

GONGLU GONGCHENG GONGFA HUIBIAN

公路工程工法汇编

(2011)

下 册

中国公路建设行业协会 编



人民交通出版社
China Communications Press

Gonglu Gongcheng Gongfa Huibian

公路工程工法汇编

(2011)

下册

中国公路建设行业协会 编

人民交通出版社

内 容 提 要

为提高公路施工水平和工程质量,完善公路工程标准规范体系,中国公路建设行业协会组织编写了《公路工程工法汇编(2011)》。本书收录了150项有关公路路基、路面、桥梁、隧道、交通工程和公路养护的最新施工工艺和施工技术。汇编的工法符合国家公路工程建设的方针、政策和标准,具有先进性、科学性和实用性,对公路工程施工技术人员和管理人员有很好的借鉴指导意义。

本书主要供公路工程施工与管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程工法汇编(2011)/中国公路建设行业协会编. --北京:人民交通出版社,2012.3

ISBN 978-7-114-09666-2

I. ①公… II. ①中… III. ①道路工程—工程施工—规范—汇编—中国—2011 IV. ①U415-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第032705号

书 名:公路工程工法汇编(2011)(下册)

著 作 者:中国公路建设行业协会

责任编辑:曲 乐 岑 瑜 郑蕉林

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.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757969, 59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:43.5

字 数:1333千

版 次:2012年3月 第1版

印 次:2012年3月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09666-2

定 价:240.00元(上、下册)

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

中国公路建设行业协会文件

中路建协[2011]92 号

关于公布 2011 年度公路工程工法的通知

各有关单位：

根据《公路工程工法管理办法》(2010 年修订),我协会组织专家对有关单位申报的 2011 年度公路工程工法进行了评审,并经公示,审定 150 项为 2011 年度公路工程工法,现予公布。

希望各单位继续贯彻落实科学发展观,重视公路工程工法的管理工作,在工程建设实践中及时总结重点、难点项目的先进施工经验,积极采用新技术、新材料、新工艺和新设备,以工法开发为契机,增强施工企业的科技创新能力,不断提高我国公路工程建设的施工技术水平和工程质量。

附件:2011 年度公路工程工法名单(略)

二〇一一年十二月二十八日

抄送:交通运输部公路局;各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团交通运输厅(局、委);天津市市政公路管理局

前 言

受交通运输部委托,中国公路建设行业协会组织开展了2011年度公路工程工法管理工作。2011年共审定150项公路工程工法,其中:路基工程19项,路面工程21项,桥涵工程74项,隧道工程20项,交通工程7项,工程养护9项。

这些工法是我国公路建设从业单位科技创新成果的具体体现,是广大工程技术人员对先进施工方法的科学总结。总体上看,这些工法均已经通过工程实践检验,创新成果显著、实用性强。工法是现有标准规范的延伸和补充,是指导公路工程施工管理的操作细则。为使广大公路工程技术人员及时学习这些先进的施工技术,积极推广应用工法,不断开发总结更为先进的施工技术,同时以工法开发为契机,不断增强施工企业的科技创新能力,切实提高我国公路工程建设水平和工程质量。我们将评审通过的工法汇编成书,把近些年公路建设中先进的科技创新成果展现给读者,以此激励从业单位和工程技术人员继续坚持科技创新,促进资源节约型和环境友好型交通运输行业健康发展。

本工法汇编,凝结了工法完成单位和工程技术人员辛勤劳动和汗水,体现了公路建设行业有关专家的集体智慧。程树本、杨昀、许和平、吴全立、刘元炜、许建盛、刘鹏、徐国庆和人民交通出版社的同志为本书的汇编和校稿做了大量的工作,在此我们一并表示诚挚的谢意!在汇编过程中,尽管我们作了很大的努力,但由于时间紧迫,水平有限,加之又是一本专业性比较强的书籍,难免会出现一些疏漏或错误之处,敬请广大读者批评指正。

本工法汇编,施工技术含量高、应用广泛、内容翔实、图文并茂,文字表达准确,能指导公路建设工程的施工与管理,是公路建设从业单位工程技术人员必备工具书;同时也可供科研、设计、教学等单位从事土木建筑专业的技术人员学习与参考。

中国公路建设行业协会
二〇一二年二月十日

目 录

上 册

路 基 篇

“土夹石”、“泥包石”地质路基施工工法	刘景宝	陈大华	武振国	等(3)
公路工程非爆作业区液压破碎锤开挖石方施工工法	李燕俊	王之康	张 平	等(12)
现场“密度桶法”确定大粒径砂砾料压实标准工法	王星照	赵继成	李 晨	等(18)
风积沙地区下伏采空区高速公路路基施工工法	李文华	高文宗	周宏伟	(27)
海上疏港公路路基抛石施工工法	何正省	葛卫国	应汉林	等(38)
水下土工布铺设施工工法	吴明明	方良斌	余建辉	(45)
冻土地区泥沼路基换填片石及碎石冲击碾压施工工法	臧正闽	姚敏琪	章 莹	等(51)
高频液振水泥土插芯组合桩施工工法	史生军	肖 剑	梁彦伟	等(58)
干振复合桩施工工法	段 磊	李 斌	许礼金	等(68)
软弱地层套管护孔二次高压注浆预应力锚索施工工法	聂 伟	蔡 玮	刘长剑	等(75)
富冰冻土碎石桩复合路基施工工法	李洪林	赵 兢	杨继禹	等(81)
振冲碎石桩公路路基处理施工工法	王信棠	陈德根	张来兴	等(88)
长板—短桩组合处理软土路基施工工法	陈国建	成万更	肖丽君	等(94)
水沟、电缆槽盖板预制构件钢模箱施工工法	刘学云	王在杭	蔡从兵	等(101)
高寒地区潜水型涎流冰路基施工工法	杨士杰	崔云财	孙志利	等(107)
挡土墙及路肩墙水泥混凝土抗滑桩施工工法	刘 刚	崔书东	李洪林	等(111)
柔性生态加筋挡墙施工工法	李卫炎	杨昌能	孔庆林	等(119)
带刚性支撑的柔性挡土墙施工工法	贾栓昌	张满儒	祁 伟	等(125)
框架锚杆防护施工工法	蔡明征	魏华彬	王 军	等(132)

