

蘇聯汽車運輸與公路部
全蘇道路養路總局批准

道路柔性路面構造 設計須知

左元華譯
王乃仁校

人民交通出版社

本須知列出了設計道路柔性路面用的計算參數，規定了柔性路面圖解法計算和道路建築材料及土壤形變模量的計算，并附有許多道路路面計算圖解，可供道路設計人員參考使用。

本須知於一九五三年九月十日經蘇聯汽車運輸與公路部全蘇道路養路總局批准。

書號：1070·京

道路柔性路面構造設計須知
ИНСТРУКЦИЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ
КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
НЕЖЕСТКОГО ТИПА
АВТОТРАНСИЗДАТ
МОСКВА-1954

本書根據蘇聯汽車運輸與公路部出版社1954年莫斯科俄文版本譯出

左元華譯 王乃仁校

人民交通出版社 出版
(北京北平馬司一號)

新華書店發行
華城閣印刷廠印刷

初編者：石道全 複審者：徐澄渭

1955年5月北京第一版 1955年5月北京第一次印刷

開本：31"×43" 1/4 印張：24張

全書34000字 印數：1~2600冊

定價(9)：0.57元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

前 言

第一章	一般規定及基本計算資料	2
-----	-------------	---

第二章	設計參數的決定	5
-----	---------	---

1.	鋪砌層的容許相對形變	5
----	------------	---

2.	設計交通密度	7
----	--------	---

3.	路基強度的鑑定	12
----	---------	----

4.	原有道路路面強度的鑑定	17
----	-------------	----

第三章	公路柔性路面圖解法計算	22
-----	-------------	----

第四章	各種道路建築材料及土壤之形變模量E 的計算數值	25
-----	----------------------------	----

第五章	計算道路路面的圖解	39
-----	-----------	----

前 言

本須知是1949年所出版的「公路路面構造須知」的第二次修正和補充版。

本須知中主要是列入爲設計所必需的計算參數。此外，又補充了關於路面構造的若干指示，並供給了簡化計算的圖表資料。

本須知由技術科學碩士 H.A. 普扎科夫按道路科學研究院之資料加以修正。參加修正者有技術科學碩士 A.Я. 圖拉也夫（表11及13）和地質-礦物科學碩士 Л.А. 普列費郎索娃（道路氣候區之劃分）。

供計算路面用的圖表 №7~42，係由基輔的聯盟道路設計分公司工程師 И.Н. 顧可夫編製。

由 H.Н. 伊萬諾夫教授通校。

第一章 一般規定及基本計算資料

§ 1. 在新建公路和改建原有公路的各設計階段中，建議採用道路柔性路面構造設計須知。

§ 2. 鋪砌層的類型和道路路面的構造圖，根據下列技術經濟計算決定，如：

- a) 道路技術等級；
- b) 交通量和交通性質；
- c) 當地氣候、水文和土壤條件；
- d) 當地築路材料的性質和現有量；
- e) 機械化施工的最大可能及實行流水作業法；
- e) 工程性質（改建或新建）。

§ 3. 道路路面的層數和厚度，根據構造需要的強度計算、原有基層天然土壤強度的鑑定以及路面所應用的材料強度和價格來決定，並估計到鋪砌層的使用期限和各別路面層的構成厚度（見表13）。

§ 4. 當決定道路路面構造時，採用由於垂直荷載反復作用對路面所引起的相對形變作為強度標準。臨界形變則相當於鋪砌層平整的或整體的破壞。當設計形變小於臨界形變時，根據表1之規定（見§ 15）決定容許形變。

容許形變 λ 以相對數值來表示（即垂直位移 l 公分與設計汽車輪跡面積的相當圓直徑 D 的比例， $\lambda = l/D$ ）。

§ 5. 在規定的交通下，道路路面所要求的強度可由下式確定：

$$E_{mp} = \frac{\pi \cdot p}{2\lambda} \cdot K = 7.85 \frac{K}{\lambda} \quad (I)$$

式中: E_{mp} ——道路路面所要求的相當形變模量;

p ——設計汽車車輪的單位壓力, 對於 H-8, $p=5$ 公斤/平方公分 (見表 4);

