

铁路安全与救援

主 编 付 翔 赵晓红

副主编 王 岳 陆俊帅

主 审 朱彦平

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

前 言

铁路作为国家的重要基础设施，是交通运输的大动脉，是我们国家最经济、最普遍的一种交通工具。截至 2021 年年底，我国铁路营业里程突破 15 万千米，其中高速铁路运营里程超过 4 万千米，位居世界第一。铁路运输在经济社会发展中具有极其重要的地位和作用。而铁路安全不仅是铁路运输的基本要求，更是实现铁路整体运行的基本保证。要实现铁路运输的快速健康发展，就必须把安全生产作为头等大事抓好，用科学的态度和方法处理好安全与效率的关系，保持铁路运输长治久安的局面，以适应国民经济和人民生活日益增长的要求。铁路事故救援则是安全事故发生后的有效补救措施，特别是高速铁路动车组运行速度快，正线耽误时间越短，越能降低事故对正常运输秩序的影响。本书主要面向高等职业教育铁路相关专业学生，介绍铁路安全管理的有关内容及铁路机车车辆事故救援的相关知识，也可作为铁路运输站段进行安全教育的培训教材。

全书共分 6 章，第 1 章为铁路安全管理概述，主要讲述铁路安全管理的重要性及铁路安全管理的现状；第 2 章为铁路安全知识认知，主要讲述铁路概况、典型事故案例及铁路安全通用常识；第 3 章为铁路行车安全保障体系认知，主要讲述现有铁路安全系统是如何保障铁路行车安全的；第 4 章为铁路机车车辆救援，主要讲述现有铁路交通事故救援的管理办法及救援的相关要求；第 5 章为动力组救援，主要讲述动车组救援相关要

求及部分动车组救援的典型案例；第 6 章为安全管理相关制度体系，主要讲述铁路运输安全相关法律、行政法规与规章。

需要说明的是，由于国有企业改制的要求，2013 年 3 月 14 日，原铁道部被撤销，成立中国铁路总公司，2019 年 6 月 18 日，中国铁路总公司改制成立中国国家铁路集团有限公司，以下分别简称“铁道部”“铁路总公司”和“国铁集团”。由于有些规章、规范中的描述依然沿用了之前订立的规章、规范，故文中引用相关规章、规范部分时涉及铁道部、铁路总公司等描述对当前中国国家铁路集团有限公司依然适用。

本书由武汉铁路职业技术学院付翔、赵晓红担任主编，王岳（中国铁路武汉局集团有限公司）、陆俊帅担任副主编，中国铁路武汉局集团有限公司车辆部朱彦平担任主审。参加编写的还有武汉铁路职业技术学院曾照平、潘永军、雷蕾、雷佳哲等，以及中国铁路武汉局集团有限公司钱琨、刘倡、陈国防、何小康、陈涛、徐斌等。其中，付翔、陈国防、陈涛编写第 1 章，赵晓红、雷蕾、陆俊帅编写第 2 章，何小康、雷蕾、曾照平编写第 3 章，潘永军、钱琨、雷佳哲编写第 4 章，徐斌、钱琨、刘倡编写第 5 章，王岳、潘永军、付翔、陆俊帅编写第 6 章。本书在编写过程中还得到了中国铁路武汉局集团有限公司车辆部、调度部、安监室、武汉动车段以及国家铁路局武汉铁路监督管理局相关专业技术人员及领导的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

由于时间紧迫，编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者给予批评指正。

编者

2022年3月



本书数字资源

第 1 章 铁路安全管理概述	001
1.1 铁路安全管理的重要性及内涵	001
1.2 铁路运营安全的复杂性	002
1.3 铁路安全管理体的建立	002
1.4 铁路安全风险管现状	004
1.5 当前铁路安全风险管中存在的问题	006
复习思考题	007
第 2 章 铁路安全知识认知	008
2.1 铁路发展概况	008
2.2 典型安全事故案例	009
2.3 铁路安全生产的法律法规	011
2.4 安全标志、安全色	020

