

ICS 93.080

CCS P66

# 团 体 标 准

T/GDHS 013—2024

## 沥青路面清洁化就地热再生技术规范

Technical specification for clean hot in-place recycling of asphalt pavement

2024 - 10 - 15 发布

2024 - 10 - 15 实施

广东省公路学会 发布

## 目 次

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 前言 .....             | III |
| 引言 .....             | IV  |
| 1 范围 .....           | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....      | 1   |
| 3 术语和定义 .....        | 1   |
| 4 原路面调查及分析 .....     | 2   |
| 4.1 一般规定 .....       | 2   |
| 4.2 周边环境与交通量调查 ..... | 2   |
| 4.3 养护管理数据调查 .....   | 2   |
| 4.4 原路面技术状况调查 .....  | 3   |
| 4.5 原路面材料性能调查 .....  | 3   |
| 5 就地热再生沥青路面设计 .....  | 4   |
| 5.1 一般规定 .....       | 4   |
| 5.2 适用条件 .....       | 4   |
| 5.3 病害处治设计 .....     | 5   |
| 5.4 厚度及结构组合设计 .....  | 5   |
| 6 材料 .....           | 5   |
| 6.1 一般规定 .....       | 5   |
| 6.2 沥青混合料回收料 .....   | 6   |
| 6.3 集料 .....         | 6   |
| 6.4 填料 .....         | 6   |
| 6.5 沥青再生剂 .....      | 6   |
| 6.6 沥青 .....         | 6   |
| 6.7 外加剂 .....        | 6   |
| 6.8 铣刨料 .....        | 6   |
| 7 配合比设计 .....        | 6   |
| 7.1 一般规定 .....       | 6   |
| 7.2 目标配合比设计 .....    | 6   |
| 7.3 生产配合比设计及验证 ..... | 8   |
| 8 设备 .....           | 8   |
| 8.1 一般规定 .....       | 8   |
| 8.2 设备要求 .....       | 8   |
| 9 施工 .....           | 9   |
| 9.1 一般规定 .....       | 9   |
| 9.2 施工准备 .....       | 9   |
| 9.3 试验段铺筑 .....      | 239 |
| 9.4 施工工艺 .....       | 9   |

|            |                     |    |
|------------|---------------------|----|
| 10         | 质量控制与检查验收           | 10 |
| 10.1       | 一般规定                | 10 |
| 10.2       | 施工过程质量控制与作业环境质量检查   | 10 |
| 10.3       | 质量检查验收              | 14 |
| 附录 A (规范性) | 沥青路面层间粘结强度测试方法      | 15 |
| A.1        | 选点                  | 15 |
| A.2        | 钻芯                  | 15 |
| A.3        | 粘结                  | 15 |
| A.4        | 粘结强度测试步骤            | 15 |
| A.5        | 计算                  | 15 |
| A.6        | 报告                  | 17 |
| 附录 B (规范性) | 清洁化就地热再生施工过程中温度检测方法 | 18 |
| B.1        | 测温前准备               | 18 |
| B.2        | 温度检测频率              | 18 |
| B.3        | 温度记录与校正             | 18 |
| B.4        | 路面加热过程温度检测          | 18 |
| B.5        | 翻松过程温度检测            | 19 |
| B.6        | RAP 提温、拌和过程温度检测     | 19 |
| B.7        | 摊铺、碾压过程温度检测         | 20 |
|            | 参考文献                | 22 |

## 前 言

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

本文件由广东华路交通科技有限公司提出。

本文件由广东省公路学会归口。

本文件起草单位：广东华路交通科技有限公司、广东省路桥建设发展有限公司、广东交通实业投资有限公司、广东省高速公路有限公司、广东省南粤交通投资建设有限公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、嘉鹏再升科技（深圳）股份有限公司

主编：李善强

参加编写人员：陈楚鹏、刘峰、黄治国、许新权、吴传海、胡志涛、罗雪平、张启然、李立端、谢艺、梁勇、姜智文

主审：李海军

参加审查人员：洪显诚、罗立峰、李连生、严宗雪、魏立新、刘慧敏、王佳胜、庄明融

## 引 言

2021年以来，沥青路面清洁化就地热再生技术在广东公路养护领域开展了较大规模推广应用，在设计要求、配合比设计、施工工艺、设备能力、质量控制等方面得到了进一步完善，针对广东湿热气候和重载交通特点，在广韶高速、梅河高速、广惠高速等公路开展了应用和研究，获得了系列新技术成果，包括AC沥青混合料SMA化、普通沥青路面改性再生、温拌再生、薄层罩面同步一次再生、拌合摊铺一体化等。为总结归纳最新技术成果，规范和引导沥青路面清洁化就地热再生技术在广东公路养护领域的正确、合理和科学应用，特制定本文件。

请各有关单位在执行本文件过程中将发现的问题和意见及时反馈至广东华路交通科技有限公司（地址：广东省广州市白云区丛云路399号，邮政编码：510450），以便修订时研用。

# 沥青路面清洁化就地热再生技术规范

## 1 范围

本文件规定了沥青路面清洁化就地热再生的调查与分析、路面设计、材料、配合比设计、设备、施工及质量控制与检查验收的技术要求。

本文件适用于各等级公路养护及改扩建工程中沥青路面清洁化就地热再生设计、施工及验收。

## 2 规范性引用文件

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

JTG D50-2017《沥青路面设计规范》  
 JTG E20《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》  
 JTG F40《公路沥青路面施工技术规范》  
 JTG F80/1《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》  
 JTG 3450《公路路基路面现场测试规程》  
 JTG 5220《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》  
 JTG 5421《公路沥青路面养护设计规范》  
 JTG/T 5521-2019《公路沥青路面再生技术规范》  
 JT/T 860《沥青混合料改性添加剂》

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**清洁化就地热再生 clean hot in-place recycling**

通过对现场场界温度、大气透光率、温室及有害气体排放浓度等指标的控制，减少对环境不利影响和作业人员危害的就地热再生施工技术。

### 3.2

**复拌再生 remixing**

采用专用设备对原沥青路面就地加热、翻松，并掺入一定数量的沥青、集料及再生剂等，经热态拌和、摊铺、碾压等工序，恢复沥青路面表面功能的技术。

### 3.3

**再生深度 recycling depth**

原路面标高与再生层底面标高之差。

### 3.4

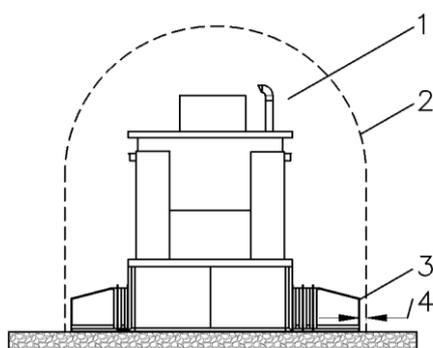
**再生厚度 recycling thickness**

再生沥青混合料压实后的厚度，即再生层设计顶面标高与再生层底面标高之差。

### 3.5

**场界 field boundary**

距就地热再生机组周围最外侧0.1m，与路面共同形成的虚拟圆滑闭合空间界面，如图1所示。



1-集中排放口；2-场界；3-机组最外侧；4-距机组最外侧0.1m

图1 场界示意图

### 3.6

#### 场界温度 field boundary temperature

清洁化就地热再生机组施工过程中，场界处的温度。

### 3.7

#### 场界大气透光率 field boundary atmospheric transmittance

清洁化就地热再生机组施工过程中，场界外 1 米处，光平行于机组行进方向透过大气的效率。

### 3.8

#### 场界温室有害气体排放浓度 field boundary greenhouse and harmful gas emission concentration

排入场界范围内大气单位体积中温室及有害气体的质量。

### 3.9

#### 沥青混合料回收料 reclaimed asphalt pavement (RAP)

采用铣刨、开挖等方式从沥青路面获得的旧沥青混合料。

## 4 原路面调查及分析

### 4.1 一般规定

在清洁化就地热再生技术应用前，应调查路段的周边环境、交通量、养护管理数据、原路面技术状况和材料性能，并根据调查资料分析清洁化就地热再生技术的适用性。

### 4.2 周边环境与交通量调查

4.2.1 周边环境调查的内容应包括环保要求、其他特殊环境要求等。

4.2.2 交通量调查内容应包括交通量流量、车辆轴载情况等，结合历史交通状况、周边城市人口和经济发展状况，确定交通量增长率。

### 4.3 养护管理数据调查

4.3.1 养护管理数据调查应包括下列内容：

- a) 对原道路的设计资料进行调查，调查内容包括原路段初始设计过程中的交通量调查与分析、气候条件、路面结构、材料类型和设计数据等；
- b) 对原道路的施工资料进行调查，调查内容包括原路段施工过程中的路面配合比设计、施工材料、施工工序控制、设计变更资料、竣工资料等；
- c) 对原道路的养护资料进行调查，调查内容包括路段养护历史及近 5 年的路况检测数据等。养护历史应包括养护原因、时间、类型、结构、位置、规模以及养护实施中采用的方法、材料类型、数量和应用范围等。

