

ICS 93.040

CCS P28

团 体 标 准

T/GDHS 015—2024

轴振动搅拌混凝土应用技术规范

Technical specifications for application of axial vibratory mixing concrete

2024 - 12 - 04 发布

2024 - 12 - 04 实施

广东省公路学会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 振动搅拌站 2

 4.1 一般规定 2

 4.2 信息化监控 2

5 振动搅拌设备 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 振动搅拌机 2

 5.3 计量系统和控制系统 3

6 原材料 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 水泥 3

 6.3 细集料 3

 6.4 粗集料 3

 6.5 掺合料 3

 6.6 外加剂 3

 6.7 拌和用水 4

7 配合设计 4

 7.1 一般规定 4

 7.2 一般混凝土 4

 7.3 海工混凝土 4

8 生产过程控制 5

 8.1 一般规定 5

 8.2 拌合物工作性能控制 5

9 混凝土质量检验 5

 9.1 均匀性 5

 9.2 拌合物性能 5

 9.3 力学性能 5

 9.4 耐久性能 6

附录 A （资料性） 轴振动搅拌混凝土搅拌时间 7

前 言

本文件按照GDHS-BZBX-01-2021《广东省公路学会标准编写规则》的规定起草。

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这些专利的责任。

本文件由保利长大工程有限公司提出。

本文件由广东省公路学会归口。

本文件起草单位：保利长大工程有限公司、广东省南粤交通投资建设有限公司、广东交科检测有限公司、广东翔飞公路工程监理有限公司、德通智能科技股份有限公司。

主编：张建喜

参加编写人员：蔡佳欣、杨东来、罗新才、杨海玲、唐浩、周振宇、汤发书、马世旋、何光献、贺健军、刘启顺、吴晓林、夏炼、林锦腾、张广昆

主审：李卫民

参加审查人员：李连生、蒋雪琴、黎鹏平、邱志雄、丁庆军、洪显诚、杨医博、王佳胜、庄明融
本文件为首次发布。

轴振动搅拌混凝土应用技术规范

1 范围

本文件规定了轴振动搅拌混凝土的设备参数及原材料选用、配合比设计、生产过程控制和混凝土质量检验的要求。

本文件适用于广东省内公路工程、水运工程的水泥混凝土搅拌工艺，其他工程可参考使用。

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 8076	混凝土外加剂
GB/T 1596	用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB/T 9142-2021	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/T 18046	用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
GB/T 27690	砂浆和混凝土用硅灰
GB/T 50080	普通混凝土拌合物性能试验方法标准
GB/T 50081	普通混凝土力学性能试验方法标准
GB/T 50082	普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB/T 51003	矿物掺合料应用技术规范
JGJ 55	普通混凝土配合比设计规程
JGJ 63	混凝土用水标准
JT/T 819	公路工程 水泥混凝土用机制砂
JTG 3432	公路工程集料试验规程
JTG/T 3310	公路工程混凝土结构耐久性设计规范
JTG/T 3650-2020	公路桥涵施工技术规范
JTS 153-2015	水运工程结构耐久性设计标准
JTS 257-2	海港工程高性能混凝土质量控制标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

