

81353
BSG

089196

1502 1.1.15

本热拌冷铺黑色碎石路面



北京市市政工程局 编



人民交通出版社

605.7
025.7-02

热拌冷铺黑色碎石路面

北京市市政工程局 编

人民交通出版

本書介紹了幾年來北京市市政工程局修筑黑色路面的經驗；其中主要內容包括：1)黑色碎石的規格、瀝青稠度與用量的選定；2)鋪筑黑色碎石（礫石）路面；3)存在問題及其改進意見等。

此書可供城市道路工程技術人員學習參考。

熱拌冷鋪黑色碎石路面

北京市市政工程局 編

*

人民交通出版社出版

（北京安定門外和平里）

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1960年2月北京第一版 1960年2月北京第一次印刷

開本：787×1092_{毫米} 印張：1¹/₄張

全書：22,000字 印數：1—1,200冊

統一書號：15044·1383

定價（9）：0.15元

目 录

一、概 述.....	2
二、黑色碎石 的规格、瀝青稠度和用量的选定.....	3
(一) 石 料尺寸的选定.....	3
(二) 决定瀝青稠度和用量的試驗.....	4
三、試驗路的修筑 情况.....	9
(一) 試驗 路的简单情况.....	9
(二) 黑色碎石 的生产.....	10
1. 原材料的檢查.....	10
2. 黑色碎石的拌制.....	11
3. 黑色碎石的堆存.....	14
(三) 鋪筑黑色碎石 (碎砾石) 路面.....	16
1. 基层的准备.....	17
2. 黑色碎石的运送.....	17
3. 底层25~40毫米黑色碎石的攤鋪和碾压.....	18
4. 第一次嵌縫.....	19
5. 第二次嵌縫和磨耗层的修筑.....	20
6. 路面竣工后的情况.....	21
7. 开放交通后的观察.....	21
(四) 成本分析.....	31
四、几点体会.....	33
五、存在問題与今后的意見.....	37

一、概 述

在道路工程中利用黑色碎石修筑基层和面层，在我国已经得到比较广泛的应用。利用黑色碎石修筑路面，一般说来具有下列优点：

- 1)材料在工厂中生产，可以冷铺或热铺，受季节限制较小；
- 2)节省结合料（结合料用量为矿料重量的2~4%）；
- 3)路面均匀粗糙、强度一致；
- 4)不易出现温度裂缝和发生波浪；
- 5)可以利用机械铺筑，简化施工过程；
- 6)较贯入式路面及就地拌和式路面的平整度好。

黑色碎石按其铺筑温度的不同分为热拌热铺和热拌冷铺两种。按所用石料粒径的规格来分，又可分为用粒径相近的粗石料来拌制的黑色碎石和利用有级配的石料来拌制的黑色碎石。北京市为了适应日益增长的交通量的要求，曾在1957年8~9月用粗颗粒石料在前门内顺城街做了两段热拌冷铺黑色碎石路面，同年12月间又在西郊百万庄作了一段热拌热铺黑色碎石试验路。开放交通至今，除百万庄一段试验路因施工季节较晚，在当年冬季表面有局部脱落情况外，顺城街道路路面平整粗糙，未出现裂缝和波浪，效果良好。但在材料规格、沥青用量、黑色碎石的拌制、摊铺和碾压，以及路面结构、材料用量等方面还存在一些问题。为此，1958年又继续在这方面进行了一些工作，并于同年8~9月间在东郊化工路用黑色碎石、黑色

碎砾石修筑了热拌冷铺黑色碎石试验路，并进行了一段时间的观测。以下就1958年在试验室内进行的一些试验和生产施工中的观察，以及开放交通后的短期观测情况作一简要的叙述。

二、黑色碎石的规格、沥青

稠度和用量的选定

(一) 石料尺寸的选定

用粒径相近的粗颗粒石料修筑的黑色碎石路面系按照小碎石嵌挤大碎石中的空隙的原则来修筑的。根据苏联专家鄧拉也夫的建議，碎石粒径应尽可能的相接近，其最大与最小粒径之比不宜超过1.5~2。同时根据苏联BTН106~57“用沥青或煤沥青处治碎石、砾石、土壤及其它矿质材料修筑道路铺砌层和基层施工技术规范”一書的规定，这一比值不宜超过3，且作为铺砌层时主要碎石的粒径要小于压实厚度的0.7。因此，在1958年选定所用石料尺寸时，参照苏联有关资料的规定和我局过去施工资料，规定了下列的尺寸（见表1）。

