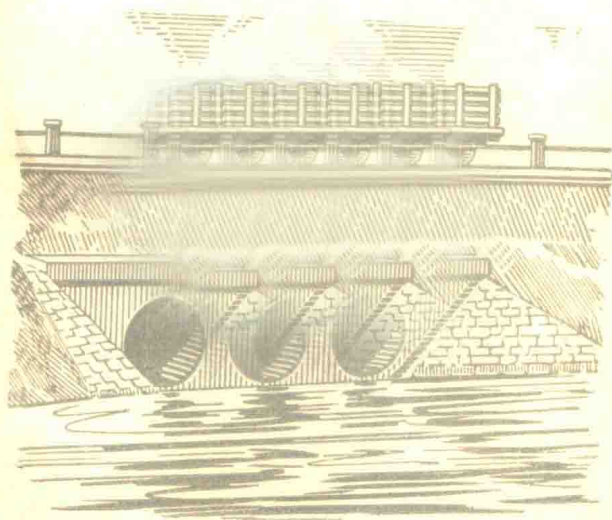


混凝土与钢筋混凝土桥涵的 工业化建造

B. B. 雅庫包夫斯基著
葛守善译



人民交通出版社

混凝土与钢筋混凝土桥涵的 工业化建造

Б.Б.雅庫包夫斯基著
葛守善譯

人民交通出版社

本書主要內容包括混凝土與鋼筋混凝土裝配式小型人工構造物各種裝配構件的製造、運送與拼裝的施工程序與勞動力組織等問題。

我國公路橋涵已初步採用裝配式結構的設計並開始付諸實施，本書對於這方面的需要適能及時配合。

同時此書亦可作為公路橋梁學校參考書。

統一書號：15044·1171—京

混凝土與鋼筋混凝土橋涵的工業化建造

В. В. ЯКУБОВСКИЙ

ИНДУСТРИАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ

МОСТОВ И ТРУБ

АВТОТРАНСИЗДАТ МОСКВА·1954

本書根據蘇聯汽車運輸與公路出版社1954年莫斯科俄文版本譯出

葛守善譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

機械工業出版社印刷廠排版

公私合營慈成印刷工廠印刷

1957年4月北京第一版 1957年4月北京第一次印刷

開本：850×1168¹/₃₂ 印張：7⁷/₃₂張 插頁2頁

全書：185,000字 印數：1—3,600冊

定價(10)：1.30元

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號)

目 录

原序	4
緒論	6
§1 小型人工構造物的性質	6
§2 小型人工構造物在公路工程中的地位	6
§3 小型人工構造物工業化快速施工法的优点	10
§4 裝配式小型結構物的發展簡史	11
第一章 混凝土与鋼筋混凝土小型人工構造物的裝配式結構	15
§5 對於裝配式結構的基本要求	15
§6 鋼筋混凝土裝配式圓形涵管	17
1 整节分段的鋼筋混凝土圓形涵管	17
2 柔性銕接鋼筋混凝土与混凝土涵管	19
3 圓形涵洞的裝配式洞口	24
§7 鋼筋混凝土裝配式蛋形与箱形涵洞	30
§8 小橋的裝配式墩台	38
1 樁式、柱式及樁柱式墩台	38
2 裝配式重型墩台	43
§9 裝配式鋼筋混凝土橋孔結構	47
1 裝配式橋孔結構的形式	47
2 普通鋼筋佈置体系的裝配式橋孔結構	50
3 用多層焊接鋼筋的裝配式橋孔結構	56
4 用方格鋼筋網的裝配式橋孔結構	60
5 預加应力裝配式橋孔結構	64
6 整体裝配混合式橋孔結構	68
7 各种裝配式橋孔結構的比較	72
8 鋼橋孔結構的鋼筋混凝土裝配式橋面系	77
第二章 制造裝配構件的預制工場	79

