

## 高技术前沿

今年金秋时节,第19届亚运会在杭州成功举办。这不仅仅是一场体育与竞技的盛会,也是一次科技与创新的荟萃。无论是风吹不灭、水浇不灭的亚运火炬,还是承担器材运输任务的无人车、机器人,都让人们大开眼界。

作为杭州亚运会足球项目比赛场馆,温州体育中心体育场在旧场馆的基础上,改造出了适配比赛的专业功能空间。其中,看台区屋面涂刷了一种新型涂料——聚

脲。作为一种隐藏很深的“黑科技”,新型聚脲涂料不仅防水耐磨,而且让喷涂后的屋面“强力”倍增,可以兼作行走地面使用。

实际上,从2008年北京奥运会开始,聚脲涂料就开始广泛用于体育看台。其优异的性能,使得喷涂聚脲涂料的看台几乎成为各个体育场馆的标配。当然,聚脲涂料的“神奇之处”并不只有这些,请看解读。

## 喷涂材料界迎来“钢铁侠”

■杨姿 逄心一 陈骄子

## 隐藏款的“黑科技”

网络上流传着这样一个视频:将西瓜从几十米的高度抛下,落地的一瞬间,西瓜摔得粉碎。但是在其表面涂上一层黑色的“特殊材料”后,从同样的高度抛下,西瓜落地后只是回弹了几下,依然保持着完整。

这种“特殊材料”便是聚脲。

聚脲的“钢铁”性能,源于它独特的分子结构。聚脲由异氰酸酯和氨基化合物聚合而成。聚脲相互交织的分子结构决定了它不仅非常坚固,且弹性非常好。因为它的线形分子能够被拉伸和压缩。比如在“西瓜实验”中,涂上聚脲的西瓜刚接触地面时,被挤压形变,但在聚脲分子的结构共同作用下,西瓜能直接弹起而不是碎掉。

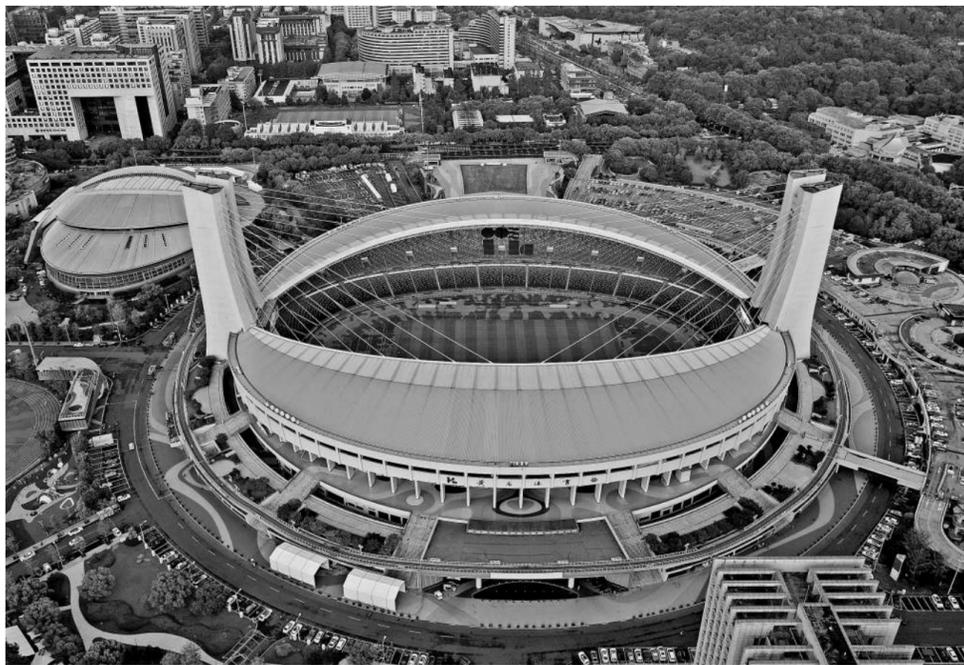
这种优良的防撞击性使得聚脲在很多领域大放光芒。实验中,将它喷在墙上,墙被爆破了都不会倒塌;喷在鸡蛋和西瓜上,它们摔在地上也不会碎;喷在汽车保险杠上,怎么砸保险杠都不会有坑……出色的硬度、良好的弹性,这只是聚脲涂料优点的冰一角,其身上还隐藏着更多令人刮目相看的功能特性。

聚脲本身具有极快的反应速度和固化性能,喷涂完5秒就能干燥,一分钟即可达到步行强度。这是什么概念?要知道,一般漆面喷漆,在标准工艺下,2小时后才可触摸,24小时后漆面硬度才可达80%。

