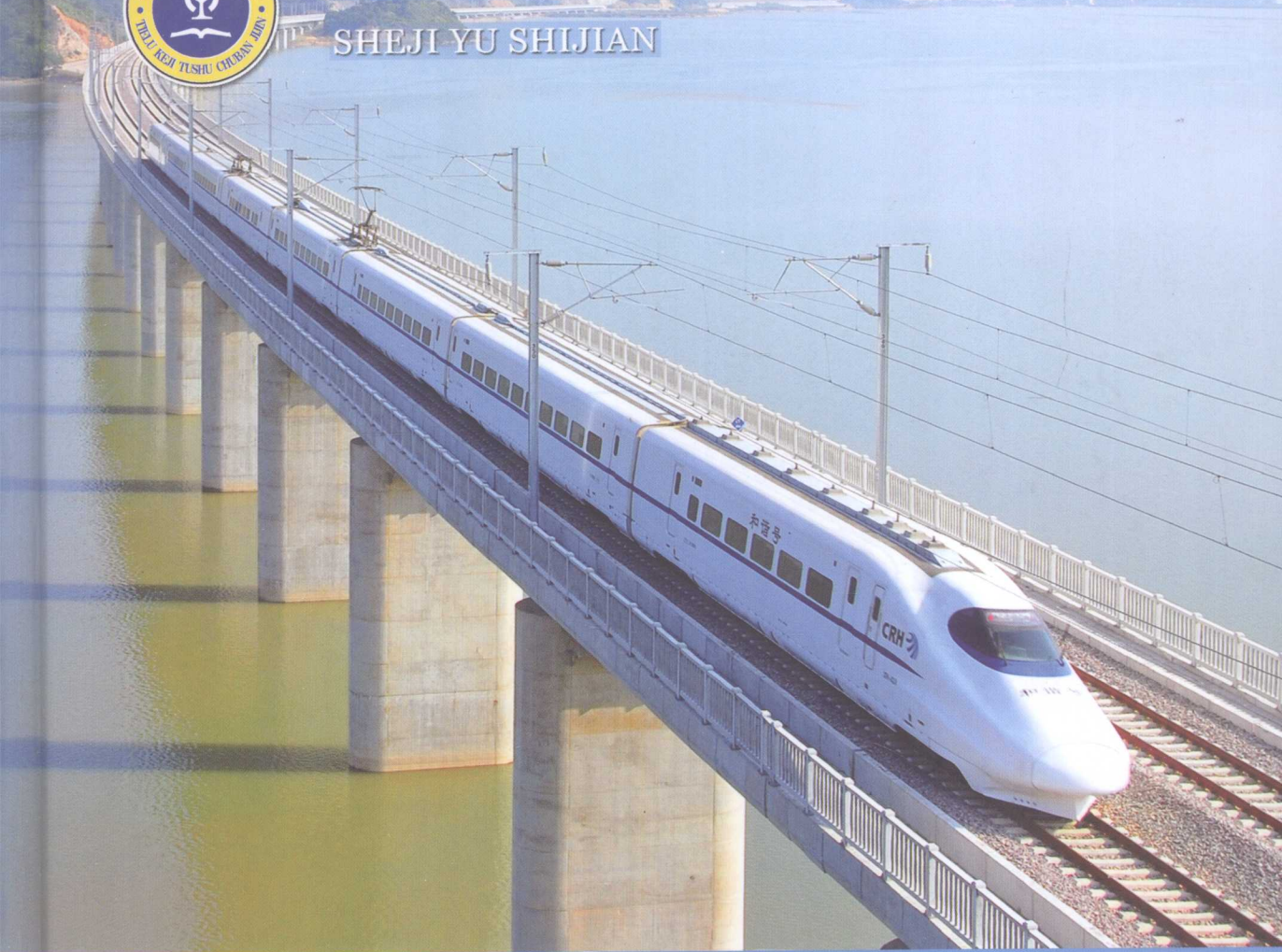




YANHAI TIELU QIAOLIANG
SHEJI YU SHIJIAN



沿海铁路桥梁 设计与实践

王德志 薛照钧 著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

013029812

U448.13

07

铁路科技图书出版基金资助

沿海铁路桥梁设计与实践

王德志 薛照钧 著



U448.13
07

中国铁道出版社

2012年·北京



北航

C1635510

内 容 简 介

甬台温、温福铁路是我国沿海最早开工建设的时速 250 km 高标准铁路,针对海相沉积的软土地基、复杂桥梁结构、深水基础、耐久性和施工等关键技术,作了深入研究和探索,在工程设计与实践方面取得了丰硕的成果。该书针对特殊工点的工程实例,从对环境适应性到技术标准与设计原则制定;从桥梁结构形式的选择,到梁部截面、墩台、基础的比选及拟定;从科研课题研究的原则与内容,到桥梁试验与检测成果的应用;从大临设施设计,到钻孔桩施工与基坑维护措施;从施工过程的监测、监控,到运营中的动态检测成果;从过程中的经验与教训,到建设成功之举等均给以全面的介绍。

本书的九章,均图文并茂,内容丰富,设计与实践并举,可供在校学生和一般桥梁工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

沿海铁路桥梁设计与实践/王德志,薛照钧著. —北京:
中国铁道出版社,2012.9
ISBN 978-7-113-14797-6

I. ①沿… II. ①王…②薛… III. ①沿海-铁路桥-
桥梁设计 IV. ①U448.132.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 113819 号

