

## 路面水稳施工信息化的运用与研究

周华军

江苏东交智控科技集团股份有限公司, 江苏 南京 211100

[摘要]路面水稳施工是公路建设中的重要环节,直接影响到路面的质量和使用寿命。探讨了路面水稳施工信息化的运用与研究。文章首先介绍了路面水稳施工的现状和问题,然后分析了信息化技术在路面水稳施工中的应用,文章以某高速标路面技术服务水稳施工工作为例,最后提出了路面水稳施工信息化的发展趋势。

[关键词]路面水稳施工; 信息化技术; 公路建设; 施工质量; 使用寿命

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10500

中图分类号: TU712+3

文献标识码: A

### Application and Research of Informationization in Road Surface Water Stability Construction

ZHOU Huajun

Jiangsu Easttrans Intelligent Control Technology Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 211100, China

**Abstract:** Road surface water stability construction is an important link in highway construction, which directly affects the quality and service life of the road surface. Explored the application and research of informationization in road surface water stability construction. The article first introduces the current situation and problems of road surface water stability construction, and then analyzes the application of information technology in road surface water stability construction. Taking a certain high-speed road surface technology service water stability construction work as an example, the article finally proposes the development trend of road surface water stability construction informatization.

**Keywords:** road surface water stability construction; information technology; highway construction; construction quality; service life

#### 1 路面水稳施工的现状和问题

目前,路面水稳施工主要存在以下现状:

如施工中对水稳拌合楼数据生产数据不够重视、对施工前的水稳拌合楼的静态进行标定、而忽视动态计量的标定等。为了解决这些问题,我们探索了信息化技术在路面水稳施工中的应用,以提高施工质量和效率。

存在以下问题:

**施工精度低:**传统的路面水稳施工方法主要依靠人工操作,无法精确控制施工参数,导致施工精度低。

**质量控制不严格:**由于缺乏有效的质量检测手段,传统的路面水稳施工质量控制不严格,容易造成施工质量不稳定。

**施工效率低:**由于缺乏有效的信息反馈,存在施工效率低,无法找到存在影响效率的关键流程。

#### 2 信息化技术在路面水稳施工中的应用

针对以上问题,我们探索了信息化技术在路面水稳施工中的应用。具体来说,我们采用了以下几种信息化技术:

**物联网技术:**我们将物联网技术应用于路面水稳施工中,通过传感器等设备实时监测施工参数,提高了施工精度和质量。如水稳拌和站生产数据采集、运输车辆运输轨迹,运输时间采集,摊铺设备的摊铺桩号,摊铺机的速度,时间,摊铺长度等信息采集,现场的碾压轨迹,碾压遍数

等采集。

**数据分析技术:**我们运用数据分析技术对采集的数据进行深入分析,找出影响施工质量的关键因素,从而有针对性地采取措施提高施工质量。

**云计算技术:**我们运用云计算技术构建了路面水稳施工信息化平台,实现了数据共享和协同操作,提高了施工效率及质量控制,针对关键信息采集参数采用预警阈值,及时知道施工环节中出现的問題,针对問題能及时进行整改。

以某高速为例技术服务单位 10 月中旬对已施工完成水稳进行排查。具体排查情况如下:

LM1 标施工底基层总长度为 23253 米,发现裂缝段落 4 处,合计裂缝段落长度 1587 米,占施工长度的 6.8%。LM1 标总共发现裂缝 17 条,其中 8 月 6 日施工段(试验段)裂缝较为密集,当天总共施工 393 米,出现 7 条裂缝,平均裂缝间距为 56 米/条。

LM2 标施工底基层总长度为 22731 米,发现裂缝段落 4 处,合计裂缝段落长度 1118 米,占施工长度的 4.9%。LM2 标总共发现裂缝 11 条,其中 8 月 20 日施工段落中 K36+830-K36+960 段裂缝较为密集,该段落总长 130 米,出现 5 条裂缝,平均裂缝间距为 26 米/条。