振动搅拌 vibratory mixing

通过激振装置在一定振幅和频率的振动作用下拌和混凝土的生产方式。

3.2

轴振动搅拌 axial vibration mixing

以搅拌轴为振动源的振动搅拌方式。

3.3

振动强度 vibration intensity

振动搅拌机工作时，单位时间内振动搅拌轴及叶片对拌和物料撞击、剪切的能力。其值是振动加速度的有效值与重力加速度的比值。

3.4

振动搅拌机 vibratory mixer

一种能够在强制拌和的同时施加振动作用，具有振动搅拌功能的搅拌机。

3.5

振动搅拌站 vibratory mixing plant

采用振动搅拌机拌和混凝土的搅拌站。

3.6

混凝土稠度差 difference in consistency of concrete

先后出机取样的混凝土拌合物稠度的差值。

4 振动搅拌站**4.1 一般规定**

4.1.1 应遵循安全优质、以人为本、生态环保、资源节约的原则。

4.1.2 应提前规划振动搅拌站的建设，合理利用或保护工程建设范围的土地、水体、植被等资源。

4.2 信息化监控

4.2.1 振动搅拌站的信息化管理模块应包含生产监控管理系统和视频监控系统。

4.2.2 振动搅拌站使用前，拌和机上安装生产监控管理系统。系统应包括下列三项功能：

- a) 生产过程监控功能：配合比控制、原材料称重、搅拌控制、实时报警等；
- b) 生产数据统计与分析功能；
- c) 质量追溯功能。

4.2.3 振动搅拌站使用前，应安装视频监控系统。系统应包括下列两项功能：

- a) 影像资料即时获取、即时保存和实时传输功能；
- b) 料仓、料斗、操作室、出入口等关键部位实时监控功能。

5 振动搅拌设备**5.1 一般规定**

5.1.1 振动搅拌设备包括振动搅拌主机、计量系统和控制系统。

5.1.2 振动搅拌混凝土设备应进行计量标定后才能投入使用。

5.1.3 每盘混凝土各组成材料独立按质量计量。

5.1.4 各种物料的计量精度应符合《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)中表 6.9.1 的规定。

5.1.5 应按照设备的要求对振动搅拌设备进行定期保养和维护。

5.2 振动搅拌机

5.2.1 振动搅拌机的材质及各组件技术条件应符合《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站(楼)》(GB/T 10171)及《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》(GB/T 9142-2021)的相关要求且应满足本文件要求。

5.2.2 振动搅拌机结构宜采用双卧轴强制式，振动搅拌机的支撑平台宜独立设置，与其他设备平台进行隔离。

5.2.3 单根搅拌轴振动频率不宜小于 25Hz；搅拌装置最大振动强度不宜小于 2，机架最大振动强度不应大于 0.6。

5.2.4 激振器驱动电机总功率不宜小于 11kW。

5.2.5 生产过程中，振动机应保持常开状态。

条文说明

生产过程中，不保持常开状态会导致降低搅拌机使用寿命及使用效果。

5.3 计量系统和控制系统

计量系统和控制系统的材质及各组件技术条件应符合《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站(楼)》(GB/T 10171)及《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》(GB/T 9142)的相关要求。

6 原材料

6.1 一般规定

- 6.1.1 混凝土拌合物所用的各种原材料,应在进场时对材料性能和质量进行检验,合格后予以验收。
- 6.1.2 宜采用非碱活性集料,当条件受限必须使用具有潜在碱活性的集料时,应采用抑制碱活性的技术措施,且总碱含量应满足《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的规定。

6.2 水泥

- 6.2.1 振动搅拌混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,水泥品种及强度等级应满足设计文件要求。
- 6.2.2 水泥进场时,应附有该批次水泥生产厂家的合格检验报告。

6.3 细集料

- 6.3.1 细集料宜选用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净且粒径小于 4.75mm 的河砂。
- 6.3.2 使用机制砂时,应符合《公路工程 水泥混凝土用机制砂》(JT/T 819)的规定和设计文件要求。
- 6.3.3 同仓堆放的细集料细度模数变化范围应不大于 0.3。当细度模数变化大于 0.3 时,应分仓堆放。
- 6.3.4 海工混凝土宜优先选用《公路工程集料试验规程》(JTG 3432)筛分 II 区的中砂。

6.4 粗集料

- 6.4.1 宜选用质地坚硬、洁净、级配合理的粗集料,母岩强度等级要与混凝土设计强度匹配,且应满足《建设用碎石、卵石》(GB/T 14685)相关要求。
- 6.4.2 粗集料宜选用连续两级级配或三级级配,不宜采用单级配或间断级配。
- 6.4.3 粗集料宜选用反击破碎、冲击破碎方式生产的碎石,或整形的碎石。
- 6.4.4 粗集料最大粒径宜按混凝土结构情况及施工方法选取,最大粒径应不超过结构最小边尺寸的 1/4 和钢筋最小净距的 3/4;在两层或多层密布钢筋结构中,最大粒径应不超过钢筋最小净距的 1/2,同时不宜超过 31.5mm。
- 6.4.5 水下混凝土粗集料的最大粒径不大于导管直径的 1/6~1/8 和钢筋最小净距的 1/4,同时不大于 37.5mm。
- 6.4.6 混凝土实心板的粗集料最大粒径不大于板厚的 1/3,且不大于 37.5mm。