路 面 篇

低剂量抗裂型水泥稳定碎石路面基层施工工法	周德林	米素兰	刘 川	等(141)
二灰旧路料底基层再生施工工法	李洪林	卢立军	赵 兢	等(151)

SOILFIX 聚合物固化碎石基层施工工法	刘新玉	张新天	高金岐	等(157)
掺加旧路沥青混凝土破碎粒料水泥稳定级配碎石基层施工工法	孙志利	张焕冬	孙雪辉	等(167)
低温陶瓷胶凝材料固化典型砂土基层施工工法	张志科	张勇强	陈永胜	等(175)
建筑废弃物再生固化基层施工工法	蒋成金	李 忠	黄元斌	等(182)
超厚水泥稳定粒料基层施工工法	平长德	张文臣	许丽辉	等(190)
高温差地区 SBS 现场改性沥青混凝土路面施工工法	聂满意	王根强	李延盛	等(197)
高速公路多桥隧沥青路面接缝处理施工工法	杨 渭	郑宗利	赵永伟	等(207)
公路匝道及加宽渐变段沥青混凝土面层施工工法	岳永和	张占旭	曹德庆	等(215)
湖沥青改性沥青混合料路面施工工法	朱学丰	叶 峰	高雪平	等(226)
破碎砾石沥青混合料施工工法	张 勇	李红专	杨国良	等(234)
基于“转运—摊铺”的沥青路面防离析施工工法	刘 涛	杨东来	黄 兴	等(243)
公路防水抗裂层施工工法	李来宾	霍玉娴	吕世玺	等(255)
沥青路面纤维增强应力吸收层施工工法	李国锋	刘朝成	王启明	等(269)
温拌沥青玛蹄脂碎石隧道路面施工工法	李青林	黄颂昌	柳 浩	等(277)
高寒地区沥青玛蹄脂碎石路面面层施工工法	韩秋菁	张立翰	李金杰	等(290)
热拌环氧沥青混凝土钢桥面铺装施工工法	曾利文	杨东来	李俊均	等(300)
高寒地区高性能沥青路面施工工法	王大桅	杨士杰	苗海龙	等(310)
现代优质沥青路面施工工法	陆学元	杨吉文	杨 勇	等(321)
水泥混凝土路缘石滑模施工工法	郭树明	王繁星	刘峻青	(336)

桥 梁 篇

自平衡下沉大直径管桩(小型沉井)施工工法	刘 晖	逯 平	段鹏俊	等(343)
卵石层大尺寸钢混结合沉井施工工法	田连民	应 虹	钱 江	等(358)
钢板桩围堰混凝土封底二次补救施工工法	唐亚坤	赫荣久	陈亚光	等(370)
变化水位强透水性圆砾层深基坑施工工法	高晓忠	朱长城	颜旭旺	等(375)
地下连续墙铣接法复合成槽施工工法	谭立心	程建阳	徐 科	(383)
河漫滩深基坑桩基支护施工工法	金文昌	夜国光	熊世银	等(391)
“双子母锁”钢板桩围堰水中承台施工工法	蒋红星	潘江波	周联英	等(396)
涌潮条件下吹砂围堰水中承台施工工法	周联英	蒋红星	姜锡东	等(405)
预制混凝土底板单壁周转型钢套箱施工工法	李 文	黄天贵	李 凡	等(413)
利用打桩船插打钢护筒搭设钻孔平台施工工法	谢建花	黄雄飞	宁艳玲	等(420)
钻孔灌注桩袋装防腐混凝土施工工法	张文顶	郑庆军	高诗文	等(429)
深埋硬岩地层嵌岩桩旋挖钻机成孔施工工法	周联英	蒋红星	姜锡东	等(443)
抱压式静压预应力管桩施工工法	吕会军	林崇飞	王荣全	等(453)
岩溶发育地区深水大直径深孔桩基施工工法	张建国	温 智	董 琪	(462)
帷幕压浆处理特大桥主桥多层溶洞施工工法	帅建国	封令民	罗光财	等(470)

钻孔灌注桩超深度缺陷压注混凝土处理施工工法	陈儒发	毛志坚	钟建锋	等(476)
大直径深孔钻孔灌注桩桩底后压浆施工工法	李海鹏	许 茂	郝 猛	等(486)
高墩临时劲性骨架液压顶升爬模施工工法	蔡明征	叶方谦	潘诚文	(491)
大跨深水桥墩裂缝水下修复施工工法	王 祥	牟行勇	曹 瑞	等(498)
C80 钢管混凝土微膨胀控制及制备施工工法	朱国燕	江 军	张小军	等(506)
基于温控变截面连续箱梁桥 0 号块混凝土施工工法	吴旭初	朱培良	王方远	等(516)
钢桁拱桥拱上吊机悬臂施工工法	汪存书	李 鹰	罗锦刚	等(524)
大跨径变截面连续梁桥静力切割拆除施工工法	姜传刚	吴 威	朱慈祥	(538)
山岭地区场地条件恶劣下的高墩骑墩式门架桥梁提升施工工法	张开顺	程 勇	余 斌	等(549)
现浇钢筋混凝土空腹拱圈施工工法	刘 雄	张建国	李新波	等(559)
全长 880m 钢箱梁连续多点顶推施工工法	徐 军	吴 洪	孙晓俊	等(565)
先梁后拱钢管拱竖向提升施工工法	谢卜均	伍文会	张明书	等(575)
桥梁墩顶转体施工工法	徐升桥	刘永锋	李国强	等(584)
波形钢腹板预应力混凝土连续箱梁桥现浇施工工法	段建国	张克治	王军海	等(598)
斜拉桥钢混叠合梁施工工法	王海波	陈 超	关荣财	等(613)
双斜钢拱塔原位无支架拼装施工工法	朱长城	苟祖宽	王学明	等(619)
大跨度钢桁拱梁膺架法半悬臂架设施施工工法	罗 桃	龙 伟	毕朝阳	等(626)
钢筋混凝土箱拱预制施工工法	黄绍结	蒙立和	李绍衡	等(638)
整体拆装折叠式钢内模预制空心板梁施工工法	朱剑宏	欧纲军	钟 华	等(647)
斜腿刚构支架现浇施工工法	刘 雄	张建国	李新波	等(654)
纸芯模预制空心板梁施工工法	李友林	白 义	蓝 清	等(662)

