

1B412000 路面工程

1B412023 沥青路面面层施工

6.采用双机或三机梯进式施工时,相邻两机的间距控制在10~20m。两幅应有5~10cm宽度的重叠

9.摊铺机无法作业的地方,在监理工程师同意后采取人工摊铺施工。



六、混合料的压实

2.初压:采用双轮双振压路机静压1~2遍,正常施工情况下,温度应不低于110℃并紧跟摊铺机进行;

复压:采用胶轮压路机和双轮双振压路机振压等综合碾压4~6遍,碾压温度多控制在80~100℃;

终压:采用双轮双振压路机静压1~2遍,碾压温度应不低于65℃。边角部分压路机碾压不到的位置,使用小型振动压路机碾压。

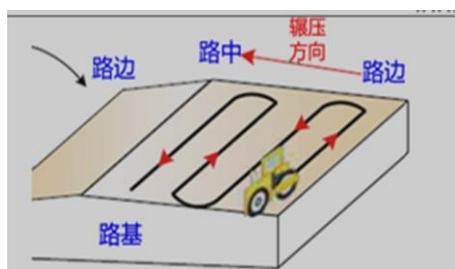


3.碾压顺纵向由低边向高边按规定要求的碾压速度均匀进行。相邻碾压重叠宽度大于30cm。

4.采用雾状喷水法,以保证沥青混合料碾压过程中不粘轮

5.不在新铺筑的路面上进行停机，加水、加油活动，以防各种油料、杂质污染路面。

压路机不准停留在温度尚未冷却至自然气温以下已完成的路面上。



6.碾压进行中压路机不得中途停留、转向或制动，压路机每次由两端折回的位置阶梯形随摊铺机向前推进，使折回处不在同一横断面上，振动压路机在已成型的路面上行驶关闭振动。

七、接缝处理

1.梯队作业采用热接缝，施工时将已铺混合料部分留下 20~30cm 宽暂不碾压，作为后摊铺部分的高程基准面，后摊铺部分完成立即骑缝碾压，以消除缝迹。



2.半幅施工不能采用热接缝时，采用人工顺直刨缝或切缝。铺另半幅前必须将边缘清扫干净，并涂洒少量粘层沥青。摊铺时应重叠在已铺层上 5~10cm，摊铺后将混合料人工清走。碾压时先在已压实路面行走，碾压新铺层 10~15cm，然后压实新铺部分，再伸过已压实路面 10~15cm，充分将接缝压实紧密。



3.横接缝的处理方法

首先用 3m 直尺检查端部平整度。不符合要求时，垂直于路中线切齐清除。清理干净后在端部涂粘层沥青接着摊铺。横向接缝的碾压先用双轮双振压路机进行横压，碾压时压路机位于已压实的混合料层上伸入新铺层的宽为 15cm，然后每压一遍向新铺混合料方向移动 15~20cm，直至全部在新铺层上为止，再改为纵向碾压。

4.纵向冷接缝上、下层的缝错开 15cm 以上，横向接缝错开 1m 以上。



1B412024 沥青路面透层、粘层、封层施工



一、透层施工技术

(一) 作用与适用条件

1.透层的作用

为使沥青面层与基层结合良好，在基层上浇洒乳化沥青、煤沥青或液体沥青而形成的透入基层表面的薄层。



2.适用条件

沥青路面各类基层都必须喷洒透层油，沥青层必须在透层油完全渗透入基层后方可铺筑。基层上设置下封层时，透层油不宜省略

(二) 一般要求

- 1.透层油渗透入基层的深度宜不小于 5（无机结合料基层）~ 10mm（无结合料基层），并能与基层联结成为一体。
- 2.透层用液体沥青的粘度通过调节煤油或轻柴油等稀释剂的品种和掺量经试验确定。
- 4.用于半刚性基层的透层油宜紧接在基层碾压成型后表面稍变干燥、但尚未硬化的情况下喷洒
- 5.在无结合料粒料基层上洒布透层油时，宜在铺筑沥青层前 1~2d 洒布。

