

■ 许再良 李国和 李 翔 编著

地震出版社

沂沭断裂带

区域工程地质与铁路选线勘察

许再良 李国和 李 翔 编著

地 震 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

沂沭断裂带区域工程地质与铁路选线勘察/许再良, 李国和, 李翔编著.

—北京: 地震出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 5028 - 3305 - 3

I. 沂… II. ①许…②李…③李… III. ①断裂带—铁路工程—工程地质—山东省②断裂带—铁路选线—地质勘察—山东省 IV. P642 U212.32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 113062 号

地震版 XT200800092

沂沭断裂带区域工程地质与铁路选线勘察

许再良 李国和 李翔 编著

责任编辑: 张友联

责任校对: 庞娅萍

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709

传真: 68467972

编辑室: 68467982

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京市顺义富各庄福利印刷厂

版 (印) 次: 2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 346 千字

印张: 13.5

印数: 0001 ~ 2000

书号: ISBN 978 - 7 - 5028 - 3305 - 3/P · 1381 (4063)

定价: 50.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

序

“改善人类生存环境”已经成为 21 世纪的主题。作为自然环境的一个重要组成部分，地质环境也受到十分的重视。在人类工程活动与地质环境的相互作用中，逐步形成了“工程、地质和环境相统一”的工程地质思维，对于工程地质问题不仅从地质方面去解决，而且也要从工程方面去解决。地质和工程是相互作用的，既相互制约、又相互补偿，合理的工程应是因地制宜的工程和地质的理想耦合。同时，对于一项具体工程，通常从效用性、安全性和经济合理性三方面去评价其建设意义，而重大工程的稳定性问题是工程建设之前所必须考虑的问题。为确保工程稳定性，需从地质环境条件和工程建筑两方面去寻求答案：其一是寻找相对安全的建设场址，其二是采取合理的工程安全措施，包括合理的工程结构和岩土体改造。

由于中国大陆处于环太平洋地震带与地中海—喜马拉雅地震带之间，在大地构造上受印度洋板块和太平洋板块的挟持和推挤，致使陆内大部分地区新构造运动和地震活动均十分强烈，在如此地区进行重大工程及城市建设，与区域地壳稳定性密切相关的活动断裂及地震问题是首先应该考虑的。为了避免重大工程及城市建设当中的盲目性，避免经济上的巨大浪费和人民生命财产的损失，有必要进行在区域稳定性研究基础上的重大工程规划与选址。

胶州至新沂铁路是东北至长江三角洲地区陆海通道的组成部分，铁道第三勘察设计院在该铁路的方案比选中，进行了全面深入的前期区域性地质工作，对沂沭断裂带进行了一次全面、系统、深入的调查研究，并与地震部门密切配合，将沂沭断裂带的研究程度提到一个新的高度，在区域地壳稳定性研究的基础上成功地进行了铁路地质选线。

胶州至新沂铁路是目前国际上在活动断裂带内实施铁路地质选线的规模最大的项目，是活动构造带铁路地质选线的一次成功范例。本书作者许再良等同志在总结胶新铁路地质选线勘察的基础上，对沂沭断裂带的分布、结构、断裂活动性、地震活动的分区性以及活动断裂的地震危险性、工程安全性等方面进

行了深入的探讨和研究。教授级高级工程师许再良，作为铁道第三勘察设计院副总工程师，长期从事铁路的勘测设计和研究工作，胶新铁路初测前地质加深工作正是由他亲历指导和策划下完成的，所积累的资料和数据十分丰富而翔实，这为本书的出版打下了一个良好的基础。

本书是一部在活动构造带内实施综合地质勘察、研究评价和工程选址等方面论述系统、深入具体的著作，可为今后在活动构造地区实施铁路、公路等前期论证以及勘察选线等方面提供新的数据和经验。本书的出版也从一个侧面反映了近年来中国铁路建设所取得的巨大成就，并作为一个典型范例而载入中国铁路建设的史册。

