

## 第一章 公路水运工程试验检测管理相关的法律法规

1. 道路按使用性质分公路、城市道路、厂矿道路、林区道路等。
2. 公路的行政等级可分为国道、省道、县道、乡道、村道。
3. 公路技术等级分为高速公路、一、二、三、四级公路。
4. 公路的空间几何组成包括位置、形状和尺寸。
5. 公路中线的平面线形由直线缓和曲线、圆曲线等基本线形要素组成。
6. 公路纵面线形由直坡段、竖曲线组成。
7. 按填挖，路基断面形式可分为路堤、路堑和填挖结合三种类型。
8. 路基工作区:汽车车轮荷载引起的垂直应力与路基土自重引起的垂直应力之比大于 0.1 的应力分布范围。
9. 路床:路面结构层以下 0.8m 或 12m 范围内的路基部分。
10. 路基横断面的几何尺寸由宽度、高度、边坡坡度组成。
11. 所有水沟沟底纵坡不小于 0.3%。
12. 每层压实厚度一般不超过 0.3m, 应在最佳含水率下压实。顶层最后一层最小压实厚度不小于 10cm。
13. 填石路堤用粒径大于 40mm 且含量超过总质量 70%的石料填筑的路堤。
14. 路面功能层包括封层、黏层、透层、排水层、防冻层。
15. 按结构力学特性分柔性、刚性路面、半刚性路面。
16. 沥青路面结构设计采用双圆均布垂直荷载作用下的弹性层状连续体系理论
17. 水泥混凝土路面设计强度采用 28d 龄期的弯拉强度。
18. 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° C 后，方可开放。
19. 水泥路面实测强度达 80%以上时可停止养生，达到弯拉设计强度后可开放交通。
20. 水泥初凝时间>3h; 终凝>6h 且<10h .
21. 无机结合料稳定类材料混合料组成设计采用 7d 龄期无侧限抗压强度作为控制指标。
22. 无机结合料稳定材料施工工序:拌和、摊铺、碾压、养生(不少于 7d;弯沉检测时间 7~10d 内)。

23. 无机结合料稳定材料应在现场碾压结束后及时检测压实度。压实度检测中,测定的含水率与规定含水率的绝对误差应不大于 2%。
24. 选定方法:随机法、均匀法、定向法、连续法、综合法。
25. JTGF80/1-2017 适用于各等级公路新建与改扩建工程施 I 质量的检验评定。
26. 施工准备阶段划分为:合同段-单位工程-分部工程-+分项工程。
27. 评定按分项- +分部-单位-合同段→建设项目逐级进行。
28. 分项工程;在分部工程中,根据施工工序、工艺或材料等划分的工程。分项工程是评定基本单元。
29. 路基路面分部工程 7 个:路基土石方(1-3km)、排水(1-3km)、涵洞(1-3km)、防护(1-3km)、路面(1-3km)、小桥及符合标准的通道、人行天桥、渡槽(每处)、大型及组合挡土墙(每处)。
30. 路面工程分项工程:垫层、底基层、基层、面层、路缘石、路肩。
31. 防护支挡工程(1-3km)的分项工程 7 个:砌体挡土墙、墙背填土、边坡锚固防护、土钉支护、砌体坡面防护、石笼防护、导流工程。
32. 分项个出应按基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料分别检查。
33. 分项工程应对所列基本要求逐项检查,不符合规定不得进行质量的检验评定。
34. 关键项目是分享工程中对结构安全、耐久性、主要使用功能起到决定性作用。
35. 一般项目不低于 80%, 关键项目合格率不低于 95% (机电工程 100%), 否则不合格。
36. 有规定极值的检查项目,任一单个检测值不应突破规定极值,否则该检查项目为不合格。
37. 分部工程质量评定合格标准:评定资料完整、所含分项工程及实测项目合格、外观质量满足要求。
38. 评定为不合格的分项工程、分部工程,经返工加固、补强或调测,满足设计要求后,可重新进行检验评定。
39. 水泥混凝土弯拉强度评定采用标准小梁法或钻芯劈裂法。
40. 按工地预定压实度制备试件。每 2000 m<sup>2</sup>或每工作班制备 1 组试件:不论细粒土、中粒土或粗粒土,当偏差系数  $C_v < 10\%$ , 6 个试件;  $C_v = 10\% \sim 15\%$ , 9 个试