表 1

用 途	下 層 碎 石	第一次嵌縫	第二次嵌縫	磨 耗 層
石料尺寸 (圓孔篩, 毫米)	25~40	10~20	5~10	5~10

在使用石料方面，石灰石与沥青的结合力较好，但由于石灰石价格较贵，结合北京市就地取材的原则，采用一部分打碎砾石作为黑色碎石骨料。

(二) 决定瀝青稠度和用量的試驗

对黑色碎石的要求，大致可分为二方面：即生产和施工上的要求和路面建成后使用上的要求。在生产和施工方面要求黑色碎石易于拌和，存放和运输时不流油，不粘結成块，施工时鋪筑方便；在路面建成后使用时要求不发生剝落现象，并且結合料膜不因水的作用而自石料表面脫落，从而影响路面使用年限；但上述要求在各資料中均未規定有明确而具体的指标。为了初步观测生产和施工上的情况，决定瀝青稠度和用量，我們曾进行了下列一些試驗。

首先用不同稠度的液体石油瀝青、不同的瀝青用量与准备在試驗路中采用的碎石相拌和，根据对黑色碎石的要求，凭外观初步地决定瀝青的标号和用量。試驗結果列于表 2。

从表 2 可以看出，对于 15~25 毫米碎石，瀝青的稠度在 100~130 秒，用量在 1.8~2.3% 时效果較好。对于 5~10 毫米石屑，瀝青的稠度仍以 100~130 秒为好，但瀝青用量增为 3.1% 左右。根据苏联技术规范 БТИ 106—57^① 規定，使用 A-6 或 B-6 液体石油瀝青拌和冷鋪黑色碎石时，其稠度不应大于 130 秒。前述試驗結果与这个規定基本上相符。

为进一步肯定拌制黑色碎石所用的瀝青稠度和用量，以及是否可用北京就地生产的打碎砾石代替价昂的外地生产的碎石，又做了三种試驗。

1) 测定黑色碎石流油的試驗：黑色碎石在堆存和运输时所以发生流油现象，除与瀝青稠度及用量有关外，主要是在生产

① “用瀝青或煤瀝青处治碎石、砾石、土壤及其它礦質材料修筑道路鋪砌層和基層施工技术规范”。

表 2

編 號	石 料 規 格 毫米	液體石油瀝青		加熱溫度		拌和及外觀情況
		稠 度 C ₆₀	用量	石料	瀝青	
黑—1	15~25碎石	100~120	1.8%	98°C	105°C	人工拌和1~2分鐘后，石料即為瀝青裹勻，冷卻后在室溫下(約20~25°C)材料可以翻動，顆粒無粘結成塊現象，情況良好
黑—3	15~25碎石	170~200	1.7%	105°C	90°C	拌和情況同上，但冷卻后在室溫下顆粒相互粘結，材料不易翻動。說明瀝青稠度太大
黑—5	15~25碎石	80~90	1.8%	85°C	100°C	油膜良好，但瀝青容易下流。說明稠度太小
黑—9	15~25碎石	100~130	2.3%	100°C	100°C	情況良好
黑—10	15~25碎石	100~130	3.0%	100°C	100°C	流油情況嚴重，假小鋁盆中二日后，盆底即有油跡
黑—13	15~25碎石	100~130	2.0%	96°C	96°C	情況良好
黑—8	5~10石屑	80~90	3.1%	85°C	90°C	油膜良好，顆粒不粘結成團，但還應進一步探索是否可用更稠的瀝青
黑—12	5~10石屑	100~130	3.9%	100°C	100°C	瀝青用量過多，石料粘結不易翻動
黑—14	5~10石屑	100~130	3.2%	96°C	96°C	情況良好

