

GONGLU GONGCHENG GONGFA HUIBIAN

公路工程工法汇编

(2009)

上册

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)

上册

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的方针、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)(上册)

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.ccpress.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)
..... 陈宝华 赵丽华 郭秀琴 陈丽敏(114)	
吹沙填筑深层软土路基施工工法	王林山 蔡兰海 郝一川 李晓静(122)
水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)施工工法	

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 茵(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)	

目 录

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	猴晓东	王德安
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	林 琳
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	房建华
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	张培聪
软弱围岩大跨双连拱隧道施工工法	辛国平	林永强	崔根群	陈 锐
公路隧道超大直径深竖井施工工法	谢 爽	刘宝许	高崇霖	王 巍
四车道大跨度公路隧道施工工法	马建军	卫永毅	陈向军	陈德国
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	皇甫明
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	梁明文
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	李增军
隧道自动排水施工工法				李德杰
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	吴建福
新型施工缝止水带 P-201 施工工法	肖必建	南学飞	王杭立	张少波
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	李博闻
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	刘士恩
TSP 超前地质预报工法	杨昌盛	丁海明	周 鹏	刘锡波

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 夏孝奋 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)

交通工程篇

热熔振荡标线施工工法

GGG(鲁)E1149—2009

王成彪 吴兴华 叶青 武振国 韩军
(山东泰山路桥工程公司)

1 前言

道路交通标线按照标线涂料施工温度可划分为三类:常温型、加热型和热熔型。其中热熔型涂料反光标线按结构功能又可分为普通型和振荡型两种,热熔普通标线在我国经过 20 多年的研究和实践,由于具有施工干燥时间短、操作方便、耐久、耐磨性强、夜间反光良好等优点,现已广泛运用于各级道路中。相比之下,热熔振荡标线起步较晚(于 2000 年引入我国),但由于它本身的结构特点,比传统热熔普通标线增加了两项优异性能:极高的视认性和强烈振动警示作用,因而可防止行车中驾驶员瞌睡、越线或超速行驶,提高车辆行驶的安全,对道路安全事故的预防具有重大的意义。

目前,热熔振荡标线在国际上已经为发达国家所广泛使用,它是一种代表国际先进水平的高新技术产品。然而,相比传统热熔普通标线来讲,国内热熔振荡标线虽然采用了新的原材料和机械设备,但却没有相应的新施工规范,因此在施工过程中只能参照热熔普通标线施工的方法,施画成型后的热熔振荡标线无法满足其本身应有的结构和功能。因此,为了确保热熔振荡标线规范化施工,达到安全、高效、文明施工的目的,山东泰山路桥工程公司在上级有关单位领导下,对热熔振荡标线全过程施工进行了深入的研究,随后在京沪高速公路、泰山风景旅游区环山路等多条道路上进行了施工应用,积累了成熟的施工工法,对于提高工程质量和安全文明施工水平效果良好,取得了明显的经济和社会效益。

2 工法特点

2.1 本工法针对热熔振荡标线在施工中可能出现的问题提出了相应的处理办法,以便在施工时及时改进,使施划出的热熔振荡标线在耐磨抗压性、抗冲击稳固性、反光视认性、振动警示性等各方面均能达到高标准的要求。

2.2 与通常的施工工艺相比,本工法的运用提高了热熔振荡标线的工程质量和施工速度,延长了热熔振荡标线的使用寿命,对于提高道路的安全行驶、减少道路交通安全事故的发生效果显著。

2.3 由于热熔振荡标线工程质量受气候温度条件影响明显,因此本工法适宜在高温季节施工,主要施工阶段的各工序均需在高温状态下进行,外界环境温度不宜低于 10℃。

3 适用范围

本工法适用于高速公路外侧边缘线,各等级公路大型桥梁进口、急转弯、纵坡度较大的路段,城市道路的弯道、十字路口,工厂和校园门口等位置的热熔振荡标线施工。

4 工艺原理

将热熔振荡标线涂料用热熔釜加热到 180 ~ 220℃(根据外界环境温度、涂料中采用的热塑树脂类型和配方来选择温度),使涂料熔融成流动状态,然后转移到专用振荡画线机的料罐里面,再通过振荡画线机将涂料涂敷于已喷涂好下涂剂的清洁路面,同时撒布适量玻璃珠,在常温下自然固化、冷却成型

