

土建施工砂石材料常规检测要点探讨

王爱军

中国水利水电第十二工程局有限公司，浙江省杭州市，310000；

摘要：本文围绕土建施工砂石材料质量管控展开，先明确物理性能（颗粒级配、含泥量等）与有害物质（有机物、氯离子等）检测要点及操作方法，再提出三类核心检测策略：建立“源头-进场-使用”全周期闭环流程，通过供应商评估、进场抽样、使用跟踪保障质量；强化检测标准执行与设备适配，编制操作手册并动态更新；聚焦风险点靶向检测，梳理风险清单并实施差异化管控。研究结合实例验证，旨在通过系统策略确保砂石质量，支撑混凝土性能与工程安全。

关键词：土建施工；砂石材料；常规检测

DOI：10.69979/3060-8767.25.11.057

引言

砂石是土建工程的核心骨架材料，其质量直接影响混凝土强度、耐久性及结构安全性，当前部分工程因砂石检测流程不完整、标准执行不到位，易出现混凝土离析、强度不足等问题。为解决这一痛点，本文先剖析砂石物理性能与有害物质的常规检测要点，再从全周期管控、标准适配、风险靶向三个维度构建检测体系，结合具体工程场景细化操作细节，目标是为施工单位提供科学可行的砂石检测方案，填补现有检测中的管控漏洞。

1 土建施工砂石材料常规检测要点

1.1 物理性能检测

土建施工砂石材料检测涵盖多项内容，相关单位需优先开展物理性能检测，而砂石材料作为土建工程的核心骨架，其质量直接关系到混凝土的强度、耐久性与结构安全性。在物理性能检测方面，工作人员可重点对颗粒级配进行检测，在此过程中，可采用筛分分析法通过标准方孔筛测定不同粒径颗粒的分布比例，且该过程需严格参照《普通混凝土用砂石质量及检验方法标准》中规定的级配区要求，以确保砂石孔隙率最小化并提高其密实度，该举措能够有效解决因颗粒级配不良导致的混凝土离析、泌水或强度不足等问题。

其次，物理性能检测还包括含泥量与泥块含量的检测，工作人员需严格按照合格标准开展检测工作：当混凝土强度等级大于等于C60时，含泥量需小于1%，泥块含量需小于0.5%；当混凝土强度等级处于C30至C55区间时，含泥量需小于2%，泥块含量需小于0.7%；当混凝土强度等级小于C25时，含泥量需小于3%，泥块含

量需小于1%；最后，在土建施工砂石材料检测工作中，还需对砂石的表观密度、堆积密度进行检查，同时重点关注砂石的压碎值指标，以全面保障砂石物理性能符合工程要求。

1.2 有害物质检测

在有害物质检测环节，同样涉及多项内容，其中需优先开展有机物含量检测，工作人员可采用比色法，将砂样与标准溶液进行对比以观察颜色变化，要求溶液颜色浅于标准色，且需通过试验验证该砂样对混凝土强度无负面影响。紧接着，还需对砂石中的氯离子含量、硫化物含量及硫酸盐含量进行检测，确保各项参数数值均符合标准规定水平。

2 土建施工砂石材料常规检测策略

2.1 建立“源头-进场-使用”全周期检测流程，实现闭环管控

现阶段，工作人员在对土建施工砂石材料进行检测的过程中，需建立起“源头-进场-使用”全周期检测流程，以实现砂石质量的闭环管控。

2.1.1 供应商检测

施工单位需对砂石供应商的生产能力、质量管理体系及历史供货记录开展全面评估，优先选择已通过ISO 9001质量认证或具备第三方检测报告的供应商，从源头降低砂石材料的质量风险；在此基础上，要求供应商在每批次砂石材料出厂前，提供包含物理性能（如颗粒级配、含泥量、压碎值）及有害物质（如氯离子、硫化物）在内的自检报告，同时通过随机抽检方式对报告真实性进行复核，且抽检比例不低于该批次总量的5%，若

复检结果与自检报告偏差超过规范允许值的 10%，则需暂停该供应商的供货资格并启动追溯机制，以确保源头砂石材料质量可靠。

2.1.2 进场检测

在进场检测过程中，检测人员需根据《普通混凝土用砂石质量及检验方法标准》中规定的测量方法，从不同运输车辆、不同堆放部位随机选取具有代表性的样品，确保样品能够覆盖材料整体质量波动范围，取样完成后需对样品进行密封标识，避免因环境因素导致含水率、泥块含量等指标发生变化，并在 24 小时内完成物理性能与化学指标的联合检测。其中，物理性能检测需同步开展颗粒级配、含泥量、表观密度等关键参数的平行试验，若两次试验结果偏差值超过 5%，则需重新取样复检。