λ ——鋪砌層的容許相對形變 (按表 1);

$K=0.5+0.65lgN_p$ ——計算交通密度時考慮積累形變的荷載重複係數;

N_p ——所引用的每晝夜計算交通密度, 此密度係根據 § 18~19 所敘述的指示決定。

§ 6. 用加強基層或鋪砌層的方法, 或用各種措施加強路基上面作用部分的天然土壤的必要強度, 均可使道路路面達到必需的強度。這些方法的選擇, 決定於當地氣候、土壤和水文條件, 以及提高天然土壤強度同增加基層厚度的技術經濟比較。

§ 7. 可以用做基層的是: 礫石與碎石, 開採碎石 (錐形塊石), 冶金礦渣與爐渣, 碎石土及天然的土壤混合料, 用不同結合料處治的土壤混合料, 粗粒、中粒與細粒砂, 碎磚, 燒岩類及其他當地材料與滿足技術條件要求的工業廢品, 以及必須加強和改建的圓石鋪砌路和現有鋪砌層。

§ 8. 對於基層應採用在修建道路時期能在它上面行車的並且完全可以機械化敷設的材料。

§ 9. 道路路面設計結構的強度和經濟性可以藉下列辦法予以提高, 即防止路基上部土壤流入地下水和表面水, 或者用迅速使其乾燥的辦法。

a) 從路基上排除表面水及截斷流向路基的地下水;

b) 當表面水排除困難時, 將路緣提高到地下水位以上及地

面以上，

б)如不能修築成爲路堤時，可用隔潮、排洩或隔溫層防止路基浸濕；

г)當基層水流甚大和不宜將路基提高成爲路堤時，排洩路基上面部分的水份（過濾層及排水管）。

在南方地區，路基土壤強度可以藉壓實的方法來提高，即在最佳含水量情況下達到最大密實度。

所指辦法的效果，對於不同的條件是有區別的，按照第四章表12的資料用路基形變模量予以鑑定。

§ 10. 道路路面構造，係根據等式Ⅰ的要求強度與下式所表示的路面強度之間的相等來設計。

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

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

式中： $E_{\text{эKB}}$ ——相當形變模量；

E_1 ——道路路面材料的形變模量；

E_0 ——土壤的形變模量。

§ 11 爲了比較道路路面結構草圖，按等式Ⅱ或者按根據這個等式所製成的諾謨圖（圖1）決定道路路面及其各層的相對

厚度 $\frac{h}{D}$

計算程序詳細說明於本須知 § 34、35和第三章中。

§ 12. 當決定新設計的道路路面構造時，設計工作的組成中包括：

- 1) 決定道路路面的遠景交通要求強度；
- 2) 鑑定各別地段路基強度及路面所應用材料的強度；
- 3) 對每一設計段落確定若干同等強度的路面構造方案，並對這些方案按技術經濟指標予以比較。

§ 13. 當加強或改建原有路面時，設計工作的組成中包括：

- 1) 決定現有和遠景交通的要求強度；
- 2) 繪製設計段落原有路面的強度構造圖；
- 3) 用部分或全部改變路基構造的方法，並對同等強度的路面構造加以技術經濟比較，以決定對原有路面改建或加強的方案。

§ 14. 也可以將已知的原有路面構造的情況（按等式Ⅱ）與現有交通量所要求的強度作比較，以決定路基的形變模量（反求法）。決定 E_0 的程序敘述於§ 38中。

第二章 設計參數的決定

1. 鋪砌層的容許相對形變

§ 15. 根據容許形變，柔性鋪砌層可分為四類：

- a) 高級的——地瀝青混凝土的，以及修築於石質基層上的條石或嵌花式鋪砌路；
- 6) 簡易式高級的——黑色碎石和礫石的，以及無石質基層的塊料鋪砌路（混凝土的、煉磚的及其他）；
- b) 過渡式的——碎石和礫石鋪砌層，以及用小圓石和粗琢塊石做的圓石鋪砌路；

r) 用有機或無機結合料處治過的和未處治過的土壤混合料鋪砌層。

§ 16. 當設計柔性道路鋪砌層時，應根據表1採用容許相對形變。

表 1

鋪 砌 層 類 型	容許相對形變 $\lambda = \epsilon / D$
高級的.....	0.034
簡易式高級的.....	0.040
過渡式的.....	0.050
土壤混合料的.....	0.060

