

渣油(沥青)防滑式 表处层的修筑

同济大学公路研究所 编

人 民 交 通 出 版 社

渣油(沥青)防滑式 表处层的修筑

同济大学公路研究所 编

人 民 交 通 出 版 社

1980·北京

**渣油(沥青)防滑式
表处层的修筑**

同济大学公路研究所 编

人民交通出版社出版
(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 1.875 字数: 39 千

1980年1月 第1版

1980年1月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—15,500册 定价: 0.16元

内 容 提 要

本文共分六大部分。第一部分为前言，简单叙述了修筑防滑表处层的意义。第二部分介绍了潮湿多雨地区几种最常用的基层结构类型，并对这几种基层结构的材料及其组成、施工工艺提出了要求，对它们的性能及适用性作了分析。第三部分提出了防滑式表处层的要求，并对国产渣油（沥青）的特性进行了分析。根据防滑式表处层的要求及国产渣油（沥青）的特性提出了防滑式表处层的几种骨料级配、用油量及合理的施工工艺。研究了石料质量对表处层摩擦系数值的影响，提出了石料的质量要求。第四部分介绍了国内当前几种常用的量测摩擦系数的仪器及其原理，以及它们之间的换算关系。第五部分介绍了摩擦系数的标准及其应用的条件。第六部分简单叙述了恢复表处层防滑性能的措施。

本书可供从事路面工程的技术人员和工人参考。

目 录

一	前言.....	1
二	表处层的几种常用基层结构.....	2
三	渣油（沥青）表处层.....	19
四	路面摩擦系数的测定方法及国内目前常用 测定仪器间相互换算关系.....	40
五	量测路面摩擦系数中几个问题的探讨及渣油表 处层摩擦系数标准.....	47
六	恢复表处层防滑性能的措施.....	51
	参考资料.....	52

一 前 言

随着我国社会主义建设事业的发展,石油工业部门生产了大量的渣油和部分沥青,这就为广泛修筑黑色路面提供了极为丰富的料源。我国的渣油和沥青含蜡量高、延度低、热稳性差、粘结性能也不好,按国外标准是不能作为路用材料的,但在我国广大筑路工人和技术人员的共同努力下成功地用这种材料修筑了黑色表处层。实践证明,用国产渣油和沥青修筑这种黑色面层后,可以大大改善路面状况,提高车速。但矛盾存在于一切事物的发展中,任何事物总是一分为二的,随着黑色路面的发展,在使用过程中也出现了一些新的矛盾,其中突出的矛盾之一就是表处层的防滑问题。由于国产渣油和沥青具有上述这些缺点,再加上施工时油量控制不当等原因,往往修筑的表处层比较光滑,摩擦系数较低,这对行车安全非常不利。随着交通运输的发展和车速的提高,特别是在潮湿多雨地区,这个矛盾就更为突出了。为了确保行车安全,对用国产渣油和沥青修筑的表处层防滑问题的研究已引起道路研究部门和生产单位的重视,我所近几年来和江苏、浙江省交通局,测设队,镇江地区养路段,宁波地区交通局油路科研小组等单位一起对这一课题进行了研究,取得了一定的成果,本文引用的一些资料主要取自这些成果。

行车安全和许多因素有关,对于路来说,除了和面层的糙度有关外,还和路线标准有关。路面铺了表处层后等级提高了,但如路线标准不相应的进行改善提高,那安全也是没有保证的,所以在铺筑表处层之前首先必须对线形标准进行

改善提高。另外要修好黑色防滑表处层还需要有一个稳定的土基和强度高、水稳性好的基层，这在潮湿多雨地区尤为重要。本书篇幅有限，所以论述仅局限于表处层和基层，至于线形部分这里就不作介绍了。本书着重介绍潮湿多雨地区国产渣油（沥青）防滑式表处层的修筑。至于其他结构类型黑色面层，也可参考使用。

二 表处层的几种常用基层结构

（一）泥结碎（砾）石及掺灰泥结碎（砾）石基层

1. 泥结及掺灰泥结碎（砾）石的特点及材料要求

泥结碎（砾）石是以碎（砾）石作为骨料，形成嵌挤强度，以土作为结合料的路面结构。在盛产砂石材料地区，采用这种结构是符合因地制宜、就地取材经济原则的，而且它又施工简便，便于发动群众筑路。但因以土作为结合料，水稳性差，作为沥青路面的基层，常会引起路面过早的损坏，为此，有些潮湿多雨地区已经禁止采用泥结碎（砾）石作为沥青路面的基层。

