

GONGLU GONGCHENG GONGFA HUIBIAN

公路工程工法汇编

(2009)

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

(2009)

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(2009)》。本工法汇编共包含了152个公路工程工法,体现公路路基、路面、桥梁、隧道和交通工程的最新施工工艺和施工技术。本工法符合国家公路工程建设方针、政策、标准规范,具有先进性、科学性和实用性,对于保证工程质量、提高施工效率、降低工程成本、节约资源、保护环境等具有重要的指导作用。

本书主要供公路工程施工与管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程工法汇编(2009)/中国公路建设行业协会
编. —北京:人民交通出版社,2010. 1

ISBN 978-7-114-08207-8

I. 公… II. 中… III. 道路工程—施工技术—标准—汇编—中国—2009 IV. U415. 6-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第008508号

书 名:公路工程工法汇编(2009)(下册)

著 作 者:中国公路建设行业协会

责任编辑:沈鸿雁 岑 瑜

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:北京牛山世兴印刷厂

开 本:880×1230 1/16

印 张:85

字 数:2670千

版 次:2010年1月 第1版

印 次:2010年3月 第2次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08207-8

印 数:2501~5000册

定 价:200.00(上、下册)

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

编审委员会

顾 问：李 华

主 任 委 员：周纪昌

副主任委员：单长刚 程树本

委 员：李春风 孙永红 王松波 杨屹东 肖江声

葛钢锁 王旭东 陈悦海 汪星宇 杨 昀

石新栋 张伯奇 许建盛 刘 鹏

前 言

为了深入贯彻落实科学发展观,鼓励和引导公路交通建设从业单位大力开展科技创新,促进公路工程新技术、新工艺、新材料和新设备的推广和应用,中国公路建设行业协会受交通运输部的委托,开展组织公路工程工法管理工作。2009年度公路工程工法申报和评审工作已经结束,经有关单位积极申报、专家评审、相关媒体公示等程序,最终审定2009年度公路工程工法152项。本次评审通过的工法包括:路基工程27项,路面工程27项,桥涵工程77项,隧道工程18项,交通工程3项。

这批工法是我国公路工程建设行业评审出的第二批公路工程工法,是从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优秀施工方法的科学总结。从总体看,这批工法都是经过实践检验证明是优秀的施工方法,都在原有公路工程施工技术规范基础上有所创新,有较强的创新性和实用性。我们倡导公路交通建设从业单位和广大工程技术人员要积极推广应用公路工程工法,继续修改完善现有工法,积极探索和实践新的工法,不断加强工法成果管理工作。为此,我们将这些工法汇编成书,旨在通过本书,把公路交通建设中的优秀科技创新成果展现给大家,以此鞭策和激励从业单位和工程技术人员坚持科技创新,提高自主创新能力,在实践中认真总结难点和重点项目的宝贵施工经验,加强公路工程工法的开发和管理,不断提高公路工程质量,促进资源节约型和环境友好型交通运输行业健康发展。

本书的编写,凝结了工法完成单位和工程技术人员的辛勤劳动和汗水,以及公路建设行业有关专家的智慧。程树本、许和平、石新栋、吴全立、刘元炜、沈文悦、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作了大量的工作,在此我们一并表示诚挚的谢意!

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,敬请从业单位和广大读者批评指正。

本书汇编的工法,技术水平高、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。本汇编是公路建设从业单位的工程技术人员必备的一本工具书,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
二〇〇九年十二月二十六日

目 录

上 册

交 通 工 程 篇

热熔振荡标线施工工法	王成彪	吴兴华	叶 青	武振国	韩 军(3)
高速公路隧道监控设备安装调试工法	柏友富	倪红卫	崔百玲	蔡晓林	姚大为(10)
高速公路隧道风机安装施工工法	舒 坦	冯锡清			(17)

路 基 篇

流态水泥粉煤灰台背回填施工工法	郑义坤	王 虎	侯英超	寇永强	刘永刚(25)	
软基路堤水载预压施工工法	谭祥韶	刘吉福	黄 腾	高玉峰	尹敬泽(31)	
碎石注浆桩施工工法	嵇昌海	翁国强	黄定西	赵汉金	楼明浩(39)	
低强度水泥混凝土桩软土复合地基施工工法	寿忠华	徐利民	张学华	陈建波	王吉荣(45)	
预应力管桩桥头软基处理施工工法	宋德昌	金江东	张定军	王云龙		
..... 沈建军	王卫根	寿忠华	周祥锋	张乐锋	陆景浩(50)	
袋装砂井 CFG 桩组合施工工法	陈荣国	张振强	雷文革	龚昌雄		
..... 杨秋延	李 翔	刘吉福	蒙庆辉	高玉峰	尹敬泽(59)	
高速公路循环水灌法填沙路基施工工法 ...	李清泰	任庆显	陈跃起	申梦华	马少海	赵英涛
..... 马云飞	冀晓辉	徐发祥	肖必建	王伟民	焦安亮	张乃华(69)
非自重湿陷性黄土路基冲击碾压施工工法	王子茂	许维青	张成勇	陈 智	(77)	
高速公路下伏采空区全充填压力注浆施工工法	程敦伍	李 钟	刘国辉	王 惠	王红媛(86)	
红砂岩填方路基强夯施工工法				陆军强	胡华军(91)	
振动挤密砂桩施工工法					张万明(97)	
深层软土地基预应力 PHC 管桩静压处理施工工法	郝 猛	张生成	韩建龙	折 欣	张锦松(103)	
吹沙填筑深层软土路基施工工法	陈宝华	赵丽华	郭秀琴	陈丽敏	(114)	
水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)施工工法	王林山	蔡兰海	郝一川	李晓静	(122)	

