

大跨度 铁路钢箱混合梁斜拉桥 长期养护维修指南

叶翰松 施 洲 杨炜林 张细敏 编著

DAKUADU TIELU GANGXIANG
HUNHE LIANG XIELAQIAO
CHANGQI YANGHU WEIXIU ZHINAN

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥 长期养护维修指南

叶翰松 施 洲 杨炜林 张细敏 编著

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

大跨度铁路混合箱梁斜拉桥为大跨径新桥型,具有良好的跨越能力、承载能力及变形刚度等。与此同时,桥梁结构也存在构件多、结构构造与连接复杂的特点,这也必将给运营期间的养护维修带来任务重、维护技术要求高等问题。为具有针对性地并更好开展此类桥型的养护维修工作,明确检测维修重点、检测维修制度、任务计划等,适应线路运输发展需要,确保线路运输安全、畅通,基于现行《铁路桥隧建筑物修理规则》并参考相关桥梁养护规范等,研究相应长期养护维修手册的编制。具体内容
包括:桥梁结构特点的总结分析与桥梁维修总则的制定,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥基本技术要求的提出,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥技术标准的制定研究,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的检查维修组织,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥检查,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的保养、综合维修、大修,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥养护维修检查表格等。

图书在版编目(CIP)数据

大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥长期养护维修指南/
叶翰松等编著. —北京:中国铁道出版社,2015.9
ISBN 978-7-113-16844-5

I. ①大… II. ①叶… III. ①长跨桥—铁路桥—钢箱
梁—斜拉桥—保养—指南②长跨桥—铁路桥—钢箱梁—
斜拉桥—维修—指南 IV. ①U448.135.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 190472 号

书 名: 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥长期养护维修指南
作 者: 叶翰松 施 洲 杨炜林 张细敏

责任编辑: 曹艳芳 编辑部电话: 010-51873065 电子信箱: chengcheng0322@163.com
封面设计: 郑春鹏
责任校对: 王 杰
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: 2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 11.75 字数: 306 千
书 号: ISBN 978-7-113-16844-5
定 价: 36.00 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) 51873170(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010) 63549504,路电(021) 73187

前 言

随着铁路建设的不断发展,新型的大跨度桥梁也在不断的发展中,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥正是其中的一种新桥型。宁波枢纽甬江特大桥主桥为主跨 468 m 的双线铁路斜拉桥,也是国内首座钢箱混合梁斜拉桥,主梁一改传统的钢桁架梁结构,而采用中跨钢箱梁与边跨的混凝土箱梁在主跨内靠近桥塔 24.5 m 处相结合的混合箱梁,具有良好的地形适应性,具备良好的梁体结构整体性与抗扭刚度,并又有良好的经济性,为铁路大跨度斜拉桥提供新的选择。鉴于大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥结构的特点,在甬江特大桥设计、施工以及相应科研项目等各类建设成果的基础上,为有效指导后续桥梁运营中养护维修,在现行《铁路桥隧建筑物修理规则》及相关桥梁养护规范等基础上,特制定本指南。

上海铁路局的叶翰松高级工程师负责指南的总体工作,西南交通大学的施洲副教授负责全文统稿,上海铁路局的杨炜林工程师负责内容调整审核等,上海铁路局的张细敏工程师负责桥梁基础资料、特种设备等资料收集整理等。西南交通大学的姚亚东博士生及吴育剑硕士生等参与本指南的部分资料整理等工作。

本指南是在上海铁路局陈勋高级工程师、杨元治高级工程师的大力支持下完成的。同济大学马坤全教授、合肥工业大学的朱亚琳教授为本指南提出诸多有益建议。铁道科学研究院的杨宜谦研究员、铁四院桥梁处刘振标教授级高工、中铁大桥院南京桥隧诊治公司岳青高级工程师、宁波工务段路桥科王文棋工程师等人对本指南初稿进行细致审核并提出很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

最后,限于水平,限于时间,本指南存在的不妥之处敬请读者批评指正!