书 名:沿海铁路桥梁设计与实践
作 者:王德志 薛照钧

策划编辑:曹艳芳
责任编辑:曹艳芳 江新照 电话:010-51873017
封面设计:郑春鹏
责任校对:张玉华
责任印制:郭向伟

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:北京铭成印刷有限公司
版 次:2012年9月第1版 2012年9月第1次印刷
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:19.5 插页:2 字数:490 千
书 号:ISBN 978-7-113-14797-6
定 价:95.00 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,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

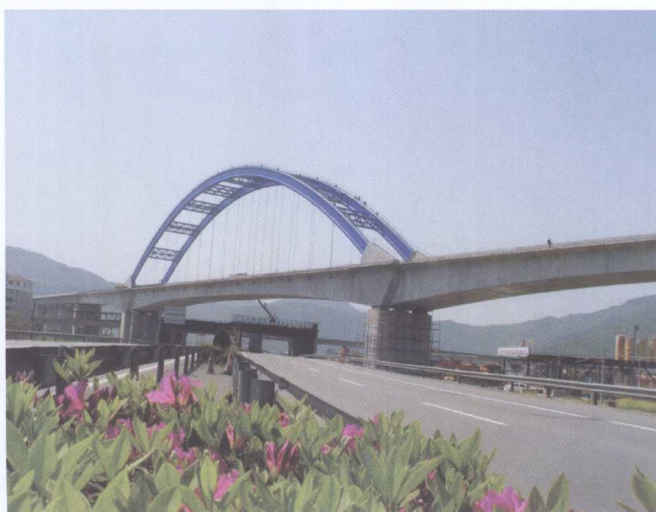
打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

跨海桥梁

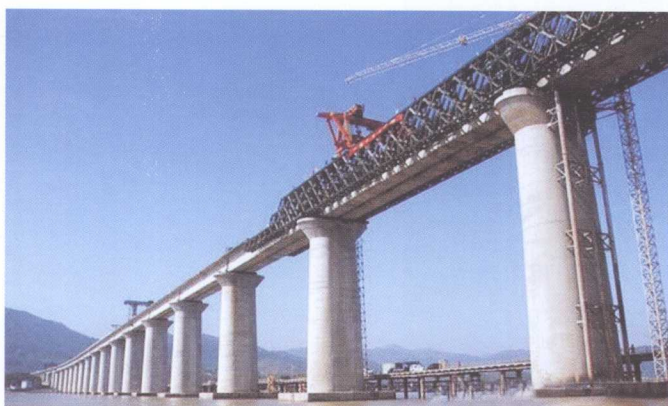


雁荡山大桥

昆阳特大桥



白马河特大桥



64 m 梁施工

水上基础施工





飞云江特大桥



田螺大桥



瓯江特大桥



灵江特大桥



杨梅特大桥



大获特大桥

前 言

宁波至温州至福州(甬台温、温福)铁路是我国第一条沿海铁路线,自1998年启动工程预可行性研究到2003年批准工程可行性研究报告历时5年,项目在2004年至2005年相继完成初步设计和施工图,铁路于2005年10月开工建设,2009年9月建成并正式开通运营至今,效益显著。