#### 4.4 原路面技术状况调查

##### 4.4.1 原路面技术状况调查应包括下列内容：

- a) 对原路面结构强度进行检测，计算路面结构强度指数（PSSI）；
- b) 对原路面进行病害调查，详细记录路面裂缝、坑槽、拥包、沉陷、车辙、松散、泛油等病害产生的范围、程度、所处位置和层位，分析病害成因并计算路面状况指数(PCI)和车辙深度指数(RDI)；
- c) 对原路面进行路表功能检测，计算路面行驶质量指数（RQI）和路面抗滑性能指数（SRI）；
- d) 对原路面进行排水功能调查，详细记录排水设施的损坏、堵塞情况、排水不良情况和所在位置。

4.4.2 应对原路面进行钻芯取样分析，路面取芯应采用直径 100mm 或 150mm 的钻头，取芯点宜位于典型病害处和相邻完好处，包括纵裂、横裂、坑槽等病害位置，取芯过程中应详细记录芯样的完整性、厚度、层间粘结情况、下承层整体性和病害发展深度等，应按照不小于 1 点/km 每车道频率进行取芯，如外观质量变化较大应增加调查频率。

#### 4.5 原路面材料性能调查

##### 4.5.1 应对拟再生路段的沥青路面按如下要求进行取样：

- a) 根据拟再生路段的沥青路面结构类型、修建时间、施工资料和养护历史确定取样的路段。
  - 1) 若沥青路面结构类型、修建时间、施工资料一致，宜按照 1km~5km 每车道取一个代表性点；
  - 2) 若存在较大差异，则宜按照 1 点/km 每车道频率取样；
- b) 路面病害存在上面层时，可对上面层取样，若存在深层病害时，应对上面层、中面层、下面层分别取样；
- c) 取样宜采用小型加热机热耙松或液压镐冷挖掘方式取样，不应破坏 RAP 中的集料及沥青，取样面积应不小于 1m×1m，取样完成后宜采取热拌沥青混合料进行修补。

4.5.2 室内材料性能试验包括芯样的体积指标和技术性能、原路面材料级配和油石比、回收沥青的性能指标等，检测项目、频率和试验方法应符合表 1 的要求。

表1 原路面材料性能检测项目

| 材料        | 检测项目    | 频率     | 试验方法                 |
|-----------|---------|--------|----------------------|
| 芯样        | 芯样空隙率   | 必要时    | T0710                |
|           | 浸水飞散    | 必要时    | T0733                |
|           | 单轴贯入    | 必要时    | JTG D50-2017<br>附录 F |
| RAP       | 浸水马歇尔试验 | 必要时    | T0709                |
|           | 马歇尔稳定度  | 必要时    | T0709                |
|           | 流值      | 必要时    | T0709                |
|           | 空隙率     | 必要时    | T0706                |
|           | 集料级配    | 每取样点必测 | T0722                |
|           | 沥青含量    | 每取样点必测 | T0725                |
| RAP 中回收沥青 | 25℃针入度  | 每取样点必测 | T0604                |
|           | 软化点     | 每取样点必测 | T0606                |
|           | 60℃动力黏度 | 必要时    | T0620                |
|           | 15℃延度   | 每取样点必测 | T0605                |

表1（续）原路面材料性能检测项目

| 材料       | 检测项目  | 频率  | 试验方法  |
|----------|-------|-----|-------|
| RAP 中粗集料 | 压碎值   | 必要时 | T0316 |
|          | 密度    | 必要时 | T0304 |
|          | 针片状含量 | 必要时 | T0616 |
| RAP 中细集料 | 棱角性   | 必要时 | T0345 |
|          | 砂当量   | 必要时 | T0334 |

## 5 就地热再生沥青路面设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 AC类、AK类和SMA类型沥青混合料可采取就地热再生进行处治，其他类型沥青混合料路面应经过技术方案论证后，并经过充分室内试验和试验路段工程验证符合质量要求后，也可采取该技术处理。

5.1.2 旧路面上稀浆封层、微表处、含砂雾封层、超薄磨耗层、同步碎石封层等，应综合考虑级配、沥青含量、沥青性能等影响，经充分室内试验和试验路段工程验证符合质量要求后，可采取就地热再生技术处理，否则应将上述材料层铣刨后再进行就地热再生。

#### 条文说明

考虑到封层、超薄磨耗层等薄层罩面可能会对再生混合料的级配造成影响，所使用的沥青材料加热困难，对就地热再生路面产生不良影响，未经试验验证路段宜铣刨后再就地热再生处理。

5.1.3 就地热再生路段设计时应充分考虑设备对道路承载力、桥梁隧道净空的影响，应根据旧路面面层材料、路面性能、路面病害的差异性以及施工条件等调查结果，并充分考虑到施工组织、交通管制、工期等因素，合理选取连续路段进行就地热再生，最小设计路段长度应不小于500m。

5.1.4 局部存在深层病害时，应设计对应的病害处治方案，病害处理验收合格后再实施就地热再生。

### 5.2 适用条件

5.2.1 可根据具体路面病害类型，参考表2确定就地热再生适用性。

表2 就地热再生不同再生方式适用的路面病害形式

| 路面破损型式  | 清洁化就地热再生 |
|---------|----------|
| 横向裂缝    | ★★★      |
| 车辙      | ★★★      |
| 拥包、泛油   | ★★       |
| 磨光      | ★★★      |
| 渗水      | ★        |
| 唧浆      | ★        |
| 松散、剥落   | ★★★      |
| 纵向裂缝、坑槽 | ★        |

注：★★★表示为非常适用，★★表示为一般适用，★表示为低适用；  
对表中未列入的病害，可根据病害成因及程度，经充分分析后选用。

5.2.2 采用就地热再生时，原路面技术状况宜按表3要求执行：

表3 就地热再生方式适用的路面技术状况

| 指标   |                     | 技术要求              |
|--|---------------------|-------------------|
| 路面结构强度指数 (PSSI)  |                     | ≥80               |
| 路面破损指数 (PCI)   |                     | ≥85               |
| 原路面沥青层厚度 (mm)  |                     | ≥(再生深度+30)        |
| 再生深度范围内沥青混合料   | 回收沥青 25℃针入度 (0.1mm) | ≥15               |
| 路面病害   |                     | 参照表2且主要集中在再生深度范围内 |
| 注：部分特殊路段，如湖沥青等路段，其回收沥青针入度较低，但经过充分室内试验和试验路段工程验证后，也可采取该技术处理。 |                     |                   |

#### 条文说明

《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521-2019)提出了再生深度范围内沥青混合料的沥青含量≥3.8%规定，但清洁化就地热再生机组配备了提温机组，可将沥青混合料提温到适宜温度，且经过广东省兴奋高速公路应用实践表明，沥青含量<3.8%时，施工温度、混合料性能和现场施工效果均能满足设计要求，因此本文件删除了该指标要求。此外，考虑到目前大部分路面使用的是改性沥青，经过多年使用后，其回收沥青25℃针入度多下降到20(0.1mm)以下，经过部分项目实践应用表明，原路面为改性沥青时回收沥青25℃针入度<20(0.1mm)，其路用性能和沥青混合料性能仍能满足要求，因此提出了≥15(0.1mm)的要求。

