



T/CECS 1×××—202×

中国工程建设标准化协会标准

铁路隧道洞渣机制产品生产场 技术规程

Technical specification for production yard of mechanized
products from railway tunnel slag

（征求意见稿）

中国××出版社

中国工程建设标准化协会标准

铁路隧道洞渣机制产品生产场 技术规程

Technical specification for production yard of mechanized
products from railway tunnel slag

T/CECS 1XXX—202X

主编单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 X 月 X 日

中国××出版社

202× 北 京

前 言

《铁路隧道洞渣机制产品生产场技术规程》（以下简称“规程”）是根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2023〕50 号）的要求进行编制。编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 10 章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、场区规划与布置、生产工艺、生产设备、质量控制、生产场验收、环境保护与水土保持、劳动安全与职业健康等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会铁道分会归口管理，由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所负责具体技术内容的解释。实施过程中，如有意见或建议，请反馈至中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所（地址：北京市海淀区大柳树路 2 号，邮编：100081，邮箱：18811789830@126.com）。

主编单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所

参编单位：川藏铁路技术创新中心有限公司

川藏铁路有限公司

中铁四局集团有限公司

中国铁建重工集团股份有限公司

中铁高新工业股份有限公司

中国铁路经济规划研究院有限公司

中铁二院工程集团有限责任公司

中铁十四局集团有限公司

主要起草人：李化建 黄法礼 易忠来 赵有明 曹义华
章国辉 高 策 姜世霖 王凯林 韩 强
王 振 刘 勇 刘忠磊 杨志强 袁政成

常文江	方 兴	崔国健	范继斌	孙春庆
陈 畅	黄炬斌	胡 博	罗运武	刘同江
杨丙昌	周覃龙	段文军		

主要审查人：

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	4
4 场区规划与布置	5
4.1 一般规定	5
4.2 场址选择	5
4.3 平面规划	5
4.4 功能区布置	6
4.5 水、电系统布置	9
5 生产工艺	11
5.1 一般规定	11
5.2 生产工艺	11
5.3 工艺缓冲	13
6 生产设备	14
6.1 一般规定	14
6.2 生产设备配置	14
6.3 质量监测设备配置	17
6.4 计量设施	18
7 质量控制	20
7.1 一般规定	20
7.2 洞渣母岩质量控制	20
7.3 生产过程质量控制	21
7.4 成品质量控制	22
8 生产场验收	23
8.1 一般规定	23
8.2 验收程序	23
9 环境保护与水土保持	25
9.1 一般规定	25

9.2 环境保护	25
9.3 水土保持	25
10 劳动安全与职业健康	26
10.1 一般规定	26
10.2 劳动安全	26
10.3 职业健康	27
用词说明	30
引用标准名录	31
附：条文说明	33

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	4
4	Site planning and layout	5
4.1	General requirements	5
4.2	Selection of plant location	5
4.3	Space Planning	5
4.4	Functional area layout	6
4.5	Water and electrical systems layout	9
5	Production process	11
5.1	General requirements	11
5.2	Production process	11
5.3	Process buffer	13
6	Production equipment	14
6.1	General requirements	14
6.2	Production equipment configuration	14
6.3	Quality monitoring equipment configuration	17
6.4	Metering facilities	18
7	Quality control	20
7.1	General requirements	20
7.2	Quality control of parent rock from tunnel slag	20
7.3	Quality control during production	21
7.4	Quality control of finished products	22
8	生产场验收	23
8.1	General requirements	23
8.2	Acceptance of production yard	23
9	Environmental protection and water-and-soil conservation	25
9.1	General requirements	25

9.2	Environmental protection	25
9.3	Water-and-soil conservation	25
10	Occupational safety and health	26
10.1	General requirements	26
10.2	Occupational safety	26
10.3	Occupational health	27
	Explanation of wording	30
	List of quoted standards	31
	Addition: Explanation of provisions	33

1 总 则

1.0.1 为缓解山区铁路工程建设面临建筑材料资源短缺与隧道洞渣大量堆存问题，推动铁路隧道洞渣建筑材料资源化高质利用，规范隧道洞渣机制产品生产，保障机制产品质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于铁路建设项目以工程开挖隧道洞渣为母岩，制备机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料、道砟的生产场建设与生产。

1.0.3 铁路隧道洞渣机制产品的生产规划，应结合项目需求、当地同类材料供给情况、洞渣质量和数量等，因地制宜，进行技术经济性分析后确定。

1.0.4 铁路隧道洞渣机制产品的生产应采用现代化管理手段、先进成熟的生产工艺和信息化监测技术，提高专业化、工厂化、机械化和信息化水平。

1.0.5 铁路隧道洞渣机制产品生产应建立健全安全生产管理体系及应急预案，严格执行安全操作规程，保障生产人员的职业健康。

1.0.6 铁路隧道洞渣机制产品生产场除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 隧道洞渣 tunnel slag

隧道开挖过程中产生的弃渣。

2.0.2 机制砂 manufactured sand

以合格的隧道洞渣为原料，经除土处理，由机械破碎、筛分、整形、粉控制成的，粒径小于 4.75 mm 且粒形和级配满足要求的颗粒。

2.0.3 岩石基矿物掺合料 stone based mineral admixture

以合格的隧道洞渣母岩经破碎磨细或隧道洞渣母岩生产机制骨料过程中产生的石粉为原料，通过活化或表面改性处理制备的性能满足规定的粉体材料。

2.0.4 洞渣机制产品生产场 production yard of mechanized products from tunnel slag

在铁路工程沿线设置的，以隧道洞渣为主要原料，专门为铁路工程生产机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料、道砟中的一种或多种产品的固定场所，属于铁路大型临时工程。

2.0.5 超前地质预报 advanced geological prediction

隧道施工期间，采用物探、钻探等手段，对隧道开挖面前方的地质条件进行探测、分析与评价的活动。

2.0.6 生产性试验 preproduction test

正式投产前，为确定给料量、给料粒度，优化设备及工艺参数，验证产能，保证产品质量所开展的试验。

2.0.7 软化系数 softening coefficient

隧道洞渣饱和状态下抗压强度与其烘干状态下抗压强度的比值。

2.0.8 石粉含量 fine content

机制砂中粒径小于 75 μm 的颗粒含量。

2.0.9 亚甲蓝（MB）值 methylene blue value

判定机制砂吸附性能的指标。

2.0.10 圆形度 circularity

与颗粒投影面积相等的圆的周长与颗粒投影的周长之比。

2.0.11 长径比 ratio of length to diameter

颗粒投影最小外接矩形的长与最小外接矩形的宽之比。

2.0.12 流动度比 fluidity ratio

试验胶砂与基准胶砂在相同水胶比和胶砂比下砂浆流动度的比值。

2.0.13 活性指数 activity index

试验胶砂与基准胶砂在相同水胶比和胶砂比下规定龄期的抗压强度之比。

2.0.14 机制砂离析 segregation of manufactured sand

机制砂在堆放、运输、仓储中出现分离后积聚，致使不同粒径颗粒分布显著不均匀的现象。

3 基本规定

3.0.1 铁路隧道洞渣机制产品生产场的规模和产品类型，应根据工程需求、可利用隧道洞渣供给情况和建场条件等综合确定。

3.0.2 铁路隧道洞渣机制产品生产场选址应进行安全风险评估。

3.0.3 隧道洞渣应符合机制产品质量要求，性能稳定，且能够成区段成规模。

3.0.4 隧道开挖过程中，应结合掌子面前方超前地质预报资料及钻孔芯样的检验情况，初步判断该隧道区段洞渣能否用于生产机制产品。当判定隧道洞渣质量不满足生产机制产品要求时，应在距离该断面至少一个开挖循环处停止使用洞渣生产机制产品。

3.0.5 隧道洞渣机制产品生产场的建设与生产应统筹考虑铁路建设项目不同阶段对各类机制产品的用量需求，生产工艺应能根据需求变化进行调整或改造。

3.0.6 隧道洞渣机制产品生产场宜采用砂石联产工艺，岩石基矿物掺合料生产工艺流程宜与砂石生产工艺流程相对独立设置。

3.0.7 洞渣母岩的选用，宜施行建设、设计、监理、施工四方签认和洞内装车分选制度，坚持先检验后加工原则。

3.0.8 混杂膨胀岩、盐岩、煤层、石膏层等特殊岩层的隧道区段洞渣不得用于生产机制产品。

3.0.9 采用 TBM 法施工产生的隧道洞渣可用于生产机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料，不宜用于生产道砟。

3.0.10 洞渣机制生产设备选型与配置应充分考虑母岩特性、产品类型、生产规模及所在地环境等因素，选择技术先进、性能优良、生产质量稳定、服务保障有力的品牌设备，并根据各设备之间的效能状况，统筹协调，做到负荷匹配合理、产品质量达标、加工效率优良。

3.0.11 铁路隧道洞渣机制产品生产场应根据需要，配置场长、技术负责人、安全员、材料员、信息化管理员、试验员、生产作业人员等岗位人员，明确各岗位职责要求。监理单位宜派驻专业监理工程师。

3.0.12 机制产品生产过程中应重视职业健康和劳动卫生保护，减少粉尘、噪音等对作业人员的危害。场区的安全设施、职业病防护设施、环保设施应与生产场主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，并结合实际情况制定应急预案。

4 场区规划与布置

4.1 一般规定

4.1.1 生产场选址应综合考虑生产、运输、安全、环水保、成本等条件，合理确定场区的规划及位置。

4.1.2 生产场选址时，应充分考虑滑坡、坍塌、泥石流等地质灾害的影响。

4.1.3 生产场喂料区、加工区、试验检测区、计量区等生产区域及设备关键部位应设置视频监控系统。

4.1.4 生产场内主干道路应将原料存储区、选料区、加工区、成品存放区等功能区贯通，其布设宽度、曲线半径应满足成品运输、生产设备运输、设备维护和消防等通行需求。场地和场内行车道路应满足重载车辆通行要求。

4.2 场址选择

4.2.1 生产场宜靠近料源，宜利用荒地、山坡地或弃渣场，不占或少占农田和林地，并靠近既有交通线路、水源和输电网络。

4.2.2 生产场的选址和建设应避开易发地质灾害、水害及其它灾害位置，且应远离居民区，场地位置应设置于方便生产和运输的区域。临近居民区生产场施工产生的噪声不能大于现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523的规定。

4.2.3 生产场场地应地基稳固、场地平整、排水系统良好，临近山坡且有可能被山洪侵袭时应设置防洪堤或防洪截水沟等设施。

4.2.4 生产场的选址应避开水源保护区，自然保护区，不应影响文物和文化遗产的保护与恢复。

4.2.5 生产场的选址与布局应与施工组织设计的总体规划协调一致。

4.2.6 生产场的建设数量和选址应根据现场工程量确定，厂地内产品料仓、储罐数量、大小应根据产量设置。

4.3 平面规划

4.3.1 生产场平面规划应在充分调查工程所在地自然环境、地形地貌、地质状况、

既有道路利用条件的基础上，根据机制产品产量、生产线数量、生产设备特点等制定，并满足工厂化、信息化和智能化的管理要求。

4.3.2 平面规划主要包括建场规模、平面布置、用地规划、生产设备布置、功能区划分、道路规划、地面硬化区域、规划用电设计、给排水设计、厂房及雨棚设计等，且应符合下列规定：

1 平面规划应遵循永临结合、少占土地、节约成本的原则，统筹规划，降低建场费用。

2 场区分期建设或涉及后期改造时，应统一规划、分期实施。

3 场区硬化区域和面积应综合考虑生产和生态恢复的需要，做到经济适用。

4 平面规划应考虑母岩和成品的运距，避免长距离运输；具备条件的情况下，应使用皮带运输，减少车辆转运。

5 平面规划应保证各流水线作业互不干扰，并应充分考虑场区的水、电、路的综合安排，满足职业健康、安全、环保、消防、防爆，防自然灾害等要求。

6 场区布置应根据其地形地质条件，选择经济合理的布置方案，合理确定场区辅助生产和生活设施的规模，并应做到生产流程简捷流畅、布置紧凑合理、道路连接平顺。

7 选料区、加工区宜靠近来料方向，产品存放区宜方便装卸与运输，沉淀池宜远离生产车间。

8 试验检测区应远离生产车间，并满足试验检测环境需要。

4.3.3 生产场应采用分区管理，按原料存储区、选料区（分拣区、冲洗区、母岩存放区）、加工区、中控室、成品存放区、试验检测区、计量区、废弃物处置区、检修通道和运输通道进行统一规划设置。

4.3.4 生产场应设置车辆冲洗区，冲洗区设置排水沟，排水沟与排水系统连通。

4.3.5 生产场的安全、防火、防尘、卫生、噪音、通风、采光等应符合国家相关规定。

4.4 功能区布置

4.4.1 原料存储区应符合下列规定：

1 原料存储区大小设计应满足每日生产最大需求量的 1.25 倍。

2 存储区场房应采用装配式钢结构或钢筋混凝土结构封闭，钢结构基础宜采用条形基础+独立承台，地面宜采用 20cm 厚的 C30 混凝土硬化。

4.4.2 选料区应符合下列规定：

- 1 选料区应设置分拣区、冲洗区和母岩存放区。
- 2 选料区有效面积不宜小于 1 个批次母岩验收存放所需面积。
- 3 选料区内场地应平整,并进行必要硬化；选料区及母岩冲洗区四周应设有排水设施，并汇入沉淀池，工作区域内不得积水。
- 4 多雨地区宜搭设防雨晾干大棚。

