

工业界有一个著名的海因里希法则，工业安全工程师海因里希在他的《工业事故预防》一书里提出：在1件重大的安全事故背后，必有29件轻度的事故，还有300件潜在的隐患。如果在事故发生之前，抓住时机，及时消除不安全因素，就能够避免许多重大的伤亡事故。

那么，谁能在事故出现前解决隐患呢？答案可以是，数字孪生。

# 用数字孪生构建平行世界

河北日报记者 王璐丹

## 什么是数字孪生

数字孪生，英文名 Digital Twin(数字双胞胎)，也被称为数字映射、数字镜像。

它的官方定义非常复杂：数字孪生，是充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。

“简单地说，数字孪生就是在对一个设备或系统的基础上，创建一个数字版的镜像。”河北省科学院应用数学所副所长王志强说，这个镜像，也被称为“数字孪生体”。它被创建在信息化平台上，是虚拟的。

也许有人会说，这不就是电脑上的设计图纸吗？

其实不然。相比于设计图纸，数字孪生体最大的特点在于：它是对实体对象(本体)的动态仿真。也就是说，数字孪生体是会“动”的，而且，数字孪生体不是随便乱“动”。它“动”的依据，来自本体的物理设计模型，还有本体上面传感器反馈的数据，以及本体运行的历史数据。

“说白了，本体的实时状态，还有外界环境条件，都会复现到‘孪生体’身上。”王志强说，如果需要做系统设计改动，或者想要知道系统在特殊外部条件下的反应，工程师们可以在孪生体上进行“实验”。这样一来，既避免了对本体的影响，也可以提高效率、节约成本。

除了“会动”之外，理解数字孪生还需要记住三个关键词：全生命周期、实时/准实时、双向。

数字孪生是源自工业界的概念。在工业制造领域，有一个词叫作“产品生命周期管理(PLM)”，全生命周期是指数字孪生可以贯穿产品包括设计、开发、制造、服务、维护

乃至报废回收的整个周期。它并不仅限于帮助企业把产品更好地造出来，还包括帮助用户更好地使用产品。

而实时/准实时，是指本体和孪生体之间，可以建立全面的实时或准实时联系。两者并不是完全独立的，映射关系也具备一定的实时性。

双向，是指本体和孪生体之间的数据流动可以是双向的，并不是只能本体向孪生体输出数据，孪生体也可以向本体反馈信息。企业可以根据孪生体反馈的信息，对本体采取进一步的行动和干预。

王志强介绍，数字孪生技术出现的目的之一就是为防患于未然，在事故发生之前就解决掉事故隐患。

比如，航空发动机是飞机上的重要部件，它的稳定和正常运行，对于确保飞行安全极为重要。航空发动机制造商们，为了有效地检测发动机的运行状态，为其创建了数字孪生。工程师首先会在电脑里创建发动机的精确虚拟副本，然后，他们在真实世界中为发动机安装各种传感器以收集数据，这些传感器收集到的数据会实时传输给计算机中的数字孪生。这时只要在虚拟世界中运行发动机，就能模拟在真实世界中的情况。经过长时间的虚拟运行，工作人员就能收集发动机的运行方式并了解其在什么时候需要维护。

## 数字孪生的价值

2015年左右，中国开始跟进数字孪生技术。当时包括工业4.0研究院在内的多家国内研究机构和企业，纷纷启动了数字孪生相关的研究课题。

从那之后，数字孪生这个概念，就开始风靡互联网和产业界，直至今日。

只是建了一个数字孪生体，它到底能给

传统产业带来哪些好处？

“工业制造是数字孪生的主要战场。”王志强介绍，在产品研发过程中，数字孪生可以虚拟构建产品数字化模型，对其进行仿真测试和验证。生产制造时，可以模拟设备的运转，还有参数调整带来的变化，还能够有效提升产品的可靠性和可用性，降低产品研发和制造风险。维护阶段，通过对运行数据进行连续采集和智能分析，可以提供故障点和故障概率的参考。

