

沥青路面结构与修筑

中国建筑工业出版社

沥青路面结构与修筑

· 限 国 内 发 行 ·

中国建筑工程出版社

本书选编了北京、天津、长沙及西宁等城市对沥青路面结构设计、修筑和使用状况的调查研究报告。这些报告根据各该城市的自然条件和交通荷载情况提出了适合当地采用的沥青路面结构组合厚度参考数值。本书可供各地城市建设和公路部门有关人员参考。

沥青路面结构设计 with 修筑

• 限国内发行 •

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 5 1/8 字数: 112 千字

1977年3月第一版 1977年3月第一次印刷

印数: 1—13,530册 定价: 0.39 元

统一书号: 15040·3311

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

用心寻找当地群众中的先进经验，加以总结，使之推广。

目 录

北京市柔性路面结构设计调查报告

..... 北京市市政设计院 (1)

天津市黑色路面结构组合调查及改进意见

..... 天津市市政工程局等 (83)

长沙市沥青路面介绍

..... 湖南省长沙市城市建设局 (110)

西宁市沥青道路典型结构和经验厚度初步调查

..... 青海省西宁市城市建设局 (144)

北京市柔性路面结构设计调查报告

北京市市政设计院

- 一、调查研究的目的
- 二、调查分析的方法
- 三、调查的路段
- 四、路面结构承载能力状况的判断
- 五、交通荷载情况的分析
- 六、现有路面使用状况的一般情况
- 七、确定路面结构经验厚度所用的方法
- 八、路面结构厚度的参考表
- 九、结论

一、调查研究的目的

为了改进柔性路面结构的设计，选择了数十条城区及近郊区代表性的路段，对路面的使用状况，进行了调查研究，拟从中概括出不同情况下路面的适当厚度，为今后设计的借鉴。由于影响路面强度状况的因素相当复杂，本次普查所得到的资料还不充分，因此，对过去路面设计的成功经验和存在的问题，只能得出一些概括性的判断，和大致的数字范围，更准确的数据尚待重点深入的观测和分析。本次调查明

确了一些问题的重点和改进的途径，可供今后研究改进的借鉴，所得的初步成果可供设计参考。

二、调查分析的方法

从调查路段中选出路面状态良好，结构组合适当的典型路面，并核算其现有路面的强度系数（即实际交通量需要的强度与路面在最不利时期的整体强度的比值）与路面的使用状态对照分析，以归纳出适应不同交通荷载的适当的路面结构厚度。核算强度的方法，采用1966年路面设计规范的公式，土基及材料强度采用本市测定数据。工作如下：

1. 调查各路段的路面状况

选择不同等级，不同使用性质，不同交通量，不同水文土质条件的路段，逐段观察路面的状况。在所选择的路段中，包括市级主干道、市级次干道、市级环路、工业区路、区间干路、小区道路等。绝大多数路段均经过最近的不利气候年份（1963年）强度最不利时期的行车考验，而表现出不同的状况。

2. 调查时间

选在1972年3至4月春季翻浆期间。因为这一时期是路面的强度在本年不利的阶段，虽还不是不利气候年份，但在此时期对路面所处状态比其他季节容易观察。

3. 交通调查

调查统计正常上班时间内通过的各类机动车辆的牌号种类及数量。为了节省时间和人力，只统计上班时间内任意一小时的数量，利用过去调查总结成果，折算为标准的每昼夜交通量。

4. 征求养路部门的技术人员及工人师傅的意见，听取他

们对各段路面结构的评价。

5. 根据各段路面实际强度状况, 结合交通量, 路面强度系数及养路部门意见, 进行分析比较, 拟归纳出一个比较适当的经验厚度。但这次调查还是初步的, 只能得出路面厚度的适当幅度, 今后还需进一步深入调查观测, 予以修正, 增加准确程度。

三、调查的路段

范围主要在城区及近郊区, 包括上述各类型的路段, 路面种类只限于常用的沥青混凝土, 黑色碎石, 沥青碎石, 及少数渣油碎石路段。

1. 北郊

(1) 学院路; (2) 北三环路; (3) 昌平路;
(4) 清华西路; (5) 东直路复线; (6) 酒仙桥路等六条路。

2. 东郊

(1) 东三环路; (2) 广渠门外大街; (3) 东轴线;
(4) 西大望路; (5) 朝阳路; (6) 建国路;
(7) 东大桥路; (8) 光华路; (9) 垂杨柳小区;
(10) 三里屯使馆区等十条路。

