

中国工程建设标准化协会标准（CECS G）

《公路沥青路面连续拌和式碾压混凝土基层技术规程》

征求意见稿

征求意见稿

广东华路交通科技有限公司

广东省长大公路工程有限公司

二〇一八年十一月

前 言

根据中国工程建设协会文件中建标公路【2017】36 号“关于开展 2017 年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编工作的通知”要求，制定《公路沥青路面连续拌和式碾压混凝土基层技术规程》。

本规程是在进行广泛调查研究，总结近些年国内公路连续拌和式碾压混凝土基层应用经验，参考国内外有关标准、规程和规范，征求有关单位意见，对关键技术进行验证试验，并在工程应用基础上修编制订的。

本规程的主要内容有：1. 总则，2. 术语和符号，3. 结构组合设计，4. 原材料与配合比设计，5. 连续式拌和及运输，6. 现场铺筑，7. 施工质量控制及标准，附录。

本规程由中国工程建设标准化协会归口管理，由主编单位广东华路交通科技有限公司负责具体解释。本规程在使用中，如发现需要修改和补充之处请将意见和资料函寄解释单位。

主编单位：广东华路交通科技有限公司

联系地址：广州市白云区广从八路 1180 号广东华路交通科技有限公司（北区），邮编： 510550 。

参编单位：广东省长大公路工程有限公司

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 录

1 总则	1
2 术语、符号	1
3 结构组合设计	1
3.1 一般规定.....	1
3.2 路面结构组合.....	1
3.3 典型结构.....	2
4 原材料与配合比设计	3
4.1 一般规定.....	3
4.2 原材料.....	4
4.3 配合比设计.....	7
5 连续式拌和及运输	9
5.1 一般规定.....	9
5.2 拌和及运输设备.....	9
5.3 混凝土拌和.....	10
5.4 混凝土运输.....	10
6 现场铺筑	10
6.1 一般规定.....	10
6.2 摊铺.....	11
6.3 压实.....	11
6.4 施工缝处理.....	12
6.5 养生.....	12
6.6 切缝、清缝与灌缝.....	13
6.6 防反射裂缝的措施布设.....	13
7 施工质量控制及标准	15
7.1 一般规定.....	15
7.2 铺筑试验路段.....	15
7.3 施工质量控制项目与质量标准.....	16
附录 A 连续式拌合机计量系统标定方法	18

1 总则

1.0.1 为提高沥青路面的使用性能，规范公路沥青路面连续拌和式碾压混凝土基层的应用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级公路沥青路面连续式碾压混凝土基层的应用。

1.0.3 应根据工程所处的气候、水文、地形等环境条件，选择满足质量指标要求、性能稳定的原材料，确定配合比、设备种类和施工工艺，进行详细的施工组织设计，建立完备的施工质量保障体系。

1.0.4 应建立健全安全生产管理体系及应急预案，明确安全责任，严格执行安全操作规程，保障施工人员的职业健康和施工安全。

1.0.5 公路连续拌和式碾压混凝土基层设计与施工除符合本规程外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.0.1 连续拌和式碾压混凝土基层 Continuous mixing type roller compacted concrete base

采用连续式拌合机拌和及压路机碾压成型的水泥混凝土基层。

3 结构组合设计

3.1 一般规定

3.1.1 沥青路面结构应具有良好的使用性能耐久性和结构安全性，以满足在设计年限内不产生结构性损坏，并保证行车的平整、舒适、安全。

3.1.2 沥青路面结构由沥青面层、基层、底基层和必要的功能层组合而成，公路连续拌和式碾压混凝土基层是路面结构的主要承重层。

3.1.3 应采取路面结构的防水与排水措施，阻止降水渗入路面结构层。

3.2 路面结构组合

3.2.1 应根据公路等级、交通荷载等级、路基状况、环境特点等因素选用不同的路面结构组合。

3.2.2 路基应稳定、密实和均匀，具有足够的承载能力，路基湿度状态为中湿或潮湿时，宜采用粒料类底基层或设置粒料类路基改善层。

3.2.3 基层和底基层应具有足够的承载能力、抗疲劳开裂、足够的耐久性和

水稳定性。碾压混凝土基层沥青路面应采取措施控制碾压混凝土基层的收缩开裂和路面反射裂缝。

3.2.4 沥青面层应具有平整、抗车辙、抗疲劳开裂、抗低温开裂和抗水损坏等性能，表面层混合料应具有抗滑和耐磨损性能。

3.2.5 碾压混凝土基层沥青路面一般采用无机结合料稳定类材料作为底基层和下基层，碾压混凝土作为上基层，沥青结合料类材料作为沥青面层。

3.2.6 碾压混凝土基层与沥青面层之间应设置封层，封层可采用单层沥青表面处治、稀浆封层或热改性热沥青碎石封层。

3.2.7 碾压混凝土基层顶面应设置透层，透层沥青应具有良好的渗透性，可采用稀释沥青和慢裂型的乳化沥青。

3.2.8 无机结合料类材料层之间可通过洒布水泥浆（水灰比 2:1）的方式增强层间的结合与整体性。

3.2.9 为防止碾压混凝土基层沥青路面出现反射裂缝，宜通过在切缝处铺设土工布、聚酯玻纤布或土工格栅进行防止反射裂缝处理。

3.3 典型结构

根据交通等级、路基条件等因素，推荐的碾压混凝土基层沥青路面结构组合如表 3.3-1。

表 3.3-1 推荐的典型路面结构

结构编号	典型路面结构	路基模量	适用交通等级
结构 G20-10	4cmGAC-13 6cm GAC-20 20cmRCC 18~20cmCGA	不低于 40MPa	轻交通
结构 G22-12	4cmGAC-13 8cm GAC-25 22cmRCC 18~20cmCGA	不低于 40MPa	中等交通

