

公路路面構造須知

蘇聯內務部公路總局編著
中央交通部公路總局譯

人民交通出版社

公路路面構造須知

蘇聯內務部公路總局編著

中央交通部公路總局譯

人民交通出版社

內 容 提 要

本書內容是論述如何調查公路路面和確定其構造與強度，書內列舉公路路面構造的實例甚多，並附有關於路面設計的重要資料及圖表。

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ШОССЕЙНЫХ ДОРОГ

МВД СССР

ИНСТРУКЦИЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИЙ
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

ДОРИЗДАТ

МОСКВА—1949

序 言

本須知係蘇聯設計公司列寧格勒分公司根據道路科學研究院在確定路面構造方面所進行的實驗編製而成，為新建及改建原有路面時採用。

在不同的氣候區和天然條件（水文及土壤性質）下，設計新的及改建原有路面，預計交通量及原有路基結構情況而確定路基及原有路面強度時，可以引用本須知。

本須知是指示如何根據調查研究資料計算原有路基及路面形變模量；並用該形變模量與預計交通量所要求的模量相比，確定新建及改建公路所必要的方法。

本須知係科學院院士 A.A. 卡列爾特及工程師 A.E. 莎茨所編著。

與氣候、水文情況有關的土壤計算形變模量標準，係經科學院院士 H.A. 布查可夫在道路科學研究所製定的。

由 H.H. 伊萬諾夫教授進行編輯。

蘇聯內務部公路總局

目 錄

序言

第一章 強度的確定 (1)

第二章 進行調查時原始資料的蒐集 (11)

原有鋪砌層形變模量的計算舉例 (17)

附錄：

1 原有路面各結構層計算形變模量

2 計算的比載，圓之直徑，等代輪壓面積及折換係數

3 諸模圖

4 公路示意圖

5 強度圖

6—9 II、III、IV、V 氣候區形變模量圖

第一章

強度的確定

§1. 路基及原有路面強度的確定，爲新建及改建公路鋪砌層的第一步工作。它的目的，爲在對鋪砌層最危險的春季，合理的決定路基與原有路面的強度。以便在既定地使用條件下，當新建及改建公路時能設計出實際均勻的構造。

§2. 確定路基與路面的強度，應將新線或現有道路，根據表面排水條件、有無地下水、路基土壤性質以及路基邊緣距地下水位和地面高度等條件劃分爲數段。這些條件決定路基強度原有路面構造，及視交通量而定的鋪砌層所要求的強度，路基及路面強度的決定，應在全路線上整個進行或按不同情況部分進行。

§3. 重建公路路基及原有路面強度的確定，包括下列步驟：

1. 準備原始調查材料；
2. 決定氣候區域及該區水文情況（逕流、地下水、路基結構）；
3. 決定土壤分組；
4. 決定路基形變模量；
5. 肯定舊路面結構的設計圖式；
6. 根據設計部分決定舊路面的強度；
7. 製出原有公路路面強度草圖；
8. 按現有交通量設計公路路面所要求的強度；
9. 根據預計（需要）交通量以設計所要求的強度；
10. 分析原有公路路面強度。

§4. 必須有下列原始材料，即調查資料，以備確定強度之用：

1. 附有土壤及地下水位的縱斷面圖；
2. 橫斷面圖；
3. 詳細的鋪砌層示意圖，附註路面各結構層的厚度及估定其情況；

4. 翻漿一覽表；

5. 路線平面圖。

關於調查的指示見第二章。

§5. 將改建公路劃分成各別地段，視逕流及表面滲透情況、路基邊緣與秋季地下水位及地面位置來決定每一地段應屬於下列三水文組中的那一組。

水文組名稱	根據下列特點將該地段劃分水文組
I 乾燥地區	1. 地勢能保證表面流水，路堤能滿足 1946 年公路總局出版的技術規範要求，或 2. 無論路基結構及排水條件如何，當有不小於一公尺厚的大顆粒砂層時。
II 潮濕地區有臨時性的水流	1. 地勢不能保證表面流水，在春秋季時發現表面水或在取土坑中發現流水，路堤合於技術規範的要求；或 2. 地勢能保證表面流水，無填挖的路基，路堤或路塹不能滿足技術規範的要求者，無地下水。
III 潮濕地區有經常水流者	1. 地勢不能保證地下流水，無填挖的路基，路堤或路塹不能滿足技術規範的要求者，土壤白斑化，或 2. 地勢保證流水，路基邊緣高度未能滿足秋季地下水面的要求。

