmonices Mundi*。这里选的是Charles Glen Wallis的第五卷译本。

伊萨克·牛顿的《自然哲学之数学原理》(*The Mathematical Principles of Natural Philosophy*或*Principia*)首版于1687年，出版时的标题为*Philosophiae naturalis principia mathematica*。这里选的是Andrew Motte的译本。

我们从H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski和H. Weyl的《相对性原理：狭义相对论原始论文集》(*The Principles of Relativity: A Collection of Original Papers on the Special Theory of Relativity*)中选择了阿尔伯特·爱因斯坦的七篇文章。整部文集原先是德文，被冠以《相对性原理》(*Das Relativitätsprinzip*)的书名于1922年首版。这里选的是W. Perrett和G. B. Jeffery的译本。

原编者

前言

“如果说我看得比别人更远，那是因为我站在了巨人的肩上”。伊萨克·牛顿在1676年致罗伯特·胡克的一封信中这样写道。尽管牛顿在这里指的是他在光学上的发现，而不是指他关于引力和运动定律的更重要的工作，但这句话仍然不失为一种适当的评论——科学乃至整个文明是累积前进的，它的每项进展都建立在已有的成果之上。这就是本书的主题，从尼古拉·哥白尼提出地球绕太阳转的划时代主张，到爱因斯坦关于质量与能量使时空弯曲的同样革命性的理论，本书用原始文献来追溯我们关于天的图景的演化历程。这是一段动人心魄的传奇之旅，因为无论是哥白尼还是爱因斯坦，都使我们对自己在万事万物中的位置的理解发生了深刻的变化。我们置身于宇宙中心的那种特权地位已然逝去，永恒和确定性已如往事云烟，绝对的空间和时间也已经为多层橡胶片（rubber sheets）所取代了。

难怪这两种理论都遭到了强烈的反对：哥白尼的理论受到了教廷的干预，相对论受到了纳粹的压制。我们现在有这样一种倾向，即把亚里士多德和托勒密关于太阳绕地球这个中心旋转的较早的世界图景斥之为幼稚的想法。然而，我们不应对此冷嘲热讽，这种模型绝非头脑简单的产物。它不仅把亚里士多德关于地球是一个圆球而非扁平盘子的推论包含在内，而且在实现其主要功能，即出于占星术的目的而预言天体在天空中的视位置方面也是相当准确的。事实上，在这方面，它足以同1543年哥白尼所提出的地球与行星都绕太阳旋转的异端主张相媲美。

伽利略之所以会认为哥白尼的主张令人信服，并不是因为它与观测到的行星位置更相符，而是因为它的简洁和优美，与之相对的则是托勒密模型中复杂的本轮。在《关于两大世界体系的对话》中，萨耳维亚蒂和萨格利多这两个角色都提出了有说服力的论证来支持哥白尼，然而第三个角色辛普里修却依然有可能为亚里士多德和托勒密辩护，他坚持认为，实际上是地球处于静止，太阳绕地球旋转。

