

# 混凝土轨枕外观质量改进分析

## Analysis of the Quality Improvement of the Appearance of Concrete Rail Pillows

周庆荣

Qingrong Zhou

中交一公局第八工程有限公司  
中国·天津 300170  
CCCC First Highway Eighth Engineering Co.,Ltd.,  
Tianjin, 300170, China

**【摘要】**肯尼亚内马铁路是继蒙内铁路之后完全采用中国标准设计施工的。论文结合项目混凝土轨枕外观质量存在的色差、蜂窝麻面、粉肩等问题,对其形成的原因加以分析和对比,加强把控原材料质量,进一步提高原材料之间的匹配性,改善生产工艺,从而成功解决混凝土轨枕外观质量问题。

**【Abstract】**The construction of Kenya's Inner Mongolia railway is completely based on the Chinese standard after the Inner Mongolia railway. This paper analyzes and compares the causes of the appearance quality of concrete sleepers based on the problems of color difference, honeycomb and hemp surface, and pink shoulder, so as to strengthen the quality control of raw materials, further improve the matching between raw materials, and improve the production process, so as to successfully solve the appearance quality of concrete sleepers.

**【关键词】**质量;机制砂;干硬性混凝土

**【Keywords】**quality; mechanism sands; dry hard concrete

**【DOI】**10.36012/etr.v1i4.710

## 1 引言

针对肯尼亚“一带一路”建设工程内马铁路项目沿线缺乏河砂的现状,采用肯尼亚当地原材料,项目购买机制砂生产设备,自产机制砂。但由于初次使用机制砂,前期对其性能不够熟悉,对其掺量控制不够清晰,石粉含量检测手段不够具体,近期中国交建内马铁路第六项目部轨枕混凝土外观质量明显下降,出现气孔、麻面、油肩、粉肩、不密实、漏浆、颜色不一致等问题。为此,项目部联合内马一期总经理部和分指挥部展开问题攻关,分指挥部派驻工作组到现场指导监督。项目部成立了以总工为组长的整改小组,试验室、碎石场、安质部、工程部、枕场等技术骨干投入到问题攻关小组。

## 2 试验情况

根据前期生产经验及分指建议,在保证配合比、增实因数、原材料、外加剂、生产工艺等基本相同的前提下,2018年1月18日上午,项目部采用水洗砂与未水洗砂按不同比例混合的方法对机制砂石粉含量进行调整,取样检测石粉含量后浇筑6模XII型轨枕,进行对比试验见表1和表2。

表1 对比试验

序号	水洗:未水洗(质量比)	石粉含量/%
1	1:0(完全水洗)	8.5
2	5:5	12.5
3	4:6	12.2
4	3:7	13.3
5	2:8	13.7
6	0:1(完全不洗)	17.6

表2 入模混凝土相关性能

序号	模具号	增实因数	入模温度/°C	含气量	比例	石粉含量/%
1	XII049	1.3	28	3.0	1:0	8.5
2	XII095	1.22	27.8	2.9	5:5	12.5
3	XII021	1.22	27.6	2.8	4:6	12.2
4	XII008	1.3	27.5	2.7	3:7	13.3
5	XII039	1.3	27.3	2.7	2:8	13.7
6	XII107	1.3	27.9	2.6	0:1	17.6

2018年1月19日上午,脱模后轨枕外观质量情况如下。

①模具号XII049:完全水洗砂,石粉含量8.5%,轨枕表面出现大量气孔,颜色不均、无光滑感,枕身侧面有明显分层、枕底多部位不密实。

②模具号XII095:水洗砂与未水洗砂比例5:5,石粉含量12.5%,轨枕表面气孔明显减少、局部颜色不均,轨枕整体有

光滑感,枕底局部存在麻面。

③模具号 XII021:水洗砂与未水洗砂比例 4:6,石粉含量 12.2%,轨枕表面基本无气孔、局部颜色不均,轨枕整体有光滑感。

④模具号 XII008:水洗砂与未水洗砂比例 3:7,石粉含量 13.3%,轨枕表面基本无气孔、颜色较均一,轨枕整体有光滑感。

⑤模具号 XII039:水洗砂与未水洗砂比例 2:8,石粉含量 13.7%,轨枕表面基本无气孔、颜色较均一,轨枕整体光滑感较好。

⑥模具号 XII107:水洗砂与未水洗砂比例 0:1,石粉含量 17.6%,轨枕表面基本无气孔、颜色较均一,轨枕整体光滑感较好。

结论:适当增加石粉含量,有助于减少轨枕表面气孔,有利于枕底密实及整体光滑度。

### 3 原因分析

#### 3.1 石粉含量

①机制砂的堆积密度和振捣密度均随着石粉含量的增加而逐渐升高,对于级配较差的机制砂,石粉能明显地增加混合物的密实度,如图 1 所示。在机制砂水洗除石粉(颗粒小于 0.075mm 的粉末)的过程中,有一部分颗粒大于 0.075mm,而 0.3~1.18mm 范围内的颗粒流失严重,导致机制砂级配不良。空隙率增加,表现为混凝土含气量增大,易出现大量气孔。