3. 西郊

(1) 阜成路; (2) 阜外大街; (3) 三里河路;
(4) 展览馆路; (5) 广展路; (6) 月坛南街;
(7) 月坛北街; (8) 车公庄路; (9) 北蜂窝小区;
(10) 南礼士路; (11) 五孔桥至西黄村道路;
(12) 颐和园东墙外道路等十二条路。

4. 城区

- (1) 东长安街(建国门至天安门);
 - (2) 新街口北大街; (3) 张自忠路至东四十条;
 - (4) 东四至北海; (5) 东四北大街;
 - (6) 天安门广场东西两侧道路;
 - (7) 王府井至王府大街;
 - (8) 天坛北路; (9) 天坛东路;
 - (10) 先农坛西路; (11) 御河路;
 - (12) 体育馆路; (13) 虎坊路等十三条路。
- 以上共四十一条路。

四、路面结构承载能力状况的判断

1. 由于路面的状况与路面的整体强度有密切关系, 路面越坚固, 行车后下沉变形越小, 路面也平整。根据现场观察的情况, 结合养路单位的介绍与意见, 剔除其他不属于整体强度不足的损坏的因素, 按以下四种状况划分类别, 并逐段分析评定路面的承载能力。

(一) 有足够强度——路拱曲线饱满, 路面平整(纵向)没有下沉变形, 在重车行车部分没有网状裂纹(因石灰土或沥青混凝土本身缩裂者除外)。

(二) 极限状态——路拱有部分变形, 不够饱满, 普遍有小幅度变形, 局部有小块细裂纹(纵向网裂)。

(三) 超载状态——路拱已有明显沉陷, 路面有显著变形及部分大幅度起伏, 春融时有弹簧现象, 部分路段已明显龟裂。

(四) 破坏状态——大部分明显沉陷, 大幅度起伏变形, 普遍龟裂, 部分出现松散破坏、翻浆。

2. 对于沥青路面其他破坏状况的鉴别

这次调查的中心问题是评定各段路面在不利季节承载交通能力大小的表现，但是现况路面的破坏变形原因很多，需要把由于其他原因造成的破坏或变形予以鉴别后，再进行强度方面的分析与评定。例如下列一些现象不属于整体承载力不足的问题，则予以剔除。

（一）大条长裂缝——其产生的原因多是由于：

（1）石灰土底层横裂缝带裂了面层，这种情况比较常见，如东四十条至二号豁口道路其中一段约150米长，结构为30厘米厚的石灰土底层，上面直接铺筑10厘米简易沥青碎石，路面平整，路拱饱满，并没有沉陷变形，而有大条长裂缝。这种现象，说明其裂缝的原因，不是由于强度不足引起的，而是由于灰土裂缝导致面层开裂（这种现象是石灰土强度高的表现）。

（2）由于沥青混凝土面层本身抗拉强度不足，因自身冷缩而断裂，或施工接缝处粘结力不足而断裂。

以上两类裂缝多呈横裂，隔相当距离便有一道，有时还会有与横裂大体垂直方向的纵裂。如养护对此没有及时灌缝防止水分渗入，雪融后冻胀还会出现分叉裂缝，甚至形成长形条网裂。

以上两类裂缝处一般表面没有下沉现象，并且裂缝连通慢车道，这说明与荷载的大小没有明显关系。只有少数路段在裂缝处形成弱点，局部路面下沉变形，造成破坏。

（二）属于材料及施工质量不合格造成的网状裂缝

（1）由于直接在面层下的底层质量不合格造成的

如沥青混凝土面层紧靠下面的碎石底层混有泥土，遇潮湿强度降低，而下面的基础还有足够强度，因而形成软弱夹层，使面层下沉形成网裂，甚至小块脱落，松散破坏，从破

坏部分可以观察到碎石中有大量泥土。

石灰土基础施工质量不合格，没有拌匀，杂有素土夹层，遇潮湿变软，造成路面下沉者，如东直路复线有的段落，就是属于这种类型。

（2）路基填土不实下沉造成网裂变形

如填方路基，填土时没有分层压实，密实度不够所造成的网裂变形，如京密引水滨河路北段裂缝，即属于这种原因所造成。

还有的系由于沟道、水井、坟坑等填土不实所致，但这种网裂变形均呈局部个别小面积下沉，并非大段大面积的普遍现象。

（三）由于沥青软化或混合料的热稳定性不足的变形

（1）沥青路面暑季发软被车轮推挤形成波浪拥包，如沥青混凝土路面有时即有此现象，而沥青表面处理，尤其是渣油路面更容易发生。但简易沥青碎石，黑色碎石路面一般没有这种现象。

