



《科学》评出 2012 年十大突破

■本报记者 唐凤

2012年,科学界充满着泪水。83岁的希格斯热泪盈眶,在他预言存在“上帝粒子”40多年之后,科学家们发现了它,这历史性的一天“能发生在我的有生之年,简直难以置信”。

与此同时,科学界也充满欢乐。“轮子!这是轮子!”“好奇”号火星车在红色星球安全着陆几分钟后,发回的第一张图像出现在实验室大屏幕上,人们兴奋地欢呼着,热烈地拥抱着。

一个又一个科学突破,留下振奋人心的记忆。《科学》杂志盘点了2012年那些领跑科学的重要突破。

1 发现上帝粒子

没有一个科学进展能引起如此多的喧嚣。7月4日,操作世界上最大原子粒子加速器——大型强子对撞机(LHC)——的科学家宣布,他们发现了一个似乎大家一直以来在寻找的粒子——希格斯粒子,标准模型中最后一种未被发现的粒子。

最终,研讨会变成了媒体的舞台,一时间相关新闻吸引了全世界的目光。希格斯粒子的发现当之无愧成为本年度最杰出的科学突破。

40多年前,英国物理学家彼得·希格斯预言了一种能吸引其他粒子进而产生质量的玻色子的存在,他们将这种玻色子视为物质的质量之源。希格斯粒子的发现完整补充了标准模型。这种粒子解决了标准模型中的一个基础问题。

标准模型理论描述了构成普通物质的粒子:电子、夸克、中微子以及这些粒子的其他两组“亲属”。乍一看,标准模型仿佛是一种无质量粒子理论。因为简单设定粒子的聚集使得该理论局限于数学上的混乱。希格斯粒子的到来修补了上述理论的缺陷。不过一直以来,希格斯粒子都没有现身。

为了找到希格斯粒子,欧洲核子研究委员会(CERN)投资55亿美元建造了27公里长的LHC。另外,他们还使用了庞大的粒子探测器“超环仪器”(ATLAS)——25米高、45米长——和1.25万吨重的“紧凑缪子线圈”(CMS)。超过100个国家参与了LHC项目。

功夫不负有心人。7月,两个相关的小组宣布,他们分别在通过大型强子对撞机取得数据后,发现了一种很可能是希格斯玻色子的粒子。

事实上,悬而未决的一个重要问题是,该发现标志着粒子物理学新纪元的开始,还是这个领域最后的努力?

不过,无论如何,这一发现把粒子物理学标准模型拼图中的最后一块填充到位置,虽然尚不清楚该发现会把粒子物理研究引向何处,但其对物理学界的重大意义不容置疑。

2 古老基因“全垒打”

2年之前,古遗传学家因完成了尼安德特人的核基因组排序而进入年度突破榜单。

2011年该实验小组分享了他们拼凑的丹尼索瓦人基因。丹尼索瓦人是生活在5万年前西伯利亚的古人类。而这种古人类的DNA序列一直模糊不清,他们只留下了一段指骨和两颗臼齿化石。通常剥离化石留下的脆弱DNA会退化成单链,自动测序仪无法进行复制。研究人员只能解密来自古人类、动物和病原体等的古老基因的

部分代码。

但是今年,德国马克斯·普朗克进化人类学研究所的一位博士后发明了一种堪称卓越的新方法使得其研究小组能够“重访”丹尼索瓦人DNA。这种新技术能将特定分子与单股DNA相结合。

借助该技术,研究人员利用一个距今7.4万年至8.2万年的指骨碎片,获得了在西伯利亚南部阿尔泰山丹尼索瓦洞古遗址发现的丹尼索瓦女孩的基因组高覆盖率测序数据,并实现重建其基因组全序列。

一直以来,DNA测序仪器适合于测定活着的人类的DNA,样品通常为双链DNA,为了研究古老DNA,Matthias Meyer打算设计一种单链DNA测序工具。经历了很多失败之后,Meyer和同事最终使用丹尼索瓦女孩6毫米的手指骨髓,重建了完整的丹尼索瓦人基因序列。

