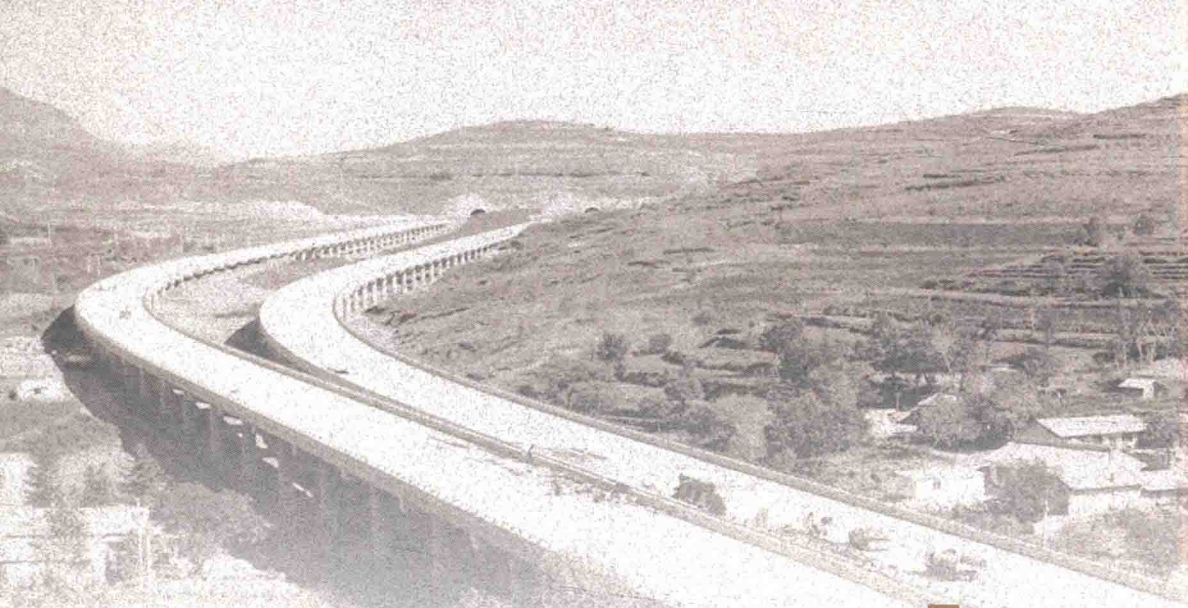




宁夏公路工程 施工标准化推广与应用

NINGXIA GONGLU GONGCHENG
SHIGONG BIAOZHUNHUA TUIGUANG YU YINGYONG

宁夏回族自治区交通运输厅 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

宁夏公路工程施工标准化推广与应用

宁夏回族自治区交通运输厅 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为宁夏回族自治区高速公路标准化施工和管理工作的阶段性成果总结,筛选出了一些适宜当地自身情况的先进施工技术和管理经验,对传统的施工工艺和工程管理手段进行了补充和完善。全书包括提高施工机械化和精细化水平的先进施工工艺、公路项目施工中采用的新技术及新工艺、路面施工中对沥青质量的控制方法以及建设项目质量安全信息化监管的手段等共 17 项内容。本书内容的大力推广,使宁夏回族自治区高速公路建设质量意识明显提高、管理能力明显增强、监管力度明显加大、质量水平明显提升,其他省份亦可借鉴参考。

本书可供公路工程建设相关管理、施工技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

宁夏公路工程施工标准化推广与应用 / 宁夏回族自治区交通运输厅编著. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015.9

