**贵州省交通运输厅技术指南**

**JTT52/06—2019**

**贵州省县乡公路路面改善提升工程**

**施工技术指南（试行）**

**2019-09-30发布 2019-09-30 实施**

**贵州省交通运输厅 发布**

**贵州省交通运输厅技术指南**

**贵州省县乡公路路面改善提升工程**

**施工技术指南（试行）**

主编单位：贵州省公路局

参编单位: 遵义市交通勘察设计有限公司

批准部门：贵州省交通运输厅

实施日期：2019年09月30日

**2019 贵阳**

**前言**

进入新世纪以来，贵州省公路建设成就瞩目，2015年实现县县通高速公路，成为西部地区第1个、全国第9个县县通高速公路的省份；2017年实现建制村通畅率、通客运率达100%，到2019年6月实现30户及以上村民组100%通硬化路。作为上接高速公路、普通国省干线，下连通村公路、通组公路的县乡公路，有力地支撑了大规模交通、水利、城镇建设、移民搬迁等项目的实施，但是大部分县乡公路路面已超过设计使用年限，通行能力较差，服务水平大幅下降。为了贯彻落实总书记对“四好农村路”建设的重要指示、批示，提高县乡公路通行能力，补齐县乡公路短板，改善路网结构，服务全省脱贫攻坚和乡村振兴战略目标。省交通运输厅依托从江县乡道Y004打瑞河至党扭公路、镇宁县县道X465押浪至简嘎公路两个试点项目，总结设计、检测、施工经验，并结合我省县乡公路建设实践，特制定《贵州省县乡公路路面改善提升工程设计指南（试行）》、《贵州省县乡公路路面改善提升工程试验检测指南（试行）》、《贵州省县乡公路路面改善提升工程施工技术指南（试行）》用以指导全省县乡公路路面改善提升建设工作。

本流程为“施工技术指南”，立足于施工标准化，针对级配碎石施工、水泥稳定碎石施工、再生水泥稳定碎石施工、水泥混凝土面板碎石化施工、沥青混合料路面施工、水泥混凝土路面施工，从设备、材料、工艺流程、施工质量控制等方面，提出基本要求。

本流程共分为13章，分别是：1总则；2术语；3引用技术标准；4施工准备；5路基挖换处治；6级配碎石施工；7水泥稳定碎石施工；8再生水泥稳定碎石施工；9水泥混凝土面板就地碎石化施工； 10沥青路面施工；11功能层施工（透层、封层、粘层）；12水泥混凝土路面施工；13加固路肩施工。

主编单位：贵州省公路局。

参编单位：遵义市交通勘察设计有限公司。

编写人员：刘扬、张胤、粟周瑜、张杰、詹大德、祝永胜、郭飞、王文海、赵刚、吴江玲、刘艳、王迪、黄龑祥、王中强、王鹏、冉从新、縢峰、王宇顺、周开礼、陈建、敖生、张国学、魏德才、袁利平。

审查人员：梅世龙、余崇俊、鄢荣杰、黄晓勇、冯安翔、龙永国、方琴、刘建平、瓦浩、王端贵、张文利、王晓。

**目录**

[1 总则 1](#_Toc20608003)

[2 术语 2](#_Toc20608004)

[3 引用技术标准 3](#_Toc20608005)

[4 施工准备 4](#_Toc20608006)

[4.1 基本要求 4](#_Toc20608007)

[4.2 施工组织 4](#_Toc20608008)

[4.3 机械配置 5](#_Toc20608009)

[4.4 试验检测仪器配备 5](#_Toc20608010)

[4.5 其他准备 5](#_Toc20608011)

[5 路基挖换处治施工 7](#_Toc20608012)

[5.1 基本要求 7](#_Toc20608013)

[5.2 设备要求 7](#_Toc20608014)

[5.3 材料技术要求 7](#_Toc20608015)

[5.4 流程及工艺要点 8](#_Toc20608016)

[6 级配碎石施工 10](#_Toc20608017)

[6.1 基本要求 10](#_Toc20608018)

[6.2 设备要求 10](#_Toc20608019)

[6.3 材料技术要求 11](#_Toc20608020)

[6.4 流程及工艺要点 12](#_Toc20608021)

[6.5 施工质量过程控制 14](#_Toc20608022)

[7 水泥稳定碎石施工 15](#_Toc20608023)

[7.1 基本要求 15](#_Toc20608024)

[7.2 设备要求 16](#_Toc20608025)

[7.3 材料技术要求 16](#_Toc20608026)

[7.4 流程及工艺要点 18](#_Toc20608027)

[7.5施工质量过程控制 25](#_Toc20608028)

[8 再生水泥稳定碎石施工 27](#_Toc20608029)

[8.1 基本要求 27](#_Toc20608030)

[8.2 设备要求 27](#_Toc20608031)

[8.3 材料技术要求 28](#_Toc20608032)

[8.4 流程及工艺要点 28](#_Toc20608033)

[8.5 施工质量过程控制 33](#_Toc20608034)

[9 水泥混凝土面板就地碎石化施工 34](#_Toc20608035)

[9.1 基本要求 34](#_Toc20608036)

[9.2 设备要求 34](#_Toc20608037)

[9.3 流程及工艺要点 35](#_Toc20608038)

[9.4 施工质量过程控制 39](#_Toc20608039)

[9.5 水泥混凝土面板现场集中破碎化施工 40](#_Toc20608040)

[10 沥青路面施工 42](#_Toc20608041)

[10.1 基本要求 42](#_Toc20608042)

[10.2 设备要求 42](#_Toc20608043)

[10.3 材料技术要求 43](#_Toc20608044)

[10.4 流程及工艺要点 46](#_Toc20608045)

[10.5 施工质量过程控制 52](#_Toc20608046)

[11 功能层施工 53](#_Toc20608047)

[11.1 透层施工 53](#_Toc20608048)

[11.2 粘层施工 55](#_Toc20608049)

[11.3 沥青表面处治封层施工 57](#_Toc20608050)

[12 水泥混凝土面层 60](#_Toc20608051)

[12.1 基本要求 60](#_Toc20608052)

[12.2 设备要求 61](#_Toc20608053)

[12.3 材料技术要求 61](#_Toc20608054)

[12.4 流程及工艺要点 66](#_Toc20608055)

[12.5 施工质量过程控制 80](#_Toc20608056)

[13 加固路肩施工 85](#_Toc20608057)

[13.1 基本要求 85](#_Toc20608058)

[13.2 设备要求 85](#_Toc20608059)

[13.3 工艺流程及施工要点 85](#_Toc20608060)

[13.4 质量验收 88](#_Toc20608061)

# 1 总则

**1.0.1** 为确保贵州省县乡公路路面改善提升工程施工质量，加快项目建设进度，提高投资效益，特编制本《指南》。

**1.0.2** 本《指南》适用于贵州省县乡公路路面改善提升工程施工。

**1.0.3** 因地制宜推行施工标准化及平安工地建设，积极创建品质工程。

**1.0.4** 应积极采用“四新技术（新技术、新工艺、新材料、新设备）”。

**1.0.5** 贵州省县乡公路路面改善提升工程施工，除应符合本指南要求外，尚应符合国家和省现行相关标准、规范的规定。

# 2 术语

**2.0.1** **贵州省县乡公路路面改善提升工程**

为了提高县乡公路通行能力，补齐县乡公路短板，改善路网结构，服务全省脱贫攻坚和乡村振兴战略目标，省公路局结合我省既有县乡公路实际，不改变既有公路技术标准，以改善既有县乡公路路面综合性能为主，同步完善交通安全设施、排水设施等附属工程的建设项目，既有公路技术等级以四级公路为主，含少量三级公路。

**2.0.2就地碎石化再生利用技术**

采用多锤头破碎机或共振破碎机等专用设备将旧水泥混凝土路面原位破碎或破碎成具有一定尺寸的颗粒嵌挤体，作为基层或底基层使用的技术。

**2.0.3就地冷再生技术**

采用一体化再生机组对旧沥青路面一定深度范围内现场铣刨、破碎，同时加入一定数量的粗集料及水泥，按一定配合比拌和，再进行整形、碾压，使其恢复或达到路面基层技术要求的施工工艺。

# 3 引用技术标准

（1）《通用硅酸盐水泥》（CB175-2007）；

（2）《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；

（3）《混凝土外加剂》（GB8076-2008）；

（4）《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）；

（5）《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)；

（6）《公路沥青路面再生技术规范》（JTG F41-2008）；

 (7)《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1-2017）；

（8）《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）；

（9）《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG E51-2009）；

（10）《道路硅酸盐水泥》（GB/T 13693-2017）；

（11）《公路路基施工技术规范》（JTG/T F20-2006）；

（12）《公路路面基层施工技术细则》（JTG/TF20-2015）；

（13）《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30-2014）；

（14）《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》（JTG/TF31-2014）；

（15）《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50-2011）；

# 4 施工准备

## 4.1 基本要求

**4.1.1** 应充分熟悉设计要求。

**4.1.2** 应进行现场调查和核对，根据项目施工条件、场地位置、沿线建筑物等情况，对现场施工便道、拌和站、生活与办公区等进行合理的总体布局，经批准后，开展场地建设。

**4.1.3** 应做好施工环境的充分调查，根据工程规模、进度工期，合理制定施工方案和施工组织计划。

## 4.2 施工组织

**4.2.1** 施工组织设计应包括以下内容：

1 施工机械设备种类与数量组合、进场计划、操作人员与设备调配方案。

2 路面的施工工艺流程、质量检验计划、关键工序质量控制要求。

3 配合比试验、检验与控制程序、计划和质检人员安排。

4 工程计划进度网络图及直方图。

5 原材料进场计划，水资源、油料与电力获取方式、供应计划与备用方案。

6 劳动力进场计划。

7 拌和站、项目部与生活区布置及建设方案。

8 交通组织方案。

9 安全文明施工、环保等。

**4.2.3** 施工过程中，应结合工程进度及变化情况，及时调整施工生产计划，使工程质量及进度始终处于可控状态。

**4.2.4**施工过程中应建立快速有效的通信联络，及时进行生产调度、指挥和应急处置。

## 4.3 机械配置

**4.3.1** 工程施工机械设备必须齐全、配套完整，并满足施工质量、进度、安全要求。

**4.3.2** 施工单位应严格执行投标文件承诺的施工机械设备进场计划。

## 4.4 试验检测仪器配备

**4.4.1** 施工单位在正式开工前，须配备性能良好、精度符合规定的质量检测仪器，并配备足够的易损部件。

**4.4.2** 试验仪器的配置应满足施工需要。

## 4.5 其他准备

**4.5.1** 施工前必须逐批次检查各种材料的来源和质量，不符合技术要求的材料不得进场。

**4.5.2**对采购的沥青、集料等重要材料，供货单位必须逐批次提交合格证明材料，经抽检合格后方可使用。

**4.5.3**材料生产能力和质量控制措施应满足施工要求。

**4.5.4** 水泥混凝土、沥青混合料必须厂拌，拌和站应功能完善，场地应硬化，排水设施完善，搭设防雨棚。

**4.5.5** 水泥稳定集料必须厂拌，拌和站应功能完善，场地应硬化，排水设施完善，细集料需搭设防雨棚。

**4.5.6** 砂浆应机械拌和。

**4.5.7**预制构件应机械拌和，集中生产。

**4.5.8**  施工现场应规范设置安全防护设施、安全标识及其他各类临时设施，消除隐患，文明施工。

# [5 路基挖换处治](#_Toc29927)施工

## [5.1](#_Toc10219) 基本要求

**5.1.1** 既有公路路基病害处治应满足设计要求。

**5.1.2** 现场实际情况与设计不符时，根据现场实际情况调整设计方案。

## 5.2 设备要求

**5.2.1** 每10公里机械设备配置不低于表5.2.1-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表5.2.1-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **施工机械名称** | **规格** | **数量(座/台)** | **备注** |
| 1 | 挖掘机 |  | 1 |  |
| 2 | 风镐 |  | 3 |  |
| 3 | 装载机 |  | 1 |  |
| 4 | 切割机 |  | 2 |  |
| 5 | 自卸汽车 | 载重15t | 满足施工要求 |  |
| 6 | 单钢轮压路机 | 自重18t | 2 |  |
| 7 | 手扶式夯实机 |  | 1 |  |
| 8 | 水车 | 载重8t | 1 |  |

## 5.3 材料技术要求

**5.3.1** 根据实际情况，合理选用块片石、石渣、级配碎石等透水性较好的硬质材料回填压实。

## 5.4 流程及工艺要点

**5.4.1** 流程

施工流程见下图。

施工放样

挖除路基

基底处理

回填

压实

边缝处理

验收

**图5.4.1-1路基挖换处治施工流程图**

**5.4.2** 工艺要点

1 根据设计和现场实际，确定翻挖回填范围，深度。

2 路基翻挖

1)采用挖掘机或人工开挖，分层出土，对挖出填料进行集中堆放，回填材料存放在附近路基上，要远离基坑位置，方便机械设备的施工。下部路基填土运至弃土场。

2)在路基开挖过程中，应注意开挖深度，过程中要做好高程控制，严禁超挖。

3)开挖过程中应注意排水措施，确保施工作业面无积水。为及时排出雨天积水，可在低洼处设置小型集水坑归集雨水，降雨结束后采用抽水泵及时予以排除。

4)开挖至换填标高后要注意查看基底情况，符合要求时及时回填压实。

 3 路基回填碾压

路基回填根据设计和现场实际，合理选用块片石、石渣、级配碎石等透水性较好的硬质材料回填压实。

路基填筑采用水平分层填筑、分层压实，顶层的压实厚度控制在20cm以内。

采用合适的压实机械，控制碾压遍数，确保压实质量。

 4 边缝的处理

对于边缝采用压路机压实困难的，应采用小型夯实机械进行夯实，确保压实质量。

# 6 级配碎石施工

## 6.1 基本要求

**6.1.1** 在满足实际工程技术要求的前提下，应优先选用技术可靠，经济合理的当地材料。

**6.1.2** 施工关键工序宜拍摄照片或录像，作为现场记录保存。

**6.1.3** 在原材料试验评定中，应随机选取满足现行试验规程的样本进行材料试验。

**6.1.4** 工业废弃物作为筑路材料使用前应进行环境评价，并满足国家相关规定。

**6.1.5** 级配碎石基层应采用集中厂拌拌和，机械摊铺的施工工艺。

## 6.2 设备要求

级配碎石基层厂拌施工机械设备配置不低于表6.2.1-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表6.2.1-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 施工机械名称 | 规格 | 数量(座/台) | 备注 |
| 1 | 混合料拌和厂（站） | 生产能力200t/h以上 | 1 |  |
| 2 | 装载机 |  | 2 |  |
| 3 | 自卸汽车 | 载重15t | 满足施工要求 |  |
| 4 | 摊铺机、平地机沥青混合料摊铺机 |  | 1 |  |
| 5 | 单钢轮压路机 | 自重18t | 2 |  |
| 6 | 水车 | 载重8t | 1 |  |

## 6.3 材料技术要求

**6.3.1** 粗集料

1 用作级配碎石的粗集料宜符合6.3.1-1表的规定：

**表6.3.1-1粗集料技术要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **指标** | **底基层** | **试验方法** |
| 压碎值(%) | ≤35 | T 0316 |
| 针片状颗粒含量(%) | ≤20 | T 0312 |

2 粗集料规格要求宜符合表6.3.1-2的规定。

**表6.3.1-2 粗集料规格要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **规格名称** | **工程粒径（mm）** | **通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）** | **公称粒径（mm）** |
| **53** | **37.5** | **31.5** | **26.5** | **19.0** | **13.2** | **9.5** | **4.75** | **2.36** |
| G1 | 20～40 | 100 | 90～100 | － | － | 0～10 | 0～5 | － | － | － | 19～37.5 |
| G2 | 20～30 | － | 100 | 90～100 | － | 0～10 | 0～5 | － | － | － | 19～31.5 |
| G3 | 20～25 | － | － | 100 | 90～100 | 0～10 | 0～5 | － | － | － | 19～26.5 |
| G4 | 15～25 | － | － | 100 | 90～100 | － | 0～10 | 0～5 | － | － | 13.2～26.5 |
| G5 | 15～20 | － | － | － | 100 | 90～100 | 0～10 | 0～5 | － | － | 13.2～19 |
| G6 | 10～30 | － | 100 | 90～100 | － | － | － | 0～10 | 0～5 | － | 9.5～31.5 |
| G7 | 10～25 | － | － | 100 | 90～100 | － | － | 0～10 | 0～5 | － | 9.5～26.5 |
| G8 | 10～20 | － | － | － | 100 | 90～100 | － | 0～10 | 0～5 | － | 9.5～19 |
| G9 | 10～15 | － | － | － | － | 100 | 90～100 | 0～10 | 0～5 | － | 9.5～13.2 |
| G10 | 5～15 | － | － | － | － | 100 | 90～100 | 40～70 | 0～10 | 0～5 | 4.75～13.2 |
| G11 | 5～10 | － | － | － | － | － | 100 | 90～100 | 0～10 | 0～5 | 4.75～9.5 |

3 采用两级破碎工艺，初破采用鄂式破碎机破碎，二破采用反击破碎机破碎。

4 碎石加工中，根据筛网放置的倾斜角度和工程经验，应选择合理的筛孔尺寸。粒径尺寸与筛孔尺寸对应关系宜符合表6.3.1-3的规定。

**表6.3.1-3 粒径尺寸与筛孔尺寸对应表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粒径尺寸（mm） | 4.75 | 9.5 | 13.2 | 16 | 19 | 26.5 | 31.5 | 37.5 |
| 筛孔尺寸（mm） | 5.5 | 11 | 15 | 18 | 22 | 31 | 36 | 43 |

**6.3.2** 细集料

1 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质。

2 细集料规格要求应符合表6.3.2-1规定。

**表6.3.2-1 细集料规格要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 规格名称 | 工程粒径（mm） | 通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%） | 公称粒径（mm） |
| 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| XG1 | 3～5 | 100 | 90～100 | 0～15 | 0～5 | － | － | － | － | 2.36～4.75 |
| XG2 | 0～3 | － | 100 | 90～100 | － | － | － | － | 0～15 | 0～2.36 |
| XG3 | 0～5 | 100 | 90～100 | － | － | － | － | － | 0～20 | 0～4.75 |