(2) 根据排查情况,裂缝具体情况如表 1 和表 2 所示。

表 1 LM1 标基层裂缝调查结果表

序号	施工日期	桩号位置	施工长度 (m)	裂缝形态		周期 (d)
				裂缝形态	裂缝形态	
1	2023. 8. 6	K0+870 左幅	393	横向裂缝	贯穿	65
2		K0+885 左幅		横向裂缝	贯穿	
3		K0+943 左幅		横向裂缝	贯穿	
4		K1+027 左幅		横向裂缝	贯穿	
5		K1+112 左幅		横向裂缝	贯穿	
6		K1+140 左幅		横向裂缝	贯穿	
7		K1+170 左幅		横向裂缝	贯穿	
8	2023. 8. 13	K0+920 右幅	393	横向裂缝	未贯穿	58
9		K1+023 右幅		横向裂缝	未贯穿	
10		K1+080 右幅		横向裂缝	未贯穿	
11	2023. 8. 19	K0+137 左幅	460	横向裂缝	未贯穿	52
12		K0+200 左幅		横向裂缝	未贯穿	
13		K0+215 左幅		横向裂缝	未贯穿	
14		K0+345 左幅		横向裂缝	未贯穿	
15		K0+447 左幅		横向裂缝	未贯穿	
16	2023. 8. 21	K0+270 右幅	340. 6	横向裂缝	未贯穿	50
17		K0+350 右幅		横向裂缝	未贯穿	

表 2 LM2 标基层裂缝调查结果表

序号	施工日期	桩号位置	施工长度 (m)	裂缝形态		周期 (d)
				裂缝形态	裂缝形态	
1	2023. 8. 19	k54+515 右幅	141	横向裂缝	贯穿	39
2		k54+565 右幅		横向裂缝	贯穿	
3		k54+589 右幅		横向裂缝	贯穿	
4	2023. 8. 20	K36+830 左幅	408	横向裂缝	贯穿	49
5		k36+840 左幅		横向裂缝	贯穿	
6		k36+930 左幅		横向裂缝	贯穿	
7		k36+940 左幅		横向裂缝	贯穿	
8		k36+960 左幅		横向裂缝	贯穿	
9	2023. 8. 21	k37+200 左幅	170	横向裂缝	贯穿	48
10		k37+300 右幅		横向裂缝	贯穿	
11	2023. 9. 10	k47+440 左幅	398. 5	横向裂缝	贯穿	29

(3) 因下基层水稳基本在 9 月下旬进行施工, 暂时未发现裂缝现象。

## 2.2 裂缝处混合料情况

### (1) 混合料级配、水泥剂量及含水量情况

根据裂缝产生的段落, 对生产当天所施工的水稳混合料级配、水泥用量、含水量进行整理分析, 具体数据如表 3、表 4 所示。

表 3 LM1 标水稳混合料筛分结果

施工日期	下列筛孔 (mm) 通过百分率 (%)							
	31. 5	26. 5	19. 0	9. 5	4. 75	2. 36	0. 6	0. 075
2023. 8. 6	100	98. 5	81. 3	49. 3	32. 3	24. 8	12. 4	5. 0
2023. 8. 13	100	96. 8	75. 8	47. 3	29. 7	22. 5	10. 2	4. 3
2023. 8. 19	100	97. 7	75. 1	47. 4	29. 9	21. 2	9. 9	3. 8
2023. 8. 21	100	97. 4	78. 3	47. 3	30. 3	18. 8	9. 4	4. 3
无裂缝段落	100	97. 2	76. 5	48. 1	30. 2	20. 5	10. 4	4. 1
生产配合比	100	97. 7	76. 5	45. 4	29. 0	21. 8	10. 0	3. 6
级配上限	100	100	86	62	42	30	15	4. 5
级配下限	100	95	68	44	27	18	8	0

表 4 LM2 标水稳混合料筛分结果

施工日期	下列筛孔 (mm) 通过百分率 (%)							
	31. 5	26. 5	19. 0	9. 5	4. 75	2. 36	0. 6	0. 075
2023. 8. 19	100	97. 5	76. 6	45. 0	28. 0	21. 2	9. 5	4. 1
无裂缝段落	100	96. 5	77. 1	46. 2	29. 1	20. 2	9. 4	4. 2
生产配合比	100	98. 3	77. 9	44. 0	27. 8	21. 4	8. 2	3. 5
2023. 8. 20	100	95. 5	68. 9	51. 5	29. 3	22. 0	10. 3	3. 5
2023. 8. 21	100	96. 4	70. 8	51. 5	30. 7	21. 8	10. 5	3. 6
2023. 9. 10	100	96. 8	70. 3	51. 2	30. 8	22. 2	11. 2	3. 8
无裂缝段落	100	95. 8	71. 2	52. 4	31. 2	21. 9	11. 6	4. 1
生产配合比	100	95. 5	69. 7	51. 1	29. 9	22. 1	11. 2	3. 9
级配上限	100	100	86	62	42	30	15	4. 5
级配下限	100	95	68	44	27	18	8	0