4.4.3 加工区应符合下列规定：

1 加工区场地布置应符合平面规划的总体布置、生产设备布置及标准化作业规定，对加工区场区应进行地面硬化，地面硬化时应设置坡度，并与排水系统相连。

2 加工区生产车间应为钢结构或钢筋混凝土结构封闭生产车间，车间设计应考虑当地极端天气情况,对加工设备、输送带应进行封闭,避免对周围环境造成污染，并应配置收尘系统,做到清洁生产、文明作业和工厂化作业；加工区车间内应满足车间内设备检修起吊要求。

3 加工生产线的连接、加工区内总体布置及生产设备配置应遵循安全、简捷、顺畅的设计原则，生产线的布置应合理利用地形布置，可利用溜槽或传送装置实现分离加工产线的连贯统一，简化物料运输环节,避免物料上行输送。

4 加工区占地面积及布置应根据生产设备外形参数确定，应充分考虑设备更换、生产扩能改造的需要；生产设备基础的设置及相应的预埋件应在施工前由设备厂家进行现场确定；为减少各生产设备运行过程中的相互振动干扰，各生产设备的基础宜单独设置。

5 加工生产线中宜配备机制产品在线检测装置。

6 根据生产需要，可设置半成品区,其容积宜按高峰时段 3d~5d 的需求量确定。

7 场地布置应考虑降尘用水及生产用水的供水管网布置。

8 铁路隧道洞渣用于生产道砟时，需要预留水洗系统及多级沉淀区域，实现废水循环利用。

4.4.4 中控室应符合下列规定：

1 中控室应接入关键生产区的视频监控，并具备警示报警、一键终止的功能。中控室宜综合考虑控制室安装机柜和操作台的空间、系统工作环境、防静电、系统接地、避雷等方面的功能。

2 中控室设计应保证良好的通风和照明效果，保证系统工作环境温度保持在合适的范围内。

3 中控室应符合现行国家标准《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 等相关标准规定：高低压室应分开，大型及以上规模机制砂场，中控室和电力柜应分开；高压控制应符合现行国家标准《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060 等相关标准规定。

4 中控室及其电缆应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 等相关标准规定，高低压线缆分开放置，控制线缆和电力输送线缆应分开放置。

5 中控控制区域应放置明显标识。

4.4.5 成品存放区应符合下列规定：

1 成品存放区应进行封闭，料仓净空高度不应低于 7.5m。棚架结构应进行专项设计，满足极端雨、风、雪等相关承载力和防倾覆要求。

2 成品存放区应设置待检仓和合格仓。料仓间应修筑墙体隔开，地面混凝土硬化厚度不宜小于 25cm。料仓上下部应各留出 10cm 标高线，骨料堆码、铲装应控制在标高线内。

3 成品存放区容积应按高峰时段 3d~7d 的需求量确定，待检料仓容量应满足每班次连续生产的需要。

4 成品存放区料仓内不应积水，存放区地面应设置不小于 2%的排水坡，并设置相应的排水沟汇入排水系统。

5 铁路隧道洞渣用于生产道砟时，宜修建跨线漏斗仓，存放道砟；大量贮存道砟产品时，应采用移动式皮带运输机或移动卸料方式分层堆放；当采用装载机进行堆放作业时，也应采取分层堆放；当采用固定式皮带输送机定点卸砟堆放时，其堆放高度不应超过 4m。

6 岩石基矿物掺合料宜罐装分类存放，存放区应干燥并采取防潮措施。

4.4.6 试验检测区应单独设立，检测区面积不应小于 20m²，并应配置必要的检测设备和化学药品。

4.4.7 计量区宜设置在宽敞稳固的区域内，不应与生产相互干扰。计量区内应设置地磅和计量室，地磅宜与地面齐平。

4.4.8 废弃物处置区应符合下列规定：

1 废弃物处置区的选址应按铁路弃土（渣）场的原则进行选取，并应少占压土地，少损坏水土保持设施，减少对周边环境的影响。

2 废弃物处置区应综合考虑容量、占地类型与面积、废弃物运距与道路建设、废弃物组成及排放方式、防护整治工程量及废弃物处置区后期利用等情况选定。

3 废弃物处置区不应影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要设施的安全。

4.5 水、电系统布置

4.5.1 给水系统应符合下列规定：

1 生产场供水量应满足场内生产用水、生活用水及其他用水量的总和，水质应满足现行国家标准要求，水源地和输水管线应纳入给水系统范围。

2 当选用地表水为给水水源时，其枯水流量保证率应满足生产需求；当采用地下水为给水水源时，应取得合法的取水手续，并采用调蓄措施进行水量储备，其蓄水量不应低于机制产品生产场的最高日用水量。

3 未经处理的工业用水、污水、海水和盐湖水不得作为生产用水，生产用水性能应满足表 4.5.1 的要求。

表 4.5.1 生产用水性能要求

序号	项目	技术要求
1	pH 值	>6.5
2	不溶物含量	<5000mg/L
3	可溶物含量	<10000mg/L
4	氯化物含量（以 Cl ⁻ 计）	<500mg/L
5	硫酸盐含量（以 SO ₄ ²⁻ 计）	<2700mg/L
6	碱含量	<1500mg/L

4 场内用水应采用管道输送，宜沿道路和通道基础铺设。

5 给水管路应定期检查，确保畅通，并应实时掌握给水量。

4.5.2 排水排污系统应符合下列规定：

1 排水系统应与总体规划一致，应考虑排水范围、排水量、排水体系布局排污地点和污水处理措施、排水系统的建设规模和用地等；排水系统应与给水系统、道路交通以及其他专业规划相协调。

2 当生产场污水处理设施或污水排出口设在机制砂场规划范围以外时，应将污水处理设施或污水排出口及其连接的排水管渠纳入排水系统规划范围。

3 雨水系统宜充分利用周边的洼地和池塘调节雨水径流，必要时可建人工调节池。排水管渠应以重力自流为主，宜顺坡敷设，机制砂场汇水自流排放困难的地区，可采用雨水泵站的方式排放雨水。

4 污水排放应满足环保要求，分级沉淀后再排放；雨水排放时，应设有缓存区域,防止对下游用户产生不良影响。

5 对排水渠和排水管路应定期检查，特别是弯道、汇水位置，确保其畅通。

4.5.3 电力系统应符合下列规定：

1 生产场内电力系统应进行专项设计。

2 生产用电力供电应按三级负荷考虑，对于其中一些特别重要的负荷，应专门设置备用电源。

3 电力供应宜以地方电力为主，自配发电机为辅。

4 生产场变压器及发电机功率应根据工艺的需求计算后配置，应大于所有设备功率总和，并考虑适量的富余系数。

5 生产场应设置满足生产安全要求的照明设施，电气安全设计应符合国家相关标准的规定应设置废水废油、生活污水净化设施。

5 生产工艺

5.1 一般规定

5.1.1 生产工艺设计应满足机制产品生产能力和品质的要求,并应考虑工艺的先进性、经济性和成熟性。

5.1.2 生产工艺设计应遵循简洁、节能、减排的原则,应考虑洞渣性质、试验数据、生产规模、产品要求等因素,并应经多方案综合比较,择优确定。

5.1.3 机制产品生产线宜采用砂石联产工艺,充分利用洞渣资源。当洞渣特性或混凝土对碎石、机制砂等的要求变化时,砂石联产工艺应能根据需求进行快速调整。

5.1.4 生产场宜优先采用干法制砂工艺。因洞渣母岩洁净度、含水率等原因,干法制砂工艺成品含泥、含粉等无法满足要求时,也可采用湿法制砂工艺。在多雨地区或水源较为充足地区,可采用湿法制砂工艺。

5.1.5 机制产品生产工艺设计应遵循多筛少破、多破少磨的基本原则。

5.1.6 生产工艺设计和设备选型应根据工艺性试验进行。生产线建成后,应进行生产性试验,以确定最终工艺参数。

5.1.7 机制产品生产工艺设计应符合现行行业标准《砂石行业绿色矿山建设规范》DZ/T 0316、现行团体标准《砂石骨料绿色生产与运输评价标准》T/CBMF 39 和现行国家标准《选矿安全规程》GB 18152 的有关规定。

5.2 生产工艺

5.2.1 根据洞渣特性及成品要求,难碎性洞渣岩石或中等可碎性洞渣岩石宜采用三段破碎(粗、中、细碎)闭路筛分加整形制砂的工艺流程;易碎性洞渣岩石宜采用两段破碎(粗、细碎)闭路筛分加整形制砂的工艺流程;对产量不大于 200t/h 的机制产品生产线,也可采用两段破碎(粗、细碎)闭路筛分加整形制砂的工艺流程;对洞渣岩石粒度较小的机制产品生产线,可根据实际情况取消粗碎或中碎环节。

5.2.2 难碎性洞渣岩石或中等可碎性洞渣岩石,粗碎设备宜选用颚式破碎机,中、细碎设备宜选用圆锥式破碎机;易碎性母岩,粗碎设备宜选用颚式破碎机或反击

式破碎机，中、细碎设备宜选用反击式破碎机；整形制砂设备宜选用石打石立轴式冲击破碎机。

5.2.3 干法制砂工艺应符合下列规定：

- 1 应设置多级除尘系统，必要时可增设辅助降尘措施。
- 2 机制砂成品的石粉含量可通过风力选粉机配合除尘系统进行调节；当选用风力选粉机和除尘系统时，应在原料仓及机制砂生产线沿线设置防雨设施，洞渣母岩含水率应小于 2%。
- 3 机制砂应在进入成品仓前采用机械拌湿设备加湿，以防止离析；在砂石成品输送皮带出口应适量喷水降尘以保证机制砂的生产环境质量。

5.2.4 湿法制砂工艺应符合下列规定：

- 1 应设置污水处理系统，满足水的循环利用需求。
- 2 宜通过洗砂机、细砂回收装置等单独或配合使用，调节机制砂的级配、细度模数和石粉含量。
- 3 应合理控制成品砂的含水率。

5.2.5 成品筛分环节宜设置物料循环破碎回路，便于调整各类成品返料量，以满足产物比例调节需求。

5.2.6 TBM 隧道洞渣作为原料的生产工艺，不宜输出铁路碎石道砟等粒度较大的产品。

5.2.7 生产工艺设计时应统筹考虑铁路碎石道砟生产需求，具备通过工艺调整或改造满足铁路碎石道砟生产需求，道砟成品应在水洗后输出。

5.2.8 铁路碎石道砟宜采用颚细筛回式工艺，成品应从中、细碎环节筛出，不宜从粗碎环节筛出；铁路碎石道砟生产工艺的环节中、细碎宜选用多缸液压圆锥式破碎机。

5.2.9 机制产品生产线采用全制砂工艺时，不宜采用单粒级配碎石投料，宜采用碎石、石屑复合投料或级配碎石投料；机制砂制备应采用经过加工的碎石，不宜采用毛料直接制备机制砂，入料粒径应符合制砂机破碎比的要求，入料前应将碎石中的石粉筛除。

5.2.10 岩石基矿物掺合料生产工艺宜采用闭路设计，至少应包含原料存储、给料输送、磨粉加工、风力分级、粉尘收集和成品储存等环节，其中风力分级可根

据成品需求设置一级或多级，烘干环节根据实际情况和需求设置。

5.2.11 需表面改性处理的岩石基矿物掺合料应在粉磨至规定细度后进行，表面改性处理工艺应根据改性方法确定。

5.2.12 岩石基矿物掺合料生产工艺流程宜与砂石生产工艺流程相对独立设置，两者不宜具有强关联性。

5.2.13 隧道洞渣含泥（土）量较高时，应采取除泥（土）工艺；除泥工艺可根据洞渣岩石情况和成品要求，设置于粗碎环节之前或之后，除泥对象可为全部原料、棒条式给料机筛出的部分物料，也可为粗碎产出的物料。

5.2.14 为提升机制产品生产线成砂率、优化机制砂级配和细度模数，整形制砂环节可增设辅助制砂环节，对小粒径碎石或粗砂进行二次破碎，辅助制砂设备可选用高速石打铁立轴式冲击破碎机或对辊制砂机。

5.3 工艺缓冲

5.3.1 生产系统应设置受料仓，其活容积应根据系统生产能力和给料能力确定，且不应小于原料运输车 2 车容量。

5.3.2 粗碎环节之后，中、细碎环节之前应设置原料调节仓，其活容积不宜小于破碎机 0.5h 处理量，条件有限时可放宽要求。

5.3.3 采用全制砂工艺时，制砂环节应设置原料调节仓，其活容积不宜小于制砂机 2h 处理量，条件有限时可放宽要求。

5.3.4 圆锥式破碎机、立轴式冲击破碎机均应设置缓存料仓，并配置均匀给料装置，以保障破碎设备入料均匀稳定，缓存料仓活容积不宜小于破碎设备 10min 的处理量，条件有限时可放宽要求。

6 生产设备

6.1 一般规定

6.1.1 洞渣机制产品生产设备选型与配置应充分考虑母岩的加工特性、成品质量要求、设计处理能力、洞渣加工场所地环境等因素，设备规格型号及数量应满足产品的质量和产量要求。同一作业设备的类型和规格宜统一。

6.1.2 洞渣机制产品生产上、下道工序所选用的设备负荷应均衡，设备工作时间有效负荷率宜为 75%-90%。

6.1.3 含泥量较高的洞渣母岩在粗碎作业前应设置预筛分环节。

6.1.4 粗碎设备给矿应设置原矿受矿仓，受矿仓的容积和形状应根据原矿运输条件、给矿设备条件及粗碎车间地形确定。

6.1.5 洞渣机制产品生产过程中应加强设备维护，及时换易损部件。

6.1.6 洞渣机制产品生产设备宜具备生产参数调整功能，能调整机制砂和各类级配碎石质量功能，能调整机制砂和各类级配碎石、道砟、石粉等机制产品比例功能。根据质量监测设备和洞渣计量设备、成品计量设备的反馈信号动态调整生产参数，控制产品质量和数量。洞渣机制产品生产设备配置道砟生产模块和石粉生产模块应根据项目实际需求情况决定。

