

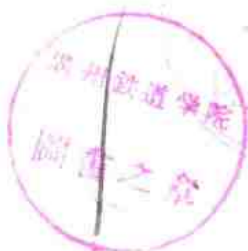
67344
KES

1295638912

柔性路面强度调查和评定

M. B. 科尔松斯基 著

徐 邕 生 译



6.2.1

人民交通出版社

內 容 提 要

本書詳細敘述了柔性路面調查和強度評定的方法。內容調查工作隊的組織、資料的收集和整理、路面強度和平整度的評定等，此外還分析了路面的損壞原因和加強的措施。

書中附有路況表、氣候條件圖、以及氣候條件和道路狀況主要指標圖的範例，並說明其內容和編制方法。

本書可供道路養護技術人員和專大道路專業學生的參考。

柔性路面強度調查和評定

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ДОРОЖНИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОСДОРОНИИ

Канд. техн. наук М. Б. КОРСУНСКИЙ

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ДОРОГ С НЕЖЕСТКИМИ ОДЕЖДАМИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
И ШОССЕЙНЫХ ДОРОГ РСФСР
Москва 1960

本書根據蘇聯汽車與公路部出版社1960年莫斯科俄文版本譯出

徐邕生 譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店科技發行所發行 全國新華書店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

1960年8月北京第一版 1960年6月北京第一次印刷

開本：787×1092毫米 印張：2+3張 插頁1

全書：46,000字 印數：1—2,700冊

統一書號：15044·1397

定價(10)：0.31元



C0054416

12



目 录

序.....	2
緒論.....	3
評定路面強度和預測路面狀況的主要参数.....	6
表明道路工作情况、路面狀況和強度的技术文件的組成和資料的收集.....	8
表明道路結構特性和往年工作情况的文件.....	9
調查道路的簡略特性.....	10
交通密度和組成統計表.....	13
道路詳細路況表.....	13
道路簡略路況表.....	15
气候条件的特性.....	15
道路野外調查.....	16
工作队的組成和配备.....	16
調查計劃.....	16
道路調查.....	17
个别路段的選擇和詳細調查.....	22
試样的試驗室研究.....	27
收集材料的整理.....	29
路面強度的評定.....	30
行車部份平整度的評定.....	36
路面變形和破坏的原因以及加強路面的措施.....	38
系統統計以后各年份中的道路工作情况.....	43
附录 1—3.....	(46 頁后插頁)
附录 4.....	47
附录 5.....	56
附录 6.....	57

序

根据已通車公路进行調查所得的結果，即可判断行車部份和其他結構部份随時間的变化情况，以及对交通密度适应的情况。这样就能够有根据地规划和制出道路行車部份現在和将来的养护、修理、加强和改建的措施。

編写本小册子是为了养路工程技术人员能以自己进行調查工作。

調查所得資料应能完全說明道路結構的强度和主要运输使用的質量。这些資料对规划道路养护和修理的所有措施頗为需要。此外，調查时以及在道路各別路段观察时所得的資料(說明不同条件下土壤和路面各結構層材料的实际計算形变模量值的資料)，对精确修正目前柔性路面結構設計須知(汽車运输与公路部出版社 1957 年出版)各表所列数值來說更是宝贵。

本小册子可供养路工作人員进行道路調查，以便确定道路最主要使用指标时参考。小册子中列出有关室内准备工作組織和进行野外調查方法上的一些指示，也列了一些整理和分析已得資料的建議。

本小册子系由高級研究員 M. B. 科尔松斯基編著，其中《气候因素对評定道路状况的影响》(附录 4)系由 П. Д. 罗索夫斯基編写；路况表范例(附录 1)由 A. A. 納达日科編制。

