

浙江省交通行业建设技术指南

浙江省交通建设工程机制砂生产（湿法） 及机制砂海工混凝土技术指南

浙江省交通运输厅

2016-01-29 发布



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

浙江省交通行业建设技术指南

浙江省交通建设工程机制砂生产(湿法) 及机制砂海工混凝土技术指南

Technical guide of manufactured sand production (wet process) and manufactured sand
marine concrete for transportation construction engineering in Zhejiang province

主编单位:宁波市高等级公路建设指挥部
中交武汉港湾工程设计研究院有限公司
浙江省交通规划设计研究院
批准部门:浙江省交通运输厅
发布日期:2016 年 01 月 29 日

人民交通出版社股份有限公司

图书在版编目(CIP)数据

浙江省交通建设工程机制砂生产(湿法)及机制砂海工混凝土技术指南 / 宁波市高等级公路建设指挥部, 中交武汉港湾工程设计研究院有限公司, 浙江省交通规划设计院主编. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016.3

ISBN 978-7-114-12855-4

I. ①浙… II. ①宁… ②中… ③浙… III. ①细砂混凝土—工程技术—浙江省—指南 IV. ①TU528.56-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 045429 号

书 名: 浙江省交通建设工程机制砂生产(湿法)及机制砂海工混凝土技术指南

著 作 者: 宁波市高等级公路建设指挥部

中交武汉港湾工程设计研究院有限公司

浙江省交通规划设计研究院

责任编辑: 黎小东

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 1.75

字 数: 40 千

版 次: 2016 年 3 月 第 1 版

印 次: 2016 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12855-4

定 价: 28.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

浙江省交通运输厅文件

浙交〔2016〕28 号

关于发布《浙江省交通建设工程机制砂生产(干法)及机制砂混凝土技术指南》、《浙江省交通建设工程机制砂生产(湿法)及机制砂海工混凝土技术指南》的通知

各市交通运输局(委)、义乌市交通运输局,嘉兴、舟山、台州市港航(务)局:

为进一步贯彻落实省委、省政府“美丽浙江”和交通运输部“绿色交通”要求,更好地保护生态环境,缓解天然河砂供需矛盾,满足交通工程建设对机制砂不断增长的需要,省厅组织浙江省交通工程建设集团有限公司、宁波市高等级公路建设指挥部等单位分别牵头编写了《浙江省交通建设工程机制砂生产(干法)及机制砂混凝土技术指南》和《浙江省交通建设工程机制砂生产(湿法)及机制砂海工混凝土技术指南》。现经专家评审后予以试行。

指南适用于交通建设工程中公路项目机制砂生产与机制砂在混凝土中的应用,水运项目可参照执行。指南由省厅提出并归口管理,日常管理和解释由主编单位负责。请各有关单位注意在实践中总结经验,及时将发现的问题和修改建议函告浙江省交通工程建设集团有限公司(地址:杭州市滨江区江陵路 2031 号,邮编:310051,电话:0571-86021221)、宁波市高等级公路建设指挥部(地址:宁波市鄞州区嵩山中路 396 号,邮编:315192,电话:0574-87410804),以便修订时参考。

浙江省交通运输厅

2016 年 1 月 29 日

抄送:部公路局,省交通集团公司,省公路局、省港航局、省交通工程监管局、省交通设计院、咨询公司。

浙江省交通运输厅办公室

2016 年 1 月 29 日印发

前 言

为适应浙江省交通工程建设对机制砂需要的不断增长,浙江省交通运输厅决定开展组织编制《浙江省交通建设工程机制砂生产(湿法)及机制砂海工混凝土技术指南》(以下简称“指南”)。本指南由宁波市高等级公路建设指挥部、中交武汉港湾工程设计研究院有限公司、浙江省交通规划设计研究院等单位联合编制,并成立了编写组。编写组在前期工程调研和科研的基础上,参考国内外相关行业技术规范、类似工程的实践经验,结合编写单位应用实际编制了本指南。

本指南内容主要包括:机制砂生产(湿法)、机制砂的质量标准、机制砂海工混凝土配合比设计及施工质量控制等的技术要求。本指南的编制对规范我省机制砂海工混凝土的应用、机制砂生产(湿法)将起到积极作用。请各单位和个人在使用过程中将发现的问题、意见和建议函告宁波市高等级公路建设指挥部(地址:宁波市鄞州区嵩山中路396号,邮编:315192,电话:0574-87410804)。

