

渣油(沥青)防滑式 表处层的修筑

(第二版)

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

(第 二 版)

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**
(第二版)

同济大学公路研究所 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
通县里二泗印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 2 字数: 42千

1980年1月 第1版

1983年6月 第2版 第3次印刷

印数: 21,701—27,700册 定价: 0.33元

内 容 提 要

本书主要介绍修筑渣油（沥青）防滑式表面处治层的方法。其主要内容包
括：潮湿多雨地区几种常用的基层结构；防滑式表处层几种骨料级配、用油量
及合理的施工方法；介绍国内当前常用的几种量测摩擦系数的方法及仪器；摩
擦系数的标准及应用条件；恢复表处层防滑性能的措施。

本书可供公路、城市道路、森林公路、厂矿道路工程技术人员及有关大专
院校道路专业师生使用参考。

目 录

一、渣油（沥青）表处层的几种常用基层结构·····	1
二、渣油（沥青）表处层施工方法·····	20
三、路面摩擦系数的测定方法及常用仪器·····	42
四、路面摩擦系数标准及应用条件·····	49
五、恢复表处层防滑性能的措施·····	53
参考资料·····	57

一 渣油(沥青)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(试行)》(1973年)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。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，因此，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。

1936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
0.075	5~10	5~12
<0.5液限	<25	<25
<0.5塑性指数	<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。

我国江西省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。所谓无土，也只是说天然砂砾中的细料，其塑性指数很低，一

表 2

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

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。

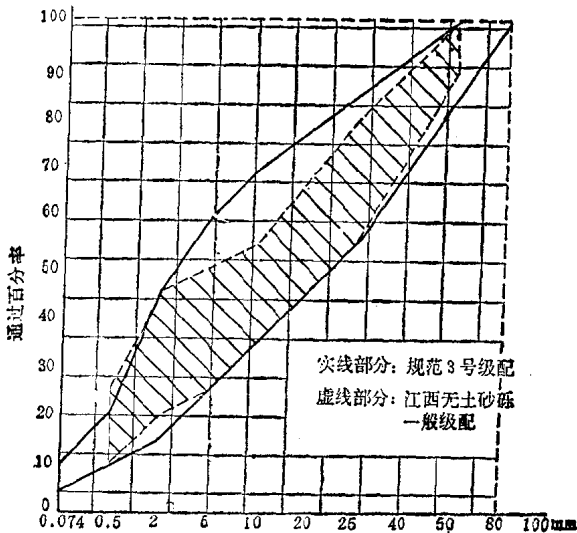


图1 级配组成比较

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，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。

72年 8月 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

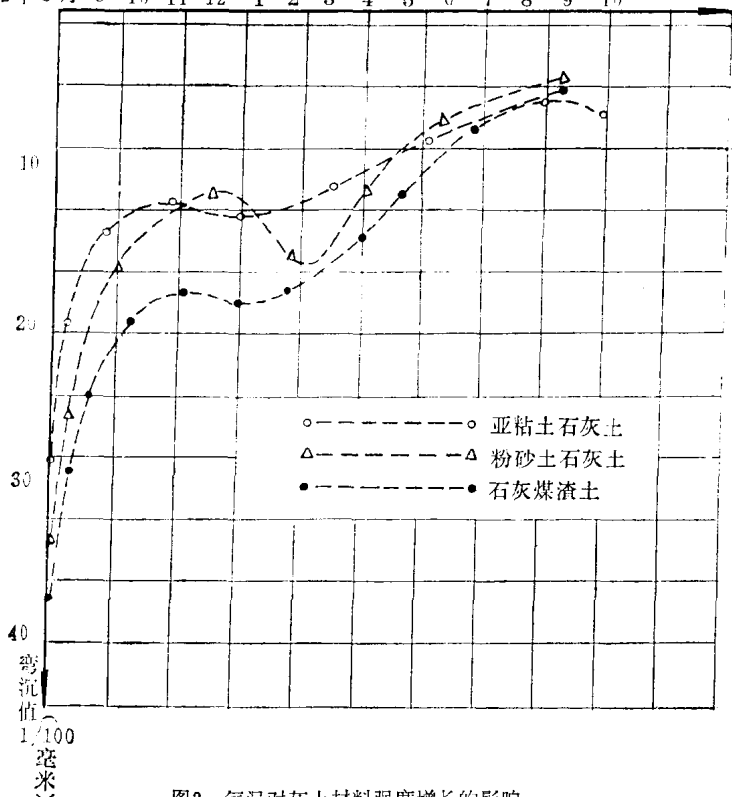


图2 气温对灰土材料强度增长的影响

(2) 早期面层渗水的影响 表处层渗水使早期灰土饱水，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，利用机械粉碎塑指较高的粘性土壤，效果良好，这样就扩大了用土范围，有利于就地取材。对塑指低于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，这样就较为成功地避免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。同时也解决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，就逢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，证明这种结构起到了一定的作用。

(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

南方潮湿多雨地区用工业废渣作表处层基层(承重层)很有利。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煅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,成为惰性材料。因此,对消解石灰应妥为保管,不宜与空气长期接触。

一般工业废渣,如煤渣,它的化学成分主要根据原煤的矿物成分而定,其中主要的化学成分是 SiO_2 , Al_2O_3 , 另外还含有少量的 Fe_2O_3 , CaO , MgO 和 SO_3 ,以及未经分解的偏高岭土($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)等。

对煤渣来说,其本身并不具有独立的水硬性,但其中的 SiO_2 和 Al_2O_3 在加水情况下与石灰中的 CaO 相互作用后形成水化硅酸钙和水化铝酸钙,发生硬化,成为水硬性胶结材料。煤渣的活性是以一定时间内对石灰中氧化钙的吸收量来表示。

而水淬的炼铁渣和钢渣,除含有 SiO_2 和 Al_2O_3 外,还含有一定数量的 CaO ,因此,只需掺入少量石灰(或石灰下脚)起早期成型的粘结和激发作用,就能形成水化硅酸钙和水化铝酸钙,成为水硬性的胶结材料。

由此可见,石灰类工业废渣混合料,在一定条件下,由于化学反应的结果,生成一种新的材料。这就是为什么这类混合料成型后强度高、水稳性强的内在因素。

(2) 二渣、三渣类材料的物理力学和路用性能

二渣、三渣类材料有许多良好的使用品质,强度高,强度随龄期增长而增长,有良好的板体性和水稳性,适宜于做高级或次高级路面的基层。

以煤渣石灰类材料为例,一般说暗红色的煤渣路用质量比灰黑色的好。煤渣颗粒以粗细搭配,略有级配者为佳。因为细颗粒多,煤渣的比面积大,生成胶凝物质多,所以强度