

Gonglu Gaojiaoqiao Xiangliang Jiagu
yu Zhongchengshi Gongqiao Jiance Shili



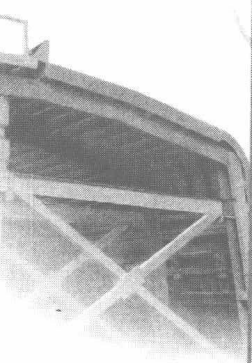
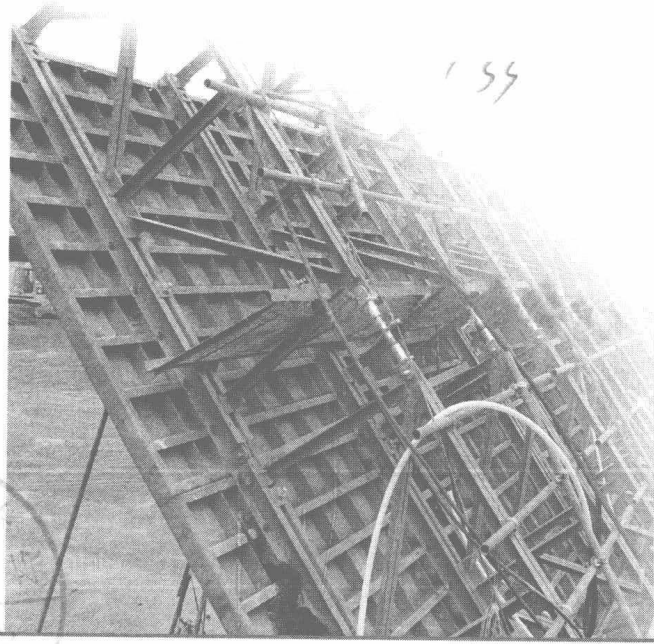
公路高架桥箱梁加固 与中承式拱桥检测实例

游子兰 主编
赵 伟 主审



人民交通出版社
China Communications Press

公路高架桥箱梁加固
与中承式拱桥检测实例



公路高架桥箱梁加固 与中承式拱桥检测实例

游子兰 主编
赵 伟 主审



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书共两章。第一章为某高架桥箱梁加固施工实例,第二章为某中承式拱桥检测各项内容、方法、目的、依据和标准。

本书可供从事桥梁检测、危桥加固技术人员和管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路高架桥箱梁加固与中承式拱桥检测实例 / 游子兰

主编. —北京:人民交通出版社,2009.9

ISBN 978-7-114-07978-8

I. 公… II. 游… III. ①公路桥:高架桥:箱梁桥—桥梁工程—加固②公路桥:中承式桥:拱桥—检测 IV. U448.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 153514 号

书 名:公路高架桥箱梁加固与中承式拱桥检测实例

著 作 者:游子兰

责任编辑:赵瑞琴

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:850×1168 1/32

印 张:3.875

字 数:80千

版 次:2009年10月第1版

印 次:2009年10月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07978-8

定 价:12.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

编 委 会

主 编：游子兰

主 审：赵 伟

编写人员：游 峰 李禹德 胡荣在 王 琼

朱 玥 徐胜堂 王恩成 侯志峰

王中栋 谢海珠

目 录

CONTENTS

第一章 公路高架桥箱梁加固实例	1
第一节 危桥调查	1
第二节 质量、安全、进度管理	2
第三节 箱梁裂缝处理	4
第四节 预应力钢绞线束施工	7
第五节 箱梁内铆粘钢板加固施工	17
第六节 碳纤维布粘贴施工	20
第七节 水泥基灌浆材料加厚腹板施工	23
第八节 植筋施工	26
第九节 梁底面修补施工	27
第十节 防水涂料喷涂施工	29
第十一节 加固材料主要技术指标要求	32
第十二节 主要分项工程施工工艺	36
附录1 水泥混凝土抗压强度	39
附录2 植筋拉拔试验	41
附录3 加固工程原材料试验	43
附录4 裂缝压力试验	44
附录5 水泥基灌浆料抗压强度	46
附录6 施工过程	48

第二章 中承式拱桥检测实例	55
第一节 大桥概况	55
第二节 检测评定的目的、依据和标准	56
第三节 检测评定使用的仪器设备	57
第四节 检测内容	58
第五节 桥梁现状普查量测及基本参数检测	59
第六节 桥梁荷载试验及有限元分析	86
第七节 桥梁结构损伤定位	106
第八节 结论及建议	115
参考文献	117

