



中国科协科普专项资助

新闻出版总署2010年向全国青少年推荐的百种优秀图书

科技部2011年全国优秀科普作品

漫话

高速列车

(第二版)

MANHUAGAOSULIECHE

杨中平 著



什么是高速列车？
如何向高速列车供电？
高速列车为什么跑得快？
高速列车和动车组是一回事吗？
为什么高速列车不需要安全带？

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

解读中国铁路 科普丛书

JIEDU ZHONGGUO TIELU KEPU CONGSHU

漫话

MANHUA

高速列车

(第二版)

GAOSULIECHE

杨中平 著

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

什么是高速列车？高速列车和动车组是一回事吗？如何向高速列车供电？高速列车为什么跑得这么快？乘坐高速列车上为什么不需要系安全带？……本书为你解读高速列车的车体与转向架、牵引传动系统、制动技术、受流技术、运行控制系统和节能降噪技术，向你全方位介绍世界各国高速列车的演变并重点展现中国高速列车的发展之路。

图书在版编目（CIP）数据

漫话高速列车 / 杨中平编著. —2 版. —北京：
中国铁道出版社，2013.11
ISBN 978-7-113-17521-4

I. 漫… II. ①杨… III. 高速列车—普及读物
IV. ① U292.91-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 248933 号

书 名：漫话高速列车（第二版）

作 者：杨中平

责任编辑：许士杰 宋 薇

编辑部电话：(010) 51873204

编辑助理：郭 静

封面题字：吴俊亮

环衬篆刻：邹 路

装帧设计：千荷园

责任印制：陆 宁

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市西城区右安门西街8号）

网 址：<http://www.tdpress.com>

印 刷：北京米开朗优威印刷有限责任公司

版 次：2009年6月第1版 2013年11月第2版第2次印刷

开 本：787mm×1092mm 1/16 印张：14.5 字数：289千

书 号：ISBN 978-7-113-17521-4

定 价：68.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社读者服务部联系调换。电话：(010) 51873174（发行部）

打击盗版举报电话：市电（010）51873659，路电（021）73659，传真（010）63549480

“解读中国铁路” 科普丛书



总顾问 孙永福（中国工程院院士）

总策划 郑建东 吕长清

策 划 国建华 钟加栋

主 编 严介生 丁国平 吴大公

主 审 何华武（铁道部总工程师
中国工程院院士）

自序

近几年，每次回到我的家乡涪陵——一座在长江边上因榨菜而广为人知的小城，母亲总会问我：“从北京到重庆的高速铁路什么时候开始修？涪陵到重庆的高铁什么时候才能开通？”母亲每年都要坐火车来北京小住，从重庆到北京，即使乘特快列车也约需24小时，日渐年迈的她总是视这趟列车之旅为畏途。母亲文化程度不高，高铁于一个国家的综合交通发展、经济发展、相关产业推动、国家形象提升等战略意义，这些大道理，她不能懂得。然而，倘若有了高铁，车次便会比现在多，她就不用再去为一张火车票犯愁，然后在宽敞舒适的高速列车车厢里呆上几个小时就能轻松来到北京，这些，她晓得。

我相信，在我们国家，像我母亲一样盼望高铁早日修到自己家乡的人，还有很多；渴望了解国家高速铁路发展现状、高速铁路技术的人，也很多。也许正是这个原因，这本小书的第一版在出版三年后即将售罄，于是出版社希望能够再版，这便成了第二版问世的第一个缘由。

有谁曾料想过中国高速铁路发展有如此之快么？20世纪90年代，我在日本念书的时候，偶然与日本同学谈起对中国高速铁路的展望，我说：“今后中国的京沪、京广、京哈三大干线高速铁路在高峰期时段的车车间隔应小于十分钟。”那位同学说：“喔，你想得那么远……”，并伴以神秘的一笑。他的语气与笑容都在告诉我：中国要修建高速铁路，还早着呢，你想得太长远了。是的，在那个时候，高速铁路对我这样一个中国人来说还是一个较为遥远的梦想。然而，进入21世纪之后，只经过短短的几年时间，如今中国高速铁路里程已是日本新干线里程的3倍有余，比日、法、德三国的里程之和还多。除此之外，世界最高运营时速350公里的京津城际高速铁路的开通、卧铺动车组的研制、耐高寒的哈大高速铁路的修建等等，中国在世界高速铁路大舞台上都有为世人称道的不俗表现。我想，中国高速铁路发展之快、规模之大、影响之广，不但非铁路界人士没有想到，大约连中国高速铁路建设者的大多数人也不曾想到吧。中国在2009年——拙著第一版出版的那一年——之后的发展情形，也应该介绍给关心中国高速铁路发展的人们，这是促成这本小书第二版问世的第二个缘由。

