

年轮伤疤记录百年地质灾害

■本报记者 杨晨

在青藏高原东南部，雅鲁藏布江切割出世界上最深的峡谷，与之相伴的则是脆弱的地表平衡和频繁的地质灾害。当夹杂着岩石与冰川融水的泥石流倾泻而下后，大地被重塑，沟谷两侧的树木也布满了伤痕。

数年后，山川归于沉默，伤疤隐于山体。中国科学院成都山地灾害与环境研究所研究员胡凯衡团队通过钻取树芯、定位年轮伤疤，判识了生长扰动，以追溯百年间雪卡沟区域泥石流发生历史，揭示灾害活动规律。相关成果近日发表于《美国地质学会通报》。

“这是一项实打实的‘体力活’。”胡凯衡说，研究人员需翻过险峻山峦，躲开瞬息万变的天气，才能从屹立百年、半径达七八十厘米的老树中，钻取直径仅0.5厘米的树芯。

正是这种“与自然对话”的原始方式，让团队发现了在藏东南高寒冰川地区，控制泥石流活动频率的“关键”并非降雨，而是气温，灾害预警的关注点必须从传统的“雨季”和“暴雨”上转移。年轮不仅圈住过去，也指向未来。

取芯

钻取树芯用的是一副T字形工具，下方“竖笔”是带螺旋纹的中空钻管，上方“横杠”则是握持的把手。操作时，采样人员对着树干中心稳稳旋入，钻管便能缓缓“衔”出一段完整的树芯。

目前他们采集的树木，最老的已有约300岁，半径近80厘米，而从取出的树芯直径仅0.5厘米，比一根圆珠笔杆还细。胡凯衡形容，就像给树木做一场微创手术，只留下一个小小的孔洞，不影响树木继续生长，更无需砍掉树木。

对于那些明显遭受过泥石流重创的树木，他们常在树干伤口附近过度生长的愈伤组织处钻取一份样本，再至少从伤口背面补取一份。这样一来，同一棵树上的不同样本就能相互校准，拼凑出更完整、准确的灾害时间线。

“虽然一个人就能钻取，但操作并不容易。”团队成员李豪调侃自己“个子小、力气也不大，钻一棵树得花好几分钟”，所以大部分重活，都由那些身强力壮的师兄们承包。

采样位置通常选在与胸部相当的高度，若太靠近树根，年轮的清晰度会降低。当一段完整的树芯被取出后，李豪便会轻轻将其托住，滑入早已准备好的一根直径相当、形似奶茶吸管的纸管中。编号后，他又取出定位和测量设备，记下树木位置、高度、离河岸的距离、种类等信息。

“这项工作还需要一点运气。”胡凯衡说，有时外表完好的树，钻出来才发现内部早已被虫蛀空，只能寻找下一棵。

结束白天的采样后，在夜晚的营地，



研究人员在取芯。

树木年轮分析仪呈现的树芯，上面记录着一道道年轮。

受访者供图

研究人员还有一项重要工作：将每根树芯放入直径相同的木制凹槽，用胶水和布带固定后，使之自然风干定型。“这些必须在野外完成。如果带回成都再做，树芯可能变形或损坏，数据就作废了。”李豪解释。

为寻找重建气候变化波动规律的标准木，团队常找当地人带领，前往山峦高处，接近高山林线。每个人口袋里总有几块巧克力，以抵御突然的乏力。雪卡沟林区茂密，老乡还会提醒上山路上“要小心”，毕竟前不久附近发生了野熊咬死牦牛的悲剧。

在针对雪卡沟泥石流活动的研究中，团队共钻取150余个树芯，约140个较为完整，其“记忆”可被成功读取。“其中30个左右来自未受灾害干扰、健康生长的‘标准木’，用于后续对照分析；而剩下的取自位于泥石流沟道附近、明显受过灾害影响的树木。”胡凯衡介绍。

“验伤”

研究人员将定型的样品带回实验室后，便开始“验伤”。

圆柱体的树芯表面粗糙，年轮难以辨认，所以他们会用不同目数的砂纸轻轻打磨，直至看到截面上的一道道从中心向外散开的纹路。显微镜下，泥石流对树木的撞击重现——年轮会发生扭曲、中断。一旦确定了伤疤在树木“时间标尺”上的位置，就可以知道泥石流发生的年份。