王思敬

2008年7月

前 言

随着铁路工程的大规模建设和快速发展，铁路等级及技术标准不断提高，工程结构日益复杂，工程技术要求相应提高。同时，对于铁路工程建筑环境的要求更加严格，在建筑场地的选取和场地条件的评价方面也相应提出了更高的技术标准。为了避免铁路工程建设当中的盲目性、经济上的浪费和人民生命财产的损失，必须首先进行科学合理的选线和工程建筑环境的综合研究与评价工作。其中，活动断裂与地震问题几乎是所有重大工程项目所要首先考虑的问题，科学稳妥地解决这一问题是保证工程安全的重要前提，铁路工程建设也不例外。

根据众多的观测资料，在地震平静期内活动断裂一般也发生每年毫米量级的蠕滑运动，远未达到形成灾害的程度。在地震活跃期，发震断层的地表破裂有时可达数米的量级，这无疑对跨断层的铁路会造成很大破坏。1975 年中国海城 7.3 级地震使铁路遭到了一定程度的破坏，产生路堤下沉和塌陷、边坡塌滑和路堤开裂、桥梁毁坏和破损等现象；在 1976 年的唐山 7.8 级地震中，地震区内的轨道、路基及桥梁等也遭受了不同程度的破坏。但是，经过多年的工程实践证明，只要在铁路地质选线时对断裂活动及地震的可能危害进行科学地认识和评价，并采取相应的对策和措施，活动断裂是可以通过的。中国是一个多震的国家，活动断裂带纵横交错，多数地震与断裂活动相关，且以浅源地震为主，破坏力较大，无论断裂活动本身还是其引发的地震均会给铁路工程造成很大的危害。在宽大的活动断裂带内进行铁路选线，应在查清区域性活动断裂结构和稳定性差异的基础上，选择相对稳定的部位通过，重点工程必须置于“安全岛”内^[1~4]。因此，活动断裂带内“安全岛”的寻找及相关的区域稳定性评价对于活动断裂带内的铁路选线具有重要的指导意义。

本世纪初，加快和改善铁路路网通道的建设是中国基础设施建设的一项重要内容，在路网规划中，一些主要干道不得经过地质条件相对复杂的地区，对于这些铁路的建设，必须作好勘察设计，将线路选择在相对安全的地带通过。在铁路环境工程地质工作中，已经将区域地壳稳定性评价作为一项主要内容，

尤其进行复杂地区的地质选线时,区域地壳稳定性评价为铁路工程选择相对稳定的线位有着不可替代的作用^[5]。但在以往的铁路规划设计中,对于区域地壳稳定性问题只限于简单的评估,还没有人来进行系统地讨论。

胶州至新沂铁路(胶新线)为我国重点建设项目,位于山东省南部及江苏省北部,南与新沂至长兴铁路贯通,北与蓝烟线相接,经烟大轮渡、哈大线共同形成东北至长江三角洲地区的陆海通道。全线正线长 302.6 km,该线的修建为东北与华东地区的客货运输提供了新的便捷通道,可缓解京山线、京沪线运量饱和的压力,同时将实现山东省铁路规划三横三纵的铁路网络,改善鲁东南及沿海地区的交通和投资环境,最大限度地扩大经济吸引范围、增加运量,促进当地的建材、矿产和农副产品资源开发,带动地方工业,从而促进沂蒙老区和沿海地区的经济发展。1994~1995 年,铁道第三勘察设计院对蓝村至新沂线进行可行性研究提出东、西两个方案。东方案地处沿海边缘,自蓝村,经胶州、黄岛、胶南、日照、坪上,向南与新沂至长兴铁路相接;西方案自蓝村,经胶州、诸城、五莲、莒县、临沂、郯城,至新沂。东方案所经地区经济发展较快,但对既有胶黄线、兖石线的运营干扰大,经济扩散范围小。西方案经沂蒙地区东部,与东方案相比,具有经济扩散范围广,对既有胶黄、兖石铁路干扰小,线路建筑长度短,能促进沂蒙山区的经济发展等明显的优点。但由于该方案莒县至新沂长约 180 km 的线路位于我国东部最大的发震断裂带——郯庐断裂带的中段沂沭断裂带中,工程地质条件十分复杂。对该方案铁路工程稳定性评价即成为决定方案取舍的关键。活动断裂及地震问题是铁路勘察选线及设计中的主要难点问题。

