

利用“下一代工业生物技术”： 海水也可变“燃料”

■本报记者 李惠钰

近日,英国曼彻斯特大学发布了一则消息称,该校生物技术研究所的研究人员正在与美国一家研究机构合作,探讨利用合成生物学技术制造新一代生物燃料,所使用的原料部分来自海水。

研究人员发现,海水中的盐单胞菌能够提供有效的“微生物底盘”,用于合成高价值化合物。未来,这种新一代生物燃料的制作方法,可以通过类似酿酒行业的生产方式实现更为经济的生物燃料规模化生产。

对于生物燃料行业来说,此项研究可谓突破性。不过,《中国科学报》采访发现,早在2006年,清华大学生命科学学院教授陈国强实验室就开始了海水发酵的研究工作,并于2018年在《生物技术近期述评》(Current Opinion in Biotechnology)期刊首次提出以海水为介质的下一代工业生物技术,曼彻斯特大学此次的研究就是该技术的进一步延伸。

“这项技术最大程度地降低了生物燃料的成本,前景很好。”陈国强告诉记者,对于下一代工业生物技术的应用,该团队已经克服了许多困难,目前可以利用海水作为发酵用水生产生物降解塑料,并实现了小规模(35吨规模)的工业应用,现在正在进行更大规模产业化的尝试。

生物制造技术升级换代

化学工业虽然为现代社会作出了巨大的贡献,但也带来了环境污染、温室气体排放等诸多问题。随着分子生物学、生物化学和合成生物学的快速发展,利用生物活体、细胞器或酶等生物制品,以生化反应的形式对原料进行加工的工业生物技术,被认为是更有效的手段。

不过,相比传统的化学工业,工业生物技术虽然对环境破坏更小,但由于底物价格昂贵、消毒灭菌步骤繁琐,并且需要消耗大量能源和水资源等原因,在市场竞争中并不占优势。开发一系列可以高效、经济地生产各类产品的菌种,就成为当下的重点任务。

为此,科学家把焦点放在了生活在极端条件下并且具有特殊性质的微生物身上,比如嗜盐、嗜碱、嗜酸、嗜热微生物等。其中,以盐单胞菌属为例的嗜盐微生物,由于可在高盐高



下一代工业生物技术产业观光园

碱条件下进行开放的、连续的发酵,成为工业生物技术的研究热点。

陈国强表示,下一代工业生物技术就是以极端(嗜盐微生物)微生物合成生物学为基础的工业生物制造技术,主要针对现阶段生物制造固有的耗能、耗水、过程操作复杂、产物最终浓度低、产物纯化复杂、过程不能连续、设备投资昂贵及与人争粮等缺点,在不燃不爆、无污染、少耗水的情况下部分代替化学工业,提供大量材料、燃料、药品、炸药和其他衣食住行必需品,满足人类需求。

在他看来,我国拥有世界规模最大的工业生物制造产业(产值近万亿元),迫切需要产业升级。下一代工业生物技术可以克服现有生物制造的缺点,促进我国生物制造的全面升级换代,解决面临的生态、资源和可持续发展危机。

海水带来的无限可能

嗜盐微生物是一类生长过程中需要高浓度氯化钠的微生物的总称,通常栖息在高盐环境或海洋中,盐单胞菌就是其中一种。曼彻斯特大学此次研究聚焦利用合成生物学将海水中生长的盐单胞菌制成生物燃料。

研究人员称,这一技术突破的关键在于通过基因重组技术改变微生物的新陈代谢,以创造出用于替代原

油的高质量生物燃料,这种制造方法比目前使用的化学合成方法更为高效和可持续。

当前,化学合成的方式仍存在环境和经济性等方面的问题。曼彻斯特大学生物技术研究所所长奈杰尔·斯库顿表示,有效的生物燃料战略应避免使用淡水,并能够大规模、经济地生产源自微生物宿主的燃料。改造细菌以复制化学合成同样的工艺,不仅可以大幅提高生物燃料制造的可持续性,限制有毒副产品的产生,还不依赖于原油等非可持续资源。