与此同时,聚脲防水防腐性能优异。普通防水材料使用寿命仅1~6年,而聚脲涂料使用寿命可超过30年,并可以耐受大部分溶剂和酸液。目前,聚脲涂料已被工业利用以解决腐蚀难题。

聚脲还具有优良的防爆性能。防爆性一直是很多行业关注的焦点之一,特别是军事和国防工业。聚脲可以在受到冲击波后的短时间内迅速发生形变,吸收弥散部分能量,展现出良好的防爆性能。聚脲材料成本较低、质量较轻、施工工艺简便,且与金属和非金属材料都有很强的附着力,在防爆设计上具有良好的应用前景。

此外,聚脲还具有环保特性。由于聚脲全部采用双组分,挥发性有机化合物含量较低。而且聚脲涂料干燥后没有剩余溶剂,不会释放有害成分,这意味着不会产生空气污染物或有害环境的污



改建后的黄龙体育中心亚运场馆群,其看台使用聚脲涂料进行了防水处理。

新华社图片

染。因此,聚脲凭借其出色的环保性能,被称作“20世纪末最伟大的涂料”。

## 为各行各业提供创新方案

1937年,德国公布了一项专利:一种生产聚氨酯和聚脲的方法。发明团队是德国化学家奥托·拜耳等人。这是“聚脲”第一次出现在世人面前。然而,当时人们对聚脲的性质和应用还不太清楚,也没有引起足够的重视。很长一段时间内,聚脲一直处于实验室阶段。

在20世纪70年代,各国最为盛行的是喷涂聚氨酯技术。然而,这种技术有一种致命的缺点:遇水易发泡。在施工时与周围环境中的湿气、水分反应产生二氧化碳,会造成材料力学性能不稳定。这大大限制了聚氨酯喷涂技术在工业和生活中的应用。

直到20世纪80年代,美国一家公司在世界上率先研发出了喷涂聚脲弹性体

技术。这种技术固化速度快、工艺简单,可以在立面、曲面上喷涂而不流挂。当空气中含有大量水时,喷涂聚脲弹性体技术也不会有起泡现象,有效解决了困扰施工界的相关技术难题。喷涂聚脲弹性体技术一经问世,便代替喷涂聚氨酯技术成为了施工人员的新宠,在世界各地蓬勃地发展起来。这一技术的出现,也标志着聚脲正式走向商业应用。

技术的发展、商业化的应用,不断推动着聚脲品种的革新。

芳香族聚脲是最早开发、用量最大的品种。20世纪80年代后期,业内人士已经开展了芳香族喷涂聚脲弹性体技术的应用研究。然而,芳香族聚脲在户外使用时容易泛黄和褪色,且反应速度过快,不利于施工。于是,20世纪90年代初期,脂肪族聚脲被研发了出来。脂肪族聚脲虽然比芳香族聚脲更适合户外使用,但其反应速度仍没有符合人们的预期。近些年,第三代聚脲——聚天门冬氨酸酯出现。其反应更慢,性能更加优异,具有更好的工程实用性。

时至今日,聚脲的应用仍呈现出不断扩大和加速之势,在自身发展创新的同时,也为各行各业提供着新的创新方案。

## 潜力巨大,前景可期

无毒、无污染的绿色材料聚脲,正在惠及更多行业和重大工程。

近些年,我国许多重点设施工程,都使用了聚脲涂料。在港珠澳大桥建设时,专家设计了一条全长6.7公里的海底隧道。海量通车压力、海浪冲击、海水腐蚀等给海底隧道管接口带来了巨大的挑战,而聚脲涂料以其良好的稳定性、黏结

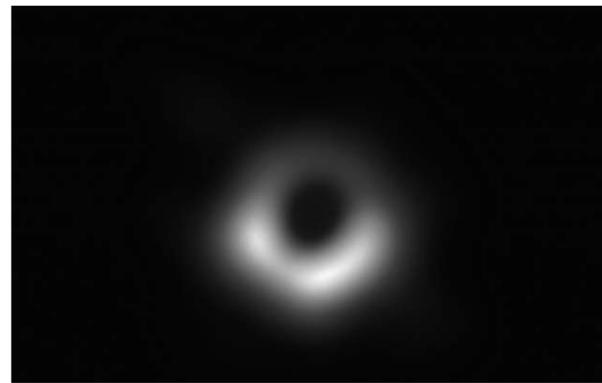
力,以及涂层的连续、致密性完美解决了这些问题。京津城际高速铁路全线都使用了聚脲材料,防水处理面积超过100万平方米。北京奥林匹克中心、奥林匹克水上公园等奥运场馆,也都使用了聚脲涂料。