§10	預制工場的用途和种类·····	79
§11	裝配構件預制工場的組織·····	82
1	倉庫業務的組織·····	82
2	各種生產工間與作場·····	83
3	混凝土與成品的運輸·····	85
4	預制工場上的各種輔助企業·····	85
5	預制工場的工藝過程與生產率的計算方法·····	86
§12	計劃與組織預制工場的實例·····	87
1	設在有公路支綫的採石場中的暖季露天預制工場·····	87
2	供應100公里長的施工路段的暖季露天預制工場·····	90
3	設在鐵路支綫旁的暖季預制工場·····	94
4	全年施工的預制工場·····	96
第三章	裝配構件在預制工場上的製造·····	106
§13	在預制工場上製造鋼筋混凝土裝配構件的特點·····	106
§14	模板的製造·····	107
1	模板的種類和規格·····	107
2	木模板製造工間的組織·····	109
§15	鋼筋的備制·····	111
1	裝配式結構物的各種鋼筋·····	111
2	鋼筋備制工間的組織·····	112
3	鋼筋的備制過程·····	114
4	鋼筋骨架的備制·····	120
§16	混凝土拌和料的拌制與運輸·····	124
1	混凝土拌和料及其規格·····	124
2	混凝土拌制間的組織·····	125
3	混凝土拌和料的運輸·····	127
§17	混凝土與鋼筋混凝土產品和裝配構件的製造·····	132
1	墩台塊件、涵洞洞口、板和其他成品的製造·····	134
2	鋼筋混凝土樁、柱和其他長形構件的製造·····	136
3	裝配式鋼筋混凝土橋跨梁的製造·····	139

4	混凝土与钢筋混凝土涵管的制造	145
§18	各种密实混凝土的方法	149
1	混凝土震动法	149
2	混凝土真空作业法	156
3	离心力旋制涵管法	166
4	混凝土滚压法	167
§19	加速混凝土硬化的各种现代化方法	167
1	概述	167
2	混凝土的化学快硬剂	170
3	混凝土与钢筋混凝土构件的蒸汽加温法	171
4	混凝土与钢筋混凝土构件的高压蒸汽加温法	177
5	混凝土电热法	180
6	钢筋混凝土装配结构中《冷》混凝土的应用	189
第四章	装配式小桥、涵洞的拼装	190
§20	装配构件的运输	190
1	装配构件的运输工具	190
2	装配构件装载与运送前的准备工作	190
3	装配构件的运输	192
§21	涵洞的拼装	195
1	整节分段圆形涵管的铺置	195
2	圆形涵管洞口的拼装	198
3	装配式箱形涵洞的拼装	200
§22	装配式墩台的拼装	202
§23	装配式桥孔结构的拼装	210
1	用可移动的悬臂起重机安装桥孔结构梁	211
2	用闸门式起重梁、双悬臂起重梁、和塔式起重机安装桥孔结构梁	215
3	用龙门架起重机安装桥孔结构梁	217
4	不用起重机安装桥孔结构梁的方法	222
5	桥孔结构的合成整体	226

原 序

苏联的工程机构面临着下列各项问题：如何提高工程的速度，如何减低建筑工程的繁重程度，以及如何認真降低造价而同时又能提高工程质量。

建筑工程工业化，能够根本改善建筑生产的方法，全面地解决上述各项问题。

桥梁工程工业化是指尽量地在专门的工厂中扩充标准化构件的生产，然后在工地上用它们来拼成桥涵建筑物。

苏联共产党第十九次代表大会关于 1951~1955 年苏联发展第五个五年计划的指示中指出：

[必须保证广泛采用工业化的建筑方法……，建立必要数量的制造钢筋混凝土产品的工厂，……。]

1954 年 4 月 20 日苏联共产党中央委员会和苏联部长会议关于发展装配式钢筋混凝土结构和建筑配件的生产的决议中指出：[工业与民用建筑如采用装配式钢筋混凝土结构物，就能节约钢材，减少木材的消耗，并能增加劳动生产率和加速工程进度……] ①