附注：所用石料為均質石灰石。試驗日期在5月下旬。室溫在20~25°C左右。后冷卻緩慢，材料長期處於高溫下所造成。因此在試驗室內將一定數量的材料置烘箱內，在高溫下保持一段時間后取出，察看有無瀝青流失，用流失量的多少來決定黑色碎石是否會在堆存中發生流油現象。雖然這和實際堆存情況有一定出入，但可用來作一概略比較。為盡量符合實際情況，烘箱溫度調節在60~80°C之間，試驗進行了四次，其結果列于表3。

表 3

編 号	石 料 規 格 (毫 米)	液 体 石 油 瀝 青 稠 度 C_{60}^5	瀝 青 用 量	烘 箱 溫 度	在 烘 箱 內 放 置 的 時 間	瀝 青 流 失 量 (与 原 有 瀝 青 重 量 之 比)
黑—1	15~25碎石	100~120	1.8%	60°C	3 小时	0
		再繼續加热		140°C	1 小时	0
黑—5	15~25碎石	80~90	1.8%	60°C	3 小时	0
		再繼續加热		140°C	1 小时	3.3%
黑—4	15~25碎石	100~130	2.3%	60°C	12 小时	5.4%
黑—12	5~10石屑	100~130	3.9%	60°C	12 小时	19.6%

从試驗結果可以看出，当瀝青較稠和用量較少时，流失的瀝青較少甚至沒有。此外加热的溫度过高以及处于高溫下時間过长，也能造成瀝青的流失。考虑到热拌冷鋪黑色碎石的特点，为防止在常溫下粘結成块，以及保証鋪筑后顆粒間必要的粘結力，瀝青的稠度仍不能过大，用量也不能太少。而为了使拌和工作能順利进行材料还必须加热至一定溫度，瀝青的稠度既不能过份增大，用量也不能过份减少，而拌和时又必須加热，所以在拌制后如何設法迅速使黑色碎石的溫度降低，避免材料长期处于高溫，就要采取防止发生流油措施，在实际生产时这点必須重視。

2)测定材料結块的試驗：材料的結块，多半发生在堆存的时候，如果容許堆存的高度为2米，則底层材料所受的压力大致在0.25公斤/平方厘米左右。考虑到在試驗室內制模时受压時間較短，故压力酌予增加。

用15~25毫米碎石，瀝青用量1.8%（瀝青稠度 C_{60}^5 100~120秒），拌制的黑色碎石（編号黑—1）在室溫下以0.5公

斤/平方厘米压力經24小时制成高10厘米、直径10厘米的圓柱形試模：取出后于室溫（25°C）下，不加压力，在2~3分鐘內即自行松散坍塌。这說明試驗所用黑色碎石的疏松性比較良好，估計作短期堆存时不致粘結成块，以致影响装运及攤鋪。

3)测定瀝青在石料上的粘結能力：这一試驗主要用来判明打碎砾石和石灰石碎石二者对瀝青的粘結能力到底有何差別，利用碎砾石代替碎石拌制黑色碎石是否可能。

測定这一性質时系采用煮沸法。現將苏联1957年“用瀝青或煤瀝青处治碎石、砾石、土壤及其它矿質材料修筑道路鋪砌层和基层施工技术规范”一書中所述煮沸法的試驗步驟簡介如下：

(1)將已經充分干燥的大于10毫米的碎石或砾石在烘箱中加热一小时，加热溫度根据瀝青种类和标号而定。对于B-6液体石油瀝青为100~120°C。

(2)將已加热至規定溫度的石子浸入同溫度的瀝青中，維持15秒鐘，使石子表面全部为瀝青塗复。

(3)取出石子，凉置15分鐘，使石子表面多余瀝青流出。

(4)將已塗有瀝青并經凉置15分鐘后的石子放入沸騰蒸餾水中，3分鐘后观察石料表面油膜的变化。根据油膜情况，將粘結力分为五級，油膜仍保持完整者为第五級，全部剝落者为第一級。

試驗結果，获鹿及落坡岭石灰石碎石与B-6瀝青的粘結力大部为5級，間有4級；北京碎砾石（原生岩石为花崗岩、輝綠岩、石英岩）为2~3級，碎砾石的粘結情况較次。

考虑到道路上实际并无高溫水份作用，所以又各取一份碎石及碎砾石用B-6瀝青拌和后浸入凉水中，于室溫下放置了二

个星期，結果石灰石及碎砾石上的油膜均无剥落，但碎砾石上的油膜有起泡現象。

从試驗結果可以看出，用煮沸法試驗时，碎石与碎砾石二者和B-6瀝青的粘結力有显著的差別，而在常溫下用水浸泡时，这一差別就减小，但仍然存在，并且随着受水浸泡時間的延长，这一差別会逐步扩大，这样就必然会縮短路面的使用年限。