在汽车制造领域,聚脲涂料更是广泛应用于车辆抗暴防护。在汽车底盘喷涂聚脲涂料,可以防止水分侵入,提高安全性和耐用性;在汽车车身喷涂聚脲涂料,可以延长汽车使用寿命,一定程度上减少外界冲击对车辆和人员的伤害;在汽车内部喷涂聚脲涂料,可以防潮防霉,保持车内的干燥和清洁。

在国防军事领域,聚脲已经成功被应用到军用车辆抗暴防护领域中。2004年,美国海军陆战队研究部门发现,聚脲具有较高的吸能性,在军车底部喷涂聚脲涂层,可以有效减少爆炸对车辆和人员的伤害。于是研究人员将聚脲涂料与车底复合装甲结合,有效降低了反坦克地雷暴轰波及爆炸物碎片对车辆的破坏。另外,聚脲在单兵防护中也能起到较好的作用。士兵在训练、作战中需穿戴或配备防弹衣、头盔、盾牌等防护用具,这些用具对于抗冲击、耐高温低温等性能具有极高的要求。聚脲涂料能够根据任意曲面喷涂且干燥迅速不流挂,很好地满足上述需求。不仅如此,阻尼吸声聚脲材料还能帮助潜艇、鱼雷达到隐形效果。

在渔业中,渔民常常用浮动泡沫来使渔网漂浮在水面上,以跟踪和掌握渔网的位置。然而,海水的冲刷和腐蚀会导致聚苯乙烯泡沫分解碎裂,造成环境污染。通过聚脲涂料对浮子进行喷涂,不但可以延长其使用寿命,还可以减少污染。

未来,随着制备工艺的不断发展和推广,聚脲这一涂料界的“钢铁侠”,将会发挥出更大作用。



神秘的黑洞。

资料图片

## 科学的历程

黑洞,是科幻小说和科幻电影中的常客。在人们的印象中,它就像个巨大的无底洞,吞噬周围的所有物质。黑洞究竟是什么?今天,我们一起来揭开它神秘的面纱。

## 什么是黑洞

首先,介绍一个最简单的黑洞模型——史瓦西黑洞模型。史瓦西是天体物理学家。他曾指出,黑洞的中心是一个奇点。所谓奇点就是一个密度无限大、时空被无限弯曲的区域,一旦闯入这个区域,即使是我们已知的速度最快的光也无法逃逸,故而得名“黑洞”。

关于黑洞,首先要提到的一个名词是“视界”,简单理解就是黑洞的边界。视界到底有多大?我们如何确定视界?史瓦西通过不断探索,计算得到第二个名词——史瓦西半径。

史瓦西指出,任何一个天体都存在于一个半径临界值,一旦天体的半径小于这个临界值,就会在宇宙空间中抠出一个黑洞来。简单来说,任何有质量的物体,只要压缩到自身史瓦西半径以内,都会形成一个黑洞。人类的视线以这个半径为临界点,一旦超过这个半径,所形成的球面就组成了视界,这就形成了黑洞大小的概念——尽管黑洞在理论上是一个体积无限小、质量无限大的“点”。

## 黑洞与广义相对论

说起黑洞,不得不提到爱因斯坦。人们常常听到用来描述黑洞的“引力非常大”“时空无限弯曲”等理论,都来自爱因斯坦的广义相对论。

爱因斯坦提出广义相对论后,预言了宇宙中黑洞的存在。2019年4月,首张黑洞照片在全球发布,有力地验证了爱因斯坦的广义相对论。那么,广义相对论与黑洞又存在怎样的联系?

广义相对论研究了引力本质和时空理论,它把一维时间和三维空间合并成了时空,并指出引力的本质并不是一种力,而是时空弯曲的外在表现。时空为什么会弯曲?又是什么导致了它的弯曲?答案是时空中的质量和能量。质量和能量的分布会使原本平坦的时空变得不平坦,只要有质量或者能量聚集,时空就会扭曲,扭曲之后就会产生引力。

大家可以先在脑海中想象一块巨型海绵,当你在海绵中放入一个铅球,海绵就会弯曲塌陷。然后你可以从距离这个塌陷不远处抛出一个乒乓球。乒乓球经过凹陷附近时,轨迹会朝着凹陷方向自然弯曲,看起来好像是乒乓球被吸引过去。所以说,引力的本质是时空弯曲的外在表现。

大家还可以思考一个问题,如果在海绵凹陷处再放入一个铅球,让凹陷程度加大,再让一个乒乓球滚动经过凹陷处,会发生什么现象?此时乒乓球掉进这个凹陷里的概率会增大,甚至会被吸进去。随着海绵凹陷处质量的不断增加,扭曲的程度就会越来越明显,或者说这个“坑”越来越深,靠近凹陷处的物质就会不断地被吸进去,这就是一个黑洞“吸食”的模型,也让黑洞成为宇宙中最大的天体。

