发现了什么，意味着什么，将带来什么

2013年诺贝尔自然科学奖解读

本报记者 刘松柏

热点追踪

今年诺贝尔奖的三大自然科学奖“尘埃落定”。英国理论物理学家彼得·希格斯、比利时理论物理学家弗朗索瓦·恩格勒特因成功预测希格斯玻色子（又称“上帝粒子”）而获得2013年诺贝尔物理学奖；三名美科学家分别为：马丁·卡普拉斯、迈克尔·莱维特和阿里耶·瓦谢勒因在开发多尺度复杂化学系统模型方面所作的贡献而获得了本年度的化学奖；美国科学家詹姆斯·罗思曼、兰迪·谢克曼以及德国科学家托马斯·祖德霍夫三人“共同揭示了控制细胞货物进行精确转运的分子机制”而获得了医学奖。

三大自然科学诺奖获得者到底解决了什么问题？解决这些问题的价值何在？能给我们的生活带来什么？为此，记者采访了有关专家，给您一一解读。

基本粒子是如何获得质量的

一年一度的诺贝尔物理奖揭晓，英国人彼得·希格斯和比利时人弗朗索瓦·恩格勒特因为他们的理论预言——“希格斯玻色子的存在”而获此殊荣，并且在2012年得到了欧洲核子中心实验的证实。

希格斯玻色子是什么？为什么找到它如此重要？复旦大学物理系教授吴咏时说：“该发现奠定了粒子物理学标准模型的基石，如果希格斯理论被证明是错误的，希格斯粒子根本不存在，那么标准模型理论将被推翻，整个物理世界的理论都有可能要重新改写。”

在标准模型里，宇宙由62种不可再分的基本粒子构成，分为两大类：构成物质“实体”的费米子和传递基本相互作用的玻色子。基本粒子通过强力、弱力及电磁力这三种基本作用力组合成各种复合粒子，进而构成物质世界。

显然，物质世界是有质量的。实验结果也清楚表明，除了光子以外的基本粒子都是有质量的，但按照标准模型理论，粒子是没有质量的。吴咏时说：“标准模型的缺陷，就是该模型无法解释物质质量的来源。”这给科学家们带来了很大困扰。

1964年，希格斯等人提出了“希格斯机制”的概念，在理论上解决了这个问题。希格斯等人认为宇宙间遍布“希格斯场”，基本粒子在与希格斯场的相互作用下获得了质量，而形成希格斯场的就是一种新的粒子，被命名为希格斯粒子，且根据对希格斯粒子性质的预言，希格斯粒子的自旋为零，是一种玻色子。

然而，粒子物理学模型预言的62个基本粒子中的61个都已经得到了实验数据的支持与验证，但希格斯粒子仿佛一个幽灵，仍然游离在这座辉煌的大厦之外。由于希格斯粒子未被发现，重要问题悬而未决，因此一直成为科学家们苦苦追求的目标。而希格斯玻色子的发现，最终为这一标准模型画上了完美的句号。

“如果没有希格斯粒子，其他的基本粒子就会仍然以光速运行，不能聚合在一起，我们的宇宙将仍然是一锅沸腾的基本粒子汤，根本不能组成物质，生命也无从谈起。”参与发现“上帝粒子”的中国科学技术大学教授刘衍文此前表示，从科学意义上讲，发现希格斯玻色子比人类登上月球更重要，该理论解释了粒子为何拥有质量，从而演化为万事万物，“人类距离了解宇宙诞生之谜或许将要迈进一大步”。

发现希格斯粒子，只是整个过程的第一步。哈佛大学物理学家丽萨·兰德尔表示，这将进一步为更深层次的问题提供解决的线索，比如为什么这些粒子拥有这一质量数值？这个值是如何确定的？“这是一个大得多的问题。”

目前我国在粒子物理研究的某些领域也做出了很有影响的工作。比如，在大亚湾进行的中微子振荡实验，得出了一个重要的参数，这显示我国对中微子振荡领域的研究，在国际上已占有一席之地。此外，我国正在进行寻找暗物质的研究。“但是，中国在这些粒子物理前沿领域的理论研究上，还需要进一步努力，去赶超国际领先水平。”吴咏时说。