本指南主要编写人员:刘慈军、秦明强、马芹纲、陈涛、周玉娟、徐文冰、陈方东、屠柳青、金德均、叶昌勇、占文、张希、黄玉良、沈旭东、李遵云、刘金秋、国建飞。

目 次

前言	III
1 总则	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 机制砂的生产	2
4.1 机制砂料源选择	2
4.2 机制砂生产设备	2
4.3 机制砂生产工艺	3
4.4 机制砂生产的环境保护	4
5 机制砂的质量标准	5
5.1 规格与类别	5
5.2 技术要求	5
5.3 质量检验	7
6 机制砂海工混凝土配合比设计	8
6.1 原材料选择	8
6.2 配合比设计	11
6.3 配合比的试配与调整	14
6.4 配合比现场验证与调整	14
6.5 工艺性试验验证	15
7 机制砂海工混凝土的施工质量控制	15
7.1 一般规定	15
7.2 原材料质量控制	15
7.3 生产质量控制	16
7.4 混凝土浇筑	16
7.5 混凝土养护	17
7.6 特殊季节施工	17
7.7 混凝土质量检验	18
附录 A(资料性附录) 机制砂海工混凝土参考配合比	19
附录 B(资料性附录) 砂石联产湿法制砂流程	20

浙江省交通建设工程 机制砂生产(湿法)及机制砂海工混凝土技术指南

1 总则

1.1 为适应浙江省机制砂发展与应用的需要,规范机制砂生产(湿法),促进机制砂海工混凝土的应用,特制定本指南。

1.2 本指南包括总则、规范性引用文件、术语和定义、机制砂的生产(湿法)、机制砂的质量标准、机制砂海工混凝土配合比设计及施工质量控制等技术要求。

1.3 本指南适用交通建设工程中公路工程用机制砂的生产(湿法)、机制砂海工混凝土的应用;水运工程用机制砂的生产(湿法)、机制砂海工混凝土的应用可参照执行。

1.3 机制砂生产(湿法)及机制砂海工混凝土的应用除符合本指南外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 6566	建筑材料放射性核素限量
GB 8076	混凝土外加剂
GB/T 8077	混凝土外加剂匀质性试验方法
GB 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 14684	建设用砂
GB/T 14685	建设用卵石、碎石
GB/T 17671	水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)
GB/T 50080	普通混凝土拌合物性能试验方法标准
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 50107	混凝土强度检验评定标准
GB 50119—2013	混凝土外加剂应用技术规范
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 522	公路工程混凝土养护剂
JTG/T F50	公路桥涵施工技术规范

3 术语和定义

3.1 机制砂

经除土开采、机械破碎、筛分制成的粒径小于4.75mm的岩石颗粒,但不包括软质岩、风化岩石

的颗粒。

3.2 石粉

机制砂中粒径小于 0.075mm 的颗粒。

3.3 亚甲蓝值

每千克 0~2.36mm 粒级试样所消耗的亚甲蓝质量,也称 MB 值。

3.4 机制砂海工混凝土

以机制砂为细集料配制的,在海域或受海风影响的环境服役具有优异的工作性、耐久性的高性能混凝土。

4 机制砂的生产

4.1 机制砂料源选择

4.1.1 料源包括矿山开采、隧道洞渣、卵石或路基挖方坚石、尾矿等。

4.1.2 应选用洁净、质地坚硬、无风化、无分层的岩石,如凝灰岩、石灰岩或花岗岩,不宜使用泥岩、页岩、板岩等。

4.1.3 母岩抗压强度宜满足下列要求:

- a) 火成岩:不小于 80MPa;
- b) 变质岩:不小于 60MPa;
- c) 水成岩:不小于 30MPa。

4.1.4 应选用吸水率较低的母岩,吸水率试验应将母岩加工成机制砂后按照本指南表 10 规定的试验方法执行,吸水率应符合本指南第 5.2.7 条的规定。

4.1.5 母岩应进行碱集料反应潜在活性检测,应将料源加工成机制砂,按照本指南第 5.2.8 条的规定执行。

4.1.6 料源的放射性应符合 GB 6566《建筑材料放射性核素限量》的规定,其他有害物质技术指标与试验方法应符合 GB/T 14685《建设用卵石、碎石》的规定。

