

## “车-轨耦合” 博士生创建全新模型

1990年夏,年仅27岁的西南交通大学在读博士生翟婉明,首创一种快速显式数值积分方法,用以求解复杂大系统动力学问题,并成功解决了长大重载列车纵向动力学快速模拟问题。这一方法,后来被国际同行誉为“翟方法”。

那年,适逢国家启动“八五”重点科技攻关项目,翟婉明有了更大的科研舞台。

“列车要重载,还要减轻对线路的破坏。”作为攻关项目“减轻重载列车与线路相互作用研究”的具体执行人,翟婉明深感棘手。

在铁路工程领域,车辆、轨道一直是两个独立的研究系统,分属经典的车辆动力学、轨道动力学理论体系。然而,这两个理论都难以解决攻关中的问题。

“车辆在轨道上行驶,二者相互影响、相互耦合,构成了一个相互依存的动力学系统。”历经反复思索,翟婉明灵光乍现,可否将“车-轨”耦合起来,构建统一模型?

石破天惊的想法,犹如投进湖中的石子,激起层层涟漪。

在吸纳车辆、轨道动力学成果基础上,翟婉明创建了“车-轨”统一模型。由此产生的庞大规模动力学计算难题,又恰好被“翟方法”解决了。

科研之路,蜿蜒曲折。

随后的调试程序给了翟婉明当头一棒——因为计算结果与实际不符,仿真计算中,在轨道上行驶的车辆,竟然飞离了轨道。

“翟婉明,你把火车都开上天了!”质疑、奚落声一片。

震惊之余,翟婉明没有泄气。他反复思考,确信研究方向正确。看来,是计算程序出了错。

逐一排查成千上万条编程语句,20多天后的一个深夜,翟婉明终于找到编程语句中的一个参数错误。

1992年,“翟模型”破茧而出,为减轻重载列车与线路相互作用研究提供了理论方法,保证了国家重点科技攻关项目的顺利完成。

## 缺少标准 “翟模型”算出最优方案

2004年,中国高铁开始起步。没有设计标准,工程建设面临一系列挑战。

“到底哪个设计方案可行?”2005年的一天,拿着广深港(广州—深圳—香港)高铁穿越狮子洋的4种选线设计方案,设计单位技术负责人忐忑不安。

广深港高铁是中国高铁网主骨架

我国已布局研制更高时速新型高速列车、建设预留更高时速运行条件线路。在专家看来,未来中国高铁将更高速、更智能。

时速350公里,是目前我国高速铁路最高设计标准。

高速铁路最高运营速度到底多少合适?这是世人普遍关心的问题,中国科学家正在给出答案。

“设计时速400公里,曲线参数可行。”7月20日,在西南交通大学牵引动力国家重点实验室内,中国科学院院士、美国国家工程院外籍院士、西南交通大学首席教授翟婉明正带领团队,用“翟模型”对时速400公里线路设计参数进行仿真验算。

“翟模型”,是翟婉明首创的“车辆-轨道耦合动力学”全新理论体系。其核心模型“车-轨耦合”,已成为国内外轨道交通动力学研究的基本方法,也是中国高铁速度不断提升的重要理论支撑。

# 时速400公里 高铁 或将呼啸而来



▲在西南交通大学牵引动力国家重点实验室,翟婉明(左一)在指导学生。 新华社发

▼京沪高铁。 图据京沪高速铁路股份有限公司

之一,需跨越珠江口内水域的狮子洋,地形条件复杂。

经过一年多勘测,设计单位提出了4种选线方案,并首次涉及30%以上大坡度纵断面。

高速列车以时速300公里通过如此大的纵坡,能否安全平稳?这道重大工程技术难题,在世界高速铁路线路设计史上,前所未遇。

设计负责人找到了翟婉明。

4种选线方案参数被逐一输入“翟模型”,经过计算机模拟分析,再加上动力学安全评估,翟婉明找出了其中的最优者:途经沙仔岛的长大隧道设计方案——这一方案最终被设计单位采纳。

