

东非地区高强度混凝土联锁块预制外观质量控制

张起铭

新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆乌鲁木齐，830000；

摘要：以东非地区在建物流中心扩建项目为例，简述高强度混凝土联锁块在预制过程中如何进行质量控制，来提高一次性验收合格率，为该地区高强度混凝土联锁块预制生产提供参考。

关键词：东非地区；高强度联锁块预制；外观质量控制

DOI：10. 64216/3080-1508. 26. 01. 006

引言

高强度联锁块因其卓越的承载能力、耐久性、施工便捷、易于修复等显著特性，被广泛应用于对地面荷载和耐久性有要求的场合，其主要应用领域如港口与集装箱堆场、大型物流园区及仓储中心、重型车辆停车场及通道、工业厂房及车间地面等部位。

1 工程简介

本项目位于东非某国，属于物流中心扩建项目，占地 62 公顷，场地铺装区为 38 公顷，铺装区原设计道路、场坪结构层为 150mm 底基层；260-430mm 钢筋混凝土基层（道路部分 260mm，集装箱装卸作业区为 430mm，强度等级 C25/30）；30mm 砂垫层；80mm 联锁块（强度等级 C50/67）铺装层，混凝土联锁块约 1270 万块，预制与安装工程量巨大，工期较紧。业主和咨询团队对联锁块的质量要求高，根据验收规范必须同时满足强度和外观质量要求，才可以运输至铺装场地进行铺装。为此要想满足工期要求，同时降低成本，就必须提高联锁块一次性验收合格率，本文重点介绍预制质量控制，因养护只要按时浇水，强度就能达标。

2 质量控制要求

根据设计技术规范要求，采用 ACI-214-R02 规范标准，混凝土联锁块设计强度标号 $f_{cu,k}=67\text{ MPa}$ ，配制强度 $f_{cu,0}\geq 1.1f_{cu,k}+4.5=1.1\times 67+4.5=78.2\text{ MPa}$ ，抗折 $\geq 7\text{ MPa}$ ，吸水率 $\leq 5\%$ ，外观美观，无裂纹、分层、表层粘皮，掉角缺陷等在规范范围内。联锁块尺寸标准要求，允许偏差值：长度 $\pm 2\text{ mm}$ ，宽度 $\pm 2\text{ mm}$ ，厚度 $\pm 3\text{ mm}$ ，垂直度 $< 2\text{ mm}$ 尺寸偏差。因此联锁块既要满足强度要求，又要满足外观要求，才能通过监理工程师的验收，所以必须加强对高强度混凝土的质量控制。

3 前期预制生产现状

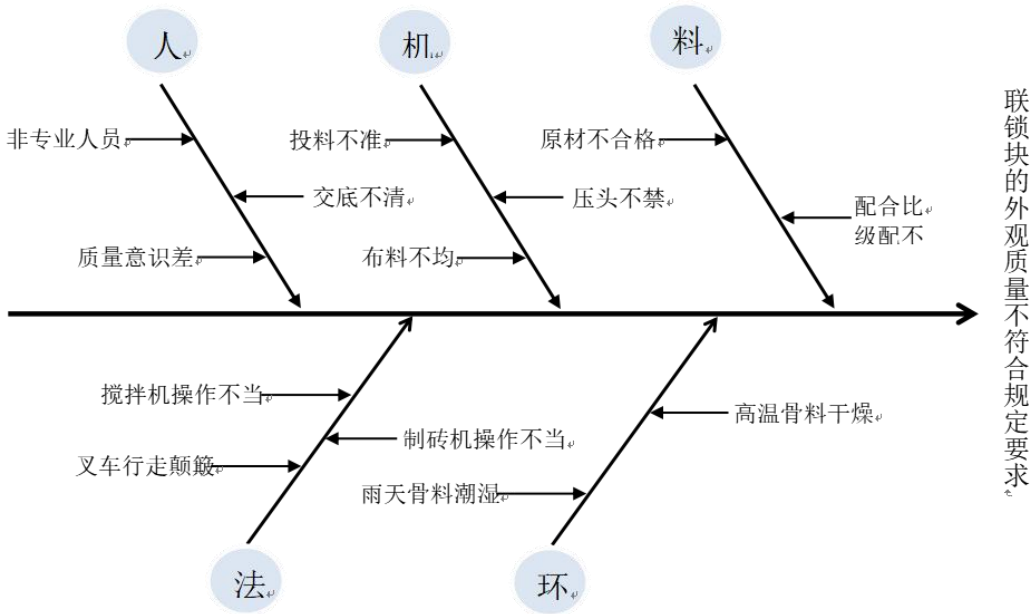
随机抽检 100 托盘（4 个批次），每托盘再随机抽检 2 块，检查联锁块的外观质量、外观尺寸、强度，发现上表面存在蜂窝麻面、表层粘皮；侧面有分层、裂纹、鼓包；厚度尺寸偏差过大等质量缺陷，根据记录数据显示，外观质量共检查 2700 块，合格率为 90.37%；外观尺寸共检查 200 块，合格率为 93.50%；抗压强度共检查 4 个批次，合格率为 100%。具体数据统计见表 3-1。