5.2.3 原路面病害应主要集中在沥青路面表面层，旧路面非结构性车辙、推移和拥包等变形类病害深度百米均值应<20mm，路面车辙深度宜≤15mm，车辙深度>15mm时，宜先铣刨隆起部位。

5.2.4 原路面 PCI 宜按照 100m 一个评价单元进行评价，并作为就地热再生设计单元的参考依据，同一路段部分评价单元 PCI 较低时，为保证施工连续，经处理后可以作为就地热再生施工单元。

### 5.3 病害处治设计

5.3.1 就地热再生设计时应根据路面病害调查结果，特别关注病害原因，开展针对性的病害处治设计。

5.3.2 横纵裂缝、密集裂缝、条状挖补、大坑槽处治回填等路段实施就地热再生时，再生层底部宜做防裂处理，尤其是贯穿裂缝，再生前应确认裂缝深度，采取相应的延缓裂缝快速反射的措施，应通过现场钻芯取样，查看裂缝影响深度，如裂缝深度超过再生层，应在挖补后于裂缝底面侧壁喷洒改性乳化沥青或灌注灌缝胶，底面可铺设抗裂材料，然后分层回铺。

5.3.3 局部唧浆路段应设计排水措施，验收合格后实施就地热再生。

5.3.4 局部基层强度不足路段宜设计注浆等有效处治措施，处治验收合格后再实施就地热再生。

5.3.5 下承层含土、含砂的情况应采用喷洒乳化沥青的方式保证层间粘结。

### 5.4 厚度及结构组合设计

5.4.1 采用就地热再生方式时，再生深度超过 60mm 时，宜采用分层加热翻松再生工艺。

5.4.2 就地热再生沥青路面结构再生厚度及其组合设计，应符合 JTG D50、JTG 5421 的要求。

## 6 材料

### 6.1 一般规定

6.1.1 清洁化就地热再生沥青混合料应包括新拌沥青混合料、沥青混合料回收料、集料、填料、沥青再生剂、沥青和外加剂。清洁化就地热再生施工过程中所用的材料应进行检查。

6.1.2 新拌沥青混合料应包括集料、沥青，可掺配填料、外加剂。

## 6.2 沥青混合料回收料

6.2.1 RAP 材料应按照表 1 规定的检测项目进行检测，其指标要求应符合 JTG/T 5521 的要求。

6.2.2 RAP 中的集料，其针片状颗粒含量、压碎值等指标应符合 JTG F40 中对热拌沥青混合料集料的要求，最大粒径应不大于设计级配允许的最大粒径要求。

## 6.3 集料

6.3.1 新拌沥青混合料用的粗、细集料质量应符合 JTG F40 的要求。

6.3.2 现场添加的集料应符合 JTG F40 及设计文件的规定，且应满足 7.2.2 中再生沥青混合料的级配要求。

## 6.4 填料

新拌沥青混合料用的填料，其质量应符合 JTG F40 的要求。

## 6.5 沥青再生剂

6.5.1 沥青再生剂的技术要求，应符合 TG/T 5521 及设计文件的规定。

6.5.2 应根据原路面中沥青老化程度、沥青含量、骨料掺配比例、再生剂与沥青的配伍性、再生沥青的老化性能等，经试验选择适宜的沥青再生剂。

## 6.6 沥青

就地热再生施工使用的沥青应符合 JTG F40 及设计文件的规定，应根据原路面集料、老化沥青性能、就地热再生的特点等，经试验后选择适宜的沥青。

## 6.7 外加剂

外加剂材料的选择应综合施工可操作性、再生混合料性能、工程成本以及运输、贮存等多方面因素进行论证；添加的纤维、抗剥落剂、抗车辙剂、温拌剂等材料应符合 JT/T 860 等规定。

## 6.8 铣刨料

现场添加的铣刨料，在使用前应进行矿料级配、沥青含量检测，且应满足 7.2.2 中再生沥青混合料级配和 7.2.4 中最佳油石比的要求。

## 7 配合比设计

### 7.1 一般规定

7.1.1 清洁化就地热再生沥青混合料的配合比设计宜采用马歇尔试验方法，设计流程应符合 JTG/T 5521-2019 附录 E 的要求。

7.1.2 新拌沥青混合料添加比例可根据施工经验结合原路面车辙深度和矿料级配估算，不同车辙深度下的新沥青混合料添加量参考值见表 4，也可采用路面三维检测技术精准预估。

表4 不同车辙深度下新沥青混合料添加量参考值

|               |    |       |       |
|---------------|----|-------|-------|
| 车辙深度 (mm)     | ≤5 | 6~10  | 11~15 |
| 新沥青混合料添加量 (%) | 10 | 10~13 | 13~17 |

7.1.3 清洁化就地热再生沥青混合料配合比设计应通过试验段进行检验。

### 7.2 目标配合比设计

#### 7.2.1 工程设计级配范围确定

根据交通荷载等级、工程性质、交通特点、材料品种等因素，确定工程设计级配范围，经确定的工程设计级配范围是配合比设计的依据。

### 7.2.2 矿料级配设计

矿料级配设计应符合JTG/T 5521-2019的规定，且应满足下列要求：

- 应根据 RAP 的矿料级配和拟定的设计级配范围，确定新拌沥青混合料或现场添加新集料或现场添加铣刨料级配；
- 清洁化就地热再生沥青混合料级配应综合考虑再生厚度、新拌沥青混合料的掺配比例和级配、清洁化就地热再生沥青混合料性能等因素；
- 原路面 AC、AK 沥青混合料复拌再生后可设计为 SMA 沥青混合料。

### 7.2.3 再生剂用量确定

再生剂用量确定应满足下列要求：

- 应充分考虑再生路面的气候、交通特点、层位等因素，确定再生沥青的目标标号，再生沥青的目标标号可低于该地区新建路面通常使用的沥青标号；
- 在回收的沥青中按一定间隔的等差数比例掺入再生剂，再生剂用量根据再生沥青的目标标号确定。

### 7.2.4 再生沥青混合料最佳沥青用量确定

再生沥青混合料最佳沥青用量确定应满足下列要求：

- 预估再生沥青混合料的油石比，以此为中值，以等差间隔确定 5 个油石比，分别成型马歇尔试件；
- 应按 JTG E20 方法测试试件的毛体积相对密度、吸水率、再生沥青混合料理论最大相对密度，测试再生沥青混合料的马歇尔稳定度、流值，确定最佳沥青用量；
- 新拌沥青混合料最佳沥青用量按 JTG F40 的方法确定；
- 新拌沥青混合料应避免出现沥青过多而导致沥青流淌或离析等现象。新添加的沥青无法随同新拌沥青混合料加入时，可将多出的部分作为添加剂在再生施工中单独添加。

### 7.2.5 配合比设计检验

应按JTG F40的方法进行配合比设计检验，高速公路和一级公路再生沥青混合料性能检验应符合表5要求，其他等级公路可参照执行。

表5 再生沥青混合料性能检验技术指标

| 试验项目                      | 层位  | 技术要求  | 试验方法  |
|---------------------------|-----|-------|-------|
| 马歇尔稳定度 (kN)               | 各层  | ≥8    | T0709 |
| 浸水残留稳定度 (%)               | 各层  | ≥90   | T0709 |
| 冻融劈裂强度比 (%)               | 各层  | ≥85   | T0729 |
| 动稳定度, 次/mm (70°C, 0.7MPa) | 上面层 | ≥3500 | T0719 |
|                           | 中面层 | ≥3000 |       |
| 动稳定度, 次/mm (60°C, 0.7MPa) | 上面层 | ≥5000 | T0719 |
|                           | 中面层 | ≥5000 |       |
| 肯塔堡浸水飞散损失 (%), (60°C,48h) | 上面层 | ≤10   | T0733 |
|                           | 中面层 | ≤15   |       |

