摇图书在版编目（悦阳）数据

摇科学与中国——院士专家巡讲团报告集·第五辑辑路甬祥主编援—北京：北京大学出版社，圆[illegible]怨

摇阳[illegible]

摇Ⅰ圆科…摇Ⅱ圆路…摇Ⅲ圆科学技术 原概况 原中国 原文集摇Ⅳ圆[illegible]

摇中国版本图书馆 悦阳数据核字（圆[illegible]第 员[illegible]员号

摇书　　名：科学与中国——院士专家巡讲团报告集·第五辑
著作责任者：路甬祥摇主编
丛 书 策 划：周雁翎
丛 书 主 持：刘摇维
责 任 编 辑：陈摇静
标 准 书 号：阳[illegible]·圆[illegible]怨
出 版 发 行：北京大学出版社
地　　址：北京市海淀区成府路 圆[illegible]号摇员[illegible]员
网　　址：[illegible]
电　　话：邮购部 [illegible]摇发行部 [illegible]摇编辑部 [illegible]
出版部 [illegible]
电 子 邮 箱：[illegible]
印　刷　者：
经　销　者：新华书店
[illegible]毫米 [illegible]毫米摇员[illegible]开本摇员[illegible]印张摇[illegible]千字
[illegible]年 [illegible]月第 员版摇[illegible]年 [illegible]月第 员次印刷
定　　价：[illegible]元

---

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究摇摇举报电话：[illegible]
电子邮箱：[illegible]

需要全本请访问 www.ertongbook.com

# 编委会名单

主摇编：路甬祥

委摇员：（以姓氏笔画为序）

王志珍摇叶恒强摇白以龙摇白玉良摇戎嘉余
朱作言摇朱雪芬摇刘永坦摇李摇普摇李静海
吴国雄摇吴常信摇佟振合摇沈保根摇张摇泽
陈木法摇陈盈晖摇林国强摇夏建白摇董俊山

秘书处：刘峰松摇刘春杰摇徐照辉摇向摇岚

# 序摇言





由中国科学院、中共中央宣传部、教育部、科学技术部、中国工程院和中国科学技术协会共同筹划并组织的“科学与中国”院士专家巡讲团活动，旨在弘扬科学精神、普及科学知识、传播科学思想、倡导科学方法。开展“科学与中国”院士专家巡讲团活动，是科技界以实际行动贯彻落实党的十六大精神和“三个代表”重要思想，贯彻、落实和宣传科学发展观，积极推进科教兴国战略实施的重大举措，具有特别重要的现实意义和深远的历史意义。

当今世界，科技进步日新月异，科学技术越来越显示出第一生产力的巨大作用，越来越成为一个国家综合国力的主要标志。大力推进我国的科技进步和科技创新，是发展先进生产力和先进文化的必然要求，是维护和实现广大人民根本利益的必然要求。

弘扬科学精神、传播科学思想、提高全民族的科学文化素质是全面建设小康社会的重要内涵。科技工作者不仅要成为先进生产力的开拓者，也应成为先进科学文化的传播者。要向公众传播先进的科学技术知识和科学文化理念，将传播的思想和内容与人民大众的利益结合起来，在公众中形成共鸣。让科学亲近公众，让公众理解科学、支持科学、投身科学。

让公众理解科学，有利于实现人类社会的全面、健康、协调和可持续发展；有利于明辨是非，让伪科学和迷信失去滋生的土壤；有利于促进科学文化氛围的形成，促进社会主义精神文明和政治文明建设；有利于认识

