

辽宁省地方标准

**农村公路水泥混凝土路面
设计与施工技术规范**

DB21/T 1728-2009

主编单位：辽宁省交通厅公路管理局

技术审查单位：辽宁省交通厅

标准审批发布部门：辽宁省质量技术监督局

目 次

前 言	1
1 总 则	1
2 术语、符号	1
2.1 术语	1
2.2 符号	2
3 原材料技术要求	3
3.1 水泥	3
3.2 粗集料	4
3.3 细集料	4
3.4 水	5
3.5 钢筋	5
3.6 接缝材料	5
3.7 养生剂	6
4 结构组合设计	6
4.1 基本要求	6
4.2 路基	7
4.3 基层	7
4.4 面层	7
5 水泥混凝土配合比设计	9
5.1 水泥混凝土配合比设计	9
5.2 配合比确定与调整	13
5.3 抛石混凝土配合比设计	14
6 水泥混凝土面板施工准备	14
6.1 施工机械准备	14
6.2 施工组织	14
6.3 搅拌场设置	15
6.4 施工前材料与设备检查	15
6.5 路基、基层的检测与修整	16
7 混凝土拌合物搅拌与运输	16
7.1 搅拌设备	16
7.2 拌和技术要求	16
7.3 运输要求	17
8 混凝土面层铺筑	18
8.1 模板及其架设与拆除	18
8.2 三辊轴机组铺筑	20
8.3 小型机具铺筑	21
8.4 抛石混凝土施工	24
8.5 外掺剂及真空脱水	24
9 面层接缝、抗滑与养生	25
9.1 接缝施工	25
9.2 抗滑构造施工	27

9.3 混凝土路面养生	28
10 特殊气候条件下的施工	28
10.1 一般规定	28
10.2 雨季施工	29
10.3 风天施工	29
10.4 高温和低温季节施工	29
11 施工质量检查与验收	30
11.1 一般规定	30
11.2 铺筑试验路段	31
11.3 施工质量管理与检查	31
11.4 交工质量检查验收	33
12 安全生产及施工环保	34
12.1 一般规定	34
12.2 安全生产	34
12.3 施工环境保护	35
附录	36
辽宁省地方标准	36
农村公路水泥混凝土路面设计与施工技术规范条文说明	36
1 总 则	36
2 术 语	36
3 原材料技术要求	36
3.1 水泥	36
3.2 粗集料	37
4 结构组合设计	37
4.1 基本要求	37
4.2 路基	38
4.4 面层	38
5 水泥混凝土配合比设计	39
5.1 水泥混凝土配合比设计	39
6 水泥混凝土面板施工准备	39
6.4 施工前材料与设备检查	39
7 混凝土拌合物搅拌与运输	39
7.1 搅拌设备	39
8 混凝土面层铺筑	39
8.2 三辊轴机组铺筑	39
8.4 抛石混凝土施工	39
8.5 外掺剂及真空脱水	39
9 面层接缝、抗滑与养生	40
11 施工质量检查与验收	40
11.3 施工质量管理与检查	40
11.4 交工质量检查验收	40

前　　言

2003 年以来，我省开始大规模修建农村公路，改善了农村的交通运输条件，方便了农民的生产和生活，促进了广大农村地区经济的发展。近年来，在广泛采用沥青路面的同时，部分地区开始尝试修建水泥混凝土路面，并取得明显效果。为进一步推广水泥混凝土路面在我省农村公路建设中的应用，切实加强技术指导，由辽宁省交通厅委托辽宁省交通厅公路管理局，组织编写本规范。

在编制过程中，广泛调研了农村公路水泥混凝土路面设计、施工的总体情况，总结了我省近年来的生产实践经验。针对农村公路点多面广、工程规模小、位置偏远、交通量小、重载车少，主要解决农民出行的特点，在部颁《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTGD40-2002）和《公路水泥混凝土路面施工技术规范》（JTGF30-2003）的基础上，编制了我省《农村公路水泥混凝土路面设计与施工技术规范》。

本规范共分 12 章，分别是总则、术语、原材料技术要求、结构组合设计、水泥混凝土配合比设计、水泥混凝土面板施工准备、混凝土拌合物搅拌与运输、混凝土面层铺筑、面层接缝、抗滑与养生、特殊气候条件下的施工、施工质量检查与验收、安全生产及施工环保等。本规范的制定为我省农村公路水泥混凝土路面建设提供技术依据。

本规范技术指标为推荐性指标。

本规范由辽宁省交通厅公路管理局主编，规范的管理权和解释权归辽宁省交通厅，日常的具体解释和管理工作由辽宁省交通厅公路管理局负责。

主编单位：辽宁省交通厅公路管理局

参编单位：铁岭市公路管理处

技术审查单位：辽宁省交通厅

标准审批发布部门：辽宁省质量技术监督局

主要起草人：王振宇、史强、谢永才、王子峰、王磊、赵洋、黄毅、马凌、杨旭、郝丕琳、李明、霍晓峰

农村公路水泥混凝土路面设计与施工技术规范

1 总 则

1.0.1 为适应我省农村公路建设推广应用水泥混凝土路面的需要,提高水泥混凝土路面的设计质量和施工技术水平,保证工程安全可靠、经济合理,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于我省采用水泥混凝土路面新建、改建及大修的乡、村级农村公路(以下简称农村公路)。

1.0.3 农村公路水泥混凝土路面设计方案,应根据使用任务、性质,结合当地气候、水文、土质、材料、施工技术、实践经验以及环境保护要求等,通过技术经济分析确定。

1.0.4 农村公路水泥混凝土路面的施工应根据合同及设计文件、施工现场所处的气候、水文、地形等环境条件,选择满足质量指标要求,性能稳定的地产材料,合理确定配合比、机具设备和施工工艺,编制经济性好、操作性强的施工组织设计,建立完备的施工质量保障体系。

1.0.5 农村公路水泥混凝土路面设计施工应积极采用新材料、新工艺、新设备和新技术,不断提高路面工程质量和社会技术水平。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 水泥混凝土路面

以水泥混凝土做面层的路面,亦称刚性路面。

2.1.2 抛石混凝土路面

在面板中央水泥混凝土中,另放入不参与拌和的大粒径碎石或砾石形成的轻交通普通混凝土路面。

2.1.3 砂砾(或砾石)混凝土路面

用符合混凝土级配要求的天然砂砾(或砾石),或天然砂砾掺配碎石、破碎砾石后符合混凝土级配要求的混合料制作的轻交通普通混凝土路面。

2.1.4 三辊轴机组铺筑

采用振捣机、三辊轴整平机等机组铺筑混凝土路面的施工工艺。

2.1.5 小型机具铺筑

采用固定模板，人工布料，手持振捣棒、振动板或振捣梁振实，棍杠、修整尺、抹刀整平的混凝土路面施工工艺。

2.1.6 工作性

混凝土拌合物在浇注、振捣、成型、抹平等过程中的可操作性。它是拌合物流动性、可塑性、稳定性和易密性的综合体现。

2.1.7 振捣棒的有效作用半径

插入式振捣棒在混凝土拌合物中能振实该拌合物的作用距离。

2.1.8 构造深度

使用拉毛、塑性刻槽或硬性刻槽等工艺制作的沟槽或纹理的平均深度。

2.1.9 基准水泥混凝土

不掺掺合料或外加剂的水泥混凝土。在对比掺合料的使用效果时，为不掺掺合料但掺有外加剂的混凝土；在比较外加剂的使用效果时，为无掺合料和外加剂、用基准水泥配制的混凝土。

2.1.10 填充体积率

混凝土中粗集料的体积占有率。用 $1m^3$ 混凝土中粗集料用量除以其视密度计算。

2.1.11 养生剂

一种喷洒和涂刷于混凝土表面，具备足够的保水养生功能，但不影响混凝土性能的悬浮物乳液。

2.2 符号

f_c ——配制 28d 弯拉强度的均值

f_r ——设计弯拉强度标准值

s ——弯拉强度试验样本的标准差

t ——保证率系数

c_v ——弯拉强度变异系数

f_s ——水泥实测 28d 抗折强度

W_o ——不掺加外掺剂与掺合料混凝土的单位用水量

S_L ——坍落度

S_P ——砂率

$\frac{C}{W}$ ——灰水比，水灰比之倒数

C_0 ——单位水泥用量

S_0 和 G_0 ——每立方米混凝土粗集料和细集料的用量

ρ_{cp} ——每立方米混凝土拌合物的湿表观密度

f_{cs} ——混凝土合格判定平均弯拉强度

f_{sp} ——混凝土直径 150mm 圆柱体的劈裂强度

3 原材料技术要求

3.1 水泥

3.1.1 农村公路水泥混凝土路面可采用强度等级 32.5 级、42.5 级的普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。有条件的地区宜采用旋窑道路水泥，低温天气施工或有快通要求的路段可采用 R 型水泥。

3.1.2 水泥 3d 龄期抗压强度不小于 11MPa，抗折强度不小于 3.5 MPa；28d 龄期抗压强度不小于 32.5MPa，抗折强度不小于 6.5 MPa。

3.1.3 水泥进场时每批量应附有化学成分、物理、力学指标合格的检验证明。水泥的物理性能等路用品质要求应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 农村公路水泥混凝土路面用水泥的物理指标

水泥性能	技术要求
出磨时安定性	蒸煮法检验必须合格
标准稠度需水量	不宜>30%
烧失量	不得>5.0%
比表面积	宜在 300~450m ² /kg
细度 (80μm)	筛余量不得>10%
初凝时间	不早于 1.5h
终凝时间	不迟于 10h

3.1.4 选用水泥时，除满足表 3.1.3 的各项规定外，还应通过混凝土配合比试验，根据其配制弯拉强度、耐久性和工作性，优选适宜强度等级的地产水泥品种。

3.2 粗集料

3.2.1 粗集料是指粒径大于 4.75mm 的碎石、碎砾石和砾石，应坚硬、耐久、洁净，并符合表 3.2.1 的规定。有抗（盐）冻要求时，集料吸水率不应大于 2%。

表 3.2.1 碎石、碎砾石和砾石技术指标

项 目	技 术 要 求
碎石压碎指标 (%)	<15
砾石压碎指标 (%)	<14
坚固性 (按质量损失计%)	<8
针片状颗粒含量 (按质量计%)	<15
含泥量 (按质量计%)	<1.0
泥块含量 (按质量计%)	<0.2
岩石抗压强度	火成岩不应小于 100 MPa；变质岩不应小于 80 MPa；水成岩不应小于 60 MPa
表观密度	>2500 kg/m ³
松散堆积密度	>1350 kg/m ³
空隙率	<47%

3.2.2 砂砾、破碎砂砾及碎石等粗集料最大公称粒径不宜大于 31.5mm。粗集料的颗粒级配宜采用连续级配，并满足表 3.2.2 要求。不符合级配要求的砂砾应掺加破碎砂砾或碎石。

