

日本新干线安全运营管理经验借鉴

王 玲

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 高铁是一项非常复杂的系统工程, 涉及线务、电务、机务、站务等方方面面, 涵盖工程力学、材料学、金属学、控制学等多个学科, 其安全运营需要长期的磨合过程。日本东海道新干线自1964年10月1日开通运营以来, 至今仍保持零伤亡人数的纪录。究其原因, 大致可归结于日本始终坚持的“安全第一”的管理理念、先进成熟的车辆制造技术、准确无误的运行管理系统、严密完善的检修体系以及毫不松懈的防灾意识。面对我国2011年发生的“7·23”高铁重大事故, 我们有必要重新审视一下日本新干线的安全运营管理体系, 从中汲取宝贵的经验和教训。

关键词: 高速铁路; 日本新干线; 中国高铁; 安全运营管理系统

中图分类号: F513.132 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2012.04.006

2011年“7·23”重大事故暴露了我国高铁管理中的安全隐患, 给我国快速发展的高铁事业敲响了警钟。面对国外媒体对我提出的“中国虽能建成高速铁路, 生产出高速列车, 却没能力来运营高速铁路”的质疑, 我们有必要重新审视一下日本新干线的安全运营管理体系, 从中汲取宝贵的经验和教训。

日本东海道新干线自1964年10月1日开通运营以来, 至今仍保持零伤亡人数的纪录, 同时保有较高的运输密度和稳定准时的运营纪录, 被誉为“全世界最安全的高速列车”。究其原因, 大致可归结于日本始终坚持的“安全第一”的管理理念、先进成熟的车辆制造技术、准确无误的运行管理系统、严密完善的检修体系以及毫不松懈的防灾意识。

一、“安全”比“技术最先进”和“速度最快”都重要

高铁是一项非常复杂的系统工程, 涉及线务、电务、机务、站务方方面面, 涵盖工程力学、材料学、金属学、控制学等多个学科, 其安全运营需要长期的磨合过程。日本东海道新干线建成之初, 进行了长达两年的试运行(我国仅两个月左右), 以确保有足够的

时间模拟和解决各种故障。日本新干线抢修队队长齐藤雅男在其撰写的《新干线的安全神话是这样创造的》一书中提到, “新干线开通后不久, 多次出现半路抛锚、半路断电、车轴断裂、车厢漏水、厕所和车门被吹飞等故障, 所幸没有乘客伤亡。然而, 正是善于从已发生的故障中寻找技术进步的可能性, 不断完善系统和体制, 日本新干线的安全性才能不断得以提高。”“安全”成为日本新干线运营公司最优先的政策目标。日本最大铁路公司JR东日本的安全相关投资占其资本支出的40%以上。

在发展新干线的过程中, 日本并不是一味追求技术上达到最先进, 而是反复、严格地对轨道、电气设备、车辆以及车载系统和部件进行实际运行安全验证, 确保万无一失。日本铁路问题专家中村真司认为, 新干线技术的发展应是台阶型、经验型, 而不是“跳级型”。日本新干线的关键设备和信号等安全系统均采用多重冗余系统, 提高可靠性, 一旦发生故障, 首先从技术上保证导向安全侧, 在研发设计时, 尽可能提高车辆防御风灾、水灾、积雪、地震、落石等自然灾害的能力, 使车辆具备立即检知、自动采取缓行和停运等必要措施的能力。日本早稻田大学教授

作者简介: 王玲(1978-), 女, 硕士, 编辑, 主要研究方向为亚洲国家科技政策。

收稿日期: 2011年12月12日

桥本光一指出,日本新干线坚持同时发展车辆等硬件技术与运营管理技术,因此,不会出现两者脱节现象,有效避免了安全隐患。

伴随着列车速度的提升,列车事故造成的损害程度也会呈指数上升。因此,日本新干线没有盲目追求高速,坚持将运行速度控制在绝对安全的范围内。日本新干线从时速200公里提高至270公里,花费了近30年时间,此后又花费10年时间,提速至300公里/时(行驶在东海道新干线上的新型700系列车时速一直控制在270公里之内)。尽管日本新干线列车试验运行最高时速曾达443公里(1996年,955系300X),但几十年来其实际运行时速未超过300公里(日本计划2012年底将东北新干线运行时速提至320公里)。由此可见,日本追求的是“又稳又快”,而我国追求更多的可能是“快字当先”。

