手表上的秒针每转过一圈，就有1吨钢腐蚀成铁锈——

腐蚀，身边的破坏者

经济日报·中国经济网记者　沈　慧

热点追踪

您知道吗？在我们身边潜伏着一位破坏者，它无处不在，无时不在。小到锈迹斑斑的螺丝钉，大到坑坑洼洼的桥梁……凡是使用材料的地方，都有它的身影，稍不注意，你的安全可能就会被它“吃掉”——它就是腐蚀

上图　2018年正式通车运营的港珠澳大桥能够问鼎多项世界之最，其先进的腐蚀控制技术功不可没。（新华社发）

左图　中国科学院金属研究所工作人员为小学生演示腐蚀实验。（资料图片）

生活中，腐蚀无处不在。它虽是一位静悄悄的破坏者，却常常令人措手不及——手表上的秒针每转过一圈，就有1吨钢腐蚀成铁锈；在美国，每年有三分之一的化学设备因局部腐蚀停工；在我国，每年有30%的钢铁因腐蚀而报废；全世界每年由钢铁腐蚀造成的经济损失约为1万亿美元，目前这个数字还在逐年升高。

为唤醒每个人认识到腐蚀的存在及巨大危害，4月24日被定为“世界腐蚀日”。就让我们一起跟随前世界腐蚀组织主席、中国科学院沈阳分院院长韩恩厚走近腐蚀、了解腐蚀。

无处不在的腐蚀

金属的癌症、无焰的火灾、隐蔽的杀手，腐蚀在学术界可谓“臭名昭著”。如此声名狼藉主要源自其拥有的巨大破坏力。中国工程院在2003年完成的《中国腐蚀调查报告》指出，我国每年为腐蚀付出的成本约占GDP的5%，其代价已大于当年所有自然灾害损失的总和。其他国家同样饱受腐蚀折磨：美国的腐蚀损失占其GDP比例约为4.2%，欧盟为3.8%，印度为4.2%，阿拉伯国家为5.0%……一言以蔽之，腐蚀是全人类共同面对的问题。

“由腐蚀引发的危害和经济损失，几乎遍及所有制造业。同时，它还会造成环境危害、工程寿命缩短、产品质量低劣，甚至酿成重大灾难性事故。”韩恩厚说。

以环境污染为例，在瑞典斯德哥尔摩，每年屋顶因腐蚀释放的铜达1.4克/平方米。而金属腐蚀产生的重金属离子会污染土壤、植物和水，从而进入食物链，对人民安全、健康和生活造成重大影响。又比如，汞直接进入肝脏会危害人类神经系统，轻则四肢麻木、运动失调、听力困难等，重则心力衰竭引发死亡。而镉在人体中积累会引起急、慢性中毒，导致高血压，引起心脑血管疾病，还有可能破坏骨钙，引起肾功能失调。

这些仅是问题的冰山一角。韩恩厚说，中华民族创造了辉煌的物质文明和精神文明，留下了无数的文物瑰宝，却因为腐蚀导致大量珍贵文物受损——我国著名文物沧州铁狮子，就因狮腿严重腐蚀不得不靠铁架子支撑站立。美国的自由女神像亦未能幸免。在一次偶然检修中，工作人员发现女神像存在腐蚀穿孔、松动问题，最终耗时两年、耗资约3亿美元才完成修复。法国的埃菲尔铁塔也遭遇过同样困境。这座1889年建成的建筑高324米，有250万个铆钉。100多年来，它因为腐蚀侵害已经涂漆19次，平均每7年一次，每年的维护费用高达1370万欧元。

悄无声息的威胁

提起2013年的石油管道泄漏事故，很多人或许仍记忆犹新：由于腐蚀，中国石化输油储运公司潍坊分公司输油管线破裂泄漏，并在黄岛区沿海河路和斋堂岛路交会处发生爆燃，直接经济损失达7.5亿元。

2001年，四川宜宾市南门大桥突然两端断裂，预计百年寿命而实际仅仅使用了11年——事故原因便是承重钢缆的应力腐蚀。此外，核电站、飞机等设施也难逃腐蚀“魔掌”……

都是腐蚀惹的祸。根据韩恩厚提供的数据，高速公路、桥梁、建筑等基础设施领域是腐蚀的重灾区，占比44%；其次是石油化工，占比22%；机械行业和交通运输则各占13%；能源领域占8%。

