



发现天文学

—天文科学发现的方法论基础

王志健 著



科学出版社

发现天文学

——天文科学发现的方法论基础

王志健 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

天文学工作者要想获得成果、发现真理，必须正确把握科研思维，构建精巧方法，善于捕捉机遇；方法论工作者为了阐明科研手段，必须洞悉与具体思维融合在一起的理论思维。两者一起催生发现天文学——研究天文发现方法和机遇的学科分支。

本书确立发现天文学学科结构。在此结构框架下，自然地、深入地阐明每一种天文科学研究方法的本质。全书对 200 余则天文发现个案、对各种天文发现手段进行形而上的反思，从方法论和逻辑学角度全面、深入剖析这些事件，挖掘出蕴含在每一重大发现中的理论思维，阐明理论思维的驾驭机理。

细致讨论天文观察和天文实验的理性导引、天文研究的思维自由创造，揭示天文发现的主观能动作用的极致发挥；在天文学实验、天文探索理想化这两个学界较少涉及的专题，着墨颇多，深刻阐发其本质。

天文发现的机遇是本书的重头论述。机遇的本质是什么？机遇与逻辑有什么关系？机遇如何受理思维制约？天文工作者怎样把握机遇？对科研工作者和方法论工作者感兴趣的这些问题，本书作深入的剖析，给出回答。

对若干必须在理性层面给出解答的天文学课题，如“以太存在被否定了没有？”“黑洞能否找到？”“太阳中微子为什么失踪？”等，本书作深刻的分析。

本书有助天文工作者在自己的研究项目之外更广的领域理性地认识天文发现史上的成就与失误，洞悉与具体手段相融合的理论思维，为其天文学研究提供方法论基础。本书也向科学方法论工作者展示天文研究的事实细节和思维过程，只有准确掌握事实细节和思维过程，才能对之深入剖析和深刻反思，进行形而上的考辨。本书将会积极推动科学研究方法论的发展，也会推动天文学研究的进步。

本书可作为天文工作者学术工作的指南，将为推动天文学的发展发挥积极的作用。

图书在版编目(CIP)数据

发现天文学：天文科学发现的方法论基础/王志健著. —北京：科学出版社，2015. 6

ISBN 978-7-03-044962-7

I. ①发… II. ①王… III. ①天文学—方法论 IV. ①P1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015) 第 129343 号

责任编辑：李欣 / 责任校对：钟洋
责任印制：徐晓晨 / 封面设计：陈敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 6 月第 一 版 开本：720 × 1000 B5

2015 年 6 月第一次印刷 印张：20

字数：393 000

定价：128.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

序

本书研究天文学——从古代直到现今——的发现，目的不在于介绍这些发现本身，它们已经被列在天文学教科书和天文学史著作中了。本书的目标是剖析这些发现，反思其中的方法学思想，形而上地审视每一项具体发现所采用的具体手段，专注于具体手段中所融合着的理论思维，阐明这些理论思维的方法论本质。

天文学和宇宙学突飞猛进。进步源于发现，发现源于具体——观察实验与理论研究——操作，具体操作源于缜密考虑，缜密考虑融合着理论思维。故此，一方面，天文学家越来越关注方法学家的研究成果，理解各种方法的本质，领悟各种方法的真髓，冀图构建更精巧的方法以获得更新的天文发现。另一方面，方法学家密切注视天文学家的研究成果。方法学发展的途径是反思，通过对科学研究个案的反思，认识个案中具体思维与理论思维的融合，认识与具体思维融合在一起的理论思维。天文学和宇宙学的进步提供了丰富的个案，这些个案中蕴藏着的养分是方法学发展的源泉。

两个方面的关注导致同一个要求：剖析天文学的发现，阐释发现的方法论基础，建立一门学科——发现天文学。

本书对 200 余则天文发现个案逐例剖析，自觉已将精巧的、突破性的、划时代的发现案例罗致。在天文学史领域，前辈学者作了详细研究，硕果颇丰。我摘引他们公开发表的书、刊、报告中的成果作为天文发现的个案。但是，对这些个案的剖析和反思，尤其对于本书中阐述的哲学观点，我负完全责任。