§ 17. 容許相對形變 λ 決定於所引用的路面相對厚度 h_n / D 。

當路面厚度小時（有時比例 $h_n / D < 0.5$ ），容許相對形變必須減少20%。

當路面厚度較大時（ $h_n / D > 2$ ），容許相對形變必須增加20%。

路面的引用厚度 h_n 是以各層的實際厚度乘以取自表2的引用係數而決定的。當計算路面厚度時，最初自表1採用 λ 數值，並決定 h_n 。如果 h_n 是小於 $0.5D$ 或者大於 $2D$ ，則變更 λ 數值，再重新計算 h_n 。

各種材料的引用係數

表 2

材 料 名 稱	引用係數 (爲決定厚度 h_n 用)
地瀝青混凝土·····	2.0
瀝青和柏油材料處治過的碎石或礫石·····	1.6
碎石·····	1.0
礫石、水泥土壤·····	0.9~0.85
碎石土壤，有機和無機結合料處治過的土壤·····	0.8
中粒砂·····	0.5
用小量結合料處治過的土壤·····	
細砂·····	0.35

2. 設 計 交 通 密 度

§ 18. 在設計中採用的設計交通密度 N_p 應考慮：

a) 行車部分寬度；

6) 對鋪砌層需要重修的使用期限內所規定的遠景交通量及交通性質。

行車部分的寬度影響到荷載的橫向分佈；在設計中應該考慮到，將引用的交通密度 N_1 乘以按表3所採用的分佈係數 r 。

表 3

行 車 部 分 寬 度	係 數 r 數 值	每車道交通量負荷
單車道3~5公尺·····	2.5	$2.5N_1$
單車道4~5公尺·····	2	$2 N_1$
雙車道5.5~6公尺·····	1.5	$1.5N_1$
雙車道6.5~7公尺·····	1	N_1
三車道9~12公尺·····	0.6	$0.6N_1$
四車道12~14公尺，無分車帶·····	0.5	$0.5N_1$
四車道附分車帶·····	0.8~0.9	$0.8\sim 0.9N_1$

§ 19. 按各種不同牌號和噸位的汽車數量所表示的遠景交通密度，應變為按規定汽車類型的設計密度（ N_1 ）。

全蘇性質的道路，採用汽車載重H-8、單位壓力 $p=5$ 公斤/平方公分及輪跡直徑 $D=27.5$ 公分為設計汽車的依據。

混合交通密度，利用圖解（圖2）變為以H-8汽車數字來表示的設計交通密度，此圖解是根據設計與按公式引用的汽車的均等作用所編製成的。其等式為：

$$\frac{p \cdot D \cdot K}{p_1 \cdot D_1 \cdot K_1} = \frac{p \cdot D \cdot (0.5 + 0.65 \lg N)}{p_1 \cdot D_1 \cdot (0.5 + 0.65 \lg N_1)} = 1$$

在圖2中沿縱座標軸設置關於汽車H-8的頻率係數：

$$K_1 = \frac{p \cdot D}{p_1 \cdot D_1} (0.5 + 0.65 \lg N),$$

式中： p_1 、 D_1 、 N_1 及 K_1 ——對於汽車H-8的計算數值；

p 、 D 、 N 及 K ——按圖2在設計中所引用的汽車有關數值。

已知 N ——引用的汽車數量，按其相應汽車的直線，將所給出的數值 K 移轉到H-8的粗綫上去，則得到引用的汽車數字。

當為不同類型的汽車編製圖解（圖2）時，所採用的參數數值 p 、 D 及比例 $\frac{p \cdot D}{p_1 \cdot D_1} = \eta$ ，列於表4。

設計引用的交通密度 N_p ，係將所引用的不同牌號和噸位的汽車（ N_1 ）變為設計汽車H-8結果的總和，再乘以系數而求得： $N_p = \eta \cdot N_1$