6.1.7 洞渣机制产品生产设备应宜方便设备维护和卫生清理。

6.1.8 洞渣机制产品生产设备应具备声光报警功能和设备故障提醒功能。

6.1.9 给料设备的安全要求应符合现行国家标准《矿用给料设备 安全要求》GB 25519 的有关规定，破碎设备的安全要求应符合现行国家标准《破碎设备 安全要求》GB 18452 的有关规定，筛分设备的安全要求应符合现行国家标准《矿用筛分设备 安全要求》GB 25521 的有关规定，带式输送机的安全要求应符合现行国家标准《带式输送机 安全规范》GB 14784 的有关规定，粉磨设备的安全要求应符合现行国家标准《矿物粉磨和超微粉碎设备 安全要求》GB 25520 的有关规定。

6.1.10 在系统明显部位应有安全警示标识，旋转、传动部位应有安全防护装置。

6.2 生产设备配置

6.2.1 给料设备应符合下列规定：

1 给料设备宜采用具有变频调速功能的棒条振动给料机、振动给料机或其他给料设备。

2 棒条喂料机的进料粒径不应大于 1500mm，中转仓振动给料机的最大给料粒径不应大于 400mm。

3 半成品和成品堆场下部或仓体下部，宜采用振动给料机或带式输送机给料。

6.2.2 破碎设备应符合下列规定：

1 破碎设备类型和数量应根据母岩特性、所需处理能力、被破碎物料的最大粒径、砂的级配要求等确定。

2 粗碎设备可选择颚式破碎机、旋回破碎机或反击式破碎机，颚式破碎机的进料粒径不应大于 1000mm；旋回破碎机的进料粒径不应大于 1200mm，出料粒径不应大于 300mm；反击式破碎机的进料粒径不应大于 1300mm，出料粒径不应大于 300mm。

3 中碎和细碎设备可选择圆锥式破碎机和反击式破碎机，中碎时最大出料粒径不应大于 100mm，细碎时最大出料粒径不应大于 40mm。

4 当采用石灰岩、白云岩等莫氏硬度不大于 5 级的软岩生产机制产品时，破碎设备宜选择颚式破碎机、反击式破碎机与立轴冲击式破碎机相组合的配置方式；当采用花岗岩、玄武岩等莫氏硬度大于 5 级以上的硬岩产机制产品时，破碎设备宜选择颚式破碎机或旋回破碎机、圆锥破碎机与立轴冲击式破碎机相组合的配置方式。

5 给料量、给料粒度应保持连续和稳定，并根据工艺性生产试验或室内试验结果确定，且最大入料粒度不应大于设备入料口尺寸的 0.85 倍。

6 破碎设备前的进料带式输送机上应设置金属分离装置。

7 破碎设备润滑系统或润滑站宜设置集中润滑装置。

6.2.3 筛分设备应符合下列规定：

1 筛分设备的类型应与分料所需处理能力、筛分效率、使用工况及设备的配置要求相适应。

2 筛分设备的处理能力计算应考虑给料量的波动，多层筛的处理能力应按

控制筛层计算，并校核筛分设备出料端的料层厚度。

3 筛分设备宜采用圆振动筛或直线振动筛。

4 筛孔尺寸应满足产品粒级的要求，筛分设备应满足生产能力的要求。

6.2.4 整形制砂设备应符合下列规定：

1 整形制砂设备的类型和数量应根据母岩特性、所需处理能力、成品砂细度模数和级配、石粉含量等确定。

2 受场地或母岩储量所限，采用移动式整形制砂设备时，设备参数应符合要求。

3 整形制砂设备宜选用具有石打石和石打铁功能的立轴冲击式破碎机。立轴冲击式破碎机应采用脂润滑或稀油润滑系统。

4 单独制砂设备宜选用立轴冲击式破碎机、棒磨机、对辊机等制砂设备。

6.2.5 输送设备应符合下列规定：

1 带式输送机的输送能力应满足洞渣机制产品生产系统不同运行工况的需要，并考虑物料流量的波动。

2 带式输送机输送砂石料时，其向上倾角不宜超过 16° ，向下倾角不宜超过 12° 。当布置区域地形条件有限，所需向上倾角大于 16° 时，可选用大倾角挡边带式输送机或花纹胶带。

3 带式输送机输送经水洗设备脱水后的成品机制砂时，选用输送带宽度应比计算值提高一级，且输送带宽度不宜小于 650 mm，向上倾角宜小于 12° 。

4 斗式提升机输送物料最大粒度不宜大于 31.5mm，输送物料含水率应小于 2%；斗式提升机 90° 垂直输送，输送高度不宜高于 35 m。

5 成品机制砂输送机末端应设置防离析管、加湿机等防离析装置。

6.2.6 除尘设备应符合下列规定：

1 洞渣机制产品生产过程应满足现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 等环保要求，最高粉尘排放量不应高于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2 洞渣机制产品生产宜进行多点分布式收尘和抑尘，宜采用布袋式除尘器、雾化喷淋等设备进行除尘和抑尘。

6.2.7 水洗设备应符合下列规定：

1 砂石清洗设备的类型与数量应根据机制砂原料的含泥量、可洗性、所需

处理能力及被清洗砂石的最大粒径确定。

2 采用湿法生产时，水洗系统应包含水洗设备、细砂回收装置及污水处理设备。

6.2.8 道砟生产设备应符合下列规定：

1 道砟生产设备应具有道砟的针状指数、片状指数控制措施和工艺。

2 道砟生产设备应具有中风化颗粒和其它杂石含量控制措施和工艺。

3 道砟生产设备应具有道砟产品水洗控制措施，道砟颗粒表面洁净度应能调节控制。

4 未经水洗的一级道砟中粒径 0.1mm 以下粉末的含量应有控制措施和工艺。

6.2.9 岩石基矿物掺合料生产设备应符合下列规定：

1 岩石基矿物掺合料生产设备需与原料特性（硬度、湿度等）及目标产品细度精准匹配，确保高效破碎、磨粉及分级，避免能耗浪费或产品不合格。

2 岩石基矿物掺合料生产设备应配备高效除尘系统控制粉尘排放，集成隔音、减震设计降低噪声，符合职业健康及环保法规要求。

3 岩石基矿物掺合料生产设备应通过 PLC 控制系统实现参数实时调节（如进料速度、磨机压力），并能实现石粉质量闭环生产质量控制，保障生产连续性 & 产品质量稳定性。

4 粉磨设备配置应结合易磨性试验确定，试验方法应符合现行国家标准《球磨粉磨系统 矿物物料易磨性试验方法》GB/T 38064 或现行行业标准《立磨粉磨系统原料易磨性试验方法》JB/T 6117 的规定。

6.2.10 智能化控制系统应符合下列规定：

1 洞渣机制产品生产线智能化控制系统应具备一键启停功能。

2 洞渣机制产品生产线智能化控制系统应具备设备运行状态监测功能。

3 洞渣机制产品生产线智能化控制系统宜具备生产参数自动调节功能。

4 洞渣机制产品生产线智能化控制系统宜具备易损件寿命在线监测功能，并能实现报警提醒功能。

6.3 质量监测设备配置

6.3.1 洞渣机制产品生产场宜安装生产质量监测信息化设备,监测洞渣机制产品生产过程中的质量稳定性。

6.3.2 生产质量监测信息化设备的实时监测参数应符合下列规定:

1 道砟生产质量在线监测模块实时监测参数应包括粒径级配、超逊径比例、圆形度、长径比等。

2 碎石生产质量在线监测模块实时监测参数应包括颗粒级配、超逊径比例、圆形度、长径比等。

3 机制砂生产质量在线监测模块实时监测参数应包括颗粒级配、细度模数、石粉含量、圆形度、长径比等。

4 岩石基矿物掺合料生产质量在线监测模块实时监测参数应包括粒度分布、比表面积、D50 特征参数等。

5 隧道洞渣母岩宜采用化学成分在线监测模块实时监测参数应包括主要元素含量、硫化物含量、氯化物含量、云母含量等。

6.3.3 生产质量监测信息化设备的单次测量时间应不大于 30min。

6.3.4 生产质量监测信息化设备应能对监测参数的超标情况及时发出报警提示。

6.3.5 生产质量监测信息化设备的重复性应符合下列规定:

1 道砟生产质量在线监测模块对同一样品重复测试不少于 6 次时, 40~50 mm 颗粒含量的重复性限值应不大于 2%。

2 碎石生产质量在线监测模块对同一样品重复测试不少于 6 次时, 5~10 mm 颗粒含量的重复性限值应不大于 2%。

3 机制砂生产质量在线监测模块对同一样品重复测试不少于 6 次时, 细度模数的重复性限值应不大于 0.1。

4 岩石基矿物掺合料生产质量在线监测模块对同一样品重复测试不少于 6 次时, D50 的重复性限值应不大于 5 μm 。

5 隧道洞渣母岩宜采用化学成分在线监测模块对同一样品重复测试不少于 6 次时, SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 含量的重复性限值均应不大于 1.5%。

6.4 计量设施

6.4.1 洞渣母岩计量设施宜采用电子汽车衡,且应符合现行行业标准《电子汽车

衡（衡器载荷测量仪法）检定规程》JJG 1118 的有关规定。

6.4.2 电子汽车衡应具备与外部设备和用户界面的接口装置，满足人机信息交换需要。

6.4.3 成品计量设施宜采用连续累计自动衡器（皮带秤），且应符合现行国家标准《连续累计自动衡器（皮带秤）》GB/T 7721 的有关规定。

6.4.4 皮带秤应具备与外部设备和用户界面的接口装置，满足用于人机信息交换需要。

7 质量控制

7.1 一般规定

7.1.1 洞渣机制产品生产场应建立生产质量管理体系,保证隧道洞渣机制产品生产正常运行和成品质量。

7.1.2 当隧道洞渣岩性发生变化或颜色与上一断面发生明显变化时,应对洞渣性能进行型式检验,监理单位应进行见证检验。

7.1.3 机制产品生产前应对隧道洞渣母岩质量进行检查,按批次检验合格后方可用于生产。

7.1.4 连续生产的隧道洞渣机制产品应质量稳定,生产过程中应对机制产品质量稳定性进行在线监测。

7.2 洞渣母岩质量控制

7.2.1 机制产品生产用隧道洞渣应优选质地坚硬、吸水率低、洁净的岩石。

7.2.2 机制产品生产用隧道洞渣的放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 对建筑主体材料的规定。

7.2.3 用于生产机制砂、碎石的隧道洞渣抗压强度应符合设计要求。当设计无要求时,洞渣母岩抗压强度与混凝土强度等级之比不应小于 1.5。

7.2.4 用于生产岩石基矿物掺合料的隧道洞渣抗压强度应符合设计要求,且不应小于 45MPa。

7.2.5 用于生产机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料的隧道洞渣的有害物质含量应满足相关要求,当含有颗粒状硫酸盐、硫化物杂质或黄铁矿时,应进行专门试验研究,确认满足混凝土耐久性要求后,方可使用。

7.2.6 用于生产机制砂、碎石的隧道洞渣的块体干密度、吸水率、软化系数、坚固性、抗冻性、碱—硅酸反应活性应满足相关要求,不应采用具有碱—碳酸盐反应活性的洞渣母岩。

7.2.7 用于生产道砟的隧道洞渣材质指标应符合现行行业标准《铁路碎石道砟》TB/T 2140 的相关规定。

7.2.8 多种洞渣机制产品联合生产时,应采用能同时满足所有产品对隧道洞渣性

能要求的岩石投入生产。

7.2.9 表面附着泥土的洞渣母岩，应在母岩冲洗区进行冲洗，冲洗后置于母岩合格区进行晾晒，并应注意冲洗过程对母岩的二次污染。

7.3 生产过程质量控制

7.3.1 选料过程质量控制应符合下列规定：

- 1 应在洞内或弃渣场进行分拣，挑选出材质均匀、质地坚硬无风化的岩石。
- 2 生产前应先对隧道洞渣进行筛分、除土和除杂，最小边长不宜小于 10 cm。

7.3.2 破碎过程质量控制应符合下列规定：

- 1 洞渣母岩破碎前应通过调整棒条喂料机或振动给料机的筛条间距及条形筛长度清除细小颗粒。
- 2 每班作业应及时清理喂料机或给料机的条形筛，每次开机前应检验喂料机或给料机的工程状态。
- 3 喂料量应根据设备性能与母岩性能通过试生产确定。

7.3.3 筛分过程质量控制应符合下列规定：

- 1 每作业班应至少检查 1 次筛网孔径、除尘设备风压等运行情况，并加强维护，及时更换易磨损部件。
- 2 每作业班应至少检查 1 次筛网孔径、除尘设备风压等运行情况，并加强维护，及时更换易磨损部件。筛面倾角和筛孔尺寸应根据机制产品级配要求通过试生产确定。

7.3.4 粉磨过程质量控制应符合下列规定：

- 1 每作业班应至少检查 1 次除尘器、空压机等关键设备的运行情况，并加强设备日常维护保养，及时清理积灰、更换磨损部件，确保设备处于良好工况。
- 2 应实时监控并记录粉磨系统主要运行参数，特别是进料速率和选粉机功率。操作人员需密切观察物料流动状态、设备负荷情况以及成品细度。根据监控和观察结果，结合目标产品细度要求，及时调整进料速率、选粉机转速（功率）、系统风量等关键参数，以优化粉磨效率并确保成品质量稳定。
- 3 粉磨过程中应监测岩石基矿物掺合料粒度分布、比表面积、D50 特征参数等。

