

中国古代「自动化」

指南车，以齿轮「驾驭」方向

本报记者 王晶玥

亨载心



指南车

中国古代一种仪仗车 发明不晚于三国时期。依靠齿轮传动系统，使车上木人的指向始终不变，体现了中国古代机械制造的高超水平。

在中国科学技术馆“华夏之光”展厅，一台指南车静静立在展台。观众手握手柄，推动指南车，车子左转弯，其上的人偶却始终指着同一个方向。在现代人看来，这个装置很是平常，然而对古人来说，它却称得上是颇为超前的机械装置发明。

指南车的缘起与发展

提起指南车，不得不提起黄帝大战蚩尤的故事。相传，双方战于涿鹿，蚩尤造出漫天浓雾，令黄帝及其军队迷失了方向。一筹莫展之时，黄帝手下一个名叫“风后”的部下提议制造指南车。靠着指南车，黄帝率领军队辨别方向、杀出重围，一举击败蚩尤。

读到这个故事，现代读者肯定会意识到，当时的条件恐难制造指南车，这是传说，并非信史。在古代，关于指南车的发明也有争论。

《三国志·魏书》就记录过这样一个故事，三国时期的魏明帝时，给事中马钧与常侍高堂隆、驍骑将军秦朗在朝堂上争论，后二者认为此前并无指南车，马钧却不这么看。高、秦二人向明帝秉明后，下诏令马钧制作指南车。于是马钧奉旨将其制造出来。

“又不可以言者也，从是天下服其巧矣”，《三国志·魏书》记载，马钧造指南车的精妙难以形容，从此天下人都佩服他手巧。中国科学技术馆助理研究员戴逸华指出，史籍中关于指南车发明较为明确的记载就是这条史料。可惜，这一具有实用性的工巧并未得到相应重视。据史料记载，西晋末年，马钧制造的指南车遗失了。

幸运的是，各个政权对指南车兴趣不减，不少人都在尝试复原指南车。

在北方，十六国时期的后赵君主石虎、后秦君主姚兴都曾命令臣子制造指南车。417年，南朝刘宋的武帝刘裕发后秦，得到了指南车。据记录南朝刘宋历史的《宋书》记载，这个指南车“设木人于车上，举手指南。车虽回转，所指不移”，车上有个木人，手指向南

▲王振铎著《科技考古论丛》中的指南车内部结构图。（资料图片）

▲中国科学技术馆“华夏之光”展厅的指南车。戴逸华摄

方。车子转向了，但木人手指方向不变。《宋书》转而又说，“机数不精，虽曰指南，多不审正。回曲步骤，犹须人工正之”，即刘裕获得的指南车，制造技术不够精密，虽能指南，大多时候却无法准确指正，在转弯或调整步伐时，仍需依靠人力校正。

到北魏时期，太武帝拓跋焘执政，马岳也曾奉命制成指南车。

在南方，南朝刘宋顺帝刘准在位时，后来的南齐开国君主萧道成辅政，他派祖冲之按古法重制指南车。《南齐书》讲，祖冲之“改造铜机，圆转不穷，而司方如一”；《宋书》则记载，“其制甚精，百屈千回，未尝移变”。也就是说，祖冲之以铜制指南车，无论如何转动，都始终指向同一个方向。

北宋年间，宋仁宗天圣五年（1027年），工部郎中燕肃制造指南车；宋徽宗大观元年（1107年），内侍省官员吴德仁又对燕肃指南车进行改良。他们所造指南车的内部构造，被较为具体地载入《宋史·舆服志》，这也有助于后世对指南车内部结构和机械原理有更多的了解。

“先启之乘”的威仪象征

为什么许多君主都想拥有指南车？

不妨先看史料对指南车外形的形容。《晋书》写道，“驾四马，其下制如楼，三级；四角金龙衔羽葆；刻木为仙人，衣羽衣，立车上”，指南车以四匹马为牵引，车厢部分有如楼阁，分为三层；车厢四角有金龙衔着鸟羽装饰的华盖；木制仙人身穿羽衣，站在车上。