在苏联，快速的工业化的建筑施工的应用范围极为广泛。在本书中作者仅讨论修筑公路时如何用工业化方法建造装配式混凝土和钢筋混凝土涵洞与小桥的问题。

小型桥涵虽然在修筑公路工程中所占的比重不大，可是桥涵建筑物的施工方法与期限却会严重地影响到全路的施工组织。

在采用流水快速施工法时，桥涵工程应当在路基工程和路面工程之前完成，为了做到这一点，就必须用新颖的工业化快速施工法来建造桥涵。

根据许多干线公路（莫斯科—辛菲罗波尔、基辅—哈尔科

① 载 [消息报] 第 197(11576) 期，1954 年 8 月 20 日。

夫一羅斯托夫等公路)的建築經驗,我們完全証實了上述建造小型橋涵的施工組織法是正確的。

作者在本書中根據蘇聯公路總局和筑路總局的經驗,以及伏爾加—頓河運河區各條灌溉運河上的公路橋梁的修築經驗,在這方面嘗試性地作出了某些總結。

• 本書主要研究裝配式結構鋼筋混凝土構件的製造、運送與拼裝的生產程序和勞動力組織等問題。

第一篇介紹涵洞與小型公路橋中某些最普遍應用的裝配式結構物的設計資料。

• 裝配式建築物的構造與施工方法的進步是這樣地迅速,以致待此書問世時,預制裝配結構方面必有更新的補充資料出現,而本書所述的構造與施工方法將重新評定其是否依然適用。因此,作者將極其感謝一切對本書提出的批評意見。

作者對斯大林獎金獲得者И. А. 哈贊工程師深深致謝,哈贊工程師校閱本書時曾補充了新穎的寶貴資料。

緒 論

§1 小型人工構造物的性質

公路小型人工構造物包括長度在 30 公尺以下的桥梁与 在·复杂性 和尺寸方面与此类似的其它道路建筑物。①

小型人工構造物佔据公路全部建筑物中相当大的部分。平均每兩公里公路上有三座小型人工構造物，而其中 70% 以上是涵洞。

小型人工構造物可用木、石、混凝土、鋼筋混凝土及鋼等类材料筑成。木桥涵一般只在当地产木地区採用，並且多半用来作为临时性建筑物。金屬小型建筑物，如生鉄涵洞或有皺紋的鉄皮涵洞、鋼管樁或輾成型鋼樁涵洞、以及除在特殊情况之外目前都很少採用的短跨鋼梁桥等。高級路面公路上小型人工構造物主要用混凝土与鋼筋混凝土的桥涵，这种桥涵就是本書研究的对象。

以下为数种最为普遍的小型人工構造物，即鋼筋混凝土圓涵洞(圖 1)，平頂涵洞(圖 2)，实体墩台鋼筋混凝土桥(圖 3)，以及立柱式或樁式墩台的鋼筋混凝土桥(圖 4)。