数字孪生给工业制造带来了显而易见的效率提升和成本下降，使得几乎所有的工业巨头趋之若鹜。以美国通用公司为例，据公开报道，该公司已为每个引擎、每个涡轮、每台核磁共振创造了数字孪生体。通过这些拟真的数字化模型，工程师们可以在虚拟空间调试、实验，能够让机器的运行效果达到最佳。

除了工业制造之外，数字孪生和5G、智慧城市也有非常密切的关系。

众所周知，5G将开启“万物互联”的时代，它使得人类的连接技术到了前所未有的高度。未来，在5G的支持下，云和端之间可以建立更紧密的连接。这也就意味着，更多的数据将被采集在一起。

“这些数据，可以帮助构建更强大的数字孪生体。”王志强说，比如，一个数字孪生城市。

据介绍，在数字孪生城市中，基础设施(水、电、气、交通等)的运行状态，市政资源(警力、医疗、消防等)的调配情况，都会通过传感器、摄像头、数字化子系统采集出来，并通过包括5G在内的物联网技术传递到云端。城市管理者基于这些数据以及城市模型，构建数字孪生体，从而更高效地管理城市。

在虚拟世界，雄安的数字孪生城市已开始崭露头角。雄安的数字孪生城市不仅能显示建筑三维立体形象，而且它是“活”的，现实中每建设的一栋楼，在数字孪生CIM平台中，也能够同步生成一栋同样的数字大楼，现实中哪拍更换一个路灯，数字孪生城市里都能显示出来。

此外，农业也是数字孪生的一个重要应用领域。

“农业是一个高度复杂和动态的领域，生产过程会受到天气、病虫害、土壤墒情、季节性和气候因素等条件的制约。”王志强说，数字孪生可以帮助农业从业人员实现对农场运营的实时监控，并及时评估生产策略，实时调整生产计划，从而达到高质量的生产力水平。

据介绍，河北省科学院设计开发了面向金银花品质保证的“数字孪生农业”系统。该系统结合多光谱遥感、物联网、5G等技术实现作物种植实时远程管理，利用数字空间的可视化实现种植区域的集约化监管，利用区块链、可信计算等实现金银花全产业链的精准溯源和价值传递，利用高性能计算和人工智能技术实现全产业链智能化和最优

决策。该系统的应用实现了金银花全生命周期质量保证和全产业链精细化管理，促进了金银花产业的长期、稳定和健康发展。

“总而言之，数字孪生是一项非常有潜力的前沿技术，会给企业带来丰厚的回报。”王志强说。

## 人类会拥有数字孪生吗

每个人都是独一无二的，不同于现代制造业流水线生产的产品，人类是极其复杂的。随着技术的发展，智慧医疗的概念被提出并受到了越来越多的关注。

最近几年，智能手表出现在了人们的手腕上，这些手表能够检测人的心率、血液中的氧气含量等基础信息。久坐久时，手表会提醒我们起来走动，运动的时候心跳太快手表也会发出预警。

现在借助机器学习，电脑能够通过人脸的图片判断我们的心情怎么样；在减肥过程中，拿手机拍照能知道食物有多少卡路里；智能手表会记录我们前一晚的睡眠数据。

“从某种意义上说，这算是人体数字孪生的最初版本。”王志强说。

但是对于庞大且复杂的人体系统而言，仅采用上述的些许数据是不能实现对人体状况准确预测的。想要得到一个更加准确的数字孪生，需要收集大量的数据进行分析。其中包括人体所处环境的空气质量、光照条件、人体接种的疫苗、脑电图、心电图、摄入食物的种类数量等等。

有专家认为，创建一个能够和现实中的人同步成长的数字孪生，直到现在依然是不可能的任务。

尽管如此，人们对数字孪生在医疗健康领域的美好前景仍然满怀信心。2014年，名为“活心脏计划”的数字孪生开发项目启动，来自各行各业专家以及医学从业者希望创建一个人类心脏的数字孪生。

几年后，这个项目交付了第一个参考模型，在这个模型中，医生能够复现任何心血管疾病并安全地测试治疗方案，一些医院的医生会利用它来为不同的患者规划个性化的心脏手术程序。

