



拿得出手的“中国高铁”

韩白

2014年对中国高铁来讲是极具意义的一年。经过多年的培养，他就像一个初长成的孩子，要离开母亲的怀抱去外面闯荡世界了。

我国高铁技术是否“长大了”“成熟了”，听听李克强总理的讲话就知道了。

“推销中国高铁我特别有底气。”在装备制造行业中，高铁发展状况可以代表一个国家装备制造的最高水平。从2013年李克强总理就开始自信地向世界推销中国高铁了。

总理的底气来自哪里？总结起来，是由于我国高铁具有三大优势：技术先进、安全可靠、价格低、性价比高；运营经验丰富。

运营经验无可比拟。从2008年8月1日，我国开通第一条京津城际高速铁路开始，截至目前，我国高速铁路总营业里程就占到了世界总营业里程的一半，里程近1.2万公里；在建高铁规模达1.2万公里，超过其他国家总和。

我国已经建成了针对不同气候、不同地形的高铁，如高寒的哈大、沿海的环岛、高隧的贵广等，为世界的高铁建设积累了丰富而又翔实的经验。

在机车方面，2014年11月25日，高铁列车最核心的部件——牵引电传动系统和网络保持系统已经实现了百分之百的“中国创造”，核心部件实现自主生产。我国动车组国产化率已达到90%以上，性价比高。

可喜的是，世界对中国的铁路技术也正在逐步接受，从2014年初南车出口阿根廷10亿合同金额起运，到岁末800公里中泰合建铁路签约；从土耳其高铁竣工，到匈塞铁路签约；从渝（重庆）新（新疆）欧（欧洲）、苏（苏州）蒙（内蒙古）欧班列增开，到铁路在丝绸之路经济带建设中受关注……不仅中国铁路装备跨洋落地投运，而且中国铁路建设技术、管理标准也将推延到欧

洲、泛亚等地。

经过多年的经验积累，2014年12月22日我国首部《高速铁路设计规范》发布，这是我国正式发布的第一部高速铁路设计行业标准，它将为我国高铁发展以及高铁“走出去”提供系统规范的成套建设标准支撑。

虽然目前我国时速在200公里以上的动车组，也就是“高铁”车辆还尚未正式走出国门。但这也并非与技术完全相关。有关专家指出，动车组的出口涉及经济、政治、社会等各方面的综合因素，非常复杂。正是由于这些原因，目前，世界在建高铁并不是很多。据国际铁路联盟统计，截至2013年11月1日，除我国以外，世界其他国家和地区高速铁路总营业里程11605公里，在建高铁规模4883公里，规划建设高铁12570公里。但我们相信，凭借过硬的技术优势，未来“中国高铁”走出去指日可待。

编者按 2014年12月26日，兰新高铁全线开通运营。作为全球第一条修建在高原地区的高速铁路，兰新高铁沿途所经地区包含了高原、高山、黄土、戈壁、沙漠、绿洲、湿地以及干旱、大风、极寒等各种地质类型和极端气候，堪称中国最复杂、最具挑战性的高铁。

实际上，不仅是兰新高铁，我国已经建成的多条高铁，由于其所经过的地质地貌、区域空间、气候温度等条件各不相同，在技术创新上必须因地制宜，实现鲜明的自身特点。

本期报道，我们将以哈大、兰新、郑西、贵广以及海南环岛高铁为例，盘点这些高铁线路在建设中的重大技术难点。这些具有代表性的创新突破，既是中国高铁人善于打破壁垒形成合作开发理念的成果，也是我国科技实力不断提升的集中体现。

海南环岛铁路解决地质气候难题

海岛“铁环”新景观

本报记者 祝君壁 通讯员 曾勇

在蓝天和碧海之间，错落有致的椰林旁，白色的动车飞驰而过，这成为海南岛的一道新风景。

“随着高铁网络的不断完善，高铁从各个方面影响和改变着人们的生活。海南沿海高铁的建设及运营，对中国高铁的发展有非同一般的意义。”广铁集团相关负责人介绍。

可在海岛建高铁并不是想象的那样容易。在建设海南西环铁路时，中国铁建十四局集团西环铁路5标项目经理田文凯就遇到了海岛带来的难题。“由于当地地质条件为含水量极高的软沙层，打桩机在这里根本没有用武之地，必须使用旋挖钻机，这也让许多桩基施工队伍望而却步。”田文凯回忆说。