件。

41. 当 SFC 代表值 2 设计或验收标准时,应以所有单个 SFC 值统计合格率;当 SFC 代表值小于设计或验收标准值时,该路段应为不合格。
42. 土方路基和填石路基的实测项目的规定值或允许偏差按高速公路一级公路和其他公路(指二级及以下公路两档);其中土方路基压实度应按高速公路一级公路、二级公路和三四级公路三档确定。
43. 土质路肩可作为路面工程的一个分项工程评定。
44. 收费广场、服务区道路、停车场的土方工程压实标准可按路基土方要求检验。
45. 三、四级公路铺筑沥青混凝土或水泥混凝土路面时路基压实度应采用二级公路标准。
46. 石方路基质量评定采用固体体积率、层厚和压实次数、沉降差评定压实质量。
47. 土方路基和释放路基的检查项目技术指标的规定值或允许偏差按高速公路、一级和其他公路两档设定。
48. 软土地基的路堤,在施工过程中进行沉降观测和稳定性观测。
49. 浆砌水沟实测项目: $\Delta$ 砂浆强度、轴线偏位、沟底高程、墙面直顺度、坡度、断面尺寸、铺砌厚度、基础垫层宽度厚度。
50. 挡土墙平均墙高超过 6m,且墙身面积不小于 1200m<sup>2</sup>时,作为大型挡土墙评定,属于分部工程。
51. 砌体挡土墙实测项目: $\Delta$ 砂浆强度(干砌无)、平面位置、墙面坡度、 $\Delta$ 断面尺寸、顶面高程、表面平整度。
52. 锚杆抗拔力检查项目要求 80%数量的抗拔力不低于设计值。
53. 锚杆、锚定板和加筋土挡土墙墙背填土应测试距面板 1m 范围以内压实度,其值应不低于 90%,每 50m 测一次。
54. 砌体坡面防护外观质量要求浆砌缝开裂、勾缝不密实等累计换算面积不得超过被检查面积的 1.5%。
55. 路面工程的实测项目规定值或允许偏差应按高速公路一级公路和其他公路(二、三、四级公路)两档确定。
56. 透层油透入深度 $\geq 5$ mm,无机结合料稳定材料基层透层油透入深度 $\geq 3$ mm。
57. 水泥混凝土面层实测项目: $\Delta$ 弯拉强度、 $\Delta$ 板厚度、平整度、抗滑构造深度、

横向力系数 SFC、相邻板高差、纵横缝顺直度、中线偏位、纵断高程、宽度、断板率。

58. 3m 支持测平整度要求每 200m 测 2 处, 每处 5 尺。
59. 沥青混凝土、砾石面层实测项目:  $\Delta$  沥青含量、 $\Delta$  矿料级配、 $\Delta$  压实度、 $\Delta$  厚度、平整、弯沉、渗水、摩擦、构造深度、中线平面偏位、纵断高程、宽度、横坡、马歇尔稳定度。
60. 高速公路沥青混凝土面层实测项目中, 要求总厚度代表值不小于设计值的  $-5\%H$ 。
61. 级配碎石:  $\Delta$  压实度、 $\Delta$  厚度、弯沉、平整度、纵断高程、宽度、横坡。
62. 交工验收质量等级分: 合格、不合格; 竣工验收质量等级分: 优良、合格、不合格。
63. 公路技术状况评定分为优、良、中、次、差五个等级。
64. 公路技术状况包含路基、路面、桥隧构造物、沿线设施四部分损坏程度和技术性能。
65. 深度  $> 30\text{mm}$  (长度小于 5m 为轻度沉降、长度  $5\text{m} \sim 10\text{m}$  的沉降属于中度沉降、长度大于 10m 为重度沉降)。
66. 沥青路面损坏分 11 类 21 项: 龟裂、块状裂缝、纵向裂缝、横向裂缝、坑槽、松散、沉降、车辙、波浪包、泛油、修补。
67. 路面损坏类型轻度为车辙深度  $10 \sim 15\text{mm}$  之间, 重度为车辙  $\geq 15\text{mm}$ 。
68. 水泥混凝土路面损坏分 11 类 20 项: 破碎板、裂缝、板角断裂、错台、唧泥、边角剥落、接缝料损害; 坑洞、拱起、露骨、修补。
69. 纵向裂缝换算为损坏面积时, 沥青乘 0.2m, 水泥乘 1.0m。
70. 错台轻度  $5 \sim 10\text{mm}$  之间, 重度  $\geq 10\text{mm}$ 。
71. 质量检验评定标准适用于各等级公路检测评定工作。
72. 公路技术状况检测及调查频率: 路面抗滑性能是 2 年 1 次, 路面结构强度是抽样检测, 其他均为 1 年 1 次。
73. 路面损坏应纵向连续检测, 横向宽度不得小于车道宽度 70%。
74. 路面损坏采用人工调查时应包含所有行车道。
75. 水泥砼路面技术状况评定包括: 路面损坏、路面平整度、路面跳车、路面磨

耗和路面抗滑性能。

## 第二章 土工与土工合成材料

76. 土的三相:固相、(水)液相、气相。
77. 土样烘干法试验步骤简写:细粒土(烘>8h) 15~30g; 砂类土(烘>6h) 50g, 砂粒土 1-2kg, 烘箱温度 105~110C。有机质超 5%的土, 温度 60~70° C, 烘 12-15h。
78. 含水率允许差值: 5%以下 0.3%, 40%以下≤1%, 40%以上≤2%, 层网状冻土<3%。
79. 环刀法二次平行试验平行差值不大于 0.03。
80. 灌砂法测定前需标定密度、锥体内砂重。测定时每换一次量砂都必须测定松方密度。
81. 不均匀系数  $C_u = d_{60}/d_{10}$ 。曲率系数  $C_c = d_{30}^2 / (d_{10} \times d_{60})$ ;  $C_u < 5$  匀粒土(级配不好);  $C_u > 10$  土的级配良好; 同时满足  $C_u > 5$  和  $C_c$  在 1~3 范围的土为级配良好, 不能同时满足为不良土。
82. 移液管法:颗粒小于 0.075mm 的细粒土。
83. 砂土相对密度  $D_r = (e_{max} - e_o) / (e_{max} - e_{min})$ ; 土的液性指数  $IL = (\text{天然含水率} - \text{塑限}) / (\text{液限} - \text{塑限})$ 。
84. 100g 圆锥仪液限锥入 20mm, 塑限锥入  $h_{p-w1}$  查询; 76g 圆锥仪液限锥入 17mm, 塑限锥入 2mm。
85. 土的分类依据:塑性指数、土的颗粒组成、土中有机质存在情况。
86. 土粒组划分:细粒组和粗粒组筛分分界线 0.075mm, 粗粒组和巨粒筛分分界线 60mm。
87. 土的总分类:巨粒土(漂、卵)、粗粒土(砂、砾)、细粒土(粉、黏、有机)、特殊土。
88. 压缩试验先期固结压力  $P_c$  按  $e-lgp$  曲线确定。
89. 影响粘性土抗剪强度的 4 大因素:土的组成种类、土的天然结构是否被破坏、法向应力下的排水固结、试验方法。
90. 土的 CBR 承载板 4 块, 直径 150mm, 中心孔眼 52mm, 每块 125kg。
91. 贯入试验: 4 块荷载板, 贯入杆施加 45N 荷载, 速度 1-1.25mm/min。
92. 土的回弹模量由三个平行试验的平均值确定, 每个平行试验结果与均值回弹