路肩浅碟式水泥混凝土排水沟滑模施工工法	刘 林	高元俊	赵秀娟	管鹤楼	戴超明(128)
HW 道路新型组合排水沟施工方法	王燕浩	陈 勇	(135)		
岩石边坡客土喷播生态防护施工工法	陈 刚	张玉杰	欧阳志宜	王 洁	郑国新(139)
软土地区薄壁面板加筋土挡土墙施工工法	张云富	吴宏文	王建朋	王 楠	张 菡(147)
黏土代替膨润土降低防渗墙弹模施工工法	张光宝	(157)			
填石路堤土工格栅包裹式边坡施工工法	陈 勇	杨文明	王燕浩	何春花	(165)
陡坡悬崖地段土工格室柔性挡墙施工工法	廖占海	姜世波	孙成才	何成安	艾广建(170)
深孔矩形联排抗滑桩不跳桩开挖施工工法	祁 鹏	叶明超	谢正理	张继锁	王晓钟
挤扩土钉与锚杆施工工法	通振远	张国梁	史生军	梁彦伟	王占奎
城镇石方浅孔控制爆破施工工法	孟祥栋	刘宗建	汪 龙	朱光华	杨 军
静态爆破(膨胀破碎)施工工法	孟祥栋	刘宗建	杨 军	朱光华	汪 龙
顶管顶进施工工法	张宏建	汪 华	邵国强	郝 鑫	(209)
井点降水施工工法	张宏建	汪 华	唐 浩	郝 鑫	(213)

路 面 篇

抗裂大粒径水泥稳定碎石基层施工工法	童世敏	黄力勇	徐茂芬	李 勇	李远明(219)
多孔玄武岩水泥稳定碎石基层施工工法	李会峰	赵秀娟	刘 林	管鹤楼	顾晓伟(226)
石灰粉煤灰稳定砂路拌施工工法	李东玉	杜海强	杨 千	杨占雷	焦艳平(233)
沥青路面基层利用透层、稀浆封层养生施工工法	石义学	曾祥能	潘诚文	陈 勇	郭树明
高寒地区钢纤维混凝土路面面层施工工法	张国强	简 红	黄景海	吴宗玺	柳洪勒(245)
连续配筋水泥混凝土路面施工工法	田小波	岳军生	舒建军	陈克群	吕晓瞬(252)
高速公路沥青路面微表处填补车辙施工工法	刘廷国	岳学军	汪世川	张蔚林	李忠玉(259)
改性乳化沥青单层同步碎石封层罩面施工工法	刘廷国	岳学军	汪世川	张蔚林	侯 强(276)
超薄高强沥青路面施工工法	汪卫东	王远胜	王炜生	陈 莘	刘 兵(285)
高速公路路面养护超薄磨耗层施工工法	臧正闽	鲁圣弟	章 莹	汪顺利	闵远峰(299)
多级嵌挤骨架密实型沥青混合料施工工法	陈大华	马士杰	陈 江	胡宗文	周美军(312)
双层摊铺机摊铺沥青路面施工工法	庞炳维	魏会林	康爱忠	李海龙	李晓静(321)
温拌沥青混合料施工工法	杜欣峰	王林山	李海良	(326)	
预拌沥青碎石下封层施工工法	李 华	李华军	陈雪凤	马晓荣	杨卫军(333)
沥青混凝土路面裂缝开槽热灌缝施工工法	李君强	刘志民	冯子强	林占胜	冉维彬
钢桥面 ERS 铺装施工工法	刘元炜	张志宏	杨志超	黄 飞	黄良诚
	杨 燕	王齐昌	卓武极	(347)	