正式开工之前，田文凯在接到任命后就带领先头部队来到了海南。2013年10月30日，项目部在全线第一家建成了设备先进、功能齐全的现代化中心试验室，并通过验收投入使用。

然而，就在项目部准备放手大干之时，一场突如其来的台风，给建设者们“当头一棒”！

2013年11月10日，超强台风“海燕”从海南省乐东县登陆！风雨交加中，项目部已建好的围墙、职工食堂、会议室、拌和站料棚、钢筋加工棚等被狂扫一空；小型机械设备被台风刮得七零八落，围墙等生产生活设施被夷为平地……虽然田文凯他们很快重新恢复了建设，但却深知海岛建

高铁困难重重。

据介绍，兼顾海岛独特的气候特点，西环铁路在建设施工方面采用很多的创新技术。西环铁路珠碧江特大桥经过的珠碧江，常年高温高湿，受海水、海风腐蚀和侵蚀严重。为此，铁路部门将高温高湿强海洋环境桥梁混凝土结构耐久性提升技术列入重点研究课题，并将此技术运用于珠碧江特大桥桥墩施工，采用防腐侵蚀桥墩设计，较好地解决了海水侵蚀问题，提升了跨海桥梁安全性，保证了使用寿命。

海岛全线雨棚采用钢筋混凝土结构，由于海南岛是台风高发地区，在进行雨棚设计时按百年一遇的风荷载取值外再乘以一定的放大系数，确保雨棚的结构能抵抗18级台风的破坏。

西环铁路个别地区位于严重腐蚀性环境下，为保证混凝土结构达到100年的使用标准，开展了专项研究课题，研究出适合该环境下的添加剂和配合比。所有扣件的螺旋道钉和轨距挡板均作防腐处理，处理后的螺旋道钉和轨距挡板经不少于120小时中性盐雾试验，保护级不低于9级。

截至目前，已建成4年的海南东环“黄金通道”的开辟，构建了一条全新的快捷通道，实现了人流的快速快出，开通以来累计发送旅客4637.1万人次，助推了区域经济发展。西环高铁建成后，将与东环构成环岛高铁，构筑起海南现代交通运输体系。

高寒地区气候条件复杂，极端天气易发，特别是高寒会引起材料特性变化，降雪会覆盖轨道设备，导致动车组底部积雪，还会造成接触网导线结冰，这些情况对动车组高速运行会带来一定影响。同时，作为我国乃至世界首条高寒地区新建的高速铁路，哈大高铁没有完全成熟的运营经验可以参照。

2010年的冬天，暴雪频繁袭击东北，气温降到零下35摄氏度。哈大高铁的施工现场，正在进行电气化导线架设、悬挂调整的关键阶段，由于温度太低，哈气在眉毛上结了一层薄冰。第一次经历酷寒的中铁电气化的员工小刘，被冻得失声痛哭。

这是哈大高铁在冬季施工的一个常见的场景。东北的冬天是异常的寒冷，据有关部门分析的哈大高铁沿线最近30年的气象记录发现，这一地区的最低气温记录是零下37.3摄氏度。

也就是在这样的艰苦环境下，哈尔滨至大连高速铁路于2012年12月1日正式开通运营。哈大高铁是我国“四纵四横”快速铁路网中京哈高铁的重要组成部分。921公里的高铁，将东三省主要城市连为一线，从大连到哈尔滨只需3个多小时。这是我国高寒地区修建的第一条长大高铁干线，也是世界上第一条新建高寒高速铁路。