化学反应是如何“历历在目”的

“过去，化学家们利用塑料球和小棍来建造分子的模型，而现在，建模则是由计算机完成。”瑞典皇家科学院给出的新闻通稿中这样写道。

马丁·卡普拉斯、迈克尔·莱维特和阿里耶·瓦谢勒这三位科学家因在20世纪70年代开发出“多尺度复杂化学系统模型”而摘得了今年诺贝尔奖化学奖桂冠。因为这项研究，科学家得以用计算机揭开神秘的化学反应的面纱，通过计算机程序模拟，让复杂化学过程中肉眼不可见的每一个细微步骤都“历历在目”。

化学反应像闪电般快速发生，在数百万分之一秒间，电子已经完成从一个原子核向另一个原子核的迁移，科学家的肉眼无法观察。“在这种情况下，要想借助实验方法去描绘化学过程中的每一个小步骤几乎已经是不可能的任务。”北京大学化学与分子工程学院教授高毅勤说。

而此前，经典物理学与量子力学分属于互相对立的世界。科学家们在电脑上模拟时，他们拥有的软件要么是基于经典物理的，要么则是基于量子物理学的。前者的优势在于计算简便，但只能用于大分子，无法模拟化学反应；后者则只能用于小分子并且计算量庞大。

2013年诺贝尔化学奖在这两个世界之间打开了一扇门，并带来了活跃的合作前景。诺贝尔奖评审团说，三位科学家的开创性在于，他们让经典物理学与迥然不同的量子物理学在化学研究中“并肩作战”。

上海交通大学化学化工学院教授孙淮举例说，一个蛋白质分子里有成百上千个原子，但化学反应往往发生在其中的一个小区间。量子物理学能够精确描述如酶催化等小区间的化学反应，但小区间不是孤立的，整个环境也需要纳入研究考量。今年获奖的三位科学家，将量子物理学和分子力学计算相结合，用量子化学计算小区间的化学反应，用分子力学处理环境的影响，弥补了分子力学无法模拟反应过程及量子化学无法完成海量计算的缺陷。

多尺度复杂化学系统模型的出现无疑翻开了化学史的“新篇章”，让传统的化学实验走上了信息化的快车道。如今，反映真实情况的计算机模型已经成为现在化学界大多数新进展的关键；化学家在计算机上所进行的实验几乎与在实验室里做的一样多，从计算机上获得的理论结果被现实中的实验证实，之后又产生了新的线索，引导我们去探索原子世界工作的原理。

“多尺度模型的意义在于其具有普遍性，可用来研究各种各样的化学过程，从生物分子到工业化学过程等。”孙淮说。人们发现，借助三位科学家的研究工作，自然界的许多疑问被解答了。例如，绿叶如何进行光合作用？催化剂如何加快化学反应？药物如何在人体中发生作用？科学家们可以以此优化药物设计，制造出更高效的太阳能电池，还可以通过研究催化水分子的分解来开发更多清洁能源等等。

孙淮介绍，目前中国科学家也在相关领域积极参与研究，但对多尺度模型的建立研究还在初始阶段。他认为，计算化学必将在生物科学、材料科学、化学化工等领域带来新的突破。

细胞是如何组织“货物”运输的

人体内营养物质是如何运送到身体的每一个角落的？这是一个司空见惯却又很难回答的问题。庆幸的是，2013年诺贝尔生理或医学奖获得者：詹姆斯·罗思曼、兰迪·谢克曼和托马斯·祖德霍夫给了我们答案，他们共同揭开了细胞内部囊泡运输调控机制的神秘面纱，展示了一个基本的细胞生理过程的种种细节。

中科院动物所研究员李培峰解释说，细胞犹如繁忙而巨大的港口，负责传输营养分子的交通工具——囊泡，好比是港口的“穿梭巴士”，“乘客”搭乘巴士在细胞内外往来。在这一过程中，细胞会产生出各种不同的分子，如膜蛋白、神经递质、激素、各种酶和细胞因子等，它们必须被传递至细胞内不同的位置上，或需要被精确地在正确的时间转运至细胞外部。