二、运行管理系统依靠自动控制,尽可能降低人为影响

为确保安全运行,日本坚持的一个原则是,凡涉及安全运行的关键环节尽量排除人为介入,而由机器自动操作,不给人犯错误的机会。因此,日本新干线可以无人驾驶,之所以配备驾驶员,是为了使进站列车能够根据站内情况准时停在规定位置,防止因紧急刹车给乘客带来不适。日本JR各公司、JR总研以及各大重工企业投入巨资,经过长期试验研究和不断改进,开发出足以令其感到自豪的一系列世界先进的运行管理系统和技术,如列车自动控制系统(ATC)、计算机安全维护和运营系统(COSMOS)和早期地震检测报警系统(UREDAS)等。

目前,列车自动控制系统(ATC)技术在日本新干线运行中得到普遍应用。该系统可根据前行列车距离和前方车站的进路,自动控制列车速度,确保列车间行驶距离。它将前方列车的位置、路轨状况等信号转换成特定频率的电流,通过一段段铁轨组成的封闭回路传给车载信号器,列车据此自动调整行驶速度或停止运行。这种“车内信号”通过驾驶台上的显示屏同步显示出来,无需驾驶员操作。列车进站时,“车内信号”提示时速为30公里以下,这时驾驶员必须按“确认”钮,否则ATC将“判断”驾驶员在打瞌睡或出现其他异常而自动停止,而无法准确停在规定位置。即便如此,也不会与前方列车相撞,因为当

后方列车接触到设在距前方列车150米处的“绝对停止信号”时,就会自动紧急刹车。ATC还采取冗余措施和双频组合方式来提高其安全性和信号情报可靠性。现在,日本研究机构正在研发新一代数字式TC设备来替代现有的模拟式ATC设备,届时其数据传输量将大幅增加。

除ATC之外,日本还采用了列车运营管理系统(PTC)。该系统可以在一辆列车出现临时性刹车减速或停车时,自动通知在同一线路上行驶的列车同步减速或停车,并自动控制沿线的交通信号和沿途各车站的广播系统,还能根据当时列车停运状况,自动编制临时的列车恢复运行时刻表。

为了提高运行效率、服务质量以及安全性,日本开发了计算机安全维护和运营系统,系统又称新干线综合系统。该系统以自主分散运行管理系统为中心,集合各种子系统,运用最新的计算机和信息技术,对新干线的运输计划、运行管理、维修作业管理、车辆管理、信息管理等进行自动化集中处理,并相互实现信息共享。当发生自然灾害或车辆故障时,该系统会将必要的数据提供给运输调度终端,对列车运行速度进行调整。日本铁路专家中村真司评价称,正是形成了车辆、轨道、架线、信号“四合一”的独特综合运行和管理指挥系统,日本的新干线才至今没有发生重大人员伤亡事故。

经过几十年的完善与发展,日本新干线应对异常天气和灾害的技术也日渐成熟。2011年3月11日,东日本发生9级强震时,日本所有新干线都在地震来临的第一时间减速并停止运行,这得益于日本铁道综合研究所开发的早期地震检测报警系统(UREDAS)。该系统在日本全国80多个地方安装了地震测量仪,通过接收地震开始时产生的小震动(P波),及时判断震中位置和深度以及震级,并估计出线路上特定结构物受损程度,发出警报。必要时,该系统会切断供电系统,使列车迅速减速,多数情况下会在结构物受到强烈攻击之前停止列车运行。

结合本国国情,日本还在铁路沿线和海岸线上安装了风速测试仪等装置,一旦遇到台风等恶劣天气(强风风速超过30米/秒),或沿线出现暴雨并可能引发洪水或泥石流灾害,可及时发出防灾预警,迅速切断新干线的电网供电,迫使列车停止运行。