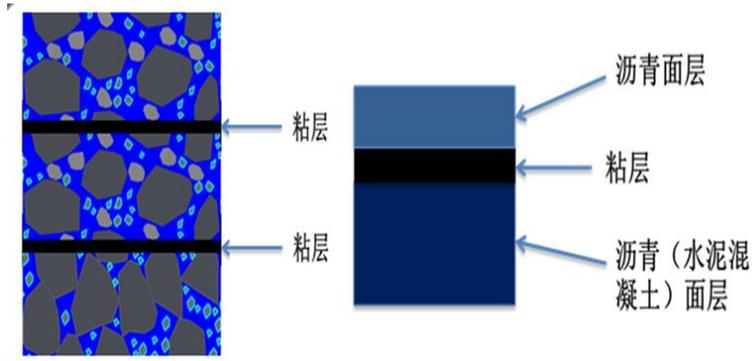
(三) 注意事项

- 2.气温低于 10°C或大风、即将降雨时不得喷洒透层油。
- 7.对无机结合料稳定的半刚性基层喷洒透层油后，如果不能及时铺筑面层时，并还需开放交通，应铺撒适量的石屑或粗砂，此时宜将透层油增加 10%的用量。

二、粘层施工技术

1.粘层的作用

使上下层沥青结构层或沥青结构层与结构物（或水泥混凝土路面）完全粘结成一个整体。



2.符合下列情况，必须喷洒粘层沥青：

- (1) 双层式或三层式热拌热铺沥青混合料路面的沥青层之间。
- (2) 水泥混凝土路面、沥青稳定碎石基层或旧沥青路面上加铺沥青层。
- (3) 路缘石、雨水进水口、检查井等构造物与新铺沥青混合料接触的侧面。

(三) 注意事项

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

三、封层的施工技术

(一) 作用与适用条件

1.封层的作用

- ①封闭某一层起着保水防水作用；
- ②起基层与沥青表面层之间的过渡和有效联结作用；
- ③路的某一层表面破坏离析松散处的加固补强；
- ④基层在沥青面层铺筑前，要临时开放交通，防止基层因天气或车辆作用出现水毁。

2.适用条件

各种封层适用于加铺薄层罩面、磨耗层、水泥混凝土路面上的应力缓冲层、各种防水和密水层、预防性养护罩面层。

1) 上封层

(3) 对高速公路、一级公路有轻微损坏的宜铺筑微表处；

(4) 对用于改善抗滑性能的上封层可采用稀浆封层、微表处或改性沥青集料封层。

2) 下封层

采用层铺法表面处治或稀浆封层法施工。多雨潮湿地区的高速公路、一级公路的沥青面层空隙率较大，有严重渗水可能，或铺筑基层不能及时铺筑沥青面层而需通行车辆时，宜在喷洒透层油后铺筑下封层。

(二) 一般要求

3.使用乳化沥青稀浆封层施工上、下封层。

(4) 稀浆封层和微表处的混合料中乳化沥青及改性乳化沥青的用量应通过配合比设计确定。

(6) 稀浆封层混合料的加水量应根据施工摊铺和易性由稠度试验确定。

(7) 稀浆封层两幅纵缝搭接的宽度不宜超过 80mm，横向接缝宜做成对接缝。分两层摊铺时，第一层摊铺后至少应开放交通 24h 后进行第二层摊铺。

1B412025 路面改建施工

一、水泥路面改造加铺沥青面层

(一) 直接加铺法



1.对边角破碎损坏较深和较宽的路面，先用切割机切除损坏部分，然后浇筑同强度等级混凝土；对破损较浅、较窄的，可凿除 5cm 以上，然后用细石拌制的混凝土混合料填平。



2.对发生错台或板块网状开裂，应首先考虑是路基质量出现问题，必须将整个板全部凿除，重新夯实路基及基层，浇筑同强度等级混凝土，传力杆按原水泥混凝土面板的设置情况进行设置。



3.对于板块脱空、桥头沉陷、板的不均匀沉陷及弯沉较大的部位，应钻穿板块，然后用水泥浆高压灌注处理。

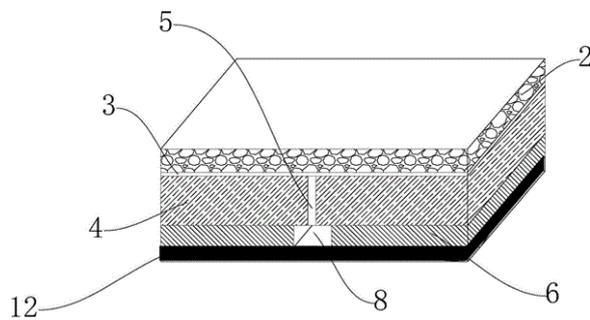
具体的工艺流程：定位→钻孔（钻孔深度与板厚一致）→制浆（热沥青、水泥浆、水泥粉煤灰浆、水泥砂浆等）→灌浆（浆液进入结构孔隙，一直到相邻孔出浆、以浆液从纵横缝里冒出，或水泥混凝土板有翘起现象为止）→灌浆孔封堵→交通控制→弯沉检测。