測定水文組，應在下列基礎上，即縱斷面、平面、表面流水特徵、地下水在該區是否出現、以及所起作用等給以細緻地估定。

水文組的號數（數字）註明於強度圖上適當的櫥內（見附錄 5 強度圖）。

§6. 新設計公路路線，可按下列二種水文組之一，並視該區地勢劃分為各別地段：

I 組——乾燥地區	路基係在能保證表面流水的地勢上。
II 組——潮濕有臨時水流地區	無填挖地段及能保證流水的挖方處或流水困難的填方處。

§7. 在縱斷面圖上依土壤性質（土壤分組）劃出各部分。

1. 分組為中顆粒與小粒砂以及中顆粒砂質壩母。
2. 分組為細砂質壩母與粉砂土。
3. 分組為重黏土質壩母及黏土。
4. 分組為粉砂土及粉砂質黏土壩母。

土壤分組號數（數字）註明在強度圖上適當欄內。

§8. 從水文組及土壤分組的結合即可得到設計的路基各部分，根據圖表（見附錄 6—9）的應用，可以求出路基每一部分的形變模量(E.)並記載於強度圖上適當欄內。

各氣候區均規定有路基設計形變模量，氣候區域範圍見表 1。

蘇聯氣候分區表

表 1

區 域 名 稱	區 域 範 圍
I 終年冰凍	涅西翰庫里亞——乾涸通古斯克——西比利亞北部沿海地帶——貝加爾湖以北部分——斯列甲恩克——赤塔——尼克拉葉夫斯克線以北。
II 潮濕地區	自第 I 區以南約至明斯克——莫斯科——高爾基城——基洛夫城——托姆斯克——肯斯克——吐蘭——斯列甲恩克以及遠至比露比得蘭——傑卡斯特里線。

區域名稱	區域範圍
II ¹ 海洋性氣候濕度很大	沿波羅的海海岸，自納爾瓦城至加里寧城寬180—200公里地帶。
III 在一年中一定時期濕度很大	自第II區界線南至里沃夫城——基輔城以南——奧勒爾——庫依貝舍夫城——烏發，止於齊洛賓斯克——塔基爾下游線以及比露比得蘭——傑卡斯特里線以南。
IV 濕度適中	自第III區界線南至第V區界線。
V 濕度不足	馬赫赤——卡拉——草原地——斯大林格勒——撒拉托夫線以東以及遠至塞米巴拉敦斯克——希洛克——赤塔——庫拉河下游及阿普舍容斯基半島。
V ¹ 在南俄羅斯草原氣候濕度不足	沿亞速海及黑海北岸寬100—150公里，自羅斯多夫城頓河處至依茲邁意爾城及克里木省。
VI 隨海拔高度不同潮濕程度不同（複雜山嶺區）	高加索及中央亞細亞的高山地區。
VI ¹ 在冬季不大寒冷情況下，濕度很大（潮濕的熱帶地區）	高加索的黑海沿岸地區。

附註 形變模量數值係為第II、III、IV及V各區域製備者。第一區域形變模量可根據研究補助資料選定，第VI區域及所有分區的形變模量可自第II—V基本區內，按各區氣候詳情以及公路分佈情況適當選定。

§9. 土壤的設計形變模量數值，視水文組及土壤分組情況，在圖上表示之。設計模量數值可能在水文組規定範圍內變動。模量較小數值適於第Ⅰ組氣候區的西方部分。第Ⅱ及Ⅲ組的形變數值，須視路線在地下水位或水面上作用高度而定，示於圖上；當形變數值為 70 公斤/平方公分或更小時，僅在結構總厚度不小於 50 公分方為可能（見 §13）。