某些新出现的医疗手段，在现实中进行实验可能会造成巨大的损害，在数字孪生里则可以避免。

随着新冠肺炎席卷全球，研究人员启动了一项新的数字孪生计划——活肺计划，用来了解病毒对人体器官的长期影响。在虚拟的时空中，我们可以加速时间的流动速度，分析疾病的长期影响。

“曾经人们认为不可能建造一架完整客机的数字孪生，但是现在已经是飞机制造商的家常便饭。人体数字孪生的搭建工作，虽然在今天看来还存在许多独特的挑战，人们相信科学技术进步的速度会攻克这些难题。”王志强说。

另一个“你”，或许就在不远的未来。

# 以色列研究探索用噬菌体抑制肠道有害细菌

以色列研究人员在美国新一期《细胞》杂志上发表论文说，动物实验显示噬菌体可有效减少肺炎克雷伯菌的影响，今后有望进一步探索利用噬菌体精准抑制肠道有害细菌。

噬菌体是一种可感染细菌的病毒。以色列魏茨曼科学研究所等机构研究人员先选出会导致肠道炎症的肺炎克雷伯菌，然后针对这种细菌选择了5种噬菌体组成混合物。动物实验显示，将肺炎克雷伯菌移植到用于研究肠道炎症的小鼠体内，可加重小鼠的肠道损伤和炎症。但使用上述噬菌体混合物后，小鼠的肠道炎症等症状明显减轻，相关的死亡率也随之下降。

在模拟人体肠道的实验设备中，这一噬菌体混合物同样取得了较好的抑制有害细菌的效果。特别是在后续进行的1期临床试验中，研究发现人类志愿者对该噬菌体混合物有良好的耐受性，噬菌体混合物在人体肠道中持续存在甚至繁殖增多，但没有导致肠道菌群出现令人担忧的变化。领导研究的以色列魏茨曼科学研究所教授埃兰·埃利纳夫说，希望能在在此基础上开发出针对一些疾病的个性化疗法，首先识别出每名患者身上引发疾病的肠道细菌菌株，然后设计一种噬菌体混合物来杀死这些菌株。

研究人员说，如果这种方法在更大规模的临床试验中被验证安全有效，它不仅可用于治疗肠道炎症疾病，还可能用于治疗其他一些受肠道微生物影响的疾病，包括肥胖症、糖尿病和某些癌症等。

# 新型薄膜可轻松检测食品中亚硝酸盐含量

西班牙研究人员近日开发出一种新型变色薄膜，消费者只需将薄膜贴在食品上，通过智能手机应用程序为薄膜拍照，就可以轻松分析出亚硝酸盐的含量。

某些肉类食品通常要用适量亚硝酸盐等处理，以保持其外观和口感新鲜。当在胃的酸性环境中或在煎煎的高温下，亚硝酸盐会发生反应形成亚硝胺，可能形成潜在的致癌化合物。现有测定食品中亚硝酸盐含量的方法通常需要昂贵而费力的技术和仪器。

西班牙布尔戈斯大学的研究人员开发的这种薄膜基于聚合传感器原理。研究人员将薄膜贴在肉类食品上15分钟，使其发生化学反应，从而改变薄膜颜色。随后研究人员用智能手机应用程序为薄膜拍照，分析颜色变化，就可以计算亚硝酸盐的含量。食品中亚硝酸盐含量越高，薄膜的黄色就越深。

研究人员自制了用亚硝酸盐处理过的肉类食品，并从商店购买了一些肉类食品。测试结果显示，这种薄膜获得的检测结果与传统亚硝酸盐检测方法获得的结果相似。

# 中科大科研团队取得植物生长素转运机制研究新进展

中国科学技术大学生命科学与医学部教授孙林峰团队研究揭示了植物体内参与生长素“搬运”的PIN1蛋白的三维结构和工作机制。国际学术期刊《自然》日前发表了该成果。

植物生长素负责给细胞“传递”信息，“指挥”植物的生长发育。向日葵之所以总是向着太阳绽放，就在于受光照影响，生长素会从向日葵茎端向背光侧转移到背光侧。由此，背光侧生长更快，而向光侧慢一些，向日葵的花盘就朝着太阳的方向转头了。这其中，需要转运蛋白的协助，它们负责生长素的“搬运”。长期以来，这类蛋白的三维结构以及工作机制一直是科研人员研究的重点。

