

XINGANXIANZONGHENG TANTANRIBENGAOSUTIELUJISHU

新干线纵横谈

日本高速铁路技术

杨中平 著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

新干线纵横谈

——日本高速铁路技术

杨中平 著

中国铁道出版社

2006年·北京

内 容 简 介

作者用生动的笔触从多个角度介绍了日本新干线高速铁路以及欧洲高速铁路的发展,对我国高速铁路建设很有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

新干线纵横谈:日本高速铁路/杨中平著. —北京:
中国铁道出版社, 2006.7
ISBN 7-113-07034-5

I.新… II.杨… III.高速铁路—概况—日本
IV.U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 053868 号

书 名: 日本高速铁路——新干线纵横谈
作 者: 杨中平 著
出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
责任编辑: 薛 淳
封面设计: 陈东山
印 刷: 北京精彩雅恒印刷有限公司
开 本: 787×960 1/16 印张: 12.5 字数: 183 千
版 本: 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-113-07034-5/U·1891
定 价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话: 010-63549454

发行部电话: 010-63545969

前

言



新干线,一个对大多数中国人来说既熟悉又陌生的名词。早在 42 年前,世界第一条高速铁路——东海道新干线——在日本开通后,新干线(Shinkansen)很快就成为一个世人皆知的专有名词,它不仅是日本高速铁路的代名词,更是日本科技现代化的一个重要标志。如今,我国也正在致力于铁路提速和高速铁路的建设,很多非铁路专业的中国人也开始关注起日本新干线来。尽管我们在因特网上,北京街道两旁的广告牌上以及电视节目中都时不时可以看见以“新干线”——人们取其快的意思——命名的网站、学校、公司以及电视节目。然而,新干线到底是怎样的高速铁路?在新干线开通的背后又发生过什么样的故事?原本并非铁路技术强国的日本缘何能修建新干线?日欧之间曾经有过怎样的高速铁路竞争?对于这些,大多数中国人想必是感兴趣但未必熟知的。

本着让更多的中国人了解日本新干线的目的,利用工作的闲暇,我把自己曾经学过的,读过的,看过的,听过的,想过的关于新干线的知识收集起来,再加以整理,分出章节,便成了读者现在手中的这本小书。

既然是为了让更多的中国人了解新干线,所以这本书不是专为铁路界人士写的,而是为所有关心中国铁路,尤其是中国高速铁路建设的中国人而写的。

本书正文共由六章组成。第一章《日本为什么要建新干线》主要讲述新干线的前期历史——“弹丸列车”计划和日本战后修建新干线的历史背景。第二章《新干线成功之因探寻》重点分析了 4 个导致新干线成功的主要因素。读者从本章可以发现,从战后一片废墟中重建的日本能在较短的时间里开通世界上第一条高速铁路绝非偶然,新干线建设的领导者卓越的才识和淡泊名利的品格,步履坚实的技术准

备, 简明正确的技术原则等都对致力于中国现代化建设的我们应该是有一定的启迪作用的。第三章《走近新干线》介绍了新干线的整体概况, 对新干线列车一一作了简略的介绍, 作者力图通过简短的文字让读者抓住各种车型的特点。此外, 本章还对日本一直引以为自傲的新干线的速度、正点运行和安全神话也作了评述。

高速铁路技术离非专业的一般读者总显得有些遥远, 一般读者, 也包括文科出身的读者能不能理解高速铁路的基本原理呢? 作者认为是完全可能的。第四章《新干线技术解剖》便是这方面的一次尝试, 作者对看似深奥的高速铁路技术原理进行了通俗平易的讲解。由于新干线涉及的技术众多, 本章只重点介绍了几个和新干线高速、安全运行有关的技术。第五章《日欧竞争过程速写》主要从日欧高速列车技术竞争的角度, 讲述了日欧从新干线诞生至现在的竞争全过程, 日、法、德、英等国在各自的高速铁路研发过程中的喜悦和烦恼。本章你还可以看到各国在研发高速铁路技术方面表现出的不同的民族性格: 日本人的小心谨慎, 法国人的艺高胆大, 德国人的坚韧不拔……。第六章《磁悬浮中央新干线之梦》首先介绍了磁悬浮列车的基本原理, 然后对日本超导磁悬浮和德国常导磁悬浮技术上的不同以及两国选择不同的悬浮方式的理由作了说明, 最后对日本是否能建成超导磁悬浮中央新干线作了简单分析。