我国东部沿海是我国经济最为活跃和发达的地区,就土建工程来讲,地形、地貌、气象、水文、地质等自然条件恶劣,环境复杂,由于海相沉积的软土、海水、盐雾、台风等环境不同于内陆,从而使得铁路设计和建设面临诸多新的课题与挑战,如何解决好这些难题将会对工程实施乃至正式开通运营的经济性、安全性起到至关重要的影响。

甬台温、温福铁路作为中国沿海铁路建设的先行者进行了许多开创性的工作和有益的尝试,并取得一定的成效,特别是针对海相沉积的软土地基和滩涂地带的复杂桥梁结构、深水基础、耐久性设计与施工等关键技术的研究、探索和实践方面取得了丰硕的成果,填补了多项设计、施工等空白,为我国沿海铁路桥梁建设积累了丰富的宝贵经验。

全书共分为九章。

第一章综述了沿海铁路工程概况、自然条件和建设需要的专项研究工作。

第二章桥梁总体设计,介绍了主要技术标准、设计原则与技术、常规桥梁墩台、基础与通用图、参考图的适用条件、建筑尺寸和工程量。

第三章桥梁结构设计与研究,对具有开拓创新的大跨度预应力混凝土梁、钢筋混凝土提篮拱、钢箱系杆叠合拱及组合结构桥梁的设计研究内容,以及工程实践进行了重点阐述。

第四章软土地基桥梁墩台和基础设计,在总结我国软土地地区工程设计经验的基础上,全面分析了软土地基桥台桩侧附加水平力和位移控制措施,并针对工程实例对海相沉积的软土地基基坑防护与大临设施的建设作了论述。

第五章桥梁耐久性设计,结合区域工程分析了提高混凝土结构耐久性的措施,讲述了桥梁防腐和耐久性设计与实施方案。

第六章桥梁施工技术,根据建设过程介绍了深水基础、钢箱系杆叠合拱、大跨度提篮拱桥等复杂结构的施工组织与设计。

第七章桥梁检测与试验,总结了桥梁桩基静载、预应力混凝土梁孔道摩阻试验,以及施工监测、监控和动态测试原则及成果。

第八章桥梁科研,提供了该铁路项目立项的混凝土结构耐久性、特殊桥梁结构技术研究等科研课题的研究过程与结论。

第九章警示了在沿海铁路建设过程中的经验和教训。

本书的编著得到了铁道部工程鉴定中心、中国铁道科学研究院、中铁第四勘察设计院集团有限公司、沿海铁路浙江有限公司、东南沿海铁路福建有限责任公司、中南大学、北京交通大学、中铁大桥局集团有限公司、中铁四局集团有限公司、中铁十二局集团有限公司等单位领导和专家的大力支持和帮助,并对在编著过程中给予具体指导的张红旭、牛斌、罗世东、姚汉文、陈顺平、刘经权、黄纳新、瞿国钊、寇延春、李运根、宗德明、张晔芝、雷俊卿、周祖干、伍军、李健康等专家表示感谢!在此也对参与沿海铁路一线的建设者们所付出的艰辛劳动表示诚挚的敬意,感谢他们为我国铁路建设积淀了深厚的技术底蕴。