当然，硬币都有两面，腐蚀也不例外。当我们学会正确认识腐蚀的时候，就会发现它其实也可以为我所用、造福人类。比如，日常生活中，电热水器中的镁棒是热水器内胆的一个“挡箭牌”，所有发生的水垢、水碱腐蚀，都可由镁棒这个“挡箭牌”来完成。在医用领域，可降解镁合金可以作为植入人体内的心脏支架和骨固定材料，随着植入时间的延长，它会发生缓慢的腐蚀而降解，多余的腐蚀产物会通过人体正常新陈代谢排出。在工业领域，利用铜在三氯化铁溶液中的腐蚀作用，可以得到人们所需的电路板……

君子生非异也，善假于物也。“对于腐蚀，我们要做的就是趋利避害，既要找到合适的方法来抑制有害的腐蚀，又要善加利用腐蚀的有益之处。”韩恩厚表示。

科学“反腐”是关键

面对凶猛来袭的腐蚀，我们该何去何从？韩恩厚说，生活中，至少30%的腐蚀是可以通过科普、科研与技术应用来实现降低损失、降低资源消耗和降低污染的。

其中，耐腐蚀材料的选择是科学反腐的关键。比如，可以通过调整钢铁材料中的化学元素成分、微观结构、腐蚀产物膜的性质，降低电化学反应速度，从而显著改善钢铁的耐腐蚀性。“腐蚀速度取决于材料环境介质的搭配组合，因而了解材料与环境的搭配关系，合理选材很重要。”韩恩厚表示。

除此之外，还可采用化学的、物理的方法改变材料或工件表面的化学成分或组织结构以提高部件的耐腐蚀性。与此同时，在金属表面涂覆一层耐水、氧、离子渗透的材料，以及注重工程装备使用过程中的日常维护保养等，也是应对腐蚀的有效方法。

然而有些尴尬的是，我国对腐蚀的重视程度还远远不够。韩恩厚说，国外的工程装备之所以能延长寿命，与日常注意维护保养有很大关系。主动前瞻性安排维护可以节约大量成本——以美国桥梁的腐蚀为例，早期维护可以降低约三分之一的维护成本。

令人欣慰的是，认识腐蚀、科学“反腐”，如今中国正积极行动。

历经10余年努力，中国科学院金属研究所科研人员建立了模拟核电站服役条件与服役过程中可能的材料性能退化行为系列测试评价技术，并在此基础上，开拓性建立了核电站关键部件的服役安全评价技术。该成果已于2016年起在我国核电站启用，为保障核电站运行安全提供了成套技术。

2018年10月23日，全球最长跨海大桥港珠澳大桥正式开通。其中，先进的腐蚀控制技术成为让港珠澳大桥长寿的秘诀。支撑港珠澳大桥的基础钢管复合桩防腐情况复杂，腐蚀情况包括海泥环境中的微生物腐蚀、海水中泥沙海浪的冲刷腐蚀、浪花飞溅区的腐蚀、水面之上紫外线照射导致涂层老化，以及海洋大气导致的各种腐蚀等。为此，科学家采用高性能防腐涂层加阴极保护的联合防护方法来确保服役可靠性；大桥混凝土也采用新一代高性能环氧涂层钢筋，为保证大桥达到120年的超长寿命发挥了关键作用。

与此同时，我国型号众多的航天器——神舟、天宫、嫦娥等也都需要解决腐蚀防护问题。以嫦娥四号为例，其腐蚀包括：地面存放时的腐蚀问题，太空中原子氧导致材料氧化失效，强辐射导致的高分子材料老化，等等。为此，嫦娥四号使用了中国自主研发的镁质航天器部件，表面采用具有防腐、导电、电磁屏蔽的多功能镀层防护。该镀层在大的昼夜温差下仍有很好的结合力，确保了嫦娥四号成功发射。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”守护人类生存的美好家园，科学反腐蚀，我们还需再接再厉。

