

公路施工工人丛书

渣油路面

(第 二 版)

叶国铨 赵汉涛 编

人 民 交 通 出 版 社

公路施工工人丛书

渣 油 路 面

(第 二 版)

叶国铨 赵汉涛 编

人 民 交 通 出 版 社

公路施工工人丛书

渣 油 路 面

(第 二 版)

叶国铮 赵汉涛 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

北 京 大 兴 县 印 刷 厂 印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：5.625 插页：1 字数：125 千

1974年5月第1版

1982年8月第2版第3次印刷

印数：38,501—44,700册 定价：0.90元

前 言

随着我国社会主义建设事业的发展，石油工业生产出大量的渣油，给公路路面建筑提供了丰富的材料。公路战线上的广大职工，经过多年来的探讨、研究，成功地把多蜡渣油用于修筑路面，改善和提高了路面质量，以适应汽车荷载和交通量不断增长的需要。

目前，渣油路面已在全国各地广泛使用，修建成的渣油路面里程已达二十余万公里。除大量修筑渣油表处路面外，还修筑了渣油贯入式路面、渣油混凝土路面和渣油碎石路面等。今后，各类渣油路面还将不断增长。为了普及这方面的知识，我们修订了这本通俗读物《渣油路面》，增补了渣油路面新结构和路面厚度计算方法等内容。本书着重介绍渣油路面的基本理论，提出保证工程质量的有效措施以及提高施工效率的一些方法。在附录中，还介绍于渣油和渣油路面常用的试验方法。

在本书的编写和修订的过程中，曾得到山西、山东、湖南、广东等省公路部门的大力协助，提出了许多宝贵资料和意见，在此一并致谢。

本书第一、二、四、五章和附录由叶国铮编写，第三章由赵汉涛编写，不当之处，在所难免，请读者多提宝贵意见。

叶国铮、赵汉涛

1980年9月

目 录

第一章 渣油路面概述	1
第二章 渣油路面用的材料	4
第一节 渣油的性质	4
第二节 渣油路面用的矿料	23
第三节 渣油和石料相互作用的一般原理	29
第三章 渣油路面的底层	40
第一节 车轮与路面的相互作用	40
第二节 路基土及路面结构层	45
第三节 旧路的综合技术调查	52
第四节 旧路补强厚度计算	56
第五节 铺筑渣油面层前对旧路的处理	61
第四章 怎样修好渣油路面	64
第一节 渣油路面底层的施工	64
第二节 渣油表面处治路面的施工	86
第三节 渣油贯入式、渣油碎石和渣油 混凝土路面	111
第四节 渣油加工场	119
第五章 怎样养护好渣油路面	134
第一节 渣油路面养护的一般特点	134
第二节 怎样防治渣油路面的病害	137
附 录	146
一、粘度试验	146

二、软化点试验.....	148
三、针入度试验.....	151
四、延度试验.....	154
五、含水量试验.....	158
六、闪火点试验.....	160
七、渣油（沥青）与石料粘附性试验.....	163
八、油石比试验.....	166
九、路面弯沉测定.....	167
十、路面透水性系数试验.....	170

第一章 渣油路面概述

随着我国工农业生产的向前发展，公路交通量和汽车载重量日益增加，原有砂石路面已不能适应交通量增长的迫切需要。如何改善和提高现有砂面路面的质量，大量修建较高级的路面，便成为急待解决的一个重要课题。六十年代以来，我国开始生产出大量石油。这种石油提炼加工以后出大量的副产品——渣油。由于这种渣油含蜡较多，粘性较差，国内外尚无使用多蜡渣油（含蜡量达到10~20%）直接铺路的成功经验。因此，围绕着如何利用渣油修好路面这个问题，开展了广泛的讨论和研究。从一九六一年开始，本着就地取材，因地制宜的方针先后在全国各地修筑了许多渣油试验路面。由于当时对渣油修路的规律性缺乏全面的认识，因此，初建的渣油路面部分路段先后出现了不同程度的大面积泛油和松散破坏。通过长期的和大量反复的科学试验，逐渐认识到渣油路面面层质量的关键在于采用具有一定粘度的渣油，控制适当的油石比例和保证初期的成型稳定问题。修筑渣油路面时，在保证底层强度和稳定性的基础上，只要控制好渣油的粘度、矿料组成和用量，注意施工方法，加强初期成型养护，就能把渣油路面修好。