结构 G24-13	5cm GAC-16 8cm GAC-25 24cmRCC 18~20cmCGA 18~20cmCGA	不低于 50MPa	重交通
结构 G24-18	4.5cm GAC-16 或 4cmSMA-13 6cmGAC-20 8cm GAC-25 24cmRCC 18~20cmCGA 18~20cmCGA	不低于 60MPa	特重交通
结构 G26-19	4.5cm GAC-16 或 4cmSMA-13 7cmGAC-20 8cm GAC-25 26cmRCC 18~20cmCGA 18~20cmCGA	不低于 60MPa	极重交通
注： 1、GAC为改进型密级配沥青混合料，GA为级配碎石，CGA为水泥稳定级配碎石；2、RCC为碾压混凝土，28天抗弯拉强度不小于3.0MPa；2、路基条件较好时，垫层可采用15cm级配碎石；3、路面结构层厚度及材料可根据项目实际情况进行微调。			

4 原材料与配合比设计

4.1 一般规定

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

4.1.2 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。

4.1.3 为了保证现场取样的代表性，配合比设计时应自现场料堆不同位置多次抽取集料样品，以其试验平均值作为代表进行配合比设计。

4.1.4 应选用符合本规程规定的质量标准要求、性能稳定的原材料，不同的原材料应分别进行配合比设计。

4.1.5 连续拌和式碾压混凝土配合比设计应满足设计弯拉强度、工作性、耐久性和经济性的要求。在满足前三项技术要求的前提下，连续拌和式碾压混凝土配合比应尽可能经济。

4.2 原材料

4.1.1 水泥

4.1.1 应采用普通硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥，并符合《通用硅酸盐水泥》（GB 175-2007）的技术要求。宜使用强度等级 32.5 以上的水泥，且水泥的抗压强度、抗折强度、安定性和凝结时间必须检验合格。

4.1.2 应采用初凝时间 3h 以上和终凝时间 6h 以上的水泥。快硬水泥、早强水泥以及已受潮变质的水泥不得使用。

4.1.3 散装水泥的出厂温度宜限制在 70℃ 以内，拌和时，连续拌和式碾压混凝土混合料的温度不得高于 50℃。

4.1.2 矿物掺合料

连续拌和式碾压混凝土可掺量一定量的粉煤灰、硅灰、矿渣等矿物掺合料，其置换水泥的比例应由试验确定。粉煤灰质量应符合表 4.1.2-1 的要求。

表4.1.2-1 粉煤灰质量要求

粉煤灰等级	细度（45 μm 气流筛，筛余量，%）	烧失量（%）	需水量比（%）	含水量（%）	SO ₃ （%）
III	≤45	≤15	≤115	≤1.5	≤3

4.1.3 集料

1 粗集料应由坚硬、耐久的干净砾石或岩石轧制而成。其颗粒形状应具有棱角，接近立方体，有规定级配，不得掺有软质和破碎物质或其它杂质。如果使用轧碎砾石，应有 90% 的破碎颗粒。

2 连续拌和式碾压混凝土基层公称最大粒径不应超过 26.5mm，对所采用的碎石，应预先筛分成 3 个以上不同粒级，然后配合使用，粗集料的规格应按表 4.1.3-1 的规定要求生产和使用。

表4.1.3-1 粗集料规格

公称粒径 (mm)	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）							
	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36
20~30	100	90~100	0~10	-	0~5	-	-	-
10~20	-	100	90~100	-	20~40	0~10	0~5	-
5~10	-	-	-	-	100	90~100	0~10	0~5

3 连续拌和式碾压混凝土用粗集料质量应符合表4.1.3-2的规定。

表 4.1.3-2 粗集料质量技术要求

项 目	技术 要求	试验方法	项 目	技术 要求	试验方法
坚固性 (%)	<12	T0314	泥块含量 (%)	<0.5	T0310
压碎值 (%)	<25	T0316	含泥量(冲洗 法) (%)	<1.0	T0310
针片状含量 (%)	<18	T0311	表观密度 (kg/m ³)	>2500	T0304
硫化物及盐 酸盐含量 (%)	<1.0	T0341	有机物含量 (比色法)	合格	T0313
空隙率 (%)	<47	T 0309	碱集料反应	试件无裂缝、 酥裂、胶体外 溢,规定龄期 膨胀率小于 0.10%	T0325
吸水率 (%)	<2	T 0308			

4 石屑应坚硬、清洁、无风化、无杂质,具有足够强度。使用采石场轧制碎石中形成的石屑作集料时,过细的颗粒应予筛除。石屑的质量应符合表4.1.3-3的规定,石屑的规格按表4.1.3-4的规定要求生产和使用。

表4.1.3-3 石屑质量技术要求

项目	技术要求	试验方法	项目	技术要求	试验方法
砂当量(%)	≥60	T0334	0.075mm 筛孔以下 颗粒含量 (%)	≤15	T0333
泥块含量(%)	<2	T0335	表观密度 (kg/m ³)	>2500	T0328