4.1.7 用尾矿生产的机制砂有害物质除满足上述要求外,还应符合我国环保和安全相关标准和规范,不应对人体、生物、环境及混凝土、砂浆性能产生有害影响。

4.2 机制砂生产设备

4.2.1 机制砂生产应具备穿孔设备、采装设备和运输设备;设备选型应根据矿山规模、矿山年采剥量、开采工艺、母岩岩性等情况综合确定。

4.2.2 设备选址宜远离城镇或居民区 300m 以上。必须设置在城镇或居民区时,应布置在主导风向的下风侧,并保持必要的防护距离。应避免在溶洞、滑坡、泥石流及填方地段布置破碎、筛分、制砂等重要设备,如必须在上述地段布置时应充分技术论证,并采取可靠的处理措施。

4.2.3 生产场地应以布局安全、产量高、皮带运输距离短、便于清运、维修及美观为原则。注意各车间的通风、散热、隔声减震,采取防火、防爆、防水、防潮等技术措施。

4.2.4 机制砂的生产设备应离采石场爆破区 200m 以上,保证生产设备和人员的安全。

4.2.5 机制砂生产线的设备功率应根据产能相互配合选择。

4.2.6 湿法制砂主要设备为给料设备、破碎设备(粗碎、中碎、制砂、整形)、筛分设备、洗砂设备、污水处理设备等。

- 4.2.7 给料设备一般由料仓、喂料机、皮带输送机组成;喂料机规格型号应与整套机制砂设备相匹配。
- 料仓有效排口不宜大于槽宽的 $1/4$, 物料的流动速度宜控制在 $6\text{m}/\text{min} \sim 18\text{m}/\text{min}$ 。料仓底部排料处应设置足够高度的拦矿板, 拦矿板不得固定在槽体上。
 - 粗碎宜采用板式喂料机、条式喂料机, 制砂宜采用振动喂料机。喂料机应可均匀、定时、连续地将块状、颗粒状原料给到受料装置中, 并对物料进行粗筛分。可在喂料机上添加高压水枪, 以冲刷岩石中的泥土, 减少制砂过程中泥粉的产生。
 - 皮带输送机应满足相应产量的宽度和速度要求, 宜具备密封运输廊道。
- 4.2.8 主要破碎设备包括颚式破碎机、圆锥式破碎机、反击式破碎机、冲击式破碎机及棒磨机等。
- 粗碎宜使用颚式破碎机。
 - 中碎应根据母岩岩性、产量、粒形要求不同选用反击式破碎机、圆锥式破碎机或组合使用。
 - 制砂宜选用冲击式破碎机; 水源丰富时可选用棒磨机。
 - 整形通常与制砂同步, 亦可单独整形, 单独整形时宜采用冲击式破碎机。
- 4.2.9 筛分设备包括圆振动筛分机、直线振动筛分机、圆筒筛分机。直线振动筛分机和圆振动筛分机应配置方孔筛网, 圆筒筛分机宜配置圆孔筛网。应选择合适的筛网尺寸并调试振动筛角度, 对机制砂的细度模数进行控制。
- 4.2.10 洗砂除粉设备宜选用斗轮式洗砂机, 产量低于 $300\text{t}/\text{h}$ 时可选用螺旋式洗砂机。
- 4.2.11 应设置沉淀池和污水处理系统。生产废水排入沉淀池后净化进入水循环系统, 沉淀物应固化后运出。污水处理设备宜选用泥渣脱水干排机或离心式泥浆分离设备。
- 4.2.12 湿法制砂主要生产设备的选型宜满足表 1 中的技术要求。