考慮到鋪砌層相對形變的路面要求相當形變模量，可以根據等式I或列於圖3的圖解來求得。

使用圖解3的示例列於第三章中。

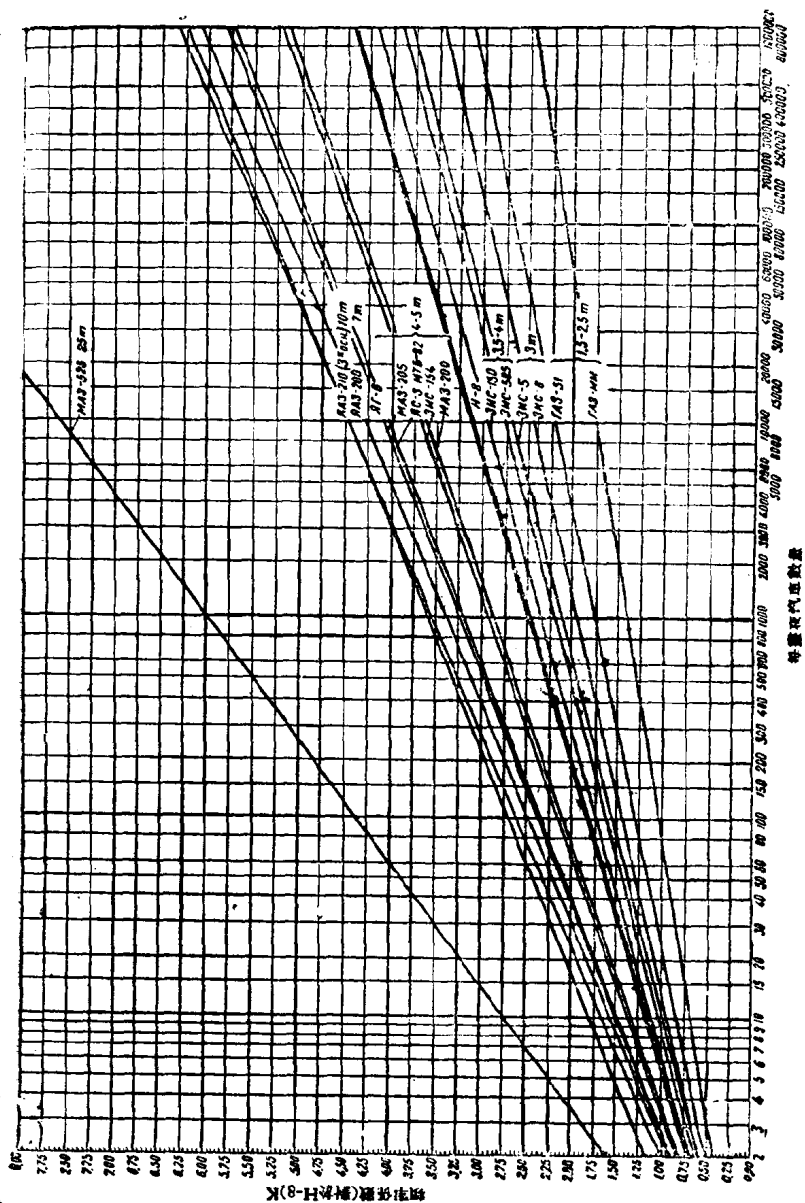


圖2 將各種汽車變為設計汽車 (H-8) 的諸模圖

各種汽車類型的計算數值關係 表 4

汽車類型	輪胎尺寸, 英 寸	輪上全部載 重, P 公斤	輪胎接觸面 面積, $S = \frac{D^2}{4} \cdot \frac{P}{P_1}$	路面上單位 壓力, $\frac{P}{S}$ 公斤/平方公分	輪胎直徑, D 公分 $= \sqrt{\frac{P \cdot 4}{P_1 \cdot \pi}}$	P · D	$\frac{P \cdot D}{137.5} = \eta$
ГАЗ-61	7.5 × 20	1875	480	3.9	25	97.5	0.70
ГАЗ-MM	6.5 × 20	1300	371	3.5	22	77	0.56
ГАЗ-98	7.5 × 20	1925	493	3.9	25	97.5	0.70
ЗИС-8	9 × 20	2000	445	4.5	24	108	0.78
ЗИС-5	9 × 20	2400	533	4.5	26	117	0.86
ЗИС-160	9 × 20	3000	683	4.4	29.5	130	0.95
ЗИС-585	9 × 20	2830	674	4.2	29	122	0.89
計算汽車 H-8	—	2965	593	5	27.5	137.5	1
ЯГ-6	40 × 8	3770	538	7	27	139	1.37
МАЗ-205	12 × 20	4195	700	6	30	180	1.31
ЯС-8	40 × 8	3610	515	7	25.6	179.2	1.30
ЗИС-154	12 × 20	3460	576	6	27.1	162.6	1.18
ЯАЗ-210 (三軸的)	12 × 20	4490	748	6	30.9	185.4	1.35
ЯАЗ-200	12 × 20	5050	841	6	32.8	196.8	1.43
МТБ-82	11 × 20	4350	756	5.75	31	178.2	1.30
МАЗ-525	17 × 32	15500	2818	5.5	59.9	329.4	2.39

註: 1. P—施於路面上的單位壓力, 按輪胎壓力標準採用並增加10%。

2. 參數 $\eta = \frac{P \cdot D}{P_1 D_1} = \frac{P \cdot D}{137.5}$ ——現有汽車的計算參數 P 及 D 與設計汽車 H-8 同類數值的比