表4.1.3-4 石屑规格

公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
0~5	100	90~100	60~90	-	20~55	-	-	0~15

5 河砂应使用清洁、颗粒坚硬、强度大、耐久性好的天然河砂,不含团块、软质或片状颗粒及其它有害杂质。河砂宜为中砂,也可使用细度模数在2.0~3.5之间的砂,其级配应符合《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG TF30-2014)中、粗砂的要求(级配范围如表4.1.3-5)。河砂的质量应符合表4.1.3-6的规定。

表 4.1.3-5 河砂级配范围

筛孔尺寸 (mm) 规格	通过百分率范围 (%)					
	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
粗砂	90~100	65~95	35~65	15~29	5~20	0~10
中砂	90~100	75~100	50~90	30~59	8~30	0~10
细砂	90~100	85~100	75~100	60~84	15~45	0~10

表 4.1.3-6 河砂质量技术要求

项目	技术要求	试验方法	项目	技术要求	试验方法
砂当量 (%)	≥60	T0334	细度模数	2.0~3.5	T0327
含泥量 (%)	<3	T0333	表观密度 (kg/m ³)	>2500	T0328
泥块含量 (%)	<2	T0335	硫化物及硫酸盐含量(%)	<0.5	T0341

4.1.4 水

连续拌和式碾压混凝土拌和用水可采用干净水,不得含有油污、泥和其他有害物质。

4.1.5 防反射裂缝材料

用于防反射裂缝的土工材料主要有防反射裂缝的土工布、聚酯玻纤布、玻纤格栅等,三类材料的技术要求见表4.1.5-1~3。

表 4.1.5-1 土工布技术要求

指标内容	指标要求	试验方法
单位面积质量 (g/m ²)	>180	T1111-2006
抗拉强度 (kN/m)	≥7.5	T1121-2006
纵横向撕破强度 (kN/m)	>0.21	T1125-2006
CBR 顶刺破强度 (kN)	≥1.4	T1126-2006
耐温性 (°C)	≥230	/

表 4.1.5-2 聚酯玻纤布技术要求

指标内容	指标要求	试验方法
抗拉强度(KN/m)	≥8	T1121-2006
抗拉强度纵横比	0.8~1.2	T1121-2006
纵横向负荷延伸率 (%)	≥5	T1121-2006
耐温性 (°C)	≥180	/

表 4.1.5-3 玻纤格栅技术要求

指标内容	指标要求	试验方法
抗拉强度(KN/m)	≥50	T1121-2006
最大负荷延伸率(%)	≤3	T1121-2006
网孔尺寸(mm×mm)	20×20	T1114-2006
耐温性 (°C)	≥180	/

4.3 配合比设计

4.3.1 连续拌和式碾压混凝土以28天抗弯拉强度作为RCC试验配合比设计指标，28天抗弯拉强度不小于3.0MPa，7天无侧限抗压强度不小于12MPa。

碾压混凝土基层作为沥青路面的承重层，其主要经受交通荷载反复的冲击及温度变化引起的挠曲作用，也即其主要经受弯拉应力，因此以弯拉强度做为设计指标。经碾压混凝土结构层受力验算，结合多条高速公路的成功应用经验，证明碾压混凝土抗弯拉强度不小于3.0MPa即可满足重载交通条件的路面使用需要。

由于成型碾压混凝土抗弯拉强度试验标准试件费时费力，因此，可考虑施工过程中质检及交工验收时采用圆柱体劈裂强度。采用劈裂强度一是其破坏受力形式与混凝土抗弯拉受力有相通性，二是施工过程中及交工验收时路面取样通常是通过钻芯取得圆柱体试件，更利于劈裂强度等试验。但目前尚未建立可信度满足要求的碾压混凝土抗弯拉强度与劈裂强度的换算关系，因此需要在工程应用中积累相关数据，时机成熟后，建立统一的、可信度高的、适用于各种材质碎石的碾压混凝土抗弯拉强度与劈裂强度的换算关系。

4.3.2 连续拌和式碾压混凝土工作性以改进VC值评定，其值宜控制在 30 ± 5 s，出搅拌机口改进VC值宜取下限，碾压时的改进VC值不应超过上限。

4.3.3 为保证连续拌和式碾压混凝土的耐久性能，基层连续拌和式碾压混凝土的水泥用量不宜少于 200kg/m^3 。

4.3.4 为保证连续拌和式碾压混凝土的耐久性及工作性，基层连续拌和式碾压混凝土的水灰比宜为0.45~0.55，石屑掺量大时取高值。

4.3.5 连续拌和式碾压混凝土的矿料级配组成应符合表4.3.1的范围要求，且要求设计的矿料级配曲线光滑、连续。

表 4.3.1 连续拌和式碾压混凝土矿料级配组成范围

筛孔尺寸(mm)		31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
通过质量百分率(%)	上限	100	95	86	58	35	28	15	5
	下限	100	85	68	38	25	16	8	0
	中值	100	90	77	48	30	22	11.5	2.5

4.3.6 配合比设计必须采用工程实际使用的材料，确定各档集料的用量比例，配合成符合设计要求的矿料级配，其中河砂的比例宜为15%~30%。

4.3.7 连续拌和式碾压混凝土配合比设计可按照《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG /TF30)进行，一般应采用绝对体积法，通过正交试验确定连

