

公路工程参考资料

第三輯

人民交通出版社

本輯資料是从苏联、民主德國一些雜誌、論文集和我國公路科學研究所研究報告中選出的。內容包括結構和路面等方面的一些探討理論的專題文件，适于从事道路工作的工程師，道路科學研究人員，以及道路專門學院師生參考。

公 路 工 程 參 考 資 料

(第 三 輯)

*

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 發 行

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1958年8月北京第一版 1959年8月北京第一次印刷

開本：787×1092_{毫米} 印張：3¹/₂ 張

全書：108000字 印數：1—1500冊

統一書號：15044·1328

定價(10)：0.50 元

目 录

1. 苏维埃政权时代的公路桥梁建设 (B. E. 吉卜西曼教授, И. A. 哈贊工程師, A. П. 恰洛依斯基工程師)	2
2. 用薄膜形成材料养护新鋪混凝土 (P. Д. 米哈伊洛娃工程師)	16
3. 装配式鋼筋混凝土桥薄壁構件扭力的計算 (B. E. 烏利茨基副教授)	24
4. 柔性路面設計中車輛換算問題的研究 (公路科学研究所林繼賢)	41
5. 泥結碎石路面結構及其施工的分析 (供討論) (公路科学研究所)	54
6. 南口地区礫石路面“搓板”調查研究及其处治經驗介紹 (級配礫石路面“搓板”現象的研究——第一阶段工作 报告) (公路科学研究所邢順榮)	67
7. 瀝青或柏油处治土壤路面的强度 (技术科学副博士 A. И. 庇达联科)	85
8. 劈开法測定混凝土的强度 (M. И. 沃尔科夫教授及研究生 H. Ф. 格魯先柯)	93
9. 丁坝端部附近的局部冲刷 (技术科学副博士 K. B. 馬特維耶夫)	99
10. 雨水对公路路肩的冲蝕损坏及其消除方法 (工学士林奈曼)	112

蘇維埃政權時代的公路橋梁建築

Е.Е. 吉卜西曼教授, Н.А. 哈贊工程師

А.П. 恰洛依斯基工程師

在革命前的俄國，修建道路與橋梁的數量極少。個別建築物通常根據當地條件按個別設計來建造，而無任何一定的型式。建築物的施工主要採用人工勞動，並且橋梁的結構，特別是木橋的結構，按其複雜的程度，只有高度熟練的工人才能修建。但是，工程數量雖然很少，而建築橋梁的藝術卻達到了相當高的水平。俄國工程師，學者及建築者們建築了不少著名的橋梁。

橋梁和公路人工建築物的建設，在偉大的十月社會主義革命以後，才獲得了廣泛的發展。蘇聯偉大的社會主義建設綱領為橋梁建築界的學者和建築者們發揮其主動創造精神，創造了物質條件。

在蘇維埃政權的四十年間，特別是在第二次世界大戰以後的幾年中，蘇聯的橋梁建築已獲得了巨大的成就，這些成就是由於蘇聯國民經濟各部門和技術科學水平急劇高漲的結果。隨着個別工業部門狀況的改變，公路行車速度和載重量的增長，對個別橋梁建築形式間的關係也起了變化，從臨時性的建築物過渡到永久性的建築物。

如果說在戰前年代和在偉大的衛國戰爭時期，小跨徑、中跨徑的橋梁，在很多情況下甚至是大跨徑橋梁，主要是用木料

修建的話，那麼，現在在干綫公路上及個別三、四級公路上已開始用鋼筋混凝土和鋼料來修建橋梁。

儘管如此，由於蘇聯有丰富的木料資源，木橋的作用仍然很大，並對今後發展木橋具備一切的先決條件。

在偉大的十月社會主義革命以後的頭幾年中，提出廣泛開展科學研究工作，對蘇聯木橋建築技術的發展起了很大的促進作用。這裡必須指出，在Г.Г. 卡爾生教授領導下，蘇聯學者曾集體地在木結構方面進行了巨大的、很有成效的研究工作。