沂沭断裂带是郯庐断裂带的强震发生区段,地震活动具有强度大,频度低的特点。铁路沿线地质灾害发育强烈,地质构造复杂,岩性岩相变化大,地质环境条件相对较差。因此,沂沭断裂带的工程稳定性成为东、西方案比选的前提条件。近些年来,有关部门对沂沭断裂带作了不少的研究工作,积累了大量的数据,对该断裂带的活动习性也有了一定的认识^[7],但在地壳活动的分区性、活动断裂对铁路工程的影响、跨断层铁路工程安全性及对策等方面还缺乏研究。因此,在胶新线的地质选线中,我们首先对沂沭断裂带进行了较为全面的调查和研究,并围绕活动断裂和地震这两个关键性因素,进行了构造稳定性研究和区域地壳稳定性评价,从而对沂沭断裂带对铁路工程的影响有了一个全面、清

晰的认识，在选线中使线路选在相对稳定的区域内通过，避开了构造活动强烈、地震危险性相对较高的地段，成功跨越了沂沭断裂带。

跨越活断层的铁路工程地质选线在中国已有实例，如京秦铁路、兖石铁路、西康铁路、宝天铁路和青藏铁路。但除兖石铁路横穿沂沭断裂带外，在巨型活动构造带内的铁路选线在国际上还没有工程实例。胶州－新沂铁路区域地壳稳定性等重大工程地质问题及对策研究填补了活动构造带内区域工程地质及工程选址研究的若干项空白；同时，对加强铁路通过区地震地质研究也起到积极的作用，该项研究成果已经被应用到其他领域，如地震区划等。

胶新铁路选线作为活动构造带铁路工程地质选线的典型实例，对其相关的重大工程地质问题也进行了深入系统的研究，为类似地区铁路勘察设计提供宝贵的经验和科学的数据。

本书引用资料大部分来源于胶新铁路勘察设计及评估成果，铁道第三勘察设计院杜彦军、赵艳良高级工程师也参与了本书的编写，同时铁路工程总公司原副总工程师何振宁教授级高工、北京交通大学许兆义教授、中国地震局地壳应力研究所杨树新研究员等也对本书的编写给予了大力支持，所以，本书是所有参与胶新铁路勘察、设计、审查的领导、专家和技术人员及协作单位人员集体智慧的结晶。在此一并表示衷心的感谢！

作 者

2008 年 6 月于天津

目 录

第1章 区域地理与自然概况	(1)
1.1 胶新铁路工程概况	(1)
1.1.1 工程位置及地理概况	(1)
1.1.2 铁路方案比选	(1)
1.2 自然概况	(3)
1.3 地形地貌	(3)
1.4 河流水系	(5)
1.5 气候	(5)
第2章 区域地质背景	(7)
2.1 大地构造分区及构造背景	(7)
2.1.1 大地构造分区	(7)
2.1.2 各级构造单元特征	(7)
2.2 区域地质构造	(10)
2.2.1 褶皱构造	(10)
2.2.2 断裂构造	(11)
2.3 区域地层	(12)
2.3.1 新生界	(14)
2.3.2 中生界	(14)
2.3.3 古生界	(15)
2.3.4 元古界(Pt) - 太古界(Ar)	(16)
2.3.5 侵入岩	(16)
2.4 区域水文地质特征	(18)
2.4.1 地下水类型	(18)
2.4.2 地下水赋存条件及富水性	(19)
2.4.3 水文地质分区特征	(21)
2.4.4 地下水运动规律及水化学特征	(21)
2.5 区域工程地质特征	(21)
2.5.1 岩土体工程地质特征	(21)
2.5.2 工程地质分区特征	(23)
2.5.3 胶新铁路沿线工程地质特征	(23)
第3章 地壳深部结构与新构造运动	(27)
3.1 地球物理场、地壳深部结构与现代地壳活动	(27)
3.1.1 地球物理场特征	(27)
3.1.2 现代地壳形变	(33)