作为一本科普性的读物, 作者力图用通俗平易的文字来解说新干线, 尽可能让读者全方位地了解新干线。此外, 日、法、德、英等国在研发高速铁路技术过程中表现出的自尊与自强, 他们的成功和失败之处, 作者以为都是值得我们深长思之的。自然, 这些都只是作者的写作初衷, 至于最终效果如何, 还有待读者们的评判。

由于新干线涉及的内容众多, 加之作者的精力和才识有限, 像新干线试验列车、列车运行图的变迁、列车运行图调整技术等内容本书都未能作介绍, 希望读者能够原谅。此外, 书中错误和遗漏之处想必也不少。鲁迅曾经说过这样一句话, 大意是, 世界上倘要寻找完人, 世界上配活的恐怕没几个; 倘要寻找没有错误的书, 恐怕世上的书也要全无。我姑且以鲁迅的这句话来安慰自己惴惴不安之心, 最后还是鼓起勇气让这本小书出版了, 我殷切地期待着读者的批评、指正。

作 者

2006 年 5 月 15 日凌晨, 于北京

目

录



小 引

1 日本为什么要建新干线?

- 1.1 “弹丸列车”计划 4
- 1.2 二战后的日本铁路 10
- 1.3 新干线计划的主建派和反建派 11
- 1.4 意义深远的讲演会 13
- 1.5 新干线的开通 16

2 新干线成功之因探寻

- 2.1 伯乐与千里马 20
 - 2.1.1 “独断专行”的国铁总裁 20
 - 2.1.2 “千里马”岛秀雄 23
 - 2.1.3 伯乐与千里马的贡献 26
- 2.2 苦心积累的技术准备 28
 - 2.2.1 “拿来主义” 29

2.2.2 动力分散方式——技术发展方向的早期确立	30
2.2.3 前期基础理论研究	33
2.2.4 新干线列车的“模特儿”	34
2.3 世界银行贷款	40
2.4 简明正确的技术原则	43

3 走近新干线

3.1 什么叫新干线?	44
3.2 日本的交通大动脉	49
3.3 列车大家族	52
3.3.1 东海道家族和东北家族	52
3.3.2 东海道家族列车	53
3.3.3 东北家族列车	65
3.4 有趣的列车名	73
3.5 新干线的速度	74
3.6 正点运行	77
3.7 安全神话	78

4 新干线技术解剖

4.1 轨道技术	83
4.1.1 长钢轨	84
4.1.2 没有道碴的轨道	86
4.1.3 如何提高曲线通过速度?	88
4.2 车辆技术	94
4.2.1 集高科技和美学于一体的车体设计	94

4.2.2 轻量化技术	97
4.2.3 转向架技术	99
4.2.4 牵引电传动系统	105
4.2.5 制动系统	109
4.3 交流供电与受流	113
4.3.1 25kV 的交流供电	113
4.3.2 如何提高受流质量?	117
4.4 “空闲”的司机——自动列车控制装置	119
4.5 “运筹帷幄之中，决胜千里之外”——新干线调度中心	123
4.6 如何应对风、雨、雪的侵袭	127
4.7 地震应对之策	129

5 日欧竞争进程速写

5.1 孤独的先驱者和欧洲的奋起（1964 年~1980 年）	132
5.1.1 孤独的先驱者	132
5.1.2 欧洲的奋起	133
5.1.2.1 初露锋芒的德国和法国	134
5.1.2.2 “有心栽花花不发，无意插柳柳成荫”的英国	136
5.1.2.3 蓄势待发的法国	138
5.1.2.4 处境尴尬的德国	139
5.1.2.5 命运各异的其他追随者	141
5.2 欧洲的反超（1981 年~1991 年）	142
5.2.1 新霸主——法国 TGV	142
5.2.2 迟到的德国 ICE	148
5.2.3 沉闷的新干线	151

5.3 日欧双雄并行 (1992 年~现在)	151
5.3.1 新干线的重新崛起	152
5.3.2 走向世界的 TGV	153
5.3.3 德国的动力分散式高速列车 ICE3	155
5.4 将来, 谁主沉浮?	156

6 磁悬浮中央新干线之梦

6.1 为什么要让列车悬浮?	159
6.2 高速磁悬浮列车技术的两座高峰	162
6.3 世界上最快的列车——日本超导磁悬浮列车	163
6.3.1 如何悬浮? 如何导向?	163
6.3.2 如何驱动?	169
6.3.3 长达 43 年的研发之路	171
6.4 德国 Transrapid 列车	174
6.5 日、德为什么选择了不同的磁悬浮方式?	177
6.6 日本中央新干线能否建成?	178