目 录

第 1 章 维修总则与桥梁概况	1
1.1 养护维修总则	1
1.2 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥工程实例	2
第 2 章 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥基本技术要求	19
2.1 荷载的相关技术要求	19
2.2 限界的相关技术要求	20
2.3 结构整体刚度的相关技术要求	21
2.4 基础沉降的相关技术要求	22
2.5 结构耐久性的相关技术要求	22
2.6 结构抗风抗震等的技术要求	25
第 3 章 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥技术标准	26
3.1 桥面及桥面防排水系统	26
3.2 钢结构及钢结构涂装	31
3.3 混凝土梁、桥塔及墩台养护维修技术标准	37
3.4 钢混结合段养护维修技术标准	39
3.5 支座、阻尼器、伸缩装置等的养护维修技术标准	40
3.6 周围河道、河堤等周围环境的养护维修技术标准	45
3.7 安全检查及动力设备的养护维修技术标准	46
3.8 斜拉索技术标准	46
3.9 特种设备技术标准	50
3.10 其他	59
第 4 章 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的检查维修组织	62
第 5 章 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥检查	64
5.1 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的检查制度	64
5.2 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的周期性、临时、水文检查相关内容 与检查方法	64
5.3 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的专项检查相关内容与检查方法	67
5.4 桥梁巡守	74

5.5	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的检查重点	75
5.6	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的检定与试验	86
5.7	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的技术状况评定	89
5.8	桥梁检查技术文件管理	91
第 6 章	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的保养	93
6.1	保养制度	93
6.2	保养内容	93
6.3	保养工作程序	98
第 7 章	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的综合维修	99
7.1	维修原则、周期及范围	99
7.2	特殊结构构件维修	100
7.3	维修工作程序	103
第 8 章	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的大修	106
8.1	大修工作范围	106
8.2	大修计划编制	107
8.3	大修设计文件	107
8.4	大修施工管理	109
8.5	大修检查验收	111
附录一	桥梁静动力检定试验建议方案	113
附录二	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥建筑物状态评定标准	125
附录三	基于专项检查的大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的状态评定 标准	133
附录四	基于检定与试验的大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的状态评定 标准	136
附录五	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥建筑物保养质量评定标准	139
附录六	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥修理作业验收标准	142
附录七	大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥维修机具及检测器具装备 标准	146
附录八	大跨度混合箱梁铁路斜拉桥检查记录表	149

第1章 维修总则与桥梁概况

1.1 养护维修总则

第1.1.1条 鉴于大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥新桥型结构及养护维修任务重、难的工程特点,为具有针对性地并更好开展此类桥型的养护维修工作,明确检测维修重点、检测维修制度、任务计划等,适应线路运输发展需要,确保线路运输安全、畅通,基于现行《铁路桥隧建筑物修理规则》并参考相关桥梁养护规范等特制定本指南。

第1.1.2条 本指南主要针对大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥主桥,与主桥相关联的涉及引桥部分的少量养护维修工作在本指南中亦有体现,大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的引桥部分的主要养护维修按照《铁路桥隧建筑物修理规则》执行。本指南未尽事宜及部分相关检查表格按照《铁路桥隧建筑物修理规则》执行。

第1.1.3条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的修理工作分为检查和维修;维修工作分为保养、综合维修和大修,实现检修分开体制。

第1.1.4条 桥梁检查、监控是全面掌握大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥设备状态变化的重要手段,也是保证行车安全的基础性工作,并尽可能引入应用定时触发或实时在线的自动化监测系统。设备管理单位应成立专业检查队伍,执行各项检查制度,采取有效的防治措施,并明确规定大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的运用条件。

第1.1.5条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥维修工作应按照“预防为主,预防与整治相结合”的原则进行,采取综合维修和经常保养相结合的方式,整治既有病害,及时消除危及行车安全隐患,经常保持桥梁状态均衡完好,使列车能以规定的速度安全、平稳和不间断地运行。

第1.1.6条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥大修工作应根据设备技术状态和运输需要,有计划地对设备进行整治、加固,恢复或提高设备运营能力,以充分发挥桥梁的使用效能。

第1.1.7条 铁路局应设置工务段或桥工段(以下统称“桥工段”)及桥梁

大修设计、施工和桥梁检定等组织;对大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥主桥宜设置专门的桥梁检查车间(以下统称“桥检车间”),并配置必要的施工作业机具、测试仪器及检修设备,对大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥实施专业化的检查与维护工作。

第 1.1.8 条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥设备与各类设施多且复杂,桥工段的检查与维修人员应熟悉桥梁各类构件与设施,在检查与维修过程中应尽量做到定时、定人、定仪器以提高检查与维修质量与效率。

第 1.1.9 条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥修理工作必须认真执行检查、计划、作业、验收等基本工作制度,依靠科技进步,全面实行科学化管理,强化基础建设,大力发展机械化作业,不断提高工作效率和经济效益。

第 1.1.10 条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥修理施工作业时,应特别注意行车和人身安全,严格遵守营业线施工作业相关规定,影响行车安全的施工作业项目必须在天窗内进行,正确处理施工作业与运输的关系,在保证安全和质量的前提下,尽量减少中断行车和限制行车速度的时间。