对本小册子内容的批評和希望請寄：莫斯科，B-35，Софийская наб 34 号，全苏道路科学研究院。

全苏道路科学研究院科研工作副院长
技术科学副博士 B. 米哈依洛夫

緒 論

為保證汽車高速行駛時的行車安全和通暢，公路應有一定的使用質量，其行車部份的鋪砌層應平整、無塵，且有相當程度的粗糙性。

精選路面結構和適當的鋪砌層類型，以及採取必要的道路養護和修理措施來保證道路所需的使用質量。

大家知道，鋪砌層的狀況與路面的整體強度有關。路面愈堅固，在同樣條件下，受汽車作用的變形程度也愈小，當然，鋪砌層也愈平整。

強度係數 (K) 是評定路面強度的特定標準，該係數系路面的實際強度 (以路面的當量變形模量 $E_{\text{окв}}$ 表示) 與已知交通情況下路面所需的強度 (即路面所需的變形模量 $E_{\text{тп}}$) 的比值。

用強度係數可以判斷該路面結構與現有交通量和運景交通量的適應程度，根據該係數可以及時查明那些路段在不利季節中可能發生變形和破壞。

有了路面強度指標的資料，就可以斷定某種汽車是否可以在道路某段上通過，也能估算行車部份上發生變形和破壞的或然性，以便及時採取措施，以防止行車部份在不利季節中產生變形和破壞。如不能採取預防措施時，應在各別路段上限制汽車的載重量和交通密度。

可以利用全蘇道路科學研究所制訂的計算方法^① 評定已

① 柔性路面結構設計須知，汽車運輸與公路部出版社，1957 年。以後在本小冊子中，不寫出該設計須知的全文，而用簡略名稱——1957 年設計須知。

通車道路上柔性路面的強度。

應該注意，只有在計算時正確地考慮了影響路面使用情況的全部因素——自然、結構和使用的因素（交通組成和密度、路面結構和各層材料的性質、路基土壤的特性、道路濕潤情況、道路養護特點等等），按該方法計算的結果才能與交通下行車部份的實際狀況相符合。

評定路面強度時的主要困難是難於確定各別路段上路基土壤和路面各結構層的計算變形模量。因為路基土壤（尤其是粘性土壤）和含有細顆粒的路面結構層材料的變形模量均隨溫度的改變而有很大的變化。因而土壤和材料的變形模量不僅在一年中有變化，而且在各年的最不利濕潤季節中也可能不一樣。這些不一樣的情況將決定於各年中氣候條件的構成情況，因為氣候條件決定道路各路段上路基和路面的水文情況。

上述設計須知中所列的土壤和路面材料的變形模量系指在計算季節（道路處於最不利的濕潤季節）的情況下，因為在該季節中土壤和路面材料可能濕潤得最厲害。因此，計算（利用表中列出的變形模量）所得的路面強度指標只在個別最不利的年份中才能是最小的。在濕潤情況較好的年份里，路面的實際強度則比用表列變形模量計算而得的強度高些。

對道路的工作情況進行多年的系統研究就會累積不少資料，以便能把表中各種情況下土壤和材料的變形模量值修正得更精確些；另外也可查明氣候條件對道路結構強度的影響，以便能以更有根據地預測各個別年份中不利季節時的道路工作情況。

路況表將是評定目前道路的特性和狀況，以及使用過程中道路狀況能以改變的程度的主要文件，表中有能以確定道路行車部份強度和其他使用指標的資料。每個養路段均應有這種路

况表。这种表系根据各养路段每年对道路进行調查（状况和工作情况）的資料編制和修正。

本手册供养路工作人員組織和进行路况調查工作，編制和填写所需的文件，評定路面强度以及确定道路养护、修理和加固的主要措施时参考。

評定路面強度和預測路面 狀況的主要參數

如上所述，柔性路面的強度系根據全蘇道路科學研究院制訂的柔性路面強度理論和計算方法來評定的。根據這個方法，多層路面的實際強度系用當量形變模量來表示，其值則利用雙層體系的當量形變模量的公式(1)來求算：

$$E_{\text{экр}} = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}} \right) \arctg n - \frac{h}{D}}, \quad (1)$$

