

首页 | 中山大学首页 | 中大图志 | English

| 中大新闻 | 每周聚焦 | 媒体中大 | 专题 | 教学科研 | 对外交流 | 服务社会 | 招生就业 | 视觉中大 | 逸仙论坛 |  
| 视听新闻 | 中大学人 | 校园生活 | 学子风采 | 校友动态 | 网论精粹 | 高教动态 | 中大校报 | 中大电视 | 表格下载 |



## 中大新闻

罗俊校长慰问留校学生代表 现场...

2020年中山大学十大新闻

罗俊校长到附属第五医院开展调研...

校领导带队开展春节走访慰问

广东省农业农村厅副厅长高庆营一...

新闻网首页» 科研专栏

## 物理学院张宏浩教授团队提出一种新的产生暗物质和希格斯的理论机制

稿件来源：物理学院 | 作者：物理学院 | 编辑：谈荣钰、郝俊 | 发布日期：2020-07-25 | 阅读次数：586



暗物质是粒子物理与宇宙学的一个热点前沿方向。天文学和宇宙学观测表明，非重子的暗物质在宇宙的全部

## 每周聚焦

英国商务、创新与技能国务大臣V...  
广东省委领导来我校考察并看望教...  
我校在协同发展、合作共建方面取...  
我校在科研创新方面获突破性成果  
我校招生宣传工作陆续开展

## 媒体中大

【学习强国】一封家书 | 春节...  
【南方+】中山三院脑病中心大楼...  
【广州日报客户端】时隔17年, ...  
【学习强国】“中山凤庆”不了情...  
【南方PLUS】“别人家的高校...

物质中占据主导地位。然而，粒子物理的标准模型却无法为暗物质提供候选粒子，这预设着可能超出标准模型新物理。当前主流的一类暗物质理论是在标准模型之外引入一个弱相互作用大质量粒子(WIMP)，它的产生机制是所谓的热脱耦，即在宇宙早期，暗物质粒子两两湮灭并和标准模型粒子发生散射从而处于热平衡态，但随着宇宙的膨胀和冷却，在某个温度之后，暗物质被稀释以至于无法再湮灭，于是它们在共动坐标系中的数量就固定了下来，演化至今天形成当前的暗物质遗迹。然而，在最近十多年来，暗物质直接探测实验的灵敏度提高了很多个数量级，却没有探测到信号，这就对WIMP暗物质理论提出了挑战。这启发人们思考，暗物质有没有可能不是简单的WIMP？暗物质是不是非热产生的？

希格斯是粒子物理前沿的焦点问题之一。自从欧洲核子中心的大型强子对撞机实验在2012年发现了希格斯玻色子，对希格斯玻色子性质的研究就成为了粒子物理学界的一个中心问题。在标准模型中，希格斯粒子是一个基本的标量场，它的一个理论缺陷是著名的规范等级问题，即假如标准模型能够适用到很高的能标例如普朗克能标，那么不受任何对称性保护的希格斯粒子的质量为何只有125GeV？这个问题的一个简单的解决方案就是认为希格斯粒子是类似于强子模型中的介子，是由更基本的“夸克”通过某种新的强相互作用而形成的束缚态，这类模型被称作复合希格斯模型。

