

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 5177—2025

预拌混凝土绿色生产管理技术规程

Technical code of practice for green production management of
ready-mixed concrete

2025-07-30 发布

2026-02-01 实施

江苏省市场监督管理局
江苏省住房和城乡建设厅
中国标准出版社

发 布
出 版

目 次

前言Ⅲ

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 基本规定2

5 厂区建设与管理3

6 设备设施3

 6.1 一般规定3

 6.2 搅拌站(楼)3

 6.3 原材料存储与输送3

 6.4 生产排放物处理设施4

7 预拌混凝土绿色设计4

 7.1 一般规定4

 7.2 原材料4

 7.3 配合比设计4

8 生产管理5

 8.1 一般规定5

 8.2 原材料管理5

 8.3 生产过程管理5

 8.4 进出厂管理5

 8.5 监测控制5

9 控制要求6

 9.1 原材料控制要求6

 9.2 生产排放物控制要求6

10 碳排放管理.....6

附录A(资料性) 绿色生产评价7

附录B(规范性) 预拌混凝土单位产品碳排放量计算方法10

附录C(资料性) 预拌混凝土单位产品碳排放量计算示例14

参考文献16

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文代替 DGJ32/TJ 119—2011《预拌混凝土绿色生产管理规程》，与 DGJ32/TJ 119—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了“控制要求”；
- 增加了“监测控制”；
- 删除了“施工现场”；
- 增加了“碳排放管理”；
- 增加了规范性附录“预拌混凝土单位产品碳排放量计算方法”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省住房和城乡建设厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：南京市绿色建筑与绿色建材发展中心、江苏苏博特新材料股份有限公司、东南大学、华东材料南京有限公司、江苏中建商品混凝土有限公司、江苏雨泉混凝土有限公司。

本文件主要起草人：钱晨、陆加越、程广林、赵春艳、刘建忠、王方刚、李德智、王子龙、万瑞、程家连、余韬、赵少鹏、郭飞、于路港。

本文件及其所替代文件的历次版本发布情况为：

- 2011 年首次发布为 DGJ32/TJ 119—2011；
- 本次为第一次修订。

预拌混凝土绿色生产管理技术规程

1 范围

本文件规定了预拌混凝土绿色生产的基本规定、厂区建设与管理、设备设施、预拌混凝土绿色设计、生产管理及控制要求。

本规程适用于江苏省预拌混凝土绿色生产及管理。

注：预拌混凝土绿色生产及管理除执行本规程外，尚需符合国家和江苏省有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 3095 环境空气质量标准
- GB 3096 声环境质量标准
- GB 4915 水泥工业大气污染物排放标准
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 9142 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机
- GB/T 10171 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB 31040 混凝土外加剂中残留甲醛的限量
- GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范
- JG/T 223 聚羧酸系高性能减水剂
- JG/T 486 混凝土用复合掺合料
- JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
- JGJ 63 混凝土拌合用水
- JGJ/T 318 石灰石粉在混凝土中应用技术规程
- JGJ/T 328 预拌混凝土绿色生产及管理技术规程
- DB32/T 3696 江苏省高性能混凝土应用技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预拌混凝土绿色生产 green production of ready-mixed concrete