陈国强同样非常看好利用海水制造生物燃料的前景,因为嗜盐微生物本身处于高盐、高碱的生长环境,这让它不易被染菌,所以不需要在无菌条件下进行。发酵过程中无需高温高压灭菌,并能够进行长时间的连续发酵,这就使得过程的操作简单了许多,并在很大程度上节能和降低成本,提高产品的市场竞争力。

“发酵过程无需高温高压灭菌,就不需要使用昂贵的不锈钢发酵罐和不锈钢管道系统,转而使用便宜的塑料、陶瓷甚至水泥罐体或管道等,过程设备投资也大幅度减少。”陈国强补充道,由于可以用海水替代淡水,过程产生的水可以多次循环利用,节水也成为一大优势。

此外,利用海水制造生物燃料不与人争粮。曼彻斯特大学生物技术研究所商业化总监柯克·马隆称,目前,

生物燃料制作依赖玉米、甜菜等作物,占用农地,借助海水制作生物燃料可减少燃料与粮食生产抢资源的矛盾,最终制造出来的生物燃料与现在使用的燃料品质基本一样,交通工具无须改装引擎就可使用,并且仍能保持高性能。

陈国强也指出,合成生物学改造的嗜盐细菌可以利用淀粉、蛋白、脂肪甚至纤维素和脂肪酸等生长,这些都是食物的组成,甚至用餐厨废料也能使嗜盐细菌生长,制造所需的产品。除了不与人争粮,通过分子操作,还可使嗜盐细菌在低密度情况下仍能继续生长,大幅提高产品最终浓度;通过表达细菌分离抑制基因,使细菌形态发生变化,能产生自凝絮作用,使菌体与发酵液自然分离,产物纯化变得更为简单。

仍存技术挑战

围绕嗜盐微生物,陈国强团队也进行了一场合成生物学的改造,将这个神奇的微生物变成高效的生物制造平台,使其能够在无灭菌和连续工艺过程中,利用海水为介质高效生产各种生物塑料(聚羟基脂肪酸酯),成本比之前的技术降低三分之一。

据记者了解,用于PHA的下一代工业生物技术中试已经完成,用中试生产线合成的PHA可以制成可生物降解的农用地膜、超市购物袋、快递和外卖的包装材料等,甚至还可以把PHA制成纱线,进而纺成布料用以代替丝绸。

对于基于海水中的嗜盐微生物制造生物燃料,前景虽然也十分诱人,但如果要展开实际应用,在可行性上仍然存在技术障碍。陈国强告诉记者,对嗜盐微生物进行合成生物学改造难度较大,目前最需要解决的技术难题就是在嗜盐微生物中构建高效燃料合成路径。

陈国强表示,由于嗜盐细菌的鲁棒性,发酵工艺也能保持一致,使工艺开发简单化,未来技术研发的方向将聚焦在利用一个菌种进行多个产品的生产。他表示,未来,下一代工业生物技术将使国家在困难(如战争)的情况下,仍然能够大量生产各种材料、燃料、药品、炸药和其他衣食住行等必需品,满足社会需求。



杨春生

今年以来,随着国家及地方对氢能源支持力度加大,氢能产业的发展前景备受期待,“氢能是终极能源”的声音也在多个场合听到。不过,在笔者看来,氢能的获取,有限度,有难度,并不是那么“轻巧”。科研人员应该在这方面多做些实事求是的分析,而不要炒作和鼓噪,以免误导公众。

原料氢气是不少 但不是规模能源

首先,自然界没有单质氢气可以开采,必须从含氢物质中提取。提取氢气的目的原本是用作化工原料,而用作能源的历史则很短。我国有些氢能工作者将化工原料氢气的产能也算进能源氢气的产能,难免有自壮声势之嫌,也容易引起人们的错觉。

例如,有人说:“中国煤化工行业有近千台气化炉在运行,合成气总量超过3000万方/小时,广泛分布于中国各地区,可以为各地的氢燃料电池新能源汽车的规模化示范运行提供有力支持。”这就是典型的误导。且不说合成气中高含量一氧化碳的分离是否经济可行,氢燃料电池新能源汽车规模化用氢后,煤化工生产还要不要正常运行?!

原料氢气和能源氢气,虽然都是氢气,但是原料氢气只有在不影响其原来生产使用的前提下,才能拿出一小部分用作能源,其量是十分有限的。更何况,现在工业产氢消耗的基本是化石能源,排放严重,不是“清洁的氢能”。如果燃料电池用这种氢气,岂不坏了自己清洁能源的美名?