续拌和式碾压混凝土的级配、水泥用量和用水量。

4.3.8 连续拌和式碾压混凝土配制弯拉强度应按式(4.3.7-1)确定:

$$f_{cc} = \frac{f_r + f_{cy}}{1 - 1.0C_v^4} + ts \quad (4.3.7-1)$$

式中:

f_{cc} ——连续拌和式碾压混凝土配制 28d 弯拉强度均值 (MPa);

f_r ——连续拌和式碾压混凝土的设计弯拉强度标准值 (MPa);

C_v ——弯拉强度变异系数, 参照各级公路混凝土路面弯拉强度变异系数, 考虑 RCC 用做沥青路面刚性基层, 取 0.15;

s ——弯拉强度试验样本的标准差 (MPa), 根据连续拌和式碾压混凝土施工经验取为 0.25MPa;

t ——保证率系数, 取 0.28。

f_{cy} ——连续拌和式碾压混凝土压实安全弯拉强度, 按下式计算。

$$f_{cy} = \frac{\alpha}{2} (y_{c1} + y_{c2}) \quad (4.3.7-2)$$

式中:

y_{c1} ——弯拉强度试验标准压实度 (95%);

y_{c2} ——路面芯样压实度下限值 (93%);

α ——相应于压实度变化 1% 的弯拉强度波动值 (通过试验得出), 试验表明, 压实度每提高 1%, 则弯拉强度增加 0.25 MPa, 取 0.25。

4.3.9 连续拌和式碾压混凝土室内成型、弯拉强度试验、养护按照现行《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG E30) 相关要求进行。连续拌和式碾压混凝土压实率设计值宜为97%, 成型试件时压实率误差应在1%以内。

4.3.10 连续拌和式碾压混凝土标准小梁试件应按规定进行养护, 试件应养护 28d。以3个试件测试的算术平均值为测定值。3个试件中最大值或最小值中如果有一个与中间值之差超过中间值的15%, 以中间值作为试件的抗弯拉强度; 如果最大值和最小值与中间值之差值均超过中间值15%, 则该组试验结果无效。

4.3.11 连续拌和式碾压混凝土的配比确定后, 按JTGE51-2009中T0843-2009

的方法成型一组圆柱体试件，进行7天无侧限抗压强度试验，作为施工质量控制的强度标准。

5 连续式拌和及运输

5.1 一般规定

5.1.1 应根据工程规模、项目特点、施工进度要求配置拌和设备，为确保拌和质量的稳定控制，同一施工点固定由一台拌和楼供料，对于双车道公路需配备额定产量 500t/h~600t/h 的连续式拌和机，对于三车道及以上公路需配备 800t/h 或更大额定产量的连续式拌和楼。

5.1.2 连续式拌和楼投入生产前，必须进行标定和试拌，在标定有效期满或拌和楼搬迁后，均应重新标定，施工中应每 15 天校验一次拌合机的计量精度。

5.1.3 连续式拌和主要应控制成品碾压混凝土的均匀性（包括级配、含水量及水泥剂量）及粘聚性、匀质性。

5.1.4 连续拌和式碾压混凝土自拌和加水到完成压实的时间应满足表5.1.4的规定。

表5.1.4 允许的最长作业时间要求

施工气温（℃）	允许的最长作业时间（min）
5~10	120
10~20	100
20~35	90

注：掺加粉煤灰时可整体延长30分钟。

5.2 拌和及运输设备

5.2.1 连续拌和式碾压混凝土基层拌和设备采用连续式拌和设备，其拌缸长度应大于6m（或采用两个大于3m的拌缸串联），确保连续拌和式碾压混凝土拌和的均匀性。也可采用振动拌缸以提高碾压混凝土拌和的均匀性。

5.2.2 拌和楼的产量应满足正常摊铺速度要求，以保证摊铺机连续摊铺，每台拌和机的产量应按5.1.1的要求来配备，拌和楼的实际产量应达到其额定产量的70~80%。

5.2.3 连续式拌和设备应配带传感器的电子秤（拖料皮带秤及螺旋秤），自动控制集料及水泥的供料速度，以提高集料、水泥的连续动态计量精度。拌和楼配料计量精度应满足表5.3.1的要求。

表5.2.1 拌合楼配料计量允许偏差

材料名称	水泥	掺合料	细集料	粗集料	水
允许偏差（%）	±1	±1	±3	±3	±1

5.2.4 运输车辆的数量应较拌和楼的实际产量有所富余，以确保拌和楼的连续生产，提高混凝土的均匀性（包括级配、含水量、水泥剂量等）以及拌和质量的稳定性。

5.2.5 连续拌和式碾压混凝土应采用较大吨位的自卸汽车运输、车厢应清扫干净，不得有水积聚在车厢底部。

5.3 混凝土拌和

5.3.1 施工单位应编制安全拌和生产作业指导书，明确混凝土拌合物质量标准和安全拌和生产程序。拌和机机械上料时，在铲车及拉铲活动范围内，人员不得逗留和通过。

5.3.2 拌和实际采用的水泥剂量宜比室内试验确定的剂量增加0.3%~0.5%；拌和的含水量应比最佳含水量大0.5%~1.0%，以补偿施工过程中水分蒸发损失。

5.3.3 连续式拌和楼每班收工后，应对各级拌缸进行清理，避免水泥浆粘附凝结在搅拌缸叶片及缸壁上，否则会严重影响日后生产的产量及拌和质量。

5.4 混凝土运输

5.4.1 从拌和机向运料车上放料时，应分多次挪动汽车位置，以减少粗细集料的离析现象。

5.4.2 应尽快将拌成混合料运送到铺筑现场。运输车上的混合料应该全车箱覆盖，以防水分过多损失。卸料时，应注意卸料速度、数量与摊铺的厚度、宽度相适应。

5.4.3 为了确保施工过程的连续性，运输车的运量应较拌和能力或摊铺速度有所富余，施工过程中摊铺机前方应有运料车在等候卸料，开始摊铺时在施工现场等候卸料的运料车不宜少于5辆。

