

# 升级PET水解酶 造超级塑料“食客”

■ 陈曦

## 解析结构 助力PET水解酶改造

塑料制品的出现给人类的生活带来了很大的便利,人们在享受这一便利的同时,也承受着塑料污染对自然环境和人类健康的巨大负面影响,全世界都在想尽办法解决塑料污染问题。

所有塑料制品中,PET塑料使用量巨大,当前最常用来进行PET的降解与循环利用的方法需要加入有毒试剂,这不仅会造成二次污染,而且降解产物很难循环利用。

发展绿色温和的PET水解酶,并回收水解产物用于PET再生,一直是科研人员的目标之一。

“要使PET达到最好的降解效果,需要水解酶能够在PET玻璃态的温度范围内(65~70℃)或高于这个温度下进行反应。”陈纯琪表示,如果能提高PET水解酶的耐热性,一些PET塑料就能通过用酶清洗实现回收利用,就像含酶的洗涤剂可以分解脏衣服上的食物污渍一样。

陈纯琪注意到日本研究团队曾公布了一个耐热角质酶ICCG,它的最适反应温度达到了65℃,是已知PET水解酶中活力最高的。“ICCG为何不同于其他PET水解酶,水解活力和耐热性都异常突出呢?如果能了解ICCG独特的作用机制,我们也有可能从中得到启发,获得更具热稳定性的PET水解酶。”陈纯琪说。

郭瑞庭、陈纯琪一直深耕于PET水解酶领域,2017年团队在国际上首次解析了PET水解酶Is-

在众多塑料制品中,生产和使用最多的是聚对苯二甲酸乙二酯(PET)塑料,然而对PET的降解和循环利用是一个国际难题。近日湖北大学生命科学学院、省部共建生物催化与酶工程国家重点实验室郭瑞庭教授和陈纯琪教授团队在前期工作基础上,对PET水解酶机制进行了解析及性能提升改造,使之具有高效水解功能。



PETase的晶体结构,随后在2021年又首次发现了影响IsPETase水解PET的关键二聚体。

“我们充分运用了团队在结构生物学和理性设计及改造方面的研究专长,使用结构生物学的手段解析了ICCG的失活突变体(S165A)与底物MHET的复合体结构。”郭瑞庭解释道,结构解析发现,MHET结合在酶表面的活性凹槽内,4个突变体中的2个位于MHET的结合位点附近,其中G127位于酶的表面,与MHET

结合的活性凹槽邻近,I243的存在扩大了底物结合通道,这可能增加了PET的结合能力,这个特征也揭示了I234突变体可能具有更高的PET水解活性。

## 内外兼顾 实现PET高效水解

“有了复合体结构作为基础,我们接下来的ICCG耐热性改造就可以做到有的放矢。”陈纯琪解释说,“为了增加耐热性,我们采取内外兼顾的策略改造ICCG,即增加蛋白质内部的疏水相互作用和增加蛋白质表面脯氨酸的亲水相互作用。我们共选择并构建了27个突变体,其中有7个突变体在90℃时比ICCG具有更高的活性。”

团队进一步将这7个突变体组合突变,筛选获得5个活性明显提升的三突变体。最后,优中选优,得到3种活性更高且变性温度比ICCG高出3℃的突变体(RIP、KIP和KRP)。

为了进一步探索突变体热稳定性增加的分子机制,结构生物学的手段被再次运用。结果显示,突变体分别在酶的外壳、中层、核心产生了稳定结构的效果,“我们猜测是这些个别效应叠加起来增进了蛋白质整体的耐热性。”陈纯琪说。

本研究成果的获得,更加清晰地阐述了PET水解酶的分子机制,同时也证明了增加耐热性对PET生物降解的重要性,为发展闭环式循环PET生物降解平台提供了一个新的思路。

# 减阻8%! 头盔上的科技力量很霸气

■ 何亮

随着短道速滑项目的收官,2022北京冬奥会中国短道速滑队共收获2金1银1铜。赛末盘点,我们将目光聚焦到速滑运动员的重要装备——头盔上。

冬奥会赛场上,武大靖佩戴的头盔极具中国风,不但威风凛凛,而且科技满满。

对于短道速滑而言,头盔作为保护运动员人身安全的必要装备,对运动员的风阻起到重要影响。往年,中国短道速滑头盔完全依赖进口,常见的如2010款短尾头盔和2013款无尾头盔,都未能针对中国运动员的速度特点进行优化。

随着越来越多有实力的运动员平均速度和完赛成绩的稳步提升,承担“科技冬奥”重点专项“冬季项目运动减阻关键技术及平台研究”研发任务的清华大学摩擦学国家重点实验室汪家道团队,受命研制针对我国运动员典型速度的减阻优化头盔。

在开赛前,减阻头盔被确定为短道速滑国家队出征装备,汪家道团队全体动员,24小时赶工,只用了5天时间就高质量完成了30只减阻头盔的制备工作,并派专人护送至苏州喷绘,最终交付国家队,圆满完成了科技保障工作。