ISBN 978-7-114-12505-8

I. ①宁… II. ①宁… III. ①道路施工—标准化管理
—宁夏 IV. ①U415.1-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 225752 号

书 名: 宁夏公路工程施工标准化推广与应用

著 作 者: 宁夏回族自治区交通运输厅

责任编辑: 孙 玺 牛家鸣

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

开 本: 720×960 1/16

印 张: 4.75

字 数: 51 千

版 次: 2015 年 9 月 第 1 版

印 次: 2015 年 9 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12505-8

定 价: 35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

《宁夏公路工程施工标准化推广与应用》

编 委 会

主 任:许学民

副 主 任:武宁生 张凌云 张兴国 杨 庆

委 员:甘庆中 魏 力 刘 勇 曹向前 李成堂

郝方伟 马占陆 毕世荣 丁新建 李学平

马笃恒 武天泽 唐明新 周建宁 夏立云

任晓巍 李汉永 马洪林 王 津 徐长有

丁小平

主 编:张兴国

副 主 编:魏 力 郝方伟 毕世荣

编 辑:吴彦宁 马 成 曹庆军 马正红 马 力

周万福 张伏德 刘全文 李永刚 冯天鹏

程 杰 毛自刚 路连峰 崔 璞 秦 永

刘立鹏 孙 鹤 梅 斌 周建芳

编 审:吴彦宁 马 成 马正红 马 力 曹庆军

前 言

自2010年交通运输部提出对公路建设实行“五化”管理以来,全国范围内的高速公路施工技术和管理水平有了长足的进步,工程质量得到了有效提升。宁夏回族自治区政府十分重视公路建设相关工作,先后将2014年确定为“公路建设质量年”,2015年确定为“公路项目建设年”;宁夏回族自治区交通运输厅为加强行业监管,规范建设程序,鼓励科技创新,狠抓质量通病治理,组织编写了《宁夏高速公路施工标准化管理指南》,并要求各参建单位严格执行,取得了良好的效果;宁夏回族自治区交通建设工程质量监督局严格落实工程质量责任登记制度,建立了网上平台,将质量责任分解落实到参建单位主要技术人员和管理人员,同时加大了监督检查力度;宁夏回族自治区公路建设管理局依托建设项目,在建设管理、投资效益、质量控制和安全生产方面不断探索和创新,大力推行新技术、新工艺的应用,使施工技术和管理水平得到很大的提高。在这样的整体氛围下,宁夏的高速公路建设质量意识明显提高、管理能力明显增强、监管力度明显加大、质量水平明显提升。

随着施工标准化的不断推进和各级部门、各参建单位的共同努力,越来越多的新型工艺、设备和技术出现在公路建设中,《宁夏公路工程施工标准化推广与应用》就是宁夏回族自治区高速公路标准化施工和管理工作的阶段性成果的总结,本书筛选出了一些适宜宁夏自身情况的施工技术和管理经验,对传统的工程管理和施工工艺加以补充和

完善。书中有些工艺在全国范围不同地区已有使用,考虑到在宁夏属首次使用,也收集汇编在册。

由于编写时间紧迫、编者水平有限,书中难免存在不完善之处,希望广大同行提出宝贵意见和建议。

作 者

2015 年 9 月

目 录

第1章 提高施工机械化和精细化水平	1
1.1 空心板腹板自动凿毛设备	1
1.2 混凝土预制构件自动喷淋养护系统	4
1.3 素土挤密桩施工采用自动计时器夯实机	9
1.4 隧道半自动防水板铺挂平台	12
1.5 自动无内撑衬砌台车	17
1.6 衬砌自动养生台车	19
1.7 隧道“三管”布置	21
1.8 隧道中心排水沟定型模板的应用	22
第2章 新技术及新工艺的应用	25
2.1 TRT6000 地质预报设备的应用	25
2.2 三台阶七步开挖法	27
2.3 水压爆破施工	30
2.4 隧道初期支护混凝土湿喷技术的应用	41
第3章 沥青质量控制	46
3.1 沥青路面施工技术咨询	46
3.2 基质沥青质量控制	48
3.3 SBS 改性沥青现场加工及质量控制	50
3.4 沥青加热温控装置	54
第4章 建设项目质量安全信息化监管	56
4.1 背景介绍	56