7.3.5 机制砂防离析控制应符合下列规定：

- 1** 机制砂运输皮带不宜过长，输送机出料端口与料堆高度差不宜超过 3m，并设置防离析装置。
- 2** 成品料堆总高度不宜超过 5m。
- 3** 干法制砂入库输送皮带上宜加设微型喷水装置并适量喷水。

7.3.6 生产过程中机制产品生产质量监测信息化系统阈值报警时，应立即查明问题，报警解除后方可恢复正常生产。

7.4 成品质量控制

7.4.1 铁路隧道洞渣机制产品应进行生产过程检验、出场检验和型式检验，检验项目和频次应满足相关标准要求。

7.4.2 铁路隧道洞渣机制产品出场时应附有出场检验合格证。

7.4.3 洞渣机制产品存放应符合下列规定：

- 1** 料堆之间应设置隔墙，不同类型及规格的机制产品间分类堆放，料堆之间应设置隔墙。
- 2** 成品存放区应设专人每日班前对料仓散乱骨料进行清理，保持料仓清洁。
- 3** 不同类型及规格的机制产品料堆应设置标识牌。
- 4** 岩石基矿物掺合料贮存时应注意防潮和混入杂物，同时应防止污染环境。

7.4.4 洞渣机制产品运输应符合下列规定：

- 1** 洞渣机制产品出场运输时应实时跟踪运输过程。
- 2** 装车时应采用定点集中装车法，装车前应将车辆厢体清扫、冲洗干净，装车高度不应超过运输车辆厢板高度。
- 3** 机制砂、碎石及道砟运输过程中应采取防逸散的覆盖措施，岩石基矿物掺合料运输过程中应注意防潮和混入杂物，同时应防止污染环境。

8 生产场验收

8.1 一般规定

8.1.1 建设单位应根据本规程的规定,结合项目区域特点制定隧道洞渣机制产品生产场验收管理办法。

8.1.2 验收时应核查机制产品生产场人员配置、场区规划与布置、生产工艺、生产设备、生产质量控制、生产性试验、环境保护与水土保持等内容。

8.1.3 机制产品生产场经建设单位组织验收合格后方可生产,建设单位应加强生产场的动态管理。

8.2 验收程序

8.2.1 机制产品生产场经生产单位自检合格后,应向监理单位、建设单位等提出书面申请,验收程序如图 8.2.1 所示。

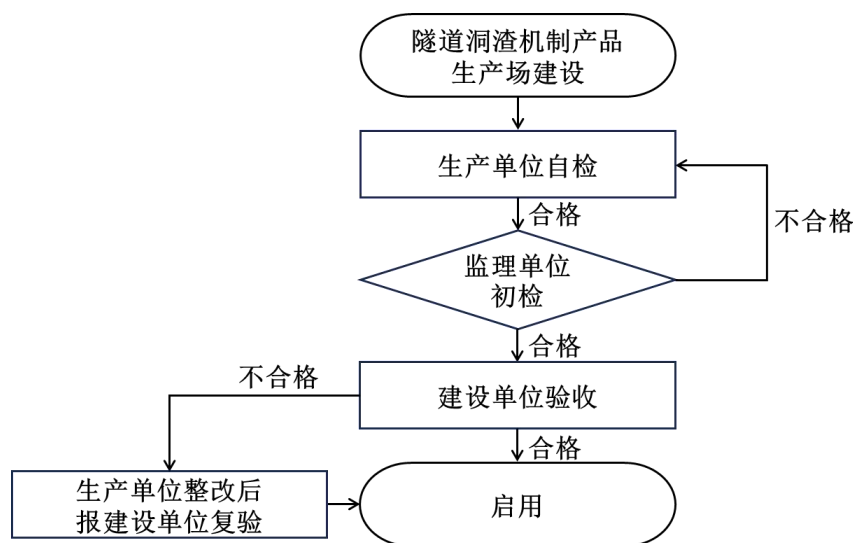


图 8.2.1 铁路隧道洞渣机制产品生产场验收流程图

8.2.2 验收申请文件应主要包括下列内容:

- 1 机制产品生产场验收申请表。
- 2 机制产品生产场建设方案。
- 3 生产设备台账、工艺设计方案、检测设备台账、校准或计量证书等。
- 4 生产场管理制度、组织机构及人员。
- 5 生产场生产性试验报告。

8.2.3 验收申请文件应主要包括下列内容:验收单位在接到书面验收申请后,应

先对申请书内容进行审核，满足要求后再进行现场确认。验收单位应在收到申请7个工作日内完成现场确认工作。

9 环境保护与水土保持

9.1 一般规定

9.1.1 生产场的环境保护和水土保持工作应接受当地生态环境、水利部门的监督管理。如发现问题，应及时整改，并报告相关部门。

9.1.2 生产场应建立环境保护和水土保持的管理制度，明确责任人和管理要求。定期开展环保和水保培训，提高全员的环保意识和技能。

9.2 环境保护

9.2.1 洞渣机制产品生产场选址应避开自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感区域，并符合当地环境保护和水土保持的相关规划要求。

9.2.2 生产场应合理布置，优化生产工艺流程，减少对周围环境的影响。应采取封闭式生产、喷淋降尘、废水循环利用等环保措施，减少粉尘、噪声、废水等污染物的排放。

9.2.3 生产过程中产生的废水应经收集、沉淀、澄清等处理后回用，不得直接外排。生活污水应经处理达标后方可排放或回用。

9.2.4 生产场应配备必要的环境监测设备，定期对粉尘、噪声、废水等进行监测，确保各项污染物达标排放。

9.2.5 洞渣运程中应采取覆盖、洒水等措施，减少洒落和粉尘污染。运输路线应尽量避免避开居民区和环境敏感区域。

9.3 水土保持

9.3.1 生产场应建设完善的排水系统，防止雨水冲刷造成水土流失。场内裸露地面应及时硬化或绿化，减少水土流失。

9.3.2 对于土石方开挖、填筑等可能引发水土流失的生产场建设工程，应采取防护、排水、苫盖等措施，控制水土流失。

9.3.3 生产场服役期满后，应及时开展生态修复工作，拆除生产设施、清理场地，并对场地进行复垦或绿化以恢复生态功能。

10 劳动安全与职业健康

10.1 一般规定

10.1.1 铁路隧道洞渣机制产品生产场的建设应遵守国家劳动安全管理的相关规定，认真贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，确立安全生产工作机制，加强事故隐患监控，治理和事故调查处理，建立安全生产责任制。

10.1.2 铁路隧道洞渣机制产品生产场应建立健全安全管理体系，健全岗位责任制，从组织上、制度上，防范措施上保障安全生产。

10.1.3 铁路隧道洞渣机制产品生产场应根据法律、行政法规和国务院卫生部门关于保护劳动者健康的相关要求，为从业人员提供符合职业健康要求的工作环境和条件。

10.1.4 铁路隧道洞渣机制产品生产场应当认真开展安全风险、环境因素、职业危害因素识别工作。建立相应安全风险、环境因素、职业危害因素管理档案，并根据生产实际和出现的新情况等及时检查监督、及时反馈、修订和更新。

10.2 劳动安全

10.2.1 生产场便道布置畅通，排水良好。按施工平面布置图规定位置安放施工机械和堆放材料。生产设备的布置和安装，应符合现行国家标准《生产设备安全卫生设计总则》GB5083的有关规定。

10.2.2 消防设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016和《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140的有关规定。

10.2.3 存在危险因素的作业场所或设备上，安全警示标志的设置应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB2894和《安全色》GB2893的有关规定；消防设施、重要防火部位应设有明显的消防安全标志，并应符合现行国家标准《消防安全标志 第1部分：标志》GB 13495.1和《消防安全标志设置要求》GB15630的有关规定。

10.2.4 加强生产场安全生产管理，设备和工作台布置均留有足够的检修空间，所有设备转动部分设安全防护装置，机旁设紧急停车开关，输送设备，管道等处设必要的人行过梯。生产车间内设安全标志，确保操作人员的人身安全。

10.2.5 生产场车间卸矿平台应设置安全车挡，车挡高度不应小于卸矿点各类运输车辆最大轮胎直径的 2/5 倍。车间的设备及操作平台、浆池、地坑边缘应设安全栏杆及工作梯。

10.2.6 每台设备，必须设有专用的受电开关，停电或送电必须有工作牌和加锁保护。设备转动部位应设安全防护罩。

10.2.7 建立健全机械设备进场验收制度，场内安装、拆除大型机械设备，必须编制专项方案并严格执行。

10.2.8 杜绝违章作业和机械设备带病运行，对可能因高原特殊工况导致的设备性能下降，组织开展机械设备性能验证，经验证安全性能不符合要求的机械设备不得使用。

10.2.9 人员进场做好岗前培训及考核，合格后持证上岗。针对特种设备操作员，需取得相关管理部门认证的从业（操作）资格证书，且定期考核合格。

10.2.10 建立完善特种设备操作规程及管理制度，结合现场各工序、工艺、工装配置，建立健全相适应的管理制度、操作规程，明确责任划分，按规操作。

10.2.11 对机械设备及特种设备进行定期、专项检查，并建立检修、维保台账，确保各设备工况运转良好。

10.2.12 夜间施工时，生产场应设有满足施工安全要求的照明设施。

10.3 职业健康

10.3.1 生产场职业病防护设施设计应符合国家对工业企业卫生设计的有关规定。生产现场的施作区域应与办公、生活区划分清晰，采取相应的隔离措施。临时用房应选址合理，符合安全、消防要求和国家有关规定。

10.3.2 生产场所涉及的职业危害因素主要有以下几种：粉尘（石粉等粉尘），化学因素（汽油、柴油、化学试剂等），物理因素（噪声、振动、高温、低温、紫外线、红外线等），其他因素。

1 高温作业环境，应对作业人员进行中暑预防、自救及互救基本知识教育，合理安排工作时间，配备防中暑物品、检查施工人员工作和休息场所，尽量改善员工工作和休息环境。

2 低温作业环境，应要求员工掌握低温条件下生活和工作的基本常识，为低温作业人员提供御寒服装、橡胶工作服等，按《工业企业设计卫生标准》GBZ1

和《采暖、通风和空气调节设计规范》的规定，设置必要的采暖设备，使低温作业地点保持合适的温度。

3 粉尘作业环境，应要求劳动者正确佩戴防尘用品，有效通风。

4 有毒有害作业环境，应要求劳动者正确佩戴防护用品，避免中毒、辐射等有害职业事件，掌握自救急救基本知识

10.3.3 在生产方案、工艺、作业指导书、技术交底等文件编写过程中，应充分考虑职业健康危害因素和预防措施，并按有关规定对相关人员进行交底和培训。

10.3.4 对可能产生职业危害的作业场所，应当在醒目位置设置公告栏，公布有关职业病防治的规章制度、工作场所职业病危害因素、职业病危害防治措施、责任人及监督电话等信息。

10.3.5 对可能发生急性职业危害的有毒、有害工作场所，必须对作业人员进行专门的技术交底，并设置报警装置，制定应急预案，配置现场急救用品、设备、交通工具等，设置应急撤离通道和必要的泄险区。

10.3.6 对可能产生严重职业病危害的作业岗位，应当在其醒目位置，设置警示标识和警示说明对作业人员进行告知。警示说明应当载明产生职业病危害的种类、后果、预防以及应急救治措施等内容。

10.3.7 对作业人员进行上岗前和在岗期间的职业健康培训每年累计培训时间不得少于8小时；在劳动者转换岗位后应由岗位部门负责人讲解新岗位可能产生的危害及防范措施。

10.3.8 不得擅自拆除或者停止使用职业危害防护设施，应保证配套的职业危害防护设施性能良好，运行正常。

10.3.9 生产场所应为从业人员发放符合作业人员生理、心理健康要求的设备、工具、用具等劳动防护用品。各种防护器具定点存放在安全、便于取用的地方。劳保用品发放应履行签收手续，保存近一年发放记录。

10.3.10 生产车间应采取通风、收尘措施。工作场所空气中粉尘浓度应符合国家对工作场所有害因素职业接触限值的有关要求。应采取智能化、信息化手段，加强对有毒有害气体、粉尘、噪声等有害因素的自动监控和报警。发现问题及时采取防护措施，消除隐患，以降低职业健康危害。

10.3.11 生产场的接触噪声声级、生产性噪声传播至非噪声作业地点的噪声声级

应符合国家对工业企业卫生设计的有关要求。

10.3.12 生产场应采取综合防治措施，采用先进技术、先进工艺、先进设备和无毒材料，控制、消除职业危害并降低生产成本。

10.3.13 对遭受或者可能遭受急性职业病危害的劳动者，应当及时组织疏散、救治，进行健康检查和医学观察，并暂停从事有职业病危害的工作。

10.3.14 生产场不得安排有职业禁忌症的员工从事与禁忌相关的有害作业。

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《安全色》 GB 2893
- 《安全标志及其使用导则》 GB 2894
- 《生产设备安全卫生设计总则》 GB 5083
- 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 《连续累计自动衡器（皮带秤）》 GB/T 7721
- 《带式输送机 安全规范》 GB 14784
- 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB 12523
- 《消防安全标志 第1部分:标志》 GB 13495.1
- 《消防安全标志设置要求》 GB 15630
- 《大气污染物综合排放标准》 GB 16297
- 《选矿安全规程》 GB 18152
- 《破碎设备 安全要求》 GB 18452
- 《矿用给料设备 安全要求》 GB 25519
- 《矿物粉磨和超微粉碎设备 安全要求》 GB 25520
- 《矿用筛分设备 安全要求》 GB 25521
- 《球磨粉磨系统 矿物物料易磨性试验方法》 GB/T 38064
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053
- 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 GB 50060
- 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140
- 《电力工程电缆设计标准》 GB 50217
- 《铁路碎石道砟》 TB/T 2140
- 《立磨粉磨系统原料易磨性试验方法》 JB/T 6117
- 《电子汽车衡（衡器载荷测量仪法）检定规程》 JJG 1118
- 《砂石行业绿色矿山建设规范》 DZ/T 0316