各章图片一览表	182
各章表格一览表	186
主要参考文献	187
后 记	189



小 引

第一次到日本的外国人，都会对它发达的铁路交通感到惊讶。如果你到了东京，在很多车站都可以免费拿到一张东京地区铁路交通图。其线路之密集，总让人有眼花缭乱之感（图 0-1），就是常住东京的人们，只要不是经常乘坐的线路，迷路也是常事。东京的轨道交通很难再发展了，地上没有地方，地下也早被挖空。当你走在繁华的东京街头，随便举目一望，很多时候便能看见奔驰的列车。单说地铁，全东京就有 12 条线路组成的地铁网。早晚上下班高峰期，地铁的发车间隔不过二三分钟，而最小发车间隔只有 1 min 50 s！对于生活在东京的人们来说，列车就是生活中必不可少的一个组成部分，人们外出乘坐列车就像生活在中国大城市的人们乘坐公共汽车一样平常。

不单城市轨道交通，日本城市之间的干线铁路交通同样发达。连接东京和大阪之间的高速铁路——新干线，高峰时间段 1 h 就从东京站发出 12 列车，平均发车间隔仅 5 min，其时间间隔之短就和北京地铁差不多。如果你有

机会到京都车站内的咖啡店喝咖啡小憩，临窗向外眺望，你总能看见有新干线列车在奔驰，而在美洲或者欧洲，往往只能看见轨道，而看不见奔驰的列车。

日本的铁路交通到底有多发达？让我们以一组具体数字来说明。

据说，在 20 世纪 90 年代初期，有个法国人曾对全世界利用铁路的人数作过统计，结果真是让人大吃一惊：全世界每天的铁路乘客差不多一半是日本人！据他统计，全世界每天的铁路乘客为 1.6 亿人次，其中日本人就占了 6 200 万人次！日本的国土面积约为中国的 1/26，人口不到中国人口的 1/10，日本真有那么多铁路乘客吗？要知道当时中国每天的铁路乘客数只有 260 万人次左右，而世界最拥挤的东京新宿站每天上下车的乘客数竟达 320 万人次！

日本的私营铁路公司林立，全国现有铁路经营公司 207 家。日本全国共拥有电动车组车辆约 5 万辆，这个数字比全世界其他国家电动车组车辆总数的 2 倍还多！东海道新干线的东京一大阪间每天共发车 287 次（据 2003 年时刻表）。

日本和瑞士的列车正点运行水准在全世界首屈一指，例如东海道新干线列车，包括因台风等气象因素造成的列车晚点在内，近 10 年来平均每列车的晚点时间都不超过 1 min。