4.2 质量安全监管信息化系统平台的建立.....	56
4.3 安全监管信息化.....	57
4.4 质量监管信息化.....	61
4.5 总结分析.....	64
后记	66
参考文献	67

第1章 提高施工机械化和精细化水平

在公路工程施工中,由于施工人员工作态度和工作水平的差异而导致质量不均匀甚至出现质量问题的情况时有发生,利用机械化生产代替人工施工可以在节省人力资源的同时,有效避免人为因素对工程质量的影响,提高施工精细化水平。对公路建设项目而言,施工机械化和精细化水平是提高工程整体质量的关键;对施工企业来讲,施工机械化和精细化水平是衡量企业技术力量的标尺。

1.1 空心板腹板自动凿毛设备

1.1.1 背景介绍

传统的空心板腹板凿毛采用手持凿毛锤进行,需要投入大量的人力。不但凿毛工效低,而且由于人工凿毛劳动强度大,体力消耗快,长时间工作会产生耳鸣、手部酸痛等不适症状,工人对此项工作存在排斥心理,导致工人作业时间越长,凿毛质量的稳定性越难以得到保证。

如何在保证空心板梁的腹板凿毛质量、提高凿毛工效的同时,降低工人劳动强度,使工人从体力劳动者转变成设备操作者,促进工人身份转变,激发工人的工作积极性是研制自动凿毛设备的原始动力。

1.1.2 自动凿毛机的研制及使用

引进凿毛机后,工人手持凿毛机进行凿毛,有利于对梁板端头以及小面积构件进行凿毛,很大程度上提高了凿毛效率,降低了工人劳动强度。

但由于凿毛机不能自动行走,且工人无法一次操作多台凿毛机,空心板腹板等大面积构件的凿毛效率仍然不能得到有效提高。因此,我们提出了扩大凿毛作业面,同时使凿毛机自动行走的思路,研制出了自动凿毛设备,并用于空心板腹板的凿毛。

自动凿毛设备工作原理:制作特定的小型门架,设置驱动轮和行驶轮,行驶在板顶,用电动葫芦将平面凿毛设备竖向立于门架两侧,通过遥控调速电机带动门架和转动链条,使平面凿毛设备可以前后和上下移动,实现自动凿毛(图 1-1)。

空心板腹板自动凿毛设备组成配件见表 1-1。

空心板腹板自动凿毛设备组成配件一览表

表 1-1

设备名称	数量	型号	用途
空气压缩机(含胶管 50m)	1 台	W-2.6	提供动力
变频调速专用三相异步电动机(带遥控器)	1 台	YVF2	调节行走电机速度(20~30Hz);调节凿毛设备向前向后行驶方向
电动葫芦(带遥控器)	2 台	PA-200	提升两侧凿毛机高度,上下移动调节凿毛位置
十一头凿毛机	2 台	特牢尼	凿毛腹板
气动工具专用润滑油	1 瓶	MT-301	凿毛前从进气口滴入数滴润滑油,让工具慢速空转一会,让凿毛头充分润滑
驱动轮	2 个	直径 20cm	变频电机通过转动轴及链条将动力传输到驱动轮;位于板顶剪力筋与铰缝筋间隙正中
行走轮	2 个	直径 20cm	位于板顶剪力筋与铰缝筋间隙正中
定位轮	8 个	直径 5cm	每侧 4 个,距空心板马蹄垂直面间隙 5~10mm,保证凿毛机行驶过程中方向不发生偏移
调节螺栓	4 个	直径 16mm	调节凿毛头与梁板腹板角度,使凿毛头上的定位轮紧靠腹板
弹簧	4 个	直径 5cm	与调节螺栓一起校正凿毛头位置