下 册

移动模架现浇箱梁冬季施工工法	高占波	单志利	关荣财	等(673)
梁式桥现浇悬臂连续箱梁合龙段施工工法	唐 鹏	赵 鲁	徐 浩	等(685)
斜拉桥无索区落地支架安装主梁冬季施工工法	陈 超	王 艳	王海波	等(695)
高性能预应力管道灌浆料压浆施工工法	胡先宽	储根法	许 亮	等(702)
斜拉桥中跨基于合龙缝控制的合龙段施工工法	欧阳钢	万 华	林立军	等(708)
斜拉索塔端全软牵引挂索施工工法	欧阳钢	万 华	林立军	等(717)
大跨径三向预应力混凝土箱梁拆除施工工法	何文涛	卢 方	潘忱成	等(726)
应急救援专用悬臂推进钢桥快速架设施施工工法	张海奎	张继锁	夏孝畬	等(733)
空心板电动液压落梁施工工法	魏河广	吴宏宇	潘正华	等(741)
Y 形刚构桥三角区结构施工工法	王为凯	宋良友	李海杰	等(752)
“先拱后梁”成桥方法下系杆临时索安装和初张拉施工工法	潘相庆	王为凯	张玉敏	等(775)
小半径曲线箱梁移动模架施工工法	傅柏先	赵根生	周焕涛	等(791)

利用前支点挂篮施工 PC 斜拉桥 0 号块工法	林 伟	倪 红	张 捷	等(802)
组合支架连续刚构桥 V 形斜腿及其上箱梁整体现浇施工工法	吕会军	林崇飞	童欢平	(811)
高墩桥侧吊装梁板施工工法	黄群开	徐伟锋	蔡 毅	(819)
小跨径梁异型拱空心钢管拱肋施工工法	廖纪明	颜 康	徐树良	等(825)
现浇箱梁 0 号块托架反支点预压施工工法	胡新伟	王 琛	裴庆柱	等(834)
斜拉桥组合梁段悬拼吊机安装施工工法	刘 晟	李英俊	高 冲	等(842)
大跨度钢箱叠拱桥“先梁后拱”施工工法	谢建国	傅鑫彬	郝良秋	等(856)
宽幅混凝土桥面铺装全断面施工工法	翁艾平	徐建国	单亚钢	等(871)
钢管混凝土斜靠式拱桥拱肋施工工法	张水根	郭思敏	欧代军	等(880)
后张预应力 T 梁活动钢台座新预制施工工法	叶水标	胡兵良	金 凯	等(891)
拼装组合式制梁底座施工工法	刘五一	曹会芹	王 华	等(898)
吊模现浇中承式拱桥桥面施工工法	陈 魁	宋德洲	徐晓彬	等(904)
悬架式高频整平机箱梁顶板及桥面铺装一体化施工工法	李仕龙	徐苗华	王世昌	(910)
桥涵单板受力工程简化铰缝连接构造和控制新浇混凝土层产生扰动裂缝施工工法	刘柏林	贾锁忙	韩永红	等(916)
纵向 D 型模数式伸缩装置施工工法	安红山	武振国	牛登文	等(923)
预应力混凝土管桩法兰式接头施工工法	吴显华	张盛创	王 君	等(927)
钢筋除锈、调直、下料一体化施工工法	王在杭	角述宾	孔建华	等(932)
轮胎式运梁车运梁施工工法	周红星	吴其静	吴确敏	等(938)
体系转换加固简支 T 梁施工工法	李浏斌	吕志勇	郑荣毅	等(944)
旧桥改造中原桩基础利用施工工法	孟昭晖	徐 霖	李成现	等(956)
高速公路桥涵构造物群泵送混凝土集约化施工工法	张以群	杨敏琦	王生楠	等(976)
斜拉桥旧索快速拆除施工工法	周孝余	李金星	沈文悦	等(985)
水压爆破拆除预应力连续箱梁桥施工工法	吴 洪	陆亚东	赵 旻	等(990)
浮吊法快速拆除水上刚架拱桥施工工法	廖善民	王国民	张永春	等(1001)
采用钢模台车进行拱涵拱圈施工工法	郝晋新	李 勇	杜永清	等(1006)
桥梁工程饰面清水混凝土施工工法	钟建锋	曾德子	何 畅	等(1014)

隧 道 篇

双连拱隧道正洞台阶开挖施工工法	王 慧	胡 勇	马佛领	(1025)
公路隧道圆形通风竖井全断面爆破开挖施工工法	胡学良	洪祥水	金 凯	等(1034)
公路隧道贯穿型溶洞跨越式桥梁施工工法	刘 刚	汪兴旺	邢洪春	等(1044)
长距离全断面富水砂层土压平衡盾构施工工法	包世波	毕树峰	刘宝许	等(1053)
风积砂隧道导向水平旋喷桩支护施工工法	蔡 爽	朱家稳	何复生	等(1064)
破碎岩体无止浆墙快速帷幕注浆施工工法	谢文清	杨龙伟	辜文凯	等(1073)
小导洞超前分部开挖施工工法	党世伟	于海涛	杨汤强	等(1080)
复杂地质条件下高瓦斯隧道施工工法	张开顺	向 丹	李 勇	等(1089)