在《渣油路面施工养护技术规范》中，对泥结碎（砾）石基层的含土量规定不大于15%（重量比），塑性指数10~14。根据有关实地调查，虽然含土量及塑性指数都未超出规范范围，但直接铺筑在泥结碎石基层上面的渣油或沥青面层，仍然出现不同程度的裂缝破坏，即使在表处前对基层进行过认真的清理，也仍不可避免。查其原因，系因路段处于潮湿地带，路基潮湿。这就是在南方潮湿多雨地区，尤其是水稻田地区，泥结碎（砾）石基层上表处层常过早损坏的原因。

为此，对于无法改善的潮湿和中湿路基的路段，泥结碎（砾）石是不宜用作为渣油或沥青表处层的基层。但对于路

基干燥，而又地处盛产砂石材料的地区，按规范控制含土量及其塑性指数，也仍然可以采用泥结碎（砾）石基层结构。

北方有些地区，通过实地调查，认为在干燥路段，含土量可以放宽到25~30%。但在南方潮湿多雨地区，虽然路基干燥，由于空气湿度大，泥结碎（砾）石基层在表处层覆盖下，往往可形成气态水凝结，而使基层湿润，所以对于南方潮湿多雨地区，即使是路基处于干燥状态，也不能放宽对含土量及塑性指数的要求，仍应加以控制。

为了提高泥结碎（砾）石的水稳性，使之能在潮湿及中湿的路基上作为表处层的基层，近年来提出在土中掺入一定数量的石灰，称之为掺灰泥结碎（砾）石或泥灰结碎（砾）石，效果非常显著。石灰掺入的数量一般为含土量的10%左右。

掺灰泥结碎（砾）石基层不但有较好的水稳性，而且其强度在完工后的一段时间中，尚会逐渐增长。

规范对掺灰泥结碎（砾）石的含土量规定为18~25%，根据我们的研究和实践认为，掺灰泥结碎（砾）石同样应要求主骨料嵌挤紧密，形成嵌挤强度，因此，填充料就不宜太多，太多了把主骨料挤开，降低嵌挤强度，由此，掺灰泥结碎（砾）石中灰土含量不宜大于20%。或以发挥灰土板体强度为主，则灰土的含量应大大增加，在混合料中应占60%以上，成为灰土碎（砾）石结构。否则既不能发挥骨料的嵌挤作用，又不能发挥灰土的板体作用，对混合料的强度形成是不利的。

2. 泥结碎（砾）石或掺灰泥结碎（砾）石施工要点

施工方法一般有灌浆法、拌和法和层铺法。实践证明，施工质量优劣可以说是成败的关键，故对待施工，必须认真，确保质量。

· 灌浆法是在碎石初压后，浇灌泥浆，以填充缝隙。故含

土量必不可能太多。掺灰者则是先将土和石灰加水调制成浆，然后浇灌。浇灌后，撒嵌缝料，待水分蒸发至最佳时，进行碾压。

拌和法是将粘土撒铺在石料上进行拌和，再行滚浆压实。掺灰者则应先将石灰和土拌匀，再和石料混合拌和。摊铺时应注意粗细料分离及石子上浮现象。

层铺法是不应提倡的，只能用于中级路面，因其含土量难以控制，而且泥土不能分布均匀，常形成团块，结构层缝隙大，不密实，在层铺法施工的泥结碎（砾）石及泥灰结碎（砾）石基层上的表处层，很多是在当年或隔年就出现损坏的。

结构层设计较厚，如大于8~10厘米以上者，往往下层先铺砌块石层（俗称狗头石或牛头石）。铺砌块石层也须注意，应使块石之间挤紧，一般需经手摆，不能随便倒置，经嵌缝压实稳定后方能加铺上层的泥结碎石层。否则即使上层施工控制再好，下层块石不能嵌挤紧密，在行车反复作用下，下层块石摇动，路面发生变形，而致使表处层损坏。

泥结和掺灰泥结碎（砾）石基层修好后，应在通车数月，让行车碾压密实稳定后，再铺筑表处层。

（二）级配碎（砾）石和掺灰级配碎（砾）石基层

1. 级配及掺灰级配碎（砾）石的特点及材料要求

级配碎（砾）石路面是用天然砂砾、天然碎石土或人工轧制碎石土混合料按最佳级配原理修建的路面，经过压实后能形成密实型结构，具有相当的力学强度，在盛产砂砾材料和天然碎石土地区，采用这种基层结构是经济合理的。