蛋形涵洞很少見到，現在往往用既經濟又簡便的平頂式涵洞(箱形涵洞)替代。

各种形式的小型人工構造物上有許多性質相同或相似的構件結構。这样就使小型桥涵能广泛採用裝配式構造，並且可以用工業化方法来制造这些裝配構件。

§2 小型人工構造物在公路工程中的地位

小桥涵建筑工程包括在整个公路建筑工程之内，並且和它有密切的联系。

① 小桥淨跨通常在 12 公尺以下。跨徑超过此值者屬於中桥与大桥。見 1943 年 3 月 3 日苏联公路总局所頒佈的 [公路桥涵設計技术規範]。

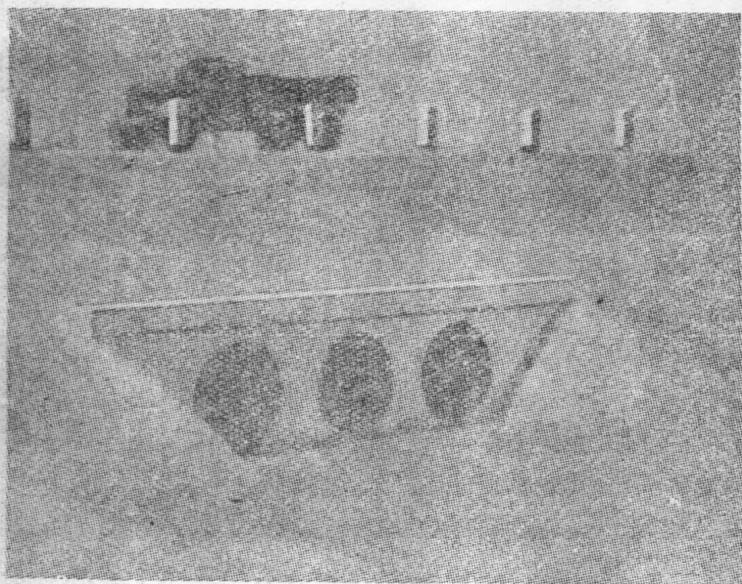


圖 1 有同牆式裝配洞口的鋼筋混凝土三孔圓涵洞

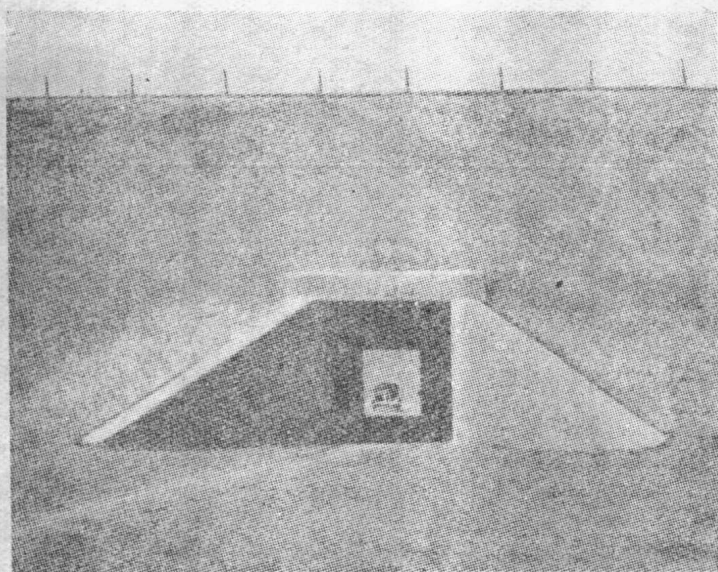


圖 2 有鋼筋混凝土板梁平頂的混凝土涵洞

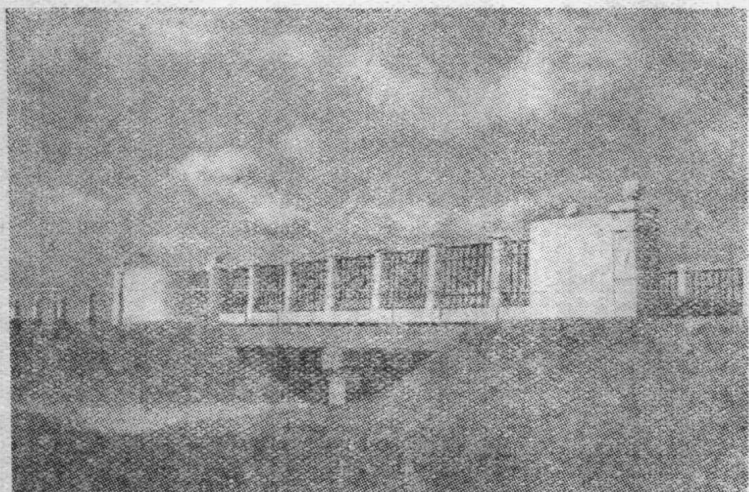


圖 3 实体墩台鋼筋混凝土小桥

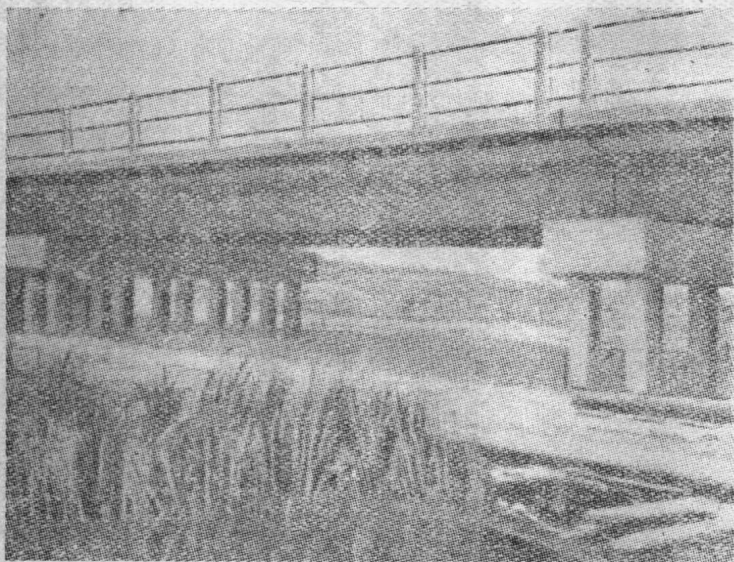


圖 4 樁式墩台鋼筋混凝土小桥

公路建筑中其它各项工程施工之成败往往視小桥涵洞建筑之成败而定，其中尤以修筑路基与鋪設路面最为有关。

如建造小桥、涵洞的施工进度表与修筑路基的施工进度表配合得不好，則在筑路工程进行中可能發生土方工程在小桥涵建筑工程之前完工的情况，以致在初修的路堤中必須預先留出一段段为建筑小桥、涵洞用的缺口，於是用来堆填路堤的各种机械，如鏈土机、推土机、平地机等等每临缺口就要中断其工作，待駛过便道后，再在缺口以后的路基上繼續工作。

如果桥涵工程未能在設置垫層与基層的工程开始以前竣工，則小桥涵处路基中之缺口也会妨碍压路机与运料卡車的正常工作。

为了避免上述情况起見，有时將尚未建造小桥、涵洞之窪地用土全部填滿。这样，能保証土方工程机械作業队的工作不致中断，不过以后建造桥涵时又必須重行挖开填土，於是就要多做附加的工作，因此这种迫不得已的施工組織方法也不能認為是令人滿意的办法。