模量相差均应不超过 5%。

93. 土工合成材料水力学性能:垂直渗透系数、平面渗透系数、梯度比、耐静水压试验、有效孔径。
94. 力学性能除了膨胀强度的单位是 Pa, 其他都是 N。
95. 土工织物标准大气调湿 24h。标准大气条件:温度  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 湿度  $65 \pm 5\%$ 。塑料土工合成材料在  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  下调节时间不少于 4h。

### 第三章 集料

96. 集料分为碱性、中性、酸性, 以氧化硅含量划分。 $\text{SiO}_2 \leq 65\%$  酸性,  $\text{SiO}_2 \leq 52\%$  碱性。
97. 毛体积=材料实体体积+团口空隙体积+开口空隙体积。
98. 粗集料堆积体积>毛体积>表观体积>密实体积
99. 粗集料堆积密度  $p_f$ <毛体积密度  $p_b$ <表观密度  $p_{ra}$ <真密度  $p$ 。
100. 水泥砼用粗集料筛分采用干筛法;沥青混合料及基层用粗集料采用水洗法。
101. 粗集料压碎值用于评定承载能力, 越小越好。
102. 细度模数:粗砂 (3.7~3.1)、中砂 (3.0~2.3)、细砂 (2.2~1.6)、特细砂 (1.5~0.7)。
103. 细集料有害物质:泥、泥块、有机质、云母轻物质、硫化物及硫酸盐、氯离子。
104. 细集料表观密度>表干密度>毛体积密度>堆积密度。各种密度两次结果相差不得超过 0.02 吸水率不石超过 0.2%。
105. 粗料压碎值:国标需先剔除压碎值, 行标不用。压力机 500kN; 天平感量不大于 1g; 筛 (2.36、9.5、13.2); 风干过 9.5 和 13.2 筛, 分 3 组各 3000g, 如需烘干烘箱不得超过  $100^\circ\text{C}$ , 不超 4h。
106. 粗集料压碎值步骤:试样分 3 层→金属棒均匀捣实 25 次→10min 左内达到 40kN, 稳压 5s, 卸压→过 2.36 筛, 1min 内无明显筛出→称通过 2.36 筛的质量, 平行 3 次, 取 3 次平均值。
107. 洛杉矶磨耗试验评定集料的力学性能。

108. 磨耗试验水泥砼用集料采用 A 级粒度;沥青及各种基层底基层用粗集料, 16mm 的筛可以被 13.2mm 代替。
109. 洛杉矶磨耗试验目的:测定规定条件下粗集料抵抗摩擦、撞击的综合力学能力。与沥青路面抗车辙能力、耐磨性、耐久性相关。
110. 针片状游标卡尺法按分料器或四分法取 1kg。试验平行 2 次, 计算 2 次的平均值, 2 次结果差小于平均值 20%, 取平均值作为试验值。如大于 20%, 再测定一次, 取 3 次的平均值。
111. 道瑞磨耗试验评定沥青路面表层用粗集料抵抗车轮磨耗的能力, 判断粗集料在高等级公路表面沥青路面上的适用性。
112. 坚固性粒级 9.5~19mm, 应含有 9.5~16mm 粒级颗粒 40%, 16~19mm 颗粒 60%。
113. 坚固性粒级 19~37.5mm 中, 应含有 19~31.5mm 粒级颗粒 40%, 31.5~37.5mm 颗粒 60%。
114. 坚固性试验步骤:分级洗净→放入 105℃±5℃烘干 4h→冷却室温→装入三角网篮浸入硫酸钠溶液, 体积是试样 5 倍→水温在 20~25℃→上下提降 25 次→排出水泡。
115. 细集料细度模数 2 次平行试验, 平均值作为测定值, 2 次细度模数差大于 0.2, 重新做试验。
116. 沥青混合料用砂采用水筛法, 水泥砼干筛和水筛均可以。
117. 细集料表观密度(容量瓶法)试验要点: 300g 试样→容量瓶中泡 24h→水温 23±1.7℃→加水温差不超过 2℃→试验期间温差不超 1℃。→两次试验误差不超 0.01g/cm<sup>3</sup>
118. 亚甲蓝适用于 0~2.36mm 细集料以及小于 0.075mm 矿粉质量检验, 当细集料小子 0.075mm 数量小于 3%时, 可不进行此试验, 即作为合格。
119. 细集料洁净度评价方法:含泥量、砂当量、亚甲蓝。