# 重庆企业紫光华智智慧社区方案 护航北京冬奥会



智慧方案助力做好疫情防控。紫光华智供图

本报讯(记者 沈静 通讯员 赵鹏)2月20日,2022北京冬季奥运会圆满闭幕。记者从两江新区获悉,为全面提升北京冬奥村舒适性、安全性、便利性、智能化,冬奥村全面部署应用了两江新区企业紫光华智以AI视觉为核心的智慧社区解决方案,通过状态全可视、事件全可控、业务全可管三大核心价值,实现园内综合运行态势的全面掌控,全程保驾护航2022北京冬奥会。

北京冬奥村距离鸟巢不到2公里,建筑面积约331万平方米,由20栋住宅组成。作为各国参赛运动员及随队人员居住地,北京冬奥村加强安全保障、提升居住体验、提高管理运营效率、做好疫情防控等方面的必要性,不言而喻。

为此,紫光华智为北京冬奥村全面部署了以AI视觉为核心的智慧社区解决方案。该方案以视觉智能管理中心为平台,结合高空全景摄像机、智能筒型摄像机、智能球型摄像机等智能设备,实现状态全可视、事件全可控、业务全可管三大核心价值。

公司在北京冬奥村一共安装了1800多台摄像机,摄像机采集的数据传回视觉智能管理中心,再经过机构化处理以及计算,最后形成解决方案。”紫光华智相关负责人说,视觉智能管理中心可以精准锁定人、车、物的位置,并可分析人的行为、识别烟火等。运动员的东西遗失了,视觉智能管理中心就可以助力找回来。

为高效完成本次活动的安全服务保障工作,确保系统稳定运行,紫光华智项目团队留驻北京冬奥村,每日巡检,7×24小时值班待命。从2021年6月底设备进场,到安装、调试、测试、试运行、赛时保障,历经约230天,紫光华智以科技之力护航冰雪奥运。

据悉,在接下来的2022北京冬季残奥会上,紫光华智仍将全力以赴,以领先的AI视觉产品优势和技术服务能力,全力做好冬奥村安全服务保障工作。

## 科技热词、新词·知多少

重庆市全民科学素质纲要实施工作办公室主办

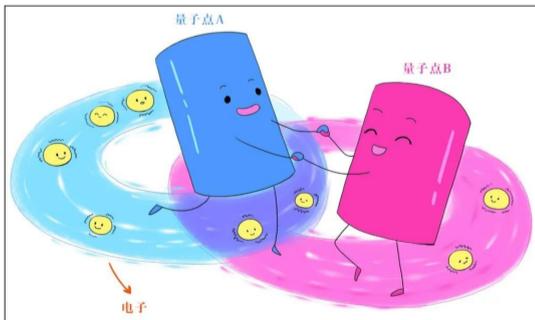


插图 苏盼盼

## 量子点

■ 尹长青

化运动。而量子点由于尺寸小,包含的原子数量很少,因此“传输带”上的电子被分成孤立的能量带,随着量子点尺寸继续减小,孤立的电子增加,能量带之间的距离也会逐渐扩大。

那么量子点是如何发光的呢?想象一束光中有许多光子小球,光束入射到半导体材料表面,光子小球将处于低能级的电子撞向高能级,但此时的电子是不稳定的,会跃迁回低能级,回跃时会释放一部分能量,这些能量则以光的形式散发出来。我们再把半导体材料换成量子点,当一束光入射到量子点上,随着量子点尺寸的减小,能量带距离的增加,能量差增大,因此需要更多的能量来激发量子点,相应地,量子点回跃时也会释放更多的能量。

“身怀绝技”的量子点当然有不少用武之处:在光电子器件领域,量子点可以取代以前在LED中使用的荧光粉;在生物医学领域,发展了量子点荧光标记技术,被广泛应用于蛋白质及DNA检测、细胞标记成像、活细胞生命动态过程示踪、活体动物体内肿瘤细胞靶向示踪等场景。

量子点的神奇之处还有许多,随着人类科学技术的进步,量子点的神秘面纱将会被逐渐揭开,而其所独有的特性将在未来被发掘并应用于更广阔的领域。

纳米材料是一种尺寸小但本领大的神奇材料。它身上具有各种不可思议的特性,而量子点则是其中的佼佼者。它独有一种特殊的光学性质:随着尺寸的减小,会依次显示出赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫等不同颜色。造成这种神奇现象的原因是什么呢?

首先我们来讲一讲半导体。半导体是一种导电性能介于导体与绝缘体之间的材料,而量子点便是一种尺寸为纳米级别的半导体。在量子力学中,每个电子都分别拥有自己的能量带,像卫星环绕行星般环绕在原子周围,当两个半导体原子互相靠近时,电子们也会相应靠近,在一定距离时某两个电子间的能量带发生重叠,形成一道“传输带”,在“传输带”上的电子即为两个原子所共有的,这就是电子共有