

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

開啟橋

Н. И. ПОЛИВАНОВ 著

周念先等譯



龍門聯合書局

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



開 啓 橋

Н. И. 保利瓦諾夫原著
周念先 胡匡璋 錢鍾毅 合譯

龍 門 聯 合 書 局



本書係根據蘇聯內務部公路總局道路技術書籍出版社 (Издательство дорожно-технической литературы г. Москва МВД СССР) 出版的保利瓦諾夫副教授 (Н. И. Поливанов) 著“開啓橋” (Разводные мосты) 1951 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定爲公路學院公路學系橋梁隧道專業教科書。

本書內容包括關於開啓橋之基本敘述，它們應用的情況，它們的體系和構造，並介紹了關於開啓橋機件的簡要知識和計算的方法。

本書由同濟大學周念先、胡匡璋、錢鍾毅合譯

開 啓 橋

РАЗВОДНЫЕ МОСТЫ

Н. И. ПОЛИВАНОВ 著

周念先 胡匡璋 錢鍾毅合譯

★ 版權所有 ★

龍門聯合書局出版

上海南京東路 61 號 101 室

新華書店華東總分店總經售

上海南京西路 1 號

集成印製廠印刷

上海河南北路 365 弄 17 號

1954 年 2 月初版 印數 0001—3000 冊

定價 ¥15,000

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

中央人民政府高等教育部推薦 高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯系實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

原 序

蘇聯在共產黨、蘇維埃政府和偉大的共產主義建築家斯大林同志的領導下，提前完成了第一個戰後復興和發展國民經濟的五年計劃之後，便把所有的力量放到新的建設上。

天才斯大林的改變大自然計劃的實現，蘇聯人民稱為共產主義建設之伏爾加河上的、德涅泊河上的水電站的建設，土庫曼大運河的、南烏克蘭運河的、北克里木運河的以及伏爾加-頓河運河的建設等工程使得國內廣大新區域走向經濟繁榮，並把我們祖國的經濟和文化提高到空前的高度。

因此，在道路工程師面前就發生了大規模的、修建有許多人工建築（譯註：橋涵）的新舊交通幹道的任務。

在這巨大的建設過程中，開啓橋對於蘇聯的國民經濟將具有更大的意義。

在目前的情況下，在修復與重建橋梁的工程中，有時宜採用開啓橋孔，因開啓橋孔能以最好的方式來協調橋塊和通航淨空的要求。

開啓橋孔對於都市橋梁最為重要，因為採用了開啓橋孔可能不必提高影響到都市建築的毗連街道的標高。黨和政府對於都市計劃與建設的問題所給予的重視，促使吾人特別注意開啓橋運用的範圍。

在跨越大河的橋上，遇有鐵路與公路幹線在它上面跨過時，採用開啓橋孔也有重大的意義，因為能使標高降低，並藉此減少橋和橋塊的造價。

現在特別注意中等通航淨空（河中淨空）的橋。在這類開啓橋的設計與建造中，蘇聯工程師們已提出新穎的方法。

這本簡明的開啓橋教程中的敘述是按照公路學院橋梁工程專業的《橋梁設計》課程的教學大綱來編製的。

在此教程中敘述開啓橋的各種基本形式的一般性質，以及使用它們的條件。並且特別注意在與蘇聯各公路上和各城市中的現代開啓橋的工程有關的構造上的新問題和新型式。在這書中，構造零件、機件以及計算的問題等，祇說明到本書規定範圍所許可的程度。內容一般是根據蘇聯國內橋梁工程的資料來編成的。有些關於蘇聯橋梁工程實例的資料

是取自格·克·葉夫格拉伏夫 (Г. К. Евграфов) 教授的開啓橋著作中。

這是我編寫開啓橋簡明教程的初次嘗試,此書是供給公路專門學校橋梁專業學生在學習橋梁課程中作教本用的,也作為相近的專業(公路專門學校的路工專業、工業運輸和城市建築的學院以及工程管理學校)的教學參考書。

作者深深地向設計部門的總工程師們格·得·卜卜夫 (Г. Д. Попов)、斯·依·吉也夫 (С. И. Деев)、亞·勿·介勃利柴基 (А. В. Теплицкий) 和亞·得·沙拜爾歇登 (А. Д. Саперштейн) 表示謝意。在寫稿時他們給了很大的幫助。