2013年春天，我找出国内外的各种相关资料，开始动手改写第一版。在常常被雾霾笼罩的北京，坐在家中书房里写作此书，让在人生道路上匆忙前行的我，觉得还在做着自认为有点儿意义的事情，茫然的内心总能获得短暂的安宁。时断时续，历时约半年，终于完成了第二版的改订。

第二版保持了第一版的章节结构，但对各章涉及到的各种数据进行了修订，同时还增写了以下内容：

第三章《国外高速列车一瞥》增写了日本最新的新干线列车E5、E6系以及法国AGV列车的内容，还增加了《欧洲其他国家的高速列车》一节，重点介绍意大利、西班牙和瑞典的有代表性的几种高速列车；第四章《奔向高速之路》新增了《世界最大高速铁路网》和《几条代表性的高速铁路》两节，这两节主要介绍了2008年后中国高速铁路的发展状况；中国南车和北车集团研制的CRH380系列动车组，最高运行速度达380公里/小时，第五章《中国高速列车》增加了已经投入商业运行的该系列的几种车型的介绍；常有人问起“为何高速列车没有安全带？”这个看似简单、实则难答的问题，我将发表在2013年第6期的《铁道知识》杂志上回答这个问题的文章附在正文后面，谨供读者参考。

我相信，会有越来越多的中国人来关心中国高铁的发展，大家各出一份力，形成合力，推动高铁更加健康、成熟地前行，倘若这本小书能于这样的人有些许帮助，于我是最大的慰藉。我希望，若干年后，我的母亲能乘坐高铁来到北京，一脸轻松地走出北京西站；我也希望，有朝一日，高铁让所有中国人的出行都变得轻松、愉快！

那一天，应该不会太久远……

杨中平

2013年10月，北京

时代的列车*

(丛书代序)

铁路纵横交错，四通八达，连接千家万户，贯通五湖四海，是经济发展的牵引机，是社会运行的大动脉。

当今中国的铁路，发展迅猛，截至2008年底，营业里程接近8万公里，几乎绕地球赤道两周；我国铁路架设的桥梁和开凿的隧道之多之长之难举世罕见；尤其是在世界屋脊架起了“天路长虹”，不仅结束了西藏没有铁路的历史，也创造了在世界海拔最高的雪域高原铺设铁路的奇迹；2008年大秦铁路年运量达到3.4亿吨，为世界重载铁路之最；2007年4月18日第六次大提速，中国有超过6000公里的既有铁路干线实施了时速200公里以上的提速改造；2008年8月1日开通运营的京津城际铁路最高时速达到350公里，是现时世界上最快的运营铁路；以前人们企盼的夕发朝至、当日往返的长途旅行，如今已在许多城市间实现，给人们的工作和生活带来很大方便。

人民铁路为人民，这正是中国铁路的行业宗旨。它始终坚持国家利益至上、社会效益第一，在运输能力十分紧张的情况下，优先保证关系国计民生的重点物资运输，除承担全社会大部分的木材、原油、煤炭、钢铁及冶炼物资的运输，并坚持把化肥、农药、农机等“三农”物资作为运输重点，还多次圆满地完成电厂用煤、粮食、救灾物资及伤员的集中抢运任务等。中国铁路的运输效率世界第一，完成的旅客周转量、货物发送量、换算周转量、运输密度均居世界前列。

中国铁路建设事业和运输事业日新月异，树立了一座座新的里程碑，为国家为人民做出了巨大贡献，建立了丰功伟绩。然而目前的铁路现状还不能完全满足社会经济发展的需求，英雄的铁路员工，正在科学发展观的指导下，向着更高的目标前进：尽快建设起大能力货运通道，重点建设进出关通道、南北通道、进出西南和西北地区通道以及煤运通道；尽快建成具有我国特色的以高速铁路为骨架

