

551

5/5184

公路梁式橋的立體計算

蘇聯 B. Г. 頓欽柯 著

趙國藩 葉平子 譯

人民交通出版社

內 容 提 要

本書是闡明一個現代公路橋梁設計的現實問題——考慮結構的立體工作。以先進的科學技術成就為基礎，把橋梁作為一個整體來進行設計與建造。書中詳細說明梁式橋的立體計算方法並編有便於實用的計算表。

本書所提出的計算方法，經過模型實驗，結果與理論研究相符合，可供公路、鐵路及其他橋梁工程設計人員學習蘇聯先進經驗的參攷。

公路梁式橋的立體計算

В. Г. Донченко

Кандидат технических наук

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ РАСЧЕТ

БАЛОЧНЫХ АВТОДОРОЖНЫХ

МОСТОВ

Автотрансиздат

Министерства автомобильного транспорта

и шоссейных дорог СССР

Москва 1953

本書係根據蘇聯公路與汽車運輸部汽車運輸出版社1953年莫斯科版本譯出

譯 者： 趙 國 藩 葉 平 子

出版者： 人 民 交 通 出 版 社

發行者： 新 華 書 店 上 海 發 行 所

印刷者： 中 國 科 學 公 司

編輯： 符 浩 開本 787×1092 1/25 印張：7

全書 334×870=29058 字 定價 35,000 元

1954 年 12 月 第一版第一次印刷 1—1020 冊(滬印)

北京市書刊出版業營業許可證出字第陸號

序 言

根據蘇聯共產黨第十九次代表大會關於蘇聯發展第五個（1951～1955年）五年計劃的歷史性的決定，我們祖國進行着大規模的和平建設，這種建設要求建造新的及改建現有的公路和公路構造物。

公路橋梁應以先進的科學技術成就為基礎來進行設計與建造；因此必須使公路橋梁結構計算的理論更趨完善。

本書即闡明一個現代公路橋梁設計的現實問題——攷慮結構的立體工作；書中敘述了全蘇道路科學研究所構造物科科長技術科學碩士B.Г. 頓欽柯所研究的公路梁式橋的立體計算方法，並編有使該法便於實用的計算表。

對於這本書的批評與意見，請寄交：Москва, Софийская наб., Дом. № 34。

國立全蘇道路科學研究所所長

斯大林獎金獲得者

技術科學博士 Н.Н. 依萬諾夫教授

著者序言

直到現在，公路橋梁結構按空間體系的計算問題還沒有滿意的解答。

著者所提出的這本著作根據正交各向異性板的理論解決了這樣一個難題。

所得的結果可確定梁式橋上部構造的縱向構件與橫向構件在任何載荷下及各種不同的主要尺寸及剛度比值下的變形與內力。

理論的研究很好的符合於模型試驗所得的資料及公路橋試驗所得的結果。

爲了使著者所建立的方法便於實用，在本書中列有影響面的計算表。

上部構造構件中撓度、彎矩及剪力影響面的計算表是在著者領導下由全蘇道路科學研究所初級科學研究員 E. B. 杜馬斯工程師及 T. Γ. 密爾尼科夫技師和 B. B. 卡波洛夫技師進行演算的。