此外,为防止列车脱轨,日本几家铁路公司在设

置护轮装置、改良转向架涉及、加装限位导向装置、增设钢轨防倾倒装置、强化钢轨接头等特殊部位、缩短制动距离等方面加大了研发力度。另外,日本研究机构还不断改进路基桥隧等铁道构造物的抗震设计,使线下构造物在遭遇大地震时也能保持所要求的功能。

三、车辆轨道检修体系严密完善,相同事故禁止第二次发生

日本新干线车辆在交付使用后,需进行长期的检查反馈,经验证车辆数据没有问题之后,其车辆开发工作才算最终完成。新干线的日常维护主要依靠线路检测车的日常检测以及施工队伍的维修。目前,新干线车辆检修分为:日常检查,每2天检查一次,主要是确认列车各项操作以及制动闸瓦等部件是否完好;定期检查,每运行3万公里或每30天检查一次,主要是测试列车功能,确认控制器、制动装置、转向架等有无异常;转向架分解检查,每运行60万公里或每18个月分解检修一次,从车体上卸下转向架和主要设备(包括金属的疲劳程度)进行检查。尽管如此,新干线的列车寿命也只有13~15年。

日本的线路检测车被称为“黄医生”(因车身橘黄而得名),它将电气设备和轨道检测合成一体,可在高速运行条件下,对轨道、变电、接触网、信号电路、通信等进行综合检测,并将测量和分析数据传至有关维修部门。早期“黄医生”是由专门改造的0系新干线(E922系)车辆担当。2001年投入使用的新型“黄医生”检测车(E923系)是基于700系电动车组设计的,可在时速270公里行驶中进行检测。平均每6天,“黄医生”检测车对同一线路重复检测一次。检测车记录的所有数据都储存在计算机中,用于制定线路维护策略。

此外,日本还设有铁路事故调查委员会,对事故进行调查,保证调查评估结果的公正性。铁路公司职员只能协助提供数据,不能介入评估。调查所有证据和结论都要公布于众。日本铁路安全的文化是,一旦发生事故,就必须彻底查清事故原因,并提出解决方案和措施,相同事故绝不允许发生第二次。

四、日本新干线经验对我国高铁发展的几点启示

高铁建设及运营管理是一个复杂的系统工程,

既包括基础设施的高标准建造,又包括车辆移动装备的高速度要求,还有把车、地、通讯、信号、自动控制 and 调度指挥合成一体的系统集成技术要求。在这方面,我国与日本相比还有很大差距。日本拓殖大学教授王曙光认为,中国高铁总在强调速度,但高铁运营中“快捷”并不是全部,更重要的是如何建立预防事故发生的机制。速度多快并不重要,关键是能让车辆停下来,停下来才是真正的技术。

2011年“7·23”重大事故暴露出我国高铁的安全运行管理系统还不健全,很多技术还不完备。日本工学院大学客座教授曾根悟认为,“7·23”重大事故发生的最大原因是中国高铁的车辆技术与运行管理系统还不完善,引进的技术与中国自主研发的技术之间没有实现最佳的融合。日本还有专家认为,中国高速铁路建设发展速度过快(2007年启动至今已接近10000公里)。全长1300公里的京沪高铁从最初的5年工期缩短至两年7个月完成铺轨,“创造”了高铁建设速度的纪录,但这个时间对日本而言还不足以留给路基自然沉降(全长515.4公里的日本东海道新干线建设工期为3年;全长674.9公里的东北新干线工期为8年)。京沪线的建筑质量能否达到百年内沉降范围不超过5毫米(否则可能引发列车脱轨)的设计要求,仍需要时间来验证。

我国高铁运行时间尚短,没有经历过极端灾害的考验。我们应从日本新干线应对自然灾害的措施中汲取经验,多多考虑地震、极端气候条件、复合型灾难对高铁产生的影响及其安全问题,不断完善高铁应对各种自然灾害的预警系统,以防患于未然。■

参考文献:

- [1] 柳原美砂子.中国高速鉄道:外国の技術混在、安全対策脆弱に[N/OL].毎日新聞,2011-7-25.<http://mainichi.jp/select/world/news/20110725k0000m030135000c.html>.
- [2] 新幹線鉄道における列車運行の安全を妨げる行為の処罰に関する特例法[EB/OL].(2011-12-22).<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S39/S39HO111.html>.
- [3] 新幹線、47年間で脱線わずか1回…「安全最優先」[N/OL].中央日報,2011-02-12.<http://japanese.joins.com/article/376/137376.html?servcode=A00§code=A00>.
- [4] 齋藤雅男.新幹線安全神話はこうしてつくられた[M].日本:日刊工業新聞社,2006.