氢能利用要讲究转化效率和经济效益

氢能不是一次能源,它像电能一样属于二次能源,要由一次能源转化而来。这一转化过程是需要消耗能量的,而且同时必然有一部分能量要变为“废能”,所以必须讲究能量转换效率。能量转换是要花钱的,所以还必须讲究经济效益。

从电网上取电通过电解水制氢的能量转换效率较高,约达85%。将氢在燃料电池中发电,能量转换效率约50%,电-氢-电的能量转换总效率稍大于40%。于是有人说:“氢能燃料电池电动汽车的能量转换效率‘很高’。殊不知,他们有意无意地不谈如下的一系列‘折扣’:燃料电池自身消耗的电能、氢气从电解池的低压状态压缩到输送到高压状态消耗的能量、输送到高压气态到加氢站所消耗的能量、加氢站给车上储氢罐充氢所消耗的能量等等。如此七折八扣,电解水制氢所耗的一度电送到车上电动机,粗略算来只剩不到0.3度。

如果从电网上取电一度,经充电器的AC-DC变换和车上电池的充电-放电,两环节的能量转换效率都在95%左右,送到电动汽车上电动机的电能将近0.9度。近三倍的能量转换效率差别一目了然,意味着节能减排效果相差悬殊。能量转换效率既不高,经济效益也不会乐观。可见,从发展电动车节能减排初心考虑,“由电网上取电-电解水制氢-氢能燃料电池”的路线是不可取的。

高温气冷堆也被说成可用以制氢。其实,用高昂的进口氦气作为工质的高温气冷堆发电,经济性本来就在推敲之中,现在却要将其千度的高温热能取出分解水制氢而不用去发电,要么是没事找事,要么是建高温气冷堆拼凑理由。

我国输氢远不及输电合理

有些人提出,可用“三北”地区的“弃风”“弃光”的电来电解水制氢,而且还举出德国用风能发电、电解水制氢的例子,证明这条路线可行。

但是,第一,我国“三北”地区的弃风、弃光电解出的氢,在“三北”地区是消耗不了的,必须远距离输送到燃料电池电动车盛行的地区,耗能自不在话下,而高压纯氢对管道钢的氢脆更是一个难关。第二,我们还要看到,我国“三北”地区的“弃风”“弃光”是不正常、短期的现象,一旦造成这种现象的人为和技术原因消除了,也就无“弃风”“弃光”可用了,因为输电相七于输氢,无论是设备的建设还是运行,都要合理得多。第三,德国为了减少对进口天然气的依赖,用可再生能源发电、电解水制氢,将氢气掺入天然气中作燃料,浓度不超过10%,不存在高压纯氢对管道钢的氢脆问题。而且,德国国土东西宽不过500公里,南北长700余公里,天然气管道密布,没有我国“三北”地区与燃料电池可能盛行地区间的长距离输送问题。在德国合理可行,不等于在我国亦然。

获取氢能并不那么“轻巧”

■杨春生

还有人提出,我们可将副产氢用于燃料电池。对此,原则上我完全赞成,但账到底怎么算要高,因为不是所有副产氢都可用于燃料电池。今年7月1日起开始实施的国家标准GB/T 37244-2018《质子交换膜燃料电池汽车用燃料氢气》,规定了质子交换膜燃料电池汽车用燃料氢气的杂质含量要求,其中最重要的是一氧化碳体积分数应不大于0.2×10⁻⁶。

以焦炉炼焦行业为例,要将焦炉煤气中的几项重要杂质降到GB/T37244-2018的指标,尤其是5%~8%的一氧化碳降低到千分之二,不仅要解决一系列技术难题,还要消耗大量的能量。

最现实的是氯碱工业的副产氢。据说,2017年全国放空的氯碱工业的副产氢为25万吨。此气不含一氧化碳,故放空为利用,适合于燃料电池。此外,丙烷脱氢、乙烷裂解等工业也有数量相当的副产氢。如果输送距离不远,在燃料电池电动汽车的演示阶段,这些副产氢绰绰有余。遗憾的是,这些副产氢的数量,远不足以担当未来“终极能源”的重任。