在衛國戰爭時期，木橋的修建可謂勝極一時。那時，在大膽創造一些新穎的結構的同時，曾運用了獨創的施工方法，這些施工方法在當時是符合戰爭時期的任務的。

蘇聯在戰前和戰時建造的一些有名建築物之中，可以舉出很多木橋的例子，例如在別露洛兩亞蘇維埃社會主義共和國一條河流上修建的一系列橋梁，所採用的木上部構造帶有多邊形的上弦，跨徑為52.5公尺；Ю.С. 里沃夫工程師設計的鉚接合式上部構造，跨徑有52.5公尺；跨越卡東河С.А. 察帕林工程師設計的剛性木桁架懸橋，跨徑有99.82公尺；洛契薩河上的木拱橋，跨徑有61公尺。

本文作者在木橋建築方面也有貢獻：Е.Е. 吉卜西曼教授創造了工業化施工的木橋結構，並領導設計了奧卡河及達烏格沃河上組合式上部構造橋梁，跨徑為52.5及62.5公尺（設計負責人В.В. 莫羅姆切夫和И.А. 斯托略爾斯卡婭工程師）；И.А. 哈贊工程師是第涅泊河大橋等的設計負責人和施工領導人。

大型木橋上部構造裝配和架設的方法，遠遠超過了從前所採用的方法，並大大地超過了國外建築木橋的技術。譬如，第涅泊河橋把上部構造改為簡支式後曾應用了縱向移動法來架設鉚接合上部構造，而在另外一座第涅泊河橋上，曾應用獨創

的、非常有意思的橫向移动法把整孔上部構造架設到墩台上，此种方法系斯庫格列夫工程師建議的；計算跨徑為62.5公尺的奧卡河橋上部構造是利用四桅杆式起重機架設到墩台上的。小跨徑和中跨徑木橋施工速度之快，曾達到一晝夜一百延公尺。

蘇聯在第一次世界大戰(1914—1918年)時期停工修建的鋼筋混凝土橋，在第一個五年計劃期間大都恢復了施工。

對於此种橋梁建築形式，必須指出兩個性質完全不同的時期：整體式鋼筋混凝土橋梁建築時期和裝配式鋼筋混凝土橋梁建築時期。

第一個時期，大概延續到1949年，絕大多數的鋼筋混凝土橋梁都是就地澆筑的，它們的特點就在於施工方法。結構物在繁重的密布式木腳手架上进行澆筑混凝土，採用的拌制、運輸及搗實混凝土的工具，效率很低，混凝土都採用比較低的標號，而強度不高，屈服點很低。

橋梁墩台主要建築在木樁低樁承台上，沉井及沉箱上。

隨着整體式鋼筋混凝土橋梁的發展，曾經作過墩台，連續梁和懸臂梁上部構造的定型工作。在衛國戰爭開始前，曾運用過 $L=40$ 公尺的連續梁上部構造，在黑海沿岸地區建造過不少著名的拱橋（圖1）。莫斯科附近赫魯曉夫公路上跨越運河的橋梁，也是一座可提出的橋梁，該橋的懸臂梁是用跨徑為100公尺的柔性拱加強的，還有其它一些著名橋梁等等。

第二個時期的特點，是在鋼筋混凝土橋梁設計和施工實踐中起了根本的變化。由於新的高強度材料和最新式施工設備的出現，已能過渡到廣泛應用裝配式橋梁和預應力鋼筋混凝土橋梁。因此，無論橋梁的結構，或其施工方式，都起了根本的變化。

新的橋梁建築形式在整體式鋼筋混凝土橋梁的繁榮時期就

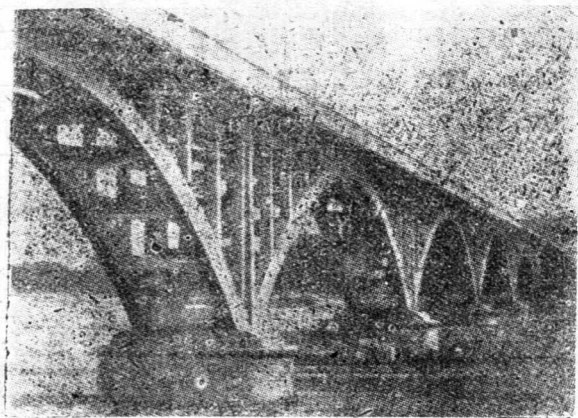


图1 索赤—苏呼米公路上的拱桥

誕生了，并在那时就为人们所采用。还在30年代末，在諾伏格勒—伏倫斯克—里沃夫公路上就已經修建不少的裝配式鋼筋混凝土桥梁。在1939—1940年間，就組織过一次改进小跨徑裝配式鋼筋混凝土桥梁結構的有奖競賽，那时提出的并認為是獨創的結構，在某种程度上就是現在我們所采用的方案。从1947年开始，即从修建最大的公路干綫之一莫斯科—哈尔科夫—西姆弗洛包尔公路开始，裝配式公路桥梁就大量地修建了。