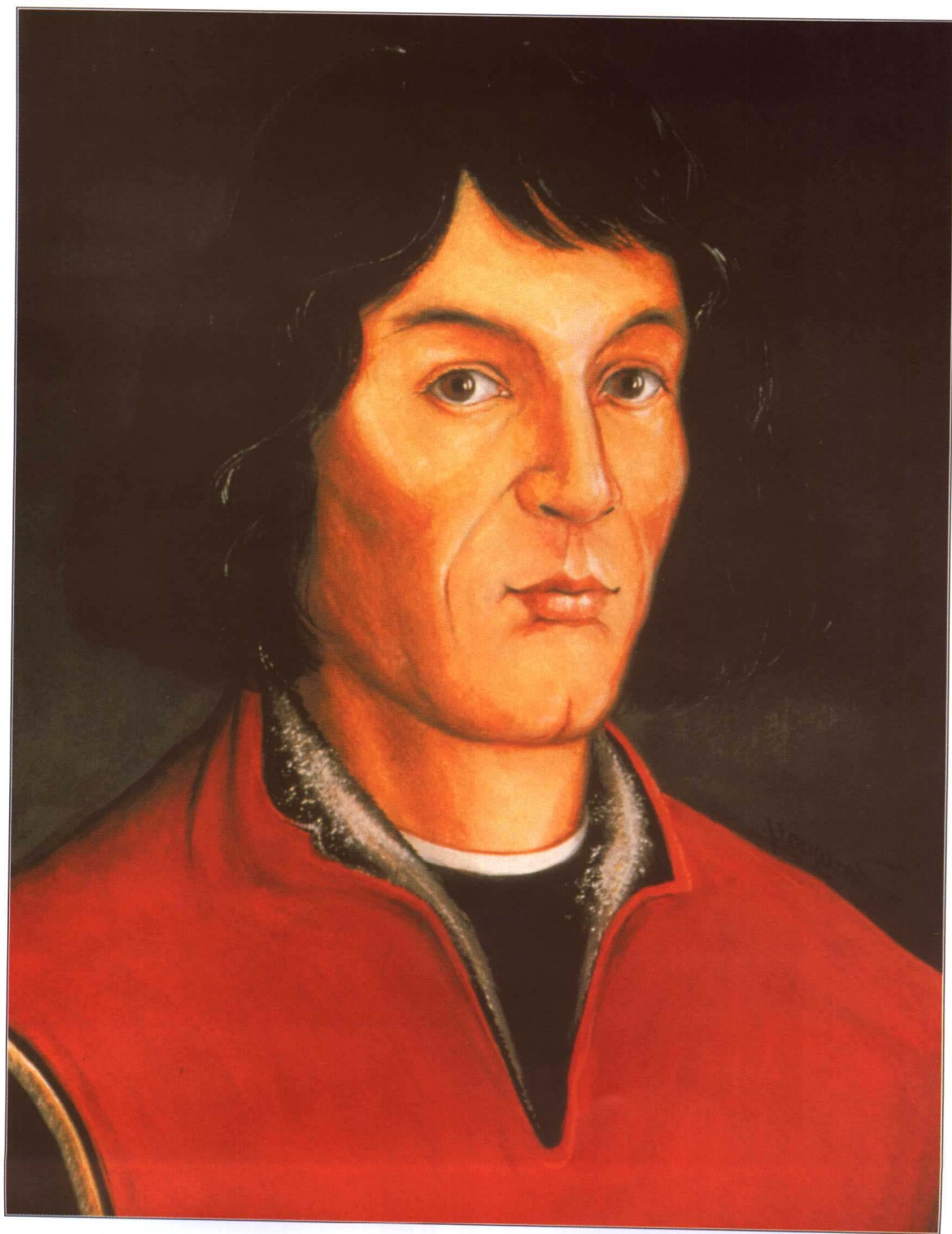
直到开普勒开展的工作，日心模型才变得更加精确起来，之后牛顿赋予了它运动定律，地心图景这才最终彻底丧失了可信性。这是我们宇宙观的巨大转变：如果我们不在中心，我们的存在还能有什么重要性吗？上帝或自然律为什么要在乎从太阳算起的第三块岩石上（这正是哥白尼留给我们的地方）发生了什么呢？现代科学家在寻求一个人在其中没有任何地位的宇宙的解释方面胜

过了哥白尼。尽管这种研究在寻找支配宇宙的客观的、非人格的定律方面是成功的，但它并没有（至少是目前）解释宇宙为什么是这个样子，而不是与定律相一致的许多可能宇宙中的另一个。

