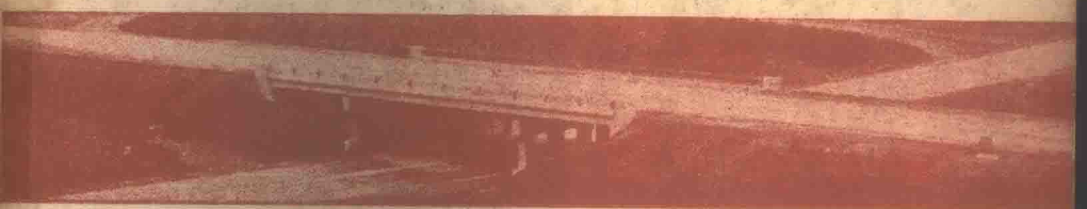


装配式钢筋混凝土桥设计



H. A. 斯洛文斯基 B. A. 罗西斯基 Б. П. 納查倫柯合著

趙煜祥 呂永欣 全雪華合譯
黃京羣 史爾毅 程極豫校核

人民交通出版社

装配式钢筋混凝土桥设计

H.A. 斯洛文斯基 B.A. 罗西斯基 Б.П. 納查倫柯合著

赵煜祥 吕永欣 全雪华合译
黄京羣 史尔毅 程极豫校核

人民交通出版社

本書內容包括苏联装配式鋼筋混凝土桥发展概况，上部構造与墩台的設計原理、計算方法和施工組織等，可供桥梁工程師参考，亦可作大專学校有关專業的教材或教学参考書。

本書第一、二、八各章由趙煜祥譯出，第三、四、五、六各章由呂永欣譯出，第七章由全雪華譯出。第一至四章由黃京群校核，第五至七章由史爾毅校核，第八章由程極豫校核。

統一書号：15044·1210-京

装配式鋼筋混凝土桥設計

Н. А. СЛОВИНСКИЙ

В. А. РОССИЙСКИЙ, В. П. НАЗАРЕНКО

КАНДИДАТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРНЫХ

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСКОВ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА 1955

本書根据苏联汽車運輸与公路部出版社1955年莫斯科俄文版本譯出

趙煜祥 呂永欣 全雪華合譯

黃京羣 史爾毅 程極豫校核

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新华書店發行

公私合營慈成印刷工厂印刷

1957年10月北京第一版 1957年10月北京第一次印刷

開本：850×1168 1/32 印張：10 1/2

全書：260,000字 印數：1—1200冊

定價(10)：1.70元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六号)

目 錄

前言	5
緒言	7
第一章 裝配式鋼筋混凝土橋結構的發展簡史	10
§ 1. 用普通綁紮鋼筋的梁式上部構造	17
§ 2. 用多层焊接鋼筋的梁式上部構造	25
§ 3. 鋼筋在澆筑混凝土后拉張的梁式上部構造	30
§ 4. 鋼筋在澆筑混凝土前拉張的梁式上部構造	46
§ 5. 各種配筋形式的裝配梁式上部構造的标准圖	49
§ 6. 梁式鋼上部構造行車道的裝配式鋼筋混凝土結構	51
§ 7. 拱橋	54
§ 8. 石拱橋和混凝土拱橋的行車道的裝配式鋼筋混凝土結構	53
§ 9. 采用普通配筋的半裝配半整體式結構	62
§ 10. 配置預應力鋼筋的半裝配半整體式結構	64
第二章 裝配式鋼筋混凝土橋的墩台和調治構造物	66
§ 1. 基礎設在天然基底上的墩台	66
§ 2. 樁基墩台	80
§ 3. 調治構造物	91
第三章 設計的基本原則	96
§ 1. 一般規定	96
§ 2. 材料	98
§ 3. 容許應力	103
§ 4. 容許撓度	106
§ 5. 設計梁式上部構造的若干規則	106
第四章 裝配式公路橋上部構造結構	110
§ 1. 裝配式梁橋上部構造的構件划分	110
§ 2. 上承式裝配梁式上部構造的構件	113
§ 3. 構件的配筋	118
§ 4. 構件的相互連接	125
§ 5. 裝配式公路橋的橋面鋪裝	130