本书的编排采取了方法学体系的形式，这个体系是我的创造。

我要感谢天文学和天文学史专家南京大学萧耐园教授、科学方法论专家华南理工大学彭纪南教授、科学哲学专家中山大学蒋英梦教授，他们读了全书文稿，提了许多宝贵意见，萧教授逐页作了批注。他们还写了介绍、评述：

“发现天文学：天文科学发现的方法论基础”是一个亟需研究的课题。作者以方法论为纲对天文学发现深刻反思，填补了这一领域的空白。天文发现的多种科学研究方法有怎样的整体联系？方法学界正在探索。作者阐明天文发现方法之间的内在关联，建构了科学方法体系，每种天文科学研究方法处于体系中的一个恰当位置，创造性地给出此问题的答案，依托他构建的科学方法体系，自然地、深入地阐明每一种天文科学研究方法的本质，这是本著作值得称道的成果。方法论工作者进行形

而上的反思，需要剖析具体、翔实、丰富的科学研究案例，本书囊括天文学重大的、划时代的、有代表性的发现，是所见到的数量较全、剖析较细的天文发现个案文献。本书有助天文工作者在自己的研究项目之外更广的领域理性地认识天文发现史上的成就与失误，洞悉与具体手段相融合的理论思维，为其天文学研究提供方法论基础。本书也向科学方法论工作者展示天文研究的事实细节和思维过程，只有准确把握事实细节和思维过程，才能对之深入剖析和深刻反思，进行形而上的考辨。本著作将会积极推动科学研究方法论的发展，也会推动天文学研究的进步。（蒋英梦）

《发现天文学——天文科学发现的方法论基础》是一部颇具特色的关于天文学发现方法论的著作。作者采用案例分析与理论反思相结合的方法，精心收集和挑选了天文学发展史中的发现案例，逐一进行深入细致的剖析，从中挖掘出蕴含在每一重大发现后面的方法论思想，较好地实现了感性与理性、实际与理论的统一，从而使得这本著作既不同于一般的天文学发展史著作，也不同于一般的科学方法论著作，具有其独特的学术价值。本著作显示作者深厚的天文学史功底，对天文发现案例叙述详尽，史料准确，细节清晰；更能坚持马克思主义认识论的正确导向，立论严谨，说理充分；在关于天文学发现方法论若干方面（如追寻以太、黑洞探索、理想化方法、机遇发现中逻辑思维的作用等）有其独到的见解。（彭纪南）

作者选择了天文学发展史上天文发现的 200 余则个案，剖析这些发现的逻辑思维过程。阐释蕴含于其中的方法论思想，进一步概括并提出基于正确理论思维的方法论基础，以说明天文学发现的规律。我作为天文学和天文学史的学者，对天文学史上的若干发现事件虽略有所知，尚未见到从方法论和逻辑学的角度如此全面、深入地剖析这些事件。本书的出版不仅是方法论这一学科本身的一个成果，也将为天文工作者指引正确把握科研的思维和方法、获得发现成果的途径，因为只有遵循正确的方法和思维逻辑，才能少走弯路，避免错误，取得成绩。作为天文工作者，往往不可能自觉地对历史上乃至自己的工作经历作有如此理论深度的分析和总结，以指导今后的工作。所以本书即将成为天文工作者学术工作的指南，本书的出版将为推动天文学的发展发挥积极的作用。（萧耐园）

王志健

2014 年 5 月于羊城

目 录

序

第一章 天文探索	1
第一节 天文学规律的认识	1
第二节 探求真理之路	8
第二章 天体映像	17
第一节 知觉映像	17
第二节 抽象的天体像	25
第三章 天文探索的思维形式	58
第一节 归纳	59
第二节 演绎	69
第三节 思维规则	79
第四章 天文发现的本源	89
第一节 天文观察	89
第二节 巡天	97
第五章 天体物理实验	107
第一节 天文学实验	107
第二节 天文仪器	123
第三节 统计	137
第六章 天文观察和实验的理性导引	143
第一节 假言推理	143
第二节 筛因	150
第三节 溯源	156
第四节 试错	166
第七章 知识继传——天文学发现的直承形式	173
第一节 外推	173
第二节 分类	185
第三节 类比	197
第八章 思维自由创造——天文学理论的发展形式	207
第一节 论证	207