中国工程建设标准化协会标准

铁路隧道洞渣机制产品生产场 技术规程

T/CECS 1XXX—202X

条 文 说 明

制定说明

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《铁路隧道洞渣机制产品生产场技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。

本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	37
2	术 语	39
3	基本规定	40
4	场区规划与布置	43
4.1	一般规定	43
4.2	场址选择	43
4.3	平面规划	43
4.4	功能区布置	43
5	生产工艺	44
5.1	一般规定	44
5.2	生产工艺	46
5.3	工艺缓冲	47
6	生产设备	49
6.1	一般规定	49
6.2	生产设备配置	52
6.3	质量监督设备配制	57
7	质量控制	59
7.1	一般规定	59
7.2	洞渣母岩质量控制	59
7.3	生产过程质量控制	59
7.4	成品质量控制	60
8	生产场验收	61
8.1	一般规定	61
8.2	验收程序	61
9	环境保护与水土保持	62
9.1	一般规定	62
9.2	环境保护	62
9.3	水土保持	62
10	劳动安全与职业健康	63
10.1	一般规定	63
10.2	劳动安全	63

10.3 职业健康.....	63
----------------	----

1 总 则

1.0.1 随着我国铁路工程建设的快速发展，隧道工程数量不断攀升，截至 2024 年底，我国投入运营的铁路隧道 18997 座，总长 24246km，占我国铁路运营总里程的 15.0%。随着我国交通工程建设向西部转移，受地形条件的影响，西部交通工程选线过程中常采用隧道方案穿山越岭，在山峦起伏地区常出现大量隧道群，其所占线路总长度的比例越来越大。例如，郑万铁路重庆段隧道比例高达 92%，西康高铁隧道比例高达 82%。隧道施工产生洞渣数量巨大，洞渣堆存处理不仅占用大量用地，其运输及维护费用巨大。与此同时，铁路工程建设过程中需要消耗大量建筑材料，在地材资源赋存匮乏的西部地区，大宗建筑材料长距离运输将大幅增加工程建设成本、制约施工工期。如将隧道洞渣加以利用，不但可减少弃渣数量，降低对环境的危害，还可以变废为宝，降低工程造价，产生巨大的经济效益和社会效益。

1.0.2 本条是关于本规程适应范围的规定，基于铁路工程建设需要和技术现状，隧道洞渣可以用于生产水泥混凝土工程用机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料和轨道工程用道砟等，产品形式可以为机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料、道砟中的一种或多种。

铁路建设项目隧道洞渣机制产品生产场以“自建、自用、自管”生产供应模式为主，完全自建有困难的项目，也有与地方单位合资建场、改造或租用地方单位生产场等路地联建模式，以工程开挖的隧道洞渣为母岩，生产机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料、道砟机制产品用于工程建设。

1.0.3 在铁路隧道洞渣制备机制产品生产场建设前，要充分分析隧道洞渣的质量和数量能否满足工程建设需要，同时要开展调研，确切掌握当地外购同类产品的市场供应能力、产品质量和价格等。在采用隧道洞渣生产机制产品和外购同类产品等不同方案之间，进行技术经济性分析论证确定。

1.0.4 铁路作为国家战略性、先导性、关键性重大基础设施,是国民经济大动脉、重大民生工程和综合交通运输体系骨干,施工质量要求高。采用现代化管理手段、先进成熟的生产工艺和信息化监测技术是推进机制产品生产标准化、产品高质化、供应稳定化的要求，有利于保障铁路工程建设质量。

1.0.5 铁路隧道洞渣机制产品生产涉及洞渣母岩的运输、存储到加工成机制产品等多个复杂环节，每个环节都存在一定的安全风险。建立健全安全生产管理体系是确保整个生产过程安全有序进行的基础。

1.0.6 铁路隧道洞渣机制产品生产场涉及到国家有关法律、法规、标准和规范，故本条规定洞渣机制产品生产场除执行本标准外，还要符合国家现行的安全生产、节约能源、环境保护、职业卫生等有关标准的规定。

鉴于隧道洞渣岩性复杂多变、潜在有害物质的不确定性以及生产设备的多样性，本规程规定了机制产品生产场的基本规定，但所有规定决不能代替技术人员的专业分析判断能力和免除其应承担的法律责任。

2 术 语

2.0.4 本规程中的洞渣机制砂产品生产场是指专门为铁路工程项目建设,服务于铁路工程的机制产品加工固定场所,属于铁路大型临时工程。就铁路工程项目而言,隧道洞渣高质资源化利用的主要途径是用于生产机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料、道砟等,洞渣机制砂产品生产场可以以上述材料中的一种或多种为产品。

2.0.5 超前地质预报是隧道施工中必不可少的环节,对隧道信息化施工、判断隧道围岩变化、灾害防治和安全保障等具有重要作用。当前钻爆法施工隧道超前地质预报技术主要包括:超前钻探类(超前导坑、探洞、超前钻探等)、地震反射类(隧道负视速度法、隧道地震预报、隧道反射成像、极小偏移距地震波法等)、直流电法类(激发极化法、电阻率法)以及其方法(核磁共振法、红外探水法、温度探测法等)。TBM 施工隧道掘进机占据了隧道掌子面后方的大部分空间,狭小空间难以布置对掌子面前方地球物理响应敏感的观测模式,且电磁环境极为复杂,诱发电磁场发生畸变,强烈干扰甚至淹没掌子面前方的有效地球物理响应,导致在钻爆法施工隧道中可用的超前地质预报技术无法用于 TBM 施工环境。

2.0.6 机制产品生产设备种类多,其工艺特点各异,生产时根据相应的工艺特点和设备特性进行调试和优化工艺参数,如喂料粒度、喂料量、转速、排料口尺寸等,正式投产前应进行相关试验,保证各段破碎的设备配备和负荷分配等相对均衡,提高设备利用率,保证生产系统连续均衡生产。

2.0.9 机制砂中泥粉对外加剂吸附性能影响较大,其含量大小显著影响新拌混凝土工作性,亚甲蓝(MB)值用于判定机制砂石粉中泥粉的吸附性能,机制砂中影响亚甲蓝(MB)值的泥粉颗粒粒径多在 75 μm 以下,但值得注意的是,部分岩石如凝灰岩等大于 75 μm 的机制砂颗粒也会对亚甲蓝(MB)值大小产生影响。

3 基本规定

3.0.1 机制产品生产场的规模可以根据原料处理能力或产品产量划分。中国国家铁路集团有限公司标准《铁路机制砂场建设技术规程》Q/CR 9570—2020，根据原料处理能力的不同，将机制砂场建设规模划分为小型（ $<100\text{t/h}$ ）、中型（ $100\sim200\text{t/h}$ ）、大型（ $200\sim600\text{t/h}$ ）和特大型（ $\geq 600\text{t/h}$ ）。国家标准《机制砂石骨料工厂设计规范》GB 51186—2016，根据机制砂石骨料年产量的不同，将机制砂石骨料场建设规模划分为小型（ <100 万 t/年 ）、中型（ $100\sim500$ 万 t/年 ）、大型（ ≥ 500 万 t/年 ）。我国电力行业标准《水电水利工程砂石加工系统施工技术规范》DL/T 5271—2012，原料处理能力的不同，将砂石加工系统划分为小型（ $<120\text{t/h}$ ）、中型（ $120\sim500\text{t/h}$ ）、大型（ $500\sim1500\text{t/h}$ ）和特大型（ $\geq 1500\text{t/h}$ ）。中国铁道学会标准《铁路隧道洞渣岩石基矿物掺合料》（T/CRS P1501—2025 征求意见稿），以单线年生产能力 10 万 t 为界，分为两种不同组批验收规则。

3.0.2 为缩短运距，洞渣机制产品生产场通常设置在距离山岭隧道较近区域，存在泥石流、滑坡、落石、洪水淹没及倒灌等风险隐患，为避免造成不必要的经济损失和人员伤亡，要求铁路隧道洞渣机制产品生产场选址时进行安全风险评估。

3.0.3 对于原生矿山，除在选矿等环节存在优势外，其挖深和走向可根据材质等情况适当调整，从而保证母材和成品的岩性可控、性能稳定。对于隧道洞渣，其开挖截面尺寸和走向需严格按照线路设计进行。由于呈条带状开挖出料，跨区域大，性能波动也会相对较大。尤其是在高速铁路建设中，由于高速铁路线路曲线半径大，选线设计过程中难于规避不良地质，洞渣性能的不确定程度高，导致机制产品性能波动大甚至出现不合格产品，影响其工程适应性。因此，用于生产机制产品的隧道洞渣应符合相关要求，且性能不发生较大波动。

3.0.4 隧道开挖过程中，采用地质调查法、超前钻探法、电磁波反射法、地震波反射法等超前地质预报技术对隧道区段洞渣是否能够满足机制砂母岩要求进行预判，同时对钻孔芯样开展块体干密度、吸水率、饱和抗压强度和坚固性等指标测试，这样可以初步判断该隧道区段的洞渣能否用于生产机制砂，防止合格隧道区段与不合格隧道区段的洞渣混合，进而影响机制产品质量。

3.0.5 砂石作为混凝土骨料大量消耗于土建工程前期，道砟铺架通常在土建工程后期开展，因此，对于道砟与砂石共同作为产品的生产场，在进行砂石生产工艺设计时，要考虑后期生产道砟的需求，具备通过工艺调整或改造满足道砟生产要求。

3.0.6 生产碎石的筛下料可以用于生产机制砂，因此，采用砂石联产工艺更有利于提高资源利用率、节省成本。岩石基矿物掺合料与砂石生产工艺相对独立设置便于石粉活化或表面改性等后续深加工处理，保障产品质量，提高资源利用率。

3.0.7 工程实践表明，施行建设、设计、监理、施工四方签认的洞渣利用制度，对保障产品质量具有较好的效果。具体为：建设单位负责组织四方确认工作，建立台账并实施全流程监管；设计单位提供地质参数及技术标准，参与现场核实；施工单位落实工艺标准，实施全过程质量控制；监理单位履行旁站监理职责，实施质量验收，并监督施工单位按要求利用。

3.0.8 膨胀岩、盐岩、煤层、石膏层等岩层破碎后混杂到机制产品中，会对混凝土/道砟性能产生不利影响。为保障机制产品质量，夹杂上述特殊岩层隧道区段产生的洞渣不能用于生产机制产品。

3.0.9 TBM 法施工产生的隧道洞渣多为薄片状，粒径小，石屑（粉）含量高，不适合用于生产道砟。

3.0.10 选择技术先进、性能优良、生产质量稳定、服务保障有力的品牌设备，便于正常生产过程中设备操作及后期检修。统筹协调各设备之间的效能情况，做的负荷匹配合理，有利于提供设备利用率，保证生产系统连续均衡生产。

3.0.11 监理单位要将铁路隧道洞渣机制产品生产场的管理纳入其日常管理范畴，积极落实其在机制产品生产全过程的监管职能。

3.0.12 生产场的安全设施、职业病防治、环保设施与生产场主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，是保障安全生产、维护劳动者健康、保护环境的重要制度。《机制砂石骨料工厂设计规范》GB 51186—2016 等标准对加机制砂工场内的安全设施配置也作出了规定，关于安全防护、安全标志以及消防的相关规定如下：

1 选料区卸矿平台设置安全车挡，车挡高度不小于卸矿点各类运输车辆最大轮胎直径的 0.4 倍。

2 场内设备、操作平台、沉淀池、地坑等边缘需设安全栏杆及工作梯，设备转动部位需设安全防护罩。

3 机制砂场场地及设备上，按《安全标志及其使用导则》GB 2894 和《安全色》GB 2893 的有关规定设置安全警示标志。

4 机制砂场按《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定进行消防设计。消防设施、重要防火部位设置明显的消防安全标志，且符合《消防安全标志 第 1 部分：标志》GB 13495.1 和《消防安全标志设置要求》GB 15630 的有关规定。

4 场区规划与布置

4.1 一般规定

4.1.3 生产场喂料区、加工区因存在安全隐患，试验检测区、计量区关联至产品质量及产量，需要设置视频监控系统实现洞渣机制产品的安全生产管理。

4.2 场址选择

4.2.1 运输距离是决定机制产品综合成本的重要因素，靠近料源和既有基础设施选址可以降低运距和建场投资，提升经济效益。

4.2.4 机制产品生产过程中产生的噪音、粉尘和废水等对周边环境的影响较为严重，因此，场址选择时尽量避让水源保护区、自然保护区、居民区等。

4.3 平面规划

4.3.3 根据洞渣机制产品生产场所在地域的气候特征、外部气候条件、地形地势、生产规模及生产的实际需求进行平面规划，按功能设置合理分区，以便各生产环节的有序衔接。

4.4 功能区布置

4.4.3 铁路隧道洞渣用于生产道砟时，需要预留水洗系统及多级沉淀区域，主要是因为依据规范《铁路碎石道砟》TB/T 2140，对道砟产品的颗粒洁净度有所要求，明确道砟产品须水洗，其颗粒表面洁净度不应大于 0.17%，因此是设计初期做好预留相应的功能区域。

5 生产工艺

5.1 一般规定

5.1.1 满足生产能力和产品质量要求是生产工艺设计应达到的最基本条件；同时，生产工艺设计是场地布置、设备选型的重要依据，对生产线建设投入、运维使用和成品质量有着重要影响，生产工艺设计是否合理十分重要。