这个时候，标准木树芯便派上了用场。“对于一棵正常生长的树而言，每年生长一圈，最靠近树皮的那一圈就是采样当年。以此为起点向树心回溯，就能很快判断树龄。”李豪表示。

年轮的宽窄主要响应于气候波动，因此同一区域内树木的年轮变化应是同步的。李豪进一步说明：“通过将受损树木未受伤部分的年轮序列与同种类似标准木的序列进行

交叉比对，就能锁定每一圈年轮对应的确切年份，从而判断伤疤形成的具体时间。”

深入分析还能知晓更多灾害细节。如果离沟道远的树木也有伤疤，意味着那次事件的规模较大。而树干上伤疤所处的高度，则可能记录了当时泥石流的流动深度。灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

银具有强大的抗菌作用

白银的化学性质较黄金活泼，在医药和日常健康领域中的应用历史更悠久、范围更广。

以银为材料的各种生活用品是人们最早使用的抗菌器具。考古研究表明，我国早在夏朝就已经使用白银作为饮酒器具，而古希腊人用银碗盛装饮用水，古罗马人则借助银制容器保鲜葡萄酒。这些都是利用白银的天然抗菌特性实现的。

研究表明，银及其化合物具有非常强的抗菌作用，能够杀死各种细菌，还可以破坏细菌形成的生物膜，使其难以在银制品及银涂层表面繁殖，从而降低人体感染的风险。

现代医学研究表明，白银可以通过银离子和纳米银的双重协同作用发挥抗菌功效。其中，银离子可与细菌细胞膜结合，导致通透性增高、诱导其死亡；与细菌代谢酶中的巯基、氨基等活性基团结合，使其酶活性丧失，干扰细菌的能量代谢；还可与细菌的DNA/RNA结合，阻止其基因的复制和转录，破坏细菌繁殖能力，发挥抑菌和杀菌作用。纳米银则更容易穿透病原体的细胞膜，在极低的浓度下发挥更持久的抗菌作用。在电场的加持下，含银物质能释放出更多银离子，提升局部抗菌效率。

交叉比对，就能锁定每一圈年轮对应的确切年份，从而判断伤疤形成的具体时间。”

深入分析还能知晓更多灾害细节。如果离沟道远的树木也有伤疤，意味着那次事件的规模较大。而树干上伤疤所处的高度，则可能记录了当时泥石流的流动深度。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

贵金属在健康医药领域的别样用途

■王月丹

据媒体报道，黄金、白银和铂金等贵金属价格近年来屡创新高。但你知道吗，贵金属在健康医药领域也有非常重要的用途。

贵金属是指地球上含量较少、开采生产成本较高的金属，主要包括黄金、白银和铂族金属（钌、铑、钯、银、铜，通常以铂金为代表）等8种金属元素，但实际上在医疗领域大显身手的是黄金、白银和铂金3种元素。那么，它们到底有哪些应用呢？

黄金包装的丹丸被称为“金丹”

黄金是人类最早使用的贵金属之一，具有非常稳定的化学性质。在我国古代，人们会将黄金制成金箔，用于包装安宫牛黄丸等珍贵中药。因为这类中药往往会以丹药的形式使用，所以这类黄金包装的丹丸被称为“金丹”，是那些所谓起死回生神药的代名词。

黄金不像铁、锌、镍等常见金属元素那样广泛参与人体的生理过程，纯净的黄金很难被人体吸收。黄金在人体中的含量也很低。一个人的体内平均约含有0.2毫克黄金，以此计算，全球80亿人体内的黄金总量约为1.6吨。

有人曾将金粉和金箔用于烹饪食品，人们食用后并没有出现任何中毒反应。至于古人提到的“吞金而亡”，大概主要是因为当时的提炼技术落后，应用了很多有毒有害的化学物质，造成黄金制品中含有毒杂质。由于存在这样的风险，黄金制品很少被用于制作餐具。

1942年，人们发现金化合物具有抗炎作用，可用于治疗活动期类风湿性关节炎、高热和结核病等炎症性疾病。研究表明，金元素能够进入巨噬细胞，抑制其产生过多的自由基，从而降低巨噬细胞介导的炎症

交叉比对，就能锁定每一圈年轮对应的确切年份，从而判断伤疤形成的具体时间。”

深入分析还能知晓更多灾害细节。如果离沟道远的树木也有伤疤，意味着那次事件的规模较大。而树干上伤疤所处的高度，则可能记录了当时泥石流的流动深度。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

银具有强大的抗菌作用

白银的化学性质较黄金活泼，在医药和日常健康领域中的应用历史更悠久、范围更广。

以银为材料的各种生活用品是人们最早使用的抗菌器具。考古研究表明，我国早在夏朝就已经使用白银作为饮酒器具，而古希腊人用银碗盛装饮用水，古罗马人则借助银制容器保鲜葡萄酒。这些都是利用白银的天然抗菌特性实现的。

