

李友林 徐翔宇 编著

公路桥梁工程 新工法

GONGLU QIAOLIANG GONGCHENG XINGONGFA

 北京科学技术出版社

公路桥梁工程新工法

李友林 徐翔宇 编著

北京科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

公路桥梁工程新工法/李友林,徐翔宇编著.—北京:北京科学技术出版社, 2009.6

ISBN 978-7-5304-4181-7

I.公… II.①李…②徐… III.①道路工程-工程施工 ②桥梁工程-工程施工 IV.U415 U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 075143 号

公路桥梁工程新工法

作 者: 李友林 徐翔宇

责任编辑: 王 藏

封面设计: 樊润琴

出 版 人: 张敬德

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66161951 (总编室)

0086-10-66113227 (发行部) 0086-10-66161952 (发行部)

电子信箱: bjkjpress@163.com

网 址: www.bkjpress.com

经 销: 新华书店

印 刷: 三河国新印刷有限公司

开 本: 889mm×1194mm 1/16

字 数: 310 千

印 张: 10.5

版 次: 2009 年 6 月第 1 版

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5304-4181-7 /U·002

定 价: 20.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。

京科版图书, 印装差错, 负责退换。

前 言

“工法”是以工程为研究对象,工艺为核心,运用系统工程原理,把先进技术和科学管理结合起来,经过一定的工程实践形成的综合配套的施工方法。工法符合国家工程建设方针、政策、标准和规范,具有先进性、科学性和实用性,保证工程质量和安全,提高施工效率,降低工程成本,节约资源,保护环境等特点。

房屋建筑、铁路工程行业较早地开展了工法研究和管理,公路工程施工行业起步较晚,但随着公路建设纳入建筑市场管理的不断深入,公路工程施工工法系统研究和应用必不可少。

公路工程施工工法既是“公路桥梁施工规范”的体现,又是对其完善、补充、创新与发展,使其更加具体、更加切合实际,更具有约束作用和指导意见。

“工法”是优质工程所必需的,企业若没有雄厚的工法积累,工程建设要达到多快好省的目的是不可能的。“工法”是企业财富积累之一,没有科学的“工法”,没有贯彻执行“工法”的保障体系,建成一条优质公路是很难的。

为推进公路桥梁工程建设工程工法的开发和应用,促进企业技术创新和技术积累,提升整体施工技术管理水平和科技含量,我们编著了《公路桥梁工程新工法》(简称“新工法”)。本书是我们在多年的工程施工中的经验总结,它源于施工现场、源于实践,所以深受广大工程技术人员和工人的青睐。

新工法的编制,严格遵循现行“规范”,并借鉴相近行业的“规范”、“规程”和“操作指南”,做到了尊重“规范”,严于“规范”和填补“规范”空白,使工程所有关键工序、重要环节均处于受控状态。

“新工法”在探索过程中,汲取了很多领导、专家、项目工程师、监理、一线广大工程技术人员建议,所以具有广泛的适用性。

本书在编写过程中得到了有关领导、专家、施工现场广大工程技术人员的支持,他们提出了很多建设性意见,无偿提供试验场地、施工技术参数、施工原始记录和施工日记,在此深表谢意!

“新工法”共由三部分组成,沧州市交通局徐翔宇工程师著“公路工程篇”和“综合工程篇”后四工法;沧州交通局李友林高级工程师著“桥梁工程篇”和“综合工程篇”前四工法。由于我们对工法研究浮浅,加之水平所限,书中难免有差错,敬请各位读者批评指正。

作 者

2009年5月

目 录

公路工程篇

水泥稳定碎石“后培肩工法”	(3)
水泥稳定碎石“紧后施工工法”	(6)
先胶轮碾压铺筑沥青混凝土路面工法	(10)
电石灰稳定土施工工法	(13)
水泥石灰综合稳定加粒料土作业工法	(18)
SBS 改性沥青多碎石沥青混凝土作业工法	(22)
改善土壤性能修筑路面基层作业工法	(27)
路边石施工工法	(32)
土工模袋防护路基边坡工法	(36)
旧路面冷再生为稳定基层工法	(41)
流态粉煤灰回填台背工法	(45)