對此書提出的一切意見,作者將考慮在再版時修正,并表謝忱。

納·伊·保利瓦諾夫副教授

(Доцент Н. И. Поливанов)

目 錄

原 序

第一章 開啓橋的總論

§ 1. 開啓橋的基本類型·····	1
§ 2. 開啓橋發展史略·····	4

第二章 採用開啓橋的條件

§ 3. 水陸交通路線各種相交方式·····	16
橋下淨空·····	16
跨越河上通航淨空時·····	17
跨越海上通航淨空時·····	18
§ 4. 在橋的立面佈置上需用開啓橋孔的主要場合·····	19

第三章 平轉橋

§ 5. 平轉橋構造的主要形式·····	20
中心絞盤式橋·····	20
中心支座式橋·····	21
有中心支座和絞盤的橋梁·····	23
有油壓中心支座的橋·····	23
§ 6. 平轉橋所有體系一般的構造細節·····	24
上下移動的支承·····	24
緩衝器·····	30
對中的與緩衝的扣鎖·····	31
§ 7. 開動機械的圖式·····	33
§ 8. 中央絞盤式橋的構造·····	36

§ 9.	中心支座式橋的構造	40
	中心支座式橋的機械設備和支承等裝置的例子	43
§ 10.	平轉阻力和原動機能率的決定	46
	慣性阻力	46
	摩阻力	47
	風作用阻力	8
	原動機能率之決定	48
	緩衝器所受衝擊力的計算	49

第四章 立轉橋

§ 11.	主轉橋的主要體系	52
	固結平衡重的橋梁	52
	鉸接平衡重的橋梁	54
	槓桿橋	57
	滾動立轉橋	59
§ 12.	立轉橋所有體系共同的構造細節	60
	旋轉軸的構造	60
	楔托橋孔結構的支承	62
	中心及末端的扣鎖	63
§ 13.	固結平衡重的立轉橋的構造	65
	活動的和因定的車道部份的接頭位置	66
	旋轉軸的支承及豎井頂蓋建築	66
	固結平衡重的立轉橋的支承和機械設備裝置示例	69
§ 14.	鉸接平衡重的立轉橋的構造	76
	鉸懸平衡重的上承式橋梁的開動機械佈置示例	76
	鉸支平衡重的下承式單翼立轉橋的構造示例	78
§ 15.	槓桿體系的立轉橋構造	80
§ 16.	滾動立轉橋的構造	84
	下承式滾動立轉橋的構造示例	87
§ 17.	立轉橋的運動阻力及發動機能率的決定	90

固結平衡重的立轉橋的運動阻力·····	91
鉸接平衡重的立轉橋的運動阻力·····	93
槓桿橋的運動阻力·····	93
滾動立轉橋的運動阻力·····	95
§ 18. 滾動立轉橋的運動軌跡的決定·····	96

第五章 直升橋

§ 19. 直升橋概述和它們的主要式樣·····	97
§ 20. 直升橋構造的主要特點·····	99
§ 21. 直升橋在運動時的懸吊和支抵·····	101
懸吊圖式·····	101
導準和對中設備·····	102
平衡重·····	103
扣結纜端的方法·····	103
滑輪·····	106
纜的重量的平衡方法·····	106
§ 22. 橋孔結構的開動機件和兩端移動的調節·····	110
§ 23. 直升橋構造舉例·····	113
§ 24. 直升橋計算的特點·····	119
決定主纜和拉纜中的作用力和纜的計算·····	119
決定滑輪直徑和滑輪的計算·····	122
計算起升塔需要的高度·····	123
決定機件的能率·····	123

第六章 橋渡

§ 25. 橋渡構造·····	125
§ 26. 橋渡過運量·····	127

第七章 開啓橋設計的特點

§ 27. 計算荷載·····	130
-----------------	-----

荷載種類	130
開啓橋特種計算荷重的數資	131
§ 28. 橋孔結構重量的減輕	131
荷重結構的減輕	132
橋道面構造	132
§ 29. 接電設備	135
§ 30. 開啓橋動力設備和機件概述	137
動力設備	137
手動機	138
機件工作的調節	139
軌	140
§ 31. 訊號、扣鎖、橋梁開啓運用的保安和管制	141
§ 32. 開啓橋使用安排和它的過運量	143
開啓橋使用安排法	143
開啓橋工作中的動作循環	143
過運量	144