此次研究，孙林峰团队聚焦拟南芥PIN1蛋白，搭建出一套基于放射性同位素的全新功能检测体系，与中国科学院分子细胞科学卓越创新中心李典团队合作，利用体外纳米抗体合成等技术，解析PIN1蛋白以及它分别与抑制剂NPA、植物生长素IAA结合的3个高分辨率结构，并通过功能分析阐释了PIN1蛋白“搬运”生长素的工作机制。

孙林峰介绍，NPA是之前在实验室广泛应用的生长素极性运输抑制剂，也是农业生产中最早作为除草剂应用的化学小分子。基于相关研究，科研人员有望设计出更高效、对环境更友好、对人类更安全的除草剂和植物生长调节剂，应用于农业生产。

# 一种免疫蛋白有望对抗生素耐药性

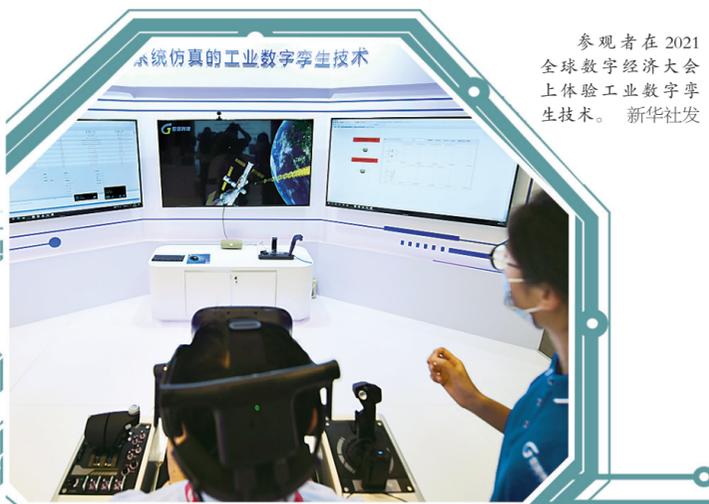
澳大利亚国立大学日前发布公报说，该校科研人员参与的一项研究发现，免疫系统中一种特定的蛋白质可杀灭包括耐药菌在内的细菌，这可能有助于未来研发新型药物，治疗包括脑膜炎、肺炎和败血症在内的严重传染病。

研究表明，这种名为“鸟苷酸结合蛋白”的蛋白质具有直接结合并杀灭特定类型细菌的潜力。研究人员说，这种蛋白质可以像“斧子劈木头”一样，将细菌破坏掉，致其死亡。除为新疗法奠定基础外，这类蛋白质还可与现有的抗生素结合使用，能为医生在治疗某些类型的传染病时提供更多选择。

公报说，这种蛋白质的发现为应对抗生素耐药性提供了潜在解决办法。多年来，抗生素的滥用导致细菌耐药性问题越发严重，一些传染病的疗效也相应变差。本次研究发现，“鸟苷酸结合蛋白”可以杀灭不同类型的耐药菌，包括可以引起脑膜炎、肺炎和败血症的耐药菌。

研究人员介绍，人类免疫系统配备了可以消灭细菌的“武器”，当细菌进入人体时，免疫系统会触发防御反应。这种新发现的免疫系统内的蛋白质，其作用可以被提取和利用，用来治疗一系列传染病，同时不会对身体细胞产生负面影响。

相关论文已发表于英国《自然·通讯》杂志上。(本组稿件/河北日报记者王璐丹综合新华社电)



参观者在2021全球数字经济大会上体验工业数字孪生技术。新华社发

# 走红的“玻尿酸食品”，真有那么神奇吗？

河北日报记者 王璐丹

## 热点释疑

如今，市面上的“玻尿酸食品”越来越多，比如玻尿酸软糖、玻尿酸饮用水，甚至一些奶茶店还推出了玻尿酸奶茶，受到很多消费者欢迎。玻尿酸真的能吃吗？口服玻尿酸能起到美颜效果吗？记者采访了相关专家。