3 对0～3mm和0～5mm的细集料应分别严格控制大于2.36mm和4.75mm的颗粒含量。对3～5mm的细集料应严格控制小于2.36mm的颗粒含量。

4 级配碎石中的细集料可使用细筛余料。

5 天然砾石或粗砂作为细集料时，其颗粒尺寸应满足工程需要，且级配稳定。

6 级配碎石细集料的塑性指数应不大于12。

**6.3.3** 水

凡饮用水皆可使用，遇到可疑水源，应委托有关部门化验鉴定。

## 6.4 流程及工艺要点

**6.4.1** 流程

1 施工流程见图6.4.1-1：

施工放样

检测含水率

原材料检验

拌和

运输

摊铺

碾压

接缝处理

验收

**图6.4.1-1 级配碎石施工工艺流程图**

**6.4.2** 工艺要点

1 试铺试验段

1）正式施工前应铺筑试验段，长度宜为200～300m。

2）试验段施工后，确定施工关键参数，包括配合比、含水率、松铺系数、碾压工艺等。

3）试验段不满足技术要求时，应重新铺设试验段。试验段各项指标合格后，方可正式施工。

2 施工放样

根据设计，在两侧标示出级配碎石边缘标高，便于施工控制。

3 拌和及运输

1）级配碎石混合料可采用自建拌和站拌和或商品混合料，质量须满足相关要求。

2）混合料的拌和能力与混合料的摊铺能力应相匹配。

3）工程所需的原材料严禁混杂，应分档隔仓堆放，并有明显的标志。

4）应根据工程量的大小和运距的长短，配备足够数量的混合料运输车，并用篷布覆盖。

5）混合料运输车装料前应清理干净车厢，不得存有杂物。

4 摊铺

1）摊铺后有离析现象时，应及时调整摊铺工艺。

2）对无法使用机械摊铺的超宽路段，应采用人工同步摊铺、修整，并同时碾压成型。

5 碾压

1）应安排专人负责指挥碾压，严禁漏压和产生轮迹。

2）在碾压过程中出现软弹现象时，应及时将该路段混合料挖出，重新换填新料碾压。

3）碾压成型后的表面应平整，无轮迹。

6 接缝处理

1）两作业段的衔接处应搭接拌和、整平和碾压。

2）宜避免纵向接缝，在分两幅铺筑时，纵缝应搭接拌和、整平和碾压，搭接宽度宜不小于300mm。

7 养生

1）级配碎石作为基层时，未做透层沥青或铺设封层前，严禁开放交通。

2）级配碎石作为底基层时，为了保证表面不受破坏，禁止开放交通并尽快摊铺基层。

## 6.5 施工质量过程控制

**6.5.1** 施工过程中的质量控制应包括外形尺寸检查及内在质量检验两部分。

**6.5.2** 外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合表6.5.2-1的规定：

**表6.5.2-1 外形尺寸检查项目、频度和质量标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程类别 | 项目 | 频度 | 质量标准 |
| 1 | 厚度(mm) | 均值 | 每公里测2点 | ≥-12 |
| 单个值 | ≥-30 |
| 2 | 弯沉检测 | 每公里40～50个测点 | 满足设计要求 |

# 7 水泥稳定碎石施工

## 7.1 基本要求

**7.1.1** 水泥稳定碎石路面基层压实厚度不超过20cm。应采用集中厂拌、宜采用摊铺机摊铺的工艺施工。

**7.1.2** 水泥稳定碎石基层应避免在低温期和高温期施工。

**7.1.3** 水泥稳定碎石基层施工时，应遵循下列规定：

1 配料应准确，拌和应均匀；

2 混合料摊铺应均匀，减少离析；

3 严格控制基层的压实厚度和高程，横坡应符合设计要求；

4 应在混合料略大于最佳含水量约1个百分点时进行碾压，压实度不小于97%。

**7.1.4** 施工中应尽可能缩短从加水拌和到碾压终了的延迟时间，延迟时间不应超过水泥的初凝时间。

**7.1.5**在原材料试验评定中应随机选取具有足够数量的样本进行材料试验(足够数量指满足现行试验规程或相关设计文件中所规定的试验样本数量)，应根据当地材料的特点和混合料设计要求，通过配合比设计选择最优的工程级配。

**7.1.6** 应采取各种有效措施，防止水泥稳定碎石基层在施工中出现离析和开裂现象。对已经出现的离析和开裂应进行处理。

**7.1.7** 在施工过程中，材料品质或规格发生变化，应重新进行材料组成设计。

**7.1.8** 水泥稳定碎石7d 龄期无侧限抗压强度标准Rd应符合设计要求。

## 7.2 设备要求

**7.2.1** 水泥稳定碎石基层施工时机械设备配置不低于表7.2.1-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表7.2.1-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 施工机械名称 | 规格 | 数量(座/台) | 备注 |
| 1 | 水泥稳定碎石厂拌设备 | 200t/h | 1 | ①产量不小于200t/h，配置成品料储料斗。②料斗上口须安装剔除超粒径、杂物的筛网。③配备水泥罐和储水池（罐）。 |
| 2 | 摊铺机（履带式） |  | 1或2 | ①全幅摊铺：选用大功率抗离析型摊铺机单机全幅全宽作业摊铺或两台同一型号的摊铺机梯队作业。②半幅摊铺：一台履带式摊铺机 |
| 3 | 自卸汽车 | 载重10t | 数量应与拌和设备、摊铺设备、压路机相匹配 | 配置保湿覆盖篷布 |
| 4 | 双钢轮压路机、轮胎压路机、振动压路机 | 自重10t以内、自重9～16t | 至少各1台 | 压路机的吨位和台数必须与拌和机及摊铺机生产能力相匹配，使从加水拌和到碾压终了的时间不超过2h，保证施工正常进行。 |
| 5 | 洒水车 |  | 1 | 雾化洒水型 |
| 6 | 装载机 |  | 2 | 用于拌和站转运集料 |

## 7.3 材料技术要求

**7.3.1** 水泥

1 普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥都可用于拌制水泥稳定碎石混合料，可采用强度等级32.5或42.5级的缓凝水泥。水泥指标应符合见表7.3.1-1。

**表7.3.1-1 水泥质量技术指标要求及检测频度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实验项目 | 技术要求 | 试验方法 | 检测频度 |
| 细度（80μm筛筛余）（%） | ≤10 | GB/T 1345-2005 | 同厂家、同品种、同批号袋装60t，散装200t为一批，每批抽样一个样品 |
| 比表面积（㎡/㎏） | ≥300 | GB/T 8074-2008 |
| 标准稠度用水量（%） | - | T0505 |
| 凝结时间 | 初凝（h） | ＞3 | GB/T 1346-2001 |
| 终凝（h） | ＞6且＜10 |
| 安定性 | 合格 |
| 胶砂强度 | 水泥品种 | 抗折强度 | 抗压强度 | T0506 |
| 3d | 28d | 3d | 28d |
| 普硅42.5级 | ≥3.5 | ≥6.5 | ≥17.0 | ≥42.5 |
| 矿渣32.5级 | ≥2.5 | ≥6.5 | ≥10.0 | ≥42.5 |

2 采用散装水泥，入罐温度不能高于50℃。

**7.3.2**碎石

1 碎石的最大粒径为31.5mm，宜按粒径19～31.5mm（1#料）、4.75～19mm（2#料）、2.36mm～4.75mm（3#料）和0～2.36mm（4#料）四种规格备料。

2 集料指标应符合相关标准的规定，见表7.3.2-1～表7.3.2-4。

**表7.3.2-1 水泥稳定碎石粗集料质量技术要求（1#、2#料）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 技术要求 | 检测频率 |
| 颗粒分析 | T0302 |  |
| 石料压碎值（%） | ≤35 | 每2000t检测1次 |
| 针片状颗粒含量（1:3）（%） | ≤20 |
| 含泥量水洗法<0.075mm颗粒含量（%） | ≤2 |

**表7.3.2-2 水泥稳定碎石细集料质量要求（3#料）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 技术要求 | 检测频率 |
| 水洗法<0.075mm颗粒含量（%） | ≤3 | 每1000t检测1次 |

**表7.3.2-3 水泥稳定碎石细集料质量要求（4#料）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 技术要求 | 检测频率 |
| 塑性指数 | T0118 | 每2000m³测2个样品 |
| 水洗法<0.075mm颗粒含量（%） | ≤20 | 每1000t检测1次 |
| 砂当量（%） | ≤50 |

3 合成碎石的颗粒组成应符合表7.3.2-4的规定。

**表7.3.2-4 水泥稳定碎石混合料中合成碎石的颗粒组成**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 筛孔尺寸（mm） | 31.5 | 26.5 | 19 | 16.0 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 通过率（%） | 100 | 100～90 | 87～73 | 82～65 | 75～58 | 66～47 | 50～30 | 36～19 | 26～12 | 19～8 | 14～5 | 10～3 | 7～2 |

**7.3.3**水

1饮用水可直接作为基层、底基层材料拌和与养生用水。

2 拌和使用的非饮用水应进行水质检验，技术要求应符合表7.3.3-1的规定。

**表7.3.3-1 非饮用水技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项次** | **项目** | **技术要求** | **试验方法** |
| 1 | PH值 | ≥4.5 | JGJ 63 |
| 2 | CL-含量(mg/L) | ≤3500 |
| 3 | $SO\_{4}^{2-}$含量(mg/L) | ≤2700 |
| 4 | 碱含量(mg/L) | ≤1500 |
| 5 | 可溶物含量(mg/L) | ≤10000 |
| 6 | 不溶物含量(mg/L) | ≤5000 |
| 7 | 其他杂质 | 不应有漂浮的油脂和泡沫及明显的颜色和异味 |

3 养生用水可不检验不溶物含量，其他指标应符合表7.3.3-1的规定。

## 7.4 流程及工艺要点

**7.4.1** 水泥稳定碎石施工工艺流程图如图7.4.1-1。

**7.4.2 混合料的组成设计**

1 一般要求

1）水泥稳定材料的组成设计包括：根据规定的材料指标要求，通过试验选取合适的集料和水泥；确定合理的集料配合比例、水泥剂量、混合料的最佳含水量和相应的最大干密度。合理的水泥稳定碎石组成必须达到强度要求，具有较小的温缩和干缩系数（现场裂缝较少），施工和易性好（粗集料离析较小）。

2）振动成型或静压成型水泥稳定碎石7天浸水无侧限抗压强度代表值应满足设计要求。

3）为减少基层裂缝，必须做到三个限制：在满足设计强度的基础上限制水泥用量；在减少含泥量的同时，限制细集料、粉料用量；根据施工时气候条件限制含水量。施工中要求水泥剂量不宜大于5%、合成集料级配中0.075mm以下颗粒含量不宜大于7%、含水量不宜超过最佳含水量的1%。

4）混合料应制成直径和高均为150mm圆柱试件，各项试验应按《公路工程无机结合料稳定材料试验规程(JTG E51-2009)》进行的有关要求进行。

材料配比

拌和混合料

碾压

找补整型

检测找平

材料检验

混合料运输

检测

验收

养护

处理接缝和调头处

碾压

按碾压虚铺高度整型

摊铺混合料

测量放线

施工准备

测量

检查含水率

**图7.4.1-1 水泥稳定碎石施工工艺流程图**

2 混合料组成设计的步骤

1）取工地实际使用的集料，分别进行水洗筛分，按颗粒组成进行计算，确定各种集料的组成比例。要求组成混合料的级配应符合表7.3.2-4的规定。

为保证配制出的混合料具有较好的抗裂性能以及施工时减少离析的产生，建议配合比设计时级配曲线按正“S”形调整。4.75mm以上筛孔通过率宜处于级配中值与上限之间，4.75mm以下（含4.75mm）筛孔通过率宜处于级配中值与下限之间。

2）取工地使用的水泥，按不同水泥剂量分组试验。一般建议水泥剂量按3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5%五种比例进行试验（以集料质量为100）。制备不同比例的混合料（每组试件个数为：偏差系数10％～15％时9个，偏差系数15％～20％时13个），用振动击实法（或重型击实法）确定各组混合料的最佳含水量和最大干密度。

3）根据确定的最佳含水量，拌制水泥稳定碎石混合料，按要求压实度（振动击实标准97％，重型击实标准97%）制备混合料试件，在标准条件下养护6天，浸水一天后取出，检测无侧限抗压强度。

5）水泥稳定碎石7天浸水无侧限抗压强度代表值$R\_{d}^{0}$应满足设计要求。

**7.4.3** 试铺

1正式开工之前，应进行试铺。试铺段应选择在经验收合格的底基层上进行，其长度为300～600m左右，每一种方案试验100m-200m。

水泥稳定碎石混合料采用集中拌和（厂拌）法施工，由机械摊铺，一次碾压密实。试铺路段的拌和、摊铺、碾压各道工序按《公路路面基层施工技术细则》（JTG/TF20-2015）进行。

2试铺段要确定的主要内容如下：

1）验证用于施工混合料的配合比。

a.调试拌和机，分别称出拌缸中不同规格的碎石、水泥、水的重量，测量其计量的准确性；

b.调整拌和时间，保证混合料均匀性；

c.检查混合料含水量、集料级配、水泥剂量、7天无侧限抗压强度。

2）确定铺筑的松铺系数。

3）确定标准施工方法。

1. 混合料配比的控制方法；
2. 混合料摊铺方法和适用机具（包括摊铺机的行进速度、摊铺厚度的控制方式）；
3. 含水量的调整和控制方法；
4. 压实机械的选择和组合，压实的顺序，速度和遍数；
5. 拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合；

4）确定每一作业段的合适长度。

5）严密组织拌和、运输、碾压等工序，缩短延迟时间。

当使用的原材料和混合料、施工机械、施工方法及试铺路面各检验项目的检测结果都符合规定，可按以上内容编写《试铺总结》。

**7.4.4**施工

1 一般要求

1）清除作业面表面的浮土等杂物。并将作业面表面洒水湿润。

2）开始摊铺的前一天要进行测量放样，按摊铺机宽度与传感器间距，一般在直线上间隔为20m，在平曲线上为10m，做出标记，并打好导向控制线支架，根据松铺系数算出松铺厚度，决定导向控制线高度，挂好导向控制线。

2 混合料的拌和

1）开始拌和前，拌和场的备料应能满足7天以上的摊铺用料。

2）每天开始搅拌前，应检查场内各处集料的含水量，计算当天的配合比，外加水与天然含水量的总和要比最佳含水量略高。实际的水泥剂量可以大于混合料组成设计时确定的水泥剂量约0.5％，同时在充分估计施工富余强度时要从缩小施工偏差入手，不得以提高水泥用量的方式提高路面基层强度。

3）每天开始搅拌之后，按规定取混合料试样抽查级配和水泥剂量；随时在线检查配比、含水量是否变化。

4）拌和机出料不允许采取自由跌落式的落地成堆、装载机装料运输的办法。一定要配备带活门漏斗的料仓，由漏斗出料直接装车运输，装车时车辆应前后移动，分三次装料，避免混合料离析。

3 混合料的运输

1）运输车辆在每天开工前，要检验其完好情况，装料前应将车厢清洗干净。运输车辆数量一定要满足拌和出料与摊铺需要，并略有富余。

2）应尽快将拌成的混合料运送到铺筑现场。车上的混合料应覆盖，减少水分损失。如运输车辆中途出现故障，必须立即以最短时间排除；当车内混合料不能在初凝时间内运到工地摊铺压实，必须予以废弃。

4 混合料的摊铺

1）混合料摊铺应保证足够的厚度，碾压成型后每层的摊铺厚度宜满足设计要求，最大厚度宜不大于20cm。

3）摊铺前应检查摊铺机各部分运转情况，而且每天坚持重复此项工作。

4）调整好传感器臂与导向控制线的关系；严格控制基层厚度和高程，保证路拱横坡度满足设计要求。

5）摊铺机宜连续摊铺。如拌和机生产能力较小，在用摊铺机摊铺混合料时，应采用最低速度摊铺，禁止摊铺机停机待料。

7）摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中。

8）在摊铺机后面应设专人消除细集料离析现象，特别应该铲除局部粗集料“窝”，并用新拌混合料填补。

5 混合料的碾压

1）摊铺机后面，应紧跟单钢轮压路机、轮胎压路机进行碾压，一次碾压长度一般为50m～80m。碾压段落必须层次分明，设置明显的分界标志。

2）碾压应遵循生产试验路段确定的程序与工艺。

3）压路机碾压时应重叠1/2轮宽。

6）压路机停车要错开，相距间隔不小于3m，应停在已碾压好的路段上。

7）严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头和急刹车。

8）碾压宜在水泥终凝前及试验确定的延迟时间内完成，并达到要求的压实度，同时没有明显的轮迹。

6 横缝设置

1）水泥稳定碎石混合料摊铺时，应连续作业，如因故中断时间超过2h，则应设横缝；每天收工之后的接头断面也要设置横缝；每当通过桥涵，在其两边设置横缝，基层的横缝与桥头搭板尾端吻合。特别注意桥头搭板前水泥碎石的碾压。对于无法碾压的死角，采用小型机具夯实。

2）横缝应与路面车道中心线垂直设置，接缝断面应是竖向平面。其设置方法：

a.人工将含水量合适的混合料末端整理整齐。紧靠混合料放两根方木，方木的高度与压实混合料的厚度相同，整平紧靠方木的混合料。

b.方木应采取必要的措施进行固定。

c.在重新开始摊铺混合料之前，将方木撤除，并将作业面顶面清除干净。

d.摊铺机返回到已压实层的末端，重新开始摊铺混合料。

e.如摊铺中断超过2h，而又未按上述方法处理横向接缝，则将摊铺机附近及其下面未压实的混合料铲除，并将已碾压密实且高程和平整度符合要求的末端挖成与路中心垂直并垂直向下的断面，摊铺机安置在已压实的面上，下垫木板，高度为松铺厚度与压实厚度之差，然后再摊铺新的混合料，初压时进行横向碾压。