热喷聚合物改性沥青防水黏结层施工工法	王齐昌	杨 燕	张志宏	刘元炜	杨志超(357)
橡胶改性沥青混合料(ARAC-13)上面层施工工法	王 豪	魏庆军	刘尚芳	孙立强	任鸿鹏(363)
国产多组分新型环氧沥青混凝土钢桥面铺装施工工法	李志勇	王 迅	刘 卓	李振鹏	赵 薇(372)
SBS 改性沥青混凝土路面施工工法	郭艺飞	张忠胜	于航波	田山峰	俞庚鑫(382)
OGFC 排水式沥青混凝土路面施工工法	魏玉军	王志斌	刘献民	荣献如(392)	
公路耐久性沥青路面施工工法	朱万生	郑兆远	孙海清	李健美	张炳亮(404)
长大桥梁桥面沥青混凝土铺装层施工工法	周则勤	周一勤	吴鑫龙	沈 洪(419)	
现浇路缘石自动找平找直施工工法	王 芳	安志村	房文祥	王溪波	李冠勇(426)
玻纤格栅用于防止水稳层反射裂缝施工工法	郭小坤	李君强	刘志民	彭红涛	李国青
川藏公路黑色路面病害综合治理工法	阳仁力	王 鑫	柴金存	夏孝畲	喻进全(437)
公路工程聚酯玻纤布施工工法	魏玉军	王志斌	左小林	赵海魁	刘朝晖(443)

隧 道 篇

富水千枚岩大断面公路隧道快速施工工法	杨新兴	史振宇	王学军(453)
浅埋偏压地段双连拱公路隧道施工工法	巩荣耀	何海梅(463)	
软弱围岩隧道台阶法五步开挖施工工法	段琼琳	方 竞	侯晓东
隧道穿越大型充填溶洞基底钢管桩注浆加固施工工法	陈庆怀	朱玉峰	周泽民
海底隧道大断面钻爆法安全掘进施工工法	惠建永	梁海青	孙振川
三臂液压凿岩台车注浆钻孔钻进施工工法	朱琴生	孟国基	缪东伟
软弱围岩大跨双连拱隧道施工工法	辛国平	林永强	崔根群
公路隧道超大直径深竖井施工工法	谢 爽	刘宝许	高崇霖
四车道大跨度公路隧道施工工法	马建军	卫永毅	陈向军
竖井工程分瓣式机械一体化滑模衬砌施工工法	刘宝许	高崇霖	王 巍
自进式中空注浆锚杆隧道围岩支护施工工法	戚金明	金国良	陈建波
大跨度浅埋隧道大管棚超前支护进洞施工工法	孙士成	曲俐俐	付腾元
隧道自动排水施工工法	李德杰(559)		
钻孔雷达预报隧道掌子面前方含水构造工法	杨家松	卿三惠	王崇绪
新型施工缝止水带 P-201 施工工法	肖必建	南学飞	王杭立
隧道独头掘进 9 500m 以上无轨运输巷道式射流施工通风工法	卿三惠	杨家松	陆懋成
地下洞室开挖过程中强岩爆防治工法	卿三惠	杨家松	王崇绪
TSP 超前地质预报工法	杨昌盛	丁海明	周 鹏

下 册

桥 梁 篇

- 钢护筒支承水中钻孔平台施工工法 翁国强 吴伟荣 李思望 嵇昌海 黄国樟(613)
- 溶洞区域桩基片石黏土筑壁和钢护筒跟进联合施工工法
..... 王松海 宋民军 舒建伟 苏道双 王文武(621)
- 深水钻孔灌注桩浮式平台施工工法 王跃东 赵厚纯 梁明文 陈飞鑫(626)
- 新型锁扣式钢结构围堰施工工法 赵 斌 赵建刚 杨永文 孙建勋 简瑞峰(633)
- 岩溶地质覆盖层及溶洞预处理嵌岩钻孔灌注桩施工工法 ... 何锦明 周翰斌 刘胜权 李加才(642)
- 水中大直径超深钻孔灌注桩施工工法 高小强 王建朋 陈立国 衣成林(653)
- 桥梁深水桩基础移动周转平台施工工法 任 刚 白建普 张丽丽 赵星焱 吕清斌(663)
- 空腹封闭式钢沉箱围堰桥梁深水基础加固施工工法
..... 任 刚 田培明 王东亚 张丽丽 赵星焱(670)
- 公路桥梁基础小直径预应力混凝土管桩静压法施工工法
..... 张伟东 陆柏川 吴宏恩 项向阳 徐发容(686)
- 钢筋气压焊施工工法 金龙林 张伟东 陆柏川 叶仁亦 翁奇波(697)
- 大直径深长钻孔桩旋挖钻机施工工法 付国平 闵 峰 周 望 冯兆祥 林海峰(704)
- 深水基础倾斜岩面钢围堰稳定施工工法 焉学永 张念来 欧阳钢 彭力军 宋 达(713)
- 深水高桩一体化钻孔平台施工工法 叶方谦 潘诚文 孙 涛 徐明浩 邹治为(721)
- 钢管混凝土系杆拱桥拱肋施工工法 欧阳志宜 王 洁 姚启海 魏 英 卢军球(729)
- 跨海大桥墩柱分节预制安装工法
..... 陈 重 陈 平 刘宝河 高 雷 殷天军 任鸿鹏 熊仕玲(738)
- 高墩柱翻模施工工法
..... 程敦伍 油新华 郝本峰 杨福生 张 军 徐登票 周红星 吴其静 厉 锋(745)
- 混凝土底板单壁钢吊箱滩海高桩承台施工工法 ... 卢 见 刘海彬 向 科 王庆昀 敖志勇(752)
- 高墩大跨连续刚构桥无提升支架翻模施工工法
... 徐美华 李西亚 胡世权 王 云 华万生 杨志刚 李洪良 曹会芹 潘新朝 周永明(762)
- 百米高墩外翻内爬模施工工法 杨立财 陈宏铭 段一龙(770)
- 桥梁高墩高效组合快速施工工法 赵宏军 喻国华 陈天立 夏孝畲 喻进全(784)
- 高频液振双套管水中灌注桩施工工法 史生军 宋冰泉 张国梁 梁彦伟 肖 剑(796)
- 高寒地区大体积混凝土冬季施工温度裂缝控制工法
..... 孙雪飞 马 勇 孙国臣 陈彦君 朴志海(803)
- 盖梁整体托架施工工法 宋 勋 张纯学 孙雪飞 田树林 王 猛(809)
- 高寒地区桥梁粉煤灰水泥混凝土施工工法 李吉胜 任建章 姜英民 王 艳 姜月萍(813)
- 钢拱桥倾斜式钢箱拱肋施工工法 吴东粤 曹思诚 董景强 张 伟 乔建军(820)