式中

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_0}}$$

計算結構層時，逐次分析每二層的相鄰層次，由下向上地進行計算（參閱 1957 年設計須知，§13）。路面在已知交通條件下應有的強度以所需的形變模量來表示，其值按公式(2)進行計算（參閱 1957 年設計須知，§4 和 7）：

$$E_{\text{тп}} = \frac{\pi P}{2\lambda} (0.5 + 0.65 \lg N_p) \quad (2)$$

計算公式(1)和(2)中的幾個參數可以分為三類：

1. 表明作用在路面上交通方面的參數，即表明路上來往車輛的組成和數量方面的參數。這些參數包括： P ——計算汽車車輪傳到路面上的壓力（公斤/平方厘米）， D ——與計算汽車輪跡面積相同圓的直徑（厘米）， N_p ——換算後的計算交通密度

(輛汽車/晝夜)。

2. 表明承受汽車荷重的介質，即整個道路結構的參數。這些參數包括： h_1 ——路面各別結構層的厚度(厘米)， E_1 ——各別結構層材料的形變模量(公斤/平方厘米)， E_0 ——路基土壤的形變模量(公斤/平方厘米)。

3. 確定某路面類型使用質量方面的參數。該參數是路面的計算相對彎沉值—— $\lambda = l/D$ 。

現在我們已經有了大量的通車道路路面使用情況的資料，這些資料指出，根據全蘇道路科學研究院的方法所確定的路面強度情況與行車作用下的路面實際情況間的聯繫還相當明確。路面的強度愈小，行車部份上所产生的變形和破壞就愈大，路面的使用質量也變壞得愈快(圖1和圖2)。

利用公式(1)和(2)，可以預測已通車道路上行車部份的情況。路面的強度情況(如上面述)系用強度系數來表示。

圖1中的關係指出，在強度系數等於1的路面結構的總里程中，約85%系處在強抵抗力範圍內，行車部份沒有任何顯著的變形；約7-8%系處在超应力(極限強抵抗力)下，其特性是行車

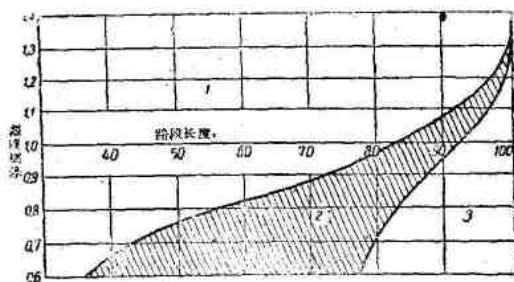


圖1 瀝青混凝土鋪砌層的路面結構的可靠程度與其強度系數間的關係曲線：
1—堅固結構(I級)； 2—在極限強抵抗力下工作的結構(I和II級)；
3—不穩定的結構(II和III級)。

部份有稍显著的变形,(主要在帳压带上);还有7—8%变形,在現有交通下甚至能破坏。

在我国公路上的交通組成和密度正在不断改变,因此,路面强度系数将会随時間而下降(由于汽車載重量的增加、重型汽車数量的增加、以及重型汽車密度的增大)。由于路面的結構强度系数年年下降,行車部份上的坑槽性也就隨之增加(參閱图2)。

有不同强度系数的路面結構的可靠程度可由图1所列曲綫来判断。根据这些曲綫,也可以大致定出由于汽車交通的不断增长而使路面的强度系数下降,因而需要采取路面結構加强措施的平均路段长度。使用图2曲綫,可以根据各种路面結構的鋪砌層使用年限,大致定出行車部份上可能出現的坑槽性。

表明道路工作情况、路面狀況和強度的技术文件的組成和資料的收集

路况表是表明行車部份路面狀況和強度的主要文件(參閱附录1)。

除路面强度图,路面狀況和工作情况的詳細指标外,路况表上还有其他資料;根据这些資料可定出計算公式(1)和(2)中各参数的数值,因为評定路面的实际强度和所需强度都需要用这两