实践证明，渣油路面比沥青路面成本较低，施工也较简便，只要初期能成型稳定，就能达到和沥青路面几乎相同的使用效果。这种渣油路面可以大大改善砂石路面的质量，提高行车速度，发挥运输效率，减少轮胎磨损和油料消耗，减

轻养护工作的劳动强度和降低养护费用，还能消除砂石路面的雨天泥泞和晴天扬尘，有利于改善公路环境卫生，有效地支援了社会主义建设。

到目前为止，我国各地已成功地修筑了各种类型的渣油路面二十余万公里。渣油修路的成功，证明多蜡渣油是能够用来修路和修好路的；同时它又发展了黑色路面的施工技术，证明渣油表面处治层可以铺在稳定的泥结碎（砾）石底层上，甚至可以洒透层油。还可掺加一定数量的石屑粉料，以获得较大的稳定性。表处路面施工也可以采用拌和法（过去修筑沥青表面处治路面是不能这样做的），渣油路面还可修筑几种型式的粗面式表处层，还可修筑贯入式，³⁰渣油碎石和渣油混凝土路面等。但是，渣油路面比较光滑，建成初期路面还有一些反光，这就使得设计路面时除了要保证坚固和稳定之外，在平整性方面还要着重考虑路面粗糙性的要求，以防行车滑溜，产生交通事故。然而路面过份粗糙会增加轮胎机件的磨损和汽油消耗，对较小纵坡和平原区的公路是不利的；但在山区修筑渣油路面时，由于纵坡较大，就必须强调粗糙度，以保证行车安全。这就对面层结构提出了新的要求。另一方面，渣油铺路以后，在砂石路面或基层上形成了一个不透水的封闭层，它使底层水分难于蒸发，积聚在油面层的底部，在水文地质条件不良的地段，底层便会逐渐变软，强度有所下降，严重时就会使渣油路面沉陷翻浆造成破坏。这种情况在铺筑沥青路面后也是存在的，但却没有引起足够的注意。因为过去沥青路面大多铺筑在城市或郊区，而且使用的沥青材料的延性较大，沥青混合料的抗拉强度较高，加上在中湿和潮湿地段按照旧的柔性路面设计方法计算的路面厚度一般虽然偏薄，但是为了防止路面破坏，往往采用较厚的底层（如大块石或拳石基础等），因此路面变软的

情况还没有突出反映出来。

我国广大公路职工为发展适应我国实际情况的路面设计方法，作了长期广泛的科学研究工作。经过长期的努力和不断总结经验，现在交通部正在制定柔性路面设计规范（草案），这将为我们正确地设计和建筑渣油路面，给生产提供使用的科学依据。

渣油路面的铺筑促进了路面科学的发展，也提出了许多急待解决的问题。例如，渣油路面要推广，就要很好考虑稀渣油的氧化处理或用外掺剂等其它方法来改善渣油的性质；渣油路面要“进城”，城里人多车多，就要设法提高渣油的稠度，缩短渣油路面的早期成型期限，防止路面发软、泛油；渣油路面要“上山”，山区弯道急，坡度大，就要注意研究铺筑粗糙表面来确保行车的安全；要修筑较高级的渣油路面，就要研究怎样提高渣油的粘结力，保证在繁重和大交通量下的路面的强度和稳定性。总之，渣油路面要发展，就要进一步研究怎样合理布置路面结构层，正确计算路面厚度，恰当选用渣油和矿料，提高渣油路面机械化施工的水平 and 改善养护方法。

第二章 渣油路面用的材料

第一节 渣油的性质

一、渣油是怎样生产出来的

渣油是炼油工业的副产品，是石油加工提炼各种油品以后剩下的残留物。

我国目前生产的渣油，有少量是裂化渣油，而大多是常、减压蒸馏的产品。渣油的生产是怎样一回事呢？我们可以看一看炼油工艺流程示意图。

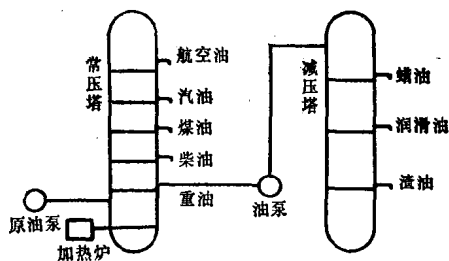


图2-1 石油的常、减压蒸馏示意图

从油田的油井中抽出的石油原油运到炼油厂后，储存在储油罐（库）中。炼油时将石油利用原油泵输送到蒸馏塔中，在正常的一个大气压下加热蒸馏，叫做常压蒸馏。如果原油中的汽油成分较多（如大于15%），为了减低常压蒸馏塔中的油气压力，有些炼油厂将原油经蒸发塔蒸出部分汽油后再作常压蒸馏。