表 5（续）再生沥青混合料性能检验技术指标

| 试验项目   | 层位  | 技术要求      | 试验方法                 |
|--|-----|-----------|----------------------|
| 单轴贯入试验，抗剪强度（MPa）（60℃,1mm/min）                        | 上面层 | ≥0.9      | JTG D50-2017<br>附录 F |
|  | 中面层 | ≥0.8      |                      |
| <sup>a</sup> 低温弯曲试验破坏应变，（-10℃、50mm/min）              | 各层  | ≥2500     | T0715                |
| 渗水系数（mL/min）   | 上面层 | ≤100（80）  | T0730                |
|  | 中面层 | ≤120      |                      |
| 构造深度 TD（mm）  | 上面层 | ≥0.7（1.0） | T0961                |
| <sup>a</sup> 低温弯曲试验破坏应变为推荐指标。<br>注：括号内为SMA沥青混合料技术要求。 |     |           |                      |

### 7.3 生产配合比设计及验证

7.3.1 生产配合比设计及验证应结合试验段同步实施，应按照 JTG F40 规定的步骤进行。

7.3.2 应通过试验段铺筑进行生产配合比验证，检验指标是否符合设计或 JTG/T 5521-2019 要求。验证的项目应包括马歇尔稳定度试验、再生沥青混合料级配、再生沥青技术指标（软化点、针入度、延度）、动稳定度、浸水马歇尔残留稳定度、冻融劈裂强度比等。

## 8 设备

### 8.1 一般规定

8.1.1 清洁化就地热再生设备应当具备加热、翻松、集中提温、添加料称重计量及投放、格栅同步铺设、间歇式拌和、摊铺、边纵缝辅助补温、压实成型以及废气、废热和粉尘再集中处理的功能。

8.1.2 清洁化就地热再生设备宜配备 3 台加热机、1 台翻松机、1 台提温机、1 台间歇式复拌机、1 台摊铺机和 3 台压路机。

### 8.2 设备要求

8.2.1 加热机和提温机应具有原路面的沥青混合料加热温度自动控制功能，复拌机应具备边纵缝与底面辅助补温功能。

8.2.2 加热机和提温机收集的废气、废热与粉尘混合气体应在 650℃空间环境中滞留时间应不小于 0.5s，经降尘处理后循环利用或集中排放。

8.2.3 清洁化就地热再生机组中各单机宜配备间距自动控制装置，各机组之间间距宜控制 2 m 范围内。

8.2.4 清洁化就地热再生机组宜配备信息化管控系统，对路面加热温度、层间温度、拌和温度、摊铺温度、机组运行速度和环境参数等关键数据实时管控。

8.2.5 清洁化就地热再生机组宜具备现场新添加集料、铣刨料、沥青和其他添加剂的功能，添加剂、现场新添加沥青和新添加集料等材料宜多点精准投放。

8.2.6 复拌机应具有间歇式拌和功能，可对 RAP、新添加的沥青及新拌沥青混合料等进行间歇式拌和，间歇式拌和时间应满足 30s~50s，复拌机应具备边部纵缝补温装置，对边部纵缝进行补温加热，确保边部纵缝温度高于原路面沥青软化点 15℃以上。

8.2.7 清洁化就地热再生机组单幅的宽度应满足 3.0m~4.5m、摊铺速度应满足 2.0 m/min ~6.0m/min。

8.2.8 清洁化就地热再生设备单机宜将复拌机和摊铺机集成在一套装置。

8.2.9 清洁化就地热再生设备机组中单机宜具有同步喷洒乳化沥青装置，对就地热再生层与下承层层间粘结不良路段，宜同步喷洒乳化沥青以增加层间粘结作用。

## 9 施工

### 9.1 一般规定

9.1.1 施工前应进行详细的旧路面调查、工程周边环境和交通现状调查，制定施工质量和安全技术保障措施，应建立安全管理体系和安全生产责任制，配置合理的质量和安全管理人員，施工前对人员进行技术、安全交底。

9.1.2 施工前应对旧路面取样分析，开展室内试验和配合比设计，确定添加剂、集料、混合料等掺配量及时间节点。

9.1.3 施工前应制定施工组织和施工技术方案，应编制交通组织方案并向当地交通管理部门进行报备、审批，做好信息发布。

9.1.4 施工前应铺筑试验段，对清洁化就地热再生工艺、材料设计、施工组织、施工效果、质量控制等进行总结与改进。

9.1.5 施工时应调查原路面材料级配、沥青含量、原路面厚度等参数，精准调整生产配合比。

9.1.6 施工宜在 10°C 以上气温条件下进行，当环境温度低于 10°C 时，宜选用温拌技术；不应在雨天施工，不宜在强风及以上风力条件下或在路面潮湿情况下施工。

### 9.2 施工准备

9.2.1 设备应保证其技术性能符合使用要求，施工前应对沥青拌和站、再生机组、摊铺设备进行调试，对配套设备及车辆进行检查。

9.2.2 再生施工前应对坑槽类、变形类、裂缝类等就地热再生无法修复的路面病害进行预处理。

9.2.3 路表排水设施损坏、结构内部及地下排水不畅路段，施工前应进行处理。

9.2.4 原路面特殊部位处理应符合下列要求：

- a) 桥梁伸缩缝处和井盖施工应事先用铣刨机沿行车方向将伸缩缝和井盖近端铣刨 1m~2m，远端铣刨 2m~5m，深度为 30mm~50mm，再生施工时用新沥青混合料铺筑；
- b) 应在伸缩缝处覆盖有效的隔热板，并在伸缩缝内塞满浸水的棉布或棉线等，防止加热时损坏胶条；
- c) 应清除原路面标线、文字、灌缝胶以及突起路标等。

### 9.3 试验段铺筑

9.3.1 施工前应铺筑试验段，长度不宜小于 200m，试验段应完成下列工作内容：

- a) 检验前期准备工作是否充分；
- b) 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配，设备工况是否良好，是否满足施工要求；
- c) 检验各类施工人员数量是否足够，配备是否合理，人员之间是否协调；
- d) 确定加热温度、施工速度、翻松深度、再生剂用量和松铺系数等各项技术参数；
- e) 检验各项安全措施是否有效，大规模施工是否安全，是否需要改进，检验各种后勤保障工作是否完善。

9.3.2 试验路段铺筑完成后应开展试验段总结，提出试验路施工、检测报告。

### 9.4 施工工艺

9.4.1 路面加热应符合下列要求：

- a) 加热机宜按照 2.0~5.0m/min 匀速行进，加热机可加装保温板；
- b) 加热宽度应比翻松宽度每侧应至少宽出 200mm，纵缝搭接处，加热宽度应超过搭接边线 150mm~200mm；
- c) 就地热再生施工中，应合理控制旧路面加热温度。路面加热温度应低于旧路面沥青闪点 10°C；旧路面翻松时裸露面的最低温度应不小于原路面回收沥青软化点 15°C。

