

安全专著

施工安全管理

白秀忠 关文学 王海强 主编



延边大学出版社

安全专著

施工安全管理

白秀忠 关文学 王海强 主编



延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

施工安全管理 / 白秀忠, 关文学, 王海强主编. --
延吉: 延边大学出版社, 2016. 4
ISBN 978-7-5634-9697-6

I. ①施… II. ①白…②关…③王… III. ①建筑工
程—工程施工—安全管理 IV. ①TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 081999 号

施工安全管理

主 编: 白秀忠 关文学 王海强

责任编辑: 李 宁

封面设计: 崔新新

出版发行: 延边大学出版社

社址: 吉林省延吉市公园路 977 号 邮编: 133002

网址: <http://www.ydcbs.com>

E-mail: ydcbs@ydcbs.com

电话: 0433-2732435

传真: 0433-2732434

发行部电话: 0433-2732442

传真: 0433-2733056

印刷: 济南文达印务有限公司

开本: 190×260 毫米 1/16

印张: 14.75 字数: 121 千字

印数: 1000 册

版次: 2017 年 1 月第 1 版

印次: 2017 年 1 月第 1 次

ISBN 978-7-5634-9697-6

定价: 63.00 元

安全专著

《施工安全管理》 编委会

主 审：姚元杰(特约)

主 编：白秀忠 关文学 王海强

副主编（以姓氏笔画为序）：

王东明	王明金	王 健	王逸樵	王 晶
方治纲	田晓东	白梦阳	吕文耀	刘国庆
朱世超	宋伟健	张宗法	张 涵	张 煜
李月焯	李 明	李 哲	李 翔	李德学
杨广军	郑宝合	洪 进	相恒轩	赵金鹏
赵 峰	高雪磊	高慎亮	桑 媛	蔡 立

参编单位：济齐黄河公路大桥项目建设代建办公室
山东省交通工程监理咨询公司

主审单位：山东诚泰安全技术咨询有限公司(特约)

前言

济齐黄河公路大桥，东岸接济南市槐荫区济齐路，直通济南高铁站，西岸接齐河县黄河大道，直通齐河县主城区，是山东省德州市重点建设项目。项目总投资 10.8 亿元，计划工期 36 个月，实际开工日期于 2014 年 8 月 16 日，计划交工日期为 2017 年 7 月 15 日，本工程分为四个标段，东引桥及路基为第一标段，东主桥为第二标段，西主桥为第三标段，西引桥和路基为第四标段。经过公开招标，一至四标段的中标单位如下：

中铁三局集团有限公司
中铁一局集团有限公司
中铁四局集团有限公司
山东省路桥集团有限公司

随着社会经济和科学技术的飞速发展，交通工程建设的速度和规模都有了飞速发展，体现在桥梁建设方面的突出特点就是新材料、新工艺、新技术不断采用，桥梁宽度和跨度不断刷新突破，新的计算手段、计算理论使新的桥型结构不断出现，桥梁技术在创新中发展。近 30 年来，我国桥梁建设无论在数量、质量、技术上都跻身于世界前列，可以说有了日新月异突飞猛进的大发展，这是桥梁建设者的自豪和骄傲。

规模加大、技术提高同时也带来了非常大的安全风险，特别是特大桥梁重特大事故频发，给国家和人民生命财产带来巨大威胁，为此中华人民共和国交通运输部（2011）217 号文《关于开展公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估试行工作的通知》要求特大桥梁做施工安全风险评估，起到了较好效果。但评估后的防控措施却没做要求，采取相应措施后风险等级再评估也没有规定和要求。这将容易导致评估流于形式，安全措施得不到落实或落实不到位，这对这种问题，结合济齐黄河公路大桥工程特点，我代建办组织有关人员和单位，创立“落地管理法”和电梯模式，通过互联网+指静脉安全管理系统，从安全教育入手，实现了全员化和全过程的安全管理，安全检查跟踪制度、安全隐患举报制度都是行之有效的方法。通过不断探索、创新，对极高风险区域的施工安全管理取得了宝贵经验，该技术和方法同样适用于隧道、井下及危化品车间、仓库的安全管理，具有现实的借鉴、推广意义和价值。