6.5 掺合料

- 6.5.1 掺合料产品应检验合格,并保证产品均匀、品质稳定。
- 6.5.2 掺合料与水泥、外加剂的适应性应通过试配确定。
- 6.5.3 粉煤灰的技术要求应满足《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的规定。
- 6.5.4 硅灰的技术要求应满足《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 的规定。
- 6.5.5 磨细的粒化高炉矿渣粉的技术要求应满足《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046)的规定。
- 6.5.6 不同种类掺合料同时掺用时,其合理掺量应通过试验确定。
- 6.5.7 振动搅拌混凝土宜掺用 I 级 F 类粉煤灰,掺用 II 级 F 类粉煤灰《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)应经过试验验证。掺合料也可采用符合《矿物掺合料应用技术规范》(GB/T 51003)技术要求的其它掺和料,如石灰石粉、磷渣粉等。

6.6 外加剂

- 6.6.1 外加剂的选用应符合《混凝土外加剂》(GB 8076)的要求。
- 6.6.2 宜采用性能稳定的聚羧酸系列的混凝土外加剂。也可选用其他外加剂,与水泥、矿物掺合料之

间应有良好的相容性。外加剂与水泥、矿物掺合料之间的相容性宜通过适配验证。

条文说明

通过研究发现,相同配合比条件下,振动搅拌方式和常规搅拌方式的拌合物含气量是有差异的,因此在选择外加剂时需要考虑混凝土的塑性粘度、引气剂的气泡大小等因素。

6.6.3 外加剂的固含量应保持稳定,每批次应对外加剂进行工作性能检验。

6.6.4 振动搅拌混凝土应避免外加剂后滞带来的离析现象。

条文说明

外加剂后滞现象是混凝土从搅拌站到现场,随着时间延长坍落度增大的现象,可能会导致混凝土的离析;引起后滞现象原因很多,也是很多因素耦合引起的,振动搅拌方式只是其中一个因素。

6.6.5 外加剂的掺量应由混凝土试配试验确定。

6.6.6 外加剂在不同的使用条件下或工作性能发生变化时应及时进行微调。

6.7 拌和用水

6.7.1 饮用水可直接作为生产用水。采用其他水源时,应满足《混凝土用水标准》(JGJ 63)的规定,且 pH 值应在 6.0~7.5 的范围内。

6.7.2 混凝土的拌和用水不应采用海水。

7 配合设计

7.1 一般规定

7.1.1 混凝土配合比应以质量比表示。

7.1.2 应采用振动搅拌试验机进行混合料的拌制,振动搅拌试验机振动参数应符合下列规定:

- a) 振动搅拌试验机与混凝土接触部位振动搅拌轴的振动频率允许偏差应为设计值的 $\pm 2\%$,振幅允许偏差应为设计值的 $\pm 10\%$;
- b) 振动搅拌试验机振动搅拌轴的振动强度代表值应为 4~6;
- c) 振动搅拌试验机的机架振动强度代表值不应大于振动搅拌轴振动强度代表值的 25%;

7.1.3 振动搅拌混凝土配合比设计应满足《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55)和设计要求。

7.1.4 混凝土拌合物的工作性及含气量,应以振动搅拌站的现场测试结果作为混凝土配合比控制依据。

7.1.5 在配合比设计阶段,应检验外加剂和振动搅拌方式的相容性。

7.2 一般混凝土

7.2.1 混凝土坍落度应考虑不同外加剂种类、运输和气候等条件造成的坍落度损失。

7.2.2 模筑混凝土的配合比应满足强度、耐久性的要求外,且应满足施工工艺对混凝土工作性能的要求,并通过实际施工工艺的验证。

7.2.3 混凝土配合比设计中,水胶比、水泥及矿物掺合料用量的具体规定应符合《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310)的要求。

7.2.4 针对不同原材料、不同环境温度、不同浇筑工艺、不同养护等条件下,宜根据混凝土试件的回弹值与试块强度应建立相关性函数,检测混凝土试件的回弹值,进行配合比优化。

7.3 海工混凝土

7.3.1 海工混凝土的配合比设计按照《海港工程高性能混凝土质量控制标准》(JTS 257-2)的要求进行。

7.3.2 胶凝材料浆体体积应不大于混凝土体积的 35%。

条文说明

胶凝材料浆体体积大于混凝土体积的 35%,不利于混凝土的体积稳定性。

7.3.3 宜采用粉煤灰和矿粉双掺法或其他复合类掺合料,制备工作性能、力学性能和耐久性满足设计要求的混凝土。

7.3.4 海工混凝土的最大水胶比应满足《水运工程结构耐久性设计标准》(JTS 153-2015)中表 4.5.3 的要求。

8 生产过程控制

8.1 一般规定

- 8.1.1 生产前振动搅拌设备应进行可靠性检查。
- 8.1.2 生产前应检测粗、细集料含水量，根据含水量调整施工配合比；粗、细集料含水量有明显变化时要加大检测频率，及时调整施工配合比。
- 8.1.3 使用振动拌和设备时，在整个使用过程中应保持振动功能处于工作状态。