第二节 转移·····	217
第三节 假说·····	226
第四节 思维模型·····	240
第五节 理想化·····	259
第九章 天文发现的机遇·····	277
第一节 机遇的本质·····	277
第二节 机遇与逻辑·····	287
第三节 机遇与理论思维·····	297
参考文献·····	309
跋：南师天文班记·····	310

第一章 天文探索

人为什么研究天文？

缘由有四：

(1) 为生产：识天时、明季节、辨方位、定航向。

(2) 为好奇：疑则生天问、惑则求推步。

(3) 为占卜：祈求好运、占星求天、从正常天象获信心、从异常天象猜警示。

(4) 为天文科学的发展：天文学一旦成为了一门科学，就有了自身的发展、自身的问题，人就研究天文学，不断提出问题、解决问题，不断发现新天象、构造新理论，天文学就蓬勃发展。

第一节 天文学规律的认识

科学探索

几千年的天文学研究获得了丰硕的成果：探明了天体运动的诸多规律。

科学探索是人类认识自然规律的过程。

天体作为客观事物，它的变化、运动规律独立于人而存在。它被认识，要经过感官的感受，人脑的消化、加工、凝缩、提炼，然后采用恰当的形式把它表达出来。

我们来考察人对行星运动的认识，作为本书剖析的第一个实例，认识科学研究和探索真理的历程。

古人看天，发现天上星星排列成的图案是不变的，年复一年还是那样。可是，有几颗星不参加图案的排列，而是在固定的星空图案中穿行。这就是五颗行走的星：金星、木星、水星、火星、土星。它们每天出现在天空中不同的位置。

怎样解释行星的运动呢？

16世纪以前，人们信奉由亚里士多德构造并被托勒密完善了的天体运行体系：一切天体绕地球做圆周运动。地球往外有几个天球壳，每个球壳上分别镶嵌着太阳、月亮和五颗行星中的一颗，依次是月亮、水星、金星、太阳、火星、木星、土星。土星外面是恒星天。行星在一个比较小的圆周——称为本轮——上匀速转动，本轮的中心在一个大轮——称为均轮——上绕地球的“对点”做匀速运动。地球与“对

点”的中点就是均轮的圆心（图 1-1）。

这是行星视运动的数学注解，至于客观世界是不是这样，托勒密并不关心。

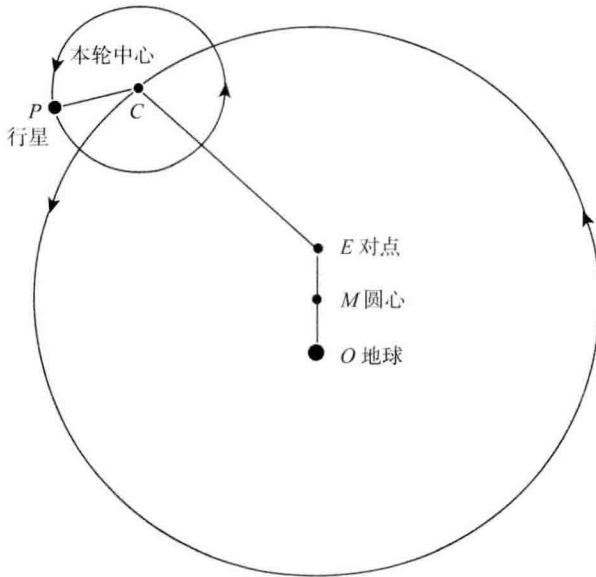


图 1-1 对行星运动表现的数学注解（托勒密，145）

1542 年，哥白尼作出另外的数学说明：不是行星绕地球做圆周运动，而是地球和行星绕太阳做圆周运动。哥白尼的这个说明在相当程度上被认为是真理。

70 年后，开普勒将行星视运动研究从几何学转入了物理学。他研究了第谷留下的精密观测资料，发现行星——地球也是行星——绕太阳运行的真实轨道不是圆而是椭圆，太阳在椭圆的一个焦点上。

