

一定要突破350吗?

6月12日清晨,CR450从沪渝蓉沿江高铁宜昌北站缓缓驶出,逐级提速,开启了为期约半个月的型式试验,为验证列车设计性能、完善列车设计提供实践参考和数据依据。

在此之前,沪渝蓉沿江高铁武汉至宜昌段已经进行了为期约一个月的联调联试,内燃机车、时速385公里的黄色动检车陆续上路,为CR450上线试验奠定了基础。

一定要突破350吗?原因在于,我国目前运行的CR400,在线路上运行的最高时速350公里。这一数字,已经维持多年。

国际上,也从未有时速突破400公里的商业运营列车。目前,日本的新干线、德国的ICE、法国的TGV-M最高运营时速均为320公里。

为什么高铁时速再提升会变得很困难?原因在于,贴在钢轨上,“350”在安全标准下,已经是极限。再想突破,意味着列车需要进一步减重、风阻需要进一步减少,可与此伴随而来的平衡、稳定又带来了重重挑战。

牵一发而动全身。提速,意味着对原有系统的全面挑战,各个指标需要极限拉扯,再度均衡。

中国国家铁路集团有限公司从2018年开始研究时速400公里运行条件下的高铁基础理论和关键技术,最终确定下来CR450动车组的四大顶层指标。

CR450动车组的诞生,绝非简单的提速游戏,而是向技术极限发起的“攻坚战”。

每个0.1%的性能跃升,都需要攻克多重技术壁垒。研发团队历经7年攻关,在牵引系统、减阻降噪、制动控制等多个核心技术领域攻坚克难,从拓扑优化技术到新型材料研发,从永磁牵引电机的首次应用到一体化全包覆结构设计,每一项“黑科技”都在为时速400公里的“中国速度”铺路。

2024年12月29日,CR450动车组样车在北京首次亮相,标志着“CR450科技创新工程”取得重大突破。

复兴号动车组总体技术专家、中国铁道科学研究院集团有限公司(以下简称“铁科院”)首席研究员赵红卫在接受采访时说:“2018年时,我国时速350公里的铁路线大概有一万公里,我们通过调研发现,在线路条件不做太大变动的情况下,通过装备来提升列车的运行速度,是收益最高的选择。”

关键试跑为何选在湖北?

此前,搭载CR450动车组新技术部件的试验列车在福厦高铁湄洲湾跨海大桥以单列时速453公里、相对交会时速891公里运行,惊艳了世界。

毫无疑问,更快的时速将大幅度提高旅客运输效率,给旅客带来更快捷更舒适的乘车体验。同时,CR450作为高度集成化的重大工程,它的创新,必将带动整个中国制造向“中国智造”加速转变。

“我们的对手就是我们自己,肯定是要不断地超越自己。”赵红卫在接受采访时说。

业内人士介绍,这主要是因为沪渝蓉沿江高铁武汉至宜昌段是新建线路,路况条件好,在上面试验既不影响正常的高铁运输,还能实现“新车试新路”,为CR450动车组后续调改提供稳定的支撑。

6月12日,湖北迎来了一位全民瞩目的“明星列车”——CR450。这是我国立足长远研发的新一代复兴号动车组列车,CR是中国铁路“China Railway”的英文缩写,450则代表列车试验速度将达到450公里,商业运营时速400公里。

复兴号动车组总体技术专家、中国铁道科学研究院集团有限公司首席研究员赵红卫解读了CR450研发的“速度与激情”。



CR450动车组样车

最快高铁湖北试跑,「速度与激情」如何炼成

『明星列车』CR450商业运营时速400公里

如何让高铁更快?

目前,CR450主要分为CR450-AF、CR450-BF,分别由中车青岛四方、中车长客生产制造。

从外观上看,CR450-AF车头外形彰显“锐龙追梦”,CR450-BF车头为鹰隼造型,两种设计均具备减少风阻的性能。

赵红卫介绍,CR450动车组提出了顶层的技术指标,包括更高速度,更加安全,更加节能,更加舒适,更加智能这个顶层的要求。

速度,是衡量铁路技术水平的重要标志,也是旅客最直观的感受,更是对时空距离的重构。每一次提速,都深刻影响和带动着城市格局、人口布局、经济版图的积极变化。然而,对高度集成的铁路系统来说,提速意味对原有系统的全面挑战。

赵红卫说,要实现时速400公里,其实难度是非常之大的。

CR450动车组最终确定下来的四大顶层指标:

第一速度指标,试验时速450公里,运营时速400公里;第二安全指标,停车时,时速从400公里到0,紧急制动距离不超过6500米,这一要求与运营中的CR400动车组在时速350公里下的紧急制动距离一致;第三能耗指标,CR450动车在时速400公里的情况下,其能耗要与运营中的时速350公里的CR400动车组一致,保证商业运营的经济性;第四噪声指标,在速度提升,噪声呈指数型增长的背景下,车内噪声指标仍要求与运营中的CR400一致。