建设：

攻破世界三大技术难关

高寒的环境带来了一系列的建设难题。参与设计哈大高铁的铁一院专家介绍，防冻胀路基、接触网融冰、道岔融雪为国际公认的3大技术难题。

根据高寒地区特殊的气候条件，中国铁建铁一院设计了具有防冻层、隔断层、防冻胀护道、抗冻胀填料的防冻胀路基；设计了具备实时监测、智能分析功能的大电流热融冰接触网及道岔融雪系统；研发了多种适应不同基础及设备类型的严寒地区无砟轨道。这些都为国内高寒地区高速铁路设计提供了强有力的技术支持。

以道岔融雪为例，大连至哈尔滨全线最大积雪厚度在17至30厘米间，由于风向和风速问题，沿线还存在产生风吹雪灾的可能。积雪融化时间长，道岔易受雪埋，冬季道岔积雪清扫问题比较突出。

如果道岔尖轨与基本轨间积雪不及时清扫，道岔动作时将会使积雪挤压成冰状，可能造成尖轨不

密贴，使列车进路的选择受到影响。

“为了保证高速行车安全畅通，必须保证道岔尖轨与基本轨间处于无雪无冰状态，道岔转动灵活，尖轨与基本轨保持密贴，沿线各车站（场）、线路所、动车所共计27个车站（场、所）必须全部设置道岔融雪装置。”铁一院专家解释说。

道岔融雪简单说就是为道岔加热，装置由室内室外两部分组成。主要设备有专门为道岔转辙部位、可动心和道岔外锁闭部位配置的道岔融雪加热元件，车站（场、所）咽喉区设置融雪控制柜、隔离变压器、轨温传感器、雨雪传感器等设备和传输电缆、控制电缆，采用具有客运运用经验的电加热方式，主要部件采用国产化产品。

调度中心和各车站装有远程和车站两级控制的终端设备。既可以自动启动，也可以手动操作。由于极端温度下的耗电量较大，设计采用了专用动力变压器为融雪装置独立供电。哈大高铁采用了分咽喉分散供电的方式，大大减少了电能传输过程中的损耗。该系统设备参考哈尔滨枢纽融雪系统试验站试验验证结论，在传统电加热方式基础上合理配置了加热功率，使系统运用更加可靠。

针对高寒高铁，原铁道部专题组织了22项科研课题，解决了路基“冻胀”控制技术难题，研制了适应低温运营环境的高寒动车组，掌握了牵引供电、通信信号等设备低温适应性技术，形成了高寒地区高速铁路成套技术。相关技术都经过了试验验证和运行试验，在运行试验期间动车组最高试验时速达到385公里。

列车：

新设计保障安全舒适

即使行驶在零下近40摄氏度的低温环境下，还是要保证车辆安全，车厢内温度适宜。CRH380B型高寒动车组完全满足这样的需求。

CRH380B通过全新设计的密封型开闭机构和自然通风密封型设备舱保证冬季多雪天气不会在

设备舱大量积雪而影响运行；通过对转向架、制动、电气、给水等系统的低温适应性优化，保证在零下40摄氏度高寒环境下各部件功能正常。

用高寒动车组的制造企业——中国北车长客股份公司设计团队的话来介绍：“它能让列车飞奔刮起的凛冽狂风和漫天飞舞的暴雪拦截在车外，能让车内乘客在温暖舒适的室内，通过“减速”玻璃欣赏窗外的雪域风光，能够阻止列车中的洗手池、厕所等用水凝结成冰，确保列车高速运行时材料、结构、控制系统均充分适应极度低温环境。”

据中国北车长客公司总工程师赵明花介绍，在哈大高铁车厢内进行了全方位的防寒隔热优化。如车厢地板增加6毫米的纳能材料；卫生间地板和电气柜下增加防寒材料；车厢内各部件与车体连接处采用隔断热桥结构……通过上述改造后，CRH380B型高寒动车组在高寒的环境中运行，不必增加采暖功率就能提供近22摄氏度的车内温度，保证旅客在冬季的最佳舒适性。

