当张家口的风吹亮北京的灯，当“最快的冰”让赛场内外的运动员和观众享受到速度与激情，一场科技感、未来感十足的2022年北京冬季奥运会（以下简称冬奥会）让科技大放异彩，而这仅仅是科技成果在2022年集中绽放的烟花一朵。

这一年，“夸父一号”收获首批太阳观测科学图像，“墨子号”实现1200公里地表量子态传输；这一年，“大国重器”扛起制造强国使命，国产大飞机C919正式交付市场，“华龙一号”示范工程全面建成投运……

致广大而尽精微，我们在科技的世界探寻所来何处，不断开拓新途。以国家战略需求为导向，进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战，增强自主创新能力，探索的脚步从未停歇。

12月9日，国产大飞机C919的全球首家用户东航，正式接收首架C919飞机。图为国产大飞机C919停在上海虹桥机场停机坪上。 新华社记者 丁汀摄

这一年，科技创新不断塑造新优势

◎本报记者 金 凤

科技与冬奥“双向奔赴”

一大批科技成果助力赛事举办各环节

从国际先进的二氧化碳跨临界直冷制冰到航天级技术打造的国产雪车，从助力运动员减阻、防切割的服装面料到能健康监测的智能遥控床，从实现冬奥场馆100%绿电供应到世界首例单板大跳台与空中技巧的赛道剖面转换……冬奥会在为世界呈现一届精彩的冰雪赛事的同时，也将现代科技与中国智慧的魅力，融入场馆、运行、指挥、安保、医疗、气象、交通、转播、观赛等关键场景中。

从申办冬奥会成功伊始，“科技冬奥”就成为冬奥会筹办工作的关键词之一。此后，科技部会同有关部门和地方围绕零排供能、绿色出行、5G共享、运动科技、清洁环境等8个方面统筹设计重点任务，并最终确定了科学办赛、运动科技、智慧观赛、安全保障、绿色智慧示范5个方向。

“科技冬奥”的深谋远虑，带来的成绩有目共睹——在冬奥会重点场馆建设方面，赛道设计、结构建造、关键用材等方面多项技术实现新突破，例如毫米级混凝土喷射成型技术首次被用于国家跳台滑雪中心和雪车雪橇中心等场馆建设，打破国外技术垄断；在赛事保障方面，自主研发的“百米级、分钟级”高精度气象预报系统，填补了国内复杂地形短临预报领域的空白……

2月8日，全世界最大的二氧化碳跨临界直冷制冰系统在北京国家速滑馆内运用，该系统可提升能效20%以上，使冰表面温差不超过0.5℃。 视觉中国供图

冬奥会铸就的冰雪传奇已经载入史册，科技创新带来的智慧、低碳、可持续发展理念也已融入后冬奥时代的城市运营、冰雪产业、居民生活方式之中。科技与冬奥会于2022年的这次“双向奔赴”，必将在未来创造更多的传奇。

栅极长度最小晶体管问世

将栅极尺寸极限缩小到仅一层碳原子厚度

晶体管是芯片的核心元器件。更小的栅极尺寸使芯片上能集成更多的晶体管，从而提升性能。近年来，随着晶体管的物理尺寸进入纳米尺度，电子迁移率降低、漏电流增大、静态功耗增大等短沟道效应越来越严重。因此，新结构和新材料的开发迫在眉睫。

3月10日，国际学术期刊《自然》在线发表的一篇文章，传来令人振奋的消息：清华大学集成电路学院教授任天令团队，首次制备出亚1纳米栅极长度的晶体管，该晶体管具有良好的电学性能。

目前主流工业界晶体管的栅极尺寸在12纳米以上。为进一步突破1纳米以下栅长晶体管的瓶颈，任天令团队巧妙利用石墨烯薄膜超薄的单原子层厚度和优异的导电性能，将其作为栅极，通过石墨烯侧向电场来控制垂直的二硫化钼沟道的开关，从而实现等效的物理栅长为0.34纳米。

纽约州立大学布法罗分校纳米电子学科学家李华民评价说，这项新工作将栅极的尺寸极限进一步缩小到“仅一层碳原子的厚度”。

如何让1纳米以下栅长晶体管从实验室走向产业化？任天令说：“1纳米以下栅长晶体管只是一个维度的尺寸微缩，未来还需要配合沟道的微缩，而这需要借助光刻机，比如把沟道尺寸通过极紫外光刻进一步微缩到5纳米，并进一步实现超大规模芯片的制备。”