又过了 70 年，牛顿从力学原理出发，计算出在万有引力作用下，行星绕太阳运行的轨道是椭圆。

这样一来，人就清楚认识了行星的运动：太阳与行星按照物理学规律以太阳为中心构成了一个动力学体系——太阳系，它们看起来复杂的运动可以用数学结果表示出来。

但是，人们还是不明白，运行轨道椭圆本身是怎样运动的？一颗行星绕太阳运行的椭圆轨道本身也在运动，进动是这种运动中的一种。应用牛顿理论计算出来的行星椭圆轨道近日点进动的量与观测值总是对不上号，为什么会这样？

1916 年，爱因斯坦建立了相对论力学。由此出发，他准确地计算了椭圆轨道近日点进动的量。原来，在引力作用下，必须考虑空间和时间的性质和结构。

反映正确吗

从托勒密到爱因斯坦，人对行星的运动有了一系列的认识。那么，哪个认识是对的？谁的认识更真？或者说，哪个认识更具有真理性？

在我们的例子里，行星是自然界客观存在的事物，它们的运行有自己的特性，这些特性的表象被人看见了，人就觉到了这些特性，进一步，人把行星运动这一客观事物及其规律反映到脑中。

托勒密的反映是直观的反映，看见什么在动就描述什么。既然行星在天球上运行，那就让它绕我们转好了。用圆来表达最方便，也最“美”，至于对点、本轮、均轮，都是为了方便描述而套用的数学形式，托勒密也不知道它们是不是真实地反映了行星的运动。现在我们清楚了，托勒密的反映不是真的。

哥白尼追求正确反映，用地球的自转和公转解释行星的运动。在哥白尼的认识中，采用了圆形轨道。于是，纯粹客观的行星在人脑中就有了一个映像——圆形轨道：在圆形的均轮上有本轮，在本轮之上还有本轮。哥白尼用了 34 个圆形轨道来构成他的太阳系。

在牛顿的认识中，力学原理才反映了行星运动的规律。这样一来，哥白尼认识中的不真之处暴露出来了，日心学说作了根本性的修改。

相对论天体力学，则是用相对论作为对客观的行星及行星运行规律的反映。正是由于这一反映的正确性，人们对行星运行现象了如指掌了。

正确的反映——科学真理

通过案例剖析，我们知道：

(1) 规律是客观的，它独立于人而存在。在人认识它们之前，自然界本来就存在着。

(2) 自然界——它运动的物质——会刺激人的感觉器官，产生感觉和知觉。

(3) 感觉和知觉，虽然是自然界直接刺激所产生的，但它并不就是自然界的物质运动规律。它没有正确地表达自然界。

(4) 人脑必须对感觉和知觉进行加工，积极思维，透过现象把握事物的本质。

(5) 同时，用科学语言把大脑所把握的事物本质表述出来。

这样的科学语言表述就是客观事物及其规律性在大脑中的反映。如果这个反映正确，我们就得到了科学真理。

科学真理，就是客观事物及其规律性在人头脑中的正确反映。

哥白尼理论、牛顿力学理论、相对论力学理论分别以不同程度的正确性反映了行星运动这一客观事物及其规律。可是这三种理论认识的真理性是不同的。哥白尼理论是正确的，但它仅是与地心说抗衡的、更美的和谐理念，是行星运动的粗略反

映，现在，它仅保留历史地位。牛顿力学理论的正确性比哥白尼理论大大提高了。正确程度更高的反映是相对论力学理论。

现在，牛顿力学理论被认为是行星的本质及其规律的科学真理。在要求更精密的场合，人们则应用相对论力学理论，因为相对论力学是更加正确的科学真理。

不正确的反映

我们日常感觉和知觉到的现象，并不等于真理，也就是说，它们并没有正确反映客观规律。常见的是，人知觉到的现象与客观规律差别很大。我们已经看到，人知觉到的是天体环绕地球转。这种知觉到的现象并没有反映天体运行的规律。

对行星的认识是这样，对恒星的认识也是这样。

人把看起来不会移动的星称为“恒”星。这是从知觉得来的映像。在测量不精密的年代，它似乎是一种正确的反映，但在测量精密的时代，“恒星是不动的星”就是不正确的反映了。

有一个时期，天文学界流行一种看法：火星上有纵横交错的“运河”。这是在观察火星时得到的知觉。这样的知觉如果是正确的反映，火星上就存在高度文明的生物。地球人就要做好跟火星星人交往的准备。这太振奋人心了。可是，最后发现，这样的反映是不正确的，火星上没有“运河”，火星不具备高级生命生存的条件。