9.4.2 路面翻松应符合下列要求：

- a) 旧路面翻松的宽度，应满足再生宽度要求；旧路面翻松的深度，应控制在设计值±3mm 的范围内，翻松深度应均匀，翻松深度变化时应缓慢渐变；

- b) 翻松过程中不破碎集料，不翻起下层混合料，保持纵向翻松边沿顺直，翻松层底面应有较好的粗糙度；
- c) 旧路面翻松后，旧路面材料应形成料垄，料垄表面及垄内无花白料。
- 9.4.3 RAP 与各种新材料经称量后，应均匀添加，按照设计比例投入复拌机搅拌缸内进行拌和，拌和应采用强制间歇式搅拌，间歇式拌和时间应不少于 30s，施工时应根据再生路段状况动态调整新材料的用量。
- 9.4.4 再生沥青混合料摊铺碾压应符合下列要求：
- a) 再生沥青混合料摊铺前，宜对紧邻摊铺机布料槽前的裸露面以及铺层相邻边纵缝，进行补热加热；
- b) 再生沥青混合料摊铺时，摊铺机摊铺速度与复拌机行进速度宜保持一致，宜为 2~6m/min。摊铺的再生沥青混合料应均匀，无裂纹、无油团、无硬块、无离析等现象。摊铺作业中，应保持纵横缝平整、密实、粘结良好、无高差、无离析；
- c) 路面压实时，应采用试验段确定的碾压工艺与设备组合进行压实，对大型机具无法压实的部位，应选用小型振动压路机或者振动夯板配合碾压。
- 9.4.5 起步、接缝处理应符合下列要求：
- a) 接缝部位处理：施工过程中接缝紧密、连接平顺、热缝热接，不应产生明显接缝离析，纵、横向接缝宜采用压缝带处理。
- b) 起步部位处理：人工配合小型铣刨机、清扫车、水车、吹风机等对再生路段内杂物进行清理。施工起始位置按照设计宽度、厚度，铣刨起始位置 2m 宽，要求底面铣刨平整，吹净后，侧立面及底部均匀涂刷乳化沥青，起步位置使用的沥青混合料应满足设计要求。
- 9.4.6 养生及开放交通应符合下列要求：
- a) 开放交通时，路面温度应低于 50℃；
- b) 开放交通及其他事项，应符合 JTG F40 中对热拌沥青混合料路面的规定。

## 10 质量控制与检查验收

### 10.1 一般规定

10.1.1 就地热再生施工过程中应实行动态质量管理，加强过程控制。

10.1.2 就地热再生施工质量控制与检查验收应符合 JTG F40、JTG E20、JTG F80/1 和 JTG 3450 及设计文件的规定。

### 10.2 施工过程质量控制与作业环境质量检查

10.2.1 施工过程中各检查项目应符合表 6 的要求。

表6 清洁化就地热再生施工过程中的质量控制

| 工序        | 检验项目                 | 检验频度     | 质量要求     | 试验方法           |
|-----------|----------------------|----------|----------|----------------|
| 旧路面翻松     | 耙松宽度                 | 1 处/200m | ≥设计宽度    | 钢尺测量           |
|           | 耙松深度                 | 1 处/200m | ≥设计值     | 插尺测量           |
| 再生沥青混合料拌和 | 再生剂用量                | 1 次/台班   | 符合设计要求   | 总量检验           |
|           | 新沥青混合料到场温度           | 1 次/车    | ≥170℃    | 插入式温度计         |
|           | 新沥青混合料添加量            | 1 次/台班   | 符合设计要求   | 总量检验           |
|           | 其他添加剂用量              | 1 次/台班   | 符合设计要求   | 总量检验           |
|           | 沥青用量（油石比）            | 每台班一次    | 设计值±0.3% | T 0722 或 T0735 |
|           | 马歇尔试验：<br>空隙率、稳定度、流值 | 每台班一次    | 符合设计要求   | T 0702、T0709   |

表6 (续) 清洁化就地热再生施工过程中的质量控制

| 工序               | 检验项目       |   | 检验频度  | 质量要求                                  | 试验方法   |
|------------------|------------|---|-------|---------------------------------------|--------|
| 再生沥青混合料<br>拌和    | 动稳定度       |   | 必要时   | 符合设计要求                                | T0719  |
|                  | 浸水马歇尔残留稳定度 |   | 必要时   | 符合设计要求                                | T0709  |
|                  | 冻融劈裂强度比    |   | 必要时   | 符合设计要求                                | T0729  |
|                  | 低温弯曲试验破坏应变 |   | 必要时   | 符合设计要求                                | T0715  |
|                  | 混合料外观      |   | 随时    | 观察集料粗细、均匀性、离析、油石比、色泽、冒烟、有无花白料、油团等各种现象 | 目测     |
|                  | 矿料级配(筛孔)   | 0.075mm                                       | 每台班一次 | ±2% (2%)                              | T 0725 |
| ≤2.36mm          |            | ±5% (3%)<br>(高速公路、一级公路)<br>±6%<br>(其它等级公路)    |       |                                       |        |
| ≥4.75mm          |            | ±6 (4%)<br>(高速公路、一级公路)<br>±7 (4%)<br>(其它等级公路) |       |                                       |        |
| 注：括号内的数字是对SMA的要求 |            |   |       |                                       |        |

10.2.2 就地热再生施工过程宜进行场界温度、场界大气透光率和场界温室气体浓度的检测，施工过程中场界温度、场界的大气透光率、温室气体浓度排放指标应满足表7、表8、表9的技术要求。

表7 清洁化就地热再生施工过程中场界温度控制要求

| 场界     | 距地面0.1m高         | 路地面1m高 | 距地面2m高 |
|--------|------------------|--------|--------|
| 温度     | ≤50℃             |        |        |
| 检测位置点数 | 机组两侧每侧均匀等分5点取最大值 |        |        |

表8 清洁化就地热再生施工过程中大气透光率控制要求

|      |                            |
|------|----------------------------|
| 指标名称 | 大气透光率                      |
| 检测位置 | 除碾压机械外，就地热再生机组场界内目视烟尘浓度最大处 |
| 指标要求 | 最小值≥90%                    |

表9 清洁化就地热再生施工过程中场界温室气体浓度控制要求

| 指标名称                     | 碳氧化物 (mg/m <sup>3</sup> ) | 氮氧化物 (mg/m <sup>3</sup> ) | 硫化物 (mg/m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 除碾压机械外，就地热再生机组场界范围 (最大值) | ≤240                      | ≤200                      | ≤1000                    |

10.2.3 清洁化就地热再生施工过程中要全面进行温度控制，热再生沥青混合料温度控制宜符合表10中检测频度、质量要求的规定，温拌沥青混合料温度控制宜符合表11中检测频度、质量要求的规定。

试验方法应按附录 B 规定执行。

表10 清洁化就地热再生施工过程中的热拌沥青混合料温度控制

| 检验项目   | 检验频度        | 质量要求   | 试验方法 |
|--|-------------|--|------|
| 原路面温度 (°C)   | 每班作业前检测一次   | ≥5   | —    |
| 路面加热温度 (°C)  | 每 300m 检测一次 | ≤180 (普通沥青)<br>≤190 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 路面翻松后裸露面温度 (°C)  | 每 300m 检测一次 | ≥原路面沥青软化点加 15 <sup>a</sup>                       | 附录 B |
| 提温后 RAP 温度 (°C)  | 每 300m 检测一次 | 145~155 (普通沥青)<br>155~165 (改性沥青)<br>内部各测点温差小于 10 | 附录 B |
| 新添加沥青混合料温度 (°C)  | 新混合料添加时     | ≥140 (普通沥青)<br>≥150 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 摊铺前裸露面温度 (°C)  | 每 300m 检测一次 | ≥原路面沥青软化点加 15 <sup>a</sup>                       | 附录 B |
| 摊铺前铺层相邻边纵缝温度 (°C)                                      | 每 300m 检测一次 | ≥原路面沥青软化点加 15 <sup>a</sup>                       | 附录 B |
| 再生沥青混合料拌和温度 (°C)                                       | 每 300m 检测一次 | 145~155 (普通沥青)<br>155~165 (改性沥青)                 | 附录 B |
| 再生沥青混合料摊铺温度 (熨平板后) (°C)                                | 每 300m 检测一次 | ≥135 (普通沥青)<br>≥145 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 初压开始温度 (°C)  | 每 300m 检测一次 | ≥130 (普通沥青)<br>≥140 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 终压结束温度 (°C)  | 每 300m 检测一次 | ≥80 (普通沥青)<br>≥90 (改性沥青)                         | 附录 B |
| <sup>a</sup> 缺少原路面回收沥青软化点数据时, 普通沥青取值≥70°C、改性沥青取值≥90°C。 |             |  |      |

