

理解科学，科普大家与你面对面

——2022 科学跨年之夜专家演讲摘录

编者按 在2022年到来之际，由北京市科学技术协会、北京市广播电视局、北京广播电视台主办的“2022 科学跨年之夜”活动以“科技创新，自立自强”为主题，邀请多位院士和在各自领域作出重大贡献的科学家，分别就科技冬奥、太空旅游、“双碳”行动、元宇宙等主题，向公众讲述了重大科研成果的创造故事、建设科技强国的奉献故事、国家科技发展的进步故事，展现科学家们立志实现“高水平科技自立自强”的信心和决心，科技报国的奋斗豪情，使“爱国、创新、求实、奉献、协同、育人”的科学家精神真正触达人心。

本报选编“2022 科学跨年之夜”部分演讲文章以飨读者。



图片左起为高德利、苏东林、吴季、沈阳、陈宝权

“双碳”行动：神奇的地下“井工厂”

□ 高德利

在国家“双碳”战略目标的要求下，我们必须减排。把煤炭“换掉”行不行？立足于现实来说，这是很难做到的。

我们不妨换一种新的思路：把原本建在地面的煤制气（氢气及其它燃气）、煤制油等化工厂及煤电厂，都“搬到”地下去，让煤炭在地下实现绿色低碳转化。

地下煤层中往往含有煤层气，其主要成分为甲烷气（学名），它还有一个恐怖的名字叫“瓦斯”。很多人都知道，煤矿瓦斯爆炸，是采煤过程中的第一大“杀手”。再者，在采煤过程中煤层气如果被

释放到大气中，还会导致严重的温室效应，等量煤层气所产生的温室效应是二氧化碳的20多倍。

但从另一个角度来看，煤层气其实也是一种低碳清洁的非常规天然气能源。相关资料显示，我国陆上煤层气资源量达到71万亿立方米，其中埋深超过2000米的煤层气资源量超过了40万亿立方米。在采煤前先将煤层气开采出来，即“先采气后挖煤”，这不仅减少煤矿瓦斯灾害、保护大气环境，而且还能增加天然气供给，缓解我国天然气供求矛盾。如何开采这些宝贵的煤矿资

源呢？我们可以在采煤之前，首先在地下开设“工厂”，把危险的煤层气开采出来，作为一种低碳清洁的气态能源加以利用。

地下数千米的深处，人员作业的危险性和成本都很高，所以在地下开设“工厂”主要依靠定向钻掘技术。这类通过钻掘来建立的工厂显然有别于地面上搭建的工厂，可以称之为地下“井工厂”。

定向钻掘技术在油气行业内已经比较成熟了，对于地下深层的油气，人们通常是在地下建立通道，让油气自己流出来。

虽然听起来像水井一样简单，但实际上

油气井的结构更复杂，而且入地更深（如今我国最深的油气井已超过9000米了）。

借助油气领域定向钻掘技术，地下工厂所需的管道、反应室等孔洞，都可以按需钻出来，可以控制钻头几乎是“想去哪就去哪”。

我们有一个概念设计：首先在煤层顶部沿着水平方向打一个几百米（甚至上千米）的生产井，并做适当的增产改造，配套各种设施和功能。而在煤层的底部，还要钻一些水平加热井，进行煤层的加热转化。煤层气会吸附在煤炭上，给开采造成难度，如果在

煤层底部加热，这些煤层气就会解吸出来，最终进入生产井，使煤层气增加产量，提高采收率。

在煤层气采集完成的基础上，可对地下“井工厂”进行适当改造，以便将剩下的煤炭转化为气态能源等。

可以说，这项技术战略举措对于我国深地煤层气与煤炭一体化绿色开发利用来说，是极具突破性的一环。

（作者系中国科学院院士、中国石油大学（北京）石油与天然气工程国家重点学科负责人、石油工程教育部重点实验室主任）

科技自立自强：电磁护航，逐梦九天

□ 苏东林

电磁看不见也摸不着，但却和我们的日常生活密切相关，很多人对于电磁干扰和电磁兼容不太理解，举个简单的例子，比如在家听收音机的时候，如果你的手机接到一个电话，收音机就会受到很大的干扰，会变得异常刺耳，这就是典型的电磁干扰。