在高速铁路领域，1964 年 10 月 1 日，日本开通了最高时速 210 km 的世界第一条高速铁路——东海道新干线。

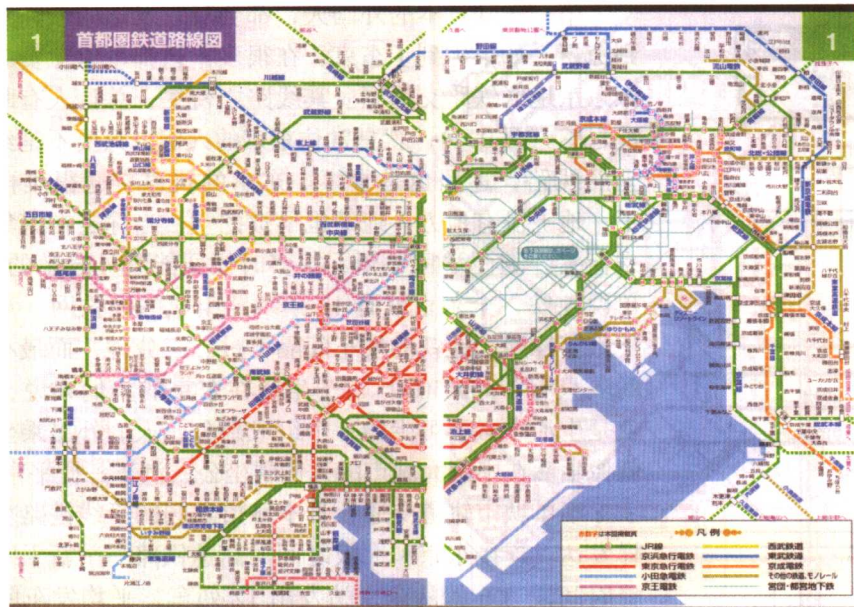


图 0-1 日本东京圈铁路网



日本为什么要建新干线？

新干线——日本的高速铁路。

如果你要去日本旅游，旅游公司多半会建议你乘坐新干线，让你从中体味一下日本现代化的交通设施。从东京到大阪，可以乘飞机，也可以乘坐普通列车，还可以选择乘坐高速巴士。在时间上，新干线列车单程 515 km 的距离仅约需 2 h 30 min，飞机的实际飞行时间虽然只有 1 h 多一点，但如果加上从东京市内到机场、办理登机手续以及再从机场到大阪市内的移动时间，也就和乘坐新干线的时间差不多，而普通列车或高速巴士则需 8 h 左右。新干线速度之快，由此可见一斑。确实，新干线的最大魅力就是它的速度，从东京到大阪的新干线列车速度高达 270 km/h，这个速度是日本一般特快列车的 2 倍左右。如果你再从大阪乘坐新干线往西去广岛、博多方向的话，新干线列车的最高速度竟达 300 km/h！

新干线不只是速度快，它还以安全和正点运行闻名于

世。从安全方面讲，从 1964 年开通运行至今，41 年过去了，它还从未发生过一次乘客死伤事故；而它的正点运行就更加令人叹为观止了，正常情况下列车到站时间和时刻表上显示的几乎是分秒不差！此外，新干线列车那漂亮的流线型车体（图 1-1），宽敞安静的乘坐环境，在让你了解日本现代化交通的同时，也为你的旅行平添几许温馨。所以，新干线除了让人们快速、安全、正点到达目的地之外，乘坐新干线本身也是旅游观光的一个重要组成部分。



图 1-1 飞驰运行中的 500 系新干线列车

新干线还拥有一项骄人的荣誉：1964 年 10 月 1 日，时速 210 km 的东海道新干线（东京至大阪）开通的时候，世界上还没有一条时速超过 200 km 的高速铁路，当时法、德等铁路技术强国的列车最高运行速度还只有 160 km/h。那么，日本当年为什么要修建世界第一条高速铁路呢？在修建新干线的背后又发生过怎样的故事呢？

1.1 “弹丸列车”计划

我们不是要介绍日本新干线吗？怎么一下子说到一个让人似懂非懂的“‘弹丸列车’计划”？其实，如果我们要想了解新干线的历史，就不能不说到日本的“弹丸列车”计划，也不能不说到伪满洲国，甚至中日战争时期的北平（现北京）。

“弹丸”在日语中是子弹的意思，将列车命名为“弹丸列车”，意思就是列车像打出的子弹一样快。从这个命名我们就可以得知，所谓“弹丸列车”计划就是高速铁路计划的一种更加响亮而通俗的叫法。现在的新干线是日本从 1959 年 4

月开始动工修建的，而早在 1941 年，日本按照“弹丸列车”计划制订的内容就曾经动手修建过东京至下关的高速铁路。

1931 年 9 月，日本挑起“九·一八”事变，侵占我国东北，1932 年制造了傀儡政权伪满洲国，1937 年 7 月 7 日，又悍然挑起卢沟桥事变，发动了全面的侵华战争。这使日本国内的客货运输量，以及日本与被侵略的朝鲜、中国大陆之间的客货流量都急剧增长，作为日本铁路交通大动脉的东海道·山阳线（东京—大阪—下关）的运输能力日渐捉襟见肘。为了从根本上提高东海道·山阳线的运输能力，1941 年，日本制定了“标准轨新干线”计划，俗称“弹丸列车”计划。“新干线”这个名词，就是在那时第一次出现的。

“弹丸列车”计划是一个什么样的计划呢？

这是一个充满对外侵略扩张野心的计划！也是日本军国主义者曾经企图长期侵占中国的一个铁证。

这个计划准备历时 15 年，在东京和下关之间修建一条长 970 km 的标准轨高速铁路新线，将来通过下关和朝鲜的釜山之间约 200 km 长的海底隧道，实现日本和朝鲜以及中国大陆之间的直通运输。“弹丸列车”的计划最高时速为 200 km，东京和下关之间的计划运行时间约需 9 h。只是，下关车站还不是“弹丸列车”运行的真正的终点，真正的终点是当时伪满洲国的“首都”新京（现在的长春）和今天的北京（图 1-2）。我们只要看一下当时日本制定的运行时刻表就可一目了然了：

