

**GONGLU GONGCHENG GONGFA HUIBIAN**

---

# **公路工程工法汇编**

## **(2010)**

**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

(2010)

上册

中国公路建设行业协会 编



人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书由中国公路建设行业协会组织编写,共汇编了174项公路工程工法,反映了公路路基、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。本书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(2010)/中国公路建设行业协会编. —北京:人民交通出版社,2011.4

ISBN 978-7-114-08989-3

I. ①公… II. ①中… III. ①道路工程—工程施工—规范—汇编—中国—2010 IV. ①U415-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第055138号

书 名:公路工程工法汇编(2010)(上册)

著 作 者:中国公路建设行业协会

责任编辑:沈鸿雁 丁润铎 韩亚楠 刘永超 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.ccpres.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:53.5

字 数:1600千

版 次:2011年4月 第1版

印 次:2011年4月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08989-3

定 价:300.00元(上、下册)

(如有印刷、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

中路建协字[2010]114 号

---

## 关于公布 2010 年度公路工程工法的通知

各有关单位：

受交通运输部委托,并根据《公路工程工法管理办法》,我协会组织专家对有关单位申报的 2010 年度工法进行了评审,经相关媒体公示,审定 174 项为 2010 年度公路工程工法,现予以公布。

希望各单位继续支持学习实践科学发展观,重视公路工程工法的管理工作,继续加强科技创新和科技开发力度,提高企业的自主创新能力。在工程建设实践中认真及时总结重点和难点项目的宝贵施工经验,加强公路工程工法的开发创新和管理工作,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,不断提高公路工程施工质量。

附件:2010 年度公路工程工法名单(略)

二〇一〇年十二月二十七日

抄报:交通运输部公路局

抄送:各省、自治区、直辖市交通运输厅(交通委),天津市、上海市交通运输和港口管理局,新疆生产建设兵团交通局



# 前 言

为了深入贯彻落实科学发展观,加快推行现代工程管理制度,全面提高公路工程建设管理水平,打造统一、规范、有序的施工标准体系,实现对建设过程、安全、质量、工期的有效控制;同时,为了促进公路施工企业加强工法的开发创新和管理工作的,促进公路工程新技术、新工艺、新材料、新设备的推广应用,中国公路建设行业协会受交通运输部的委托,组织开展了2010年度公路工程工法管理工作。在本次评审中共评出174项为2010年度公路工程工法,其中:路基工程24项,路面工程18项,桥涵工程109项,隧道工程19项,交通工程2项,工程养护2项。

这批工法是我国公路工程建设行业评审出的第三批公路工程工法,是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。从总体上看,这批工法均已经过工程实践检验,是行之有效的,是指导公路工程施工管理的实施细则,具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。为鼓励公路施工企业加强工法的开发和应用,促进企业增强科技创新能力,加快技术积累并使科技成果尽快转化为生产力,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工作的,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、许和平、石新栋、吴全立、刘元炜、范厚彬、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,是公路建设从业单位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  
二〇一一年四月十五日

# 目 录

## 上 册

### 路 基 篇

|                              |     |     |           |
|------------------------------|-----|-----|-----------|
| 多排微差路基深孔爆破施工工法 .....         | 库崇锋 | 朱传敬 | 张 伟等(3)   |
| 高填方路基填筑强夯施工工法 .....          | 黄仁华 | 苑国全 | 雷先博等(13)  |
| 低液限粉土路基施工工法 .....            | 潘相庆 | 徐广伟 | 刘执圣等(20)  |
| 沙漠公路路基填筑及防护施工工法 .....        | 库崇锋 | 朱传敬 | 巩崇坤等(27)  |
| 河砂与风化料混填路基施工工法 .....         | 潘相军 | 李玉涛 | 张玉敏等(41)  |
| 振动沉模大直径现浇混凝土薄壁管桩施工工法 .....   | 陈向东 | 甘国贞 | 朱 波等(55)  |
| 级配不良细砂土路基填筑施工工法 .....        | 杨士杰 | 李 军 | 崔云财等(62)  |
| 泡沫混凝土路堤施工工法 .....            | 吴旭初 | 江 锋 | 项小伟等(68)  |
| 软土地基水泥土夯实桩施工工法 .....         | 陈志军 | 任国勤 | 刘宏图等(74)  |
| 塑料套管现浇混凝土桩软基处理施工工法 .....     | 吴旭初 | 朱培良 | 彭军安等(86)  |
| 塑料排水板施工中回带处理施工工法 .....       | 边飞龙 | 韩栋华 | 沈垚洪等(94)  |
| 橡胶桩尖薄壁筒桩施工工法 .....           | 俞国弘 | 倪罗峰 | 楼建明等(98)  |
| 膨胀土路堑边坡柔性挡墙施工工法 .....        | 陆宏新 | 高雪山 | 罗 光等(103) |
| 滨海(河)地区土质路堤边坡土钉墙防护施工工法 ..... | 刘振义 | 朱庆飞 | 武国宏等(109) |
| 特殊条件下公路边坡危岩处理施工工法 .....      | 朱培良 | 廖建军 | 周松国等(117) |
| 预应力锚索防护劈裂注浆施工工法 .....        | 申福先 | 张国强 | 张志勇 (125) |
| 三维土工网垫植被护坡施工工法 .....         | 吴群辉 | 陆晓华 | 周明光等(131) |
| 寒冷地区路基高边坡锚索防护施工工法 .....      | 单志利 | 姜英民 | 关向鹏等(136) |
| SNS 主动防护系统施工工法 .....         | 郑忠智 | 陈中华 | 董 波等(147) |
| 路基边坡光面爆破施工工法 .....           | 焦 岩 | 陈继滔 | 陈青山等(155) |
| 微型压浆无砂混凝土钢管桩施工工法 .....       | 李 峻 | 张纯根 | 汪国泰等(161) |
| 高原高寒草原地区植被防护及恢复施工工法 .....    | 张 军 | 韩景义 | 郭秀琴等(166) |
| 下穿公路 U 形槽施工工法 .....          | 刘宝库 | 徐朝阳 | 刘志荣等(185) |
| 路基刚度快速检测施工工法 .....           | 毕泗新 | 燕书红 | 何茂钱等(192) |