第八章 開啓橋體系的比較

§ 33. 開啓橋的技術-經濟型性	146
開啓橋翼長(或翼總長)對淨空比數 $\frac{\lambda}{l}$ 的比較	146
開啓橋各種體系重量的比較	146
開啓橋墩台尺寸比較	147
開啓橋各種體系機件能率的比較	148
開啓橋的使用費用	148
附錄 1. 支座和機件的摩擦係數	149
附錄 2. 機件效率	149
附錄 3. 開啓橋材料用量和機件能力估計資料	149

52951

第一章

開啓橋的總論

§ 1. 開啓橋的基本類型

在水陸交通路線交叉之處，遇當地條件不允許建造橋下淨空具有足夠高度的固定橋時，應建築能為航運通過而張開的（開啓的）有開啓孔的橋。

開啓橋的式樣 開啓橋的活動部份為：1) 橋孔結構連同承托它們的支承（圖 1, *a*），2) 祇有橋孔結構（圖 1, *b—m*）或 3) 祇有它的橋面系（圖 1, *n, o*）。

在第一類中，設置一段可移動的浮橋。在第二和第三類中採用固定橋的活動孔。凡在固定墩台上有活動的橋孔結構的橋，在橋梁工程中通常稱為開啓橋（譯註：俗稱活動橋）。

開啓橋的活動橋孔結構的移動方法是決定開啓橋構造總性質的主要因素。因此和移動的方法緊密相關的開啓橋橋孔構造最重要的問題是：——在運動的時候如何使橋梁平衡以消除結構物質量的負功的問題。由於開啓橋孔的重量常有數百噸，甚至有時在千噸以上，完全地或局部地消除它的質量的負功對轉動機械的大小和動力機的能率，同時對建造和運用的費用將有決定性的影響。

按照活動的橋孔結構的運動方式，開啓橋基本上分成四種不同的類型。

- 1) 平轉式；
- 2) 立轉式；
- 3) 直升式；
- 4) 滑移式。

1. 平轉式 橋孔結構繞鉛垂軸轉動的橋稱做平轉橋（圖 1, *b—d*）。平轉橋可能是：

- a*) 單臂的：通航轉動時僅開一孔（圖 1, *b, v*）；
- b*) 雙臂的：開啓雙孔通航橋孔（圖 1, *c, d*）。

在這裏通航的橋孔上可能用一節或兩節橋孔結構架過，形成單翼或雙翼的平轉橋。

在對稱的雙臂橋梁中(圖 1, δ, θ), 結構物在轉動時是在平衡的狀態中。 在不對稱的橋孔結構中, 靠岸的臂比河中的短得多。 爲了質量的平衡, 必須採用專門的平衡重(圖 1, δ, ν)。