级配路面品质的优劣，起决定性作用的就是其材料级配组成。所谓最佳级配原理，就是各级颗粒材料形成的空隙是以各次一级的颗粒填充，故每种粒径与数量都必须符合一定

的填充规律。级配混合料中的土既有填充作用，又有粘结作用，从而避免结构层松散。

我国1966年制定的部颁标准中(表1)用作基层的3号级配标准,可以适用于表处层的基层,而4号标准则颗粒尺寸较小,似不宜直接用于表处层基层。

1966年 JT1003-66 级配路面技术规范

级配路面标准

表 1

	3 号	4 号
粒 径 (毫米)	通过百分率(按重量计)	通过百分率(按重量计)
50~80	100	
40		
25	55~85	90~100
20		
10	35~70	60~75
5	25~60	40~60
2	15~45	20~50
0.5	10~20	12~25
0.074	5~10	5~12
<0.5 液限	<25	<25
<0.5 塑限	4	< 6

对于天然砂砾石材料不符合规范级配标准者,应通过人工选配使之符合规范要求。

我国江西地区采用所谓无土砂砾作为渣油表处的基层,颇为成功。无土天然砂砾的级配组成一般范围如表2。

由表2可见,这种无土天然砂砾,并非是无土,表2中所示的含土量为10~25%,实际上即一般天然级配砂砾。所

表 2

孔 径	50	25	10	5	2	0.5
通过百分率	90~100	55~80	35~55	25~50	20~45	10~25

谓无土，也只是说天然砂砾中的细料，其塑性指数很低，一般为 3 左右。

将江西天然级配砂砾料一般级配组成和规范 3 号级配相比较（见图 1）。由图 1 可见，江西无土砂砾的一般级配范围（虚线部分），基本都落在 1966 年规范 3 号级配标准范围之内。符合规范级配标准要求。

为此，实践证明，采用符合规范级配要求的级配碎（砂砾）石材料，在目前一般交通量不大的情况下，作为表处层的基层是可行的。

当天然砂砾料的含土量及其塑性指数超过规范标准时，

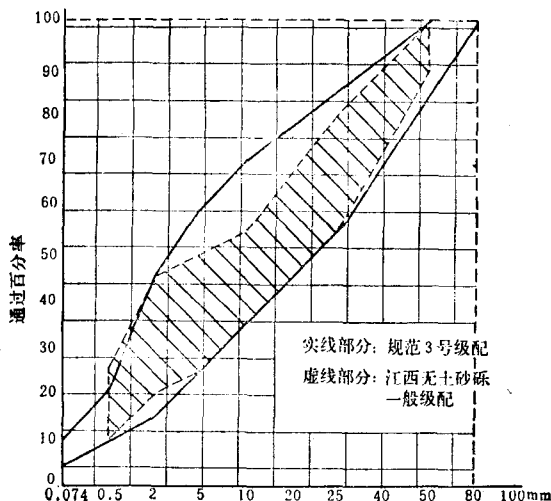


图 1 级配组成比较

可以掺加一定剂量的石灰，一般石灰剂量为含土量的10%左右。

掺灰级配碎（砾）石路面，不但水稳性好，而且强度随龄期有所增长。

2. 级配及掺灰级配碎（砾）石施工要点

级配及掺灰级配碎（砾）石洒水后应进行充分的拌和，拌和最好采用机械进行。

混合料在最佳含水量时，进行压实，如含水量过大形成弹簧，则应重新翻松后晾晒，待水分适量时再予整型压实。

压实后应做密实度试验。

（三）石灰土基层

在缺乏砂石料或取土方便的南方潮湿多雨地区，用石灰土做表处层的基层，不仅能降低造价，而且能提高道路质量，实为贯彻因地制宜、就地取材方针的有效措施。

1. 结构特点

灰土结构的特点是水稳性好，强度高，强度随龄期增长。灰土的强度与水、温条件有密切的关系，尤其是早期影响更为显著。

（1）温度影响 当温度低于 5°C 时，强度基本不增长，呈“休眠”状态（图2）。

图2是扬州仪征试验路的测定资料，曲线表明，在扬州的特定气候条件下，灰土类材料从当年11月底至第二年3月份，强度几乎不增长，个别月份还略有下降。开春后，气温回升，强度又逐步增长。