3.1.3 地壳活动分区	(33)
3.2 新构造运动特征与新构造分区	(33)
3.2.1 区域构造应力场	(33)
3.2.2 新构造运动特征	(35)
3.2.3 新构造运动分区性与新构造单元划分	(36)
第4章 地震活动特征与地震安全性评价	(40)
4.1 地震资料概况	(40)
4.1.1 地震记录	(40)
4.1.2 地震资料的完整性与可靠性	(45)
4.2 地震活动环境	(45)
4.2.1 近场区地震活动性	(45)
4.2.2 区域地震活动的空间分布特征	(46)
4.2.3 区域地震活动的时间分布特征	(50)
4.2.4 历史地震对场地的影响	(52)
4.2.5 现代构造应力场和震源错动性质	(53)
4.2.6 地震活动环境评价	(55)
4.3 地震危险性分析	(56)
4.3.1 地震危险性分析方法概述	(56)
4.3.2 潜在震源区的划分	(57)
4.3.3 地震活动参数的确定	(60)
4.3.4 地震动衰减关系	(62)
4.3.5 地震危险性分析结果	(65)
4.3.6 沿线地震基本烈度	(68)
4.3.7 线路地震安全性评价	(69)
4.3.8 重点工程安全性评价	(69)
第5章 断裂带铁路地质综合勘察	(71)
5.1 地质综合勘察主要方法、内容	(71)
5.1.1 资料收集	(71)
5.1.2 航、卫片遥感判释	(72)
5.1.3 工程地质调绘	(72)
5.1.4 综合物探	(72)
5.1.5 地质钻探与槽探	(72)
5.1.6 综合分析	(73)
5.2 遥感技术	(73)
5.2.1 工作方法及步骤	(73)
5.2.2 遥感工程地质判释标志及结果	(75)
5.3 综合物探	(81)
5.3.1 综合物探工作的目的及现场测试工作量	(82)
5.3.2 地球物理特征	(82)

5.3.3	物探工作方法	(83)
5.3.4	典型断面分析及应用效果	(88)
5.3.5	综合物探的主要成果及经验	(113)
5.4	地质综合勘察技术成果及特点	(114)
5.4.1	充分发挥 1:10 万 TM 卫片在地质调绘中的指导作用	(114)
5.4.2	利用 1:3.5 万航片进行地质填图,完成 1:5 万工程地质测绘	(114)
5.4.3	综合物探方法的选用和适宜的组合模式	(114)
5.4.4	综合勘察技术方法的合理运用	(115)
第 6 章	沂沭断裂带分布与活动性	(116)
6.1	沂沭断裂带的构造格架与活动特点	(116)
6.2	活动断裂特征及其活动性	(119)
6.2.1	北北东向主干断裂	(119)
6.2.2	北西向断裂	(138)
6.2.3	北东向断裂	(139)
6.2.4	近东西向断裂	(139)
6.2.5	其他断裂	(140)
6.2.6	NW 向及近 EW 向断裂活动性	(142)
6.3	沂沭断裂带的分区、分段性	(144)
6.3.1	东西分带	(144)
6.3.2	南北分段	(145)
6.3.3	新断陷盆地	(146)
第 7 章	构造稳定性分区与活动断裂工程安全评价	(149)
7.1	构造稳定性分区	(149)
7.1.1	构造稳定性的影响因素	(149)
7.1.2	构造稳定性分区	(150)
7.2	活动断裂工程安全评价	(152)
7.2.1	断裂活动年龄与活动断裂鉴定	(152)
7.2.2	断裂几何要素、运动性质、错动方式的确定	(154)
7.2.3	活动断裂分段	(155)
7.2.4	活动断裂滑动速率与活动周期	(158)
7.2.5	活动断裂地震危险性分析	(159)
7.2.6	断裂活动对工程的影响	(161)
第 8 章	区域地壳稳定性评价	(165)
8.1	区域地壳稳定性影响因素	(165)
8.2	区域地壳稳定性评价系统的层次分析	(166)
8.3	模糊数学综合评价	(169)
第 9 章	铁路工程地质选线	(176)
9.1	铁路地质选线原则	(176)
9.1.1	线路方案应尽量选在构造稳定的区域	(176)