著者極其感謝技術科學博士 E. E. 紀卜西曼教授在這個方法的研究過程中以及在編輯本書時所提的寶貴意見。

公路梁式橋的立體計算 讀者意見

讀者讀過本書之後，希望能向本社或作者提供一些意見，如發現有錯漏之處，更望在校正表上一一示知，以便本書再版時予以修訂。

--	--

校 正 表

頁	行	字	刊 誤 的 字 句	應 如 何 改 正 ？
其他 錯誤				

讀者姓名		工作單位		擔任職務	
詳細 通信地址					

本表如不敷填寫，可另紙書寫，連同本表，按背面印就之信封線條折疊後投入郵箱，不必貼郵票。

上海(18)新樂路 82 號

人民交通出版社上海分社

資	郵
付	總

郵電部上海郵局
許可證第十八號

寄 年 月 日

請照此線折疊黏貼

目 錄

序言
著者序言

第一章 計算理論

緒論.....	(3)
§ 1. 著者提出的計算方法.....	(14)
§ 2. 利用與富利級數組合的差分理論來求上部構造縱梁及橫梁的 彎矩和切力.....	(34)
§ 3. 用模型對著者提出的方法作實驗的檢查.....	(36)
§ 4. 根據影響面的計算表計算上部構造的示例.....	(43)

第二章 縱梁及橫梁中撓度、彎矩

及切力影響面的計算表

§ 1. 概論。代表符號.....	(55)
§ 2. 按表計算的順序.....	(58)
表 I. 橋梁縱向構件及橫向構件撓度影響面的豎距.....	(59)
表 II. 橋梁縱向構件彎矩影響面的豎距.....	(197)
a) 在橋梁跨徑的中央	(199)
b) 在橋梁跨徑的四分之一處	(214)
表 III. 橋梁橫向構件彎矩影響面的豎距	(241)
a) 在橋梁跨徑的中央:	
1. 在橫向構件的中央	(243)
2. 在橫向構件的四分之一處	(246)

6) 在橋梁跨徑的四分之一處:

1. 在橫向構件的中央 (249)
2. 在橫向構件的四分之一處 (255)

表 IV. 橋梁縱向構件剪力影響面的豎距 (261)

- a) 在橋梁跨徑的中央 (263)
- 6) 在橋梁跨徑的四分之一處 (290)

表 V. 橋梁橫向構件剪力影響面的豎距 (317)

a) 在橋梁跨徑的中央:

1. 在橫向構件的中央 (319)
2. 在橫向構件的四分之一處 (322)

6) 在橋梁跨徑的四分之一處:

1. 在橫向構件的中央 (325)
2. 在橫向構件的四分之一處 (331)

主要譯名對照表 (337)

第 一 章

計 算 理 論

緒 論

公路橋上部構造的設計，由於不了解結構的立體工作，因而總是發生困難。

過去，橋梁主要是由木材或金屬造成，結構是由各個構件拼裝而成，因此注意到構件彼此間的聯繫不夠剛勁，在某些程度上自然地就把上部構造的每一構件單獨來分析（圖1）。

因此，計算時，設想橋梁承重結構的橫向構件（橫木、橫梁及聯繫構件等）在縱向構件（大梁、桁架）上面斷開並設想位於縱向構件之間的集中動荷重按槓桿定理將壓力傳達於縱向構件是“偏於強度安全方面”的（圖2）。