随着加热炉的加热，使油温逐渐升高，各种油品便被逐级分馏出来。最先蒸解出的是较轻质的油品，如达 140°C 时，可得飞机用的航空油； $140^{\circ}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 时，可得汽车等发动机上用的汽油； $200^{\circ}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 时，可得点灯用的煤油； $300^{\circ}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 时，可得拖拉机等发动机上用的柴油。这时塔底剩下的残油就叫做重油。道路上用的渣油，有一种便是这样的常压塔底重油。

在炼油工业中，为了精制所得的油品，需要对航空油、汽油、煤油和柴油等利用硫酸加以洗涤，这一过程叫做酸洗。这样，就可以把各种油品中含有的有机胶质用硫酸洗出，使油品得到净化，以便在使用时不致因夹杂有胶质粘附于活塞上，影响油缸活塞的正常工作。酸洗各种油品后沉淀下来的残渣叫做酸渣，又叫酸渣油。这种酸渣油含有硫酸，含酸量一般为 $5\sim 20\%$ 。含酸量越高，就越容易与酸渣中的沥青胶质起磺化作用，使沥青容易老化。含酸量少于 5% 和粘度 C_{50} 大于100秒的酸渣也可用来铺路。我国广东和辽宁等地曾用酸渣油铺筑路面处治路面达百多公里。它的使用寿命比渣油路面要短些。酸渣油和渣油的来源是不同的，这点必须加以区别清楚。

目前，大多数炼油厂都将塔底剩下的残油再进行减压蒸馏。有些炼油厂将减压蒸馏分两级进行，即一级减压蒸馏和二级减压蒸馏。一级减压蒸馏蒸出柴油和蜡油后可得一级减压渣油。若再进行二级减压蒸馏出润滑油和变压器油后，可得二级减压渣油。减压蒸馏的目的是为了得到较重质的油品。因为重油中含有许多宝贵的油分，如润滑油等，它们的沸点较高。如果将重油再继续加热，达到较高温时重油就会裂化，变为较轻质的汽油、煤油等，却得不到较重质的润滑油了。减压蒸馏的方法却能解决这个问题。它的做法是将重油

用油泵抽到减压塔，在低于正常一个大气压力（一般用0.1个大气压力）下用机械抽气或用水蒸汽冷凝油气的方法造成真空，将重油蒸解。因为减低了压力，重质油品的沸点就会降低，分馏速度也会加快。比如在高山上煮水，因山上空气稀薄，气压较低，在海拔3000米处，水的沸点温度便下降了10度（10°C），在90°C就可以把水煮开，而在平地煮水则要100°C才能煮开。重油也是这样，在减压条件下，加热温度为300°~500°C，就可得出重柴油，润滑油和蜡油等。这时剩下的残留物，便是常减压塔底残油，也就是公路上使用的减压渣油或道路渣油。

减压蒸馏得到的油品，也可作为催化裂化原料，利用催化裂化装置提炼汽油和柴油等，这时的残渣叫做裂化渣油。

通常，常减压渣油比常压渣油的稠度要大。然而，各厂提炼的原油品质和加工工艺不同，所生产的渣油的稠度和品质也有较大的区别。这点在下节中还要加以叙述。

为便于说明渣油的生产工艺，也可以用框图图解来表示，如图2-2。

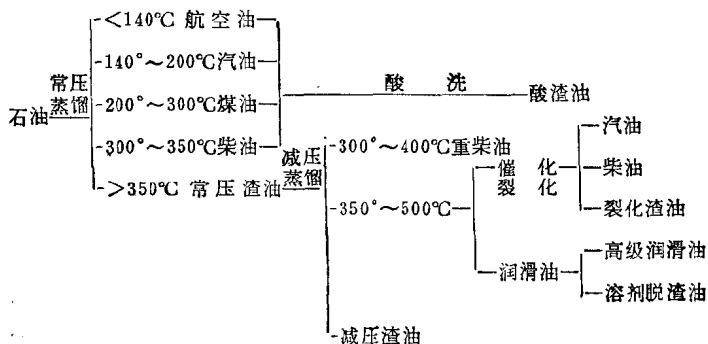


图2-2 渣油生产工艺框图示意

渣油有很多用途。目前大多用作电厂或炼油厂以及海轮锅炉的燃料；也可以作为生产石油焦或高粘性润滑油的原料。它也可以经过脱蜡处理和氧化过程来制造沥青。如果用来修建道路，这便是我们常说的道路渣油。