从整体式結構过渡到裝配式結構，是从涵洞和小跨徑桥梁开始的，仅仅在后来，由于經驗的积累，裝配式鋼筋混凝土应用的范围才扩大到中跨徑和大跨徑桥梁。这种現象是完全合乎規律的，如果要統計一下，則在全部建筑物中，公路上小桥和涵洞超过90%，而澆筑混凝土的数量占到50%。

就在同一时期，第一次嘗試用預应力鋼筋混凝土建造公路桥，結構方案主要为裝配式。

那时出現了許多有价值的裝配式鋼筋混凝土涵洞結構；大

直徑的肋式管涵（И.Д.烏爾巴赫建議），用個別構件裝配的鋼筋混凝土卵形涵洞（А.П.恰洛依斯基設計），半裝配半整體式涵洞（В.В.雅庫鮑夫斯基設計），裝配式箱涵（А.Я.茹拉夫列夫設計），最后還有鉸式涵洞（А.К.哥登設計）。

雖然不是所有列舉出的裝配式涵洞結構今天仍舊在使用，但它們在裝配式橋梁建築史中的進步作用，是不可否認的。

經過長久的實踐以後得出，在小跨徑橋梁中，由上下翼緣平行的T形梁組成的梁式橋，認為是最合理的結構，在T形梁中配置И.А.馬脫羅夫式的焊接鋼筋骨架。在這以前，廣泛採用下翼緣為曲線形的用普通鋼筋作配筋的梁結構。圖2所示即為此種形式橋梁之一，該橋系由А.Я.茹拉夫列夫工程師所獨創。

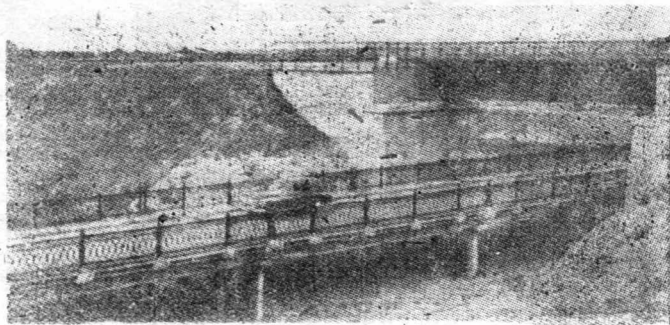


圖2 阿爾捷莫夫斯克的棧橋（裝配式橋的開始）

現在，小跨徑橋梁發展的趨勢，是向鋼筋混凝土過渡；鋼筋混凝土梁的結構符合工業化的製造和安裝。

跨度至33公尺的中跨徑橋梁，上部構造基本上都做成裝配式的，配置鋼筋骨架，但主要配置預應力鋼筋。

1956年，蘇聯公路工程總局在莫斯科河上修建一座橋梁，採用的裝配式上部構造 $L=42.5$ 公尺，梁的重量達84噸。

但是，必須指出，在製造和安裝整孔梁時遇到不少技術操

作上的困难，并且不能完全地符合装配式結構的特点。

1957年，苏联公路工程总局第一次着手制造拼接的并在双向用預应力鋼筋連結的梁式上部構造。在这以前（1954年），在馬特日尔卡河上就修建过一座拼接的試驗性質的上部構造，跨徑为25公尺，在那座桥梁上曾經部分地放弃块件接头及它們的裝配方法。

为了发展装配式結構并将它們应用在桥梁上，在提出的一些新方法中，值得注意的是用預制块件裝配的悬臂-框架式桥，其主要梁在橫向上是分片的，用悬吊法进行安裝。此結構系技术科学碩士 H.A. 卡拉舍厄科夫所建議，并經全苏道路科学研究院同志們集体研究过，在1956年全苏第二次装配式鋼筋混凝土新式結構競賽中荣获獎金。