§ 6.	排水	131
§ 7.	人行道及欄杆	133
§ 8.	支座	135
§ 9.	裝配式剛架橋及拱橋圖式	139
第五章	裝配式鋼筋混凝土梁式上部構造計算	140
§ 1.	行車道板的結構計算	140
§ 2.	橫梁(隔板)計算	144
§ 3.	主梁計算	147
§ 4.	配置多層焊接鋼筋的上部構造計算特點	159
§ 5.	配置規律變形鋼筋的上部構造計算特點	162
§ 6.	配置預應力鋼筋的上部構造計算特點	163
§ 7.	配置順序受拉鋼筋的預應力鋼筋混凝土結構計算	165
第六章	裝配式鋼筋混凝土上部構造計算實例	171
§ 1.	应用技术科学碩士 B. П. 納查倫柯方法的上部構造算例	171
§ 2.	应用技术科学碩士 B. Г. 頓欽柯方法的上部構造算例	186
§ 3.	应用偏心受压法的上部構造算例	220
第七章	裝配式梁式鋼筋混凝土橋墩台的計算	248
§ 1.	荷載	248
§ 2.	重力式墩台的計算	249
§ 3.	橋式墩台的計算	249
§ 4.	輕型墩台的計算	254
§ 5.	梁式橋柔性墩台的計算	257
第八章	裝配式鋼筋混凝土橋的施工及其組織的基本原則	274
§ 1.	裝配式鋼筋混凝土結構的預制構件工廠和基地的組織 問題	274
§ 2.	預制裝配式鋼筋混凝土結構構件的永久性工廠和基地	276
§ 3.	預制裝配式鋼筋混凝土結構構件的工地臨時基地	279
§ 4.	構件的預制	281
§ 5.	裝配式鋼筋混凝土橋梁構件的運輸	281
§ 6.	裝配式鋼筋混凝土橋的建造	285
§ 7.	裝配式鋼筋混凝土橋的施工和養護經驗的研究	299
附錄	双向梁体系的 X-压力及 M-弯矩数值表	301
附件	技术科学碩士頓欽柯給苏联“公路”杂志編輯部的信	314
参考文献		316

前 言

在我国作为社会主义經濟基础的基础的重工业之实力在逐年增長着。新的工厂、国营农場和机器拖拉机站，新的鉄路干綫和公路干綫在建設着。

苏联共产党和政府，一方面不断地发展与改善建筑业，以現代的技术来装备它，一方面号召大家为广泛采用工业化方法、改善質量及降低工程造价而作頑强的努力。这些任务只有在最广泛地采用装配式鋼筋混凝土結構的基础上才能实现。

苏联共产党中央委员会和苏联部長會議，在关于采用装配式鋼筋混凝土，关于进一步工业化、改善質量 and 降低工程造价方面的措施等決議中，指出了先进的装配式鋼筋混凝土結構物和部件在生产上所应遵循的基本发展方向。这些結構物在建筑中的应用，在最近几年內將要大大地扩展，并將在品种上得到改善。如果1954年仅制造了二百万立方公尺的装配式鋼筋混凝土和混凝土部件，那么在1957年就应该生产約一千三百万立方公尺。

苏联的建筑工作者，还在三十年代就已經是將装配式鋼筋混凝土应用于建筑的創始人，可是装配式鋼筋混凝土在目前还没有得到相适应的广泛发展。

装配式鋼筋混凝土用于桥梁建筑，在很多方面应归功于Г.П. 別列德里院士的經典著作，以及其他許多学者和在設計及施工單位中工作的先进專家的著作。本書有些章节里引用了这些著作的某些資料。