2.2 强化检测标准执行与技术适配，保障数据准确性

在土建施工砂石材料常规检测工作中，工作人员还需强化检测标准执行与技术设备适配，以保障检测数据的准确性。

2.2.1 明确标准

相关单位需根据国家现行规范及地方补充要求，编制企业级砂石材料检测标准化操作手册，明确物理性能、化学指标的检测流程、仪器操作参数及结果判定阈值，确保检测人员有标可依。据此建立起动态跟踪机制，每季度考核规范修订情况，对操作手册中涉及的取样方法、检测频率及合格标准内容进行同步更新，并通过内部培训与考核确保新标准 100% 覆盖检测团队，避免因标准滞后导致检测数据出现偏差。

2.2.2 技术适配

针对砂石检测中的关键设备（如筛分机、压碎值测定仪、氯离子电位测定仪），需制定检测设备全生命周期管理规范，明确设备购置时的精度验收标准、使用过程中的校准周期及校准后的量值溯源要求，确保设备始终处于可控状态；同时需根据砂石材料特性动态调整检测方法参数。例如，针对碎石压碎值检测关键设备（压碎值测定仪、压力机、电子天平），施工单位需制定全生命周期管理规范，设备购置时需验收核心精度参数——压碎值测定仪钢模内径偏差 $\leq 0.1\text{mm}$ 、压力机示值误差 $\leq \pm 1\%$ ，验收合格后方可投入使用；使用过程中需按“每 6 个月 1 次”的周期进行校准，校准后需出具量值溯源报告，确保设备精度符合要求，例如某压碎值测定仪校准后发现钢模变形，需立即停用并更换合格钢模；

同时需根据碎石特性动态调整检测方法参数，对高吸水率玄武岩碎石进行压碎值检测时，需将试样烘干时间从常规 4 小时延长至 6 小时，直至试样恒重（两次称重差值 $\leq 0.1\text{g}$ ），消除水分对检测结果的干扰；对含风化颗粒的石灰岩碎石检测时，需先采用 10mm 孔径筛筛分试样，去除 5mm 以下颗粒后再进行压碎试验，避免风化细颗粒提前破碎导致压碎值误判，保障检测数据真实反映碎石实际性能。

2.3 聚焦风险点靶向检测，提升质量防控针对性

施工单位需联合设计单位、检测机构组建“砂石风险评估小组”，以“风险可量化、指标可检测、管控可落地”为原则，系统梳理砂石材料全生命周期风险清单，形成“三级指标体系+动态评估机制”。围绕“物理性能-化学特性-工艺适配性”三大准则层，细化 12 项核心风险指标，明确每项指标的危害机理、检测依据及风险阈值。

2.3.1 物理性能风险指标体系

物理性能劣化风险（准则层权重 40%）：聚焦砂石物理特性对混凝土结构性能的影响，包含 4 项关键指标：

①颗粒级配（指标权重 15%）：级配连续度直接影响混凝土密实度，若出现“断级配”，易导致混凝土离析或强度降低。检测依据《建设用砂》、《建设用卵石、碎石》，风险阈值为“级配曲线偏离规范范围 $\pm 5\%$ ”，需采用筛分法（标准筛孔径 0.15mm-90mm）检测，记录各粒径累计筛余百分率。

②含泥量（指标权重 12%）：泥土附着于砂石表面会削弱骨料与水泥浆的粘结力，导致混凝土抗压强度下降（含泥量每增加 1%，强度约降低 3%-5%）。检测标准同上，风险阈值为“砂含泥量 $\leq 3\%$ （C30 及以上混凝土）、 $\leq 5\%$ （C30 以下混凝土）；碎石含泥量 $\leq 1\%$ （C30 及以上）、 $\leq 2\%$ （C30 以下）”，采用水洗法（水洗筒直径 300mm，冲洗时间 5-8 分钟）检测。

③针片状含量（指标权重 8%）：针片状颗粒（长度/厚度 > 3 为针状，厚度/长度 > 3 为片状）过多会降低混凝土流动性，易形成内部空隙。风险阈值为“砂针片状含量 $\leq 15\%$ ，碎石 $\leq 10\%$ （C60 及以上）/ $\leq 15\%$ （C30-C50）”，检测采用针片状规准仪（砂用规准仪孔径 2.5mm-5mm，碎石用 8mm-31.5mm）或智能图像分析仪。