1.1.3 总结分析

自动凿毛设备的应用是建设单位为保证工程质量、提高施工效率而要求施工单位强制执行的,虽然前期设备一次性投入较多,但使用后使梁板凿毛效果和施工效率都有明显提升。自动凿毛设备的成功研制,取代了传统的凿毛设备。经抽测,一次性凿毛率可达到98%以上,粗糙度大于2.5mm,完全符合凿毛质量要求,较传统人工凿毛在凿毛效果上有了很大的改善(图1-2~图1-4)。现用一片20m空心板中板凿毛为例,对传统人工凿毛和自动凿毛设备凿毛的质量和参数进行对比(表1-2)。



图 1-1 自动凿毛机



图 1-2 凿毛效果(一)



图 1-3 凿毛效果(二)



图 1-4 凿毛效果(三)

质量及经济参数对比表

表 1-2

施 工 方 法	质量标准		检测值		消耗人力资源 (人)	消耗工时 (h)
	一次性凿毛率 (%)	粗糙度 (mm)	一次性凿毛率 (%)	粗糙度 (mm)		
人工凿毛	>95	>2.5	90	2.4	2	8
凿毛机凿毛	>95	>2.5	98	>2.5	1	1

在研发过程中,施工单位自发地对设备进行不断的改进和升级,从手推式凿毛机到自动凿毛机,从平面凿毛再到立面凿毛。目前,自动凿毛设备已趋于完善,并成功应用在全区各高速公路项目建设中。

1.2 混凝土预制构件自动喷淋养护系统

1.2.1 背景介绍

传统的人工养护法需消耗大量的人力和物力,且存在养护死角,养护质量难以控制。自动喷淋养护系统首先可以根据梁体摆放位置随意调节喷淋角度,消除养护死角;其次,可以按照水压不同,调节喷淋时间,近端因为水压大,可将喷淋时间调短,远端因为水压小可延长喷淋时间,从而保证混凝土梁板各部位养护均匀。自动喷淋养护系统管道布置详见图 1-5。

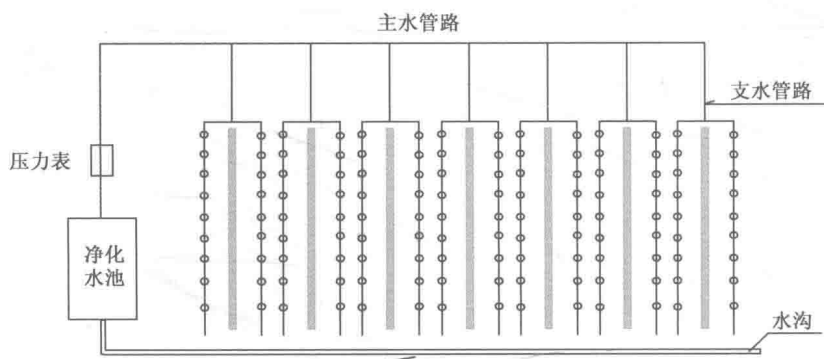


图 1-5 自动喷淋养护系统现场管道示意图

1.2.2 养护系统介绍

自动喷淋养护系统是通过计算机软件系统设置养护参数(养护时间、养护时间间隔),通过远程操作,利用光纤、信号转换器、现场处理器及继电器实现信号的转换,开启分布在每个台座的电磁阀,控制供水管网和喷淋管,实现混凝土养护。

(1)系统工作原理:该控制软件是基于西门子 WINCC 工业组态软件开发,为了尽可能减少人为因素的影响,保证每片梁全天候、全湿润的养护需求,利用远程软件对现场所有养护区域电磁阀进行集中控制。

通过软件对现场台座的位置和编号一一对应,可准确地定位每个制梁台座的情况。复选框勾选任一个或多个台座编号后,该台座自动进入养护状态,进入顺序开闭养护队列,所勾选台座的管道电磁阀依次按照设定喷淋时间及间隔时间进行喷淋,即在每个设定的区域,每个喷淋时段仅养护一片梁,这样既能保证喷淋水压又能实现良好的喷淋效果。同时,软件对水池水位、水泵启停情况进行集中控制,大大节省了人力和物力。