以管理和技术为手段,在保证质量、安全的前提下,对混凝土生产全过程实施控制,最大限度地实现资源节约和环境保护并提高混凝土耐久性的活动。

3.2

生产排放物 production emissions

预拌混凝土生产过程中产生的生产性粉尘、废水、废浆和固体废弃物等。

3.3

废浆 industrial waste mud

清洗混凝土搅拌设备、运输设备、泵送设备和搅拌站(楼)出料位置地面所形成的含有较多固体颗粒的液体。

3.4

生产性粉尘 industrial dust

预拌混凝土生产过程中产生的总悬浮颗粒物、可吸入颗粒物和细颗粒物的总称。

3.5

厂界 factory border

以法律文书确定的业主拥有使用权或所有权的场所或建筑物的边界。

3.6

预拌混凝土绿色设计 green design of ready-mixed concrete

按绿色高性能混凝土的设计理念,以实现低碳、低污染、高耐久为目的,进行预拌混凝土原材料优选和配合比设计。

3.7

单位产品碳排放量 carbon emissions per unit of product

生产 1 m³ 预拌混凝土所消耗原材料、能源的隐含碳排放。

注:以二氧化碳当量(CO₂e)表示。

4 基本规定

4.1 预拌混凝土绿色生产及管理应符合节能减排、绿色环保及可持续发展的要求。

4.2 新建预拌混凝土企业选址应符合规划、建设和环境保护要求。

4.3 新、扩建预拌混凝土企业应在建设前进行安全环境影响评价。

4.4 预拌混凝土企业在新、改、扩建时,应严格将环保设施与生产设施同时设计、同时施工、同时投产。

4.5 混凝土绿色生产的内容应纳入企业内部管理体系文件,指定专人负责混凝土绿色生产管理工作,并定期组织相关的业务培训。

4.6 生产性粉尘、噪声、固体废弃物排放宜定期进行检测,检测结果应符合相关标准要求。

4.7 预拌混凝土生产区域应通过封闭、隔离、喷淋等降尘措施减少生产性粉尘排放。

4.8 预拌混凝土企业应配备相应的清洗设备,保持设备设施、运输车辆的整洁,同时将清洗水处理、回收利用。

4.9 预拌混凝土企业应按照合同约定和标准规定,组织好材料、设备、运输车辆等生产资料,科学生产,合理调度。

4.10 预拌混凝土企业宜参照本文件附录 A 完成预拌混凝土绿色生产评价。

4.11 在预拌混凝土绿色生产及管理过程中,不应向厂界以外直接排放生产废水、废浆和废弃混凝土。

4.12 预拌混凝土企业应按照 GB/T 45001 建立职业健康安全管理体系。

5 厂区建设与管理

- 5.1 厂区内的生产区、办公区和生活区应分区布置。
- 5.2 生产区主要扬尘点应设置收尘降尘装置,在厂区内安装环境指标在线监测与视频监控设施,并能联网传输。
- 5.3 生产区出入口应配备车辆清洗设施。
- 5.4 厂区道路、骨料堆场和生产作业区地面应按满足生产和运输功能要求进行硬化,硬化地面坡度与坡向应合理设计。
- 5.5 厂区内未硬化的空地应进行绿化或采取其他防止扬尘措施,且保持卫生清洁。
- 5.6 车辆通道和人行通道应分开设置,并在地面做明显标识,应设置限速限高标识。
- 5.7 厂区内应设置排水设施,并确保排水畅通,排水沟渠应用盖板覆盖,并应建有废水回收处理系统、雨水收集系统,沉淀池、搅拌池及压滤设备等作业平台应设置防护栏杆。
- 5.8 厂区内应设置封闭式生产生活废弃物存放处,分类存放,集中处理。
- 5.9 厂区内用于生产、试验、维修所涉及的油脂、气类、化学试剂等物品应按相关要求存放。
- 5.10 厂区门前道路和环境应符合环境卫生要求。

6 设备设施

6.1 一般规定

- 6.1.1 预拌混凝土生产全过程应选用技术先进、低噪声、低能耗、低排放的设备,并应符合 GB/T 10171、GB/T 9142 的相关规定。
- 6.1.2 预拌混凝土企业应建立设备设施技术档案,记录设备运行、维护、保养、检定等日常工作情况。

6.2 搅拌站(楼)

- 6.2.1 搅拌层、配料层平台应设有除尘设备。
- 6.2.2 搅拌主机卸料口应设置防止混凝土喷溅的设施。
- 6.2.3 搅拌机主机内宜安装加压冲洗设备。
- 6.2.4 搅拌站(楼)主体二层及以上部分、原材料上料、配料、搅拌等设施、设备均应进行封闭,采用防尘的采光设备。

6.3 原材料存储与输送

- 6.3.1 粉料仓顶及出料口应配置收尘装置。
- 6.3.2 粉料入仓宜采用低噪声方式输送,入仓处应设置接气口。
- 6.3.3 骨料仓及生产配料仓宜封闭,设置降尘、收尘装置。
- 6.3.4 骨料装卸作业宜采用布料机或电动装载机。
- 6.3.5 外加剂储罐应配备防溢出防渗漏装置,建立异常情况处置机制并定期检查,发现异常及时处置。外加剂储罐及输送管道应做防腐防冻处理。
- 6.3.6 预拌混凝土企业宜配备智能过磅系统和原材料库存监控系统。
- 6.3.7 预拌混凝土企业原材料码头堆场及输送设备应封闭,设置除尘、降尘装置。

6.4 生产排放物处理设施

6.4.1 预拌混凝土企业应配备生产废水、废浆零排放处理系统。

6.4.2 预拌混凝土企业应配备砂石分离装置及废弃混凝土处置设备。

6.4.3 预拌混凝土企业宜配备粉体混匀装置。

7 预拌混凝土绿色设计

7.1 一般规定

7.1.1 预拌混凝土绿色设计宜结合 DB32/T 3696 进行预拌混凝土原材料优选和配合比设计。

7.1.2 预拌混凝土质量应符合 GB/T 14902 的相关要求。

7.1.3 预拌混凝土应根据结构所处的环境类别、作用等级和结构设计使用年限进行配合比设计,宜采用化学外加剂和功能型材料。

7.1.4 对于有抗裂防渗特殊要求的混凝土结构应按 DB32/T 3696 的相关规定进行抗裂性专项设计。

7.2 原材料

7.2.1 水泥应采用强度等级不低于 42.5 级的通用硅酸盐水泥,其性能应符合 GB 175 的相关规定。水泥入罐温度不应大于 60℃。

7.2.2 粉煤灰性能应符合 GB/T 1596 的相关规定。粉煤灰中铵离子含量不应大于 210 mg/kg。

7.2.3 矿粉、石灰石粉、天然火山灰质材料等矿物掺合料以及复合掺合料应符合 JGJ/T 318、GB/T 51003、JG/T 486 的相关规定。

7.2.4 粗、细骨料的性能应满足 DB32/T 3696 和 JGJ 52 的相关规定。

7.2.5 环保型高性能混凝土减水剂应符合 GB 50119、GB 8076、JG/T 223 的相关规定。减水剂中甲醛残留量应符合 GB 31040 的相关规定。