## 路面篇

- 密级配沥青稳定碎石(ATB-25)基层施工工法 ..... 曹 贵 祁建福 陈仲明等(201)
- 电石泥粉煤灰二灰稳定砂砾底基层施工工法 ..... 夏志忠 黄 鹏 艾绍武等(218)
- 大厚度水泥稳定土基层摊铺离析控制施工工法 ..... 杨继禹 张 众 卢立军等(227)
- 新型聚合物改性水泥混凝土路面铺装施工工法 ..... 裴玉军 王晓红 王建华等(236)
- 三辊轴机组连续配筋水泥混凝土路面裸化施工工法 ..... 罗振宇 向 良 何艳春等(244)
- 阻燃沥青混凝土路面施工工法 ..... 高怀鹏 王玉臣 李 强 (254)
- 彩色沥青混凝土摊铺施工工艺 ..... 李 晋 伊廷军 彭玉红等(260)
- LSPM 沥青混合料施工工法 ..... 吴险云 刘文清 朱俊生等(270)
- 路面抗裂防水黏结膜施工工法 ..... 王阳松 顾东潮 聂国彬等(285)
- 大孔隙排水降噪沥青混凝土路面施工工法 ..... 曹东伟 唐国奇 刘清泉等(291)
- 高模量沥青混凝土路面施工工法 ..... 翁艾平 陆柏川 斯纪平等(304)
- 复式微表处超薄桥面铺装层施工工法 ..... 刘廷国 岳学军 王银虎等(318)
- 厂拌热再生沥青路面施工工法 ..... 张启炎 董华均 张咏梅等(329)
- 温拌橡胶沥青 SMA 施工工法 ..... 温 涛 闫 波 赵永刚等(337)
- 布敦岩沥青 AC-13 型沥青混凝土施工工法 ..... 刘执圣 延海洲 刘德芳等(347)
- Eliminator 防水层 + 浇注式沥青混凝土 + 沥青玛蹄脂混凝土组合铺装钢桥面施工工法  
..... 肖锡康 王振业 栗多品等(361)
- 添加剂型高模量沥青混凝土路面施工工法 ..... 陈兵维 刘厚军 史福伟等(377)
- 嵌挤式混凝土块路面现浇施工工法 ..... 李 彦 张明亮 苏国天等(390)

## 桥梁篇

- 大型双壁钢围堰浅水区整体拼装下水施工工法 ..... 李英俊 田 丰 褚晓辉等(399)
- 灌注桩先隔离桩头钢筋、后凿除桩头混凝土施工工法 ..... 张黎明 魏廷伟 (407)
- 桩基钢筋笼采用分体式直螺纹套筒连接快速施工工法 ..... 李 先 张新彬 肖 飞等(414)
- 湿陷性黄土地区旋挖钻干法成孔灌注桩施工工法 ..... 阮德超 杨启维 莫首一等(421)
- 大直径深长钢护筒充排气浮运法安装施工工法 ..... 王铁法 李 俊 王 奎等(427)
- 大型浮式钢吊箱平台气囊法整体下水、浮运施工工法 ..... 米长江 贺茂生 欧阳祖亮等(433)
- 库区陡岩浅覆盖层群桩基础施工工法 ..... 叶 坤 陈圆圆 张东东等(442)
- 挖孔桩钻芯切割成孔施工工法 ..... 陈卫华 薛伟龙 张志龙等(454)
- 海上钻孔灌注桩旋挖钻施工工法 ..... 王 昕 赵 斌 赵建刚等(460)
- 有底钢套箱水中系梁施工工法 ..... 孙松军 诸葛永强 蒋发镗等(474)