有些科学家会说，这种失败只是暂时的，当我们找到终极的统一理论时，它将唯一地决定宇宙的状态、引力的强度、电子的质量和电荷等。然而，宇宙的许多特征（比如我们是在第三块岩石上，而不是第二块或第四块这一事实）似乎是任意和偶然的，而不是由一个主要方程所规定的。许多人（包括我自己）都觉得，要从简单定律推出这样一个复杂而有结构的宇宙，需要借助于所谓的“人择原理”，它使我们重新回到了中心位置，而自哥白尼时代以来，我们已经谦恭到不再作此宣称了。人择原理基于这样一个不言自明的事实，那就是在我们已知的产生[智慧?]生命的先决条件当中，如果宇宙不包含恒星、行星以及稳定的化合物，我们就不会提出关于宇宙本性的问题。即使终极理论能够唯一地预测宇宙的状态和它所包含的东西，这一状态处在使生命得以可能的一个小子集中也只是一个惊人的巧合罢了。

然而，本书中的最后一位思想家阿尔伯特·爱因斯坦的著作却提出了一种新的可能性。爱因斯坦曾对量子理论的发展起过重要的作用，量子理论认为，一个系统并不像我们可能认为的那样只有单一的历史，而是每种可能的历史都有一些可能性。爱因斯坦还几乎单枪匹马地创立了广义相对论，在这种理论中，空间与时间是弯曲的，并且是动力学的。这意味着它们受量子理论的支配，宇宙本身具有每一种可能的形状和历史。这些历史中的大多数都将非常不适于生命的成长，但也有极少数会具备一切所需的条件。这极少数历史相比其他是否只有很小的可能性，这是无关紧要的，因为在无生命的宇宙中，将不会有人去观察它们。但至少存在着一种历史是生命可以成长的，我们自己就是证据，尽管可能不是智慧的证据。牛顿说他是“站在巨人的肩上”，但正如本书所清楚阐明的，我们对事物的理解并非只是基于前人的著作而稳步前行的。有时，正像面对哥白尼和爱因斯坦那样，我们不得不向着一个新的世界图景做出理智上的跨越。也许牛顿本应这样说，“我把巨人的肩用做了跳板”。





尼古拉·哥白尼

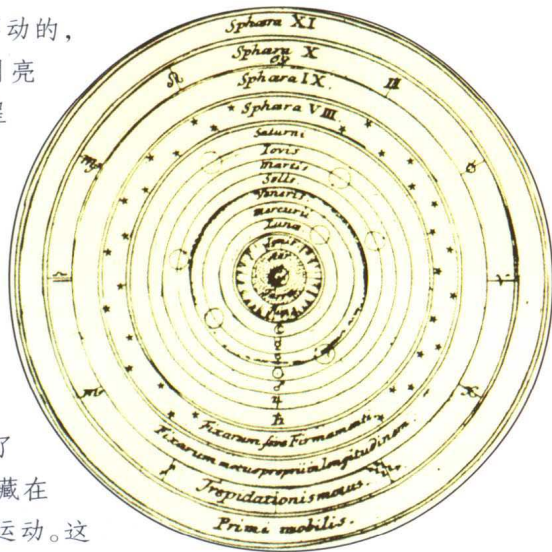
(1473—1543)

生平与著作

尼古拉·哥白尼这位16世纪的波兰牧师和数学家，往往被认为是近代天文学的奠基人。他之所以能够获得如此殊荣，是因为他是第一个得出这样结论的人，即行星与太阳并非绕地球旋转。当然，关于日心宇宙的猜想早在阿里斯塔克(Aristarchus)(死于公元前230年)那里就出现了，但在哥白尼以前，这个想法从未被认真考虑过。要想理解哥白尼的贡献，考察科学发现在他那个时代所具有的宗教和文化涵义是重要的。

早在公元前4世纪，希腊思想家、哲学家亚里士多德(公元前384—前322)在其《论天》(*De Caelo*)一书中就构想了一个行星体系。他还断定，由于在月食发生时地球落在月亮上的阴影总是呈圆形，所以地球是球状的而不是扁平的。他之所以猜想地球是圆的，还因为远航船只的船体总是先于船帆在地平线上消失。

