

築路地瀝青和柏油

徐邕生編譯

中國科學圖書儀器公司
出版

築路地瀝青和柏油

徐 邕 生 編 譯

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司
出 版

內 容 提 要

本書主要內容係根據蘇聯書籍中的有關資料編譯而成，敘述築路地瀝青、柏油、地瀝青混凝土和柏油混凝土等材料的成分、性質、試驗、提煉、拌製、規範和應用等等。

本書可供大專公路與城市道路專業系科作為教學參考之用，亦可備實地工作人員應用。

築路地瀝青和柏油

編 譯 者 徐 邕 生

出 版 者 中國科學出版社
印 刷 上海延安中路537號 電話 64545
上海市書刊出版業營業許可證出〇二七號

經 售 者 新華書店上海發行所

★ 有 版 權 ★

CE 77—015 131千字，開本：(762×1056) 1/32 印張：7.84
定 價 ¥ 9.200 1955年1月初版第1次印刷 1—2,500

序

在路面材料中，地瀝青和柏油是佔着很重要的地位，路面工作人員對於這種材料必須要有充分的認識，才能使路面很好地符合行車的需要。筆者感到目前在國內敘述這種材料的中文書籍還是比較少，因此編譯這本書。

本書內容主要是根據蘇聯書籍中的有關資料，加以整理後，編譯而成。共分為二編：第一編是各項材料的一般敘述；第二編具體地說明測定膏體地瀝青、液體地瀝青、柏油、煤焦油和煤柏油渣等材料性質的方法和步驟，以便讀者可以根據所述的步驟進行規範中所規定的各項試驗。關於材料試驗前的取樣以及某些試驗結果的準確度，由於缺乏蘇聯資料未敘述。

筆者限於俄文和業務水平，因此在編譯本書時，難免會有錯誤，希望讀者提出意見，以便改正。

徐 邕 生

一九五四年七月於上海

目 錄

第一編 理論部份	1-115
第一章 緒論	1
第二章 築路地瀝青	4
第一節 地瀝青的成份和組織.....	5
第二節 地瀝青的性質.....	8
第三節 地瀝青性質的測定方法和意義.....	18
第四節 地瀝青的提煉方法.....	27
第五節 各種地瀝青的性質比較.....	40
第六節 地瀝青的規範和應用.....	43
第三章 築路柏油	48
第一節 柏油的成份和組織.....	49
第二節 柏油的性質.....	52
第三節 柏油、煤焦油和煤柏油渣性質的測定方法和意義.....	53
第四節 柏油的提煉方法.....	56
第五節 各種柏油的性質比較.....	59
第六節 柏油的規範和應用.....	60
第四章 築路乳化地瀝青和乳化柏油	64
第一節 乳化體的組成材料和製造.....	65
第二節 乳化體的性質和性質測定方法.....	68
第三節 乳化體的規範和用途.....	73
第五章 築路地瀝青混凝土和柏油混凝土	75
第一節 熱用混凝土的性質和規範.....	77
第二節 冷用混凝土的性質和規範.....	82

第三節 組成材料和材料性質	85
第四節 混凝土配合比的選擇	92
第五節 各項性質試驗	98
第六節 選擇混凝土配合比的例題	103
第七節 混凝土的拌製	108
第二編 試驗部份	116-178
試驗一 比重試驗(比重瓶法)	116
試驗二 比重試驗(比重天平法)	121
試驗三 貫入度試驗	125
試驗四 粘滯度試驗	130
試驗五 延性試驗	134
試驗六 軟化點試驗(環及球法)	138
試驗七 醚聚精或苯溶解度試驗	142
試驗八 游離炭含量試驗	146
試驗九 加熱試驗	149
試驗十 液體地瀝青分離成份試驗	152
試驗十一 柏油和煤焦油分離成份試驗	156
試驗十二 軟化時間試驗	159
試驗十三 引火點和着火點試驗	162
試驗十四 水溶化合物含量試驗	165
試驗十五 水溶酸和鹼含量試驗	167
試驗十六 含水量試驗	169
試驗十七 酚含量試驗	173
試驗十八 萘含量試驗	176
附錄一 俄中名詞對照	179
附錄二 中俄名詞對照	183
附錄三 主要參考書籍	187

第一編 理論部份

第一章

緒 論

在道路路面建築上，最常用的結合材料是地瀝青、柏油和水泥。這種材料把路面上所用的集料結合起來，成爲一個整體，使路面不滲水，而同時又有抵抗外界各項破壞的能力。水泥是屬於礦物結合材料；地瀝青和柏油是屬於有機結合材料。