2.5 电气化铁路安全	025
2.6 劳动安全和劳动保护	034
复习思考题	035
第3章 铁路行车安全保障体系认知	036
3.1 铁路行车安全保障体系基本知识认知	036
3.2 铁路行车安全保障法律体系认知	039
3.3 铁路行车安全监察体系认知	044
3.4 国外铁路行车安全保障体系认知	047
复习思考题	050
第4章 铁路机车车辆救援	051
4.1 铁路交通事故救援管理办法	051
4.2 铁路交通事故应急救援工作规则	057
4.3 出动救援列车救援时的基本要求	073
4.4 特殊情况下的铁路交通事故救援预案	089
4.5 机车救援及出动救援列车救援案例	093
复习思考题	100
第5章 动车组救援	101

5.1 机车救援动车组具体操作与要求	101
5.2 各车型救援具体操作与要求	115
5.3 动车组间相互救援具体操作与要求	144
5.4 动车组救援典型案例	160
复习思考题	162
第6章 安全管理相关制度体系	163
6.1 国家层面安全制度	163
6.2 国铁集团层面安全制度	174
6.3 铁路局集团公司层面安全制度	177
复习思考题	181
参考文献	182

第 1 章

铁路安全管理概述

铁路安全是铁路运输行业永恒的主题。铁路安全管理作为铁路工作的重中之重，是铁路从业者一直不断完善的环节。自铁路开通运营以来，铁路安全管理者就一直在致力于不断提高安全生产管理水平，确保稳定的安全生产局面，并把向乘客和用户提供安全、可靠的运输服务作为铁路运输各部门一直追求的目标。自从高速铁路开行以来，铁路运输的安全形势发生了重大变化，高速铁路运行速度高，线路建设标准高，机车车辆等移动装备制造工艺高，对安全管理工作也提出了更高的要求。因此，掌握与铁路安全相关的知识显得尤为重要。而铁路安全管理的形势非常复杂，面对的问题也多样化，这也是由铁路系统本身的复杂性决定的。

1.1 铁路安全管理的重要性及内涵

铁路运输生产的作用、性质和特点，都决定了铁路运输企业必须将安全管理摆在各项工作的首要位置。安全是铁路运输的永恒主题，是铁路运输企业一切工作的基础，也是铁路运输工作质量的综合反映。要做好铁路安全管理工作，首先必须要准确理解、深刻把握安全管理，尤其是铁路安全管理的内涵和本质。

从内涵而言，实现安全是要实现对生产过程的有序控制，安全管理需要研究的问题是通过什么环节和使用什么样的手段来进行控制。保持正常的状态靠的是控制，其核心是要通过

控制使人的行为、物的状态、环境的因素，以及人、物、环境的关系始终处于正常状态。铁路运输安全保障体系就是一种综合控制手段，要求细化分解每个生产环节，使生产过程中的每个环节、每个岗位都实现可控。从本质而言，安全是一种状态，是不以人的意志为转移的客观存在，是生产过程中每一环节、每一个过程应该保持的正常状态。在安全生产过程中，人处于核心地位，必须处于一个正常状态；物，即劳动工具和劳动对象，既是运输生产的物质基础，又是运输安全的重要保证，其质量优劣直接影响生产安全；环境危害会威胁或干扰人、物的状态，其也必须处于可控范围。人、物和环境三者之间相互联系、相互影响，只有三者都处于正常状态且达到协调一致，系统才会处于安全状态。铁路运输是全天候、多工种、跨区域的生产组织方式，决定了其安全隐患既有人人的不安全行为，又有物的不安全状态，也有外部环境的威胁；既有基础薄弱、规章标准的疏漏，也有设备技术条件的缺陷；既有人员岗位技能的不达标，也有技术设备设施保障的薄弱。