在亚里士多德的地心体系中，地球是静止不动的，而水星、金星、火星、木星、土星以及太阳和月亮则绕地球做圆周运动。亚里士多德还认为，恒星固定于天球之上，根据他的宇宙尺度，这些恒星距离土星天球并不是太远。他确信天体在做完美的圆周运动，并有很好的理由认为地球处于静止。一块从塔顶释放的石头会垂直下落，它并没有像我们所期待的那样落在西边，如果地球是自西向东旋转的话(亚里士多德并不认为石头会参与地球的旋转)。在尝试把物理学与形而上学结合起来的过程中，亚里士多德提出了他的“原动者”理论，这种理论认为，有一种隐藏在恒星后面的神秘力量引起了他所观察到的圆周运动。这种宇宙模型为神学家们所接受和拥护，他们往往把原动者解

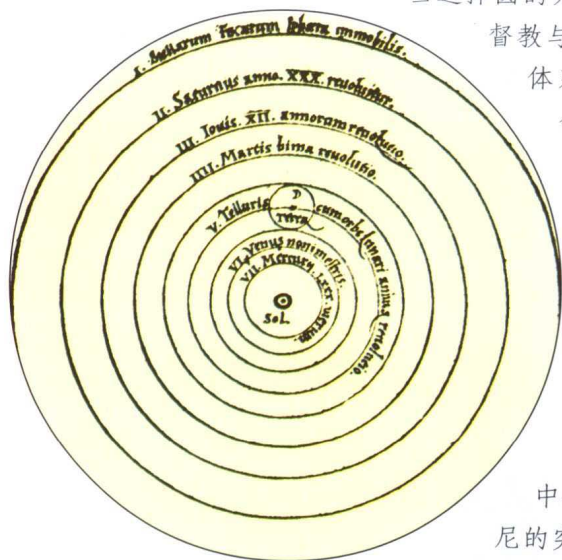


托勒密关于宇宙的地心模型。

释为天使。亚里士多德的这一看法持续了数个世纪之久。许多现代学者都认为，宗教权威对这种理论的普遍接受阻碍了科学的发展，因为

挑战亚里士多德的理论，就等于挑战教会本身的权威。

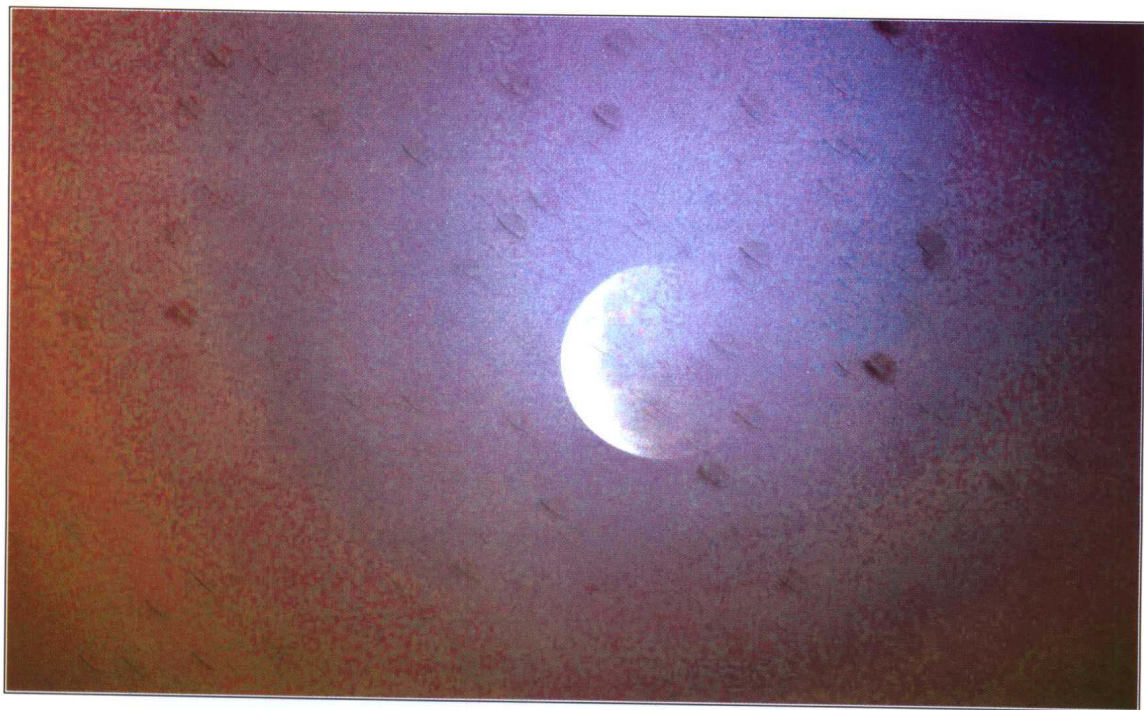
在亚里士多德去世五个世纪之后，一个名叫克劳迪乌斯·托勒密（Claudius Ptolemaeus, 87—150）的埃及人建立了一个宇宙模型，用它可以更准确地预测天球的运动和行程。像亚里士多德一样，托勒密也认为地球是静止不动的，他推论说，物体之所以会落向地心，是因为地球必定静止在宇宙的中心。托勒密最终精心设计了一个天体沿着自身的本轮（本轮是这样一个圆，行星沿着本轮运动，而同时本轮的中心又沿着一个更大的圆做圆周运动）做圆周运动的体系。为了达到目的，他把地球从宇宙的中心稍微移开了一些，并把新的中心称为“偏心均速点”（equant）——一个帮助解释行星运动的假想的点。只要适当选择圆的大小，托勒密就能够更好地预测天体的运行。基督教与托勒密的地心体系基本上没有什么冲突，地心体系在恒星后面为天堂和地狱留下了空间，所以教会把托勒密的宇宙模型当做真理接受了下来。