表 3-1 前期联锁块质量问题统计表

序号	项目	子项	抽样数	问题数	百分比	累计比例
	外观质量	上表面蜂窝麻面	2700	136	5.04%	5.04%
		上表面表层粘皮	2700	53	1.96%	7.00%
		侧面裂纹	2700	65	2.41%	9.41%
		棱角掉落	2700	6	0.22%	9.63%
	合计					9.63%
	外观尺寸	长度尺寸	200	0	0	0
		宽度尺寸	200	0	0	0
		厚度尺寸	200	8	4.00%	4.00%
		垂直度	200	5	2.50%	6.50%
	合计					6.50%
	抗压强度		4	0	0	0
	合计					0%

通过对表中数据的分析，不难发现，只有联锁块的抗压强度合格率为 100%；联锁块外观质量仅为 90.37%，所以必须进一步采取措施提高联锁块的外观质量和外观尺寸的合格率。

4 原因分析



通过对以上十三条末端影响因素进行逐条分析论证，最后确认要因有三条，要因一配合比级配不好；要因二制砖机操作不当；要因三制砖机压头不禁（按影响

对联锁块存在问题的子项和数据分析可得，外观质量主要集中在上表面蜂窝麻面和侧面裂纹，外观尺寸主要存在于厚度超出尺寸偏差，根据以往经验和现场观察分析，外观质量可能有以下原因造成，绘制了因果分析鱼骨图如下：

重要程度排序）。

5 对策实施

(1) 对策实施一：优化配合比级配

表 5-1 不同碎石粒径大小（C67 联锁块）混凝土配合比

材料/试验 编号	水泥	掺合料	水	机制砂	碎石 5-12.5	碎石 12.5-25	外加剂	砂率 (%)	水胶比	坍落度 mm	28d 抗 压强度
					mm	mm					
C67-1	433	144	179	701	914	228	7.5	38	0.31	5	96.3 MPa
C67-2	433	144	179	866	977	/	8.8	47	0.31	5	76.8 MPa

结论：配合比 C67-1 与 C67-2 生产对比试验结果如下：C67-1 编号抗压强度满足设计要求，但难以压实，成型成品外观质量较差；C67-2 编号抗压强度不满足设

计要求，成型成品外观一般，但每板成品 85%达到外观质量要求。

表 5-2 不同机制砂砂率（C67 联锁块）混凝土配合比

材料/试验 编号	水泥	掺合料	水	机制砂	碎石 5-12.5	碎石 12.5-25	外加剂	砂率 (%)	水胶比	坍落度 mm	28d 抗 压强度
					mm	mm					
C67-3	433	144	179	811	1032	/	8	44	0.31	5	81.3 MPa

C67-2	433	144	179	866	977	/	8.8	47	0.31	5	77.6
											MPa
C67-4	433	144	179	922	922	/	9.5	50	0.31	5	73.2
											MPa

结论：配合比 C67-2、C67-3 和 C67-4 生产对比试验结果如下：C67-3 编号抗压强度满足设计要求，每板成品 87%达到外观质量要求；C67-4 编号抗压强度不满足设计要求，每板成品 92%达到外观质量要求。

表 5-3 不同水胶比（C67 连锁块）混凝土配合比

单位：kg/m³

材料/试验 编号	水泥	掺合料	水	机制砂	碎石 5-12.5	碎石 12.5-25	外加剂	砂率 (%)	水胶比	坍落度 mm	28d 抗 压强度
					mm	mm					
C67-5	406	136	179	883	996	/	8	47	0.33	5	70.9
											MPa
C67-2	433	144	179	866	977	/	8.8	47	0.31	5	77.8
											MPa
C67-6	467	156	179	845	952	/	9.3	47	0.29	5	85.6
											MPa