主要设备为斜拉索和钢箱梁，经公开招标确定供应商为：斜拉索由柳州欧维姆公司提供。

柳州欧维姆机械股份有限公司前身是始建于 1966 年的柳州市建筑机械总厂，现隶属广西柳工集团有限公司，是一家以预应力产业为特色的国有大型企业，注册资金 1.6 亿元，拥有 3000 多名员工。欧维姆主导产品及服务有：预应力锚固体产品、预应力及特种桥梁施工设备、工程缆索、工程橡胶支座、桥梁伸缩缝、减隔震产品、高强砂浆、结构安全监测与维护、工程施工、工程管养等。其中，OVM 预应力锚固体产品的产销量雄居世界首位。

钢箱梁由中铁四局钢结构有限公司提供。

中铁四局集团钢结构有限公司是中国中铁四局集团有限公司的专业子公司。公司集钢结构设计、制作、安装为一体，持有钢结构制造加工特级、钢结构工程专业承包壹级、全国建筑工程施工总承包壹级、机电安装工程施工总承包壹级、钢结构专项设计甲级以及消防设施工程专业承包贰级等资质，现为国家级高新技术企业，拥有国家级企业技术中心分中心。具有钢结构桥梁工程、场馆工程、城市轨道交通、高层钢结构和加工制造等业务板块，累计设计、制作、安装钢结构建筑 500 余万平方米。公司累计荣获中国建设工程鲁班奖 2 项，中国土木工程詹天佑奖 3 项，中国建筑钢结构金奖 21 项，全国优秀焊接工程 20 项，火车头优质工程奖 4 项，国家优质工程奖 2 项，铁路优质工程奖 2 项。依靠科技兴企发展战略，获得国家级科技进步奖 5 项，省部级科技进步奖 16 项，国家专利授权发明专利 11 项，实用新型专利 20 项，国家级、省部级工法 15 项，企业级工法 20 余项。

公司拥有集加工制造、试验室、设计研发中心于一体的现代化生产基地 13.6 万平方米，拥有 5 条轻钢、重钢、箱形梁生产线和三维数控钻床、数控相贯线切割机、铣边机、弯管机、抛丸机、网架杆件自动焊接机，以及各种版型的彩钢板成型机、多规格檩条成型机等先进生产设备 400 余台（套），年生产能力 10 万吨，年完成钢结构建筑面积超过 100 万平方米，形成了强劲的设计、研发、生产能力。

公司始终把安全生产放在首位，积极参与济齐黄河公路大桥安全管理，在“钢箱梁虚拟装配系统”的研发中发挥了决定性作用，该系统替代了桥梁工地的试拼装工序，免除了所有试拼吊装作业，计算机模拟拼装完全达到了事先检查的目的，采用电梯模式的置换法免除了箱梁试拼，彻底消除了拼装作业安全风险。

本工程建设单位为齐河县交通运输局，设计单位为山东省交通规划设计院，监理单位为山东省交通工程监理咨询公司。

本书共八章约 12 万字，共三个编写组，第一组白秀忠负责，由山东省交通规划设计院人员组成，完成 7 万字；第二组关文学负责，由山东省交通工程监理咨询公司人员组成，完成 3 万字；第三组王海强负责，由一二组以外的人员组成，完成 2 万字。全书由白秀忠统稿。

组	主 编	副主编单位	副主编姓名
1	白秀忠	山东省交通规划设计院	王健、王晶、张涵、张煜、李月焯、高雪磊、洪进、王东明
2	关文学	山东省交通工程监理咨询公司	朱世超、刘国庆、张宗法、宋伟健、郑宝合、赵峰、相恒轩、高慎亮
3	王海强	山东省路桥集团有限公司	杨广军
		中铁四局集团钢结构有限公司	李德学、李哲
		柳州欧维姆机械股份有限公司	李翔
		济南凌佳科技有限公司	蔡立
		中国农业银行股份有限公司济南历下支行	白梦阳、桑媛

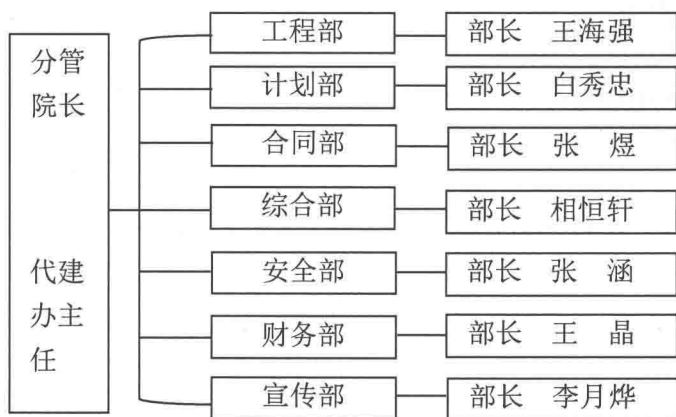
	中铁一局桥梁工程有限公司	赵金鹏、田晓东
	中铁三局集团第五工程有限公司	吕文耀、方治纲