表 1 湿法制砂主要生产设备的选型要求

生产环节	设备选择	技术要求
给料	板式喂料机、条式喂料机	—
	振动喂料机	条形筛长度不小于 2m , 筛条间距不小于 120mm
粗碎	颚式破碎机	进料粒径 $350\text{mm} \sim 1000\text{mm}$, 出料粒径 $100\text{mm} \sim 300\text{mm}$
中碎	圆锥式破碎机、反击式破碎机	进料粒径 $100\text{mm} \sim 300\text{mm}$, 出料粒径 $5\text{mm} \sim 50\text{mm}$
制砂及整形	冲击式破碎机、棒磨机	进料粒径 $5\text{mm} \sim 15\text{mm}$, 出料粒径 $0 \sim 5\text{mm}$
筛分	圆振动筛分机、直线振动筛分机	两层及以上筛网, 筛网直径 $\leq 5\text{mm}$, 方孔筛网
	圆筒筛分机	两层及以上筛网, 筛网直径 $\leq 5\text{mm}$, 圆孔筛网
洗砂	斗轮式洗砂机、螺旋式洗砂机	洗砂能力需根据生产能力确定
石粉沉淀	沉淀池	—
污水处理	泥渣脱水干排机、离心式泥浆分离设备	根据处理量及石粉作用确定
运输	皮带运输机	皮带宽度 $600\text{mm} \sim 1500\text{mm}$, 密封运输廊道

4.2.13 设备选择应考虑场地条件、原料的物理性质、破碎产品规格、设计产量、环保需求、使用和维护成本。

4.2.14 生产机制砂的设备应每周进行一次检查和维护, 及时更换破碎机衬板、筛网等相关易损部件, 确保机制砂质量稳定。

4.3 机制砂生产工艺

4.3.1 机制砂生产工艺分为干法生产和湿法生产。应根据周边生产场地条件、有无淡水资源、资金预

算额度、环境保护需求及机制砂技术指标等条件综合考虑选择合适的制砂工艺。

4.3.2 干法制砂的生产工艺按《浙江省交通建设工程机制砂生产(干法)及机制砂混凝土技术指南》有关规定执行。

4.3.3 机制砂生产宜采用砂石联产工艺。

4.3.4 湿法制砂工艺为母岩开采、给料、粗碎、中碎、制砂(整形)、筛分、洗砂、石粉沉淀处理回收、污水处理和砂堆放脱水、成品检验等环节。砂石联产湿法制砂流程见图 1。

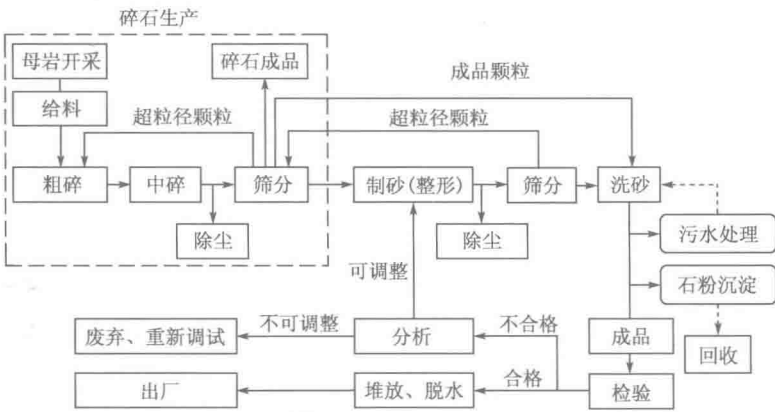


图 1 砂石联产湿法制砂流程图

4.3.5 根据母岩种类、场地条件、产能规模设计合理的流程和设备,应充分考虑堆场、沉淀池、运输、检修及环境保护需求。

4.3.6 岩石爆破前应先清除距爆破点 10m 范围内山体表面的山皮、树根、杂草、泥土和软弱的风化层。应做好爆破前后山体防护措施,确保施工安全及防止杂物混入开采的岩石中。

4.3.7 应在给料过程中设置清洗工艺,宜使用条式振动筛或高压水枪。

4.3.8 应控制石粉含量及含水率,并采取循环措施回收利用废水及石粉。

4.3.9 使用粒径 100mm~50mm 集料作为原材料制砂的生产线可直接除泥后进入制砂设备生产机制砂。

4.3.10 宜通过洗砂机、细砂回收机、石粉添加斗、螺旋分级机等单独或配合使用调节机制砂成品石粉含量、级配及细度模数。

4.3.11 应进行机制砂生产工艺性试验验证,对机制砂细度模数、颗粒级配、堆积密度、石粉含量、亚甲蓝值、压碎值等指标进行检验;试验方法按表 10 执行,试验结果满足第 5.2 条的要求,并进行混凝土试拌,综合确定机制砂生产工艺参数,并根据设备的特性进行优化。