第 1.1.11 条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥检查、维修工作中,高空作业项目多,在梁底检查小车上、桥面人行道栏杆外区域桥面部分及斜拉索梁端处、桥塔内外作业时应特别注意使用安全绳,以防坠桥危险。

第 1.1.12 条 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥检查、维修工作,除参照本指南外,还应遵照《铁路技术管理规程》、《铁路工务安全规则》、《铁路桥隧建筑物修理规则》(铁运〔2010〕38 号)及其他有关规章制度。

第 1.1.13 条 本指南结合宁波铁路枢纽北环线甬江特大桥主桥提出长期养护维修指南,并可为类似桥型提供参考与借鉴。在大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥的实际检查维护工作中,可根据桥梁实际情况以及使用年限的增长进一步优化、完善,建议本指南的前 2 次改进周期为 5 年,之后改进周期为 8~10 年。

1.2 大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥工程实例

第 1.2.1 条 甬江特大桥工程实例概况:

宁波铁路枢纽新建北环线穿越江北、镇海、北仑、鄞州四个区,线路全长 40.3 km(不含联络线),为双线铁路货运专线,桥梁比重达 81%。工程建成后与镇海支线、北仑支线改造、大榭岛支线、洪塘乡编组站共同搭建起以集装箱集散运输为主的铁路大动脉。

宁波铁路枢纽北环线甬江特大桥全长 14.95 km, 主桥设计为全长 909.1 m 的双线铁路斜拉桥, 综合考虑技术经济条件、景观协调性, 主桥采用 $(53+50+50+66+468+66+50+50+53)$ m 钢箱混合梁双塔双索面斜拉桥, 主跨 468 m 一跨过江, 与相邻的公路甬江大桥对孔布置。宁波铁路枢纽甬江特大桥为国内铁路工程中首次采用大跨度钢混结合梁斜拉桥结构, 其中主梁跨中 419 m 为钢箱梁, 其余为预应力混凝土箱梁。斜拉桥索塔高 177.91 m, 是宁波铁路枢纽新建北环线最大的控制工程。大跨度铁路钢箱混合梁斜拉桥立面图如图 1.2.1-1 所示。

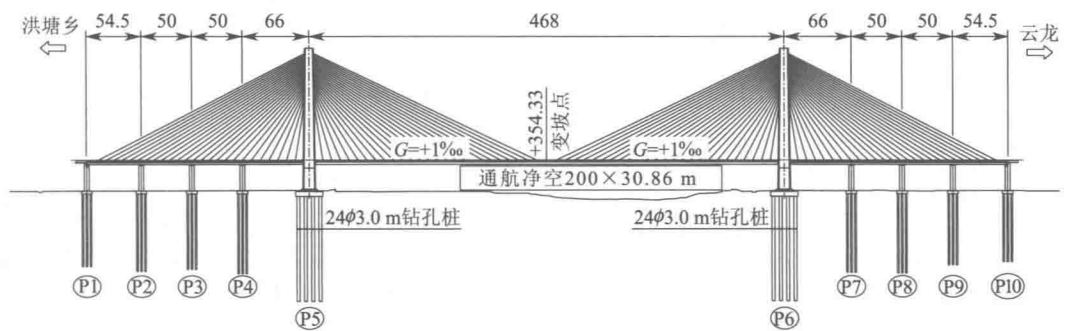
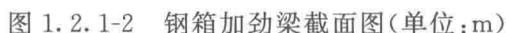


图 1.2.1-1 甬江桥特大桥立面图(单位:m)

1. 主梁: 主梁由混凝土箱梁和钢箱梁两部分组成, 钢—混结合段位于主梁中跨距索塔 24.5 m 处, 中跨 419 m 范围为钢箱主梁(含刚度过渡段及部分钢—混结合段)。混凝土箱梁采用 C60 高性能混凝土, 钢—混结合段采用 C60 补偿收缩混凝土, 钢箱梁主材采用 Q345qD。

钢箱梁采用正交异性桥面板闭口流线型结构, 梁高 5 m, 梁宽 21 m, 纵桥向每 3 m 设置一道横隔板。根据受力和刚度过渡要求, 钢箱梁在不同区段采用了不同的板厚, 共分 6 个区, 7 个梁段类型。顶板厚度 16~25 mm (结合段及刚度过渡段顶板厚 28 mm), 底板厚度 16~22 mm (结合段及刚度过渡段底板厚 28 mm), 钢箱梁设两道中纵腹板和两道边纵腹板, 中纵腹板厚度 20~28 mm, 边纵腹板厚度 30 mm; 箱内顶板在道砟槽范围内纵向设置 V 肋, 其余位置设置 U 肋, 加劲肋板厚 10 mm、间距 600 mm。底板纵向均采用 U 肋, U 肋板厚 8 mm、间距 800 mm。钢箱梁的横断面图如图 1.2.1-2 所示。