本书邀请山东诚泰安全技术咨询有限公司为专业技术审核单位。山东诚泰安全技术咨询有限公司是经山东省工商局批准成立的具有安全评价资质的公司。公司位于济南市山大南路 15 号融合大厦 4 楼，电话 0531-88958163。公司有健全的管理制度和质量保证体系。公司旗下还有山东正安安全环境科技发展有限公司（工程咨询）、菏泽市惠康技校（特种作业培训）、菏泽信如注册安全工程师事务所（安全标准化）三家子公司。公司现有员工 100 余人，高级工程师 16 余人，安全评价师 45 人，注册安全工程师 40 余人，为公司开展安全评价、隐患排查、安全诊断及风险管理奠定了坚实的人才和技术基础。该公司受托为本书提供了专业化安全咨询服务，姚元杰董事长担任本书主审。专业化公司的介入为本书的科学性、规范性、专业性提供了有力保证。

本书的编写得到了凌佳科技集团济南凌佳科技有限公司的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

代建办的安全管理组织如下：

代建办安全组织结构



目 录

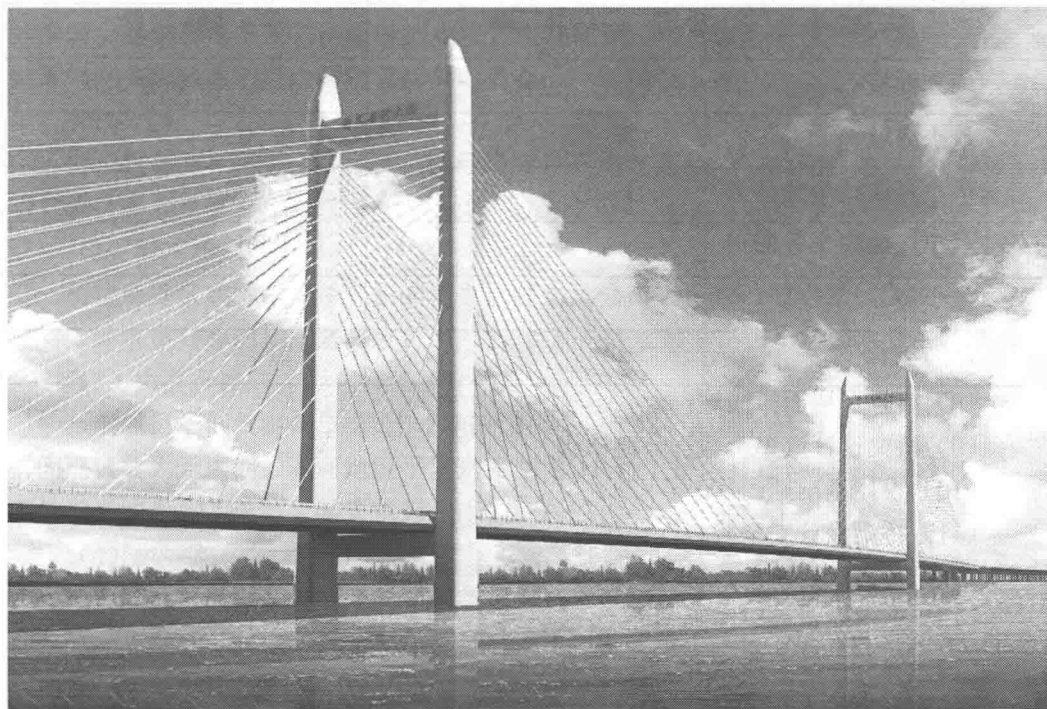
第一章 项目简介	1
1.1 项目地理位置和主要功能	1
1.2 大桥工程规模	1
1.3 工程技术标准	2
1.4 气象	3
1.5 航道	3
1.6 地质、地震	5
第二章 施工方案	10
一、引桥施工方案	10
1.组织机构及职责	22
2.常见事故应急救援预案	22
3.应急救援程序	25
4.事故报告、救援电话	25
5.引桥施工应急救援器材、设备	26
二、钢便桥施工方案	36
1.总体施工方案	36
2.栈桥结构形式	37
3.栈桥施工工艺及流程	39
4.栈桥拆除施工工艺流程	42
5.风险评估对象及目标	46
6.钢栈桥风险因素评估	46
7.风险对策措施	46
三、主桥施工方案	46
1.编制依据	46
2.工程特点、重难点分析及施工对策	51
3.钢梁架设	55
4.斜拉索安装	109
5.影响斜拉索张拉因素及消除办法	122
6.施工工艺及流程	127
7.钢梁架设监控	133
8.安全保障措施	147
9.环境保护、水土保持保证体系及保证措施	160
第三章 施工安全风险评估	161