从能量角度看，安全也是能量的积累过程。海恩法则揭示了事故的发生是能量积累的结果。正能量彰显、占据主导，安全的可控状态就会增强；负能量集聚积累，集中释放，就会导致事故发生。确保安全持续稳定，需要对各种能量的积累过程高度关注和有效控制，及时化解和消除负能量，弘扬正能量，让正能量持续积累成为主流，安全持续稳定就会成为常态。

从文化角度看，安全文化对安全工作的促进保障作用深远。安全文化就是安全理念、安全意识以及在其指导下的各项行为的总称，是为企业在生产、生活、生存活动中提供安全生产的重要保证。长期的铁路安全管理实践证明：短期安全靠措施、长期安全靠管理和文化。铁路各单位在长期的安全实践过程中，形成了很多各具特色的安全文化品牌，成为凝聚人心、保

障铁路安全的重要无形资产，这也是铁路安全生产长治久安的强有力的思想保证和精神动力。

1.2 铁路运营安全的复杂性

铁路运营系统涉及机车车辆（动车组）、线路轨道（桥梁、隧道）、牵引供电、列车控制、运营调度、运输组织、设备设施养护维修和检测监测、环境监测等，具有系统复杂、涉及要素多、层级多、分工细、全天候等特征。

作为复杂而庞大的系统，铁路运营安全问题非常烦琐和复杂，具有以下特点：

(1) 涉及的系统规模宏大，环节繁杂。铁路运营安全系统涉及车务、机务、工务、电务、车辆、动车组、供电、客运、货运等诸多专业，包括人、机、环、管等各方面，关联铁路运营相关方面。

(2) 涉及的系统结构复杂，层级众多。铁路运营安全系统包括多个子系统，每个子系统又由更低层次的子系统组成，涉及的系统层级众多，层次结构极其复杂。

(3) 系统、子系统间作用多为非线性，不确定因素多。铁路运营系统是以人为主体的社会系统，是典型的非线性系统，各因素的作用方式是非线性的。此外，铁路系统安全范畴中存在着很多不确定性，即存在着很多随机性、复杂性及模糊性。

(4) 涉及的内外部环境复杂，条件多变。一方面，铁路作为社会技术系统，承担着运营、生产的责任，员工进行生产活动时的内部作业环境本身就十分复杂；另一方面，铁路不断与外界进行物质、能量交换，外界环境对铁路安全也可能产生非常大的影响。同时，外界的社会、经济、人文环境也与铁路运营安全息息相关。

1.3 铁路安全管理体系的建立

根据铁路安全管理的复杂性和特殊性，铁路部门建立了完善的铁路安全管理体系，总的来说，体现在如下几点。

1. 建立安全管理理念

根据铁路安全管理的特点，建立了关口前移、源头防范的安全工作理念。“安全第一、预防为主”关键在于将安全关口前移，实施超前防范。过去的铁路事故教训都揭示出事故往往是由诸多安全隐患的积累和叠加导致的，而事故隐患又是由诸多风险失察、失管、失控积累而引起的。安全风险管要求从导致事故的最基本因素——风险入手，进行超前管控，防止风险失控形成隐患，防止隐患失于治理而导致事故发生，“将风险控制在隐患形成之前，把隐患控制在事故发生之前，决不能让故障上升为事故，决不能让事故变成灾难，决不让一念之差造成终身悔恨”。风险管理的本质，就是关口前移、超前防范的安全理念。铁路安全工作的重心，就是从结果转向过程、转向源头管理，将事故、隐患、风险管理一层一层向预防上推，切实将安全风险都控制在可接受范围内，及时消除事故隐患，坚定事故可防可控的信念。事故发生的原因揭示了在事故发生前往往存在诸多缺陷、漏洞和隐患。事故的发生，多是由于平时疏于检查、疏于管理和疏于优化完善。很多管理者对事故原因的认知还不透彻，没有从管理环节和生产组织环节去深入分析，常常发出事故不可避免的感慨。实际上，现场很多安全风险和隐患，完全可以提前辨识、提前控制和提前治理。安全管理的奶酪理论也揭示出，很多情况下事故的各种致因只要有一个被制止，事故往往就不会发生。只要把握好安全生产规律，超前管控安全风险，超前治理事故隐患，事故是可以预防和控制的。因此，需持续完