小间距大跨浅埋暗挖水下隧道施工工法	任国宏	欧阳刚杰	黄 伟	等(1101)
特大断面隧道双侧壁导坑六部开挖施工工法	杨 翼	熊庆华	桂金本	等(1111)
连拱隧道中隔墙整体衬砌台车施工工法	吴官钦	王在杭	起天武	等(1120)
隧道内可移动仰拱栈桥仰拱施工工法	杨 忠	但 东	林 茂	等(1128)
火山凝灰岩大断面隧道喷锚衬砌施工工法	怀平生	焦 钢	王兴林	(1136)
隧道软弱围岩二次衬砌施工工法	廖建军	张灵吉	蒋华龙	等(1145)
化灌电防渗隧道渗漏水处治施工工法	李国锋	母其章	唐谷祥	等(1152)
特长公路隧道无风门巷道式通风施工工法	李建军	张凤华	郑 捷	等(1161)
超长连续溶蚀断层破碎带及软岩大变形隧道施工工法	张立丰	刘运平	张焕成	等(1170)
超大直径盾构穿越浅覆土水下隧道施工工法	王守慧	王华伟	陈 健	等(1182)
超大直径盾构隧道常压下盾构刀具更换施工工法	王守慧	王建华	王华伟	等(1193)
孔口密封钻杆后退式分段注浆工法	李治国	付仲润	刘坤昊	等(1207)

交 通 工 程 篇

波形梁护栏施工工法	张宏武	王 军	杨胜波	等(1217)
交通标志施工工法	周景新	张春秋	王金发	等(1222)
公路中央分隔带混凝土组合式护栏施工工法	叶 青	孙 武	肖付刚	等(1228)
MMA 双组分喷涂型标线施工工法	薛晓东	杜利民	关腊生	(1235)
采用焊接工艺的大型标志牌底板加工工法	卢 兵	张小弟	徐国权	(1241)
桥梁钢护栏制作安装施工工法	戚荣林	丁瑞雄	赵剑锋	等(1249)
螺栓球节点网架承重单元拔杆提升施工工法	何俊才	刘 悦	唐建勇	等(1257)

公 路 养 护 篇

柔性微表处路面养护施工工法	董华均	张咏梅	陈 斌	等(1267)
大粒径透水性沥青混合料柔性基层施工工法	臧正闽	章 莹	汪顺利	等(1278)
MOH 材料处治高速公路桥头跳车施工工法	侯曙光	岳学军	侯 强	等(1291)
沥青路面车辙病害浅层铣刨薄层加铺施工工法	陈正发	单 岗	丁优松	等(1302)
轻集料混凝土旧桥面铺装施工工法	钱 亮	陈晓芳	田晓霞	等(1310)
拟合纵坡设计竖曲线铣刨摊铺处理桥头跳车施工工法	王任群	刘巧军	王 虎	等(1320)
桁架整体提升钢箱梁更换支座施工工法	廖纪明	丁少华	王 竺	等(1336)
高速公路桥梁异型钢伸缩缝 HL-KM 维修施工工法	单 岗	曹根富	丁优松	等(1342)
预应力碳纤维加固桥梁混凝土结构施工工法	单 岗	陈正发	王侠伟	等(1348)

移动模架现浇箱梁冬季施工工法

GGG(黑)C3077—2011

高占波 单志利 关荣财 姜英民 陈彦君

(黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司)

1 前言

国内桥梁施工引进移动模架箱梁逐孔现浇技术已经近 20 年,在我国北方高寒地区,现浇箱梁逐孔施工也被越来越广泛地应用到桥梁施工中,北方高寒地区的特点是施工期短,如黑龙江地区的施工期只有 6~7 个月。黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司在哈尔滨市道外二十道街松花江大桥及引道工程施工中应用了移动模架现浇箱梁冬季施工技术,充分利用冬闲时间进行现浇箱梁施工,加快了工程进度,缩短了总工期,使投资尽快获得回报,使工程尽快服务社会,创造了较大的社会效益。总结以上施工经验,形成本工法。经黑龙江省交通厅专家组鉴定,本工法处于国内领先水平,哈尔滨市道外二十道街松花江大桥及引道工程获 2010 年度黑龙江省建设工程龙江杯奖、2010~2011 年度中国建设工程鲁班奖。

2 工法特点

2.1 移动模架采用液压系统原理可进行平移及纵移,一次安装成功后可以连续逐孔浇筑,节省了大量的人工安装费。大型现浇箱梁的模板制作标准高、成本高,但使用移动模架每幅只需加工一套模板,可以重复使用,降低了施工成本。

2.2 全部结构安装采用高强螺栓连接,加工精度满足现场快速安装要求。结构设计充分考虑人工操作所需的安全空间,并且该移动模架可以设防雨罩棚、保温棚,可冬期施工,最大限度地缩短了施工工期,有效保证了工程质量。

2.3 采用移动模架施工,所有操作全部在上部进行,较支架现浇施工可以减少地面占用量,不用浇筑支架基础混凝土,也避免了大量的拆迁费和占地费,降低了施工成本。同时保证了河道及道路的畅通,适应了对环保要求高的城市或风景区施工的要求。

2.4 采用移动模架逐孔现浇施工的箱梁与采用支架法整联现浇施工的箱梁相比,其结构体系转换过程相对复杂,施工步骤较多,施工控制要求较高,特别是在恶劣的冬季严寒条件下,利用移动模架主梁及外模板作为骨架搭设的保温暖棚,可随移动模架进行整体移动,减少重复搭设暖棚的费用,更具经济性和适用性。

2.5 移动模架为可移动式,消除了跨河、跨路、跨峡谷、跨高山时搭设普通支架时的各种不安全因素,在冬季施工过程中,保温大棚利用移动模架主梁、外模板作为框架,形成安全保护屏障,避免了各种安全事故的发生。

2.6 施工中可保证箱梁的外观质量符合设计及规范要求,避免了现浇箱梁中的错台及不均匀沉降而引起的箱梁混凝土的开裂现象,同时先进的温控技术也保证了箱梁混凝土的质量。