2011年12月,广深港高铁广深段正式开通运营。至今超过10年的运营实践表明,高速动车组在狮子洋段行车安全平稳。

在理论一试验一应用一理论的螺旋式进程中,“翟模型”不断丰富与完善,被成功应用于中国高铁一个个工

程现场,解决了一系列实际难题。

## 现场试验 理论与实践相互促进

“过去现场试验机会很少,但伴随着中国铁路6次大提速以及随后的高铁大发展,这样的机会越来越多。”翟婉明说,理论再好,不到实践中接受检验,也只能是纸上谈兵。

为验证自己的研究,翟婉明常常跟着铁路安全员一根轨枕、一根轨枕地走,到现场寻找答案,在现场开展试验。

2008年,中国首条高铁——京津城际铁路开通前夕,翟婉明兴奋不已:终于能采集高铁测试数据了!这对丰富“翟模型”的理论研究实在太重要了。

为采集一座特大桥上的高速行车动力学性能指标,他带着测试团队,在现场一待就是35天。

“每一趟车通过的数据都很宝贵。”翟婉明记得,列车通过的最高速

度曾达到390公里/小时,这是当时中国铁路跑出的最高速度。

2011年初,在京沪高铁某段线路测试现场,列车跑出了超过430公里时速。翟婉明团队测取了轨道动力学与周边地面振动特性。据此发表的研究论文至今仍为世界独家,被国际同行广泛引用。

京津城际铁路、京沪高铁、成渝铁路、大秦重载铁路……通过现场调研与反复试验,在解决工程难题的同时,翟婉明也获得了大量的第一手珍贵数据。计算、仿真、试验彼此印证,“翟模型”不断得到丰富和完善,推动中国铁路技术逐步攻克高速行车振动难题、走向世界前沿。

我国已布局研制更高时速新型高速列车、建设预留更高时速运行条件线路。在翟婉明看来,未来中国高铁将更高速、更智能。

时速400公里高铁,或将呼啸而来。

据科技日报

## 云南虫被证实为最古老脊椎动物



云南虫生态复原图。

解开脊椎动物起源之谜寄予厚望。

研究团队运用三维X射线断层扫描显微镜、扫描电镜等多种现代实验设备,从微观结构上重新研究了一类此前分类存疑的动物:云南虫。从形

态上看,云南虫有点类似现在的蠕虫,它们身体侧扁,一般只有3至4厘米长。通过对127块云南虫标本的重新分析,研究人员首次在云南虫的咽弓上发现了极微小尺度上三维保存的叠盘状细胞结构和蛋白微原纤维。这两种精细的显微结构为脊椎动物细胞软骨所独有,证明云南虫是一种原始脊椎动物。

在云南虫身份被“认证”前,学界普遍认为最古老的脊椎动物是同样来自澄江动物群的昆明鱼。都是生活在5.18亿年前的“同龄”动物,云南虫比昆明鱼“老”在哪儿?领导此项研究的中科院南京地质古生物研究所研究员

赵方臣解释,说云南虫更“老”,是指它具有更多原始特征,更接近脊椎动物的演化源头。比如,昆明鱼已经具有一条位于身体背部的原始脊椎,而云南虫还没有明显的脊椎。

此项研究中,科研团队还通过演化分析方法,进一步卡定了云南虫的精确演化位置。分析结果证实,云南虫处于脊椎动物谱系的最基干位置,介于尾索动物和其他脊椎动物之间。

“云南虫身上的众多原始特征,也许正是进化长河中的关键桥梁,人类或许能从中解开脊椎动物从哪儿来的奥秘。”赵方臣说。

文图均据新华社

我国古生物学者运用先进的实验技术证实,5.18亿年前的云南虫是地球上最古老的脊椎动物。这是我国化石宝库澄江动物群中诞生的又一位“超级明星”。该发现对了解我们自身所在的脊椎动物谱系起源具有重要意义,相关成果已刊发在国际权威期刊《科学》上。

在生命演化历程中,脊椎动物的演化是最为壮丽的篇章之一。现代脊椎动物从何而来?最古老的脊椎动物是啥?这些重大科学问题吸引着各国古生物学家的关注。位于我国云南的澄江动物群,保存了大量脊椎动物的祖先类群,科学家们一直对能在其中