“氢能是终极能源”命题不成立

“氢能是终极能源”是美国前总统布什当政时首先提出的。在笔者看来,能源发展是没有终点的。难道有了氢能之后能源就不发展了吗?未来人们的节能减碳意识将进一步增强,更加绿色的能源、更高效的能量转换方法,将是人类不断的追求。

“氢能是终极能源”,还可理解为人类将来用的能源全部是氢能。这显然是脱离实际的。即使说汽车完全用氢能,按我国未来50%的人均汽车保有量计算,7亿辆车、年用氢10亿吨,既没有这个可能,更没有这个必要。毕竟对于大多数电动车而言,直接用电网的电更方便、更合算,何况还有其它能源可用,还有燃料电池自身的弱点引起的竞争力不强问题。

应该相信,随着氢气提纯技术的进步,其能耗和成本会不断下降,可用的副产氢数量会有所增加,“天花板”会有所升高。但是,也应该相信,“天花板”肯定是有,“氢能是终极能源”的命题是不成立的。

真正清洁而又经济可用的氢能并不丰富,与几亿辆汽车所需的能源相比,它只是个零头而已。现在有些人已不认可“氢能是终极能源”了,但他们设想,未来燃料电池电动车会占汽车的20%-30%。而按我上述的分析,乐观一些的估计氢能燃料电池电动车在未来汽车中的占比不会超过5%。

当然,氢能即使是个零头,也该用好。为此,科研人员应该多做些实事求是的分析,而不要炒作和鼓噪,以免误导公众和官员。

(作者系中国工程院院士)

聚焦展品辅导和科学表演 提升服务公众和社会能力

——第六届全国科技馆辅导员大赛决赛在太原举行

■本报记者 程春生 通讯员 闫亚婷

11月10~12日,第六届全国科技馆辅导员大赛全国总决赛在山西太原举行。大赛由中国科学技术协会主办,中国自然科学博物馆学会科技馆专业委员会、中国科技馆联合承办,中国科技馆发展基金会独家公益支持,山西省科学技术馆承办了总决赛。

据悉,本届大赛设分赛区选拔赛和全国总决赛两个阶段。大赛自今年3月正式启动,截至9月底,21个省、5个自治区、4个直辖市及新疆生产建设兵团举办分赛区选拔赛,共计来自185家科技馆的498名展品辅导参赛选手、248个科学表演项目参赛,赛事覆盖面和参赛规模创历届之最。经过31个分赛区初赛的激烈比拼,本届全国总决赛共有49家科技馆的62名展品辅导选手、59个科学表演项目参赛,参加人员超700人。

据中国科协党组成员、中国科技馆馆长殷皓介绍,第六届全国科技馆辅导员大赛在十年探索、发展的基础上革故鼎新,力争在赛制上更加聚焦科技馆展教核心业务,更加符合科技馆教育理念和特点。与前五届相比,本届大赛有三大突出亮点。

一是规格高。本届大赛首次由中国科学技术协会主办,中国科技馆和中国自然科学博物馆学会科技馆专委会联合承办,中国科技馆发展基金会独家公益支持。

二是规模大。本届大赛规模扩大,分赛区选拔赛由4个调整为各省、直辖市、自治区、新疆生产建设兵团以及港澳台地区选拔赛。

三是规格新。本届大赛聚焦展品

辅导和科学表演两个项目,展品辅导突出教育活动设计和现场主题辅导;科学表演则更多鼓励项目内容、形式及手段创新。

记者在现场了解到,全国科技馆辅导员大赛分为展品辅导赛和科学表演赛。其中,展品辅导为个人赛,考查选手辅导基本功与综合素质。本届大赛还新增对辅导员教育活动策划能力的考查和培养,强调展厅现场感,重点分单件展品辅导、辅导思路解析和现场主题辅导三个环节。

第一环节的单品展品辅导是传统项目,在本环节中参赛选手用深入浅出的语言将展品从操作到原理再到应用抽丝剥茧、层层展开,借助黑板和画笔将展品中蕴含的深奥科学原理深入浅出地阐述出来。

第二环节的辅导思路解析是本届大赛新增环节,也是亮点之一,对选手平时开发教育活动的实战经验以及综合素质要求极高,主要考查选手开发教育活动的的能力,选手们不仅要给出清晰的思路、可执行的活动方案,更要注重创新点才能拔得头筹。