3 适用范围

本工法适用于逐孔现浇箱梁及类似结构工程在冬季施工。

4 工艺原理

4.1 北方高寒地区施工期短,应用移动模架现浇箱梁冬季施工,可延长施工期。

4.2 利用移动模架主梁及外模板作为骨架搭设暖棚,暖棚随移动模架整体移动,暖棚采用两层军用棉毡密封,棉毡内外各设置一层塑料布作为防水层,既保暖又防雪。

4.3 采用先进的温控技术进行箱梁混凝土施工温度控制及混凝土养生温度控制,保证了混凝土施工质量,实现了现浇箱梁的冬季施工,加快了施工进度,缩短了总工期。

5 施工工艺及操作要点

5.1 施工工艺流程图(图1)

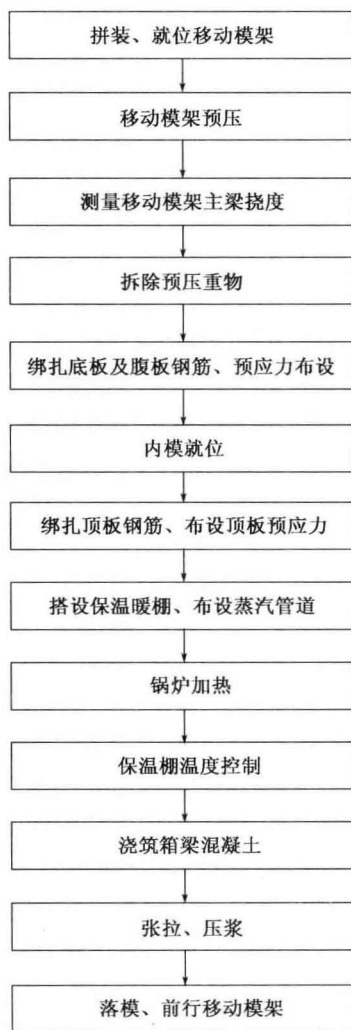


图1 施工工艺流程图

5.2 施工操作要点

5.2.1 移动模架的拼装、就位

移动模架采用在墩下进行拼装,然后利用放置在墩顶的扁担梁将移动模架吊装就位(支腿在移动模架主梁被吊起后安装于墩身承台上)。

移动模架是箱梁施工的设备,主要由模板系统、承重系统(牛腿、主梁、横梁、竖向千斤顶)、移动系

统(倒梁、横移油缸、滑移小车)组成,具体见图2。

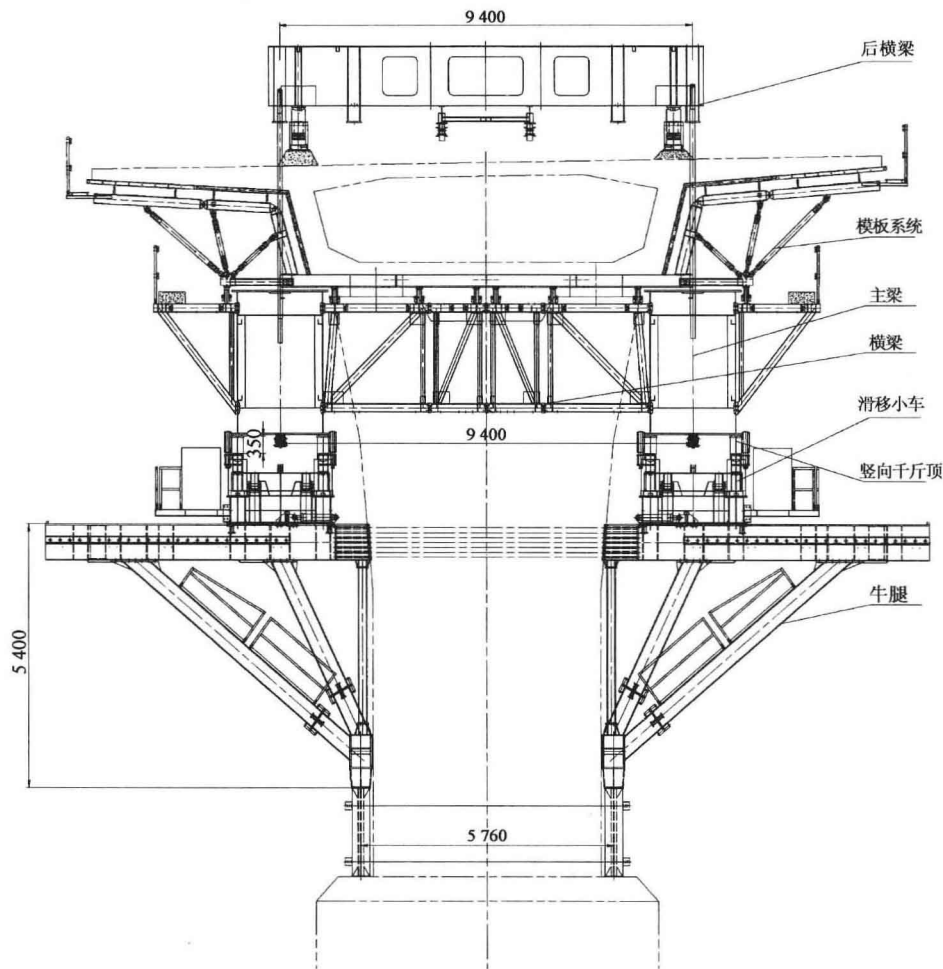


图2 移动模架总装图(尺寸单位:mm)