第一章 公路高架桥箱梁加固实例

随着社会的进步和交通运输事业的日益发展,汽车行驶速度和载重量都有了很大的提高,尤其是拖挂运输和集装运输车辆增多,现有公路桥梁中有相当一部分已满足不了使用上的基本要求,在不同程度上存在或多或少的安全隐患。为保证桥梁的设计使用寿命和满足交通运输事业日益发展的需要,防止交通事故的发生和桥梁缺陷的进一步发展,对旧桥进行技术改造、加固,提高其承载能力,势在必行。

第一节 危桥调查

该桥为分离式高架桥梁,分左、右半幅,半幅桥宽为 $11\text{m} + 2 \times 0.5\text{m}$,上部构造为 $5 \times 45\text{m}$ 单箱单室预应力混凝土等高连续梁,原施工采用顶推法施工。

在加固设计施工前对箱梁进行了裂缝及缺陷病害调查,左、右半幅各跨箱内、箱外均裂缝较多,箱梁实际裂缝总长 8871m 。且底板、顶板、腹板以及箱内各隔板都有不同程度的贯穿性裂缝,尤其是隔板上的贯穿性裂缝更为突出,裂缝宽度达到 1mm 以上。缝宽 0.1mm 以内的裂缝主要分布在箱梁内顶部部位,为

纵向细长缝;缝宽 0.1mm 以上的裂缝主要分布在箱梁腹部部位,为斜向受剪破坏裂缝;同时,隔板部位裂缝较大,均为纵向贯穿裂缝。另外箱梁内混凝土表面凹凸不平,尚有许多原施工用的模板未拆除,左、右半幅箱梁顶板和腹板以及墩身多处混凝土剥落,有露筋和渗水现象等。裂缝及病害调查采用“40 倍带光源读数显微镜”进行逐条观测和钢尺进行度量,对箱梁的原混凝土强度未作检测判断。

裂缝及病害调查为加固设计的进一步完善提供了有力的依据,也为施工方案的选择和施工顺序的确定提供可靠的依据。

第二节 质量、安全、进度管理

维修加固工程工期短、施工工艺流程复杂、分项工程多、施工难度大、技术含量高,为优质、高效地在合同工期内完成本合同的施工任务,抽调了素质高、业绩好、有加固施工经验的技术骨干和管理人员组建大桥加固工程项目经理部,安排有大型桥梁施工及工程加固经验的熟练技术人员组成施工队。

根据工程规模和特点,配足了施工所需设备、人员,并根据工程需要都及时安排到位。施工前组织上岗人员进行技术培训,编制项目计划书,对关键工序都作了重点控制,各分项工程开工前也做了人员技术培训和交底,加强了职工重视质量、安全、进度以及环境保护意识,确保本维修加固工程高效、优质、提前完成。

1. 质量管理

由项目经理牵头,项目副经理、总工程师、质检人员参加组

成的质量管理小组是工程质量管理的领导机构,负责组织实施、兑现工程质量目标,落实项目质量管理岗位责任制。

在人员安排上,抽调有大型桥梁施工及桥梁工程加固经验的熟练技术工人组成作业班组。在项目实施过程中,严格施工方案审批关和原材料进场关,各类原材料进场都在监理工程师旁站的情况下,按相关规范要求进行可抽样送检工作。在施工工地应设置试验室,试验室设备应有保证施工质量的相关设备。总之从思想上、组织上、技术上为加固项目施工质量打下了扎实基础。在项目实施过程中的质量监控管理和各分项工程成品检查验收中,为项目质检发挥了应有的作用。

2. 安全管理

安全包括桥梁自身结构安全和施工人员安全,项目管理过程中也是紧紧以此为中心的。结构安全从施工方案到施工质量严格控制,具体细致到材料的材质、加固的力学分析、吊篮的焊缝质量,施工中的钢筋位置、间距、型号、几何尺寸都做到严格把关。支模、混凝土的配合比、振动密实度和养护等做到严格控制和检查,确保施工中无安全、质量问题和停工、返工现象。人员安全也是项目管理的重点,根据加固桥施工特点,制订严格的安全管理制度,设置专职安全员并持证上岗。要求全体职工进入施工现场必须佩戴安全防护用品,严禁酒后上班。为职工购买防滑鞋、安全帽、安全带,安全管理做到奖罚兑现。在施工方案中,也把安全措施作为重点考虑,并在技术交底中作严格的要求。确保安全制度、安全措施的认真落实,严格按照安全技术操作规范和施工程序进行作业。从开始进场到工程完工,无安全事故发生。