7.2.6 特殊功能外加剂包括抗裂性提升功能材料和耐久性提升功能材料的性能应满足 DB32/T 3696 的相关要求。

7.2.7 当利用生产废水、废浆作为拌合用水时,其混合后水质应符合 JGJ 63 的相关要求,并应经试验确定使用量。

7.2.8 当利用回收生产性粉尘配制混凝土时,其应符合 JGJ/T 318 的相关规定,并应经试验确定使用量。

7.3 配合比设计

7.3.1 混凝土配合比设计应根据混凝土强度等级、施工性能、长期性能和耐久性能等要求,在满足工程设计和施工要求的条件下,宜结合 DB32/T 3696 进行配合比设计。

7.3.2 混凝土配合比宜掺加矿物掺合料,并应经试验确定其用量。

7.3.3 固体废弃物用作粗、细骨料时,应经试验确定其用量。

7.3.4 对有裂缝控制需要的混凝土结构,应按 DB32/T 3696 的相关要求进行配合比设计,宜使用抗裂性提升功能材料。

7.3.5 处于环境作用等级为 D 和 E 的混凝土结构,应按 DB32/T 3696 的相关要求进行配合比设计,宜使用耐久性提升功能材料。

8 生产管理

8.1 一般规定

8.1.1 预拌混凝土企业应建立绿色、低碳和环保的生产管理制度、实施细则与考核要求。

8.1.2 主要生产设备应建立并保存运行、检查和维修保养记录。

8.1.3 预拌混凝土企业宜建立生产运营指挥中心,实现预拌混凝土生产全过程数据信息化采集与实时监控,具有计划调度、车辆跟踪、安环巡检、质量管理和异常预警等功能,数据定期备份存档。

8.2 原材料管理

8.2.1 原材料储存位置和仓位应合理设计,标识清晰、分仓储存。

8.2.2 掺加少量袋装原材料时,应采取安全有效的操作步骤,安排专人负责,并应回收包装袋。

8.3 生产过程管理

8.3.1 生产过程应采用自动化、信息化的控制系统,生产数据应自动储存并可追溯。

8.3.2 厂区应保持干净整洁,场地宜采用路面清扫车清洁。

8.3.3 收尘、降尘、降噪等设备设施应保持正常运行,并定期检查和填写维护记录。

8.3.4 搅拌机内宜采用加压冲洗设备进行冲洗。

8.3.5 生产排放物应合理处理利用,符合以下规定:

- a) 经处理过的废水用于预拌混凝土生产时,应单独计量,由专用管道输入搅拌主机;
- b) 拌合水可掺入适当比例的废浆,配合比设计时可废浆中的水计入混凝土用水量,并应经试验确定使用量;
- c) 废弃新拌混凝土宜进行二次利用,或处理后二次利用;
- d) 废弃硬化混凝土宜采用再生利用措施进行二次利用,不应随意处置。

8.4 进出厂管理

8.4.1 进入厂区车辆的行驶速度不超过 5 km/h。

8.4.2 原材料运输车辆进出厂应符合以下规定:

- a) 原材料运输车辆进出厂应计重,计重设备应具备数据存储和传输功能;
- b) 原材料运输过程中应采取防止“滴洒漏”措施。

8.4.3 混凝土搅拌运输车应符合以下规定:

- a) 混凝土搅拌运输车的外观应保持整洁干净,出厂前清洗,不应粘附混凝土拌合物;
- b) 混凝土搅拌运输车宜有搅拌罐反转报警装置;
- c) 混凝土搅拌运输车放料槽应有防撒漏装置,装置中的废弃物应及时清理;
- d) 混凝土搅拌运输车宜安装盲区影像监控提示系统和实时行车轨迹定位系统,车尾部宜安装卸料监控系统。

8.5 监测控制

8.5.1 绿色生产监测控制对象应包括生产性粉尘和噪声。当废水和废浆用于制备混凝土时,监测控制对象还应包括废水和废浆。

8.5.2 企业应定期检查和维护监测控制设施,确保正常运行,并应记录运行情况。

9 控制要求

9.1 原材料控制要求

9.1.1 预拌混凝土原材料应选用符合国家标准原材料,宜选用获得绿色产品认证的原材料。

9.1.2 原材料的运输、装卸和存放应采取降低噪声和减少生产性粉尘。

9.1.3 预拌混凝土生产用大宗粉料不应使用袋装方式。

9.2 生产排放物控制要求

9.2.1 废水、废浆的处理应符合以下规定:

- a) 预拌混凝土企业产生的废水、废浆应处理后进行二次利用,不应随意排放;
- b) 当采用压滤机对废浆进行处理时,压滤后的废水应通过专用管道进入废水回收利用装置,压滤后的固体应进行资源化利用;
- c) 经沉淀或压滤处理的废水可用于冲洗和预拌混凝土生产,应符合 JGJ/T 328 的相关规定;
- d) 废浆用于预拌混凝土生产时,应符合 JGJ/T 328 的相关规定;
- e) 废水、废浆不宜用于制备预应力混凝土、装饰混凝土、高强混凝土和暴露于腐蚀环境的混凝土,不应用于制备使用碱活性或潜在碱活性骨料的混凝土。

9.2.2 废弃混凝土的处理应符合以下规定:

- a) 预拌混凝土企业应合理安排生产供应,控制剩退混凝土量,减少废弃混凝土;
- b) 废弃新拌混凝土可用于成型小型预制构件;采用砂石分离机处置时,分离后废水排入废水处置系统,分离的砂石应及时清理、分类使用;
- c) 废弃硬化混凝土可制备再生骨料,由预拌混凝土企业或固体废弃物处理机构再生利用。

9.2.3 噪声应符合 GB 3096 和 GB 12348 的相关规定。对产生噪声的主要设备设施应进行降噪处理。

9.2.4 生产性粉尘排放应符合 GB 3095 和 GB 4915 的相关规定。

10 碳排放管理

10.1 预拌混凝土生产宜坚持“就地取材”原则,运输距离宜不大于 350 km,宜选择新能源类环保型车辆进行运输,或采用铁路、船舶运输。

10.2 预拌混凝土生产及运输过程宜尽可能使用新能源供能的低能耗、智能化生产及运输设备,且应将生产过程产生的废弃物全部回收利用。预拌混凝土单位产品的生产能耗应不大于 0.7 kgce/m^3 ,宜在 0.3 kgce/m^3 以下。

10.3 预拌混凝土企业宜在能源消耗较大的工艺环节或设备处安装电表和水表等仪表设备;宜针对不同型号的预拌混凝土生产线建立报表记录系统及原材料管理系统,以确保各型号产品的能源和原材料使用量得到准确记录。

10.4 预拌混凝土单位产品碳排放值应按照本规程附录 B 进行测算,宜建立碳标签制度。碳排放测算的数据来源应以实际监测结果为准,宜按年为周期搜集数据,实际测算时可参照附录 C 执行。

附 录 A

(资料性)

绿色生产评价

A.1 绿色生产评价等级根据评分划分为★、★★、★★★和★★★★。等级划分应符合表1。

表 1 绿色生产评价等级划分

| 等级 | 分值区间及要求 | |
|------|----------|------------------|
| | 控制项 | 评分项 |
| ★ | 满足项不低于6条 | $X < 70$ |
| ★★ | 满足项不低于8条 | $70 \leq X < 80$ |
| ★★★ | 满足项不低于9条 | $80 \leq X < 85$ |
| ★★★★ | 全部满足 | $X \geq 85$ |

A.2 预拌混凝土绿色生产评价包括控制项和评分项。满足控制项低于6条时,绿色生产评价结果为不通过;评分项指标由厂区建设与管理、设备设施、预拌混凝土绿色设计、生产管理、控制要求和碳排放管理6类指标组成。

A.3 控制项应包括以下内容:

- a) 企业应按GB/T 19001、GB/T 24001建立并运行质量管理体系和环境管理体系;
- b) 取得三级及以上安全生产标准化证书;
- c) 生产过程产生废弃物利用率达100%;
- d) 生产过程废水利用率达100%;
- e) 厂区道路100%硬化且质量良好;
- f) 生产设备安装除尘装置并正常运转;
- g) 废水、废浆处置系统完善、功能良好并正常运转;
- h) 生产排放物不向厂区以外直接排放;
- i) 定期开展内外部监测并形成监测报告和检测、设施使用及检查或维护记录;
- j) 取得绿色建材产品认证。

A.4 评分项指标应符合表2。

表 2 评分项指标

| 评价指标 | 评价指标内容 | 评价要求 | 得分 |
|-------------|-------------|------------------------------------|----|
| 厂区建设 与管理 | 功能分区明确 | 厂区内生产区、工作区、生活区采取分区布置,得3分 | 13 |
| | 未硬化空地的绿化率 | 未硬化空地绿化率达到80%以上,得3分 | |
| | 生产废弃物存放处的设置 | 设置废弃物单独存储处得2分; 废弃物分类存放,集中处理,得2分 | |
| | 整体清洁卫生情况 | 厂区内、门口环境卫生,按照本标准要求进行管理,卫生情况良好得3分 | |
| 设备设施 | 监测设备 | 具有噪声监控设备得2分; 具有生产性粉尘监控设备得2分 | 39 |