桥梁钢箱梁免吊装顶推施工工法

董景强 张 伟 乔建军 阎学成 贾明浩 赵惠川 王惠和 云 学 赵文艺 李 鑫

..... 彭立志 应 虹 田连民 阎王虎 李 勇 王俊伟 王明城(828)

斜拉桥倾斜式独斜塔施工工法 张 伟 董景强 乔建军 陈 宇 阎学成(840)

预制箱梁先简支后连续体系转换施工工法 周正平 王 洁 欧阳志宜 石永峰 汪荣华(848)

大型钢吊箱整体施工工法 姚海东 任回兴 欧阳效勇 孙克强 杨 红(858)

大跨度悬索桥先导索火箭抛送施工工法 庄值政 熊仕伶 王崇旭 王嗣江 王宗仁(868)

液压同步提升大吨位钢拱塔施工工法 凌 四 王国俊 唐 永 任鸿鹏 阎冬颖(876)

大跨径钢桁拱桥悬臂安装大吨位钢绞线扣索施工工法

..... 邓新安 汪存书 李 鹰 罗锦刚 王天广(889)

超高双层箱梁现浇装配式支架施工工法 汪存书 罗锦刚 蔡汝一 段志强 余 勇(899)

钢管承插式临时墩施工工法 李宗平 曲洪春 李 鉴 谢小琴(914)

钢管混凝土拱桥双肋整体缆索吊装施工工法 童世敏 黄力勇 徐茂芬 李远明 张 峰(923)

混凝土斜拉桥悬浇挂篮体系与0号、1号块托架一体化设计施工工法

..... 唐建华 杨寿忠 刘宗建 冯 强 李勇超(931)

大跨度索道吊机安装悬索桥上部主梁施工工法 赵晓彬 陈明华 朱光华 张天许 贺恩明(942)

现浇预应力混凝土连续箱梁满堂支架施工工法 宋德昌 郑纪伟 周学军 李世祥(951)

采用砂箱临时支座架梁的施工工法 骆大新 骆军成 张意波 朱 峰 孙向楠(959)

预压支墩现浇箱梁施工工法 廖纪明 罗努银 吴 非 张红卫 罗桂军(963)

大跨度拱桥少支架双吊机拼装施工工法 邓 平 罗努银 旷庆华 肖扬明 张红卫(972)

三维空间扭曲拱加工安装施工工法 刘长玉 何 冉 宿明辉 刘 民 刘永福(979)

大跨度钢管混凝土拱桥钢拱肋千斤顶斜拉扣挂悬拼施工工法

..... 杨建平 相咸高 季景江 张成林 陈 静(992)

竖向预应力孔道压浆施工工法 肖必建 徐发祥 焦安亮 黄延铮 贾飞宏(1003)

斜拉桥多节段同期张拉施工工法

..... 鲁万卿 李雪峰 李 华 罗锁焕 邵先国 高德清 杨华武(1007)

桥梁空心板台座窄间隙施工工法 鲁万卿 李雪峰 罗锁焕 崔秉育 王修进(1027)

折线配筋预应力混凝土50mT梁先张法施工工法

..... 张忠胜 姜天鹤 陈国平 钟跃平 王毛彬(1036)

公路60m箱梁整孔预制施工工法 陈 辉 彭龙超 高 恒 张 勇 杨慧丰(1049)

110m跨钢混组合连续梁上部结构施工工法 蒋绪鹏 曹树强 曲 华 王孝平 刘百合(1057)