在平轉的橋上, 因爲橋孔結構的重心在水平面中移動, 所以結構物的重量不直接參與質量的負功。

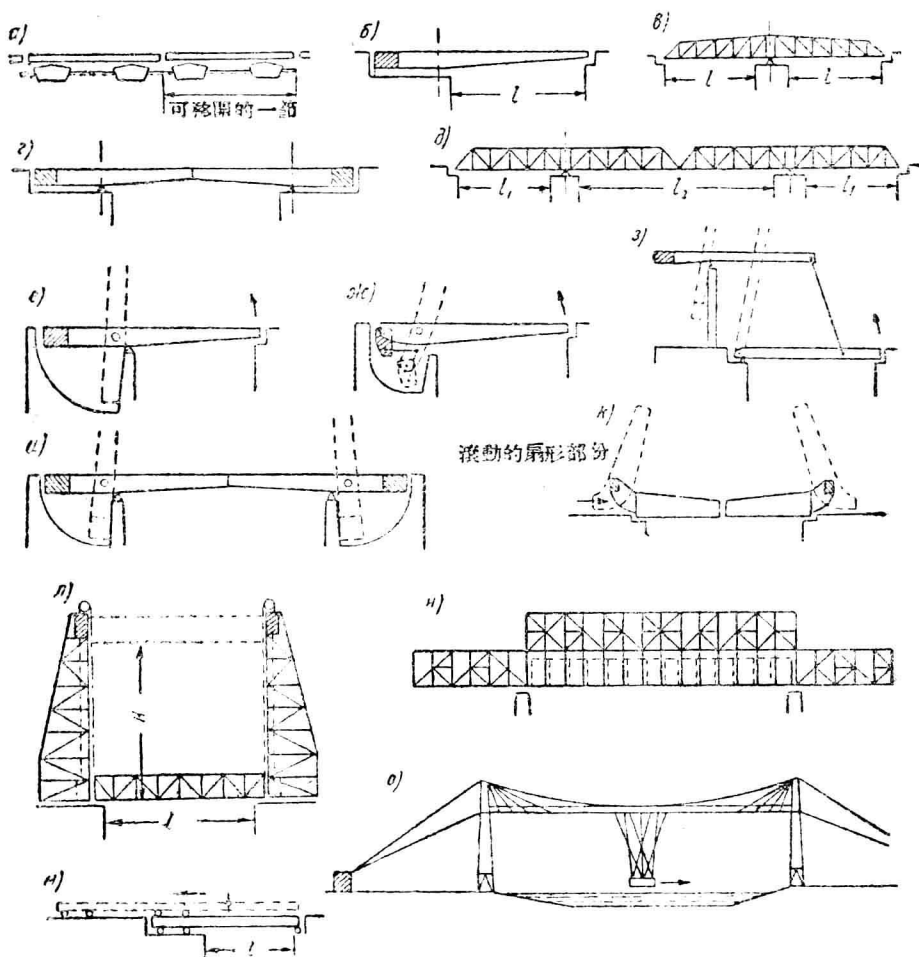


圖 1. 開啓橋基本的類型

2. 立轉式 在開啓時橋的橋孔結構繞水平軸轉動的橋稱爲立轉式開啓橋(圖 1, $e-u$)。

變相的立轉橋有滾動立轉式橋(圖 1, k)。 在它們的翼中備有扇形部份, 當開啓時它

們先沿着水平軌道移動。由於翼的重心就在扇形部份的中心上，所以在轉動時它沿着水平方向移動。

立轉式橋可以是：a) 單翼的（圖 1, e—s）或 b) 雙翼的（圖 1, u, x），看它是否用單翼還是用那在橋孔中央會合的雙翼來跨過通航橋孔。

立轉橋的翼具有懸臂部份，在它上面剛固着或者鉸連上平衡錘。橋孔和平衡重的重心在轉動時應當符合旋轉軸或者佈置得接近它，使橋的重量不產生質量的負功。

3. 在直升橋中（圖 1, x），橋孔結構在鉛垂面上對原位平行地升起。直升橋不同於其餘式樣的開啓橋：在升起以後，開出有限高度的一定淨空，在設計時，應當小心地確定它必要的尺寸。

爲了消除橋孔重量在升起時的質量的負功，應採用平衡重，通常用柔性的結合把它同橋孔連接起來（圖 1, x）。

4. 在滑移式橋中，橋孔結構在水平面上滑動（圖 1, u）。通常在後端裝置平衡重，用以保證橋孔結構之穩定性，使在滑動時不致翻倒。這種類型的橋孔結構最少採用。

在有活動橋面系的橋上，可能移動橋孔全長的橋面系（圖 1, u），或者按照渡船原理，把開啓橋造成即是一段橋面的平台（圖 1, o）。這個平台吊在沿着軌道移動的滑軸上，爲了支持它，尚須設置固定式樣的橋孔結構（圖 1, o）。橋渡能適用於跨過兩岸之間運輸不多而要求高的航行淨空的水路幹道上。

機械設備 機件是構成開啓橋的重要部份。它應當保證在任何時間能夠開啓橋孔讓船隻通過，並很快地重新架好以便恢復橋上交通。

除了基本的開橋機械（主要的機械）之外，開啓橋通常備有各種專門的機件以便移動、扣鎖和抬升支座、移去平衡重和升降欄路柵以及其他附屬的動作。

爲開動開啓橋的一切機械，現在最常用的是電力，此外也能用內燃機。在老式的橋上曾廣泛地應用蒸汽和水力發動機。

除了基本的發動外，每座橋備有在機械發生意外時用的手搖機。

開啓橋的各種機械應當安裝在橋孔結構本身上或墩台裏面的專門房間中，或者安裝在設置於橋墩橋台上的房屋和塔裏。爲了便於管理所有的機械，在那些橋孔結構上、墩台上，或在岸上，應當設立特別的管理崗亭，從它們的窗子裏能很好地在足夠的距離內看到河流的上下游區域和橋的行車道，以免開啓橋的意外事件。