#### 第四章 路面基层与基层材料

120. 基层和底基层按力学性能分:刚性类、半刚性、柔性类。
121. 刚性类:贫混凝土基层、水泥混凝土基层、连续配筋水泥混凝土基层。

122. 半刚性类:水泥稳定类、石灰稳定类、综合稳定类。
123. 柔性类:有机结合料稳定类(沥青碎石、沥青贯入等)和无粘结粒料类(级配碎石、级配砾石、填隙碎石、级配碎砾石类等)。
124. 基层底基层水泥初凝 $>3h$ ,终凝 $>6h$ 且 $<10h$ 。
125. 石灰高速、一级公路不低于 II 级,二级公路应不低于 III 级,其他宜不低于 III 级。高速和一级公路宜采用磨细消石灰。
126. 高速公路一级公路细集料中 $<0.075mm$ 的颗粒不大于 15%,其他等级公路不大于 20%。
127. 无机结合料稳定材料配合比设计要求:原材料检验 $\rightarrow$ 目标配合比设计 $\rightarrow$ 生产配合比设计 $\rightarrow$ 施工参数确定。
128. 目标配合比设计包括:选择级配范围 $\rightarrow$ 确定结合料类型及参配比例 $\rightarrow$ 验证相关设计与施工技术指标。
129. 无机结合料稳定材料试件标准养生 6d,浸水 1d。
130. 水泥稳定材料,工地比室内试验确定的计量多 0.5~1%;集中厂拌增加 0.5%水泥,路拌增加 1%。含水率增加 1.5%。
131. 高速和一级公路验证所用材料的 7d 龄期和无侧限抗压强度和 90d 或 180d 弯拉强度的关系。强度采用 7d 无侧限抗压强度。
132. 取芯时间:基层水泥稳定中粗 7d、基层水泥粉煤灰稳定中粗 10~14d、底基层水泥、粉煤灰稳定材料 10~14d、基层石灰粉煤灰稳定 14~20d、底基层石灰粉煤灰稳定 20~28d。
133. 施工过程在混合料取样在进行验证时,摊铺机后取样,且去分别来源 3~4 台不同料车,混合后四分法取样。
134. 当制作标准曲线原材料(土、水泥或石灰)发生改变,应重做标准曲线。在不同龄期用不同 EDTA 二钠消耗量的标准曲线,超龄应做修正。
135. EDTA 滴定法试验步骤:准备标准曲线 $\rightarrow$ 选取有代表性混合料 $\rightarrow$ 取 300g 混合料放搪瓷杯搅散加 600mL 的 10%氯化钠 $\rightarrow$ 搅拌 3min,放 10min $\rightarrow$ 移液管吸取悬浮液置于三角瓶并加入 1.8%氢氧化钙和钙红 $\rightarrow$ EDTA 标准溶液滴定,记录消耗量。
136. EDTA 龄期效应曲线与素集料、水泥剂量、水泥品质、稳定层压实度、养

护、温度等有关。

137. 无机结合料稳定土击实试验步骤:四分法选取试样→确定预定含水率→加入水搅拌→加入稳定剂搅拌→进行分层填料击实→取下套环刮平拆底板称质量→测定含水率。
138. 无机结合料最大干密度和最佳含水率应做 2 次平行试验, 取平均值。
139. 稳定材料干密度计算  $\rho_d = \text{视密度} / (1 + 0.01 \text{ 含水率})$ 。
140. 无机结合料稳定材料圆柱形试件制作:径高比一般为 1:1, 根据需要可成型 1:1.5 或 1:1.2 的试件。
141. 试模规格:细粒土  $\phi 100\text{mm}$ 、中粗粒土  $\phi 150\text{mm}$ 。
142. 无机结合料稳定材料圆柱形试件试验步骤:击实试验确定最大干密度和最佳含水率→计算一个试件的干土质量→称量后加水→浸润→试验前 1h 加水泥以及预留的水量→装入试模→静压成型(速率  $1\text{mm}/\text{min}$ , 维持压力  $2\text{min}$ )→脱模(水泥稳定中粗粒土  $2\sim 6\text{h}$  脱, 其他为  $2\sim 4\text{h}$ )→养生。
143. 无侧限抗压强度标准养生 7d, 最后 1 天浸水。弯拉强度、间接抗拉强度水泥稳定类标准养生 90d, 石灰稳定类是 180d。
144. 养生期间有明显边角缺损, 试件应作废。
145. 无机结合料稳定材料无侧限抗压强度同一组试验, 采用 3 倍均方差方式剔除异常值, 小试件允许 1 个异常值, 中试件允许 1~2 个异常值, 大试件允许 2~3 个异常值, 超出重做。

## 第五章 水泥与水泥混凝土

146. 水泥主要矿物成分是硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙和铁铝酸四钙。
147. 水泥物理性质:细度、标准稠度、凝结时间、安定性。
148. 水泥化学性质:有害成分、不溶物、烧失量、氯离子、碱含量。
149. 安定性采用雷氏夹法(标准法)和试饼法(代用法)。结果以雷氏夹法为准。主要评定水泥在水化硬化过程中体积变化情况。
150. 凝结时间:硅酸盐水泥初凝  $\geq 45\text{min}$ , 终凝  $\leq 390\text{min}$ ; 其他水泥初凝  $\geq 45\text{min}$ , 终凝  $\leq 600\text{min}$ 。
151. 硅酸盐和普硅水泥检测细度采用比表面积法。