新型细胞培养变色水凝胶问世

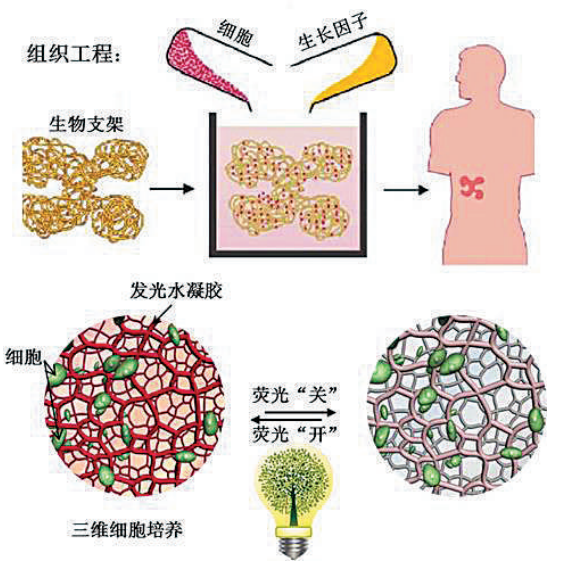
本报讯　记者商瑞、通讯员焦德芳报道：蚯蚓切成两半可以再生，壁虎断尾后可以重新生长，海星的任何一角都能重新恢复成完整的身体……与动物神奇的再生能力不同，人体组织和器官的损伤修复离不开组织工程技术的发展，其技术核心是构建细胞培养基质材料，实现受损组织和器官的重建。

近日，天津大学仰大勇教授成功研制出新型细胞培养变色水凝胶，实现在观测细胞三维培养过程中基质材料荧光的即时可控开关。该成果已发表于国际期刊《先进科学》。

三维细胞培养技术是目前人类再造人体组织和器官的主要手段，科学家已经利用这一技术成功培育出轮廓逼真、自然柔软的人造“耳朵”和“鼻子”。

“我们研制的新型水凝胶就好像肥沃的土壤，不仅为种子生长提供牢固根基和充足养分，同时创造一种发光环境，为更好地观察种子生长提供便利。”仰大勇教授介绍，他们研发的新型细胞培养变色水凝胶具有良好的生物相容性，对细胞没有毒副作用，可以作为一种优良的三维细胞培养基质。值得一提的是，这种水凝胶对于外加的离子刺激具有快速可逆荧光响应，在观测细胞时能实现基质荧光的实时开关可控，并对于细胞生长没有影响。

据了解，这一新材料在生物医学领域具有巨大应用潜力，它为细胞提供了一个更加接近体内生存条件的微环境，可作为一种优良的细胞培养基质用于干细胞的三维培养，实现组织修复和器官再生，为造福人类生命健康带来新的希望。



新型水凝胶工作原理图。

不出国门参观德国展馆

AI助力线上展览

本报记者　袁　勇

不出国门就能看到德国博物馆的文物？在过去这是不可能的事情。如今，借助人工智能三维数字化技术，这一创新体验成为可能。

近日，著名数字技术企业四维时代科技公司旗下产品“四维看展小程序”的新版本推出了德国国立陶瓷博物馆全球首个线上特展，展出4个以人工智能三维数字化技术构建的德国国立陶瓷博物馆线上展厅，以及16件3D精品文物。

“四维看展小程序”是四维时代科技公司为文博、艺术爱好者打造的线上艺术空间，通过该平台可浏览国内外最优质的艺术资讯及文博动态，体验720°在线漫游展厅、指尖鉴赏3D文物，实现随时随地在线看展。

通过特展，用户还可以鉴赏到16件德国国立陶瓷博物馆的精品馆藏，囊括公元前6世纪至公元20世纪来自世界各地的国宝级文物。

德国国立陶瓷博物馆特展的上线，让线上沉浸交互式观展成为可能。这也是“中国智造”走出国门，利用三维数字化技术为海外博物馆文物提供保护和传播服务的典型案例。

德国国立陶瓷博物馆馆长达尼埃拉·安东尼表示，数字化是一种隐形的“文化财富”，具有非凡意义。通过数字化，可以为更多人带来了解藏品、倾听展品历史的机会，博物馆也可以随时随地、自豪地向世界展示他们的文物。