根据試驗室內的一些初步試驗，并參照苏联的有关規范和資料、以及北京市过去的施工总结，对瀝青稠度和用量以及材料的加热溫度提出下列几点，作为修筑試驗路的初步依据。

(1)考虑到在夏季施工的条件和为了不致在堆存运输过程中发生严重的流油現象，拌制黑色碎石所用的B-6 液体石油瀝青的稠度 (C_{60}^5) 暫定为120~150秒。

(2)瀝青用量大致規定如下：在生产时还应根据具体情况作必要調整。

表 4

材料名称 (单位毫米)	25~40碎石	25~40碎砾石	10~20碎石	10~20碎砾石	5~10石屑
瀝青用量 (以石料的 重量%計)	1.6~1.8	1.7~1.9	2.0~2.4	2.0~2.4	2.8~3.0

(3)石料及瀝青加热溫度为：

瀝青100~120°C；石料80~120°C。

(4)如果碎砾石在强度上能达到要求，可以考虑采用作为黑色碎石的骨料，但由于碎砾石与瀝青的粘結力不如碎石，故黑色碎砾石路面的使用年限必然要受影响。

三、試驗路的修筑情况

(一) 試驗路的簡單情况

这次鋪筑黑色碎石試驗路的地点系在东郊化工路，原计划修筑的試驗路面結構共有六种，后因材料供应、施工期限等影响，仅修筑了四种（見表5）。

表 5

原计划修筑的試驗路面种类	起迄桩号①
1. 25~40毫米黑色碎石，实厚5厘米；10~20毫米黑色碎石嵌縫，洒布B-6液体瀝青0.8~1.0公斤/平方米，用5~10毫米石屑作第二次嵌縫。	0+000—0+200
2. 25~40毫米黑色碎砾石，实厚5厘米；10~20毫米黑色碎石或碎砾石嵌第一次縫，洒布B-6瀝青0.8~1.0公斤/平方米，用5~10毫米石屑嵌第二次縫。	0+200—0+600
3. 黑色級配砾石，实厚5厘米；加5~10毫米黑色石屑磨耗層。	2+070—2+120
4. 25~40毫米黑色砾石和碎砾石混合料（各占50%），实厚5厘米；10~20毫米黑色碎砾石第一次嵌縫，5~10毫米黑色石屑嵌第二次縫兼作磨耗層。	2+020—2—070
5. 25~40毫米黑色碎石，实厚5厘米；10~20毫米黑色碎石嵌第一次縫；5~10毫米黑色石屑嵌第二次縫兼作磨耗層。	2+120—2+340
6. 25~40毫米黑色碎砾石，实厚5厘米；10~20毫米黑色碎石或碎砾石第一次嵌縫，5~10毫米黑色石屑嵌第二次縫兼作磨耗層。	1+820—2+020
7. 25~40毫米黑色碎石，按实厚6.8厘米摊鋪，15~25毫米(0+037—0+142)及10~20毫米黑色小碎石第一次嵌縫；洒布B-6瀝青，5~10毫米石屑第二次嵌縫。	0+037—0+189
8. 25~40毫米黑色碎砾石，按实厚6.8厘米摊鋪，10~20毫米黑色碎石(0+180—0+225，0+315—0+375)及黑色碎砾石(0+225—0+375)第一次嵌縫，5~10毫米黑色石屑嵌第二次縫兼作磨耗層。	0+180—0+375
9. 25~40毫米黑色碎砾石，按实厚6.8厘米摊鋪，10~20毫米黑色碎石(0+402—0+435)及黑色碎砾石(0+375—0+402)第一次嵌縫；洒布B-6瀝青，5~10毫米石屑第二次嵌縫。	0+375—0+435
10. 25~40毫米黑色砾石、碎砾石混合料（各占50%），10~20毫米黑色碎石第一次嵌縫，5~10毫米黑色石屑二次嵌縫兼作磨耗層黑色材料全部在工地拌和。	2+340—2+370