表11 清洁化就地热再生施工过程中的温拌沥青混合料温度控制

| 检验项目   | 检验频度        | 质量要求   | 试验方法 |
|--|-------------|--|------|
| 原路面温度<br>(°C)  | 每班作业前检测一次   | ≥5   | —    |
| 路面加热温度<br>(°C)   | 每 300m 检测一次 | ≤170 (普通沥青)<br>≤180 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 路面翻松后裸露面温度 (°C)  | 每 300m 检测一次 | ≥原路面沥青软化点加 15 <sup>a</sup>                       | 附录 B |
| 提温后 RAP 温度<br>(°C)                                     | 每 300m 检测一次 | 125~135 (普通沥青)<br>135~145 (改性沥青)<br>内部各测点温差小于 10 | 附录 B |
| 新添加沥青混合料温度 (°C)  | 新混合料添加时     | ≥140 (普通沥青)<br>≥150 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 摊铺前裸露面温度<br>(°C)                                       | 每 300m 检测一次 | ≥原路面沥青软化点加 15 <sup>a</sup>                       | 附录 B |
| 摊铺前铺层相邻边纵缝温度<br>(°C)                                   | 每 300m 检测一次 | ≥原路面沥青软化点加 15 <sup>a</sup>                       | 附录 B |
| 再生沥青混合料拌和温度<br>(°C)                                    | 每 300m 检测一次 | 120~135 (普通沥青)<br>130~145 (改性沥青)                 | 附录 B |
| 再生沥青混合料摊铺温度 (熨<br>平板后) (°C)                            | 每 300m 检测一次 | ≥115 (普通沥青)<br>≥125 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 初压开始温度<br>(°C)   | 每 300m 检测一次 | ≥110 (普通沥青)<br>≥120 (改性沥青)                       | 附录 B |
| 终压结束温度<br>(°C)   | 每 300m 检测一次 | ≥70 (普通沥青)<br>≥80 (改性沥青)                         | 附录 B |
| <sup>a</sup> 缺少原路面回收沥青软化点数据时, 普通沥青取值≥70°C、改性沥青取值≥90°C。 |             |  |      |

## 10.3 质量检查验收

10.3.1 就地热再生施工质量的检查和验收，应满足表 12 的要求。

表12 清洁化就地热再生施工质量检查和验收项目与频度

| 检查项目  |             | 检查频度                                | 质量要求或允许偏差   |      | 试验方法                              |
|---|-------------|-------------------------------------|---|------|-----------------------------------|
|   |             |                                     | 高速公路<br>一级公路  | 其他公路 |                                   |
| 外观  |             | 随时                                  | 表面平整密实，无明显轮迹、裂痕、推移、泛油、离析等缺陷。  |      | 目测                                |
| 再生宽度（cm）  |             | 每 100m 检验 1 处                       | ≥设计宽度   |      | T0911                             |
| 再生厚度（mm）  |             | 每 1500m <sup>2</sup> 检验 1 处         | -1, +5（基于设计厚度）  |      | T0912                             |
| 压实度（%）  |             | 每 1500m <sup>2</sup> 检验 1 处         | ≥试验室标准密度的 96%（98% <sup>b</sup> ）<br>≥最大理论密度的 93%（94% <sup>b</sup> ） |      | T0924<br>JTG F40                  |
| 接缝处高差   |             | 每 200m 测 1 处                        | ≤3mm  |      | 3m 直尺                             |
| 平整度 <sup>a</sup>                                    | σ(mm)       | 全线连续                                | ≤1.2  | ≤2.5 | 平整度仪：全线每车道连续检测，按每 100m 计算 IRI 或 σ |
|   | IRI (m/km)  |                                     | ≤2  | ≤4.2 |                                   |
|   | 最大间隙 h (mm) | 每 200m 测 2 处×5 尺                    | —   | ≤5   | 3m 直尺                             |
| 渗水系数（mL/min）  |             | 每 1km 不少于 5 处，<br>每处 3 点，取平均值<br>评定 | ≤100（≤80 <sup>b</sup> ）   | —    | T0971                             |
| 构造深度（mm）  |             | 每 1km 不少于 5 点                       | 符合设计要求  |      | T0961/62/63                       |
| 抗滑性能 <sup>a</sup>                                   | 摩擦系数摆值      | 每 1km 不少于 5 点                       | 符合设计要求  |      | T0964/67                          |
|   | 横向力系数       | 全线连续                                | SFC <sub>60</sub> ≥48   |      | T0965                             |
| 再生层与下承层层间粘结强度                                       |             | 每 1500m <sup>2</sup> 检验 1 处         | ≥0.3MPa   |      | 附录 A                              |
| <sup>b</sup> 表示可选其中一种测试方法<br><sup>c</sup> 表示 SMA 路面 |             |                                     |   |      |                                   |

## 附录 A (规范性) 沥青路面层间粘结强度测试方法

### A.1 选点

A.1.1 未铺筑上结构层的粘结强度检测，点位选择一般在行车道与硬路肩之间的标线位置，每组试验不少于3个测点；铺筑上结构层后粘结强度检测时，点位选择及检测频度与压实度相同。

A.1.2 选点后首先应在测点周围设置安全隔离区，特别是在非封闭的道路上进行检测时，更应注意安全。

### A.2 钻芯

未铺筑上结构层时透层、粘层、封层检测粘结强度无需钻芯；铺完上结构层后检测，在选点位置确定后，需钻取直径为10cm芯样，钻孔深度比待检测位置深0.5cm~1cm，切忌扰动芯样。

### A.3 粘结

将调制好的粘结材料涂于测点或芯样、粘贴件表面，再将粘贴件放于测点或芯样上面，轻轻旋转、挤压粘贴件，保证粘贴件与芯样表面完全粘贴。粘结材料应选择下述方法中的一种：

- a) 将 AB 胶按 1:1 比例混合；
- b) 量取一定量的环氧树脂倒入搅拌器皿中，加入相当于环氧树脂用量 6%~8% 的乙二胺，充分搅拌均匀成粘稠状。

### A.4 粘结强度测试步骤

粘结强度测试应按下列步骤进行：

- a) AB 胶粘结 30 分钟（环氧树脂粘结 4 小时）后开始拉拔，试验开始应实测记录地表温度，调查前 5 小时平均气温（精确至 1℃）；
- b) 将反力架垂直居中安放在粘贴件之上，安装传感器，并与粘贴件连接。将数显仪接 12V 的直流电源，在野外试验时可接汽车电瓶电源。放置锚杆拉力计的液压缸于反力架上，连接高压油管与液压缸，调节传力杆上端螺丝以调整连接器高度，连接粘贴件和传感器；
- c) 数显仪归零，关闭拉力计卸荷阀，按 50mm/min 速度进行加压，当数显仪数值不再增加时，说明芯样被拉断，可以停止加压，读取峰值 F；
- d) 打开卸荷阀，断开高压油管和液压缸，拧开螺栓，移走反力架，将芯样取出，观察并记录断裂状态、芯样高度(cm)，并在芯样上粘贴标签并注明编号、桩号、拉拔力峰值等。若为结构层断裂，试验数据应舍弃；
- e) 将使用过的粘贴件用沸水煮 5~10 分钟后用小铲清理表面，也可加热粘贴件，用小铲进行清理。

### A.5 计算

A.5.1 若断裂面符合测试要求，粘结强度按公式 (A.1) 计算：

$$P = \frac{F}{\pi \times r^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$P$ ——粘结强度，MPa；

$F$ ——拉拔力，kN；

$r$ ——芯样半径，取 $r=5\text{cm}$ 。

A.5.2 沥青铺装层层间结合粘结强度检测温度以 20℃ 为准，其他温度检测时应进行温度修正。检测温度与温度修正系数对照见表 A.1，其他温度下粘结强度值按照直线内插法确定，沥青铺装层层间结合温度  $T$  按式 (A.2) 计算。

表A.1 粘结强度温度修正系数表

| 层间结合温度 (°C) | 修正系数 |
|-------------|------|
| 10          | 0.2  |
| 15          | 0.5  |
| 20          | 1.0  |
| 25          | 1.7  |
| 30          | 2.8  |
| 35          | 4.2  |