有機結合材料的種類很多，簡單地可歸納爲瀝青、火成瀝青、柏油及柏油渣四種。

(一) 瀝 青

是炭氫化合物及其非金屬衍生物的複雜混合物，是在天然狀態發現，或是由高溫提煉過程而得。

(1) 地瀝青 是半固體或固體稠度的瀝青，全部或部份溶解於二硫化炭，在加熱時熔化，具有特殊的結合和塑性的性質。地瀝青也有呈液體的，

(甲)天然地瀝青 1. 是在純粹狀態時得到，或含有不多礦物雜質時得到；2. 由含有地瀝青的岩石中提取而得，主要是由砂岩石，是用溶劑抽取，或用水煮的方法抽取。

(乙)石油地瀝青 在尋常溫度時，是液體或半固體的產品，也可以是固體和脆的產品，是由處理石油、重黑油或地瀝青油時而得，

是處理時的殘渣。根據提煉方法的不同，分為殘餘石油地瀝青、氧化石油地瀝青、酸石油地瀝青、分解石油地瀝青以及化學處理的石油地瀝青。

(2) 瀝青石 是天然瀝青，性脆，具有強或弱的光澤，呈高熔、半熔或幾乎不熔，溶解於二硫化炭，但不溶解於酒精、鹼和酸。顏色由深褐色至黑色，沒有礦物雜質或含有少量的雜質。瀝青石可歸納為：1. 在純粹狀態得到的瀝青石——可熔瀝青石，難熔瀝青石；2. 由含有瀝青的岩石中提取而得的瀝青石。

(二) 火 成 瀝 青

是黑色的天然物質，含有炭氫化合物，呈高聚合、不熔和不溶。在熱處理時，發生反聚合，而因此具有溶解性和可熔性；如頁岩瀝青是在頁岩低溫炭化^①時得到的。

(三) 柏 油

是揮發物凝結的產品，呈液體至半固體，是在不通空氣、乾蒸餾各種燃料和其他有機化合物時而得，顏色呈黑色或褐色。

根據原料和提煉方法的不同，可分為下列各種：

(1) 煤柏油 煤柏油可分為：1. 煤氣柏油，是將煤氣化的產品；2. 焦炭柏油，是在低溫和高溫時將煤焦化的產品，其中又分半焦炭柏油(初期低溫柏油)及焦炭或高溫柏油。

(2) 褐煤柏油 是將褐煤乾蒸餾的產品。

(3) 頁岩柏油 是將頁岩在高溫乾蒸餾和氣化時的產品。

(4) 泥煤柏油 是將泥煤乾蒸餾的產品。

(5) 木柏油 是將木乾蒸餾的產品。

(四) 柏 油 渣

爲半固體和固體的物質，是蒸餾柏油後所留下來的殘渣，具有特殊的貝殼狀斷口和冷流¹。可分爲煤柏油渣（包括煤氣柏油渣、焦炭柏油渣等）、木柏油渣、褐煤柏油渣、泥煤柏油渣等。

在道路路面建築上所用的有機結合材料，主要的是石油地瀝青和煤柏油。這種材料之所以能大量用於路面建築，其主要原因是：

- (1) 本身具有充份的結合力；
- (2) 與集料有良好的結合力，而且該結合力不致受到溫度或水的影響而遭受到破壞；
- (3) 在道路上鋪築後，其本身的性質不致受到光、熱、空氣等影響而發生太大的變化；
- (4) 有高度的溫度穩定性，在冬天時，不致過份變硬，而在夏天時，不致過份變軟；
- (5) 可以加熱熔化，降低稠度，以配合施工需要；
- (6) 能溶解於有機溶劑，因此，可以加工做成各種稠度，以配合工程需要；
- (7) 可以與水加工相混，而成為乳化體，以配合工程需要；
- (8) 是工業副產品。

地瀝青的成份和性質如果都能符合路面建築和養護的規定規範，就稱爲築路地瀝青。

柏油的成份和性質如果都能符合路面建築和養護的規定規範，就稱爲築路柏油。

築路地瀝青和柏油主要是用於建築和養護下列各項鋪砌層：如各種路面處治；各種用有機結合材料貫入的鋪砌層；各種路拌有機結合材料鋪砌層；各種廠拌有機結合材料鋪砌層等。

第二章

築路地瀝青

築路地瀝青可以按照來源、提煉方法和稠度而分為下列數種：

(甲)按照來源和提煉方法：

(一)石油地瀝青 是由蒸餾石油而得的副產品，由於提煉方法的不同，又可分為：

1. 殘餘石油地瀝青——是由直接蒸餾石油而得的殘渣；
2. 氧化石油地瀝青——是由氧化重石油殘渣而得的產品；
3. 分解石油地瀝青——是在分解石油重產品而得的殘渣。