7 养生及交通管制

1)养生

a.每一段碾压完成以后应及时开始养生。

b.养生可采取洒水养生、薄膜覆盖养生、土工布覆盖养生、草帘覆盖养生、洒铺乳化沥青养生等方式，宜结合工程实际情况选择适宜的方式。

c.养生方法：正常气温下施工应将麻布或透水无纺土工布湿润，然后人工覆盖在碾压完成的基层顶面。覆盖半小时后，再用洒水车洒水。在7天内应保持基层处于湿润状态，14天内正常养护。冬季低温施工时建议基层施工完毕后立即喷洒透层油，采用一定厚度的塑料薄膜进行覆盖保湿保温。养生结束后，必须将覆盖物清除干净。

d.用洒水车洒水养生时，洒水车的喷头要用喷雾式，不得用高压式喷管，以免破坏基层结构，每天洒水次数应视气候而定，整个养生期间应始终保持水泥稳定碎石层表面湿润。

e.养生期宜不少于7d，养生期宜延长至上层结构开始施工的前2d。

f.养生期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外严禁其他车辆通行（无机结合料稳定材料结构层养生7d后，其结构强度仍无法承受施工期间各种运料车的荷载，极易导致各种裂缝的产生，因此有必要封闭交通）。

2）交通管制

a.水泥稳定碎石养生期间，小型车辆和洒水车的行驶速度应小于20km/h。

b.养生7d后，施工需要通行重型货车时，应有专人指挥，按规定的车道行驶，且车速应不大于 20km/h，轴载应不大于10t。

## 7.5施工质量过程控制

**7.5.1**加强专业技术工种岗位培训，提高实际操作工艺水平。

**7.5.2** 建立严格的原材料、成品、半成品的采购制度，及时对进场材料进行严格的质量检验，坚决杜绝不合格材料进场。

**7.5.3**水泥剂量的测定用料应在拌和机拌和后取样，并立即（一般规定小于10分钟）送到工地试验室进行滴定试验。

**7.5.4**水泥用量除用滴定法检测水泥剂量要求外，还必须进行总量控制检测。即要求记录每天的实际水泥用量、集料用量和实际工程量，计算对比水泥剂量的一致性。

**7.5.5**水泥稳定碎石的质量控制要求见表7.5.1-1。

**表7.5.1水泥稳定碎石基层质量标准**

| 工程部位 | 检查内容 | 标准值 |
| --- | --- | --- |
| 水泥稳定碎石基层 | 压实度（%） | ≥97。按JTG F80/1-2017附录B检查 |
| 平整度 | 最大间隙h（mm） | ≤12.0 |
| 完整性（%） | 平均值≥90，单点值≥85 |
| 厚度（mm） | 均值≥-12，单值≥-20。按JTG F80/1-2017附录H检查 |
| 7d无侧限抗压强度 | 满足设计要求 |

注：基层芯样完整性是钻芯厚度与设计厚度的比值，以百分率（%）。

**7.5.6** 在施工时具体施工配合比按7天无侧限抗压强度符合设计要求。

**7.5.7** 水泥稳定碎石基层施工时应尽量避免雨淋。

# 8 再生水泥稳定碎石施工

## 8.1 基本要求

**8.1.1** 在满足实际工程技术要求的前提下，应优先选用技术可靠，经济合理的再生设备。

**8.1.2** 在施工之前应充分了解现场实际情况，如原有水泥稳定碎石基层厚度，实际配合比，原有路基强度等。

**8.1.3** 就地再生水泥稳定混合料用做基层时，水泥剂量可采用4%～5%，一般不宜超过5.5%。

**8.1.4** 施工关键工序宜拍摄照片或录像，作为现场记录保存。

**8.1.5** 在原材料试验评定中，应随机选取满足现行试验规程的样本进行材料试验。

**8.1.6** 水泥稳定就地再生结构层施工时，应遵守下列规定：

1 添加的碎石等外掺料和水泥应撒布均匀。

2 应严格控制基层厚度和高程，其路拱横坡应满足设计要求。

3 应在混合料处于或略大于最佳含水量（气候炎热干燥时，基层混合料可增大1%～2%）时进行碾压，压实度应达到《公路路面基层施工技术细则》（JTG/TF20-2015）的有关要求。

## 8.2 设备要求

**8.2.1**再生水泥稳定碎石基层施工机械设备配置不低于表8.2.1-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表8.2.1-1 机械设备配置表（1个作业面）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 施工机械名称 | 数量(座/台) | 备注 |
| 1 | 就地冷再生机组 | 1 | 可精确控制铣刨、路拌深度及加水量 |
| 2 | 智能粉料（水泥）撒布车 | 1-2 | 撒布均匀数量可控 |
| 3 | 单钢轮重型压路机 | 2 | 18-26t |
| 4 | 胶轮压路机 | 1 | 25-32t |
| 5 | 洒水车 | 3-4 | 雾化洒水型 |
| 6 | 平地机沥青混合料摊铺机 | 1 | 刮平宽度不小于2m |
| 7 | 自卸汽车 |  | 满足施工要求 |
| 8 | 装载机 | 2 | 满足施工要求 |

## 8.3 材料技术要求

**8.3.1** 水泥稳定就地冷再生层用做基层时，单个颗粒的最大粒径不应超过37.5mm，其颗粒组成应在表8.3.1-1范围内。对于二级公路宜按接近级配范围的下限组配混合料。

**表8.3.1-1二级及二级以下公路水泥稳定就地冷再生基层混合料的颗粒组成范围**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 筛孔尺寸（mm） | 通过质量百分率(%) | 筛孔尺寸（mm） | 通过质量百分率(%) |
| 37.5 | 90～100 | 2.36 | 20～70 |
| 26.5 | 66～10 | 1.18 | 14～57 |
| 19 | 54～100 | 0.6 | 8～47 |
| 9.5 | 39～100 | 0.075 | 0～30 |
| 4.75 | 28～84 |  |  |

## 8.4 流程及工艺要点

**8.4.1** 水泥稳定就地冷再生流程

1 水泥稳定就地冷再生的流程宜按图8.4.1-1的顺序进行。



**图8.4.1-1就地冷再生水泥稳定碎石施工流程**

**8.4.2** 工艺要点

1 整个施工及养护过程中，应对再生路段（路幅）封闭交通，各路口设置警示牌，提醒司机及行人。

2试铺试验段

1）施工前应铺筑试验段，长度宜为200～300m。

2）试验段施工后，确定施工关键参数的推荐值，包括施工段落长度，新加料后配合比、含水率、碾压工艺、压实度、现场钻芯效果等。

3）试验段不满足技术要求时，应重新铺设试验段。试验段各项指标合格后，方可正式施工。

3施工放样

1）在再生施工之前，应在道路的两侧放置一系列的标桩（杆）作为基线，用来恢复道路的中心线。

2）标桩（杆）的间距，曲线距离不应超过20米，直线距离不应超过40米。

4准备原道路

1）清除原道路表面（包括不需要再生的相临行车道和路肩）的石块、垃圾、杂草等杂物和积水，并清理边线。

2）清除再生路段上存在的井盖等类似结构物。

3）对原路的翻浆、车辙、沉陷、波浪、坑槽等病害进行处理，使原路基本平整。

5准备新加料

1）计算材料用量：

根据原道路再生深度内的材料平均密度，计算每平米新料的添加量；根据每车料的质量或体积，计算每车料的堆放距离；使用水泥稀浆车，应计算水泥浆的喷入量。

2）新加料装车时，应控制每车料的数量基本相等。

3）在同一料场供料的路段内，由远到近将料按上述计算距离卸置于原路面的中间。卸料距离应严格掌握，避免有的路段料不够或过多。

4）将新加料均匀地撒布在旧路面上，并检查新加料撒布是否均匀。

6冷再生机组就位

1）使用推杆连接再生机组，并连接所有与再生机相连的管道。

2）检查再生机操作人员是否已将所有与稳定剂添加量有关的数据输入计算机。

3）采用粉料撒布车自动撒布水泥。使用水泥稀浆车，应检查水泥稀浆车内的水泥和水是否充足。

4）排除系统中的所有空气并确保所有阀门均处于全开度位置。

5）检查再生路段内的导向标志，确保导向标志明确。

6）对再生施工中所需要的其它机械设备进行全面的检查。

7冷再生机铣刨与拌和

1）冷再生机推动稀浆车或水车在原路面上行进。

2）冷再生机行进速度应根据路面损坏状况和再生深度进行调整，一般为6m/min～12m/min，使得铣刨后料的级配波动范围不大。网裂严重地段应降低再生机组行进速度，提高铣刨转子转速。

3）再生机后应有专人跟随，随时检查再生深度、水泥含量和含水量，并配合再生机操作员进行调整。

4）施工中再生深度的检查以相邻已经再生或原路面为标准，用钢纤刺入土中，测量其刺入深度，看其深度是否合格。

5）应在作业面边缘固定导向线以帮助操作者。

6）若进行多刀施工时，应时刻注意搭接的宽度，保证搭接宽度。

7）再生机后宜安排 4～5 人处理边线和清理混合料中的杂质以及每刀起始位置的余料，以防止影响纵向接缝、横向接缝、平整度和再生材料的密实性。

8）带有熨平板的再生机，应经常检查熨平板后混合料的厚度。

9）在施工过程中，对混合料的级配、再生深度、水（或水泥稀浆）的喷入量有任何疑问时，应停止施工，等问题解决后再继续施工。

10）每次再生的长度以保证后续作业能正常进行为宜，应认真组织施工，使再生的长度尽可能长些，以减少横向接缝。一次（不停机）再生的长度一般为80m～150m。

11）每段再生结束后，应检查铣刨毂的刀架、刀头，发现损坏立即更换。

8碾压整形

1）根据路宽、压路机的轮宽和轮距的不同，制订碾压方案，应使各部分碾压到的次数尽量相同，路面的两侧应多压 2～3 遍。

2）使用轮胎式再生机时，在整形之前，必须首先压实轮迹间松散的材料。

3）在再生机后应紧跟一台钢轮振动压路机或凸块式振动压路机进行初压，采用高幅低频进行压实，压实遍数应足以保证再生层底部 2/3 厚度范围内的压实度达到规定要求。钢轮压路机的工作速度不得超过3Km/h。

4）在初压完成后，应立即用平地机整形。在直线段，平地机由两侧向路中心进行刮平；在平曲线段，平地机由内侧向外侧进行刮平。必要时，再返回刮一遍。

5）对于局部低洼处，应用齿耙将其表层 5cm 以上耙松，并用新拌的混合料进行找平。

6）整形时应将高处料直接刮出路外，不应形成薄层贴补现象。

7）在整形过程中，严禁任何车辆通行，并保持无明显的粗细集料离析现象。

8）整形后，当混合料的含水量为最佳含水量时，应立即用光轮压路机先以高幅低频振动模式后以低幅高频模式进行压实。直线和不设超高的平曲线段，由路肩向路中心碾时，应重叠1/2轮宽，后轮必须超过两段的接缝处，后轮压完路面全宽时，即为一遍。一般需碾压6～8遍。压路机的碾压速度，头两遍以采用1.5～1.7Km/h 为宜，以后宜采用 2.0～2.5Km/h。

9）严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头或急刹车，应保证再生层表面不受破坏。

10）碾压过程中，再生层的表面应始终保持湿润，如水分蒸发过快，应及时补撒少量的水，但严禁大量洒水碾压。

11）碾压过程中，如有“弹簧”、松散、起皮等现象，应及时翻开重新拌和（加适量的水泥）或用其他方法处理，使其达到质量要求。

12）经过拌和、整形的水泥稳定就地冷再生层，宜在水泥初凝前并应在试验确定的延迟时间内完成碾压，并达到要求的密实度，同时没有明显的轮迹。

13）在碾压结束之前，用平地机再终平一次，使其纵向顺适，路拱和超高符合设计要求。终平应仔细进行，必须将局部高出部分刮除并扫出路外；对于局部低洼之处，不再进行找补，可留待铺筑沥青面层时处理。

9接缝和调头处的处理

1）纵向接缝的处理

道路宽度小于7m，纵向重叠较多时，不宜半幅施工，应考虑全幅施工，以减少重叠量，提高施工效率；一般重叠宽度为5-15cm；路面材料越厚，材料粒度越粗，重叠量越大；相邻两次作业间隔12h以上时，重叠量应增加；在纵向接缝上，根据已建再生层的完成时间，改变水泥稀浆（或水）的喷入量；纵向接缝的位置应尽量避开慢行、重型车辆的轮迹。

2）横向接缝的处理

应对所形成的横向接缝认真处理，施工中应尽量减少停机现象；停机超过水泥初凝时间，再生机再次施工时，必须将整个再生机后退至再生过的路段1.5m 的距离，并重新撒布水泥。

3）调头处的处理

如机械必须到已压成的水泥稳定就地冷再生层上调头，应采取措施保护调头作业段。一般可在准备用于调头的约 8～10m 长的稳定土上，先覆盖一张厚塑料布或油毡纸。

10养生及交通管制

1）水泥稳定就地冷再生层宜养生7d后铺筑上层混合料。如果上层混合料仍为无机结合料稳定类材料时，宜在下层表面撒少量水泥或水泥浆。

2）每一段碾压完成并经压实度检查合格后，应立即开始养生。

3）对于可封闭的路段，宜采用覆盖（吸水土工布等）进行养生。养生结束后，必须将覆盖物清除干净。

4）对于基层，可采用洒布乳化沥青进行养生。

5）无上述条件时，也可用洒水车经常洒水进行养生。每天洒水的次数应视气候而定。整个养生期间应始终保持稳定土层表面潮湿。

6）基层的养生期不宜少于7d。

7）在养生期间未采用覆盖措施的水泥稳定就地冷再生层上，除洒水车外，应封闭交通。不能封闭交通时，应限制重车通行，其他车辆的车速不应超过20km/h，轴载应不大于10t。

## 8.5 施工质量过程控制

**8.5.1** 施工过程中的质量控制应包括外形尺寸检查及内在质量检验两部分。

**8.5.2**  稳定粒料应符合下列基本要求：

1 应选择质坚干净的粒料。

2 水泥类材料碾压终了的时间不应超过水泥的终凝时间。

3 碾压检查合格后立即覆盖或洒水养护，养护期应符合规范规定。

**8.5.3** 再生水泥稳定碎石实测项目应符表8.5.3-1的规定：

**表8.5.3-1再生水泥稳定碎石实测项目**

| 序号 | 名称 | 试验内容 | 取样频率 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 既有路面材料 | 混合料级配、压碎值、含泥量 | 根据工艺，取代表性样品3组 |
| 2 | 新添加材料 | 粗集料 | 级配，含泥量、针片状颗粒、压碎值 | 取1组 |
| 水泥 | 水泥胶砂强度，标准稠度用水量、凝结时间，安定性 | 取1组 |
| 3 | 目标配合比 | 最大干密度、最佳含水量、7d无侧限抗压强度 | 1组 |

**8.5.4**  再生稳定粒料外观质量应符合下列规定:

1 表面应无松散、无坑洼、无碾压轮迹。

2 表面连续离析不得超过10m，累计离析不得超过50m。

# 9 水泥混凝土面板就地碎石化施工

## 9.1 基本要求

**9.1.1**就地碎石化施工应根据设计文件编制施工组织设计，合理选择设备。

**9.1.2** 遇雨、雪等恶劣天气，不宜进行就地碎石化施工，已破碎而未施工封层的路段宜采取防排水措施。

**9.1.3** 就地碎石化施工前，应通过试验路段确定施工参数及工艺流程，并在施工过程中严格执行。

**9.1.4** 为保证碎石化后整体强度的均匀性，对强度薄弱区域应采取必要的工程措施进行处理。

**9.1.5** 现场施工的交通组织应按现行《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）进行。

**9.1.6** 应合理安排作业时间，减少噪声与振动对环境的影响。

## 9.2 设备要求

**9.2.1** 水泥混凝土面板就地碎石化施工机械设备配置不低于表9.2.1-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表9.2.1-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 施工机械名称 | 规格 | 数量(座/台) | 备注 |
| 1 | 共振破碎机/多锤头破碎机 |  | 1 |  |
| 2 | 羊角碾 |  | 1 |  |
| 3 | Z型压路机 | 自重18t | 1 |  |
| 4 | 单钢轮压路机 | 自重18t，激振频率不应小于50Hz | 1 |  |
| 5 | 洒水车 |  | 1 |  |

**9.2.2** 多锤头破碎机各锤头应能独立工作，提升高度应能自由调节；当多个锤头同时工作时，各锤头应能交替间隔落地。设备主要性能参数宜符合表9.2.2-1的要求。

**表9.2.2-1 多锤头破碎机主要性能参数表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 要求 | 参数 | 要求 |
| 单锤头质量（kg） | 700～900 | 最大工作落锤势能（KJ） | ＜11 |
| 锤头的最大抬升高度（cm） | ≥150 | 最小破碎宽度 | ＞20 |

**9.2.3** 共振破碎机宜采用高频低幅类，共振破碎机的主要技术参数参照表9.2.3-1选用。

**表9.2.3-1 共振破碎机主要技术参数要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振动频率(Hz) | 振幅(mm) | 激振力(KN) | 破碎锤头宽度(mm) | 发动机功率（HP） | 液压系统最高压力(MPa) | 最大破碎深度(mm) | 生产效率（m2/h） | 振动体配重(kg) |
| 35～53 | 20 | 8～10 | 150～300 | 600 | 35 | 500 | 200～300 | 5000～9000 |

## 9.3 流程及工艺要点

**9.3.1** 试验路段

1 应选取有代表性的路段作为试验路段，长度不宜小于200m。

2 试验路段应按拟采用的工艺进行施工，试验过程中应实测相关的施工参数，并及时评价处置效果。缺乏施工经验时，可参考表9.3.1-1和表9.3.1-2确定初始试验参数。

**表9.3.1-1 多锤头破碎设备初始试验参数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 要求 | 参数 | 要求 |
| 落锤高度（cm） | 130 | 工作速度（m/min） | 1 |
| 落锤间距（cm） | 10 |  |  |

**表9.3.1-2共振破碎设备初始试验参数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 要求 | 参数 | 要求 |
| 振动频率（Hz） | 50 | 工作速度（m2/h） | 500 |
| 振幅（mm） | 15 |  |  |