除此之外，開啓橋孔應當裝置聲光訊號和阻隔設備的系統，以便可靠地保證陸路和水路幹線上的運輸安全。

運用須知 爲了使得開啓橋的工作不停頓和無意外，應當特別小心地管理它的運用。除了經常照料開合的動作和時常查看橋孔結構的狀況外，在運用時必須仔細地當心機械和電力設備。爲此目的，開啓橋上備有專門的機械人員與看管人員。

開啓橋對於蘇聯的國民經濟具有很大的意義，因爲設置開啓橋可以使得，在許多的情形中，在水陸交通路線相交處，提高了橋的合理性和節省了它的造價。這說明了在目前的情況下，人們之所以對這種橋相當地注意。

§ 2. 開啓橋發展史略

留傳到我們的遠古史料記載着在那時已有建造有開啓孔的橋梁。這些橋梁造在環繞堡壘或城防的壕溝或河流上，主要目的在增加它的防禦能力——爲了迅速斷絕兩岸間的交通。

也有記載關於：在有些情形下，設置開啓橋孔是爲了滿足通航的要求——這樣，跨過通航河道祇要用低的橋。

古代的開啓橋大部份按照設置浮橋的原則，做成可移開的節段架在船上。此時，所有的結構都是用木料做的。

在俄國建築浮橋的技術，早在古時已達到高度的完善。編年史上記載着在1115年（在符拉吉米爾·莫那瑪赫——Владимир Мономах）時，建造的如此複雜的建築物如：在基也輔跨過德涅泊河的浮橋。在圍攻特維利城的時候在德米特里·頓斯基（Дмитри Донский）時，曾建造跨過伏爾加河的浮橋，以及同韃靼人戰爭時建造跨過頓河的浮橋（1380年）。

在封建時代，建造了許多封鎖堡壘，在護城的壕溝上，架設一種很普遍採用的所謂「吊橋」的橋（圖2）。這種橋按照現在的稱呼，應當屬於立轉式橋（圖1, e, κ）。

關於在俄國採用吊橋的最初報導始於1229年。在諾夫哥羅得（Новгород）的編年史中記載着關於在諾夫哥羅得宮建造吊橋的事。吊動橋面的機件由在支柱中轉動的槓桿和鍊條組成。

堡壘中吊橋體系之改進隨着城防工事技術一同發展。圖2中介紹在建造堡壘時採用這種橋的各式簡圖。早在中古時期最老的堡壘橋上，爲了減輕吊起的力量，已經採用各種極簡單的方式來平衡吊橋的被動質量。在簡圖2, a中，爲了平衡橋的重量，開啓孔的尾端備有平衡重。在簡圖2, б, в, г中開啓橋翼的重量用槓桿來平衡。簡圖2, e表示利用封閉堡壘進口的門來作爲平衡重。