移动模架安装采用整体吊装的形式,即在地面组拼,通过墩柱架设的悬臂梁作为吊装主梁,精轧螺纹钢作为吊带,采用液压千斤顶多次顶升锚固,吊装到位,见图3。

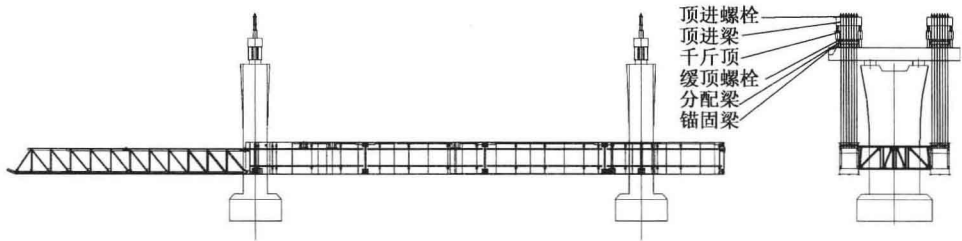


图3 移动模架吊装示意图

5.2.2 移动模架吊装计算

1) 荷载分析

自重计算如下。

单侧主梁1:257kN;单侧主梁2:271kN;

单侧主梁3:299kN;单侧主梁4:271kN;

后倒梁:123kN;模板系:1330kN;

横梁及行走平台:250kN。

合计:280kN。

根据本吊装的特点,基本计算参数参照软钩吊车梁计算要求,取如下系数:竖向荷载动力系数 $\mu = 1.1$,荷载分项系数 $\gamma = 1.4$,四点吊装不均衡系数 2。综合以上:系数为 3.08。移动模架的吊点受力如图 4 所示。

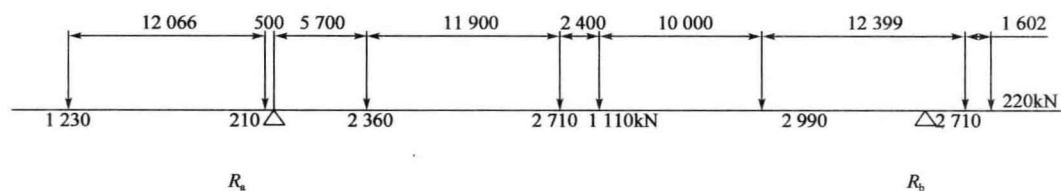


图4 移动模架吊点受力图(尺寸单位:mm,荷载单位:kN)

根据力矩平衡公式: $\sum R_a = 0$, 有

$$R_a = 1422\text{kN} \times 3.08 = 4380\text{kN}$$

$$R_b = 1378 \times 3.08 = 424\text{kN}$$

2) 主要结构验算

(1) 吊装梁计算(图5)

吊装梁采用墩身上设置3根悬臂箱梁,高度为1200mm,材质为Q345,其截面参数为: $W = 15940 \times 3 = 47820\text{cm}^3$, $I = 3 \times 956416 = 2869248\text{cm}^4$ 。

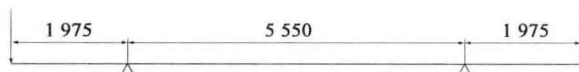


图5 吊装梁计算示意图(尺寸单位:mm)

$$P = R_a = 4380\text{kN}$$

$$M = p_a = 4380 \times 1.975 = 8650\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M/W = 865 \times 10^4 / 47820 = 180\text{MPa} < [\sigma] = 210\text{MPa}$$

$$p = 4380 / 1.4 = 3130\text{kN}$$

$$f = \frac{pa^2l}{6EI}(3 + 2\lambda) = \frac{313 \times 10^4 \times 2.3^2 \times 4.8}{6 \times 2.1 \times 10^{11} \times 2869248 \times 10^{-8}} \times 3.694$$

$$= 0.007\text{m} < [f] = l/1000 = 0.009\text{m}$$

$$\tau = \frac{Qs_m}{I_m \delta} = \frac{438 \times 10^4 \times 0.019}{2869248 \times 10^{-2} \times 0.06} = 48\text{MPa} < [\tau] = 120\text{MPa}$$

吊装梁应满足要求。

(2) 横担梁抗剪计算

横担梁采用2对I56工字钢,其截面参数为:

$$W = 2342\text{cm}^3, I = 65576\text{cm}^4$$

$$Q = 4380/8 = 550\text{kN}$$

$$\tau = \frac{Qs_m}{I\delta} = \frac{55 \times 10^4 \times 1368.8 \times 10^{-6}}{65576 \times 10^{-2} \times 0.0125} = 92.2\text{MPa} > [\tau] = 85\text{MPa}$$

改成2个3I56工字钢,下面满铺1cm厚钢板,上面千斤顶位置铺1cm厚钢板。满足要求。

(3) 分配梁抗剪计算

分配梁采用7对[32槽钢,其截面参数为: $W = 469\text{cm}^3$, $I = 7510\text{cm}^4$ 。

$$Q = 4380/28 = 170\text{kN}$$

$$\tau = \frac{Qs_m}{I\delta} = \frac{17 \times 10^4 \times 276.9 \times 10^{-6}}{7510 \times 10^{-2} \times 0.008} = 77\text{MPa} < [\tau] = 85\text{MPa}$$

分配梁抗剪符合要求,要求槽内每20cm,加1cm肋。

同理:锚固梁采用同样的型钢可以满足要求。

(4) 顶进梁受力计算(图6、图7)

顶进梁采用 3I56 工字钢对焊,上下加焊 20mm 厚钢板,材质为 Q345,其截面参数为: $W = 12\,590\text{cm}^3$, $I = 388\,514\text{cm}^4$ 。

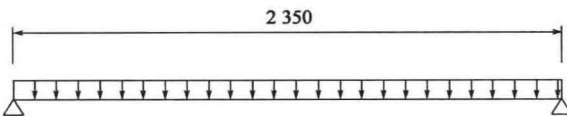


图6 顶进梁受力计算示意图(尺寸单位:mm)