善“应急处置导向安全”的理念和原则。很多铁路事故常发生于应急处置环节，其中突出的问题是不具备开通条件盲目开通、不具备放行条件盲目放行列车或不具备作业条件冒险指挥作业，其根本原因是没有明确和规范生产组织层、作业层在应急处置过程中应遵循的原则，没有遵循“故障导向安全”的基本原则。解决问题的根本途径，是确保安全性和可靠性的规章制度、作业标准与现场实际工作的结合。

2. 夯实安全管理基础

健全完善的安全管理制度体系是确保长治久安的基础保障。中国铁路自开行以来，就一直注重安全管理建设，经过不断摸索和总结，初步形成了以国家安全法规为基础，铁路专业安全管理条例为重点，各路局的铁路安全管理为特色的专业安全管理框架。从国家层面来讲，2007年，国务院下发了《铁路交通事故应急救援和调查处理条例》（国务院令 第501号），对铁路交通事故应急救援和调查处理做了具体规定；2013年，国务院又下发了《铁路安全管理条例》（国务院令 第639号），明确了铁路安全的主体管理责任和安全管理总框架。原中国铁路总公司制定和完善了贯彻落实党中央、国务院各项文件的具体实施办法，如国家铁路局在2015年对《中华人民共和国铁路法》进行了修订，对第四章“铁路安全与保护”章节重点修订，明确了安全管理相关事宜，并对铁路需要推进落实的安全工作进行了详细梳理，有效完善和夯实了铁路安全管理基础。规范完善规章制度管理，按照去繁就简、科学适用、易于操作的原则，对既有安全管理制度进行全面梳理、规范和完善。开展技术规章修、建、补、废、释工作，定期清理发布规章制度，完善作业标准体系，为规范管理、按标作业提供遵循依据。进一步完善行车岗位作业指导书，注重验证作业标准的有效性，更加突出安全导向，更加突

出实用、实际和实效。加强专业安全管理基础。健全专业指导、沟通协调和联合检查整治工作机制，充分发挥专业管理作用，及时发现、研究、解决专业技术问题。建立对高速铁路生产组织、规章制度、设备质量、人员素质管理和工艺标准等定期评估诊断机制，及时消除源头性安全隐患。优化专业管理评价办法，定期开展专业对规对标和专业管理评价，持续规范和加强专业管理基础。健全完善结合部问题协调解决工作机制，堵塞结合部漏洞，消除管理盲区。强化设备质量源头管理。建立新线开通运营前安全隐患协调整治工作机制，加强新线开通运营提前介入隐患治理。建立铁路局业务部门和站段参与的质量评定机制，严把设备设施质量准入关，加强设备设施源头质量管理。全面推行主要行车设备电子档案，施行技术状态、养修履历全过程管理。全面推行高速铁路综合维修一体化管理，创新高速铁路基础设施维护管理模式。建立定期检查评估客运枢纽、客车径路设备质量机制，常态化整治高速铁路、客车设备薄弱环节。完善职工培训工作机制。实施职工实作技能素质建设工程，加强安全第一思想教育，以基本规章、作业标准和应急处置为重点，推进实物化、实景式的实作培训，提高职工实作技能培训的实效性、实用性。完善职工培训过程管理、质量考评和内部分配挂钩机制，不断提高教育培训的针对性。将安全监督管理纳入各级领导人员安全生产培训。优化完善专业技术人员培训内容和考核工作机制，提高专业技术管理水平。推进安全生产标准化建设。按照《企业安全生产标准化基本规范》，进一步健全完善标准化管理制度，形成持续推进标准化建设的常态机制。系统优化标准化车间创建标准，建立“立标、学标、达标、落标”常态管理机制，推进职工岗位作业达标等级管理。健全设备设施维护标准化体系，严格检验评价、考核标准，确保设备养护维修全面达标。