表 2 评分项指标 (续)

| 评价指标 | 评价指标内容 | 评价要求 | 得分 |
|-----------|----------------------|--|----|
| 设备设施 | 清洗装置 | 搅拌机设置清洗装置得 1 分； 搅拌运输车设置清洗装置得 2 分 | 39 |
| | 防喷溅设施 | 搅拌楼下料口设置防喷溅设备,如软管等得 1 分 | |
| | 配料仓与皮带输送机封闭情况 | 配料仓封闭得 2 分； 室外骨料输送皮带封闭得 2 分 | |
| | 废弃新拌混凝土处置设备设施配备及运转情况 | 具有处置废弃新拌混凝土设备,且运行良好,如砂石分离机、小型构件成型设备等得 4 分 | |
| | 料仓标识和料位控制系统 | 粉料仓标识清晰得 2 分； 具有料位控制系统得 2 分 | |
| | 雨水收集系统及利用情况 | 具有雨水收集系统并利用,得 3 分 | |
| | 骨料堆场或高塔式骨料仓规范情况 | 当采用骨料堆场时,地面硬化、排水系统设计良好得 2 分;堆场进行全面封闭得 4 分;堆场具有喷淋降尘措施得 2 分； 当采用高塔式骨料仓时,得 8 分 | |
| | 搅拌站(楼)整体封闭的情况 | 搅拌站(楼)整体封闭得 8 分,搅拌站除粉料仓外全封闭,得 4 分 | |
| 预拌混凝土绿色设计 | 原材料优选 | 使用强度等级 ≥ 42.5 的通用硅酸盐水泥得 2 分； 使用不低于 II 级的粉煤灰得 2 分； 使用聚羧酸减水剂得 2 分； 使用固体废弃物作骨料得 2 分 | 12 |
| | 配合比设计 | 使用 2 种及以上掺合料得 2 分； 对有抗裂和耐久性要求的混凝土,按本规程设计配合比得 2 分 | |
| 生产管理 | 生产过程控制 | 建立生产运营指挥中心得 5 分 | 8 |
| | 进出厂管理 | 混凝土运输车辆满足规程 7.4.3 规定得 2 分； 有限速限高标识得 1 分 | |
| 控制要求 | 废水、废浆 | 废水、废浆进行 100% 资源化利用得 6 分,废水、废浆部分资源化利用,部分处理后直接排放得 2 分 | 18 |
| | 废弃混凝土 | 进行 100% 处理后资源化利用得 5 分,部分处理后资源化利用及部分交由其它消纳处理机构处理的得 3 分,完全交由其它消纳机构处理的得 1 分 | |
| | 噪声 | 监控值满足本规程要求得 2 分 | |
| | 生产性粉尘 | 监控值满足本规程要求得 2 分 | |
| | 运输及装载车辆 | 使用新能源车辆运输得 3 分 | |

表 2 评分项指标（续）

| 评价指标 | 评价指标内容 | 评价要求 | 得分 |
|-------|-------------------------|---|----|
| 碳排放管理 | 单方产品碳排放值 （以 C30 为基准） | 碳排放值不超过 190 kgCO ₂ e 得 10 分； 碳排放值不超过 202 kgCO ₂ e 得 9 分； 碳排放值不超过 214 kgCO ₂ e 得 8 分； 碳排放值不超过 226 kgCO ₂ e 得 7 分； 碳排放值不超过 238 kgCO ₂ e 得 6 分； 碳排放值不超过 250 kgCO ₂ e 得 5 分； 碳排放值不超过 262 kgCO ₂ e 得 4 分； 碳排放值不超过 274 kgCO ₂ e 得 3 分； 碳排放值不超过 286 kgCO ₂ e 得 2 分； 碳排放值不超过 298 kgCO ₂ e 得 1 分； 碳排放值超过 298 kgCO ₂ e 得 0 分 | 10 |

附 录 B

(规范性)

预拌混凝土单位产品碳排放量计算方法

B.1 预拌混凝土单位产品碳排放量

预拌混凝土单位产品碳排放量计算应按单位产品的原材料开采及生产、原材料运输、机械设备能源资源消耗、人工消耗四大部分碳排放进行数据采集与量化,得到单位产品的碳排放量,即碳排放因子。每立方米预拌混凝土碳排放量应按式(B.1)计算:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- C ——每立方米预拌混凝土碳排放量,单位为千克二氧化碳当量每立方米(kgCO₂e/m³);
- C₁ ——每立方米预拌混凝土原材料开采及生产产生的碳排放量,单位为千克二氧化碳当量每立方米(kgCO₂e/m³);
- C₂ ——每立方米预拌混凝土原材料运输产生的碳排放量,单位为千克二氧化碳当量每立方米(kgCO₂e/m³);
- C₃ ——每立方米预拌混凝土生产中因机械设备消耗能源资源产生的碳排放量,单位为千克二氧化碳当量每立方米(kgCO₂e/m³);
- C₄ ——每立方米预拌混凝土生产中人工消耗的碳排放量,单位为千克二氧化碳当量每立方米(kgCO₂e/m³)。