桥梁工程篇

系杆拱桥拱肋钢管制作与安装工法	(51)
特殊地质条件下钻孔工法	(56)
钻孔灌注桩断桩处理工法	(60)
系杆拱桥特殊部位混凝土施工工法	(65)
稀释土壤处理埋钻工法	(70)
提高空心板梁外观质量工法	(74)
盖梁无支架施工工法	(78)
大悬臂空心板施工工法	(81)
桥梁先简支后连续体系转换工法	(84)
渗透性聚合灰浆加固 T 型梁工法	(87)

综合工程篇

路基防护新结构——土钉墙施工工法	(97)
在浅海水域深淤泥地质条件下修建公路工法	(100)
深水河流抢险辅道工程施工工法	(130)
沿海环境提高构造物耐久性工法——海水环境提高钢筋混凝土结构耐久性工法	(135)
沿海环境提高构造物耐久性工法——盐渍土环境提高公路混凝土设施耐久性工法	(139)

钢筋“套管式轴向挤压连续”工法	(142)
公路工程施工降低污染工法	(146)
公路工程施工降低污染工法——沥青混凝土路面施工阶段污染防治工法	(150)
TST 伸缩装置施工工法	(152)
钢筋混凝土构件施工降低污染工法	(157)
后记	(161)

公路工程篇

水泥稳定碎石“后培肩工法”

(CZLQ—L—GF—0001)

1. 前言

1.1 产生背景

2000 年沧州路桥工程公司中标承建石黄高速公路路面八标 (K188 + 000——K205 + 900)。传统工艺——“先培肩工法”,材料浪费严重,工程成本增加。质检组、工程组发起新工法研究,得到领导支持,研究成功。

1.2 原因分析

水泥稳定碎石基层是高等级公路普遍采用的结构形式,但其施工工艺仍有不尽完善之处。传统工艺是“先培肩工法”,即先于路面底基层上沿路面基层边缘培土肩,后摊铺水泥稳定碎石,这样虽然质量有保证,但材料浪费严重(详见图 1 ▽ 多余部分)。

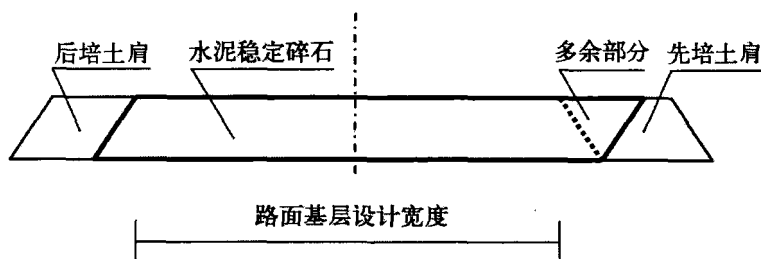


图 1 水泥稳定碎石基层先、后培肩断面示意图

1.3 对策及方案论证

采用“后培肩工法”,同时配合“塑料薄膜侧包法”。经项目经理部、驻地监理、业主代表等有关专家论证,批准试验。试验段长 300m,位于 K196 + 000——K196 + 300 处,经驻地监理、项目经理部质检组联合检测,效果良好。

1.4 传统工法工艺流程

水泥稳定碎石基层施工传统工法是“先培肩工法”,其工艺流程是:放路中线——放铺筑层边线——培土路肩——摊铺水泥稳定碎石——碾压——养生。

1.5 传统工法的缺陷与不足

一是材料严重浪费;二是水泥稳定碎石基层两侧边缘部位强度不稳,有的低于中心部位。

2. 新工法特点

(1) 节省原材料;