152. 负压筛法:水泥 2min, 粉煤灰 3min。
153. 比表面积(勃氏法)试验:过 0.9mm 筛→110±5℃烘干 1h 然后冷却→湿度 ≤50%→2 次试验相差 2%以上, 重新试验。
154. 水泥标稠用水量用于凝结时间和安定性试验的前期准备, 为不同水泥试验结果具有可比性打基础。
155. 标准维卡仪(试杆法):湿润锅和叶片→导入预估用水→5~10s 将水泥加入→低速搅 120s, 停 10s→高速搅 120s→完成搅拌用 25mm 直边刀拍打水泥浆体 5 次→在试模上表面 1/3 处锯掉多余水泥→放入维卡仪水泥罐, 拧紧螺丝 1-2s 后→突然放松→试杆下沉 30s 时→记录距离→整个操作 1.5min 完成。
156. 初凝时间测定:试件在湿气养护箱中养护至加水后 30min 时进行第一次测定→试针停止下沉或释放试针 30s 时指针的读数→试针沉至距底板 4mm±1 mm 为初凝状态。
157. 终凝时间测定:完成初凝后, 将试模和浆体翻转 180° →养护→临近终凝时间每 15min 测一次→试针沉入试体 0.5mm 时为终凝状态。
158. 水泥胶砂时间成型室温 20±2° C, 湿度>50%。水泥和标准砂以 1:3 比例, 水灰比 0.5 制成。制件材料加入顺序(水→水泥→标准砂)。养护箱温度 20±1° C, 湿度>90%, 养护水温度 20±1° C。龄期 28d (从搅拌开始算)。
159. 胶砂抗压强度结果处理:6 个的平均值, 精确 0.1MPa, 如有一个超出平均值±10%, 应计算剩余 5 个平均值作为结果, 如 5 个中再有超出平均值±10%的, 则作废。
160. 水泥砼工作性(和易性)包含:流动性、可塑性、稳定性和易密性。
161. 坍落度适用于检测坍落度> 10mm, 集料公称最大粒径不大于 31.5mm。
162. 维勃稠度适用于集料最大粒径≤31.5mm 且维勃稠度在 5s~30s 之间的。
163. 影响混凝土工作性的 5 大因素:原材料特性、单位用水量、水灰比、砂率、外加剂。
164. 影响混凝土强度的 6 大因素:水泥强度、水灰比、集料特性、浆集比、养护条件、试验条件。
165. 混凝土中集料针片状越多, 混凝土坍落度越低。
166. 水灰比小→水泥浆稠度大→拌和物流动性小。水灰比大→流动性好→但

可能保水性差

167. 砂率增大→导致混凝土坍落度会先大后小。
168. 针片状增多→导致混凝土工作性不良及力学强度下降。
169. 普通混凝土强度等级是以具有 95%保证率及 28d 强度代表值来确定。
170. 混凝土试件尺寸越小强度越高, 加速速率越快, 强度越高。
171. 提高水泥混凝土强度可提高浆集比、选用高强度水泥。如提高抗压强度的话, 增大粗集料粒级也可以。
172. 初凝时间标准: 贯入 25mm 时的压力与面积比为 3.5MPa; 终凝时间标准: 贯入 25mm 时的压力与面积比为 28MP。
173. 成型的试件表面与试模表面边缘高低差不得超过 0.5mm。
174. 抗压强度三个测值中的最大值或最小值如有一个与中间值之差超过中间值的 15%, 则取中间值为测定值; 如最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15%, 则该组试验结果无效。
175. 普通混凝土配合比设计根据强度、工作性、耐久性和经济性要求, 考虑施工条件等因素。
176. II 区砂由中砂和部分偏粗的细砂组成, 是配置混凝土的良好级配类型。
177. 砂率确定依据: 粗集料种类、最大粒径、水灰比。
178. 配合比设计步骤: 初步配合比→基准配合比→试验室配合比→工地配合比。
179. 面层混凝土满足工作性、弯拉强度、耐久性和经济性要求。
180. 交通等级分极重、特重、重、中等、轻。
181. 面层混凝土配合比设计包含目标配合比设计和施工配合比设计阶段。

## 第六章 沥青与沥青混合料

182. 沥青三大指标: 针入度、软坏点、延度。
183. 蜡对沥青的影响: 高温稳定性、低温抗裂性、抗水损害性、抗滑性能。
184. 针入度: 25℃条件下, 以 100g 的标准针, 5s 内沉入沥青的深度, 单位 0.1mm。表征沥青条件相对黏度的指标, 也是划分标号的依据。针入度小→沥青黏度大→标号低。

185. 软化点:软化点越高→沥青高温稳定性越好。反映沥青材料热稳定性的指标,也是表示沥青条件黏度的指标。
186. 延度:沥青在一定条件(温度:15℃或10℃,拉伸速度5cm/min)下外力作用下产生的塑性变形。延度越好→塑性越好则沥青低温性能越好。
187. 沥青老化的原因:热、氧、光、水、渗流硬化。
188. 取样:粘稠、固体不少于4.0kg,液体不少于1L,乳液不少于4L。
189. 试样准备:含水分时烘箱温度80℃左右→加热到融化→无水分时烘箱温度宜为软化点温度+90℃,一般为135℃(不得用电炉或煤气炉明火加热,不得已时需放石棉垫)→脱水(时间不超30min,温度不超100℃)→过0.6mm筛(如冷却反复加热不得超2次)→灌模(不得反复搅拌,剩余沥青清洗干净,不得反复使用)。非经注明测定沥青标准密度温度为15℃,相对密度为25℃。
190. 动力粘度(真空减压毛细管法)、运动粘度(毛细管法)、表观黏度(布氏旋转黏度计法)。