3. 建立健全安全生产责任制，强化落实安全生产责任制

完善的安全生产责任体系是各项安全工作的基本保障，促进履职尽责需要依靠完善的责任体系和完备的制度机制来支撑。目前的安全生产责任制按照“党政同责、一岗双责、齐抓共管、失职追责”“管业务必须管安全、管生产经营必须管安全”和“谁主管谁负责”的原则，分级分层建立安全生产责任制管理制度。从公司层面，制定国铁集团党组成员及机关各部门的安全生产责任制，并督促指导铁路集团公司健全全员安全生产责任制，全面建成安全生产责任体系。相应铁路局集团公司及各站段也按相同模式建立一把手负责制的安全责任制，严格安全责任追究制度。将不敢、不能触碰安全红线和底线作为规范铁路职工安全行为的刚性约束，建立企业负责人经营业绩考核办法。为强化安全红线意识和高速铁路安全万无一失的意识，建立高速铁路、动车组发生严重安全隐患比照事故严格考核追责的制度。围绕完善问题整改闭环，制定了事故暴露问题整改督办制度，对整改措施不落实的，按规定追究相关单位和专业管理部门领导及有关人员的责任。

1.4 铁路安全风险管理的现状

随着高速铁路在我国不断发展，高速铁路建设中大量运用机械工程、电气工程、电子科学、材料科学、计算机科学及控制论等高新技术。由于这些高新技术的应用，运用操作精确性和维护复杂性提高，要求用更加科学先进的管理手段与之相匹配。在国际铁路运输领域，安全风险管理已成为相对完善并被普遍应用的安全管理手段。我国从2012年开始，按照原铁道部对铁路进一步深化安全管理水平的部署要求，在全路推行安全风险管理。经过多年的不