从不正确的反映到正确的反映：认识以太

“正确的反映”是一个过程，是渐进的、曲折的过程。从不正确的反映到正确的反映就是科学研究寻找科学真理的过程。

我们来考察人对“以太”的认识，作为认识科学研究和探索真理的历程的案例。

“以太”一词，起源于古希腊，最初见于一则神话传说：暗神伊利波斯与夜神尼卡丝结合，生出个精灵气旺的宙斯神来，这就是以太。在那个时候，以太表示精灵之气，弥漫于宇宙。

在希腊哲人的思辨里，以太不是物理概念，而是哲学概念。他们不需观察，不需实验，无经验事实作证据，只不过从思想方面分析物质，究其本源，推出以太。哲学或迟或早总要影响自然科学，以太概念也是这样。

16世纪末，吉尔伯特仔细研究了磁石和磁铁，发现了地磁倾现象，断定地球是一块大磁铁。吉尔伯特除了做实验以外，还企图深入揭露磁的本质。不过，由于他对微观世界一无所知，只能思辨式地大胆想象。他认为磁铁有灵魂，灵魂包藏在磁铁里，并由磁铁发射出来。他发现“以太”一词能非常恰当地表示这种磁灵魂：磁以太包罗着邻近的铁物体，把它们拉向自身。推而广之，地球也包藏着和发射出重力以太，重力以太包罗着地上的物体，把它们拉向地球。

吉尔伯特的这种设想，显然是受到一种朴素唯物主义哲学思想的影响：一个物

体不能在它所不在之处起作用。所以，在磁铁周围或地球周围一定存在物质。

开普勒也把同样的思想用到太阳系。他认为太阳系中充满了以太，太阳的能力就是通过以太来推动行星做绕日运动。

笛卡儿把物质世界和精神世界对立起来，认为物质必定不属于人，它是连续的，因而物质宇宙必然是一个致密无间的充实体。在这样一个世界中，只有物物相接才能产生运动，不存在物体可以通过的“真空”。笛卡儿认为天体之间有一种本源物质，它看不见但充满空间。这就是以太。天体可以在其中畅行无阻。以太在不停地激烈运动中，卷起一个一个的旋涡，太阳就处在一个大旋涡的中心，周围的旋涡带动着行星。地球与行星又带着它们周围的小旋涡。石头落向地球，行星吸引卫星，都是以太的旋涡效应，这正如河中浮草被卷进旋涡一样。

牛顿提出另一种以太设想。他假设行星际间有以太存在。对于一个天体，离开这个天体越远，以太的压力越大。因此，以太压力就把物体压向天体——这就是万有引力的原因。

可是，不管旋涡说还是压力说，都经不起数学推演和实践验证。不久，便没有人再提了。

以太被从希腊哲人那里借来，充当了解释磁力的磁媒和解释引力的引力媒。不过，17世纪的人还不是那么渴望了解磁本性和引力本性。对于他们，以太是可有可无的。

在光学领域就不是这样了。由于牛顿的微粒假说与胡克-惠更斯的波动假说的争论，急切要去探求光的本性。

微粒说的难题是解释光的衍射，牛顿的以太压力假设还勉强可用。但为什么不同颜色的各种光微粒子有相同速度呢？

波动说的困难是解释光的直进。菲涅耳用数学证明了，因为光的波长比障碍物尺寸小得多，所以它会直进，从而解决了这一难题，光的波动说大获成功。那么，光波是怎样传播的？为了把光看成在类似刚体的介质中传播的机械运动，就需要有一种介质——以太。因为那时人们只知道机械波，所以胡克只好在1669年把光波看成一种机械波。但是，既然传光的以太有刚性，它类似有弹性的固体，渗透在一切物体的内部，那么，怎样才能把光媒所必需的这种性质与行星运动没有遇到阻力的事实相协调呢？许多聪明的物理学家为此绞尽脑汁，为以太设想了许多奇妙的性质（如容变弹性模量为零，切变弹性模量无穷大等）。