试验	目的
动力粘度 (真空减压毛细管法)	适用于采用真空减压毛细管黏度计测定粘稠石油沥青的动力粘度,试验温度为60℃,真空度为40KPa
表观黏度 (布氏旋转黏度计法)	测定沥青45℃以上温度范围的表观黏度,根据不同温度下的黏温曲线确定沥青混合料的拌和温度和压实温度。
针入度	表征沥青相对黏度,掌握不同沥青粘稠性及标号的划分,且可以用来描述沥青温度敏感性指标:针入度指数、当量软化点、当量脆点
软化点	表征沥青热稳定性高低的指标
延度	表征沥青能够承受塑性变形能力,评价沥青低温下的抗裂性。
车辙试验	测定高温抗车辙能力,评价高温稳定性

粘附性试验	检验沥青与粗集料表面的粘附性, 评定粗集料抗水剥离能力, 评价水稳性
马歇尔稳定度	检验沥青混合料受水损害时抵抗剥落的能力, 评价水稳定性

191. 针入度试验: 温度 25℃, 标准针 100g, 贯入时间 5s; 针入度指数 (15℃、25℃、30℃)。同一试样平行试验 3 次, 各测点距离不小于 10mm; 针入度大于 200 的至少用 3 支标准针; 测定针入度指数至少 3 个温度值, 用于仲裁试验应 5 个。结果为 3 次平均值取整为针入度结果 (前提为最大值-最小值在规定的范围, 针入度 0~49 允许偏差 2, 针入度 50~149 允许偏差 4)。

192. 软化点试验: 试样室温冷却 30min。

软化点 80℃以上试验	软化点 80℃以下试验
1、置于 32±1℃甘油恒温容器至少 15min 2、烧杯内注入预先加热至 32℃的甘油 3、搅拌加热, 杯中水温 3min 内调节至维持每分钟上升 5±0.5℃, 试样受热软化下坠读数 结果处理: 2 次平行试验准确值 0.5℃, 重复性试验允许差 2℃, 复现性试验允许差 8℃。	1、试样置于 5±0.5℃的恒温水槽至少 15min 2、烧杯注入新煮沸 5℃蒸馏或纯净水, 保持水温在 5±0.5℃, 任何地方不得有气泡, 将 0-100℃温度计插入 3、搅拌加热, 杯中水温 3min 内调节至维持每分钟上升 5±0.5℃, 试样受热软化下坠读数 结果处理: 2 次平行试验准确值 0.5℃, 重复性试验允许差 1℃, 复现性试验允许差 4℃。

193. 延度试验: 试模及底板涂隔离剂→试样烘箱加热→灌入试模 (一端到另一端往返数次注入, 略高于试模)→冷却不少于 1.5h→热刮刀从中间向两侧刮出多余沥青→至于 ±0.1℃水槽保温 1.5h→放入延度仪, 时间表面离水面 ≥ 25mm→浮起加酒精, 沉入加食盐→读数以 cm 表示, 平行试验不少于 3 个试件, 3 次结果均大于 100cm, 结果记作大于 100cm。试验结果 < 100cm 时, 以平均值表示, 重复性试验允许误差为平均值的 20%, 复现性试验允许误差为平均值的 30%。

194. 薄膜加热、旋转薄膜加热评价短期老化；压力老化评价长期老化。
195. 沥青老化评价指标:质量变化、残留针入度比、残留延度值。
196. OGFC 沥青混合料特点:细颗粒少、排水功能好、更易老化。
197. 提高沥青高温稳定性的措施: ①选人工加工有棱角、粗糙、规则的集料, ②降低沥青用量, ③用黏度大的沥青, 增加与集料粘附性。
198. 影响沥青混合料耐久性原因:空隙率、沥青用量。
199. 表征沥青混合料耐久性指标:空隙率  $V_v$ 、残留稳定度、沥青饱和度 VFA。
200. 马歇尔试验双面击实 75 次, 试件尺寸 101.6×63.5mm。
201. 毛体积相对密度(指单位毛体积的干质量):沥青混合料实体矿物成分体积, 不吸水的闭口空隙、能吸水的开口孔隙所占的体积之和。
202. 相对(表观)密度:沥青混合料单位表观体积(包括沥青混合料实体矿物成分体积与不吸水的内部闭口空隙所占的体积之和, 不含开口孔隙)
203. 空隙率计算所用到的密度:试件毛体积相对密度、混合料理论最大相对密度。
204. 沥青混合料取样不宜少于试验用量 2 倍, 平行试验加倍取样。仲裁多取一份。常温条件取样:袋装不少于 3 袋, 使用时 3 袋混合料倒出搅拌, 四分法取试验用量。
205. 车辙试验不允许二次加热, 其他加热不超 4h, 只允许一次不得反复。
206. 击实法:集料公称最大粒径 $\leq 26.5$ mm, 一组试件不少于 4 个。如粒径 $> 26.5$  mm 宜采用大型击实法, 试件不少于 6 个。
207. 拌制沥青混合料顺序:添加粗细集料→小铲混合→添加沥青→搅拌 1~1.5min→添加矿粉→拌和 90s。
208. 标准马歇尔试件两面击实 75 次或 50 次, 大型马歇尔为 112 次和 75 次。
209. 标准马歇尔试件高度 63.5mm $\pm$ 13mm。
210. 沥青混合料密度:吸水率 $<0.5\%$ 用水中重法; 吸水率 $\leq 2\%$ 用表干法; 吸水率 $>2\%$ 用蜡封法, 吸水率大于 18 用体积法。
211. 真空法适用于吸水率 $\leq 1\%$ 的非改性混合料。测定过程简写如下:  
加热分散(不超 60 $^{\circ}$ C)→分散到 $<6.4$ mm→试验水温 25 $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ C→注 25 $^{\circ}$ C 水, 浸没混合料并高出 20mm→开真空泵, 2min 内真空达 3.7kPa $\pm$ 0.3kPa→计时同时开振