4.对接缝的处理

对纵横缝清缝，清除缝内原有的填充物和杂物，再用手持式注射枪进行沥青灌缝，然后用改性沥青油毡等材料贴缝，必要时再加铺一层特殊沥青材料的过渡层，吸收或抵抗纵横缝的向上扩展的能量，防止产生反射裂缝。



(二) 碎石化法



1.路面碎石化施工

①路面破碎时，先破碎路面侧边的车道，然后破碎中部的行车道。两幅破碎一般要保证 10cm

左右的搭接破碎宽度。

②机械施工过程中要灵活调整行进速度、落锤高度、频率等，尽量达到破碎均匀。

③路面碎石化后应清除路面中所有松散的填缝料、胀缝料、切割移除暴露的加强钢筋或其他类似物。

1B412025 路面改建施工

2.破碎后的压实

压实的主要作用是将破碎的路面表面的扁平颗粒进一步破碎，同时稳固下层块料，为新铺沥青面层提供一个平整的表面。



二、旧沥青路面再生

(一) 现场冷再生法

用大功率路面铣刨拌和机将路面混合料在原路面上就地铣刨、翻挖、破碎，再加入稳定剂、水泥、水（或加入乳化沥青）和骨料同时就地拌和，用路拌机原地拌和，最后碾压成型。



现场冷再生中关键技术是添加的胶粘剂（如乳化沥青、泡沫沥青、水泥）与旧混合料的均匀拌和技术，其余如旧沥青混合料的铣刨、破碎技术，胶粘剂配比性能也很关键。



图2

(二) 现场热再生法

是一种就地修复破损路面的过程，它通过加热软化路面，铲起路面废料，再和沥青粘合剂混合，有时可能还需要添加一些新的骨料。然后将再生料重新铺在原来的路面上。



现场热再生中旧沥青混合料的加热重熔技术，新加沥青、再生剂与旧混合料的均匀复拌技术是关键问题，在施工工艺中应充分考虑加热设备和拌和摊铺设备的作业性能。

(1) 整形再生法

整形再生法适合 2~3cm 表面层的再生，是由加热机对旧沥青路面加热至 60~180℃后，由再生主机将路面翻松并将翻松材料收集到再生主机的搅拌锅中，同时在搅拌锅中加入适量的沥青再生剂，将拌和均匀的再生混合料重新摊铺到路面上，用压路机碾压成型。适用于微型裂纹、磨耗层损坏及破损面积较小的路面，修复后消除原路面的轻度车辙、龟裂等病害，恢复路面的平整度，改善路面性能。

(2) 重铺再生法

重铺再生法适合 4~6cm 面层的再生，是用两台加热机分次对旧沥青路面进行加热。再由

再生机主机翻松，将翻松材料收集到再生主机的搅拌锅中，加入适量的沥青再生剂搅拌，将拌和均匀的再生混合料摊铺到路面上作为路面下面层，其上再铺设一层新的沥青混合料作为磨耗层，形成全新材料的路面，最后用压路机碾压成型。适用于破损较严重路面（如出现大面积坑槽）的维修翻新和旧路升级改造施工。

工艺方法：加热→旧料再生（翻松、添加再生剂、搅拌等）→摊铺整形→压入碎石工艺（罩新面工艺）。

（3）复拌再生法

复拌再生法适合 4~6cm 面层的再生。其方法是用 2 台加热机分次对旧沥青路面进行加热，加热方式与重铺再生法基本相同。由再生机主机铣刨翻松，并把翻松后的材料与新沥青混合料及再生剂，在再生机主机的搅拌器中拌和均匀，形成新品质的沥青混合料。