表 5 基层水泥稳定碎石水泥剂量及含水量试验结果

LM1 标	水泥剂量 (%)	含水量 (%)	LM2 标	水泥剂量 (%)	含水量 (%)
序号			序号		
1	3. 0(试验段)	5. 0	1	2. 5	4. 5
2	2. 6	4. 3	2	2. 6	4. 5
3	2. 6	4. 4	3	2. 6	4. 6
4	2. 6	4. 3	4	2. 6	4. 5

### (2) 混合料强度情况

表 6 基层水泥稳定碎石强度试验结果

LM1 标	无侧限抗压强度 (MPa)	LM2 标	无侧限抗压强度 (MPa)
序号		序号	
1	2. 8	1	3. 2
2	3. 2	2	3. 2
3	2. 9	3	3. 0
4	2. 8	4	3. 0
技术要求	≥ 2. 5 (MPa)		

### (3) 拌和楼生产情况

根据裂缝段落施工时间, 结合物联网监控系统, 对施工当天拌和楼生产情况进行统计, 统计情况如下:



图 1 LM1 标 8 月 6 日水泥用量及材料用量波动图



图 2 LM1 标 8 月 13 日水泥用量及材料用量波动图

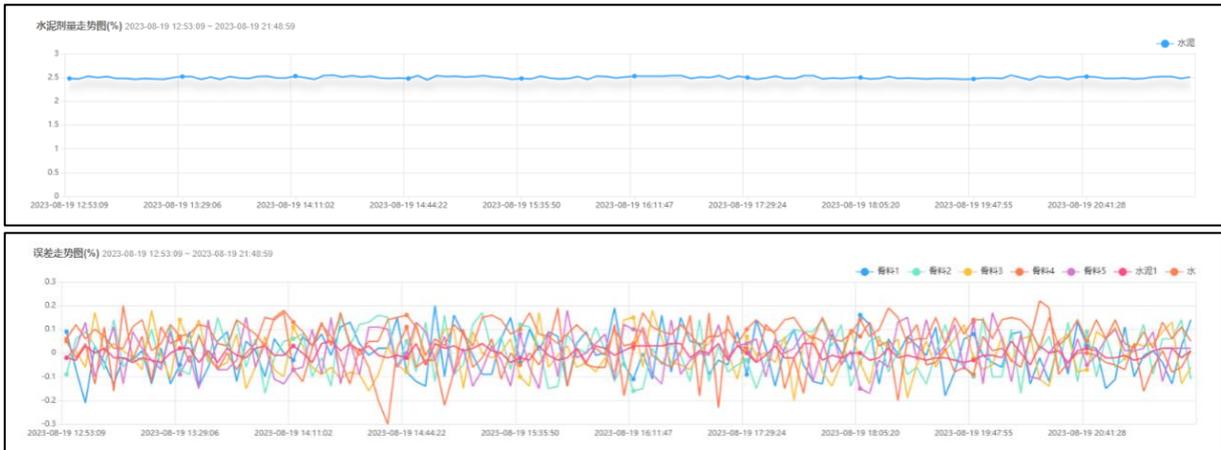
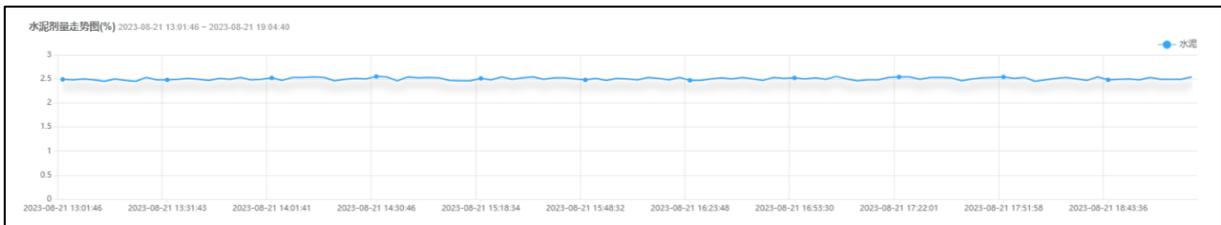