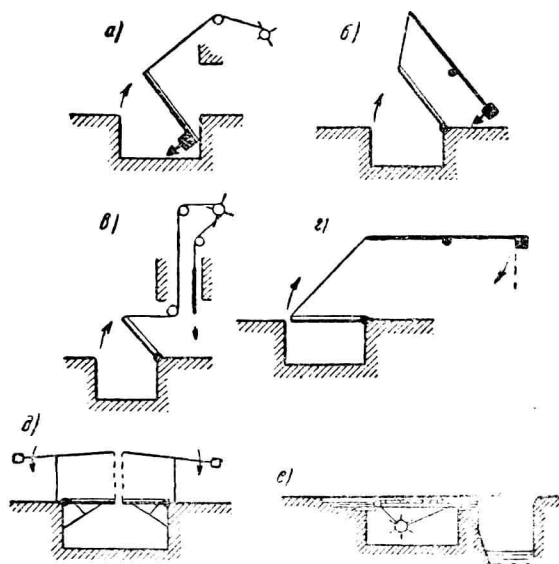


圖 2. 跨越城防壕溝最簡式吊橋的示意圖

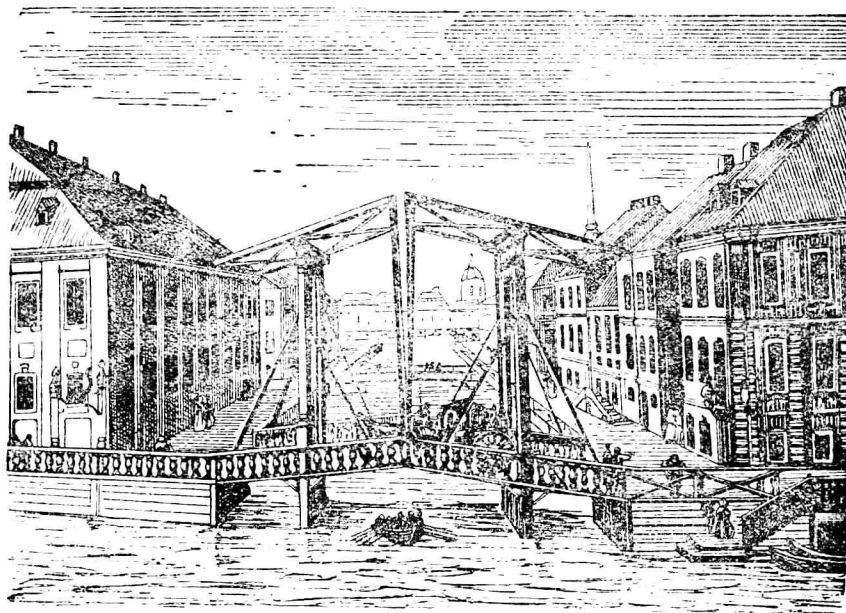


圖 3. 跨越彼得堡冬宮老建築物旁連接運河的橋梁

在古代俄國的城市(諾夫哥羅得、斯摩陵斯克、莫斯科)裏,跨越環宮壕溝的吊橋都曾採用了槓桿系(圖 2, б, д)。雪里斯賽利堡的堡壘橋(按照拜塞交通道路工程學院勃·彼得保斯基 [В. Петербургский] 教授的設計建造的)是配有後端部份的。

圖 3 表示在跨過彼得堡冬宮老建築物旁連接運河的用槓桿系的橋梁的例子。

除了開啓式的堡壘橋,從十三世紀開始,也已採用滑移式的橋(圖 2, е)。

在十六到十八世紀中,如圖 2 類型的吊橋,即是用木質的立轉橋孔結構,裝設在構成浮橋一部份的莖船上,或者裝置在跨越通航大河橋梁的中間橋墩上。在十八世紀中建造在阿爾漢格爾城的道路上的橋所用的圖還是這樣的。

可是按照圖 2 的式樣,祇能造成載重小的和小跨徑的橋梁(到 5, 6 公尺為止)。在十七和十八世紀中,在工商業蓬勃發達的時期,水陸運輸很快地發展。因此提高了對於開啓橋孔大小的要求。在防禦工事上也要求加大開啓橋的跨徑和載重。在十八世紀初夏由於開啓孔的重量很大,出現了許多巧妙式樣的吊橋把轉動重量平衡得更好(圖 4)。