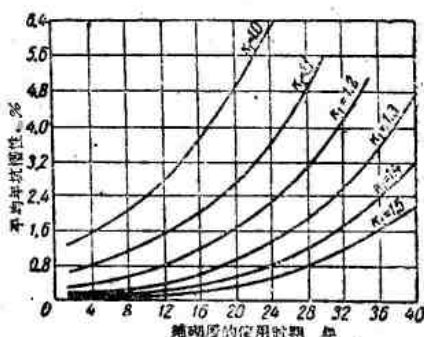


图2 行車部份上瀝青混凝土鋪砌層的平均年坑槽性(以总面积的百分率表示)与路面强度系数、鋪砌層年数間的关系曲綫(对次高級鋪砌層,根据曲綫所得的坑槽性数值应增加一倍)。

个公式。

路况表¹各項資料說明：

a. 各別路段上路基和路面的結構、路面結構層材料的質量(組成和性質)、路基土壤的類別及其情況(濕度、密度、稠度)、影響該氣候區路基水文情況的當地自然特性以及調節路基和路面個別結構層水文情況的設備(排水溝、各種隔離層和地下排水設備等等)；

б. 路基边坡、路肩和路面的狀況，鋪砌層的平整度；

в. 各別路段上的交通組成和密度；

г. 每年不同季節中的道路養護措施；

д. 各別路段上足以在某種程度上影響道路結構質量的道路施工條件以及各別路段上道路修理的內容、數量和質量。

評定各別路段上道路結構強度是否準確將決定於道路狀況和工作條件的資料全面與否，以及這些資料的質量如何。所以收集必要的資料時，必須仔細。

可通過二個途徑收集這些資料：

a. 對那些足以表明道路結構特性和往年(從建成或改建時起一直到現在)工作情況的現有資料進行研究，並加以系統化；

б. 在道路結構系處於最不利的濕潤季節時進行道路調查工作。

表明道路結構特性和往年 工作情況的文件

及時並仔細地收集那些能以表明道路結構特性和往年使用情況的資料，並加以系統化，是很好完成野外調查工作的一個必備條件。這些調查工作一般應在道路結構最濕潤季節中很短時

期內完成。

收集道路上的資料時，應先查明那些路段已經由全蘇道路科學研究院或其他科學研究、設計和施工單位調查過，以及在那些路段已經進行了試驗工作。全部以往的調查文件和試驗路段上的觀察文件，都應該收集起來，系統整理，加以研究。

此外，野外工作開始前，應對須進行調查的道路收集那些現有的並足以表明各別路段上結構、狀況和工作情況的資料（道路登記表，竣工縱斷面和橫斷面圖、路面結構圖、車輛統計簿、道路竣工驗收的文件和道路施工和修理的驗收文件，施工時的氣候條件資料、春季和秋季檢查道路狀況的文件，損壞明細表，以及凍脹和春季變形明細表）。

所有這些資料，連同以往已進行的調查和試驗工作的資料，都收集起來加以系統化。根據這些資料編制下列各項文件：

- a. 調查道路的簡略特性；
- б. 交通密度和組成的統計表；
- в. 詳細路況表，表明道路沿綫自然條件、路基和路面的結構、整個使用時期內的道路工作情況等；
- г. 簡略路況表；
- д. 道路所在地區的气候條件特性。

調查道路的簡略特性

道路的特性系按說明書的方式編寫。

說明書開頭應列述道路各別路段的歷史和修建時間方面的簡要資料，以及改建期的資料，其中也要說明各別路段上的道路重建情況（道路平面和縱斷面位置的改變，路面的加固、展寬或全部重建，排水系統的改善，路基的提高等等）。

這些資料一般可由養路段、公路管理處或公路局已有的道

路登記表中查得。

說明書中應有各別路段修建或改建年份中氣候特性的簡略說明，特別是施工季節的氣候特性（如果施工驗收文件中沒有說明氣候條件時，那麼這些特性應向該路段鄰近的氣象站索取）。