哥白尼关于宇宙的日心模型。

亚里士多德和托勒密的宇宙图景统治达1000多年，其间基本没有经历什么大的改动。直到1514年，波兰牧师尼古拉·哥白尼才复活了日心宇宙模型。哥白尼只是把它当做一个计算行星位置的模型提了出来，因为他担心如果主张它是对实在的描述，那么教会就可能把他定为异端。通过对行星运动的研究，哥白尼确信地球只是另外一颗行星罢了，位于宇宙中心的是太阳。这一假说以日心模型而著称。哥白尼的突破是世界史上最重大的范式转换之一，它为近代天文学开辟了道路，并且对科学、哲学和宗教都有着深远的影响。这位上了年纪的牧师不愿泄漏自己的理论，以免招致教会权威的过激反应，所以他只是把自己的著作给少数几位天文学家看了。到了1543年，当哥白尼临死时，他的巨著《天球运行论》（*On the Revolutions of Heavenly Spheres* 或 *De revolutionibus orbium coelestium*）出版了。他活着的时候没有见证他的日心理论可能造成的混乱。

1473年2月19日，哥白尼出生在托伦（Torun）城的一个非常重视教育的商人和市政官员家庭。他的舅舅，埃姆兰德（Ermland）的主教鲁卡斯·瓦琴洛德（Lukasz Watzenrode），确保他的这个外甥可以得到波兰最好的学术教育。1491年，哥白尼进入克拉科夫大学就读，



1500年的一次月食激起了哥白尼对天文学的兴趣。

在那里学习了四年的通识课程之后,他决定去意大利学习法律和医学,这也是当时波兰杰出人物的普遍做法。当哥白尼在博洛尼亚(Bologna)大学(在那里,他最终成了一位天文学教授)就读时,曾寄宿在一位著名的数学家多米尼科·马利亚·德·诺瓦拉(Domenico Maria de Novara)家中,哥白尼后来成了他的学生。诺瓦拉是托勒密的批评者,他对其公元2世纪的天文学理论持怀疑态度。1500年11月,哥白尼在罗马对一次月食进行了观测。尽管在以后的几年里,他仍在意大利学习医学,但他从未丧失过对天文学的热情。