图 3 LM1 标 8 月 19 日水泥用量及材料用量波动图



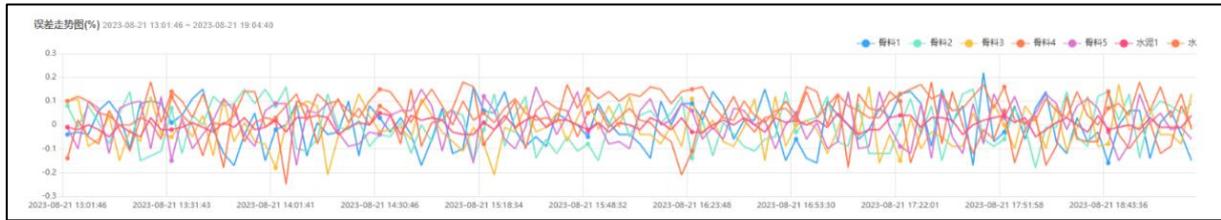


图 4 LM1 标 8 月 21 日水泥用量及材料用量波动图



图 5 LM2 标 8 月 19 日水泥用量及材料用量波动图

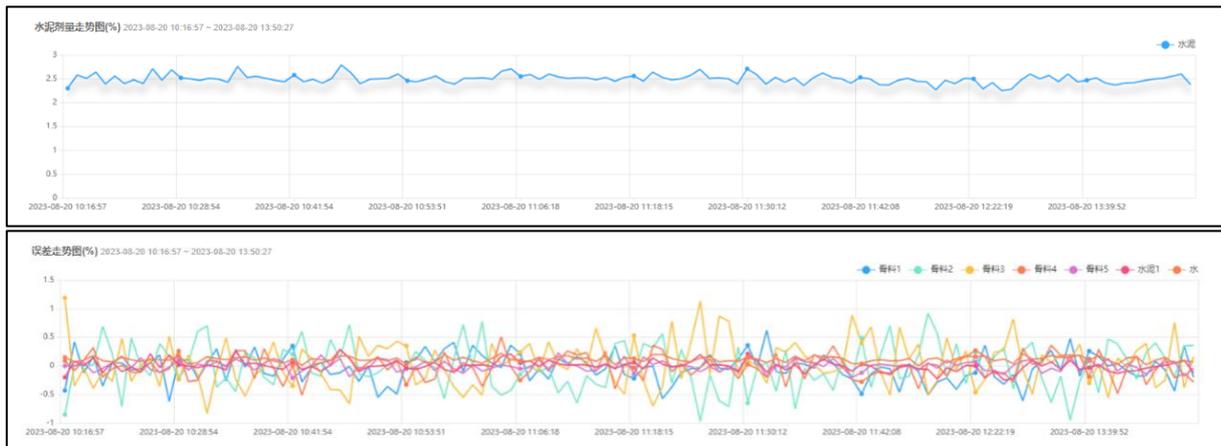


图 6 LM2 标 8 月 20 日水泥用量及材料用量波动图

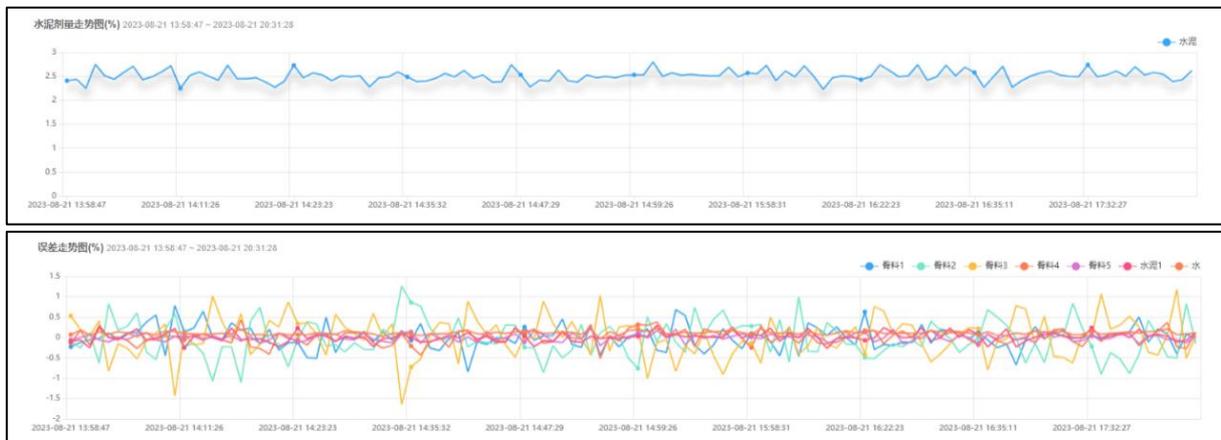


图 7 LM2 标 8 月 21 日水泥用量及材料用量波动图



图 8 LM2 标 9 月 10 日水泥用量及材料用量波动图

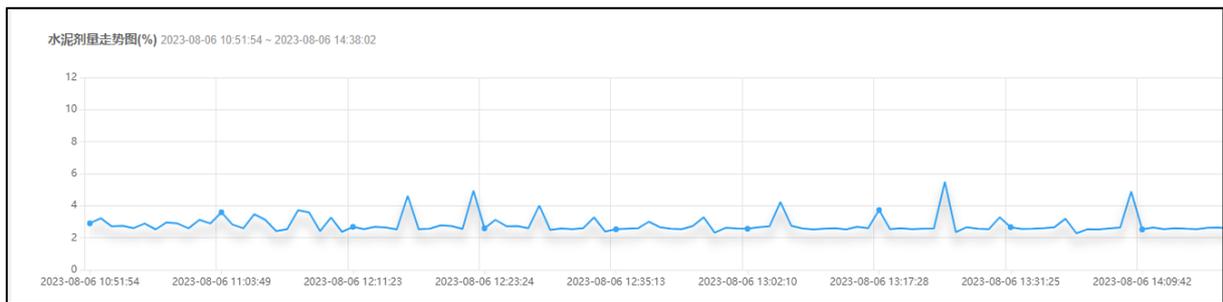


图 9 LM1 标底基层试验段水泥剂量走势图