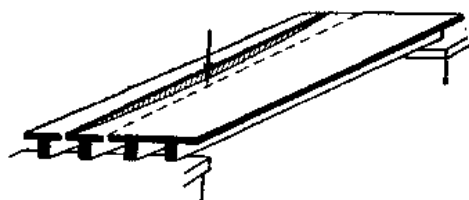


圖1 上部構造結構構件最簡單計算時的簡圖

公路建設的迅速發展、公路荷重的增長以及一級公路幹線網的建立，都要求建造更寬的承載量很大的橋梁。

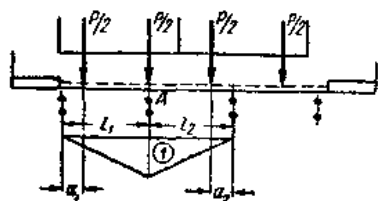


圖2 按槓桿定理確定對主桁架的壓力。大梁上的壓力

$$A = \frac{P}{2} \left(1 + \frac{a_1}{l_1} + \frac{a_2}{l_2} \right)$$

大規模的建設要求節省資金與材料的用量，並為了達到此目的而改進所採用的各項結構。

由於上述原故，研究公路橋梁上部構造的立體工作，及擬定最接近實際工作條件的計算方法，就一年比一年更加需要了。

大約由本世紀的三十年代初期，很多學者就開始致力於公路橋梁結構按空間體系計算問題的工作。在公路橋梁結構立體計算理論的建

立與發展方面，蘇聯學者及工程師們是起着主導的先進的作用的。

在考慮結構的立體工作方面，公路木橋的計算理論是向前走了第一步，在計算行車部份時，開始考慮了荷重由橫木的彈性分佈；為此，利用著名的彈性支承簡支梁的計算公式，這些公式在Л. Д. 普洛斯庫迪科夫教授的建築力學教程中⁽¹⁾予以討論及導演。在這個方法中，係假定縱向橋面板的構件置放於彈性橫木上，集中載荷佈置於此縱向橋面板構件上。縱向橋面板的其他構件，雖然它們是用釘子釘在一起，而在橫木變形時亦參與橋面系的工作，但是在計算時却不加考慮；此外還認為縱向構件在橫木的支承處只可發生正值支承反力（方向朝下）。

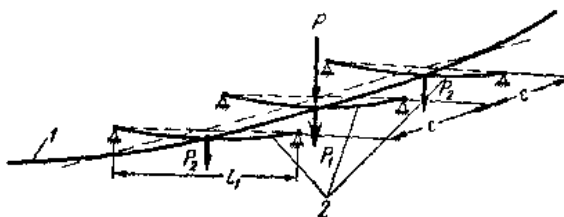


圖3 壓力由橋面板彈性分佈的計算

1—橋面板的縱向構件

2—橫木

Л. Д. 普洛斯庫迪科夫教授採用這種簡圖（圖3），並將縱向構件作為是一端嵌固的、承受橫木反力作用的梁（由於此構件的彈性曲線對稱於載荷），而決定出橫木的各反力之值，將此值以所謂的“彈性分佈係數” K 表之。

$$K = \frac{8C^3 I_n}{l_1^3 I_H},$$

式中： C —橫木之間的距離，

l_1 —橫木跨徑，

I_n —橫木慣性矩，

(1) 參閱 Л. Д. 普洛斯庫迪科夫“建築力學”1902年版及以後各版。

I_H ——橋面板的慣性矩。

係數 K 是與相互交叉構件的剛度比值有關。根據這個係數數值的大小，Л. Д. 普洛斯庫達科夫教授討論了三種情形，即變形後的縱向構件支承在三根、五根、七根橫木上。

這就是說，當 $K \geq \frac{1}{3}$ 時，集中載荷 P 分佈在三根橫木上，各根橫木上的壓力等於：

$$P_1 = \frac{1 + 2K}{3 + 2K} P, \quad P_2 = \frac{1}{3 + 2K} P;$$

當 $\frac{1}{3} > K \geq 0.055$ 時，壓力分佈於五根橫木上；各根橫木上的壓力等於：

$$P_1 = \frac{1 + 18K + 7K^2}{5 + 34K + 7K^2} P, \quad P_3 = \frac{1 + 11K}{5 + 34K + 7K^2} P,$$

$$P_5 = \frac{1 - 3K}{5 + 34K + 7K^2} P。$$

最后，當 $K < 0.055$ 時，載荷分佈在七根橫木上。這個考慮集中載荷由相互交叉構件彈性分佈的方法亦用於計算梁式木橋的大梁，因而得以在一定的程度上考慮大梁與橫木的聯合作（圖 4）。雖然這