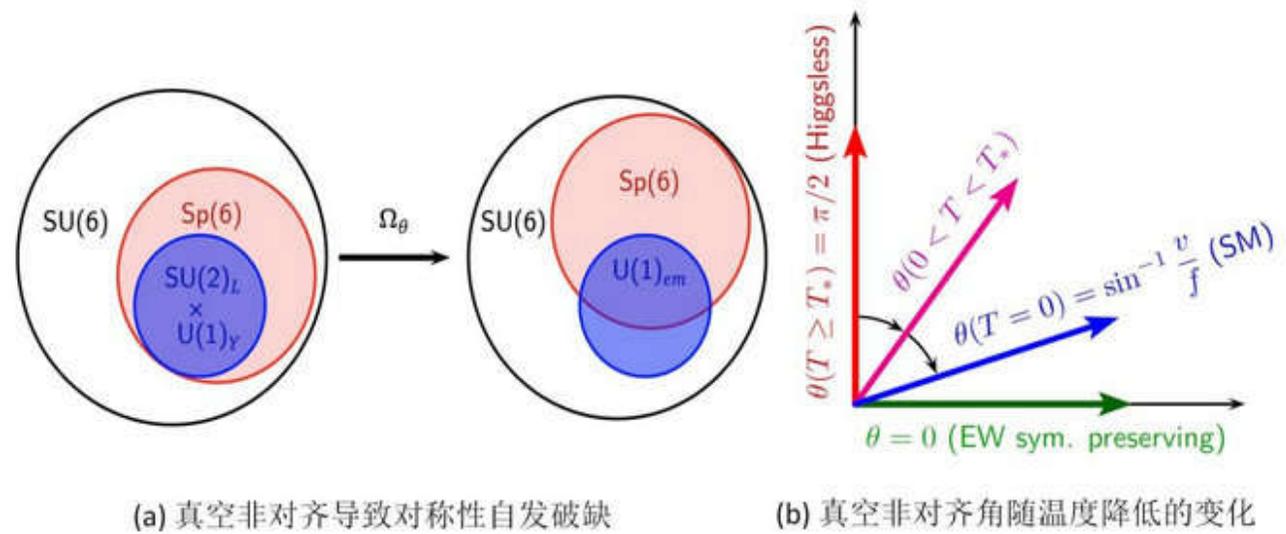


图 1

近日，我校物理学院张宏浩教授、蔡成丰博士及其合作者提出了一种基于真空非对齐的新的暗物质非热产生机制，这一机制可以适用于包括复合希格斯在内的一大类模型。真空非对齐是对称性自发破缺的一种方式，如图1(a)所示。我们以一个简化的复合希格斯模型为特例阐述了机制的运作方式。在高温时，电弱真空随手征对称性破缺而发生大的破缺，真空非对齐角在一段时间内维持在90度，即对应于一个无希格斯粒子(Higgsless)的真空。此时希格斯场会与模型中其它的南部-戈德斯通玻色子组合成一个质量复标量场，假定这个复标量可以携带一个新的U(1)对称性的非零荷，则它在这个真空中不会完全衰变为标准模型的粒子。如果模型中还有一些暗物质粒子也带有这个U(1)对称性的荷，那么希格斯场在这个真空中与暗物质受到相同对称性保护，同属于所谓的暗的部分。如果引入的新的U(1)对称性是电弱反常的，则在发生电弱相变时可通过sphaleron不对称地产生正反暗物质，之后正反暗物质会互相湮灭，直到反物质（或正物质）被全部湮灭，而最终残留的部分就可作为宇宙的暗物质遗迹。在我们的理论机制中，暗物质遗迹的不对称产生是在无希格斯真空下发生的，但随着温度的降低，真空非对齐角会开始变

小并最终演化为今天的标准模型真空，真空非对齐角随温度的变化参见图1(b)，而暗的 $U(1)$ 对称性也随之发生自发破缺。在真空非对齐角开始偏离90度时，希格斯粒子开始从暗的部分中分离出来，也就是说希格斯粒子有可能在较高温度时曾经属于暗的一部分，但在温度降低后从暗的部分中演生出来，成为一个不稳定的实标量粒子。另一方面，还有一些复合暗物质粒子因为受到一个 $Z_2$ 对称性的保护而不会完全衰变为标准模型粒子，它们虽然在无希格斯真空下是复标量场，但在标准模型真空下却会劈裂为两个有质量差别的实标量场，于是通过 $Z$ 规范玻色子与原子核散射的过程被运动学禁戒，从而不会受到很强的直接探测限制。我们的理论机制预言，总会存在一个轻的赝标量粒子，这对暗物质直接探测如Xenon1T实验、宇宙学观测、超新星观测以及在对撞机实验中探测“ $Z$ 规范玻色子衰变到光子及这个赝标量粒子”过程等结果都有深远的影响，从而可以得到检验。这项研究成果于2020年7月8日在线发表在*Phys.Rev.Lett.* 125,021801(2020)上。

此项研究工作得到了国家自然科学基金委的面上项目、青年科学基金，中国博士后科学基金面上项目，中山大学青年教师重点培育项目，以及中山大学物理学院的大力支持。

论文链接: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.125.021801>

---

版权所有 中山大学党委宣传部 5D空间工作室设计 未经许可 请勿转载