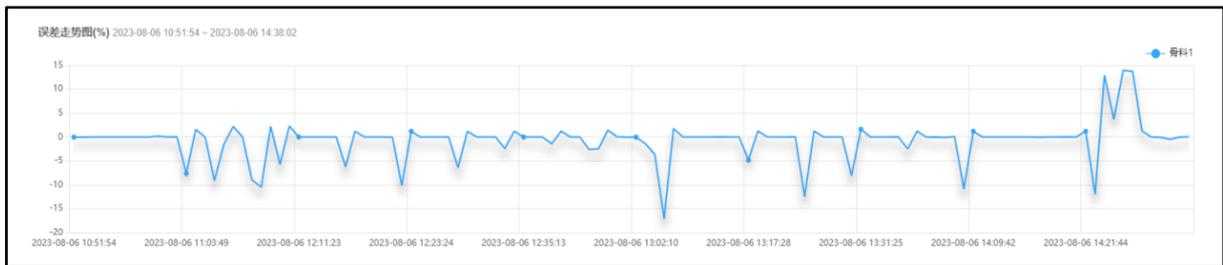


图 10 LM1 标底基层试验段 5#料误差走势图

根据分析结论:

- (1) LM1 标 8 月 6 日(试验段)混合料水泥用量偏高,且根据物联网数据显示,水泥用量波动性较大;
- (2) LM1 标 8 月 13 日、19 日、21 日所施工底基层水稳级配与生产配合比及无裂缝段落级配基本一致,均满足技术文件要求。
- (3) LM2 标 8 月 19 日、20 日、21 日和 9 月 10 日所施工底基层水稳级配与生产配合比及无裂缝段落级配基本一致,均满足技术文件要求。
- (4) 根据两个标段抗压强度检测结果表明,无侧限抗压强度满足技术文件要求。
- (5) 根据物联网监控系统,裂缝段落除 LM1 标 8 月 6 日(试验段)拌和楼生产数据波动较大以外,其余段落生产数据波动较小,水泥用量误差基本控制在 2.4%~2.7% 之间,材料误差基本控制在 1% 以内。