“华龙一号”示范工程建成投运

助力优化能源结构、实现“双碳”目标

作为我国核电走向世界的“国家名片”，“华龙一号”是当前核电市场接受度最高的三代核电机型之一，是我国核电企业研发设计的具有完全自主知识产权的三代压水堆核电创新成果，满足国际最高安全标准，完全具备批量化建设能力，已成为中国为世界贡献的三代核电优选方案。

3月25日，中核集团“华龙一号”示范工程全面建成投运。图为福清核电机组外景。 新华社发

3月25日，我国自主三代核电“华龙一号”示范工程第2台机组——中核集团福清核电6号机组正式具备商运条件，至此中核集团“华龙一号”示范工程全面建成投运。

福清核电5、6号两台机组是“华龙一号”全球示范工程，5号机组2021年1月投入商业运行。中核集团“华龙一号”示范工程全面建成后，两台机组年发电能力近200亿千瓦时，相当于每年减少标准煤消耗624万吨、减少二氧化碳排放1632万吨，相当于植树造林1.4亿棵，对优化我国能源结构、推动绿色低碳发展、助力实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。

“华龙一号”在采用经工程验证的成熟技术基础上，独创性地采用“177堆芯布置”和“能动与非能动相结合”的安全设计理念，首堆设备国产化率达88%，还运用了单堆布置、双层安全壳等设计理念，充分保证了电厂安全性、经济性和先进性。

二氧化碳“变身”葡萄糖

提供人工和半人工合成粮食新路径

将二氧化碳“变废为宝”、转化为高附加值化合物，是科技界持续攻关的重要课题。我国科学家此前在国际上首次实现了二氧化碳到淀粉的从头合成。但二氧化碳除了“变身”淀粉，还能“变身”其他东西吗？

4月28日，刊发于国际学术期刊《自然·催化》的一篇封面文章给出了肯定答案：我国科学家独创了一种二氧化碳转化新路径，通过电催化与生物合成相结合，成功以二氧化碳和水为原料合成了葡萄糖和脂肪酸，为人工和半人工合成粮食提供了新路径。

此项研究中，科研人员首先将二氧化碳高效还原合成高浓度乙酸，然后用酿酒酵母对乙酸进行发酵。“这个过程可以理解为，先将二氧化碳转化为酿酒酵母的‘食物’乙酸，然后酿酒酵母不断‘吃醋’来合成葡萄糖和脂肪酸。”研究完成者之一、中国科学技术大学教授曾杰说。

自然界中粮食作物生长受季节、地域、气候的影响，而此项研究使“粮食生产”实现人工可控，突破了众多外界条件限制。“利用这种电催化与生物合成相结合的模式，‘从无到有’地在克级水平合成了葡萄糖，这显示了该策略较高的生产水平与发展潜力。”研究完成者之一、中国科学院深圳先进技术研究院研究员于涛说。

“墨子号”再创纪录

实现1200公里地表量子态传输

“这个实验比以前的实验更具挑战性，克服了重大技术挑战，对未来量子通信应用具有重要意义。”4月，中国科学院院士潘建伟团队刊发于国际权威学术期刊《物理评论快报》的一篇文章获得审稿人的这一评价。

在这项研究中，潘建伟及其同事利用“墨子号”量子科学实验卫星，首次实现了地球上相距1200公里两个地面站之间的量子态远程传输，向构建全球化量子信息处理和量子通信网络迈出重要一步。

利用量子隐形传态实现远距离量子态传输，是构建量子通信网的重要途径。但在实现过程中，量子纠缠分发的距离和品质会受到信道损耗、消相干等因素影响，如何突破传输距离限制，一直是国际量子通信研究的核心问题之一。

潘建伟团队创新性地将光学一体化粘接技术应用到空间量子通信领域，实现了具有超高稳定性的光干涉仪，克服了远距离湍流大气传输后的量子光干涉难题。他们结合基于双光子路径—偏振混合纠缠态的量子隐形传态方案，在中国云南丽江站和青海德令哈地面站之间完成了远程量子态的传输验证，并且在实验中对六种典型的量子态进行了验证，传送保真度均超越了经典极限。