1.评估原则	161
2.评估程序	162
3.评估方法	163
4.专项风险评估	168
第四章 安全管理目标和风险接受准则	189
1.安全管理目标	189
2.专项风险评估结果	189
3.风险接受准则	189
第五章 安全管理模式和方法	190
1.电梯模式、吊威亚模式和汽车模式	190
2.落地管理法	190
3.安全文化理念	192
第六章 主要风险因素分析	214
1.当前的施工安全形势	214
2.安全事故原因关联分析图	218
3.原因分析表	219
第七章 风险防控措施	220
1.建设安全文化，引领安全管理	220
2.创新管理方法 注重管理实效	222
第八章 本工程安全管理成果	223
1.主要成果	223
2.间接经济效益（成果）	223
3.直接经济效益（成果）	223
4.自我评价表	224
5.安全风险防控效果	224

第一章 项目简介

一、项目地理位置和主要功能

济齐黄河公路大桥位于济南市槐荫区与德州市齐河县交界处，地理坐标为东经 $116^{\circ} 46' \sim 116^{\circ} 48'$ ，北纬 $36^{\circ} 42'$ 附近，起自济南市槐荫区曹家圈村南，于北店子浮桥附近跨越黄河，止于齐河县黄河大道与国道 309 交叉口。右岸通过济齐路与规划的济南城市西外环相交，左岸通过黄河大道与齐河县城相接。本项目建成后，将有力地改善济南市西部地区与齐河县、聊城市及周边地区的交通出行条件，优化区域跨越黄河大桥的布局，为齐河快速融入济南都市区战略的实施提供强有力的保障。



二、大桥工程规模

项目路线全长 3767.9 米，其中黄河大桥长 2287 米，引桥为预应力混凝土连续箱梁，其中右岸引桥为 23×30 米，左岸引桥为 25×30 米，两端接线 1480.9 米，其中右岸长度 630.5 米，左岸长度 850.4 米。主桥为 $40+175+410+175+40$ 双塔钢混组合梁斜拉桥。涵洞两座，平面交叉 2 处。合并设置主线收费站和养护工区 1 处（在黄河左岸

设置)。

三、工程技术标准

- (1) 公路等级：一级公路兼顾城市道路功能
- (2) 行车道数：主线双向六车道，预留双向城市轻轨路线。
- (3) 设计速度：80 公里/小时
- (4) 行车道宽度：2×3×3.75m（六车道）
- (5) 标准路基宽度：35 米
- (6) 桥梁宽度：34.5 米（不含布索区）
- (7) 主要线形标准如下表：

指标	单位	数值
平曲线最小半径	m	550
直线最大长度	m	1255.832
最大纵坡	%	2.3
最小纵坡	%	0.20
最小竖曲线半径凸形	m	13000
最小竖曲线半径凹形	m	4800
最小竖曲线长度	m	170.2
最短坡长	m	210

- (8) 路基（桥面）横坡：2%
- (9) 桥梁设计汽车荷载：公路一级
- (10) 设计基准期：100 年
- (11) 桥梁设计安全等级：一级
- (12) 黄河设防流量：11000 m³/s
- (13) 黄河航道等级：限制性 IV 级航道
- (14) 通航净空：净宽 55 米，净高 8 米
- (15) 设计洪水频率：1/300
- (16) 抗风设计标准：