（2）有搓板起伏现象的路面，大片形成横向短间距的小波浪。如沥青表面处理，沥青石屑表面处理或渣油路面，均有此现象。上述这些都不属于结构强度问题皆予以剔除。

（四）在调查中对于少数路段局部已由养路单位用沥青罩面或做表面处理者（其主要作用为保持面层不散碎，并不能增加整体强度），则根据观察及养路单位介绍的使用情况，判断其处理前破坏状况类型。

3. 旧路面强度的核算

现有路面在最不利时期的承载能力相对于交通荷载，以其强度系数表示。

（一）现有路面强度系数

$$K = \frac{\text{现有路面结构的整体形变模量 } E_0}{\text{现有交通荷载对路面要求的整体形变模量 } E_{TP}}$$

(二) 现有路面结构的整体形变模量 E_0 的计算:

(1) 土基形变模量 E_0 的确定:

根据原设计的路基钻探资料, 结合现场水文条件的调查, 按64年本院“北京市柔性路面设计参数使用方法”统一标准核定 E_0 值。

(2) 路面结构材料形变模量 E_1 , 根据路段情况不同分别采用表1所列数值:

表 1

材料种类	形变模量 (公斤/厘米 ²)	附 注
中粒式沥青混凝土	2100	在不利用年份已修数年有损失情况用2000
细粒式沥青混凝土	1900	
沥青混合料	1900	
黑色碎石	2100	
沥青碎石	1500	
渣油碎石	1300	
碎石	100	
块石	1300	
碎砾石	900	
矿渣	900	筛去细末的清碴
矿渣	800	有细末的混碴
级配砂石	800	水文条件好的、在石灰土底层以上的
级配砂石	700	潮湿地带已用数年有可能污染的
石灰焦渣土	2000	已经数年使用者
石灰土	1900	暂时潮湿地带者已经数年使用者
石灰土	1200	经常潮湿地带者已经数年使用者
石灰处理土	500	经常潮湿地带者已经数年使用者
旧级配砾石路面	450	
旧粒料稳定路面	300	

① 石灰土底层 E_1 值, 由于龄期较长且经过热季, 一律用表中较大值。

② 养路单位已加铺表面处理或罩面的强度不计, 所有采用的 E_1 值, 均根据调查各路段的具体情况分析后选定之。

(3) 本次所调查各路段的路面结构组合及其各层厚度, 皆依据设计图并通过调查访问情况, 校对落实。

(4) 根据以上资料计算现有路面结构在不利气候年份不利季节时的整体形变模量 E_{ZH} 。

(5) 路面结构整体形变模量计算公式, 根据1966年颁《路面设计规范》中的下列公式计算:

$$\frac{E_0}{E_{ZH}} = \sum_1^i \frac{(A_i - A_{i-1})}{\frac{E_i}{E_0} m_i} + (1 - A_i)$$

其中
$$A_i = \frac{2}{\pi} \arctg \sum_1^i \frac{m_i h_i}{D} - 1.58$$

(三) 交通荷载要求的整体形变模量 E_{TP} 计算:

(1) 各路段任一小时的交通量按相应的经验折算系数, 折算成一昼夜交通量(详见附录)。

(2) 统计的混合交通量换算为汽-13标准车通行量。

(3) 根据交通量所需的整体形变模量、按交通部1966年颁《路面设计规范》公式计算:

$$E_{TP} = \frac{P}{\lambda} K$$

其中
$$K = (0.78 + 0.68 \lg N) \delta$$

根据规范规定本地区第Ⅱ、Ⅲ地带 $\delta = 1.1$

容许相对形变值 λ ;

- (1) 沥青混凝土及黑色碎石 $\lambda = 0.028$;
- (2) 沥青碎石 $\lambda = 0.032$;
- (3) 沥青表面处理 $\lambda = 0.045$ 。

五、交通荷载情况的分析

为使路面结构设计切合实际，首先需要了解清楚现在本市各级道路实际负担的交通荷载（包括重量及数量），这是设计的基本依据。通过这次调查，取得了对路面结构影响大的载重卡车及大型客车的交通资料。从这些资料可以看出，本市城区近郊区现况交通荷载的一般情况，资料归纳如下：

(1) 本市当前常见的载重车及公共汽车的车型及其组成；

(2) 各区道路当前通行的客货运车辆的重量组成；

(3) 各区道路客货运车辆的比例；

(4) 各级道路平日每昼夜的交通量；

(5) 本市现混合交通中的主要交通荷载。

1. 从表2中可以看出国产载重车占一半以上，如解放牌、上海581、北京130最普遍。其他进口卡车种类多，但比重并不大，各区分布也不同（东郊：却贝尔、嘎斯、丰田、跃进比较多；西北郊：嘎斯、跃进、玛斯和斯柯达比较多；西郊：嘎斯、丰田、布拉格比较多；城区：嘎斯、却贝尔、布拉格比较多）。这些车辆的分布与市运输公司各车场所在地有关。