表 3.2.2 粗集料级配范围

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
		累积筛余 (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	0	
	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			85~100	40~60	0~15	0		
	16~26.5			95~100	55~70	25~40	0~10	0	
	16~31.5				85~100	55~70	25~40	0~10	0

3.3 细集料

3.3.1 细集料是指粒径小于 4.75mm 的天然砂，应坚硬、耐久、洁净，并符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 细集料技术指标

项 目	技 术 要 求
坚固性(按质量损失计%)	<8
天然砂含泥量(按质量计%)	<2.0
天然砂泥块含量(按质量计%)	<1.0
表观密度	>2500 kg/m ³
松散堆积密度	>1350 kg/m ³
空隙率	<47%

3.3.2 细集料的级配要求应符合表 3.3.2 的规定, 天然砂宜为中砂, 也可使用细度模数在 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 3.3.2 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

3.4 水

3.4.1 水必须洁净, 不得含有油污、泥和其他有害杂质。饮用水可直接作为混凝土搅拌和养护用水。对水质有疑问时, 应检验硫酸盐含量、含盐量、PH 值等指标, 合格者方可使用。

3.5 钢筋

3.5.1 农村公路水泥混凝土路面所用钢筋应符合国家有关标准的技术要求。

3.5.2 钢筋应顺直, 不得有裂纹、断伤、刻痕、表面油污和锈蚀。

3.6 接缝材料

3.6.1 农村公路应选用能适应混凝土面板膨胀和收缩、施工时不变形、弹性复原率高、耐久性好的胀缝板。其技术要求应符合表 3.6.1 的规定。

表 3.6.1 胀缝板的技术要求

试验项目	胀缝板种类	
	木材类	纤维类
压缩应力 (MPa)	5.0~20.0	2.0~10.0

弹性复原率 (%)	≥ 55	≥ 65
挤出量 (mm)	< 5.5	< 3.0
弯曲荷载 (N)	100~400	5~40

注：各类胀缝板吸水后的压缩应力不应小于不吸水的 90%，木板应去除结疤，沥青浸泡后木板厚度应为 (20~25) ± 1 mm。

3.7 养生剂

3.7.1 用于混凝土路面养护的养生剂性能应符合表 3.7.1 的规定。

表 3.7.1 混凝土路面施工用养生剂的技术指标

检验项目	一级品	合格品
有效保水率 ^① ，不小于 (%)	90	75
抗压强度比 ^② ，不小于 (%)	7d	95
	28d	95
磨损量 ^③ ，不大于 (kg/m ²)	3.0	3.5
含固量，不小于 (%)	20	
干燥时间，不短于 (h)	4	
成膜后浸水溶解性 ^④	应注明不溶或可溶	
成膜耐热性	合格	

注：①有效保水率试验条件：温度 38°C ± 2 °C；相对湿度 32% ± 3 %；风速 0.5 ± 0.2 m/s；失水时间 72h；

②抗压强度比也可为弯拉强度比，指标要求相同，可根据工程需要和用户要求选侧；

③在对有耐磨性要求的表面上使用养生剂时为必检项目；

④露天养生的永久性表面，必须为不溶；在要求继续浇注的混凝土结构上使用，应使用可溶，该指标由供需双方协商。

4 结构组合设计

4.1 基本要求

4.1.1 农村公路水泥混凝土路面结构设计以 100KN 的单轴-双轮组荷载作为标准荷载。设计年限不低于 10 年。

4.1.2 水泥混凝土面板的强度以 28d 龄期的弯拉强度控制。对于有标准轴载以上（含标准轴载）车辆通行的路线，其弯拉强度标准值为不小于 4 MPa，确保其使用的安全性和可靠性；对于偏远地区或单一通村，交通量小，以兽力车、农用车、农用机械、小客车为主，没有标准轴载以上车辆通行的路线，其弯拉强度标准值为不小于 3 MPa。

4.1.3 水泥路面结构由水泥混凝土面板和基层组成，在最小防冻厚度不满足要求、水文地质条件不良及可能产生不均匀沉降的路段，应增设垫层。

4.2 路基

- 4.2.1 路基应稳定、密实、均质，对路面结构提供均匀的支承。
- 4.2.2 路基应以现有老路为主，充分利用老路强度，病害需处治到位。改线及新建路基应采用适宜的材料分层填筑，路基顶面平整密实，边坡稳定，纵向排水顺畅，确保路基稳定。
- 4.2.3 路基应处在干燥或中湿状态。过湿状态或强度、稳定性不符合要求的潮湿状态的路基，必须经过处理。
- 4.2.4 路基顶面的当量回弹模量应不低于 40MPa 或弯沉值不大于 274 (1/100mm)，否则必须采取措施进行处理。

4.2.5 对桥头、软基、高填方、填挖方交界等处的不稳定路基路段，应采取切实有效措施保证路基稳定，并进行连续沉降观测，必要时宜于次年修筑路面。

4.3 基层

- 4.3.1 基层应具有足够的抗冲刷能力和一定的刚度，表面平整。
- 4.3.2 基层材料应优选地产材料，最大公称粒径宜为 31.5mm。可采用水泥稳定砂砾（或碎石）、石灰稳定粒料、级配砂砾或钢渣、镁渣等工业矿渣。
- 4.3.3 基层材料回弹模量经验参考值范围参见表 4.3.3。

表 4.3.3 基层材料回弹模量经验参考值范围

材料类型	回弹模量 (MPa)	材料类型	回弹模量 (MPa)
天然砂砾	150~200	水泥稳定粒料	1100~1300
未筛分碎石	180~220	石灰稳定粒料	1100~1300
级配碎砾石	250~350	钢渣、镁渣	300~500

4.3.4 采用水泥稳定粒料、石灰稳定粒料等半刚性基层最小厚度为 15cm，采用级配粒料基层或钢渣、镁渣等工业矿渣基层最小厚度为 20cm。

4.3.5 基层宽度应比混凝土面层每侧至少宽 30cm。

4.4 面层

- 4.4.1 路面面层应具有足够的强度、耐久性，表面抗滑、耐磨、平整。
- 4.4.2 面层按材料组成不同分为 3 种类型，即碎石混凝土、砂砾（掺配碎石或破碎砾石）混凝土、抛石混凝土。有条件地区应优先选用碎石混凝土。砂砾混凝土、抛石混凝土只适用于无标准轴载以上车辆通行的乡、村级农村公路。水泥混凝土弯拉弹性模量经验参考值参见表 4.4.2。

表 4.4.2 水泥混凝土弯拉弹性模量经验参考值

弯拉强度 (MPa)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
抗压强度 (MPa)	19.3	24.2	29.7	35.8	41.8
弯拉弹性模量 (GPa)	23	25	27	29	31

4.4.3 混凝土面板一般采用矩形，其纵缝和横缝应垂直相交，纵缝两侧的横缝不得相互错位。

4.4.4 混凝土面板厚度应根据当地交通组成确定，最小厚度应不小于 18cm；路面宽度可为 3.5m、5m、6m、7m 等。3.5m 宽路面其路基宽度不应小于 5m，并根据路线地形条件和会车视距的需要设置错车道，也可采用砂砾硬化路肩方式替代。

4.4.5 面层应设置双向或单向横坡，路面宽度为 3.5m 或 5m 时，宜设置单向横坡，坡度为 0.5%~1.5%；路面宽度大于 5m 时，宜设置双向横坡，坡度为 1.0%~2.0%。

4.4.6 混凝土路面宽度 6m 以上应在板中设置纵向施工缝，构造可采用平缝型式，上部锯切槽口，深度为 30~40mm，宽度为 3~8mm，槽内灌塞填缝料，构造如图 4.4.6 所示。

拉杆应采用螺纹钢筋，设在板厚中央，并应对拉杆中部 100mm 范围内进行防锈处理。拉杆的直径、长度和间距，可参照表 4.4.6 选用。施工布设时，拉杆间距应按横向接缝的实际位置予以调整，最外侧的拉杆距横向接缝的距离不得小于 100mm。

表 4.4.6 拉杆直径、长度和间距 (mm)

到自由边的距离 (m)	拉杆直径、长度和间距 (mm)
3.00	14×700×900
3.50	14×700×800

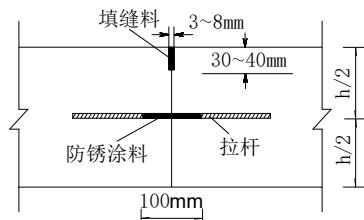


图 4.4.6 纵向施工缝构造

4.4.7 横缝一般为横向缩缝、胀缝和横向施工缝。

1 横向缩缝宜等间距布置，一般为4~6m，面板的长宽比不宜超过1.30，采用不设传力杆假缝形式，缝深度为板厚的 $1/4\sim1/5$ ，宽度为3~8mm，缝内填塞填缝料。

2 在邻近桥梁或其它固定构造物处、与其它道路相接处、小半径平曲线和凹形竖曲线纵坡变换处应设置胀缝。胀缝宽20mm，缝内设置填缝板，可选用木材类或纤维类板。

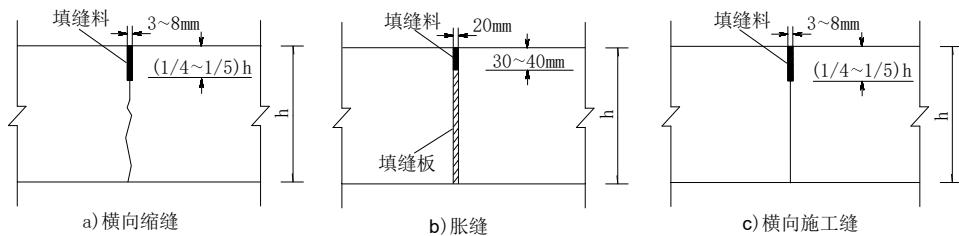


图 4.4.7 横缝构造

3 每日施工结束或因临时原因中断施工超过30min时，必须设置横向施工缝。一般采用不设传力杆平缝形式，其位置应尽可能选在缩缝或胀缝处。

4.4.8 接缝填缝料应选用与混凝土接缝槽壁粘结力强、回弹性好、适应混凝土板收缩、不溶于水、不渗水、高温时不流淌、低温时不脆裂、耐老化的材料。可采用乳化沥青、热沥青，有条件的地区可采用沥青橡胶类及橡胶嵌缝条等。