6 现场铺筑

6.1 一般规定

6.1.1 连续拌和式碾压混凝土基层应在适宜的气候条件下施工，施工期的日最低气温应在 5℃ 以上，在有冰冻的地区，应在第一次重冰冻到来的 15 天之前

完成施工；宜避免在雨季施工，且不应在雨天施工。

6.1.2 连续拌和式碾压混凝土的摊铺应采用沥青混凝土摊铺机或稳定土摊铺机，摊铺设备应具有足够的功率，每台摊铺机的功率应达到 130kw 以上。

6.1.3 应配备足够压实设备，对于双车道路面施工，应至少配备1台12~14t的双钢轮振动压路机，2台20吨以上单钢轮压路机，对于多车道公路，应按相应的车道数与双车道的比例增加压路机的数量。

6.1.4 现场铺筑其他的准备工作要求，如挂线的要求等。

6.2 摊铺

6.2.1 应在下承层施工质量检测合格，下承层表面的浮浆、杂物等清理干净后，开始碾压混凝土基层的摊铺。

6.2.2 连续拌和式碾压混凝土的松铺系数应根据混凝土的材料组成及摊铺机的性能通过试验段确定，松铺系数一般为1.15~1.25。

6.2.3 采用两台摊铺机并排摊铺时，为了确保施工过程的压实度、平整度，两台摊铺机的型号及新旧程度宜相同，摊铺时两台摊铺机前后错开5~10m梯队作业，保证两台摊铺机有30~40cm的搭接。

6.2.4 摊铺速度宜控制在1m/min，并保持匀速、连续摊铺作业，摊铺过程中不得随意变换速度或停顿，螺旋布料器的转速与摊铺速度相适应，摊铺过程中应保证边缘供料充足，以保证路面的平整度。

6.2.5 摊铺机连续摊铺时，运料车应在摊铺机前10~30cm处停住，不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空档，靠摊铺机推动前进。

6.2.6 施工时应避免每车料收斗一次的做法，仅当料斗内沾附较多混合料时方需收斗，收斗应在运料车离去、料斗内尚存较多混合料时进行，收斗后应立即连接满载的运料车向摊铺机内喂料。摊铺机后应有专人处理粗细集料离析现象，及时铲除“粗集料窝”的区域，并补充新的混合料。

6.3 压实

6.3.1 连续拌和式碾压混凝土摊铺后应及时而连续地进行压实，直到在全宽、全厚范围内都均匀地压实到规定的压实度以上为止。

6.3.2 碾压段长度以30~40m为宜。直线段碾压时，压路机应从外侧向路中心碾压；平曲线有超高路段，由低侧向高侧、自内向外碾压，压完全宽为1遍；

碾压作业应均匀、速度稳定；并按初压、复压和终压三个阶段进行。

6.3.3 初压一般采用双钢轮压路机静压，静压重叠量宜为 $1/3 \sim 1/4$ 钢轮宽度，初压遍数宜为1~2遍，碾压速度1.5~2km/h。

6.3.4 复压应采用单钢轮振动压路机振动碾压，重叠量宜为 $1/3 \sim 1/4$ 振动碾宽度。振动压路机起步、倒车和转向均应缓慢柔顺，严禁振动压路机中途急停、急拐、紧急起步及快速倒车。复压遍数按检测达到规定压实度进行控制，一般宜为4~6遍，碾压速度2~3km/h。

6.3.5 终压一般采用双钢轮压路机静压。终压遍数应以弥合表面微裂纹和消除轮迹为停压标准，一般宜为1~2遍，碾压速度2~3km/h。

6.3.6 初压、复压和终压作业应密切衔接配合、一气呵成，中间不应停顿、等候和拖延，也不得相互干扰。宜尽量缩短全部碾压作业完成时间。如有局部晒干和风干迹象，应及时喷雾。压实后表面应及时覆盖，并洒水养生。

6.3.7 完成压实后的表面不得出现高低不同的压实面、隆起、裂缝或松散材料。

6.3.8 任何混合料离析处均应在碾压前挖除，用合格的材料替换。含水量过大或过小的混合料均不得进行摊铺碾压。

6.3.9 连续拌和式碾压混凝土基层施工时，严禁用薄层贴补法找平。不平之处在后续结构层施工中找到、接顺。

6.4 施工缝处理

6.4.1 用摊铺机摊铺混合料时，不宜中断，如因故中断时间超过2h，应设置横向接缝，横向施工接缝宜采用垂直接缝的类型。

6.4.2 需要设置施工接缝的路段，在碾压完成后应将摊铺机附近及其下面未经压实的混合料铲除，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线垂直并垂直向下的断面。