由于编者水平和能力所限,叙述挂一漏万,难免有欠妥和谬误之处,敬请读者见谅和批评指正。

作 者

2012年6月

目 录

第一章 综 述.....	1
第一节 工程概况.....	1
第二节 沿线自然特征.....	2
第三节 防洪、通航、公路、海事安全专项研究	7
第二章 桥梁总体设计	13
第一节 客运专线桥梁设计技术	13
第二节 桥梁主要技术标准和设计原则	20
第三节 桥梁总体设计	24
第三章 桥梁结构设计与研究	32
第一节 预应力混凝土简支梁	32
第二节 预应力混凝土连续梁	40
第三节 预应力混凝土连续刚构	72
第四节 梁拱组合结构	91
第五节 下承式钢箱系杆叠合拱桥	98
第六节 桥墩结构设计.....	106
第七节 桥台结构设计.....	110
第八节 基础设计.....	115
第四章 软土地基桥梁墩台和基础设计.....	118
第一节 软土地基桥台桩基础设计.....	118
第二节 桥梁桩基承台设计.....	137
第三节 基坑防护与施工栈桥设计.....	147
第五章 桥梁耐久性设计.....	159
第一节 重点桥梁环境类别.....	159
第二节 提高混凝土结构耐久性的主要途径.....	164
第三节 桥梁结构防腐与耐久性设计.....	171
第六章 桥梁施工技术.....	181
第一节 基础围堰施工.....	181
第二节 基础钻孔桩施工.....	187
第三节 简支梁及连续梁施工.....	191
第四节 钢箱系杆叠合拱桥施工.....	201
第五节 大跨度提篮拱桥施工.....	213
第七章 桥梁检测与试验.....	219

第一节 桩基静载试验·····	219
第二节 孔道摩阻试验·····	237
第三节 施工监控·····	241
第四节 桥梁动态检测·····	263
第八章 桥梁科研·····	278
第一节 混凝土结构耐久性技术研究·····	278
第二节 主要特殊桥梁结构技术研究·····	280
第三节 客运专线长弯大跨连续梁桥设计研究·····	292
第九章 经验与教训·····	298
参考文献·····	302

第一章

综 述

第一节 工程概况

一、线路位置

沿海铁路宁波—温州—福州，简称甬台温铁路和温福铁路，地理位置如图 1-1-1 所示。

甬台温铁路北起浙江省宁波市，南至温州市，途经奉化、宁海、台州市、临海、温岭、乐清、永嘉，线路长 282 km，其中包括宁波、温州地区配套工程。

温福铁路自温州南区段站(不含)，经瑞安市、平阳县及苍南县，翻越分水关进入福鼎市、霞浦县、福安市、宁德市、罗源县、连江县，南端接入外福铁路樟林区段站，新建线路 287 km。樟林至福州段利用既有外福线并增建二线和三线，改建线路长度约 12 km。温福铁路全线长 298 km，其中温州境内线路长度 69 km。



图 1-1-1 沿海铁路地理位置图

二、主要技术标准

- 1. 铁路等级：Ⅰ级铁路，正线采用 60 kg/m 重型轨道；
- 2. 正线数目：双线，线间距 4.6~5.0 m；
- 3. 旅客列车设计行车速度 200 km/h，预留提速 250 km/h 条件；货车速度不大于 120 km/h；
- 4. 限制坡度：6‰；
- 5. 最小曲线半径：4 500 m；
- 6. 牵引种类：电力；
- 7. 机车类型：客车采用动车组，货车采用六轴电力机车；
- 8. 道发线有效长度：850 km；
- 9. 建筑限界：满足开行双层集装箱列车要求，净高 7.96 m。

三、桥梁分布情况

全线桥梁长度 166.7 km，占线路长度 28.7%，共有特大、大中桥 203 座，其中特大桥 65 座，大中桥 138 座，小桥 129 座，涵洞 542 座，见表 1-1-1。

表 1-1-1 全线桥涵分布表

项 目		甬台温	温福	
			浙江段	福建段
线路长度	km	282.4	69.2	229.0
特大桥	座-延长米	37-77 553.7	7-31 755.9	21-34 846.2
大中桥	座-延长米	84-12 884.4	22-2 687.5	32-6 932.5
小桥	座-顶面平方米	91-27 338.1	16-4 386.2	22-8 933.4
涵洞	座-横延米	335-9 085.7	36-987.6	171-5 298.6
小桥涵分布密度	座/km	4.1	3.95	4.3
桥梁占线路总长	%	32.5	50.2	18.2