运营阶段设计重现期 100 年，基本风速：28.6m/s；

施工阶段设计重现期 10 年，基本风速：22.2m/s。

- (17) 桥梁抗震设防烈度：VI 度，地震动峰值加速度系数为 0.05g；

其余技术指标均满足《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)规定。

设计荷载组合：

序号	组合
1	恒载+活载
2	恒载+活载+温升
3	恒载+活载+温降
4	恒载+活载+温升+行车风载
5	恒载+活载+温降+行车风载
6	恒载+百年风 28.6 米/秒
7	恒载+地震力加速度为 0.05g

四、气象

桥位区域位于我国东部暖温带亚湿润大陆性季风气候区，受海洋气候影响较小，区域内具有明显的大陆性气候特征，一年四季分明，春季气温回升快，风多雨少，气候干燥；夏季高温多雨，雨量充沛集中，雨热同期，常有大风暴雨、冰雹、大雾灾害性天气；冬季寒冷干燥，雨雪量减少，冬季低温影响施工。

(1) 气温

桥位区域平均气温 13.4℃，1 月最冷月平均气温-2.3℃；七月最热月平均气温 27℃。极端最高气温 41.2℃，极端最低气温-22℃。

(2) 降水

桥位所处区域降水受季风影响明显，降水量分布不均匀，平均降水量在 600 毫米左右。降水量分布的特点是高度集中，7、8 月份降水最多，占全年降水量的 55%。

(3) 大雾、冰冻

一般以日最低气温低于 2℃作为霜冻期指标。≤2℃的初、终日为初、终霜冻期，其间隔日数为无霜期。齐河地区平均初霜期为 11 月 1 日，终霜期一般在 3 月 27 日，无霜期平均为 217 天，大雾天气为 15 天左右。

(4) 风

桥位所在区域，地处暖温带季风气候区，季风环流是影响区域的重要因素，盛行西北风、北风、东北风，夏季以东南季风为主。桥位所在区域年极大风速为 33.3m/s，风向 W，最大月平均风速为 16.3m/s，最小月平均风速为 1.0m/s。

(5) 湿度

桥位所在区域属亚湿润地带，年平均相对湿度 64%~66%，春季平均相对湿度较小，在 60%左右，夏季平均相对湿度较大，在 80%左右。

五、航道

黄河至山东东阿县艾山以后又转入较窄河段，南有艾山，北有大堤水面骤然收缩，

到长清境内岸边石山消失，但河面并未放宽，两岸堤防石坝林立，险工护滩弯弯相对，护卫着黄河一直注入渤海。

黄河下游按照“上拦下排，两岸分滞”的方略，开展了大规模防洪工程建设，已初步建成了由堤防、河道整治工程及中游干支流水库组成的防洪工程体系。黄河下游自郑州铁桥以下除部分河段傍依山麓外，两岸都建有堤，临黄大堤全长约 1400 公里。由于泥沙大量淤积，下游河道逐年抬高。半个世纪以来，三次加高增厚了两岸大堤，堤防险工已全部改为石工，并通过大规模的河道整治，黄河下游游荡性河段的主流摆动范围大大减小。

小浪底水库运用后，黄河下游各河段纵横断面得到相应调整。高村以上河段的断面形态调整基本以展宽和下切并举，高村以下河段是以下切为主。2006 年汛后与小浪底水库运用前相比，各河段沿程均有所减小，说明横断面趋于窄深，其中艾山一泇口河段减小幅度较大。

预计自 2015 年至 2058 年，拟建桥位处淤积抬高高度为 4.13 米

桥梁跨越黄河，其桥下净空应满足通航要求，桥位河段的通航等级为限制性 IV 级航道，考虑双线通航，通航净宽为 55m，通航净高为 8m，最高通航设计水位为 10 年一遇的设计洪水水位，2058 年最高通航水位为 39.32m。

河道冲刷：桥位处断面河槽内桥墩最低冲刷标高为 7.7 米。

设防流量及洪水水位

根据黄河主管部门要求，桥位河段设防流量为 $11000\text{m}^3/\text{s}$ 。

桥位处各年设防流量洪水水位

年份	泇口水位	桥位处水位
2000 年	34.49	36.64
2008 年	33.8	35.95
2014 年	33.73	35.88
2058 年	37.95	40.52

冰凌

拟建桥位主河槽位于河道中间部位，桥位断面主槽两岸均为滩岸，流路随着大、小洪水的变化，上下游河势的上提下挫，在较小范围内左右摆动，但总体流路较为顺直，横向流速分布梯度较小，冰凌横向分布相对均匀，排凌相对顺畅。