4.4.9 路面表面构造可采用刻槽、压槽、拉槽或拉毛等方法制作，在使用初期构造深度一般为0.5~1.0mm。

4.4.10 一般胀缝、施工缝和自由边面层角隅及锐角面层角隅，可不配置角隅钢筋。

4.4.11 路肩一般采用土路肩，宽度不小于0.5m，有条件的可在村镇路段采用砂砾进行硬化处理。

5 水泥混凝土配合比设计

5.1 水泥混凝土配合比设计

5.1.1 农村公路水泥混凝土路面采用三辊轴机组及小型机具施工时，混凝土配合比设计在兼顾经济性的同时应满足下列三项技术要求：

1 弯拉强度

应按式（5.1.1）计算配制28d弯拉强度的均值。

$$f_c = \frac{f_r}{1 - 1.04c_v} + ts \quad (5.1.1)$$

式中：

f_c ——配制 28d 弯拉强度的均值 (MPa);

f_r ——设计弯拉强度标准值 (MPa);

s ——弯拉强度试验样本的标准差 (MPa);

t ——保证率系数，应按表 5.1.1-1 确定；

表 5.1.1-1 保证率系数 t

判别概率 p	样本数 n (组)				
	3	6	9	15	20
0.20	0.56	0.37	0.29	0.22	0.19

c_v ——弯拉强度变异系数， $0.1 < c_v < 0.2$ ；如果施工配制弯拉强度超出设计给定的弯拉强度变异系数上限，则必须改进机械装备和提高施工控制水平。

2 工作性

路面混凝土坍落度及最大单位用水量，应满足表 5.1.1-2 的规定。

表 5.1.1-2 不同路面施工方式混凝土坍落度及最大单位用水量

摊铺方式	三辊轴机组摊铺		小型机具摊铺	
	出机坍落度 (mm)	10~30	10~40	0~20
摊铺坍落度 (mm)		10~30		0~20
最大单位用水量 (kg/m ³)	碎石 153	砾石 148	碎石 150	砾石 145

注：表中的最大单位用水量系采用中砂、粗细集料为风干状态的取值；使用碎砾石时，最大单位用水量可取碎石与砾石中值；坍落度和最大单位用水量应根据实际情况进行调整。

3 耐久性

(1) 路面混凝土满足耐久性要求的最大水灰(胶)比和最小单位水泥用量应符合表 5.1.1-3 的规定。

表 5.1.1-3 混凝土满足耐久性要求的最大水灰(胶)比和最小单位水泥用量

项 目	技术指标	
最大水灰(胶)比	0.48	
抗冰冻要求最大水灰(胶)比	0.46	
抗盐冻要求最大水灰(胶)比	0.44	
最小单位水泥用量 (kg/m ³)	42.5 级	290
	32.5 级	305

抗冰（盐）冻时最小单位水泥用量 (kg/m ³)	42.5 级	315
	32.5 级	325

注：（1）水灰（胶）比计算以砂石料的自然风干状态计（砂含水量≤1.0%；粗集料含水量≤0.5%）；

（2）处在除冰盐、海风、酸雨或硫酸盐等腐蚀性环境中、或在大纵坡等加速车道上的混凝土，最大水灰（胶）比可比表中数值降低0.01~0.02。

（2）在海风、酸雨、除冰盐或硫酸盐等腐蚀环境影响范围内的混凝土路面，应使用矿渣水泥或普通水泥。

5.1.2 外加剂的使用应符合下列要求：

1 高温施工时，混凝土拌合物的初凝时间不得小于3h，否则应采取缓凝或保塑措施；低温施工时，终凝时间不得大于10h，否则应采取必要的促凝或早强措施。

2 外加剂的掺量应由混凝土试配试验确定。

5.1.3 配合比参数的计算应符合下列要求：

1 水灰（胶）比的计算和确定

（1）根据粗集料的类型、水灰比可分别按下列统计公式计算：

碎石或碎砾石混凝土：

$$\frac{W}{C} = \frac{1.5684}{f_c + 1.0097 - 0.3595 f_s} \quad (5.1.3-1)$$

砾石混凝土：

$$\frac{W}{C} = \frac{1.2618}{f_c + 1.5492 - 0.4709 f_s} \quad (5.1.3-2)$$

式中：

$\frac{W}{C}$ ——水灰比；

f_s ——水泥实测28d抗折强度(MPa)。

（2）应在满足弯拉强度计算值和耐久性（表5.1.1-4）两者要求的水灰（胶）比中取小值。

2 砂率应根据砂的细度模数和粗集料种类，查表5.1.3取值。在软作抗滑槽时，砂率在表5.1.3基础上可增大1%~2%。

表 5.1.3 砂的细度模数与最优砂率关系

砂细度模数		2.2~2.5	2.5~2.8	2.8~3.1	3.1~3.4	3.4~3.7
砂率 Sp (%)	碎石	30~34	32~36	34~38	36~40	38~42
	砾石	28~32	30~34	32~36	34~38	36~40

注：碎砾石可在碎石与砾石混凝土之间内取插值。

3 根据粗集料种类和表 5.1.1-2 中适宜的坍落度，分别按下列经验式计算单位用水量（砂石料以自然风干状态计）：

$$\text{碎石: } W_0 = 104.97 + 0.309S_L + 11.27 \frac{C}{W} + 0.61S_P \quad (5.1.3-3)$$

$$\text{砾石: } W_0 = 86.89 + 0.370S_L + 11.24 \frac{C}{W} + 1.00S_P \quad (5.1.3-4)$$

式中：

W_0 ——不掺加外掺剂与掺合料混凝土的单位用水量 (kg/m^3)；

S_L ——坍落度 (mm)；

S_P ——砂率 (%)；

$\frac{C}{W}$ ——灰水比，水灰比之倒数。

4 单位水泥用量应由式 (5.1.3-5) 计算，并取计算值与表 5.1.1-3 规定值两者中的大值。

$$C_0 = \left(\frac{C}{W} \right) W_0 \quad (5.1.3-5)$$

式中：

C_0 ——单位水泥用量 (kg/m^3)。

5 砂石料用量按密度法计算，混凝土单位质量可取 $2400\sim2450 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。经计算得到的配合比，应验算单位粗集料填充体积率，且不宜小于 70%。该法假定混凝土拌合物的表观密度为一固定值，混凝土拌合物各组成材料的单位用量之和即为表观密度。在砂率已知的条件下，粗、细集料的单位用量可由式 (5.1.3-6) 求得：

$$\left. \begin{aligned} C_0 + W_0 + S_0 + G_0 &= \rho_{cp} \\ \frac{S_0}{S_0 + G_0} \times 100 &= S_p \end{aligned} \right\} \quad (5.1.3-6)$$

由式 (5.1.3-6) 得

$$\left. \begin{array}{l} S_0 = (\rho_{cp} - C_0 - W_0) \cdot S_p \\ G_0 = \rho_{cp} - C_0 - W_0 - S_0 \end{array} \right\} \quad (5.1.3-7)$$

式中：

S_0 和 G_0 ——每立方米混凝土粗集料和细集料的用量 (kg);

ρ_{cp} ——每立方米混凝土拌合物的湿表观密度 (kg/m^3)。

其余符号意义同前。

5.1.4 采用砂砾拌制混凝土，如砂砾级配不符合要求，应掺配破碎砂砾或碎石，保证其级配连续和必要的砂率。

5.2 配合比确定与调整

5.2.1 由上述各经验公式推算得出的普通混凝土配合比，应在试验室内按下述步骤和《公路工程水泥混凝土试验规程》(JTJ053) 规定方法进行试配检验和调整：

1 首先检验各种混凝土拌合物是否满足不同摊铺方式的最佳工作性要求。

检验项目包括坍落度及其损失。在工作性不满足相应摊铺方式要求时，可在保持水灰(胶)比不变的前提下调整单位用水量或砂率，不得减小满足计算弯拉强度及耐久性要求的单位水泥用量。

2 对于采用密度法计算的配合比，应实测拌合物视密度，并应按视密度调整配合比，调整时水灰比不得增大，单位水泥用量不得减小，调整后的拌合物视密度允许偏差为 $\pm 2.0\%$ 。

3 以初选水灰(胶)比为中心，按 0.02 增减幅度规定 2~4 个水灰(胶)比，制作试件，检验各种混凝土 7d 和 28d 配制弯拉强度、抗压强度、耐久性等指标。也可保持计算水灰(胶)比不变，以初选单位水泥用量为中心，按 $15\sim 20 \text{ kg}/\text{m}^3$ 增减幅度选定 2~4 个单位水泥用量。

4 施工单位通过上述各项指标检验提出的配合比，在经监理或建设单位中心试验室验证合格后，方可确定为试验室基准配合比。

5.2.2 试验室的基准配合比应通过搅拌机实际拌和检验和不小于 200m 试验路段的验证，并应根据料场砂石料含水量、拌合物实测视密度、坍落度及其损失，调整单位用水量或砂率。调整时，水灰(胶)比、单位水泥用量不得减小。考虑施工中原材料含泥量、泥块含量、含水量变化和施工变异性等因素，单位水泥用量应适当增加 5~10 kg。满足试拌试铺的工作性、28d (至少 7d) 配制弯拉强度、

抗压强度和耐久性等要求的配合比,经监理或建设单位批准后方可确定为施工配合比。

5.2.3 施工期间配合比的微调与控制应符合下列要求:

1 根据施工季节、气温和运距等的变化,可微调配合比设计,保持摊铺现场的坍落度始终适宜于铺筑,且波动最小。

2 降雨后,应根据每天不同时间的气温及砂石料实际含水量变化,微调加水量,同时微调砂石料称量,其他配合比参数不得变更,维持施工配合比基本不变。雨天或砂石料变化时应加强控制,保持现场拌合物工作性始终适宜摊铺和稳定。

5.3 抛石混凝土配合比设计

进行抛石混凝土配合比设计,除原则上执行 5.1、5.2 中的有关规定外,还应符合以下要求:

1 基准混凝土应采用碎石进行配合比设计,基准混凝土弯拉强度标准值应比抛石混凝土弯拉强度标准值提高 10~15%,且不应小于 4MPa。

2 抛石坚固性小于 12;抗压强度应达到 60MPa 以上,其中火成岩应不小于 100MPa,变质岩应不小于 80MPa,水成岩应不小于 60MPa。

3 抛石最大粒径与最小粒径之比为 1.5:1,最大边尺寸不宜大于 10cm,形状系数不宜超过 1.5(最大长度/最小长度)。

4 推荐水灰比为 0.48~0.52,单位水泥用量为 330~360kg,砂率比普通水泥混凝土路面略高,为 35%~38%。

6 水泥混凝土面板施工准备

6.1 施工机械准备

农村公路水泥混凝土路面施工机械可采用三辊轴机组或小型机具,以及强制搅拌机等。

6.2 施工组织

6.2.1 开工前,建设单位应组织设计、施工、监理单位进行技术交底。

6.2.2 施工单位应根据设计图纸、合同文件、机械设备、施工条件等确定混凝土路面施工工艺流程、施工方案,进行详细的施工组织设计。

6.2.3 开工前，施工单位应对施工、试验、机械、管理等岗位的技术人员和各工种技术工人进行培训。未经培训的人员不得单独上岗操作。

6.2.4 施工单位应根据设计文件，测量校核平面和高程控制桩，复测和恢复路面中心、边缘全部基本标桩，测量精确度应满足相应规范的规定。

6.2.5 施工单位应建立相应资质的现场简易试验室，能够对原材料、配合比和路面质量进行检测和控制，提供符合工程验收要求的自检结果。

6.3 搅拌场设置

6.3.1 搅拌场宜设置在摊铺路段的中间或适当位置，保证混凝土运输到现场满足工作性要求。内部布置应满足原材料储运、混凝土运输、供水、供电等使用要求，并尽量紧凑，减少占地。