平行镀锌钢绞线斜拉索挂索及张拉施工工法 王 俊 周 辉 龚 彬 陈兴平 赵凤龙(1067)

大跨度单索面矮塔斜拉桥悬臂施工工法 譙华东 杨忠波 李裕高 李 东 何 亮(1080)

大跨径悬索桥主缆预制平行钢丝索股制作工法

..... 赵 军 宁世伟 薛花娟 吉 林 冯兆祥(1089)

无中间临时墩的梁式支架施工高墩大跨现浇梁施工工法

..... 张 雄 张海燕 彭建萍 陈爱军(1097)

无导梁拖拉法跨越高速公路架设大跨度钢箱梁施工工法 程龙先(1106)

C50机制砂超高泵送混凝土施工工法 周玉兵 王 伟 王树文 肖红斌 刘金明(1113)

连续钢箱梁逐段拼装空间曲线顶推工法 杜 越(1120)

45m宽幅斜拉桥节段主梁前支后吊移动平台施工工法 高 伟 张广涛 王力国(1127)

大跨度变截面栓焊结构钢管桁架拱肋加工制作工法

.....	刘 志	李志辉	刘宏宇	陶中原	李长武(1143)
钢索塔平面拼装整体竖转施工工法	梁 莽	朱新广	张 强	邢志明	袁群波(1155)
钢筋混凝土箱梁架空收折式移动平台施工工法					
.....	邢志明	朱新广	刘松亮	冯建川	赵文忠(1168)
双幅 T 构桥跨越电气化铁路同步转体施工工法					
.....	雷勇锋	李洪良	曹会芹	周永明	潘新朝(1176)
小半径曲线连续刚构悬臂现浇施工工法				林丽军	杨 彪(1192)
MSS650 型(上行式)移动模架现浇公路预应力混凝土箱梁施工工法					
.....	邓 珣	吴锡平	胥 明	石清虎	隆 卫(1200)
小半径大坡度预应力混凝土公路 T 梁预制架设施工工法					
.....	柴正富	郑庆坂	李庆兵	郑之凯	常 翔(1208)
大跨径空间索斜拉桥转动锚座前支点挂篮施工工法			彭力军	刘玉兰	谭涌波(1220)
高墩大跨连续刚构桥箱梁 0 号节段混凝土裂缝控制施工工法					
.....	潘诚文	夏君华	王 军	张泽宇	王能定(1229)
节段悬浇连续箱梁桥上构拆除施工工法	朱红明	叶忠武	张清利	张文明	唐国良(1236)
弓弦式挂篮悬臂浇筑施工工法	潘诚文	夏君华	王 军	张泽宇	王能定(1242)
桥梁支座更换计算机同步顶升工法			王双其	李文琪	芮宝东(1250)
现浇混凝土箱梁高支模板施工工法	张光国	黄知元	程汉东	李约俊	成堂春(1256)
桥梁钢结构箱梁自浮航运施工工法	贾明浩	胡 跃	陈 勇	吴 冬	赵 薇(1270)
浅埋式大断面箱涵顶推施工工法	李金光	田军乐	刘志博	孟俊芳	王凯峰(1278)
城市立交桥机械破碎拆除施工工法	康 庄	封孝文	翟旭茹	封 桦	谭华利(1287)
深山峡谷高墩桥梁遥控缆索吊施工工法				金光祥	肖 飞(1294)
公路桥梁防水结构层施工工法	张启炎	魏 华	董华军	张咏梅	刘国清(1309)
箱形桥梁体外预应力补强施工工法	朱红明	王 华	张清利	张文明	张雨乐(1319)
自密实混凝土构造物补强施工工法	朱红明	王 华	张清利	张文明	周乐木(1324)

桥梁篇

钢护筒支承水中钻孔平台施工工法

GGG(浙)C1054—2009

翁国强 吴伟荣 李思望 嵇昌海 黄国樟

(杭州市交通工程集团有限公司)

1 前言

桥梁基础是桥梁下部结构的重要组成部分,在诸多基础中,钻孔灌注桩基础是目前比较普遍和常用的一种。

而水中钻孔灌注桩基础施工,首先进行的是钻孔平台作业。钻孔作业平台主要是为水中钻孔而必须进行的一项重要的辅助工程,钻孔平台主要根据工程特性及地质条件、施工技术设备、经济实用等原则确定。平台形式多样,目前主要采用的有钢管桩平台、钢围堰平台、钢管架平台等。

由于各个工程所处场地不同,环境条件千差万别,虽然常用的钻孔平台都可进行钻孔作业,但在覆盖层很薄或裸露岩层地质环境条件下,采用一般的水中钻孔作业平台,其平台搭设有一定的难度。在不同的地质环境和施工条件下,如何寻求一种更经济、合理、适用的方法。通过柬埔寨 Prek Kdam 洞里萨河大桥及杭州市建德麻车大桥等工程的水中钢护筒钻孔平台施工实践,取得了一套比较成功的以钢护筒取代钢管桩、直接以钻孔钢护筒为支承结构的水中钻孔平台施工经验,形成本工法。