編写本書的目的，是为了批判地研究及总结我国装配式鋼筋混凝土公路桥設計的現有經驗。

編写本書时，利用了苏联汽車运输与公路部全苏公路設計院及其它許多單位的經驗。

裝配式鋼筋混凝土梁式橋，是公路中最常見的橋梁；本書主要列述這種橋的基本設計資料。但是作者不僅力求把充分研究過的橋梁建築中裝配式鋼筋混凝土的問題介紹給讀者，而且還力求把那些研究得不够的部分加以簡要的闡明。例如：梁式橋的裝配式墩台，裝配式剛架橋和拱橋，集中工廠，以及裝配式構造物的預制、運輸及安裝的工藝規程和方案等的使用就是研究得較差的部分。在這些部門中，廣大專業人員的首創主動精神，是可能特別有成效的。

由於迅速不斷地改進裝配式鋼筋混凝土橋梁的結構及其計算和施工方法，最近幾年內在這方面很明顯地將會積累起新的經驗，而新經驗的積累將能使我們重新審查這以前的實踐。因此，作者將非常感謝對本書材料提出的一切批評性意見。

斯大林獎金獲得者 А. Я. 茹拉夫列夫，在審閱本書草稿時提出了許多寶貴的意見，作者在此表示深切的感謝。

作 者

緒 言

由于国内貨运和客运量的进一步迅速发展,必須扩大公路網。为了加速完成这一任务,应该更广泛地采用快速的工业化施工方法。

筑路工程的工业化問題,随着綜合机械化的发展以及全年均能进行施工,在采用流水作业法組織施工时,能得到最好的解决。

人工構造物的工程造价,在平原区平均为道路工程总造价的7~10%,而在山嶺区为15~20%。

由于人工構造物施工的高度复杂性(与气候条件有密切关系),以及工作的繁重,需要特別慎重准确地遵守施工工艺規程,因而減輕这些工作并縮短其施工期限的措施具有重大的意义。

人工構造物施工工业化的基本措施,是采用裝配式結構。現代的建筑技术为鋼筋混凝土桥梁(包括墩台和調治構造物)更广泛采用裝配式結構提供了可能性。

此外,現代的公路施工条件也要求在桥梁建筑中最广泛地采用鋼筋混凝土結構。裝配式鋼筋混凝土与整体式比較起来,施工所花的劳动量可减少 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{4}$,因而大大地加速施工过程,并且还能附帶节约95%左右的設置脚手架和模板用的木材。

在这样的情况下,应该把桥位的構造方案当作是由墩台、上部構造、調治構造物和桥头引道所組成的綜合体,从經濟和組織兩方面来进行考虑。

小型人工構造物的裝配式結構,目前已被推广于施工中。

裝配式結構在中桥和大桥中也应该广泛采用,其構件和部件不管用什么材料,均应在工地范围以外,在装备优良的工厂型工場中进行預制;在路綫上应该只进行这些構件和部件的裝配工

作。

如果說完全裝配式的小橋（包括墩台）已相當廣泛的流行，那麼中橋的墩台現在通常還是就地修筑的，而裝配式調治構造物僅僅在個別場合下才採用。

大橋裝配式鋼筋混凝土上部構造的結構，主要按單獨設計的程序來解決。大橋的墩台和調治構造物仍然是整體式的。

到目前為止，對橋梁的裝配式墩台的研究，比對其上部構造的研究要少一些。現在較常見的是重力式裝配式墩台，由中等重量的塊件修筑而成。公路橋梁建築中所採用的高樁承台也是屬於裝配式的一種結構。在鐵路橋梁建築中，現在小橋採用着混凝土和鋼筋混凝土的大塊件墩台，並已開始採用高樁承台。

公路橋裝配式結構所採用的是利用裝配式標準構件（構件在工廠型工場內預制並運送相當距離）的綜合機械化並且全年進行施工的完全新的施工方法，因而這種橋在設計方面就產生了一些新的任務。

由於裝配式結構的構件移到專門的工廠和企業內去預制，所以混凝土和鋼筋混凝土工程能採用最完善的施工方法。混凝土的震搗、真空作業、提早負載、添加有益摻合料、提高材料的標號等等，在工廠中採用時，都能對生產產生最好的效果。此外，所有工序的最大限度機械化及勞動生產率的提高也有了廣闊的可能性。路線上和工地上的輔助生產企業和倉庫的數量顯著地減少。在全年不中斷的施工情況下，為提高構造物的質量創造了條件。