结论：配合比 C67-2、C67-5 和 C67-6 生产对比试验结果如下：C67-5 编号抗压强度不满足设计要求，每板成品 88%达到外观质量要求；C67-6 编号抗压强度满

足设计要求，每板成品 95%达到外观质量要求，压实均匀、平整、无裂纹、分层、表层蜂窝粘皮等缺陷。

表 5-4 不同掺合料（C67 连锁块）混凝土配合比

单位：kg/m³

材料/试验 编号	水泥	掺合料	水	机制砂	碎石 5-12.5	碎石 12.5-25	外加剂	砂率 (%)	水胶比	坍落度 mm	28d 抗 压强度
					mm	mm					
C67-7	436	187	179	845	952	/	9.3	47	0.29	5	78.1
											MPa
C67-6	467	156	179	845	952	/	9.3	47	0.29	5	86.3
											MPa
C67-8	498	124	179	845	952	/	9.3	47	0.29	5	89.6
											MPa

结论：配合比 C67-6、C67-7 和 C67-8 生产对比结果如下：C67-7 编号抗压强度不满足设计要求，每板成品 96%达到外观质量要求；C67-8 编号抗压强度满足设计要求，每板 95%达到外观质量要求。

实施效果：连锁块质量控制选用碎石粒径 5-12.5mm 优于 5-20mm；砂率直接影响连锁块混凝土抗压强度和外观质量，砂率越小，抗压强度越高，外观越差，砂率越大，抗压强度越小，外观质量相对得到提升；水胶比影响连锁块抗压强度较大，水胶比越小，连锁块抗压强度越高；掺合料比例减小，抗压强度提高。通过试配生产

验证，考虑成本因素，采用 C67-6 编号的配合比进行生产，连锁块抗压强度满足设计要求，外观质量能达到 95%以上。

（2）对策实施二：重设参数，加强培训

本型号砖机每板能出 27 块砖，根据现场反馈情况，厂家专业技术人员将主要工艺参数修改为喂料时间 5s，布料时间 3s，布料压力 6 MPa，预振动 4s，预振压力 13MPa；强振时间 9s，振实压力 12MPa，并对手动模式下操作要领进行了详细的培训，使操作手熟悉操作步骤，掌握操控时间，并解释每一步操作将会带来哪些影响。

实施效果：相较于修改参数之前，成型成品的外观质量明显得到改善，压实均匀，平整，外观裂纹、分层、表层粘皮、掉角等质量缺陷显著下降。手动模式下，操作手操作娴熟，效率提高。

（3）对策实施三：紧固螺栓，调整限位器

先检查压头盘哪些螺栓松动，用记号笔划线标记，

水平尺检查压头盘水平情况，对松动的螺栓增加橡胶垫片，逐个拧紧，确保压头盘水平。调整下限位器，使压头盘行程保证在设定高度位置。

实施效果：采取措施后，混凝土联锁块的厚度基本都在容许偏差内，解决了厚度尺寸不一的问题。

6 后期预制生产情况

表 6-1 采取对策实施后联锁块质量问题统计表

序号	项目	子项	抽样数	问题数	百分比	累计比例
	外观质量	上表面蜂窝麻面	2700	41	1.52%	1.19%
		上表面表层粘皮	2700	57	2.11%	3.63%
		侧面裂纹	2700	8	0.29%	3.92%
		棱角掉落	2700	3	0.11%	4.03%
	合计					4.03%
	外观尺寸	厚度尺寸	200	0	0.00%	0.00%
		垂直度	200	3	1.50%	1.50%
	合计					1.50%

从表 6-1 可以看出对策实施后，联锁块外观质量合格率达到 95.97%；外观尺寸合格率达到 98.50%，外观质量得到较大提升。

7 结语

综上所述，在东非地区要想获得高质量的高强度混凝土预制联锁块，试验室专业技术人员尤为重要，只有试配出优良的施工配合比，在制砖机工况性能良好的条件下，制砖机操作人员进行专业化操作，才能大幅提升

预制合格率。

参考文献

[1]ASTM C936 / C936M - Standard Specification for Solid Concrete Interlocking Paving Units.
[2]ASTM (American Material Testing) 标准.
[3]ACI (American Concrete Institute) 标准.
[4]物流中心扩建项目项工程招标文件.
[5]《混凝土路面砖》GB/T 28635-2012.