还必须注意到：如果路基中預留着建筑小桥、涵洞的缺口，或在已經填好的路堤中再挖成这种缺口，那么桥涵之間的路基与桥涵兩头毗連路基的堅实程度便有差別。这样就会造成桥涵兩头路基的沉落。

因此小桥、涵洞必須在桥涵范围附近堆填路堤的土方工程开始以前完工。

筑路工程如能採用流水作業施工組織法，則能更好地解决这个問題。

如果建筑公路的大部分工程（80~90%）都是十分均匀地沿着路綫分佈而工程进度又可以《直綫》表示，則能使用流水作業法。这些都以《直綫》进展的各项工程可用大致相同的速度依次完成。高的填坡，大桥、中桥及其引桥，以及深路堑等等均可列为《重点》工程，並且这些工程应当在各项流水作業綫上的工程开始以前及时完成，否則《重点》工程之处即呈缺口現象。操縱

建造桥涵整套机械的工作队应当走在筑路工作队的后面，如此在施工过程中所有的土方工程机械作业队都可以在已经修筑好的桥涵上通过，为了保证能做到这一点，筑好的涵洞顶上必须立刻填土，小桥的引堤也要堆填得让平地机、铲土机、推土机等等能在土方工程施工过程中在桥上驶过。^①

堆填涵洞与桥梁路堤的土方工作应当由建造这些桥涵的工作队来做。

为了使得小桥、涵洞建筑与土方工程配合协调，以便正确施行道路工程施工组织起见，必须改用装配式构造的小桥、涵洞。如果仍旧沿用就地浇筑法建造小桥、涵洞，则在技术上就很难正确地用流水作业法迅速完成筑路工程。由于须设置桥孔结构与箱形涵洞的支架以及几乎桥涵全部构造构件的模板，并由于必须将混凝土与钢筋混凝土结构物保育至混凝土达到必要的强度方可拆模的种种原因，均使得就地浇筑小桥、涵洞的施工方法不能配合现代化筑路工程所要求的流水作业的施工速度。

§3 小型人工构造物工业化快速施工法的优点

如将结构物的各种构件移往专门的工厂中或企业中预先制造，则可获得下列成果：

1. 应用最完善的混凝土与钢筋混凝土工程的组织法与施工法（能仔细选配骨料，采用有效的掺合料，使用震动法、蒸汽加热法与真空作业法来加强混凝土构件，以及得以多次利用模板，提高其周转率等等）。