由于炼油厂生产出来的道路渣油稠度不大，施工时不易成型稳定。为了改善稀渣油的稠度，公路部门广泛采用了不经脱蜡而吹风氧化的办法，其工艺流程示意如图2-3。首先将渣油经熬油锅用炉火（或锅炉蒸气）加热脱水。再用油泵抽入氧化釜中。进油的数量不宜超过氧化釜容积的70%。

渣油氧化需要一台空气压缩机。它的功率由每小时每吨渣油氧化的生产率所决定。例如一般容积为3吨的氧化釜，装油量为2.2吨时，每小时每吨渣油的进风量需大于100立方米。渣油的氧化是用空气压缩机将空气通过高压胶管进入直径为38毫米的主风管，再进入接近锅底直径为38毫米的喷风管。喷风管为两组王字形，一排向下，两排左右倾斜45°，孔间距离为100毫米成梅花形排列。喷风管可布置210个孔。喷风管一端有开启螺丝，以便清理堵塞物。喷风管距锅底80毫米，可焊以钢筋支垫。

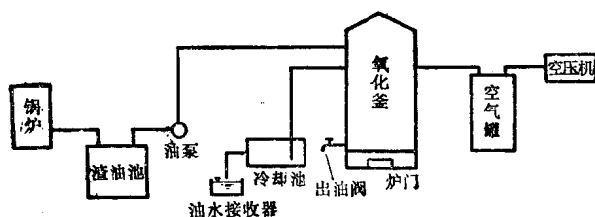


图2-3 氧化渣油生产工艺流程示意图

渣油氧化时用空气压缩机吹进空气，在220°~250°C左右的温度下进行氧化。正常氧化时的空气压力为2.0~2.5

渣油氧化与粘度 C_{50}° 的关系

表 2-1

渣油 粘度 C_{50}°	吹 氧 时 间 与 粘 度 的 变 化									
	1 小 时		2 小 时		2 小 时 半		3 小 时		4 小 时	
	温度, $^{\circ}\text{C}$	C_{50}° , 秒	温度, $^{\circ}\text{C}$	C_{50}° , 秒	温度, $^{\circ}\text{C}$	C_{50}° , 秒	温度, $^{\circ}\text{C}$	C_{50}° , 秒	温度, $^{\circ}\text{C}$	C_{50}° , 秒
44	240	65	250	110			250	253	245	561
45	220	61	230	113			240	253	230	729
46	215	61	220	90	230	137	230	203		
56	210	90	210	130	215	153				
60	215	86	210	122			220	180	220	290
62	220	90	230	137	230	239			210	292
63	210	79	220	105	210	133			210	254
64	230	113	230	182	230	240				
65	200	87	220	133			220	233		
69	190	75	290	91			220	112	220	182
70	230	97	260	144			250	300		
77	200	113	190	135			200	149	210	254
79	230	135	240	270			240	580		
95	220	179	220	276						
97	235	130	240	253						
99	220	130	225	234			210	370		
110	220	142	220	318						

公斤/厘米²，氧化开始和结束阶段约为1.0公斤/厘米²。吹风的风量也要适当控制。风量过大会将热量带走，降低油温；风量过小又会减慢渣油氧化的速度。一般控制每小时每吨渣油进风量为100立方米左右。氧化时间约为4~8小时。

经过这样氧化的渣油，其原有的含蜡量(10~20%)并无多大变化，延性也未见有显著提高。但空气中的氧与渣油产生聚合作用的结果，沥青中的化学组分发生转化，渣油便逐渐变稠。随着风量的增加，氧化时间的延长和反应温度的提高，稠化的程度也就增大。表2-1列出吹氧渣油稠度增长的数据。从表中可知，稠化速度与温度关系很大。一般温度在230°C以上时，稠度增大很快。温度在200°C以下变化不大。如渣油粘度 C_{100}^* 为79秒时，油温为230°~240°C，一小时的粘度为135秒，3小时达580秒。但油温在190°~200°C时，粘度为77秒的渣油氧化一小时粘度为113秒，3小时为149秒。