3 应通过试验路段并结合本流程第9.3.7-1条的要求，确定下列施工参数：

1）多锤头破碎机锤头落头高度和间距；

2）共振破碎机的振动频率和振幅；

3）工作速度；

4 试验路段施工结束后，应及时整理数据，确定标准施工工艺流程，编制总结报告，完善施工组织设计。

**9.3.2** 就地碎石化施工应按下列工序进行：

1 清除现有的沥青混合料修补层。

2 修复或增设排水设施。

3 路基软弱路段处置。

4 线路内、外及地下构造物标记。

5 设置施工测量控制点。

6 按照试验路段确定的相关施工参数，破碎旧水泥混凝土路面，清除嵌缝料。

7 质量检验。

8 加铺新结构层。

**9.3.3** 破碎施工应按先破碎路面两侧后中间的顺序进行；破碎时应有重复破碎搭接面，多锤头破碎搭接宽度不应小于10cm，共振破碎搭接宽度不应小于5cm。

**9.3.4** 当距路面两侧边缘50～75cm破碎时，应将锤头与路边缘调成30°～ 50°的夹角进行边缘破碎。

**9.3.5** 水泥板强度过高或过厚路段，应适当提高振动频率或在破碎施工前采用打裂或其他手段对混凝土路面进行预裂处理。

**9.3.6** 碎石化施工及时清除填缝料、胀缝材料、暴露的加强钢筋或其他杂物；施工过程中临时发现的软弱路基，应及时按旧路处置设计要求进行；破碎后应及时测量顶面高程，并按设计要求进行调平层施工。

**9.3.7** 共振碎石施工工艺流程见图9.3.7-1。

地质调查、软弱地带的确定

地质调查、软弱地带的确定

施工前调查

准备工作

机械设备维护、确保工况良好

沿线建筑调查、标定敏感区域

试振、试坑检查

排水系统安置

破碎参数是否满足要求

安置是否

合理有效

否

否

是否满足路面性能设计要求？

是否满足路面性能设计要求？

是否满足路面性能设计要求？

是

是

是否满足路面性能设计要求？

旧路面清理准备

交通控制

特殊地段处置

破碎参数调控

破碎施工

局部软弱地段处置

破碎层清理与保护

破碎层整备

破碎层碾压

加铺层加铺

开放交通

**图9.3.7-1 共振碎石化施工工艺流程图**

## 9.4 施工质量过程控制

**9.4.1** 就地碎石化施工后应开挖试坑进行检验，试坑位置应按现行《路基路面现场测试规程》(JTG E60)中的相关要求确定。

**9.4.2 就地碎石化施工**

1 施工过程应以相应旧路面技术状况试振区确定的施工工艺参数值为依据，个别路面板块可根据实际状况对参数值进行微调。

2 应先切割分离路面板和土路肩，距路肩0.3m～0.5m位置处开始共振碎石化。

3 碎石化施工前或施工过程中应在旧路表面适量洒水，避免扬尘。

4 碎石化施工应避开周边建筑物。

**9.4.3** 碎石化层碾压

1 应采用单钢轮振动压路机、轮胎压路机对碎石化层进行碾压。

2 直线和不设超高的平曲线段，应按“由外向内”的顺序碾压；设超高的平曲线段，应按“由低向高”的顺序碾压。

3 参考碾压方案及碾压参数见表9.4.3-1。

**表9.4.3-1 碎石化层碾压参数**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 碾压顺序 | 压路机型 | 压路机自重（t） | 碾压遍数序号 | 碾压速度（km/h） | 振动频率（Hz) | 振幅（mm） |
| 初压 | 单钢轮振动压路机 | 10～20 | 1 | 2～3 | 30 | 0.7～1.0 |
| 复压 | 轮胎压路机 | 15～25 | 2 | 3～4 | — | — |
| 3 |
| 终压 | 单钢轮振动压路机 | 10～20 | 4 | 3～6 | 30 | 0.7～1.0 |
| 5 | 50 | 0.4～0.7 |

4 振动压路机两遍碾压的相邻碾压带应重叠1/3碾压轮宽度，折返时应停止振动。

5 为了加强碾压效果，在碾压第一遍和第三遍之前洒水，达到最佳含水量4%～5%方可碾压，静压1遍，胶轮碾压2遍，振动碾压3遍。

6 应在碎石化层碾压完成后，控制纵面线形。

7 调平宜采用级配碎石或按设计要求处理。

**9.4.4** 多锤头碎石化施工应按表9.4.4-1的要求进行质量检验，试坑开挖尺寸不宜小于80cm×80cm；开挖深度不宜小于路面板厚度的2/3。

**表9.4.4-1共振碎石化施工质量检验标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查内容 | 标准 | 合格率 | 检查方法和频率 |
| 1 | 顶面最大粒径（cm） | ≤7.5 | 75% | 直尺，每车道每公里不宜少于2处。 |
| 2 | 中部最大粒径（cm） | ≤22.5 |

**9.4.5** 共振碎石化施工应按表9.4.5-1的要求进行质量检验，试坑开挖尺寸不宜小于50cm×50cm；开挖深度不宜小于路面板厚度。

**表9.4.5-1 共振碎石化施工质量检验标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查内容 | 标准 | 合格率 | 检查方法和频率 |
| 1 | 顶面最大粒径（cm） | ≤5 | 75% | 直尺，每车道每公里不宜少于2处。 |
| 2 | 上部最大粒径（cm） | ≤10 |
| 3 | 下部最大粒径（cm） | ≤18 |

## 9.5 水泥混凝土面板现场集中破碎化施工

**9.5.1**既有水泥混凝土面板破损较严重，适合碎石化后作为底基层或基层使用，但又受各方面因素制约无法实施就地碎石化时，可考虑就近设置破碎厂，将旧面板挖除后运至破碎厂，集中破碎。经试验验证合格后，可用于路面基层或底基层。

**9.5.2**  集中破碎时应有防尘等措施。

**9.5.3** 挖除水泥混凝土路面板后应及时进行后续施工。

**9.5.4** 集中破碎场地应进行硬化处置，并做好防排水。

**9.5.5** 水泥混凝土面板破碎后应根据设计要求分级筛分、分级堆放。

**9.5.6** 再生集料使用前，应进行相应的配合比设计和性能试验分析，确定再生集料的使用比例。

**9.5.7** 水泥混凝土面板破碎过程中会产生裂纹，吸水率大于天然碎石，需进行吸水率实验。

**9.5.8**再生集料用作基层或底基层时，应满足基层、底基层材料性能要求。

# 10 沥青路面施工

## 10.1 基本要求

**10.1.1** 施工前，应完成对集料、沥青、矿粉等原材料的检测及配合比设计工作，原材料及混合料的各项指标满足设计要求后，应进行试验段的铺筑。试验段的各项检测指标满足要求后，方可开展规模施工。

**10.1.2** 根据路面的设计和施工质量控制水平，工程规模，进度工期等条件，选择适宜的施工工艺、机械设备及其数量，指定施工方案和施工组织计划。

**10.1.3** 铺筑沥青层前，应检查基层或下卧沥青层的质量，不符合要求的不得铺筑沥青面层。旧沥青路面或下卧层已被污染时，必须清洗或经铣刨处理后方可铺筑沥青混合料。

**10.1.4** 不可在雨天施工，施工气温应不低于10℃。

## 10.2 设备要求

沥青路面施工机械设备配置不低于表10.2.1-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表10.2.1-1施工机械设备**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **施工机械名称** | **规格** | **数量(座/台)****根据工程规模调整** | **备注** |
| 1 | 沥青混合料拌和楼 | 间歇式1000型以上 | 1 |  |
| 2 | 装载机 |  | 2台 |  |
| 3 | 自卸汽车 | 载重15t | 满足施工要求 |  |
| 4 | 沥青混合料摊铺机沥青混合料摊铺机 |  | 1台 |  |
| 5 | 胶轮式压路机 | 自重25t | 1 |  |
| 6 | 双钢轮压路机 | 自重12t | 2 |  |
| 7 | 小型双钢轮压路机 | 自重1t | 1 |  |
| 8 | 水车 | 载重8t | 1 |  |
| 9 | 清扫车 |  | 1 |  |

## 10.3 材料技术要求

**10.3.1 道路石油沥青**

用作沥青路面的道路石油沥青宜符合表10.3.1-1的规定。

**表10.3.1-1道路石油沥青技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **指标** | **等级** | **沥青标号** | **试验方法** |
| **90号** | **70号** |
| 针入度（25℃，5s，100g）（0.1㎜） |  | 80～100 | 60～80 | T0604 |
| 气候分区 |  | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 2-2 | 2-3 | 1-4 | 2-4 |  |
| 针入度指数PI | A | -1.5～+1.0 | T0604 |
| 软化点（R&B）不小于（℃） | A | 45 | 44 | 46 | 45 | T0606 |
| 60℃动力粘度不小于（Pa·s） | A | 160 | 140 | 180 | 160 | T0620 |
| 10℃延度（5㎝/min）不小于（㎝） | A | 45 | 30 | 20 | 30 | 20 | 15 | 15 | T0605 |
| 15℃延度（5㎝/min）不小于（㎝） | A | 100 |
| 蜡含量（蒸馏法）不大于（%） | A | 2.2 | T0615 |
| 闪点不小于（℃） |  | 245 | 260 | T0611 |
| 溶解度不小于（%） |  | 99.5 | T0607 |
| 密度（15℃）（g/㎝³） |  | 实测记录 | T0603 |
| TFOT(或RTFOT)后质量变化不大于（%） |  | ±0.8 | T0610或T0609 |
| 残留针入度比（25℃）不小于（㎝） | A | 57 | 61 | T0604 |
| 残留延度（10℃）不小于（㎝） | A | 20 | 15 | T0605 |

**10.3.2 沥青混合料用粗集料**

 1 用作沥青混合料用粗集料宜符合表10.3.2-1的规定：

**表10.3.2-1 沥青混合料用粗集料规格**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 规格名称 | 公称粒径（mm） | 通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%） |
| 106 | 75 | 63 | 53 | 37.5 | 31.5 | 26.5 | 19.0 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 0.6 |
| S9 | 10～20 |  |  |  |  |  |  | 100 | 90～100 | - | 0～15 | 0～5 |  |  |
| S10 | 10～15 |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 90～100 | 0～15 | 0～5 |  |  |
| S11 | 5～15 |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 90～100 | 40～70 | 0～15 | 0～5 |  |
| S12 | 5～10 |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 90～100 | 0～15 | 0～5 |  |
| S13 | 3～10 |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 90～100 | 40～70 | 0～20 | 0～5 |
| S14 | 3～5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 90～100 | 0～15 | 0～5 |

2 粗集料与沥青材料的粘附性应符合表10.3.2-2的要求：

**表10.3.2-2 粗集料与沥青的粘附性技术要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **雨量气候区** | **湿润区** | **试验方法** |
| 年降雨量（mm） | 1000～500 |  |
| 县乡公路 | 4 | T0663 |

3 沥青混合料用粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙，质量应符合表10.3.2-3的规定：

**表10.3.2-3 沥青混合料用粗集料质量技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **试验项目** | **单位** | 指标 | **试验方法** |
| 石料压碎值，不大于 | % | 30 | T0316 |
| 洛杉矶磨耗损失，不大于 | % | 35 | T0317 |
| 表观相对密度，不小于 | - | 2.45 | T0304 |
| 吸水率，不大于 | % | 3.0 | T0304 |
| 坚固性，不大于 | % | - | T0304 |
| 针片状颗粒含量（混合料），不大于 | % | 20 | T0312 |
| 水洗法＜0.075mm颗粒含量，不大于 | % | 1 | T0310 |
| 含泥量 |  |  | T0310 |
| 软石含量，不大于 | % | 5 | T0320 |
| 粘附性（沥青混合料） |  |  | T0616 |

注：1.坚固性试验可根据需要进行。

2.对S14即3～5规格的粗集料，针片状颗粒含量可不予要求，＜0.075mm含量可放宽到3%。

**10.3.3 沥青混合料用细集料**

1 沥青路面的细集料宜采用机制砂。

2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配，其质量应符合表10.3.3-1的规定。细集料的洁净程度，机制砂以砂当量(适用于0～4.75mm)或亚甲蓝值(适用于0～2.36mm或0～0.15mm)表示。

**表10.3.3-1 沥青混合料用细集料质量要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **单位** | **技术要求** | **试验方法** |
| 表观相对密度,不小于 | - | 2.45 | T0328 |
| 含泥量（小于0.075㎜含量） | % | ≤5 | T0333 |
| 砂当量,不小于 | % | 50 | T0334 |
| 亚甲蓝值，水大于 | g/kg | — | T0349 |
| 含水率 |  |  | T0332 |

3 细集料加工质量控制要点应满足以下要求：

1)加工厂存放机制砂的场地应硬化；

2)选用优质石料加工机制砂时，应采用5mm以上符合粗集料质量指标要求的优质碎石进行加工；

4 机制砂宜采用专用的制砂机制造，并选用优质石料生产，其级配应符合表10.3.3-2中S16的要求。

**表10.3.3-2 沥青混合料用机制砂**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **规格** | **公称粒径(mm)** | **水洗法通过各筛孔的质量百分率(％)** |
| 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| S15 | 0～5 | 100 | 90～100 | 60～90 | 40～75 | 20～55 | 7～40 | 2～20 | 0～10 |
| S16 | 0～3 | - | 100 | 80～100 | 50～80 | 25～60 | 8～45 | 0～25 | 0～15 |

**10.3.4 填料**

沥青混合料的矿粉必须采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净，能自由地从矿粉仓流出，其质量应符合表10.3.4-1的要求。

**表10.3.4-1 矿粉质量技术要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **试验项目** | **技术要求** | **试验方法** |
| 表观密度，不小于（t/m³） | 2.45 | T0352 |
| 含水量，不大于（%） | 1 | T0103烘干法 |
| 粒度范围（%） | ＜0.6㎜（%） | 100 | T0351 |
| ＜0.15㎜（%） | 90-100 |
| ＜0.075㎜（%） | 75-100 |
| 亲水系数（-) | - | T0353 |

## 10.4 流程及工艺要点

**10.4.1 流程**

沥青路面施工流程见图10.4.1-1。

施工准备

原材料检验

混合料拌和

混合料运输

摊铺

碾压

接缝处理

开放交通

检查验收

**图10.4.1-1 沥青路面施工工艺流程图**

**10.4.2 沥青混合料配合比设计**

 1 配合比设计时，可调查以往同类材料的设计经验和使用效果，当材料和同类道路完全相同时，可直接引用成功的经验。

 2 有条件时可采用经试验和实践证明有效的新技术、新材料、新工艺。

**10.4.3 铺筑试验路段**

 1 正式施工前应铺筑试验段，长度宜为200～300m。

 2 试验段施工后，确定施工关键参数的推荐值，包括配合比、摊铺、松铺系数、碾压工艺等。

 3 试验段不满足技术要求时，应重新铺设试验段。试验段各项指标合格后，方可正式施工。

**10.4.4 拌和厂(场、站)设置**

 1 拌和厂与工地现场距离应充分考虑交通堵塞的可能，确保混合料的温度下降不超过要求。

 2 拌和厂应具有完备的排水设施。各种集料必须分隔贮存，沥青混合料用集料全部搭设防雨顶棚，料场及场内道路应作硬化处理，严禁泥土污染集料。

**10.4.5 沥青混合料的拌制**

 1 拌和机：沥青混合料采用间歇式拌和机拌制，拌和机总能力应满足施工进度要求，拌和机除尘设备完好，能达到环保要求。拌和机宜备有保温性能好的成品储料仓，贮存过程中混合料的温降不得大于10℃，且不能有沥青滴漏。拌和机各种传感器必须定期检定。

 2 沥青混合料的施工温度应符合表10.4.5-1的要求。

**表10.4.5-1 热拌沥青混合料的施工温度(℃)**

|  |  |
| --- | --- |
| **施 工 工 序** | **石油沥青的标号** |
| **70号** | **90号** |
| 沥青加热温度 | 155～165 | 150～160 |
| 矿料加热温度（间隙式拌和机） | 集料加热温度比沥青温度高10～30 |
| 沥青混合料出料温度 | 145～165 | 140～160 |
| 混合料贮料仓贮存温度 | 贮料过程中温度降低不超过10 |
| 混合料废弃温度，高于 | 195 | 190 |
| 运输到现场温度，不低于 | 145 | 140 |
| 混合料摊铺温度，不低于 | 正常施工 | 135 | 130 |
| 低温施工 | 150 | 140 |
| 开始碾压的混合料内部温度，不低于 | 正常施工 | 130 | 125 |
| 低温施工 | 145 | 135 |
| 碾压终了的表面温度，不低于 | 钢轮压路机 | 70 | 65 |
| 轮胎压路机 | 80 | 75 |
| 振动压路机 | 70 | 60 |
| 开放交通的路表温度，不高于 | 50 | 50 |

3 时间经试拌确定，以沥青均匀裹覆集料为度。每盘生产周期，不宜小于40秒钟，其中干拌时间不少于5秒钟。

4 沥青混合料出厂时应逐车检测沥青混合料的温度，记录出厂时间，签发运料单。

**10.4.6 混合料的运输**

 1 热拌沥青混合料应采用较大吨位的运料车运输，但不得超载运输。运料车的运力应稍有富余，施工过程中摊辅机前方应有运料车等候。

 2 运料车每次使用前后必须清扫干净，在车厢板上涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘剂，但不得有余液积聚在车厢底部。从拌和机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少混合料离析。运料车运输混合料宜用苫布覆盖保温、防雨、防污染。

 3 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得沾有泥土等可能污染路面的脏物，否则宜设水池洗净轮胎后进入工程现场。沥青混合料在摊铺地点凭运料单接收，若混合料不符合施工温度要求，或已经结成团块、已遭雨淋的不得铺筑。

 4 摊铺过程中运料车应在摊铺机前100～300mm处停靠，空档等候，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。

**10.4.7 混合料的摊铺**

1 热拌沥青混合料应采用摊铺机摊铺，摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘剂。

2 摊铺机开工前应提前0.5～1h预热熨平板不低于100℃，铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率的振幅，以提高路面的初始压实度。熨平板加宽连接应仔细调节至摊铺的混合料没有明显的离析痕迹。

3 摊铺机必须缓慢、均匀、连续不断地摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度，减少混合料的离析。摊铺速度宜控制在2～4m/min的范围内，当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

4 摊铺机应采用自动式找平方式，面层宜采用平衡梁或雪橇式摊铺厚度控制方式。

5 沥青路面不得在气温低于5℃，以及雨天、路面潮湿的情况下施工。寒冷季节遇大风降温，不能保证迅速压实时不得铺筑沥青混合料。热拌沥青混合料的最低摊铺温度根据表10.4.5-1执行，且不得低于表10.4.7-1的要求，每天施工开始阶段宜采用较高温度的混合料。