9.1.2	线路方案应尽量避免避开主干断裂及其影响带	(176)
9.1.3	线路应避免新构造最活跃的新断陷盆地区	(177)
9.1.4	线路应避免重大不良地质地段	(179)
9.1.5	综合考虑线路技术条件、工程造价等因素	(179)
9.2	线路各方案稳定性分析与评价	(179)
9.2.1	莒县北方案	(180)
9.2.2	管帅方案	(181)
9.2.3	莒县方案	(181)
9.2.4	相公方案	(181)
9.2.5	相公西方案	(182)
9.2.6	汤头西方案	(182)
9.2.7	临沂西方案	(182)
9.2.8	郯城西方案	(183)
9.2.9	绕避水库方案	(183)
9.3	线路各方案的比选与评价	(183)
9.3.1	管帅方案与莒县北方案比较	(183)
9.3.2	莒县方案与莒县北方案比较	(184)
9.3.3	绕避水库方案与莒县北比较	(184)
9.3.4	汤头西方案与莒县北比较	(185)
9.3.5	郯城西方案与莒县北比较	(185)
9.3.6	临沂西方案与莒县北比较	(186)
9.4	线路贯通方案的选定	(186)
9.5	沂沭断裂带铁路地质选线的意义	(187)
附图版		(189)
参考文献		(202)

第 1 章 区域地理与自然概况

1.1 胶新铁路工程概况

1.1.1 工程位置及地理概况

胶州至新沂铁路位于山东省东南部及江苏省北部，南与陇海线新沂站相接，再向南与新建新沂至长兴铁路贯通。北与蓝烟线相接，经烟大轮渡、哈大线共同形成一条东北至长江三角洲地区的陆海铁路通道。见图 1-1。

胶新线自胶济线的胶州站接轨，沿途经过山东省的胶州市、高密市、诸城市、五莲县、莒县、沂水县、沂南县、临沂市、郯城县和江苏省的新沂市，新沂西站为终点接轨站。胶新线新建正线 302.6 km，利用既有线 4.0 km，全线运营长度 306.6 km。

新建工程主要技术标准：铁路等级为国家 I 级，正线数目单线，限制坡度 6‰，最小曲线半径一般 1200 m，困难地段 800 m，牵引种类内燃并预留电气化条件，机车类型 DF4，牵引质量 3500 t，到发线有效长度 850 m，预留 1050 m，闭塞类型为半自动。

该段铁路是东北至长江三角洲地区陆海通道的组成部分，北与哈大线、烟大铁路轮渡、蓝烟线连接，南与新长铁路贯通，是连接东北、环渤海、长江三角洲三大经济区域南北运输又一条便捷的铁路通道。胶新铁路的建设，有利于加强东北与华东地区、胶东半岛与江苏、上海、浙江等地的联络，促进区域经济协调发展和优势互补，改变大量客货交流绕经京山、京沪、胶济等干线长距离运输的局面，缩短运输距离 400～1000 km。