(2) 质量明显提高,尤其是水泥稳定碎石基层两侧整体性好、强度高、外观光滑、没有土颗粒混杂污染。

3. 适用范围

3.1 新工法适用于厂拌水泥稳定碎石,施工现场摊铺机铺筑,且具有培肩土的条件。

3.2 新工法的必要条件。一是必须配合“塑料薄膜侧包法”(见图2);二是所备培肩土接近最佳含水量。

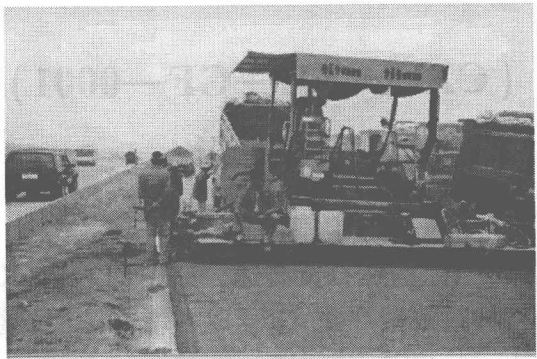


图2 “塑料薄膜侧包法”铺筑水泥稳定碎石

4. 工艺原理、流程及操作要点

4.1 新工法工艺流程

新工法工艺流程见图3。

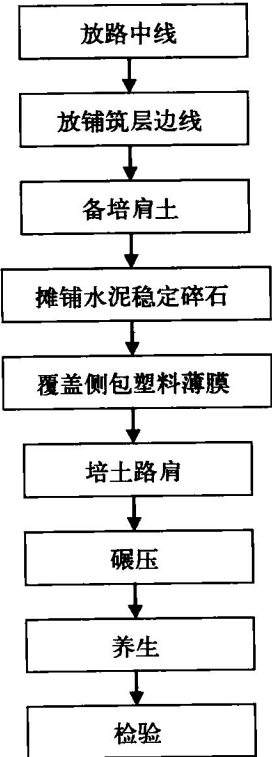


图3 新工法工艺流程

4.2 新工法技术操作控制要点

(1) 在路面底基层精确放出中线、边线(坡脚线)位置,并用石灰粉标识。

(2) 按坡脚石灰粉线,控制摊铺宽度;按虚铺系数,控制摊铺厚度。

(3) 为防止水泥稳定碎石基层混合料两侧坡面水分丢失和培肩土对其污染,采用“塑料薄膜侧包法”,即在水泥稳定碎石摊铺完毕、碾压之前,用塑料薄膜将其结构层两侧覆盖,而后培土肩并压实,使其结构层混合料类似处于包裹状。塑料薄膜尺寸一般较结构层边坡宽度大 15 ~ 20cm,用其遮盖培肩土,使其压路机轮压于塑料薄膜之上,以防碾压时粘带泥土。

(4) 培置土路肩并夯实,确保水泥稳定碎石混合料在密实培肩土的支持作用下,处于稳定状态,成型过程中不被拥动,有效预防成型过程中的边缘坍塌,确保结构层压实度和厚度,并注意人工铲土时应“扣掀”,以降低土尘对水泥稳定碎石摊铺层表面的污染。

(5) 选用功率较大的振动压路机或 18 ~ 21t 静碾压实,注意将培土路肩一同碾压。

(6) 加强搜集施工过程中混合料含水量、碾压后结构层宽度、边缘厚度和其他信息并及时反馈至有关工序,以利及时修正。

5. 材料与设备

新工法与原工法所用材料、设备基本一样,仅需购置塑料薄膜。

6. 质量控制

新工法与原工法质量控制基本一样,仅需注意培肩土颗粒不宜太粗,以免扎破塑料薄膜,影响隔离效果。

7. 安全措施

新工法与原工法安全措施基本一样,仅需注意压路机碾压作业时严格控制超压宽度,以免压路机重心轧至松软的路肩土上倾倒。

8. 环保措施

新工法与原工法环保措施基本一致,只是注意塑料薄膜宽度,压路机应碾压塑料薄膜覆盖土部分,以免泥土污染水泥稳定碎石。

9. 应用实例及效益分析

9.1 新工法应用实例及效果

(1) “后培肩工法”施工不增加机械、设备,不涉及尖端技术,对满足路面基层结构尺寸和其他质量指标无不良影响,只是需要精确测量和加强现场控制,一般是不难办到的。以石黄高速公路路面八标为例,基层设计宽 12m、厚 20cm,其成本按 42585 元/km 计,扣除隔离剂聚乙烯塑料薄膜投资 215 元/km。采用新工艺“后培肩法”,其成本为 42370 元/km。

(2) 质量明显提高,尤其是水泥稳定碎石基层两侧整体性好、强度高、外观光滑、没有土颗粒混杂污染。

9.2 新工法的前景

“后培肩工法”自诞生之日起至今,一直受到广大工程技术人员的青睐,仅我公司先后修建水泥稳定碎石基层 160km;仅材料费节省约 670 余万元,目前仍在沿用;按目前机械发展的趋势和设计、施工技术进步速度,“后培肩工法”依然具有很强的生命力。

