

爱因斯坦的遗产

采访 Herwig Schopper

2004年6月，联合国宣布2005年为国际物理年，并请联合国教科文组织牵头纪念爱因斯坦关于相对论、量子理论和布朗运动的传奇文章问世一百周年。

Herwig Schopper 先生曾担任欧洲核研究组织总干事（1981—1988年），2004年因对物理学和国际合作的贡献获联合国教科文组织阿尔伯特·爱因斯坦金奖章。Schopper先生现任由联合国教科文组织主持成立的中东新的SESAME研究中心管理委员会主席。在此次采访中，Herwig Schopper 描述了爱因斯坦的理论如何彻底改变了对基本问题的认识，以及这项突破本身如何使社会发生了我们所看到的革命性变化。正如他所指出的，这项事业还远未终止。

1905年为何作为奇迹年被人记住？

爱因斯坦创立了两个相对论：第一个，狭义相对论，将牛顿力学拓展到接近可能的最高速——光速——的情况。该理论的某些结论似乎与常识完全相悖。

但这些结论已被无数次实验所证实。例如，实验证实，时钟在相对运动的各个系统中走得快慢是不同的，物体的质量取决于其运动速度。该理论的另一结论是能量与物质可以相互转化。源于纯基础研究的这种认识，后来成为核物理学能量生产在和平与军事应用方面的基础。

狭义相对论与量子力学一样，为描述自然提供了一个新的框架，而这个框架还需要用有关自然界中物

质与力的行为的更多独立研究来完善。许多概念因“相对论”的出现而被发现是错误的。

狭义相对论不是要使人们怀疑科学成果；相反，它基于不取决于观测者位置的“不变量”。广义相对论试图从时空结构方面解释重力。

相对论对日常生活的影响是微不足道的；但在全球导航定位系统中则必须要加以考虑，这是基础研究的某些成果产生意外重要应用价值的另一个实例。

爱因斯坦的相对论以及在核物理学方面的后续研究为可能成为人类自我毁灭武器的氢弹的研制铺平了道路。此事件以及1979年美国三哩岛和1986年切尔诺贝利核电站发生的灾难性事故，更不用提放射性废物处置的老大难问题，都使人们以怀疑的眼光看待核物理学。目前这种看法是否合理呢？

以下诸多原因说明这种看法是完全没有道理的。除了核动力应用外，核物理学还有许多其他应用。没有核应用的开发，现代医学中的诊断学是难以想象的。最重要的应用可能是核磁共振显像，它是扫描仪用于医学的起源。具有讽刺意味的是，为了不使病人感到恐慌，“核”术语一直被禁用，这表明公众对核问题的态度多少有些偏见和不合理。

X射线自1895年被德国物理学家伦琴发现后，已成为医学上不可或缺的工具。它们现在尤其被用于断层扫描。这是一种生成人体断面影像的方法。几乎所有医院都应用如电子感应加速器和直线加速器等粒子加速器产生的X射线治疗癌症，同步加速辐射源正成为研究和工业中许多其他应用的宝贵工具。放射性同位素不仅广泛应用于医学治疗目的，而且还广泛用于材料试验。正电子发射计算机断层扫描诊断法以反物质湮灭物质，以获取大脑内代谢的信息。质子及其他重粒子被作为一种治疗脑癌等特殊癌症的工具加以探索。

这些只是人类如何从核物理学应用中获益的几个实例。不幸的是，公众在很大程度上把核物理与原子弹联系在一起。核物理之所以变得不被信任，是因为制造原子弹的物理过程与为了和平目的生产能量的物

理过程非常相似。它们都涉及按照爱因斯坦著名公式 $E = mc^2$ ，即能量等于质量乘以光速的平方，将质量转换成能量。

当然，核动力如同其他任何能源一样，涉及一些必需加以考虑的风险。如利用聚变替代裂变这样的未来发展将减少这些危险。两者的不同在于：核聚变把两种轻的元素聚合成更重的元素，而核裂变把较重的元素分裂成碎片。两者在反应过程中都释放能量，但在裂变过程中，分裂的碎片具有长寿命强放射性，而聚变产生的“灰”不具有放射性。

不依靠核动力，我们似乎难以避免过多的CO₂造成的环境问题。当然，我们应尽可能开发和利用替代能源，如果不利用包括核动力在内的各种能源，将不可能满足第三世界国家合理的能源需求。事实上，如中国等一些国家越来越认为核动力对于其经济十分重要。

二战结束后的几十年是欧洲、美国和日本的黄金时代，因为如冰箱、洗衣机和晶体管收音机等发明使人民大众的生活更加舒适，并促进了经济增长。我们现在是生活在另一个黄金时代吗？