正当人们为了阐述机械光媒而大费脑筋时，法拉第发现了空间具有电和磁的性质。和笛卡儿一样，法拉第绝不承认通电导线对小磁针的超距作用，但他也不相信吉尔伯特关于磁石发射灵魂的说法。他假想在磁极或电荷周围的空间里有一些力线或一些质点链。这些链在离开源后，可以在空间自由行进，作用于远方的

导线或磁体。

1865年，精于数学的麦克斯韦将法拉第的思想写成电磁场方程。它表明，变化的电磁场以波动的形式在空间传播，电磁波的速度只与介质的电和磁性质有关。

就这样，麦克斯韦用笔尖证明了，无所不在的以太已经在某种意义上和空间本身合为一体。

由于电磁波的传播速度与光速相同，麦克斯韦断定，光是一种电磁现象。有一种以太就可以传播光和电磁波，无需臆造好几种不同的以太。

于是，力学性质的以太概念被电磁性质的以太概念所代替，人们不必再在以太的奇妙的机械性质上大伤脑筋了。

但是，另一个问题使研究者更伤脑筋，这就是物体相对于以太的运动：运动的物体是不是带动以太？

这个问题与光速的测量密切联系。麦克斯韦虽然从他的方程式算出了电磁波的速度，但是，它是电磁波相对于以太的速度还是相对于观察者的速度？在方程中一点儿也看不出来。

不过，那时候人们所说到的光速不言而喻是指光相对于以太的速度。这是很自然的，因为他们把光类比于声。声速是以空气为参照系测出的，运动物体并不带动空气，人相对于空气静止或运动时，测得的声速不相同。

经典力学需要一个绝对参照系，长久以来，人们就在寻找它的物理实在。弥漫宇宙、无所不在、物体在其中穿行不受阻碍的光以太正是理想的物质。人们就取绝对静止的光以太作为绝对参照系。

运动的地球不带动以太，这是1728年布拉德雷发现的光行差的理论推论。1893年，洛治的重物旋转实验也说明，运动物体不带动以太。

既然运动物体不带动以太，那么，当人相对于以太静止或运动时，测得的光速应该不同。1881年，迈克耳孙用干涉仪做了一个观察地球相对于以太运动的实验，1887年，迈克耳孙和莫雷又大大改进了实验技术。实验结果指出：地球与以太没有相对运动。1902年，屈劳顿和诺勒尔应用电容器探测地球相对于以太的运动，结果也没有发现以太漂移：运动的地球带着以太一起运动。

两组实验的结果完全相反，一时间，“真理没有标准”了。出于对迈克耳孙-莫雷实验的信赖，“迈克耳孙-莫雷实验否定了以太存在”的论调占了压倒性的上风，直到如今。

1905年，爱因斯坦抛弃了绝对参照系，指出光以太的引入是多余的，把光以太作为绝对参照系也是多余的。在作出光速不变公设后，整个狭义相对论的公理化体系就建立起来了。那么，不作为绝对空间的以太是否存在？宇宙中是否存在没有以太的、一无所有的真空？

天体物理学证明了，真空也是物质的一种存在状态。

1928年，狄拉克从相对论电子运动方程出发解释真空，认为真空充满具有负能量状态的电子，它们不能被观察到。如果有足够的能量，使真空中的一个电子从负能态跃迁到正能态，就会在真空中出现一个空穴——正电子。

理论是如此神奇，当时没有多少人相信。三年后，安德逊发现了从宇宙射来的正电子，人们才佩服狄拉克“真空不空”的惊人分析。

1947年，物理学研究进一步发现，真空不但充满物质，而且还会由于外界电荷的影响，使真空物质的正负电荷偏离——这就是真空极化。兰姆的微波氢原子光谱实验和朝永振一郎的计算，都证实了这点。

1965年，彭齐亚斯和威尔逊发现，地球外空间有一种微波辐射，它是均匀的、无所不在的。他们研究了0.05~30cm波长的辐射强度，结果得出，它是3K的黑体辐射。彭齐亚斯和威尔逊指出，这种3K微波背景辐射的一个重要特点是各向同性：从地球向各个方向测量，所得到的辐射强度和温度相同。