这辆巴士是如何确定自己的启程时间及目的地的，如何确保“货物”会在规定时间配送到规定位置？这正是三位诺贝尔奖获得者要解决的。谢克曼发现“运输状况异常”的酵母与混乱的公共交通系统一样，囊泡堆积在细胞的某一个角落，而导致这一拥堵状况的罪魁祸首——三类编码调节囊泡运输关键蛋白的基因；罗思曼发现了囊泡与“乘客”精确对接的奥秘——一种蛋白质复合物，可令囊泡基座与其目标细胞膜融合，由此解决了囊泡“释放”问题，确保了“乘客”准确、及时到达。如果说罗斯曼与谢克曼的发现可以解释囊泡作为一辆“穿梭巴士”是如何准确接送“乘客”的，那么祖德霍夫的研究成果则阐明细胞运输系统在时间上的精确性，并指出“乘客”须有指令方能下车的信号问题。

无疑，囊泡运输系统是细胞生命活动的支柱，正是有了囊泡的存在，人体内各种物质才能有条不紊地运输，确保新陈代谢的正常运转和生命的延续。

囊泡运输的重要性不言而喻。诺贝尔奖评选委员会说，这一机制的发现帮助研究人员更好地了解了多种疾病，包括糖尿病和免疫系统紊乱，希望囊泡运输调控机制的研究能继续推动药物研发，治疗人体代谢缺陷等疾病。

“若囊泡运输出现障碍，则可导致多种疾病发生。”李培峰说，发育缺陷、免疫缺陷、神经退行性疾病、白化病、肿瘤、精神分裂症、糖尿病与高脂血症等都涉及囊泡运输的异常。在他看来，三位科学家对于囊泡机制的揭示为人们准确清楚地认识相关疾病的发病机理进而寻找治疗靶点提供了理论支持，从而使人类更好地战胜疾病成为可能。

当前，我国有越来越多从事囊泡转运研究工作的人员都曾在国际知名实验室学习工作，目前我国已经有100多个实验室正在开展与囊泡转运有关的研究，在研究内容上能够紧跟国际的研究热点，研究能力也取得了很大进步。当前，我国对于囊泡转运机制的研究已经渗透在老年痴呆症、糖尿病等多个重大疾病研究的框架内。

李培峰说：“对于囊泡、线粒体、内质网、高尔基体以及细胞核等膜包围的结构的研究必将成为未来的一个热点。”

加快科技体制改革与企业机遇系列谈①

编者按 中共中央政治局9月30日举行第九次集体学习，强调实施创新驱动发展战略要进一步解放思想，加快科技体制改革步伐，破除一切束缚创新驱动发展的观念和体制机制障碍。为此，我们约请专家，就加快科技体制改革步伐与企业机遇，进行深入分析。

选择适合的创新路径

□ 陈宝明

技术创新的主体究竟是谁？20世纪90年代，我国曾为此引发较为激烈的争论。2006年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》发布，明确提出要建立企业为主体、市场为导向、产学研结合的技术创新体系，表明企业是技术创新主体的共识至此达成。其实，按照约瑟夫·熊彼特的界定，技术创新本身是一个经济概念，是把发明或其他科技成果引入生产体系，制造出市场需要的商品。可见，技术创新本身是个市场化价值实现的过程，而企业是市场经济的主体，毫无疑问，在市场经济条件下，能够成为技术创新主体的，只有企业，因为高校、科研院所的技术创新活动最终也要通过企业来实现市场价值。

企业作为技术创新主体，究竟有没有在技术创新中发挥了应有的作用呢？实际上，从2006年至2011年，我国企业研发经费支出额从2135亿元增加到6579亿元，占全国研发经费支出总额的比例由71.1%增加到75.7%，已远远超过发达国家的水平。2011年，企业R&D人员占全国R&D人员的比例达到70.8%，国内企业发明专利申请量占国内发明专利申请总量的比例达到55.7%，国内企业发明专利授权量达到国内发明专利授权量的比例达到51.9%。从这些结构性数据来看，我国企业确实已成为技术创新的投入主体、活动主体，甚至一定程度上成为产出的主体。