④含水率（指标权重 5%）：含水率波动会导致混凝土配合比失真（如含水率每增加 1%，需额外增加 1.5kg

/m³水泥用量以维持强度)，风险阈值为“砂含水率≤6%，碎石≤2%”，采用烘干法（105℃±5℃烘干至恒重）或快速水分测定仪（精度±0.1%）检测。

2.3.2 化学有害物质侵入风险

①氯离子含量（指标权重12%）：氯离子会穿透混凝土保护层锈蚀钢筋，引发结构开裂，高风险场景（如地下室、沿海工程）需严格管控。检测依据 JGJ52-2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》，风险阈值为“≤0.02%（钢筋混凝土）、≤0.06%（素混凝土）”，采用离子色谱仪（检测限0.001%）或硝酸银滴定法。

②硫化物及硫酸盐含量（指标权重10%）：此类物质与水泥水化产物反应生成膨胀性晶体，导致混凝土剥落。风险阈值为“折算成SO₃ ≤0.5%”，检测采用硫酸钡重量法（精度0.001g）。

③碱含量（指标权重8%）：高碱砂石（Na₂O+0.658K₂O>3%）易与活性骨料发生碱骨料反应，产生膨胀应力。风险阈值为“≤3.0%（当骨料具有潜在活性时）”，采用火焰光度法或原子吸收分光光度计检测。

④有机质含量（指标权重5%）：有机质会延缓水泥水化，降低混凝土早期强度。风险阈值为“用比色法检测，溶液颜色不深于标准色”，检测时将砂石与10%氢氧化钠溶液煮沸，对比标准溶液颜色。

2.3.3 工艺适应性不足风险

结合小型土建项目常见施工工艺（如泵送、喷射、预制构件浇筑），梳理4项适配性指标：

①流动性（指标权重9%）：泵送混凝土对砂石流动性要求高，若砂率过低（<35%）易导致堵管。检测采用混凝土坍落度试验，风险阈值为“坍落度120-180mm（泵送工艺）”，需同步检测砂石的空隙率（≤45%）。

②吸水性（指标权重7%）：高吸水性砂石（吸水率>3%）会快速吸收水泥浆水分，导致混凝土表面起砂。检测依据 GB/T14684-2022，风险阈值为“砂吸水率≤3%，碎石≤2%”，采用浸水法测定24h吸水率。

③颗粒形状（指标权重5%）：喷射混凝土要求砂石颗粒圆润（圆形体>0.7），针片状含量过高易导致回弹率超20%。检测采用智能图像分析仪（分辨率≥200万像素），记录颗粒圆形体、棱角数。

④杂质含量（指标权重4%）：砂石中若混入草根、塑料、云母等杂质（含量>1%），会削弱混凝土粘结力。检测采用人工分拣法（分拣时间≥30分钟/批次），风

险阈值为“杂质总含量≤1%”。

2.3.4 层次分析法落地权重计算

采用层次分析法（AHP）确定各指标权重，确保风险评估科学量化，具体步骤如下。

①建立递阶层次结构：目标层为“砂石材料质量风险评估”，准则层为物理性能、化学特性、工艺适配性，指标层为12项核心指标；

②构造判断矩阵：邀请5名专家（2名检测工程师、2名混凝土技术人员、1名结构设计师），采用1-9标度法（1=同等重要，9=极端重要）对同层次指标 pairwise 比较，形成判断矩阵。例如物理性能准则层下，颗粒级配与含泥量的重要性比较为“颗粒级配（3）>含泥量（1）”，表示颗粒级配重要性是含泥量的3倍；

③一致性检验：计算判断矩阵的一致性比例CR（ $CR=CI/RI$ ，CI为一致性指标，RI为随机一致性指标），要求 $CR<0.1$ ，若不满足则调整判断矩阵。例如某项目物理性能准则层判断矩阵 $CR=0.08<0.1$ ，通过一致性检验；

④计算权重：采用特征根法计算各指标权重，最终形成权重矩阵。例如某小型住宅项目权重分配为：颗粒级配15%、含泥量12%、氯离子12%、流动性9%、针片状8%、硫化物10%、碱含量8%、含水率5%、有机质5%、吸水性7%、颗粒形状5%、杂质4%；

3 结束语

总体来说，本文构建的砂石材料检测体系，通过全周期闭环流程覆盖质量关键节点，以标准适配与设备管理保障数据精准，靠靶向检测提升风险防控针对性，三者协同解决了当前检测中流程断层、标准滞后等问题。

参考文献

- [1]袁波. 分析公路土建施工质量的控制[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(03): 211+213
- [2]尚伟. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术分析[J]. 居业, 2021, (01): 86-87.
- [3]罗林. 砂石加工系统建安土建施工中对预制标准化组装式廊道的科学设想[J]. 科技创新与应用, 2020, (36): 43-44.
- [4]张超. 雨水渗透池在北京环球影城公园市政项目施工中的应用[J]. 建筑, 2020, (20): 75-77.