科学精神的实质，使我们能与时俱进地大胆实践和不断创新。

组织“科学与中国”院士专家巡讲团巡讲活动，是中国科学院学部进行科学普及工作的一种好形式，也是各级政府部门提高领导干部科技素质、各大中小学校开展爱祖国、爱科学教育的有效手段。院士们以严谨的科学态度和孜孜不倦的求索精神，为推动我国科学技术进步、促进学科发展作出了突出贡献。他们以自己几十年的科研、教学经历和亲身感悟，向社会公众宣讲科学精神，解读科学前沿热点，诠释科学伦理道德建设的内涵，阐述科技促进经济发展、科技推动社会进步的作用等，具有很好的说服力和感召力。广大干部群众很受启发，深受教育，取得了良好的社会效果。“科学与中国”院士专家巡讲团活动作为我院科普工作的一面旗帜，将长期坚持下去。

《科学与中国——院士专家巡讲团报告集》中的演讲报告涉及科技发展历史回顾、科技前沿热点探讨、科学伦理道德建设、科技促进经济发展、科技推动社会进步等五个方面的主题。此演讲录的出版可以让更多的人了解科学技术发展的历史和前沿，了解科学技术对经济和社会发展的作用，可以让更多的人关注科学道德建设问题。

我们相信，只要广大科技工作者都来关心并投身科学普及工作，只要广大干部群众都能重视和支持科技工作，跟上科技飞速发展的时代步伐，我们国家的科技事业就大有希望，科教兴国、提高全民族科学文化素质、全面建设小康社会的宏伟目标就一定能够早日实现。

# 目 录




**路甬祥**

百年物理学的启示 1

实验与理论之间的矛盾催生新概念 重大科学突破始于凝练出科学问题 科学想象力需要严谨的实验证据支持 自然科学需要数学语言 新仪器的发明为科学打开新的窗口 物理学与生命科学的相互作用 社会需求的拉动以及科学与技术的互动 物理学的魅力及其未来



**白春礼**

化学与纳米科学技术 22

中国化学会和中国科学院的化学学部 不断发展的中国化学学科 中国的纳米化学和纳米材料



**柴天佑**

企业信息化

——数字化和智能化 38

企业信息化是走新型工业化道路的必然选择；企业信息化的内涵 企业信息化的基础与实施策略 案例



摇摇摇



**戴立信**

**有机化学与社会 辅题**

**什么是化学和有机化学；有机化学和人类健康；有机化学与材料；问答**



**施雅风**

**冰川、气候与水资源变化问题 辅题**

**冰川；气候与环境的变化；未来情景的预估**



**宋心琦**

**化学中的机会和挑战 辅题**

**我研究化学教育问题的原因；化学中的机会和挑战；如何提高科学素养；结束语：增强信心，迎接挑战**



**肖洪浪**

**西部水与生态 辅题**

**水资源短缺与空间分布不均；流域水平衡问题；节水的几个阶段；生态水文与水环境修复；数字流域；水管理；水环境及其变化**



徐光宪

化学与信息科学交叉的新园地的探索 …… 1

基础化学信息学要探讨的问题；化学分子信息量的计算和宇宙信息量的估算；结论



杨福愉

谈谈生物膜 …… 21

生物的基本结构与功能单位；生物膜的组成与结构；膜蛋白的研究情况；生物膜与医药的关系；问答



黄祖洽

人类生存的可持续发展

——以人为本的科学发展观 …… 37

人类生存发展面临的危机；关于能源的问题；人类生存的可持续发展的要求；中国可持续发展的五大瓶颈；中国进行的七个方面的能力建设；中国政府促进可持续发展的主张；科学发展观



杨振光

探索宇宙奥秘

——天文科普探索与实践 …… 59

宇宙的起源和大小；太阳系；我国航天技术的发展



**沈学础**
走进人们生活的量子论 ……
基于量子论的现代高科技成就；爱因斯坦对量子论和光电效应解释的贡献；量子力学的发展；爱因斯坦其人



**卢良恕**
发展现代农业是建设社会主义新农村的重要着力点 ……
我国总体上正处于“以工促农、以城带乡”的新阶段；建设社会主义新农村是党和政府的重大战略决策；发展现代农业的两个重点；正确理解“建设社会主义新农村”；发展现代农业是建设社会主义新农村的重要着力点