**表10.4.7-1 沥青混合料的最低摊铺温度**

|  |  |
| --- | --- |
| **下卧层的表面温度****(℃)** | **相应于下列不同摊铺层厚度的最低摊铺温度(℃)** |
| **普通沥青混合料** |
| **<50mm** |
| <5 | 不允许 |
| 5～10 | 不允许 |
| 10～15 | 145 |
| 15～20 | 140 |
| 20～25 | 138 |
| 25～30 | 132 |
| >30 | 130 |

6 沥青混合料的松铺系数应根据混合料的类型由试铺试压确定，摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度及路拱、横坡，并采用每天实际的生产量除以摊铺面积的方法检验平均厚度。

7 用机械摊铺的混合料，不宜用人工反复修整。当不得不由人工作局部打补或更换混合料时，需仔细进行，特别严重的缺陷应整层铲除。

8 在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分，以及小规模工程不能采用摊铺机铺筑时可用人工摊铺混合料，人工摊铺沥青混合料应符合下列要求：

1）半幅施工时，路中一侧宜事先设置挡板。

2）沥青混合料宜卸在铁板上，摊铺时应扣锹布料，不得扬锹远甩。铁锹等工具宜沾防沾结剂或加热使用。

3）边摊铺边用刮板整平，刮平时应轻重一致，控制次数，严防集料离析。

4）摊铺不得中途停顿，并加快碾压。如因故不能及时碾压时，应立即停止摊铺，并对已卸下的沥青混合料覆盖苫布保温。

5）低温施工时，每次卸下的混合料应覆盖苫布保温。

**10.4.8 沥青路面的压实及成型**

 1 压实成型的沥青路面应符合压实度及平整度的要求。

 2 沥青混合料的压实层最大厚度不宜大于100mm，沥青稳定碎石混合料的压实层厚度不宜大于120mm。

 3 沥青路面施工应配备足够数量的压路机，按照试验段确定的压路机组合方式及初压、复压、终压（包括成型）的碾压步骤，以达到最佳碾压效果。

 4 压路机应以慢而均匀的速度碾压，压路机的碾压速度应符合表10.4.8-1的规定。压路机的碾压路线及碾压方向不应突然改变而导致混合料推移。碾压区的长度应大体稳定，两端的折返位置应随摊铺机前进而推进，横向不得在相同的断面上。

**表10.4.8-1 压路机碾压速度（km/h）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **压路机类型** | **初压** | **复压** | **终压** |
| **适宜** | **最大** | **适宜** | **最大** | **适宜** | **最大** |
| 钢筒式压路机 | 2～3 | 4 | 3～5 | 6 | 3～6 | 6 |
| 轮胎压路机 | 2～3 | 4 | 3～5 | 6 | 4～6 | 8 |
| 振动压路机 | 2～3（静压或振动）（静压或振动） | 3（静压或振动） | 3～4.5（振动） | 5（振动） | 3～6（静压） | 6（静压） |

 5 压路机的碾压温度应符合表10.4.5-1的要求，并根据混合料的种类、压路机、气温、层厚度等情况经试压确定。在不产生严重推移和裂缝的前提下，初压、复压、终压都应在尽可能高的温度下进行。同时不得在低温状况下反复碾压，使石料棱角磨损、压碎，破坏集料嵌挤。

 6 沥青混合料的初压应符合下列要求：

1）初压应在紧跟摊铺机后碾压，并保持较短的初压区长度，以尽快使表面压实，减少热量散失。

2）通常宜采用钢轮压路机静压1～2遍。碾压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机，从外侧向中心碾压，在超高路段则由低向高碾压，在坡道上应将驱动轮从低处向高处碾压。

3）初压后应检查平整度、路拱，有严重缺陷时进行修整乃至返工。

 7 复压应紧跟在初压后进行，并应符合下列要求：

1）复压应紧跟在初压后开始，且不得随意停顿。压路机的碾压段的总长度应尽量缩短，通常不超过60～80m。

2）当采用三轮钢筒式压路机时，总质量不宜小于12t，相邻碾压带宜重叠后轮的1/2宽度，并不少于200mm。

3）对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难于碾压的部位，宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。

 8 终压应紧接在复压后进行，如经复压后已无明显轮迹时可免去终压。终压可选用双轮钢筒式压路机或关闭振动的振动压路机碾压不宜少于2遍，至无明显轮迹为止。

 9 压路机不得在未碾压成型路段上转向、调头、加水或停留。在当天成型的路面上，不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料，油料等杂物。

**10.4.9 接缝**

沥青路面的施工必须接缝紧密、连接平顺，不得产生明显的接缝离析。接缝施工应用3m直尺检查，确保平整度符合要求。

**10.4.10 交通开放及其他要求**

1 热拌沥青混合料路面应待摊铺层完全自然冷却，混合料表面温度低于50℃后，方可开放交通。开放交通初期，应控制车辆行驶，限速20km/h。

 2 铺筑好的沥青层应严格控制交通，做好保护，保持整洁，不得造成污染，严禁在沥青层上堆放施工产生的土或杂物，严禁在已铺沥青层上制作水泥砂浆。

## 10.5 施工质量过程控制

**表10.5-1 沥青面层施工阶段的质量要求**

| 工程部位 | 检查内容 | 标准值 |
| --- | --- | --- |
| 沥青混凝土面层 | 压实度（%） | ≥96。按JTG F80/1-2017附录B检查 |
| 厚度（mm） | 设计值-8%H，极限值-15%H(H代表沥青设计总厚度)。按JTG F80/1-2017附录H检查 |
| 平整度（mm） | 最大间隙h（mm） | ≤5.0 |
| 稳定度 | 满足设计要求 |
| 流值 | 满足设计要求 |

# 11 功能层施工

## 11.1 透层施工

**11.1.1** 基本要求

 1 气温低于10℃或大风天气，即将降雨时不得喷洒透层油。

 2 喷洒前，应采取遮挡措施防止路肩及人工构造物被污染。

 3 如基层已碾压成型7天以上，应采用高压水枪或人工进行全面清扫，再用清扫用鼓风机将浮灰吹净，使表层集料颗粒部分外露。

 4 透层油洒布后的养生时间随透层油的品种和气候条件由试验确定。

**11.1.2** 设备要求

施工机械设备配置不低于表11.1.2-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件。

**表11.1.2-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 施工机械名称 | 规格 | 数量(座/台) | 备注 |
| 1 | 智能型乳化沥青洒布车 | 喷洒宽度3～6m | 1 |  |
| 2 | 清扫用鼓风机 |  | 2 |  |
| 3 | 水车 | 5-15t | 1 |  |
| 4 | 强力清刷机等辅助工具 |  | 1 |  |

**11.1.3** 材料技术要求

1 乳化沥青的品种和适用范围宜符合表11.1.3-1的规定。

**表11.1.3-1 乳化沥青的品种和适用范围**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分类 | 品种及代号 | 适用范围 |
| 阳离子乳化沥青 | PC-1 | 表处、贯入式路面及下封层用 |
| PC-2 | 透层油及基层养生用 |
| PC-3 | 粘层油用 |
| BC-1 | 稀浆封层或冷拌沥青混合料用 |

2 乳化沥青的质量应符合表11.1.3-2的规定。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 品种及代号 |
| 阳离子 |
| 喷洒用 | 拌和用 |
| PC-1 | PC-2 | PC-3 | BC-1 |
| 乳化速度 |  | 快裂 | 慢裂 | 快裂或中裂 | 慢裂或中裂 |
| 粒子电荷 |  | 阳离子(+) |
| 筛上残留物（1.18mm筛），不大于 | % | 0.1 |
| 粘度 | 恩格拉粘度计E25 |  | 2～10 | 1～6 | 1～6 | 2～30 |
| 道路标准粘度计C25.3 | s | 10～25 | 8～20 | 8～20 | 10～60 |
| 蒸发残留物 | 残留分含量，不小于 | % | 50 | 50 | 50 | 55 |
| 溶解度，不小于 | % | 97.5 |
| 针入度（25℃） | 0.1mm | 50～200 | 50～300 | 45～150 |
| 延度（15℃），不小于 | cm | 40 | 40 |
| 与粗集料的粘附性，裹附面积，不小于 |  | 2/3 | - |
| 与粗、细粒式集料拌和试验 |  | - | 均匀 |
| 常温贮存稳定性 | 1d，不大于 | % | 1 |
| 5d，不大于 | % | 5 |

**表11.1.3-2 乳化沥青技术要求**

**11.1.4** 流程及工艺要求

1 流程

验收

洒布透层

清扫基层

2 工艺要求

1)透层油宜采用智能沥青洒布车一次喷洒均匀，洒布车喷洒沥青时应保持稳定速度和喷洒量，并保持整个洒布宽度喷洒均匀。洒布车的喷嘴应适用于沥青的稠度，确保能喷成雾状，不得出现花白条。

2)有花白遗漏应人工补洒,喷洒过量的立即洒布石屑或砂吸油,必要时做碾压。

3)透层油洒布后不得在表面形成能被运料车和摊铺机粘起的油皮，透层油达不到渗透深度要求时，应更换透层油稠度和品种。

4)透层油可在水稳基层碾压施工结束后表面稍微干燥但尚未硬化的情况下洒布，基层表面干燥时，应在洒布透层沥青前30分钟内对基层表面进行洒水预湿。

5)透层油的用量通过试验段确定。

**11.1.5** 施工质量过程控制

施工质量过程控制见表11.1.5-1的规定。

**表11.1.5-1 质量控制标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 检查频率 | 质量要求或允许误差 | 试验方法 |
| 洒布量 | 每半天1次 | 在规定范围内 | 测试单位面积质量 |
| 渗透深度 | 1处/2000m2 | ≮5mm | 取芯或挖孔 |
| 外观检查 | 随时全面 | 外观均匀一致，与基层表面牢固粘结，无多余透层油 |  |

## 11.2 粘层施工

**11.2.1**  基本要求

1 气温低于10℃或大风天气，即将降雨时不得喷洒透层油。

2 喷洒前，应确定喷洒时间，天气晴朗宜在路面摊铺前2个小时洒布，也可提前一天洒布，但应做好交通封闭工作，防止粘层被污染。

3 喷洒前，应将下层表面清扫干净，不得有浮灰，雨后或用水清洗的应充分干燥，使表层集料颗粒部分外露。

4 喷洒前，应采取遮挡措施防止路肩及人工构造物被污染。

**11.2.2** 设备要求

1 施工机械设备需不低于表11.2.2-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表11.2.2-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 施工机械名称 | 规格 | 数量(座/台) | 备注 |
| 1 | 智能型乳化沥青洒布车 | 喷洒宽度3～6m | 1 |  |
| 2 | 清扫用鼓风机 |  | 2 |  |
| 3 | 水车 | 5-15t | 1 |  |
| 4 | 强力清刷机等辅助工具 |  | 1 |  |

**11.2.3** 材料技术要求

 1 乳化沥青的品种和适用范围宜符合表11.1.3-1的规定。

 2 乳化沥青的质量应符合表11.1.3-2的规定。

**11.2.4** 流程及工艺要求

1 流程

处理接头

洒布粘层

放边缘线

清扫下层

交通管理

进行下道工序

质量自检报监理验收

2 工艺要点

1)宜采用智能沥青洒布车一次喷洒均匀，洒布车喷洒沥青时应保持稳定速度和喷洒量，并保持整个洒布宽度喷洒均匀。

2)洒布车的喷嘴应适用于沥青的稠度，确保能喷成雾状，不得出现花白条和堆积，喷洒不足的要补洒，喷洒过量的应予刮除，漏洒或洒布车不便于洒布的位置可人工洒布。

3)粘层油的用量通过试验段确定。

4)喷洒粘层油后，严禁运料车外的其他车辆和行人通行。

5)粘层油宜在当天洒布，待乳化沥青破乳，水分蒸发完成，或稀释沥青中的稀释剂基本挥发完成，紧跟着铺筑沥青层，确保粘层不受污染。

**11.2.5** 施工质量过程控制

施工质量过程控制见表11.2.5-1的规定。

**表11.2.5-1 质量控制标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 检查频率 | 质量要求或允许误差 | 试验方法 |
| 洒布量 | 每半天1次 | 在规定范围内 | 测试单位面积质量 |
| 外观检查 | 随时全面 | 外观均匀一致，与基层表面牢固粘结，无多余粘层油 |  |

## 11.3 沥青表面处治封层施工

**11.3.1** 基本要求

1 宜选择在干燥和较热的季节施工，气温低于10℃不得施工。

2 喷洒前，应采取遮挡措施防止路肩及人工构造物被污染。

**11.3.2** 设备要求

施工机械设备不低于表11.3.2-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表11.3.2-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 施工机械名称 | 规格 | 数量(座/台) | 备注 |
| 1 | 智能型乳化沥青洒布车 | 喷洒宽度3～6m | 1 |  |
| 2 | 清扫车 |  | 1 |  |
| 3 | 碎石撒布车 |  | 1 |  |
| 4 | 胶轮压路机 |  | 1 |  |

**11.3.3** 材料技术要求

1 乳化沥青的品种和适用范围宜符合表11.1.3-1的规定。

2 乳化沥青的质量应符合表11.1.3-2的规定。

3 沥青表面处治的集料最大粒径应与处治层的厚度相同，其规格和用量按表11.3.3-1选用。

**表11.3.3-1 沥青表面处治材料规格和用量**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 沥青种类 | 类型 | 厚度（cm） | 集料规格及用量（m³/1000㎡） | 沥青用量kg/㎡ |
| 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 |
| 石油沥青 | 单层 | 1.0 | S12 7～9 |  | 1.0～1.2 |  |
| 乳化沥青 | 双层 | 1.0 | S12 9～11 | S14 4～6 | 1.8～2.0 | 1.0～1.2 |

**11.3.4** 流程及工艺要点

1 流程

验收

碾压

撒布碎石

洒布封层

清扫基层

 2 工艺要点

1)在旧沥青路面、水泥混凝土路面、块石路面上铺装沥青表面处治路面时，可增加10%～20%的沥青用量，不在另洒透层油或粘层油。

2）层铺法沥青表面处治路面宜采用沥青洒布车及集料撒布机联合作业。

3)洒布车喷洒沥青时应保持稳定速度和喷洒量，并保持整个洒布宽度喷洒均匀。

4)洒布车的喷嘴应适用于沥青的稠度，确保能喷成雾状，不得出现花白条。

5)洒布沥青后应立即用集料撒布机撒布主集料。撒布集料后应及时扫匀，达到全面覆盖、厚度一致、集料不重叠，也不露出沥青的要求。局部有缺料时适当找补，集料过多的将多余集料扫出。

6）撒布主集料后，立即用6～8t双钢轮压路机从路边向路中心碾压3～4遍，每次轮际重叠约300mm。碾压速度开始不宜超过2km/h，以后可适当增加。

7)乳化沥青表面处治应待破乳、水分蒸发并基本成型后方可开放交通，其余表面处治在碾压结束后即可开放交通。通车初期行车速度不得超过20km/h，严禁畜力车和铁轮车行驶。

8)应注意初期养护，发现有泛油时，应在泛油处补撒与最后一层石料规格相同的嵌缝料并扫匀，过多的浮料应扫出路外。

11**.3.5** 施工质量过程控制

1 施工质量过程控制见表11.3.5-1的规定。

**表11.3.5-1 质量控制标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **检查频度及单点检验评价方法** | **质量要求或允许偏差** | **试验方法** |
| 外观 | 随时 | 集料嵌挤密实，沥青撒布均以，无花白料，接头无油包 | 目测 |
| 集料及沥青用量 | 每日1次逐日评定 | ±10% | 每日施工长度的实际用量与计划用量比较，T 0982 |
| 沥青洒布温度 | 每车1次评定 | 符合本规程规定 | 温度计测量 |
| 厚度（路中及路侧各1点） | 不少于每2000m2 一点，逐点评定 | -5mm | T 0912 |
| 平整度(最大间隙) | 随时，以连续10尺的平均值评定 | 10mm | T 0932 |
| 宽度 | 检测每个断面逐个评定 | ±30mm | T 0911 |
| 横坡度 | 检测每个断面逐个评定 | ±0.5% | T 0911 |

# 12 水泥混凝土面层

## 12.1 基本要求

**12.1.1**水泥混凝土路面施工前路基强度及排水等设施应满足相关规范要求且经监理验收合格签字确认。

**12.1.2** 水泥的技术要求应满足现行《道路硅酸盐水泥》（GB13693）或《通用硅酸盐水泥》(CB 175)的规定。

**12.1.3** 水应符合现行《生活饮用水卫生标准》（JGJ 5749）的规定，饮用水可以直接作为混凝土搅拌与养生用水；非饮用水应进行水质检验。

**12.1.4** 外加剂应符合国家现行《混凝土外加剂》（GB 8076）的有关规定,并有合格证。

**12.1.5**  所采用的钢筋、钢筋网、传力杆、拉杆等应符合国家和行业现行相关标准的规定。

**12.1.6** 配合比设计应满足其弯拉强度、工作性、耐久性要求，兼顾经济性。水泥混凝土面层施工前，应根据实际材料情况，进行配合比设计，主要分为理论配合比，试验室配合比，施工配合比设计三个阶段。

**12.1.7** 施工前，应按设计要求划分混凝土板块，板块划分应从路口开始，应避免出现锐角。曲线段分块，应使横向分块线与该点法线方向一致。直线段分块应与面层胀、缩缝结合，分块距离宜均匀。

**12.1.8** 模板宜采用钢模板，且应与使用的混凝土施工机械相匹配，高度应为混凝土板设计厚度。

**12.1.9** 水泥混凝土面层的厚度及强度应符合设计要求。

**12.1.10** 当水泥混凝土面层铺设在水泥类的基层上时，基层表面应粗糙、洁净、湿润并不得有积水。铺设前宜涂刷界面处理剂，随涂刷随铺混凝土。

**12.1.11** 面层施工后，养护时间不得少于7d；抗压强度达到设计要求后，方可正常使用。

**12.1.12** 面层的抹平工作应在水泥初凝前完成，压光工作应在水泥终凝前完成。

## 12.2 设备要求

水泥混凝土面层施工机械设备配置不低于满足表12.2.1-1的要求，同时应备足相应数量的易损部件：

**表12.2.1-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **施工机械名称** | **规格** | **数量(座/台)****根据工程规模调整** | **备注** |
| 1 | 水泥混凝土拌和站 | 750型以上 | 1 | 混凝土拌和 |
| 2 | 装载机 | 3m³ | 1台 | 混合料场内装运 |
| 3 | 混凝土罐车 | 3m³ | 3台及以上 | 混凝土运输 |
| 4 | 三辊轴机组沥青混合料摊铺机 |  | 2套 | 混凝土摊铺 |
| 5 | 振捣器（梁） |  | 若干 | 混凝土振捣 |
| 6 | 洒水车 |  | 1台 | 混凝土养生 |
| 7 | 刻纹机 |  | 1台 | 混凝土刻纹 |
| 8 | 钢模（木模） |  | 若干 | 混凝土成型 |