研究表明，银及其化合物具有非常强的抗菌作用，能够杀死各种细菌，还可以破坏细菌形成的生物膜，使其难以在银制品及银涂层表面繁殖，从而降低人体感染的风险。

现代医学研究表明，白银可以通过银离子和纳米银的双重协同作用发挥抗菌功效。其中，银离子可与细菌细胞膜结合，导致通透性增高、诱导其死亡；与细菌代谢酶中的巯基、氨基等活性基团结合，使其酶活性丧失，干扰细菌的能量代谢；还可与细菌的DNA/RNA结合，阻止其基因的复制和转录，破坏细菌繁殖能力，发挥抑菌和杀菌作用。纳米银则更容易穿透病原体的细胞膜，在极低的浓度下发挥更持久的抗菌作用。在电场的加持下，含银物质能释放出更多银离子，提升局部抗菌效率。

交叉比对，就能锁定每一圈年轮对应的确切年份，从而判断伤疤形成的具体时间。”

深入分析还能知晓更多灾害细节。如果离沟道远的树木也有伤疤，意味着那次事件的规模较大。而树干上伤疤所处的高度，则可能记录了当时泥石流的流动深度。

灾害影响会在树木生长中持续数年。研究人员逐圈测量年轮宽度，并与自由生长的标准木对比，若某棵树的年轮宽度在特定年份开始明显偏离正常范围，即表明其生长当年可能受到泥石流灾害干扰。

银具有强大的抗菌作用

白银的化学性质较黄金活泼，在医药和日常健康领域中的应用历史更悠久、范围更广。

以银为材料的各种生活用品是人们最早使用的抗菌器具。考古研究表明，我国早在夏朝就已经使用白银作为饮酒器具，而古希腊人用银碗盛装饮用水，古罗马人则借助银制容器保鲜葡萄酒。这些都是利用白银的天然抗菌特性实现的。

研究表明，银及其化合物具有非常强的抗菌作用，能够杀死各种细菌，还可以破坏细菌形成的生物膜，使其难以在银制品及银涂层表面繁殖，从而降低人体感染的风险。

现代医学研究表明，白银可以通过银离子和纳米银的双重协同作用发挥抗菌功效。其中，银离子可与细菌细胞膜结合，导致通透性增高、诱导其死亡；与细菌代谢酶中的巯基、氨基等活性基团结合，使其酶活性丧失，干扰细菌的能量代谢；还可与细菌的DNA/RNA结合，阻止其基因的复制和转录，破坏细菌繁殖能力，发挥抑菌和杀菌作用。纳米银则更容易穿透病原体的细胞膜，在极低的浓度下发挥更持久的抗菌作用。在电场的加持下，含银物质能释放出更多银离子，提升局部抗菌效率。

图及气象数据，发现雅鲁藏布江大峡谷雪卡沟泥石流活动主要受控于6月至10月的15日正积温，而非降雨。”胡凯衡解释，正积温指日均高于0℃的温度累积值。

这表明，影响泥石流的不是突然一次的升温，而是持续的升温作用。同时，遥感解释显示，雪卡沟流域松散物源极为丰富，属于“物源非限制性”流域，其发生主要受控于水动力条件。

关键的物理机制呼之欲出：持续高温一方面加速高海拔冰川与积雪消融，提供丰富水源；另一方面，它如同持续的“解冻”信号，导致广泛分布的冻土及冰碛土内部的冰胶结物融化，使其力学强度骤降，变得松散易滑。

“好比冰箱里冻硬的冰块，拿出来放一段时间就会变软、解体。”胡凯衡比喻，当“水源增加”与“物源松动”在持续升温下同时具备，即便遇到中小雨或轻微扰动，大规模泥石流也一触即发。这与我国中东部地区主要依赖短时极端暴雨触发的模式截然不同。

许多研究表明，1961年至2020年间青藏高原每10年升温0.35℃，约为全球同期平均水平的两倍。持续变暖使冻土和冰碛物长期处于不稳定状态，更容易频繁发生小规模崩塌。

胡凯衡分析，藏东南冰川型泥石流的活动频率显著增加，但单个事件规模呈减小趋势。“在史前更冷的气候下，这些物质被‘冻’得更结实，一旦触发，则会导致能量集中释放的巨型灾难性事件。”

换言之，气候变暖正将灾害模式从“偶发巨灾”推向“频发小灾”。

这一认知对灾害预警提出了全新要求。“在四川盆地，我们可能主要依靠雨量计预警。在藏东南，泥石流可能发生在非雨季的暖期，预警关注点得转向气温、冻土状态等热力学指标。”胡凯衡指出。