混凝土箱梁采用单箱三室等高截面, 截面全宽 21 m, 中心处梁高 5.0 m。混凝土箱梁横截面如图 1.2.1-3 所示, 紧临桥塔边跨侧第一对索与中跨侧第二对索之间为加厚截面区域, 其他为标准截面区域。标准横截面中室梁顶



钢混结合段:为保证传力均匀性,钢混结合段钢结构及混凝土部分顶底板均采用渐变式厚度。钢—混结合段位于索塔向跨中方向 21.2 m 处,钢—混结合段长 7.35 m,其外轮廓钢板在钢—混结合段处套在混凝土箱梁之上,左端连接混凝土段,右端连接 5 m 的刚度过渡钢箱梁段,钢混结合段的纵向布置如图 1.2.1-4 所示。

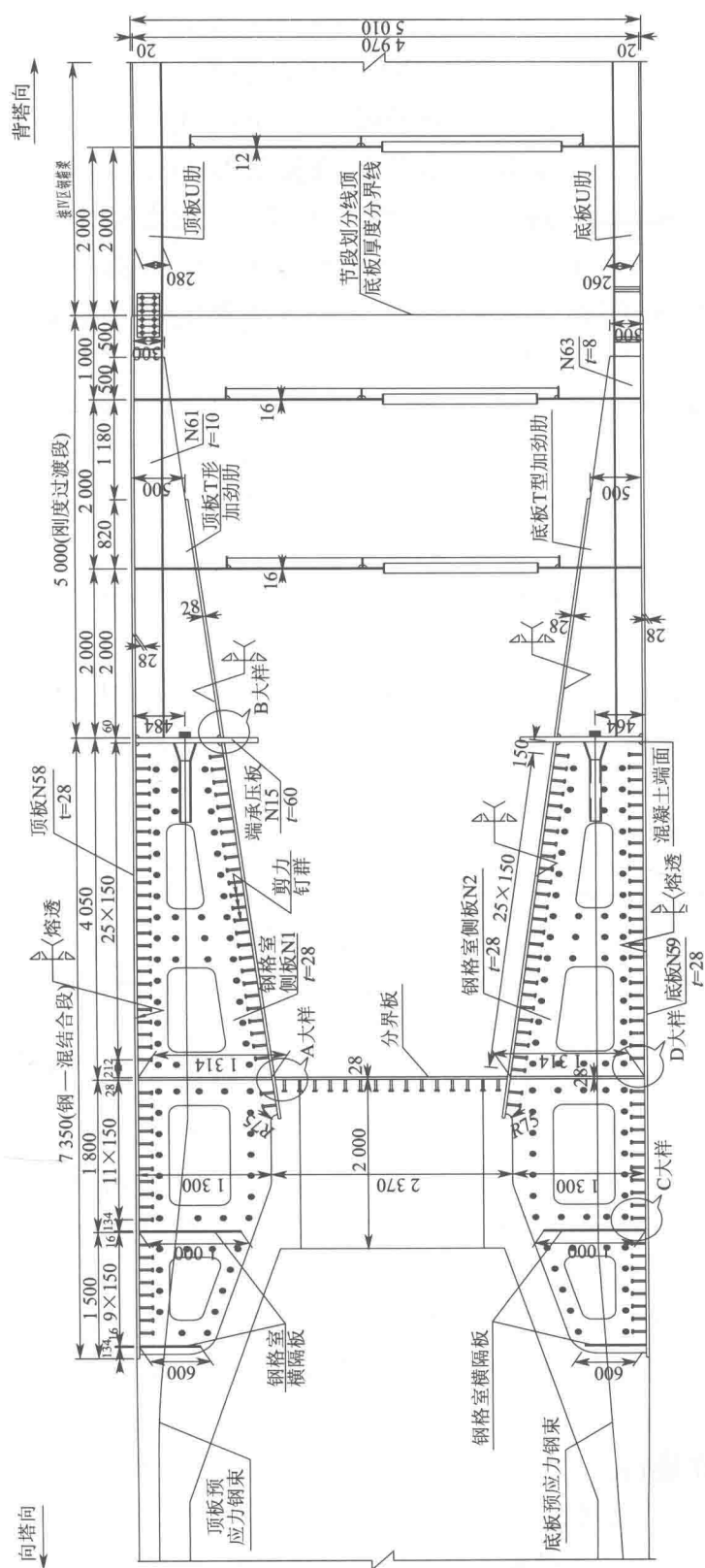


图 1.2.1-4 钢—混凝土段纵向连接剖面图(单位:mm)