|                                 |     |     |           |
|---------------------------------|-----|-----|-----------|
| 沙漠地区旋挖钻孔成孔灌注桩施工工法 .....         | 刘辉山 | 李常平 | 方 伟等(479) |
| 砂卵石地层钻孔灌注桩施工工法 .....            | 张继锁 | 赵红军 | 唐 静等(485) |
| 山区桥梁桩基冲孔遇倾斜岩层纠偏施工工法 .....       | 刘志宏 | 陈顺先 | 严相杰等(495) |
| “∞”字形深基坑地连墙施工工法 .....           | 何超然 | 钟永新 | 田雨金等(502) |
| 海上桥梁承台与承台防撞设施一体化施工工法 .....      | 刘国波 | 全少彪 | 周先念等(518) |
| 固定式海上施工平台设计与施工工法 .....          | 刘国波 | 全少彪 | 张鹏飞等(527) |
| 海上大直径钻孔灌注桩施工工法 .....            | 全少彪 | 刘国波 | 张鹏飞等(538) |
| 湖区水中超大型双排加固桩土围堰施工工法 .....       | 胡益众 | 姚广成 | 王振江 (545) |
| 泥浆围堰施作水中平台施工工法 .....            | 张伟东 | 单亚钢 | 徐建国等(551) |
| 桥梁桩基挤扩灌注桩施工工法 .....             | 金凤温 | 高 平 | 何勇海等(558) |
| 大直径挤扩支盘灌注桩施工工法 .....            | 殷学智 | 张国梁 | 史生军等(571) |
| 高寒地区钻孔平台冬季施工工法 .....            | 戚保江 | 谭 斌 | 单志利等(583) |
| 超高压水射流全套灌注桩施工工法 .....           | 史生军 | 张国梁 | 肖 剑等(590) |
| 大跨径盖梁抱箍法门架式支撑施工工法 .....         | 曲伟芳 | 潘晓辉 | 高绪红等(596) |
| 桥台加筋土挡墙施工工法 .....               | 寇珍仕 | 高俊生 | 任继荣等(607) |
| 高寒地区高塔柱冬季施工工法 .....             | 王海波 | 李瑞喜 | 关荣才等(615) |
| 水中大跨度三角刚构斜腿无支架施工工法 .....        | 徐升桥 | 张 华 | 任为东等(623) |
| 可调高盆式橡胶支座安装及调高施工工法 .....        | 熊守富 | 陈 钧 | 李小和等(633) |
| 桥墩提升式脚手架施工工法 .....              | 李华东 | 赵永刚 | 曹国俊等(638) |
| 承台大体积混凝土现场温控施工工法 .....          | 王建强 | 徐茹宝 | 白军灿 (646) |
| 矩形薄壁空心高墩收分式液压滑模施工工法 .....       | 李文军 | 王保彦 | 刘信军等(653) |
| 三维空间体系 V 形墩施工工法 .....           | 朱大勇 | 季自刚 | 孟国祥等(663) |
| 拱桥转体砂筒转换支撑施工工法 .....            | 张胜林 | 徐 贵 | 肖 军等(673) |
| 滨海地区黄河特大桥防腐高性能混凝土下部结构施工工法 ..... | 潘相庆 | 徐广伟 | 刘执圣等(682) |
| 钢管混凝土叠合柱桥墩施工工法 .....            | 朱国燕 | 张小军 | 江 军等(695) |
| 高墩盖梁悬空支撑施工工法 .....              | 方么生 | 武 利 | 赵永红等(703) |
| 桥涵墩台滴灌保湿膜养生施工工法 .....           | 李 强 | 张伟民 | 庞 敏等(713) |
| 复合型上承式钢筋混凝土箱形拱桥施工工法 .....       | 赵志刚 | 张传安 | 徐士强等(717) |
| 单球较大吨位曲线箱梁斜拉桥平面转体施工工法 .....     | 高志刚 | 慕峰伟 | 李彩莲等(729) |
| 预应力混凝土 T 梁预制工法 .....            | 冯太坤 | 张桂涛 | 智家明等(740) |
| 大跨径非对称外倾式钢箱拱无支架缆索吊装施工工法 .....   | 关清杰 | 郜小群 | 万宗江等(746) |
| 非对称外倾式拱桥曲线钢箱梁安装工法 .....         | 万宗江 | 郜小群 | 蒋光全等(758) |
| 非对称外倾式拱肋钢—混连接段施工工法 .....        | 马 斌 | 万宗江 | 王广钟等(766) |
| 外倾式变截面预应力混凝土拱肋液压自爬模施工工法 .....   | 林用祥 | 蒋光全 | 张明书等(778) |
| 六四式军用梁拼装拱桥钢拱架施工工法 .....         | 李玉碧 | 任 熠 | 舒 浩等(788) |
| 预应力钢筋混凝土箱梁跨越铁路多支点顶推施工工法 .....   | 黄树彬 | 王永彪 | 张翠芹等(798) |
| 大跨径悬索桥分体式钢箱梁制作组装施工工法 .....      | 王辉平 | 钱叶祥 | 徐 亮等(808) |