按照公路總局技術規範所築成的新路基的設計形變模量之值，須視該區地勢（見 §6）及路基結構情況相當於第Ⅰ或Ⅱ水文組。

§10. 根據詳細的鋪砌層示意圖（層數、材料、厚度）及各層結構形變模量表，即可決定原有路面構造設計圖式（見圖 2）。

結構各層的形變模量（ E_1 、 E_2 等）須視結構層材料並根據列表決定之（見附錄 1）。因為原有公路鋪砌層結構極不均勻一致，常常改變下列的平均化設計圖式，但相當的形變模量，如與原有者相較，其差異應不大於 15%。結合路面設計圖式及路基形變模量（ E_0 ）以決定鋪砌層的設計部分，並示於圖中。得到這些數值後，足可決定原有路面的強度。路面強度用道路科學研究院製定的方法，根據各設計部分來決定，以全部結構層的相當模量來說明。如路基及結構層的模量係自下往上逐漸增加，則根據公式或諾模圖來計算；如不是自下往上逐漸增加，則根據公式來計算。

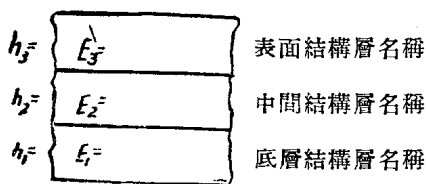


圖 2

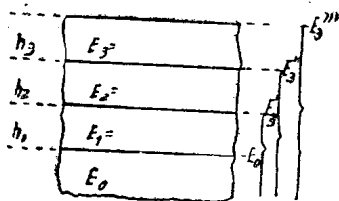


圖 3

- A. 根據諾模圖設計程序（註 1）
 - a. 確定設計圖式及路基形變模量（見圖 3）。

註 1：見書末舉例。

6. 確定輪胎接觸面相當圓的直徑（見附錄 2）。

B. 第 I 步計算，求出 $\frac{h_1}{D}$ ，以及 $\frac{E_0}{E_1}$ ，並根據上述諸模圖（見附錄 3）求 $\frac{E_0^I}{E_1}$ ，隨即求出 E_9^I ，亦即第一結構層表面的相當模量。

附註： $\frac{h_1}{D}$ 比值位於橫軸上， $\frac{E_0}{E_1}$ 在縱軸上，曲線上為對應之 $\frac{E_0^I}{E_1}$ 數值等。

r. 第 II 步計算已知 $\frac{h_2}{D}$ ，以及 $\frac{E_9^I}{E_2}$ ，再根據諸模圖求出 $\frac{E_9^{II}}{E_2}$ 比值，隨即求出 E_9^{II} ，亦即第二結構層表面的相當模量。

л. 第 III 步計算已知 $\frac{h_3}{D}$ ，以及 $\frac{E_9^{II}}{E_3}$ ，再根據諸模圖求出 $\frac{E_9^n}{E_3}$ 比值，隨即求出 E_9^n ，亦即鑑定該設計段落路面鋪砌層強度的相當形變模量。

B. 根據公式設計程序

a. 中間的相當形變模量 E_9^I ，可按下列式計算：

$$E_9^I = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{3.14} \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{2.5}{\sqrt{\frac{E_1}{E_0}}} \right)^{3.5}} \right] \operatorname{arctg} \left(\frac{2.5}{\sqrt{\frac{E_1}{E_0}}} \cdot \frac{h_1}{D} \right)}$$

附註：以上引用的符號與根據諸模圖設計者相同。

6. 第二中間的相當模量 E_9^{II} ，按同樣公式計算：

$$E_9^{II} = \frac{E_9^I}{1 - \frac{2}{3.14} \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{2.5}{\sqrt{\frac{E_2}{E_9^I}}} \right)^{3.5}} \right] \operatorname{arctg} \left(\frac{2.5}{\sqrt{\frac{E_2}{E_9^I}}} \cdot \frac{h_2}{D} \right)}$$

B. 全部鋪砌層的相當形變模量，按同樣公式計算：

$$E_9^n = \frac{E_9^{II}}{1 - \frac{2}{3.14} \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{2.5}{\sqrt{\frac{E_3}{E_9^{II}}}} \right)^{3.5}} \right] \operatorname{arctg} \left(\frac{2.5}{\sqrt{\frac{E_3}{E_9^{II}}}} \cdot \frac{h_3}{D} \right)}$$