钢箱梁的外轮廓钢板及中腹板均在端承压板处断开并焊接于端承压板上。钢箱梁的顶板延伸段上开设有便于灌注混凝土的孔洞。在钢箱梁的顶板、底板延伸段上垂直焊有顺桥向钢板,厚 14 cm。钢—混结合段顶板设有 27 个格室,底板设有 24 个格室,钢格室顶、底板厚 28 mm,纵隔板厚 16 mm;顶、底板设置 22 mm 的剪力钉以增强钢箱梁和混凝土梁之间的黏结;结合段内设两道横隔板,间距 1.366 m;腹板上开 $\phi 60$ mm 的孔,在孔中穿入 $\phi 25$ mm 的钢筋形成 PBL 剪力键,并通过这些 PBL 键和混凝土梁相连;此外钢梁和混凝土梁间设 60 mm 厚钢板作为承压板,并通过纵向预应力与混凝土梁连接。钢—混结合段断面图如图 1.2.1-5 所示。

2. 桥塔:甬江特大桥桥塔采用钻石型索塔,桥面以上索塔采用倒 Y 形,桥面以下塔柱内缩为钻石形。塔底以上索塔全高为 177.91 m,桥面以上塔高 141.5 m,桥面以下塔高 36.41 m,桥面以上塔的高跨比为 1/3.307。索塔纵向宽度由塔顶 9 m 线性加宽至塔底 12.53 m。桥塔立面布置如图 1.2.1-6 所示。

上塔柱斜拉索锚固区横桥向宽度为 9 m,采用单箱双室截面,顺桥向壁厚 1.4 m,横桥向壁厚 0.8 m。索塔锚固区配置纵、横向高强精轧螺纹钢筋,“#”字形布置。

中塔柱为两分离式倾斜塔柱,中心线倾斜度 1:8.840 8。单箱单室截面,每柱横桥向宽度为 5.0 m,顺桥向壁厚 1.4 m,横桥向壁厚 1.2 m。

下塔柱亦为两分离式倾斜塔柱,中心线倾斜度 1:5.635 5。单箱单室截面,每柱横向宽度由 5 m 渐变至 9 m,顺桥向、横桥向壁厚均为 1.5 m,底部加厚。

索塔四周设 100 cm $\times$ 30 cm 切角,上塔柱侧面自上而下设 200 cm 宽、20 cm 深的嵌槽。中塔柱和下塔柱在塔梁交接处设下横梁,下横梁采用等宽度变高度截面,截面宽 10 m,高 6~9.385 m。下横梁采用全预应力混凝土结构,配置 19- $\phi^{sl} 15.2$ mm 低松弛预应力钢绞线,锚固于索塔外侧臂上,圆形塑料波纹管成孔,真空辅助压浆。

3. 斜拉索与阻尼器:斜拉索采用抗拉标准强度 1 670 MPa 镀锌平行钢丝拉索,空间双索面体系,扇形布置,全桥共 100 对斜拉索。甬江桥索梁锚固结构采用双挑式钢锚箱的形式。斜拉索与索塔采用内置式钢锚箱的锚固方式,张拉端设置在塔内。斜拉索梁上间距 8~9 m,塔上索距(锚点竖向间距) 1.829~4.703 m。斜拉索设计使用寿命为 50 年。