四维时代工作人员在德国采集文物数据。

图为线上展馆画面。　（资料图片）

科谱

代餐减肥靠谱吗

阮光锋

俗话说，“三月不减肥，四月徒伤悲，五月路人雷”。眼看夏季快到了，很多人又下定决心要减肥，毕竟现在我国肥胖率已超四成，尽快甩掉身上的脂肪才更健康。那么，问题来了——现在各种减肥食品、减肥方法琳琅满目，让人应接不暇，近两年更出现了各种号称能减肥的代餐产品，其中最火的要属代餐粉和代餐奶昔。它们到底是什么？真的能减肥吗？

代餐是什么东西？“代餐”，顾名思义，就是用来代替部分或者全部正餐的食物。常见的代餐形式有代餐粉、代餐棒、代餐奶昔等。代餐粉，就是代替正餐的营养粉。市场上的代餐粉通常是一种由谷类、豆类、薯类食材等为主，其他属类植物的根、茎、果实等可食用部分为辅而制成的单一或综合性冲调粉剂产品。它具有高纤维、低热量、易有饱腹感的特性。代餐奶昔则是指用奶昔来代替正餐食物，一般用作代替早晚两餐或者其中一餐。两者主要区别在于是否含有奶昔。

很多人对代餐持有疑惑：代餐减肥真的有效吗？其实对于肥胖者来说，无论采用什么方法，只要控制能量摄入，增加能量消耗都可以起到减肥效果。因此，很多人的确吃代餐粉变瘦了——不过，这主要是饿出来的。代餐品能量容易控制，比如一袋代餐粉的热量基本为200千卡以下，我们平时一顿饭的热量摄入则为500千卡至1000千卡。因而，长期用代餐粉代替正餐，不就相当于是在帮你节食吗？瘦是肯定的。

问题是，这种减肥方式并不健康，甚至可能会对你的身体造成危害。首先，代餐产品大多消化较快，对健康并没有什么好处。同样的热量摄入，原本通过吃饭可以摄入很多膳食纤维、脂肪、蛋白质等，由此可以延缓胃部排空，但代餐粉这种流食却把胃排空的时间大大压缩了，这对于餐后血糖控制非常不利。

其次，长期吃代餐粉还可能导致营养不良。人体需要全面的营养素，应该通过均衡饮食来获得。如果缺乏均衡的饮食和营养，就容易发生营养不良，最终导致身体健康出现问题。

当前，市场上出售的代餐粉往往营养素含量并不均衡合理。比如，谷物代餐粉、蔬果代餐粉一般蛋白质含量低，维生素C等维生素含量也达不到日常推荐量；而奶昔类代餐的维生素、矿物质很容易缺乏。如果你长期只吃代餐，不正常吃饭，很容易导致身体虚弱，引发各种疾病，比如出现头晕乏力、掉头发、精神差、皮肤粗糙等营养不良反应。

更应引起关注的是，目前代餐品行业鱼龙混杂，质量良莠不齐。很多代餐产品都是通过微商售卖，一些不良商家为达到快速瘦身效果，违规添加了对人体有害的药物成分，如盐酸西布曲明、酚酞、利尿剂等，对肝脏、肾脏等造成严重损害，甚至危及生命。前不久还有报道称，一位女孩由于三餐都吃代餐粉，结果导致肾衰竭。还要提醒大家的是，很多减肥药也存在同样问题，购买时一定要多加小心。

那么，如何正确看待代餐减肥产品呢？请记住：代餐产品永远只能替代正常饮食的一部分，不能成为我们每日饮食的主角——均衡的食物才是我们获得营养的主要途径。对于一般的超重或肥胖人群而言，减肥最主要的方法仍是要改善生活方式、调整饮食结构，控制能量收支平衡。

如果想要正确减肥，仍需保证科学、营养的饮食，并根据自身情况对每日能量摄入进行一定调整。同时，要保证每天有一定的运动量。总之，“管住嘴，迈开腿”才是正确的减肥方式，千万不能盲目迷信代餐的功效。

（作者系食品与营养信息交流中心科学技术部主任）

本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com