过去许多世纪，高生活水平仅为一群极少数、在人类社会中具有特权的贵族阶层所享有。这种状况在19世纪中叶前后随着蒸汽机、铁路和电力等现代技术的发展开始发生剧变，目前这些技术仍被不断改进。只有通过现代技术才能使产量增长到满足绝大多数人需要的程度¹，尽管绝大多数获益者是工业化国家。没有这次技术革命，就不可能废除公开或隐蔽的奴隶制度，就不可能有新的社会思想解决如提供充足的食物、住所和文化活动时间等问题。事实上，在人们被迫花全部时间为生存而战的条件下，即便是民主也不可能发展起来。

那些彻底改变我们日常生活的技术应用都基于基础研究的成果，但在许多情况下，这些成果当时被认为毫无用处，很长时间后它们对某些应用的重要性才发现。一个很有名的例子是研究与电有关现象的迈克尔·法拉第²。当英国财政部的一位代表抱怨此类研究

使社会受益的前景不大时，法拉第反驳说，他虽没有能力去描绘未来，但他敢肯定英国财政部有朝一日会从他的研究成果中获得高额税收收入。他的话果然应验，他的研究成为现代电学应用的基础。至于个人电脑，有谁会想到它对我们的日常生活产生如此深远的影响呢？又有谁会想到1990年欧洲粒子物理研究所为最抽象的学科——粒子物理学的需要而开发的环球网会使通讯业发生巨大变革呢？

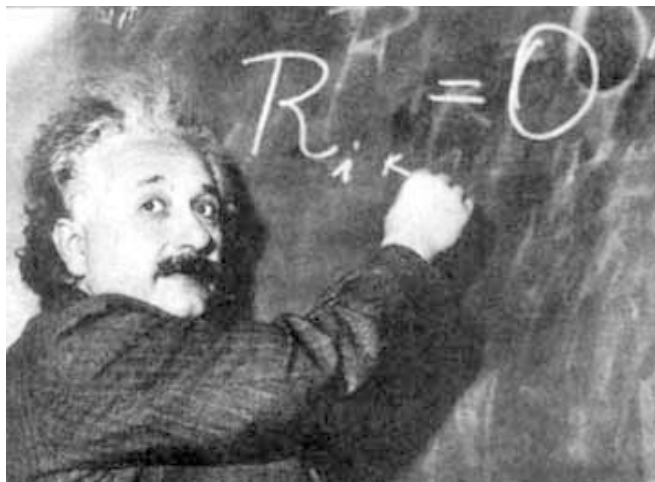
当然，工业化国家的高生活水平也不是没有负面影响，特别是对环境造成的危害。此类问题只有通过更先进的技术才能解决。我们面临的主要挑战将是把这些现代化技术引入发展中国家，以便限制同样在那里发生的环境损害。如果能实现此目标，我们将会看到不仅限于几个特权国家的另一个黄金时代的到来。

目前全球物理学家正在从事什么尖端研究，这种研究将如何使社会获益？

物理学研究正在各种前沿领域推进。在基础研究方面，粒子物理学和核物学正深深渗透到微观宇宙，以解决物质的结构单元以及它们之间的作用力难题。我们了解自然界中所有的作用力吗？强核力和弱核力只是在上个世纪才被发现。磁力和电力的统一产生了现代电工业、收音机、电话机、电视和电脑。对原子³、分子、凝聚物及光学的研究揭示了新的现象，如高温超导体或持续时间不到十亿分之一秒的博斯-爱因斯坦凝聚现象；它还使我们对量子力学有了更深的认识。如同过去一样，新知识的应用将是无法预料的。

另外，随着基础研究和应用研究之间界限变得更加模糊，基础研究现在愈加直接以应用为目标。以比头发丝还细的物体作为研究对象的纳米技术，既有属于基础研究的部分，又有属于应用研究的部分。

基础研究在过去200年中对社会最大的贡献也许是提供了一幅有关自然、宇宙和人类在这其中所处位置的全新画面，即提供了同物质进步一样宝贵的文化利益。归功于现代科学，现在打雷不再被认为是神发怒，迷信已被消除，我们认同地球不是宇宙的中心以及组成我们身体的物质在宇宙中不是最常见的（最近观察



结果)。它对于人类的自身了解有着极其重要的意义。

如果最不发达国家的科技部长请您给出该国应投资于物理学研究和教育的理由时，你将如何回答他？

政治家们已多次问我这个问题。发展中国家当前面临许多紧迫问题，如食品和饮水供给、基础设施建设及教育改革等。政府发展计划或人道主义团体所提供的巨额资金正被用于补救这些短期缺乏。尽管如此，工业化国家与发展中国家的差距在许多场合仍有加大的危险。