（三）厂拌热再生法

厂拌热再生法是将旧沥青路面经过翻挖后运回拌和厂，再集中破碎，根据路面不同层次的质量要求，进行配比设计，确定旧沥青混合料的添加比例，再生剂、新沥青材料、新集料等在拌和机中按一定比例重新拌和成新的混合料，铺筑成再生沥青路面。

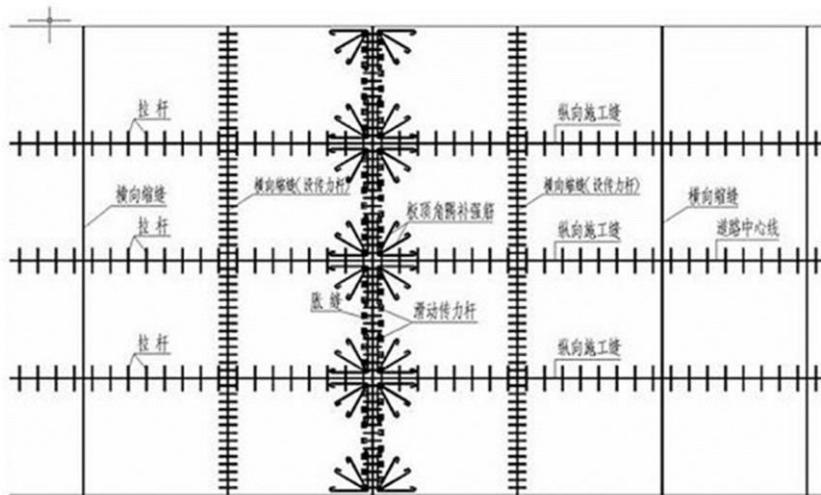
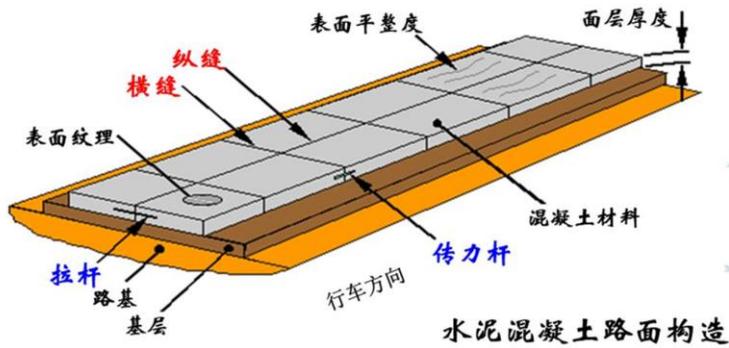
厂拌热再生技术利用旧沥青回收料一般不超过 50%，通常用 10%~30%。

1B412025 路面改建施工

厂拌热再生中的关键技术是必须解决旧沥青混合料中沥青的加热重熔问题与旧沥青混合料的精确计量问题。

1B412031 水泥混凝土路面用料要求

水泥混凝土路面：



一、水泥

1.极重、特重、重交通荷载等级公路面层水泥混凝土应采用旋窑生产的道路硅酸盐水泥、硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；

中、轻交通荷载等级公路面层水泥混凝土可采用矿渣硅酸盐水泥；高温期施工采用普通硅酸盐水泥；低温期宜采用早强型水泥。



3.选用水泥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的水泥品种、强度等级。

5.当贫混凝土和碾压混凝土用作基层时,可使用各种硅酸盐类水泥。不掺入粉煤灰时,宜使用强度等级 32.5 级以下的水泥。掺入粉煤灰时,只能使用道路水泥、硅酸盐水泥、普通水泥。