(2)现场控制柜的安装及接线:现场 PRC 控制柜采用西门子逻辑控制器、MICWIN 应用软件,通过光电模块、转换器和光纤与远程控制电脑连接,控制器输出信号通过中间继电器与现场所有电磁阀一对一连接,既可本地临时操作,也可交由远程控制。控制柜的安装位置到每个台座的距离要最大限度地减少控制电缆布线。

(3)根据所需养护梁的长度和高度,调设喷嘴角度,通过智能养护系统设置不同的养护压力(压力可根据实际情况设置),选用合适口径的电磁阀,电磁阀安装在梁的端头或两侧接近管网的位置,安装位置以不妨碍施工为宜。

(4)在养护梁体两端设置温度、湿度感应器,并根据现场实际情况设置

不同环境温度、湿度下的养护时间及养护间隔,通过感应器反馈的数据,系统自动调整喷淋养护时间及养护时间间隔,保证梁体始终处于湿润状态。

(5)需选配合适的水泵以及管道直径,设计合理的供排水路线,保证所有用水区域都能方便用水。水泵配备变频控制柜,采用恒压供水原理,根据用水量实时调整水泵转速,保证足够的水压及水量。

(6)喷淋管道分布在梁两侧,每隔 1m 左右安装一个喷淋头,具体以保证喷淋效果为宜。喷淋头的安装要方便维修和更换,尽可能减少对施工的影响并便于保护和重复利用。

(7)经过喷淋后的施工用水进入排水沟,然后汇集到沉淀净化池内,沉淀净化池采用三级沉淀,并在沉淀池内定期加入适量草酸,中和沉淀池内水的 pH 值,使之符合养护用水要求。经过沉淀后,将水抽回储水池进行回收利用,既节约用水又保护环境。

(8)梁体可采用土工布覆盖,增加保湿效果,延缓水分蒸发。

如图 1-6 所示为自动喷淋养护系统界面图,其中所标数字示意如下:

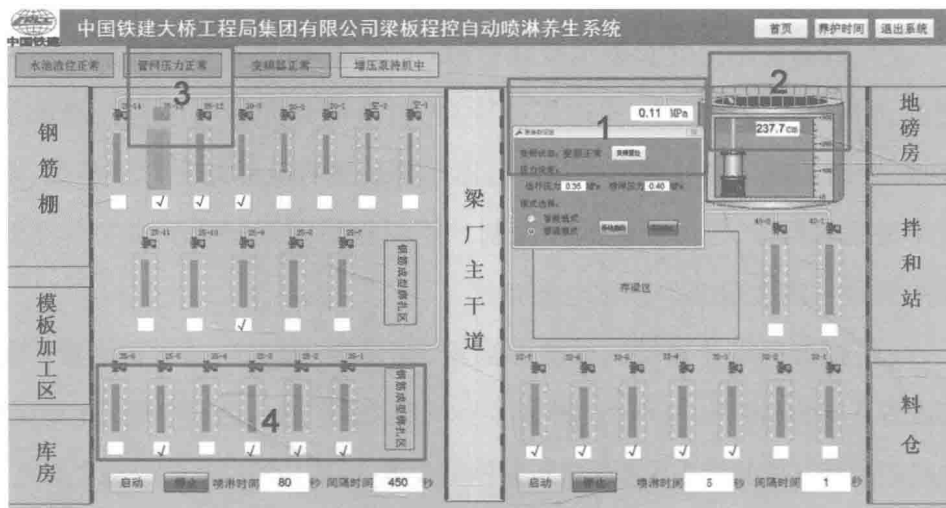


图 1-6 系统界面图

- 1——压力设置窗口,可根据梁长、高进行不同压力设置。
- 2——沉淀池水位窗口,可反映沉淀池的水位情况。
- 3——养护构件选择窗口,复选框内打“√”表示梁体需要养护,绿色表示正在养护,灰色表示没有养护。
- 4——养护时间设置窗口,根据天气情况设置不同养护参数、养护时间及间隔时间。