3. 进度方面

项目管理在抓重点,安全的同时,丝毫不能放松对工期的管

理。从人员组织上,选择技术熟练、业务素质高的人员参加项目施工操作。在保证质量、安全前提下,实行分班、分组、加班、超时、超量作业。在施工组织上,每个环节都作出具体劳动力安排计划,尽量避免因工序不当造成停工、窝工、返工、待料等情况。严格按照计划操作,材料进场计划、设备进场计划必须服从于施工进度计划,并提前做好材料检验和设备维修保养,施工进度计划实行工期倒排,能平行作业的工序尽量采取平行作业方式进行,这样大大缩短工期,为提前竣工赢得宝贵时间。

第三节 箱梁裂缝处理

1. 根据设计要求,封缝处理、灌缝处理标准如下。

(1) 箱梁裂缝封缝处理

对缝宽小于 0.1mm 的裂缝采用表面涂刷环氧树脂浆液封缝处理。

(2) 压浆处理

对缝宽大于等于 0.1mm 的裂缝采用压浆处理。

(3) 对具有贯通性的裂缝处理方法,采用压浆处理,对短小裂缝采用表面封闭处理。

2. 表面封闭施工

(1) 清理裂缝处构件表面,用丙酮或二甲苯或酒精擦洗,待干燥后用排笔反复涂刷环氧浆液,每隔 3~5min 涂刷一次,涂层厚度 1mm 左右。

(2) 环氧浆液配制

环氧浆液组成材料用量用弹簧秤严格按比例称量,应保证

灌浆材料可沿缝适量渗入,一次配制量不宜过多,灌浆浆液变黏稠时不可再用。环氧浆液配比如表 1-1。

环氧树脂浆液参考配合比

表 1-1

主 剂	增 塑 剂	稀 释 剂		固 化 剂
环氧树脂 6101 号(E-44)(g)	邻苯二甲酸 二丁酯(mL)	二甲苯(或丙 酮)(mL)	甲苯 (mL)	乙二胺 (mL)
100	25	—	—	8~10

3. 压浆修补裂缝施工

1) 环氧浆液配方选择

根据设计提供如表 1-2 四种配方确定配比。

环氧树脂浆液参考配合比

表 1-2

主 剂	增 塑 剂	稀 释 剂		固 化 剂
环氧树脂 6101 号(E-44)(g)	邻苯二甲酸 二丁酯(mL)	二甲苯(或丙 酮)(mL)	甲苯 (mL)	乙二胺 (mL)
100	25	—	—	8~10
100	10	40~60	—	8~10
100	10	40~50	—	8~12
100	—	—	30~40	8~10

通过现场试验确定最终配合比,确定原则为既保证浆材具有可灌性,又要保证灌缝质量达到要求。

2) 压浆施工工艺流程

裂缝表面处理→埋设灌浆嘴→封浆→封浆检查→配制浆液
→灌浆→封口处理→检查

(1) 裂缝处理

灌缝前,应首先对裂缝进行处理,先用钢丝刷、角磨机清除裂缝表面的灰尘、浮渣、松散层;然后用空压机将裂缝中混凝土

碎屑、粉尘清除干净;再用毛刷蘸丙酮溶液,把沿缝两侧各 5cm 宽范围擦洗干净,并保持干燥。

(2) 埋设灌浆嘴

沿裂缝方向每隔 350 ~ 500mm 骑缝埋设灌浆嘴,当从 1 个灌浆嘴灌浆时,其他灌浆嘴可当作排气嘴使用。

将灌浆嘴先固定在预定的位置上,在灌浆嘴四周及外表面用厚约 5mm 的建筑结构胶将灌浆嘴密封、黏结好。

(3) 封缝

先用结构胶将裂缝表面填平,然后在裂缝上涂一层厚 5mm 左右、宽 50mm 的结构胶,结构胶涂抹时应严防产生小孔和气泡,保证裂缝、灌浆嘴封闭可靠。

(4) 检查

裂缝封闭后应进行压气试漏,检查密封效果。待封缝结构胶具有一定强度时,一般定为 24 小时。沿裂缝涂一层肥皂水,从灌浆嘴通入压缩空气,凡漏气处应进行修补,直至不漏气为止。