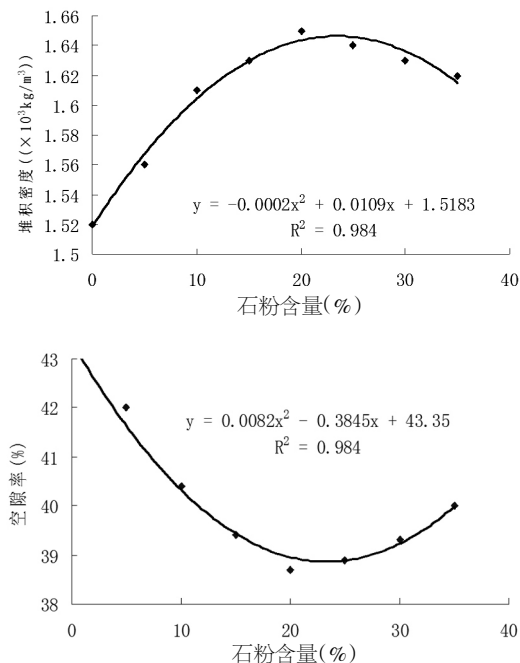


图 1 石粉含量对机制砂堆积效果的影响

②石粉含量对混凝土坍落度及抗压强度也有明显影响。通过大量试验数据统计分析,石粉含量过小或者过大均不利于混凝土强度和和易性,如图 2 和图 3 所示。

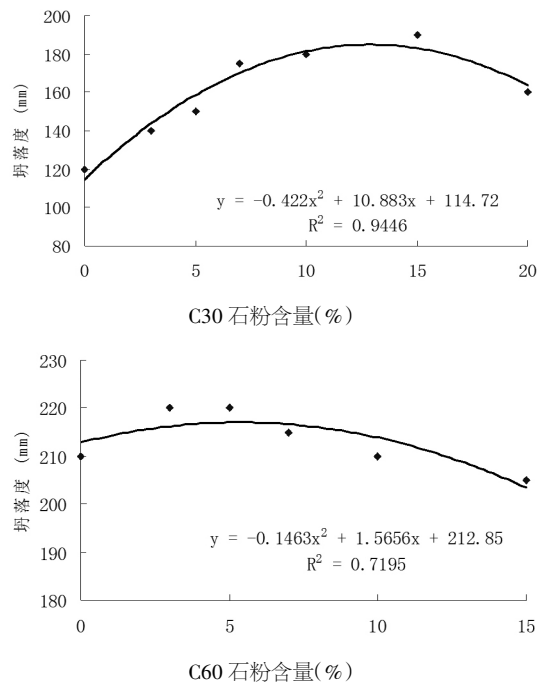


图 2 石粉含量对混凝土坍落度的影响

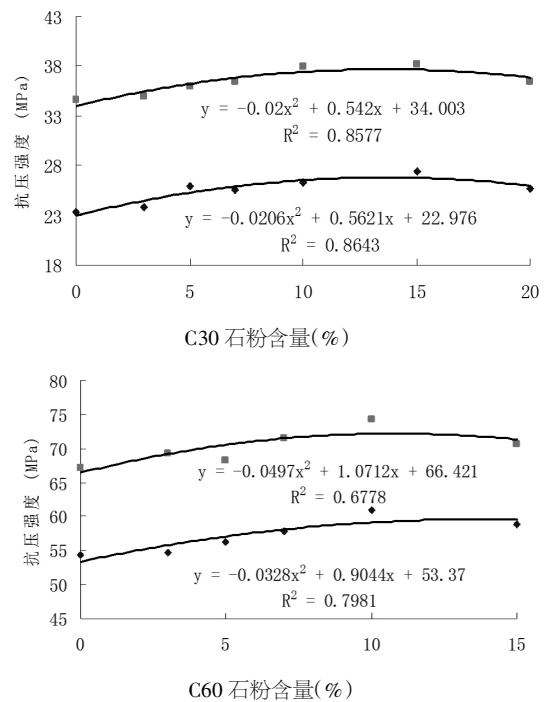


图 3 石粉含量对混凝土抗压强度的影响

#### 3.2 石粉在混凝土中的正负效应

##### 3.2.1 正效应

①级配效应:对于级配较差的机制砂,石粉能明显地增加其堆积密度,从而改善级配;

②增黏效应:在低强混凝土中,补充粉体材料不足,减小泌水,改善低强机制砂混凝土工作性;

③润滑作用:石粉增加浆体含量,弥补机制砂多棱角和表面粗糙的缺点,克服机制砂形貌效应的不良影响;

④微集料效应:石粉微粒增加水泥石的密实度,改善次中心区过渡层的结构,增加抗渗性,降低变形性能;

⑤晶核作用:微细石粉可以诱导水化物析晶,促进 C3S 核的 C3A 水化,提高有效结晶产物含量而提高强度;