在获得了教会法学博士学位之后,哥白尼在他舅舅生活过的海尔斯堡(Heilsberg)主教教区行医。王室成员和高级牧师都要求他看病,但哥白尼却把绝大部分时间花在了穷人身上。1503年,他回到波兰,搬进了他舅舅在利兹巴克瓦明斯基(Lidzbark Warminski)的主教官邸。在那里,他负责处理主教教区的一些行政事务,同时也担任他舅舅的顾问。当舅舅于1512年去世以后,哥白尼就永远搬到了弗劳恩堡(Frauenburg),并在后半生一直担任牧师职务。然而,这位数学、医学和神学方面的学者最广为人知的工作才刚刚开始。

1513年3月,哥白尼从圣堂参事会买回来800块建筑石料和一桶石灰,建了一座观测塔楼。在那里,他利用四分仪、视差仪和星盘等



托勒密正在使用星盘

人们经常把托勒密与埃及国王混同起来，因此本图中的他戴着一顶王冠。

仪器对太阳、月亮和恒星进行观测。在接下来的一年，他写了一本简短的《要释》(Commentary on the Theories of the Motions of Heavenly Objects from Their Arrangements或De hypothesibus motuum coelestium a se constitutes commentariolus)，但是他拒绝发表手稿，而只是谨慎地把它在最可靠的朋友中流传。《要释》是阐述地球运动而太阳静止这一天文学理论的初次尝试。哥白尼开始对统治西方思想数个世纪的亚里士多德—托勒密天文学体系感到不满。在他看来，地球的中心并不是宇宙的中心，而只是月球轨道的中心。哥白尼最终认为，我们所观测到的行星运动的明显扰动，是地球绕轴自转和沿轨道运转共同作用的结果。“像其他任何行星一样，我们也绕太阳旋转。”他在《要释》中得出了这样的结论。

尽管关于日心宇宙的猜想可以追溯到公元前3世纪的阿里斯塔克，但是神学家和学者们都觉得，地心理论更让人感到踏实，这一前提几乎是不争的事实。哥白尼小心翼翼地避免公开暴露自己的任何观点，而宁愿通过数学演算和细心绘制图形来默默发展自己的思想，以免把理论流传到朋友圈子以外。1514年，当教皇利奥十世责成弗桑布隆(Fossombrone)的保罗主教让哥白尼对改革教历发表看法时，这位波兰天文学家回答说，我们关于日月运动与周年长度之间关系的知识匮乏到经受不起任何改革。然而，这个挑战必定使哥白尼耿耿于怀，因为他后来把一些相关的观测写信告诉了教皇保罗三世(指派米开朗琪罗为西斯廷小教堂作画的正是这位教皇)，这些观测在70年后成了制定格里高利历的基础。

哥白尼仍然担心会受到民众和教会的谴责，他花了数年私下里修订和增补了《要释》，其结果就是1530年完成的《天球运行论》，但却晚了13年才出版。然而，担心教会的谴责并非哥白尼迟迟不愿出版的唯一原因。哥白尼是一个完美主义者，他总觉得自己的发现尚待考证和修订。他不断讲授自己的行星理论，甚至还给认可其著作的教皇克莱门七世作讲演。1536年，克莱门正式要求哥白尼发表自己的理论。哥白尼的一个25岁的德国学生也敦促老师发表《天球运行论》，这个人名叫格奥格·约阿希姆·雷蒂库斯(Georg Joachim Rheticus)，他放弃了维滕堡(Wittenburg)的数学教席来跟哥白尼学习。1540年，雷蒂库斯协助编辑这部著作，并把原稿交给了纽伦堡的路德教印刷商，从而最终促成了哥白尼革命。