洪水和凌汛对桥孔跨度的要求

根据收集的泇口水文站历年凌汛期冰情要素资料，桥位附近河段冰块宽度大于 200 米有 2 年，其中最大冰块尺(长×宽)1000 米×240 米，最大冰厚 0.35 米，最大冰速 $2.67\text{m}/\text{s}$ ，最大凌峰流量为 $370\text{m}^3/\text{s}$ ；冰块宽度在 100 米~200 米的有 1 年；冰块 40 米~100 米的有 2 年，冰块 40 米以下的有 32 年，占统计年份的 86%。

本项目主桥孔径较大，桥墩对排冰造成的影响较小，且推荐桥位处发生冰凌卡塞

的可能性较小，故本桥能满足防凌、排冰的要求。

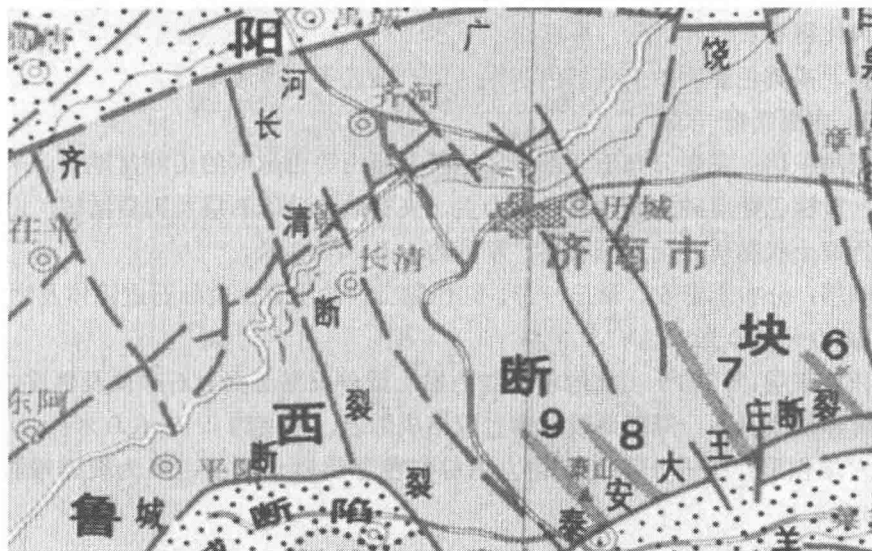
堤防工程的设计标准

本项目跨越黄河大堤，大堤堤顶高程按 $11000\text{m}^3/\text{s}$ 流量设防，堤顶加高 2.1m，2058 年堤顶设计高程为 42.62m。

六、地质、地震

1.地质

整个济南西北部及齐河县区域从地质构造来看，处于鲁西旋卷构造体系与鲁北帚状构造。拟建桥位区域位于鲁西北帚状构造之济阳拗陷带南侧，与鲁西隆起区之泰山—沂山隆起相连，两者在地貌上构成南部剥蚀中低山与北部冲积平原接壤，在构造上南部则为产状平缓的寒武奥陶系山脉与北部隐伏的石炭二叠系阶梯状断层斜坡带相连。由于鲁西旋卷构造体系的控制，伴生的断裂十分发育，有与配套的德张性断裂，也有与其斜交的两组扭断面，其中尤其以旋卷构造外旋层中的张烈的发育最为典型，这些断裂自西向东规模较大的有：长清断裂、千佛山断裂、文祖断裂、白泉庄—五色崖断裂，金山—姚家峪断裂、淄和断裂和上午井断裂。这些断裂在大区域构造中归属鲁西旋卷构造体系中外旋卷层的伴生构造，属于序次较低的构造。



地质构造

路线所经区域属于泰安地层小区。该工程所涉及地层多为第四系地层，该小区第四系地层具体如下：

(1) 全新统 (Q4)

冲积层：沿各水系分布。为河床、河漫滩相的砂砾层，厚度约 3.0~10.0 米。

洪积层：分布于泰山、徂徕山等山前地带。黄褐色黏质砂土、砂夹巨砾，厚度约 5.0~10.0 米。

冲积洪积层：分布于北部的平原地区。灰黄、黄褐色黏质砂土夹粉、细砂及砾石透镜体，含少量钙质结核，厚度约 5.0~20.0 米。

残积坡积层：广布于区内的山坡和山麓地带。黄褐色黏土、砂质黏土或黏质砂土夹岩石碎块，厚度约 1.0~2.0 米。

湖积层：分布于北部平原的白云湖、麻达湖一带。黑、灰黑色淤泥，淤泥质砂质黏土及粉砂，含腐殖质及腹足类化石，厚度约 3.0~6.0 米。

(2) 上更新统 (Q3)