5.1.2 铁路工程中，特别是隧道工程，洞渣特性、施工组织和工程需求往往呈现出较大的差异性，生产工艺设计需要充分结合理论分析和应用经验，综合考虑洞渣性质、试验数据、生产规模、产品要求等各种可能的影响因素，论证选取综合效益最优的工艺方案实施。

5.1.3 单纯的碎石生产会伴随产生大量的小粒度“弃料”；而单纯的机制砂生产，为达到成品粒度要求，会有大量的物料循环破碎，破碎成粉率和设备能耗将大幅增加。采用砂石联产工艺，碎石加工伴随产生的小粒度物料经进一步处理可得到机制砂成品，具有能耗低、铁耗小、质量优的特点，一方面符合工程对机制砂石的实际需求，另一方面具有较好的综合经济性。岩石特性多变是隧道洞渣区别于矿山石料的最根本特点之一，而产品质量指标的稳定可控对工程应用同样重要，同时，为适应工程建设对机制砂石需求的变化，以隧道洞渣为原料的机制产品生产工艺应该具有更好的适应性和可调整性。

5.1.4 工艺类型选择是生产工艺设计的重要环节，对设备配置选型、生产线布局规划具有重要影响。工艺类型主要包括干法和湿法，还有灵活组合的半干法，其各有优劣，适应于不同的环境和需求：1）环境限制：干法工艺不受水源与气候限制，对低温、干旱不敏感，特别适应于高原高寒环境；而湿法工艺在干旱少雨和严寒地区无法保证连续有效的生产。2）原料要求：干法工艺对原材料的含水率和洁净度要求偏高；而湿法工艺广泛适应于不同洁净度和含水率的原材料，对原材料要求相对较低，适应性好。3）质量控制：干法工艺满足级配连续、含水率稳定的先决条件，成品砂石综合品质优良；而湿法工艺成品洁净度高、表面观感好，但普遍存在细颗粒级配缺失和含水率波动问题。4）空间布置：干法工艺设备数量少、类型单一，物料形态较稳定，易于实现设备的集成布置，占地面积

小、布置灵活；而湿法工艺对物料输送要求较高，难以实现立体化集成，需配套沉淀池、蓄水池等，空间限制较大。5) 智能程度：干法工艺设备集成化程度高，智能化条件良好；而湿法工艺物料状态和设备参数不易控制，智能化实现难度大、成本高。6) 可维护性：干法工艺环境稳定、干燥，设备故障率低、便于维护保养；而湿法工艺环境潮湿，设备故障率偏高，特别是液压和电气系统，维护较为困难。7) 生产成本：干法工艺无水资源消耗和污水处理需求，智能化程度高，设备功耗及人工成本低；而湿法工艺介质流动和污水处理能耗及人工成本较高，同时加工过程有磨刀石效应，磨耗成本偏高。8) 环保水平：干法工艺对加工设备、物料输送和转落料点的密封要求较高，设备投资和整体建设成本偏高；而湿法工艺避免污水溢出是保证环保的关键，两者各有优势。综合来看，干法工艺对原材料洁净度有较高要求、投资建设成本偏高，但环境限制少、成品质量可控，在空间布局、智能化和设备可维护性方面也具有一定优势，综合生产成本低、环保水平可控。湿法工艺对原材料具有较好的适应性、成品洁净度有保障、建设投资成本低，但受水源和气温等环境影响较大。“优先采用干法工艺”与《机制砂石骨料工程设计规范》GB 51186 的规定一致。

5.1.5 生产工艺设计中，中间产物粒度、粒型等指标满足条件时应及时进入下一环节处理，质量指标满足成品要求时应及时输出，合格的中间产物继续在加工环节流转将会因过度破碎而引起破碎成粉率高、能耗上升、铁耗增加的现象，导致整体效率降低。生产工艺应以冲击、挤压类破碎加工为主，不推荐采用摩擦类加工方式，摩擦类加工方式工序较为复杂，成粉率、能耗、铁耗较高，噪音等环境影响较大，不符合简洁、节能、减排原则。“多破少磨”原则主要针对砂石生产工艺，石粉生产工艺中，摩擦类加工是保证石粉成品细度的重要的、必不可少的生产环节，不受此限制。

5.1.6 工艺性质试验是保障生产工艺设计与实际工况匹配的重要手段，是生产工艺设计合理与否的重要参考依据，该项要求与《机制砂生产技术规程》JC/T 2299 规定一致。因实际工况与生产工艺设计可能存在偏差，为进一步提高机制产品生产的稳定性，开展生产性试验以明确适应于工程实际的工艺参数是必要的，该项要求与《铁路机制砂场建设技术规程》Q/CR 9570 规定一致。

5.2 生产工艺

5.2.3 干法制砂工艺设置多级除尘系统，可有效保障除尘效果；同时，考虑对除尘系统配置和除尘密封水平的要求，采用高压微雾降尘等辅助降尘措施对逸散粉尘进行二次处理，可在除尘/抑尘效果和除尘系统投入方面取得较好平衡。

为保证干法除粉设备的运行效率，需控制机制砂母材的含水率，机制砂生产线试运行试验表明，当机制砂母材含水率大于 2%时，随着含水率的提高，设备的脱粉效率逐渐降低。

5.2.4 湿法制砂工艺会产生大量的废水，砂石加工废水中的泥渣含量一般为 40kg/m³~100kg/m³，粒径一般小于 1mm，属高浊度废水，经处理达标后能够进行循环利用。经循环利用后仍需排放的生产废水，经检测满足《污水综合排放标准》GB 8978 后才能排入机制砂排水系统中，三级沉淀池的设置大小根据排水总量综合考虑，沉淀后的水优先进入水循环使用系统，力求做到污水零排放。

5.2.6 TBM 隧道洞渣与爆破法洞渣相比，具有粒度较小、片状偏多的特点，为了保证成品粒型需进行多次破碎方能满足要求，但经过多次破碎后，最终成品粒度偏小，成品粒型、粒度两者难以兼顾，其更适宜用于加工粒度较小的碎石和机制砂，而不宜输出铁路碎石道砟等粒度较大的碎石成品。

5.2.7 铁路碎石道砟生产的所需的基本流程、设备与砂石生产系统高度重合，且一般在工程建设后期需求较大，因此将铁路碎石道砟生产需求纳入砂石联合生产工艺设计统筹考虑，可有效降系统投资、提高设备经济性。

5.2.8 在机制产品生产工艺中，粗碎环节主要作用为大尺寸物料分解，一般粒型较差，产物中片状、条状物料较多，破碎面数量有限，不能满足《铁路碎石道砟》TB/T 2140 对成品的相关要求。经过中、细碎环节加工后的碎石在物料粒度和破碎面数量上可以满足铁路碎石道砟的相关要求；同时，考虑到碎石粒型指标和设备能耗、磨耗水平，相较于单缸圆锥式破碎机和弹簧圆锥式破碎机，多缸圆锥式破碎机基于其高速、层压式破碎特性，具有显著优势；反击式破碎机虽然也有较好的成品粒型，但考虑铁路碎石道砟加工原料一般强度较高，反击式破碎机的磨耗成本偏高，因此不作推荐。

5.2.9 相比单粒级配碎石投料，采用碎石、石屑复合投料或级配碎石投料，具有以下优点：一是更符合破碎制砂设备的设计工作要求；二是可以有效保障成品砂

颗粒级配合理；三是可有效避免大量的循环破碎作业，提高物料的整体利用率，降低系统能耗、铁耗水平。毛料一般存在表面覆土或夹土情况，并夹杂着强度较低的风化层，其直接用于机制砂加工不利于成品洁净度和坚固性指标的控制。

5.2.11 将石粉磨细至规定细度后再进行表面改性处理，可以避免粉磨过程对表面改性材料造成不可逆的不利影响，降低改性效果。

5.2.12 相较于机制砂石，一般工程对石粉的需求量较低，基于成本考虑，石粉生产线的设备配置和生产能力设计无法与砂石生产线匹配；同时，石粉生产线对入料质量和级配有一定要求，为保障石粉生产线的工作状态稳定、产品质量可控，建议石粉生产线独立设置。

5.2.13 除泥环节设置于粗碎环节之前时，可采用振动筛或除泥机，对泥石分离度高的隧道洞渣适应性较好，但对表面覆泥或内部夹泥的原材料适应性较差；隧道洞渣表面覆泥或内部夹泥较多时，粗碎环节的破碎作用对石块表面覆泥和内部夹泥有显著的剥离作用，粗碎之后再进行筛分除泥，效果较好，但该除泥工艺因部分石屑与泥土被一同筛出，导致弃料比例相对较高。具体除泥工艺可根据实际情况和需求择优设置。

5.2.14 一般整形制砂环节多选用石打石立轴式冲击破碎机，其具有整形效果好、磨耗水平低等优点，但同时也普遍存在机制砂成品中间级配偏少和成砂率较低的问题；高速石打铁立轴式冲击破碎机和对辊制砂机的一次成砂率高，且机制砂产品中间级配占比较高，与石打石立轴式冲击破碎机配合使用，可在产品质量、能耗水平、铁耗水平等方面形成较好的综合性能。

5.3 工艺缓冲

5.3.1 生产系统入料一般采用原料运输车或装载机具直接上料的方式进行，具有间歇特性，为保障生产系统的连续稳定工作，设置一定容量的受料仓是十分必要的，受料仓的活容积应该根据生产线生产能力和给料能力确定，原料运输车 2 车容量的活容积推荐值是根据原料运输车交替入料需求估算得到，与《机制砂石骨料工厂设计规范》GB 51186 推荐值一致。

5.3.2 粗碎一般采用颚式破碎机，其工作连续性较差，物料流量波动较大，且易发生堵料故障，为保障中、细碎及后续环节的稳定生产，原料调节仓的设置是十分

分必要的, 0.5h 处理量的活容积推荐值是根据一般的颚式破碎机流量波动情况和堵料故障处理时间估算得到, 与《铁路机制砂场建设技术规程》Q/CR 9570 推荐值一致。

5.3.3 在生产实践中, 采用全制砂工艺时, 一般与前端的粗、中、细碎加工环节具有衔接关系, 利用其产物作为制砂原料, 同时还需满足以成品碎石作为制砂原料; 为满足两种来源的原料加工需求, 保障生产的连续、稳定, 设置较大的原料调节仓是十分必要的, 2h 处理量的活容积推荐值是根据碎石加工生产线和制砂生产线产量差异, 以及成品碎石装卸、倒运、配料所需时间估算得到, 与《铁路机制砂场建设技术规程》Q/CR 9570 推荐值一致。

5.3.4 圆锥式破碎机和立轴式冲击破碎机属于连续性作业设备, 物料流量的波动对设备本身和破碎效果都有较大的不良影响, 为保障设备运行和成品质量的稳定, 应保障其进料的连续稳定, 设置缓存给料仓和均匀给料装置是十分必要的, 10min 处理量的容量推荐值是根据物料波动、空间结构综合考虑得到, 与《机制砂石骨料工厂设计规范》GB 51186 推荐值一致。

6 生产设备

6.1 一般规定

6.1.1 母岩的加工特性、成品质量要求、设计处理能力、洞渣加工场所在地环境对洞渣机制产品生产设备影响较大：（1）洞渣机制产品的生产过程与母岩的加工特性紧密相关，不同母岩的硬度、韧性、成分等存在差异，直接影响破碎、筛分等加工环节的效率和设备损耗。例如，坚硬的花岗岩与较软的页岩在破碎时所需的设备功率、破碎腔型等均有不同，若忽视母岩特性，可能导致设备过度磨损、生产效率低下等问题，因此需充分考虑母岩加工特性。（2）成品质量要求是设备选型的关键依据。不同用途的机制产品对颗粒级配、粒形、含粉量等指标有明确规定，如用于高速公路面层的集料需严格控制针片状颗粒含量，这就要求破碎设备具备良好的粒形优化功能，筛分设备有精准的分级能力，故设备选型必须与成品质量要求相匹配。（3）设计处理能力决定了设备的规格和数量。设备的生产能力需与设计处理能力相适应，若设备产能不足，会导致生产进度滞后；若产能过剩，则会造成设备闲置和能源浪费。因此，需根据设计处理能力合理确定设备的规格型号及数量，以实现均衡生产。（4）洞渣加工场所在地环境因素同样不可忽视。如场地空间大小会限制设备的布置和规格，周边居民区的距离要求需考虑设备的噪音和粉尘控制能力，当地的气候条件可能影响设备的运行稳定性（如高温、严寒对电机等部件的影响），只有结合环境因素选型，才能保证生产的合规性和持续性。

要求设备规格型号及数量满足产品的质量和产量要求，是确保生产目标实现的基本前提，既避免因设备不足导致的质量不达标或产量短缺，也防止设备冗余带来的成本增加。

同一作业设备的类型和规格宜统一，主要基于以下考虑：一是便于生产管理和操作，统一的设备类型和规格可减少操作人员的培训成本，降低操作失误率；二是有利于设备的维护保养，统一的备件储备可提高维修效率，降低维修成本；三是能够保证生产过程的稳定性，减少因设备差异导致的产品质量波动。

6.1.2 洞渣机制产品生产是连贯系统工程，上、下道工序设备负荷均衡是生产连

续的核心。上道产能过高而下道承接不足，会致中间产品堆积，影响物料品质；上道供应不足而下道产能充足，则会使下道设备闲置，降低效率。如破碎产能过高而筛分不足，会增加转运成本，还可能影响筛分精度。故负荷均衡可实现物料平稳流转，最大化生产线效能。设备工作时间有效负荷率 75%-90%，是综合设备性能、生产稳定性与寿命的合理区间。低于 75%，设备利用率低，浪费产能、增加成本；高于 90%，设备易过度磨损、故障频发，缩短寿命，还可能因停机影响生产、增加成本。如破碎机超 90% 负荷运行，可能引发轴系损坏，严重影响进度。