4.3.12 机制砂应按规格、级别分别堆放。堆放场地硬化并清洁,应具备排水功能、防止积水、设置防雨棚。

4.3.13 在堆放、装卸和运输过程中应防止机制砂颗粒离析、混入杂物并防止积水,进入施工现场的机制砂应按岩性、分级、规格分别堆放,堆放高度不宜超过 5m,并采取措施防止环境污染。

4.4 机制砂生产的环境保护

4.4.1 废水处理及循环利用

- a) 生产线的用水主要考虑喷雾除尘用水、砂石水洗用水、生活用水、消防用水等。排水系统采用雨水和生产、生活废水分流制排水系统。
- b) 废水重复利用率应达到 90% 以上或实现零排放。
- c) 生产区应建有独立的截(排)水沟,地表径流水经沉淀处理后可用于矿山生产、绿化或符合 GB 8978《污水综合排放标准》达标排放。

4.4.2 粉尘治理

- a) 采取以防为主的设计方针,从工艺设计上尽量减少生产中的扬尘环节,选择扬尘少的设备,降低有组织扬尘;
- b) 母岩块石在开采(矿山开采、隧道爆破等)时,应采取块石淋水预湿、空气中洒水降尘等措施降低环境中的粉尘含量;
- c) 粉状物料采用密闭式输送,对于带式输送机输送的物料,应尽量降低物料落差,加强密闭,减少粉尘外逸;
- d) 生产区主要运输道路应进行硬化处理,应配备洒水车辆洒水抑尘,保持路面湿润、清洁,道路两旁宜绿化。成品装车后宜采取加盖篷布运输,避免扬尘或散落。

4.4.3 固体废弃物综合利用

- a) 生产区固体废弃物应有专用堆场;
- b) 剥离表层土可用于复垦、恢复植被时的覆土,剥离物中具有一定强度的风化石,可作为路基材料使用;
- c) 回收的细砂和石粉应分别进行综合利用。

4.4.4 减振降噪

- a) 环境噪声排放应符合 GB 12348《工业企业厂界环境噪声排放标准》的相关要求;
- b) 从设备选型上宜选择噪声低的设备或加装消声器,以降低设备的噪声;
- c) 在噪声传播途径上采取措施加以控制,强噪声源车间宜采用封闭式厂房,同时采取车间外绿化,以其屏蔽作用隔绝噪声;
- d) 宜采用缓冲装置对破碎设备进行减振处理,降低矿山机械设备的振动和噪声。

5 机制砂的质量标准

5.1 规格与类别

- 5.1.1 机制砂按细度模数分为粗砂和中砂两种规格,其细度模数分别为:粗砂,3.7~3.1;中砂,3.0~2.3。
- 5.1.2 机制砂按技术要求分为Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类。Ⅰ类砂宜用于强度等级大于等于 C60 的混凝土;Ⅱ类宜用于强度等级大于或等于 C30、小于 C60 及有抗冻、抗渗要求的混凝土;Ⅲ类宜用于强度等级小于 C30 的混凝土。

5.2 技术要求

5.2.1 颗粒级配

Ⅰ类机制砂级配宜满足表 2 的要求,Ⅱ类、Ⅲ类机制砂级配范围宜满足表 3 的要求;机制砂的实际颗粒级配除 4.75mm 和 0.6mm 筛档外,其余可以略有超出,但各级累计筛余超出值总和应不大于 5%。

表 2 Ⅰ类机制砂级配范围

筛孔尺寸(mm)	0.15	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75
累计筛余(%)	94~80	92~70	70~41	50~10	25~0	10~0

表3 II类、III类机制砂级配范围

筛孔尺寸(mm)	0.15	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75
累计筛余(%)	97~85	95~80	85~71	65~35	35~5	10~0

5.2.2 石粉含量

机制砂中宜含有适量的石粉,石粉含量应根据亚甲蓝值来确定。石粉含量宜满足表4的要求。

表4 石粉含量限值

类 别		I类	II类	III类
石粉含量(按质量计,%)	MB值>1.4或不合格	≤1.0	≤3.0	≤5.0
	MB值≤1.4	≤5.0	≤7.0	≤10.0