應簡略說明那些能影響道路修建和改建工程質量的技術過程的特點。

也要敘述施工的質量指標，特別是鋪砌層方面的質量指標。這些資料可由施工驗收文件、技術檢查文件、道路竣工驗收文件、以及道路的春秋季調查文件中查得。

接着，說明書中應列入那些表明路面各別結構層材料技術性質的資料。鋪砌層資料應包括混合料的組成和性質以及各組成材料的特性（各別材料和混合料的物理力學性質、顆粒級配、各別路段上材料的來源等）。

同樣也收集路面其他各結構層材料方面的資料（路面基層所用碎石和礫石材料的性質、顆粒級配和抗凍性）。如系礫石基層，還需要收集所含土壤的顆粒級配和性質方面的資料。所有這些資料可以由試驗記錄簿以及施工和修理單位的文件中查得。如對某個別路段得不到這些資料，那麼在野外工作時，就應從各別結構層中取足夠數量的材料試樣，以供試驗室內進行詳細研究。

說明書中也要說明道路行車部份建成和改建後第一年中的狀況；也要詳細指出那些路段（里程、桩號）在數年或一年中曾發生過春季變形、變形的特點、產生的原因、以及出現最大變形的日期。這些路段應在野外工作過程中詳細調查，以便適當定出防止類似變形的措施。

所有上述的資料可由損壞明細表、翻漿明細表、多年的道路春季檢查文件、道路登記表和養路段的年度報告中查得。

說明書中也要注出那些未經修理而尚处于良好状态的路段。这些路段应視作标准路段，須进行詳細調查。

說明書中应詳細指出那些路段在什么时候曾經进行过小修、中修或大修，修理工作的特点和工作量。这些資料可由养路段的年度报告中查得。

有关道路的春季养护問題，也要加以說明；应该指出春季养护采取了那些措施（及时清除路面积雪和冰块，及时清理排水系統以迅速排除融化雪水，使路基最快干燥等等）。也需要指出春季保护軟弱路段变形和破坏后进行修复的措施（路肩上設立临时的空心盲沟，是否在行車部份上設置过木板棚和在极需要的情况下限制或全部断絕交通等等）。

这些資料可从养路段的春季措施工作报告中查得，也可以詢問养路单位的沿綫工作人員。

如有設計、修建或改建路面时計算路面强度的資料，則說明書中要引述：各別路段（注明該路段里程和桩号）所采用的計算图式，以及計算指标和参数的数值，远景的交通密度 N （輛/晝夜）和組成，計算汽車（ P 和 D ）采用的計算弯沉（ $\lambda = l/D$ ）以及路面所需当量形变模量（ $E_{\text{тп}}$ ）的参数。也需要指出計算中采用旧路面改建前的形变模量（ $E_{\text{скп}}$ ）（如該路面需要加强），以及各別結構層（ E_1 ）和下面路基土壤（ E_0 ）的形变模量。

需要列出那些在修建或改建过程中，修改原先設計的各种資料。

这些資料可从道路設計說明書和修建或改建那年的施工財務計劃說明書中查得，此外，也可以根据对道路結構原設計进行修改的有关文件。

除了所述各項問題外，說明書中还应引叙其他能表明道路修建、改建和修理时的特点以及使用情况的資料。說明書中可

附以前所进行的道路調查一覽表、試驗路段一覽表以及編制道路各項文件时所利用的其他材料。

交通密度和組成統計表

該統計表系根据养路段已有的汽車交通統計資料編成。这些交通統計工作是由养路工作人員在調查路段特性时在特設統計站中調查的。应由交通統計的材料綜合出道路各別路段上平均晝夜交通密度和交通組成(按汽車載重量和汽車輛數)的資料。

需要查得前 5 年(如道路的修建迟于此时期,則应由道路交付使用时起)中每年和每年春季的平均晝夜交通密度和交通組成的資料。一年的和春季的平均晝夜交通密度資料列在不同的統計表中(參閱附录 2)。