6.1.3 含泥量高的洞渣母岩中，泥土与岩石颗粒黏结，直接进入粗碎会引发诸多问题：泥土附着于破碎设备部件，加速磨损、降低效率，还可能造成堵塞停机，影响进度，比如泥土堆积会导致岩石破碎不充分，降低产品质量、增加设备负荷与能耗；同时，泥土混入破碎产品会加大后续筛分、清洗难度及成本，若不预处理，产品含泥量超标可能不达标，需额外投入二次处理，既影响效率又增加成本。而在粗碎前设预筛分，可有效分离泥土与细颗粒，减少进入粗碎设备的含泥量，使粗碎设备专注破碎大颗粒，提升效率与产品质量，还能减轻泥土对设备的不良影响，延长寿命、降低维护成本。

6.1.4 粗碎设备给矿设置原矿受矿仓，可缓冲原矿运输与给矿节奏差异，保障粗碎作业连续稳定。受矿仓容积和形状需适配原矿运输方式（如车辆、皮带等）、给矿设备类型及粗碎车间地形条件，以避免堵料、提升给矿效率，确保生产顺畅。

6.1.5 洞渣机制产品生产中，设备持续运转易导致部件磨损，尤其破碎、筛分等设备的易损件损耗更快。加强设备维护，及时更换易损部件，可避免设备故障停机，保障生产连续性；同时能维持设备高效运行，确保成品质量稳定，降低后期大修成本。

6.1.6 生产参数调整功能是设备适应性的核心体现。洞渣成分复杂且多变，不同项目对机制砂、级配碎石、道砟、石粉等产品的质量要求存在差异，例如机制砂的细度模数、级配碎石的颗粒组成等关键指标需根据工程设计标准进行调整。设备具备质量调整功能，可通过改变破碎间隙、筛分规格等参数，针对性优化各类产品的物理性能，满足不同工程场景的应用需求。而产品比例调整功能则能实现多品类协同生产，根据项目对不同产品的需求量灵活分配洞渣原料，提高原料利

用率，避免资源浪费。动态调整机制是保障生产稳定性的关键。质量监测设备实时反馈产品的颗粒级配、含粉量等指标，洞渣计量设备与成品计量设备则分别监控原料输入量与成品产出量。设备通过接收这些信号，自动校准生产参数——如当监测到机制砂含粉量超标时，及时调整筛分设备的运行参数；当成品计量显示某类产品产量不足时，动态调配原料分配比例。这种闭环控制模式可有效减少人为干预，确保产品质量均匀稳定，同时实现产量的精准管控。道砟生产模块和石粉生产模块的配置采用“按需设置”原则。不同项目的工程性质决定了对特定产品的需求差异：例如铁路工程可能对道砟有大量需求，而市政建设中石粉的应用场景相对有限。若盲目配置模块，会增加设备购置成本与运行能耗。因此，需结合项目的设计文件、工程量清单及材料使用计划，判断是否配置相关模块，以实现设备功能与项目需求的精准匹配，提高设备的经济性与实用性。

6.1.7 设备长期处理洞渣易因物料磨损、粉尘附着导致部件损耗，结构复杂、通道狭窄会增加检修成本与时间，甚至影响进度。故需保证预留维护空间，配备检修平台与工具接口，以缩短停机时间，提升作业效率。卫生清理便捷性对产品质量至关重要。洞渣加工产生的粉尘、碎石残渣，若因设备内部死角多、通道不畅导致堆积，可能引发产品杂质超标，影响工程质量。因此，设备需设计合理清扫结构，如可开启观察窗、可拆卸防护板及高压冲洗接口，便于彻底清理内部腔体、输送管道和筛分装置；与物料接触表面宜用光滑耐磨材质，减少黏附，降低清理难度，从源头避免二次污染。

6.1.8 洞渣机制产品生产中，设备因长期高负荷、物料冲击、部件老化等易出现电机过载、轴承高温、输送带跑偏、破碎腔堵塞等异常。若未及时处理，轻则设备损坏、生产中断，重则引发安全事故，造成人员伤亡和财产损失。声光报警功能可通过红色警示灯闪烁、蜂鸣器发声，快速提醒操作人员，为处置争取时间。设备故障提醒功能是对声光报警的补充细化，能通过显示屏、控制面板或管理系统，精准显示故障类型、位置及原因（如“破碎锤液压系统压力异常”“筛网破损”等），帮助维修人员快速定位问题，提高维修效率，缩短停机时间，保障生产连续。同时，该功能可提前预警潜在故障隐患，便于开展预防性维护，避免小隐患扩大，降低设备故障率和维修成本。

6.1.9 洞渣机制产品生产现场设备环境复杂，操作人员接触频繁。系统明显部位

需设“注意旋转”“小心触电”“必须佩戴防护用具”等安全警示标识，以直观的方式传递危险信息，强化安全意识，避免因疏忽或误操作引发意外。标识设置需符合相关安全标准，保证清晰、易读、持久，且在各种光线条件下可快速识别。设备的旋转部位（如破碎机转子、传送带滚筒）和传动部位（如齿轮、链条、皮带传动装置）运行时危险性较高，若无有效防护，易卷入操作人员肢体、衣物，造成机械伤害。安全防护装置（如防护罩、防护栏、防护网等）可形成物理屏障，隔离危险部位与操作人员，阻止人体直接接触。同时，防护装置需具备足够强度和稳定性，不易损坏或拆卸，且不影响设备正常运行与维护。对于需定期检查或维修的旋转、传动部位，防护装置应设计为可便捷开启结构，在保障安全的同时兼顾维护便利性。

6.2 生产设备配置

6.2.1 给料设备选用带变频调速功能的棒条振动给料机、振动给料机等，是考虑到洞渣粒径不均、成分复杂的特性及生产灵活性。变频调速可依后续破碎设备处理能力调整给料量，避免设备过载或产能浪费，实现原料输送与破碎的高效匹配。棒条振动给料机兼具筛分功能，能分离细料以减少破碎设备无效负荷；振动给料机通过振动实现连续均匀给料，适应不同粒径洞渣输送，二者为生产顺畅提供支撑。明确棒条喂料机与中转仓振动给料机的粒径限制，是保障设备安全运行与后续工序质量的关键。棒条喂料机处理原始洞渣，进料粒径不超 1500mm，可防超大块洞渣造成卡堵、损坏，确保原料有效破碎；中转仓振动给料机承接初步处理的洞渣，最大给料粒径不超 400mm，与后续设备进料规格适配，避免影响破碎效率、成品质量及减少设备磨损。半成品和成品堆场或仓体下部采用振动给料机或带式输送机给料，是结合物料存储与输送特点的优化设计。半成品与成品粒径、级配稳定，振动给料机能使物料均匀流出，避免起拱、堵塞；带式输送机适用于大流量、长距离输送，可连续高效转运，二者保障物料从存储到下一工序顺畅衔接，减少损耗与二次污染，提升生产连续性与经济性。

6.2.2 破碎设备的类型和数量，需依据母岩特性、处理能力、物料最大粒径及砂的级配要求确定。粗碎设备可选颚式、旋回或反击式破碎机，颚式进料粒径不超 1000mm，旋回进料不超 1200mm 且出料不超 300mm，反击式进料不超 1300mm

且出料不超 300mm。中碎和细碎设备可选圆锥式和反击式，中碎最大出料不超 100mm，细碎不超 40mm。用莫氏硬度不大于 5 级的软岩（如石灰岩、白云岩）生产时，宜选颚式、反击式与立轴冲击式破碎机组合；用硬度大于 5 级的硬岩（如花岗岩、玄武岩）时，宜选颚式或旋回、圆锥与立轴冲击式破碎机组合。给料量和粒度需连续稳定，根据工艺或室内试验确定，最大入料粒度不超设备入料口尺寸的 0.85 倍。破碎设备前的进料带式输送机应设金属分离装置，其润滑系统或润滑站宜配集中润滑装置。

6.2.3 筛分设备的类型选择需综合多方面因素。处理能力直接关系到设备能否满足生产的物料通过量要求，若类型与所需处理能力不匹配，可能导致生产瓶颈或设备闲置；筛分效率则影响产品的分级精度，低效筛分会使产品粒级混杂，影响后续加工或销售；使用工况涵盖了物料特性（如湿度、粘度、硬度）、环境条件（如温度、粉尘浓度）等，例如在潮湿环境中，易堵塞筛孔的物料需选用特定类型的筛分设备；而设备的配置要求则涉及与前后工序设备的衔接、空间布局等，只有类型适配，才能保障生产线的顺畅运行。针对处理能力计算，考虑给料量波动是因为实际生产中，给料量常因原料供应、前序设备运行状态等因素发生变化，计算时预留一定余量可避免设备过载或能力不足。多层筛的处理能力按控制筛层计算，是由于多层筛各筛层的筛分任务不同，其中负荷最大或筛分难度最高的筛层（即控制筛层）决定了整个设备的处理上限，以此为基准计算可确保设备稳定运行。同时，校核出料端料层厚度，是为了防止料层过厚导致筛分不充分，或过薄影响设备利用率，保证筛分效果的均匀性。推荐采用圆振动筛或直线振动筛，是因为这两种设备在多数工业场景中具有显著优势。圆振动筛通过圆形轨迹振动，适用于中粗粒物料的分级，具有处理能力大、筛分效率较高的特点；直线振动筛则以直线轨迹振动，适合细粒物料的筛分，且筛分精度较高。二者能够满足多数生产场景的需求，故作为优选推荐。筛孔尺寸是保证产品粒级符合要求的关键，筛孔过大则会导致粗颗粒混入合格产品，筛孔过小则会使细颗粒无法通过，影响产品产量与质量。而筛分设备满足生产能力要求，是确保生产线连续稳定运行的基础，避免因设备处理能力不足而拖慢整体生产进度，从而保障生产的高效性与经济性。

6.2.4 强调整形制砂设备的类型和数量需综合多方面因素确定。母岩特性是首要

考量，不同硬度、韧性、成分的母岩（如花岗岩、石灰岩等）对设备的破碎能力、耐磨程度要求差异较大；所需处理能力直接决定设备的规格和数量，需与生产规模相匹配；成品砂的细度模数和级配关系到砂的质量和适用场景，石粉含量则影响砂的性能，这些指标共同构成了设备选型的核心依据，只有全面兼顾，才能保证生产出符合要求的成品砂。针对受场地或母岩储量限制时采用移动式整形制砂设备的情况作出规定。移动式设备具有灵活性高、可随原料产地移动的特点，但为确保其能正常高效运行，设备的各项参数（如处理量、功率、破碎粒度等）必须符合生产工艺和质量标准的要求，避免因参数不匹配导致生产效率低下或成品质量不达标。明确了整形制砂设备的优选类型及润滑要求。立轴冲击式破碎机因其具备“石打石”和“石打铁”两种功能而被推荐，“石打石”可减少设备磨损，适合硬度较高的物料，“石打铁”则能提高破碎效率和成品砂的粒形质量，两种功能结合能更好地适应不同的生产需求。同时，要求其采用脂润滑或稀油润滑系统，是为了保证设备运转部件的良好润滑，减少摩擦损耗，延长设备使用寿命，确保设备长期稳定运行。立轴冲击式破碎机、棒磨机、对辊机等设备在制砂过程中各有优势，立轴冲击式破碎机粒形好，棒磨机产品粒度均匀，对辊机能耗较低，可根据具体的生产条件和成品要求选择合适的设备，以达到最佳的制砂效果。

6.2.5 洞渣机制产品生产系统存在不同运行工况，如正常生产、高峰生产等，带式输送机的输送能力需能满足各种工况的需求。同时，考虑到物料流量可能出现的波动，需预留一定的余量，避免因流量突然增大导致输送不畅，影响整个生产流程的连续性。向上倾角不宜超过 16° 、向下倾角不宜超过 12° ，这是基于砂石料的物理特性确定的，若倾角过大，易出现物料滑落、输送效率降低等问题。当布置区域地形条件有限，所需向上倾角大于 16° 时，选用大倾角挡边带式输送机或花纹胶带，是因为这类设备能通过挡边或花纹增加物料与输送带的摩擦力，有效解决大倾角输送的难题。成品机制砂经脱水后仍可能带有一定水分，黏性相对较大，选用输送带宽度比计算值提高一级且不宜小于 650mm，可避免物料在输送过程中洒落；向上倾角宜小于 12° ，则是为了减少物料因黏性和倾角共同作用导致的滞留或滑落，保证输送效果。输送物料最大粒度不宜大于 31.5mm，是为了防止大颗粒物料卡滞设备，造成故障；输送物料含水率应小于 2%，因为含水率过高会使物料黏结在料斗内，影响卸料和输送效率。斗式提升机 90° 垂

直输送时，输送高度不宜高于 35m，主要考虑到设备的受力情况和输送稳定性，过高的输送高度可能会增加设备运行的负荷和不稳定性。成品机制砂在输送末端下落过程中，由于颗粒大小、比重不同，易出现离析现象，影响砂的级配均匀性。设置防离析管、加湿机等装置，可有效减少离析，保证成品机制砂的质量。