6.5 养生

6.5.1 碾压完成后并经检查合格的碾压混凝土基层应立即开始养生，养生期不少于7天。养生应采用保湿养生膜、土工毡或土工布+塑料薄膜的方式进行。为保证碾压混凝土有充足的水分水化，要特别重视前3天的养生效果，每天定时向薄膜内补灌水分。

6.5.2 养生中，碾压混凝土基层要始终保持潮湿状态。薄膜应有一定厚度和宽度，两幅间应相互搭接20cm以上。覆盖薄膜后应以砂或绳网等重物压边，不得采用基层废料、土颗粒等污染性材料压边。

6.5.3 在养生期间，除洒水车外，禁止其他车辆在路上通行。连续拌和式碾压混凝土基层未铺封层或面层前，除施工车辆外，禁止一切机动车辆通行。

6.6 切缝、清缝与灌缝

6.6.1 碾压混凝土施工完毕后，在不产生崩边的情况下应尽早进行切缝，切缝时间一般应控制在碾压完成后 24~72 小时，以避免因碾压混凝土的收缩而产生大量裂缝。切缝时间的确定应由施工期间该地区的平均气温及昼夜温差确定，宜参照表 6.6.1 选用。

表 6.6.1 根据施工气温所推荐的切缝时间

平均气温 (°C)	昼夜温差*(°C)	切缝时间 (h)
5~15	<5	48~72
15~25	<5	36~60
25~35	<5	24~48
>35	<5	24~36
5~15	5~10	48~60
15~25	5~10	36~60
25~35	5~10	24~48
>35	5~10	24~36
5~15	>10	48~60
15~25	>10	36~60
25~35	>10	24~48
>35	>10	12~36

注：*注意降雨后刮风引起路面温度骤降，面板温差在表中规定范围内，应在不产生崩边的情况提早切缝。

6.6.2 切缝应采用硬切缝的方式，切缝深度不宜小于 1/4 板厚，最浅不宜小于 60mm，切缝宽度宜为 3~5mm，横向切缝间距可设置在 8~12 米。

6.6.3 在进行下一道工序前，在合适的时机进行清缝，清缝用2mm直径的细铁丝配合森林灭火器进行清缝，清缝后应立即灌缝。

6.6.4 在缝干净、干燥后采用A级70号或SBS改性热沥青进行灌缝。

6.7 防反射裂缝的措施布设

6.7.1 土工布防反射裂缝措施铺设工艺及控制要点

- 1 清扫处理路面。施工前将基层上尘土、松散颗粒及杂物等清扫干净。
- 2 测量划线。铺设的土工布以切缝为中心，两侧定好基准线，按布设的宽度用粉笔划线作为摊铺施工控制的边缘线，以防止偏位。
- 3 在切缝的两侧各1m宽处采用机械或人工均匀喷涂一层改性乳化沥青，在其上均匀平铺规定宽度的土工布，平铺的土工布应平顺无褶皱，且土工布的四角及两侧中间部位需用钢钉进行固定；
- 4 为增强土工布与基层的粘结效果，可使用6~8吨轻型压路机或人工辊压装置对已铺设的土工布进行轻压，使乳化沥青浸透至土工布中。
- 5 当土工布长度不够而需要将两条土工布拼接在一起时，两条土工布重叠搭接的长度应不低于0.2m。

6.7.2 聚酯玻纤布防反射裂缝措施铺设工艺及控制要点

- 1 清扫处理路面，同6.7.1。
- 2 测量划线，同6.7.1。
- 3 喷洒热沥青粘层油。在路面划线范围内用沥青洒布车洒布热沥青粘层油，喷洒粘层油的横向范围要比聚酯玻纤布宽5~10 cm。洒布热沥青粘层油时，施工温度应在5℃以上，热沥青最佳温度应保持在165~180℃；风速太大时，影响施工质量，应尽可能减少施工。洒布热沥青粘层油时要喷洒均匀，计量准确，其用量为0.8~1.0 kg/m²，并视沥青产品规格和路面情况而定，以达到良好的粘结效果确定用量。
- 4 聚酯玻纤布的铺设。铺设聚酯玻纤布时最好先给与一定预拉力，使面层承受预压力，从而可降低其在荷载下的拉应力。要求平整无皱折，并及时铺设（在喷洒沥青高温状态下）。铺设可采用人工或机械铺设，接口处应相互搭接15cm左右；有可能的情况下可以在聚酯玻纤布上洒布一层细的石屑，可对玻纤布形成保护层。

6.7.3 土工格栅防反射裂缝措施铺设工艺及控制要点

- 1 清扫处理路面，同6.7.1。
- 2 测量划线，同6.7.1。
- 3 喷洒粘层油。喷洒宽度应比玻纤土工格栅宽出2.5cm。
- 4 撒布完粘层沥青后，先用钢钉垫铁皮横向固定玻纤土工格栅的起始端，钢

钉间距50cm，然后纵向铺设、拉紧，并每隔5m再做横向固定。

5 固定时钢钉不能钉于玻纤上，也不能用锤子直接敲击玻纤。固定后如发现钢钉断裂或铁皮松动，需重新固定。玻纤土工格栅铺设固定完毕，用胶轮压路机碾压一遍，使格栅与原路之间通过粘层沥青粘结牢固。

6 注意事项：避免折叠弯折；搭接长度宽15cm，搭接部分喷洒 0.5kg/m^2 ；如遇雨天路面潮湿会影响涂层的粘结度，应晒干补油后方可使用；铺设时注意烧毛面向上；如果施工车辆的轮胎粘着布上的沥青，则可以使用小量中细砂洒于轮胎前，以免土工布卷起。