电磁干扰只在我们生活中有这么一点微不足道的影响吗？其实不然，电磁干扰在历史上造成过航母爆炸的惨重事件。

1967年，美国航母上的一个雷达，照射到舰载机上挂载的一个导弹，意外把导弹点燃了，最后引发了连锁爆炸，导致了重大设备损失以及人员伤亡。

在我们的实际工作中也会时常遇到一些电磁相互干扰，导致系统出现不能正常工作的情况，轻者使性能降级，重者可能还会出现一些导致安全事故的重大隐患。这就要求我们像侦探一样，去寻找蛛丝马迹。

2021年是我国的航空大年，我们建造了

属于中国人自己的空间站。12月9日，中国航天员在宇宙中完成了太空授课。最近总有人问我，为了不对飞机产生干扰，我们平时乘坐飞机都需要把手机关机或调至飞行模式，那为什么航天员可以在空间站里进行太空授课，通讯难道就不会对空间站的运行产生电磁干扰吗？

其实，空间站以及其他的一些航天器上所用的通讯设备，在建造的时候就已经通过了严密的电磁兼容设计，就是为了确保航天

器的运行不受干扰。航天工程是一个非常复杂精密的系统工程，它的稳定运行凝聚了所有航天人的心血，假使一处电磁兼容没设计好，就可能面临重大的航天事故。这就要求我们不仅要解决航天器内部各种设备的电磁兼容问题，更要让航天器避免太阳活动以及一些射电暴等的干扰，任何疏漏都可能导致航天任务功亏一篑。

同时，电磁也给我们带来了许多对于世界的认知，比如说探索太空，无论是到

月背着陆，还是去火星着陆等等，都需要电磁。没有电磁，我们就不会知道浩瀚的星空是什么样，也不会精确地让玉兔号车准确着陆在月球上。包括我们的FAST天眼，它也要通过电磁来捕捉射电暴，看到浩瀚宇宙的一些未知现象。所以国家的重大工程和重大科学探索，都离不开电磁。

（作者系中国工程院院士、北京航空航天大学教授）

激发好奇心：走出地球摇篮

□ 吴季

人类进入太空，就是为了让我们的格局更大。到目前为止，地球上只有600多个宇航员进入过太空，只有27个美国宇航员去过月球，这其中只有12个人落过月球。未来如果更多的人能够到太空去，人类的观念一定会发生更深刻的变化。这就是为什么我们要进入太空，要到太空去活动。

那么，如果进入太空，我们要到哪里去呢？首先地球的临近空间是可以去的。2021年，两家美国公司已经把普通人送到100公里高的临近空间。

再远一点，我们进入到近地轨道也有可

能。近地轨道运行着国际空间站和中国的空间站。中国的空间站将在2022年全部建成，一直运行到2033年。建成之后，中国空间站上面就会一直有人驻守。预计神舟十四号和神舟十五号乘组就不会在地面上交换了，他们一定是在空间站交换。

这些空间站主要还是做科研，但是美国政府从2020年已经开放了近地轨道太空旅游。因此，预计在未来三至五年，就会有近地轨道的商业太空旅馆出现。

此外，人类还会向月球发展，对月球的研究积累了一定经验以后，接下来就是月球

旅游。国内外对月球旅游都做了很多想象，月球应该是最适合人类旅游的目的，两三天飞过去，然后在那儿过两三天，然后再两三天回来。正好是一个小长假。

那么如果要再往远走的话，就会到火星。火星的科学未知还有很多，人类对火星的探测还是以无人探测为主，真正的有人探测还没有开始。

但是马斯克已经在设想要建造火星城，要做火星移民。火星离我们非常远，火星一去一回大概要300天的时间，这显然不适合旅游。马斯克说是做移民，但是移民也不是很容

易，火星围着太阳转一圈是地球年的1.88倍。换句话说，如果在火星上出生，他50岁的时候就相当于一个地球人94岁了。火星自转一圈也比较慢，比24小时多一点，那么经过30多天，就比在地球上要慢一天。

如果具备很快的行星际飞行能力，我们还能去哪儿？我们还可以去金星。在金星上空50-60千米高度的大气层里有温室层，那里的温度20多度，非常舒适。在这个高度如果放一个飞艇，很容易使人类生存。