6.3.2 搅拌场应保障搅拌、清洗、养生用水的供应，并保证水质；提供充足的电力、运输车辆及发电机等动力设备的燃料供应。

6.3.3 水泥应设置在地势较高处，覆盖或设置顶篷防雨，严禁受潮或浸水。

6.3.4 砂石料场应建在排水通畅的位置，其底部应作硬化处理。不同规格的砂石料之间应有隔离设施，并设标识牌，严禁混杂。

6.4 施工前材料与设备检查

6.4.1 开工前，工地试验室应对原材料进行质量检验和混凝土配合比优选，监理应对原材料抽检和配合比试验验证，报请业主正式审批。

6.4.2 应根据路面施工进度安排，保证及时地供给符合技术指标规定的各种原材料，不合格原材料不得进场。

6.4.3 应将相同料源、规格、品种的原材料作为一批，分批量检验和储存。原材料的检验项目和批量应符合表 6.4.3 的规定。

表 6.4.3 混凝土原材料的检测项目和频率

材料	检查项目	检查频率
水泥	抗折强度、抗压强度，安定性	机铺 1500t、小型机具 500t 一批
	凝结时间，标稠需水量，细度	机铺 3000t、小型机具 500t 一批
	温度、水化热	冬、夏季施工随时检测
粗集料	针片状、超径颗粒含量，级配，表观密度，堆积密度，空隙率	机铺 5000m ³ 、小型机具 1500m ³ 一批
	含泥量、泥块含量	机铺 2000m ³ 、小型机具 1000m ³ 一批

		批
	坚固性、岩石抗压强度、压碎指标	进厂前测
	含水量	降雨或湿度变化随时测
砂	细度模数, 表观密度, 堆积密度, 空隙率, 级配	机铺 4000m ³ 、小型机具 1500m ³ 一批
	含泥量、泥块、石粉含量	机铺 2000m ³ 、小型机具 500m ³ 一批
	坚固性	进厂前测
	含水量	降雨或湿度变化随时测
养生剂	有效保水率、抗压强度比、耐磨性、耐热性、膜水溶性	开工前或有变化时测
	含固量、成膜时间	试验路段测, 施工每 5t 测 1 次
水	PH 值、含盐量、硫酸根及杂质含量	水源有疑问时

注：开工前，所有原材料项目均应检验；当原材料规格、品种、生产厂、来源变化时，必检。

6.4.4 施工前必须对机械设备、测量仪器、基准线或模板、机具工具及各种试验仪器等进行全面地检查、调试、校核、标定、维修和保养。

6.5 路基、基层的检测与修整

6.5.1 路基应稳定、密实、均质，对路面结构提供均匀的支承。对桥头、软基、加宽部位、高填方、填挖方交界等处的路基段，应采取有效的措施保证路基的稳定性。

6.5.2 面板施工前，应对基层进行全面检查，基层纵、横坡要与面层一致，对存在的病害应采取有效措施进行彻底修复。

6.5.3 在有可能被水淹没浸泡路面的路段，可采用较厚的坚韧塑料薄膜或密闭土工膜覆盖基层防水。

7 混凝土拌合物搅拌与运输

7.1 搅拌设备

7.1.1 必须配备强制式搅拌楼（站）生产，应优先选配间歇式搅拌楼，也可使用连续式搅拌楼；不得使用体积计量、自落滚筒式搅拌机，严禁使用人工控制加水量。搅拌楼数量和型号应满足连续施工的要求，一般可配备 2~3 台搅拌楼，搅拌楼的规格和品牌尽可能统一。

7.2 拌和技术要求

7.2.1 每台搅拌楼在投入生产前，必须进行标定和试拌。在标定有效期满或搅拌

楼搬迁安装后，均应重新标定。施工中应每 15d 校验一次搅拌楼计量精确度。

7.2.2 应根据拌合物的粘聚性、均质性及强度稳定性试拌确定最佳拌和时间。一般情况下，单立轴式搅拌机总拌和时间为 80~120s，全部原材料到齐后的最短纯拌和时间不宜短于 40s；行星立轴和双卧轴式搅拌机总拌和时间为 60~90s，最短纯拌和时间不宜短于 35s；连续双卧轴搅拌楼的最短拌和时间不宜短于 40s。最长总拌和时间不应超过高限值的 2 倍。

7.2.3 拌合物质量检验与控制应符合下列要求：

1 搅拌过程中，拌合物质量检验与控制应符合表 7.2.3 的规定。低温或高温天气施工时，拌合物出料温度宜控制在 10°C~35°C。并应测定原材料温度、拌合物的温度、坍落度损失率和凝结时间等。

表 7.2.3 混凝土拌合物的质量检测项目和频率

检查项目	检查频度
水灰比及稳定性	每 5000m ³ 抽检 1 次，有变化随时测
坍落度及其均匀性	每工班测 3 次，有变化随时测
坍落度损失率	开工、气温较高和有变化随时测
泌水率	必要时测
视密度	每工班测 1 次
温度、凝结时间、水化发热量	冬、夏季施工，气温最高、最低时，每工班至少测 1 次
离析	随时观测

2 拌合物应均匀一致，有生料、干料、离析现象的非均质拌合物严禁用于路面摊铺。一台搅拌机的每盘之间，各搅拌机之间，拌合物的坍落度最大允许偏差为±10mm。拌和坍落度应为最适宜摊铺的坍落度值与当时气温下运输坍落度损失值两者之和。

7.3 运输要求

7.3.1 可选配车况优良、载重量 5~20t 的自卸车，也可采用当地的农用车，车后档板应关闭紧密，运输时不漏浆撒料，车箱板应平整光滑。远距离运输宜选配混凝土罐车。

7.3.2 应根据施工进度、运量、运距及路况，选配车型和车辆总数。总运力应比总拌和能力略有富余。确保新拌混凝土在规定时间内运到摊铺现场。

7.3.3 运输到现场的拌合物必须具有适宜摊铺的工作性。使用三轴、小型机具摊铺的混凝土拌合物从搅拌机出料到运输、铺筑完毕的允许最长时间应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 混凝土拌合物出料到运输、铺筑完毕允许最长时间

施工气温* (°C)	到运输完毕允许最长时间 (h)	到铺筑完毕允许最长时间 (h)
5~9	1.5	2.0
10~19	1.0	1.5
20~29	0.75	1.25
30~35	0.50	1.0

注：*指施工时间的日平均气温，使用缓凝剂延长凝结时间后，本表数值可增加 0.25~0.5h。

7.3.4 混凝土拌合物的运输除应满足上述规定外，尚应符合下列技术要求：

- 1 运送混凝土的车辆装料前，应清净厢罐，洒水润壁，排干积水。装料时，自卸车应挪动车位，防止离析。搅拌机卸料落差不应大于 2m。
- 2 混凝土运输过程中应防止漏浆、漏料和污染路面，途中不得随意耽搁。自卸车运输应减小颠簸，防止拌合物离析。车辆起步和停车应平稳。最远运输半径不宜超过 20km。
- 3 混凝土一旦在车内停留超过初凝时间，应采取紧急措施处置，严禁混凝土硬化在车厢（罐）内。
- 4 烈日、大风、雨天和低温天远距离运输时，运输车应遮盖混凝土，罐车宜加保温隔热套。
- 5 车辆倒车及卸料时，应有专人指挥。在模板或导线区调头或错车时，严禁碰撞模板、基准线、前场施工设备及测量仪器，一旦碰撞，应告知测工重新测量纠偏。

8 混凝土面层铺筑

8.1 模板及其架设与拆除

8.1.1 模板技术要求

- 1 施工模板应采用刚度足够的槽钢、轨模或钢制边侧模板，不应使用木模板、塑料模板等其他易变形的模板。模板的精确度应符合表 8.1.1 的规定。钢模板的高度应为面板设计厚度，模板长度宜为 3~5m。每米模板应设置 1 处支撑固定装置，模板垂直度用垫木楔方法调整。

表 8.1.1 模板（加工矫正）允许偏差

施工方式	高度偏差 (mm)	局部变形 (mm)	垂直边夹角 (°)	顶面平整度 (mm)	侧面平整度 (mm)	纵向变形 (mm)
三辊轴机组	±1	±2	90±2	±1	±2	±2
小型机具	±2	±3	90±3	±2	±3	±3

2 模板数量应根据施工进度和施工气温确定，并应满足拆模周期内周转需要。一般情况下，模板总量不宜少于 2d~4d 摊铺的需要。

8.1.2 模板安装

1 支模前在基层上应进行模板安装及摊铺位置的测量放样，每 20m 应设中心桩；每 100m 宜布设临时水准点；核对路面标高、面板分块、胀缝和构造物位置。

2 纵横曲线路段应采用短模板，每块模板中点应安装在曲线切点上。

3 模板应安装稳固、顺直、平整，无扭曲，相邻模板连接应紧密平顺，不得有底部漏浆、前后错茬、高低错台等现象。模板应能承受摊铺、振实、整平设备的负载行进、冲击和振动时不发生位移。严禁在基层上挖槽，嵌入安装模板。

4 模板安装检验合格后，与混凝土拌合物接触的表面应涂脱模剂或隔离剂，也可采用塑料薄膜；接头应粘贴胶带或塑料薄膜等密封。

8.1.3 模板安装完毕，应经过测量人员使用与设计板厚相同的测板作全断面检验，其安装精确度应符合表 8.1.3 的规定。

表 8.1.3 模板安装精确度要求

检测项目 \ 施工方式	三辊轴机组	小型机具
平面偏位 (mm), ≤	10	15
摊铺宽度偏差 (mm), ≤	10	15
面板厚度 (mm), ≥	代表值	-3
	极值	-8
纵断高程偏差 (mm)	±5	±10
横坡偏差 (%)	±0.10	±0.20
相邻板高差 (mm), ≤	1	2
顶面接茬 3m 尺平整度 (mm), ≤	1.5	2
模板接缝宽度 (mm), ≤	3	3
侧向垂直度 (mm), ≤	3	4
纵向顺直度 (mm), ≤	3	4