2 工法特点

采用预成孔嵌埋钢护筒,以混凝土固定钢护筒底座,并在钢护筒顶面用型钢进行纵横固结使之形成平台。其特点是:对基岩平面的适应性好;护筒嵌固于基岩中,底座稳定性好,支立可靠,适应性强;减少了平台钢管桩搭设和拆除工序,缩短了工期;取消钢管桩,减少了投入,节省了成本;增加了钢护筒混凝土封底,保证了钢护筒底口不漏水、不翻浆;设备投入较少,比较经济。

3 适应范围

覆盖层很薄或裸露岩层且坡度不大;钻孔桩为两排以上的群桩基础;水面宽阔且流速不大的水中钻孔桩施工。

4 工艺原理

改变以往传统的钻孔桩水中平台施工程序,取消钢管桩等支承结构,直接以钻孔桩钢护筒为平台支承结构的一种施工方法。其工艺是首先通过水上临时浮式作业平台,采用冲击钻机在钻孔孔位处用比护筒直径大 50~80cm 的冲击锤冲出深度不小于 2.0m 锅底形的坑,按照《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)中钢护筒埋设要求,准确进行钻孔桩钢护筒埋设作业,完成钢护筒埋设后,采用水下混凝土对钢护筒底口进行封底,使钢护筒嵌固于基岩中,然后在其上铺设钻孔平台,进行钻孔作业。

5 施工工艺流程及操作要点

5.1 工艺流程

5.1.1 工艺流程框图(图1)

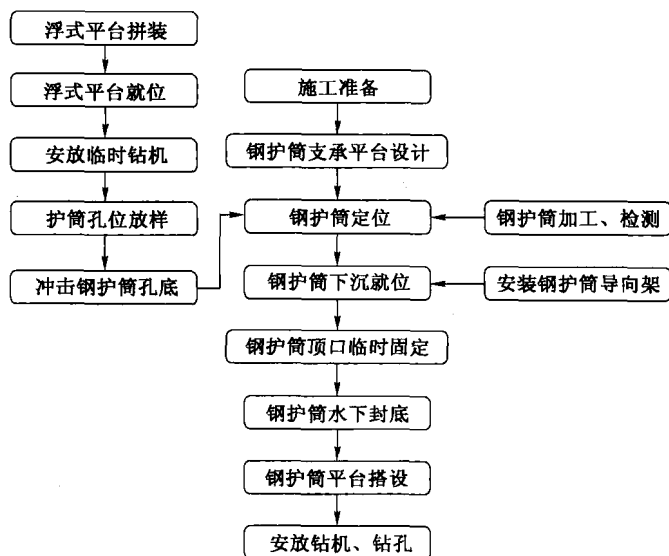


图1 钢护筒支承平台施工工艺流程框图

5.1.2 钢护筒支承平台搭设程序(图2)