2012年，潘建伟团队在国际上首次实现百余公里自由空间量子隐形传态。10年后，他们成功实现突破，创造了1200公里地表量子态传输的新世界纪录。

全球海拔最高自动气象站建成

为观测珠峰地区气候环境变化提供一手数据

青藏高原被称为地球第三极和亚洲水塔，是季风和西风的巨型调节器，对全球气候变化有着重要影响。5月4日中午，第二次青藏科考“巅峰使命”珠峰科考登顶第一梯队12名队员成功登顶，在珠峰8830米架设了全球海拔最高的自动气象站。

珠峰是青藏高原的标志，珠峰科考也成为第二次青藏科考的重要内容。第二次青藏科考队队长、现场总指挥、中国科学院院士姚檀栋表示，此次完成气象站架设后，珠峰地区从海拔5200米至8830米就建成了8个气象梯度观测站点，为观测珠峰地区的气候环境变化提供珍贵的第一手数据。

姚檀栋介绍，此次科考是全球首次在珠峰峰顶实施综合科学考察研究。除了架设气象站，登顶科考队员还完成了利用高精度雷达测量冰雪厚度、采集冰雪样品、采集珠峰顶部上空大气等峰顶科考任务。“我们首次在珠峰峰顶实施综合科考取得的新认识、获得的新突破，是对科学的贡献、对人民的贡献、对国家的贡献和对全球的贡献。”姚檀栋说。

据了解，我国自20世纪50年代起开展了超过6次的珠峰科考活动。过去受限于条件，对于珠峰这样一个标志性地点，科学家做的大都是海拔五六千米的研究，对于8000米以上的研究存在很多空白。

此次“巅峰使命”珠峰科考是2017年第二次青藏科考启动以来学科覆盖面最广、参加科考队员最多、采用仪器设备最先进的综合性科考，可称为人类在珠峰地区开展极高海拔综合科学考察研究的一次壮举。

5月4日，珠峰科考登顶工作小组队员们在架设自动气象站。 新华社特约记者 索朗多吉摄

“从鱼到人”关键环节补齐

刷新对有颌类早期演化历史的认知

从鱼到人的演化中最关键的跃升环节具体在何时、何地、如何发生？9月，登上国际权威学术期刊《自然》的4篇文章，迅速将这一问题送上热搜。“从鱼到人”的演化并不是从鱼直接变成人，而是一部长达5亿多年的演化史。演化史中间经历了多次重大的演化事件，其中，颌的起源与有颌类的崛起称得上最关键的跃升之一。然而，这一跃升究竟是如何发生的，一直困扰着古生物学界。其中有颌类的早期演化存在一段至少3000万年的巨大空白。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所朱敏院士团队在重庆、贵州等地约4.4亿年前的志留纪早期地层中发现“重庆特异埋藏化石库”和“贵州石阡化石库”，首次为有颌脊椎动物的崛起与最早期辐射分化提供了确切证据，并据此取得一系列新发现，刷新了对有颌类早期演化历史的传统认知。

研究团队应用高精度CT、性状大数据分析等新技术新方法，向世界首次展示出最早有颌类的牙齿、头部等身体结构与解剖学信息。其中，双列黔齿鱼的齿旋将有颌类牙齿最早化石证据前推了1400万年；有颌的蠕纹沈氏棘鱼是迄今所知最早的保存完好的软骨鱼，确证了鲨鱼是从“披盔戴甲”的祖先演化而来；有颌鱼类奇迹秀山鱼糅合了多个盾皮鱼大类的特征，为探究有颌类“生命之树”根部主要类群的起源，以及脊椎动物头骨演化提供了珍贵资料。

大气田宝岛21-1现身深水

天然气探明地质储量超500亿立方米

挺进“深蓝”，再获突破。10月19日晚，中国海油宣布在海南岛东南部海域琼东南盆地再获勘探重大突破，发现了我国首个深水深层大气田宝岛21-1，探明地质储量超过500亿立方米，实现松南—宝岛凹陷半个多世纪以来的最大突破，是深海深地探测取得的有力进展。

在海洋油气勘探领域，一般把水深超过300米的水域称为深水，把井深超过3500米的井定义为深层井。此次发现的宝岛21-1气田位于海南岛东南部海域深水区，最大作业水深超过1500米，完钻井深超过5000米，距离“深海一号”超深水大气田约150公里，海洋地质条件极端复杂。

