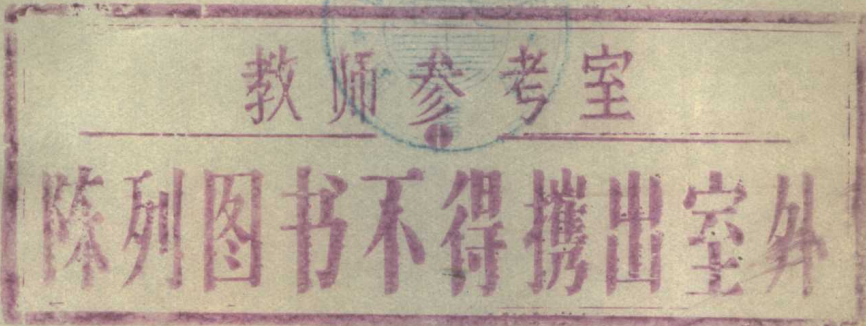


114216

钢筋混凝土桥梁工程 的工业化及机械化

斯大林獎金獲得者

И.А. 伊凡慶果 Б.А. 查布洛金 Е.А. 西鐸洛夫著



人民铁道出版社

170

鋼筋混凝土桥梁工程的工业化及机械化

斯大林獎金獲得者

И.А.伊凡慶果 Б.А.查布洛金 Е.А.西鐸洛夫著

顧 懋 勛 譯

人 民 鐵 道 出 版 社

一 九 五 六 年 · 北 京

本書闡述蘇聯在大中跨度鋼筋混凝土桥梁工程採用常
備結構和機械化主要作業過程的經驗，並指出桥梁工程進
一步工業化及機械化的道路。

本書供工程技術人員——桥梁設計和建造人員——之
用。

鋼筋混凝土桥梁工程的工業化及機械化

ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ПОСТРОЙКИ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

И. А. ИВАНЧЕНКО

蘇聯 В. А. ЗАБРОДИН 著

Е. А. СИДОРОВ

蘇聯國家鐵路運輸出版社 (1952 年莫斯科俄文版)

ГРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1952

顧懋勛 譯

人民鐵道出版社出版 (北京市霞公府17号)

北京市書刊出版營業許可證出字第 010 号

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印 (北京市羅國門外七聖廟)

1956 年12月初版第1次印刷平裝印1—3,085册

書号: 658 开本: 787 × 1092_{1/16} 印張10_{3/4} 插頁4 字數241千 定價 (10)1.60元

目 錄

作者序

第一章 鋼筋混凝土桥梁建筑工業化及机械化的主要道路

1. 裝配式鋼筋混凝土	6
2. 常备的拆 - 裝式輔助結構	17
3. 鋼筋和模殼安設工作的骨架 - 大件法	26
4. 綜合的机械化和特种裝备	34
5. 施工組織的流水作業法	37
6. 拆 - 裝式居住、文化 - 生活和工厂房屋	40

第二章 常备的輔助結構

1. 常备的桁架式拱心架	42
拱心架的結構	42
在各种不同跨度的拱桥中利用拱心架的实例	54
拱心架的安裝	70
关于 $l=140m$ 拱心架的一些計算資料	83
利用拱心架結構於其他工作	93
2. 工字梁常备拱心架	93
拱心架的結構	93
拱心架的採用	97
3. 其他类型的常备結構	102
構架式常备 質架	102
万能常备結構УИК-М	109

第三章 主要作業过程的机械化, 特殊設備

1. 混凝土的准备	118
混凝土業的要素.....	118
常备集料倉庫.....	119
常备的机械化水泥倉庫.....	127
混凝土拌合机房.....	136
混凝土的机械化生產設備的示例圖.....	141
2. 纜索吊車	143
將纜索吊車採用於鋼筋混凝土橋的修建上.....	143
纜索吊車的鐵架(塔)的定型結構.....	152
纜索吊車的定型絞車.....	157
纜索吊車的基本参数的選擇.....	159
3. 特別裝备	164
浇筑混凝土地段內分配混凝土的成套机具.....	164
为拆除拱心架而用的千斤頂裝置.....	169
安裝吊机.....	178

作者序

在苏联共产党第十九次代表大会关于第五个五年计划的指示中，对于国家铁路网今后的发展，寄以特别深切的注意。

在1951—1955年间，增设第二线要较上一五年计划增加60%左右，修筑和交付永久使用的新建铁路，约较1946—1950年增加1.5倍以上。

在新的五年计划中，应广泛推行建筑工程的工业化方法，完成主要修建工作的机械化，并保证由个别作业过程的机械化过渡到建筑工程的全盘机械化。

推行工业化和机械化，对于铁路修建工程中即使最为繁重的工作，如修建大跨度的钢筋混凝土桥，亦可使其简化和加速。

斯大林五年计划时期，在国内桥梁修建方面，系为钢筋混凝土结构最得广泛采用和发展的时期。在任何一个国内从没有像我们在1930—1940年间那样同时修建过这样多的钢筋混凝土桥。仅指出下列各桥：在德涅泊彼得洛夫斯基跨越德涅泊河的钢筋混凝土桥，其长度系为欧洲最大者，在伊尔库茨克跨越安卡拉河的城市桥，在高尔基城跨越伏尔加河和在喀什尔城跨越奥加河的钢筋混凝土桥的引桥部份，在列寧格勒跨越涅瓦河的城市桥，在莫斯科城内和莫斯科运河上的桥梁和其他一系列的桥梁，即足证明。

钢筋混凝土，作为一种材料来说，实际上是不会衰老的，它在全苏桥梁建筑中占有巩固的和备受欢迎的地位。我国在1951年修建了一系列大跨度的钢筋混凝土桥，其中非常庞大的铁路公路双层桥，具有在钢筋混凝土中228公尺拱跨的新纪录，这决非偶然的。