断研究和实践，积累了许多成功经验。我国铁路安全风险管理的实施，在国家铁路局要求层面和铁路局具体实施层面，实施分级管理、分别卡控的原则。

1. 中国国铁集团层面安全风险管理部门署

国铁集团对安全管理的总体规划见图 1.1。

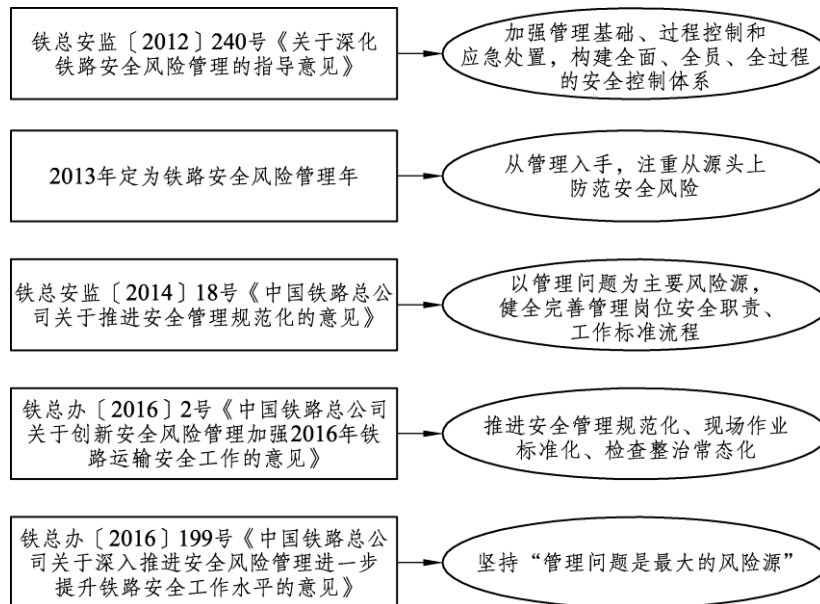


图 1.1 国铁集团对安全管理的总体规划

从图 1.1 中可以看出，随着铁总安监〔2012〕240 号的提出，我国开始逐步在全路推行安全风险管理体系。2014 年，中国铁路总公司通过总结前期风险管理实施的经验，结合中国铁路实际，进一步发布了铁总安监〔2014〕18 号，提出围绕管理问题这一铁路安全的主要风险源，健全完善管理岗位安全职责、工作标准和工作流程，强化安全过程管控，严格管理履职考评，实现安全管理职责明晰、制度健全、决策严谨、指导有力、方法科学、考核到位的规范化管理格局。2016 年，中国铁路总公司根据前期风险管理推进中出现的问题，总结前期风险管理实施的经验，结合实际情况，发布了铁总办〔2016〕2 号，提出坚持安全风险管理的思路不动摇，坚持“三点共识”和“三个重中之重”不动摇，确保铁路运输安全持续稳定。随后，国铁集团通过铁总办〔2016〕199 号提出，安全风险管理体系是强化铁路安全基础的有效举措，也是实现铁

路安全发展的必由之路，从而持续深化“安全管理规范化、现场作业标准化、检查整治常态化”建设。综上所述，在国铁集团层面对风险管理的要求可归纳为：围绕“管理问题”这一重大风险源，构建全面、全员、全过程的安全风险控制体系。

2. 铁路局层面推行风险管理情况

在国铁集团安全风险管理的指导下，各铁路局以“三杜绝”，即“杜绝责任铁路交通一般 A 类及以上和程度相当的其他生产安全事故，杜绝责任旅客死亡事故，杜绝责任从业人员死亡事故”为目标，结合各自实际，建立了既高度统一又各具特色的安全风险管理体系，形成了以安全管理规范、设备质量可靠、人员素质达标、保障体系完备为基本手段的安全风险管理体系。

3. 站段层面推行安全风险管理工作情况

站段层面，根据铁路局提出的指导意见，深化规范安全管理新机制运行，强化安全风险管控，优化管理人员安全检查量化评价机制，制定站段安全风险管理工作实施细则。各车间、科室根据安全生产变化与安全风险管控实际，结合现场作业突出问题，维护信息系统，盯控问题整改分析，监督计划执行，开展风险研判与评价等具体工作，形成“铁路局-站段-车间及班组”的层次风险管理架构，每一级各司其职，按照所在层级职责，分别提出实施安全管理的职责和具体实施意见。

1.5 当前铁路安全风险管理中存在的问题

全面推行风险管理以来，我国铁路安全管理实现了从传统模式到与国际铁路安全管理模式的接轨，管理的科学性取得了一定进步。但与国际铁路安全风险管理模式相比，以及从风险管理实施的成熟度和科学性要求来说，尚存在一些问题。

(1) 因缺乏系统性数据支撑，现有安全风险分析仍然以初级的定性分析为主。我国铁路尽管拥有多年的运营历史，各专业系统的性能信息、设备故障数据、历史事故信息也有一定的积累，但目前为止尚未整合成一个科学合理的、可供风险分析和管理参考的数据库。这就使得当前铁路各专业系统开展的风险分析和管理工作只能基于有限的可利用资源，或者依据专业系统专家主观判断进行，其客观性和科学性有待进一步完善。

(2) 安全风险管理工作存在不足。现有安全风险管理中，对人为因素影响的分析比较欠缺。我国高速铁路发展无论从规模上还是路网扩张速度上都处于世界领先地位，新技术、新装备

的应用，加速了我国铁路技术装备现代化，系统设备（硬件和软件）的可靠性大大提高。作为自动化系统的操作主体，人的作用变得更加突出。作为人机系统中极其重要的一方，人对系统的安全性也有着越来越突出的影响。有资料表明，当今世界上所有的系统失效中，70%~90%是直接或间接的人为失误导致的。因此，从安全性来看，人为失误已成为系统最主要的事故源。而目前在安全风险管理中，针对人为因素开展的风险管理研究仍然较少，如何通过人机工程设计等手段最大限度地提高系统的可靠性、安全性，已经成为亟待解决的重要问题。