## 下 册

|                                    |     |     |            |
|------------------------------------|-----|-----|------------|
| 公路桥梁大断面钢塔节段制造施工工法 .....            | 李 毅 | 吉敏廷 | 张 宁等(845)  |
| 拉压杆三角架竖向转体施工工法 .....               | 廖云沼 | 林世发 | 聂晓军等(868)  |
| 大型钢箱梁多点顶推施工工法 .....                | 黄元群 | 许交武 | 周永生等(875)  |
| 全焊接钢桁梁斜拉桥主梁整节段安装施工工法 .....         | 陈理平 | 胡 勇 | 黄 勇等(880)  |
| 多跨连续无风撑斜靠式钢管混凝土拱桥缆索吊吊装施工工法 .....   | 张 新 | 惠中华 | 王守国等(901)  |
| 多圆弧异型独柱塔悬臂模板施工工法 .....             | 尹志清 | 赵旭洲 | 蒋剑虹等(917)  |
| 宽幅整体特大吨位 T 形刚构转体施工工法 .....         |     |     | 刘继龙 (923)  |
| 大跨度桁架式钢筋混凝土预应力斜拉桥挂篮施工工法 .....      | 程志强 | 戴敬辉 | 李宇航等(938)  |
| 采用上行式架桥机进行预制节段逐跨拼装施工工法 .....       | 马少军 | 景 飒 | 戴平志等(956)  |
| 系杆拱桥吊杆更换施工工法 .....                 | 王玲才 | 黄今浩 | 陈 军等(970)  |
| 系杆拱桥中大吨位横梁千斤顶提升安装施工工法 .....        | 江育龙 | 王玲才 | 黄今浩等(979)  |
| 桥梁盆式支座更换施工工法 .....                 | 周松国 | 陈 军 | 朱培良等(989)  |
| 系杆拱桥整体筒支浮运安装施工工法 .....             | 周安平 | 李善超 | 宜林林等(994)  |
| 刚架拱桥整体化现浇施工工法 .....                | 刘景宝 | 刘国强 | 武振国等(1002) |
| 大跨度异型钢箱式拱肋施工工法 .....               | 毕于波 | 卢 伟 | 李世存等(1008) |
| 单塔无背索斜拉桥劲性混凝土整体提升模板体系施工工法 .....    | 韩建红 | 武群虎 | 陈 磊等(1023) |
| 预应力刚性混凝土系杆拱桥支架拼装施工工法 .....         | 严朝锋 | 张广义 | 王永丽 (1031) |
| 斜拉三角挂篮悬臂浇筑预应力混凝土连续梁施工工法 .....      | 徐高山 | 徐冬青 | 马 杰等(1040) |
| 大跨径箱形拱桥无支架吊装工法 .....               | 田宝华 | 丁维军 | 肖 俊 (1056) |
| 大节段三管结构钢管混凝土拱肋制作工法 .....           | 陈幼林 | 彭育芬 | 刘延龙等(1064) |
| 大跨径悬索桥钢桁加劲梁桥面吊机架设施工工法 .....        | 覃宗华 | 徐 刚 | 付望林等(1072) |
| 自锚式悬索桥空间主缆的架设与体系转换施工工法 .....       | 林吉明 | 揣国新 | 施津安等(1088) |
| 900t 箱梁预制、运输、安装施工工法 .....          | 叶 坤 | 毛 奎 | 余常俊等(1100) |
| 大跨度变截面连续箱梁组合式支架大节段现浇施工工法 .....     | 杨 萍 | 杨振伟 | 王 君等(1121) |
| 现浇混凝土拱桥无支墩施工工法 .....               | 夏孝奋 | 张韶华 | 李 辉等(1134) |
| 大跨度结构缓黏结预应力混凝土施工工法 .....           | 夏孝奋 | 张延春 | 张生成等(1149) |
| 空间拱形斜塔自锚式悬索与斜拉组合结构体系桥梁上部施工工法 ..... | 谯兰志 | 王宗仁 | 赖宏扬等(1159) |
| 钢拱桥卧拼竖提转体施工工法 .....                | 李德钦 | 刘 炜 | 李友清等(1166) |
| 斜拉桥边跨全支架顶推施工工法 .....               | 彭立志 | 应 虹 | 阎王虎等(1183) |
| 独塔柱自锚式悬索桥钢箱梁顶推施工工法 .....           | 鲜正洪 | 杨卫平 | 肖向荣等(1195) |