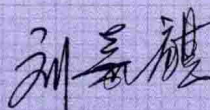
* 此序为刘嘉祺先生2009年为“解读中国铁路”科普丛书所作。

的快速铁路网；同时加强铁路客站与公交、地铁、出租车、城际交通等交通方式紧密衔接。铁路将彻底改变多年来“货运一车难求、客运一票难求”的局面，以强大的运力和更好的服务让广大人民群众满意。

火车到底能够跑多快？桥梁到底能够造多大？隧道到底能够建多长？密如蛛网的铁道线上，成千上万来往穿梭的列车为何能够安全有序地运行？……铁路蕴藏着深奥的知识，铁路充满着传奇的色彩，铁路肩负着神圣的使命，铁路饱含着动人的故事！

为开启铁路的“科技之窗”，让更多的人认识铁路、了解铁路、热爱铁路，中国铁道学会和中国铁道出版社在中国科协科普部的指导下，组织一批资深的铁路专家学者，历时3年多，编写了一套“解读中国铁路”的科普丛书，涉及铁路的高速列车、机车、车辆、线路、桥梁、隧道、通信信号、运输和安全等方方面面，用浅显通俗的生动语言和精美的图片，揭示了铁路的奥秘，展现了铁路的风采，读起来不仅能学到许多有关铁路的科技知识，还可以领略铁路的文化内涵，并感受到铁路人勇于奉献的“铺路石”精神，是一部精品科普图书，祝愿它早日与读者见面。

中国科普作家协会理事长
中国科学院院士



(刘嘉麒)

2009年4月3日

自序*

乒乓球是中国人的“国球”，巴西人足球踢得好，美国人篮球天下无敌，日本人擅长打棒球……这些，是广为人知的。为什么这几个国家擅长的球类运动各不相同？我想，这主要与普及程度有关吧。在中国，即使是偏僻的农村学校，校园操场里总少不了水泥浇筑的乒乓球台；在巴西的大街小巷、海滨沙滩，是总能见到男女老少在快乐地玩着足球游戏的；在美国，NBA 篮球比赛总是观众如云；而日本的每所学校一般都有自己的棒球队，电视台根本不会去担心棒球职业联赛现场直播的收视率。

由此，我常想，一国如想成为科技强国，在国民中普及科技知识，应是重要的条件之一；而要在国民中普及科技知识，一条有效的途径便是多出版好的科普作品。好的科普作品，其作用至少有二：一是可有效提高国民的整体科学素养，使一国的科学研究有广泛的群众基础；二是很多时候它会激发起一些青少年立志一生致力于某一科学领域的研究热情——这样的效果通常是严肃的学术著作难以达到的。所谓“知之者不如好之者，好之者不如乐之者”，科普作品正有培养科学殿堂中“乐之者”的独特作用。

因此，好的科普作品，远的如法布尔的《昆虫记》，近的如《十万个为什么》、比尔·布莱森的《万物简史》等，其影响都是广泛而深远的。

我敢说，但凡科技强国都是重视科普作品出版的。只要到美、德、英、法、日等国的大书店去看看，店中图文并茂、文采飞扬的科普作品真是多得令人目不暇接。就以日本的铁路科普读物来说吧，新书多、种类全、专业面宽、读者对象年龄层次广——从1岁小朋友，到青少年、到成年人、到老年人的都有，这就是日本铁路科普作品的特点。在日本，铁路科普读物是无需专门到大书店或铁路书籍专卖店才能买到的，即使是车站里的小卖部，通常也会有几种铁路科普读物在出售。众多的科普读物，加上庞大的读者群，使日本铁路拥有除专家群体以外的众多建言者。不消说，正是那些科普读物吸引了很多青少年矢志铁路技术，成为铁路技术研发的“乐之者”。日本能成为一个铁路技术先进、铁路交通非常发达的国家，倘要分析其中的缘由，我认为铁路科普读物在其中便发挥了独特而重要的作用。