### 2.3 裂缝产生原因分析

- (1) 混合料水泥用量不稳定。  
LM1 标 1 号站初期状态不稳定,导致 8 月日试验段生产过程中水泥用量、细集料用量出现较大波动,底基层水泥剂量设计为 2.5%,生产过程中水泥用量在 2.3%~5.5% 之间,原材料 5#(0-2.36mm)因长期堆压形成团块,对料斗造成堵塞,导致细集料级配在(-12,+13)%波动,以上情况极易造成底基层出现裂缝现象。如图 9~图 10。
- (2) 温缩裂缝。  
水稳底基层施工于 2023 年 8 月下旬至 10 月底,最高气温 36℃,最低气温 6℃,经过炎热高温和寒冷低温后,水稳基层收缩产生温缩裂缝。此类裂缝缝宽较小,一般均小于 3 mm,有的产生横向局部裂缝,有的产生贯穿半幅的横向裂缝,温缩裂缝在外观上多表现为路表等距离的横向裂缝。



图 11 近期气温统计图

### (3) 干缩裂缝。

LM2 标 8 月 20 日上午施工现场突遇下雨，导致当天上午所施工的段落混合料含水量偏大。此情况易造成后期水稳出现干缩裂缝。



图 12 当天气情况

## 3 信息化不足之处

**技术应用难题：**一些施工企业缺乏专业的信息技术人才，无法有效地运用信息技术来提高施工效率。此外，部分施工人员可能对新技术持怀疑态度，不愿意接受新的工作方式，这也阻碍了施工信息化的发展。

**信息化基础设施不足：**要实现施工信息化，必须有良好的信息化基础设施支持。然而，一些施工现场可能缺乏稳定的网络连接和先进的硬件设备，导致信息化应用难以推行。

**数据共享与协同难题：**在施工过程中，各个部门和参与方之间需要频繁地交换和共享数据。然而，由于缺乏统一的数据标准和共享平台，数据共享和协同变得困难，影响了施工效率。

**信息化投入成本较高：**引入先进的信息化技术和设备需要较大的资金投入。对于一些规模较小的施工企业来说，这可能是一笔不小的开销，因此他们可能对施工信息化持保守态度。

**安全与隐私挑战：**随着信息化的推进，施工现场的数据安全和隐私保护问题也日益凸显。如何确保数据的安全传输和存储，防止数据泄露和被篡改，是施工信息化过程中必须面对的挑战。

**综合应用与分析：**施工信息化能提供大量的基础数据，并能进行数据汇总，但是仍需进行人为统计，不能有效的结合天气情况，或者增加很多现场的实际情况进行综合分析。仍需技术咨询人员对现场的情况，生产情况进行统计分析。

## 4 路面水稳施工信息化的发展趋势

随着信息化技术的不断发展，路面水稳施工信息化也将迎来新的发展机遇。继续深入研究信息化技术在路面水稳施工中的应用，进一步提高施工质量和效率。信息化通过物联网、互联网、云计算、智能传感等技术，全面感知工地各领域信息，实现各子系统间的信息共享和协同运作，实现工地作业互联协同、辅助决策、智能生产、科学管理等功能。做到施工质量可知、可控、施工过程可视、智能，工程管理协同、高效，施工数据实时、共享。并提供施工环节参数添加，AI 分析，施工优化等，为决策提供依据。

### [参考文献]

- [1] 廖津和. 高速公路沥青路面施工质量监控方法与体系研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2016.
  - [2] 赵秀娟, 朱蕊, 刘林, 等. 沥青路面施工质量管理信息化技术应用研究[J]. 市政技术, 2018, 36(3): 3.
- 作者简介: 周华军 (1986.10—), 男, 单位名称: 江苏东交智控科技集团股份有限公司; 毕业学校和专业: 河海大学, 土工工程。