## 目 录

|                                 |     |     |            |
|---------------------------------|-----|-----|------------|
| 骑索式桥面吊机施工工法 .....               | 卢冠楠 | 刘国波 | 全少彪等(1206) |
| 斜拉桥预应力混凝土单索面牵索挂篮施工工法 .....      | 雷志超 | 付开庆 | 袁志红等(1216) |
| 预应力钢筋混凝土刚构桥采用变异挂篮免支架施工工法 .....  | 李春平 | 聂意江 | 刘子旭等(1225) |
| 钢筋混凝土开口薄壁箱施工工法 .....            | 赵 渝 | 徐 贵 | 王 骞等(1234) |
| 三角刚构劲性骨架挂架翻模施工工法 .....          | 杨光华 | 覃 杰 | 胡云江等(1243) |
| 横移组合式索鞍缆索吊装拱桥施工工法 .....         | 吴 飞 | 胡云江 | 刘 彬等(1255) |
| 后张预应力桥梁全过程监测灌浆施工工法 .....        | 黄国樟 | 李思望 | 嵇昌海等(1272) |
| 16m 预应力空心板顶板负弯矩施工工法 .....       | 王任群 | 刘巧军 | 张挺益等(1277) |
| 大跨径梁桥特高箱梁全断面一次悬浇施工工法 .....      | 吴初平 | 刘玉兰 | 周 强等(1293) |
| 悬索桥边跨无索区钢箱梁安装施工工法 .....         | 卢 伟 | 杨如刚 | 邓亨长等(1305) |
| 悬索桥钢箱梁运梁船海上动力定位施工工法 .....       | 杨如刚 | 龙 勇 | 邓亨长等(1312) |
| 上承式钢管混凝土拱桥盖梁预制吊装施工工法 .....      | 刘建勋 | 张 詠 | 田过勤等(1320) |
| 电伴热冬季钢管混凝土施工工法 .....            | 王 泉 | 廉兴军 | 姜洪军等(1328) |
| 预制箱梁湿接缝滑模托架施工工法 .....           | 陈 亮 | 陈亚光 | 唐亚坤等(1335) |
| 悬臂连续箱梁墩顶支架反力梁预压施工工法 .....       | 唐 鹏 | 李 明 | 王 斌等(1341) |
| 悬浇挂篮液压预压施工工法 .....              | 李善超 | 张晓宇 | 巩艳国等(1346) |
| 斜拉桥塔梁同步施工工法 .....               | 熊守富 | 陈 钧 | 李小和等(1354) |
| 水下泵管输送混凝土施工工法 .....             | 鞠金虎 | 简细明 | 赵永军等(1360) |
| 水泥混凝土桥面铺装链式凿毛施工工法 .....         | 郭树明 | 王繁兴 | 刘国强等(1368) |
| 全自动、脉冲式、全天候预制梁板喷淋养生系统施工工法 ..... | 李 先 | 张新彬 | 李建华等(1371) |
| 预制装配式盖板涵洞施工工法 .....             | 徐登票 | 周红星 | 陈忠欣等(1380) |
| 大直径钢波纹管涵洞施工工法 .....             | 孙伯文 | 李祝龙 | 王俊杰等(1386) |
| 钢框架组合模板施工工法 .....               | 马 瑞 | 田云涛 | 冯 波等(1397) |
| 倾斜型预压式钢—混结合段施工工法 .....          | 孙文龙 | 马 瑞 | 范 良等(1408) |
| 桥梁伸缩缝施工工法 .....                 | 张 丽 | 李保华 | 王学军等(1416) |
| 数控弯曲机精确加工钢筋构件施工工法 .....         | 陆海峰 | 焦 岩 | 黄 平等(1422) |
| 纤维增强型桥面防水层施工工法 .....            | 吴定山 | 赵成飞 | 傅若梁等(1429) |
| 采用导向仪监控的大管棚(幕)施工工法 .....        | 刘朝晖 | 程元林 | 罗国锋等(1434) |
| 碳纤维布粘贴加固旧桥施工工法 .....            | 余汉聪 | 黄良钦 | 苏子贤等(1443) |
| 高寒地区旧桥加固施工工法 .....              | 陈 亮 | 刘朝晖 | 陈国彦等(1448) |
| 溶蚀区特殊透水条件下圆形深大基坑施工工法 .....      | 唐 俊 | 李 飞 | 周运志等(1456) |
| 海滩软基础桩基组合支架法现浇混凝土箱梁施工工法 .....   | 汪昌喜 | 邓建林 | (1465)     |

## 隧 道 篇

|                          |     |     |            |
|--------------------------|-----|-----|------------|
| 无中墙连拱隧道施工工法 .....        | 蒋树屏 | 胡学兵 | 黄伦海等(1475) |
| 公路隧道三台阶 CD 法开挖施工工法 ..... | 罗惠清 | 钟天彬 | 谢义宝等(1484) |

|                               |     |     |            |
|-------------------------------|-----|-----|------------|
| 高压旋喷桩内插钢管基坑支护施工工法 .....       | 孔凡亮 | 韩廷洪 | 林光稳等(1491) |
| 偏压状态下明暗交界段隧道进洞开挖施工工法 .....    | 吴旭初 | 朱培良 | 李继平等(1498) |
| 软弱围岩隧道上下导坑环形开挖施工工法 .....      | 冯政林 | 华典年 | 成建国 (1505) |
| 冰川堆积体隧道开挖施工工法 .....           | 王 多 | 祁 鹏 | 李 铨等(1514) |
| 分次复式楔形掏槽减振爆破施工工法 .....        | 鲍汝苍 | 李少先 | 李 娜等(1522) |
| 强震后帽式防护法处理特大塌方段隧道重建施工工法 ..... | 房 军 | 苏红岭 | 王周理等(1536) |
| 小半径螺旋隧道施工通风工法 .....           | 李治强 | 武旭升 | 樊建国 (1544) |
| 早高强 C40 钢纤维喷射混凝土施工工法 .....    | 宋星光 | 张彦伟 | 王利平 (1549) |
| 海底隧道断层破碎带综合施工工法 .....         | 罗 嵩 | 李海宝 | 杨祖根等(1560) |
| 大跨双拱复合形模板台车隧道衬砌施工工法 .....     | 赵 炜 | 周彦军 | 高奇文等(1573) |
| 软弱围岩隧道聚丙烯纤维增强混凝土性能施工工法 .....  | 焦 岩 | 高 峰 | 陈青山等(1581) |
| 多变径模板台车整体衬砌施工工法 .....         | 张伯阳 | 张亚果 | 丁立金等(1586) |
| 严寒地区隧道保温防火层施工工法 .....         | 盖青山 | 白国艳 | 尤春颖等(1596) |
| 高寒地区隧道保温防排水施工工法 .....         | 张 鹏 | 史新春 | 韩志刚等(1602) |
| 小直径简易网格盾构机砂层顶管施工工法 .....      | 汪学军 | 梁长海 | 尚俊良等(1610) |
| 瓦斯隧道施工工法 .....                | 周小兵 | 彭红军 | 祁 鹏等(1616) |
| 公路隧道前置式洞口工法 .....             | 蒋树屏 | 胡学兵 | 黄伦海等(1635) |