在編制交通密度和組成的資料时,应将进行調查那年春季的最重汽車(按牌号)分开。

道路詳細路况表

路况表(參閱附录 1)是表明各別路段道路結構、狀況和工作情况的主要文件,系根据道路登記表、以往已进行的調查、竣工縱断面和橫断面图等資料以及詳細調查的材料和其他已有文件上的材料編制。

路况表有 22 行,其中 1—2、4—7、10、14、17—18 系根据野外調查开始前已有的材料填写,其他各行 3、8(一部份)、11—13、15—16、19—22 在野外調查时填写。

編制路况表时比例尺用 1:50000。

下述路况表中各行填写的次序,并指出如何填写,应根据那些文件填写及其他应注意事項。

第 1 行系根据道路登記表填写。此处应特別注意准确注出

沼泽地段边界、路基淹没路段、以及人工结构物和调治结构物(涵洞、桥梁、堤壩等等)的实际里程。

第2行记载路面结构的资料(结构层的质量、其厚度和修建时所用的材料)。每种结构类型以柱状剖面图的形式绘出。

第2行所用资料的来源为:道路登记表、竣工纵断面和横断面图以及研究单位和其他机构在道路各别路段上以前所进行调查的材料。

第4行中系根据道路登记表的资料和竣工图表填写各别路段上道路纵断面特点。

第5行和第6行也是根据登记表填写的。第5行填写各路段铺砌层的类型、路面修建或改建的年份。行车部分和路肩的宽度在第6行中以下列方式表示: 2—7—2, 前面和后面的数字表示路肩宽度, 中间数字表示行车部分的宽度。

第7行记载道路各别路段上路堤的高度和路堑的深度。

第8行注出测定地下水(上层滞水)水位的地点和日期。补记进行调查那年春天测量地下水位或上层滞水位的日期并注明(例如: $\frac{2.5/IV}{1958年}$)。

第9行记土壤的资料, 上注路基土壤的资料, 下注路床土壤的资料。

第10行列出路基中有无地下排水设备以及这些设备的位置(地下排水管和盲沟, 其填充材料种类及其间距)。该行系根据道路登记表和养路段已有的其他文件填写。如无此项资料时, 可在野外调查的过程调查或询问沿线工作人员, 以确定有无地下排水设备及其工作情况, 并将这些资料记在路况表中。

第14行注出往年曾发生春季变形的路段。必须在该行中指出这些变形出现和消失的日期、以及变形发展到最大值的大致

日期。該行系根据登記表、損坏明細表和翻漿明細表的資料填寫。受變形影响的地点用符号注出。

第17行注出各別路段上冬季道路修理和养护的措施。各別路段的修理工程有關的問題詳細在道路簡要說明中闡明（參閱前述）。

第18行指出那些路段上有积雪現象及整条道路和严重积雪路段防雪和除雪工作組織情况（防雪設備类型，如何清除，行車部份和路肩上清除寬度和清除的程度，是否全部清除或尚留一層雪層）。

其他各項在野外調查过程中和最后整理材料时填寫。

道路簡略路况表

为了調查工作队队长在野外工作时方便和迅速地确定地点，需要有輔助的道路簡略路况表。

該表編制时的比例尺为 1 厘米 = 2 公里 (1:200000)，寬度为 15 厘米，以便可以成为小册子（參閱附录 3）；在适当行中填寫下列資料：地物（河流、居民点、交叉道路、森林），鋪砌層类型及其修建年份，道路軟弱路段（每年春季变形的路段），坡度大的路段，路壟，桥梁，涵洞，积雪路段（須指出其积雪程度），以及养路段、养路站和工区的分界。

該表系根据道路路况表的資料編制。

气候条件的特性

气候条件对道路結構在各个季节的湿潤情况和在汽車交通作用下的工作情况影响很大。所以，評定道路的状况时，考虑該年綜合气象因素的构成情况，并将其与多年的平均資料和道路各別路段上結構湿潤到最不利程度时那年气候条件的資料进行