裝配式鋼筋混凝土所固有的、並為工業建築和民用建築的經驗所顯示的優點證明，裝配式鋼筋混凝土在橋梁建築中也必須進一步加以發展。

但是在裝配式鋼筋混凝土橋梁的施工方面，我們感到合理的設計方案還有某些缺點。這是因為這些橋梁缺乏足夠的使用經驗，並對由於裝配式鋼筋混凝土橋在很大沖擊性的重活載作用下使用的特點而發生的一系列問題缺乏科學研究。

为装配式钢筋混凝土的进一步发展奠定巩固基础的是：有关建立制造钢筋混凝土部件的大型集中工厂的措施，有关扩大高强度材料（钢材和水泥）生产的措施，以及预制和安装装配式钢筋混凝土构造物用的设备。

安装条件与结构本身有密切的关系，在桥梁装配式构件的设计中应该充分地考虑到这一点。

因此，装配式钢筋混凝土桥的设计条件，决定于组织及施工的基本原则（包括结构的预制、运输和装配等的操作问题），而装配式构件的形状和尺寸亦应服从该基本原则。

研究桥梁建筑中装配式钢筋混凝土生产的节约问题，是最基本的任务之一。为了合理地组织装配式钢筋混凝土部件的生产，为了选择公路人工构造物最有效的断面、较好的操作方法以及安装方法，上述问题的研究是必要的。

构造物的主要变数、建筑部件的定型尺寸及结构的各部构件，是降低桥梁工程造价的主要因素，因而在广泛应用工厂预制的装配式钢筋混凝土结构以前，应该把它们加以最大程度的统一化。

由此可见，在桥梁建筑方面有下列几个首要的任务：

- 1) 以各种方法来节约建造人工构造物用的钢材、木材和水泥；
- 2) 最迅速地把装配式钢筋混凝土运用于中桥和大桥的工程中；
- 3) 在最短的期限内把与装配式钢筋混凝土桥的设计和施工有关的问题进行理论上的研究；
- 4) 实验性地检查装配式钢筋混凝土桥的受力情况。

第一章 裝配式鋼筋混凝土橋

結構的發展簡史

在二十世紀的最初十年中，在建造鋼筋混凝土橋時就已經開始採用裝配式的上部構造。

例如，還在1907年，從前的埃卡杰利寧鐵路上就採用了在工場預制的長1.7公尺、重約0.5噸的鋼筋混凝土板。用鐵路平車將板運送到鋪設地點。板的裝卸及鋪設到墩台上去的工作，是利用移動的梁以人力進行的。板的最大重量達2噸。

在這個時期，弗拉基喀夫卡茲鐵路上已經採用鋼筋混凝土板作為淨跨1.07公尺之橋梁的蓋板。預制板的尺寸為 $1.71 \times 0.75 \times 0.26$ 公尺。

三十多年以前所建造之裝配式橋梁的型式，是在後來得到了相當廣泛流行的多跨板式鐵路棧橋。這種棧橋本身包括用厚大的蓋梁聯結起來的鋼筋混凝土樁式墩台，以及蓋梁上鋪設的以縱向縫劃分為兩部分的裝配板式上部構造（圖1）。該橋的梁板沒有固定在墩台上；阻止上部構造縱向移動的，是設置在加強式墩台上的橫隔牆以及在板支承面上發生的摩擦力。上部構造單個構件的重量，在跨徑小於6公尺時為10~20噸。