2. 从表3所示车重的吨位与车型的比例，8吨以下者占多数（约占70%左右），同时也可看出大吨位的车，如黄河、依斯兹等也在逐渐增多与我国工农业生产发展有关，在设计时应考虑。

3. 客运与货运车数的组成百分比，见表4，城区的客运

与货运各为50%。

郊区的货运车皆比客运车量大，大部分在80%以上。

4. 本市各级道路平日每昼夜的交通量：

这次所调查路段的交通量，根据道路等级、性质及其所处地区，分别归纳做一比较。为统一标准起见，将所调查的混合交通量，换算成 汽-13 级标准车的每昼夜交通量，列于表 5，其数字既可反映数量，也包括重量不同的因素在内。

从表5可见：

(1) 按地区划分，城区道路的交通量一般比近郊区道路大十几倍，因此，在设计城区道路的路面时，对交通荷载须要有充分的估计，此点应引起注意；

(2) 近郊区道路在不同地区，其交通量没有明显的差别；

(3) 同一地区不同等级的路，交通量有明显差别，符合一般规律。

各区道路荷载交通组成（车辆牌号组成）

表 2

牌 号	东 郊	西 北 郊	西 郊	城 区	附 注
解 放	27.8%	33.82%	36.91%	31.69%	
上海581(三轮)	7.1%	18.62%	22.66%	16.120%	
北京130	10	7.82	6.08	12.49	
却贝尔350	6.6		1.48	1.50	
却贝尔420	6.05	0.78	0.32	2.46	
嘎斯51	7.0	5.14	3.69	7.01	

续表

牌 号	东 郊	西 北 郊	西 郊	城 区	附 注
丰 田	2.93	1.0	4.48	2.19	
跃 进	2.88	2.28	1.46	2.98	
黄 河	1.41	1.09	0.61	0.47	
布 切 奇	1.88	1.37	0.55	1.27	
大 依 发	1.22	0.06	0.21	0.75	
中 依 发	1.24	1.0	0.89	1.25	
万 国	1.05	1.75	1.42	0.52	
玛 斯	1.0	2.34	1.59	0.62	
上海交通	0.73	1.40	0.82	0.51	
星 牌	0.71	0.25	0.36	0.65	
依 斯 兹	0.62	0.28	0.59	0.73	
太 脱 拉	0.59	0.31	0.36	0.37	
斯 柯 达	0.54	5.20	1.56	0.94	
布 拉 格	0.62	2.27	2.72	3.09	
北 京	0.50	0.31	0.13	0.60	
其 他		9.36	10.77	11.38	
拖拉机(大)	2.2	3.55	0.34	0.41	
拖拉机(中)	3.3				

各区道路客货运车辆吨位组成百分比

表 3

全重吨数	卡 车	大 客 车	组 成 百 分 比				
			城区	东郊	西郊	西北郊	平均
1.5	小拖车(手扶拖拉机)		0.23	2.7	0.36	2.42	1.4
2.5	上海581(三轮卡)		10.84	6.2	19.91	15.18	13.1
4.0	北京130中拖车		10.70	20.1	13.30	15.18	14.8
5.5	嘎斯(51、63)跃进、武汉		6.97	8.1	4.0	6.33	6.30
7.0	大拖车、却贝尔350、丰田、星牌、清华、中依发、布切奇		9.04	15.0	5.8	8.51	9.6
8	解放、交通、却贝尔、420东风		26.3	28.4	33.20	24.81	28.2
9.0	解放越野、北京、万国	依卡露斯	2.33	3.70	1.35	1.63	2.20
10	布拉格(大)	北京(解放)	10.7	4.30	14.40	12.12	10.4
13	依发(大)、斯柯达	北京(无轨)	12.4	5.0	4.70	10.49	8.2
14	玛 斯	斯柯达、克 罗 莎	5.18	2.20	0.70	1.58	2.4
15	黄河、解放半拖挂依斯兹	北京(黄河)	4.98	3.70	2.70	1.14	3.0
17		捷克(电车)		0.12			0.03
19	太 脱 拉、新都		0.3	0.48	0.08	0.61	0.30
23	亚 斯		0.03				0.08

各区道路客货运车辆百分比

表 4

种 类	城 区	东 郊	西 郊	西 北 郊	平 均
客 运 车	50%	13.8%	16.5%	17.3%	27.85%
货 运 车	50%	86.2%	83.5%	82.7%	72.15%