动及抽真空持续  $15 \pm 2\text{min}$  → 排气泡试验前水中加入 0.01% 表面活性剂 → 混合料浸入恒温水槽 ( $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ) 持续  $10 \pm 1\text{min}$  后称重 → 2 次平行试验, 平均值为结果。

212. 马歇尔试验取芯: 标准试件直径 100mm, 适用高度  $30 \sim 80\text{mm}$ ; 大型试件直径 150mm, 适用高度  $80 \sim 100\text{mm}$ 。

213. 车辙试验: 试验温度  $60^\circ\text{C}$ 。加载装置 (压强在  $60^\circ\text{C}$  时  $0.7\text{MPa} \pm 0.05\text{MPa}$ ); 恒温室温度  $60 \pm 1^\circ\text{C}$ , 试件内温度  $60 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。试件成型放置温度不宜  $< 12\text{h}$ ; 聚合物改性放置 48h 为宜。但也不得超一周 → 试件和试模放置恒温室, 保温  $\geq 5\text{h}$  但也不得超 24h → 启动试验机试验轮往返行走试件 1h 或最大变形达 25mm 停止。

214. 提高沥青与集料粘附性的措施: ①加抗剥离剂, ②消石灰/水泥代替部分矿粉, ③将粗集料用石灰浆处理, ④使用高粘度沥青。

215. 沥青混合料配合比设计 3 阶段: 目标配合比设计 → 生产配合比设计 → 生产配合比验证。

216. 最佳沥青用量 (OAC) 采用马歇尔方法。沥青用量用沥青含量或油石比表示。

217. 沥青最佳用量取决于稳定度、空隙率、饱和度、流值; 初始值  $\text{OAC}_1$  取决于密度、稳定度、空隙率、饱和度。

## 第七章 路基路面现场测试

试验	试验方法要点	备注
路面厚度	挖坑法 (基层或砂石路面)	
	钻芯取样法 (沥青或水泥砼路面)	钻芯采取芯样直径不宜大于最大集料粒径的 3 倍
	短脉冲雷达	最小分辨层厚度 $\leq 40\text{mm}$ ;
纵断面高程	钢尺沿中心垂直方向水平量取, 准确值 0.001m	不得用皮尺
路基边坡坡度	全站仪法、坡度测量仪法	

<p>压实度</p> <p>压实后干密度/标准最大干密度 x100%</p> <p>干密度</p> <p>湿密度/(1+含水率)</p>	<p>挖坑灌砂法（标准方法）</p>	<p>适用于基层或底基层、砂石路面及路面结构</p> <p>不适用于填石路堤、大孔洞、大孔隙材料</p> <p>灌砂筒类型→填料最大粒径→Φ测试厚度数据如下</p> <p>Φ 100mm→&lt;13.2mm→≤150</p> <p>Φ 150mm→&lt;31.5mm→≤200</p> <p>Φ 200mm→&lt;63mm→≤300</p> <p>Φ ≥250mm→≤100mm→≤400</p> <p>标定灌砂筒要点:距筒顶距离 15±5mm</p> <p>标定松方密度要点: 15℃~25℃水</p>
	<p>环刀法</p>	<p>适用于细粒土及龄期不超过 2 天的无机结合料稳定细粒土结构</p> <p><b>换刀型号:</b>内径 6~8cm, 高 2~5.4cm, 壁厚 1.5~2mm</p> <p><b>方法:</b> 30cm×30cm 清扫干净, 换刀打下后不得将下层扰动。换刀中部处于压实层 1/2</p>
	<p>核子密度仪法（无损检测）</p>	<p><b>散射法:</b>测定沥青混合料面层或硬化混凝土</p> <p><b>直接透射法:</b>测定土基、基层材料、非硬化混凝土</p> <p>12 个月对仪器标定一次, 响应达到 16kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>测试位置:</b>距路面边缘或其他最小距离 ≥30cm</p>
	<p>钻芯法</p>	<p>路面完全冷却后, 普通沥青路面第二天取样, 改性沥青及 SMA 路面第三天以</p>

		后取样
	无核密度仪法	快速测定当日铺筑且未开放交通沥青路面各层混合料的密度，不宜用于评定验收或仲裁。12个月标定一次
平整度	3m直尺法	适用于碾压成型后的路基路面 沥青路面测试地点选接缝处；特殊需要外选用车轮轮迹(距车道0.8~1.0m)；旧路已形成车辙选用车辙中间位置。
	连续式平整度仪法	适用于测试路面纵向相对高程的标准差反应路面的平整度，不适用于已有较多坑槽及破损严重的路面 测试间距100mm；每计算区间长度100m；匀速沿车道方向行驶，速度宜5km/h，不得超过12km/h
	车载式颠簸累积仪法 VBI	适用于已有严重坑槽及车辙等病害的路面 测试速度：30-80km/h 标定周期：行驶超过2000km或标定间隔超1年，或维修更换轮胎减震器等
	车载式激光平整度仪法 IRI	适用于无严重坑槽、车辙等病害且无积水、冰雪、泥浆测试车速度宜在30~100km/h 技工平整度仪采集的是路面的相对高程值，以100m为计算区间长度用IRI的标准计算程序计算。m/km