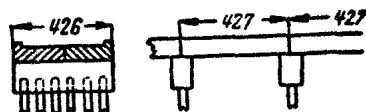


圖1 裝配板式上部構造

在大跨徑橋梁中，改用肋式結構是很自然的。最初幾座這種類型的構造物曾採用於鐵路橋中，是由兩個Π形斷面的部件裝

配而成，中間有縱向縫（圖2）。這些安裝的構件的重量相當大（達50噸）。

過了若干年後，建造了幾座桁架梁式上部構造的橋。在俄國，第一座這樣的橋於1908年時筑在以前的唐保夫省的曼蘇洛夫卡。該橋只有一孔，長11.7公尺。

1911年，契爾尼戈夫的捷司納河上建造了一座17孔、全長347公尺的桁架梁橋。當時這座橋是

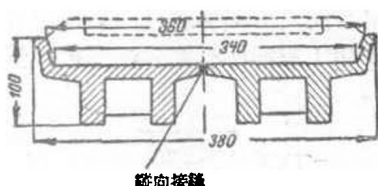


圖2 裝配肋式上部構造

世界上由裝配式鋼筋混凝土造成并有類似桁架的最大的橋梁之一。圖3所示系契爾尼戈夫橋的三孔跨徑。



圖3 格式桁梁組成的上部構造

蘇聯從1929年起建造了許多座跨徑在22公尺以下的類似這種結構的橋梁。在莫斯科——哈爾科夫的公路上，保存了若干座這樣的橋，它們在現代的重荷載下還能勝任。高加索在當時亦建造了這種類型的橋梁。

人民交通委員會中央通訊研究所在Г.П. 別列德里院士的領

导下，为了在铁路工程中采用工业化的施工方法，1931年时曾建議了一些中小跨徑桥梁装配式結構的設計[40]。为了減輕安裝構件的重量，曾建議采用把上部構造用縱向縫划分为3~4部分的組合板式上部構造，以及丁形構件装配成的肋式上部構造(图4)。这些丁形構件有許多橫隔板，安裝时用螺栓連結。

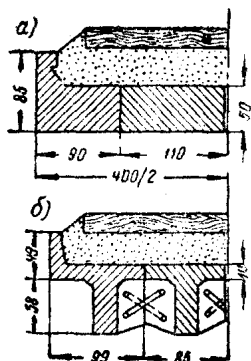


圖4 人民交通委員會中央通訊研究所建議的装配式上部構造：

a) 組合板式；b) 丁形構件装配成的肋式

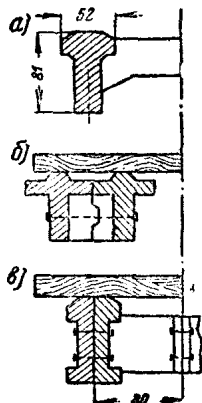


圖5 Г.П. 別列德里院士所建議的装配式鐵路橋上部構造

当上部構造組合部分的数量减少时，構造物的排水和防水就比較容易，縱向縫的数量可以减少，而各个組合部分的体积就会比較大而穩定。但为了在安裝时減輕重量起見，上部構造組合部分的数量增加到4~6块（甚至到6块）是比較合理的。

在铁路桥的上部構造中，減輕上部構造重量亦可采用如下方法：桥梁軌枕上仅鋪鋼軌而不鋪道渣。这样虽能簡化装配式桥梁的結構，但綫路的一致性却被破坏，并增加綫路养护工作的困难。

1932年在莫斯科—頓巴斯的铁路綫上，修造了13座跨徑为2.55和4.75公尺的不鋪道渣的桥梁，这些桥的結構是Г.П. 別列德里院士建議的。它們的上部構造或仅由一块块件組成(图5, a)，或由若干單独的構件装配成兩条或四条肋(图5, b和c)。

这些年中在Г.П. 別列德里院士的领导下，列宁格勒中央通

訊研究所在裝配式鋼筋混凝土橋的設計方面进行了巨大的工作，并同时进行了試驗和研究工作〔41〕。当时研究出来的一些基本原则，确定了裝配式鋼筋混凝土进一步发展的道路。

对装配式构件的接合处曾予以特别的重视，并曾拟制了各种类型的接头，其中有应用很广的环接。

梁式鐵路橋的上部構造，是為跨徑小於 15 公尺、主梁為實體腹板的橋梁而擬定的。對於大跨徑的橋，則編制了輕型空心腹板主梁的設計。

装配式钢筋混凝土桁架（图6）的设计方法，也是在当时提出来的。对于上承式的中跨径桥，桁架划分为若干节间，在节点处相结合。承受局部挠曲作用的上弦杆，在斜杆之间加以完全填充以加强之。下承式桁架，当跨径为42.5公尺时，所有构件均在节点处接头。