第二节 沿线自然特征

一、地形地貌

宁波—温州铁路位于浙江省东部沿海地带，沿线经过宁波、台州、温州等发达市县。地貌形态总的趋势西高东低，主要表现为低山丘陵、堆积平原。堆积平原大多分布在山前、河流两岸及滨海、沿海港湾内潮汐带。

温州—福州铁路位于浙闽东南沿海地区，沿线地形地貌变化幅度较大。其中，温州境内 69 km 范围，主要以海积平原地貌为主，省界地段为低山丘陵地貌，大江河流有飞云江和鳌江；福建省境内 229 km 范围，地貌特征以低山丘陵为主，局部地段为滨海滩涂，大江大河有白马河、鳌江等。

低山丘陵海拔一般在 100~600 m 之间，少数山峰在 800 m 以上，自然山坡坡度 15°~50°。受基岩岩性特征和抗风化能力的影响，火山岩出露区为陡峻的低山地貌，而岩性相对较软弱的

白垩系陆相沉积岩地区则为垅岗状丘陵。

平原地区一般为黄海高程 2~5 m, 水系发育, 自成流域, 较大的河流主要有奉化江、灵江、楠溪江、瓯江等; 水力资源丰富, 较大的海湾有定头港、清江等。

平原区地形平坦开阔, 辟为农田、耕地, 城镇主要分布在平原区, 沿线工业生产活跃, 甬台温高速公路贯穿南北, 国道、省道及村级公路纵横交错, 路网发达。

二、水 文

1. 甬台温铁路(图 1-2-1)



图 1-2-1 甬台温铁路线路图

甬台温铁路线路从宁波南站引出跨过甬江流域奉化江, 穿越鄞奉平原内涝区, 跨宁海县境内杨梅岭水库、大溪、白溪河流进入台州市。线路在三门县境内穿旗门港、海游港, 五跨亭旁溪, 然后跨过椒江流域灵江、永宁江, 穿越温黄平原内涝区, 在乐清湾定头港进入温州市。线路跨过清江进入乐成平原内涝区, 在黄田附近跨过楠溪江, 在双屿附近跨过瓯江进入温瑞平原与温福线接轨。鄞奉平原、温黄平原、乐成平原及温瑞平原内涝水位多发生在 7 月~9 月, 由台风暴雨遇高潮水位顶托造成。奉化江、旗门港、海游港、灵江、永宁江、定头港、清江、楠溪江、瓯江等大河桥址位置属感潮河段, 水位受径流与潮流双重影响, 大洪水主要由台风暴雨造成。大溪、白溪、亭旁溪、东溪、琅坑溪属于典型的山区河流, 源短流急, 暴雨强度大, 汇流时间短, 相应洪峰大。雁荡山附近沿海堤防标准较低, 水位受高潮位影响, 洪涝灾害由台风遇高潮水位造成。

主要水系有奉化江、椒江、瓯江。

(1) 奉化江由主流剡江和其东侧的县江、东江北面的鄞江 3 条支流组成, 汇合于横涨下王渡三江口, 以下称奉化江, 向东北曲折流 26.4 km 至宁波三江口与姚江汇合, 流域面积 2 223 km²。主流剡江自河源至三江口河长 66.7 km。上游建有亭下水库, 控制集水面积 176 km²。支流县江发源于董李乡大公岙, 河源至方桥三江口河长 65.5 km。上游建有横山水库, 控制集水面积 150.8 km²。东江河源至方桥三江口河长 40.9 km, 尚桥头以上流域面积 116 km²。鄞江河长 69.4 km, 潮水可上溯至它山堰下, 它山堰以上集水面积 348 km²; 上游建有皎口水库, 控制集水面积为 259 km²。

