

主笔 于梅君

1 宇宙中95%是暗物质和暗能量

12月7日,锦屏地下实验室二期项目——锦屏大设施正式投入科学运行,成为中国开展暗物质研究的绝佳场所。什么是暗物质?它听起来神秘莫测、遥不可及,其实,你随意抬起手的一瞬间,就有可能碰到无数神秘的暗物质。

1933年,瑞士天文学家弗里茨·兹威基通过天文学观测,依据一些星系运动的异常,首次提出暗物质的猜想。“暗物质”是指人类肉眼看不到,且使用天文望远镜和电磁学手段都无法捕捉到的物质,被形象地称为“宇宙幽灵”。在浩瀚宇宙中,可见物质仅占整体宇宙质量的大约5%,剩下约95%都是暗物质和暗能量。

北京大学物理学院研究员刘佳解释,科学家推测,宇宙混沌之初,世界万物皆起源于一个致密炽热的奇点,随后宇宙不断膨胀,就像发生了一次大爆炸。近140亿年间,弥漫着等离子体的宇宙不断变冷,物质密度也不断变低。大爆炸后的早期宇宙,充斥着各种粒子;也包括如今我们看得见的粒子;也包括看不见的粒子,比如暗物质。

假如这口宇宙大锅在某一时刻突然降温,热气腾腾的水发生了相变,于是这锅汤从某些地方开始结冰,最终冰块延展到整个锅,就成了我们现在所看到的宇宙。

2 会隐身会穿墙 暗物质无处不在

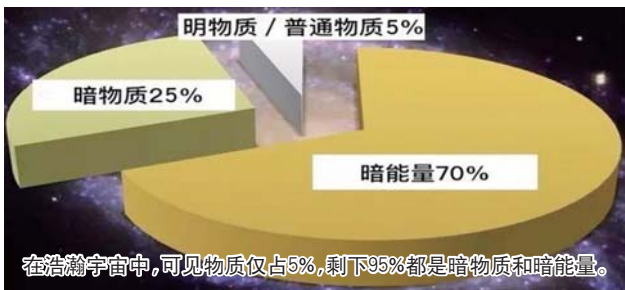
与我们所熟知的普通物质(如行星、气体、尘埃等)不同,暗物质是宇宙中一种理论上存在但尚未被发现的组成部分,因为它不吸收、反射或发射光线,所以极难观测。

举一个形象的例子:通过实际计算,每秒钟大概有10亿个暗物质粒子撞击我们身体,但大多数都是“穿身而过”,几乎不与我们身体中的原子发生碰撞。

天文学家凭什么知道暗物质存在呢?暗物质虽然不发光,但它也有引力作用。在我们的星系尺度上,它提供了大部分引力,把星系束缚成我们现在看到的样子。如果没有暗物质,星系大部分就会飞散了。