(3) 安全管理人员业务素质不高。部分管理人员由于业务素质不高，导致现场日常的检查流于形式，不能真正发现问题。作为基层的管理人员，经常要深入现场对作业人员标准落实情况进行检查，对存在的问题及时发现并制止，督导作业人员按章作业。这就要与现场的职工直接进行交往并进行日常管理；同时要求管理人员要对分管的工作具有熟练的业务知识，这样才能对存在的问题及时发现并指出、整改。但现在由于种种原因，个别管理人员由于日常不注意加强自我提高，存在业务素质不高、对岗位作业标准不熟悉、管理知识和能力欠缺等问题，造成不能完全适应现场检查的需要，因此在日常的检查中就难以发现某些问题或因掌握不全无法提出正确意见，从而使检查流于形式，检查达不到现场检查的目的。管理中缺乏调查，看问题片面，个别管理人员在日常检查中存在严重的主观现象，不注意调查，对某些安全问题的出现只看表面现象，而没有进一步深入调查的习惯，不能真正找到问题的实质内容。在这种情况下，对所谓的责任人进行盲目指责，甚至对所谓责任人的解释采取不理不睬的态度，而不能与职工进行平等交流，还把职工的解释认为是狡辩，这不但不利于问题的解决，反而会加深安全管理者与生产者之间的矛盾，更不利于安全管理工作的展开。

复习思考题

1. 铁路安全在铁路运输中的地位是什么？
2. 铁路安全分为几级管理？分别是哪几个层次？
3. 当前我国铁路安全管理中存在的问题有哪些？

第 2 章

铁路安全知识认知

2.1 铁路发展概况

2.1.1 铁路在国民经济中的地位

1. 铁路是国民经济发展的大动脉

目前，中国大量长途大宗货物运输和中长途旅客运输主要由铁路承担，铁路每年完成的旅客周转量占全社会旅客周转量的 1/3 以上，完成中长途大宗货物周转量占全社会货物周转量的 55%。

2. 铁路在我国中长途旅客运输中占据主力位置

在时间速度方面，铁路通过六次大提速，在途时间显著缩短，主要城市间基本实现了“夕发朝至”“一日或几小时到达”。其是中长途旅客运输以及大流量、高密度城际旅客运输的骨干力量。例如，2000 年，义乌到北京最快的车次需要 24 h，而且列车晚点情况非常普遍。而如今，只需不到 6 h，而且几乎不会出现列车晚点情况。

运输优势距离方面，因高铁、城际铁路和地铁的大力发展，目前我国轨道交通行业的优势距离呈现上延下伸趋势。在 300 km 以内，地铁能方便城市居民 5 km 以上的出行，城际铁路能满足相连或相隔的跨市级出行；在 300 km 以上，速度高达 350 km/h 的高速铁路，将轨道交通的优势距离直接延伸到 1 500 km 以上，比飞机更舒适、更便捷的铁路出行方式已成为国

内跨省级旅客运输最主要的力量。

3. 铁路在节能、环保方面具有优势，有利于可持续发展

有关数据显示，铁路在节约土地、节约能源、保护环境等方面具有明显优势。在土地占用方面，完成单位运输量所占用的土地面积，铁路仅为公路的 1/10 左右；在能源利用方面，我国铁路占用交通行业不足 1/6 的能源消耗，完成了全社会 1/2 运输的工作量；在保护环境方面，铁路在各种运输方式中的排放是最少的，尤其是电气化铁路被公认为是清洁、环保型交通工具。近年来，铁路系统认真落实节能减排措施，并取得明显成效。2018 年数据统计，铁路运输工作量比 2002 年增长了 44.9%，而能耗总量仅增长了 10.1%，单位运输工作量能耗下降了 24%；二氧化硫排放量下降了 21.8%，化学需氧量排放下降了 9.5%。