(2) 椒江是台州市最大的河流, 浙江省第三大水系, 主流发源于仙居县与缙云县交界的天堂尖, 曲折东流, 经仙居县、临海市至三江口与永宁江汇流后称椒江, 出牛头颈, 入台州湾, 主流全长 209.0 km。自临海市西郊三江村至黄岩三江口为灵江主流段, 长 46.0 km, 区间面积 1 054.4 km²。三江村以上分南北两大支流, 南干流永安溪发源于天堂尖, 河长 144.0 km, 流

域面积 $2\,704\text{ km}^2$; 北支流始丰溪发源于大盘山主峰东麓, 河长 134.0 km , 流域面积 $1\,615.6\text{ km}^2$ 。永宁江是椒江一条主要支流。椒江自三江口至牛头颈下游出海口长 19.0 km , 属河口段, 区间面积 339.2 km^2 。

(3) 瓯江主流发源于龙泉与庆元交界的山祖西北麓锅冒尖, 自西南向东北流, 至丽水折向东南流, 贯穿整个浙南山区, 经温州注入东海, 干流长 384 km , 流域面积 $18\,217\text{ km}^2$, 为浙江省第二大河流。丽水市大港头镇以上河段称龙泉溪, 即干流上游段, 河宽 $100\sim 200\text{ m}$ 。龙泉溪会松阴溪后, 自大港头至青田县湖边村河段称大溪, 即干流中游段, 河宽 $250\sim 400\text{ m}$, 其中碧湖至丽水城关河段宽 $400\sim 800\text{ m}$ 。大溪、小溪汇合后, 自湖边村至河口称瓯江, 即干流下游段, 河宽 $400\sim 800\text{ m}$, 其中龙湾河段宽达 $2\,400\text{ m}$ 。在下游河段中, 自青田温溪镇以下为感潮河段, 长 78 km 。自上而下, 汇集的主要支流有松阴溪、宣平溪、小安溪、好溪、小溪、楠溪江等。

2. 温福铁路(图 1-2-2)



图 1-2-2 温福铁路线路图

温福铁路自温州南区段站(不含), 跨越数个独流入海水系, 其中温州境内主要有飞云江、鳌江水系, 福建省内主要有桐山溪、百步溪及白马河水系等。沿线主要水系情况如下:

(1) 飞云江流域主流发源于泰顺、景宁两县交界的白云尖的北麓, 干流全长 203 km , 总落差 $1\,265\text{ m}$, 平均坡降 6.2% , 流域面积 $3\,777.5\text{ km}^2$, 主要支流有里光溪、洪口溪、莒江溪、岵作口溪、泗溪、玉泉溪、高楼溪、金潮港, 干流以百丈口和滩脚为界, 分为上、中、下游三河段, 上、中游为山溪性河道, 坡陡流急; 下游为感潮河道, 河口潮差大, 潮流强, 属强潮河口, 下游两岸为滨海平原水网区, 河口北岸为温瑞平原, 主干河为温瑞塘河, 南岸为瑞平平原, 水网主干河为瑞平塘河。

飞云江特大桥位于飞云江下游, 此段为感潮河段, 桥址处上游集雨面积 $3\,410.4\text{ km}^2$, 占全流域的 90.3% 。

(2) 鳌江(浙江)流域主流发源于文成县桂山乡狮子岩附近的吴地山麓, 干流全长 90 km , 其中感潮河段 48 km (鳌江河口至水头镇), 河流总落差 850 m 。上游段源头至顺溪 18 km , 平均坡降 47% , 流域面积为 $1\,530.7\text{ km}^2$; 中游段顺溪至水头 24 km , 平均坡降 3.1% ; 下游段水头至鳌江河口 48 km , 为强感潮河段, 潮差大, 潮流强。

鳌江特大桥位于鳌江下游, 此段为感潮河段, 桥址处上游集雨面积 $1\,193.6\text{ km}^2$, 占全流域的 78% 。

(3) 桐山溪水系由会甲溪、溪里溪、坡里溪、南溪、库口溪、透垵溪等 6 条河流组成。它是福鼎市境内最大的河流,发源于浙江省泰顺县雅阳,流经本市库口、何坑、透垵、高滩、城关等地,注入沙垵港,总面积 425 km^2 ,主河长 50.4 km 。桐山溪大桥位于流域中上游,受山洪影响较大。