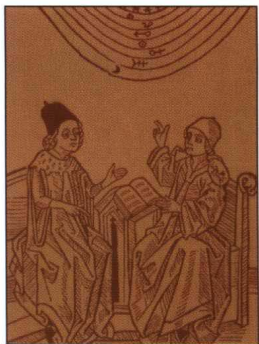
当《天球运行论》于1543年面世时，那些把日心宇宙当做前提的

新教神学家攻击它有悖于《圣经》。他们认为，哥白尼的理论有可能诱使人们相信，他们只是自然秩序的一部分，而不是自然绕之加以排列的中心。正是由于神职人员的这种反对，或许再加上对非地心宇宙图景的普遍怀疑，从1543年到1600年间，只有屈指可数的几位科学家拥护哥白尼的理论。毕竟，哥白尼并未解决地球绕轴自转（以及绕太阳旋转）的任何体系都要面临的主要问题，即地上的物体是如何跟随旋转的地球一起运动的。一位意大利科学家、公开的哥白尼主义者乔尔达诺·布鲁诺（Giordano Bruno）回答了这个问题，他主张空间可能没有边界，太阳系也许只是宇宙中许多类似体系中的一个。布鲁诺还为天文学拓展了一些《天球运行论》没有触及到的纯思辨的领域。在他的著作和讲演中，这位意大利科学家宣称，宇宙中存在着无数个有智能生命的世界，甚至有些生命比人还要高级。这种肆无忌惮的言论引起了教廷的警觉，由于这种异端思想，教廷对他进行了谴责和审判。1600年，布鲁诺被烧死在火刑柱上。

然而总体上说，这部著作并没有立即对近代天文学研究产生影响。在《天球运行论》中，哥白尼所提出的实际上不是日心体系，而是日静体系。他认为太阳并非精确位于宇宙的中心，而是在它的附近，只有这样，才能对观测到的逆行和亮度变化做出解释。他断言，地球每天绕轴自转一周，每年绕太阳运转一周。这本书共分为六卷，在第一卷中，他与托勒密体系进行了论辩。在托勒密体系中，所有天体都围绕地球旋转，而且这种体系还得出了正确的日心次序：水星、金星、火星、木星和土星（当时所知道的六颗行星）。在第二卷中，哥白尼运用数学（即本轮和偏心均速点）解释了恒星与行星的运动，并且推论出太阳运动和地球运动的结果是一致的。第三卷给出了对二分点岁差的数学说明，哥白尼把它归于地球绕轴的摇摆。《天球运行论》的其余部分则把焦点集中在了行星与月球的运行上面。

哥白尼是第一个把金星与水星正确定位的人，他极为准确地定出了已知行星的次序和距离。他发现这两颗行星（金星与水星）距离太阳较近，而且注意到它们在地球轨道内以较快的速度运行。

在哥白尼以前，太阳曾被认为是另一颗行星。把太阳置于行星体系的实际中心是哥白尼革命的开始。由于把地球从原本是所有天体赖以稳定的宇宙中心移开了，哥白尼被迫要提出重力理论。哥白尼之前的重力解释只假定了一个重力中心（地球），而哥白尼却推测，每一个天体都可能有自己的重力特性，并且断言说，任何地方的重物都趋向它们自己的中心。这种洞察力终将造就万有引力理论，但其影响并不



神学与天文学在
对谈。教会希望天文
学理论能够与官方的
神学教义相一致。



哥白尼拿着一个
他关于宇宙的日心模
型。



被宗教裁判所谴责的人被处以火刑。是即刻产生的。

到了1543年，哥白尼的身体右侧已经瘫痪，他的身心状况也已大不如前。这位完美主义者不得不在印刷的最后阶段让出了他的《天球运行论》原稿。哥白尼委任他的学生雷蒂库斯处理他的手稿，但是当雷蒂库斯被迫离开纽伦堡时，这份手稿却落入了路德教派神学家安德里亚斯·奥西安得（Andreas Osiander）之手。为了安抚地心理论的拥护者，奥西安得在哥白尼不知情的情况下，擅自做了几处改动。他在扉页上加入了“假说”一词，并且删去了几处重要的段落，还掺进了他自己的一些话，这些做法减弱了这部著作的影响力和可靠性。据说，哥白尼直到临终之时才在弗劳恩堡得到了这本书的一个复本，这时他还不知道奥西安得所做的手脚。哥白尼的思想在以后的100年里一直相对模糊不定，直到17世纪，才有像伽利略·伽利莱、约翰内斯·开普勒和伊萨克·牛顿这样的人把自己的工作建立在日心宇宙之上，