8.1.4 模板拆除及矫正

1 当混凝土抗压强度不小于 8.0MPa 方可拆模。当缺乏强度实测数据时，边侧模板的允许最早拆模时间宜符合表 8.1.4 的规定。

表 8.1.4 混凝土路面板的允许最早拆模时间 (h)

昼夜平均气温 (°C)	-5	0	5	10	15	20	25	≥30
硅酸盐水泥、R 型水泥	240	120	60	36	34	28	24	18
道路、普通硅酸盐水泥	360	168	72	48	36	30	24	18
矿渣硅酸盐水泥	-	-	120	60	50	45	36	24

注：允许最早拆侧模时间从混凝土面板精整成形后开始计算。

2 拆模不得损坏板边、板角和周围的混凝土。模板拆卸宜使用专用拔楔工具，严禁使用大锤强击拆卸模板。

3 拆下的模板应将粘附的砂浆清除干净，并矫正变形或局部损坏，矫正精度应符合表 8.1.1 的要求。

8.2 三辊轴机组铺筑

8.2.1 设备选择与配套

1 三辊轴整平机的主要技术参数应符合表 8.2.1 的规定。板厚 200mm 以上宜采用直径 168mm 的辊轴，厚度较小的路面可采用直径为 219mm 的辊轴。轴长宜比路面宽度长出 600~1200mm。振动轴的转速不宜大于 380r/min。

表 8.2.1 三辊轴整平机的主要技术参数

型号	轴直径 (mm)	轴速 (r/min)	轴长 (m)	轴质量 (kg/m)	行走机构质量 (kg)	行走速度 (m/min)	整平轴距 (mm)	振动功率 (kW)	驱动功率 (kW)
5001	168	300	1.8~9	65±0.5	340	13.5	504	7.5	6
6001	219	300	5.1~12	77±0.7	568	13.5	657	17	9

2 三辊轴机组铺筑混凝土面板时，必须同时配备一台安装插入式振捣棒组的排式振捣机，振捣棒的直径宜为 50~100mm，间距不应大于其有效作用半径的 1.5 倍，并不大于 500mm。插入式振捣棒组的振动频率可在 50~200Hz 之间选择，当面板厚度较大和坍落度较低时，宜使用 100Hz 以上的高频振捣棒。该机宜同时配备螺旋步料器和松方控制刮板，并具备自动行走功能。

3 其他施工辅助配套设备如刻槽、拉毛机具，锯缝机、发电机、洒水车、喷洒机等可结合实际需要选配。

8.2.2 工艺流程：布料→密集排振→人工补料→三辊轴整平→精平饰面→拉毛→切缝→养生→（硬刻槽）→填缝。

8.2.3 铺筑作业技术要求

1 应有专人指挥车辆均匀卸料。布料应与摊铺速度相适应，不适应时应配备适当的布料机械。坍落度为10~40mm的拌合物，松铺系数为1.12~1.25。坍落度大时取低值，坍落度小时取高值。超高路段，横坡高侧取高值，横坡低侧取低值。

2 混凝土拌合物布料长度大于10m时，可开始振捣作业。密排振捣棒组间歇插入振实时，每次移动距离不宜超过振捣棒有效作用半径的1.5倍，并不得大于500mm，振捣时间宜为15~30s。排式振捣机连续拖行振实时，作业速度宜控制在4m/min以内。

排式振捣机应匀速缓慢、连续不间断地振捣行进。其作业速度以拌合物表面不露粗集料，液化表面不再冒气泡并泛出水泥浆为准。

3 三辊轴整平机作业

(1) 三辊轴整平机按作业单元分段整平，作业单元长度宜为20~30m，振捣机振实与三辊轴整平两道工序之间的时间间隔不宜超过15min。

(2) 三辊轴滚压振实料位高差宜高于模板顶面5~20mm，过高时应铲除，过低应及时补料。

(3) 三辊轴整平机在一个作业单元长度内，应采用前进振动、后退静滚方式作业，宜分别2~3遍。最佳滚压遍数应经过试铺确定。

(4) 在三辊轴整平机作业时，应有专人处理轴前料位的高低情况，过高时，应辅以人工铲除，轴下有间隙时，应使用混凝土找补。

(5) 滚压完成后，将振动辊轴抬离模板，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。

(6) 表面砂浆厚度宜控制在(4±1)mm，三辊轴整平机前方表面过厚、过稀的砂浆必须刮除丢弃。

4 应采用3~5m刮尺，在纵、横两个方向进行精平饰面，每个方向不少于两遍。也可采用旋转抹面机密实精平饰面两遍。刮尺、刮板、抹面机、抹刀饰面的最迟时间不得迟于本规范7.3.3规定的铺筑完毕允许最长时间。

8.3 小型机具铺筑

8.3.1 小型机具性能应稳定可靠，操作简易，维修方便，机具配套应与工程规模、

施工进度相适应。选配的成套机械、机具应符合表 8.3.1 的要求。

表 8.3.1 小型机具施工配套机械、机具配置

工 作 内 容	主 要 施 工 机 械 机 具	
	机具名称、规格	数 量、生 产 能 力
测 量	水准仪、经纬仪	根据需要定规格和数量
架设模板	与路面厚度等高 3m 长槽钢模板、固定钢钎	数量不少于 1d 摊铺用量
搅 拌	强制式搅拌机, 单车道 ≥ 25 (m^3/h) 双车道 ≥ 50 (m^3/h)	总搅拌生产能力及搅拌机数量, 根据施工规模和进度由计算确定
	装载机	2~3 m^3
	发电机	$\geq 120kW$
	供水泵和蓄水池	单车道 $\geq 100m^3$, 双车道 $\geq 200m^3$
运 输	5~10t 自卸车	数量由匹配计算确定
振 实	手持振捣棒, 功率 $\geq 1.1 kW$	每 2m 宽路面不小于 1 根
	平板振动器, 功率 $\geq 2.2 kW$	每车道路面不少于 1 个
	振捣整平梁, 刚度足够, 2 个振动器功率 $\geq 1.1 kW$	每车道路面不少于 1 个振动器 每车道路面不少于 1 根振动梁
	现场发电机功率 $\geq 30kW$	不少于 2 台
提浆整平	提浆滚杠直径 15~20mm, 表面光滑无缝钢管, 壁厚 $\geq 3mm$	长度适应铺筑宽度, 一次摊铺单 车道路面 1 根, 双车道路面 2 根
	叶片式或圆盘式抹面机	每车道路面不少于 1 台
	3m 刮尺	每车道路面不少于 2 根
	手工抹刀	每米宽路面不小于 1 把
抗滑构造	工作桥	不少于 3 个
	人工拉毛齿耙、压槽器	根据需要定数量
切 缝	软锯缝机	根据需要定数量
	手推锯缝机	根据进度定数量
磨 平	水磨石磨机	需要处理欠平整部位时
灌 平	灌缝机具	根据需要定规格和数量
养 生	洒水车 4.5~8.0t	按需要定数量
	压力式喷洒机或喷雾器	根据需要定规格和数量
	工地运输车 4~6t	按需要定数量

8.3.2 摊铺、振实与整平

1 摊铺

(1) 混凝土拌合物摊铺前, 应对模板的位置及支撑稳固情况进行全面检查。

修复破损基层，并洒水润湿。用厚度标尺板全面检测板厚与设计值相符，方可开始摊铺。

- (2) 专人指挥自卸车，尽量准确卸料。
- (3) 人工布料应用铁锹反扣，严禁抛掷和耧耙。人工摊铺混凝土拌合物的坍落度应控制在 5~20mm 之间，拌合物松铺系数宜控制在 1.10~1.25 之间，料偏干取较高值；反之取较低值。
- (4) 因故造成 1h 以上停工或达到 2/3 初凝时间，致使拌合物无法振实时，应在已铺筑好的面板端头设置施工缝，废弃不能被振实的拌合物。

2 插入式振捣棒振实

- (1) 在待振横断面上，每车道路面应使用 2 根振捣棒，组成横向振捣棒组，沿横断面连续振捣密实，并应注意路面板底、内部和边角处不得欠振或漏振。
- (2) 振捣棒在每一处的持续时间，应以拌合物全面振动液化，表面不再冒气泡和泛水泥浆为限，不宜过振，也不宜少于 30s。振捣棒的移动间距不宜大于 500mm；至模板边缘的距离不宜大于 200mm。应避免碰撞模板。
- (3) 振捣棒插入深度宜离基层 30~50mm，振捣棒应轻插慢提，不得猛插快拔，严禁在拌合物中推行和拖拉振捣棒振捣。
- (4) 振捣时，应辅以人工补料，随时检查振实效果、模板的移位、变形、松动、漏浆等情况，并及时纠正。

3 振动板振实

- (1) 在振捣棒已完成振实的部位，可开始振动板纵横交错两遍，全面提浆振实，每车道路面应配备 1 块振动板。
- (2) 振动板移位时，应重叠 100~200mm，振动板在一个位置的持续振捣时间不应少于 15s，振动板须由两人提拉振捣和移位，不得自由放置或长时间持续振动。移位控制以振动板底部和边缘泛浆厚度 $3\pm1\text{mm}$ 为限。
- (3) 缺料的部位，应辅以人工补料找平。

4 振动梁振实

- (1) 每车道路面宜使用 1 根振动梁。振动梁应具有足够的刚度和质量，底部应焊接或安装深度 4mm 左右的粗集料压实齿，保证 $(4\pm1)\text{ mm}$ 的表面砂浆厚度。

(2) 振动梁应垂直路面中线沿纵向拖行，往返 2~3 遍，使表面泛浆均匀平整。在振动梁拖振整平过程中，缺料处应使用混凝土拌合物填补，不得用纯砂浆填补；料多的部位应铲除。

5 整平饰面

(1) 每车道路面应配备 1 根滚杠（双车道两根）。振动梁振实后，应拖动滚杠往返 2~3 遍提浆整平。第一遍应短距离缓慢推滚或拖滚，以后应较长距离匀速拖滚，并将水泥浆始终赶在滚杠前方。多余水泥浆应铲除。

(2) 拖滚后的表面宜采用 3m 刮尺，纵横各 1 遍整平饰面，或采用叶片式或圆盘式抹面机往返 2~3 遍压实整平饰面。抹面机配备每车道路面不宜少于 1 台。

(3) 在抹面机完成作业后，应进行清边整缝，清除粘浆，修补缺边、掉角。应使用抹刀将抹面机留下的痕迹抹平，当烈日曝晒或风大时，应加快表面的修整速度，或在防雨篷遮阴下进行。精平饰面后的面板表面应无抹面印痕，致密均匀，无露骨，平整度应达到规定要求。