由此可见，灰土类材料，不宜冬季施工，否则会影响灰土的成型，由于强度不足，引起表处层损坏。

（2）早期面层渗水的影响 表处层渗水使早期灰土饱

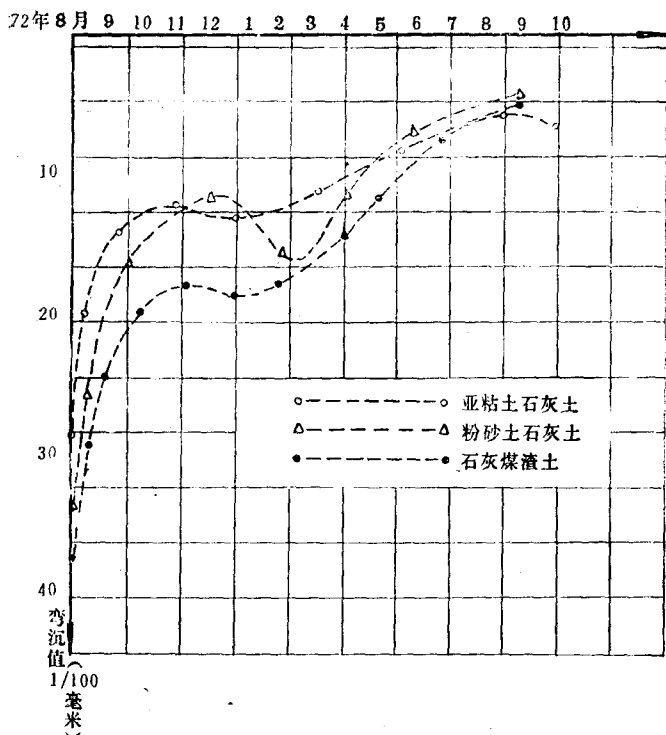


图2 气温对灰土材料强度增长的影响

水，造成含水量过大，这对灰土的强度有很大的影响。我们用宜兴试验路的灰土材料，作了几种不同养护方法的抗压强度比较。在室内空气养护27天后，仅饱水一昼夜，强度下降70%。即饱水一天后的强度($R_{压}=8.6$ 公斤/厘米²)相当于空气养护27天的强度($R_{压}=24.9$ 公斤/厘米²)的30%略多一些。

由此可见，在潮湿多雨地区，如逢阴雨连绵，面层早期又渗水严重，使灰土基层处于饱水状态，造成早期强度不足，在行车荷载反复作用下，基层就会首先破坏，进而引起表处

层损坏。所以，在潮湿多雨地区修筑灰土基层，如逢雨季，必须加强早期防水措施。

2. 材料要求

(1) 土的塑性指数可不必过分限制，一般在7~12为宜。因为这种塑指的土施工时容易破碎及成型。但这也不是绝对的，如江苏有的地区，利用机械粉碎塑性较高的粘性土壤，效果良好，这样就扩大了用土范围，有利于就地取材。对塑性低于7的粉砂土，关键在于注意压实工作，采取适当措施一样可以修好灰土基层，仅初期强度相对较低一些。

(2) 水 拌和用水应该清洁，没有盐、酸、油及有害的碱和植物。

(3) 石灰 各种质量高低不一的石灰，包括生石灰和消石灰粉，都可用于稳定土。块灰要注意充分消解，注意存放条件，不宜存放太久，否则会影响石灰的质量。

我们曾对存放在室内的消解石灰进行了不同龄期的氧化钙含量的测定，测定结果见表3。

消解石灰存放天数和氧化钙含量测定表 表3

存放条件	存放时间(灰过2毫米筛)	活性氧化钙含量
室内直接堆放在地上	1 天	72%
	10 天	67%
	20 天	61.7%
	27 天	58.1%
	110 天	30%

由表3可知，消解石灰存放三个半月，活性氧化钙含量从72%下降到30%，灰的质量大大降低。如在室外，由于自然条件影响，活性氧化钙含量估计损失会更大。所以，石灰应

尽量做到随消解随使用。

3. 施工、养护

灰土质量与施工养护有密切关系。土团破碎程度、灰剂量的控制、拌和均匀与否、含水量是否恰当、压实程度等因素都直接影响到灰土的质量，必须予以重视。

此外，对灰土表面低洼处切忌用薄层找补，防止以后脱皮破裂，导致路面破坏。

充分压实后，即可洒水养生。除了炎热的季节外，一般洒水不应过多。养生一段时间（时间长短和气温有关），待表面基本泛白后，即可清底做下封闭层或面层。

4. 防雨的几点措施

在南方潮湿多雨地区，灰土用作表处层基层确有其优越性。但在雨季施工，也存在一些困难。只要我们从设计、施工方面认真对待，采取适当措施，困难是可以克服的。

(1) 设计上的措施

早期表处层渗水以及灰土压实后尚未修筑表处时遇雨，对灰土的成型和强度的增长，有着较大的危害性。为此，在设计时可采用下封闭层、压入式顶石和灰土加掺灰泥结碎石混合结构等措施。下封闭层将在本书第三部分专节论述。下面对压入式顶石及混合结构分别加以论述。

甲. 压入式顶石

1) 压入式顶石的施工要求 在灰土层初压一遍后，即在其上撒一层顶石，顶石不宜撒得太多，且要撒匀，因在石料较多较集中的地方，容易松动飞散，而在石料太稀的地方，则效果就不显著，故顶石用量以（15~25 毫米颗粒石料） $5 \text{ 米}^3 / 1000 \text{ 米}^2$ 左右为宜。撒好顶石之后，用 12~15 吨压路机继续碾压，使所有石料全部压入灰土层中为止。

2) 压入式顶石的作用 未达到一定强度的灰土基层，掺

加一定数量的顶石后，一旦遇雨，与不加顶石的灰土基层比较，它既不致很快引起车辙或翻浆，又对防止车轮打滑，保证行车安全起到一定的作用。

灰土路面的缺陷之一，就是在成型后路面有较多的收缩裂缝，其中尤以粘性土最甚，影响了道路的整体性。江苏宁杭线灰土试验路，所用土为粘土，在施工过程中观察到在同一路段上，左半幅顶石撒得较适宜，而右半幅撒得偏少，在经过约一周的日晒以后，虽经洒水养护，右半幅却已出现了大量裂缝，其中有些缝隙还较宽，有3~4毫米左右，但左半幅裂缝就少得多，且缝隙也小。这充分说明，顶石起到了减少灰土裂缝的作用。

灰土基层压实后，表面平整光滑。如加上适量顶石后，能增加其表面的粗糙度，有利于同油面层的连接。

乙.灰土加掺灰泥结碎石的混合结构

这种混合结构在补强层厚度较厚，大于20厘米，需分二层摊铺，二次碾压时采用。掺灰泥结碎石的厚度不得小于6厘米。

这种混合结构避免了灰土裂缝对表处层的影响，由于掺灰泥结层直接与表处层接触，这样就较为成功地克服了未上表处层时雨天通车的影响，及上了表处层后，早期表处层渗水对灰土层的影响。同时也克服了表处层与灰土层结合不好的矛盾。江苏宁杭线灰土试验路中曾采用过这种结构，当这种结构的基层施工刚结束，尚未铺表处层时，就遇上较长时间的连续阴雨，在每昼夜交通量1000辆以上的情况下，路面既没有泥浆四溅，又未引起任何车辙，效果较好，起到了一定的作用。

(2)施工上的措施

甲.及时收听气象预报，掌握天气变化情况，适时施工。

乙.石灰做到随筛随用,灰土过筛后,尽早在场内事先拌和。雨前将拌和后暂时不用的灰土堆成三角形,表面拍实平整,四周开挖排水沟。遇雨采用防雨措施,如加盖塑料薄膜。雨后及时翻开晾晒。

丙.灰土摊铺后,随即进行碾压,做到当天铺的料当天压实,不过夜。

丁.在开放交通的路段,采用半幅施工,下雨加强交通管理。

戊.雨前及时铺设下封闭层。

(四)工业废渣基层

利用工业废渣作表处层基层(承重层),是南方潮湿多雨地区贯彻多快好省建设油路方针的有力措施之一。废渣基层种类很多。目前利用工业废渣铺筑的基层有石灰煤渣,石灰水淬渣(俗称二渣);石灰煤渣土,石灰水淬渣土(二渣土);石灰煤渣道渣,石灰水淬渣煤渣(三渣);三渣掺土统称三渣土;此外,还有电炉渣、石灰电炉渣、石灰铜渣以及石灰粉煤灰土等不下几十种。现将这些材料的主要特点分述如下:

1.二渣、三渣类材料

二渣、三渣是以石灰(或石灰渣)、工业废渣(煤渣、水淬渣等)为主要材料的路用混合料。它们在化学成分、物理力学性能、施工养护方面都有共同的特点。

(1)石灰和工业废渣的化学性能

石灰是一种主要成分为碳酸钙或一部分碳酸镁,并含有少量粘土杂质的石灰岩锻烧而制成的以氧化钙为主要成分的气硬性胶结材料。石灰中除了氧化钙外,还含有部分氧化镁。

当氧化钙受到空气中水分作用而消解时,体积增加1.5~3倍。在水分和二氧化碳的共同作用下,进一步碳酸盐化,