基因分析结果显示,丹尼索瓦人似乎对现代人类的基因组有某种程度的贡献,东南亚岛屿人群从丹尼索瓦人那里继承了约3%的核基因。而且,丹尼索瓦人携带有与当今人类的黝黑皮肤、棕色头发和棕色眼睛相关的等位基因。

Meyer研究小组还希望利用新方法分析之前测序失败的化石样品,并期待能在2013年完成尼安德特人和丹尼索瓦人的基因比较。

3 人脑—机器界面掌握未来

前不久,美国科学家宣称,在他们帮助下,一名患有阿尔茨海默氏症并且颈部以下瘫痪的53岁女性通过使用机械臂,可以把物体移动到目标位置。

外科医生在她脑部左边的运动皮层上植入两个4×4毫米的微电极装置,这部分的运动皮层对控制人的四肢运动起关键作用。这些电极通过电脑与机械臂实现互联,电脑将脑部发出的电波转化为数字信号来控制机械臂。该实验展示了让瘫痪病人通过大脑—机器界面(BMI)用意念移动机械臂并从事复杂三维运动的技术。

今年早些时候,就有研究证实,瘫痪病人能够使用BMI进行复杂的运动。实验中,一位58岁的女性病人——她无法说话,也无法移动四肢——用思维操作机械臂,抓住了一个瓶子,并喝了一小口咖啡。

不过,目前这种技术仍然是试验性的,而且价格极其昂贵。科学家希望可以研发更先进的计算程序改善这种神经性假肢,用以帮助因中风、脊髓损伤等而瘫痪的病人。这种“人脑—机器”界面研究在未来有广阔的应用空间,除了能帮助残疾人外,在军事和太空探索等领域也有非常高的实用价值。

4 来自干细胞的卵子

在过去的十多年里,研究人员一直尝试在实验室制造卵细胞。

今年,这项研究迈出了重要的一步,实验鼠产下了第一个来源于老鼠胚胎干细胞的成活幼崽。不过,日本研究人员发明的这项新技术,依然需要老鼠来孕育受精卵,还未能实现完全体外生殖。

但是这项研究成果证实了,胚胎干细胞可以形成可生育的卵母细胞,而且它让科学家更加了解这些复杂和强大的细胞是如何发育的。

卵子和精子通常会经历一个复杂的发展过程,它们经历减数分裂——一种特殊的细胞分裂,使得它们的染色体数为正常值的一半;它们也重置基因组印记以确定哪些基因是开启或关闭的。尽管多能性细胞——包括胚胎干细胞——能够发育成任何种类的细胞,但是实验证明把它们变成生殖细胞非常困难。

2011年,该研究小组报告说,他们能把胚胎干细胞变成可生育的精子。2012年,研究人员表示类似的过程可以产生卵子。首先,他们将干细胞与生长因子和蛋白质混合形成所谓的原始生殖细胞——一种类似早期胚胎中发现的前体卵子和精子细胞。然后,科学家将这些细胞与卵母组织混合,并将这些混合物植入老鼠的卵巢或肾脏里。几周后他们提取出了成熟的卵母细胞。

科学家将卵母细胞与正常老鼠精子进行体外受精,然后将胚胎植入雌性实验鼠体内。实验鼠生出了可以继续繁衍后代的正常老鼠。不过,这项技术未能应用于人类细胞——需要卵母组织和活体宿主来进行实验,这不切实际,也面临伦理问题。虽然实验结果未能达到科学家们终极目标——完全在实验室中得到卵细胞,但它为研究基因及其他影响生育和卵细胞发育的因素提供了强有力的工具。

5 打开中微子物理学大门

今年,物理学家通过测量描述了一个模型的最后未知参数,该模型描述了被称为中微子的难以捉摸的粒子在以接近光速穿行时,如何从一种类型变形为另一种类型。

2011年开始,中微子的重磅消息接连传出,欧洲研究人员“撞”出“中微子超光速”。紧接着欧洲核子研究中心就宣布,所谓“中微子超光速”可能是乌龙事件,罪魁祸首只是实验光缆松动。