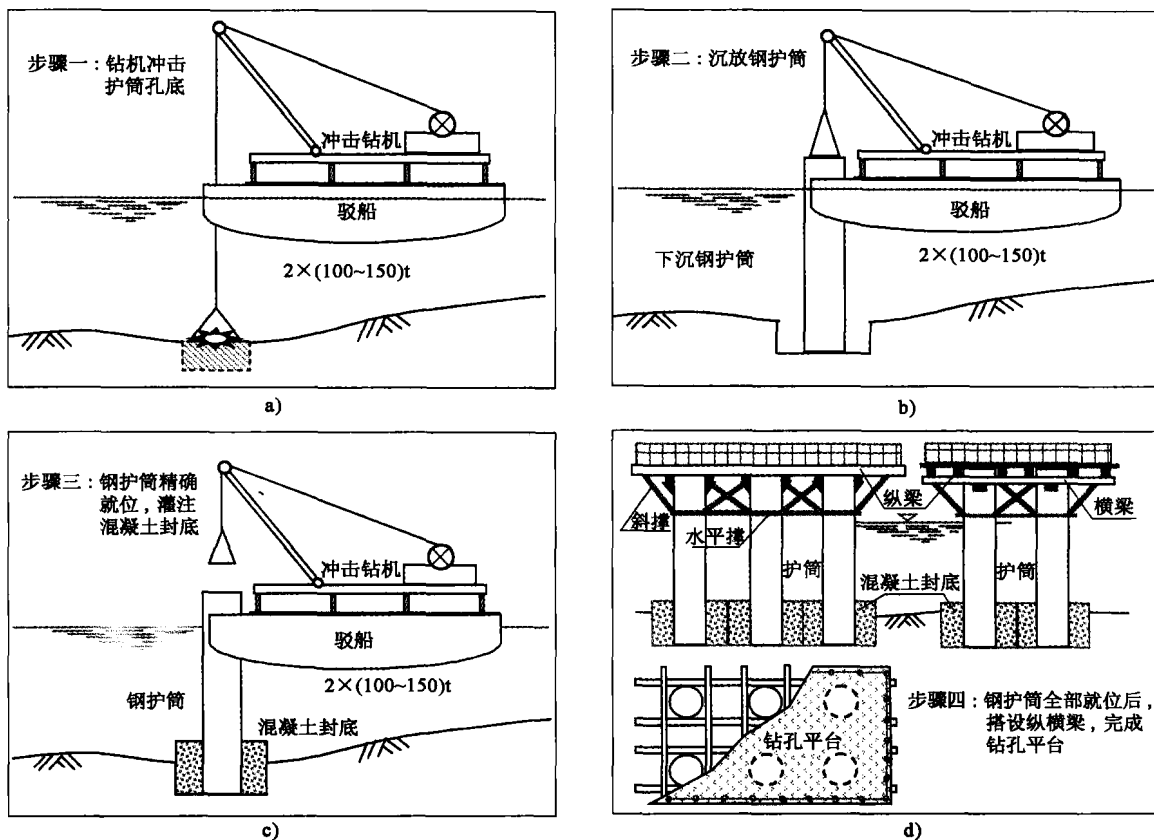


图2 钢护筒支承平台搭设程序示意图

5.2 操作要点

5.2.1 钢护筒支承平台的确定

(1) 钢护筒直径的确定

参照《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)的规定,钢护筒内径由设计桩径确定,一般比设计

桩径大 200mm。

(2) 钢护筒钢板厚度的确定

钢护筒由 Q235 钢板卷制而成。其钢板厚度由平台设计计算确定,同时应满足《钢结构设计规范》的规定。

钢护筒钢板厚度(t):

$$t \geq Df_y/23\ 500 \quad (1)$$

式中: D ——钢护筒直径;

f_y ——钢材的屈服点应力。

当钢板计算厚度小于 8mm 时,一般采用 8mm。

在确定钢板厚度后,还应对钢护筒管壁的局部稳定进行验算。在弹性范围内,其屈曲应力(σ_{cr})的计算公式为:

$$\sigma_{cr} = 1.21Et/D \quad (2)$$

式中: E ——钢材弹性模量;

t/D ——钢护筒的壁厚和管径比。

(3) 钢护筒埋入深度的确定

根据现场施工地质条件确定,一般要求进入岩层不小于 2.0m 深。

(4) 钻孔平台高程及平台平面尺寸的确定

根据现场施工期水位等水文条件确定,一般以高出施工常水位 1.5~2.0m 为宜。平台平面尺寸根据施工工期计划考虑在平台上安排钻机台数来确定(通常以不超过 2 台钻机为宜),以满足钻孔作业空间的需要。

(5) 钻孔平台纵横梁的确定

平台由纵横梁及水平撑、斜撑等组成。水平撑、斜撑等一般采用 16 号以上的槽钢,纵横梁根据平台平面尺寸及施工荷载通过计算确定,一般采用 25 号或 25 号以上工字钢(图 3)。

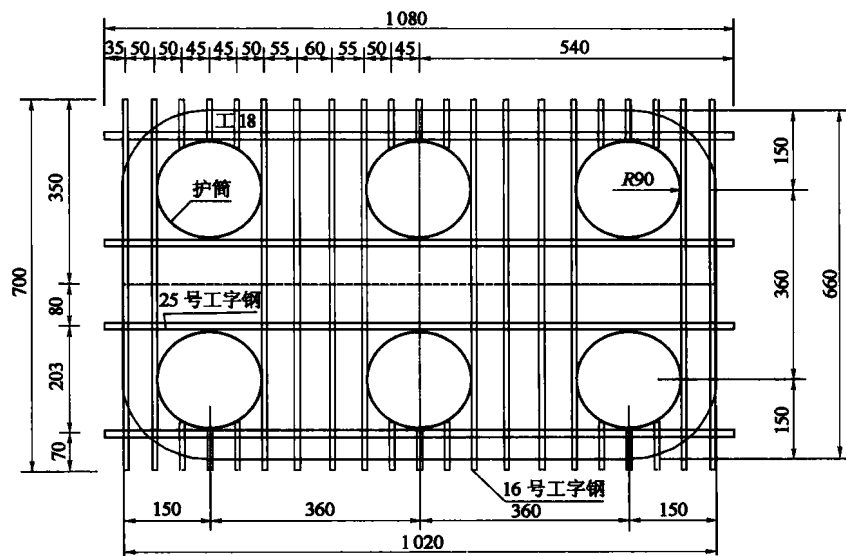


图 3 钻孔平台示意图(尺寸单位:cm)