进入新时代以来，中国海油利用新的勘探技术，向更深层进发，五探“宝岛”，终于发现了一批新的有利构造。通过目标优选，中国海油研究人员发现，宝岛21-1具有大型三角洲发育的构造背景，最有可能是一个大中型气田。部署的第一口预探井就钻遇气层113米，创下深水区单井气层最厚的纪录。经测试，该气田可日产天然气58.7万立方米，评审批复天然气探明地质储量超500亿立方米，凝析油探明地质储量超300万立方米。

中国海油海南分公司总地质师吴克强表示：“宝岛21-1的成功发现，不仅证实了宝岛凹陷的勘探潜力，也表明我们在深水深层勘探技术上取得了重要突破，对类似层系的勘探具有重要的指导意义。”

全球首架C919交付市场

迈出民航商业市场运营的第一步

“东方919，很高兴迎来中国民航首个C919航班，祝国产大飞机越飞越好。”

“收到，塔台，C919很棒，东航一定会全力飞好。”

12月9日，一架编号为B-919A的C919大型客机从上海浦东国际机场启航飞往上海虹桥机场。

这一段短短的航程，标志着全球首架C919大型客机交付首家用户——中国东方航空股份有限公司，也意味着我国大飞机事业发展迎来新的里程碑，迈出民航商业市场运营的第一步。历经几代人的努力，我国民航运输市场首次拥有了中国自主研发的喷气式干线飞机。

C919大型客机是我国按照国际通行适航标准研制、具有完全自主知识产权的全球新一代单通道干线客机，2007年立项，2017年首飞，2022年9月29日取得中国民航局型号合格证，11月29日取得中国民航局生产许可证。

C919大型客机采用先进气动设计、先进推进系统和先进材料，碳排放更低、燃油效率更高。民用飞机设计具有高度的复杂性，一辆汽车大概有7000个零件，而一架飞机的零件数量超过400万个，图纸有7万多张，管线有200多公里长。

15年来，我国成功探索出一条中国设计、系统集成、全球招标、逐步提升国产化的发展路子。如今，大飞机事业迈入规模化系列化发展新征程，对推动全球航空产业链合作创新、加速我国民航运输市场供给侧结构性改革、助力构建国内国际双循环相互促进的新发展格局，具有重要意义。

“夸父一号”交出首份成绩单

首批观测图像验证载荷的观测能力

神话故事里的“夸父逐日”，如今随着一颗科学卫星的升空有了现实的模样。12月13日，我国综合性太阳探测卫星“夸父一号”卫星首批科学图像新闻发布会发布了“夸父一号”自2022年10月9日成功发射以来，3台有效载荷获取的若干对太阳的科学观测图像，实现了多项国内外首次，在轨验证了“夸父一号”三台有效载荷的观测能力和先进性。

“夸父一号”首席科学家、中国科学院紫金山天文台研究员甘为群介绍，在轨2个月期间，“夸父一号”按照既定计划，开展了大量对太阳的在轨测试和观测。其中，全日面矢量磁像仪（FMG）实现了我国首次在空间开展太阳磁场观测，已获得的太阳局部纵向磁图的质量达到国际先进水平，为聚焦“一磁两暴”科学目标，实现高时间分辨、高精度的太阳磁场观测奠定了良好的基础。

同时，太阳硬X射线成像仪（HXI）实现了我国首次太阳硬X射线成像，提供了地球视角目前唯一的太阳硬X射线图像，图像总体质量达到国际一流水平，为实现对太阳耀斑展开非热辐射空间分布、时间结构、能谱特征观测奠定了坚实的基础。

莱曼阿尔法太阳望远镜（LST）的3个子载荷之一，太阳日面成像仪（SDI）在国际首次实现在卫星平台上获得莱曼阿尔法波段全日面像，其中对日珥的演化图像清晰完整。另一个子载荷——太阳白光望远镜（WST）观测到太阳边缘上2个罕见的“白光耀斑”，莱曼阿尔法波段的观测能力得到了验证。

下一阶段，“夸父一号”将继续按照既定计划开展并完成在轨测试，早日转入在轨科学运行阶段。

2022 年终盘点