7 施工质量控制及标准

7.1 一般规定

7.1.1 施工质量的控制、管理与检查应贯穿整个施工过程，应对每个施工环节严格控制把关，对出现的问题，立即进行纠正直至停工整顿。

7.1.2 连续拌和式碾压混凝土基层的施工应建立健全质量检测、管理和保证体系。应按铺筑进度做出质检仪器和人员数量动态计划。施工中应按计划落实质检仪器和人员，对施工各阶段的各项质量指标应做到及时检查、控制和评定，以达到所规定的质量标准，确保施工质量及其稳定性。

7.1.3 施工全过程的质量动态检测、控制和管理内容应包括施工准备、铺筑试验路段和施工过程中的各项技术指标的检验，出现施工技术问题的报告、论证和解决等。

7.2 铺筑试验路段

7.2.1 连续拌和式碾压混凝土正式摊铺前，必须铺筑试验路段，试验路段长度宜大于 200m。

7.2.2 试验路段分为试拌及试铺两个阶段，通过试验路段应达到下述目的：

1 通过试拌检验拌和站的性能及确定合理搅拌工艺，检验新拌碾压混凝土的含水量、改进 VC 值等。

2 通过试铺检验主要机械的性能和生产能力，检验辅助施工机械组配合理性，检验摊铺、碾压工艺包括：松铺厚度、摊铺速度、碾压遍数、压实度。

3 使工程技术及工作人员熟悉并掌握各自的操作要领，按施工工艺要求检验

施工组织形式和人员编制，建立混凝土原材料、拌合物、路面铺筑全套技术性能检验手段，熟悉检验方法。

7.2.3 试验段铺筑中，施工人员应认真做好记录，试验段铺筑后，施工单位应提出试验路段总结报告，上报监理和业主批复，取得正式开工认可。

7.3 施工质量控制项目与质量标准

7.3.1 连续拌和式碾压混凝土施工过程中应检验拌和均匀性、改进VC值、含水量、水泥含量、矿料级配组成、压实度以及强度等，试验检测项目、频率和检验结果应满足表7.3.1的规定。

表7.3.1 施工质量控制检验项目、频率和质量标准

项 目	频 率	质量标准	试验方法			
拌和均匀性	随时观察	无灰条、灰团，无离析	目测			
机口改进VC值	每2000m ² 1次	20~30 s	T0524			
矿料级配	每2000m ² 1次	在规定范围内	T0302			
集料压碎值	据观察，异常时随时检测	不超过规定值	T0316			
水泥剂量	每2000m ² 1次，至少6个样品。 用滴定法试验，并与实际水泥用量校核。	比设计值多0.5%~1.0%	T0809			
含水量	每2000m ² 1次，至少2个样品。	比设计值多0%~1.0%	T0803			
压实度	每200m，每车道1处，灌砂法	>97%	T0921			
7d抗压强度(MPa)	每班留1~3组试件，日进度<500m取1组；≥500m取2组；≥1000m取3组。 7d抗压强度以碾压混凝土7天抗弯拉强度断块的抗压强度为准。	$f_{cue} \geq 0.9f_{cuk} + K_1 S$ $f_{min} \geq K_2 f_{cue}$ f_{cue} -统计平均抗压强度(MPa)； f_{cuk} -设计抗压强度(MPa)； f_{min} -统计最小抗压强度； S_n -抗压强度标准差(MPa)，小于0.06 f_{cuk} ，取0.06 f_{cuk} n -试件的组数。				T0562
		n	10-14	15-24	≥25	
		K ₁	1.70	1.65	1.60	
		K ₂	0.90	0.85	0.85	
		当试件小于 10 组时： $f_{cue} \geq 1.15f_{cuk}$ $f_{min} \geq 0.95f_{cue}$				

注：①碾压混凝土 7d 龄期钻取的芯样应完整、密实，不应出现蜂窝、麻面、松散的情况。
②压实度：指现场实测湿密度与理论湿密度的比值，以百分率表示。
③7d 抗压强度主要用于施工期间的质量控制。

7.3.2 施工过程中还应对碾压混凝土铺筑和碾压后的外观进行鉴定，并应满

足以下要求：（1）表面平整密实、无坑洼、无明显轮迹；（2）表面不得有软弹或松散脱皮现象；（3）施工接茬平整、稳定。

7.3.3 碾压混凝土基层应按表7.3.3的要求进行实测项目的检查和验收，并应满足规定要求。

表7.3.3 碾压混凝土验收标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检验方法和频率
1	弯拉强度（28天）		判定合格	JTG F80-2004附录C
2	压实度（%）	代表值	97	JTG F80-2004附录B 每200m每车道1处
		极限值	95	
3	厚度（mm）	代表值	-8	JTG F80-2004附录H 每200m每车道1点
		极限	-15	
4	平整度（mm）		8	3m直尺：每200m2处×10尺
5	纵断高程（mm）		5，-10	水准仪：每200m4个断面
6	宽度（mm）		不小于设计值	尺量：每200m 4处
7	横坡（%）		±0.3	水准仪：每200m4个断面
8	切缝深度（mm）		≥60或≥1/4h	尺量：每 200m 接缝 4 处
9	灌封饱满度（mm）		≤2	尺量：每 200m 接缝 4 处