渣油氧化以后，稠度增大，就可以方便施工，对于促进路面的早期成型稳定有利。

二、渣油的一般性质

渣油是属于沥青类的一种有机结合料，它和石油沥青一样，是石油原油提炼加工各种工业油品后的残留物。因此，渣油具有一般石油沥青的共同性质，同时又具有其本身的特性。渣油类似于道路石油沥青材料，它们都含有绝大部分的碳氢化合物和极少量的硫和氮等的化合物，它们能表现工程性质的化学组分，除了极少量的沥青酸和酸酐以及似碳物之外，主要含有下列三种组分，即油分（浅黄或红褐色），树脂（深褐色，有光泽，粘手，易拉丝）和沥青质（暗黑色，无光泽，性脆，受热时可软化，不沾手）。它们主要的物理和化学特性列于表2-2。

渣油（沥青）组分特性的比较

表2-2

组分	性状 颜色	外观	分子量	特征
油 分	淡 黄 红 褐色	粘稠透明 液 体	200~700	溶于几乎所有溶剂，具有光学活性，很多情况下发荧光，比重小于0.910~0.925
树 脂	红褐色直至深褐色	有粘性的 半 固 体	500~3000	比重大于1，对温度敏感，熔点低于100℃
沥 青 质	深 褐 色 直至黑色	固体粉末 状 微 粒	1000~5000	加热不溶化，分解为硬焦碳
沥 青 碳	黑 色	固 体	100000左右	通常在沥青中含量极少
似 碳 物	黑 色	固 体	100000左右	在沥青中含量极少，是沥青质的最终生成物

渣油和沥青材料的主要区别是它含有较多的石蜡（10~2%）。因此渣油在低温时呈粘稠的胶体或固体，在显微镜下可以看到有明显的针状蜡的结晶。在较高温度时，石蜡发软熔化而呈流体状态，加热时可闻到油蜡气味。因为渣油含有较多的石蜡，所以它的颜色不象沥青那样的墨黑色，而呈灰黑色或暗黑色。

因为渣油含有较多的石蜡，石蜡的结晶破坏了渣油结构的均匀性，这便降低了渣油的粘性。渣油的延性通常用延度指标来表示。所谓延度就是渣油在延度仪上拉丝时开始断裂的长度。显然，渣油粘性越好，延度就越大。然而，渣油的延度一般只有几个厘米。我们将渣油用两手对拉就容易拉断，渣油粘在手上也容易拭净，这些都表明它的延度不好，粘性较差。

由于石蜡的融点较低，在50℃左右便融化了，因此它的温度稳定性较差。施工后容易在热季发软泛油，初期不易成型稳定。这是由于石蜡对渣油产生的不良影响。然而，渣

油或沥青的性质主要决定于其中的化学组分的含量及其相互之间的胶溶关系。这些组分可以在渣油或沥青中形成不同的胶体结构。通常可分为溶胶、溶-凝胶和凝胶三种结构。

○ 沥青质或游离碳对树脂显示出亲液性，即在树脂中膨胀或溶解而成乳胶状态；沥青质或游离碳对油分则显示出增液性，油分使沥青质或游离碳呈悬胶状态。如果渣油或沥青中的沥青质含量很少，同时由于树脂的作用，沥青质完全胶溶，并弥散在油分介质中。此时，胶团之间没有吸引力或吸引力很小，渣油或沥青呈溶胶结构。它几乎没有弹性效应，但却有较大的温度敏感性。即温度略有变化时，它的粘度或稠度就有较大的变化。

如果沥青质含量适当，渣油中又含有足够的油分和树脂，此时沥青质有较多的树脂保护物，胶团之间有一定的吸引力。此时，分散介质就可以完全胶溶呈溶胶-凝胶状态，材料便出现粘性-弹性性质。

如果沥青质的含量很多，形成了空间网络结构，油分分

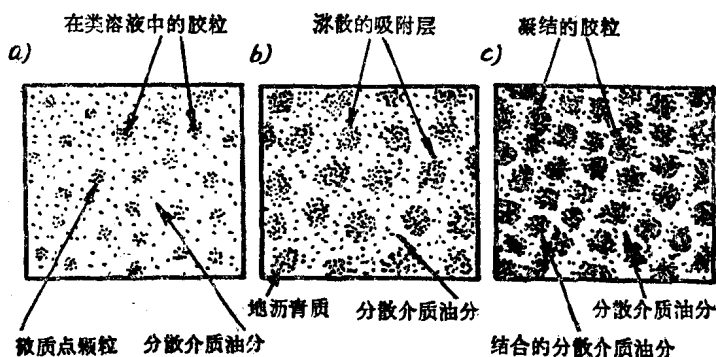


图2-4 胶体结构示意图
a)溶胶; b)溶-凝胶; c)凝胶