斜拉索在梁端设外置式阻尼器以抑制风雨振,并在其下端 2.5 m 高的范

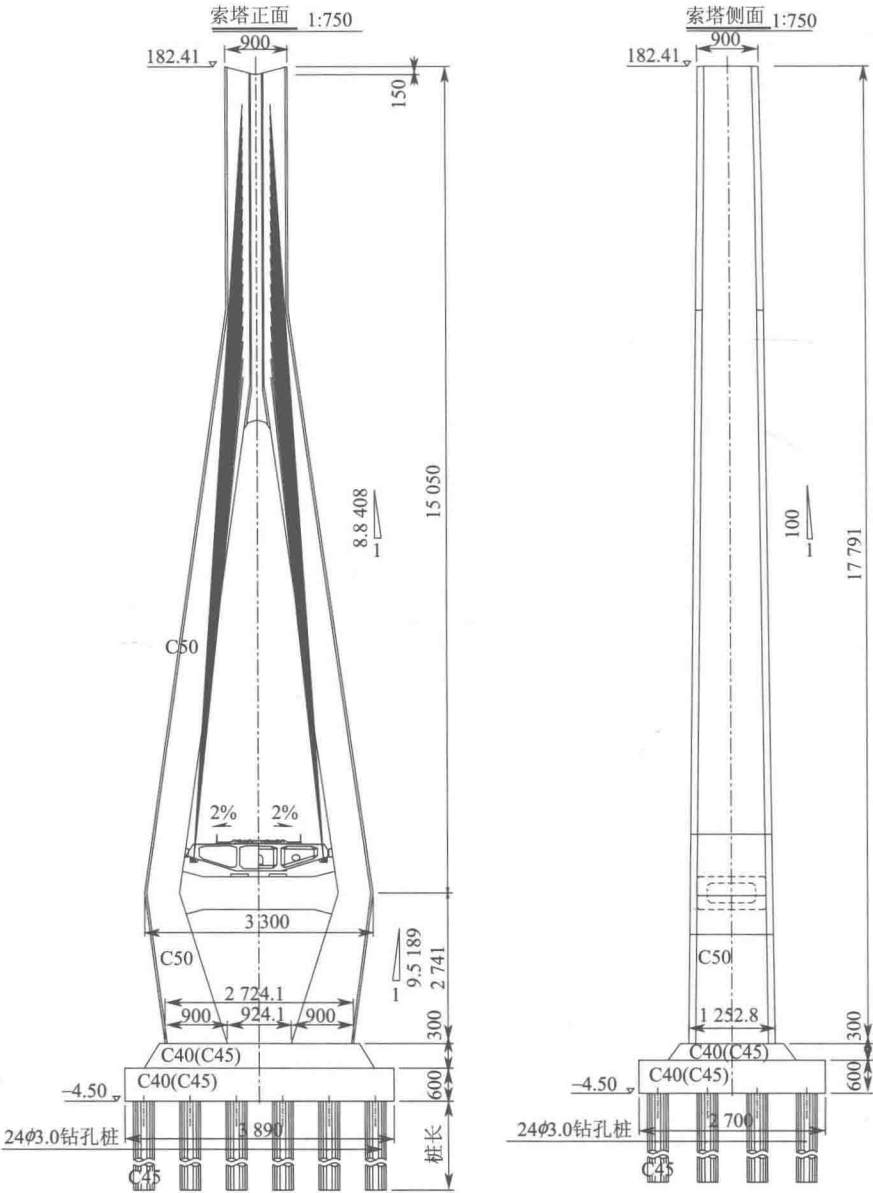


图 1.2.1-6 桥塔立面布置图(单位:cm)

围内外包不锈钢管。斜拉索最长(含锚具)268.8 m,最大规格为 PES(C)7—223,单根最大重量约 18 t(不含锚具和护套)。根据索力的不同,规格分别为 PES(C)7—223、PES(C)7—211、PES(C)7—199、PES(C)7—187、PES(C)7—163、PES(C)7—151,共设计 6 种规格的斜拉索。

所有斜拉索在塔锚固端、梁锚固端均设置配套式阻尼器(即内置式减振器)。内置式阻尼器与斜拉索(含两端冷铸锚)由斜拉索厂家成套提供,且必须与斜拉索两端预埋套筒的内径匹配,并确保牢靠固定于预埋套筒内壁。

S6~S25、M6~M25 斜拉索设置外置式阻尼器(共 160 套)。

阻尼器行程应满足 3 Hz 以下振型、且最大振幅为索长 $\pm 1/1700$ 时的要求,必要时应考虑限位措施以保护阻尼器不受破坏。内置式阻尼器通过预埋套筒与斜拉索连接。外置式阻尼器安装高度为:S6~S10、M6~M10 为 1.5 m;S11~S15、M11~M15 为 2.0 m;S16~S25、M16~M25 为 2.5 m。外置式阻尼器由连接杆、支座、杠杆和阻尼装置组成。钢箱主梁处外置阻尼器通过与预埋钢板焊接连接(预埋钢板与桥面板焊接连接),混凝土主梁处通过与预埋钢板焊接连接(预埋钢板焊连 $\phi 16$ 锚筋后混凝土主梁再浇筑)。

4. 钢锚箱:甬江桥索梁锚固结构采用双挑式钢锚箱(三维视图如图 1.2.1-7 所示)的形式,其构造与传统钢锚箱有所不同。该新型钢锚箱由 1 块锚垫板,1 块承压板,4 块支承板以及 8 块加劲板焊接而成。并且通过承压板与支承板的双侧焊缝分别与主梁边腹板和风嘴板焊接,形成一种由主梁边腹板与风嘴板共同承受索力的全新结构形式。