再往远，我们还可以去木星。木星有一个卫星叫木卫-2，它上面全部都是冰冻的海

洋，海洋的冰层大概有几公里厚。但是在这个几公里厚的冰层下面有液态水存在，水里面也许可以发现生命。

太空旅游还可以走得更远，还可以到土卫-6，它上面有液体的海洋，但这海洋不是水的海洋，而是甲烷的海洋，甲烷的温度是负180多度。如果我们能够在土卫-6的海洋上泛舟，看到带着光环的巨大土星从海面升起，也是一个非常美妙的景色。

（中国空间科学学会理事长、中国科学院国家空间科学中心研究员、国际宇航科学院院士）

元宇宙：推开“虚实融生”那扇门

□ 沈阳

2021年3月，美国一家公司上市的招股书明确提到了元宇宙的一些概念。到了2021年的下半年，Facebook把公司更名成Meta，元宇宙开始广泛地进入到大众的视野中来。这个概念迅速地“出圈”了。

那元宇宙到底是什么呢？1992年，科幻小说《雪崩》提出了元宇宙概念。元宇宙是虚实相融的，它有多种形态：有虚拟现实的元宇宙，有增强现实的元宇宙，有脑机接口的元宇宙，乃至未来科幻世界所描绘的数字永生的元宇宙。

元宇宙涉及三个最核心的技术。第一个是XR技术，比如VR的头盔、AR的眼镜，还有MR的眼镜等。这些技术我们把它统称为XR技术。

XR技术主要解决什么问题呢？假设你的好朋友正在玉龙雪山旅游，然后你跟他视频通信，如果是元宇宙通信，他会立即把他

在玉龙雪山山顶的情况分享给你。更高级一点的元宇宙，甚至他在玉龙雪山上感受到的温度，你也可以感受到。也就是你本人不需要到现场，你就能感受到对方整个空间中的方方面面的情况。

元宇宙的第二个关键技术是数字孪生和游戏引擎。数字孪生主要解决的问题是把我们的现实世界，比较完整地呈现到虚拟空间去。游戏引擎要解决的问题是要构建一个比较虚拟化的场景，把我们的房子、人物等呈现到虚实相融的空间当中去。

第三个关键技术要解决的是经济性问题，我们在元宇宙里面怎样去进行经济活动，这是元宇宙的三个最核心的属性。

元宇宙概念的提出，对人类意味着三个拓展。第一个拓展就是对我们生存空间的拓展，比如你家里的卧室可能只有10平米，但是当你戴上VR的头盔之后，你关注到的

场景可能是1000平米、甚至10000平米，然后你还可以躺在沙滩上晒晒太阳，无形中就拓展了生存空间。

第二个拓展是对感官维度的拓展。以使用手机为例，我们主要以视觉、听觉为主。未来，假如我们在元宇宙里面进行交流，我们还可以戴有触感的手套，当你在元宇宙里面跟人握手的时候，你同样可以感觉到他握手时的力量。这同样也是元宇宙的一个比较深入的应用。

第三个拓展就是对我们思想上的拓展。原先我们认为探索宇宙是人类最重要的一个目标，现在有了元宇宙的概念之后，我们发现创建一个宇宙跟探索一个宇宙同等重要。

元宇宙在今天，我们可以看到有很多种不同类型的版本。

如果是VR、AR、MR的元宇宙是一个低配版的元宇宙，加入了触感、温度感，甚

至未来加入更难的味觉（人类所有的这些感官里面味觉是很难电子模拟的），我们可以把它叫高配版的元宇宙。

如果是脑机接口的元宇宙，我们认为它是高级先进版元宇宙。再往后面，到数字永生的元宇宙，那可能是一个终极的形态。

一个标准的元宇宙是什么样子的？以清华大学为例，一个标准的元宇宙或许是这样的：首先，把整个清华大学和清华大学的老师、学生全部收入到一个虚拟世界里面去，这是第一步，叫数字孪生。

第二步，就是你自己的虚拟人进到清华大学的虚拟图书馆里去。在图书馆看书的时候，你发现你左边坐着20岁的林徽因，右边坐着著名的科学家钱学森。当然在这个虚拟世界里面，钱学森也不是老年的状态，他是20岁的状态。这个时候你跟他畅所欲言，并且合了影。这一步叫虚实原生。