**赵玉芬**
现代化学前沿 ……
化学与人类健康；化学与能源；化学与材料；化学与环境



**郑度**
地理学研究进展与前沿领域 ……
学科背景；进展和成就；发展趋势及研究的前沿领域；公众的科学素养

后记 ……

# 百年物理学的启示



路甬祥

【报告人简介】摇浙江慈溪人，流体传动与控制专家。中国科学院院士，中国工程院院士，中国科学院院长，中国科学院学部主席团执行主席，中共十五届中央委员会委员。员恕源年毕业于浙江大学。员恕员年获联邦德国亚琛大学工程博士学位。在机械工程特别是流体传动与控制、高等工程教育等领域作出过重要贡献。获圆国项专利，在国内外发表圆缘多篇科学研究和工程教育论文及两本科学著作，在科学和技术、高等教育和管理方面的贡献使其获得了国家发明奖、高等教育奖等多项奖项。



摇摇摇*Lu Yongxiang*

摇摇摇摇摇摇

摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇**路甬祥**

一百年前，爱因斯坦在伯尔尼狭小而简陋的公寓里写下了十几篇科学文章，其中的五篇论文成为科学史上著名的论文，它们分别是：讨论光量子以及光电效应的《关于光的产生和转化的一个启发性观点》、推导计算分子扩散速度数学公式的《分子大小的新测定》、提供原子确实存在的证明的《关于热的分子运动论所要求的静止液体中悬浮小粒子的运动》、提出时空关系新理论的《论动体的电动力学》以及根据狭义相对论提出质量与能量可互换思想的《物体的惯性是否决定其内能》。特别是作为相对论奠基之作的《论动体的电动力学》，拉开了近代物理学革命的序幕。

这场以量子论和相对论为基础的近代物理学革命，将科学引入到一个新的时代。由此，人类认知的触角伸向广袤的宇宙，伸向遥远的宇宙起源，伸向人类在此之前所未知的微观物质层面。近代物理学革命在以后的岁月里还引发了生命科学的革命。这一切改变了人类的物质观、时空观、生命观和宇宙观。而且，近代物理学革命催生出核能、半导体、激光、新材料和超导等物理技术，促进了一批新技术的飞速发展，并借此改变了人类的生产和生活方式，将人类推进到知识经济时代。

爱因斯坦等近代物理学革命的缔造者，无疑是科学史上乃至人类历史上的划时代伟人。我们纪念他们，回顾一百年来物理学的发展历程，并不仅仅是为了感念和追思，更重要的是要从他们的成就与发现历程中汲取可贵的启示与经验，以对我们把握科学的未来与发展有所裨益。

需要全本请访问 www.ertongbook.com



阿尔伯特·爱因斯坦
(Albert Einstein)
(1879—1955)



- 关于光的产生和转化的一个启发性观点
  ——讨论了光量子以及光电效应
- 分子大小的新测定
  ——推导出计算分子扩散速度的数学公式
- 关于热的分子运动论所要求的静止液体中悬浮小粒子的运动
  ——提供了原子确实存在的证明
- 论动体的电动力学
  ——提出了时空关系新理论
- 物体的惯性是否决定其内能
  ——根据狭义相对论提出了质量与能量可互换思想

**图员**

## 一、实验与理论之间的矛盾催生新概念

源

**20世纪末，人们还陶醉于经典物理学的解释，甚至有人认为，物理学已无大事可做。但是，就是在这种情况下，一些物理现象的发现，开始预示着经典物理学解释的局限性。**

**冶金工业的迅速发展所要求的高温测量技术推动了关于热辐射的研究，19世纪中叶的德国成为这一研究的发源地。所谓热辐射就是物体被加热时发出的电磁波，它很强地依赖于物体自身的温度。麦克斯韦的电磁场理论把光作为电磁现象囊括在其中，但它只能解释光的传播，而对于热辐射的发射和吸收则无能为力。基尔霍夫提出用黑体作为理想模型来研究热辐射（1859），维恩确认可以将一个带小孔空腔的热辐射性能看做一个黑体（1893）。一系列的实验表明，这样的黑体所发射的辐射能量密度只与其温度有关，而与其形状及其组成物质无关。怎样从理论上解释黑体能谱曲线，成了当时热辐射研究的根本问题。维恩根据热力学的普遍原理和一些特殊的假设，提出了一个黑体辐射能量按频率分布的公式（1896），普朗克就是在这个时候加入了热辐射研究。**