为了迎头赶上，发展中国家必须找出一条从农业或商业为主的社会向工业化经济转变的捷径。当今工业化国家完成此过程花了约150年。为缩短差距，发展中国家将需要把可用资金的百分之几用来促进科学、研究和高等教育。

不在这些长期问题上投资，发展中国家在其工业化过程中将会遇到其他问题，如失业。在工业化国家中，农业人口已从150年前的60%~70%的成人比例下降到今天很低的水平。第三世界国家必须建立一些基于新技术的工业活动。韩国和中国台湾的实例已经证明，这个目标可在相对较短的时间内实现。

在许多方面，技术是以科学特别是物理学为基础的。物理学还为化学和生物学等其他科学如提供基本原理。许多问题的关键，诸如环境问题、能源节约及生产或更好的医疗诊断等，都需要大力开展物理学研究。事实上，物理学与其他领域的跨学科合作不但前景广

关注有助于世界发展的物理学

随着国际物理年进入最后几个月，今年的国际原子能机构科学论坛掀起了物理学热。

在国际原子能机构第49届大会期间举行的该论坛（9月27—28日）的主题为“有助于世界发展的物理学”，论坛会议的内容涵盖了满足能源需求的核科学的相关挑战和解决方案。与会者还将考察核能先进材料和技术的发展。第三次会议着重利用电离辐射诊断和治疗癌症，并且讨论发展中国家对受过良好培训的医学物理师的日益需求。最后会议审查了全球安全机制。

了解更多论坛的信息，请访问国际原子能机构网站 www.iaea.org。

了解更多国际物理年的信息，请访问网站 www.wyp2005.org。

阔，还会成为未来数十年必不可少的活动。

如果您可以穿越时空，您眼中的2030年将会是什么样子？

预测总是困难的，特别是当涉及到对未来的预测时！谁能在30年前预测到今天个人电脑、通信技术、保健业的迅猛发展，或人类娱乐休闲活动中如卫星电视、高密度磁盘、移动电话等成为现实，或目前如此巨大的空中交通规模。科学和研究为我们带来新的惊喜，但大的问题将是人们的伦理道德是否与技术同步发展。我们是利用未来的进步使人类受益，还是使其受害，对此应负责任的将是政治家。最大的挑战将是确保在最糟的情况下，也会使世人受益于一个工业化发展的世界。

Susan Schneegans的此次采访是为联合国教科文组织的科学杂志季刊《科学世界》（第3卷，第1期，2005

年1—3月）进行的。

注：

1. 批量生产的一个早期实例为T型汽车。1914年，Henry Ford命令他在美国密执安州的T型汽车制造厂仅使用黑色漆：因为黑瓷漆比其他颜色的漆干得快，这意味着每天将以更低的成本生产更多的汽车。低生产成本使福特公司提高了员工工资，并使它的T型汽车更加经济：售价从一开始的850美元降到20世纪20年代初的300美元以下。其结果是全年销售额从最初的大约30万辆达到顶峰时的180万辆。

2. 法拉第（英国，1791—1867年）是开发电磁学的科学家之一。他是一个真正的天才实验家，在物理学直觉和形象化方面具有天赋。他的天赋表现在，在他的实验记录本中找不到一个方程式。他在19世纪引入了电场概念，认为电场是一个环绕着力线（现在通常被称为电场线）的带电体周围的空间。他以电磁学基本原理之一的法拉第感应定律而闻名。他的工作为以后如电动机、电视发射器和接收器、电话机、传真机和微波炉等设备的研发奠定了基础。

3. 原子的发现和表征也许是20世纪物理学的杰出成就。现在人们普遍知道原子是由电子、质子和中子组成的。原子直径为 10^{-8} m，其99.9%的质量在原子核。电子的质量为氢原子核的 $1/1837$ ，并带有负电荷。给原子足够的能量可使它释放出1个或多个电子。原子核的直径约为整个原子直径的 10^{-5} ，约为 10^{-14} m。原子核内的质子与电子相对应，带有大小相等但正负相反的电荷。科学家已设计出探索该物质更深层秘密的成熟方法。粒子加速器赋予粒子极高的速度和能量，它们碰撞后会揭示出原子的详细内部结构。这些研究技术产生了使生物学、化学和医学发生革命性变化的应用发明。这些技术包括电子显微镜、扫描隧道效应显微镜和核磁共振。到了20世纪末，物理学家已能够非常精细地研究原子行为。