8.4 抛石混凝土施工

8.4.1 对抛石表面进行清洁，保持表面洁净；若有条件可对抛石表面进行挂水泥浆处理。

8.4.2 根据抛石粒径和单位面积抛填量，预留 15~20mm 的混凝土层，确定首次浇筑混凝土层厚度。

8.4.3 初步找平，抛入大集料；抛石均匀，石料之间保持 20~40mm 的间距，保证被混凝土完全包裹填满。

8.4.4 路面成形后 10~15h 开始切缝。提前设计面板切缝位置，抛填的大集料应避开此位置；提前用木条镶嵌于缩缝位置处，预留缩缝。

8.4.5 采用振捣棒、平板振动器振动，直到集料没入混凝土表面并出现一薄层浆体为止。不要过振，避免石料沉到混凝土下层。

8.4.6 立即浇筑上表面混凝土，采用平板振动器振实混凝土，表面应保证 5 mm 厚砂浆耐磨保护层。

8.4.7 其它施工工艺环节抹面、刻槽、养护、填缝等与普通混凝土面层相同。

8.5 外掺剂及真空脱水

8.5.1 三辊轴机组和小型机具施工时，有条件的地区可在拌合物中掺加外加剂，

也可使用真空脱水工艺。

9 面层接缝、抗滑与养生

9.1 接缝施工

9.1.1 纵缝施工

1 当一次铺筑宽度小于路面和硬路肩总宽度时，应设纵向施工缝，位置应避开轮迹，并重合或靠近车道线，构造可采用平缝加拉杆型。采用固定模板施工方式时，应在振实过程中，从侧模预留孔中手工插入拉杆。

2 当一次铺筑宽度大于 5m 时，应采用假缝拉杆型纵缝，即锯切纵向缩缝，纵缝位置应按车道宽度设置，并在摊铺过程中用专用的拉杆插入装置插入拉杆。

3 插入的侧向拉杆应牢固，不得松动、碰撞或拔出。若发现拉杆松脱或漏插，应在横向相邻路面摊铺前，钻孔重新植入。当发现拉杆可能被拔出时，宜进行拉杆拔出力（握裹力）检验。

9.1.2 横向缩缝在施工时可每 20m 采用夹木条方式预设一道，假缝应与路中心线垂直，不宜采用斜缝。不得不调整板长时，最大板长不宜大于 6.0m；最小板长不宜小于板宽。

9.1.3 胀缝一般路段可不设置。需要设置时，可采用如图 4.4.7b 要求的简易胀缝。胀缝板应与路中线垂直，缝壁垂直，可用钢钎固定胀缝板，两侧混凝土应手持振捣棒振实后再进行摊铺作业。宜在混凝土未硬化时，剔除胀缝板上部的混凝土，嵌入 20mm×20mm 的木条，整平表面，胀缝板应连续贯通整个路面板宽度。

9.1.4 横向缩缝应采用切缝法施工，切缝作业应符合下列规定：

1 横向缩缝

(1) 横向缩缝的切缝方式有全部硬切缝、软硬结合切缝和全部软切缝三种，切缝方式的选用，应由施工期间该地区路面摊铺完毕到切缝时的昼夜温差确定，宜参照表 9.1.4 选用。

表 9.1.4 根据施工气温所推荐的切缝方式

昼夜温差* (°C)	切缝方式	缩缝切深
<10	最长时间不得超过 24h	硬切缝 1/4~1/5 板厚
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	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	宜全部软切缝，抗压强度约 1~1.5MP 人可行走。软切缝不宜超过 6h	软切缝深大于等于 60mm，未断开的接缝， 应硬切补深到不小于 1/4 板厚
-----	---	---

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，应按表中方法，提早切缝。

(2) 对分幅摊铺的路面，应在先摊铺的混凝土板横缩缝已断开的部位作标记。在后摊铺的路面上应对齐已断开的横缩缝提前软切缝。

(3) 切缝深度应为 1/4~1/5 板厚，最浅不得小于 50mm。

2 路基高度大于等于 10m 的高边坡、软基及填挖交界路段、桥头搭板的纵向施工缝应在上半部涂满沥青，不须切缝和灌缝。

3 缩缝切缝宽度宜控制在 4~6mm，切缝时锯片晃度不应大于 2mm。可先用薄锯片切到要求深度，再使用 6~8mm 厚锯片或叠合锯片扩宽填缝槽，填缝槽深度宜为 25~30mm，宽度宜为 7~10mm。见图 9.1.4。

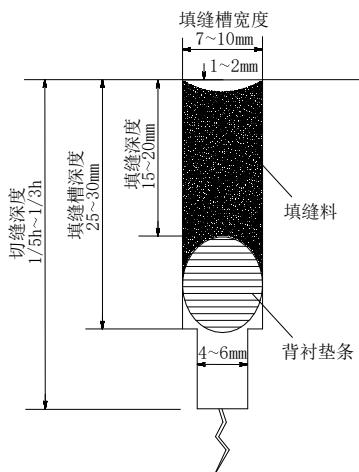


图 9.1.4 缩缝、切缝、填缝（槽）、垫条细部尺寸

9.1.5 灌缝

1 混凝土板养生期满后，应及时灌缝。

2 灌缝技术要求

(1) 应先采用切缝机清除接缝中夹杂的砂石、凝结的泥浆等，再使用压力大于等于 0.5MPa 的压力水和压缩空气彻底清除接缝中的尘土及其他污染物，确保缝壁及内部清洁、干燥。缝壁检验以擦不出灰尘为灌缝标准。

(2) 使用常温聚氨酯和硅树脂等填缝料时，应按规定比例将两组分材料按 1h 灌缝量混拌均匀后使用。

(3) 使用加热填缝料时应将填缝料加热至规定温度。加热过程中应将填缝

料融化，搅拌均匀，并保温使用。

(4) 灌缝的形状系数宜控制在 2 左右，灌缝深度宜为 15~20mm，最浅不得小于 15mm 见图 9.1.4。先挤压嵌入直径 9~12mm 多孔泡沫塑料背衬条，再灌缝。灌缝顶面热天应与板面齐平；冷天应填为凹液面，中心低于板面 1~2mm。填缝必须饱满、均匀、厚度一致并连续贯通，填缝料不得缺失、开裂和渗水。

(5) 常温施工式填缝料的养生期，低温天宜为 24h，高温天宜为 12h。加热施工式填缝料的养生期，低温天宜为 2h，高温天宜为 6h。在灌缝料养生期间应封闭交通。

3 路面胀缝和桥台隔离缝等应在填缝前，凿去接缝板顶部嵌入的木条，涂粘结剂后，灌进适宜的填缝料，当胀缝的宽度不一致或有啃边、掉角等现象时，必须灌缝。

9.2 抗滑构造施工

9.2.1 抗滑构造技术要求

1 混凝土面层竣工时的表面抗滑技术要求应符合表 11.3.3 的规定。

2 构造深度应均匀，不损坏构造边棱，耐磨抗冻，不影响路面的平整度。

9.2.2 抗滑构造施工

1 摊铺完毕或精整平表面后，宜使用钢支架拖挂 1~3 层叠合麻布、帆布或棉布，洒水湿润后作拉毛处理。布片接触路面的长度以 0.7~1.5m 为宜，细度模数偏大的粗砂，拖行长度取小值；砂较细，取大值。人工修整表面时，宜使用木抹。用钢抹修整过的光面，必须再拉毛处理，以恢复细观抗滑构造。

2 当日施工进度超过 500m 时，抗滑沟槽制作宜选用拉毛机械施工，没有拉毛机时，可采用人工拉槽方式。在混凝土表面泌水完毕 20~30min 内应及时进行拉槽。拉槽深度应为 2~4mm，槽宽 3~5mm，槽间距 15~25mm。可施工等间距或非等间距抗滑槽，为减小噪声，宜采用后者。衔接间距应保持一致。

3 一般路段可采用横向槽或纵向槽，在弯道或要求减噪的路段宜使用纵向槽。

4 年降雨量小于 250mm 地区的混凝土路面，可不拉毛和刻槽；年降雨量为 250~500mm 的地区，当组合坡度小于 3% 时，可不拉毛与刻槽；组合坡度大于等于 3% 时，宜执行表 11.3.3 一般路段的抗滑构造规定。

9.2.3 新建路面抗滑构造不满足要求时,可采用硬刻槽或喷砂打毛等方法加以恢复。

9.3 混凝土路面养生

9.3.1 混凝土路面铺筑完成或软作抗滑构造完毕后应立即开始养生。一般不宜使用围水养生方式。

9.3.2 混凝土路面采用喷洒养生剂养生时,喷洒应均匀、成膜厚度应足以形成完全密闭水分的薄膜,喷洒后的表面不得有颜色差异。喷洒时间宜在表面混凝土泌水完毕后进行。喷洒高度宜控制在0.5~1m。使用一级品养生剂时,最小喷洒剂量不得少于 $0.30\text{kg}/\text{m}^2$;合格品的最小喷洒剂量不得少于 $0.35\text{kg}/\text{m}^2$ 。不得使用易被雨水冲刷掉的和对混凝土强度、表面耐磨性有影响的养生剂。

9.3.3 覆盖塑料薄膜养生的初始时间,以不压坏细观抗滑构造为准。薄膜厚度(韧度)应合适,宽度应大于覆盖面600mm,两条薄膜对接时,搭接宽度不应小于400mm,养生期间应始终保持薄膜完整盖满。

9.3.4 采用覆盖养生时,宜使用保湿膜、土工毡、土工布、麻袋、草袋、草帘等覆盖物保湿养生并及时洒水,保持混凝土表面始终处于潮湿状态,并由此确定每天的洒水遍数。昼夜温差大于 10°C 以上的地区或日平均温度小于等于 5°C 施工的混凝土路面应采取保温保湿养生措施。

9.3.5 养生时间应根据混凝土弯拉强度增长情况而定,不宜小于设计弯拉强度的80%,应特别注重前7d的保湿(温)养生。一般养生天数宜为14~21d,高温天不宜少于14d,低温天不宜少于21d。

9.3.6 混凝土板养生初期,严禁人、畜、车辆通行,在达到设计强度40%后,行人方可通行。在路面养生期间,平交道口应搭建临时便桥。面板达到设计弯拉强度后,方可开放交通。

10 特殊气候条件下的施工

10.1 一般规定

10.1.1 混凝土路面铺筑期间,应收集月、旬、日天气预报资料,遇有影响混凝土路面施工质量的天气时,应暂停施工或采取必要的防范措施,制订特殊气候的施工方案。

10.1.2 混凝土路面施工如遇下述条件之一者，必须停工：

- 1 现场降雨；
- 2 风力大于 6 级，风速在 10.8m/s 以上的强风天气；
- 3 现场气温高于 40°C 或拌合物摊铺温度高于 35°C；
- 4 摊铺现场连续 5 昼夜平均气温低于 5°C，或夜间最低气温低于 -3°C。