(二)天然地瀝青 是用沸水或蒸發溶劑的方法，由含有地瀝青的岩石中提煉而得，或是由提煉天然存在於地面上的地瀝青而得。

(三)軟製地瀝青 是將稠度較大的地瀝青與適宜的溶劑在加熱時拌和而得；所得到的軟製地瀝青，其稠度較原來地瀝青的稠度小。

(四)乳化地瀝青 是水和地瀝青的分散組織，地瀝青是以小顆粒的方式分散在水中，尺寸是 $0.1\ \mu \sim 0.1\ \text{mm}$ ；其中還有乳化劑，以防止乳化體凝聚；根據材料中水份分裂和蒸發的快慢，可以分為速裂、中裂和慢裂。

(乙)按照稠度：

(一)液體地瀝青 是在普通溫度下呈液體的材料。根據其凝結速度的不同，是分為速凝、中凝和慢凝。

(二)膏體地瀝青 是在普通溫度下呈半固體的材料。

第一節 地瀝青的成份和組織

地瀝青材料的化學成份至今還沒有得到圓滿的答案,但是,根據分析和研究的結果,我們知道它主要是由各種炭氫化合物相混合而成,呈膠體組織,此外,還有一部份氧化物、硫化物、氮化物和其他雜質。

由於地瀝青的組織是非常複雜,所以,其中諸組成材料不可能分別地分離出來。

地瀝青的成份,基本上是炭(85~90%)和氫(12~13%)。天然地瀝青的硫化物含量可達10%,而石油地瀝青的硫化物含量則較少,很少超出3%。氧的含量不多,很少超出2%。氮的含量亦不多於2%,時常少於1%。

表(1)是數種地瀝青的化學成份,可供參考。

表 (1)

地 瀝 青 名 稱	化 學 成 份 %				
	C	H	S	O	N
石 油 地 瀝 青					
格羅斯寧①	86.0	12.6	0.1	1.2	0.1
本雪文尼亞②	87.4	12.6	—	—	—
天 然 地 瀝 青					
休克羅夫③	80.3	9.7	4.2	5.6	0.2
崔乃代④	85.9	10.5	3.1	—	0.8—0.5

上述的化學成份不能用以獲得地瀝青化學成份和其物理機械性質的關係,因此,爲了要得到這個關係,就用溶解度的方法將地瀝

① Грозненский

② Пенсильванский

③ Пугуровский

④ Тринидадский

青中的組成材料分成若干類，計：(一)地瀝青酸及其酐；(二)油質；(三)地瀝青精；(四)脂質；(五)地瀝青炭和炭瀝青。

(一)地瀝青酸及其酐——是地瀝青中容易溶解於酒精、而不溶解於汽油的材料，是褐色物質，呈半固體或固體狀態，比重大於1，呈酸性反應，在地瀝青中其含量不多。

(二)油質——能溶解於石油醚和其他有機溶劑，本身的稠度很小，比重小於1。

(三)地瀝青精——是不溶於石油醚，而溶於醚蒙精、四氯化炭和二硫化炭的材料，是固體、硬和不熔的物質，比重大於1，具有閃光和強的塗力^①，在300°以上溫度時，本身並不熔化，但分解而放出氣體，最後變成炭。在地瀝青中，其含量普通是0~4%。

(四)脂質——能溶解於石油醚、汽油和其他有機溶劑，是固體或半固體的物質，呈紅褐色或黑褐色，熔點低於100°，比重是1左右，呈中性反應，具有高的塗力(但卻低於地瀝青精)。

(五)地瀝青炭和炭瀝青——地瀝青炭按外表是與地瀝青精相似，所不同的是其顏色比地瀝青精較暗，是地瀝青中能溶於二硫化炭，而不溶於四氯化炭的材料。炭瀝青是固體的炭質材料，不溶於任何溶劑。它們產生的原因是由於石油產品在加工處理時，受到了高溫度影響所致。它們僅存在於某些地瀝青中，含量不多，常在3%以下。