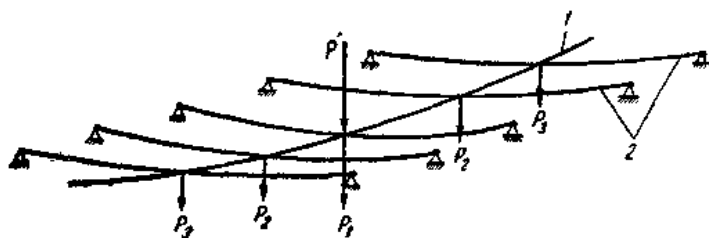


圖 4 壓力由橫木的彈性分佈
1—橫木 2—大梁

個方法是有條件性的，它的假設並未與橋梁結構在動荷重下的真正工作情況很好的符合，但是由於這個方法本身的簡單，因而直到現在還

用於公路木橋的結構的計算中。

後來，由於出現了在路上行駛的重型履帶拖拉機的載荷，必須在計算時核算公路木橋的結構，因而就有必要來研究適合的計算方法。在這方面所進行研究的結果，出現了極其有名的烏克蘭道路設計事務所製定的圖表，這些圖表是用來計算帶形荷重下的有可撤開的大梁的梁式木橋⁽¹⁾。

1930 年，H. C. 斯特列律茨基教授建議在計算寬公路橋的橫向聯繫構件時，採用 B. B. 格利哥耶夫教授所擬定的計算鋼軌的方法⁽²⁾。

這個方法要比上述方法優越，可以將靠邊承重構件上的壓力亦確定出來。

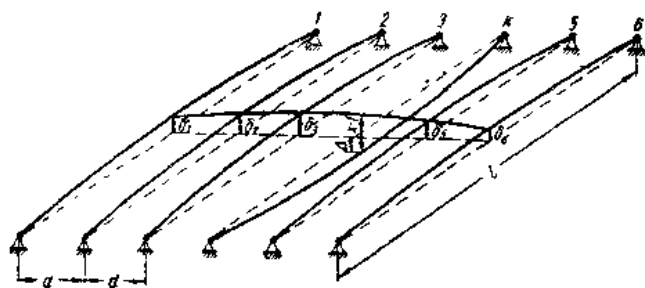


圖 5 B. B. 格利哥耶夫的彈性分佈計算簡圖

該法的基本原理是把橫木作為是置放於彈性支承（桁架，大梁）上的連續梁；彈性支承的柔度是根據桁架（或大梁）在跨徑中央的撓度值來確定的。任意第 K 根縱向承重構件上的壓力影響綫是按基本體系的撓度曲綫來確定的，此基本體系為 $X = 1$ 的內力作用下的縱向構件（第 K 根構件除外）及橫向構件所組成的梁式格排，該內力

(1) 參閱“二級及三級道路單跨梁式木橋的標準設計”公路總局 1940 年莫斯科版，以及 1937 年“道路及汽車”雜誌第四期中所刊登的工程師 П. Г. 米哈埃利斯的論文“考慮橋面板的分佈作用來計算帶形履帶荷重作用下的縱梁”。

(2) 參閱 H. C. 斯特列律茨基教授。“橋梁教程”第二冊，國家技術書籍出版社，1930 年莫斯科版第 209 頁。

$X = 1$ 係作用在橫向構件支承於第 K 根構件之處 (圖 5) ⁽¹⁾。

在此單一的 $X = 1$ 的內力作用下，梁式格排發生撓曲，橫向構件在其與格排縱向構件交叉處產生豎向變位 $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots$ ，第 K 根構件則產生一變位 $\Delta = \frac{l^3}{48EI}$ ，此處 EI 為縱向構件的剛度。由於作用於體系上的內力 $X = 1$ 的作用而產生的各根縱向構件上的壓力等於 $X_i = \frac{\delta_i}{\Delta}$ 。

第 K 根縱向構件上壓力影響線的豎距等於：

$$\eta_i = \frac{\delta_i}{\delta_k + \Delta}$$

變位 δ_i 可以橫向構件在第一根縱向構件上面的變位 δ_1 及該構件上面橫向構件的傾斜角 φ_1 的關係式表之：

$$\delta_2 = \delta_1 (1 - \alpha) + \varphi_1 d,$$

$$\delta_3 = \delta_1 (1 - 9\alpha + \alpha^2) + \varphi_1 d (2 - \alpha),$$

$$\delta_4 = \delta_1 (1 - 36\alpha + 17\alpha^2\alpha^3) + \varphi_1 d (3 - 10\alpha + \alpha^2) \text{ 等}$$