不久之后,中国广东大亚湾传出令人振奋的好消息:中微子实验发现了电子反中微子消失现象,该现象与中微子振荡的预期符合,其能谱畸变也与中微子振荡的预期符合,这就意味着发现了一种新的中微子振荡模式,其信号显著性为5.2倍标准偏差,并测得其振幅 $\sin 2\theta_{13}$ 为0.092。

中微子共有3种类型,并可以在飞行中从一种类型转变为另一种类型,即中微子振荡。原则上应有3种振荡模式,之前已有两种被证实,相应的混合角 θ_{12} 和 θ_{23} 已经准确测得。而鉴于 θ_{13} 在揭示中微子振荡中的特殊重要性,美国物理学会2004年曾在报告中将用反应堆实验测量 $\sin 2\theta_{13}$ 作为未来试验的“第一优先”。

大亚湾中微子实验结果不仅显示出中微子和反中微子可能会以不同的方式改变其特色,还提示中微子物理有朝一日或许能帮助研究人员解释为什么宇宙含有如此多的物质及如此少的反物质。如果物理学家无法发现超越希格斯玻色子的新粒子,那么中微子物理可能会代表粒子物理学的未来。

6 基因巡航导弹

2012年,基因工程师们着手制造一些功能强大的新工具,来帮助生物学家们更容易改变包括酵母和人类在内的各种生物体的DNA。一种名为“转录激活因子样效应因子核酸酶”(TALENs)

的工具便是其中之一。

利用TALENs,研究人员能够改变或消灭活的斑马鱼、非洲爪蟾、牲畜甚至病人细胞中的特定基因。除此之外,还有研究人员利用这项技术制造出了用于研究心脏病的微型猪。

研究发现,这些附着在DNA上的效应蛋白的晶体结构揭示出蛋白质是如何找到它们的靶点的。最终,科学家证实,这种技术与基因靶向技术一样有效,但是更为廉价,而且能帮助科学家确认基因及突变在健康和病人中的特定作用。换句话说,TALENs就像基因巡航导弹——成本低廉,作战效能高。

这样一种基因工程学上的突破在过去是难以想象的。对于大多数高级生物体而言,改变或删除DNA通常是一个无计划的命题,研究人员几乎无法准确控制相关实验。

十年前,一种名为“锌指核酸酶”的技术帮助科学家获得更高的基因打靶成功率。2012年,利用TALENs,科学家能得到与“锌指核酸酶”一样准确的结果,但是更简单,也更便宜。一些研究人员开始将TALENs视为分子生物学实验室的标准程序。

7 登陆火星

8月6日,美国“好奇”号火星车登陆火星。在“好奇”号着陆的整个过程中,最惊险的历程当属进入火星大气层、下降然后着陆的“恐怖7分钟”。在这7分钟里,为“好奇”号火星车特别设计的“空中起重机”着陆系统是当之无愧的英雄。

经过5.63亿公里的漫长旅途后,“好奇”号在距离预计登陆点仅2.4千米的地点着陆。尽管无法在火星条件下测试其探测器所有的“进入、下降和登陆”(EDL)系统,但在加州帕萨迪纳美国宇航局(NASA)喷气动力实验室里,承担探索火星使命的工程师们仍安全准确地地将“好奇”号送抵目的地火星。

“好奇”号并不是第一辆登火星的探测器,不过“勇气”号和“机遇”号个头较小、重量较轻的早期火星着陆器均包裹在气囊内硬生生落在火星表面,这种方式对重达3.3吨的“好奇”号不适用。于是,研发新的着陆器迫在眉睫。