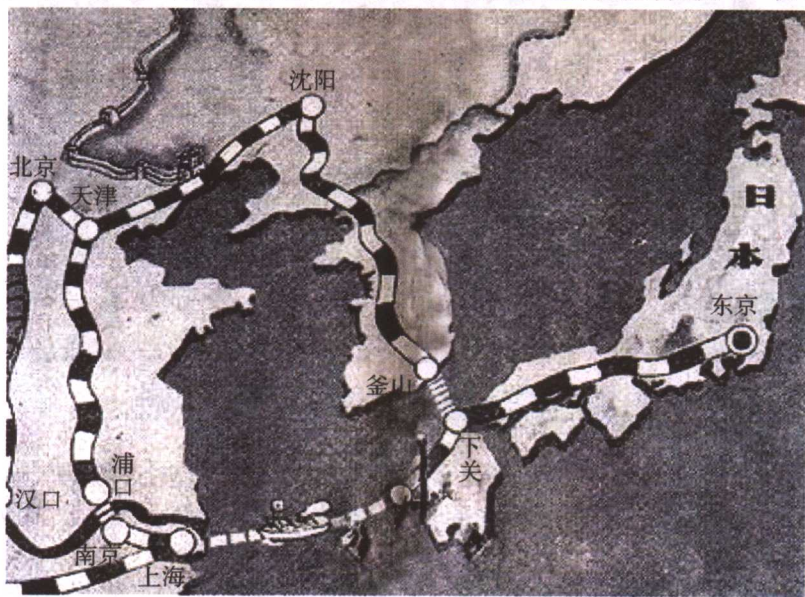


图 1-2 “弹丸列车”计划运行线路图

东京 20:00 出发→下关 7:00→釜山 16:00→新京（今长春，第二天）11:00。

东京 7:30 出发→大阪 11:30→下关 16:30→釜山（第二天）8:00→京城（今首尔）13:00→北平（今北京）（第三天）7:00。

仅从这两个时刻表，也可窥见日本当时对“弹丸列车”计划讨论之详细，日本企图让朝鲜、中国沦为其殖民地的野心也昭然若揭了！

单纯从铁路技术的角度来看，“弹丸列车”计划有两点值得关注：一是它要建的是标准轨铁路；二是以 200 km/h 速度运行的高速铁路。之所以说这两点值得关注，是因为这两点直接和后来的新干线密切相关。

那么，什么是标准轨呢？铁路上两股钢轨之间的距离称为轨距，轨距为 1 435 mm 的轨道叫做标准轨（图 1-3），世界上包括中国在内的大多数国家都采用标准轨。凡是轨距比标准轨小的轨道则被称为窄轨，窄轨包括 1 067 mm、1 372 mm、1 000 mm、762 mm、610 mm 等多种轨距尺寸。日本从明治时期（1868 ~ 1912）铁路开创之初便采用 1 067 mm 的窄轨方式。与窄轨相对应的还有宽轨，宽轨也就是轨距比标准轨还大的轨道，例如西班牙的宽轨轨距为 1 668 mm。



图 1-3 标准轨（东京站附近的东海道新干线轨道）

标准轨与窄轨，看上去不过是一点轨距之差，然而从明治时期到新干线开通，日本铁路界乃至政界围绕着是否要把窄轨改建成标准轨曾有过数次激烈的争论，上演过许多悲喜剧。

日本进入明治时期后，一改从前的闭关锁国政策，实行了著名的明治维新，

开始引进学习西方的先进科学技术。铁路作为欧美国家经济发展的原动力，日本在维新之初，便把铁路建设提高到“铁路是现代文明的标志”的高度，开始全力建设本国铁路。明治五年，即 1872 年 10 月 14 日，日本的第一条铁路横滨——新桥线正式开通。

日本铁路在开创之初，主要是在英国人的帮助下着手建设的。除英国人外，美国人和德国人也分别帮助日本建设了北海道和九州铁路。当时的英国铁路专家建议日本采用轨距为 1 067 mm 的窄轨方式。为什么英国人要建议日本采用窄轨方式呢？有两种说法，一种是，当时英国人认为日本还是一个经济文化落后的国家，英国的部分殖民地国家的铁路采用的是窄轨方式，所以日本同样采用窄轨方式也就足够了。另外一种说法是，当时刚刚开放国门的日本国力弱小，而窄轨的建设费用相对低廉，英国人作此建议是为了减轻日本的财政负担。日本采纳了英国人的建议，于是全国铁路网按照窄轨方式进行建设。由于日本政府相当重视全国铁路网的建设，在 20 世纪初期，包括东海道、东北、山阳等干线铁路在内的窄轨方式的全国铁路网就已基本形成。