## 交通工程、养护篇

|                         |     |     |            |
|-------------------------|-----|-----|------------|
| 高速公路混凝土防撞护栏滑模施工工法 ..... | 靳德辉 | 李吉根 | 池雁彬等(1643) |
| 离心式热熔喷涂型标线施工工法 .....    | 杜利民 | 薛晓东 | 关腊生等(1650) |
| 泡沫沥青就地冷再生水稳基层施工工法 ..... | 杨 枫 | 李承章 | 李 陶等(1656) |
| 沥青路面半刚性基层钻孔压浆施工工法 ..... | 李 峻 | 汪国泰 | 李俊桥等(1664) |

# 路 基 篇



# 多排微差路基深孔爆破施工工法

GGG(中企)A1001—2010

库崇锋 朱传敬 张 伟 杨作祺 杨 平

(长庆石油勘探局筑路工程总公司)

郭国良 聂小勇 陆建忠 顾 群 姚宇翔

(杭州市市政工程集团有限公司)

赵建军 禹海龙 蔡献东 周长亮

(汇通路桥建设集团有限公司)

## 1 前言

近年来,我国在山区修建公路时常常会遇到大量的石方段,石方施工在我国主要依赖于爆破方法开挖,而爆破方法也较多,其中多排微差挤压深孔爆破技术集中了众多爆破技术的优点,在石方集中段更显出其威力的强大和高质量的爆破效果,而且能很好地减少或控制爆破地震波对周围环境的破坏和影响,因而受到了爆破界的认可,也越来越受到施工单位的青睐。2008~2010年,长庆石油勘探局筑路工程总公司、杭州市市政工程集团有限公司和汇通路桥建设集团有限公司等单位对该技术分别展开了研究、应用和完善,取得了较好的经济和社会效益。本工法即根据施工实践经整理归纳提炼而成。

## 2 工法特点

- 2.1 钻孔凿岩时间相对集中,一次起爆量大(一次能起爆多排,甚至几十排炮孔),爆堆集中整齐,根底很少,能有效减少爆破次数,提高装运工作效率。
- 2.2 工效明显提高,与浅孔爆破相比工效提高50%以上。
- 2.3 提高爆破质量,大大改善了石方破碎效果,减少大块石二次破碎工作量约50%,能有效降低成本约40%。
- 2.4 有效地控制了爆破飞石,确保了施工安全,减少了一些不必要的安全防护工作。
- 2.5 与齐发爆破相比,地震效应降低了 $1/3 \sim 2/3$ ,极大地降低了爆破副作用对周围环境的影响和破坏,能达到环境友好、资源节约的目的。

## 3 适用范围

本工法适用于厚度大于5m的各种露天岩层爆破工程。

## 4 工艺原理

4.1 微差爆破是指在爆破施工中采用一种特制的毫秒延期雷管,以毫秒级时差顺序起爆各个(组)药包的爆破技术。其原理是把普通齐发爆破的总炸药能量分割为多个较小的能量,采取合理的装药结构、最佳的微差间隔时间和起爆顺序,为每个药包创造多面临空条件,将齐发大量药包产生的地震波变成一长串小幅值的地震波,同时各药包产生的地震波相互干涉,从而降低地震效应,把爆破震动控制在预先确定的水平之下。

4.2 在多排孔爆破时,需要一次激发多次起爆,当前排孔爆破作用在四周岩石中产生的应力波尚未



消失时,后排孔立即起爆,促使前后爆破的应力波叠加,在前排孔爆落的岩石飞起尚未飞散回落时,后排孔爆破的岩石向刚形成的自由面方向飞散,使前后排岩石多自由面无规律性相互挤压碰击,形成二次破碎。