热辐射现象的发现，对经典物理学理论提出诘难



麦克斯韦（James Clerk Maxwell，1831—1879）的电磁场理论只能解释光的传播，而对于热辐射的发射和吸收则无能为力。



基尔霍夫（R. G. Kirchhoff，1824—1887）提出用黑体作为理想模型来研究热辐射（1859）



维恩（W. Wien，1864—1928）确认可以将一个带小孔空腔的热辐射性能看做一个黑体（1896）



热辐射现象

**图圆**

**为了解释黑体辐射光谱的能量分布曲线，普朗克在圆圆圆年给出了一个与实验结果非常吻合的公式。然而，这个公式要求黑体辐射所发射或吸收的能量是确定大小的能量子，这就意味着能量也像物质一样具有粒子性——能量的分离性或不连续性。圆圆缘年，爱因斯坦把能量子的概念推广到光的传播过程中，提出了光量子理论，并成功地解释了光电效应。圆圆源年，丹麦物理学家玻尔（[illegible]）又把能量子的概念推广到原子，以原子的能量状态不连续假设为基础，建立了量子论的原子结构模型。德国物理学家海森伯（[illegible]）不满意玻尔原子理论的不自洽，他直接从光谱的频率和强度的经验资料出发，于圆圆缘年提出矩阵量子力学。第二年，奥地利物理学家薛定谔（[illegible]）改进了德布罗意（[illegible]）基于波粒二象性的物质波理论，提出了波动量子力学。而后的研究进展不仅证明矩阵和波动两种量子力学的数学等价性，而且美国物理学家费恩曼（[illegible]）又发展出第三个等价物——路径积分量子力学。由此，量子理论趋于完善。**

**正是热辐射这一疑难成了量子论诞生的逻辑起点。作为能量的“量子”概念诞生在圆圆圆年，它的提出和推广导致描述微观粒子运动的量子**

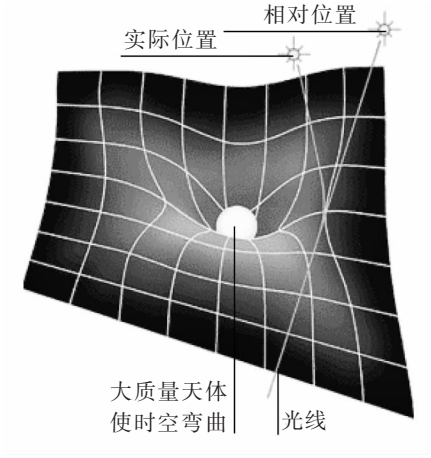
力学在 [illegible]世纪 [illegible]年代形成，并进而与狭义相对论结合，发展出描述微观粒子产生和湮没的量子场论。量子场论的发展经历了经典量子场论（对称的）、规范量子场论（非对称的）和超对称量子场论三个阶段，不仅揭开了肉眼看不见的微观世界的秘密，并且加深了人类对宇宙演化的理解，革新了人们认识世界的方式，而且还带来了一系列重大的技术突破。

我们从对黑体辐射的实验研究到量子理论的提出可以认识到，科学归根结底是实证知识体系。一旦理论与严密的实验结果不一致，无论这种理论的权威性有多高，无论这种理论得到多少人、多少年的信奉，作为科学家，都有理由去怀疑理论本身。同时，我们还认识到，科学探索的最终结果是对发现的自然现象作出理论解释，而做到这一点，不仅需要有严谨的科学态度、理性的质疑精神，更需要有深邃的思考能力和缜密的分析能力以及理论的思维能力。