- [5] ウィキペディア.東海道新幹線[EB/OL]. <http://ja.wikipedia.org/wiki/東海道新幹線>.
- [6] ウィキペディア.東北新幹線[EB/OL].<http://ja.wikipedia.org/wiki/東北新幹線#E6.AD.B4.E5.8F.B2>.
- [7] ウィキペディア.自動列車制御装置[EB/OL].<http://ja.wikipedia.org/wiki/自動列車制御装置>.
- [8] ウィキペディア.列車運行管理システム[EB/OL].<http://ja.wikipedia.org/wiki/列車運行管理システム>.
- [9] ウィキペディア.新幹線総合システム[EB/OL].<http://ja.wikipedia.org/wiki/新幹線総合システム>.
- [10] ウィキペディア.新幹線運行管理システム [EB/OL] . <http://ja.wikipedia.org/wiki/新幹線運行管理システム>.
- [11] 岡田宏.日本新幹線の現状と未来の発展[J].中国铁道科学, 2002, 23(2): 21-25.
- [12] 俞展猷.日本新幹線铁路の安全技術[J].现代城市轨道交通, 2009(3):1-4.
- [13] 周诗广,郑健.日本高速铁路の地震対策[J].铁道工程学报,2008(增刊2): 35-43.
- [14] 潮崎俊也.日本新幹線の安全システム[J].邹振民,译.中国铁路, 2000(3): 51-54.
- [15] 贾永兴,梅元贵.日本高速铁路强风预警系统的发展[J].铁道机车车辆,2008,28(4):16-19.
- [16] 徐静波.日本新幹線何以創造44年“安全神話”[N].第一財經日報, 2008-4-29(A05).
- [17] 徐静波.日本新幹線47年無重大事故背後[N].第一財經日報, 2011-7-25(A04).
- [18] 中国进入高铁时代(3)日本新幹線:世界最早的高速铁路全球最安全的列车[EB/OL].2011-01-17.<http://yepi123.blog.163.com/blog/static/2391189720110179135825/>.
- [19] 人民网.中日高铁研究比較第一人王曙光:中国特色研发体制任何国家无法做到[EB/OL].(2011-01-17). <http://world.people.com.cn/GB/15048798.html>.
- [20] 童大煥.中国你慢些走[N/OL].青年时报,2011-07-25(3). http://www.qnsb.com/fzpaper/site1/qnsb/html/2011-07/25/content_331073.htm.
- [21] 杨万国.十问高铁10位相关人士点评京沪高铁安全效益问题,建议理性看待高铁发展速度[N/OL].新京报, 2011-06-14(A09).<http://epaper.bjnews.com.cn/html/201106/14/node.19.htm>.
- [22] 吴强.日本高速铁路考察报告[J].综合运输,2006(3):85-90.
- [23] 王国培.日本新幹線安全報告 [N/OL].东方早报, 2011-07-27.<http://www.dfdaily.com/html/21/2011/7/27/636543.shtml>.

Experience and lessons of safe operation management of Japanese shinkansen

WANG Ling

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: High-speed rail is a very complex system engineering which involves line service, telecommunications services, motive power and station service and so on and covers engineering mechanics, materials science, metal science and control and so on and needs a long time of adjustment for safe operation. Tokaido shinkansen in Japan has kept zero casualty since its operation in Oct.1, 1964, whose reasons are attributed to management faith of safety first being always held by Japan, advanced and matured locomotive manufacture technology, accurate operation management system, tight and perfect overhaul system and unremitting consciousness on disaster prevention. Facing major high-speed rail accident of ‘7·23’ happened in 2011 in China, we should reexamine safety operation management system of Japanese shinkansen and absorb valuable experiences and lessons

Key words: High-speed rail; Japanese shinkansen; Chinese high-speed rail; safety operation management system