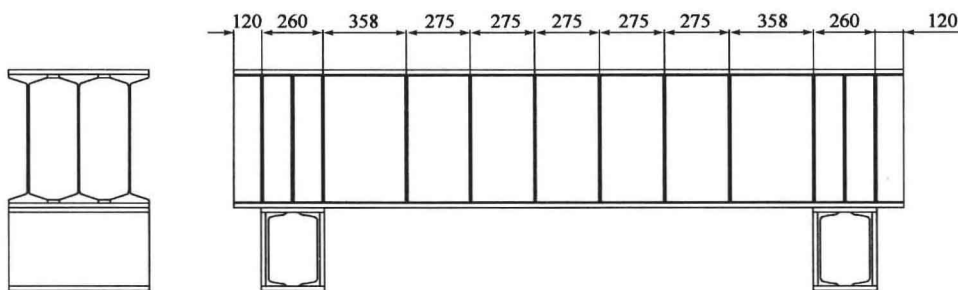


图7(尺寸单位:m)

$$q = 4\,380 / 2.35 = 1\,864\text{kN/m}$$

$$M = ql^2 / 8 = 1\,864 \times 2.35^2 / 8 = 1\,287\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M / W = 128.7 \times 10^4 / 12\,590 = 102\text{MPa} < [\sigma] = 145\text{MPa}$$

$$f = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{5 \times 186.4 \times 10^4 \times 2.35^4}{384 \times 2.1 \times 10^{11} \times 388\,514 \times 10^{-8}} \times 3.694$$

$$= 0.00189\text{m} < [f] = l / 1\,000 = 0.00235\text{m}$$

$$\tau = \frac{Qs_m}{I\delta} = \frac{219 \times 10^4 \times 7\,410 \times 10^{-6}}{388\,514 \times 10^{-8} \times 0.0375} = 111.4\text{MPa} > [\tau] = 85\text{MPa}$$

不满足要求,立板加焊 16mm 钢板。

其截面参数为:

$$I = 412\,814\text{cm}^4。$$

$$\tau = \frac{Qs_m}{I\delta} = \frac{219 \times 10^4 \times 8\,220 \times 10^{-6}}{412\,814 \times 10^{-8} \times 0.0695} = 62.7\text{MPa} > [\tau] = 85\text{MPa}$$

(5) 顶进梁垫枕受力计算(图8)

垫枕采用 2[32 槽钢对焊,上下及两侧各加焊 20mm 厚钢板,材质为 Q235,其截面参数为: $W = 3\,177\text{cm}^3$, $I = 57\,190\text{cm}^4$ 。

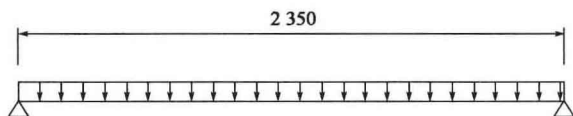


图8(尺寸单位:mm)

$$q = 1\,100\text{kN}$$

$$\tau = \frac{Qs_m}{I\delta} = \frac{110 \times 10^4 \times 1\,982 \times 10^{-6}}{57\,190 \times 10^{-8} \times 0.056}$$

$$= 69\text{MPa} < [\tau] = 85\text{MPa}$$

(6) 吊带强度分析

吊带采用预应力精轧螺纹钢筋,每组 14 根,单根钢

筋最大承载力为: $785 \times 8 \times 10^{-2} = 62\text{kN}$,每组承重 8680kN,考虑吊带受力不均匀系数 2.0,所以吊带满足施工要求。

5.2.3 移动模架预压

预压材料选用砂袋和水,首先用砂袋在箱梁内摞高形成隔舱,在隔舱内铺满密封的隔水塑料布,再在隔舱内分级加水。砂袋采用吨袋,每袋可装 1000kg,用 16t 吊机吊装到平板车上,并计量过磅后运到预压的墩旁边,用 50t 吊机直接把砂袋吊装到移动模架上,进行堆载预压。

采用分级均匀加载,按三级进行,控制每级加载速度,即第一级 264t(砂袋重)、第二级 720t(水重)、第三级 720t(水重)。每级加载后均静载稳定后分别测设移动模架的变形,做好记录。分级加压尽量模

拟箱梁混凝土浇筑顺序,防止移动模架偏压。加载全部完成后,等到移动模架稳定后,方可进行卸载。

5.2.4 箱梁钢筋制作安装及预应力布设

现浇箱梁钢筋绑扎在温室内进行,温室温度控制在 10°C 以上,为保证焊接质量,对于临时焊接项目小件,如预埋件制作等在钢筋室内加工场所进行,对于大件物品焊制及钢筋调直必须在温室外施工时,须注意如下两点。

1) 钢筋负温冷拉

在负温条件下,钢筋的力学性能要发生变化:屈服点和抗拉强度增加,伸长率和抗冲击韧性降低,脆性增加。

钢筋的接头经焊接后热影响区内的韧性将要降低,若焊接工艺掌握不当,将使钢筋的塑性和韧性明显下降,综合性能变劣,如果焊接接头冷却过快或接触冰雪,也会使接头产生淬硬组织。此外钢筋在加工过程中所造成的表面缺陷如刻痕、撞击凹陷、焊接烧伤和咬肉等,也会显著增加其冷脆性。

在负温下承受静荷载作用的钢筋混凝土构件,其主要受力钢筋必须选用符合国家标准钢筋。

在负温条件下使用的钢筋,施工过程中必须加强管理和检验。钢筋在运输、加工过程中注意防止撞击、刻痕,特别是在使用高强度钢筋时尤其应该注意。

2) 钢筋负温焊接

(1) 钢筋负温焊接条件

冬期在负温条件下焊接钢筋,应尽量安排在室内进行。如必须在室外焊接,其环境温度不宜低于 -20°C ,风力超过 3 级时应有挡风措施。焊后未冷却的接头,严禁碰到冰雪。