第三环节是现场主题辅导环节,也是首次在本届大赛中亮相的环节,对选手的知识储备量以及临场应变能力提出极大的挑战。该环节要求入围选手根据获得的辅导材料,在指定区域选择展品进行讲解,鼓励串讲,并设计一条合理的辅导线路向辅导对象开展现场辅导及互动活动。这一环节是在之前的抽取展品现场串讲基础上进行的升级,要求选手在讲解时要有良好的对象

电碰碰球

展品辅导现场

感、清晰的路线设计思路以及应变能力,难度大大增加。本环节与日常展教业务实际情况更为贴合。

科学表演赛为团体赛,分科学实验和其他科学表演两个项目。其中,科学实验是科技馆的基础教育项目,要求贴近展厅内实际需求,符合展厅操作和安全规范,有相应实验或制作过程,展示明确的科学原理。辅助道具的简化对于实验本身内容的选材、趣味性、科学性以及表演者的表现力要求极高,这一环节更重要的考查点是实验本身更加适合在科技馆表演真正地实施表演。其他科学表演指除科学实验之外的表现形式,如科普剧、科学秀和表现科学内涵的歌舞、诗歌朗诵、相声、脱口秀、童话故事等活动形式,有较强艺术表现力,鼓励形式和手段创新。此类项目对趣味性、观赏性、创新性要求很高。

根据全国大赛组委会规定,在



黄文摄

本次全国总决赛中,展品辅导赛将最终决出以下奖项:一等奖10名、二等奖20名、三等奖若干名、专项奖“最佳人气奖”3名;科学实验赛及其他科学表演赛将各决出一等奖5名、二等奖10名、三等奖若干名。

“全国科技馆辅导员大赛作为行业最具影响力的赛事活动,是全国科技馆落实习近平总书记‘科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼’等重要论断,落实中国科协‘1-9-6-1’工作布局的重点工作,为全国科技馆搭建了大规模同台竞技和相互交流的平台。”殷皓表示,大赛自2009年创办以来,立足行业领军型人才培养,始终以提升科技馆辅导员综合素质和专业技能为目标,培养了一大批勤于钻研、勇于创新、敢于实践的辅导员队伍,进一步提升了科技馆服务公众、服务社会的能力和水平,有力推动了全国科技馆科普教育的创新与发展。

资讯

中石化西北油田顺北4井获重要发现

本报讯11月4日,记者从中国石化新闻办获悉,位于新疆沙雅县境内,中石化西北油田顺北4井测试获油气流,最高折算日产天然气10.45万方,见凝析油。该井成为继顺北53X井后,又一口重要油气发现井,为顺北百万吨产能建设和西北油田天然气增储上产进一步奠定了资源基础。

据介绍,顺北4井是西北油田部署在顺北4号断裂带上的第一口重点预探井,完钻井深8270米。顺北4井的突破,显示出顺北油气良好的勘探潜力,进一步证实了北塔里木盆地古生界碳酸盐岩整体含

油、局部富集,走滑断裂带是重要的油气富集带,同时进一步明晰了顺北油田4号断裂带以东为天然气、以西为原油的资源结构特征。

据悉,在该井突破后,顺北油田加快了勘探开发一体化步伐,已累计部署2口开发井,继续扩大优势。截至目前,顺北油田已成为中石化重要的增储上产阵地。西北油田按照“整体控制主干断裂带,积极探索次级、隐伏断裂带等新型”的思路,加快推进实施步伐,今年将生产原油77万吨,明年建成百万吨产能阵地。(计红梅)

山西举办节能环保低碳发展博览会

本报讯记者近日从山西省科技厅获悉,以“绿色、节约、合作、交流”为主题的第九届山西省节能环保、低碳发展博览会日前在太原举行,来自北京、深圳、河北、山西、浙江、山东、福建、广西等地共计200余家企业参展。

据了解,此次博览会由山西省能源局、山西省科技厅等单位共同主办,集中展示了清洁能源、环卫技术与垃圾分类、煤改电及新能源汽车等大批科技领先产品,同期举办了产品推介、技术交流、生态文明建设等高峰论坛及项目签约等活动。(程春生)