B.2 原材料开采、生产过程的碳排放量

原材料开采、生产过程的碳排放量应按式(B.2)计算:

$$C_1 = \sum_{i=1}^n M_i (1 - \alpha_i) F_i \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

- M_i ——每立方米预拌混凝土中第*i*种原材料的消耗量;
- F_i ——第*i*类原材料的碳排放因子,应按表B.1选取;
- α_i ——每立方米第*i*类原材料的废弃物掺量占比。

表 B.1 预拌混凝土主要原材料碳排放因子值

| 材料类别 | 数值 kgCO ₂ e/t | 材料类别 | 数值 kgCO ₂ e/t |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| 水泥 P•O 42.5 | 792.000 | 水泥 P•II 52.5 | 894.000 |
| 碎石(直径范围为 10 mm~30 mm) | 2.180 | 砂(细度模数范围为 1.6~3.0) | 2.510 |
| 水 | 0.168 | 矿粉 | 133.340 |
| 机制砂 | 7.650 | 混凝土用再生骨料 | 13.000 |
| 掺合料 | 109.000 | 粉煤灰 | 8.000 |
| 其他(石灰石粉、钢渣粉、磷渣粉) | | | 44.000 |
| 注:数据来源于 GB/T 51366—2019。 | | | |

B.3 原材料运输产生的碳排放量

预拌混凝土因原材料运输而产生的碳排放量应按式(B.3)计算：

$$C_2 = \sum_{i=1}^n (M_i \times D_i \times T_i) \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

- M_i ——每立方米预拌混凝土中第*i*种主要原材料的消耗量；
- D_i ——为第*i*种主要原材料的平均运输距离。预拌混凝土中主要原材料的运输距离宜优先采用实际运输距离。当实际运输距离未知时,预拌混凝土原材料的默认运输距离取值为350 km。
- T_i ——第*i*种主要原材料的运输方式下,单位重量运输距离的碳排放因子,应按表B.2选取。

表 B.2 各类运输方式的碳排放因子值

| 运输方式类别 | 碳排放因子 kgCO ₂ e/(t·km) | 运输方式类别 | 碳排放因子 kgCO ₂ e/(t·km) |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 轻型汽油货车运输(载重2 t) | 0.334 | 中型汽油货车运输(载重8 t) | 0.115 |
| 重型汽油货车运输(载重10 t) | 0.104 | 重型汽油货车运输(载重18 t) | 0.104 |
| 轻型柴油货车运输(载重2 t) | 0.286 | 中型柴油货车运输(载重8 t) | 0.179 |
| 重型柴油货车运输(载重10 t) | 0.162 | 重型柴油货车运输(载重18 t) | 0.129 |
| 重型柴油货车运输(载重30t) | 0.078 | 重型柴油货车运输(载重46 t) | 0.057 |
| 电力机车运输 | 0.010 | 内燃机车运输 | 0.011 |
| 铁路运输(中国市场平均) | 0.010 | 集装箱船运输(载重200TEU) | 0.012 |
| 液货船运输(载重2 000 t) | 0.019 | 干散货船运输(载重2 500 t) | 0.015 |
| 注：数据来源于GB/T 51366—2019。 | | | |

B.4 机械设备能源资源消耗产生的碳排放量

B.4.1 通则

机械设备能源资源消耗主要包括化石燃料燃烧碳排放、电力碳排放、热力碳排放和水的碳排放,每立方米预拌混凝土生产中因机械设备消耗能源资源而产生的碳排放量应按式(B.4)计算：

$$C_3 = E_{\text{燃料}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} + E_{\text{水}} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

- $E_{\text{燃料}}$ ——每立方米预拌混凝土生产过程中因消耗化石燃料而产生的碳排放量；
- $E_{\text{电力}}$ ——每立方米预拌混凝土生产过程中因消耗电力而产生的碳排放量；
- $E_{\text{热力}}$ ——每立方米预拌混凝土生产过程中因消耗热力而产生的碳排放量；
- $E_{\text{水}}$ ——每立方米预拌混凝土生产过程中因消耗水而产生的碳排放量。

B.4.2 化石燃料燃烧产生的碳排放量

化石燃料燃烧产生的碳排放量按式(B.5)计算：

$$E_{\text{燃料}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

AD_i ——每立方米预拌混凝土生产中第*i*种化石燃料的消耗量；

EF_i ——第*i*种燃料的碳排放因子；

其中，

$$EF_i = E_i \times R_i / 1\,000 \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