## 5 施工工艺流程及操作要点

### 5.1 施工工艺流程(图1)

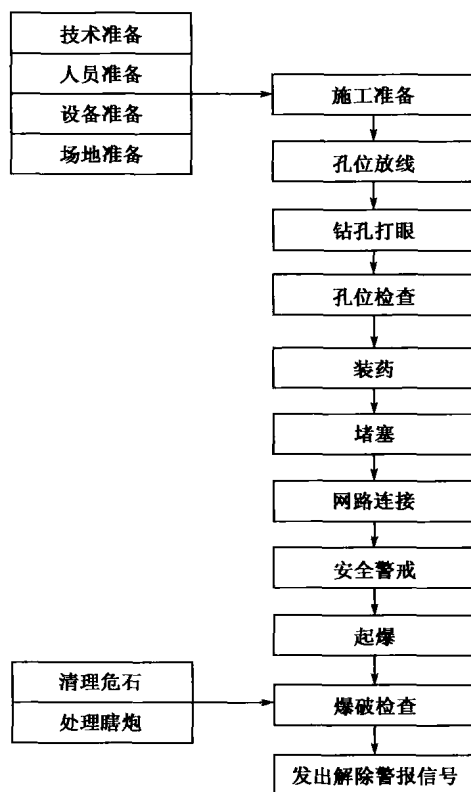


图1 施工工艺流程图

### 5.2 操作要点

#### 5.2.1 施工准备

##### 1) 爆破参数确定

在深孔爆破工程中,爆破通常以台阶形式推进,因此为了达到良好的爆破效果,必须根据工程实际情况正确确定各项台阶要素(图2)。

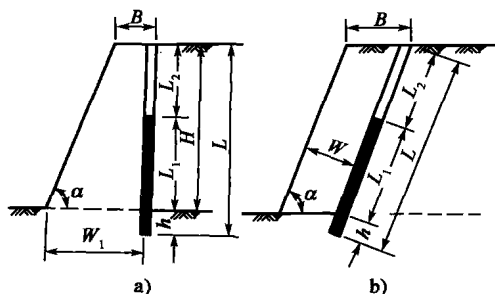


图2 台阶要素示意图

a) 垂直钻孔; b) 倾斜钻孔

$H$ -台阶梯段高度;  $W_1$ -前排钻孔的底盘抵抗线;  $L$ -钻孔深度;  $L_1$ -装药长度;  $L_2$ -堵塞长度;  $h$ -超钻深度;  $\alpha$ -台阶坡面角;  $B$ -台阶上眉线至前排孔口的距离;  $W$ -炮孔的最小抵抗线

### (1) 钻孔形式

深孔爆破钻孔形式一般分为垂直钻孔、倾斜钻孔两种,如图2所示。在施工中,要根据实际情况给出正确选择。目前,在工程中垂直钻孔用得比较广泛。

### (2) 布孔方式

多排布孔通常分为矩形布孔及三角形(梅花形)布孔两种(图3)。从能量均匀分布的观点看,以等边三角形布孔最为理想。

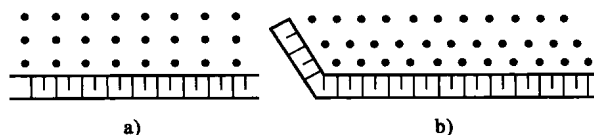


图3 布置方式  
a) 矩形布孔; b) 三角形布孔

### (3) 布孔技术参数的选取

①台阶梯段高度  $H$ 。台阶梯段高度主要考虑为钻孔、爆破和铲装创造安全和高效率的作业条件,一般按铲装设备选型和矿岩开挖技术条件来确定。工程实践表明,梯段高度以  $8 \sim 10\text{m}$  为好。这个高度加上超钻,正是一般钻机最佳钻凿深度,钻孔效率高,故障少,成孔率高,爆后爆堆高度适宜于机械装运。

②孔径  $d$ 。钻孔孔径主要取决于钻机类型、梯段高度和岩石性质,一般选取  $80 \sim 150\text{mm}$  孔径的钻机。

③超钻深度  $h$ 。钻孔超深主要取决于岩石特征及岩石的层理、节理、裂隙等。石层坚硬,结构不发育,  $h$  要加大;炸药威力大,坡面角越大,  $h$  应减小。钻孔底板有明显层面时,可以不超深,其目的在于保证爆后工作面基本平整,根据经验  $h$  一般为  $0.5 \sim 1\text{m}$ 。

④钻孔深度  $L$ 。钻孔深度  $L$  应根据梯段高度  $H$  和超钻深度  $h$ ,按下列公式确定:

$$L = H + h \quad (\text{垂直孔}) \quad (1)$$

$$L = \frac{H + h}{\sin \alpha} \quad (\text{倾斜孔}) \quad (2)$$

⑤底盘抵抗线  $W_1$ 。底盘抵抗线是钻爆参数中最重要的参数之一,一般常采用底盘抵抗线,即炮孔中心至梯段坡底线的水平距离作为计算参数,通常以梯段高度  $H$  确定  $W_1$ 。

$$W_1 = (0.5 \sim 0.8) H \quad (3)$$

⑥孔距  $a$ 、排距  $b$ 。孔距是指同一排深孔中相邻两钻孔中心线间的距离,一般按下式确定:

$$a = m W_1 \quad (4)$$

在多排微差挤压深孔爆破中,布孔一般采用正三角形布孔,排距按下式确定:

$$b = a \cdot \sin 60^\circ \approx 0.866 a \quad (5)$$

⑦填塞长度  $L_2$ 。为使炸药能量得到充分利用,需要选择合适的填塞长度,使炸药能量尽量向抵抗线方向作用。填塞长度可按式确定:

$$L_2 \geq (0.7 \sim 1.0) W \quad (6)$$

⑧炸药单耗  $q$ 。单耗与岩石硬度和破碎块度有关。岩石越硬、越完整,要求破碎块度小,则单耗大;反之,单耗小。一般按下式确定:

$$q = 0.83 \sqrt{\rho_r f} \quad (7)$$

式中:  $\rho_r$ ——岩石密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$f$ ——普氏硬度系数。