工程师们从起重机和直升飞机那里得到灵感,创建了“空中起重机”着陆系统。“好奇”号距火星表面约11公里时,降落伞启动,火星车减速后,逐步与降落伞分离,“空中起重机”的反冲推进发动机同时启动。之后,3根缆绳伸出,将“好奇”号从“天空起重机”中吊出,随着进一步下降,缆绳不断被拉长,“好奇”号火星车的轮子和抗震系统在触地时立刻启动,缆绳被立即自动切断。

完美无瑕的着陆过程让NASA获得信心,他们希望有朝一日可以让另一辆火星车着陆火星,将“好奇”号搜集的样本回收并送回地球。

8 超越基因的基因组学

10年时间,耗资2.88亿美元、30篇论文,这些显示出,人类基因组比研究人员曾经认为的更加熙熙攘攘,也更具“功能”。这项名为“DNA元素百科全书”(ENCODE)的项目,获得了迄今最详细的人类基因组分析数据。

“DNA元素百科全书”项目还发现,基因组中大约80%的基因具有生物化学活性,可帮助开

启或关闭基因。这些DNA碱基有的作为影响基因活性的蛋白质着陆点,有的则能够转化为RNA链从而自行实施功能,例如基因调控。

科学家宣称,这项研究不仅帮助研究人员了解遗传和疾病之间的联系,还将改变人们思考以及实际使用人类基因组的方式。

无论如何,旨在搞清构成基因组的30亿个碱基中每个都在做些什么的ENCODE项目,是“人类基因组计划”之后国际科学界在基因研究领域取得的又一重大进展。这些新的细节有望帮助研究人员理解基因受到控制的途径,并确定某些疾病的遗传学风险因子。

9 激光照出蛋白质结构

一百年之前,物理学家发现了X射线是如何掠过晶体的,并揭示出晶体的原子尺度结构。今年,科学家使用“X射线激光器”首次确定了一个蛋白质的结构。这项新研究证明了X射线激光具有解密蛋白质结构的潜力,而这是传统的X射线源所无法做到的。

生物学家借助一种名为同步加速器的环形粒子加速器产生的X射线确定了成百上千种蛋白质结构。但是,一些蛋白质,尤其是细胞膜中的蛋白质,很难形成足够大的晶体并通过同步加速器进行研究。因此科学家希望能够使用新型激光器突破这一困难。

来自德国和美国的研究人员使用美国斯坦福直线加速器中心国家加速器实验室的直线性连续加速器光源(LCLS),确认了一种单细胞虫所必需的酶结构,这种名为布氏锥虫的寄生虫是引起非洲昏睡病的元凶。

为了制作出微米尺度的酶晶体,研究人员在培养细胞中将其过度表达。最终,研究团队利用比传统同步加速器光源亮10亿倍的X射线激光得出了结果,发现其中包含一种分子安全帽。这些信息有助于科学家找到有效的治疗药物,遏制这种酶的活性,从而治疗昏睡病。

10 马约拉纳费米子现身

2012年,荷兰代尔夫特理工大学科学家首次观测到马约拉纳费米子存在的可靠证据。马约拉纳费米子是一种反粒子即自身的粒子,其有望在量子计算中组成稳定的比特。

1937年,意大利物理学家埃托雷·马约拉纳改写了描述费米子和玻色子行为的方程式,并预测自然界中可能存在一类特殊的费米子,它是自己的反粒子。换句话说,就是自己是自己的双胞胎兄弟,人们将其称为马约拉纳费米子。物理学界有关其是否存在的争论已持续了70多年。

如果新研究结果经得起检验,它不仅将率先制造出马约拉纳费米子,更将成为物理学领域的重大进步。目前的量子位技术很难实现计算机操作,极细微的温度或其他外界因素的影响都会消除标准量子位存储的信息。新发现已促使科学家努力将马约拉纳费米子结合到量子计算中,因为这些神秘粒子组成的“量子比特”会比目前数字计算机中所拥有的比特更有效率地存储和处理数据。

目前,荷兰研究小组和其他研究人员正忙于验证马约拉纳费米子是否存在。如果是真的,纳米科学很快就会有炫耀的资本。