* 此序为作者 2009 年为本书第一版所撰写。

如今，中国铁路，尤其是高速铁路，发展速度之快，堪称前无古人（大约也会后来者吧）。我常常想，无论从眼前还是长远计，让更多的中国人了解中国铁路的现状，了解一些铁路基础知识，对中国铁路的发展应该是一件极其重要的事情。因此，大约在2007年年初的时候，中国铁道出版社热心而认真的严介生高级编辑约我撰写本书，我犹豫一阵后便答应了。至于犹豫的理由，是我觉得要写好一本科普作品，须得具备两个条件：首先是作者要有深厚的专业功底，厚积薄发，用浅显的文字表达出要描述事物的本质和原理；二是作者应有很好的文字功底，要有将枯燥的东西讲得引人入胜的本领。而我，距离这两个条件都实在差得太远，但想到这件事情的意义，自己又是从事高速铁路教学和研究的，写本科普读物更有切实的意义。最终，在一番踌躇之后，我还是勉力应承下来了。

在终日世俗的忙乱中，总想寻得一些属于自己的安宁时光，尽所能写好这本小书，然而，现实却很难让我做到这一点。因此，或作或辍，竟历时2年才完成，效率之低，令自己都有些吃惊。至于书中内容，大多是在夜深人静的时候写就的，也有的是在出差外地的宾馆里所作，也有的是利用节假日的片刻安闲完成的……总之，是在不同时间、不同地点和不同心情下断断续续完成的。因此，各章节的语气不尽相同，后面几章原理介绍的深度也有差别，这些，都令自己深感遗憾，这些遗憾大约还将伴我相当长的一段时间。

在写书的两年多时间里，《铁道知识》杂志社的罗春晓编辑、青岛四方车辆股份有限公司的金泰木主任设计师、西南交通大学的吴松荣副教授和博士生周福林、中国科学院力学所的赵桂林博士、北京交通大学硕士生顾云、黄云鹏、邱晓露、王迅、陆峰、谷杨心等同学都给予了我真诚的帮助，倘这书能不让所有的读者都失望，我想，这就是对帮助过我的人最好的感激表达吧。中国铁道出版社的严介生高级编辑和吴大公副编审为此书付出了大量的心血，在此一并致以诚挚的谢意。

写作过程中，本书主要参考了以下书籍：钱立新主编的《世界高速铁路技术》（中国铁道出版社，2003年）；铁道科学研究院高速铁路技术研究总体组编的《高速铁路技术》（中国铁道出版社，2005年）；内田清五著，陈贺、李毅、杨弘译的《日本新干线列车制动系统》（中国铁道出版社，2004年）；张曙光主编的《CRH1型动车组》、《CRH2型动车组》、《CRH5A型动车组》（中国铁道出版社，2008年）等。在此，向书籍作者们表示衷心的感谢！

2009年5月22日

杨中平记于北京

目录

引言	1
----------	---

第一章 初识高速列车	2
------------------	---



给高速列车画个“素描”	4
列车的速度有几种?	8
列车的动力放在哪儿?	10

第二章 动力分散还是集中?	12
---------------------	----



动力分散方式异军突起	15
动力集中方式后来居上	19
动力分散方式重新崛起	24
向动力分散方式转型	26

第三章 国外高速列车一瞥	28
--------------------	----



日本:新干线各系列车	31
法国:从TGV到AGV	51
德国:ICE高速列车家族	59
欧洲其他国家的高速列车	66

第四章 奔向高速之路	82
------------------	----



前期探索	85
走进高速化运行时代	90
世界首条时速350公里高速铁路的开通 ..	92
世界最大的高速铁路网	96
几条代表性的高速铁路	98

第五章 中国高速列车 102



- 什么是动车组? 105
- “和谐号” CRH 动车组的发展 110
- CRH1 型系列动车组 116
- CRH2 型系列动车组 118
- 时速 350 公里的 CRH3C 型动车组 120
- 耐寒禁冻的 CRH5A 型动车组 122
- 最高运行时速 380 公里的
CRH380A 和 CRH380AL 型动车组 124
- CRH380B 和 CRH380BL 型动车组 127
- CRH380CL 型动车组 128