## 12.3 材料技术要求

**12.3.1**  水泥

1 特重、重交通荷载等级公路面层水泥混凝土应采用旋窑生产的道路硅盐水泥、普通硅酸盐水泥，中、轻交通荷载等级公路面层水泥混凝土可用矿渣硅酸盐水泥。高温期施工宜采用普通型水泥，低温期施工宜采用早强型水泥。

2 水泥的技术要求除应满足现行《道路硅酸盐水泥》（GB 13693）或《通用硅酸盐水泥》(CB 175)的规定外，各龄期的实测抗折强度、抗压强度当应符合表12.3.1-1的规定。

**表12.3.1-1 面层水泥混凝土用水泥各龄期的实测强度值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **混凝土设计弯拉强度标准值（MPa）** | **5.0** | **4.5** | **4.0** | **试验方法** |
| 龄期（d） | 3 | 28 | 3 | 28 | 3 | 28 | —— |
| 水泥实测抗折强度（MPa）≥ | 4.5 | 7.5 | 4.0 | 7.0 | 3.0 | 6.5 | GB/T 17671 |
| 水泥实测抗压强度（MPa）≥ | 17.0 | 42.5 | 17.0 | 42.5 | 10.0 | 32.5 | GB/T 17671 |

3 选用水泥时，还应按规定对拟采用厂家水泥进行混凝土配合比对比试验，根据所配制的混凝土弯拉强度、耐久性和工作性，选择适宜的水泥品种和强度等级。

**表12.3.1-2 水泥技术指标要求及检测频度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **实验项目** | **技术要求** | **试验方法** | **检测频度** |
| 细度（80μm筛余量）（%） | ≤10 | GB/T 1345-2005 | 做材料组成时测1个样品，使用过程中按水泥出厂批次检验，料源或强度变化时重测 |
| 比表面积（㎡/㎏） | 300～450 | GB/T 8074-2008 |
| 标准稠度用水量（%） | ≤30 | T0505 |
| 凝结时间 | 初凝（h） | ＞1.5 | GB/T 1346-2001 |
| 终凝（h） | ＞6且＜10 |
| 安定性 | 合格 |
| 胶砂强度 | 水泥品种 | 抗折强度 | 抗压强度 | T0506 |
| 3d | 28d | 3d | 28d |
| 普硅42.5级 | ≥3.5 | ≥6.5 | ≥17.0 | ≥42.5 |
| 硅酸盐42.5级 | ≥3.5 | ≥6.5 | ≥17.0 | ≥42.5 |
| 矿渣32.5级 | ≥2.5 | ≥6.5 | ≥10.0 | ≥42.5 |

4 水泥的包装、储存要求

1)推荐使用散装水泥。散装水泥在工地应采用专用水泥罐储存。

2）不同品种、强度等级和出厂日期的水泥应分别按批存放。

5 水泥的进场要求

水泥进场时，应附有生产厂的品质试验检验报告等合格证明文件，并应按批次进行抽样检验试验，散装水泥以500t为一批次。当对水泥质量怀疑或受潮或存放时间超过3个月的水泥，应重新取样检验。

**12.3.2** 粗集料

1 粗集料必须由具有生产许可证的采石场生产或施工单位自行加工。粗集料应坚硬、洁净、无风化、无杂质，且不能使用不分级的统料，应按最大公称粒径的不同采用2～4个粒级进行掺配，并符合表12.3.2-1的要求。

**表12.3.2-1 粗集料规格**

|  |  |
| --- | --- |
| 类型 级配 粒径 | 方筛孔尺寸（mm） |
| 2.36 | 4.75 | 9.50 | 16.0 | 19.0 | 26.5 | 31.5 | 37.5 |
| 累计筛余（以质量计）（%） |
| 合成级配 | 4.75～16 | 95～100 | 85～100 | 40～60 | 0～10 |  |  |  |  |
| 4.75～19 | 95～100 | 85～95 | 60～75 | 30～45 | 0～5 | 0 |  |  |
| 4.75～26.5 | 95～100 | 90～100 | 70～90 | 50～70 | 25～40 | 0～5 |  |  |
| 4.75～31.5 | 95～100 | 90～100 | 75～90 | 60～75 | 40～60 | 20～35 | 0～5 | 0 |
| 粒级 | 4.75～9.5 | 95～100 | 80～100 | 0～15 | 0 |  |  |  |  |
| 9.5～16 |  | 95～100 | 80～100 | 0～15 | 0 |  |  |  |
| 9.5～19 |  | 95～100 | 85～100 | 40～60 | 0～15 | 0 |  |  |
| 16～26.5 |  |  | 95～100 | 55～70 | 25～40 | 0～10 | 0 |  |
| 16～31.5 |  |  | 95～100 | 85～100 | 55～70 | 25～40 | 0～10 | 0 |

2 粗集料质量技术要求应符合表12.3.2-2。

**表12.3.2-2 粗集料质量技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 指标 | 试验方法 |
| 石料压碎值， | % | ＜20 | T0316 |
| 表观密度 |  | ＞2500kg/m3 | T0304 |
| 针片状颗粒含量（混合料），不大于 | % | 20 | T0312 |
| 含泥量（按质量计%） | % | ＜1.5 | T0310 |

**12.3.3**细集料

1 细集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的天然砂或机制砂。细集料的级配要求应符合表12.3.3-1的规定，路面用天然砂宜为中砂，也可使用细度模数2.0～3.5之间的砂。同一配合比用砂的细度模数变化范围不应超过0.3，否则应分别堆放，并调整配合比中的砂率后使用。

**表12.3.3-1 细集料级配范围**

|  |  |
| --- | --- |
| **砂分级** | **方筛孔尺寸（mm）** |
| **0.15** | **0.30** | **0.60** | **1.18** | **2.36** | **4.75** |
| 累计筛余（以质量计）（%） |
| 粗砂 | 90～100 | 80～95 | 71～85 | 35～65 | 5～35 | 0～10 |
| 中砂 | 90～100 | 70～92 | 41～70 | 10～50 | 0～25 | 0～10 |
| 细砂 | 90～100 | 55～85 | 16～40 | 0～25 | 0～15 | 0～10 |

2 细集料的外观要求，质量要求：包括表观相对密度、坚固性、含泥量、棱角性等指标值及其试验方法；

1）细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配，其质量应符合表12.3.3-2的规定。

**表12.3.3-2 细集料质量技术要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 技术要求 | 试验方法 |
| 表观相对密度,不小于（-） | 2500kg/m³ | T0328 |
| 含泥量 | ＜3 | T0333 |
| 亚甲蓝（按质量计%） | ＜7 | T0349 |

**12.3.4** 水

1符合现行《生活饮用水卫生标准》（JGJ 5749）规定的饮用水可以直接作为混凝土搅拌与养生用水。

2非饮用水应进行水质检验。

非饮用水技术要求见表10.3.4-1。

**表12.3.4-1 非饮用水技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项次** | **项目** | **技术要求** | **试验方法** |
| 1 | PH值 | ≥4.5 | JGJ 63 |
| 2 | CL-含量(mg/L) | ≤3500 |
| 3 | $SO\_{4}^{2-}$含量(mg/L) | ≤2700 |
| 4 | 碱含量(mg/L) | ≤1500 |
| 5 | 可溶物含量(mg/L) | ≤10000 |
| 6 | 不溶物含量(mg/L) | ≤5000 |
| 7 | 其他杂质 | 不应有漂浮的油脂和泡沫及明显的颜色和异味 |

3 养生用水可不检验不溶物含量和其他杂质,其他指标应符合上表的规定。

**12.3.5** 外加剂

1 面层水泥混凝土外加剂应符合国家现行《混凝土外加剂》（GB 8076）的有关规定,并有合格证。

2 外加剂产品出厂报告中应标明其主要化学成分和使用注意事项。面层水泥混凝土的各种外加剂应经有相应资质的检测机构检验合格,并提供检验报告后方可使用。

3 外加剂产品应使用工程实际采用的水泥、集料和拌和用水进行试配,检验其性能,确定合理掺量。

4 外加剂复配使用时,不得有絮凝现象，应使用工程实际采用的水泥、集料和拌和用水进行试配,确定其性能满足要求后方可使用。

5 各种可溶外加剂均应充分溶解为均匀水溶液，按配合比计算的剂量加入。

6 有抗冰冻要求时，水泥混凝土面层应掺入引气剂。

**12.3.6** 钢筋

1 所采用的钢筋、钢筋网、传力杆、拉杆等应符合国家和行业现行相关标准的规定。

2 钢筋不得有裂纹、断伤、刻痕、表面油污和锈蚀。

3 传力杆应无毛刺,两端应加工成圆锥形或半径为2～3mm的圆倒角。

4 胀缝传力杆应在一端设置镀锌钢管帽或塑料套帽,套帽厚度不应小于2.0mm,并应密封不透水,套帽长度宜为100mm,套帽内活动空隙长度宜为30mm。

5 传力杆钢筋应采取喷塑、镀锌、电镀或涂防锈漆等防锈措施,防锈层不得局部缺失。拉杆钢筋应在中部不小于100mm范围内采取涂防锈漆等防锈措施。

**12.3.7**接缝材料

1 用于水泥混凝土面层的胀缝板的高度、长度和厚度应符合设计要求,并按设计间距预留传力杆孔。孔径宜大于传力杆直径2m,高度和厚度尺寸偏差均应小于1.5mm。

2胀缝板质量应符合表12.3.7-1规定。

**表12.3.7-1 胀缝板的质量标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 胀缝板的种类 | 试验方法 |
| 塑胶板、橡胶(泡沫)板 | 沥青纤维板 | 浸油木板 | JT/T 203 |
| 压缩应力(MPa) | 0.2～0.6 | 2.0～10 | 5.0～20.0 |
| 弹性复原率(%)≥ | 90 | 65 | 55 |
| 挤出量(mm)< | 5.0 | 3.0 | 5.5 |
| 弯曲荷载(N) | 0～50 | 5～40 | 100～400 |

## 12.4 流程及工艺要点

**12.4.1** 工艺流程图

1 工艺流程见图12.4.1-1。

配合比设计

混凝土摊铺

钢筋设置

模板安装

基层验收

拆模

养护

抹面刻缝

**图12.4.1-1 工艺流程图**

**12.4.2**  模板安装及钢筋制作

1 施工前，应按设计要求划分混凝土板块，板块划分应从路口开始，必须避免出现锐角。曲线段分块，应使横向分块线与该点法线方向一致。直线段分块应与面层胀、缩缝结合，分块距离宜均匀。

2 模板

1）模板可采用钢模板或木模板，且应与使用的混凝土摊铺机械相匹配，高度应为混凝土板设计厚度。

2）钢模板应直顺、平整，一般每1m设置1处支撑装置。

木模板直线部分板厚不宜小于50mm，一般每0.8～1.0m设置1处支撑装置；弯道部分板厚宜为15～30mm，每0.5～0.8m设置1处支撑装置；模板与混凝土接触面及模板顶面应刨光。

3）支模前应核对路面标高、面板分块、胀缝和构造物位置；

3 根据设计及施工技术规范要求制作传力杆、拉杆钢筋。

**12.4.3**  配合比设计

1配合比设计应满足其弯拉强度、工作性、耐久性要求，兼顾经济性。水泥混凝土面层施工前，应根据实际材料情况，进行配合比设计，主要分为理论配合比，试验室配合比，施工配合比设计三个阶段。

2理论配合比应确定混凝土的水泥用量、集料用量、水灰(胶)比、外加剂掺量，纤维混凝土还应确定纤维掺量。施工配合比设计应通过拌和楼试拌确定拌和参数。经批准的配合比在施工过程中不得擅自调整。

3理论配合比设计应对混凝土性能进行全面检验,并规定施工配合比设计与目标配合比的允许偏差。目标配合比设计应按下列要求进行：

1）根据原材料、路面结构及施工工艺要求,通过计算或正交试验拟定混凝土配合比的控制性参数。

2）按拟定配合比进行试验室试拌,实测各项性能指标,选择混凝土的弯拉强度、工作性、耐久性满足要求,且经济合理的配合比作为理论配合比。

3）根据拌和楼(机)试拌情况,对试拌配合比进行性能检验和调整,直至符合目标配合比要求。

4施工配合比应符合目标配合比的实测数据,并应按下列要求进行:

1）施工配合比中的水泥用量可根据拌和过程中的损耗情况,较目标配合比适当增加5～10kg/m3；

2）根据理论配合比计算各种原材料用量,按照实际生产要求进行试拌。

3）进行混凝土的弯拉强度、工作性和耐久性检验,确定是否满足要求。

4）总结试验数据，提出施工配合比，确定设备参数，明确施工中根据集料实际含水率调整拌和楼(机)上料参数和加水量的有关要求。

5当原材料变化时，应重新进行目标配合比和施工配合比设计与检验。

6理论配合比设计中，进行混凝土试拌时，粗、细集料应处于饱和面干状态。

**12.4.4** 水泥混凝土拌和物的搅拌与运输

1 混凝土拌和

1）水泥混凝土拌和物应根据工程规模、施工工艺和日进度要求合理配备拌和设备。

**表12.4.4-1 拌和站最小生产能力配置（m3/h）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **摊铺宽度（m）** | **滑模摊铺** | **三辊轴机组摊铺** | **小型机具摊铺** |
| 单车道3.0～4.5 | ≥150 | ≥75 | ≥50 |
| 双车道4.5～8.5 | ≥300 | ≥100 | ≥75 |

2）拌和楼（机）机械上料时，在铲斗及拉铲活动范围内人员不得逗留和通过；

3）在标定有效期满或拌和楼（机）搬迁安装后应重新标定

4）拌和楼（机）拌和第一盘拌和物之前应湿润搅拌锅并排尽积水。拌和楼（机）生产时，每台班结束后均应对搅拌锅进行清洗，清除结硬的混凝土块，并更换严重磨损的搅拌叶片；

5）搅拌时间应根据拌和物的黏聚性、匀质性及搅拌机类型，经试拌确定。一般纯搅拌时间不应短于90s。

6）可溶解的外加剂应充分溶解、搅拌均匀后加入搅拌锅，并扣除溶液中的加水量；不可溶解的粉末外加剂加入前应过0.3mm筛，可与集料同时加入，并适当延长搅拌时间。

7）混凝土中掺有引气剂时，拌和楼（机）一次搅拌量不应大于其额定搅拌量的90%。

8）粉煤灰或其他掺合料应采用与水泥相同的输送、计量方式加入。加入粉煤灰的水泥混凝土拌和物的纯搅拌时间应比不掺的延长15～25s。

2 混凝土运输

1）混凝土拌和物应在初凝时间之内运输到铺筑现场。

运输车辆一般不应少于3辆，可选配车况优良、载质量2～20t的自卸车，自卸车后挡板应关闭紧密，运输时不漏浆撒料，车厢板应平整光滑；有条件时应优先选用混凝土罐车。

2）混凝土拌和物出料到运输、铺筑完毕允许最长时间见表12.4.4-2。

**表12.4.4-2 混凝土拌和物出料到运输、铺筑完毕允许最长时间**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 施工气温（℃） | 到运输完毕允许最长时间（h） | 到铺筑完毕允许最长时间（h） |
| 滑模摊铺 | 三辊轴机组摊铺、小型机具摊铺 | 碾压铺筑 | 滑模摊铺 | 三辊轴机组摊铺、小型机具摊铺 | 碾压铺筑 |
| 5～9 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 2.0 | 1.7 | 1.5 |
| 10～19 | 1.25 | 1.0 | 0.8 | 1.75 | 1.5 | 1.3 |
| 20～29 | 1.0 | 0.75 | 0.6 | 1.5 | 1.25 | 1.1 |
| 30～35 | 0.75 | 0.4 | 0.4 | 1.25 | 0.9 | 0.9 |

3）拌和楼(机)出口混凝土拌和物的坍落度应根据铺筑最适宜的坍落度值加上运输过程中坍落度的经时损失值确定,并应根据运距长短、气温高低随时进行微调。

4）当原材料、混凝土种类、混凝土强度等级等有变化时,应重新进行配合比设计及试拌,必要时应重新铺筑试验路段,合格后方可搅拌生产。

**12.4.5**  混凝土铺筑

1 一般要求

面层施工前应进行试验路段的铺筑，试验路段长度不应短于100m，经检验并提交检查结果总结报告，并经过建设单位组织的对各项施工质量指标的复检和验收，合格后经批准，方可投入正式铺筑施工。

**试验路段铺筑时,应确定下列内容：**

1）主要铺筑设备的工艺性能、质量指标和生产能力满足要求；辅助设备的配备合理、适用；模板架设固定方式或基准线设置方式能够保证高程和厚度控制要求。

2）实测试验路段的松铺系数、摊铺速度、振捣时间与频率、滚压遍数、碾压遍数、压实度、拉杆与传力杆置入精度、抗滑构造深度、摩擦系数、接缝顺直度等。

3）验证施工各工艺环节操作要领，确定各关键岗位的作业指导书。

4）检验施工组织形式和人员编制。

5）通信联络、生产调度指挥及应急管理系统满足施工组织要求。

混凝土铺筑采用的机具一般有：滑模摊铺机施工、三辊轴机组与小型机具施工。

滑模摊铺工艺在此不做介绍，下面仅介绍三辊轴机组与小型机具施工工艺。

2 三辊轴机组铺筑

1)三辊轴机组属于小型机具的改进形式,是将小型机具施工时的振动梁和滚杠合并安装在有驱动力轴的一台设备上。它具有横纵向整平、浅表层振实、压实和提浆功能,不具备将中、下层混凝土振捣密实的功能。为了保证该工艺铺筑出各种混凝土结构层的整体密实度,在一般施工场合,常同时配备振捣棒、密集排列振捣棒的振捣机或其他辅助设备。