218. 土基 CBR 值仅作为路基填料选择、粒料类基层和底基层材料设计指标，而不作为施工质量检验指标，没有必要进行现场检测。

219. CBR 以 2.5mm 值为准, 5mm 的 CBR > 2.5mm 的 CBR 时, 重新试验。若结果依然一致, 则直接取 5mm 的承载比。一般现场 CBR 大于室内 CBR。
220. 承载板测定土基回弹模量试验: 刚性承载板直径 30cm, 厚 2cm。步骤要点: 预压 0.05MPa, 稳压 1min 卸载后稳压 1min 读数 → 逐级加载卸载测变形 (荷载 < 0.1MPa, 每级增加 0.02MPa, 以后每级增加 0.04MPa 左右) → 每加载预定荷载后稳定 1min → 两个百分表读数只差不超平均值 30% 时, 取平均值; 如超 30%, 重新测 → 回弹变形超 1mm, 可停止加载。
221. 弯沉测试方法: 贝克曼梁法 (静态回弹弯沉)、自动弯沉仪法 (静态总弯沉)、落锤式弯沉仪法 (动态总弯沉)、激光弯沉仪 (静态弯沉)。
222. 贝克曼梁法: 路面平均温度  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  不修正, 其他温度对沥青层厚度大于 5cm 的沥青路面, 弯沉值应予温度修正。
223. 标准车 (加载车) 参数规定: 后轴标准轴载 ( $100 \pm 1\text{kN}$ )、一侧双轮荷载 ( $50 \pm 0.5\text{kN}$ )、轮胎充气压力 ( $0.70 \pm 0.05\text{kN}$ )、单轮传压面当量圆面积 ( $3.56 \pm 0.20$ )  $\times 10^4\text{mm}^2$ 、轮隙宽度 (满足能自由插入弯沉仪侧头)。
224. 贝克曼梁前臂 (接触路面) 与后臂 (装百分表) 长度比 2:1。
225. 贝克曼梁测定弯沉测点位置行车道轮迹线。侧头置于轮隙中心前方 (后轮轮隙测点后) 3~5cm 处。
226. 回弹弯沉值  $1t = (\text{百分表最大读数 } L_1 - \text{最终读数 } L_2) \times 2$ 。
227. 回弹仪测试混凝土强度不适用于厚度 < 100mm。每个测区数不少于 10 个, 相邻测区间距不宜大于 2m; 测区面积不宜大于  $200 \times 200\text{mm}$ , 每测区 16 个点, 相邻测点间距不宜小于 30mm。
228. 影响路面抗滑性能因素: 路面表面特性、干湿状态、温度、行车车速、轮胎特性等。
229. 路面抗滑性能一般用轮胎与路面间的摩擦系数和表面宏观构造深度表示。(摩擦系数或构造深度越大, 抗滑性能则越高)
230. 手工铺砂法要点: 适用于测定沥青路面与无刻槽水泥混凝土路面表面构造深度, 量砂 (0.15-0.30mm, 只能用一次, 不能重复使用), 测点选在车道轮迹带上, 距路面边缘不应小于 1m。【测燃步骤】清扫面积不小于  $30 \times 30\text{cm}$  的测点 → 注满砂, 钢尺轻轻叩打圆筒中部 3 次并一次刮平 (不得用量砂筒装

砂)→将砂倒路面,用推平板由里向外轻轻摊开,使砂填入路面空隙,尽量摊成圆形并不得在表面留浮动余砂→钢板尺测量两个垂直方向直径,准确 1mm→同一处平行测定不少于 3 次,均位于轮迹带上,测点间距 3~5m,同一处同一人测定。

231. 摆式仪测点摩擦系数要点:适用于测定无刻槽水泥和沥青路面、标线或其他材料的抗滑值。摆式仪回摆高度越小,与趋势高度差越大,摩擦系数越大。最小刻度 2,滑动长度  $126 \pm 1\text{mm}$ 。橡胶片质量符合物理性质要求,长度磨损超过 1.6mm 或宽度磨损超过 3.2mm 或有油污应更换橡胶片,新橡胶片干燥路面测试 10 次后方可投入试验检测使用,有效期自出厂起 12 个月。【测试步骤】检查灵敏并标定滑块压力→选点,每个位置 3 个测点,中心测点位置距离 3-5m,位置选车道横断面轮迹处,距里面边缘不少于 1m→清洁路面→调平仪器→指针调零(误差 $\pm 1$ )→校准滑动长度(确保滑动长度符合  $126 \pm 1\text{mm}$ )→固定摆→喷水壶浇水洒测点→释放开关读数→重复 5 次,最大值与最小值差值不得大于 3,如大于 3 则重复试验,直到符合规定。摆值应换算为标准温度  $20^\circ\text{C}$  的摆值。

232. 单轮式横向力系数测试摩擦系数要点:与行车方向呈  $20^\circ$  偏角。侧向摩擦力与垂直荷载比值称为横向力系数(SFC)。测试胎压  $350 \pm 20\text{kPa}$ 。项目开始前或使用超 1000km 需标定,当轮胎磨损直径比新轮胎小 6mm 以上或有明显磨损裂口,立即更换新轮胎,新轮胎在投入检测前需测 2km。【速度修正】以测试结果使用时所需的速度作为标准测试速度。其他速度测试的 SFC 必须通过公式转换至标准速度下的等效 SFC 值。【温度修正】温度在  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  无需修正。

233. 沥青路面渗水系数要点:在沥青路面成型后 12 小时内测定路面表层渗水系数。