上述根據諾模圖或公式設計程序的應用，同樣適於兩層及任何多層路面鋪砌層。當模量比值在諾模圖範圍以外時，可用公式來設計。亦可能部分按公式、部分按諾模圖的綜合設計。

§11. 該設計段落原有公路路面所確定的相當模量應逐步載於強度草圖上。強度草圖在水平方向為直線比例尺；垂直方向比例尺為每公分 25 ~ 50 公斤/平方公分（見附錄 5）。

§12. 為了確定鋪砌層的強度，按使用條件的要求，必須決定下列資料：

1. 設計的比載 p ，以每平方公分若干公斤計；
2. 與輪胎接觸橢圓形面積相等之圓的直徑 D ，以公分計；
3. 現有交通平均密度，將春季每晝夜的現有交通量折成設計的汽車交通量 N_1 （見 1 節）；
4. 按照所給資料設計預計行車密度 N_2 。

附註：折算密度的折換係數見附錄 2。

當原有交通量在破壞極限時，所要求的強度 $E_{\theta M}^I$ ，按下列公式決定：

$$E_{\theta M}^I = \frac{\pi \cdot p \cdot D \cdot (1 + 0.45 \lg N_1)}{2 \times 1.25}$$

根據此公式計算出所要求的強度 $E_{\theta M}^I$ ，用適當的比例尺繪製於強度圖上。

原有交通量所要求的絕對強度 $E_{\theta M}^{II}$ ，按下列公式來決定：

$$E_{\theta M}^{II} = \frac{\pi \cdot p \cdot D \cdot (1 + 0.45 \lg N_1)}{2 \times 0.85}$$

計算出來的相當模量 $E_{\theta M}^{II}$ ，即記載於強度圖上。

預計交通量所要求的破壞極限強度， $E_{\theta M}^{III}$ 按下式求出：

$$E_{\theta M}^{III} = \frac{\pi \cdot p \cdot D \cdot (1 + 0.45 \lg N_2)}{2 \times 1.25}$$

計算出來的相當模量 $E_{\theta M}^{III}$ ，即記載於強度圖上。

按預計交通量所要求的絕對強度 $E_{\theta M}^{IV}$ ，按下式求出：

$$E_{\text{SM}}^{\text{IV}} = \frac{\pi \cdot p \cdot D \cdot (1 + 0.45 \lg N_2)}{2 \times 0.85}$$

計算出來的相當模量 $E_{\text{SM}}^{\text{IV}}$ ，記載於強度圖上。如此即製成強度圖。

當缺少預計（設計）交通資料以決定原有鋪砌層強度時，在困難情況下，可以不求 $E_{\text{SM}}^{\text{III}}$ 及 $E_{\text{SM}}^{\text{IV}}$ 模量，並止於適合原有交通量的前兩個模量。

§13. 將相當模量繪在圖上，並與原有鋪砌層比較，即可指出在原有交通量上磨損鋪砌層範圍（a—б）、形變鋪砌層範圍（B—Г）及堅實鋪砌層（б—B）範圍，同樣，當可能求出模量 $E_{\text{SM}}^{\text{III}}$ 及 $E_{\text{SM}}^{\text{IV}}$ 時可指出預計（設計）交通量相同各範圍。

圖中（見附錄5）在 E_{SM}^{I} 線以下部分，應為春季可能破壞及過大形變部分（亦即「春季破壞」及「春季的形變」）。圖中 E_{SM}^{I} 及 $E_{\text{SM}}^{\text{II}}$ 兩線間的部分，則應為春季可能的形變部分（裂縫、鬆軟等）（註1）。

圖中 $E_{\text{SM}}^{\text{II}}$ 線以上部分，應為在原有交通情況下堅實部分。

所得結果應與多年測量以及養路道班關於路面（見§19及§30），尤其是翻漿地段的路面情況資料作比較。在必要情況下，應更精確的決定路基及各結構層的形變模量。

根據圖式結構與路面情況，尤其是對翻漿情況的資料相比較，使設計人員可以確定改建路面所必需的措施。

根據預計（設計）交通量可做類似的分析。

在任何情況下，不管計算出來的強度如何，凡是路基形變模量（ E_0 ）小於70公斤/平方公分的地段都把它分出，因為在這些地段內，即使路面有保證的強度，也可以預料到在秋冬季節會凝聚着過多的水分。該段所要求的路面相當模量，與其他段落相較，應增大15~25%。所增加的路面厚度應靠增加人工基礎的厚度，而不增加鋪砌層的厚度來完成之。