水泥稳定碎石“紧后施工工法”

(CZLQ—L—GF—0002)

1. 前言

1.1 产生背景

1.1.1 工程项目名称

京广一级公路(国道 106 线)任丘段改建工程, K124 + 500.7——K128 + 750; K130 + 125——139 + 143.6; K150 + 300——K161 + 519; 共长 24.487km。我公司 2001 年中标承建。

1.1.2 问题

(1) 水泥稳定碎石基层是高等级公路普遍采用的结构形式, 但由低等级公路改建高等级公路, 常遇到由双向坡(加铺三角调拱层详见图 1)变单向坡作底基层, 调拱层最小锐角部位不易成型, 往往靠切除旧路面层来弥补, 导致旧路利用率降低、工序增多、材料消耗高等问题。

(2) 三角调拱层需要养护至少 7 天, 才能铺筑路面基层, 间隔时间长。

(3) 工法研究。工程科与项目现场负责人提出并研究试验成功。

(4) 原因分析。为保证调拱层锐角 A 处(详见图 1)最小施工厚度要求, 向内切除旧路面至 B 点, 经试验验证调拱层于 A、B 处成型困难, 且 7 天后水泥稳定碎石基层施工时, 有明显断裂现象, 并不能承受基层施工荷载(尤其振动压路机, 不启振基层无法压实成型, 启振调拱层被振碎)。

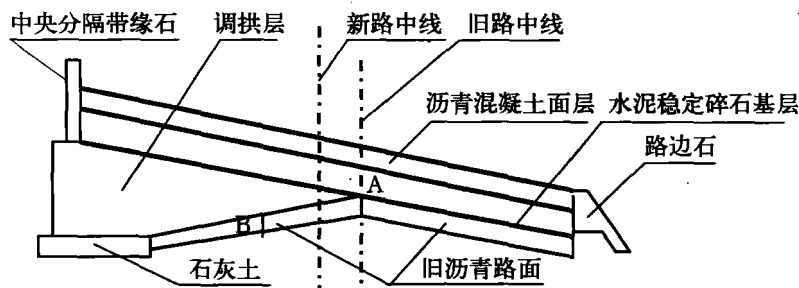


图 1 旧路补强做高等级路面基层结构示意图

(5) 新的设想及论证。对此我们拟用“紧后施工工法”(即两机间隔、平行作业, 调拱层在前, 基层紧随其后的作业方法)克服这一难题。经业主、驻地监理、工长等有关工程技术人员论证可行。

1.2 传统工法

1.2.1 传统工法工艺流程

放线——切割调拱层锐角 A 处旧路面(向内切除宽 1.5 ~ 2.5m, 厚 6cm 的旧路面至 B

点)——摊铺调拱层——碾压——养生——铺筑路面基层。

1.2.2 传统工法的缺陷与不足

(1) 切割旧路面工序烦琐;

(2) 调拱层养生 7 天,与铺筑路面基层间隔太长;调拱层锐角 A 处往往不能满足最小结构厚度,容易破碎。

2. 工法特点

2.1 新工法的意义

调拱层不怕基层施工荷载扰动,不会对其构成破坏;调拱层施工时旧路沥青路面 A—B 段可不切除;调拱层碾压成型后基层施工可紧随其后,不用再等调拱层 7 天强度结果,可缩短后续工序的作业间隔。

2.2 新工法的必要条件

“紧后施工工法”的必要条件是:从水泥稳定碎石混合料加水拌和始至铺筑调拱层、基层碾压成型耗用时间的总和,不得超过调拱层水泥稳定碎石混合料所用水泥的初凝时间。这样两层混合料可结合成一体,相当于一层,满足施工最小结构层厚度的问题迎刃而解。