辐射是物质的一种形式，地球被包围在背景辐射里，不过还没有发现这种辐射相对于地球的运动。

1970年，汉柯·图里勃发完成了一项理论研究，结果表明，如果承认了光速不变原理，那就完全没有理由说迈克耳孙-莫雷实验否定了以太的存在。

缪勒指出，彭齐亚斯和威尔逊的结论——3K微波背景辐射是各向同性的——是不对的，他们的测量仪器精度太低了。

1976年7月~1977年年底，缪勒将高度精密的仪器装入U-2飞机，以检测背景辐射是否真的具有各向同性。几乎同时，哥里和维尔克逊也把辐射计装入高空气球的吊舱内进行同样的观测。

结果表明，3K微波背景辐射并不是绝对均匀的各向同性。在地球看来，有一辐射温度的最大值，它在狮子座 α 星（轩辕十四）的东南方。为了解释这一温度偏差，缪勒认为地球在辐射包围中高速运动。理论计算得出太阳正在以400km/s的速度奔向这一点，但太阳目前已以250km/s的速度绕银心运行。因此，用矢量计算，求得银河系正以600km/s的速度相对于背景辐射运动。皮克贝拉斯创造了“新以太漂移”这个术语来描述这一运动。

1992年，宇宙背景探测者（COBE）卫星发射上天，斯穆特小组用5.7mm波长的射电望远镜对微波背景辐射进行全天际巡天，测得了背景辐射强度的双极分布——偶极各向异性分布，绘出了异性分布图（图1-2），这个图反映了地球在大尺度上辐射呈各向同性的参照系上的运动。扣除了地球和太阳在银河系里的运动之后，计算得到银河系相对于微波背景辐射的运动速度：600km/s。

观察本身已经说明，弥漫宇宙、无所不在的物质是存在的，这种物质与地球一

定程度的相对运动也是存在的。



图 1-2 宇宙背景探测卫星对在宇宙背景辐射中的偶极各向异性的测量结果
(斯穆特, 1992)

以太就像孙悟空的脑袋, 长了砍, 砍了长, 每砍一次就长出一个新头, 这个“新头”又有它新的内容。

以太存在未被否定。以太存在不可能被否定。

人对以太的认识就是这样一个渐进的、曲折的过程, 逐渐从不正确的认识走向正确的认识。

第二节 探求真理之路

从现象到本质

托勒密的地球中心天体运行体系, 颠倒了太阳与地球的关系, 现在, 它已经被完全抛弃了。新的太阳系学说代替了它。

原来, 我们所看到的日月星辰的运动, 只是天体运动在我们眼中的表现, 也就是现象。这些现象不是天体运动的规律。如果把现象当作规律, 那就错了。不过, 规律又是经过现象表现出来的。我们就是通过对现象的研究, 深入到那些支配这些现象的规律, 也就是说, 发现本质。

日月星辰运动的表现, 都是什么样?

(1) 恒星固定不动, 它们组成固定图案。恒星图案每天移过一点, 经过一年, 又回原来的位置。

(2) 月亮每天移动它的位置, 每天变化它的形状, 有时圆, 有时缺, 大约 29 天, 又恢复原状。

(3) 太阳每天移过一点，经过一年，又移回原位。

(4) 金星、木星、水星、火星、土星，这五颗行星在恒星图案中穿行，每天变动位置，多数时间从西往东行，但有时从东往西行，有时又停住不动，有时它行得快，有时它行得慢。