运营：

首次实行冬夏两季运行图

与其他高铁不同的是，哈大高铁沿线冬季极端最低温度零下40摄氏度左右，最大积雪厚度30厘米，沿线土壤最大冻结深度达205厘米。冰雪覆盖下的高铁，能否保证运行安全“不打滑”，是考验这条高铁的重要指标。

“为了进一步提高安全性，确保哈大高铁运营万无一失，经慎重研究论证，确定哈大高铁开通运营初期实行冬季、夏季两个列车运行图。”中国铁路总公司相关负责人表示。

铁路部门还制定了大风雪情况下的行车组织预案，根据小雪、中雪、大雪和大风等不同情况分别采取不同的措施，尽力减少风雪天气对列车运行的影响。如遇暴风雪等特别恶劣天气会相应采取降速、暂时停运等措施，确保列车安全。

上图 我国自主研发的第一款高寒动车组——CRH380B准备驶离哈尔滨西站。2012年12月1日，4列CRH380B型高寒动车组分别从哈尔滨西站、长春站、沈阳北站、大连北站四站同时首发，中国首条同时也是世界上第一条投入运营的新建高寒地区长大高速铁路——哈大高铁开通运营。（资料图片）



高寒地区气候条件复杂，极端天气易发，特别是高寒会引起材料特性变化，降雪会覆盖轨道设备，导致动车组底部积雪，还会造成接触网导线结冰，这些情况对动车组高速运行会带来一定影响。同时，作为我国乃至世界首条高寒地区新建的高速铁路，哈大高铁没有完全成熟的运营经验可以参照。

2010年的冬天，暴雪频繁袭击东北，气温降到零下35摄氏度。哈大高铁的施工现场，正在进行电气化导线架设、悬挂调整的关键阶段，由于温度太低，哈气在眉毛上结了一层薄冰。第一次经历酷寒的中铁电气化的员工小刘，被冻得失声痛哭。

这是哈大高铁在冬季施工的一个常见的场景。东北的冬天是异常的寒冷，据有关部门分析的哈大高铁沿线最近30年的气象记录发现，这一地区的最低气温记录是零下37.3摄氏度。

也就是在这样的艰苦环境下，哈尔滨至大连高速铁路于2012年12月1日正式开通运营。哈大高铁是我国“四纵四横”快速铁路网中京哈高铁的重要组成部分。921公里的高铁，将东三省主要城市连为一线，从大连到哈尔滨只需3个多小时。这是我国高寒地区修建的第一条长大高铁干线，也是世界上第一条新建高寒高速铁路。

建设：

攻破世界三大技术难关

高寒的环境带来了一系列的建设难题。参与设计哈大高铁的铁一院专家介绍，防冻胀路基、接触网融冰、道岔融雪为国际公认的3大技术难题。

根据高寒地区特殊的气候条件，中国铁建铁一院设计了具有防冻层、隔断层、防冻胀护道、抗冻胀填料的防冻胀路基；设计了具备实时监测、智能分析功能的大电流热融冰接触网及道岔融雪系统；研发了多种适应不同基础及设备类型的严寒地区无砟轨道。这些都为国内高寒地区高速铁路设计提供了强有力的技术支持。

以道岔融雪为例，大连至哈尔滨全线最大积雪厚度在17至30厘米间，由于风向和风速问题，沿线还存在产生风吹雪灾的可能。积雪融化时间长，道岔易受雪埋，冬季道岔积雪清扫问题比较突出。

如果道岔尖轨与基本轨间积雪不及时清扫，道岔动作时将会使积雪挤压成冰状，可能造成尖轨不

密贴，使列车进路的选择受到影响。

“为了保证高速行车安全畅通，必须保证道岔尖轨与基本轨间处于无雪无冰状态，道岔转动灵活，尖轨与基本轨保持密贴，沿线各车站（场）、线路所、动车所共计27个车站（场、所）必须全部设置道岔融雪装置。”铁一院专家解释说。