第六章 高速列车车体与转向架 130



- 高速列车车体 133
- 高速列车转向架 140

第七章 高速列车的牵引传动 144

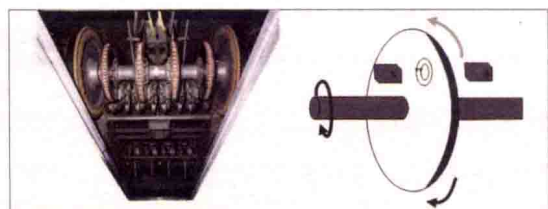


- 采用何种牵引电机? 147
- 直流传动还是交流传动? 149
- 千呼万唤始出来 151
- 妙哉! 交流传动 156
- 交流传动揭秘 158

第八章 高速列车的制动技术 168

- 性命攸关的制动系统 170

目录 CONTENTS



有多少种制动方式? 172

高速列车的复合制动 176

第九章 高速列车的受流技术 178



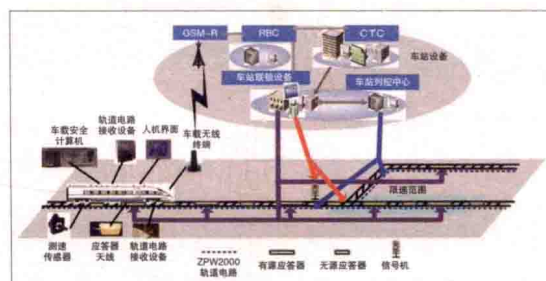
什么叫受流? 180

如何向高速列车供电? 181

接触网如何悬挂? 184

如何提高受流质量? 188

第十章 高速列车的运行控制 190



闭塞区间与信号 193

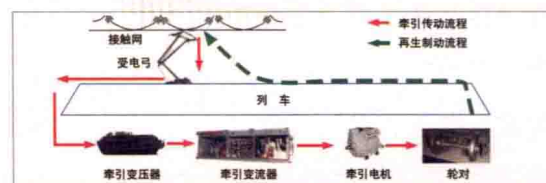
日本的高速列控系统 195

法国的高速列控系统 198

德国的高速列控系统 200

中国的高速列控系统 202

第十一章 高速列车的节能降噪 204



节能节能再节能 206

降低噪声保护环境 208

附录 高速列车为什么不需要安全带 212

结束语 218

鸣谢 220

引言

一说到高速铁路，我们会联想到高速列车。

漂亮的流线型车头，风驰电掣般的速度，充满现代感与美感的矫健身躯，宽敞、明净、雅致的车厢……，这些，是高速列车留给我们的鲜明而美好的印象。“子弹头列车”、“陆地航班”、“贴地飞行”、“追风之旅”，这些，是我们常听到或看到的对高速列车的赞语。