该铁路的修建为东北与华北地区的客货交流提供了新的便捷通道，可缓解京山线运量饱和的压力，同时将实现山东省铁路规划三纵三横的铁路网络，将带动地方工农业的经济发展。首先，胶新铁路使既有东西向铁路干线胶济、兖石、东陇海连通成网，同时把烟台、威海、青岛、黄岛、日照、岚山、连云港等港口连通，不仅增加了港口腹地范围，而且增加了港口货物集疏运及路网的机动性、灵活性。其次，胶新铁路纵贯山东省东部地区，途经著名的沂蒙山革命老区，有利于沿线建材、矿产资源及农副产品的开发；有利于改善鲁东南沿海地区的交通条件和投资环境，带动沿线经济发展，对促进社会经济可持续性发展具有重要意义。该铁路的修建还有利于我国东部沿海军事设防和加强沈阳、济南、南京三大军区的联系，对加强战备，巩固国防亦具有重要意义。

但该铁路穿越沂蒙山区，经过我国东部最大的深大活动断裂带—郯庐断裂带的中段沂沭断裂带，地形和工程地质条件较复杂，地质灾害较为发育，岩土工程地质性质复杂多变。

1.1.2 铁路方案比选

在 1995 年 6 月完成的《黄岛至新沂新建铁路工程可行性研究报告》中，经筛选确定了具有比较价值的两个走向方案。贯通方案起自青岛西站，利用胶济铁路至胶州站，新建铁路