(5) 灌浆

灌浆压力和顺序:采用空压机、专用灌浆压力罐及注浆管组成的灌浆系统,按自上而下的次序,连接到注浆嘴上,逐个灌浆,灌浆压力为 0.2 ~ 0.4MPa。

停止灌浆标准:灌浆停止的标准为吸浆率小于 0.05L/min,再继续压注浆液 5min 即可停止灌浆,关闭进浆嘴阀门,并封闭该灌浆嘴。

记录内容:记录每条缝的进浆量和注浆所用时间、时刻,对进浆量小的应分析原因,采取有效措施,保证裂缝灌浆密实。

灌浆结束后,应及时清洗管道和灌浆设施。

(6) 封口处理

待缝内浆液达到初凝而不外流时,可拆下灌浆嘴,再用结构胶把灌浆嘴处抹平、封牢。

(7) 检验验收

灌浆结束后,应检查补强效果和质量,发现缺陷及时补救,确保灌缝质量。

用压缩空气或压力水检查灌缝是否密实。

对灌密封胶、封缝胶进行现场抽样检验,应满足设计要求标准。

现场进行了取芯检查,缝内胶液填充密实。

第四节 预应力钢绞线束施工

1. 施工准备

1) 材料准备

(1) 钢绞线采用 ASTM A416-92 标准 270 级、公称直径 15.24mm 的无黏结低松弛钢绞线,公称面积 140mm^2 ,标准强度 $f_{\text{ptk}} = 1860\text{MPa}$,控制应力 $\sigma_{\text{con}} = 0.6f_{\text{ptk}}$,张拉端选用 QM15-7, QM15-9 型锚具。钢绞线进场时附有钢绞线产品生产厂家的出厂合格证,复检合格证,然后进行钢绞线见证取样检查,产品质量必须符合 GB/T5224-2003 有关规定。

(2) 预应力锚具:因为本工程预应力中采用高强度低松弛钢绞线,对锚具的要求高。按照规范要求,锚具必须采用 I 类锚具:

锚具效率系数 $A \geq 0.95$

试件破断时的总应变 $\varepsilon_u \geq 2\%$

产品质量必须符合 (GB/T 14370—2000)《预应力筋用锚具、夹具和连接器》有关规定。

(3) 张拉端: 采用群锚, 由群锚锚具、锚垫板组成。

2) 机具、设备准备

工程预应力筋的张拉设备配备, 详见表 1-3。

表 1-3

编号	名称	数量	备注
1	千斤顶	6 台	张拉
2	油泵	6 台	张拉
3	切割机	4 台	配套锯电
4	角向磨光机	6 台	
5	电焊机	6 台	焊定位点
6	电盘线	10 套	
7	工具箱	5 个	常用工具
8	钢卷尺	10 个	测量张拉值

3) 技术准备

(1) 转向器、预埋钢管等安装就位, 其安装允许偏差符合设计及规范要求;

(2) 混凝土养护龄期达到 7 天并强度超过标准强度 90% ;

(3) 钢绞线材质证明书齐全, 按有关规定对钢绞线抽检强度、弹性模量、截面积、延伸量和硬度, 且抽检合格。锚具材质证明书齐全且抽检合格。检查每捆钢绞线有无不均匀初应力: 截取 2 ~ 3m 长的钢绞线, 在室内放置 24h 后, 检查

各钢丝是否仍为一个平面,如发生变化,说明钢绞线存在不均匀初应力,此类钢绞线禁止使用,应予退货。采用具有较高的防护处理钢绞线束,采用经实际工程检验具有较高可信度的成品钢绞线。

(4)千斤顶经过标定;

(5)对固定工班进行了技术交底及安全交底;组织预应力分项施工人员熟悉图纸,熟悉现场情况;

(6)熟悉张拉顺序;