5.2.3 泥块含量

机制砂中泥块含量宜满足表5的要求。

表5 泥块含量限值

类 别	I类	II类	III类
泥块含量(%)	0	≤0.5	≤1.0

5.2.4 坚固性

机制砂坚固性应满足表6的要求。

表6 坚固性指标

类 别	I类	II类	III类
硫酸钠溶液循环浸泡5次后的质量损失率(%)	≤6	≤8	≤10

5.2.5 压碎指标

机制砂压碎指标宜满足表7的要求。

表7 压碎指标

类 别	I类	II类	III类
压碎指标(%)	≤20	≤25	≤30

5.2.6 表观密度、松散堆积密度、空隙率

机制砂表观密度大于2500kg/m³、松散堆积密度大于1400kg/m³、空隙率小于44%。

5.2.7 吸水率

吸水率应满足表8的要求。

表8 吸水率指标

类 别	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类
吸水率 (%)	≤2.0	≤2.5	≤3.0

5.2.8 碱集料反应

经碱集料反应试验后,试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象,在规定的试验龄期膨胀率应小于0.10%。机制砂的碱集料反应安全风险评价宜以龄期3个月或6个月的碱集料反应试验进行控制。

5.2.9 有害物质

机制砂中如含有云母、轻物质、有机物、氯化物、硫化物及硫酸盐等有害物质,应符合表9的规定。

表9 有害物质限值

类 别	I 类	Ⅱ 类	Ⅲ 类
云母含量(按质量计,%)	≤1.0	≤2.0	
轻物质含量(按质量计,%)	≤1.0		
有机物含量	合格		
硫化物及硫酸盐含量(按 SO ₃ 质量计,%)	≤0.5		
氯化物(按氯离子质量计,%)	≤0.01	≤0.02	≤0.06

5.3 质量检验

5.3.1 机制砂的检验分为出厂检验和型式检验。机制砂通过型式检验合格并稳定后,才能批量生产。

5.3.2 型式检验项目按表10的规定执行;型式检验每年进行一次。有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品投产或老产品转产时;
- b) 原材料料源或生产工艺发生变化时;
- c) 正常生产时每年应进行一次;
- d) 停产半年以上,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果和型式检验结果有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构要求检测时。

表10 型式检验与出厂检验项目与试验方法

序 号	项 目	型式检验	出厂检验	试 验 方 法
1	岩石抗压强度	√	×	GB/T 14685《建设用卵石、碎石》
2	碱集料反应	√	*	GB/T 14684《建设用砂》
3	表观密度、松散堆积密度、空隙率	√	√	GB/T 14684《建设用砂》
4	坚固性	√	×	
5	吸水率	√	√	
6	颗粒级配	√	√	

表 10 型式检验与出厂检验项目与试验方法(续)

序 号	项 目	型式检验	出厂检验	试 验 方 法
7	石粉含量	√	√	GB/T 14684《建设用砂》
8	泥块含量	√	√	
9	压碎指标	√	×	
10	云母含量	√	×	
11	轻物质含量	√	×	
12	有机质含量	√	×	
13	硫化物及硫酸盐含量	√	×	
14	氯离子含量	√	*	
注:√为检验项目;×为不检验项目;*为根据需要而定的检验项目。				

5.3.3 机制砂需经过生产单位部门检验合格并附产品质量合格证明方可出厂,出厂检验项目应按表 10 规定执行。

5.3.4 机制砂应按同一品种、同一规格、同一类别检验,检验批量宜根据生产规模而定。日产量 1 000t 以上的,应 1 000t 为一批;日产量 1 000t 以下的,应 600t 为一批;不足上述量者亦作为一批。

5.3.5 机制砂技术指标判定按下列要求执行:

- a) 检验(含复检)后各项性能指标均符合本指南的相应规定要求时,可判定该批次产品合格;
- b) 检验中技术指标若有任一项不符合本指南相应规定时,则应从同一批产品中加倍取样,对该项进行复检。复检后,若试验结果符合本指南的技术规定,可判定该批产品为合格;若复检后仍不符合本指南的技术规定时,则判定该批次产品为不合格。

6 机制砂海工混凝土配合比设计

6.1 原材料选择

6.1.1 水泥

6.1.1.1 应采用强度等级不低于 42.5 的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,其技术指标应符合国家标准 GB 175《通用硅酸盐水泥》的要求。