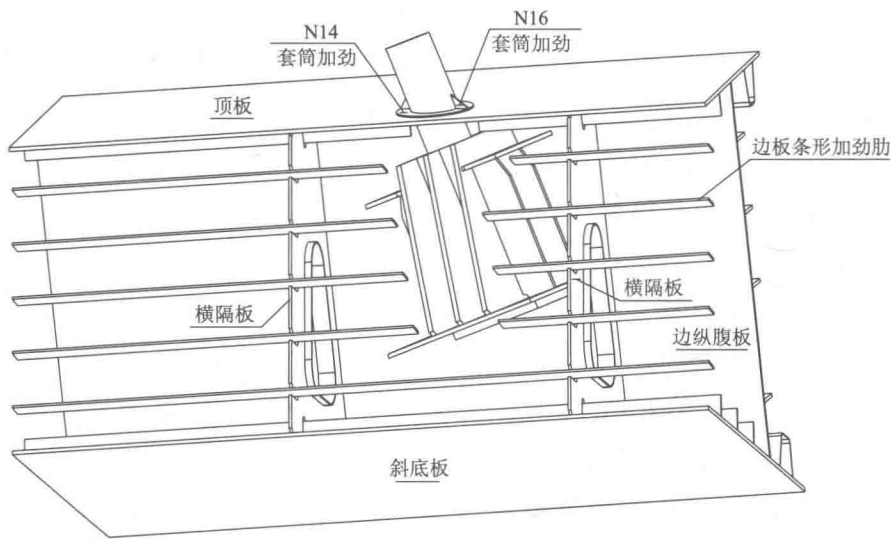


图 1.2.1-7 双挑式索梁钢锚箱三维视图(边板未示)

传统钢锚箱是将承压板、顶板和底板焊接在钢箱梁的边纵腹板上,单侧焊缝传力。而甬江桥钢锚箱由中间开圆孔的锚垫板,承压板,支承板以及各种加劲板(肋)构成,与边板、边纵腹板、顶板和斜底板通过焊缝围封,集结构功能与风嘴功能于一体,充分利用了桥面宽度,提高了结构横向刚度。其斜拉索传力途径为斜拉索→锚垫板→承压板→支承板→边纵腹板与风嘴斜腹板→钢箱梁,斜拉索力由两侧边板、边纵腹板的多道焊缝共同承担,表现为双挑式传力特征。该锚箱消除了以往锚箱索力与腹板存在偏心距,改善了承压

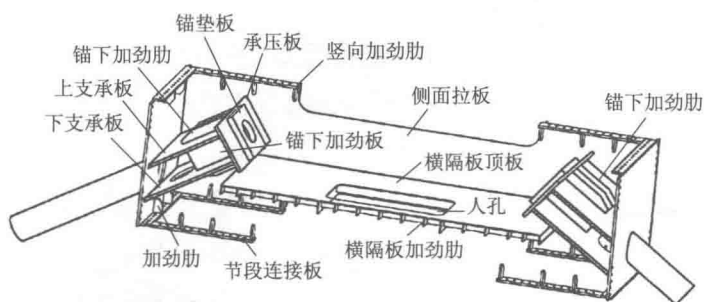
板受力状态。但由于锚箱支承板分别与风嘴板与边纵腹板连接,焊缝相对较多,焊接施工不太方便。在运营中的日常维护中,锚箱部分空间狭小,也给检查维护工作带来一定难度。

为减少现场高空预应力张拉和锚固定位施工困难,保证斜拉索—塔锚固区结构受力的可靠性和运营期的耐久性、安全性,桥塔锚固采用内置式钢锚箱。桥塔钢锚箱由锚垫板、承压板、上支承板、下支承板、锚下加劲板、侧面拉板、端板、横隔板、套筒等构成。两侧斜拉索的大部分水平力通过锚箱的侧拉板来平衡,部分水平力由塔柱承受,斜拉索竖直分力主要通过钢锚箱端部的剪力钉传递到塔柱混凝土中。钢锚箱侧面拉板板厚 25 mm,为方便施工和减轻吊装重量,拉板中间开有一定高度的空洞。侧面拉板外侧焊有竖向加劲肋,以增加钢锚箱钢板的竖向稳定性;端板与塔壁混凝土相连,板厚 40 mm,表面焊有剪力钉;支承板厚 40 mm,索力通过支承板传递至侧面拉板和端板上。由于斜拉索为空间索,拉索竖向角度通过支承板安装的斜度形成,水平角度由支承板加工形状形成;两块支承板间承压板、加劲肋板相连,形成强大的 π 形钢梁,用于承担索力的弯矩和剪力,上下支承板两侧亦焊有加劲肋;为保证侧面拉板的稳定性,在两块侧面拉板之间设置横隔板,为厚度 16 mm 带肋钢板,上面开有人孔,横隔板也作为检修平台,满足斜拉索张拉和维护检查的需要。全桥索塔钢锚箱共 96 节,节段最大吊重 29.6 t。桥塔内置式钢锚箱构造示意如图 1.2.1-8 所示。