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。

六、外加剂

3.高温施工宜使用引气缓凝(保塑)(高效)减水剂;低温施工宜使用引气早强(高效)减水剂。

4.处在海水、海风、氯离子、硫酸根离子环境的或冬季洒除冰盐的路面或桥面钢筋混凝土、钢纤维混凝土中宜掺阻锈剂。

九、接缝材料

1.高速公路、一级公路宜采用塑胶、橡胶泡沫板或沥青纤维板。

2.填缝料有常温施工式和加热施工式两种。

(1) 常温施工式填缝料主要有聚(氨)酯、硅树脂类,氯丁橡胶泥类、沥青橡胶类等。

(2) 加热施工式填缝料主要有沥青玛 脂类、聚氯乙烯胶泥类、改性沥青类等。

(3) 高速公路、一级公路应优选树脂类、橡胶类或改性沥青类填缝材料,并宜在填缝料中加入耐老化剂。

1B412032 水泥混凝土路面的施工

二、施工方法

水泥混凝土面层铺筑的技术方法有小型机具铺筑、滑模机械铺筑、三辊轴机组铺筑和碾压混

凝土四种方法。



轨道式摊铺机（轨道充当模板，机械比较重，容易使路面变形）



滑模式摊铺机直观图（履带内侧有挡板，充当模板）



三辊轴摊铺机：



4. 碾压混凝土

碾压混凝土的路面是采用沥青路面的主要施工机械将单位用水量较少的干硬性混凝土摊铺、碾压成型的一种混凝土路面。

碾压混凝土采用的是沥青摊铺机或灰土摊铺机，碾压密实成型工艺是将干硬性混凝土技术和沥青路面摊铺技术结合起来的复合技术。

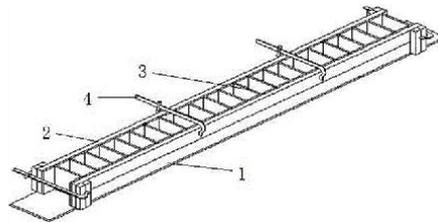
目前该技术尚存在一些没有彻底解决的问题：裂缝、离析与局部早期损坏成坑，板底密实度不佳和动态平整度不高。因此大多数公路工程技术人员认为，碾压混凝土仅适用于二级以下水泥混凝土路面或复合式路面下面层。

三、水泥混凝土路面施工技术

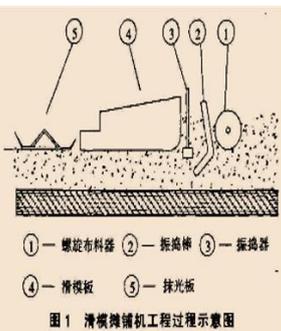
(一) 模板及其架设与拆除

5. 模板与混凝土拌和物接触表面应涂隔离剂。

6. 模板拆除应在混凝土抗压强度不小于 8.0MPa 方可进行。



(四) 采用滑模摊铺机施工进行混凝土面层铺筑



1.一般规定

(3) 传力杆和胀缝拉杆钢筋宜采用前置支架法施工，也可采用滑模摊铺机配备的自动插入装置 (DBI) 施工。

(4) 上坡纵坡大于 5%、下坡纵坡大于 6%、平面半径小于 50 米或超高横坡超过 7% 的路段，不宜采用滑模摊铺机进行摊铺。



(6) 滑模摊铺机械系统应配套齐全，可按下列要求进行配备：

①滑模铺筑无传力杆水泥混凝土路面时，布料可使用轻型挖掘机或推土机；

③应采用刻槽机制作宏观抗滑构造；

④面层切缝可使用软锯缝机、支架式硬锯缝机或普通锯缝机。



2.准备工作

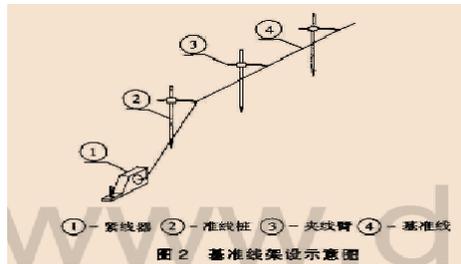
滑模摊铺面层前，应准确架设基准线。

①滑模摊铺高速公路、一级公路时，应采用单向坡双线基准线；横向连接摊铺时，连接一侧可依托已铺成的路面，另一侧设置单线基准线。

②滑模整体铺筑二级公路的双向坡路面时，应设置双线基准线，滑模摊铺机底板应设置为路拱形状。

⑤单根基准线的最大长度不宜大于 450m。架设长度不宜大于 300m。

⑥基准线宜使用钢绞线。采用直径 2.0mm 的钢绞线时，张线拉力不宜小于 1000N；采用直径 3.0mm 钢绞线时，不宜小于 2000N。



3.水泥混凝土面层滑模摊铺机铺筑

(3) 滑模摊铺机起步时，应先开启振捣棒，在 2~3min 内调整振捣到适宜振捣频率，使进入挤压底板前缘拌合物振捣密实，无大气泡冒出破灭，方可开动滑模机平稳推进摊铺。