## 二、重大科学突破始于凝练出科学问题

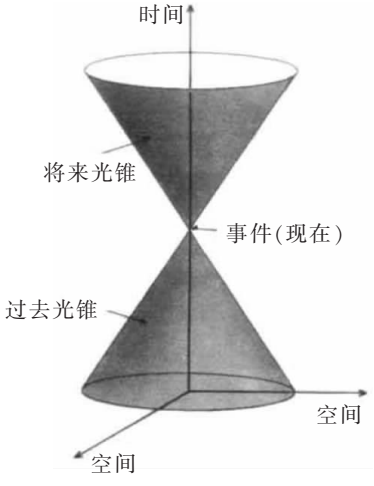
爱因斯坦提出的相对论是一种崭新的时空观。相对论的关键科学问题在于同时的相对性。相对论合理地解释了时间与空间相联系、空间与物质分布相联系、物质和能量相联系，改造了牛顿以来的经典物理学知识体系，不仅与量子力学一起构成了 [illegible]世纪物理学发展的基础，而且把人类对自然的认识提升到一个全新的水准，深刻地影响了人们的思维方式和世界观。

相对论的创立源于作为电磁波假想载体“以太”的危机。美国物理学家迈克尔逊（[illegible]于 [illegible]年公布的实验报告《关于地球和光以太的相对运动》表明，在牛顿力学领域里普遍成立的相对性原理在麦克斯韦电磁场理论中不成立。荷兰物理学家洛伦兹（[illegible]和法国物理学家庞加莱（[illegible]等都想在保留以太假说的基础上解决这一矛盾。洛伦兹通过引入“长度收缩”（[illegible]、“局部时间”（[illegible]和新的变换关系（[illegible]，证明了在一级近似下，地球系统与“以太”遵循相同的规律；而庞加莱提出的相对性原理（[illegible]和洛伦兹提出的变换群（[illegible]则强调相对性原理的普遍有效性。虽然他们两人的工作已经不自觉地偏离了经典物理学的框架，并且实质上是在叩打相对论的大门，但创立相对论的重任还是留给了爱因斯坦。




图猿

爱因斯坦的成功不仅在于他把电磁场看成独立的物理存在，并认为以太假说是多余的，更重要的是，他提出了“同时的相对性”这一关键的科学问题。爱因斯坦在《论动体的电动力学》（[illegible]）中，通过严密分析后指出：同一地点发生的两个事件的同时性是不依赖于观察者的，而异地发生的两个事件的同时性则是依赖于观察者的，只有指明相对哪个观察者而言才有意义。同时，这种相对性，我们在日常生活中几乎观察不到，观察者的运动速度只有接近光速才能发现。爱因斯坦借助于同时的相对性概念，通过光速恒定和相对性两条原理，推导出狭义相对论的主要结论。它




图源

的进一步发展是广义相对论（□□□）和统一场论。爱因斯坦以其相对论研究的三部曲向物理学的同行展示了他非凡的科学思维创造力。

## 三、科学想象力需要严谨的实验证据支持

□□□年，爱因斯坦发表了《根据广义相对论对宇宙学所作的考察》（□□□），这篇论文标志着现代宇宙学的诞生。尽管爱因斯坦的宇宙模型沿袭了牛顿的静态宇宙观，但其所给出的场方程却允许宇宙动态解的存在。□□□年荷兰著名天文学家德西特、□□□年俄国数学家弗里德曼以及□□□年比利时物理学家勒梅特先后提出了膨胀宇宙论。美国天文学家哈勃（□□□—□□□）所观测到的红移定律现象，有力地支持了膨胀宇宙论。在膨胀宇宙论的基础上，□□□年物理学家伽莫夫（□□□—□□□）通过引入核物理学知识，提出了大爆炸宇宙论，认为宇宙源于一个温度和密度接近无穷大的原始火球的爆炸。他的学生阿耳法（□□□—□□□）等在□□□年进一步推算出宇宙大爆炸发生在□□亿～□□亿年前，并预言大爆炸的余烬在今日应表现为□□的宇宙背景辐射。□□□年，美国的两位电讯工程师彭齐亚斯（□□□—□□□）和威尔逊（□□□—□□□），在研究卫星电波通信时发现来自宇宙各个方向的强度不变的背景微波辐射，这种微波辐射正好相当于□□的黑体辐射。这一发现被认为是证实了大爆炸宇宙学背景辐射的预言。随后大爆炸宇宙学开始兴起，并且发展成为宇宙学的“标准模型”。