(4) 白马河流域,主流发源于洞宫山和鹫峰山脉,从源头浙江泰顺、庆元和福建省寿宁,流经福安市独立入海。流域面积 $5\,638 \text{ km}^2$,河长 173 km 。流域内建有黄兰溪中型水库一座(库容 $1\,560 \text{ 万 m}^3$),小型水库 26 座。

赛江上游属山溪性河流,坡陡流急,洪水暴涨暴落,白马河特大桥位于赛江下白石镇与六屿之间,下游感潮河道特征较为明显。

(5) 鳌江(福建)水系,该河发源于古田县东北部的鹫峰山脉,自北向南流经罗源县霍口乡,连江县小沧乡、潘渡乡、连江县城关镇、江南乡、浦口镇,于晓沃乡百胜村处入东海。流域面积 $2\,655 \text{ km}^2$,河长 137 km 。鳌江特大桥位于中下游,此段为感潮河段,受洪水影响较大。

三、气 象

浙江省内:

沿线属亚热带季风气候区,温暖湿润,雨量充沛,日照适宜,四季分明。冬季受冬季风控制,多晴朗寒冷天气,遇有北方强冷空气南下时,会引起剧烈的降温。春季,南北气流交替加剧,低气压及锋面活动频繁,天气晴阴不定,常有沥涟春雨。初夏,由于北方冷空气与南来的暖湿气流相遇交绥,形成“梅雨”天气,造成较大洪水。盛夏,在副热带高压控制下,天气晴热少雨,降雨以雷阵雨为主,但经常遭受台风和热带风暴登陆侵袭,最大风速 $34.3 \sim 36.8 \text{ m/s}$,形成狂风暴雨,造成大洪水及沿海高潮位。

多年平均气温为 $16.1 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 16.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最高气温 $41.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-11.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。多年平均降雨量为 $1\,100 \sim 2\,300 \text{ mm}$,平均相对湿度约 81% 。平均无霜期为 240 天左右。

福建省内:

福建段地处中亚热带海洋季风气候区,雨量充沛,日照充足,夏长冬短,四季分明。春季受冷暖气团交绥影响,气温变化大,常出现连续性降水;夏季前期受暖湿气团影响,出现梅雨天气,后期受单一副热带高压控制,晴热少雨,常受台风影响。年平均气温在 $16.7 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 19.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最高气温可达 $40 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 41 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 或更高,极端最低气温 $-6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。历年平均无霜期为 302 天。全年风向以季风频率最多,占 27% ;东风频率次之,占 11% 。台风极端最大风速 40 m/s ,台风造成影响最早为 5 月 19 日(1961 年),最迟为 11 月 18 日(1967 年)。境内大陆地区降水量在 $1\,000 \sim 1\,740 \text{ mm}$ 之间。雨量分布受地域影响差异明显,自山区向沿海递减。全年雨季、旱季分明。

四、地 质

1. 工程地质

宁波至温州堆积平原区、低山丘陵区相间分布。堆积平原区包括:海积平原(含冲海积、湖积)、河流冲积阶地、山前冲洪积平原。低山丘陵区包括:山间、丘间谷地,低山丘陵。

海积平原(含冲海积,湖积)地形平坦开阔,地面高程在 $2 \sim 5 \text{ m}$ 之间,主要分布在宁波、台州、温州等地以及沿海一带。表层为第四系全新统淤泥质黏土,软塑,厚 $0.5 \sim 2 \text{ m}$,下为淤泥、淤泥质黏土,局部为泥炭,夹较多的腐烂植物,流塑,一般厚 $15 \sim 45 \text{ m}$,最大厚度超过 60 m 。