注：检测到的粘结强度与修正系数相乘为修正后的粘结强度值。

$$\begin{cases} T = a + b \times T_0 \\ a = -2.65 + 0.52h \\ b = 0.62 - 0.008h \end{cases} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- $T$ ——测定时沥青铺装层层间结合温度, °C;  
 $a$ ——温度修正参数 (方程截距);  
 $b$ ——温度修正参数 (方程斜率);  
 $h$ ——测定层间结合距路表深度, cm;  
 $T_0$ ——测定时路表温度与前5小时平均气温之和, °C。

#### A.5.3 评定路段内 (1km~3km或已施工路段) 粘结强度按代表值进行评定:

- 未铺筑上结构层的粘结强度结果温度修正后, 应按试验数据的离散程度进行数据剔除, 有效数据用于粘结效果评定; 已铺筑上结构层的粘结强度结果进行温度修正后, 进行粘结强度评定;
- 粘结强度代表值为粘结强度算术平均值的下置信界限值, 按式 (A.3) 计算:

$$P_L = \bar{P} + \frac{t_a}{\sqrt{n}} \times S \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- $P_L$ ——粘结强度代表值 (算术平均值下置信界限), MPa;  
 $\bar{P}$ ——粘结强度平均值, MPa;  
 $S$ ——标准差;  
 $n$ ——有效数据数量;  
 $t_a$ ——t分布表中随测点数和保证率 (或置信度 $a$ ) 而变的系数, 可查《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)。

- 采用的保证率:
  - 高速公路、一级公路保证率为 95%;
  - 其他等级公路保证率为 90%。
- 数据剔除:

测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的  $k$  倍时, 该试验数据应予以舍弃。有效点位数目与  $k$  值对照表见表 A.2。

表A.2 有效点位数目与  $k$  值对照表

| 有效点位数目 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k$    | 1.15 | 1.46 | 1.67 | 1.82 | 1.94 | 2.03 | 2.11 | 2.18 |

## A.6 报告

### A.6.1 试验报告中应包含如下信息：

- a) 工程信息：工程名称、桩号、修建年限或日期、粘结层施工时间、路面结构、层间结合材料；
- b) 试验信息：检测时间、拉拔力峰值、试验地表温度、试验前 5 小时平均气温；
- c) 粘结强度检测报告格式如表 A.3。

表A.3 公路沥青铺装层粘结强度检测报告格式

|      |      |        |          |                     |         |
|------|------|--------|----------|---------------------|---------|
| 工程名称 |      | 修建日期   |          | 粘结层施工时间             |         |
| 上结构层 |      | 层间粘结材料 |          | 调查前 5 小时平均<br>气温/°C |         |
| 下结构层 |      | 检测时间   |          |                     |         |
| 试验编号 | 检测位置 | 拉拔力/kN | 粘结强度/MPa | 试验温度/°C             | 修正值/MPa |
| 1    |      |        |          |                     |         |
| 2    |      |        |          |                     |         |
| 3    |      |        |          |                     |         |
| 备注   |      |        |          |                     |         |
| 试验人员 |      |        | 记录人员     |                     |         |

## 附录 B

(规范性)

## 清洁化就地热再生施工过程中温度检测方法

## B.1 测温前准备

B.1.1 清洁化就地热再生施工过程中的温度检测宜采用红外测温仪（温枪）。

B.1.2 测温前，应进行温度校正。将量程为300℃水银温度计放到原路面，静止3分钟左右，然后读数记入温度标定表中。同时，将红外测温仪（温枪）对准水银温度计检测的同一检测点，检测温度，并记入表B.1。

表B.1 沥青路面加热温度标定样表

| 桩号: | 施工方向: |  |  |  |  |  |  | 标定时间: 年 月 日 |  |
|-----|-------|--|--|--|--|--|--|-------------|--|
| 检测点 |       |  |  |  |  |  |  |             |  |
| 温度计 |       |  |  |  |  |  |  |             |  |
| 温枪  |       |  |  |  |  |  |  |             |  |
| 温差  |       |  |  |  |  |  |  |             |  |
| 平均值 |       |  |  |  |  |  |  |             |  |

## B.2 温度检测频率

在施工中，温度检测频率为每300m检测一次。

## B.3 温度记录与校正

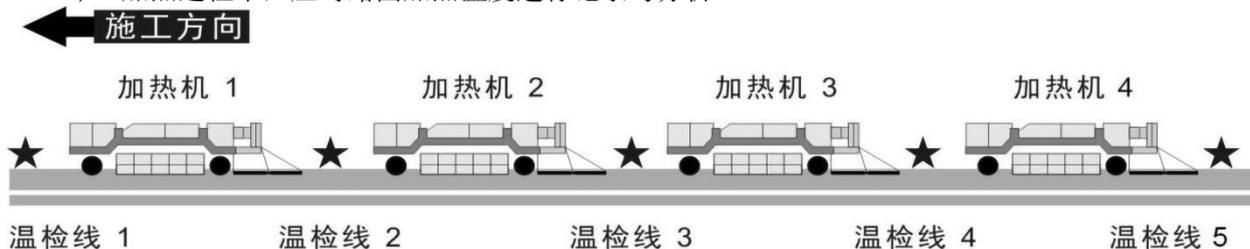
温度记录与校正应符合下列要求：

- 红外测温仪（温枪）温度标定后，进行路面温度检测，并将检测值填入相应温度检测表（校正前）；
- 当天现场温度检测完成后，应依据温度标定情况，对当天现场检测温度进行校正，并将校正后的温度值，填入相应温度检测表（校正后）。

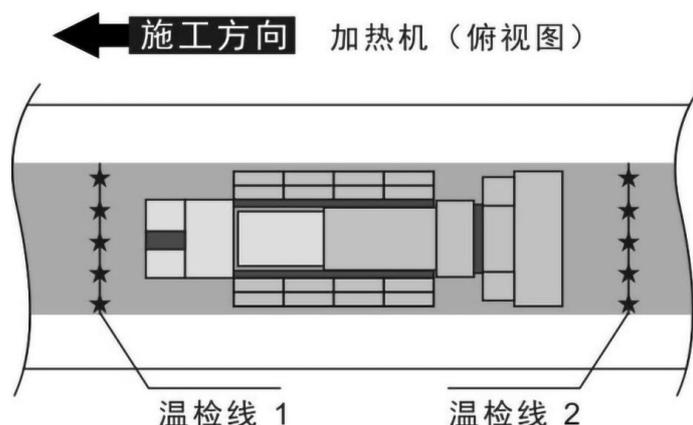
## B.4 路面加热过程温度检测

路面加热过程温度检测应符合下列要求：

- 温度检测位置为：紧邻加热机前的原路面温度检测线、紧邻加热机后的路面加热温度检测线。通常共5条，如图B.1所示的★位置。每条温度检测线上，均匀分布5个检测点，如图B.2所示的★位置；
- 加热过程中，应对路面加热温度进行记录与分析。



图B.1 路面加热温度检测线位置



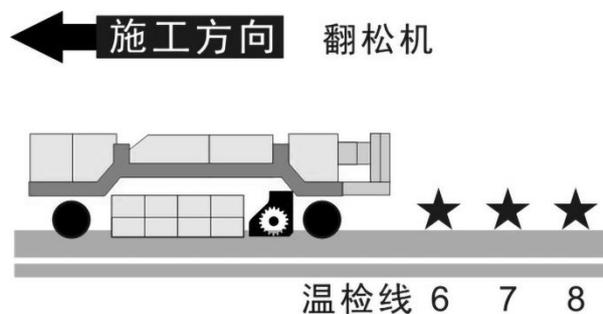
图B.2 原路面温度检测点与路面加热温度检测点

## B.5 翻松过程温度检测

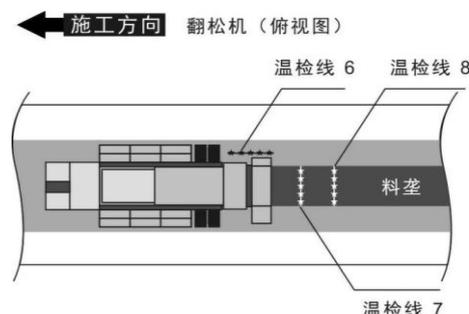
### B.5.1 温度检测应符合下列要求：

- 路面翻松过程温度检测分翻松裸露面温度、RAP 内部温度和翻松面 RAP 表面温度；
- 翻松裸露面温度检测点位置为紧邻翻松机后的温度检测线 6，如图 B.3 所示的★位置。温度检测线上，根据裸露面情况，分布 5 个检测点，各检测点相距约 0.2m，如图 B.4 所示的★位置；
- 翻松后 RAP 表面温度检测点位置为紧邻翻松机后的温度检测线 7，温度检测线上横向均匀检测 5 点；；
- 翻松后 RAP 内部温度检测点位置为紧邻翻松机后的温度检测线 8，温度检测线上横向均匀分布 5 个检测点。