照圖 4, а 的圖形,用鏈條和轉動機件的滑輪聯繫起來的平衡重沿着導路滑動,保證橋翼在任何位置的均衡。

按照圖 4, б 的圖形,平衡重是被固定在剛性桿件的頂端,桿子由輓軸 K 支承,輓軸沿着水平的滾槽滑動。

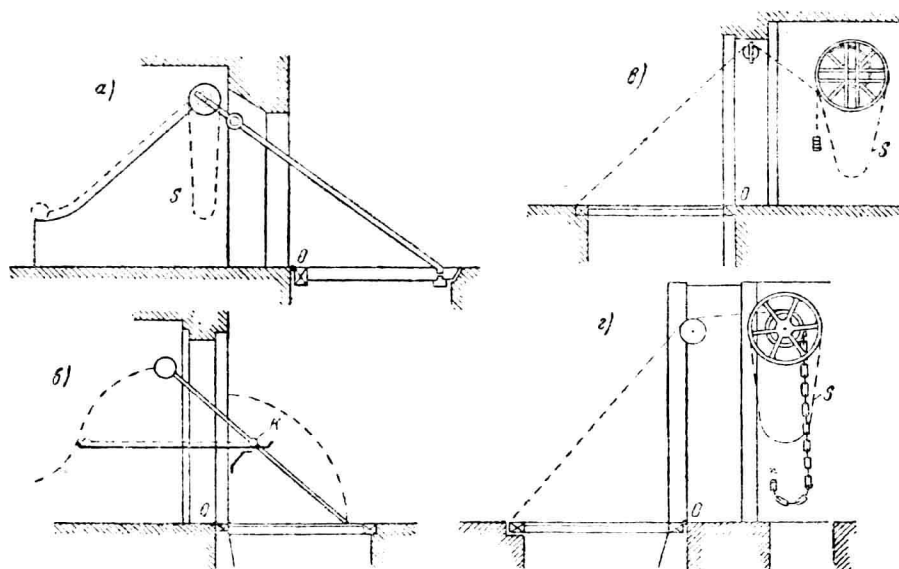


圖 4. 十八世紀的吊橋體系

照圖 4, б, 吊橋在開啓時用螺旋滑輪捲起平衡重的鏈條, 以達到平衡。

照圖 4, в, 是用吊在固定點 n 上的沉重鏈條作為造成均衡的平衡重。按照圖 4, в 形式的開啓孔, 曾被採用於跨越豐丹嘉河和莫依嘉河在十八世紀建造在彼得堡的幾座橋上。

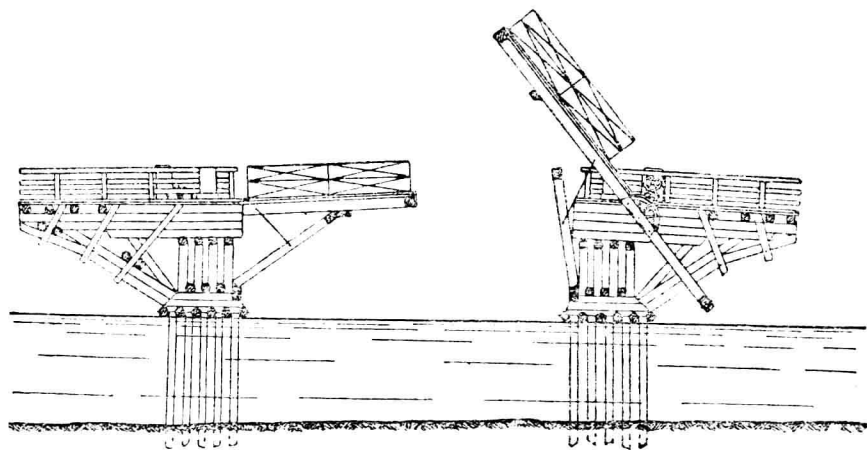


圖 5. 彼得堡斯特勞嘉諾大橋之開啓孔

至十八世紀末年, 除去改進了橋孔結構的體系, 並改進了轉動機件, 發現了用齒輪系 (圖 5) 來代替了連續鏈條 (圖 2, e 和圖 4)。

在建築中採用鋼鐵以前 (在十八、十九世紀以前), 立轉式橋和滑移式橋的橋孔結構祇能用木料做。這大大限制了它們跨徑的尺寸。用木結構蓋過相當大的跨徑 (大於 10—12 公尺) 時, 開啓橋就需要採用新式的體系。因此在十六世紀曾有繞着鉛垂軸旋轉的平轉式開啓橋的建議。可是這種構造的橋祇在十七世紀才初次實現。

由於在十九世紀廣泛的建築公路和鐵路, 平轉式橋乃獲得最大的普及。它即使用木結構 (哈烏—善拉夫斯基——Гау-Журавский 式) (圖 6, а, б) 也可能蓋過相當大的通航橋孔, 加之在閉合的狀態下, 橋孔結構剛度高, 完全能滿足正在提高中的運輸要求。

在橋梁的橋孔結構使用鐵的初年, 已經肯定鐵的平轉橋比木製的輕便和可靠。經過短時期 (十九世紀之初) 採用生鐵桁架的平轉橋後, 用鍛鐵做橋的橋孔結構獲得廣泛的普及, 並在十九世紀下半葉, 納·亞·貝利留勃斯基 (Н. А. Беллюбский) 教授首次採用鑄鐵到實際工程中去。

平轉橋的橋孔結構可做成上承式和下承式 (圖 6)。用中央絞盤的平轉橋, 十九世紀在俄國最為普遍。在 1879 年, 亞·依·司徒瓦 (А. Е. Струв) 工程師設計和建造的開啓橋 (圖 7, 圖 8) 和另一個在 1902 年造成的 (圖 9) 都能作為這類構造的例子, 在這些橋裏,