但是我国企业创新能力仍然较为薄弱。2011年，全国开展R&D活动的规模以上工业企业37467个，仅占全部规模以上工业企业的11.5%，规模以上工业企业R&D经费投入强度（研发经费支出与主营业务收入之比）是0.71%。而工业发达国家的企业研发投入强度远高于此。2011年，我国有69家企业进入世界500强行列，但与美国的133家相比仍相差较大。尤其值得注意的是，中国内地入选企业中，除了华为、沙钢外，绝大多数上榜企业属于资源性行业的大型国有企业。2011年，全球研发投入500强企业中，共计有12家中国（大陆）企业进入，但前50名企业中没有1家中国企业。在2011年全球IT企业研发投入百强企业中，我国华为公司以24.5亿美元排名第21位，而排名居前的微软，研发投入达到90.4亿美元，三星电子为79.9亿美元，诺基亚为74.7亿美元。我国企业创新能力与工业发达国家差距明显。

市场经济条件下，从某种意义上说，产业甚至国家的竞争力，都是以企业为依托的。创新能力比较薄弱，客观上导致我国企业难以真正发挥在技术创新中的主体作用，也影响了我国产业的国际竞争力。因此，提高企业创新能力成为当务之急。中央政治局9月30日举行第九次集体学习，强调要通过深化改革，进一步打通科技和经济社会发展之间的通道，让市场真正成为配置创新资源的力量，让企业真正成为技术创新的主体。

企业真正成为技术创新主体，体现了国家宏观战略和政策的导向，是我国实施创新驱动发展战略的重要举措，也是我国所处发展方式转变阶段对企业发展提出的客观要求。对于企业来说，把握产业竞争需求、加大创新力度、选择适合自身需要的创新路径，已成为必然选择。

一是加强对外部发展环境的认识，增强创新意识。当前，新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起，经济结构的深度调整，将使我国企业进入结构性动荡和重新定位时期。在这个时期，对企业来说，创新意识尤为重要。要把握和应对未来经济、科技环境变化所带来的变局，就要放弃“守成”和等待观望的做法，锐意进取。当前，不只是具有较强经济实力的大型垄断型企业需要增强创新意识，广大的中小企业也要把创新作为核心竞争力的重要来源，在产业变革中发现和把握市场机会。

二是在资源配置上加大向科技创新倾斜的力度。对于企业来说，加大科技创新投入力度，就是加大对未来的投资。我国华为公司能够迅速成长为具有国际竞争力的世界级企业，与其对科技创新的高强度投入是分不开的。华为每年在研发方面的投入达到销售收入的10%。持续、高强度的投入，为企业发展提供了源源不断的动力。

三是选择适合自身发展需要的创新路径。企业要真正使创新成为驱动发展的根本途径，首先应提升自身的创新能力，有条件的企业应建立支撑自身发展需求的研发机构，形成创新人才队伍，形成鼓励创新、激励创新的体制机制保障；其次，应充分利用外部的创新资源，一方面要增强对技术的搜寻和利用能力，从而使企业成为科技与经济紧密结合的关键环节，另一方面还要放开视野，要关注技术创新，也要注重商业模式创新，充分利用外部技术手段和条件，比如信息技术、互联网、卫星通讯等，创造更多的利润来源。

四是加强对激励政策的全面理解和正确运用。我国激励企业创新的政策体系逐步完善，研发费用加计扣除、高新技术企业认定等政策，对引导企业加强科技创新发挥了重要作用。实际运行中，一些企业为了符合认定标准和条件，采取了购买专利等“捷径”手段，客观上助推了一些不具备实用价值的专利买卖。其实，从长远来看，这些“捷径”手段，似可满足企业一时之需，但要获得政府政策的长期支持、市场的长期认可，最可依靠的，还是企业自身创新能力的真正提升。（作者为中国科学技术发展战略研究院综合发展研究所副所长、研究员）

新野视

本版编辑 钟云华 殷立春