后即完成热熔振荡标线的施工。

5 施工工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程

本工法工艺流程见图1。

5.2 操作要点

5.2.1 施工准备

(1)建立健全组织机构,明确项目分部各项责任目标,根据工程项目情况确定热熔振荡标线施工队伍的数量,每支标线施工队伍可具体分为三组:路面清扫放样组、涂料熔融组、标线涂敷组,人员安排根据现场实际情况而定。

(2)制定图纸会审、技术交底制度,提前组织施工人员进场,进行质量、安全及文明施工等方面教育培训,做好技术交底、安全交底。

(3)确定原材料供应商,提前做好原材料试验。

5.2.2 安全布控

到达施工现场后,根据路面的宽度、交通量等因素,按照安全作业规程相关要求,配备专职安全员,布控好反光标志牌、锥形标、黄闪灯等安全设施,做好交通管制措施,严防安全事故发生。

5.2.3 涂料熔融

(1)目前热熔振荡标线凸起形状各异,还没有统一的标准来规范振荡标线的形状,但其主要分为圆点型、方块型两种,方块型又有普通奇偶并列型、千鸟型和排骨型三种,目前国内使用最为广泛的为普通奇偶并列方块型,方块主要为3块或4块并列。热熔振荡标线各结构类型及设置位置情况可参考表1。

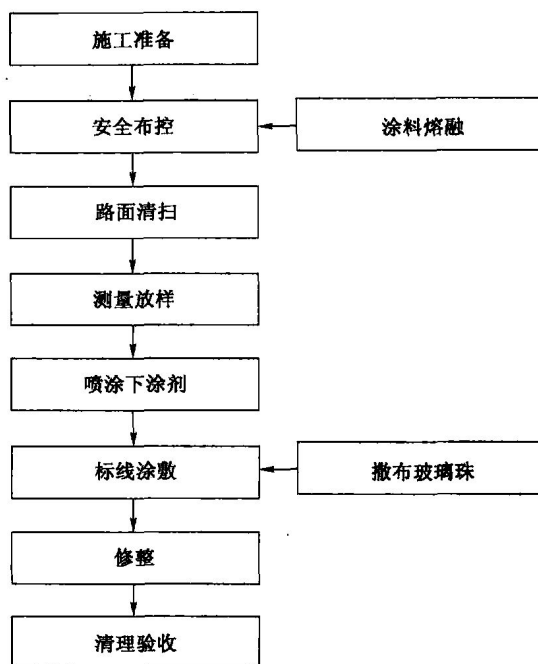


图1 热熔振荡标线施工工艺流程图

热熔振荡标线结构类型、用途及设置位置

表1

凸起形状	示意图	凸起高度(mm)	主要特性	用途	设置位置
圆点型		6~9	振荡声音大,振动小	警示线	城市道路分界线等
方块型	普通奇偶并列型 	6~11	强烈的振动效果,振荡声音较大	减速线	高速公路外侧边缘线,各等级公路大型桥梁进口、急转弯、纵坡度较大的路段,工厂和校园门口等
	千鸟型 	4~6	振动和振荡声音一般	反光线	车速不高,但对雨夜反光要求较高的地段等
	排骨型 	5~10	振动和振荡声音兼备	车道边缘线	高速公路外侧边缘线,城市道路机非分道线等

(2)由于热熔振荡标线结构类型和凸起高度要求的不同,故在施工前就必须确立适合工程项目的涂料,涂料的选择对热熔振荡标线的质量是至关重要的。

首先,由于我国南北气候差异较大,南方和北方生产的涂料流动性是不一样的,故应根据不同地区和季节采购或向厂方定制适合的涂料;其次,涂料必须满足速干性、强黏附性、反光性、耐久性等热熔涂料的基本特性;再次,涂料必须满足热熔振荡标线特有的高视认性和强烈振动性能。一方面涂料本身必须含有 20% 以上的玻璃珠,以使施画成型后的标线雨夜反光良好,即使在面撒玻璃珠磨损以后,依然能够连续反光。另一方面,振荡标线的凸起高度不宜低于表 1 中各列项所要求的区间中间高度,最好能靠近上限,标线的振动效果才明显;最后,涂料的各组成部分中,白色颜料钛白粉必须为金红石型,黄色颜料可采用耐热铬黄,热塑树脂的热抗压性和耐冲击性对热熔振荡标线凸起块的质量影响重大,可以考虑在增加适量成本的基础上,采用特殊材料改性树脂、加入碳纤维增强等措施提高振荡标线的质量。