2)三辊轴机组与小型机具两种铺筑工艺的混凝土应采用集中搅拌。铺筑长度不足10m时，可使用小型搅拌机现场搅拌。严禁人工拌和。

3)三辊轴机组与小型机具铺筑时,应加强各工序之间的衔接,振捣密实与成型饰面所需时间不得超过拌和物初凝时间。

4)模板应采用钢材、槽钢或方木制成。模板高度应为面层设计厚度,直线段模板长度不宜小于3m,小半径弯道及竖曲线部位可配备长度为3m的短模板。

5)三辊轴机组铺筑水泥混凝土面层时,应按照支模、安装钢筋、布料、振捣、三辊轴整平、精平、养生、刻槽(拉毛)、切缝、填缝的工艺流程进行。

**表12.4.5-1 三辊轴整平机的技术参数要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴直径（mm） | 轴速(r/min) | 轴长（m） | 轴质量（kg/m） | 行走速度(m/min) | 整平轴距（mm） | 震动功率（kW） | 驱动功率（kW） | 适宜整平路面厚度(mm) |
| 168 | 300 | 5～9 | 65±0.5 | 13.5 | 504 | 7.5 | 6 | 200～260 |
| 219 | 380 | 5～12 | 77±0.7 | 13.5 | 657 | 17 | 9 | 160～240 |

6) 三辊轴整平机使用功能应符合下列规定：

a.三辊轴整平机辊轴长度应比实际铺筑的面层宽度至少长出0.6m,两端应搭在两侧模板顶面；

b.三辊轴整平机振动辊应有偏心振捣装置,偏心距应由密实成型所需振幅决定，宜为3mm。振动辊应安装在整平机前侧,由单独的动力驱动。甩浆辊的转动方向应与铺筑前进方向相反,不振动时可提离模板顶面。

7 )三辊轴机组铺筑水泥混凝土面层时,应配备振捣机。振捣机应符合下列规定：

a.振捣机应由机架、行走机构和一排振捣棒组成,并配备螺旋布料器和松方控制刮板,具备自行或推行功能。

b.连续式振捣机的振捣棒组宜水平或小角度布置,直径宜为80～100mm,振动频率宜为100～200Hz,工作长度宜为400～500mm,振捣棒之间的间距宜为350～500mm。振捣机的移动速度应可调整,调整范围宜为0.5～2m/min。

8)间歇式振捣机的振捣棒可垂直或大角度布置,振捣棒的直径、振动频率、工作长度和间距要求应与连续式振捣机相同。振捣棒每次插入振动最短时间不应短于20s，振捣棒应缓慢抽出后,再移动振捣机,每次移动距离不应超过振捣棒有效作用半径的1.5倍,并不宜大于0.6m。

9)振捣梁应设置在三辊轴整平机前方。当铺筑厚度不大于200mm时,其振动频率宜为50～60Hz,振动加速度宜为4～5g(g为重力加速度)。

10)当一次铺筑宽度大于4.5m时,纵缝拉杆宜使用预设钢筋支架固定。

11)横向连接纵缝处的拉杆应在边模板预留孔中插入,并振实粘牢。松动的拉杆应在连接摊铺前重新植牢固。

12)横缝传力杆应采用预制钢筋支架法安装固定,不得手工设置传力杆。宜使用手持振捣棒专门振实传力杆支架范围内的混凝土。振捣机连续振捣时,振捣棒的深度应位于传力杆顶面以上。

13)应根据铺筑时拌和物的实测坍落度,初选松铺系数,并根据铺筑效果最终确定。

振捣机振实后，料位应高于模板顶面5～15mm，局部坑洼不得低于模板顶面。过高时应铲除，过低应及时补料。

14)纵坡路段宜向上坡方向铺筑。

15)应全断面布料,松铺高度符合要求后,再使用振捣机开始振捣。振捣机应匀速缓慢、连续地振捣行进作业。振捣后的混凝土面层应成为连续均匀的整体,并达到所要求的密实度。

16)三辊轴整平机作业应符合下列规定：

a.三辊轴整平机应按作业单元分段整平，作业单元长度宜为10～30m，施工开始或施工温度较高时，可缩短作业单元长度，最短不宜短于10m。振捣机振实与三辊轴整平两道工序之间的间隔时间不宜超过15min。

b.在作业单元长度内，三辊轴整平机应采用前进振动、后退静滚方式作业。

c.三辊轴整平机整平水泥混凝土面层不同料位高差的滚压遍数按拌和物坍落度初步设置，并根据试铺效果最终确定。

d.三辊轴整平作业时,应处理整平轴前料位的极低情况,过高时应铲除,轴下的间隙应采用混凝土补平。

e.振动滚压完成后,应升起振动辊,用甩浆辊抛浆整平一遍,再用整平轴前、后静滚整平,直到平整度符合要求、表面砂浆厚度均匀为止。

f.路面表层砂浆的厚度宜控制为4mm±1mm。过厚的稀砂浆应及时刮除丢弃,不得用于路面补平。

g.三辊轴整平机整平后,应采用3～5m刮尺,纵、横两个方向精平饰面,纵向不少于3遍,横向不少于2遍。也可采用旋转抹面机密实精平饰面2遍，直到平整度符合要求。

h.饰面完成后，应立即开始保湿养生。

3 小型机具铺筑

1)小型机具铺筑宽度不大于4.5m时,铺筑能力不宜小于20m/h。

2)混凝土拌和物摊铺前,应对模板的架设位置、精度、支撑稳固情况,传力杆、拉杆的安设等进行全面检查,并洒水润湿板底。应采用厚度标尺板全面检测板厚,与设计值相符方可开始摊铺。

3)拌和物的坍落度宜控制在5～20mm之间。松铺系数宜控制在1.10～1.25,坍落度高时取低值,横坡高侧取高值。

4)卸料应均匀,采用人工布料时,应用铁锹反扣,不得抛掷和耧耙。

5)已铺筑好的面层端头应设置施工缝,不能被振实的拌和物应废弃。

6)小型机具铺筑时,应依次使用振捣棒、振动板、振动梁三遍振捣密实。

7)插入式振捣棒振实应符合下列规定：

a.在待振横断面上,每车道应配备不少于3根振捣棒,振捣棒的功率不应小于1.1kW,沿横断面连续振捣密实,板底、内部和边角不得欠振和漏振。

b.振捣时,振捣棒应轻插慢提,不得在拌和物中平推或拖拉振捣。

c.振捣棒移动距离不应大于有效作用半径的1.5倍,并不大于500mm,每处振动时间不宜短于30s。边角插入振捣离模板的距离不应大于150mm,并应避免碰撞模板。

d.缩缝传力杆支架与胀缝钢筋笼应预先安装固定,再用振捣棒振捣密实。边缘拉杆振捣时,应由人工扶正拉杆。

e.振捣时,应辅以人工补料,并随时检查振实效果,及时纠正模板、拉杆、传力杆和钢筋的移位、变形、松动、漏浆等情况。

8)振动板振实应符合下列规定：

a.每车道应配备不少于2台振动板,振动板的功率不应小于2.2kW。

b.每个振动板应由两名作业人员提拉振动,不得自由放置或长时间持续振动。振动板移位时,应重叠100～200mm,每处振动时间不应少于15s。

c.振动板振动遍数应纵、横向交错两遍,不得过振或漏振,应控制振动板板底泛浆厚度为4mm±1mm。

d.缺料的部位,应在振动的同时辅以人工补料找平。

9)振动梁振实应符合下列规定：

a.应配备1根振动梁,长度应比路面宽度每侧宽出300～500mm。振动梁上应安装2台附着式表面振动器,振动器功率不应小于1.1kW。振动梁底部应焊接或安装深度4mm的粗集料压入齿。

b.振动板振实长度达到10m后,可垂直路面中线纵向人工拖动振动梁,在模板顶面往复拖行2～3遍,使表面泛浆均匀平整。

c.拖行过程中,振动梁下间隙应及时用混凝土补平,不得用纯砂浆填补；料位高出模板时应人工铲除,直到表面泛浆均匀,路面平整。

10)小型机具应采用滚杠、整平尺或抹面机三遍整平,直至面层无任何缺陷,平整度符合要求。

11)滚杠整平应符合下列规定：

a.应在每个作业面配备2根整平滚杠,一根用于施工,另一根浸泡清洗备用。滚杠应使用直径为100mm或125mm的无缝钢管制成,刚度及顺直度应满足施工质量要求,两端设有把手与轴承,能够往复拖滚。

b.滚杠应支承在模板顶面,用人工往返拖滚,拖滚遍数宜为2～3遍,第一遍应短距离缓慢拖滚或推滚,以后应较长距离匀速拖滚,并将水泥浆始终赶在滚杠前方。

c.滚杠下有间隙的部位应及时找补,多余水泥浆应铲除。

12)整平饰面应待混凝土表面泌水基本完成后进行,采用3m刮尺收浆饰面，纵横各2～3遍抄平饰面,直到表面平整度符合要求,表面砂浆厚度均匀。

13)整平饰面也可采用叶片式或圆盘式抹面机进行,抹面机应按每车道路面不少于1台配备。饰面遍数宜为往返1～2遍。

14)精平饰面应符合下列规定：

a.在抹面机完成作业后,应使用抹刀进行精平饰面。精平饰面包括清边整缝,清除粘浆,修补缺边、掉角等工作。

b.当烈日暴晒或风大时,应加快表面的修整速度,或在防雨篷下进行。

c.精平饰面后的面层表面应致密均匀,无抹面印痕,无露骨,平整度应达到要求,并应立即进行保湿养生。

**12.4.6**  面层接缝、抗滑构造施工

1 一般规定

1)水泥混凝土面层缩缝达到设计要求的强度后应使用切缝机按设计位置、深度、形状切割而成。

2)横向施工缝应与其他横向接缝合并设置。

3)各种接缝均应填缝密封，填缝材料不得开裂、挤出或缺失，否则应重新填缝密封。

4)面层表面应制作细观抗滑纹理和宏观抗滑构造，不得遗留光滑的表面。纹理和构造深度应均匀一致。

5)面层铺筑完成后均应立即开始保湿养生，养生龄期应满足强度增长的要求。

2 接缝施工

混凝土面层的接缝分为纵向接缝（纵向施工缝、纵向缩缝）与横向接缝（横向施工缝、胀缝）两类，见示意图。



**纵缝构造（尺寸单位：mm）**



**横向施工缝构造（尺寸单位：mm）**



**胀缝构造（尺寸单位：mm）**

1)当一次铺筑宽度小于面层加硬路肩总宽度时,应按设计设置纵向施工缝。纵向施工缝宜采用平缝加拉杆型。

2)水泥混凝土面层纵向缩缝施工应符合下列规定：

a.采用滑模摊铺机施工时,纵向施工缝的拉杆宜采用支架法安设,也可采用侧向拉杆液压装置一次推入。

b.采用固定模板施工时,应从侧模预留孔中插入拉杆并振实。

c.插入的侧向拉杆应牢固,避免松动和漏插。拉杆握裹强度应满足相关要求。

3)每天摊铺结束或摊铺中断时间超过30min时,应设置横向施工缝。横向施工缝在缩缝处可采用平缝加传力杆型。

4)横向施工缝与胀缝重合时,应按胀缝施工,胀缝两侧补强钢筋笼宜分两次安装。

5)角隅部位的传力杆与拉杆交叉时,应取消交叉部位拉杆,保留传力杆。

6)胀缝板应与路中心线垂直,并连续贯通整个面板宽度,缝中完全不连浆。

7)高温期施工时,顺直路段中可根据设计要求减少胀缝的设置。春秋季施工时,两端构造物间距大于500m时,宜在顺直路段中间设一道或若干道胀缝。低温期施工时,两端构造物间距大于350m时,宜设置顺直路段胀缝。

8)胀缝的施工应符合下列规定：

a.采用前置钢筋支架法施工时,应预先准确安装和固定胀缝钢筋支架,并使用手持振捣棒振实胀缝板两侧的混凝土后,再摊铺。也可采用预留两块面板的方法,在气温接近年平均气温时再封铺。

b.应在混凝土未硬化时,剔除胀缝板上部的混凝土,嵌入(20～25mm)×20m的木条,整平表面。填缝前,应剔除木条,再粘胀缝多孔橡胶条或填缝。

c.胀缝板应连续完整，胀缝板两侧的混凝土不得相连。

9)拉杆、胀缝板、传力杆及其套帽设置精度应符合表12.4.6-1规定。

**表12.4.6-1 拉杆、胀缝板、传力杆及其套帽设置精度**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项 目** | **允许偏差（mm）** | **测量位置** |
| 传力杆端上下左右倾斜 | 10 | 在传力杆两端测量 |
| 传力杆深度及左右位置偏差 | 20 | 以板面为基准测量 |
| 传力杆沿路面纵向前后偏位 | 30 | 以缝中心线为准 |
| 拉杆端及在板中上下左右偏差 | 20 | 杆两端和板面测量 |
| 拉杆沿路面纵向前后偏位 | 30 | 纵向测量 |
| 胀缝传力杆套帽偏差（长度≥100mm） | 10 | 从封堵帽端起测 |
| 胀缝板倾斜偏差 | 20 | 以板底为准 |
| 胀缝板的弯曲和位移偏差 | 10 | 以缝中心线为准 |

10)缩缝的切缝应根据当地昼夜温差,参照表12.4.6-2选用适宜的切缝方式、时间与深度,切缝时间应以切缝时不啃边为开始切缝的最佳时机,并以铺筑第二天及施工初期无断板为控制原则。

**表12.4.6-2 缩缝的切缝要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 昼夜温差(℃) | 缩缝切缝方式与时间 | 缩缝切割深度 |
| ＜10 | 硬切缝:切缝时机以切缝时不啃边即可开始，纵缝可略晚于横缝，所有纵、横缩缝最晚切缝时间均不得超过24h | 缝中无拉杆、传力杆时,深度1/3～1/4板厚, 最浅60mm；缝中有拉杆、传力杆时,深度1/3-2/5板厚,最浅80mm |
| 10～15 | 软硬结合切缝:每隔1-2条提前软切缝，其余用硬切缝补切 | 硬切缝深度同上。软切深度不应小于60mm；不足者应硬切补深到1/3板厚, 已断开的缝不补切 |
| ＞15 | 软切缝:抗压强度为1-1.5MP,人可行走时开始软切。软切缝时间不应超过6h | 软切缝深度不应小于60mm,未断开的接缝,应硬切补深到≥2/5板厚 |

注:当降雨、刮风引起路面温度骤降时,应提早软切缝或硬切缝；

三种切缝方式均应冲洗干净切缝泥浆,并恢复表面养生覆盖。

11)纵、横缩缝切缝形状为台阶状时,宜使用磨圆角的台阶叠合锯片一次切成。设备受限制时,也可分两次切割,再磨出半径为6～8mm的圆角。

12)纵、横缩缝切割顺直度应小于l0mm。相邻板的纵、横缩缝切口应接顺。需调整异形板锐角时,可切成斜缝或小转角的折线缝。弯道与匝道面层的横缝应垂直于其设计中心线。

13)钢筋混凝土面层的切缝不得切到钢筋。各种纤维混凝土面层软切缝时，不得抽出纤维,刮伤边角。

14)灌缝前应清洁接缝。清洁接缝宜采用飞缝机清除接缝中夹杂的砂石、凝结的泥浆等杂物。灌缝前缝内及缝壁应清洁、干燥，以擦不出水、泥浆或灰尘为可灌缝标准。

15)缩缝灌缝应符合下列规定：

a.灌缝时，应先按设计嵌入直径9～12mm的多孔泡沫塑料背衬条或橡胶条。

b.用双组分或多组分常温填缝料时,应准确按比例将几种原材料混拌均匀后灌缝，每次准备量不宜超过1h。且不应超过材料规定的操作时间。

c.使用热石油沥青、改性沥青或橡胶沥青灌缝时,应加热融化至易于灌缝温度，搅拌均匀,并保温灌缝。

d.灌缝应饱满、均匀、厚度一致并连续贯通，填缝料不得缺失、开裂和渗水。

e.高温期灌缝时,顶面应与板面刮齐平；一般气温时，应填刮为凹液面形,中心宜低于板面3mm。

16)常温施工式填缝料的养生期,低温期宜为24h,高温期宜为10h。加热施工式填缝料的养生期,低温期宜为2h,高温期宜为6h。在灌缝料固化期间应封闭交通。

17)胀缝填缝前,应凿除胀缝板顶部临时嵌入的木条,并清理干净,涂黏结剂后,嵌入专用多孔橡胶条或灌进适宜填缝料。当胀缝宽度与多孔橡胶条宽度不一致或有啃边、掉角等现象时,应采用灌料填缝,不得采用多孔橡胶条填缝。

3 抗滑构造施工

1)细观纹理的施工应符合下列规定：

a.细观纹理宜在精平后的湿软表面,使用钢支架拖挂1～3层叠合麻布、帆布等布片拖出。布片接触路面的长度宜为0.7～1.5m，细度模数较大的粗砂,接触长度宜取小值；细度模数较小的细砂，接触长度宜取大值。

b.用抹面机修整过较干硬的光面,可采用较硬的竹扫帚扫出细观纹理。

c.已经硬化后的光滑表面可采用钢刷刷毛、喷砂打毛、钢喷丸打毛、稀盐酸腐蚀、高压水射流等方式制作细观纹理。

2)极重、特重和重交通荷载等级公路水泥混凝土面层应采用刻槽法制作宏观抗滑构造。中、轻交通荷载等级公路水泥混凝土面层可使用拉槽法制作宏观抗滑构造，见示意图12.4.6-1。



**图12.4.6-1 水泥混凝土路面φ28螺纹钢筋压纹防滑平面图**

3)在水平弯道路段、桥面、隧道路面宜使用纵向槽。当组合坡度小于3%时，要求减噪的路段可使用纵向槽。组合坡度大于或等于3%的纵坡路段，应使用横向槽。

4)采用刻槽法制作宏观抗滑构造时，刻槽机最小刻槽宽度不应小于500mm。衔接距离与槽间距相同。刻槽过程中应避免槽口边角损坏，不得中途抬起刻槽机或改变刻槽方向。刻槽不得刻穿纵、横缩缝。刻槽后表面应随即冲洗干净，并恢复路面的养生。