① 桩号均自西向东。0+037至0+435下文簡稱西段

試驗路的路面結構为黑色碎石面層 5 厘米，碎石基層 7 厘米，再下为天然砂石層 26~28 厘米。試驗路的路基大部为浅挖方，路床土壤大部分为砂質护堤及粘土質护堤，部分曾加 10 厘米白灰处治層以防雨水侵入。由于整条路紧靠河，而河中的水位又因受邻近桥涵施工的影响长期不能降低，最高水位距路基面仅 60~100 厘米，这现象一直持續到 11 月份。由于路旁水位很高，估計在冬季路基冻胀之后，可能对路面产生一定的影响。

試驗路由我局一公司三队負責施工，1958 年 7 月 24 日路面工程开始，10 月份全部竣工，并开放交通。

(二) 黑色碎石的生产

1. 原材料的檢查

1) 石料：在生产和施工过程中对石料的抽查結果如下：

表 6

材 料 名 称 (毫米)	通 过 重 量 %						
	筛孔尺寸, 毫米 (圓孔筛)						
	40	35	25	20	15	10	5
25~40 石灰石碎石	96.3	66.3	5.4		25.9	18.3	
25~40 碎砾石			23.4				
15~25 石灰石碎石			97.8				
10~20 石灰石碎石				100			
10~20 碎砾石				99.7		30.3	
5~10 石灰石石屑						85.8	11.8

在生产中所用的碎石，有相当一部分帶有紅白色风化表皮，在碎砾石中含有較多的軟弱顆粒，虽經過挑选，但仍有部分

保留下来，因此石料質地不够理想。

2) 瀝青：所用 B 6 瀝青使用大連七厂 0# 瀝青加再殘油配制而成（0# 再殘油約为 8.1）如此所得的瀝青在儲存保溫过程中稠度增长很快，变动幅度介于 100~250 秒之間。在生产中曾取样作試驗，其結果列于表 7。

表 7

性質指标	稠度 C_{60}^{50} 秒	分餾成分，体積%			360°C 殘餘瀝青体積， 秒	含水量， %	水溶化合 物含量， %	閃点 °C
		至 225°C	至 315°C	至 360°C				
抽查結果	170	0.44	2.26	450	119	1.5	0.016	158
規定指标	120~150			<5	>50	<2	<0.80	>120

配制瀝青所用的再殘油系含蜡柴油經裂化得出汽油，經酸碱洗滌再經蒸餾而留于斧底的油，其分餾結果列于表 8。

表 8

蒸餾溫度	至 225°C	至 315°C	至 360°C
餾出体積 %	23.2	79.5	87.9

2. 黑色碎石的拌制

修筑試驗路所用的黑色碎石，除 5~10 毫米黑色石屑在工地用人工抄拌外，其余全由市政机械公司瀝青加工厂供应。加工厂生产黑色碎石系利用强制式瀝青混凝土攪拌机；在拌制黑色碎石时每拌的产量視石料的大小而定，約在 200~250 公斤間，拌和時間 1~2 分鐘。

1) 加热溫度：在生产中石料及瀝青的实际加热溫度变动于

下列范围:

石料 (包括25~40 毫米, 10~20毫米) 70~120°C; 瀝青 100~115°C。

在开始生产时石料的加热温度为 100~120°C, 个别因温度掌握不好达到 140°C, 材料生产后在运输冷却过程中流油情况严重。因此在生产后期, 为加速材料的冷却, 减轻流油现象, 将石料的加热温度降至70~80°C, 瀝青因系用蒸气加热, 故仍维持100~115°C, 降温后拌和情况仍良好。

石料加热温度降低后, 曾取样检查石料的干燥情况, 在干燥鼓进料口取得的潮湿石料, 其含水量为0.17%, 经加热后在干燥鼓出料口取得的石料温度为80°C, 含水量为0%, 这说明石料已经干燥。