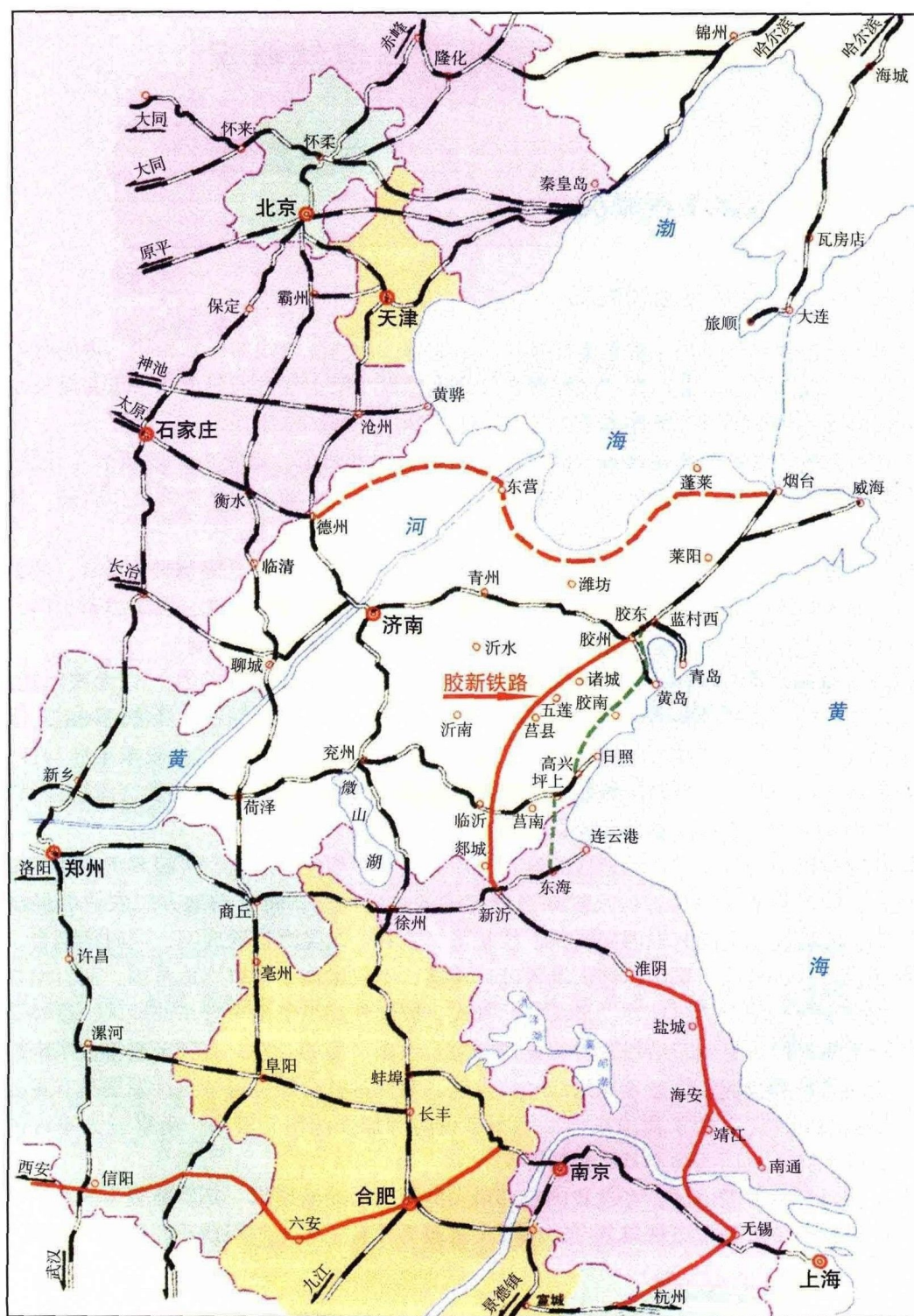


图 1-1 胶新铁路地理位置示意图

从胶州站西端引出,经诸城、五莲、莒县、临沂、郯城至陇海铁路的新沂西站;比较方案自青岛西站,利用胶济铁路至胶东站,胶东站与胶黄铁路营海站间新建铁路连通,胶黄铁路营海站至红石崖站间增建二线,红石崖站至兖石铁路高兴站间新建单线,兖石线高兴站至坪上站间增建二线,再从坪上站西端引出,向南延伸至陇海铁路东海站间新建单线,之后利用陇海线至新沂。

可研报告在对两个方案进行技术经济比较后指出:贯通方案经过沂蒙山革命老区,多年来由于交通运输条件制约了该地区的经济发展,目前还是国家扶贫的落后地区,沿线经济开发虽较东方案所经地区要滞后,但随着本线的修建,将使该区域的丰富资源优势转化为经济优势,也能使该地区经济对外开放迅速发展,从而尽快摆脱贫困落后的面貌。并经调查、研究认为就运量吸引而言,要比东方案的辐射范围要大,能吸引更多的地方运量,因而经济效益和社会效益都更好些,另外对胶黄线、兖石线的运营干扰要小;同时指出了贯通方案的主要问题是:从诸城至新沂其中长 180 km 的线路位于我国东部最大的活动断裂带——郯庐断裂带的中段沂沭断裂带中,工程地质条件十分复杂,以前属于铁路选线的禁区,对该段地质构造稳定性的评价成为决定方案取舍的关键因素,为此 1998 年对该段进行了初测前地质加深工作。

1.2 自然概况

沂沭断裂带位于山东省东南部,即一般泛指之鲁南地区,北起诸城的贾悦、程戈庄,南至江苏省北部新沂市(很少部分)位于北纬 $34^{\circ}25' \sim 36^{\circ}07'$,东经 $118^{\circ}09' \sim 119^{\circ}23'$,南北长约 220 km,东西宽约 30 km,总面积达 6100 km^2 。涉及日照地区的诸城、莒县、五莲;临沂市及其辖区的沂水、沂南、莒南、临沭、苍山、郯城;江苏省的新沂市(图 1-2)。

本区交通便利,铁路有通过临沂的兖石线,通过新沂的陇海线。公路四通八达,网络密布,206 国道是南北交通的主要道路,205、327 国道在临沂市区交汇,310 国道在南部横跨郯城县;013、016、017、030、035、036 省道分别穿越市区和各县;另外各县之间、各乡之间的道路也很发达,已实现乡乡通柏油路。民航临沂机场 4c 级拟建复航工程即将完成,可开通飞行国内有关航线。交通的顺畅,为当地经济的快速发展提供了有利条件。

研究区矿产资源丰富,煤矿、重晶石、金刚石、大理石、石灰岩等分布广、储量大、易于开采。此外,临沂汤头的温泉,有很高的医疗价值。

1.3 地形地貌

研究区属于鲁中南山区的一部分,为沂蒙山的东南外缘,从山区至丘陵平原过渡,地形较为复杂,既有连绵起伏的丘陵,又有坦荡的平原。总体上地势由北西向南东逐渐变低,东西两边缘高,中间低,形成似簸箕状地形。