在古气候与古灾害研究领域，湖芯、冰芯、沉积物分析等方法已相当成熟，能追溯千年甚至万年的时间尺度，但为何要从树木年轮入手？胡凯衡表示：“树木一般能活几百年，填补的是百年时间尺度的空白。”

在千年甚至更长的时间尺度上，许多中小规模的泥石流事件痕迹往往被自然过程逐渐抹去。而百年尺度的研究，在帮助建立更连续、完整的灾害事件序列的同时，也对工程防灾具有直接指导意义。

不同工程要求的灾害防治标准不同，一般城镇的泥石流防治可采用50年一遇的标准，而铁路、重大水利工程等则需要百年一遇甚至更高的防治标准。

“就高原地区的灾害防治与工程安全而言，我们不一定要做到千年、万年尺度。”胡凯衡强调，搞清楚一条沟谷过去百年间的灾害“日记”，足以帮助设计者在安全与成本之间找到更优、更科学的平衡点。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1130/B38736.1>

白银除了强大的抗菌功能外，还有促进组织细胞修复与再生、加速创伤收敛与愈合的功能，因此也常用于抗菌伤疤，作为防治外伤和皮肤感染的外用药或者敷料。1884年，德国产科医生卡尔·克雷德将硝酸银溶液用于新生儿眼部消毒，成功预防了新生儿淋球菌感染性结膜炎，标志着含银药物正式进入现代医学应用体系。

白银是控制创面感染并促进其愈合的关键核心材料。1968年，结合磺胺类药物与银离子双重抗菌作用的磺胺嘧啶银被用于烧伤创面感染防治，对铜绿假单胞菌等常见致病菌效果显著。这种药物的应用成了烧伤外科的里程碑事件，挽救了大量患者的生命。很多含银药物在局部抗感染治疗中有着重要的应用价值，硝酸银溶液可用于黏膜溃疡、肛裂等病症的局部处理，利用其收敛、抗菌作用促进创面愈合。在皮肤科，含银乳膏通过调节皮肤微生态，抑制致病微生物生长发挥疗效，可用于治疗痤疮、湿疹继发感染等皮肤疾病。通过与抗生素的交替使用，含银药物能够显著抑制细菌耐药性的形成。

随着材料科学发展，新型含银敷料不断涌现。人们将硝酸银、纳米银等负载于医用纱布、水凝胶、藻酸盐等基材，实现了抗菌、保湿、吸收渗液等多功能整合，可预防细菌感染、加速坏死组织脱落、促进愈合，并减少瘢痕增生与形成。特别是纳米银材料，具有更加强大和持久的抗菌性，同时还能诱导活性氧的产生，提升抗菌能力，成为令人瞩目的抗菌材料，是医用敷料及生活抗菌衣物的重要抗菌原材料。

白银具有强大的抗菌作用和良好的生物相容性，对人体无毒无害，因此也经常用于制造各种医疗器械与人体接触部位的涂层，从而降低医源性感染风险。例如，银合金留置尿管可将尿路感染发生率从常规

材料的28%降至2%，气管插管表面应用银涂层能减少呼吸机相关性肺炎的发生率。此外，银涂层还广泛应用于手术缝线、心血管假体、骨水泥、牙科填充物等器械。银涂层能通过持续释放低浓度的银离子，在人体与器械接触界面构建抗菌屏障，降低感染相关并发症的发生。

在医药领域应用白银的安全性很高，没有累积毒性反应的证据，但有些人在使用含银药物时，可能会出现皮肤银质沉着，甚至局部皮肤红肿瘙痒等过敏反应，需要引起重视并停药。这些症状一般无需特别处理，可在停药后1~4个月内自行恢复或者消失。同时，全身摄入类含银产品（如胶体银）缺乏安全性证据，已被明确不推荐使用。

含铂药物是治疗癌症的神奇药物

铂，也称为白金，是一种稀有的贵金属元素。除了具有金属属性和重要的工业用途外，含铂药物还是治疗癌症的神奇药物。

铂类化合物可与细胞DNA分子交联结合，破坏其分子结构，抑制DNA的复制与转录，阻止癌细胞生长，诱导其凋亡，从而发挥抗癌作用。顺铂、卡铂和奥沙利铂是常见的含铂抗癌药，可用于治疗肺癌、肝癌、卵巢癌、胃癌、宫颈癌和结直肠癌等恶性肿瘤。