2)瀝青用量 在开始生产时所采取的瀝青用量系根据试验室内所得出的结果加以规定, 现将规定的瀝青用量和在生产时抽提检查的结果, 比较如下。

表 9

材 料 名 称		25~40 毫米 碎石	25~40 毫米 碎砾石	15~25 毫米 碎石	10~20 毫米 碎石	10~24 毫米 碎砾石	5~10 毫米 石屑
瀝青含量,	规 定 值	1.7	1.8	2.0	2.0	2.1	3.0
以重量%計	檢 查 結 果	1.85, 1.94	1.9	2.0	2.33	2.0	—

根据上述油量所拌出的黑色碎石油膜塗复均匀, 外表发亮, 但在工地上实际使用结果, 感觉20~40毫米的碎石油膜較薄, 碾压后部分油膜被碾輪擦去, 表面发花。因此在后期将大碎石的瀝青用量增至2.0%。15~25和10~20毫米黑色小碎石因已按原计划瀝青用量生产完毕, 故未能随之作相应调整, 5

~10毫米黑色石屑系在工地用人工拌制，瀝青用量按規定取为 3 %。

3)拌制時間和数量：黑色碎石系利用加工厂 1 号强制式瀝青混凝土拌和机生产的。每拌的拌和時間和数量如下。

表10

材 料 名 称	拌和時間, 秒	拌和数量, 公斤
25~40毫米黑色碎石	70~80	200
10~20毫米黑色碎石	50~60	250

4)生产过程中質量的控制：在正常情况下，混合料拌好后具有均匀且塗复完全的油膜，外表发亮。如混合料发暗，則属油量太少，混合料冒青烟，則系溫度太高，液体瀝青中的輕質油份迅速挥发所致。

在生产过程中，除原材料外，影响黑色碎石質量的因素是材料的加热溫度（主要是石料的加热溫度，瀝青因系蒸汽加热，溫度較易控制，不致过高）和拌合時間。如前所述，料溫过高非但会使瀝青变质，而且还造成混合料的流油現象。故一旦發現溫度过高，拌和机干燥鼓的烧火工就应立即将爐膛中的火焰压小。如混合料表面发花，則說明瀝青在石料表面的塗复情况不佳。发生这种现象的原因为石料溫度过低或拌和時間太低；在查明原因之后，即可由烧火工或机长加以改正。

5)生产率：加工厂 1 号机在正常情况下（生产时机械不发生故障），每班八小时可生产25~40毫米黑色碎石 30~40 吨（每拌为200公斤）或10~20毫米黑色小碎石 40~50吨（每拌 250公斤），但生产瀝青混凝土时每班产量却在 80~100 吨以

上，其原因在于：拌制碎石时，若每次加料过多，拌和缸叶片常易为石子卡住，造成故障，故每拌产量必须限制在200~250公斤之内，较之生产瀝青混凝土时每拌350公斤少30~40%；生产黑色碎石时每次只有一辆自卸车担任运输，当车辆离开拌和机驶向卸料场地时，拌和工作就必须中断，每次因此而耽误的时间达15~20分钟。由于这两个原因，使得拌和机拌制黑色碎石时生产率降低。当生产25~40毫米黑色碎石时，由于材料的颗粒大，同时颗粒粒径又相差不多，所以极易卡在拌合机的转动部分，如送料斗链和导轮之间，拌和缸的一对拌和轴的叶片之间，从而易于造成机械故障。每当发生此等事故时，常需停机修理，拌和机的生产率遂因此而大大降低，甚至有每班实际生产时间仅为3~4小时、产量20吨的现象发生。

3. 黑色碎石的堆存

为避免材料生产后趁热运赴工地时，瀝青受震下流，积存车底，影响黑色碎石质量，因此决定拌和后即于厂内择一露天空地暂时堆存，俟冷却后再送工地。

1) 堆存方式：材料生产后即由自卸车运至预定地点，地上预铺芦席。卸下后原应将料扒开，使每层厚度不超过10厘米以促使料温迅速降低。但由于缺乏人力，实际上每层厚度均在40~50厘米以上，并且往往下层尚未完全冷却即又于上部堆放新材料，因而下部料温更难降低。料堆总高度为70~80厘米，上部复盖芦席，以防风砂和雨水。

2) 降温情况：对材料在堆存过程中的降温情况进行了观测，从观测结果可以看出，气温为25~30℃，材料每层摊成40~50厘米堆置于露天时，经过二个小时，其温度自80~100℃降至30~40℃。降温情况的部分观测结果如下：