1.2.3 总结分析

通过应用自动喷淋养护系统,养护效果得到明显改善,保证了工程质量。该系统还可以被推广应用于小型构件预制场地。

(1) 养护效果显著

喷淋系统从供水到工作完毕,实现了过程全自动控制,替代了传统人工浇水养生,减少人力资源浪费的同时避免因人为因素造成的养护间隔时间不当和漏养等现象的发生。喷出的水雾均匀,实现了全天候、全方位、无死角、全湿润养护,养护效果好(图 1-7 ~ 图 1-9)。



图 1-7 喷淋效果(一)



图 1-8 喷淋效果(二)

(2) 节约用水

喷淋系统根据需要及时供水,既能满足养护需要,又能最大限度地减

少养护用水量。循环使用养护用水,合理利用水资源,达到了节约用水和保护施工环境的目的。



图 1-9 小型预制构件喷淋效果

(3) 经济效益分析

全套自动喷淋养护系统成本约 8 万元,相对于传统人工养护方法,其设备购置费用较高;但全套系统可重复利用,同时能有效降低人工成本,从而节约了工程总成本。

①以梁板预制为例:如 60 片梁板养护需要 10 人工/d,而采用自动喷淋养护系统,只需 2 人工/d 进行系统维护。若每人工资按 3 000 元/月计,每月可节约人工费用为 $8 \times 3\,000 (\text{元/人} \cdot \text{月}) = 24\,000 \text{ 元/月}$,生产周期按 10 个月计,则可节约人工费用 240 000 元。

②以小型构件预制为例:如 $9\,000\text{m}^2$ 预制厂需设置专职养护人员 8 人,每人工资按 3 000 元/月计,生产周期 10 个月,需支付人工工资共计 240 000 元,采用自动喷淋养护系统仅需系统维护人员 2 人,生产周期 10 个月,则人工工资为 60 000 元,可节约人工工资费用 180 000 元。

由以上分析可知,在桥梁梁板以及小型构件预制施工中采用自动喷淋养护系统不仅能确保养护效果,保证工程质量,而且可以节约人工成本;加之全套设备在生产结束后可重复利用,设备折旧费远小于其购置成

本。按上述两个例子计算,采用该系统梁预制板可节约成本不小于160 000元;小型构件预制可节约成本不小于100 000元。

1.3 素土挤密桩施工采用自动计时器夯实机

1.3.1 背景介绍

宁夏中南部属湿陷性黄土地区,地基处理不当易发生较大的工后沉降、路基不均匀沉降以及桥头跳车等病害,严重影响公路项目使用寿命和服务质量。近年来,在宁夏公路建设过程中对湿陷性黄土地区路基处理技术做了大量研究和尝试,取得了一定成效。

素土挤密桩是一种非常有效的消除黄土湿陷性并提高地基强度的施工工艺。传统的施工方法是钻孔结束后,由人工进行填土并夯实,这种施工方法难免存在因人为因素造成填土数量不足、夯实遍数不够的情况。为有效控制素土挤密桩的施工质量,G309线固原至西吉高速公路项目采用带有自动计时器的夯实机进行填土、夯实(图1-10),通过试验段的施工确定每一层夯实至规定压实度所需的土方量和夯实时间两项参数,采用自动计时器设置皮带送土时间和夯实时间(图1-11),可较准确地控制填土数量和夯实时间,确保挤密桩的施工质量。

1.3.2 操作要点

(1) 准确确定桩位

桩位采用正三角形布置,按照设计文件确认的加固范围,以路线走向为纵轴、路基横断面方向为横轴在CAD中按设计桩数对桩位进行编号并绘制桩位布置图,实地放样布点(图1-12)。放样布点时采用钢钎打孔,