以东侧的朱家公社沿石莲子乡、汤头镇到西侧的茶芽山(蒙山断裂附近)为界,研究区分为南北两部分,北部是丘陵区,称为沭东丘陵区,南部为坦荡的平原区。对于线位,以贯通方案 AIK190 为界。

北部丘陵起伏较大,一般海拔 130 ~ 300 m。其中诸城市西北侧为潍河冲洪积平原,地

势平坦开阔,海拔在70 m左右,称诸城盆地。周围的庙山海拔174 m,马山海拔167 m。莒县四周丘陵起伏,形成莒县盆地,海拔约100 m,东北侧峤山,海拔258 m,西侧的浮来山,海拔298.9 m,招贤一带的鸡山海拔288.9 m,玉皇山海拔232 m,形成本地的低山丘陵地带。苏村一带,海拔110 m左右,是沂河冲洪积所形成的平原,称苏村盆地,研究区仅含盆地一小部分。

研究区的南部基本上为沂河、沭河冲洪积平原,呈南北向展布,略有倾斜,自北向南逐渐变低,海拔80~30 m。在马陵山一带地势略有起伏,并有少部分山前冲积平原。

1.4 河流水系

研究区雨量充沛,丘陵起伏,有利于河流水系的发育。本区属淮河水系,沂河、沭河是两条主要河流,纵贯南北,平行相邻南流,经江苏后东折入黄海。沂河发源于沂源鲁山、松山一带,流经研究区的沂水、沂南、临沂、郯城;主要支流有枋河、涑河、白马河;沭河发源于沂山南麓,流经沂水、莒县、莒南、临沂、临沭、郯城,主要支流有袁公河、鹤河、洵河、柳青河、淌河、分沂入沭水道。两河较发育的支流,与干流结合构成树枝状水系。潍河及其支流太古庄河、渭河,为北东向或北北东向,经管帅镇、枳沟镇、诸城,最终汇入渤海。上述河流季节性变化明显,汛期洪水暴涨,枯水季节水量很小,大部分支流干枯。同时水量很大程度地受上游水库的控制,因此这些河道是行洪排涝的主要干道,对本区地下水的补给和排泄起着重要作用。

1.5 气候

拟建工程地处中纬度区,属暖温带亚湿润气候区,气候适宜,四季分明,雨量充沛,光照充足,无霜期长。春天干燥多风,夏季炎热多雨,秋天秋高气爽,冬日则寒风凛冽。多年平均气温12.15~15.1℃,极端最高气温39.2℃,极端最低气温-19.7℃,多年平均降水量605.4~892.8 mm,最大暴雨量达466 mm/天(1974年8月13日)、次最大暴雨量达406 mm/天(1961年9月7日)。气温由北向南逐渐升高,降雨由北向南渐渐增多,降水量多集中在夏季七八月份,约占全年的70%,是地质灾害发生的主要时段。大风多集中在三四月份,大雾天气多发生在冬天且由南向北增多,即年平均16~22天。沿线主要县市气象要素见表1-1。

表1-1 沿线主要县市气象要素

城市 项目	胶州 81-90	诸城 81-90	五莲 85-94	莒县 85-94	沂南 85-94	沂水 81-90	临沂 89-98	郯城 88-97	新沂 89-98
历年平均气温/℃	12.3	12.15	12.8	12.5	15.1	12.58	13.96	14.2	14.3
极端最高气温/℃	37.4	37.2	37.8	38.7	38.8	39.2	38.0	38.4	37.7
极端最低气温/℃	-18.3	-19.7	-15.9	-15.5	-13.8	-17.2	-14.3	-16.9	-15.4
最冷月平均气温/℃	-2.7	-3.11	-3.1	-2.0	-1.2	-2.46	-0.2	-0.1	0.2