3. 适用范围

“紧后施工工法”适用于利用旧路做新路路面底基层,修筑高等级公路。

4. 工艺原理、施工工艺流程及操作要点

4.1 新工法工艺流程

“紧后施工工法”施工工艺流程见图 2。

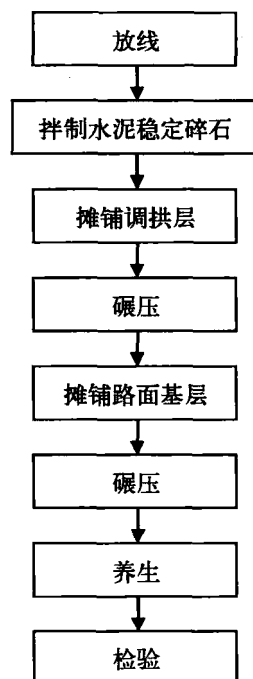


图 2 新工法工艺流程

4.2 新工法操作控制要点

- (1) 修筑加宽部分石灰土;
- (2) 摊铺三角形调拱层水泥稳定碎石并稳压;
- (3) 紧后整幅摊铺水泥稳定碎石基层,并碾压至调拱层和基层至压实度满足要求;
- (4) 也可采用“挖掘机配合平地机摊铺调拱层”的作业方法,只要计划周密,组织严谨,指挥得当,会取得两台摊铺机平行作业等同的效果,并且铺筑速度可大大加快。

5. 材料与设备

新工法无需特殊材料与设备,但调拱层施工需要增加挖掘机配合刮平机铺料。

6. 质量控制

认真协调各部门关系,严格控制作业段长度,确保水泥稳定碎石基层与低基层自加水拌制至碾压成型在水泥初凝期限内完成。

7. 安全措施

新工法与原工法在安全措施方面基本一致。

8. 环保措施

新工法与原工法的环保措施基本一致。

9. 新工法应用实例及效益分析

9.1 试验段落及数据验证部门

“紧后施工工法”试验段长 300m, K150 + 300——K150 + 600, 由工地试验室和驻地监理共同测试。

9.2 推广应用

2001 年于京广一级公路(国道 106 线)任丘段改建工程中,首用“紧后施工工法”铺筑水泥稳定碎石调拱层和路面基层共 104km²,质量优良,工期提前 26 天,工程成本降低 4.6%。由新旧工艺效果比较见表 1 可知“紧后施工工法”效果显著。

表 1 新旧工艺效果比较表

工艺 比较指标	紧后施工工法	常规施工工法
芯件强度	合格	合格
芯件外观描述	钻芯取件,芯件完好,调拱层与基层多数形成一体,不可分离	调拱层芯件顶端松散,个别不成型(多数在结构层厚度 < 8cm 处)
两层结合情况	调拱层与基层成为一体	调拱层与基层分层明显,部分层间有松散层
两层施工间隔	≤ 2 ~ 2.5h	≥ 7d
设备匹配	需用两台摊铺机平行作业,一台施工缝多	一台摊铺机即可,施工缝少
工序	旧路拱顶 A、B 处路面可不切除	为满足施工要求,旧路拱顶 A、B 处路面须切除
养护	因有基层覆盖,调拱层不用养护	调拱层必须养护,一般不少于 7d
交通管制	因有基层覆盖,调拱层不用单独交通管制	调拱层必须交通管制

9.3 质量评定

该工程经河北省交通厅质量监督站鉴定为优良工程。

9.4 新工法的前景

利用原二级公路改建高等级公路,常遇到旧路面由双向坡(加铺三角调拱层)变单向坡做底基层,因此,“紧后施工工法”仍具有广阔的应用前景。目前我公司仍在沿用此工法。

先胶轮碾压铺筑沥青混凝土路面工法

(CZLQ—L—GF—0003)

1. 前言

1.1 产生背景

1.1.1 工程项目名称

沧乐一级公路, K0 + 000——K44 + 003, 我公司 2002 年中标承建。

1.1.2 问题

改性沥青混凝土、重交通沥青混凝土的铺筑, 尤其是碾压, 对设备的匹配及性能要求极其严格, 常规施工工艺效率低, 尤其在气温较低条件下根本无法满足质量要求。

1.1.3 新的设想及论证

我们结合工程实践探索出利用轮胎压路机提高改性沥青混凝土路面、重交通沥青混凝土铺筑效率的新方法——“先胶轮压路机碾压沥青混凝土工法”。

1.2 传统工艺的局限性

沥青混凝土路面常规碾压工艺为初压、复压、终压三阶段, 相关参数见表 1。

表 1 机型及碾压速度

压路机类型	初压 (km/h)		复压 (km/h)		终压 (km/h)	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式压路机	1.5 ~ 2.0	3.0	2.5 ~ 3.5	5.0	2.5 ~ 3.5	5.0
轮胎压路机			3.5 ~ 4.5	8.0	4.0 ~ 6.0	8.0
振动压路机	1.5 ~ 2.0 (静)	5.0 (静)	4.0 ~ 5.0 (振)	4.0 ~ 5.0 (振)	2.0 ~ 3.0 (静)	5.0 (静)
备 注	一般初压 1 ~ 2 遍, 复压 4 ~ 6 遍, 终压不少于 2 遍					