底部多为粉质黏土、黏土,夹碎石,软~硬塑,厚 8~20 m,下伏卵石土或基岩。

不同成因类型淤泥和淤泥质黏土主要物理力学指标见表 1-2-1。

表 1-2-1 主要物理力学指标一览表

项目 统计	天然含水率 (%)	天然密度 (g/cm ³)	天然孔隙比	液性指数	直剪				固结系数 (10 ⁻³ cm ² /s)		压缩模量 (MPa)
					快剪		固快		C _v	C _h	
					内摩擦角 (°)	黏聚力 (kPa)	内摩擦角 (°)	黏聚力 (kPa)			P:100~200
潮谷相淤泥 (Q ₄ ^{al+m} 或 Q ₄ ^m)	71.7	1.65	1.95	1.42	5.27	11.1	14.73	13.8	1.61	0.65	0.53
潮谷相淤泥质黏土 (Q ₄ ^{al+m} 或 Q ₄ ^m)	51	1.79	1.36	1.05	4.8	19.23	13.02	24.6	2.83	0.64	0.68
滨海相淤泥 (Q ₄ ^{al+m} 或 Q ₄ ^m)	67.7	1.61	1.88	1.31	4.45	7.74	15.26	9.8	0.93	1.13	1.47
滨海相淤泥质黏土 (Q ₄ ^{al+m} 或 Q ₄ ^m)	44.5	1.82	1.19	1.05	5.81	13.41	14.25	14.6	1.04	0.62	2.72
滨海相淤泥质黏土 (Q ₃ ^m)	41.1	1.86	1.09	0.98	6.23	23.51	12.55	24.2	3.53	0.68	3.53

河流冲积阶地地形较为平坦,地面高程约 5~25 m,主要分布在山区河流两岸,构成Ⅰ级阶地地貌。表层为第四系全新统褐黄色粉质黏土,软~硬塑,厚 0~5 m,其下为卵石土、圆砾土,稍密~中密,厚 4~28 m,局部地段夹淤泥质粉质黏土透镜体,流塑,厚 0~4 m。

山前冲洪积平原地形较为平缓,局部稍有起伏,地面高程一般在 13~45 m 之间,主要分布在山前及河岸两侧,构成坡(冲)洪积裙(扇)及高阶地地貌。表层主要为第四系更新统粉质黏土夹碎石、砾石,硬塑,厚 4~15 m,局部具网纹状构造,下为圆砾土或碎石土,中密。

山间、丘间谷地呈狭长枝杈形分布于低山丘陵之间,纵坡平缓,大部分辟为农田。表层为第四系全新统粉质黏土夹碎石,硬塑,厚 1~5 m,下伏基岩,局部地段夹有淤泥质黏土,流塑,厚 0~3 m。

低山丘陵地区丘陵起伏,山峦叠嶂,自然坡度在 25°~60°之间,相对高差 50~400 m。除局部基岩裸露外,其余地段植被较为发育。沿线地层除表层分布有 0~5 m 厚的残坡积粉质黏土夹碎石外,下伏中生代火山岩及火山碎屑岩和少量沉积岩,主要为侏罗系流纹质晶屑熔岩、熔结凝灰岩、角砾凝灰岩等及白垩系泥质砂岩、粉砂岩、砂砾岩等,局部地段为燕山晚期第一至第四次侵入的二长花岗岩、花岗岩、钾长花岗岩、花岗斑岩等。

2. 水文地质

沿线个别地段地下水、地表水对混凝土具有不同类型和程度的侵蚀性,受海水影响的混凝土结构存在腐蚀问题。

海积平原地下水主要为孔隙潜水,埋深 0.5~2.0 m,水量贫乏。化学类型主要为 HCO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺ 型。河流冲积阶地地下水多为潜水,埋深较浅,水量丰富,水质较好,可作供水水源。山前冲洪积平原地下水主要为孔隙潜水发育,水量较丰富,水位随季节变,一般埋深 1~3 m。山间、丘间谷地地下水主要为孔隙潜水,水量较小,水位随季节变化,一般埋深 2.0 m 左右。低山丘陵地下水主要为基岩裂隙水,水量极贫乏,但花岗岩风化带网状裂隙水发育,一般对混凝土无侵蚀性。断裂破碎带地下水发育。