高速列车已进入了我们的生活，也正在改变着我们的生活。

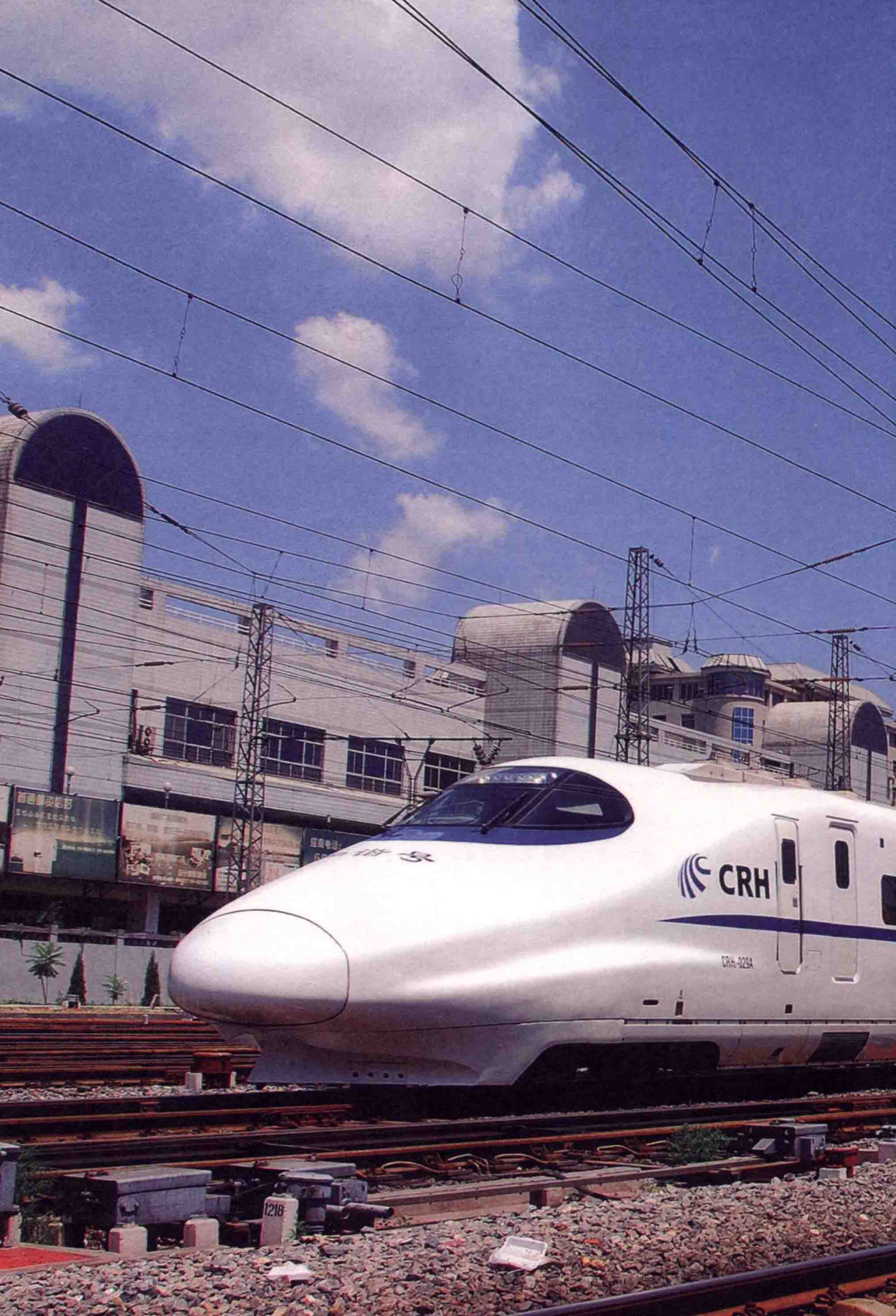
“千里江陵一日还”，如果说李白的诗句只是一种夸张的描写的话，高速列车轻易地把这种描写变成了现实。不说相距千里，即使是相距1300公里以上的京沪之间，有了高速列车，我们也能轻松地“一日还”。

高速列车不只是大大地缩短了我们的旅行时间。

有了高速列车，我们就不会再为能否买到一张火车票而忧愁；有了高速列车，我们就可以告别拥挤不堪的车厢；有了高速列车，我们就可以惬意地欣赏沿途风光，或者在车上放松地看一部电影、读一本好书；有了高速列车，就会有八方来客访问我们的城市；有了高速列车，我们所在的城市经济就会快速发展……

高速列车，它为什么如此神奇？它究竟有什么奥秘？这，正是本书想要回答的问题。

下面，就让我们来初步认识一下高速列车吧！



第1章

初识高速列车

CHUSHI GAOSU LIECHE



第1节

给高速列车
画个“素描”

看到高速列车，首先扑入我们眼帘的便是它那漂亮的流线型车头和修长的身躯了。

我们熟悉的地铁列车或者中、低速干线铁路列车，车头形状多显得方正、朴素，而高速列车的车头却呈漂亮的流线型。为什么会有这样的差异呢？

在微风中逆风行走，我们几乎不会意识到风的阻力存在。然而，若是在5级以上的大风中逆风而行，风的阻力之大，就会让我们体会到什么叫寸步难行了。列车运行时受到的空气阻力与速度的平方成正比，因此，中、低速列车运行就好比我们在微风中行走，设计人员基本上不用专门去考虑空气阻力的影响。可是，对于时速200公里以上的高速列车，情形可就不一样了，设计者们总要挖空心思，利用



① 北京南站里整装待发的 CRH380AL（右）和 CRH380BL 型动车组