另外一个有价值的建議是应用装配式預应力連續式桥，它由在墩台上用連續鋼筋加以連結的簡支式块件組成。装配式連續体系的結構及它們的施工工艺，系由 H.A. 哈贊工程师建議和研究的，按照公路運輸設計院的設計在彻尔克斯克庫班河上修建的一座桥梁，就采用了这种結構。

考虑到在装配式桥梁中应用連續体系的前途很大，全苏道路科学研究院对連續体系的結構及其施工方法作了进一步的研究和改進。同时，中小跨徑的桥梁亦有許多有价值的結構方案，在这些結構方案中結合了工业化結構的优点与連續体系在技术經濟上的优越性。

同样还值得注意的，是关于在公路桥梁中应用預应力構件裝配的上部構造的新建議，这些裝配的預应力構件与整体式或装配式鋼筋混凝土版共同受力。

在战后的几年中，装配式鋼筋混凝土拱桥获得了一定程度的发展，縱然說，在公路桥梁建筑中对这种結構显然估計不

是，并且較之苏联在鉄路上采用得少。

苏联在最近几年来，十分重视在桥梁建筑中采用輕質混凝土，在高加索用輕質混凝土就建造了一系列公路桥梁（K.C. 查夫利也夫院士，M.A. 雅庫包維奇教授，C.B. 柯諾沃洛夫工程师，T.П. 庫拉索娃工程师以及技术科学碩士B.B. 肯捷拉基等）。对桥梁上利用气孔陶料礫石混凝土进行着研究工作（莫斯科公路学院，全苏道路科学研究院）。但是，只有在我国企业部門出产足够数量的輕質集料的情况下，才可能广泛采用輕質集料来修建輕質鋼筋混凝土桥梁結構。

在墩台的結構和施工方法方面也已經大大的前進了。

小跨徑桥梁广泛采用鋼筋混凝土樁墩，因为樁墩既便宜，施工上又簡單。同时，建在樁墩上的桥梁具有美观的外形（图3）。

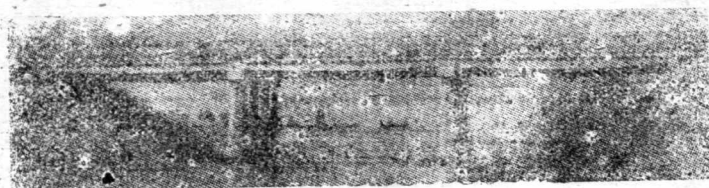


图3 装配式墩台預应力混凝土桥梁

值得注意的是由环狀块件用預应力鋼筋相互連結而成的装配式墩台構造，此种墩台構造是由C.B. 脫利列斯基工程师建議的。

斜桥上采用T字形的單柱式桥墩（图4）十分有效，單柱式桥墩許可采用斜跨的标准上部構造。

基础埋入土壤很深的樁基，換为高樁承台式基础，能够提

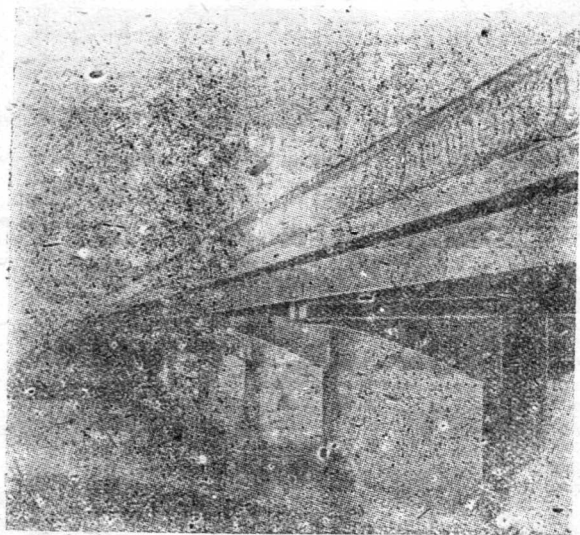


图1 单柱式桥墩

供很大的經濟效果，并且大大地減輕了施工工作。举例來說，查廖席里叶附近莫斯科河桥的兩個桥墩，把下面的沉井基础改用为高樁承台后（1954年根据C.B.脫利列斯基工程师的建議改用的），就节约了約15亿盧布。