⑥水化增强作用:石粉中  $\text{CaCO}_3$  参与 C3A 的水化反应,生成水化碳铝酸钙,阻止 AFt 向 AFm 转化,从而增强混凝土和易性。

### 3.2.2 负效应

比表面积效应:石粉增大了固体物的总体比表面积,增加了用水量的需求,水灰比不变时,固体物总表面积增加,就会使混凝土工作性降低,达到相同坍落度,增加对减水剂的需求量。

重力效应:机制砂密度较大,密度 $>2.36\text{mm}$ 的颗粒较多,级配不良,形状尖锐,有棱角,使混凝土拌和物显得干涩、易离析泌水。由于机制砂较大的表观密度,会增加混凝土拌和物在运输和振捣过程中的离析倾向,加剧混凝土泌水和塑性沉降收缩,影响混凝土表面的耐久性。

## 4 下一步采取的措施

根据验标中关于机制砂石粉含量的限制及本次试验结果,项目部建议采用以下指标,如表 3 所示。

表 3 机制砂石粉含量指标

混凝土强度等级	<C30	C30~C60	>C60
国标	$\leq 7\%$	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$
建议指标	$\leq 12\%$	$\leq 10\%$	$\leq 7\%$

即轨枕预制采用水洗机制砂与原机制砂按 5:5 混合,控制石粉含量在 10%左右。同时,采取以下措施。

### 4.1 机制砂生产质量控制措施

①选择好的母岩,强度高、无潜在碱活性危害。开采时防止泥土、风化岩、树根、草皮等杂物混入,确保机制砂各项指标数据的稳定性。

②优化生产工艺参数,如进料尺寸、转速、排料口宽度、最佳入机粒度范围、振动筛角度与筛孔尺寸等。制砂机进料粒度以 20mm 左右最佳。稳定机制砂级配,控制机制砂的细度模数,确保机制砂颗粒级配合格,且粒型好,压碎值低。

③加强对设备的维护,及时更换易磨损设备。尤其是衬板、锤头等易损件,要及时维修更换。

④机制砂的堆放场地要求清洁,堆放、装卸和运输过程中,防止泥土混入和颗粒离析。干砂堆料高度不超过 5m。

### 4.2 混凝土拌制、运输、浇筑等管控措施

①加大机制砂生产过程控制,加强机制砂级配、细度模数、石粉含量、MB 值的经常性检测。

②加强机制砂混凝土拌合物的搅拌。机制砂含有较多石粉,在拌制混凝土过程中不易搅拌均匀,较河砂混凝土适当延长搅拌时间 30~60s,借以改善机制砂混凝土的和易性,提高保水性和黏聚性。

③加强机制砂混凝土质量控制。机制砂混凝土对用水量和减水剂的改变和砂的细度模数、级配、石粉含量、砂率的变化极为敏感。试验室应定期校正计量设备,严格控制计量精度,加强机制砂的质量检查,密切观察出机拌合物质量,加大对含气量、增实因数、入模温度的检测频率,及时调整相关参数及工艺<sup>[1]</sup>。

④加强模板的打磨,适当有效地涂刷脱模剂,严禁过量涂刷。对模板清理干净,尤其是前批次遗留的混凝土残渣。铭牌、分丝板位置密贴,避免漏浆,出现麻面及不密实现象。

⑤规范预应力张拉及放张流程,确保箍筋、螺旋筋安装位置准确无误。

⑥有序合理振捣,防止漏振、欠振和过振。在振捣作用下,机制砂混凝土比河砂混凝土易于液化,故机制砂混凝土要比相同增实因数的河砂混凝土适当缩短振捣时间,避免过振,以克服机制砂混凝土的泌水现象,防止蜂窝、麻面及表面形成疏松层<sup>[2]</sup>。

⑦加强早期养护,适当延长养生时间。机制砂混凝土中粉体含量较高,早期收缩较大,因此,应注意浇筑后的及时保湿养护,养护龄期较天然河砂混凝土适当延长。

经过项目部、分指挥部和总经理部近半个月的努力,混凝土轨枕外观质量得到较大改善,提升了项目课题攻关人员和其他技术人员的技术水平,同时,为 2018 年 5 月份的轨枕产品认证工作奠定了基础。

## 5 结语

混凝土轨枕外观质量问题形成因素较多,主要包括混凝土原材料及自身拌合物性能、混凝土浇筑工艺,以及浇筑过程中人员的组织、协调性。在中国,减水剂经过长期与水泥的试验磨合,其相容性较好,而内马铁路混凝土工程采用中国外加剂、肯尼亚当地 Bamburi 水泥,其相容性有待于改善。

### 参考文献

- [1]李智慧,王艳娇.混凝土桥梁结构耐久性设计探讨[J].黑龙江水利,2010(4):44-45.
- [2]魏汝海,范文军,王朝.混凝土桥梁结构耐久性设计[J].城市建设理论研究(电子版),2013(20):89-90.