E_i ——第*i*种燃料的单位热值碳排放因子，按照表B.3取值；

R_i ——第*i*种燃料的低位发热量。

表 B.3 化石燃料单位热值碳排放因子

| 分类 | 燃料类型 | 单位热值碳排放因子 tCO ₂ e/TJ | 分类 | 燃料类型 | 单位热值碳排放因子 tCO ₂ e/TJ |
|-------------------------|--------|------------------------------------|------|----------|------------------------------------|
| 固体燃料 | 无烟煤 | 94.44 | 液体燃料 | 原油 | 72.23 |
| | 烟煤 | 89.00 | | 燃料油 | 75.82 |
| | 褐煤 | 98.56 | | 汽油 | 67.91 |
| | 炼焦煤 | 91.27 | | 柴油 | 72.59 |
| | 型煤 | 110.88 | | 喷气煤油 | 70.07 |
| | 焦炭 | 100.60 | | 一般煤油 | 70.43 |
| | 其他焦化产品 | 100.60 | | NGL天然气凝液 | 61.81 |
| 液体燃料 | 炼厂干气 | 65.40 | | LPG液化石油气 | 61.81 |
| | 石脑油 | 71.87 | | 石油焦 | 98.82 |
| | 沥青 | 79.05 | | 石化原料油 | 71.87 |
| | 润滑油 | 71.87 | | 其他油品 | 71.87 |
| 气体燃料 | 天然气 | 55.54 | — | — | — |
| 注：数据来源于GB/T 51366—2019。 | | | | | |

B.4.3 电力和热力碳排放量

电力和热力碳排放量应按式(B.7)和式(B.8)计算：

$$E_{\text{电力}} = AD_e \times EF_e \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

$$E_{\text{热力}} = AD_h \times EF_h \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中：

AD_e ——每立方米预拌混凝土生产中的电力消耗量；

EF_e ——电力供应的碳排放因子，为0.57 kgCO₂e/(kW·h)；

AD_h ——每立方米预拌混凝土生产中的热力消耗量；

EF_h ——热力供应的碳排放因子，为0.11 kgCO₂e/MJ。

B.4.4 水的碳排放量

水的碳排放量应按式(B.9)计算：

$$E_{\text{水}} = AD_w \times EF_w \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中：

AD_w ——每立方米预拌混凝土生产中的水消耗量；
 EF_w ——水的碳排放因子，按照表B.1取值。

B.4.5 能源资源总量分摊

当具体型号预拌混凝土生产所用能源资源难以通过实测法准确测量时，还需将能源资源总量按照预拌混凝土生产量进行分摊，应按式(B.10)计算：

$$AD_i = \frac{AD_{i,z}}{Q} \dots\dots\dots (B.10)$$

式中：
 AD_i ——每立方米预拌混凝土生产中第*i*种能源资源的消耗量；
 $AD_{i,z}$ ——统计期内预拌混凝土生产线中第*i*种能源资源的消耗总量；
 Q ——统计期内符合相关标准的合格预拌混凝土产品产量。

B.5 预拌混凝土产生中人工消耗的碳排放量

预拌混凝土产生中人工消耗的碳排放量应按式(B.11)计算：

$$C_4 = E_r \times N \dots\dots\dots (B.11)$$

式中：
 E_r ——综合人工工日碳排放因子，为 1.11 kgCO₂e/工日；
 N ——每立方米预拌混凝土生产所消耗的工日数。

当具体型号预拌混凝土生产由人工消耗的碳排放难以通过实测法准确测量时，需将人工工日总量按照预拌混凝土生产量进行分摊，应按式(B.12)计算：

$$N = \frac{N_z}{Q} \dots\dots\dots (B.12)$$

式中：
 N_z ——统计期内预拌混凝土生产所消耗的人工工日总数；
 Q ——统计期内符合相关标准的合格预拌混凝土产品产量。

附 录 C
(资料性)

预拌混凝土单位产品碳排放量计算示例

C.1 以某厂家生产的C30预拌混凝土产品品作为碳排放量计算示例。

C.2 原材料开采、生产过程的碳排放量计算如下：

查询该案例预拌混凝土的配合比设计方案,得到单位产品中各类原材料消耗量 M_i ,并根据现场实际材料情况获得原材料中固体废弃物的掺加比例 α_i 。以碎石和水为例,每生产1 m³C30预拌混凝土产品时需消耗1 030 kg碎石和168 kg水,其中碎石中掺加了50 kg煤矸石,比例为4.85%,水中掺加了16.8 kg回收利用的水,比例为10%。查表3得到各建材的碳排放因子 F_i ,根据公式(B.2)计算单位产品中原材料生产过程的碳排放 C_1 。各原材料的计算结果如表C.1所示,累加后可得到该预拌混凝土单位产品中的原材料开采生产过程碳排放量 C_1 ,为189.19 kgCO₂e。

表 C.1 案例预拌混凝土单位产品中原材料开采、生产过程的碳排放量计算

| 原材料名称 | 原材料消耗量 M_i /kg | 碳排放因子 F_i / (kgCO ₂ e/t) | 原材料中固体废弃物的掺加比例/% | 碳排放贡献值/ (kgCO ₂ e) |
|-------------|------------------|--|------------------|----------------------------------|
| 水泥 P•O 42.5 | 230.00 | 792.000 | — | 182.16 |
| 碎石 | 1 030.00 | 2.180 | 4.85 | 2.14 |
| 砂 | 860.00 | 2.510 | 5.00 | 2.05 |
| 水 | 168.00 | 0.168 | 10.00 | 0.03 |
| 掺合料 | 5.60 | 109.000 | — | 0.61 |
| 其他 | 50.00 | 44.00 | — | 2.20 |