道岔融雪简单说就是为道岔加热，装置由室内室外两部分组成。主要设备有专门为道岔转辙部位、可动心和道岔外锁闭部位配置的道岔融雪加热元件，车站（场、所）咽喉区设置融雪控制柜、隔离变压器、轨温传感器、雨雪传感器等设备和传输电缆、控制电缆，采用具有客运运用经验的电加热方式，主要部件采用国产化产品。

调度中心和各车站装有远程和车站两级控制的终端设备。既可以自动启动，也可以手动操作。由于极端温度下的耗电量较大，设计采用了专用动力变压器为融雪装置独立供电。哈大高铁采用了分咽喉分散供电的方式，大大减少了电能传输过程中的损耗。该系统设备参考哈尔滨枢纽融雪系统试验站试验验证结论，在传统电加热方式基础上合理配置了加热功率，使系统运用更加可靠。

针对高寒高铁，原铁道部专题组织了22项科研课题，解决了路基“冻胀”控制技术难题，研制了适应低温运营环境的高寒动车组，掌握了牵引供电、通信信号等设备低温适应性技术，形成了高寒地区高速铁路成套技术。相关技术都经过了试验验证和运行试验，在运行试验期间动车组最高试验时速达到385公里。

列车：

新设计保障安全舒适

即使行驶在零下近40摄氏度的低温环境下，还是要保证车辆安全，车厢内温度适宜。CRH380B型高寒动车组完全满足这样的需求。

CRH380B通过全新设计的密封型开闭机构和自然通风密封型设备舱保证冬季多雪天气不会在

设备舱大量积雪而影响运行；通过对转向架、制动、电气、给水等系统的低温适应性优化，保证在零下40摄氏度高寒环境下各部件功能正常。

用高寒动车组的制造企业——中国北车长客股份公司设计团队的话来介绍：“它能让列车飞奔刮起的凛冽狂风和漫天飞舞的暴雪拦截在车外，能让车内乘客在温暖舒适的室内，通过“减速”玻璃欣赏窗外的雪域风光，能够阻止列车中的洗手池、厕所等用水凝结成冰，确保列车高速运行时材料、结构、控制系统均充分适应极度低温环境。”

据中国北车长客公司总工程师赵明花介绍，在哈大高铁车厢内进行了全方位的防寒隔热优化。如车厢地板增加6毫米的纳能材料；卫生间地板和电气柜下增加防寒材料；车厢内各部件与车体连接处采用隔断热桥结构……通过上述改造后，CRH380B型高寒动车组在高寒的环境中运行，不必增加采暖功率就能提供近22摄氏度的车内温度，保证旅客在冬季的最佳舒适性。

运营：

首次实行冬夏两季运行图

与其他高铁不同的是，哈大高铁沿线冬季极端最低温度零下40摄氏度左右，最大积雪厚度30厘米，沿线土壤最大冻结深度达205厘米。冰雪覆盖下的高铁，能否保证运行安全“不打滑”，是考验这条高铁的重要指标。

“为了进一步提高安全性，确保哈大高铁运营万无一失，经慎重研究论证，确定哈大高铁开通运营初期实行冬季、夏季两个列车运行图。”中国铁路总公司相关负责人表示。

铁路部门还制定了大风雪情况下的行车组织预案，根据小雪、中雪、大雪和大风等不同情况分别采取不同的措施，尽力减少风雪天气对列车运行的影响。如遇暴风雪等特别恶劣天气会相应采取降速、暂时停运等措施，确保列车安全。

上图 我国自主研发的第一款高寒动车组——CRH380B准备驶离哈尔滨西站。2012年12月1日，4列CRH380B型高寒动车组分别从哈尔滨西站、长春站、沈阳北站、大连北站四站同时首发，中国首条同时也是世界上第一条投入运营的新建高寒地区长大高速铁路——哈大高铁开通运营。（资料图片）



2014年7月25日，中国在海外承建的首条高铁在土耳其通车。首趟安伊高铁列车抵达土耳其伊斯坦布尔站。

新华社记者 卢哲摄