(2) 负温电弧焊

钢筋负温电弧焊时,可参考表 1 选择焊接参数。焊接时必须防止产生过热、烧伤、咬肉和裂纹等缺陷,在构造上应防止在接头处产生偏心受力状态。

钢筋负温电弧焊焊接参数

表 1

焊接种类	钢筋直径 (mm)	焊缝层数	平 焊		立 焊		焊接速度 (mm/min)
			焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)	
帮条、搭接	10 ~ 14	1	3.2	130 ~ 140	3.2	90 ~ 110	90 ~ 110
			4.0	150 ~ 170	4.0	110 ~ 130	
	16 ~ 20	2	3.2	130 ~ 140	3.2	90 ~ 110	80 ~ 90
			4.0	150 ~ 170	4.0	120 ~ 140	
	22 ~ 40	3	4.0	150 ~ 170	3.2	100 ~ 120	70 ~ 90
			5.0	180 ~ 240	4.0	140 ~ 180	
坡口	18 ~ 20	1	3.2	140 ~ 160	3.2	120 ~ 130	
	22 ~ 40	2	3.2	140 ~ 160	3.2	120 ~ 130	
			4.0	160 ~ 180	4.0	150 ~ 170	

为防止接头热影响区的温度梯度突然增大,进行帮条电弧焊或搭接电弧焊时,第一层焊缝,先从中引弧,再向两端运弧;立焊时,先从中间向上方运弧,再从下端向中间运弧,以使接头端部的钢筋达到一定的预热效果。在以后各层焊缝焊接时,采取分层控温施焊。层间温度控制在 $150 \sim 350^{\circ}\text{C}$ 之间,以起到缓冷的作用。坡口焊加强焊缝的焊接,也应分两层控温施焊。

帮条焊时帮条与主筋之间用四点定位焊固定。搭接焊时用两点固定。定位焊缝应距离帮条或搭接端部 20mm 以上。帮条焊与搭接焊的焊缝厚度应不小于 0.3 倍钢筋直径,焊缝宽度不小于 0.7 倍钢筋直径。

坡口焊时焊缝根部、坡口端面以及钢筋与钢垫板之间均应熔合良好,焊接过程应经常除渣。为了防止接头过热,宜采用几个接头轮流施焊。加强焊缝的宽度应超过 V 形坡口边缘 2 ~ 3mm,其高度也应超

过 2~3mm,并平缓过渡至钢筋表面。

钢筋电弧焊接头进行多层施焊时,采用“回火焊道施焊法”,即最后回火焊道的长度比前层焊道在两端各缩短 4~6mm,消除或减少前层焊道及过热区的淬硬组织,以改善接头的性能。

对于箱梁的端横梁或中隔梁钢筋在钢筋弯曲成型后并在专用的钢模架上进行加工焊接,然后吊运至箱梁外模内进行现场绑扎。先绑扎底板及腹板钢筋,按管道设计坐标布设预应力管道,待内模安装就位后,再绑扎翼缘板钢筋及顶板钢筋,并按要求安装顶板纵向、横向预应力管道,压浆管出浆管以及泄水管的预埋件等。

5.2.5 箱梁内模就位

40m 箱梁内模为无底内模,采用 3mm 厚钢板制作,施工时在箱梁顶板处预留 2m×1.5m 施工天窗,用来拆除内模,内模横桥向架设支撑杆,每 50cm 一道,以消除混凝土浇筑过程中两侧斜腹板混凝土对内模的压力,防止内模上浮。

5.2.6 箱梁混凝土浇筑

1) 临时工程

冬季施工临时工程建设增加如下设施:现浇箱梁暖棚 1 个,锅炉房 2 处,搅拌站地炕 2 处(分别用于砂、石料的加热),相应管线设备 2 套,生活区锅炉房 1 处,取暖设施 1 套。此处还需增加生产生活用水运输设备、消防设施建设,进行生活区用电线路增负改造。

搅拌站设水箱 2 个,每个结构尺寸为 3m×8m×2.5m,搅拌用水采用蒸汽加热,搅拌站地炕面积 1 040m²,同时对砂、石料表面进行覆盖,覆盖面积为 1 560m²。

2) 现浇箱梁暖棚锅炉选用

冬季施工耗热量主要由现浇箱梁保温大棚和混凝土生产区的基本耗热量、风力等自然因素产生的附加耗热量、输热管道热量损失以及加热搅拌用水需热量四大部分构成。通过计算它们的耗热量,作为选择锅炉的依据。

(1) 基本耗热量计算

$$Q_1 = F(t_a - t_b) / (\delta / \lambda + 1 / \alpha_s) \quad (1)$$

式中: Q_1 ——单位时间内耗热[W/(m·℃)];

δ ——保温材料厚度(m),搅拌站及料场取 0.01m,现浇箱梁保温大棚取 0.01m;

λ ——热传导系数[W/(m·℃)];

$\lambda = 0.041 \text{ W/(m} \cdot \text{℃)};$

α_s ——放热系数[W/(m²·℃)];

$\alpha_s = 1.163 \times (10 + \sqrt{W}) = 1.163 \times (10 + \sqrt{4.8}) = 26.93 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{℃)};$

F ——放热表面积(m²);

t_a ——棚内温度(℃);

t_b ——室外温度(℃);

$1/(\delta/\lambda + 1/\alpha_s) = 3.56 [\text{W/(m}^2 \cdot \text{℃)}]。$

现浇箱梁处需用热量:

$t_a = 25^\circ\text{C}$, $t_b = -10^\circ\text{C}$ (因位于 10m 高空,气温低于地表温度,暂定为 -10°C), $F = 1\,300\text{m}^2$,

$Q_{\text{现浇箱梁}} = 161.98 \text{ kcal/h}$, $Q_1 = Q_{\text{现浇箱梁}} = 161.98 \text{ kcal/h}$ 。

(2) 附加耗热量计算

风影响的附加耗热量取 $Q_1 \times 5\%$,高度影响的附加耗热量取 $Q_1 \times 2\%$,因窗门开启而增加耗热量取 $Q_1 \times 10\%$,冷材料及人的进入增加耗热量取 $Q_1 \times 10\%$,管道输送热损失增加耗热量取 $Q_1 \times 10\%$,不可预见耗热量损失取 $Q_1 \times 3\%$ 。

附加耗热量 Q_2 等于以上各项之和: