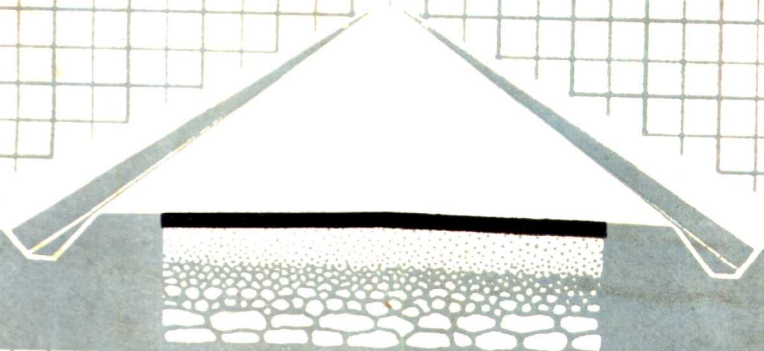


87.351
S9H

0165010

黑色路面设计

山西省公路局
《黑色路面设计》编写小组



人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书主要介绍山西省交通战线上的广大革命职工，在毛主席关于“打破洋框框，走自己工业发展道路”的教导指引下，几年来，在黑色路面生产实践中，开展群众性的科学实验活动所取得的成果。其中包括有关道路加铺黑色面层后的水份—强度变化规律，以及在此基础上提出的新的设计方法。书中还附有设计实例和查用资料。

本书可供道路技术人员以及有关院校师生参考。

黑 色 路 面 设 计

山西省公路局《黑色路面设计》编写小组

人民交通出版社出版

(北京市安外和平里)

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全国新华书店经售

人民交通出版社印刷厂(南)

书号 1525 开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张 3 $\frac{1}{8}$ 插页 1 字数 82 千

1972年3月北京第1版

1972年3月第1版第1次印刷

印数 0001—21,700 册 定价 0.37 元

前 言

在伟大领袖毛主席“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针指引下，我国公路战线上的广大革命职工，发扬了“**自力更生**”、“**艰苦奋斗**”的精神，几年来利用国产沥青材料，修建了大量的黑色路面。黑色路面能改善路面使用质量、延长路面维修周期；提高车速，降低运输成本；减少沿线农作物蒙尘损失；有利于战备。随着我国工农业生产的飞速发展，黑色路面将迅速增多。

正确设计是发展黑色路面的一个重要问题。无产阶级文化大革命前，由于刘少奇一类骗子推行的“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义黑货的影响，公路路面设计方法照搬照抄外国的规定，多年来修修补补，始终跳不出那些框框，严重地影响了我国路面设计理论的发展，并且对于生产也产生了一些不良影响。

几年来，特别是无产阶级文化大革命以来，我省公路战线上广大革命职工和全国战友们一样，努力学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，高举革命大批判的旗帜，狠批了刘少奇一类骗子兜售的黑货，紧密结合生产，广泛开展群众性的科学实验活动，取得了道路加铺黑色面层后内部水份及强度变化规律的第一性资料，并在此基础上提出了新的设计方法。该方法从1968年起即开始在我省生产中使用，几年实践初步证明，尚比较符合道路实际情况。用该法设计的路面，使用效果良好。

为了更好的向全国战友们学习和交流经验，我们遵照

毛主席关于“互通情报”和“要认真总结经验”的教导，将得到的初步研究成果及设计方法整理出版。在这本小册子里还列入了我们尚未认识的问题，以请大家共同研究。

“客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结。”黑色路面正在迅速发展，在实践中还会不断发现新的问题。由于我们受地区（气候、水文、地质等）的局限性，且经验还少，对黑色路面的客观规律认识还不深刻，书中所介绍的资料仅供参考。

当前国内外革命形势一片大好，让我们沿着“九大”团结、胜利路线，团结协作，继续研究，为逐步建立适合我国情况的柔性路面设计体系而共同努力。

在我们对黑色路面的研究过程中，得到了交通部科学研究院的帮助、指导；得到我省公路勘测设计院、太原市政工程局，以及各地区公路段、有关工程队等生产单位的密切协作和配合；在本书编写过程中，广大革命职工为初稿提供了许多宝贵的修改、补充意见，在此一并表示衷心地感谢。

山西省公路局《黑色路面设计》编写小组

1971年12月

目 录

第一章 道路加铺黑色面层后的水份聚积规律和	
湿度—强度关系·····	1
第一节 道路加铺黑色面层后的水份聚积规律·····	2
第二节 不同底层材料湿度—强度关系·····	10
第三节 地带类型的区分·····	20
第二章 黑色路面底层工作状态·····	23
第一节 几种黑色路面底层的强度及其逐年变化 规律·····	23
第二节 对几种黑色路面底层的认识·····	30
第三节 路面厚度对强度的影响·····	40
第四节 几种路面的强度—厚度关系·····	43
第五节 最小厚度与经验厚度·····	48
第三章 黑色路面设计的有关影响因素·····	50
第一节 路面底层的合理结构组合·····	50
第二节 黑色路面临界回弹弯沉值·····	53
第三节 黑色路面设计时应考虑的安全系数·····	54
第四节 新路基设计·····	60
第五节 影响黑色路面设计的其他因素·····	62
第四章 黑色面层设计·····	65
第一节 国产沥青材料路用性能简介·····	65
第二节 黑色表面处治·····	69
第三节 黑色碎石及贯入式面层·····	73

第五章 黑色路面设计方法	75
第一节 设计前的综合技术调查.....	75
第二节 黑色路面设计程序.....	80
第三节 黑色路面设计示例.....	86
附录一 几种沥青材料技术标准	96
附录二 几种路面材料、机械参考预算定额	98
附录三 路面野外调查记录表	101
附录四 回弹弯沉试验记录表	102
附录五 底层路面结构设计表	103
附录六 书内部分名词解释	104

第一章 道路加铺黑色面层后的水份聚 积规律和湿度—强度关系

黑色路面（以下按习惯简称油路），无论油层是较薄的表面处治，或是较厚的贯入式面层，在使用过程中，常会有不同的使用效果。在设计使用年限内，有的质量始终保持良好；有的原来平整、坚实的路段会发生开裂变形；有的未铺油路从不翻浆的地段，铺了油路反而翻浆破坏。为什么同样的路面结构会有不同的使用效果？什么是促使油路质量变坏的主要原因呢？

伟大领袖毛主席教导我们：“任何过程如果有矛盾存在的话，其中必定有一种是主要的，起着领导的、决定的作用，其他则处于次要和服从的地位。”根据这一教导，对黑色路面使用效果起主导作用的主要矛盾分析如下：

多年的实践使我们认识到，油路质量的好坏和使用年限的长短，不仅取决于油层本身，很大程度还取决于底层路面的强度和稳定性。潮湿地段的路基，铺了油路之后，由于道路表面被油层封闭，使土基因毛细管、冰冻、渗透等作用聚积的水份，不再能从路表蒸发，从而促使路基、路面的水份逐年聚积增多，道路强度则相应地逐年衰变降低。当强度降低到不能正常承担汽车的行车作用时，道路内部原来的湿度—强度的量变过程就会发生质变，这是油路不同于一般砂石路面的一种特殊矛盾。湿度和强度构成了矛盾着的对立双方，并常常是对油路使用效果起主导作用的一组主要矛盾。

因此，掌握油路在不同条件下的水份聚积规律，认识不同材料的湿度—强度关系，并在设计、施工中采取相应的措施是十分必要的。这是保证多快好省地发展黑色路面的一个重要问题。

本章主要介绍在这方面的初步研究成果。

第一节 道路加铺黑色面层后的水份聚积规律

以下三种水源，都可能成为油路中水份聚积的因素：

1.毛细管水。常温下，潮湿路段在毛细管水头可能达到的高度内，水份通过毛细管作用可渗向路基和路面。

2.土颗粒附着水。这是每个土颗粒本身能够吸附的水份。在冰冻过程中，这种水份部分析出，和土颗粒间的游离水一样，以冰粒或冰层形式存在于土颗粒之间。Ⅱ、Ⅲ地带，这种析冰作用不断地从未冻层内得到水源补充，致使冻层水份明显增大。

3.气态水。这是以水汽状态存在的水份。由于气态水的移动，常温下能使上层土基和路面材料湿度增大。低温时，气态水凝聚成水或冰层，容易聚积在温差分界面——油层之下。

通过不同条件下的实测资料，初步认识这三种水源在油路中的聚积规律。

一、路基、路面材料含水率(W)的变化

选择有不同冰冻深度、不同地带(路基干湿类型)的4条路线，从铺油路前后两个春融期含水率的定点实测资料中(表1—1、图1—1)可以看出，土基含水率因加铺油路而有不同程度的增长。Ⅲ地带、冰冻深度较深、土壤塑性指数较大时，含水率增长幅度也较大。

加铺油路前后路基土壤 W (%) 变化比较

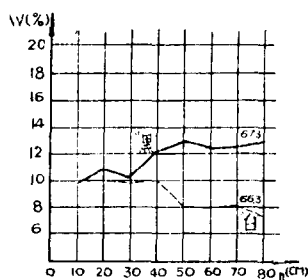
表 1-1

试坑桩号	地 带	试验日期	有无 油层	土 基 分 层 W (%)								
				距土基顶面深度 h (cm)								
				10	20	30	40	50	60	70	80	
1*线4+000	I	1966.3	未铺	9.9	10.1	9.5	10.0	7.9	7.8	8.3	7.5	
		1967.3	铺后	9.9	10.9	10.1	10.1	12.9	12.6	12.5	12.7	
1*线26+000	I	1966.3	未铺	8.7	9.6	9.9	9.0	8.5	8.8	8.0	7.9	
		1967.3	铺后	11.0	10.2	11.2	9.3	11.3	13.1	12.8	13.3	
2*线4+000	II	1966.3	未铺	6.4	8.8	8.0	11.5	10.5	11.9	13.1	14.8	
		1967.3	铺后	14.1	21.6	22.2	21.0	21.4	17.7	21.1	20.9	
董村试验路 1	I	1965.7.20	未铺	10.5	11.4	10.3	11.9	13.6	13.4	13.7	13.0	
		1968.3.22	铺后	16.6	16.7	15.4	8.3	18.4	18.3	18.9	17.5	
董村试验路 2	II	1965.7.28	未铺	8.0	8.1	9.6	16.4	20.7	20.9	25.8	24.5	
		1968.3.22	铺后	22.0	21.0	22.2	21.5	22.1	21.7	25.3	26.6	
3*线13+000	II	1966.3.23	未铺	15.1	14.4	12.2	12.3	16.1	17.5	16.5	19.0	
		1968.4.3	铺后	17.1	17.9	16.5	21.4	21.6	23.0		21.2	

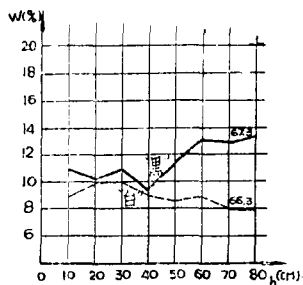
注：各线冻土深度资料如下：

1. 1*线：30~40cm (厘米)；
2. 2*线、董村：50~60cm (厘米)；
3. 3*线：70~80cm (厘米)。

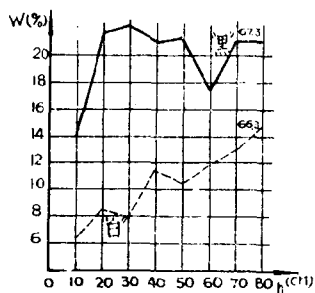
为了深入认识地带类型对水份聚积规律的影响，曾在油路施工中，预留了不铺油路的“白”色观测路段。从竣工次年春融期含水率的“黑”、“白”对比资料中，可以看出，在干燥的 I 地带，加铺油层后除路面材料的含水率稍有增大



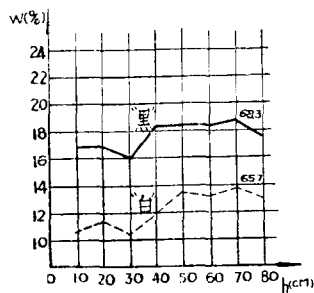
1) 1*线4+000 (I)



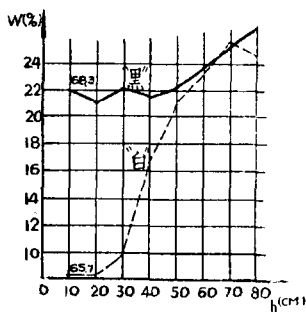
2) 1*线26+000 (I)



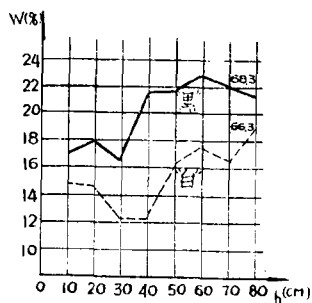
3) 2*线3+000 (II)



4) 董村试验路 1 (I)



5) 董村试验路 2 (II)



6) 3*线13+000 (II)

图 1—1 加铺油路前后土基 W (%) 变化比较
图中罗马数字表示地带类型

外，土基含水率并无增大趋势（表 1—2、图 1—2）。但在潮湿的Ⅲ地带，加铺油层后却使路面材料及土基含水率有不同程度的增长。这一规律决定了在干燥的Ⅰ地带，加铺黑色路面后，在设计使用年限内，道路（路面结构及土基）的物理、力学性能不会有明显的变化。但在Ⅱ、Ⅲ地带，由于这种水分聚积的影响，将会使油路强度、稳定性发生变化。

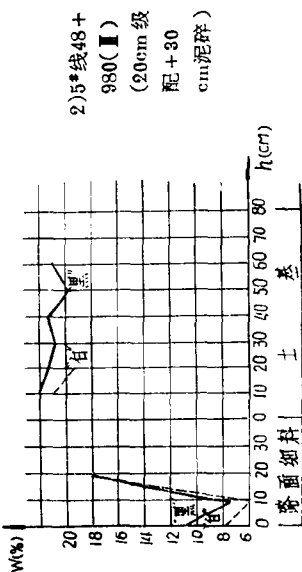
“黑”、“白”路段路面材料、土基 W (%) 比较

表 1—2

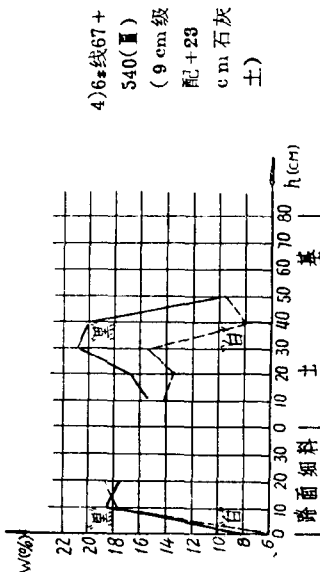
桩 号	底 层 结 构	地 带	有 无 油 层	路 面 细 料 W (%)			土 基 分 层 W (%)							
				距路面顶深度 h (cm)			距土基顶面深度 h (cm)							
				0	10	20	10	20	30	40	50	60	70	80
4*线 78+190	22cm 级配砾石	Ⅰ	白	2.2	2.8		9.7	9.6	9.5	8.1	7.3	7.8	7.2	7.3
			黑	5.0	5.0		8.3	9.4	7.6	7.6	6.9	6.6	7.0	6.7
5*线 48+980	20cm级配 + 30cm泥碎	Ⅱ	白	7.7	5.8	18.2	21.7	19.4						
			黑	11.0	7.2	18.1	22.2	21.4	20.9	21.6	19.8	21.1		
6*线 67+410	7cm级配 +20cm 炉渣土	Ⅱ	白	13.6	11.9		10.9	13.1	14.1	15.5	15.8			
			黑	16.0	16.3		14.7	13.2	12.5	15.5	15.2	22.1		
6*线 67+540	9cm级配 +23cm 石灰土	Ⅱ	白	5.5	18.5	17.5	14.4	13.6	15.2	8.0	9.4	11.7		
			黑	7.4	17.7	18.7	15.2	17.0	21.0	20.0	10.2			

注：1. “白”段为施工中预留的未铺油层观测路段；

2. 4*、5*线资料系1965年3月测定值，6*线资料为1966年4月测定值。



2) 5#线48 + 990 (II)
(20cm 级配 + 30 cm 泥碎)



4) 6#线67 + 540 (II)
(9 cm 级配 + 23 cm 石灰土)

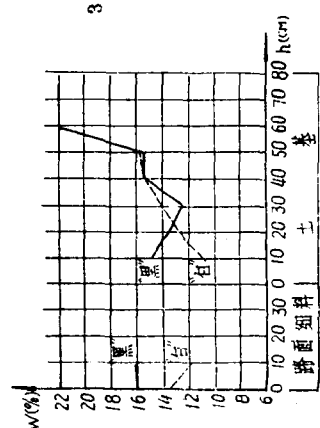
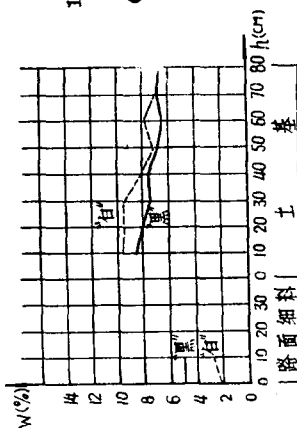


图 1—2 “黑”、“白”路段路面材料、土基 W (%) 比较

二、冻融过程路基水份的重分布规律

路基土中，毛细水和气态水的概念容易为人们所理解。气态水上升可使土基上层和路面材料水份增多，但在受冰冻影响的地区，即使冻深很小，冻融作用可使土基中水份在冻深范围内明显聚积增加。

从Ⅱ地带土基在冻融过程中的一组实测试验资料中（表1—3、图1—3），可清楚地看出这种水份聚积的规律：

1. 在非冰冻期，用含水率（ W ）体现的土基湿度，一般随着路基深度的加深而增大（图1—3(1)、1—3(2)）。

××支线路基土冰冻过程中 W （%）变化资料

表 1—3

测 定 日 期	土 基 冻 深 (cm)	土 基 分 层 W (%)							
		距 土 基 顶 面 高 度 h (cm)							
		10	20	30	40	50	60	70	80
1969.10.8	0	15.8	15.2	16.7	19.2	19.9	19.4	20.6	20.9
1969.11.15	0	16.3	16.1	18.3	18.3	20.4	20.3	21.4	20.3
1969.12.23	31	21.0	20.5	25.2	21.1	18.2	18.5	19.3	19.7
1970. 1.15	55	18.9	23.9	30.3	25.7	24.9	27.0	15.5	17.2
1970. 2.17	65	22.3	19.7	21.1	31.2	24.8	27.4	28.2	19.8
1970. 3.16	42	19.6	20.8	20.2	38.3	24.2	26.4	21.4	19.9
1970. 5.2	0	18.7	16.0	17.1	18.6	21.2	18.5	22.3	18.1

注：1. 冰冻深度为当地气象部门提供资料；

2. 路基干湿类型为Ⅱ地带。

2. 在冰冻过程中，冻层内含水率逐渐增加，在冰冻层和未冻层的分界处，土基含水率将有一较大值。相反，在冻层以下的土基中，含水率却有所减少。这种现象表明了在水

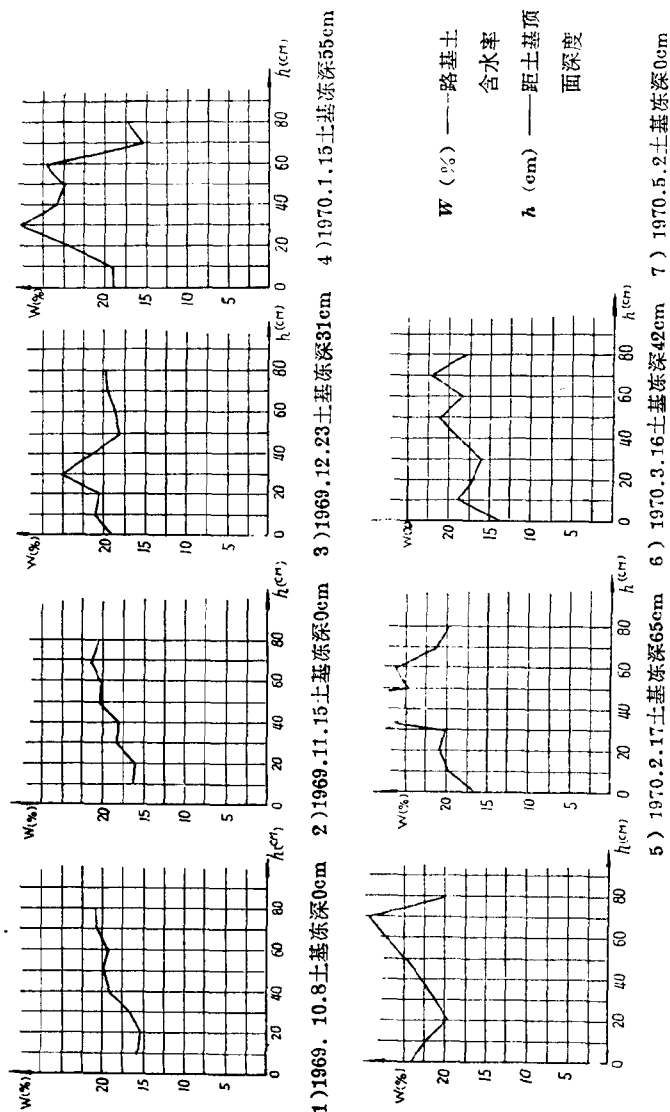


图 1-3 路基土在冻融过程中 W (%) 变化规律

冻过程中，路基中的水份有从未冻层向冻层内移动之规律（图1—3(3)、(4)、(5)）。

3. 春融开始，由于土基上层的反复冻融作用，使水份能继续移向面层，因此，土基顶面（尚有路面材料）含水率会进一步增加（图1—3(5)）。

4. 春天，随着土基冻层的逐渐融解，融冻后土层中增加的水份，由于重力作用，部份将下渗，并在下面的冰冻层表面聚积，使该层表面土壤含水率达到最大值，甚至有可能达到饱和（图1—3(6) $h_{10\text{cm}} W = 38\%$ ）。此时，道路强度降低到一年中的最低值，因而这也是道路翻浆出现在春融期的基本原因（图1—3(6)）。

5. 经过一次冻融过程，冻层中聚积的水份，虽然能部分下渗，但由于土壤本身的吸水、饱水作用，因冰冻作用上升的水份却不可能全部下渗，这便造成了在冻深范围内土基含水率的聚积增加（图1—3(1)、(7)比较）。在相同地带条件下，土壤粘性愈强，其吸水、饱水能力也愈大，土基受冰冻影响增加的水份也会愈多。

冻融过程中的路基水份聚积和重分布规律，尚与冰冻深度和土基湿度有关。冻深愈深，土基湿度愈大，这种规律会愈加显著。

在未铺油层的一般砂石（白色）路面中，冻层中聚积的水份可从路表不断蒸发，不致引起道路强度的逐年衰变（严重的，春季也会翻浆）。但是，道路加铺了黑色面层之后，由于路表被油层封闭，逐年的反复冻融作用，能使路面底层和土基含水率逐年增大，造成潮湿路段水稳性不良的油路底层强度逐年衰变，以致破坏。这正是油路区别于一般砂石路面的特殊性。

初冻时，由于路表的反复冻融作用，也能使油层底面水

份有与此相似的移动规律，造成潮湿地段油路表面开裂、冒水，或引起薄层油面的松散破坏。

几年来，从春融期对油路的许多野外调查试验资料中，也可看出油路底层含水率在冻深范围内有较大的数值，在翻浆路段，确有水份在土基冻层表面聚积的现象（表1—4）。

二例翻浆损坏油路 W （%）调查资料

表 1—4

桩 号	地 带	底 层 结 构	路面细料 W （%）			土 基 分 层 W （%）							
			距路面顶深度 h （cm）			距土基顶面深度 h （cm）							
			0	10	20	10	20	30	40	50	60	70	80
××线 59+900	I	24cm 级配砾石	6.9	7.9	7.7	12.7	12.7	水层 60.0	冻 13.9	冻 14.7	12.9	19.1	20.0
××线 59+000	II	20cm 石灰土	20.6	25.0	17.6	13.4	7.6	水层 36.3	冻 10.9	冻 9.9	10.5		

注：1. ××线当年最大冻深为82cm；

2. 59+900已呈严重翻浆，59+000石灰土有龟裂。

第二节 不同底层材料湿度—强度关系

“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”从几年来实测资料中得知不同路面结构湿度—强度关系是不相同的。实践证明，湿度仅是引起路面底层结构强度变化的外因，而底层结构材料的性质才是强度变化的内因。

本节即介绍几种水稳性不同的底层结构材料湿度—强度关系实测资料。

选择具有不同水稳性的级配砾石和石灰土等两种路面结构，通过野外的实测资料，来定性地认识以回弹弯沉值反映出来的道路强度，是如何受路基、路面材料湿度变化影响

的；再通过试件试验资料，定量地了解湿度和强度这组矛盾双方的互相依存的关系。这将使我们能够深入地认识道路为油层封闭后所产生的矛盾的特殊性，并理解油路上的行车、气候、水文变化等外因条件，是如何通过油路的不同底层结构组合这个内因而起作用的。

一、级配砾石结构

1. 路面野外实测资料

以1965年所铺一段24 cm 厚的级配砾石路面为例，该路主要技术指标如下：

(1) II 地带，新填路基高度 2.2m ，路基用重型压路机分层压实，压实度均大于0.95。

(2) 级配砾石路面分两层铺筑，下层厚度 14cm ，上层厚度 10cm 。路面混合料中，小于 0.5mm 细料含量为 30%。

(3) 底层路面和3cm 沥青表面处治均在1965年施工。铺筑油层时，预留了10m (米) 长的未铺表处层的“白”色观测路段。

从1968年对该试验路段的逐月定点弯沉测定资料(图1—4(1))中可以看出：“黑”、“白”路段弯沉强度曲线，在全年的各个时期变化的规律是大体相似的。冬季路基、路面受冰冻影响，呈现较高的强度；春融期，“黑”、“白”路段的强度均达一年中之最低值；过了春融期，路面强度有所回升；雨季（山西省雨季在每年的7~9月），由于道路湿度增大，路面强度又有所降低（北方受冰冻影响地区基本规律如此，南方不受冰冻影响地区，则应另有当地的路面强度变化规律）。但是，实测资料表明，铺有黑色面层后的级配砾石路面，全年强度均低于相邻的“白”色观测路段。“黑”、“白”路面的回弹弯沉值（ l ）相比，在当年的3月到11月期间，