6.1.1.2 水泥中 C₃A 含量控制在 6% ~ 10% 以内;比表面积应大于 300m²/kg 且不应超过 400m²/kg;宜采用 C₂S 含量相对较高的水泥。

6.1.1.3 宜采用低碱水泥,水泥的碱含量(按 Na₂O 当量计)应低于 0.60%。

6.1.1.4 氯离子含量应低于 0.03%。

6.1.1.5 水泥质量应稳定,实际强度应与其强度等级相匹配。水泥强度标准差控制在 3.0MPa 以内。

6.1.1.6 水泥使用时温度不应大于 60℃,避免使用刚出厂的新鲜水泥。

6.1.2 矿物掺合料

6.1.2.1 机制砂海工混凝土用矿物掺合料应采用组分均匀、各项性能指标稳定的粉煤灰和粒化高炉矿渣粉,不应使用高钙灰和磨细灰。

6.1.2.2 应优先选用 I 级粉煤灰或满足表 11 中技术指标要求的 II 级粉煤灰。

表 11 粉煤灰技术指标要求

序号	项 目	技术指标要求	
		C30 ~ C45	≥C50
1	细度(%)	≤20	≤12
2	需水量比(%)	≤105	≤100
3	烧失量(%)	≤5	≤3
4	含水率(%)	≤1.0	
5	SO ₃ 含量(%)	≤3.0	
6	游离 CaO 含量(%)	≤1.0	
7	安定性(%)	≤5.0	
8	氯离子含量(%)	≤0.02	

6.1.2.3 粒化高炉矿渣粉的等级应不低于 S95 级,其技术指标应符合表 12 的要求。

表 12 粒化高炉矿渣粉技术指标要求

序号	项 目	技术指标要求
1	比表面积(m ² /kg)	400 ~ 450
2	28d 活性指数(%)	≥95
3	流动度比(%)	≥95
4	含水率(%)	≤1.0
5	SO ₃ 含量(%)	≤4.0
6	氯离子含量(%)	≤0.02
7	烧失量(%)	≤3.0

6.1.2.4 为控制机制砂海工混凝土温度裂缝的产生,矿物掺合料使用时温度应不大于 50℃。

6.1.2.5 当使用两种掺合料复合而成的磨细矿物掺合料时,复合掺合料应有合格的产品标准或经过有关部门鉴定的性能检测证明并附有组成成分和使用说明,不宜使用厂商自行复合的矿物掺合料。

6.1.3 粗集料

6.1.3.1 应选用质地坚硬、粒形和级配良好、吸水率低和空隙率小的粗集料;宜采用两级配,公称粒径宜满足 5mm ~ 25mm 的规定,其技术指标应符合表 13 的要求。

表 13 粗集料的技术指标要求

序号	项 目	技术指标要求	
		C30 ~ C45	≥C50
1	筛分	符合 JTG/T F50 的规定	
2	含泥量(%)	≤1.0	≤0.5
3	泥块含量(%)	≤0.5	≤0.25
4	针、片状颗粒含量(%)	≤10	≤7

表 13 粗集料的技术指标要求(续)

序号	项 目	技术指标要求	
		C30 ~ C45	≥C50
5	压碎值指标(%)	≤20	≤18
6	坚固性(%)	≤8	≤5
7	硫化物及硫酸盐含量(按 SO ₃ 质量计,%)	≤0.5	
8	有机物	合格	
9	碱集料反应(规定龄期膨胀率,%)	≤0.10	
10	氯离子含量(%)	≤0.02	
11	吸水率(%)	≤2	
12	表观密度(kg/m ³)	≥2 600	
13	松散堆积密度(kg/m ³)	≥1 450	
14	空隙率(%)	≤45	
15	岩石抗压强度(MPa)	≥80	
注:宜以龄期 3 个月或 6 个月的碱集料反应试验进行控制,按 GB/T 14685《建设用卵石、碎石》规定的方法进行检测。			