(7)预应力张拉前,混凝土 7d 强度均符合设计要求(见附表 1)。

4) 人员组织

预应力分项施工作业人员全部经过严格的岗位培训,并持证上岗。根据设计图纸,进行无黏结预应力筋的具体施工。预应力工程的劳动力组织应充分考虑预应力施工特点,即存在各工种同时交叉作业,铺放时间限制严格,预应力筋张拉可能受工期约束等。根据综合考虑确定工程预应力施工人员安排见表 1-4。

表 1-4

对讲机	2 部,两端同时张拉指挥用
穿钢绞线束	10 人
张拉	10 人,其中两端对讲指挥 2 人
延伸量测量	2 人
记录	2 人
技术指导	钢绞线厂、锚具厂专业技术人员
技术总负责	总监理工程师,总工程师
安全	2 人

2. 施工方法及施工组织

1) 预应力钢绞线束的张拉施工工艺框图, 见图 1-1。

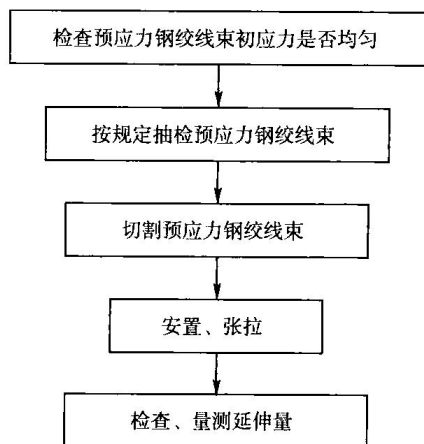


图 1-1

2) 施工方法

(1) 预应力钢绞线束的下料与组装。

预应力钢绞线束应按照施工图纸规定进行下料, 按施工图结构尺寸和数量, 考虑预应力筋的工作长度、张拉设备及不同形式的组装要求, 定长下料; 然后将各种类型的预应力筋按照图纸的不同规格进行编号堆放。预应力钢绞线束的下料设计计算尺寸见表 1-5。

(2) 钢绞线束应妥善放置并防止锈蚀。钢绞线束下料应用圆盘锯切割(严禁用电焊切割), 切割面应为一个平面, 以便张拉时检查断丝。

(3) 预应力钢绞线束张拉, 应在有经验的技术人员指导下由固定工班进行操作。每次张拉均应有完整记录, 并现场监理。

表 1-5

孔 号	预应力钢绞 线束编号	钢绞线束型号	单根长度 (m)	下料长度 (m)	根数
第 2 孔	Y4	15 - 7	47.268	48.868	4
	Y5	15 - 7	47.258	48.858	4
	Y6	15 - 7	47.258	48.858	4
第 3 孔	Y7	15 - 7	47.339	48.939	4
	Y8	15 - 7	47.339	48.939	4
	Y9	15 - 7	47.360	48.960	4
第 4 孔	Y4	15 - 7	47.268	48.868	4
	Y5	15 - 7	47.258	48.858	4
	Y6	15 - 7	47.258	48.858	4
第 5 孔	Y10	15 - 9	45.423	47.023	8

(4) 预应力张拉控制应力,应根据设计要求及施工规范的要求,考虑到预应力张拉中的各种应力损失。张拉时作超张拉,超张拉应力按 2% 计,张拉控制应力 $\sigma_{\text{con}}, \sigma_{\text{con}} = 0.6 f_{\text{ptk}} + 0.02 f_{\text{ptk}} = 0.62 f_{\text{ptk}}$ 。各种钢绞线张拉控制应力及控制张拉力如表 1-6。

预应力筋张拉控制应力及控制张拉力表 表 1-6

预应力钢绞 线束张拉编号	设计张拉伸长量 (m)	施工控制张拉伸长量 (m)	张拉应力 (MPa)	控制张拉力 (N)
Y4	0.1327	0.1247 ~ 0.1406	1138.32	1203204
Y5	0.1327	0.1247 ~ 0.1406	1138.32	
Y6	0.1327	0.1247 ~ 0.1406	1138.32	
Y7	0.1329	0.1249 ~ 0.1408	1138.32	
Y8	0.1329	0.1249 ~ 0.1408	1138.32	
Y9	0.1329	0.1249 ~ 0.1408	1138.32	
Y10	0.2482	0.2333 ~ 0.2631	1138.32	1546526

注:此表内伸长量的控制是按照设计图纸上伸长量的 $\pm 6\%$ 进行计算。