例 $P_1 D_1 = 5 \times 27.5 = 137.5$ 。

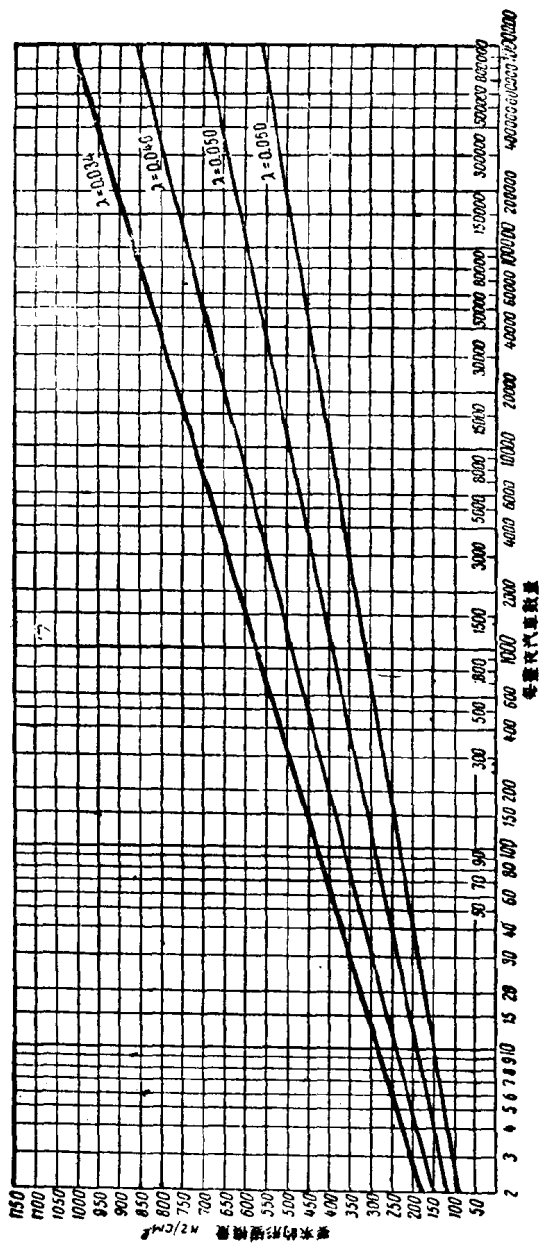


圖3 按H-8設計求路面要求強度的諸模圖

3. 路基強度的確定

§ 20. 路基強度是以形變模量來表示的，形變模量則依據當地的氣候、土壤及水文地質條件以及路基、基層及排水構造物的構造來決定。

§ 21. 按蘇聯境內的氣候條件分成下列有地理界限的地區，其界限示於表 5 及地圖（圖4）上。

表 5

地區編號	地區特性	地區的地理界限
I	永凍地區	列入本區的有苔原、森林苔原及森林區東北部。分佈在蒙切科斯克—勃諾依—涅西—奧什庫立亞—蘇哈雅土谷斯卡—康斯克—國家邊界，比羅比治當—傑—卡斯特里綫之北。
II	過份潮濕地區	從 I 區界限向南包括森林區至各綫：里沃夫—日托米爾—卡盧加—高爾基—依熱夫斯克—托波立斯克—托姆斯克—康斯克及 I 區更南至與中華人民共和國接界處。