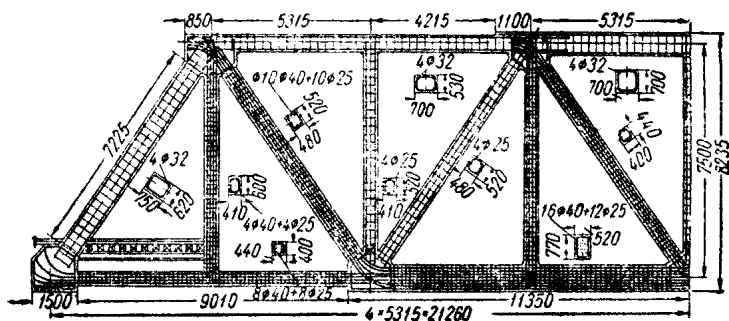


图6 跨徑42.5公尺的裝配式桁架(縱断面)

那时还拟制了跨徑为 20 和 45 公尺的装配式钢筋混凝土拱桥結構〔41〕。跨徑 45 公尺之上部構造の示意图，见图 7。

列宁格勒涅瓦河上的伏洛达尔桥，是按Г.П. 别列德里院士的设计修成的，这座桥的工程，是在露天预制场预制整个钢筋混凝土上部构造，并随后浮运至安装地点的范例。上部构造长 101 公尺，拱肋轴线间距为 20.2 公尺，重 4000 吨。浮运工作是用 4 条平底船（图 8）来完成的。

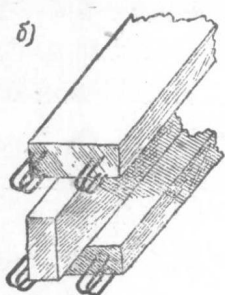
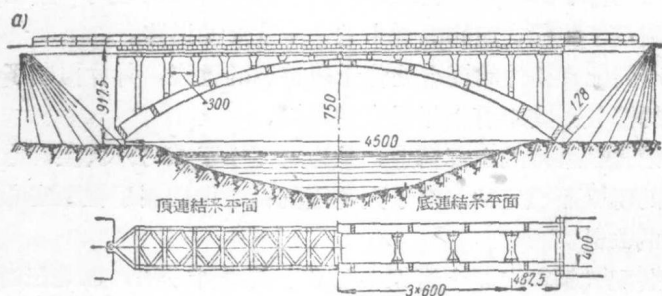


图 7 跨徑 45 公尺之裝配拱式上部構造：
a) 拱肋的全图和平面图； b) 拱肋的接头詳图

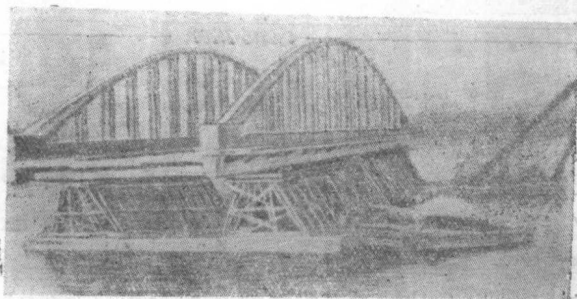


图 8 伏洛达尔桥上部構造的浮运情况

1935 年时，E.Л. 赫列勃尼可夫〔70〕闡明了在設計跨徑52 公尺以下之裝配式鋼筋混凝土鐵路拱桥(图 9)方面大規模研究工作的結果。对裝配式構件的接头問題給予了很大的注意，因而研究出若干种类型的金屬接头。这些接头，以及剛度較小的环接都經過了偏心压力的試驗。試驗証明，金屬接头的强度比环接的强度略高一些。在拱式上部構造的裝配方面，提出了許多施工方案，其中包括这种單孔和多孔拱桥的悬臂架桥法方案。

在三十年代末，前中央公路运输管理局編制了这样一种公路桥的設計跨徑 6 公尺，由若干根矩形断面的主梁及行車道板組成；主梁之間以 3 条系梁相联，而行車道板划分为若干个單独的構件，其中每一構件都支承在 3 根主梁上。