(3) 涂料熔融组负责将适合工程项目的涂料投入到以液化石油气为燃料的热熔釜中,釜内温度控制在 180 ~ 220℃ 之间,施工环境温度较低时,涂料温度可取区间高值,而施工涂膜较厚时,涂料温度取区间低值,这样能取得更好的效果。加热的同时不断搅拌,严格控制好温度,使之成为符合要求的涂料。为保证较好的标线质量,进行检测试验,试验方法是从釜内熔融完毕的涂料中取样,涂成片状(厚约 1.5mm),使其自然冷却,干燥后用手将其弯曲,弯到 35° 左右时涂片断裂为最佳。

热熔振荡涂料熔融过程中应注意以下事项:

(1) 严格控制加热温度

- ① 根据标线工程数量和流动性的要求调节火候和搅拌强度,在涂敷量少时考虑使用小火较为合理。
- ② 尽量避免长时间高温加热,防止涂料变色、热劣化。
- ③ 当施工中需要等待时,要调小火苗,降低温度,需要涂敷时再升温。
- ④ 熔融涂料转移运距不宜过长。

(2) 要充分对涂料进行搅拌和混合,使涂料受热均匀。

(3) 添加涂料时,应注意新加入涂料的熔融情况。

(4) 要注意加热次数,避免多次重复加热,每锅涂料尽量只加热一次。每天的施工用料要有计划,施工结束时釜中不要残存过多的涂料,如遇特殊情况有较多的涂料剩余,则应将其排放出来,冷却固化后粉碎,下次施工时与新涂料混合起来用。

(5) 不要在热熔釜的周围放置易燃易爆物品,严防火灾爆炸事故的发生。

5.2.4 路面清扫

路面清扫是热熔振荡标线施工的基础,涂料与路面结合的牢固状况在很大程度上依靠它们之间接触面的干净程度,因此必须彻底清除道路表面上的所有灰尘污物,松散石块及其他废弃杂物,确保划线作业时,路面清洁干燥。

5.2.5 测量放样

根据复测贯通的线路轴线使用全站仪进行定位设置各控制点,然后进行水线放样,对于道路中心线和边缘线可用钢钉拉绳索或标线放样车放样,而对于道路横向振荡标线使用绳索弹灰线的方式即可完成水线放样。

5.2.6 喷涂下涂剂

下涂剂的作用是提高路面与涂料的黏结力,下涂剂要根据不同种类的路面材质要选用不同的类型。施工时用高压喷涂机在水线的一侧喷涂下涂剂,要求喷涂出的下涂剂漆膜均匀,宽度一致,且宽度和长度应大于设计标线相应尺寸 5mm。下涂剂喷涂过多会对路面结构造成破坏,过少则会降低路面与标线间的黏结力,一般每平方米喷涂 0.15 ~ 0.2kg 下涂剂为宜,在下涂剂干燥后应及时进行热熔振荡标线涂料的涂敷。

5.2.7 标线涂敷及玻璃珠的撒布

由于热熔振荡标线的涂敷施工过程是不可逆转的,一旦涂敷在路面上以后,再去彻底清除是很难做到的,因此涂敷操作是振荡标线施工中最关键的一步,作业时应严格按照操作程序来进行。热熔振荡标线涂敷施工操作程序及注意事项如下:

(1) 热熔振荡标线机械的选择。画线机械主要为振荡标线画线机,可分为一体式和分离式两种,但画线机的工作原理都是通过微机系统、传感系统、空压系统、行走驱动系统及施划系统实现一次性完成凸起标线。在振荡画线机选用时,必须满足以下条件:标线凸起长度可以任意调动,成型后的凸起部分外观宜为金块状梯形体,凸起高度、间距等都能满足各种路况的需要,反光及振动标准符合国际标准规定,画线机本身并具有较强的抗变形、耐磨和抗冲击性能等。