10.2 雨季施工

10.2.1 防雨准备

1 地势低洼的搅拌场、水泥仓、备件库及砂石料堆场，应按汇水面积修建排水沟或预备抽排水设施。搅拌机的水泥罐仓顶部通气口、料斗及不得遇水部位应有防潮、防水覆盖措施，砂石料堆应防雨覆盖。

2 雨天施工时，在新铺路面上，应备足防雨篷、帆布、塑料布或薄膜。

10.2.2 防雨水冲刷

1 摊铺中遭遇阵雨时，应立即停止铺筑混凝土路面，并紧急使用防雨篷、塑料布或塑料薄膜等覆盖尚未硬化的混凝土路面。

2 被阵雨轻微冲刷过的路面，视平整度和抗滑构造破损情况，采用硬刻槽或先磨平再刻槽的方式处理。对被暴雨冲刷后，路面平整度严重劣化或损坏的部位，应尽早铲除重铺。

3 降雨后开工前，应及时排除车辆内、搅拌场及砂石料堆场内的积水或淤泥。摊铺前应扫除基层上的积水。

10.3 风天施工

10.3.1 风天应根据风级采取防止塑性收缩开裂的相应措施。当出现 6 级强风必须停止施工。

10.4 高温和低温季节施工

10.4.1 施工现场的气温高于 30°C，拌合物摊铺温度在 30~35°C，同时，空气相对湿度小于 80% 时，混凝土路面施工应按下述高温季节施工的规定进行：

- 1 现场气温大于等于 30°C 时，应避开中午高温时段施工，可选择在早晨、傍晚或夜间施工，夜间施工应有良好的操作照明，并确保施工安全。
- 2 自卸车上的混凝土拌合物应加遮盖。
- 3 高温天气施工时，并应随时监测气温、水泥、拌和水、拌合物及路面混

凝土温度。必要时加测混凝土水化热。

4 在采用覆盖保湿养生时，应加强洒水，并保持足够的湿度。

5 切缝宜比常温施工适当提早，以防止断板。特别是在夜间降温幅度较大或降雨时，应提早切缝。

10.4.2 当摊铺现场连续 5 昼夜平均气温高于 5℃，夜间最低气温在-3℃~5℃之间，混凝土路面施工应按下述低温季节施工的规定进行：

1 拌合物中应优选和掺加早强剂或促凝剂。

2 应选用水化总热量大的 R 型水泥或单位水泥用量较多的 32.5 级水泥。

3 搅拌机出料温度不得低于 10℃，摊铺混凝土温度不得低于 5℃。在养生期间，应始终保持混凝土板最低温度不低于 5℃。否则，应采用热水或加热砂石料拌和混凝土，热水温度不得高于 80℃；砂石料温度不宜高于 50℃。

4 应加强保温保湿覆盖养生，可先用塑料薄膜保湿隔离覆盖或喷洒养生剂，再采用草帘、泡沫塑料垫等保温覆盖初凝后的混凝土路面。养生天数不得少于 28d，拆模时间应符合表 8.1.4 的规定。遇雨雪必须再加盖油布、塑料薄膜等。

5 应随时检测气温、水泥、拌和水、拌合物及路面混凝土的温度，每工班至少测定 3 次。

6 混凝土路面弯拉强度未达到 1.0MPa 或抗压强度未达到 5.0MPa 时，应严防路面受冻。

11 施工质量检查与验收

11.1 一般规定

11.1.1 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。

11.1.2 施工过程中的质量管理要求

1 路面铺筑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。

2 施工全过程的质量控制和管理，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。

11.2 铺筑试验路段

11.2.1 正式摊铺混凝土路面前，必须铺筑试验路段，长度不应短于 200m。

11.2.2 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 通过试拌检验搅拌机性能及确定合理搅拌工艺，检验适宜摊铺的搅拌机拌和参数：上料速度，拌和容量，搅拌均匀所需时间，新拌混凝土坍落度、泌水性和生产使用的混凝土配合比等。

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，检验路面摊铺工艺和质量：模板架设固定方式或基准线设置方式，摊铺机械（具）的适宜工作参数，包括：松铺高度、摊铺速度、振捣时间与频率、滚压遍数等。检验整套施工工艺流程。

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。

4 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。

11.2.3 试铺中，施工人员应认真做好纪录，监理工程师或质监部门应监督检查试验段的施工质量，及时与施工单位商定并解决问题。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。

11.3 施工质量管理与检查

11.3.1 施工中的质量管理

1 施工单位应随时对施工质量进行自检。自检项目和频率：原材料应按表 6.4.3 规定进行；拌合物应按表 7.2.6 规定进行；混凝土路面应按表 11.3.1 规定进行。当施工、监理、监督人员发现异常情况，应加大检测频率，找出原因，及时处理。

2 每台搅拌机所生产的拌合物，除应满足所用施工机械的可摊铺性外，还应着重控制拌合物的匀质性和各质量参数的稳定性。施工关键设备，如三辊轴整平机、小型机具、刻槽机、切缝机等的操作应规范稳定。

11.3.2 混凝土路面除应按表 11.3.1 规定的检查项目和频率检测外，其中平整度、弯拉强度和板厚三大关键质量指标的自检要求尚应符合下列规定：

1 应从搅拌机生产的拌合物中随机取样，并按《公路工程水泥混凝土试验规程》(JTJ053)规定的标准方法检测混凝土路面弯拉强度，检测频率宜符合表 11.3.1 的规定。弯拉强度合格标准规定应按 11.4 有关规定进行。

表 11.3.1 农村公路混凝土路面的检验项目、方法和频率

项次	检 查 项 目	检验方法和频率
1	弯拉强度	每 1000m 至少取 3 组，测 f_{cs} 、 f_{min}
2	板厚度	路面摊铺宽度内每 100m 左右各 1 处，连接摊铺 100m 单边 1 处，结合芯样，侧面量测
3	3m 直尺平整度	每半幅车道 200m ² 处 10 尺
4	抗滑构造深度	铺砂法，每幅 200m ¹ 处
5	相邻板高差	尺测：每 200m 纵横缝 2 条，每条 2 处
6	路面宽度	尺测：每 200m ⁴ 处
7	横坡度	水准仪：每 200m ⁴ 个断面
8	断板率	数断板面板块占总块数比例
9	脱皮、裂纹、露石、缺边掉角	量实际面积，并计算与总面积比
10	灌缝饱满度	尺测：每 200m 接缝测 4 处
11	切缝深度	尺测：每 200m ⁴ 处

2 应在面层摊铺前通过基准线或模板严格控制板厚，检验标准为：行车道横坡低侧面板厚度和厚度平均值两项指标均应满足设计厚度允许偏差。同时，板厚统计变异系数应符合设计规定。

11.3.3 在混凝土路面铺筑过程中，路面各技术指标的质量检验评定标准应符合表 11.3.3 的规定。并以 1km 为单位进行整理。

表 11.3.3 农村公路混凝土路面铺筑质量要求

项次	检 查 项 目		农村公路允许值
1	弯拉强度 (MPa)		100% 符合 11.4 的规定
2	板厚度 (mm)		代表值 ≥ -5 ；极值 ≥ -10
3	平整度	3m 直尺最大间隙 Δh (mm)	≤ 5 (合格率应 $\geq 90\%$)
4	抗滑构造深度 (mm)	一般路段	0.50~0.90
		特殊路段 ^①	0.60~1.00
5	相邻板高差 (mm)		≤ 3
6	路面宽度 (mm)		$\leq \pm 20$
7	横坡度 (%)		± 0.25

8	断板率 (%)	≤4
9	脱皮、印痕、裂纹、露石、缺边掉角 (%)	≤3
10	灌缝饱满度 (mm)	≤3
11	切缝深度 (mm)	≥50

注：①特殊路段指急弯、陡坡、交叉口或集镇附近。

11.4 交工质量检查验收

11.4.1 混凝土路面完工后，施工单位应提交全线检测结果、施工总结报告及全部原始记录等齐全资料，申请交工验收。

11.4.2 质量问题处理

1 路面混凝土弯拉强度应采用小梁标准试件和路面钻芯取样圆柱体劈裂强度折算的弯拉强度综合评定。当弯拉强度不足时，每公里每车道应取3个以上芯样。路面混凝土弯拉强度可按公式（11.4.2-1）、（11.4.2-2）或（11.4.2-3）计算，满足则可通过；不满足时，应返工重铺。

（1）混凝土弯拉强度的合格标准：试件平均强度不得小于 $1.10 f_r$ ，任一组强度均不得小于 $0.85 f_r$ ，即：

$$f_{cs} \geq 1.1 f_r \quad (11.4.2-1)$$

式中：

f_{cs} ——混凝土合格判定平均弯拉强度 (MPa)；

f_r ——设计弯拉强度标准值 (MPa)；

（2）当标准小梁合格判定平均弯拉强度 f_{cs} 和最小弯拉强度 f_{min} 中有不符合上述要求时，应在不合格路段每公里每车道钻取3个以上 $\phi 150mm$ 的芯样，实测劈裂强度，通过公式（11.4.2-2）和公式（11.4.2-3）进行推估，其合格判定平均弯拉强度 f_{cs} 和最小值 f_{min} 必须合格，否则，应返工重铺。

① 石灰岩、花岗岩碎石混凝土：

$$f_c = 1.868 f_{sp}^{0.871} \quad (11.4.2-2)$$

② 碎石混凝土：

$$f_c = 1.607 + 1.035 f_{sp} \quad (11.4.2-3)$$

式中：

f_c ——混凝土标准小梁弯拉强度（MPa）；

f_{sp} ——混凝土直径150mm圆柱体的劈裂强度（MPa）。

2 平整度不合格的部位应进行处理，并硬刻槽恢复抗滑构造。

3 板厚不足时，应判明区段，返工重铺。

11.4.3 施工单位应根据国家竣工文件编制规定，提出施工总结报告，连同设计批复、设计图纸及变更、竣工图表、施工组织设计、质量保证体系、试验段铺筑报告、原材料和混凝土检测结果、路面质量自检结果、工程质量评价等。形成完整的施工资料档案。

12 安全生产及施工环保

12.1 一般规定

12.1.1 施工前，施工单位应对员工进行安全生产教育，树立安全第一的思想，落实安全生产责任制度。

12.1.2 施工期间应加强施工环保教育，增强环保意识，并加强施工场地环境卫生管理、监督和检查。

12.2 安全生产

12.2.1 施工过程中，应制订搅拌机、发电机、运输车、三辊轴机组等大型机械设备及其辅助机械（具）的安全操作规程，并在施工中严格执行。

- 1 搅拌机上料时，在铲斗及拉铲活动范围内，人员不得逗留和通过。
- 2 运输车辆应鸣笛倒退，并有人指挥和查看车后。
- 3 施工中，三辊轴机组、拉毛养生机等机械设备严禁非操作人员登机。
- 4 施工中严禁所有机械设备的机手擅离操作台，严禁用手或工具触碰正在运转的机件。