式中：

$$\alpha = \frac{d^3}{6EI_1\Delta}$$

而 I_1 ——橫向構件的慣性矩。

δ_1 及 φ_1 之值由下述平衡條件求得：

$$1. \sum X_i = 1 \text{ 或 } \sum \delta_i = \Delta$$

$$2. \sum X_i r_i = 0 \text{ 或 } \sum \delta_i \cdot r_i = 0$$

式中： r_i ——由第 i 根縱向構件至第所討論的第 K 根構件的距離。

根據求得的 δ_1 及 φ_1 之值，即可求出豎向變位 δ_i ，而後即可求得我們所研討的梁式格排某縱向承重構件上之荷重橫向分佈影響線的豎距 η_i 。

B.B. 格利哥耶夫教授的方法曾用於計算公路橋（木橋、還有金屬

(1) 參閱 E. E. 紀卜西曼教授。“公路木橋”俄羅斯公用事業部出版社 1948 年版第 124 頁。

橋及鋼筋混凝土橋)上部構造的結構;雖然如此,由於必須進行很多的計算工作,這個方法的應用還是受到了限制。

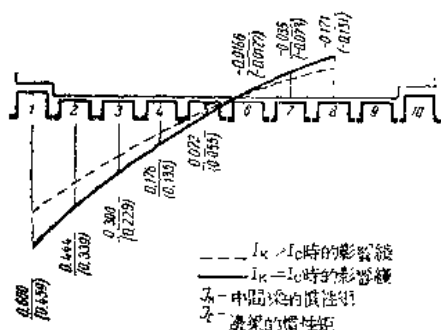


圖6 預應力鋼筋混凝土橋邊梁上的壓力影響綫

圖6是按B. B. 格利哥耶夫教授方法來分析,不久以前在蘇聯一條公路幹綫上所建的最早預應力鋼筋混凝土結構公路橋之一時,靠邊縱梁壓力的影響綫。

還必需指出:荷重彈性分佈的方法尚有大家知道的叫做“偏心受壓法”的方法⁽¹⁾。這個計算方法在1932年就已提出來,主要是用來計算木橋的結構。近年來

“偏心受壓”法亦開始用於上承式鋼筋混凝土橋及金屬橋的結構的計算中;可是,正如以下所述,在很多情形下,按這個方法計算的結果並不符合結構在荷重作用下真正的工作。

“偏心受壓”法是基於下述的假設,即上部構造的橫向構件是絕對剛性的,因而可將集中荷重按直線規律分佈於各縱向構件上(圖7)。當載荷 $P=1$ 位於距上部構造縱軸 y_0 處以及當縱向構件的數目為 n 時,作用在距橋中心 $\frac{l_1}{2}$ 處的縱向構件上之壓力 η 等於:

$$\eta = \frac{1}{n} \pm \frac{y_0}{w} = \frac{1}{n} \pm \frac{y_0 b_1}{2I} = \frac{1}{n} \pm \frac{b_1 y_0}{b_1^2 + b_2^2} + \dots$$

式中: $\frac{b_1}{2}, \frac{b_2}{2} + \dots$ 為各縱向構件距橋梁上部構造中心的距離;

W 及 I 為相應於縱向構件在上部構造橫截面內的位置之各點對橋梁中心的抵抗力矩和慣性矩。

沿着橋梁的橫向來改變此單位載荷的位置,並算出相應的豎距 η ,

(1) 參閱C. A. 依爾雅賽維奇教授。“橋梁及渡口”第一冊軍事工程學院1950年莫斯科版。