第一排炮孔的  $q_1$  按下式计算:

$$q_1 = \frac{nq}{1.15n - 0.15} \quad (8)$$

式中:  $n$ ——排数。

⑨单孔药量  $Q$ 。孔内装药量由炮孔参量构成的破岩体积乘以单耗药量而得到。

$$Q = qaWH \quad (9)$$

对于多排孔爆破,第二排以后的每孔装药量为:

$$Q = qabH \quad (10)$$

对于多排爆破,考虑到前面排孔岩体的阻力,每隔若干排后药量可增加 10% ~ 20%。

⑩间隔长度。为避免装药过于集中在深孔的底部,改善炮孔中部和上部的岩石破碎效果采取间隔装药,根据经验间隔长度一般取 2.5 ~ 4.5m。岩石松软时,取大值;岩石坚硬时,取小值。

⑪微差时间。合理的微差爆破间隔时间,对改善爆破效果与降低地震效应具有重要作用。微差间隔时间过长,则可能造成先爆孔破坏后爆孔的起爆网路;微差间隔时间过短,则后爆孔可能因先爆孔未形成新的自由面而影响爆破质量。根据经验一般微差间隔时间取 25 ~ 50ms。

#### (4) 爆破网路设计

①起爆方式。孔内微差的起爆网路采用非电导爆管网路。通常采用三角形(梅花形)和 V 形布孔起爆法(图 4)。

②连接方式。导爆管连接可采用并串联或串并联相结合的连接方法。施工中采用复式并串联网路(图 5)效果较好。

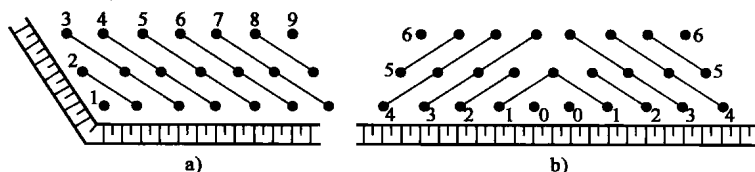


图 4 起爆网路示意图

a) 三角形布孔对角微差起爆法; b) 三角形布孔 V 形微差起爆法

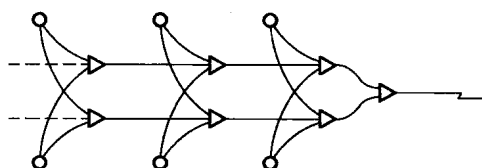


图 5 复式并串联网路

#### ③起爆顺序

a. 微差起爆对同一炮孔而言,有自上而下孔内微差起爆和自下而上孔内微差起爆两种方式。

b. 对于相邻两排炮孔来说,起爆顺序有多种排列方式(图 6),通常采用图 6c)所示方案。从图 6c)中可以看出,它不仅在水平面内、而且在垂直面内也有起爆时间间隔,矿岩将受到多次反复的爆破作用,能大大提高爆破效果。

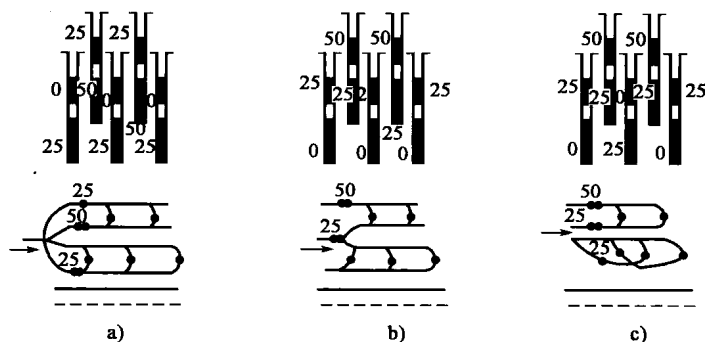


图 6 相邻炮孔孔内微差起爆顺序排列方案

a) 自上而下微差起爆; b) 自下而上微差起爆; c) 自上而下和自下而上微差综合起爆

0、25、50-延期毫秒数

#### 2) 人员、设备准备

①开工前,按程序办理相关爆破审批手续,培训爆破作业人员,并做好技术交底工作;

②钻爆设备性能要良好,满足施工要求。

#### 3) 场地准备

①施工前仔细查明地上、地下有无管线。若对施工有影响,应及时联系相关单位,对其进行保护或改移。

②清理山体表层植被和覆盖层,覆盖层较厚的可采用机械或浅孔爆破清除,但必须保证工作面基本平整,台阶宽度满足钻机移动自如,并能按设计方向钻凿炮孔的安全作业要求。