12.2.2 施工现场必须做好交通安全工作。夜间施工期间，施工机械、路口、模板及基准线桩附近应设置警示灯，专人管理灯光照明。

12.2.3 施工机电设备应有专人负责保养、维修和看管，施工现场的电机、电线、电缆尽量放置在无车辆、人、畜通行部位，确保用电安全。

12.2.4 现场操作人员必须按规定配戴防护用具。使用有毒、易燃的燃料、填缝

料、水泥时，其防毒、防火、防尘等应按有关规定严格执行。

12.2.5 搅拌机、储油罐、发电机、变压器等重要施工设备上应配备消防设施，确保防火安全。

12.3 施工环境保护

12.3.1 搅拌场、生活区、路面施工段应经常清理环境卫生，排除积水，及时整治运输道路和停车场地，做到文明施工。

12.3.2 搅拌机、运输车辆和摊铺机具的清洗污水不得随处排放，废弃的水泥混凝土、基层残渣和所有机械设备的修理残渣和油污等废弃物应分类集中堆放或掩埋。

12.3.3 搅拌场原材料和施工现场临时堆放的材料均应分类、有序堆放。

附录

辽宁省地方标准

农村公路水泥混凝土路面设计与施工技术规范条文说明

1 总 则

本规范制定的目的是为了适应我省农村公路建设推广应用水泥混凝土路面的需要，保证我省农村公路水泥混凝土路面的设计和施工质量。本部分重点规定了本规范的目的、内容及适用范围。鉴于我省《农村公路管理养护体制改革实施方案》中未将县级公路纳入农村公路管养范畴，同时，多年来县级公路全部采用沥青路面修建，并与国省干线公路同样进行管养，因此本规范也未将县级公路纳入农村公路范畴。

2 术 语

本规范从我省农村公路建设的实际出发，借鉴国内各省的成功经验，兼顾经济性、适用性等因素，引入了抛石混凝土、砂砾（或砾石）混凝土。这两种水泥混凝土路面能够充分利用地产材料、降低工程造价，但总体承载能力差，只适用于没有标准轴载以上车辆通行的路线。

3 原材料技术要求

3.1 水泥

3.1.2 《公路水泥混凝土路面施工技术规范》（JTGF30-2003）中规定中、轻交通的3d和28d龄期的抗压强度分别为16.0MPa和42.5MPa。在《〈公路水泥混凝土路面施工技术规范〉问答》中，规范编写人强调上述两值规定有误并进行了修订，分别为11.0MPa和32.5MPa。

3.1.3 对于多年一直使用的地产水泥，可不对水泥的化学成分进行检验；如采用外地水泥、对地产水泥质量有疑问或有特殊要求时，应要求厂家提供水泥化学成分包括铝酸三钙、铁铝酸四钙、游离氧化钙、氧化镁、三氧化硫、碱含量、干缩率、耐磨性和混合材种类的检验合格证明，必要时进行检测。

3.2 粗集料

3.2.1 《公路土工试验规程》(JTGE40—2007)中规定粒径60~200mm的为卵石，粒径20~60mm的为砾石；《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)中规定卵石最大公称粒径不宜大于19mm，同时，在混凝土配合比要求中将混凝土划分为碎石混凝土和卵石混凝土，从尊重我省多年来的习惯说法，为避免在执行过程中引起混淆，本规范规定粗集料采用碎石、碎砾石和砾石，而不是卵石。

水泥混凝土路面粗集料用压碎指标，其与沥青路面与基层用压碎值试验方法不同，因此，相同强度的粗集料两者之间差别很大。压碎值 Q_a 与压碎指标 Q_c 有如下统计换算公式： $Q_c = 0.8161Q_a - 4.9986$ （相关系数 $R^2 = 0.9825$ ，试验组数 $n = 15$ ）或 $Q_c = 0.816Q_a - 5.0$ 。碱集料反应一般在重要的高等级水泥混凝土路面施工中要进行检验，农村公路水泥混凝土路面施工中，粗、细集料可不检测。有机物含量、硫化物及硫酸盐、氯化物、云母含量指标在对材料质量质疑或有特殊要求时检验，一般情况下可不检验。

3.3.2 《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)中规定粗集料最大公称粒径：碎石31.5mm、碎砾石26.5mm、砾石19.0mm，主要目的是保证水泥混凝土的抗弯拉强度。本规范把各种粗集料最大公称粒径统一规定为31.5mm，较部颁规范有所放宽，主要考虑农村公路交通量小、重车少，充分利用地产材料，降低工程造价。从最近两年内我省修建的水泥混凝土路面实际使用效果看，按31.5mm控制粗集料最大公称粒径能够满足农村公路使用要求，也是切实可行的。

4 结构组合设计

4.1 基本要求

4.1.2 农村公路交通量小，重载车少，主要是畜力车和农用机动车，对路面抗弯拉强度要求小。一般来说，在相同配合比条件下，抗压强度随着集料最大粒径的增加而增大，相反，减少最大粒径有利于提高弯拉强度。适当降低抗弯拉强度指标，放宽集料最大粒径，可以充分利用砂砾等地产材料，大大降低工程造价，从性价比综合考虑，应该是可以的。理论计算看，在没有标准轴载以上的重车通行时，3.0MPa可以通过设计验算。最近两年内我省修建的水泥混凝土路面实际弯

拉强度控制在 3.0MPa，使用效果良好。但有标准轴载以上重车通行的路线，弯拉强度控制应控制在 4.0MPa，否则无论从理论计算还是实际效果看，都是不可行的。混凝土板应力分析及厚度计算流程可参照《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTGD40-2002）附录 B 执行。

4.2 路基

4.2.4 我省农村公路的原有路基大部分是经过多年行车的砂石路面、手摆基石路面或是工业矿渣路面，在水泥混凝土路面基层施工前，对原路面进行找平压实后，其顶面的当量回弹模量多数能够达到 40MPa。对于局部改线等不能达到的路段应采取补强措施。这样要求也是兼顾了农村公路水泥混凝土面板厚度不宜过厚，否则工程造价太高。

4.4 面层

4.4.4 农村公路宽幅车辆少，5m 宽路面基本属于两车道，在降低工程造价的同时，能够满足错车需要。近年来，我省修建的农村公路水泥路面，多数是 5m 宽度，实际使用效果较好。

《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTGD40-2002）中规定轻交通的三、四级公路面层厚度 $\leqslant 22\text{cm}$ ，但没有规定面层最小厚度。《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTJ012-94）中规定在计算确定混凝土面板所需的厚度时，轻交通等级的初估厚度 $<21\text{cm}$ ，并规定混凝土面板的最小厚度为 18cm。根据使用情况及调查资料，行驶后轴重为 60kN 的车辆为主的混凝土面板，当板厚为 10~12cm 时，破坏严重；板厚为 15cm 时，尚可勉强使用；板厚为 18~20cm 时，使用完好。行驶后轴重为 100kN 的车辆为主的混凝土面板，当板厚小于 15cm 时，破坏严重；板厚为 18cm 时，尚可勉强使用；板厚为 20cm 以上时，使用完好。鉴于上述情况，考虑到农村公路轴重 100kN 的车辆非常少，同时混凝土路面的初期投资较高，使用期较长，为保证我省农村公路的使用质量和寿命，规定了其最小厚度为 18cm。

4.4.5 我省农村公路混凝土路面普遍较窄，5m 宽以下路面居多，从行车安全和迅速排水角度出发，推荐采用单向横坡，坡度为 0.5%~1.5%，实践证明效果较好。

4.4.7 鉴于农村公路重载车少，车速低，行车舒适性要求不高。传力杆造价一般占水泥混凝土路面总造价的 10~15%，从降低工程成本角度考虑，本规范要求横

向施工缝及胀缝一般不设传力杆，但应设置填缝板。

5 水泥混凝土配合比设计

5.1 水泥混凝土配合比设计

5.1.2 鉴于我省农村公路建设过程中基本不使用早强剂、促凝剂、缓凝剂、保塑剂、防冻剂、粉煤灰等外加剂或外掺剂，本规范对此不做详细要求。

5.1.5 借鉴交通部公路科研院的研究成果，本规范对抛石混凝土的配合比设计提出要求。

6 水泥混凝土面板施工准备

6.4 施工前材料与设备检查

6.4.3 考虑我省农村公路建设实际情况和各地的试验检测能力，本规范对一些次要指标适当减少检测频率，但主要指标检测频率必须符合本规范要求。

7 混凝土拌合物搅拌与运输

7.1 搅拌设备

农村公路水泥混凝土拌和应采用强制拌和机，有条件的地区采用拌和楼，不得采用无计量设备的滚筒搅拌机。

8 混凝土面层铺筑

8.2 三辊轴机组铺筑

鉴于农村公路水泥混凝土路面施工技术水平普遍较低，本规范对滑模混凝土、碾压混凝土、钢筋及钢纤维混凝土路面施工不做推荐，实际使用时可参照部颁现行相关规范有关规定执行。

8.4 抛石混凝土施工

本规范借鉴交通部科学研究院有关技术成果，给出了抛石混凝土的施工工艺。

8.5 外掺剂及真空脱水

8.5.1 鉴于农村公路施工基本不采用真空脱水技术，本规范不做重点推荐，实际

使用时可参照部颁现行相关规范有关规定执行。

9 面层接缝、抗滑与养生

9.1.1 混凝土与拉杆握裹力试验方法参照《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30-2003)附录C。

11 施工质量检查与验收

11.3 施工质量管理与检查

11.3.2 鉴于农村公路标准低，施工设备和技术力量普遍较弱，对于一些次要的指标可不进行检测，如连接摊铺纵缝高差、接缝顺直度、路缘石顺直度和高度、中线平面偏位、纵断高程、胀缝表面缺陷，胀缝板连浆、倾斜、弯曲和位移等，但要在综合评价中给予定性描述，并适当扣减质量评定分数。

11.4 交工质量检查验收

11.4.1 鉴于我省农村公路每工作班日进度普遍小于500m，因此试件组数取2组，混凝土弯拉强度的合格标准参照《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2004)附录C执行。

11.4.2 水泥混凝土弯拉强度评定方法取消了统计变异系数指标，相应的检测方法和频率也一并取消。鉴于农村公路规模普遍较小，日进度普遍小于500m，无法通过各自工程的经验统计公式换算弯拉强度。施工过程中，出现质量问题需要处理时，可采用本规范给出的公式(11.4.2-2)和公式(11.4.2-3)进行计算。