(2) 涂敷前应对施工机具进行全面的检查,保证设备处于完好状态。可在薄铁皮上预先进行试画,检查色泽、长度、宽度、基层及凸起高度、玻璃珠撒布量等,必要时要对相关参数进行调整。

(3) 标线的涂敷应在下涂剂干燥后进行,在下涂剂还未干燥前就画标线,下涂剂会穿透未硬化的涂膜,造成针孔、气泡现象,并污染标线表面。

(4) 热熔振荡标线的涂敷成型。施工时,将热熔釜中已熔融完毕的涂料通过料槽转移到振荡标线画线车的保温料罐中,然后将涂料引入画线斗中,并保温使涂料保持熔融状态。启动画线机上的发动机,打开微机开关,并根据图纸或项目要求设置好画线机面板上的各项参数,使空压系统和传感系统开始工作,开始划线时,放下画线斗并将其置于水线一侧已清理干净的路面上,再放下离合,推动画线车向前移动,熔融涂料经具有凸起成形结构的斗槽涂敷至路面,在标线成膜的同时按设定间隔形成有规则的凸起块,同时画线机的玻璃珠撒布系统会自动均匀地在标线表面撒布一层反光玻璃珠。待涂膜自然固化、冷却成形后再次对标线各参数,特别是基层及凸起高度的厚度、间距及凸起块外观进行测定,必要时进行相应的调整。

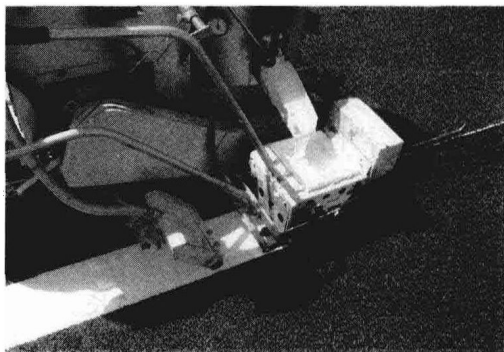


图2 热熔振荡标线涂敷施工图

热熔振荡标线的施工涂敷成型过程如图2所示。

(5) 热熔振荡标线的雨夜反光。施划成形后的热熔振动标线凸起块间的间隙可以形成排水区域,标线凸起部分始终会突出于水面,保证标线不被雨水所完全浸没,可以实现雨夜反光的功。在施工时,为保证夜间良好的反光视认性,关键在于控制好玻璃珠进入涂膜的深度和数量,经研究证明玻璃珠的直径的一半埋入涂膜中反光效果最好。如果涂料温度高,玻璃珠撒布快,玻璃珠会埋入涂膜过深,无法发挥或不能完全发挥其最佳的反光性能;如果涂料温度低,玻璃珠撒布慢,涂膜已接近固化,玻璃珠不能在涂膜上粘牢,容易脱落,反光效果很差。另外,玻璃珠撒布要均匀,通常每平方米撒布0.3~0.5kg,撒布过少,反光效果就达不到要求;撒布过多,标线表面则易沾粘、存积灰尘,降低了标线的反光视认性。

(6) 施工过程中,画线车内的涂料要经常搅拌,以防止沉降分层。

(7) 施工时画线车料斗中的料温不宜低于180℃,外界环境气温不应低于10℃,一般20℃以上最佳,应尽量避免在较低温度下施工,特殊情况下施工中要采用路面预热措施,防止涂料接触路面后黏度迅速变稠,影响涂料与路面的黏结牢度。

(8) 对新铺筑的道路要尽量延期施工,新铺筑的沥青路面易造成对标线的污染,而新浇筑的水泥混凝土路面,则易造成标线剥落。

5.2.8 修整及验收

热熔振荡标线施画结束后,应及时对溢出和不整齐的涂膜进行修整,检查涂膜厚度、尺寸,玻璃珠的撒布情况及标线线形等。然后进行现场清理,清扫洒落的玻璃珠和涂料,等待标线彻底干燥硬化,验收完毕即可开放通车。

6 材料与设备

6.1 主要材料

热熔振荡标线所需主要材料为涂料、玻璃珠、下涂剂。

6.1.1 热熔振荡涂料必须满足《路面标线涂料》(JT/T 280—2004)的要求,施工时应根据现场实