(4) 滑模摊铺速度应根据板厚、混凝土工作性、布料能力、振捣排气效果等确定。

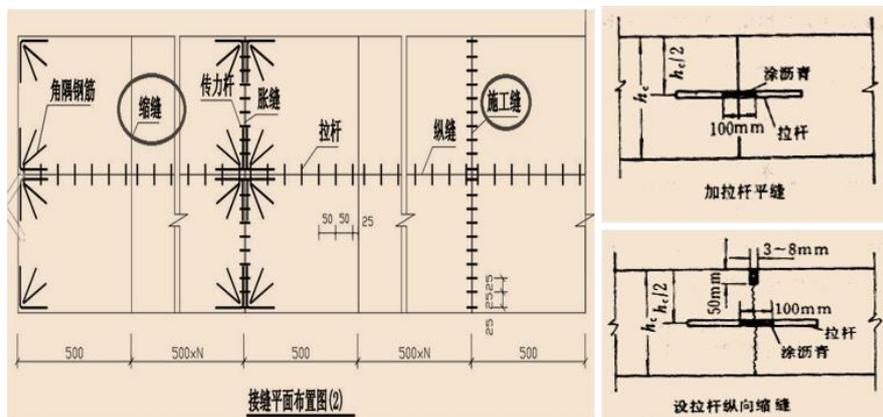
(5) 滑模摊铺水泥混凝土面层时，严禁快速推进、随意停机与间歇摊铺。

(6) 滑模摊铺振捣频率应根据板厚、摊铺速度和混凝土工作性确定，以保证拌和物不发生
过振、欠振或漏振。

(7) 可根据拌和物的稠度大小，采取调整摊铺的振捣频率或速度等措施，保证摊铺质量稳定，当拌和物稠度发生变化时，宜先采取调振捣频率的措施，后采取改变摊铺速度的措施。

(七) 纵缝设置与施工

纵缝包括纵向施工缝和纵向缩缝两类，构造上分为设拉杆平缝型和设拉杆假缝型。



1.当一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置纵向施工缝，位置应避免轮迹，并重合或靠近车道线，构造可采用设拉杆平缝型。

(1) 采用滑模施工时，纵向施工缝的拉杆可用摊铺机的侧向拉杆装置插入。

(2) 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。



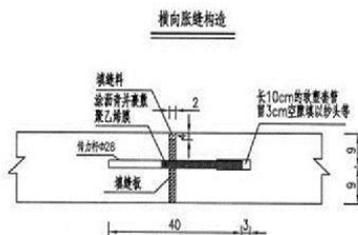
2.当一次铺筑宽度大于 4.5m 时，应设置纵向缩缝，构造可采用设拉杆假缝型，锯切的槽口深度应大于纵向施工缝的槽口深度。

5.纵缝应与路线中线平行。纵缝拉杆应采用热轧带肋钢筋，设在板厚中央，并应对拉杆中部 100mm 进行防锈处理。



(八) 横缝设置与施工

横缝从功能上分为横向施工缝、横向缩缝和横向胀缝。横向施工缝构造上分为设传力杆平缝型和设拉杆企口缝型；横向缩缝构造上分为设传力杆假缝型和不设传力杆假缝型。



1.每日施工结束或因临时原因中断施工时，应设置横向施工缝，其位置应尽可能选在胀缝或

缩缝处。

- (1) 横向施工缝设在缩缝处应采用设传力杆平缝型。
- (2) 施工缝设在胀缝处其构造与胀缝相同。

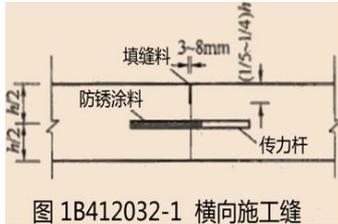


图 1B412032-1 横向施工缝

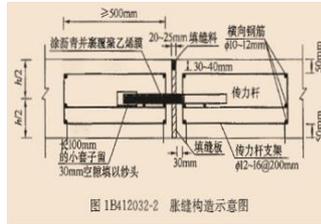


图 1B412032-2 胀缝构造示意图

4. 缩缝传力杆的施工方法可采用前置钢筋支架法或传力杆插入装置 (DBI) 法。传力杆应采用光面钢筋。



6. 邻近桥梁或其他固定构造物处或与其他道路相交处应设置横向胀缝。

- a. 高温施工，可不设横向胀缝；
- b. 常温施工，集料温缩系数和年温差较小时，可不设横向胀缝；
- c. 集料温缩系数或年温差较大，路面两端构造物间距不小于 500 m 时，宜设一道中间胀缝；
- d. 低温施工，路面两端构造物间距不小于 350m 时，宜设一道胀缝。