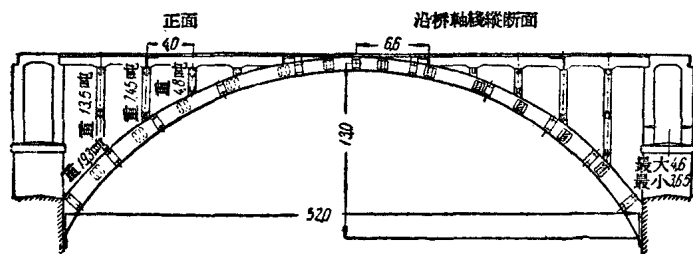


图 9 裝配拱式上部構造

若干年以后，全苏公路設計院于 1939 年編制了一种公路桥的設計这种公路桥的上部構造由工形主梁及裝配式行車道板組成。板的構件有縱向縫，縱向縫設在主梁上(图10)。主梁之間用就地澆筑的混凝土矩形系梁来联結。

1939 年时，在一条鉄路綫上曾修筑了一座長 6 公尺 重 35 吨的鋪有道渣的上部構造。同年，在修建阿克莫林斯克-卡尔塔雷鉄路栈时，采用了块件上部構造和块件墩台。块件是在工厂中預制的。这条鉄路的施工經驗，在发展鋼筋混凝土桥梁的裝配式結構方面，起了良好的作用。

桥梁工程局設計公司在那一时期編制了一座梁式栈桥的設

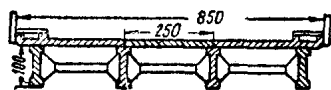


图10 装配式主梁和装配式行车道板组成的上部构造

計；該棧橋的上部構造由5根矩形斷面的主梁和装配式行車道板組成。板的構件無論在縱向或橫向都有接頭。按照這樣的設計，在1940年曾建造了一座長264公尺的橋梁

(圖11)。該橋的上部構造是在隔板的地方相聯而成為整體的，因此規定了採用環接。此外，為了使行車道板與主梁更好的連結，在結構中留出了專設的窗孔，上部構造裝配完畢後該孔才灌注混凝土。該橋的缺點是上部構造的縱向縫和橫向縫的數量太多。

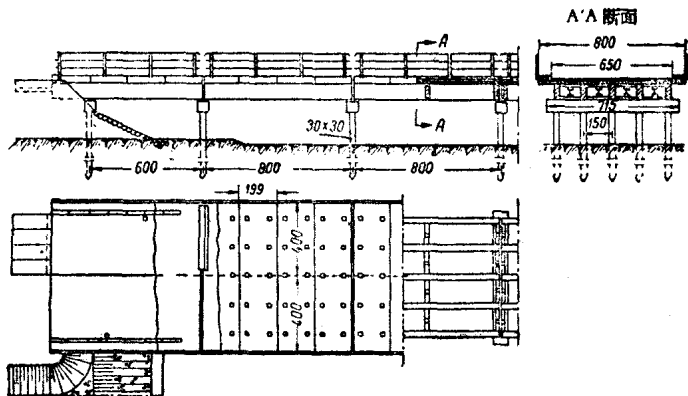


图11 装配式構件組成的桥梁

全苏公路設計院在1940年进行了征求装配式钢筋混凝土公路桥設計的工作。在所有应征的設計中，获得最高评价的是И.Е. 斯科利亞賓教授、А.И. 斯科利亞賓工程師与Б.И. 斯科利亞賓工程師所提出的設計。在这項設計中，他們提出了一些上部構造的圖式(圖12)，其中最成功的圖式是由Π形構件組成的上部構造圖式。

1941年时，人民交通委員部運輸桥梁設計院根据Π.Н. 波利卡尔波夫工程師的建議，也編制了由Π形装配式構件

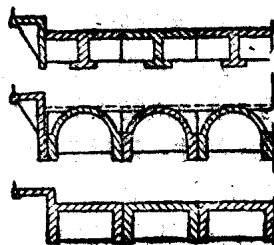


图12 由装配式構件組成的上部構造圖式