冲积洪积层：主要分布于北部的平原地区及泰山、徂徕山、蒙山、尼山等山脉间的北西—南东向山间盆地中。以浅黄、棕黄色黏质砂土及粉砂层为主，间夹砂质黏土及中细砂或砂砾层，含大量钙质及铁锰质结核。

洪积层：分布于泰山等山前地带。黄褐、黄棕色黏质砂土夹大量砂砾石透镜体及钙质结核，厚度约 10.0~30.0 米。

坡积洪积层：广布于山前地带。黄褐、黄棕色黄土状黏质砂土，砂质黏土夹岩石碎块及砂砾岩，厚度约 5.0~10.0 米

洞穴堆积层：分布于沂源、新泰一带。沂源洞穴堆积剖面为：

- A. 红黄色黏质砂土夹大量石灰岩碎块，厚度约 4.0 米；
- B. 黄、红黄色黏质砂土及灰黄、灰红、灰黑色灰土层，厚度约 2.6 米；
- C. 风化得石灰岩碎屑层，厚度约 1.0 米；
- D. 黄、褐黄色黏质砂土夹黑色灰土层，产哺乳类，厚度不详。

(3) 中更新统 (Q2)

冲积洪积层：主要分布于北部平原地区及泰山等山脉间的山间盆地中。平原地区以红棕、黄棕色黏质砂土及砂质黏土为主，夹有砂、砂砾石层及钙质结核，山间盆地为棕红色黄土状黏质砂土夹砾石层，厚度约 5.0~70.0 米。

洪积层：分布于泰安、章丘一带。红色黏土、砂质黏土及砾石透镜体及钙质结核，厚度约 10.0~20.0 米。

残积坡积层：广布于山前地带。红色黏土或砂质黏土夹岩石碎块及钙质结核，下部含多量碎块或砾石，局部地段被钙质胶结成砾岩，厚度约 2.0~6.0 米。

洞穴堆积层：分布于莱芜一带。由棕红色黏质砂土组成，多为裂隙堆积型，厚度>10.0 米。

(4) 下更新统 (Q1)

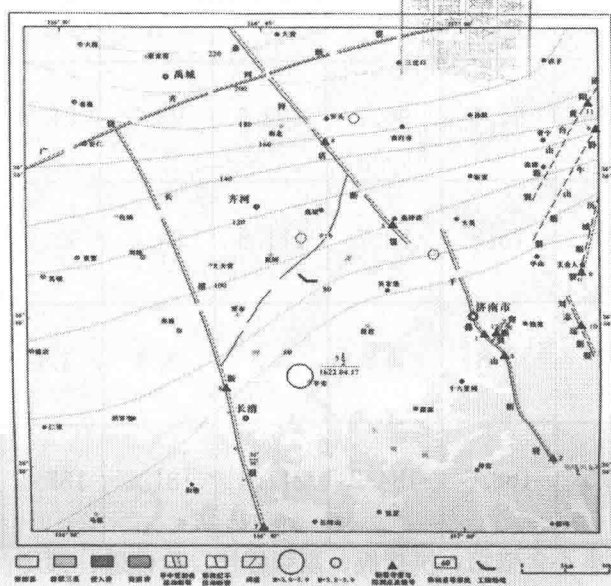
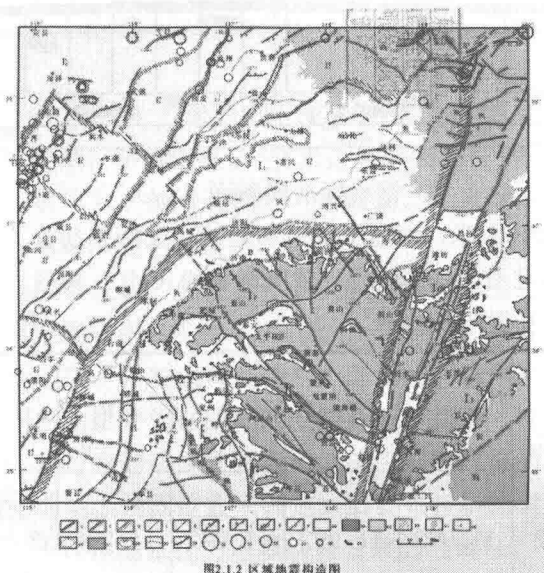
河湖相堆积：主要分布于北部平原地区，南部蒙阴、郯城一带也有零星分布。由灰绿、黄绿、黄棕、棕红色砂质黏土，黏质砂土夹黏土、中粗砂及砂砾石等组成，另夹 2-3 层厚 0.2 米左右的钙质胶结松砂岩，厚度>120.0 米。