《南齐书》的记录略有不同，指南车由牛牵引，身披天衣的木制仙人站在布幔遮盖的车厢里。车厢四角都立有龙子竿，悬挂着孔雀尾羽，车轮漆着彩色，以铜为装饰。二者对指南车的形容虽有出入，但相同的是，指南车外形十分华丽。

《晋书》接下来又写，“大驾出行，为先启之乘”。而《宋书》曰，“大驾卤簿，最先启行”。“大驾”和“卤簿”都是指皇帝出行的车马仪仗，因此这两句话是说，皇帝出行的仪仗队列当中，指南车最先启动出发。

想象一下，一辆华美气派且有“仙人指路”的指南车行驶在仪仗最前面，尽显帝王的威仪尊严。许多历史学者认为，拥有指南车不仅是为了延续这项制造技术，更是希望借此宣扬朝廷自身的正统与皇权。

同济大学教授、科技史学家陆敬严曾说，指南车不用来实测方向，更不用于引导实战，这就导致它的外形可以豪华精致而尺寸庞大，且对定向准确和操纵简便的要求不高；甚至至于，复杂的操作反而可以增添皇家的威严与排场。

展现中国古代科学智慧

虽说古代皇家出于自身考虑才制造指南车，但对后世而言，它的运行机制无可辩驳地展现了中国古代机械技术的卓越成就。戴逸华表示，与仅有一字之差的“指南针”不同，指南车指向南方依靠的不是地磁效应，而是齿轮传动系统。由于史料中缺乏图形，考古亦没有发现指南车实物，因此一段时间里，大家只知指南车内部有数个大小和齿数不同的齿轮，具体运行原理众说纷纭。根据史料，学者们提出了多种复原方案，总体分为定轴轮系和差轴轮系，两者原理也略有出入。

定轴轮系指南车是指车转弯时，要固定一个车轮不动，整车以该车轮为圆心进行转动。不动的车轮一侧，足轮不转动，更不通过小平轮传动至其他齿；转动的车轮一侧，足轮随之转动，并通过小平轮等结构传动至大平轮，保证木人与车身转向相反、转角相等，使木人始终指向同一方向。《宋史·舆服志》记载的指南车就是这种结构。

20世纪30年代，文博专家、科技史专家王振铎率先复原了指南车。后为准备原中国历史博物馆陈列，他在修正原方案的基础上制作了指南车模型。戴逸华表示，这个模型就属于定轴轮系指南车。目前，中国很多博物馆都采用了王振铎的定轴轮系指南车方案。

所谓差轴轮系则是指指南车转弯时，不需要固定一个车轮，相对于定轴轮系指南车指向更准确、易于操作。但戴逸华指出，这主要是基于现代学者的合理想象，目前还没有发现明确的史料依据。“2017年以前，中国科学技术馆也制作了定轴轮系指南车模型，由于车体安装误差、车轮转动打滑等，长时间会出现指南偏差。2017年后，我们采用现代差动轮系结构制作金属指南车，观众可以用手拉动模型，在展台上转动，透过透明车窗观察齿轮运动情况，了解原理。”戴逸华说。

不过，不论真正的指南车是定轴轮系还是差轴轮系，这套基于机械自身运动的系统都体现了超前性。正如著名科技史专家李约瑟所言，指南车是人类历史上走向控制论机器的第一步。工业革命以来，自动控制设备开始在西方涌现，但回望中国古代历史，这种先进的理念早已在指南车当中孕育。

更难能可贵的是，在中国历史上诸多朝代对指南车的“摧毁”与“重构”中，在近代以至当代各领域专家对指南车的复原讨论中，中国人对历史事实的严谨探寻和对应用实践的热情始终熠熠发光。

这也映照出了当今我国工程机械行业的奋进之路：今天，自动化已成为机械的“必选项”，随着新技术动能注入，工程机械行业持续优化升级，中国工程机械正在从“中国制造”迈向“中国创造”——技术不断发展，求索永无止境。