在這種材料中，油質是分散媒，而其他材料(如地瀝青精等)則分散在其中。

各種材料所起的作用可略述如下：

(一)地瀝青酸及其酐——是地瀝青中最極化的材料，而因此是地

① окрашивающая способность

瀝青中最表面活動的①材料，其在地瀝青中含量的多少直接影響地瀝青與石料表面的結合力。

(二)油質——由於其稠度很小，所以在地瀝青中，其含量的多少影響地瀝青的稠度；油質含量愈多，地瀝青的稠度愈小。

(三)地瀝青精——地瀝青精的含量影響地瀝青的硬度、密度和軟化點，此外，它尚使地瀝青有一定的塑態段②，並且影響地瀝青由固態轉變成液態的速度。地瀝青中地瀝青精的含量愈多（在規定數量內），則其軟化點愈高，轉變成液態也愈慢，此外，地瀝青也愈硬；但是地瀝青精的含量太多後，地瀝青即變成脆而硬，塑性、延性和貫入度都會銳減。

(四)脂質——這種材料使地瀝青具有結合性和塑性，因而使其具有抵抗拉伸和壓縮的能力。

(五)地瀝青炭和炭瀝青——它們都會減低地瀝青的結合性。

表 (2)

地 瀝 青 名 稱	含 量 %			不 溶 殘 渣 %
	地瀝青精	脂 質	油 質	
天 然 地 瀝 青				
休克羅夫③	15.70	31.74	47.61	5.20
復乃代④	37.00	33.00	30.00	—
石 油 地 瀝 青				
比納加丁⑤	24.52	4.50	62.68	1.25
格羅斯寧⑥	9.84	31.83	56.00	—
格羅斯寧 III ⑦	4.79	39.55	52.00	—
墨西哥⑧	27.56	24.88	45.63	1.95

① поверхностно-активный ② интервал пластического состояния

③ Шугуровский ④ Тринидадский ⑤ Винагадинский

⑥ Грозненский ⑦ Грозненский III ⑧ Мехиканский

根據上述的分析，可知地瀝青的性質是隨着以上各種材料在地瀝青中的含量而異。

表(2)是數種地瀝青中油質、地瀝青精和脂質的含量。

同一等級的地瀝青，由於產地的不同和提煉方法的不同，其相互間的成份是不同的。

地瀝青的成份並不是始終維持一致的，它在貯藏起來後，或應用在路面上後，由於空氣、陽光和溫度等關係，成份是發生變化的。

第二節 地瀝青的性質

築路地瀝青的性質可以分爲二大類，即技術性質和建築性質。

技術性質是從技術方面分析地瀝青的性質，而由該性質決定地瀝青的處理、準備和應用。該性質主要的是：

(1) 在各種溫度下，地瀝青的稠度。

(2) 地瀝青的溫度特性，即：(甲)在高温受熱後和長期受熱後的性質變化；(乙)最高加熱溫度；(丙)比熱；(丁)溫度體積膨脹。

除了以上所述各點外，在地瀝青的技術性質中，還可以列入地瀝青的比重、潔淨程度和均勻程度。

建築性質說明地瀝青與石料相混合後，其與石料相結合的情形。這種性質主要的是：

(1) 地瀝青與各種材料表面的結合力。

(2) 地瀝青的稠塑性質。液體地瀝青的稠塑性質主要是以稠度表示，而膏體地瀝青却以稠度和塑性表示。稠度和塑性都是用以表示地瀝青結合石料顆粒的情形，也表示各種地瀝青混合料的結合情形。

(3) 地瀝青的溫度穩定性。溫度穩定性說明溫度變化與地瀝青

稠度變化的關係。

(4) 地瀝青抵抗水份侵入的能力。

(5) 時間與地瀝青性質變化的關係。

(甲)技術性質

(一)在不同溫度下的稠度 地瀝青的稠度常用特殊單位表示。關於膏體地瀝青，稠度是以標準針在 25° 溫度和 5 秒鐘內刺入材料的深度表示，該值稱為貫入度；而關於液體地瀝青，稠度却以材料在 25° 或 60° 溫度時，由標準孔口流出 50 cc. 材料的時間表示，該值稱為粘滯度。