(6) 钻孔平台的承载力及稳定性验算

在钻孔平台施工前,对钢护筒钻孔平台进行验算,保证其承载力及稳定性均能满足施工要求。

验算包括强度、整体稳定、局部稳定、刚度等。

验算可采用 Midas 程序,以护筒作为支承桩,上部以型钢为联结体,以布置钻机为荷重,以水流为水平向作用力,建立钻孔桩固定平台的空间模型,采用梁单元进行离散,可得空间分布的有限元计算模型,

通过有限元计算得到等效 Mises 应力分布,由此验算钢护筒平台最大等效应力是否小于钢材的屈服应力。

5.2.2 钢护筒制作

(1)钢护筒一般在施工现场用三棍卷板机自行加工而成。根据钢板的出厂尺寸及水上浮吊的起重能力,进行钢护筒分节制作和拼装,端部 1m 范围内刃脚加厚至 16mm。

(2)在固定平台上将每节钢护筒连接成合适的(一般为 5~7m)吊装节段,同时,在护筒节段一端焊接内衬套,并在同一端护筒外侧每间隔 1m 焊接长 10~15cm、宽 5~6cm 的加强板。

5.2.3 钢护筒的埋设

(1)按设计将两艘驳船(100~150t)连成具有较大刚度的浮式平台,在其上安装冲击钻机及卷扬机等(图 4),作为钢护筒埋设的工作平台。

(2)根据设计孔位对浮式平台进行精确定位后,用比钢护筒直径大 50~80cm 的冲击锤,采用预成孔工艺,先在设计桩位处将桩位处湖床表面冲平整,然后再冲出深度大于等于 2.0m 锅底形的坑(图 5)。

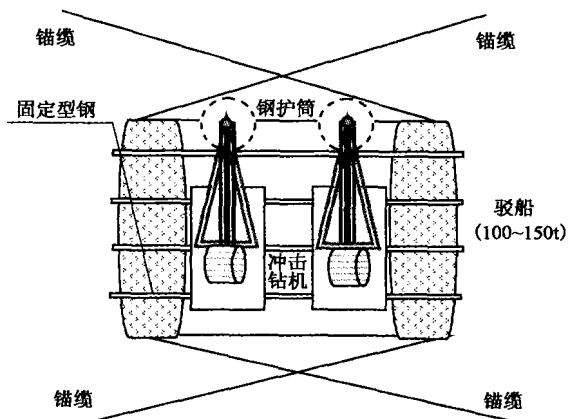


图4 浮式平台示意图

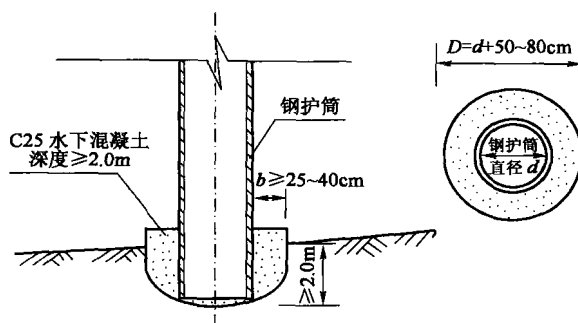


图5 钢护筒底部示意图

(3)钢护筒分段运至桩位处,由浮吊吊起插入导向架,徐徐下放,然后用钢丝绳吊住钢护筒,解除浮吊吊点。

(4)用浮吊将第二节钢护筒吊起,与第一节钢护筒轴线对准后,用电焊将两节钢护筒通过加强板连接,调整钢护筒垂直度直至满足要求,并将加强板逐一焊接在上一节钢护筒上,然后焊接内衬套,完成钢护筒连接。

(5)用 3m 直尺检查钢护筒的顺直度,并检查有无空洞和砂眼,有无漏水。满足要求后,用浮吊将其整个吊起,解除钢丝绳在第一节钢护筒上端的吊点,缓缓下放钢护筒。

(6)依次作业,待钢护筒底端到达湖床面后,将整根钢护筒吊起,按照《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)中钢护筒埋设要求,重新精准定位,保证整个钢护筒的倾斜度控制在 1% 以内。

(7)钢护筒沉放至设计高程后,检查钢护筒倾斜度。当护筒在坑内准确定位后,在护筒底灌注 C25 水下混凝土进行封底,以增强钢护筒稳定性。钢护筒护圈用厚 4mm 钢板加工制作,内部骨架用 $\phi 32$ 钢筋制作,并用 10 号角钢进行加固。

(8)待全部钢护筒下沉到位后,用 36 号工字钢下沉至预定加固位置,由潜水员下水焊接固定,及时进行护筒间水下连接,以加强整体刚度。

5.2.4 钻孔平台搭设

在钢护筒上口设置钢板牛腿作为纵、横梁主要受力点,每个钢护筒顶部设四个牛腿,纵、横梁采用工字钢(一般 $\geq 25\text{a}$)。在顶部互相连接形成钻孔平台(图 6),在上面安置钻机进行钻孔作业(图 7)。