沉箱基础，可以說是过去修建深置桥墩唯一的方法，但現在实际上已不采用。开始应用新式的、强大的深置樁来代替它們；如薄殼樁，鑽孔樁，基底加寬樁等。其中第一次試用这样的基础（代替沉箱基础），是修建薩里揚附近的庫拉河桥，根据技术科学碩士C.A. 哈恰杜梁茨的建議，桥基采用鑽孔灌注式樁，直徑为60公分，施工于1944—1945年間順利完成。后来在許多桥上研究了并运用了中央建筑科学研究院式的螺旋樁和用离心作用的方法所制造的薄殼樁等等。

在同地基与地下建筑物科学研究院紧密的协作下，修建茨那河桥时运用了鑽孔樁。

由于最近以来对深置式樁广泛进行了科学研究和試用，現在已能完全放弃使用沉箱沉井这一类老式基础。

苏联現代桥梁建筑的特点，是各方面都很广泛地应用装配式鋼筋混凝土桥梁，在个别情况下，也还采用整体式鋼筋混凝土桥梁，但这些桥梁建筑已达到現代要求的机械化和工业化水平。

在保尔多夫附近苏拉河上，大胆試用的預应力鋼筋混凝土多跨箱形悬臂梁桥，是值得注意的一座桥梁，虽然这座桥梁在施工时发生了某些問題，但証明了在快速施工时，应用鋼筋和混凝土受力的合理施工方法的可能性。

1954年，在克拉斯諾达尔地区庫班河上建造了一座苏联最大的多跨梁式桥，上部構造为箱形薄壁結構，跨徑为68公尺。

1952年，在查坡洛什附近老第涅泊河上修建了一座公路鐵路两用拱桥，跨徑有228公尺。这座桥梁就其載重量來說，是世界上鋼筋混凝土桥梁中最大的一座；按其跨徑長度仅次于瑞士安格曼河上的一座桥梁。

在国外，修建整体式鋼筋混凝土桥梁超过修建装配式桥梁，并对修建整体式鋼筋混凝土桥梁找到了許多結構方案和施工方案，因而大大地提高了这些建筑物的优点。

首先，属于这方面的，是跨徑达120公尺的桥梁用悬臂法澆筑混凝土，半拱的澆筑混凝土，以垂直和傾斜位置依次向前移动，等等。

在鋼桥建造方面同样也有很大的成就。

社会主义工业的高漲，特别是冶金和机器制造工业的高漲，保証公路桥梁有可能广泛使用鋼料。我国冶金工业出产的

CT-3 号鋼（桥梁用），桥梁焊接用鋼，低炭鋼，都具有高度的質量，这些鋼料都經過很好的加工，在使用中作用良好，并完全滿足現代桥梁建筑工程的要求。

在十月社会主义革命以后第一个时期中，修建鋼桥的数量比較少。但在三十年代已經有一系列出色的公路和城市鋼桥投入使用。

特別值得指出的，是老第涅泊河和新第涅泊河上的拱桥，这两座鋼拱桥是在H.C.斯脫列茨基教授领导下由年輕的苏維埃工程师設計建造的。这两座桥梁曾經可以通行汽車和火車。老第涅泊河上的桥梁，跨徑有224公尺，是欧洲最大的鋼拱桥。新第涅泊河上的桥梁，跨徑为140公尺，其特点是大胆的采用了装配方法施工。这两座桥梁在衛国战争中都毀了，后来改作成鋼筋混凝土的。

在第一个五年計劃期間建造的有名的桥梁中，有高尔基城附近奧卡河上的城市拱桥，跨越莫斯科运河的一系列大型公路桥，在莫斯科市莫斯科河上的新城市桥，苏尔哈勃河上的鋼索桥等等。

在二十年代末，第一次嘗試在修建鋼桥时应用电焊，而在三十年代初，已經建成了一批用电焊連接的試驗性桥梁。运用自动焊接对桥梁建筑來說具有重大的意义，自动焊接是烏克蘭苏維埃社会主义共和国科学院以E.O.巴东院士命名的电焊研究所研究出来的。