然而窄轨方式很快就暴露出它不适于大量、高速运输的弱点！

19 世纪末 20 世纪初期，蒸汽机车牵引列车占据着世界铁路运输的主流。和窄轨相比，标准轨轨距相对要大，所以蒸汽机车的尺寸也相应地可以做得更大，更有利于安装大功率的蒸汽动力装置，从而可提高列车运行速度；同时，轨距越宽，机车的重心也就越低，列车也就越不容易发生倾覆脱轨事故，机车动轮直径也就可以相应地增大，从而也能达到提高列车速度的目的。此外，标准轨可以采用相对较大尺寸的车辆，在同样编组的前提下，可以相应地提高列车运输力。总而言之，标准轨比窄轨更容易实现大量、高速运输。

明治时期，随着日本经济的逐步发展，窄轨方式引起的运输力不足的问题开始表面化。进入明治二十一年（1888 年），为了增加运输能力，日本陆军军部首次提出向欧美国家学习，把窄轨改建为标准轨。特别是发动了侵略中国的甲午战争之后，日本军部更加意识到增加铁路运输力，提高列车速度的紧迫性，便在帝国众议院会议上通过了标准轨改轨议案。然而，当时负责主管铁路的递信省*认为，把已经建好的窄轨改为标准轨，耗资巨大，国家财政上有困难。而且，如果只是把干线铁路改成标准轨，标准轨与窄轨线路彼此成为独立的存在而互不相通，会给铁路网运输带来不便。与其把资金投在标准轨改建工作上，还不如加紧

* 日本行政机构的省，相当于我国国务院下属的部。当时的递信省，即兼有我国现在的铁道部的职能。1949 年，递信省被分为邮政省和电气通信省，递信省遂被废除。

修建窄轨新线尽快完善铁路网建设。日本的第一次改建标准轨的倡议遂告失败。

日本关于是否改建标准轨的争论还没有结束。

第二次争论从 1909 年开始，差不多持续了 10 年之久。第二次争论实质上是日本当时的两大政党——政友会和宪政会——之争；政友会反对，而宪政会支持。最终，标准轨改建派的宪政会败下阵来。政治和科技的微妙关系，在这第二次争论中就得到了充分体现。在后来的新干线计划，以及新干线新线建设方案的决策过程中，部分为谋取个人利益的政治家们在幕后施加的影响也总是若隐若现。

和前两次标准轨改建派的失败相比，“弹丸列车”计划的启动就要顺利得多。这次，日本国内对标准轨高速新线的建设的反对之声比较微弱。由于朝鲜及中国都采用标准轨，而日本铁路是窄轨，所以要想实现“弹丸列车”在日本和朝鲜、伪满洲国之间的直通运行，就必须统一轨距。显然，把日本的窄轨改为标准轨，更有利于实现列车的大量、高速运输。再加上战争时期在政治上处于绝对强势的日本军部的大力推动，“弹丸列车”计划从 1939 年开始前期调查到 1940 年在日本帝国会议上通过，只花了不到一年的时间！1941 年，“弹丸列车”计划就正式开工建设了。然而，随着 1941 年 12 月太平洋战争的爆发，随着中国和世界反法西斯力量的不断壮大，日本军国主义受到越来越沉重的打击，到了 1943 年，日本再也无力、无暇顾及“弹丸列车”计划的建设，满载日本军国主义者“大东亚共荣圈”梦想的“弹丸列车”计划也就这样胎死腹中了。

“弹丸列车”的美梦虽然破灭，但它在技术上却对二战后的新干线建设有着直接而深远的影响。从表 1-1 就可以看出，“弹丸列车”计划和后来的新干线计划，无论是轨距、车辆尺寸、列车速度还是停车车站，二者何其相似乃尔！

表 1-1 “弹丸列车”计划和东海道新干线计划的比较

	“弹丸列车”计划	东海道新干线计划
线路区间	东京—大阪—下关（970 km）	东京—大阪（515 km）
动力方式	动力集中*	动力分散
最高速度	200 km/h	210 km/h
轨间距离	1 435 mm	1 435 mm

* 东京—静冈之间采用直流电力机车牵引，而其他区间则采用蒸汽机车牵引。