暗物质和暗能量,被科学家比作“笼罩在21世纪物理学天空中的两朵乌云”,两者难以用现有理论解释。

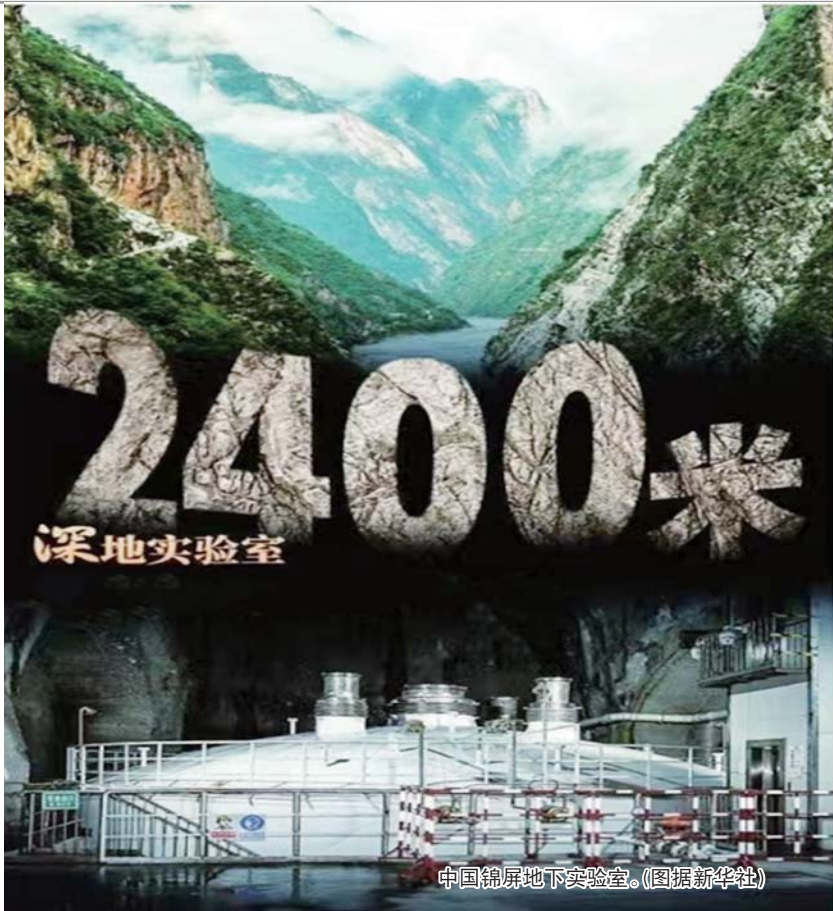
清华大学工程物理系教授岳骞说,暗物质研究是突破当前认知边界、打开人类视野的新研究,如果能探测到暗物质,将为人认识宇宙带来革命性突破。



世界最深、最大地下实验室投运,我们为何要在深地仰望星空 搜寻『宇宙幽灵』

zhi liao 知了

说到大凉山,大家很难把它和科技前沿挂上钩。但是在四川省凉山彝族自治州锦屏山下,向下2400米,却有一座世界最深、最大的地下实验室——中国锦屏地下实验室。这里有一群顶尖科研工作者,他们在大凉山的“肚子”里,做着一项很神秘很前沿的工作:寻找“宇宙幽灵”——暗物质。



中国锦屏地下实验室。(图据新华社)

3 为什么要从深地实验室仰望星空

由于暗物质既不发光,也不参与电磁作用,人们目前只能通过引力产生的效应,感受到暗物质的存在,为此,中国建立了首个极深地下实验室——中国锦屏地下实验室。为什么要在深地开展研究?为什么是在锦屏?

国投雅砻江水电锦屏地下实验室管理局常务副局长李名川介绍,地面充斥着大量宇宙射线,如果在地面开展暗物质实验,暗物质信号就会被宇宙射线完全淹没掉,就像在一个非常嘈杂的足球场,听到一根针掉到地下的声音,很难办到。所以,要找到暗物质,就要排除宇宙中各种射线的干扰,只有在极深的地下才有可能,因此世界各国多年来一直在寻找具备深地条件的地下实验室。

锦屏山是位于金沙江第一支流——雅砻江流域内的一座大山,顶峰海拔4410米。锦屏地下实验室就位于全长约17.5公里的锦屏山隧道中间位置,岩石垂直埋深达2400米。

锦屏地下实验室一期于2010年底完工投用。2010年12月12日,“中国锦屏地下实验室”正式揭牌。作为我国首个暗物质实验室,也是世界上最深、最

大、综合配套设施最好的地下实验室,其空间相当于8艘中型航母的排水量,埋深相当于近5个上海世贸大厦高。

这个实验室是从隧道的侧面开挖的,包括地下实验室入口隧道、连接隧道和主实验厅三部分,空间容积约4000立方米。

在这个实验室里,绝大部分宇宙射线都会被2400米厚的岩体屏蔽掉,实验室里宇宙射线通量是地表的一亿分之一,为开展暗物质探测提供了近乎绝对安静和“干净”的实验条件。

以此为基础,二期项目将地下可用实验空间由原来的4000立方米增加到33万立方米。实验室建有全球最长距离的新风供风系统,长度超9公里,保障“地下工作者”可以自由呼吸。