2. 由于更合理的与全面的利用机械而能使混凝土与钢筋工作达到高度机械化。

3. 因能合理地使用高级混凝土，致可选定较有利的构件断面，把省下的材料用在辅助生产上；又由于采用最完善的施工组

① B. A. 包钦：《用流水作业法修筑公路的经验》，1950年出版。该书详细说明了关于用流水作业法修筑公路的施工组织问题。

織与施工方法，裝配式結構物的技术經濟指标乃得提高。

4. 能进行常年性的連續施工。

5. 由於在工厂中技术管理較好，採用的施工方法較完善，對於成品与材料的檢查性試驗又較严格，产品質量当然提高。

6. 因为用預制構件来裝配比之就地建造所須的时间少，所以能縮短建筑施工的期限。

7. 由於能減少大量的次要生产与堆棧，並由於大大的減少了工地的劳动力数量，工地施工条件乃得改善。

由上述各点，可知桥涵建築物的質量必能提高，其建筑費用可以減低，施工方法亦得改进，劳动生产率也能增加。

§4 裝配式小型結構物的發展簡史

大約远在五十年前俄国已初次試用裝配式鋼筋混凝土小橋、涵洞。

根据 B. Г. 列昂托維奇教授的証实，早在 1906 年公路桥梁上已採用过裝配式的墩台和鋼筋混凝土桥孔結構，当时在波尔塔瓦曾設立了一个專門制造桥梁裝配構件的建筑工場。

1907 年远东铁路也在專門的建筑工場上預制过一塊塊 $1.70 \times 0.67 \times 0.20$ 公尺大的半吨左右重的鋼筋混凝土板，以供运往一座已通車的桥梁上更換木梁。^①

十月革命后苏联建筑铁路时也採用过裝配式鋼筋混凝土墩台与桥孔結構，例如 1931 年苏联巴什基里亞铁路工程局曾用过鋼筋混凝土箱形構件来裝配成某几座桥的桥台。

大規模設計裝配式鋼筋混凝土中小桥、涵洞的工作於 1931 年开始，該項工作由运输工程学院列宁格勒分院在 Г. П. 彼烈傑利院士領導之下进行的。1932 年修筑莫斯科—頓巴斯铁路的复綫时，曾按照这种設計建造了 13 座裝配式桥梁。随后，於 1939 年在奥尔斯克—頓巴罗夫斯基煤矿铁路上建造 40 座桥梁时曾用了 40 孔

① A. M. 馬利采夫：「远东铁路上的鋼筋混凝土建築物」，1908。

6公尺跨徑的、在工場上預制的桥孔結構。这些桥孔結構是靠蒸汽機車拖来安裝的。用上述方法，比之假定直接在桥孔中就地澆筑实体桥孔結構要节省60%的模板和35%的劳动力。^①

苏联在鐵路運輸方面与在工業建筑方面的科学研究機構的研究与实验工作使在1935年已能發表关于裝配式鋼筋混凝土結構物的專門指示。

通过苏联共产党第十八次代表大会关于發展建筑工業的历史性決議以后，裝配式結構物就特別广泛地普及起来。

1939年5月和1940年3月，苏联科学研究院技术科学部門的運輸組举行了多次的會議来討論快速施工的問題。

在桥梁建筑方面，这些會議拟定了下列各項任务：

1. 作出临时路綫与便綫上用的拼拆式木桥和鋼桥的設計。
2. 研究出如何在工厂中用防腐过的木材做成裝配式木桥的設計。

3. 研究桥梁（桥孔結構与墩台）和涵洞的装配構造，使得装配構件的件数尽量減少，構件的形狀和重量均便於运输，並使裝配式桥涵的体积比之重型桥涵的体积減少20%。

1939年修筑卡尔塔雷—阿克摩林斯克鐵路时初次採用了以大量生产的各种塊件建造小桥、涵洞的工業化快速施工法。

各种塊件先在專門的工厂制成，然后运往建筑桥涵的現場，再用履帶式起重机安裝就位。各項工作按照平行—流水作業进度表同时在数項工程中进行。

1940~1941年間列宁格勒運輸学院桥梁設計处在И. А. 塔拉施馬諾夫工程师的领导下作出了鋼筋混凝土板梁，以及分段的和整体的1.07至6.00公尺跨徑的桥孔結構。上述結構物均可用卡車运送，並用履帶式起重机装配就位。每个部件重約5.2吨。圖5中介紹上述桥孔結構的各种橫截面。