註[1]: 如觀測所示， E_{SM}^{I} 延長到15%， E_{SM}^{I} 及 $E_{\text{SM}}^{\text{II}}$ 之間的 E_{SM} 到9%， $E_{\text{SM}}^{\text{II}}$ 到3%。

§14. 決定原有路面強度是設計改建道路的原始材料，應有下列方案：

1. 公路路線改線、新築路基（公路邊沿的提高，築防水層）及全部路面；
2. 部分路基改建，及用水熱過程改正法以改建原有鋪砌層；
3. 改建原有鋪砌層，不改建路基。

第二章

進行調查時原始資料的蒐集

§15. 公路鋪砌層強度的確定，其精確程度，須視進行技術調查所得結果的原始資料的完整與質量而定，在此情況下，調查工作的精確性，當有其特殊意義。

§16. 原有公路的勘測材料應劃分為二組：第一組係有關原有路面強度資料（見 §17）；第二組為說明勘測時，鋪砌層特徵的資料（見 §18）。

在野外應按組分析所收集的資料，某部分資料如不適宜，應更精確加以勘定。

然後必須將路面強度圖與鋪砌層實際特徵狀況作比較。在進行野外資料的比較及分析時，應考慮到公路勘測進行的時間；由於春季公路的形變於勘測時在公路養護整修下，可能已被消除。

§17. 原有路面強度的決定與下列一系列的因素有密切關係：

1. 公路縱斷面；
2. 直接自公路及路幅內的表面水排除情況；
3. 公路路基橫斷面；
4. 該處地質結構及路基土壤性質以及地下水的有無與其出現情況；
5. 原有路面結構：
 - (1) 結構層的層數；
 - (2) 各結構層的厚度；
 - (3) 各結構層的材料；
 - (4) 鋪砌層材料附着的雜質及其程度；
 - (5) 鋪砌面建築年代及此後大修或重建年代；
 - (6) 春季破壞及形變（翻漿）的出現，以及最近數年的次數。

以上因素限定了原有路面的強度。

§18. 當實際勘測公路時，鋪砌層外表情況可以說明路面強度，按

下述特徵決定之：

1. 橫斷形狀的完好以及有無橫向移動及偏差；
2. 鋪砌層橫向及縱向的平坦性；
3. 鋪砌層表面形變的特徵：
 - (1) 鋪砌層陷坑面積百分數以及個別坑槽尺寸；
 - (2) 車轍——尺寸及數目；
 - (3) 鋪砌層表面的隆起；
 - (4) 有個別的凸出現象；
 - (5) 因鋪砌層個別部分的碎裂，而在表面有鬆散現象；
 - (6) 表面整塊的破裂——路面完全破壞（碎石與土及砂混合）；
 - (7) 出現某種形狀的裂隙其尺寸及深度等。

§19. 在此種情況下，如公路整個地段良好，沿路線僅有個別及範圍不大的形變或破壞地段，當調查時，應明確各該地段如此突出的原因。

當詳細勘測該段時，即可明確僅在這些不大地段，具有並引起形變或鋪砌層破壞的局部情況，在此種情況下，對這些地段結構好壞的決定，應有所不同。

當經過精密勘測後，確定在所考慮地段全線以內，其自然情況（地質的及土壤的），以及路基、路面結構情況完全相同時，則此地段全線改建鋪砌層的結構應採同樣決定。

在此種情況下，如劃分公路區段時，出現有個別鋪砌層情況良好地段時，則應以同樣方法處理，即：決定這些不大地段有良好情況的原因，由此應決定減輕處置的方法。如經詳細研究，尚不能決定其原因時，則全段公路仍應決定相同的改建公路鋪砌層的處置方法。

§20. 在重建公路路面全線，應沿全路幅內進行仔細測量。尤應注意於正確說明其形勢及植物與水流狀況，並應記載全部與道路相鄰的泥沼地、淹沒地等等。

§21. 沿公路中線進行測量，正樁及邊樁應打在公路右邊路沿上，同時除在樁上註明百公尺樁號或加樁號外，並應註明自中線至路沿上該