7. 普通混凝土路面的胀缝应包括补强钢筋支架、胀缝板和传力杆。

8. 胀缝应采用前置钢筋支架法施工，也可采用预留一块面板，高温时再铺封。

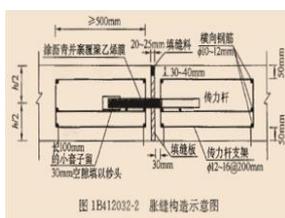


图 1B412032-2 胀缝构造示意图

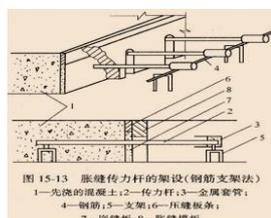


图 1.5-13 胀缝传力杆的架设(钢筋支架法)
1—先浇的混凝土;2—传力杆;3—金属套管;
4—钢筋;5—支架;6—压缝板条;
7—压缝板;8—胀缝模板

(九) 抗滑构造施工

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。

3.特重和重交通混凝土路面宜采用硬刻槽。凡使用圆盘、叶片式抹面机精平后的混凝土路面、钢纤维混凝土路面必须采用硬刻槽方式制作抗滑沟槽。



(十) 混凝土路面养护

1.混凝土路面铺筑完成或软作抗滑构造完毕后立即开始养护。机械摊铺的各种混凝土路面、桥面及搭板宜采用喷洒养护剂同时保湿覆盖的方式养护，不宜使用围水养护方式。

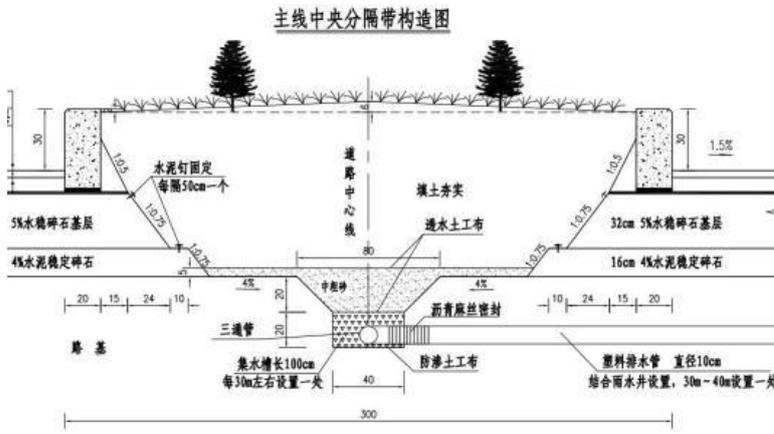


2.养护时间根据混凝土弯拉强度增长情况而定，不宜小于设计弯拉强度的 80%，应特别注重前 7d 的保湿（温）养护。一般养护天数宜为 14~21d，高温天不宜小于 14d，低温天不宜小于 21d。