要想捕捉到暗物质信号,仅靠没有辐射污染的实验室是不够的。为了尽可能屏蔽掉各种干扰信号,科研人员还在地下实验室里搭建了墙体厚度达一米的聚乙烯隔离检测室,里面再用铅和铜等材料层层包裹,同时在零下200度左右的超低温环境中,利用高纯锗进行探测,这是目前测能量最准的探测器。

4 为什么要千方百计“抓到”暗物质

暗物质研究对人类社会有何意义?我们的生活因此会发生变化吗?“100多年前,我们已探测到了电磁波,但当时从没想过它会跟我们的生活息息相关,但现在我们人手一部手机,已经完全离不开无线电的具体应用了。”岳骞认为,暗物质也是一样,首先得找到暗物质,然后对它进行深入研究,最后会自然而然想到怎么用它去造福社会。

除了暗物质探测,锦屏大设施还将开展包括中微子物理、核天体物理、岩石力学等领域的研究,今后将发展成涵盖宇宙学、生命科学、岩石力学等多学科交叉的世界级深地科学研究中心。

暗物质寻找,目前得到的基本是零结果,但在这个过程中,往往得到许多意想不到的其他成果。

20世纪60年代,美国物理学家利用废弃金矿建设的1600米深地下实验室,成功探测到了太阳中微子。日本岐阜县神冈町一个深达1000米的废弃矿中建造的大型中微子探测器,意外探测到了超新星1987A的中微子。

知多一点

有一种“幽灵”粒子,看不见摸不着,但每秒钟都有数万亿颗穿过你的身体,而你却毫无察觉,这种粒子就是中微子。

中微子从宇宙爆炸之初就已经存在,太阳也时刻在释放着这种粒子。天文物理学家认为,它与宇宙中暗物质的存在与分布有着很大关系,探测中微子的产生、存在和分布,将有助于解决多个重大天文物理学问题。

中微子最显著的特性,就是极难被拦截,因为它基本不与任何物质粒子产生磁、力、电等方面的干扰,因此才可以在所有物体中畅通无阻。

从太阳上产生的中微子,来到地球后会穿越整个地球,能量和数量几乎都不会减少,速度更不会被影响,所以才有“幽灵粒子”之称。



江门中微子实验室

有科学家通过中微子的物理特性计算发现,要想拦截一束中微子,需要5光年厚的铅板才能做到。我国科学家打算用一个特殊装置,探测这种中微子的存在。

广东省江门开平市正在建设一座地下超级探测装置——江门中微子实验设施(JUNO),这是一座针对中微子的超级探测装置,比全球现有同类探测装置都更灵敏,位于地面之下700米深处,这么厚实的土层,可以很好地屏蔽各种宇宙射线,却基本不能屏蔽中微子,因此是探测中微子的绝佳场所。

这个装置的主体结构是个双层的巨型球体,由直径41米的不锈钢网壳和直径35.4米的有机玻璃球组成,玻璃球里装有超过2万吨液态闪烁体,当数量突然增多的中微子从这个液体球中穿过时,就会激发出极微弱的光,玻璃球周围2万只高灵敏度光电倍增管,就会放大这种光信号,并将其进一步转化为电信号,供科学家研究。

投入使用后,它将能提前发现即将发生超新星爆发恒星所产生的中微子,也可由此判断是否将有超新星形成。

江门中微子实验室是由中科院和广东省共同建设的大科学装置,预计2024年建成运行后,将成为国际中微子研究的中心之一。

这里为啥要在海底建个超大『水晶球』

上海交通大学教授、暗物质探测专家韩柯介绍:“在暗物质探测过程中,我们也有收获,比如我们精确测量了氙136同位素的半衰期,开始寻找太阳中微子在探测器中的信号,逐步将暗物质探测器发展为多物理目标探测器,有了这些成果,说不定我们的下一个发现就是暗物质。”

“经过十多年努力,我国暗物质研究从无到有,从跟跑到并跑再到逐步领跑,已经走在了国际前沿。接下来,我们将和外国科学家一起,向人类面临的同一科学问题发起挑战——看看谁能最先找到暗物质。”清华大学工程物理系教授岳骞说,相信会有更多国际领先的实验成果,不断地从锦屏地下实验室里涌现,正如我们在至暗的夜空,才能看到最辉煌的星空。