德西特
（W.de Sitter）
（1878—1933）



弗里德曼
（А.А.Фридман）
（1888—1925）




勒梅特
（G.Lemaitre）
（1894—1966）



伽莫夫
（G.Gamov）
（1904—1968）

图□

早在□□世纪初，爱因斯坦就把地球磁场的起源列为物理学五大难题之一。直到地震波方法确认了地球圈层结构以后的□□世纪□□年代，人

们才提出“自激发电机”假说，而它的科学认证却要等到 [illegible] 年核—幔差异运动的证据发现以后。对固体地球内部结构了解的进展主要借助地震波方法，通过对穿透地球内部之地震波速度变化的分析，逐渐形成了关于地球的圈层结构概念。克罗地亚地球物理学家莫霍洛维奇 ([illegible]) 发现了地壳与地幔的分界面 ([illegible])，德裔美国地震学家古登堡 ([illegible]) 发现了地幔与地核的分界面 ([illegible])，雷曼 ([illegible]) 发现了液体外地核和固体内地核之间的分界面 ([illegible])，布伦 ([illegible]) 提出地球的分层模型 ([illegible])。核—幔旋转差异运动是为解释地磁场的起源而提出的一种假说，后来又被用来作为解释地磁极性倒转的一种机制，但一直没有找到直接的科学证据。在美国哥伦比亚大学工作的宋晓东和理查兹 ([illegible])，通过对 [illegible] 年靠近南极的南美桑威奇群岛附近发生的 [illegible] 次地震记录的分析，测量了通过地球内核传到靠近北极的阿拉斯加的克里奇地震台的地震波速度，发现 [illegible] 年间南极发生的地震波到达北极所需的时间快了 [illegible] 秒。由此直接证实了地球内核比地壳和地幔转得稍快，大约三四百年内要多转一周。这一发现得到中国另一旅美学者苏维加博士和美国地震学家杰旺斯基 ([illegible]) 的肯定。他们通过对全球约 [illegible] 个地震台的地震数据进行分析得出了类似的结论，按照他们的计算内核自转速率还要快些，在 [illegible] 年间就转过 [illegible] 度。

我们从爱因斯坦的相对论、宇宙大爆炸理论和地球磁场理论的提出与完善过程中可以看到，在科学的发展中，解决问题固然重要，但提出有价值的科学问题似乎更重要。提出问题是科学研究的前提，提出有价值的科学问题更能昭示科学所蕴含的创造性。有时，一个有价值科学问题的提出甚至能够开辟一个新的研究领域和方向。提出问题，需要对已有知识的透彻理解，需要热爱真理胜过尊重权威的科学态度，需要极强的观察和洞察能力以及创造性的思维能力，同时还需要敢于创新的勇气和信心。

## 四、自然科学需要数学语言

近代物理学的书写语言是数学。德国天文学家开普勒 ([illegible]) 用代数方程总结出行星运动的三定律 ([illegible])，被誉为世界第一位数学物理学家；意大利物理学家伽利略 ([illegible]) 以几何学方法论证落体运动定律 ([illegible])；牛顿 ([illegible]) 的著作《自然哲学之数学原理》([illegible])，把数学化树立为近代科学

需要全本请访问 www.ertongbook.com