2021年,中国国家铁路集团有限公司正式启动CR450科技创新工程。给列车减重,是研发团队确立的首要目标。

赵红卫介绍,轻量化能够带来很多好处。轻量化以后,对轮轨的作用力会减小,对轨道的冲击会减小,就可以在既有的时速350公里的路况条件下,能够开行到时速400公里。

为了减重,CR450动车组样车部分采用了碳纤维复合材料、镁合金材料等,动车组整车较以往减重10%以上。减重对实现能耗指标有帮助,但并不足。

高速飞驰的列车,气动阻力随速度的加快也会快速增加,当

CR450提速至时速400公里,相对于350公里的时速,阻力会增加30%。可以说,牵引电机产生的能量大部分都消耗在与空气的“对抗”中。

赵红卫介绍,关于运行阻力,目标是达到减阻22%,从整个动车组到头型设计,大家可以看到它发生了变化,头车长度从原来的12.5米提升到15米,长细比也作了一定的调整。从车的内部可能感觉不到,因为客室的高度没有变化,但是车的高度下降了20厘米。这是因为要减小阻力,就要减小整个车体的断面,“但是我们为了提高内部舒适性,内部的空间反而没有减小”。

这是怎么做到的呢,减少的20厘米去哪儿了?

赵红卫介绍,首先是空调系统的体积缩小。另外,车上方的整个风道设计都作了很多调整,但是车内的空间增大了5%。

为什么“斤斤计较”?

在四大顶层设计中,有些指标本身就是相互矛盾或相互掣肘的。比如,理论计算显示,时速提升50公里,通常会使列车增加2至3分贝的噪声。但四大顶层设计的另一项指标是要求CR450动车组在每小时400公里行驶的情况下,噪声水平与既有动车组在时速350公里运行时相当。

赵红卫介绍,要把噪声水平降下来,就要采用一些吸声和隔声的技术手段。比如,为了隔声、吸声,地板下面就要增加一定的材料,动车组就会增重。这就和减重的目标是矛盾的,既要保证在减重,同时又要保证降噪,这样的话后面就要“斤斤计较”。主机企业为了能够把重量降下来,对每一个部件供应商都要规定,既要瘦身,又要减重,它还要满足相应的技术指标要求。

速度提升,核心是动力。CR450动车牵引系统采用了永磁电机,这也是永磁电机第一次应用在我国商业运营的高铁列车上,其转换效率较运营中的CR400异步牵引电机提升3%以上。

速度增加这么多,乘客最担心的是什么?

赵红卫说:“是否安全肯定是所有的乘客都关心的,也是作为设计师最关心的。我们也做了很多保证安全方面的工作。”首先就是制动系统。如果制动系统出现故障,安全风险就会增加。所以要求在时速达到400公里的条件下,制动距离不超过6500米,这和时速350公里的动车组,在350公里制动情况

下的距离是一样的。

列车跑得快,更要停得住、停得稳、停得准。根据CR450动车组设计要求,列车要在6500米的距离内实现从每小时最高400公里到零的制动,需要的时间大概在112秒。据计算,在这不到两分钟的时间里所产生的能量,相当于把6.8吨的水从冰点加热到沸点。

这对制动系统提出了更高的要求,实现难度大增。

赵红卫介绍,这就需要从很多的技术方面开展工作。比如制动盘闸片的材料,要提高它的能量耗散的性能。另外就是对制动系统的控制要更加精准,对于整个制动力的分配要做很多精细的计算。“我们也在实验室做了1:1的台架试验。经过反复验证,是可以实现6500米的制动距离。另外,制动响应时间也从原来的2.3秒提升到1.7秒,响应的速度也更快了,制动系统、制动能提升20%。”

这不仅要停得住、停得稳,还要停得准。

赵红卫介绍,另外车上有健康管理系统,可以对很多系统进行故障分析、建模,也可以实时对一些故障进行预警和报警。我们要在一些轻微的表象上,能及时发现故障,及时预警和报警,使列车能够导向安全。

一列动车组列车,从研发、制造到运维服务,设计生产动车组零部件的主要企业超100家、参与企业超2100家。为实现不可逾越的顶层目标,很多时候都需要上下游反复沟通。

赵红卫介绍,要能够满足更高的技术指标,就必须采用新的技术。那就必须突破,必须创新。

从“复兴号”开始,中国人进行了真正的自主研发。就是首先要考虑我们自己有什么样的需求,而不是一味复制国外成熟的技术路径和标准。按照这条道路研发出来的动车组,拥有完全自主的知识产权,而且还要以此为基础建立“中国标准”。

2022年4月和2023年6月,试验团队先后在郑渝高铁、济郑高铁,以及福建湄洲湾跨海大桥、福建海尾隧道等地成功完成对CR450动车组新技术部件和各项性能的检验,其中在福建湄洲湾跨海大桥实现了单列453公里、相对交会速度891公里的试验。

未来,中国高铁依靠自主创新,将开启时速400公里的新时代。随着CR450动车组样车的正式发布,人们可以再次期待速度将带来积极的变化。

据极目新闻、海报新闻等