苏联在偉大的衛國战争后基本修复鐵路小桥时，也用一塊塊

① 載《鐵路建筑》雜誌第24期，1939年出版。

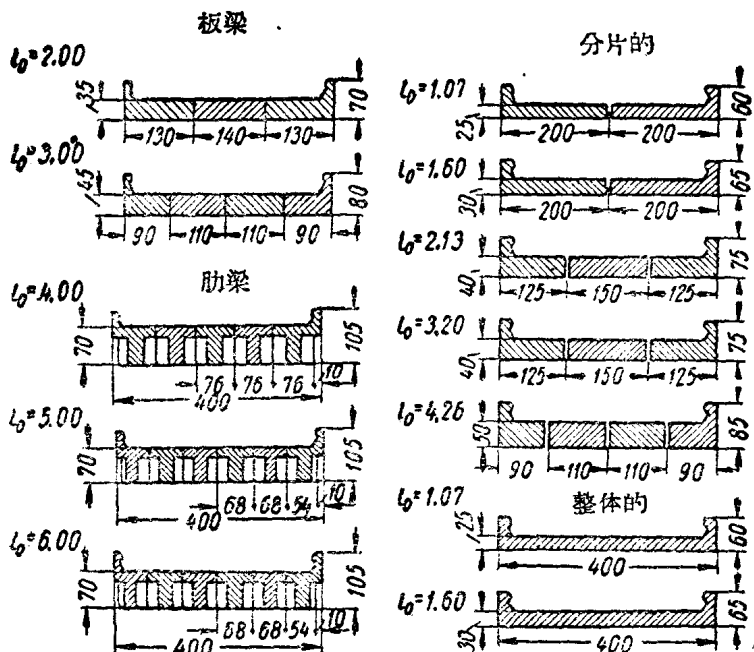


圖 5 1940~1941年間所設計的鐵路桥梁裝配式
鋼筋混凝土橋孔結構的各種橫截面

的混凝土塊件來拼裝成各種桥梁結構物。1946年在東南鐵路的利斯基—阿列克謝耶夫斯克段上首次在本基修復中廣泛運用上述方法。各種個別的塊件先分送至鐵道平台上再用18噸的鐵道起重機來安裝。

根據蘇維埃鐵路建築人員的經驗，確定建造裝配式小橋、涵洞的速度比之整體式的可以快上5~6倍。

蘇聯在裝配式鋼筋混凝土結構物應用於民用與工業建築方面的成就則更大。蘇聯在應用裝配式鋼筋混凝土結構物方面的建築技術發展得比資本主義國家快，並且在採用許多種裝配式結構物方面，也佔據優先的地位。例如Π字形板蘇聯在三十年代之初即已應用，而德國在1940年開始應用，至於美國則更遲至1945年方採用。空心梁蘇聯三十年代已應用（即西馬諾夫—卡爾馬諾夫

式梁)。關於有橡皮墊層的空心架的研究則在 1938~1939 年已在莫斯科進行，而美國在 1940 年才開始生產這種類型的梁。^①

在公路橋梁方面，則三十年代之後半期蘇聯已開始設計並完成一些裝配式橋孔結構，這些結構物分成零星小塊，靠輕型起重機拼裝起來。

蘇聯公路總局在 1939~1940 年間所進行的更輕巧的裝配式結構物的設計競賽是發展裝配式公路橋梁的一個很大的推動力。

蘇聯在戰後恢復與發展國民經濟時期內，公路橋梁發達得極其普遍，目前全部小型橋涵都已不再用整體式的了。

最普遍的幾種裝配式橋涵結構物為：有喇叭形裝配洞口與回牆式裝配洞口的鋼筋混凝土涵洞，箱形涵洞，樁式涵洞，裝配式橋台及橋墩，以及裝配式鋼筋混凝土整段橋孔結構與分塊栓合橋孔結構。

① 見技術科學碩士 С. Я. 列文著：「發展大量生產混凝土與鋼筋混凝土配件與結構物的基本問題」，載蘇聯混凝土與鋼筋混凝土結構物學會的彙報 IV 集，1949 年出版。