現在已經应用自动焊接法建成了若干座全部焊接大桥，其中值得指出的，有基輔第涅泊河上的城市桥，涅曼河桥，多波尔河桥，莫斯科市阿尔巴脫新桥。

与鋼筋混凝土行車道版連結后共同受力的鋼梁上部構造，获得了广泛的应用。利用鋼筋混凝土来承受压力并应用特种方

法来調整这种結構中的应力，如結構的靜力和动力剛度良好，能达到大量节省金屬的目的。联合結構的桥梁在苏联建造的数量很多。在这些大桥中，应当提出新西伯利亞鄂巴河上的城市桥，阿尔汗格尔斯克市庫茲涅茨哈河上的城市桥，莫斯科市阿尔巴脫新桥及其它許多桥梁。

为了減輕工厂的制造工作，以及为了構件連結方法标准化和定型化，鋼桥的型式和結構已經作了根本的改变。

研究出了并实用了一系列新的、合理的鋼桥型式，从而保證了金屬大量节省，制造簡化，裝配方法工业化，造价降低，施工加快。值得注意的，是罗斯托夫附近頓河公路桥連續式鋼上部構造的設計，在那里应用了預应力方法后，成功地創造了比一般无預应力經濟的結構。由于应用了这一方法，節約了数以百吨計的鋼材。

在研究新的、合理的鋼桥型式中，主要作用归于Г.А.保保夫工程师（鋼結構設計）領導下的設計工程師們。按照Г.А.保保夫工程师领导下做出的設計，在建成出色的新式鋼桥当中，应当指出下列桥梁：考洛姆附近奧卡河上独创型式的公路桥，其連續梁用彈性弦杆加强（图6）；基輔的一座跨綫桥，此桥具有新的、最經濟的梁式框架型式；摩尔曼斯克的跨徑特大的梁式公路桥；涅曼河城市桥；索日河，烏格拉河公路桥；古比雪夫一座新的、合理型式的城市拱桥；阿尔汗格尔斯克的悬桥；新西伯利亞的一座桥及其它許多桥梁。

在各种各样的鋼上部構造裝配和架設的方法中，采用最多的是悬架和半悬架裝配，后面傳送裝配和滾移法（又叫做連續縱向架設法——譯注）（里脫維涅柯工程師所建造的考洛姆附近奧卡河桥，諾伏格勒附近伏尔赫夫河桥等，都采用此法），整孔上部構造利用四輪式起重機吊运和架設到墩台上的方法。

(图5)。最后一种方法保证有可能用流水作业方法组织安装工作。当移动便桥，门式起重机及其它辅助设备时，采用万能常备结构起重架(УИК-М)来设置中间桥墩也很成功，这在很大的程度上加速了安装过程，并节约了木料。

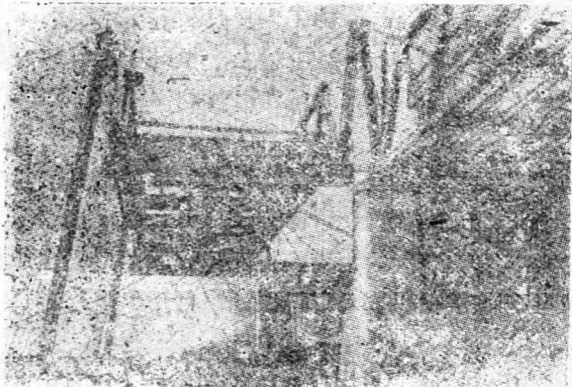


图5 利用四桅杆式起重机架设钢上部构造

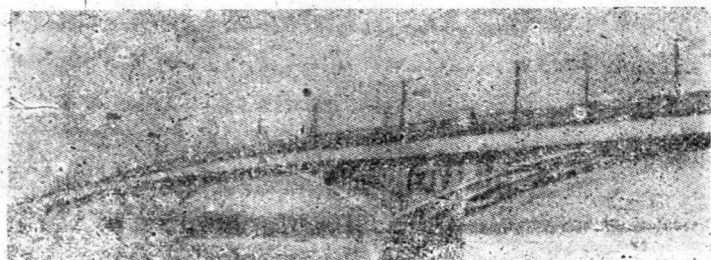


图6 考洛姆附近的奥卡河桥

装配式钢筋混凝土桥梁的安装技术的发展是不可计量的，而修建这种桥梁需要用过去在桥梁建筑中从未用过的新方法。

由于桥梁结构的定型化，使得制造装配式结构，桥、梁及栏杆等能够在广大的范围内采用钢模板。

从計算証明，若采用鋼模板来代替木模板制造跨徑仅 7 ~ 12.5公尺的桥梁构件，一年內就可节省木料9000立方公尺。同时，为了用鍛件来固定木模板，需要消耗的金属不少于制造常备鋼模板所需金属的数量。