你跟他在这个虚拟世界里面合影之后，你回到真实的世界，这个时候你可以用3D打印，把你跟他的合影打印出来，这一步叫虚实相融。

而过了两天你又想，我在元宇宙里面碰到过钱老，那我能不能在真实的清华大学图书馆里碰到钱老呢？然后你就到清华大学的真实的图书馆去看，结果发现20岁的“钱学森”也在图书馆里面看书。这是他的一个高仿机器人，长得跟钱老一模一样。

这意味着什么呢？就是在元宇宙里面的虚拟这一部分（虚拟人），以及真实的这一部分（机器人），背后是一套统一的驱动引擎。他记得在虚拟的和真实的世界里面跟他交往的过程，这是一个标准版的元宇宙的场景，10年之后或许我们就能够看到。

（作者系清华大学新闻与传播学院教授）

科技冬奥：自由视角技术让观赛身临其境

□ 陈宝权

在今年北京冬奥会上，“看什么”可以交给观众自己决定，这套技术的名字叫做“自由视角观赛”。

2021年4月份，在国家体育馆冰球比赛的测试赛中，我们做了自由视角的测试。以这样一种技术向全球观众转播这个赛事的时候，观众可以自由地改变他的视点。他只要拿一个手机，用手指在屏幕上轻轻地滑动，就可以改变他观看的视角。

他可以随意地在这个场地“飞跃”，他可以拉近了看，可以换一个不同的角度看，也可以把时间凝固，在某一个瞬间的时候从不同的视角去观看。这样就能够给观众带来一个完全身临其境的观看体验。

由于全球疫情影响，2022年的北京冬奥会不面向境外观众售票，所以我们作为东道主不仅有责任让全世界观众“看得清”，更要“看得真”。

那世界各地的观众是如何坐在家、拿着手机就能沉浸在赛场中进行无死角观赛的呢？首先，我们要把精彩的比赛拍摄下来，而拍摄赛事的方法与科幻电影中子弹时间的拍摄方法类似。

比如这个场景：通过一个360度的慢镜头全方位展示侧身躲过子弹，这样的瞬间可以给观众带来非常震撼的体验。它拍摄的方式就是从多个角度同步来拍摄这样的画面，然后在后期制作的时候来切换

镜头。

这种电影制作技术，实际上是需要后期大量的计算制作的。不仅是计算的成本非常高，同时制作的时间也相当长。一个10秒、20秒的画面，可能需要一个月甚至一年的时间来进行计算。

那么如何让这样的一个技术，从一个科幻电影的拍摄，也就是一个离线的长时间制作，来进入到我们一个需要实时计算、实时传输的体育赛事转播？这里面是有很多挑战。

首先是需要大量的相机来拍摄。举个例子，在一个舞台上，如果只有左边、右边两路信号来拍摄我，那这两个视频信号

之间的转换是非常跳跃的，根本无法形成画面切换之间丝般顺滑的观看体验。

实现一个360度特别平滑的视觉效果，那几十台摄像机是不够的，这可能得上千台、甚至2000台摄像机来拍摄。怎么才能控制现场摄像机的数量呢？我们通过计算出1000多台摄像机拍摄的效果，发现2个机位之间插入30台摄像机机位视点即可，这些视点我们管它叫做虚拟摄像机，最后传到用户的画面，实际上是由实际的摄像机和虚拟的摄像机的画面整合得到的。

但同时又带来一个问题，如此巨大的视频阵列，如此多路的传输量，可能要调

用大概1000台应急通讯车，才能把视频信号传输出去。

那怎么办？我们把视频的信号经过压缩，保留它最有价值的信息，再发送出去。另外，自由视角的信号最终要传送到我们的个人手机上，这需要拥有非常强的传输能力。恰好5G就提供了这样的能力。目前北京、延庆赛区的17处冬奥场馆及京张高铁、京礼高速沿线建成了上百个5G基站，这样覆盖度高、便捷性强的5G信号网，将有力保障赛事自由视角直播画面的传输速度和效率。

（作者系北京大学教授、前沿计算研究中心执行主任）