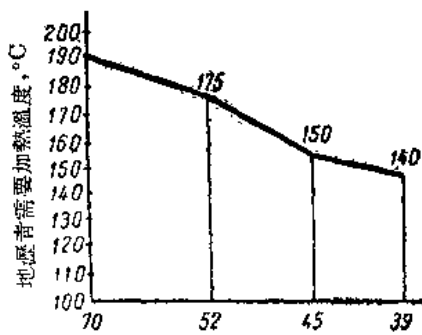
任何地瀝青（膏體或液體）的稠度是隨着溫度的增高而減小，反之，也隨着溫度的減低而增加。

溫度接近 170° 時，膏體地瀝青的稠度幾乎不變，關於液體地瀝青，這個溫度是低得多，在 $80\sim 130^{\circ}$ 之間。

建築黑色鋪砌層時，有機結合材料的稠度是具有甚大的重要性，其稠度必須與鋪砌層種類和施工方法相配合，稠度太大後，鋪砌層就不易施工，而因此不能達到良好的效果。

爲了使地瀝青材料能有適宜的稠度，以配合需要，可以用暫時加熱或摻入溶劑的方法。

地瀝青加熱所需要的溫度是隨着其成份和性質而異。根據試驗和分析的結果，我們知道每級地瀝青材料都有其合理的加熱溫度，在該溫度時，地瀝青一方面可以很容易地分佈在顆粒的表面，而在另



地瀝青軟化點 (L環及球法), °C

圖 1

一方面,却幾乎不變其性質。圖(1)就是說明鋪攤中顆粒地瀝青混凝土混合料時,各種地瀝青應加熱的溫度,可供參考。

(二) 高溫受熱後和長期受熱後的性質變化 地瀝青在高溫受熱和長期受熱後,其性質是會起變化的(是指材料受熱再冷卻後的性質變化),該性質的變化表現在各方面。

根據試驗的結果,我們知道其稠度增加,同時,軟化點也隨之增加,塑性也減小;加熱時間愈長和加熱溫度愈高,其變化也愈厲害。

表(3)是同一種巴金地瀝青^①在相同加熱時間的情況下,地瀝青性質的變化和加熱溫度的關係。

表 (3)

加 熱 溫 度 (°C)	加 熱 時 間 (分)	25°C 的貫入度	軟化點(環及球法) (°C)
未加熱	—	116	45
120	15	115	46
180	15	102	46.5
200	15	95	47.5

表(4)是同一種巴金地瀝青在相同加熱溫度的情況下,地瀝青性質的變化和加熱時間的關係。

表 (4)

加 熱 溫 度 °C	加熱 時間 小時	性 質		試驗後的性質變化	
		軟化點 (環及 球法) °C	地瀝青精含 量 %	軟化點 (環及 球法) °C	地瀝青精含 量 %
未加熱	—	45	10.52	—	—
115~120	5	47	10.88	+ 2.0	+0.36
115~120	10	48	11.51	+ 3.0	+0.99
115~120	15	49	11.88	+ 4.0	+1.36
175~180	5	51.5	15.52	+ 6.5	+5.0
175~180	10	56	15.98	+11.0	+5.46
175~180	15	64	18.92	+19.0	+8.40

① Бажинский битум

由上表也可以看出同一種材料在相同加熱時間的情況下，地瀝青性質的變化和加熱溫度的關係。

以上各種性質變化的原因，主要是輕質材料的揮發以及一部份材料的氧化和聚合。

爲了避免地瀝青的性質發生太大的變化，所以，在應用時，材料的加熱溫度不能超過規定，而且加熱時間和加熱溫度應該在不妨礙施工的原則下，儘量減低。

(三)最高加熱溫度 上節已經談到材料加熱的標準，可是，在另一方面，還需要考慮一個問題。

每種地瀝青必須有其固定的最高溫度，超過該溫度時，材料所蒸發出來的氣體可能發生燃燒現象，而很可能發生火災；爲了防止材料的燃燒，材料加熱的溫度不得超過其規定的限度。

綜合以上所述各點，才決定材料加熱的溫度。

(四)比熱 我們必須知道地瀝青的比熱，以便計算加熱地瀝青時應該輸入的熱量，也可以根據該數值而設計加熱設備。

地瀝青的比熱可用下列公式計算：

$$C = \frac{1}{\sqrt{r}}(0.403 + 0.00045 t),$$

在上式中：

C ——地瀝青的平均比熱；

r ——地瀝青在 15° 時的比重；

t ——計算地瀝青比熱時的溫度。

由以上公式，可以看出地瀝青的比熱是隨着溫度的不同而改變；溫度愈高，比熱亦愈高，譬如在 100° 時，比熱等於 0.44，而在 220° 時，則等於 0.495。