## 如何给黑洞拍照

相信很多人有这样的疑惑:既然黑洞是全黑的,我们又该如何给它拍照的呢?就好像我们看不见风,但是却能够通过风吹动树叶来判断它的存在。对于给黑洞拍照也同样如此——黑洞“吃”东西会发光。

这里可以类比水力发电来理解:水从高处落下,损失的重力势能可以转化为其他能量;同样,黑洞在时空

## 黑洞：神秘的宇宙之谜

■杨晓薇 李芮

中营造出来的深坑就是一个巨大的引力势阱,周围的气体尘埃等物质旋转着落入坑中会损失大量的引力势能,这些引力势能就会高效率地转化成光,不仅仅有可见光,还有强烈的紫外线、X射线等。通过捕捉这些能量来拍照,就会得到像“光环”一样的黑洞照片。

当然,想要给黑洞拍照,还需要专业的摄像设备。首张黑洞照片是由事件视界望远镜(EHT)来完成,它是全球多个天文台协作构建的一个口径等同于地球直径的虚拟望远镜,相当于一个口径为一万多公里的超级望远镜。事件视界望远镜向着宇宙中选定的目标撒出一张大网,捞回海量数据后分析后勾勒出黑洞的模样。

## 黑洞、白洞与虫洞

就像电生磁和磁生电一样,物理学讲究对称性。既然黑洞不断地吞噬物质,那么会不会存在一种不断喷射物质的特殊天体呢?因此,科学家推测存在一种与黑洞相反,只发射、不吸收的特殊宇宙天体——白洞。当然,白洞目前还只是一种理论模型,尚未被观测证实。

如果黑洞和白洞都真实存在,那么虫洞这个概念就不得不提。

最早提出虫洞概念的是物理学家路德维希·弗莱姆,之后爱因斯坦和罗森在研究引力场方程时对虫洞进行了假设,因此虫洞也叫爱因斯坦-罗森桥。从广义相对论的角度理解,黑洞视界内时空无限弯曲,因此可能会与宇宙中的另一部分相结合,在那里也产生一个洞,这个洞可以是黑洞,也可以是白洞。这个弯曲的视界就是虫洞,它看起来像是一座连接时空中距离较远两个点的桥梁,又像是一只虫子穿过了果实。当虫洞连接着黑洞和白洞时,物质就可以通过它来完成传送。当然,虫洞跟白洞一样,目前尚未被观测证实。

不过,在科幻作品中,人类已经期待着通过虫洞完成空间旅行或者是时间旅行了。

## 新看点

## 生物打印技术为医疗带来福音

■张磊 曾建伟

前不久,来自美国伦斯勒理工学院的科学团队,在实验室培养的人类皮肤组织中3D打印出毛囊。消息一出,迅速引爆生物医学工程领域“朋友圈”。

这一研究的成功,更加证实了3D生物打印的可行性。

3D生物打印技术,顾名思义就是以3D打印方式制造出生物医学产品的一种方法。该技术利用可生物降解的材料或细胞自身生长能力,将细胞和其他生物材料通过特殊的打印机,按照一定规律和层次,打印出人造组织和器官。有

人说,这是一种具有仿生功能的新型干细胞培养体系。也有人说,这是一项将生命科学和工程技术相结合的超级复杂工程。

当前,随着全球人口的激增和医疗水平的提升,器官供应短缺成了医疗领域难题,3D生物打印技术或将成为解决方法之一。有消息称,这种打印出来的器官可以用于移植,从而解决因器官损伤或失去功能而带来的健康问题。此外,3D生物打印技术也为药物研发者带来了福音——制造出具有特定生物功能

的组织,测试药物对其的影响,进而实现更加精确的临床试验,加快药物研发进程。同时,3D打印技术在医疗设备制造上的应用也越来越广泛。例如,使用该技术生产精确的矫形器和义肢,以满足不同病人需要;打印人造透析器和培养干细胞的培养皿,以增加医疗设备多样性。

其实,早在2009年,第一台3D生物打印机就已制备成功,并被《时代周刊》评为年度50项最佳发明之一。近年来,3D生物打印步入了“百家争鸣”的时代。俄罗斯科学家打印出人造皮肤、美

国研究者打印出外层血—视网膜屏障细胞组合、日本研究人员将人造蛋白质打印制备成软骨和骨骼……

展望未来,3D生物打印技术有望成为医疗领域的重要支柱。然而,这项新技术同样也面临着许多挑战:如何确保打印的组织器官在体内长期保持功能?如何为大型器官提供足够的血液供给?

但无论如何,3D生物打印技术都是一项具有里程碑意义的科技创新。它具有巨大发展潜力,必将为医学研究、疾病治疗和器官移植提供更多可能。