3.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。

1B412041 中央分隔带施工

一、中央分隔带的开挖

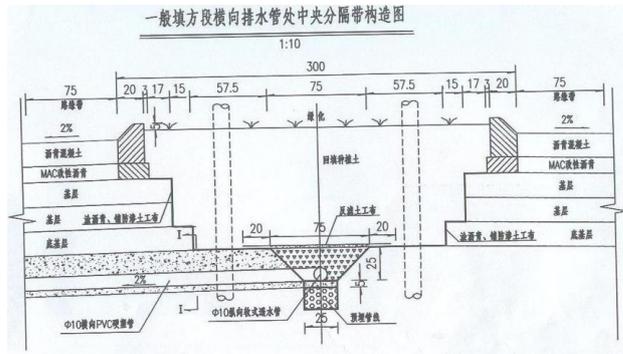


一、中央分隔带的开挖

当路面基层施工完毕后，即可进行中央分隔带的开挖，先挖集水槽后挖纵向盲沟。

二、防水层施工

沟槽开挖完毕并经验收符合设计要求后，即进行防水层施工，可喷涂双层防渗沥青。防水层也可铺设 PVC 防水板等。



三、纵向碎石盲沟的铺设

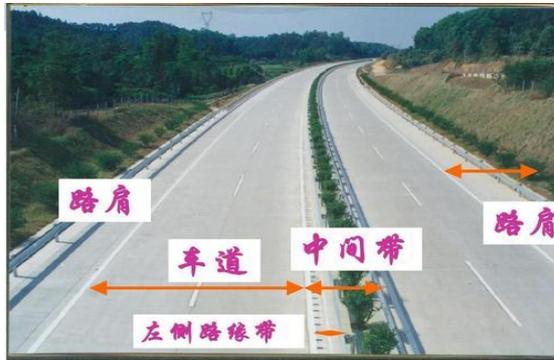
反滤层可用筛选过的中砂、粗砂、砾石等渗水性材料分层填筑，目前高等级公路多采用土工布作为反滤层。



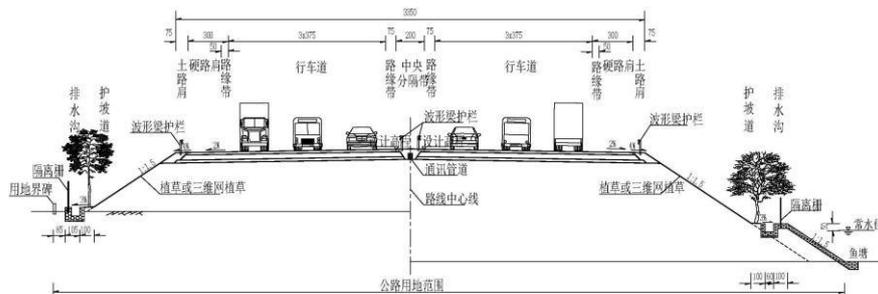
1B412042 路肩施工

一、土路肩施工

培土路肩施工施工流程：准备下承层→备料→推平→平整→静压→切边→平整→碾压。



1B412050 路面工程质量通病及防治措施



1B412051 无机结合料基层裂缝的防治

一、原因分析

1. 混合料中石灰、水泥、粉煤灰等比例偏大；集料级配中细料偏多，或石粉中塑性指数偏大。
2. 碾压时含水量偏大。
4. 碎石中含泥量较高。

5.路基沉降尚未稳定或路基发生不均匀沉降。

二、预防措施

(一) 石灰稳定土基层裂缝的主要防治方法

- 1.改善施工用土的土质，采用塑性指数较低的土或适量掺加粉煤灰。
- 2.掺加粗粒料，在石灰土中适量掺加砂、碎石、碎砖、煤渣及矿渣等。
- 3.保证拌和遍数。控制压实含水量，需要根据土的性质采用最佳含水量，避免含水量过高或过低。

(二) 水泥稳定土基层裂缝的主要防治方法

- 1.改善施工用土的土质，采用塑性指数较低的土或适量掺加粉煤灰或掺砂。
- 2.控制压实含水量。
- 3.在能保证水泥稳定土强度的前提下，尽可能采用低的水泥用量。
- 4.一次成型，尽可能采用慢凝水泥。养护结束后应及时铺筑下封层。

1B412055 水泥混凝土路面断板的防治

一、原因分析

- 1.混凝土板的切缝深度不够、不及时，以及压缝距离过大。
- 2.车辆过早通行。
- 3.原材料不合格。
- 4.由于基层材料的强度不足，水稳性不良，以致受力不均，出现应力集中而导致的开裂断板。
- 5.基层标高控制不严和不平整。
- 6.混凝土配合比不当。

三、治理措施

(一) 裂缝的修补

裂缝的修补方法有直接灌浆法、压注灌浆法、扩缝灌注法、条带罩面法、全深度补块法。

（三）整块板更换

对于严重断裂，裂缝处有严重剥落，板被分割成 3 块以上，有错台或裂块并且已经开始活动的断板，应采用整块板更换的措施。

由于基层强度不足或渗水软化，以及路基不均匀沉降，造成混凝土板断裂成破碎板或严重错台时，应将整块板凿除，在处治好基层以及路基后，重新浇筑新的混凝土板，或采用混凝土预制块或条块石换补。