- 6.1.3.2 当粗集料含有山皮水锈等风化颗粒时,山皮水锈颗粒含量不得大于 15%(以质量计)。
- 6.1.3.3 机制砂海工混凝土不得使用吸水率高的砂岩和线胀系数大的石英岩。
- 6.1.3.4 大体积机制砂海工混凝土宜选用线膨胀系数小的集料。
- 6.1.4 机制砂
- 6.1.4.1 主体结构 C30 ~ C60 强度等级的机制砂海工混凝土宜采用Ⅱ类砂,C60 等级以上的机制砂海工混凝土宜采用Ⅰ类砂,其他附属及临时结构可使用Ⅲ类砂。
- 6.1.4.2 用于海工混凝土的机制砂母岩的抗压强度宜大于 60MPa。
- 6.1.4.3 用于海工混凝土的机制砂细度模数宜控制在 2.6 ~ 3.2,MB 值宜小于 1.0,石粉含量宜小于 10%。
- 6.1.4.4 在配制大流动机制砂海工混凝土时,在满足 MB≤1.40 时,经试验论证可行的前提下,机制砂海工混凝土中的石粉含量可以适当放宽到 15%。
- 6.1.5 外加剂
- 6.1.5.1 C30 强度等级以上机制砂海工混凝土宜选用与机制砂、胶凝材料适应性好、抗吸附能力强的聚羧酸系高性能减水剂。
- 6.1.5.2 聚羧酸系高性能减水剂的检验及其质量应满足 GB 8077《混凝土外加剂匀质性试验方法》和 GB/T 8076《混凝土外加剂》的要求。其主要技术指标要求见表 14。

表 14 聚羧酸系高性能减水剂主要技术指标要求

序号	项 目	技术指标要求
1	氯离子含量(%)	≤0.02
2	碱含量(%)	≤10

表 14 聚羧酸系高性能减水剂主要技术指标要求(续)

序号	项 目	技术指标要求
3	减水率(%)	≥ 25
4	拌和物含气量(%)	≤ 4
5	坍落度 1h 经时变化量(mm)	≤ 30
6	收缩率比(%)	≤ 110

6.1.5.3 聚羧酸系高性能减水剂使用前应进行与胶凝材料适应性检验,检验方法参照 GB 50119—2013《混凝土外加剂应用技术规范》中附录 A 进行。

6.1.5.4 聚羧酸系高性能减水剂的复配成分应根据环境温度、施工条件、混凝土原材料的变化进行调整,减水剂的最佳掺量应通过试验确定。

6.1.5.5 聚羧酸系高性能减水剂应在混凝土开盘前复验其效果,使用时应符合产品说明及规范关于混凝土配合比、拌制及浇筑等规定。

6.1.5.6 当混合使用高效减水剂、引气剂、缓凝剂、膨胀剂及其他外加剂时,应事先进行相容性试验,经验证满足要求后方可使用。

6.1.6 水

6.1.6.1 机制砂海工混凝土拌和及养护用水应符合 JGJ 63《混凝土用水标准》的规定。

6.2 配合比设计

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 机制砂海工混凝土配合比设计应参照 JTG/T F50《公路桥涵施工技术规范》执行,设计的机制砂海工混凝土应满足设计和施工的混凝土拌和物工作性、凝结时间、容重和硬化混凝土强度、抗裂性及耐久性等性能指标的要求。

6.2.1.2 机制砂海工混凝土配合比应根据机制砂不同于河砂的性能特点,结合原材料的性能及对混凝土结构的技术要求进行计算,并经过试验室试配与调整、现场验证和工艺性试验,满足要求后方可使用。

6.2.2 配合比设计原则

6.2.2.1 采用机制砂配制桩基海工混凝土时,要求混凝土具有良好的流动性、黏聚性,强度有一定富余,宜采取下列措施:

- a) 相对较高的胶凝材料用量;
- b) 适当的石粉含量;
- c) 较大的砂率;
- d) 外加剂中适当引气、增大保坍组分。

6.2.2.2 采用机制砂配制承台海工混凝土时,要求混凝土具有良好的工作性能、抗裂性能及抗渗性能,凝结时间应适当延长,控制混凝土绝热温升,抗压强度不宜富余过大,宜采取下列措施:

- a) 相对较低的胶凝材料用量;
- b) 增加粉煤灰、矿粉及石粉等掺合料的比例;
- c) 降低单方用水量;
- d) 限制早期强度发展,宜按 60d 强度进行评定;