8.2 拌合物工作性能控制

- 8.2.1 采用振动搅拌方式生产混凝土时，搅拌参数应在振动试验的基础上合理选择，并通过试拌确定最佳搅拌参数，附录 A 的参数可参考使用。

条文说明

振动搅拌与常规双卧轴搅拌都存在最佳的搅拌时间要求。当搅拌时间过长，会导致混凝土离析过振现象，当搅拌时间不够则会导致混凝土搅拌不均匀的情况。常规搅拌机针对特定的材料，其搅拌也有一个最佳时间。因原材料不同、配合比不同、温度不同等条件下，需要通过试验确定最佳搅拌时间。

- 8.2.2 试拌时，在振动搅拌站应及时进行混凝土工作性能检测，当工作性能稳定并符合要求后才能正常生产。
- 8.2.3 生产过程中，当发现拌合物性状改变时，应进行拌合物的工作性能检测。
- 8.2.4 拌合物性能检验按照《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》（GB/T 50080）的要求进行，应检查坍落度、扩展度，可增加倒置坍落度筒排空时间等其他指标。
- 8.2.5 拌合物工作性能和含气量检测宜在振动搅拌站和浇筑现场分开进行，并对比其工作性能和含气量变化情况。

条文说明

配合比、原材料变化和搅拌工艺参数、运输距离等均会对拌合物工作性能产生影响，控制这些指标有利于保持工艺参数的稳定。

9 混凝土质量检验

9.1 均匀性

- 9.1.1 混凝土均匀性应在每天工作前至少检查一次。
- 9.1.2 生产过程中，配合比编号发生变化时，应对振动搅拌站集中拌制的混凝土进行均匀性检测。
- 9.1.3 均匀性试验方法应按照《混凝土搅拌机》（GB/T 9142-2021）中 6.2 的要求进行，试验结果应符合下列规定：
 - a) 混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差应不大于 0.6%；
 - b) 单位体积混凝土中粗集料含量两次测值的相对误差应不大于 4%；
 - c) 混凝土稠度差：倒置坍落度筒排空时间应不大于 $\pm 1s$ ，坍落度差值应不大于 $\pm 5mm$ 。
- 9.1.4 混凝土均匀性不符合 9.1.3 要求时，应停机查找原因，查找范围包括配合比、计量系统、振动搅拌设备参数等，待影响因素消除后再进行生产。

9.2 拌合物性能

- 9.2.1 生产过程中，大体积混凝土、抗渗性混凝土、自密实混凝土等特殊混凝土应按照相关规范及施工方案要求进行性能检测。
- 9.2.2 拌合物性能检测应在振动搅拌站和浇筑现场分开进行，并对比其性能损失。

9.3 力学性能

- 9.3.1 力学性能检验按照《普通混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081）的要求进行，取样频率应符合相关规范和设计文件的要求。
- 9.3.2 应按照《普通混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081）的要求，对混凝土的力学性能数据进行分析和评定，计算强度平均值、标准差和变异系数，当变异系数大于 3%时应查找原因并采取措

施。

9.4 耐久性能

9.4.1 混凝土耐久性能试验方法应按照《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》(GB/T 50082)的要求进行。

9.4.2 根据设计文件要求和工程特点选取合适的指标进行耐久性能检测。

9.4.3 混凝土耐久性能检测宜采用振动搅拌试验机进行混凝土的拌制，也可用振动搅拌站进行拌制。

9.4.4 混凝土耐久性能检测，应以施工现场留样试件为准。

附 录 A
(资料性)
轴振动搅拌混凝土搅拌时间

- A. 1 轴振动搅拌混凝土搅拌时间宜通过振动搅拌试验机试验和振动搅拌设备试拌后确定，并根据工程的材料特点不断优化。
- A. 2 根据工程经验，轴振动搅拌时间可参考表 A. 1。

表A. 1 轴振动搅拌混凝土搅拌时间

强度等级	搅拌时间（s）
C30	60±2
C30（水下）	55±1
C35	60±2
C40	90±3
C50	110±4
注：搅拌时间指全部材料投入到搅拌缸开始拌和到排料之间的时间。	