扫码观看
创意动画

统筹：李 舫 张意轩
策划：钟金叶 赖 睿
动画设计制作：李 栋
学术支持：陈 朴 戴逸华
版式设计：王隽华

《列国志》《国际组织志》丛书首批成果发布

本报电（高莹）中国社会科学院新编《列国志》《国际组织志》丛书首批成果发布会暨“认知世界 服务国家”中国区域国别建设研讨会近日在京举行。中国社会科学院副院长赵芮在致辞中表示，国家“十五五”规划纲要强调“加强区域国别研究”，充分彰显了区域国别建设承载的时代使命。中国社会科学院启动新编《列国志》《国际组织志》丛书项目出版工程，是服务党和国家工作大局的重大举措，也是坚持开门办院理念，以开放姿态与开源模式引领全国区域国别研究的一次成功实践。

此次发布的新编《列国志》《国际组织志》丛书首批成果共8项，分别为《美国》《日本》《印度尼西亚》《厄立特里亚》《捷克》《斐济》以及《联合国》《北大西洋公约组织》。丛书项目出版工程推进过程中，有组织科研发挥了重要作用。以新编《列国志·美国》为例，据项目负责人、中国社会科学院美国研究所副所长袁征介绍，该项目团队由资深学者牵头、中青年科研骨干为主体，实现了跨学科、跨领域组合；成果的目录修订、内容架构设计以及具体章节写作等都经历了不同视角和维度的充分探讨，最终形成一个全面、立体的美国知识图谱，为理解当前美国复杂而矛盾的发展状况提供了权威参考。

据了解，中国社会科学院于2024年启动新编《列国志》《国际组织志》丛书项目出版工程。工程科学谋划部署，统筹协调中国社会科学院及国内高校和研究机构的力量，采用滚动实施、分批推进的方式，集中完成有关全球196个主权国家和60个主要国际组织的丛书编撰出版。丛书系统研究全球各主权国家的人文历史、政治经济、社会治理、安全外交，以及主要国际组织的历史沿革、机构建设、行动领域、国际影响等主题，力求深化国内区域国别研究，填补相关领域学术空白，打造“新时代‘海国图志’”。

八达岭“夜长城”焕新亮相

本报记者 施 芳



八达岭长城夜景。李 晓 鹏 摄

日前，北京市延庆区八达岭夜长城已完成全要素彩排，定于4月30日起焕新亮相，以“城上互动+主题演艺”为核心，打造一场穿越时空、沉浸感强的长城夜游盛宴。

作为明长城的代表、居庸关的重要前哨，八达岭长城素有“天下九塞之一”的美誉，自“夜长城”游览开放以来，八达岭长城以独特的夜间景观和便捷服务成为北京夜间文旅的热门打卡地。今年，景区继续保留北四楼至南四楼核心区域灯光亮化、文化街区夜间业态及南线夜间地面缆车等体验项目，再现长城蜿蜒的壮美盛景。

相较于往年，2026年“夜长城”打破传统观光模式，推动沉浸式互动体验全面升级，让游客从历史的“旁观者”转变为故事的“参与者”。景区深度挖掘长城历史文化与民间传说，打造“孟姜女寻夫”NPC演绎场景，游客可与角色近距离对话，聆听并进入戍边将士的故事。漫步城墙途中，游客还会偶遇身着戎装的明代将领、戍边士兵等角色，通过行进式观演与情景互动，触摸长城绵延千年的历史脉络。

景区还推出“驿站写信传福”特色环节，游客可在长城脚下写下心愿与祝福，由身着甲胄的“传令兵”策马送至长城之上，传递美好期许，仪式感十足。同时，八达岭文化街区沉浸式再现“茶马互市”盛景，通过角色互动游戏，让游客全方位感受古代边塞的商贸繁华与民族交融的风情。

夜间演艺内容丰富升级，舞蹈《塞外篝火》成为全场焦点。该节目巧妙融合传统韵律与现代艺术表达，舞者刚劲有力的舞姿与恢宏的舞美设计相得益彰。演出高潮时，舞者邀请现场游客手拉手共同起舞，让游客体验更具互动性与趣味性。

“八达岭夜长城始终致力于推动‘文旅+演艺+互动’深度融合，不断丰富夜间文旅产品供给。”八达岭文旅集团智慧旅游公司经理刘森表示，景区还将联动区域内住宿业态，进一步完善夜游产业链，让“夜长城”成为游客感受长城魅力、体验北京夜间休闲的选择。