含铂药物对正常细胞有一定的细胞毒作用，可能引起骨髓造血功能抑制、神经毒性及肾功能衰竭等不良反应，因此需要严格按照医嘱应用。

贵金属价格上涨固然是金融经济和工业需求的体现，但我们也应该关注其对人类疾病防治和医药应用的贡献，让贵金属在促进人类健康生活中物尽其用。

（作者系北京大学基础医学院教授）

发现·进展

安徽理工大学

构筑纳米反应器 搭建输氧“高速路”

本报讯（记者陈欢欢）安徽理工大学教授张雷团队受生物体系高效传质与催化机制启发，创新性构筑了一种具有多级管状结构的纳米反应器。研究表明，该过渡金属电催化剂在铝空气电池中展现出优异的氧还原反应活性与稳定性，整体性能可媲美传统贵金属催化剂。相关研究近日发表于《先进材料》。

团队受到桉树叶多级脉络结构的启发，在氮掺杂碳骨架上原位生长钻掺杂磷化铁纳米颗粒，构筑出一种同时具备多级孔道和精细配位结构的层级纳米反应器。多级孔道网络好比一条立体高速公路，一方面在电极表面形成局域电场，主动“抓住”氧气和氢氧根，使反应物在关键区域富集；另一方面，贯通的孔道大幅提升了氧的传输效率，避免其在电极内部“堵车”，实现了从吸附、迁移到催化反应的协同优化。

电化学测试显示，该催化剂在碱性介质中表现出优异的本征活性，兼具高功率输出和长寿命特征，在同类电池体系中具有明显优势。

除了结构设计，团队还在原子尺度上对活性位点进行了改造。通过铁-氮锚定，催化剂内部形成了铁-磷-钻异质配位桥，使铁-磷键缩短，改变了铁周围的电子环境，从而降低

了中间体的脱附能垒，加快了整体反应速率。

该研究将仿生层级结构设计、铁-磷-钻异质配位桥构筑与电子态精细调控有机结合，提出了面向氧还原反应的“全路径氧管理”新思路，为理解和设计高效金属空气电池催化电极提供了具有代表性的范例。

研究团队希望设计一条完整的“交通系统”，对氧进入电极到完成反应的整个过程进行系统优化。这类仿生与精细调控结合的策略，为新一代高密度金属空气电池提供了更可靠的电极材料方案。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/adma.202522781>

中国科学院动物研究所等 揭示人类社会为何是“右手世界”

本报讯（记者王兆昱）中国科学院动物研究所研究员孙中生与中国科学院心理研究所研究员王杰思合作，借助动物行为实验揭示右撇子与左撇子的成因，提出“右偏好后天保守假说”。相关研究近日发表于《遗传学报》。

全球约90%的人是右利手，俗称“右撇子”。利手究竟起源于何处？为何绝大多数人最终会偏向右手？这一谜题曾被《科学》列入“125个最具挑战性的科学问题”之一，至今未有定论。

研究团队利用小鼠巧妙地设计了一系列行为学实验，模拟利手生成的过程。对437只小鼠的行为学研究发现，仅需5至7次单侧爪训练，小鼠便能建立稳定的与训练方向相同的伸爪偏好；训练周期越多，偏好越强。而未经偏侧训练的小鼠，其左、右爪偏好约占50%。这种“后天习得”的偏好与人类利手高度相似，不仅能迁移至不同场景，还能长期稳定保持。即使后续接受18周的反向训练，也仅有约22%的小鼠改变了原

始偏好。

进一步实验发现，虽然偏好方向由后天塑造，但左右间存在显著差异，右爪偏好的“保守性”更强，即训练效果持续更久，也更难被逆转。当小鼠接受随机反向训练时，群体整体竟自发呈现“右爪偏好”，复现了人类社会的右利手现象。基于这些发现，该研究提出了“右偏好后天保守假说”：人类的利手并非与生俱来，而是在生命早期单手使用过程中迅速形成的。右利手偏好较左手更容易稳定保持，从而在个体发展中逐渐累积优势；再叠加以右手主导的社会环境的不断强化，最终构成了人类社会的“右手世界”。

该研究还发现，雌性小鼠的利手偏好更易被逆转，不同品系的偏好稳定性也存在显著差异。这些现象提示，右利手占优势的人群中，个体之间的利手差异具有一定的生物学基础。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.jgg.2025.11.005>



近日，空轨列车驶过武汉西苑公园，与盛开的梅花相映成趣。列车智能化程度高，实现了智能感知、智能行车，具备GOA3全自动无人驾驶功能，车辆启动、停车、出库、入库、开关门及正线运行等均实现了全过程自动控制，无需人工操作。

图片来源：视觉中国