是什么规律支配着日月星辰的运动，使它们表现出这些现象？

说明月亮、恒星的运行现象似乎不难，让它们绕着地球转圈就行了。为了解释行星的表现可要想办法。托勒密的办法是：行星就沿着本轮—均轮环绕地球运行，地球是宇宙的中心。

托勒密的这个地心体系不断发展，本轮—均轮的圆圈数增加到 80 个，层套层，圈叠圈，还是未能准确说明行星运行现象。

哥白尼临终时发表了《天体运行》一书。他认为托勒密的地心体系未能反映天体运动的规律，也不能说明天体运行现象。

哥白尼认为，天体运行的规律应该是这样的：

(1) 地球不是宇宙中心，太阳才是宇宙中心。

(2) 恒星是不动的。

(3) 行星绕太阳转圈。从外到内的顺序是：土星、木星、火星、地球、金星、水星。

(4) 地球也是一颗行星，它每年绕太阳转一圈。

(5) 地球绕自己的轴旋转，每天转一圈。

(6) 月亮仅绕着地球转圈，大约 29 天转一圈。

哥白尼的这个太阳系学说，真正反映了天体运动的规律，抓住了本质，所以，它能够说明日月星辰运动的表现。

我们说，托勒密的说明，停留在对现象的描述；哥白尼的研究，从现象到达本质，哥白尼找到了真理。

从内容到形式

科学真理不是客观事物及其规律本身，而是它们的反映，并且是正确反映。

既然是这样，科学真理的内容就是客观的，它正确地反映了客观对象，反映了独立于人脑以外的客观实在。

表达客观事物及其本质的形式——科学真理——是科学语言。科学语言可以使用日常生活中的字、词、语、句，也可以使用图表、数学式和另外的专门语言。同一个客观对象可以用不同的科学语言表达出来，或者说，同一客观对象可以表达成不同的形式。这些不同形式的表达，在表面看来，好像是不相同的，但在实质上，它们所反映的是同一个客观事物。

因此，我们的理性认识，在内容上是完全客观的，是独立于大脑之外的客观实在。可是，在形式上，它却是大脑的产物，是我们创造出一种形式用以反映客观事物的本质属性。不过，不管采取什么样的表达形式，只有那些对客观规律的正确反映才是科学追求的真理。

科学真理可以具有不同的形式

我们来看人用来反映季节所采用的形式。

季节是客观世界的客观实在。日月盈昃，寒来暑往，对头就是一年。为了正确反映这种周期性的时间变化，人们采取了不同的形式。

古罗马人直接把年与太阳的周天视运动联系起来，定一年为 365 日或 366 日。每连续的四年中，有三年每年为 365 日，一年为 366 日，即四年一闰。为了方便使用，把一年分成 12 个时段，一个时段称为一个 month（month，前辈翻译家翻译成“月”，事实上与月亮运行没有关系）。这就是儒略历。16 世纪，天文学家对儒略历作了改进：每 400 年中，有 97 年为 366 天，其余的年份每年为 365 天。这就是现在全世界通用的公历——格里历。

中国古人用的是古历：一年分成两季，前半年为春季——称为生年，后半年为秋季——称为成年。冬至日是春季的开始，夏至日是秋季的开始。每个季节分成五个时段，一年共分成十个时段。这就是夏禹时代的历法。这种古老的夏人历法经过古西羌人一古彝人一彝族的传承，成为现今彝族及我国西南少数民族过去长期使用的十月历。这种十月历把一年分成十个时段，每个时段称为一个特补特摩（彝语，如果硬要翻译为“月”也未尝不可），每个特补特摩为 36 天，十个特补特摩共 360 天。每年过两次新年，每隔半年过一次新年，过年日占 5 天（或 6 天），一年总共有 365 天或 366 天。

我国的农历历史悠长，1000 年前臻于完美。农历是真正有“年”又有“月”的历法。一回归年分为 12 又 19 分之 7 个月，也就是 19 年有 235 个月，一个朔望月有 29.5306 天，一年有 365.25 天。把一年的天数平均分成 24 个时段，每个时段为一个节气——称为平气。唐代天文学家作了改进：将太阳在天球运行的黄道按 360° 的周角平均分成 24 个均分段，每隔 15° 设置一个节气——称为定气。宋代更定出一年有 365.2425 天。农历中的“年”是真正的年——太阳运行的描述：从冬至到下一个冬至所经历的日数为一个回归年。农历中的“月”是真正的月——月亮运行的描述：从满月到下一次满月所经历的日数为一个朔望月。正是由于农历是有“月”的历法，所以我们的先人能够方便地刻画和预报潮汐，精细地描写月位和月相。

我们看到，对于“年”这个客观事物就有了三种不同的反映形式：格里历，十月历，农历。这三种反映形式都正确反映了地球绕太阳的运行规律，它们都是真理。