C.3 原材料运输过程的碳排放量计算如下：

根据各个原材料供应商到预拌混凝土企业的实际距离,得到各类原材料的运输距离 D_i 。查表4得到各运输工具的碳排放因子 T_i ,根据公式(B.3)计算单位产品中原材料运输过程的碳排放 C_2 。计算结果如表C.1所示,累加后可得到该案例预拌混凝土单位产品中的原材料运输过程碳排放量 C_2 ,为7.03 kgCO₂e。

表 C.1 案例预拌混凝土单位产品中原材料运输过程的碳排放量计算

| 原材料名称 | 原材料消耗量 M_i /kg | 运输方式 | 运输距离 D_i / km | 碳排放因子 T_i / [kgCO ₂ e/ (t•km)] | 碳排放贡献值/kgCO ₂ e |
|-------------|------------------|-----------------------|--------------------|---|----------------------------|
| 水泥 P•O 42.5 | 230.00 | 重型柴油货车运输(载重 30 t) | 42.50 | 0.078 | 0.762 |
| 碎石 | 1 030.00 | 集装箱船运输 (载重 200TEU) | 299.10 | 0.012 | 3.697 |
| 砂 | 860.00 | 集装箱船运输 (载重 200TEU) | 233.00 | 0.012 | 2.405 |
| 掺合料 | 5.60 | 重型柴油货车运输(载重 30 t) | 47.00 | 0.078 | 0.021 |
| 其他 | 50.00 | 重型柴油货车运输(载重 30 t) | 36.30 | 0.078 | 0.142 |

C.4 机械设备能源资源消耗碳排放量计算如下：

采集 2022 年 7 月至 2023 年 6 月混凝土生产厂区的能源资源消耗及产量情况,统计数据显示该时间段内共生产各类型号预拌混凝土 640 289 m³(Q),电量消耗 1 536 693.4 kw·h($AD_{1,z}$),汽油消耗 192 087 kg($AD_{2,z}$),则每立方米预拌混凝土生产的电能消耗量为 2.40 kw·h(AD_1),汽油消耗量为 0.30 kg(AD_2)。根据公式(B.6)的说明,查得汽油的低位发热量为 43.07 GJ/t,则根据式(B.6)计算得汽油的碳排放因子为 $EF_1=43.07\times 67.91/1\ 000=2.92\text{ kgCO}_2\text{e/kg}$,电力碳排放因子为 0.57 kgCO₂e/kw·h。根据式(B.5)、式(B.6)、式(B.7)计算单位产品预拌混凝土因消耗化石燃料和电力而产生的碳排放值,计算结果如表 C.2 所示。根据公式(B.4)计算案例预拌混凝土单位产品因消耗能源资源产生的碳排放量 C_3 ,为 2.25 kgCO₂e。

表 .C.2 案例预拌混凝土单位产品因消耗能源资源产生的碳排放量计算

| 能源种类 | 单位产品预拌混凝土的能源消耗量 AD_i | 碳排放因子 EF_i | 碳排放贡献值/kgCO ₂ e |
|------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 电力 | 2.40 kW·h | 0.57 kgCO ₂ e/kW·h | 1.37 |
| 汽油 | 0.30 kg | 2.92 kgCO ₂ e/kg | 0.88 |

C.5 预拌混凝土生产中人工消耗的碳排放量计算如下：

采集 2022 年 7 月至 2023 年 6 月厂区范围内生产人员、办公人员及管理人员的工作时长记录,得到总人工工日为 6204d(N_z),再根据公式(B.12)计算每立方米预拌混凝土生产中所消耗的人工工日数为 0.1d(N)。结合综合人工工日的默认碳排放因子 E_r 为 1.110 kgCO₂e/工日,根据公式(B.11)计算得到预拌混凝土生产中人工消耗的碳排放量 $C_4=1.11\times 0.1=0.111\text{ kgCO}_2\text{e}$ 。

C.6 预拌混凝土单位产品碳排放量计算如下：

根据公式(B.1),计算得到案例预拌混凝土单位产品碳排放量： $C=C_1+C_2+C_3+C_4=189.19+7.03+2.25+0.11=198.58\text{ kgCO}_2\text{e}$ 。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19001 质量管理体系 要求
 - [2] GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
 - [3] GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料
 - [4] GB/T 25177 混凝土用再生粗骨料
 - [5] GB 36888 预拌混凝土单位产品能源消耗限额
 - [6] GB/T 39701 粉煤灰中铵离子含量的限量及检验方法
 - [7] GB 50164 混凝土质量控制标准
 - [8] GB/T 51366—2019 建筑碳排放计算标准
 - [9] JC/T 2647 预拌混凝土生产企业废水回收利用规范
-