7.3.4 当局部路段碾压混凝土基层标准小梁弯拉强度不足时，应每公里车道钻取 3 个以上芯样，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，标准小梁与钻芯均不满足要求者，应返工重铺强度不符合要求的路段。

7.3.5 碾压混凝土钻芯劈裂强度与标准小梁弯拉强度的换算一般应根据工程的统计公式确定换算关系，没有统计公式的可按照《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30-2014 中 13.2.7 节对二级及二级以下公路混凝土面板钻芯劈裂强度与标准小梁弯拉强度的换算关系进行换算。

附录 A 连续式拌合机计量系统标定方法

A.1 目的

为了保证混合料的拌合质量，在连续式拌合设备性能良好的前提下，必须定期对拌合设备的计量系统进行校验，确保配料误差在允许范围之内，校准项目包括集料、水泥剂量、掺和剂及外加剂等连续累积重量计量装置。

A.2 性能及技术要求

外观：组成材料配制计量装置应设隔振装置，在载荷传感器的受力方向无卡阻，仓口开度可调节及设定，计量装置上配料运行皮带无偏位、无破损及卡滞等。

组成材料配制的各计量装置示值相对误差（静态）和最大允许预设值误差（动态）分别见表 1 和表 2。

表 1 组成材料配制计量装置示值相对误差（静态）单位：%

组成材料配制计量装置	混凝土搅拌设备
水泥计量装置	0.5
集料计量装置	1
粉料计量装置	1
外加剂计量装置	1

表 2 组成材料配制计量装置最大允许预设值误差（动态）单位：%

组成材料配制计量装置	混凝土搅拌设备
水泥计量装置	1
集料计量装置	2
粉料计量装置	2
外加剂计量装置	2

A.3 校准器具控制

1、校准环境条件

气候环境为无雨，风速不大于 3.0m/s。

2、校准用设备

（1）标准砝码，20kg 或 25kg 砝码若干只（累积重量应满足计量装置的最大称量要求，最大累积一般不超过 1t，不足的部分可用相应重量的物料替代），标准砝码的准确度等级应不低于 M_2 级。

（2）称重仪或相应等级的衡器：测量范围不小于 1t，准确度优于 0.5%。

（3）校准用材料：水泥、集料、粉料、掺和剂及外加剂等实际配合的物料。

A.4 校准项目和校准方法

1、校准项目：外观检查，组成材料配制计量装置示值相对误差（静态），组成材料配制计量装置最大允许预设值误差（动态）。

2、外观检查：观察、检查各组成材料配制计量装置的隔振装置和皮带装置，及仓口开度设定装置等，计量装置的皮带无偏位、无破损及卡阻等故障。

3、组成材料配制计量装置的示值相对误差（静态）

（1）校验测量点的选定，在被检计量装置的量程范围选择不少于 5 个测量点，测量点应包括最大称量、最小称量值和其它常用或关键的称量区间，测量点应尽可能在量程范围内均匀分布。

（2）重量校验：采用标准砝码分别对各个计量装置进行校验，从零点开始逐级施加与测量点相应重量的砝码，砝码加载过程中应平稳、轻放，当累积重量达到测量点时应停止加载不少于 3 钟，待显示重量值稳定后才进行记录。砝码加载至最大测量点后再按逆顺序逐级卸下砝码至零点。砝码加载过程中分别记录各计量装置的测量点的重量显示值，以上过程重复测量三次。各测量点的示值相对误差按公式（1）计算。

$$\delta_{i\text{静}} = \frac{\bar{G}_i - M_i}{M_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中： $\delta_{i\text{静}}$ —第 i 测量点的示值相对误差（静态）；

$\bar{G}_i$ —组成材料配制计量装置的第 i 测量点的平均示值；

M_i —第 i 测量点标准砝码的质量。

所有误差应在本方法 A.2 章表 1 规定的示值相对误差（静态）之内。

4、组成材料配制计量装置的最大允许预设值误差（动态）

按连续式拌合设备正常运转的重量与转速进行参数设置，按配料正常的操作要求分别逐一启动各计量装置单元，使被检计量单元按配料模式运行，同时单位时间内的所有配料完整地收集（物料收集过程中应避免损失）后，用称重仪或相应等级的衡器来称取收集到物料的实际重量，以上装料重复操作 3 次。各个材料计量装置的最大允许预设值误差按公式（2）计算。

$$\delta_{j\text{动}} = \frac{G_j - \bar{G}'_j}{\bar{G}'_j} \times 100\% \quad (2)$$

式中： $\delta_{j\text{动}}$ —第 j 个计量装置的示值相对误差（动态）；

G_j —第j个计量装置的预设配料质量；

$\bar{G}'_j$ —第j个计量装置的实际配料质量的平均值。

所有误差应在本方法 A.2 表 2 规定的最大允许预设值误差（动态）之内，否则应在连续式拌合设备系统软件中重新输入修正值，并再次按本方法 4 章的动态试验操作进行重量验证，直至符合要求为止。

A.5 校验周期

连续式拌合设备计量系统正常生产情况下每 3 个月需校验一次。当出现以下情况时也需要进行重新校验：

- （1）停产 1 个月以上（含 1 个月）重新生产前；
- （2）组成材料种类改变或规格不同时；
- （3）生产大方量混凝土前；
- （4）发生异常情况时。