### 玻尿酸广泛运用于医疗界

玻尿酸，也称透明质酸，是一种酸性黏多糖，呈透明胶状。

“这种物质本身就存在于人体内部。”河北医科大学第三医院营养科主任医师雷敏说，虽然它在人体中的平均含量只有15克左右，但却能保持肌肤水嫩，而且对润滑关节、调节血管壁通透性、愈合创伤具有举足轻重的作用。由于透明质酸常以钠盐的形式稳定存在，所以我们常见的都是透明质酸钠。化妆品中常用的玻尿酸，便是透明质酸钠。

1934年，美国科学家从牛眼的玻璃体中分离出玻尿酸。上世纪80年代，日本科学家成功应用微生物发酵法生产出人造玻尿酸。至此，玻尿酸开始得到低成本、大规模的生产，并逐渐被应用于医学、护肤品和化妆品行业中。

“人体自身的玻尿酸可以保持肌肤水嫩，但随着年龄的增长，皮肤中玻尿酸流失的速度快于合成的速度。”雷敏说，因此，皮肤中的水分会减少，干燥、松弛、皱纹等问题接踵而至，也就是我们常说的衰老。

据介绍，玻尿酸的吸水性极强，1克玻尿酸可以储存它本身体积100倍以上的水，大分子的玻尿酸更是能够吸收自身体积1000倍的水，所以可以被用来美容保湿。

玻尿酸除了可以美容外，更重要的用途是在医疗行业。吸水性极强的特质，让玻尿酸可广泛应用于角膜移植、抗青光眼手术和关节炎的治疗中。每年，医药级玻尿酸让约200万白内障患者重见光明，令100万骨关

节炎患者恢复劳动力。

### 食用效果可能微乎其微

玻尿酸被扩大使用范围后，它在食品行业的想象空间也在逐渐变大。

2021年1月，国家卫健委将玻尿酸的使用范围，从2008年批准的保健食品扩大至乳及乳制品、饮料类、酒类、可可制品、巧克力和巧克力制品、糖果、冷冻饮品等。日本、韩国等国允许将玻尿酸添加到普通食品和饮料中。美国、澳大利亚、新西兰、巴西等国也允许将玻尿酸添加进食品或膳食纤维补充剂中。

那么，这类产品真的有美容效果吗？就口服玻尿酸食品来说，在专家看来，其效果或许跟喝上一杯水的效果差不多。“口服透明质酸无法直接对人的皮肤产生影响，这类饮品与普通矿泉水没啥大的区别，更多还是营销。”雷敏介绍，透明质酸是大分子的多糖类物质，口服透明质酸不可能直接被人体吸收，口服后的大分子透明质酸一样会经过胃

肠道的消化分解，先转化成小分子的糖，才能被人体吸收利用。其次，人体自己就可以合成透明质酸，这些基础原料其实都来自饮食及代谢产物，并不需要额外补充透明质酸。

“饮用透明质酸水并不能直接给人的皮肤补充透明质酸。但喝透明质酸水倒是可以给人补充水分，对皮肤保湿还是有点用。”不过雷敏也表示，发挥真正作用的是水，并不是透明质酸，喝凉白开也能达到同样的效果。

对于其安全性，雷敏表示，人体自身也在合成透明质酸，所以从透明质酸分子本身而言，理论上说其安全性没有问题。

但透明质酸钠有些人不宜食用。江南大学食品科学中心主任陈坚曾在公开报道中指出，玻尿酸食品在婴幼儿、孕妇和哺乳期妇女人群中的食用安全性资料不足，从风险评估原则考虑，上述人群不宜食用，标签及说明书应当标注不宜人群。

“相比口服玻尿酸，注射类和涂抹类或许更有效。”据皮肤科专家介绍，涂抹类玻尿酸属于生活美容的范畴，而注射类玻尿酸会破皮进入皮肤深层，可以更直接地补充到需要的部位，但注射类玻尿酸属于医疗器械的“械字号”产品。在卫生标准等各个方面的要求更高一些。注射类玻尿酸会存在一定的风险，因此，专家建议在正规的美容机构进行。