B.5.2 路面翻松过程中，应对翻松裸露面温度、翻松后RAP表面温度、翻松后RAP内部温度进行记录与分析。



图B.3 加热翻松温度检测线位置



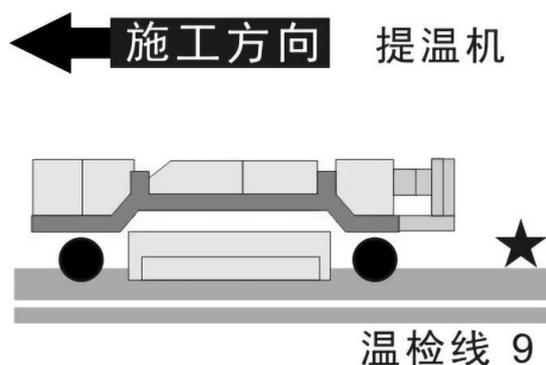
图B.4 热翻松设备后的温度检测点位置

## B.6 RAP 提温、拌和过程温度检测

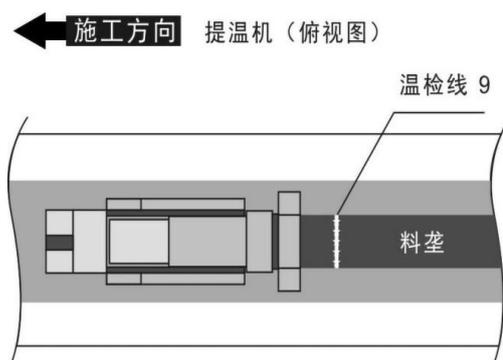
### B.6.1 温度检测点位置

RAP提温、拌和过程的温度检测分提温后RAP内部温度和新添加沥青混合料温度：

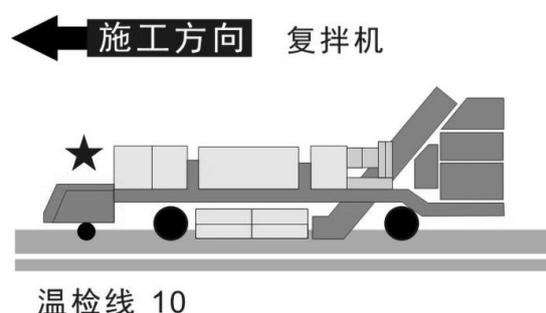
- 提温后 RAP 内部温度检测点位置为紧邻提温机后的温度检测线 9，如图 B.5 所示的★位置。温度检测线上，分布 5 个检测点，如图 B.6 所示；
- 新添加沥青混合料温度检测点位置为复拌机料斗内的温度检测线 10，如图 B.7 所示的★位置。温度检测线上，根据料斗内混合料情况分布 5 个检测点，如图 B.8 所示。



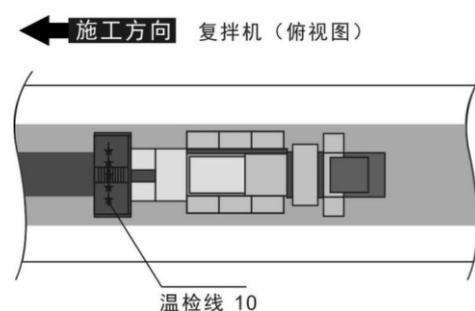
图B.5 提温后 RAP 内部温度检测线位置



图B.6 提温后 RAP 内部温度检测点位置



图B.7 新添加沥青混合料温度检测线位置



图B.8 新添加沥青混合料温度检测点位置

### B.6.2 RAP提温、拌和过程温度记录与整理

RAP提温、拌和过程中，应对提温后RAP内部温度、新添加沥青混合料温度进行记录与分析。

### B.7 摊铺、碾压过程温度检测

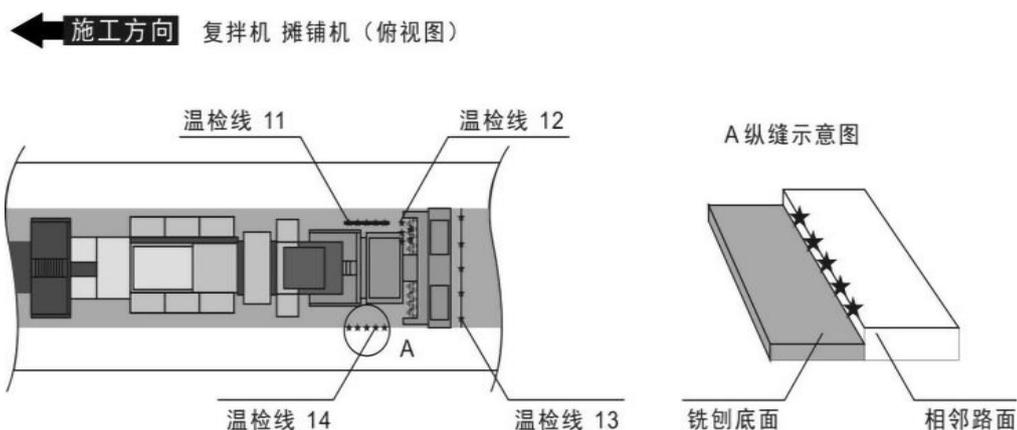
#### B.7.1 摊铺温度检测

摊铺过程温度检测线共3条，分别为再生沥青混合料摊铺前裸露面温度检测线11、再生沥青混合料出料温度检测线12、再生沥青混合料摊铺温度检测线13，如图B.9所示的★位置。另外还有相邻纵边缝温度检测线14。

- 摊铺前裸露面温度检测位置为紧邻摊铺机布料槽前裸露面上的温度检测线11，如图B.10所示的★位置。温度检测线上均匀分布5个检测点，各检测点相距约0.2m；
- 出料温度检测位置为摊铺机布料槽内温度检测线12，如图B.10所示的★位置。温度检测线上均匀分布5个检测点；
- 摊铺温度检测位置为紧邻摊铺机熨平板后再生沥青混合料铺层上温度检测线13，如图B.10所示的★位置。温度检测线上均匀分布5个检测点；
- 纵边缝温度检测位置为紧邻摊铺机布料槽前的纵边缝立面中间的相邻纵边缝温度检测线14，如图B.10所示的★位置。温度检测线上均匀分布5个检测点。



图B.9 摊铺过程温度检测线位置



图B.10 摊铺前裸露面温度检测点、再生沥青混合料出料温度检测点、相邻纵边缝检测点位置

### B.7.2 摊铺过程温度记录与整理

摊铺过程中，应对摊铺前裸露面温度、再生沥青混合料出料温度和摊铺温度、相邻纵边缝的温度进行记录与分析。

### B.7.3 碾压过程温度检测点位置

碾压过程温度检测线共3条，分别为初压温度检测线15、复压温度检测线16、终压温度检测线17，如图B.11所示的★位置。每条温度检测线上分布5个检测点。

### B.7.4 碾压过程温度记录与整理

碾压过程中应对初压温度、复压温度、终压温度进行记录与分析。



图B.11 碾压过程温度检测线位置

### 参 考 文 献

- [1] JTG 5110-2023 《公路养护技术标准》
  - [2] T/CHTS 10137-2024 《公路沥青路面就地热再生清洁化施工指南》
-