5)软拉宏观抗滑构造时，待面层混凝土泌水后，应及时采用齿耙拉槽。衔接距离应与槽间距相同,并始终保持一致,不得局部缺失。软拉后的表面砂浆应清扫干净。

6)矩形槽槽深宜为3～4mm,槽宽宜为3～5mm,槽间距宜为12～25mm。采用变间距时,槽间距可在规定尺寸范围内随机调整。

7)路面结冰地区,可采用上宽6m、下宽3m的梯形槽或上宽6mm的半圆形槽。

**12.4.7** 混凝土路面面层养生

1面层养生应合理选择养生方式,保证混凝土强度增长的需要,防止养生过程中产生微裂纹与裂缝。

2面层养生应符合下列规定：

1）混凝土面层宜采用养护剂加覆膜养生。

2）现场养生用水充足的情况下,可采用节水保湿养护膜、土工毡、土工布、麻袋、草袋、草帘等养生,并及时洒水保湿养生。

3）缺水条件下,宜采用覆盖节水保湿养护膜养生,并应洒透第一遍养生水。

3养护剂的喷洒应符合下列规定:

1）喷洒应均匀,喷洒后的表面不得有颜色差异。成膜厚度应满足产品要求,并足以形成完全密闭水分的薄膜。

2）养护剂的喷洒宜在表面抗滑纹理做完后即刻进行。刚铺筑的湿软混凝土面层遭遇刮风或暴晒天气,摊铺现场水分蒸发率接近0.50kg/(h· m2),开裂风险较大时,可提前喷洒养护剂养生。

3）喷洒高度宜控制在0.10～0.30m之间。现场风大时,可采用全断面喷洒机贴近路面喷洒的方式喷洒。

4）养护剂的现场平均喷洒剂量宜在试验室测试剂量基础上,一等品再增加不小于40%,合格品增加不小于60%。

5）不得使用易被雨水冲刷掉的、阳光暴晒可融化的或引起表面开裂、卷起薄壳的养护剂。

4覆盖保湿养护膜应符合下列规定：

1）覆盖养生的初始时间,应为不压坏表面细观抗滑纹理的最短时间。

2）养护膜材料的最窄幅宽不宜小于2m。

3）两条膜层对接时,纵向搭接宽度不宜小于400mm,横向搭接长度不宜小于200mm。养生期间应始终保持薄膜完整盖满。

4）应有专人巡查养护膜覆盖完整情况。养生期间被掀起或撕破的养护膜、养生片材均应及时重新洒水,并完整覆盖。

5）当现场瞬间风力大于4级时,宜在养护膜表面罩绳网或土工格栅,并压牢固，防止养护膜被大风吹破。

5低温期或夏季夜间气温有可能低于零度的高原、山区施工水泥混凝土路面和桥面时,应采取保温保湿双重养生措施。保温养生材料可选用干燥的泡沫塑料垫、棉絮片、苇片、草帘等。养生期间遭遇降雨时,应在保温片材上、下表面采取包覆隔水膜层等防水措施。

6实测混凝土强度大于设计强度的80%后,可停止养生。不同气温条件下混凝土面层的最短养生龄期可参照表12.4.7-1确定。

**表12.4.7-1 不同气温条件下最短养生龄期参考表(d)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 养生期间日平均气温(℃) | 隧道内水泥混凝土与纤维混凝土面层 | 水泥混凝土、碾压混凝土、配筋混凝土、纤维混凝土面层及隔离式加铺层 | 钢筋混凝土、钢筋纤维、混凝土桥面、结合式加铺 |
| 5～9 | 21 | 21 | 24 |
| 10～19 | 14 | 14 | 21 |
| 20～29 | 12 | 10 | 14 |
| 30～35 | 8 | 7 | 10 |

注：各级水泥混凝土面层不得在日间零下气温大面积铺筑。

当在各种面层混凝土中掺加粉煤灰时，最短养生龄期宜再延长7d。

在日平均气温5℃～9℃养生时，应同时采取保温保湿双重覆盖养生措施。

7 面层养生初期，人、畜、车辆不得通行，面层达到设计弯拉强度后，方可开放交通。

## 12.5 施工质量过程控制

**12.5.1** 水泥混凝土路面铺筑质量及检查项目、频率和方法应符合表12.5.1-1的规定。

**表12.5.1-1 水泥混凝土路面铺筑质量标准及检查项目、频率和方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 质量标准 | 检查频率 | 检查方法 |
| 1 | 弯拉强度 | 标准小梁弯拉强度(MPa) | 在合格标准内 | 每班留1～3组试件，日进度＜500m留1组；≥500m留2组；≥1000m留3组，测算fcs、fmin、CV | JTG E30T 0552、T 0558 |
| 路面钻芯劈裂强度换算弯拉强度(MPa) | 在合格标准内 | 每车道每2km钻取1个芯样，单独施工硬路肩为1个车道，测算fcs、fmin、CV | JTG E30T 0552、T 0561 |
| 2 | 板厚度(mm) | 平均值≥-5；极值≥-15，CV值符合设计规定 | 路面摊铺宽度内每100m左右各1处，连续摊铺100m单边1处 | 板边与岩芯尺测，岩芯最终判定 |
| 3 | 平整度 | σ（mm） | ≤2.0 | 所有车道连续检测 | 平整度仪 |
| IRI（m/km） | ≤3.3 |
| 最大间隙h（mm） | ≤5（合格率≥90%） | 每半幅车道200m2处，每处10尺 | 3m直尺 |
| 4 | 抗滑构造深度TD(mm) | 一般路段 | 0.5～0.9 | 每车道每200m测1处 | 铺砂法 |
| 特殊路段 | 0.6～1.0 |
| 5 | 特殊路段摩擦系数SFC | ≥50 | 一般路段免检，仅检查特殊路段，每车道每20m连续检测1个测点，不足20m测1个测点 | JTG E60T 0965 |

注：标准小梁弯拉强度用于评定施工配合比；钻芯劈裂强度用于评价实际面层施工密实度及弯拉强度。

fcs为平均弯拉强度；fmin为最小弯拉强度；CV为统计变异系数。

表中σ为平整度仪测定的标准差；IRI为国际平整度指数；h为3m直尺与面层的最大间隙。动态平整度σ与IRI可选测一项。

特殊路段：包括超高路段、组合坡度大于或等于4%坡度段，交叉口路段、桥面及其上下坡段、隧道路面及集镇附近路段等处。

**12.5.2**水泥混凝土路面铺筑几何尺寸质量标准及检查项目、频率和方法应符合表12.5.2-2的规定。

**表12.5.2-2 水泥混凝土路面铺筑几何尺寸质量标准及检查项目、频率和方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 质量标准 | 检查频率 | 检查方法 |
| 1 | 相邻板高差(mm) ≤ | 3 | 每200m纵横缝2条，每条3处 | 尺测 |
| 2 | 连接摊铺纵缝高差(mm)≤ | 5(平均值) | 每200m纵向工作缝，每条2处，每处间隔2m测3尺，共6尺 | 尺测 |
| 7(极值) |
| 3 | 接缝顺直度(mm)≤ | 10 | 每200m测4条 | 20m拉线测 |
| 4 | 中线平面偏位(mm)≤ | 20 | 每200m测4条 | 经纬仪测 |
| 5 | 路面宽度(mm)≤ | ±20 | 每200m测4条 | 尺测 |
| 6 | 纵断高程(mm) | 5 (平均值) | 每200m测4条 | 水准仪测 |
| 7 (极值) |
| 7 | 横坡度(%) | ±0.25 | 每200m测4个断面 |
| 8 | 路缘顺直度和高度(mm)≤ | 20 | 每200m测4点 | 20m拉线测 |
| 9 | 灌缝饱满度(mm)≤ | 3 | 每200m接缝测4处 | 测针加尺测 |
| 10 | 最浅切缝深度(mm) ≥ | 缝中有拉杆、传力杆 | 80 | 每200m测4处 | 尺测 |
| 缝中无拉杆、传力杆 | 60 |

**12.5.3**水泥混凝土路面铺筑的质量缺陷及检查项目、标准、频率和方法应符合表12.5.3-1的规定。

**表12.5.3-1 水泥混凝土路面铺筑的质量缺陷及检查项目、标准、频率和方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 质量标准 | 检查频率 | 检查方法 |
| 1 | 断板率(%) ≤ | 0.4 | 数断板面板块数占总块数比例 | 数断板 |
| 2 | 断角率(%) ≤ | 0.2 | 数断角板块数占总块数比例 | 数断角 |
| 3 | 破损率(%) ≤ | 0.3 | 计算破损面积与板块面积百分率 | 尺测面积 |
| 4 | 路表面和接缝缺陷 | 不应有 | 每块面板坑穴、鼓包和每条接缝啃边、掉角及填缝料缺失、开裂 | 眼睛观察 |
| 5 | 胀缝板倾斜(mm)≤ | 25 | 每块胀缝板两侧 | 垂线加尺测 |
| 胀缝板弯曲和位移(mm)≤ | 15 | 每块胀缝板3处 | 拉线加尺测 |
| 胀缝板连浆 | 不允许 | 每块胀缝板 | 安装前检查 |
| 6 | 传力杆偏斜(mm)≤ | 13 | 测设传力杆缩缝1条，每条测3根 | 钢筋保护层仪 |

注：断板率中包含断角率，应统计行车道与超车道面板，不计硬路肩，不计入修复后的面板。

破损率指水泥混凝土面层施工期间发生的脱皮、印痕、露石、缺边、掉角、微裂纹等缺陷实测面积与总面积之比的百分率。

**12.5.4**各级公路面层弯拉强度应采用标准小梁试件评定，采用钻芯取样圆柱体劈裂强度换算的弯拉强度验证。检测标准小梁弯拉强度后，宜用试件完好部分实测劈裂强度与抗压强度。

**12.5.5** 水泥混凝土面层弯拉强度合格评判应符合下列规定：

1当标准小梁与钻芯平均弯拉强度合格值、最小值和统计变异系数均符合规定者，通过弯拉强度评定。

2当局部路面标准小梁弯拉强度不足时，应每公里每车道加密钻取3个以上的芯样实测劈裂强度，重新换算弯拉强度，钻芯统计弯拉强度满足要求者，通过弯拉强度评定。

3标准小梁与钻芯均不满足要求者，应返工重铺弯拉强度不符合要求的局部面板。

**12.5.6**  板厚应采用面层边缘的平均厚度、板中钻芯平均厚度及变异系数三项指标综合判定，钻芯平均厚度、板厚统计变异系数应符合本规程相关要求。

**12.5.7**当无损检测或单侧边缘检测发现局部板块厚度平均值不满足时，应在该板中间钻芯，判明板厚不足区段，当局部面板平均板厚偏差超过表11.5.1-1极值时，应返工重铺。

**12.5.8** 当弯拉强度或板厚不足，返工凿除面板时，应避免扰动临近面层。损坏的上基层、夹层或封层应重新铺设。

**12.5.9** 局部抗滑性能不足的路段，可重新打磨细观纹理和硬刻抗滑沟槽，进行摩擦系数与抗滑构造的恢复。

# 13 加固路肩施工

## 13.1 基本要求

**13.1.1**路肩应与基层、面层等各层对应同步施工。

**13.1.2** 加固路肩施工前施工方案应经监理工程师验收合格后才能施工。

**13.1.3**原材料必须经过试验后方可使用。

## 13.2 设备要求

加固路肩施工机械设备配置不低于表13.2.1-1要求。

**表13.2.1-1 机械设备配置表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 路肩施工机械名称 | 能力 | 数量(台) 根据工程规模调整 | 备注 |
| 1 | 运输车 |  | 2 |  |
| 2 | 三轮车 |  | 3 |  |
| 3 | 磅秤沥青混合料摊铺机 |  | 1 |  |
| 4 | 全站仪 |  | 1 |  |
| 5 | 水平尺 |  | 2 |  |
| 6 | 小推车 |  | 3 |  |
| 7 | 振捣棒 |  | 5 |  |

## 13.3 工艺流程及施工要点

**13.3.1.工艺流程**

养生

运输混凝土

搅拌混凝土

浇筑混凝土

安装模板

清理基底

施

工

放

样

**13.3.2**施工要点

1测量放样

1)现浇路肩安装模板前，应校核道路中线。

2)测设现浇路肩控制桩，直线段桩距为10m，曲线段不大于5m,路口为1～5m。

3)按照设计高程进行控制测量。

2清理基底

1)在路肩安装模板前应清理路槽表面杂物。

2)如遇基底松散，采用小型机具夯实。

3 安装模板

1)模板准备

a.加固路肩现浇混凝土模板可采用木模板、竹胶板及钢模板。

b.按照路肩设计尺寸进行模板加工。

c.模板利用铣刨机打磨平整，并对加工模板编号，确保模板在使用过程中不出现错台和漏浆现象。

2)模板支立

a.模板支立一般采用人工进行。

b.模板准备就位后对模板接缝处用双面胶粘贴密实，防止漏浆。

c.将模板固定在底座两侧的钢筋支撑上。

d.模板应均匀涂刷脱模剂。

e.支立完成后进行加固，防止涨模、跑模等现象的发生。

f.混凝土浇筑前应用空压机清理模板内杂物。

4 模板拆除

1）模板的拆除时间应根据结构物特点、模板部位、混凝土强度、混凝土的温度及温差、混凝土带模养护时间、天气状况以及其他养护要求等条件综合确定，并符合相关要求。一般在混凝土的强度达到1.5MPa后可以脱侧模。

2）模板的拆除应按设计的顺序进行。无规定时，宜按立模顺序逆向进行。

3）拆除模板时注意，不要用铁锤敲打，以防磕碰到路肩的棱角，影响直线度、美观度。

4）拆除的模板应清理干净并堆放整齐以备下次使用。

5 混凝土工程

1)混凝土的拌制

a.混凝土如采用商品混凝土，前期项目部应组织相关技术、试验人员对商品混凝土生产厂家的资质及设备进行考察，并报监理审查通过后采用使用其生产的商品混凝土。

b.如采用自拌混凝土宜采用强制式搅拌机进行搅拌。

2)混凝土的运输

a.商品混凝土运输采用泵车进行运输，混凝土在运输过程中必须在规定的时间内到达，确保不发生离析、严重泌水及塌落度损失过多等现象。如运至浇筑地点发生离析现象时，应在浇筑前进行二次搅拌，但不得再次加水。

b.运输混凝土设备的内壁应平整光滑，不吸水，不漏水，并应经常清除粘附的混凝土，根据季节变化，必要时应对运输设备加盖或保温。

c.如采用自拌混凝土，混凝土水平运输采用小型运输车及小型三轮车运至浇筑处，再用人工配铁铲装入模板内。

3)混凝土的浇筑

a.浇筑混凝土前以及浇筑过程中，应对模板支撑体系、预留孔等加以检查。当发现有问题，应及时采取措施，安排人员进行处理。

b.浇筑混凝土前应将模板内的杂物清理干净；模板应用水湿润，但不应留存积水；当模板有缝隙和孔洞时，应予以堵塞，不得漏浆。

c.混凝土浇筑时的自由倾落高度不得超过2米。当自由倾落高度超过2米，应采用滑槽、串桶、漏斗等器具进行浇筑。

d.采用机械振捣混凝土时，应符合下列规定：

① 插入式振捣器的移动间距不宜大于振捣器作用半径的1.5倍，混凝土分层浇筑时，插入下层混凝土内的深度宜为5～10厘米。

②机械振捣时不得碰撞模板、钢筋和预埋部件。

③每一振点的振捣延续时间宜为20～30s，以混凝土不再沉落，不出气泡，表面呈现浮浆现象为度。

4）混凝土浇筑应连续进行，当因故间歇时，其间歇时间应尽量短，不超过混凝土的初凝时间。

5）混凝土振捣完成后，应及时修正、抹平混凝土裸露面，待收水后再抹第二遍并压光或拉毛。抹面时严禁洒水，并应防止过度操作影响表层混凝土质量。

6）沉降缝处混凝土浇筑时，振捣时应注意振捣棒不要触及泄水孔、沉降缝材料，以免造成泄水孔材料、沉降缝错位。

7）当混凝土表面出现析水时，应采取措施予以消除，但不得扰动已浇筑混凝土。

8）应按验收要求留置混凝土试块，混凝土的坍落度在搅拌站和施工地点均要进行检测，满足混凝土施工规范要求。

9)混凝土的养护

a.混凝土浇筑完毕后12小时以内对混凝土加以覆盖并保湿养护。

b.浇水养护时间不少于7天，浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；混凝土养护用水采用适宜拌和混凝土的水，禁止采用积水井、坡脚处积水等有侵蚀性的水。

c.当新浇混凝土与流动的地表水或地下水相接触时，应采取临时防护措施，直至混凝土获得50%以上的设计强度为止，并不得少于7天。当环境水具有侵蚀作用时，临时防护措施应延续到混凝土获得75%以上的设计强度为止，并不得少于10天。

d.当采用塑料布覆盖养护时，应将刚浇完的混凝土表面用塑料布覆盖严密。塑料布内应具有凝结水，并经常检查。

e.当新浇筑混凝土的强度未达到1.2MPa以前，不得在其表面来往行人、堆放机具。

6泄水孔、沉降缝

1)现浇加固路肩沿线路方向每2m设置一个泄水孔，泄水孔采用φ5cm的PVC管材，管尾（路肩内侧）满铺渗水材料，向外设置2%的坡度。

2)沿路线方向路肩2～4m设伸缩缝一道，缝宽2cm，缝内用沥青麻筋填塞，深0.20m。

## 13.4 质量验收

**13.4.1**路肩应符合下列基本要求

1路肩表面应平整密实，无积水。

2路肩应直顺，曲线圆滑。

**13.4.2**路肩实测项目应符合表13.4.2-1的规定。

**表13.4.2-1 路肩实测项目**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 允许偏差 | 检查方法和频率 |
| 1 | 混凝土强度（MPa） | 满足设计要求 | 按规范及监理指定数量 |
| 2 | 平整度（mm） | 土路肩 | ≤20 | 3m直尺，每50m测2处 |
| 硬路肩 | ≤10 |
| 3 | 长度（mm） | ＋5，－10 | 尺量 |
| 4 | 横坡（%） | ±1.0 | 水准仪：每20m测2个断面 |
| 5 | 宽度（mm） | 满足设计要求 | 尺量：每30m测2点 |

**13.4.3**路肩外观质量：应无阻水、无杂物。