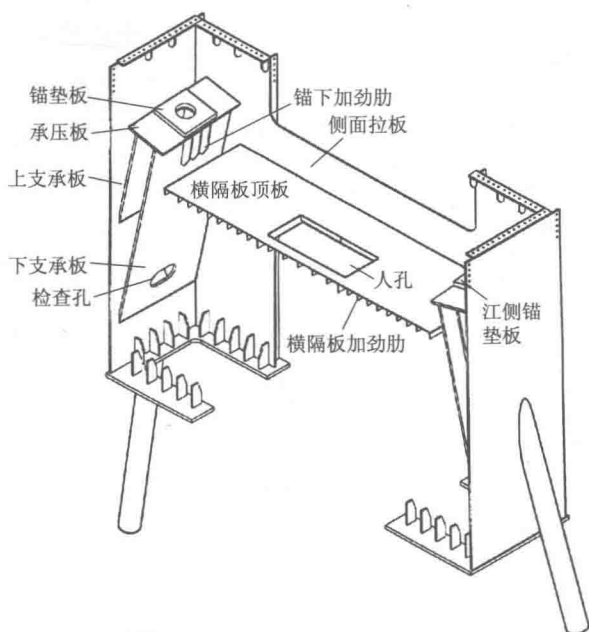
5. 场地及下部结构:甬江特大桥桥址属北亚热带湿润季风气候,多年平均气温 16.4 °C,桥面处设计基准风速 43.2 m/s。场址表层为第四系杂填土(Q_4^{ml})、第四系全新统海积(Q_4^m)黏性土和淤泥质黏性土,其下为第四系上更新统冲海积(Q_3^{al+ml})黏性土及冲洪积(Q_3^{al+pl})砂类土,下伏基岩为白垩系下统馆头组(Klg)泥质粉砂岩、燕山晚期火山岩(γ)玄武玢岩及燕山晚期潜火山岩($\lambda\pi y4$)流纹斑岩。场地土为软土~岩石,场地类别为Ⅳ类,100 年 10%地表水平动峰值加速度 0.131g,100 年 4%地表水平动峰值加速度 0.152g。

辅助墩及连接墩均采用 4.8 m×9.0 m 的矩形墩,桥墩截面四周自上而下设置 30 cm×30 cm 倒角,侧面自上而下设宽 420cm、深 30 cm 的嵌槽。辅助墩、连接墩承台尺寸为 10.6 m×14.6 m×3.5 m;桩基础均采用 12 ϕ 1.5 m 钻孔桩,按照顺桥向 3 排、横桥向 4 排布设,桩中心距 4 m,桩长 85.5~100.5 m。

两桥塔承台尺寸为 27 m×38.9 m×6 m,塔座为高 3 m 的楔形体(上截面尺寸为 15 m×28.9 m,下截面尺寸为 18.6 m×33.3 m)。桥塔墩基础均采



(a) 桥塔钢锚箱标准节段



(b) 桥塔钢锚箱底节段

图 1.2.1-8 桥塔内置式钢锚箱构造示意图

用 $24\phi 3\text{ m}$ 钻孔灌注桩,按照顺桥向 4 排、横桥向 6 排布设,纵向桩中心距 7.2 m ,横向桩中心距 6.7 m ,最大桩长 132.5 m ,要求桩端后压浆(以减小桩基的沉降量,降低工程风险)。

6. 支座:甬江特大桥 P1~P10 墩的竖向支座均为球型钢支座,在索塔处还设置横向抗风支座,抗风支座为盆式橡胶支座。全桥共 24 个支座。

索塔处:各设 2 个 CKPZ—Q32500ZX—Ⅲ(调整型)纵向支座、2 个 CKPZ—Q32500DX—Ⅲ(调整型)多向支座、4 个 CKPZ—KF8000—ZX—e250 横向抗风支座;P1 号辅助墩和 P10 号辅助墩:CKPZ—Q12500ZX—I(调整型)、CKPZ—Q12500DX—I(调整型)各设 1 对,P2 号辅助墩和 P9 号辅助墩:CKPZ—Q25000ZX—Ⅲ(调整型 1)、CKPZ—Q25000DX—Ⅲ(调