在推广鋼模板的同时，施工人員也改进了木模板。例如，在苏联公路工程总局一項建設工程上，拉杜欣工程师为跨徑10和12.5公尺上部構造装配式构件設計并制作的一种木模板，其周轉率达到40次。

装配式桥梁結構主要在比較小型的、机械設備不够完善的工場进行制造，因为在建立这样企业时力图最大限度地縮短装配式构件运至安裝地点的距离。長而比較重的梁（由于長距离运输困难）要直接在建筑物附近制造，并用铁路平車运至安裝地点。

小跨徑和中跨徑上部構造，可以利用适当起重力的厂制挺杆式起重机 T-75, K-52 及 K-104 或掘土起重机进行安裝，而不用脚手架。对于架設重达22吨的梁，采用專門的安裝設備如桁架起重机才有效。桁架起重机是由承重桥梁，兩架門式起重机及塔式小車組成。起重机連同設備的重量为15吨。对于安裝特重的梁，可以采用門式起重机及前有管柱的閘門式起重机，这种起重机不工作时（縱向移动时）像單悬臂梁一样，而在工作时則像双跨梁，前跨較大，后跨較小。图 7 所示即为重84吨的上部構造的梁利用閘門式起重机安裝的情形。

分析了前面提到的数种起重机的优缺点之后，創造了一些新式結構的起重机。最感兴趣的，是輕型起重机；用这种起重机来縱向和橫向移动梁，將它們架設到墩台上。

現在，起重設備繼續在改进，減輕其重量，提高其運轉力及扩大其使用範圍等。

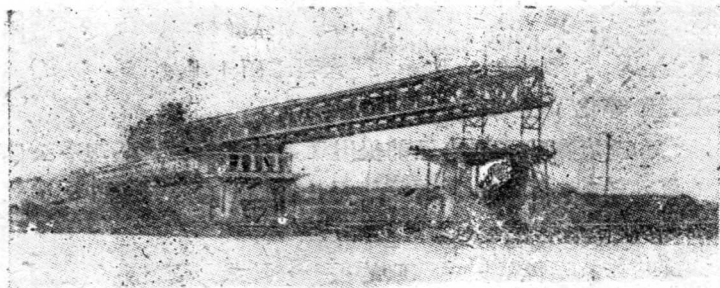


图7 重84噸的装配式梁用門式起重機安裝的情形

桥梁技术的发展要不断地依靠各科学院和高等学校的科学研究工作。

苏联最卓越的学者与先进的施工和设计人员合作，在改进桥梁建筑技术，鑽研科学原理，制定新的較有效的桥梁結構和型式，应用最先进的桥梁施工方法等方面，做了許多工作。

在組織和布置关于桥梁的科学研究工作中其功績应归于社会主义劳动英雄E.O.巴东院士，苏联科学院通訊院士H.C.斯脱列列茨基工程师，Г.П.毕列捷利耶院士。

在研究公路桥梁及其計算理論方面，E.E.吉卜西曼、C.A.依里雅謝維奇、H.M.米脫罗保里斯基等教授作了很多工作。苏联学者在桥梁建筑物理理論方面也作出了重大的貢獻：C.A.別尔希捷莫教授在公路桥动力学方面；B.A.卡楚林教授和Г.К.叶夫格拉伏夫教授在桥梁結構靜力学方面；技术科学博士E.B.波尔达柯夫和O.B.安得列也夫工程师在桥梁水力学方面。

为发展桥梁建筑技术，在制訂苏联桥梁設計与施工技术规范和标准方面的工作，也有重大的意义。

这些根据最新的科学研究資料和建筑人員的先进經驗制定的规范标准，大大地促进了苏联公路桥梁建筑的进步。在制定