冰碛层：分布于泰山东麓。紫红色泥砾，黏土胶结，紧密。砾石大小不等，形状不一，排列无序，砾径一般为 0.3~0.5 厘米，最大可超过 1.5 米；成分主要为花岗岩，具磨光面及擦痕。玉皇顶一带发育有冰谷、悬谷等冰川遗迹。

桥位区域地质揭露范围未见岩石，主墩桩长 99 米，桩基底标高-75.4 米，桩长 99 米，桩基深度均为土层。

2. 地震

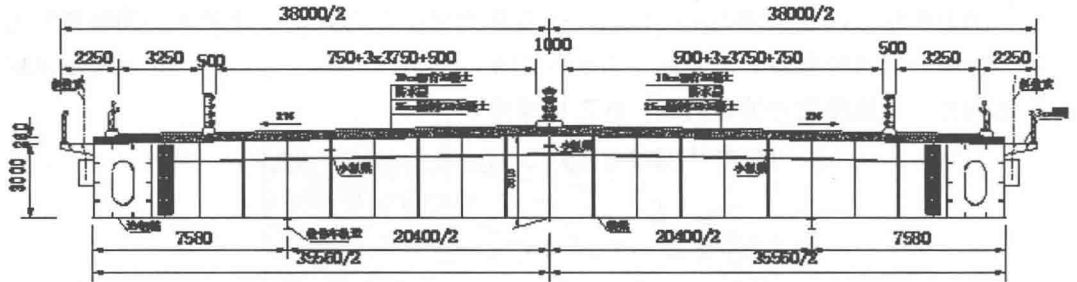
《济齐黄河公路大桥项目工程场地地震安全性评价报告》指出，工程场地处于鲁西断块的北部边缘，所处地质构造环境涉及鲁西断块、徐淮断块、苏北—胶南断块、冀东—渤海断块，区域范围内主要断裂构造有华北平原区内北东—北北东向的聊考断裂带、河间—磁县断裂带、沧东断裂带和北北东向的沂沭断裂带等，这些断裂带是区域性的地壳、上地幔变异带和航磁、重力梯度带。



地震危险性概率分析结果表明,工程场地 50 年超越概率 10%的基岩地震动加速度峰值为 51.8cm/s^2 ,地震基本烈度为 VI 度。

(1) 主桥钢梁断面

主梁由边钢箱、横梁、小纵梁通过拼接板及高强螺栓连接形成钢构架,其上架设预制桥面板,现浇混凝土湿接缝,与钢梁上的剪力钉形成整体,组成钢-混组合梁体系。



钢梁标准横断面 (mm)

全桥钢梁总长 838.8 米,为便于制造和运输,全桥共划分了 71 个梁段,分为近塔区梁段(A 梁段)、标准梁段(B 梁段)、辅助墩梁段(C、D、E 梁段)、共用墩梁段(F 梁段)和边中跨合龙段(G、H 梁段)。

梁段类型	A 型	B 型	C 型	D 型	E 型	F 型	G 型	H 型
梁段长 (m)	21.992	11.992	11.992	11.992	11.396	3.992	3.992	3.992
个数	2	50	4	2	8	2	2	1
边箱重量 (t)	172.6	91.0	96.7	102.5	93.7	61.7	29.2	29.2
横梁重量 (t)	175	73.8	83.7	111.6	83.7	91.9	27.9	23.3
纵梁重量 (t)	5.9	3.8	3.8	3.3	3.8	1.6	1.9	1.9
梁段重 (t)	353.5	168.6	184.2	217.4	181.2	155.1	59.1	54.5

注:表中梁段重不含锚箱、拼接板、高强螺栓、检修道、预埋件、压重槽重量。

(2) 桥面板和桥面铺装

主桥桥面板采用 C60 高性能混凝土,分为预制板及现浇湿接缝两部分,通过布置