由于改性沥青混凝土对施工温度要求较高 (一般高于普通沥青 15 ~ 20℃), 采用常规工艺碾压, 即使气温适宜, 由于施工环节繁多, 自摊铺至碾压终了时间间隔太长, 摊铺层保温不能持久, 大功率压路机碾压时已失去高温条件, 不利于结构层成型密实达到压实度; 若遇有低温环境根本无法完成复压、终压。

2. 工法特点

2.1 外观质量

消除沥青路面“花白点”现象。

2.2 工作效率

将三阶段碾压变为两阶段,抓住初始阶段沥青混凝土温度高,利于提高压实度的时机,用胶轮压路机碾压,工作效率明显提高。

3. 适用范围

新工法适用于各种类型的沥青混凝土路面碾压成型。

4. 新工法工艺原理、技术可行性论证

所谓新工法就是“变三阶段碾压为两阶段,抓住初始阶段沥青混凝土温度高,利于提高压实度的时机,用胶轮压路机碾压”。具体要领是:

(1) 改性沥青混凝土混合料摊铺 10 ~ 30m,即可用 24 ~ 30t 大功率胶轮压路机碾压,一般碾压两遍,即可用核子密度仪测试压实度,如未达到压实指标的 98% 以上再压一遍即可。

(2) 轮胎压路机轮胎预热后,正常碾压时,无须喷雾湿润轮胎预防粘料,因为热轮胎不粘料,如此一来,也大大放缓了沥青混合料降温速率。

(3) 轮胎压路机碾压速度一般控制在 4.5 ~ 8.0 km/h 范围内。

(4) 选用振频 35 ~ 50Hz,振幅 0.3 ~ 0.8mm 大功率双钢轮振动压路机加振碾压 1 ~ 2 遍,碾压速度一般控制在 3.0 ~ 5.0km/h 范围内,此时,压实度一般能满足规范要求。

(5) 最后用胶轮压路机以消除振动压路机碾压痕迹。

为确保新碾压工艺实施成功,采用新碾压工艺前须加铺一定长度的试验段,测试各类参数,指导日后施工。

新碾压工艺的设计依据来源于两个方面,一是充分利用了改性沥青混合料高温阶段提高压实度的有利条件;另一方面利用了胶轮压路机的特点。

(1) 采用特制的充气轮胎,压实过程中不会使碎石破损;

(2) 充气轮胎的弹性所产生的揉搓作用,使沥青混凝土铺筑层材料在各方向产生位移,形成均匀而密实的表面而无裂纹;

(3) 前轮摇摆机构,保证其在不平整作业时,轮胎仍能均匀接地,被压实层凸凹部分都能得到压实;

(4) 可改变轮胎的充气压力或增减配重,来提高压实性能和适用范围。这就为新工艺的实现奠定了坚实基础。

5. 新工法技术控制要点

在应用新工法碾压改性沥青混凝土铺筑层时,遇到了“胶轮压路机轮胎粘接混合料,破坏铺筑层平整”的问题。经反复分析,认为是胶轮压路机轮胎与所压改性沥青混凝土混合料温差太大所致,于是,采取了预热胶轮压路机轮胎法,具体做法是:改性沥青混凝土混合料摊铺后,先用双钢轮振动压路机碾压,胶轮压路机紧随其后,此时需喷雾湿润轮胎,以防粘料,预热 15 ~ 30min 后,再压自然就不会出现粘轮现象了。再按新碾压工艺要求碾压即可。

6. 材料与设备

新工法对材料无特殊要求,无需增加新设备,但胶轮压路机由附属地位(赶轧轮迹)变成了主要地位(追求压实度)。

7. 质量控制

严格控制胶轮压路机碾压速度、混合料温度以及胶轮压路机轮胎预热。