III	中等潮濕地區	包括森林草原區自 II 區向南至各綫：基施涅夫—基羅沃城—哈立克夫—庫依貝舍夫—契卡洛夫—鄂木斯克—比伊斯克。
IV	不足潮濕地區	由 III 區向南至 V 區，包括草原區在內。

續表 5

V	乾旱地區	由各綫向南和向東：德茹利法—斯切 帕納凱爾特—基羅瓦巴德—布伊納克斯卡 —基茲路爾—薩立斯克—斯大林格勒—烏 拉立斯克—阿克秋丙斯克—土爾加伊—卡 拉干達—塞米帕拉廷斯克—包括沙漠草原 及帶有普遍的鹽性土壤的沙漠地區在內。
—	按垂直分區的地帶	山嶺地區的喀爾巴阡、克里木、高加 索、中亞西亞、阿爾泰、薩楊恩、遠東。

- 註：
1. 按當地氣候條件垂直分區決定的山嶺地區應屬於表列氣候區之一種。
 2. 關於黑海沿岸的克里木、高加索的路面計算與 IV 區的相同。

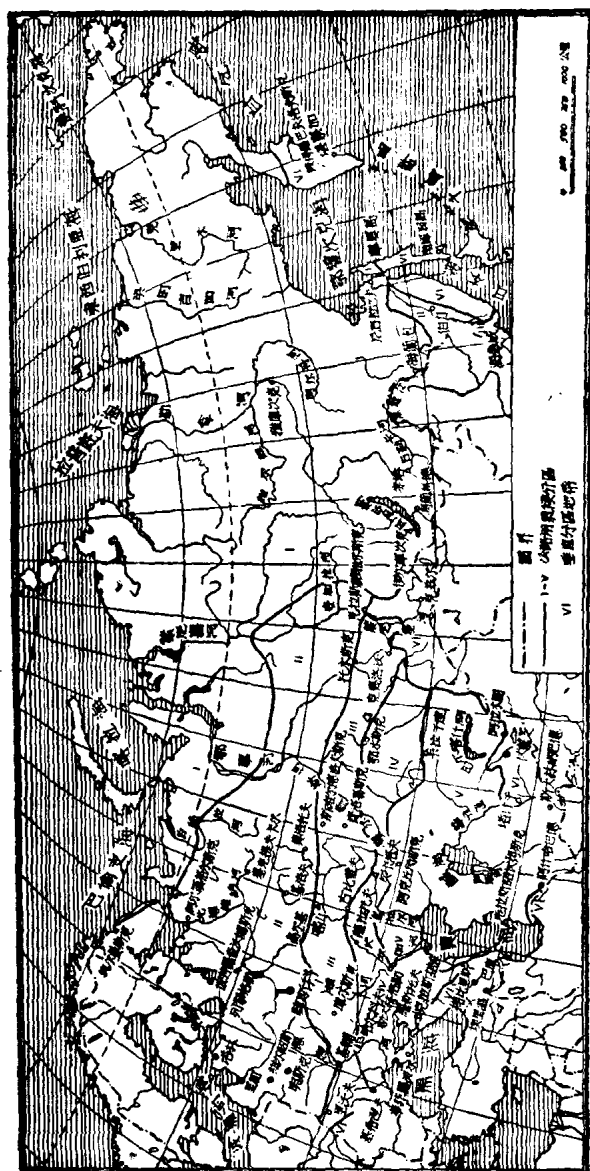


图4 中国行政区划图