6.2.6 现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 是我国大气污染防治的重要依据，对各类大气污染物的排放作出了严格规定，洞渣机制产品生产过程必须严格遵守该标准及其他相关环保要求。将最高粉尘排放量限制在不高于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，是综合考虑了洞渣加工过程的粉尘产生特点以及环境保护的实际需求，这一限值能有效降低粉尘对周边环境和人体健康的危害，确保生产活动与生态环境相协调。洞渣加工过程中，破碎、筛分、输送等多个环节都会产生粉尘，采用多点分布式收尘和抑尘，能够针对不同产尘点进行精准控制，提高除尘抑尘效率。布袋式除尘器具有除尘效率高、适应性强等特点，能有效捕捉细小粉尘；雾化喷淋则通过水雾吸附粉尘，可在产尘源头抑制粉尘扩散。选用这些设备进行除尘和抑尘，是实践中经过验证的有效方式，有助于将粉尘排放控制在规定的限值内，实现清洁生产。

6.2.7 机制砂原料的含泥量直接影响清洗难度和所需设备的处理强度，含泥量高则需要更高效或更多数量的清洗设备；可洗性决定了原料中泥土与砂石分离的难易程度，可洗性差的原料可能需要特定类型的清洗设备；所需处理能力需与整个生产系统的产能相匹配，避免因清洗环节滞后影响整体生产进度；被清洗砂石的最大粒径则关系到设备的规格选择，确保砂石能顺利进入设备并得到有效清洗。综合这些因素选择设备，才能保证清洗效果符合生产要求。水洗设备是直接对砂石进行清洗的核心装置，通过水流冲击、搅拌等方式去除砂石表面的泥土和杂质；细砂回收装置的作用是回收清洗过程中随水流失的细砂，减少资源浪费，同时提高成品砂的产量；污水处理设备则用于处理清洗产生的污水，去除其中的泥沙和污染物，使污水达到排放标准或实现循环利用，避免对环境造成污染。这三类设备相互配合，构成完整的水洗系统，既能保证砂石的清洗质量，又能实现资源的合理利用和环境保护，符合湿法生产的工艺特点和环保要求。

6.2.8 铁路行业标准《铁路碎石道砟》TB/T 2140-2008 规定了道砟针片状指数要求、中风化颗粒和其它杂石含量、洁净度等要求。

6.2.9 原料的硬度、湿度等特性直接影响破碎和磨粉的难度与效率，例如硬度高的原料需选用破碎能力强的设备，湿度大的原料则需考虑防粘堵设计。目标产品细度决定了磨粉和分级设备的精度，只有设备与这些因素精准匹配，才能实现高效的破碎、磨粉及分级过程。这不仅能避免因设备能力不足导致的产品不合格，还能防止设备能力过剩造成的能耗浪费，从而在保证产品质量的同时提高生产的经济性。岩石基矿物掺合料生产过程中会产生大量粉尘，若不加以控制，会污染环境并危害操作人员健康，因此设备需配备高效除尘系统，有效控制粉尘排放。同时，设备运行过程中产生的噪声也是重要的污染源，集成隔音、减震设计能显著降低噪声污染。这些要求的制定，旨在确保岩石基矿物掺合料生产符合职业健康及环保法规，为操作人员创造良好的工作环境，减少对周边环境的影响。通过PLC控制系统实现参数的实时调节，如根据原料特性和生产情况实时调整进料速度、磨机压力等，能使生产过程始终处于最优状态。为实现岩石基矿物掺合料质量闭环生产质量控制，可通过对生产过程中产品质量的实时监测，及时反馈并调整相关参数，从而保障生产的连续性和产品质量的稳定性。这种智能化控制不仅能提高生产效率，还能减少人为操作误差，确保每一批次的岩石基矿物掺合料产品都能达到质量标准。

6.2.10 智能化控制系统应符合下列规定：

- 1 洞渣机制产品生产线智能化控制系统应具备一键启停功能。
- 2 洞渣机制产品生产线智能化控制系统应具备设备运行状态监测功能。
- 3 洞渣机制产品生产线智能化控制系统宜具备生产参数自动调节功能。
- 4 洞渣机制产品生产线智能化控制系统宜具备易损件寿命在线监测功能，并能实现报警提醒功能。

6.2.10 洞渣机制产品生产线包含多个设备和复杂的生产环节，传统的分步启停方式不仅操作繁琐，还容易因操作顺序不当导致设备损坏或生产故障。一键启停功能通过预设的程序，实现整个生产线设备按合理顺序自动启动或停止，既能减少人工操作的工作量和失误率，又能保证各设备之间的协同配合，避免因启停顺序错误造成的冲击和损耗，提高生产线的启动和停机效率，尤其在紧急情况下，能快速实现系统关停，降低事故风险。

生产线的稳定运行依赖于各设备的正常工作，实时监测设备的运行状态（如

转速、温度、压力、电流等关键参数)是及时发现潜在故障的重要手段。通过该功能,操作人员可以远程实时掌握设备的工作情况,当设备出现异常时,系统能及时发出预警信号,便于维修人员快速定位问题并进行处理,避免小故障扩大为重大事故,减少设备停机时间,保障生产线的连续稳定运行,同时也为设备的维护保养提供了数据支持,有助于实现预防性维护。

在洞渣机制产品生产过程中,原料特性、设备运行状态等因素可能随时发生变化,若依赖人工调节生产参数,不仅响应速度慢,还难以保证调节的精准性。具备生产参数自动调节功能后,系统可根据实时采集的原料成分、成品质量等数据,自动对进料量、破碎强度、筛分精度等关键参数进行动态调整,确保生产始终处于最优状态,既有利于稳定成品质量,又能减少因参数不匹配造成的资源浪费,提升生产的智能化水平。

洞渣机制产品生产设备的易损件在长期运行中会逐渐磨损,其寿命直接影响设备的正常运行和生产进度。传统的易损件更换依赖人工经验判断,容易出现更换不及时导致设备故障,或更换过早造成成本浪费的情况。通过易损件寿命在线监测功能,系统可实时跟踪易损件的磨损程度和使用时间,结合设备运行数据准确预测其剩余寿命。当易损件接近更换期限时,系统及时发出报警提醒,便于操作人员提前安排采购和更换计划,避免因易损件突发损坏导致的生产线停机,保障生产的连续性,降低维护成本。

6.3 质量监测设备配置

6.3.1 机制产品生产已由简单分散的人工或半机械的作坊逐步向标准化规模化的工厂转变。工业和信息化部等《关于推进机制砂石行业高质量发展的若干意见》(工信部联原〔2019〕239号)提出,推进智能制造,开发和推广适合砂石骨料行业的智能设备、控制系统、检测设备,利用信息化手段提高对砂石产品粒形、级配、产出率的控制能力。《建材工业智能制造数字转型三年行动计划(2020-2022年)》提出机制砂石行业:重点形成砂石骨料破碎整形、级配调整、粉尘收集、废水处理、物料储运等各环节在线监测和智能控制的集成系统解决方案。铁路隧道洞渣机制产品生产场安装生产质量监测信息化设备是机制产品智能制造的重要体现,采用智能化控制系统,有利于高效管理机制产品生产过程和实时监测生

产质量，以确保产品质量的稳定性。

7 质量控制

7.1 一般规定

7.1.3 对于原生矿山，除在选矿等环节存在优势外，其挖深和走向可根据材质等情况临时改变，从而保证母材和成品的岩性单一、性能稳定。对于隧道洞渣，其开挖截面尺寸和走向需严格按照设计进行。由于呈条带状开挖出料，跨区域大，性能波动也会相对较大。尤其是在高速铁路建设中，由于高速铁路线路曲线半径大，选线设计过程中难于规避不良地质，洞渣性能的不确定程度高。因此，在隧道洞渣资源化利用前要重视母岩的质量检查。

7.1.4 机制产品质量稳定是保障其工程适用性的基础和前提，以隧道洞渣为母岩，经破碎、筛分等多种机械作用制备的机制产品具有性能波动大的潜在风险，为避免机制产品性能出现较大浮动的波动，影响工程应用，要求生产过程中对机制产品的质量稳定性进行在线监测。

7.2 洞渣母岩质量控制

7.2.1 机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料、道砟等机制产品由隧道洞渣经机械加工而成，其化学性能、耐久性能、有害物质含量等不因机械加工而改变，为确保机制产品质量，必须优选隧道洞渣投入生产。

7.2.5 混凝土内部化学侵蚀破坏一旦发生，往往没有很好的方法进行治理，直接危害混凝土工程耐久性和安全性，解决混凝土内部化学侵蚀反应破坏的最好方法就是采用预防措施。机制砂、碎石、岩石基矿物掺合料由洞渣母岩破磨而成，可能对混凝土耐久性存在潜在危害。因此，有必要对含有有害物质的洞渣母岩进行专门试验研究，确认满足要求后，再用于生产。

7.3 生产过程质量控制

7.3.2 整棒条喂料机或振动给料机除喂料功能外，还兼具除土功能，可将块石中的部分泥土筛出。通过调整筛条间距和条形筛长度，可以达到不同的除泥效果。当母岩品质较好时，要采用较小的筛条间距和条形筛长度，避免石料浪费，同时

也减少筛出料的运转工作。当母岩品质较差时，要采用较大的筛条间距和条形筛长度，能达到较好的除泥效果。

7.3.4 岩石基矿物掺合料粒度分布、比表面积、D50 特征参数等检测结果是调整粉磨过程参数（尤其是选粉机功率/转速和系统风量）的核心依据，实时监测上述参数是确保成品细度持续符合预期质量要求的关键控制手段。

7.3.5 机制砂在下料、堆存以及运输过程会产生离析，尤其在皮带输送机出料端口与料堆高度超过 3m 时，产品料堆会出现明显离析现象。机制砂离析导致机制砂级配变化，将影响机制砂混凝土的质量，因此，要采取措施防止机制砂离析。机制砂防离析装置一般设置于机制砂皮带输送机终端，采用软质串筒引导或喷淋设备加湿。

机制砂中堆料过高也易产生离析，通常要求不超过 5m。

7.4 成品质量控制

7.4.1 机制产品进行过程检验是为控制日常生产质量的稳定性，检测项目选择与生产工艺相关性高的质量参数，生产场也可以根据自身制定的生产管理制度，设定检验项目。

7.4.2 机制产品出场时附出场检验合格证是摒弃机制产品地材理念，纳入工业产品认知的重要体现，有利于机制产品的质量控制。

8 生产场验收

8.1 一般规定

8.1.1 生产场建场情况直接关系到机制产品质量和生产安全，进行隧道洞渣机制产品生产场验收旨在规范生产场建设标准，保障机制产品质量。

8.1.3 施行建设单位对生产场的动态管理，有利于了解生产场的实际生产和产品质量情况，保障机制产品的稳定供应和工程质量。中国国家铁路集团有限公司《铁路建设项目试验检测管理办法》（铁建设〔2023〕146号）将机制砂纳入第三方检测，机制砂母岩检测块体干密度、吸水率、饱和抗压强度、坚固性，每月检测不少于1次；成品按验收标准进场检验项目，每月检测不少于1次。当新产品投产或母岩的料源改变时，母岩增加抗冻性、硫化物及硫酸盐含量、氯化物含量、碱活性、放射性检测。第三方检测费用由建设单位承担。

8.2 验收程序

8.2.1 本条规定了铁路隧道洞渣机制产品生产场的验收程序。

9 环境保护与水土保持

9.1 一般规定

9.1.1 明确外部监管责任主体（生态环境、水利部门），建立“发现问题-整改-报备”的闭环管理机制，强化属地化合规义务。

9.1.2 通过制度化明确内部职责分工，结合常态化培训保障执行效果，形成“责任到人+能力支撑”的管理基础。

9.2 环境保护

9.2.1 生产厂选址需采取前置性防控策略，从源头避免因选址不当引发的生态破坏风险，需结合区域规划地图进行可行性论证。

9.2.2 通过工艺设计和末端治理双重手段降低环境影响，重点关注产污环节（如破碎筛分）的密闭性和抑尘有效性。

9.2.3 区分生产废水与生活污水的处理路径，强调“零外排”目标，鼓励中水回用以提高资源效率。

9.2.4 建立自检能力，通过数据化监控实现动态管控，为环保验收和应急响应提供依据。

9.2.2 控制运输过程二次污染，通过路线规划减少对周边人群和生态的影响。

9.3 水土保持

9.3.1 针对降雨侵蚀风险，采取工程措施（排水沟渠）与生物措施（植被恢复）相结合的方式。

9.3.2 聚焦高扰动工序（如边坡开挖），通过临时遮盖、截排水沟、浆砌石护坡等措施稳定土体。

10 劳动安全与职业健康

10.1 一般规定

10.1.4 在生产场建设和生产阶段要充分辨识安全风险、环境因素和职业危害因素，列出清单，以此为依据做好防控措施。

10.2 劳动安全

10.2.9 对有关人员进行岗前培训和考核，以提高工作人员的整体素质，使他们有良好的安全意识，熟悉操作规程，了解所使用设备的技术性能和保养、操作方法，以确保生产场良性运行，保证安全生产、无隐患。

10.2.12 照明设施应定期检查和维护，确保其正常运行和照明效果。此外，夜间施工还应加强现场管理和监控，确保施工活动有序进行，避免发生安全事故。

10.3 职业健康

10.3.2 粉尘作业环境要求定期对作业场所粉尘浓度进行检测(每月至少 1 次)，结果向员工公示。每日对通风系统、除尘设备、电气设备等进行检查，及时消除粉尘堆积、设备故障等隐患。定期对密闭设备、通风管道、除尘装置进行维护，确保其正常运行。

10.3.7 职业健康培训主要培训内容：职业病防治法律、法规基本知识，本单位职业健康管理制度和岗位操作规程，所从事岗位的主要职业病危害因素和防范措施，个体防护用品的使用和维护，劳动者的职业健康保护权利与义务等。

10.3.11 机制产品生产场的主要噪声源为破碎机、振动筛、风机、水泵、空压机等，以机械噪音为主。控制噪音主要考虑生源、传播途径和接受者三个方面，具体措施包括吸声、隔音、消音、减振和阻尼等。