在作比较方案时，具有合理设计的钢筋混凝土桥的造价没有一次令人相信可变得较小于同样大小的钢桥的造价。但是事物的实质不仅在于造价——混凝土是唯一重型构造材料，其强度不但不与年俱减，反而与年俱增。在全苏铁路货运不断增加的条件下，混凝土在钢筋混凝土拱桥中的这一特点是难于估量的。

钢筋混凝土对于技术修建有可能赋以好多形状和轮廓，以使桥梁美化，成为最容易融合于当地条件的纪念性建筑艺术作品，这是它的毫无疑问的优点。

最后，不可不考虑到钢筋混凝土桥在修建上是相当简单的，不像钢梁需要在桥梁厂内制造。当然，钢料也须应用于钢筋混凝土桥的修建中，但这并不是角钢和钢板，而是简单的钢筋。就钢料耗费而言，当钢筋混凝土拱跨为25M及25M以上时，

其耗費量僅佔同樣大小的梁式鋼橋重量的40—50%。

為欲以最高的速度恢復國民經濟在衛國戰爭時期所曾遭受的嚴重破壞，有必要對高速度建設的發展給以強有力的推動。在鋼橋修復中，高速度修建橋梁方法曾得到廣泛應用。我們的重工業工廠保證了鋼梁的大量生產，這種鋼梁系按快和省的拼裝而設計出來的。

橋梁修建人員在其本身方面更精通了半懸臂和全懸臂拼裝，製造了和採用了一系列的電動安裝吊機，這樣就便利了和更大地加速了鋼橋的拼裝工作；其中大型的安裝構件重達35噸。

鋼結構方面的設計人員，橋梁修建人員和工廠製造人員的友好合作對於縮短鋼橋拼裝工期給予了保證，並在人力和材料上取得了巨大的節省。但是，基於這些鋼橋安裝方面的成就，從而評判建築鋼筋混凝土橋為不利，將會是不正確的，如基於修建鋼筋混凝土橋較諸用鋼梁修建時至今尚需較多的時間，從而評判鋼橋為優越，也恰好將會是同樣地不正確；這些工期並不是一成不變的，也不是非此不行的——這些工期也應如鋼梁安裝一樣地縮短。

就是修建鋼筋混凝土橋這樣繁雜的工作，亦必須使其工業化起來，因此必須先行制作新型結構以保證降低其工作量，從而大大地滿足工業化製造的條件，並以常備結構供給現場，按照將全國數十處修建現場考慮在內的統一計劃，組織經租此項特別設備並使達到最大的週轉。還須提高建築工程的機械化水平，因此必須先行供應現場以強大的吊機和特別裝備。建築工程工業化和機械化的偉大和重要任務，只有依靠設計人員和施工人員的緊密與創造性的合作，統一於求其解決的共同願望，才能臻於完成。

本書目的系為闡明1930年成立以來的橋梁公司所積累的修建各種不同形式鋼筋混凝土大橋方面的經驗，並尽可能規劃出鋼筋混凝土大中橋修建工程進一步工業化和機械化的最近道路。

在本書編著時，著者們沒有將鋼筋混凝土大橋的修建方法，其中包括所有建築過程，予以全部敘述，而僅指出那個系為新的和最主要的，但迄今尚未在技術文獻中得到充分闡述的方法。

並列於業經試驗和正在推行的機械化的結構和方法，經將若干擬具的建議予以介紹，這些建議，在每一個保留的情況下，需要作業方面的核對和研究，但是，按照我們的意見，在鋼筋混凝土橋修建工程的進一步機械化和工業化的道路上，它們代表着前進的一步。

第一章 鋼筋混凝土桥梁建筑工業化 及机械化的主要道路

在桥梁的修建中，可充份分明地区分出三大类工作：

1) 准备工作，包括側綫的鋪設和居住村鎮、办公房屋、材料倉庫以及輔助生產企業（动力厂、混凝土工厂、鋼筋配制場及木工間等等）的各項营造；

2) 墩台建筑；

3) 梁部建筑。

当修建大中桥时，准备工作，在人工和材料消費上，佔到全部工作量的25%，而在時間上，往往可延續到全部工期之半。还可設想，准备工作，無論在鋼桥或鋼筋混凝土桥的修建上，對於工期和工費可起同等程度的影响。所不同者，僅在修建鋼筋混凝土桥时須建設巨大生產量的鋼筋工作場和混凝土工厂以及鋼筋、水泥和集料的倉庫以代替鋼桥擴大拼裝中的鋼材倉庫和裝备場地而已。

墩台建筑的經濟問題系为一个完全独立的論題，它不僅包括設在天然或人工基礎上的墩台基礎工程的構造和方法，而且也包括修建墩身台身所可採用的結構形狀和施工方法，这些都可同样地影响到桥梁建筑的成功，無論桥梁上部結構是鋼的或是鋼筋混凝土的。所以，在互作比較的情況下，墩台建筑，對於工作条件和工作數量而言，在鋼筋混凝土桥和鋼桥中，是處於几乎相等地位的，但在拱桥中，則墩台工作量需要少許增加，且其結構形狀亦要繁复一些。

因此，当考慮修建鋼筋混凝土桥的最合理方法及其工業化和机械化問題时，应將注意力集中到桥梁上部結構的修建上，其工作量、經濟性和施工期限就可決定工程的性質。与此同时，还应考慮到就是存在於准备工作上的一些問題，这些問題對於整个工程經濟的影响，以其在工程總額中佔有偌大的比重，乃是顯而易見的。

为了正确地判断鋼筋混凝土大中桥的梁部建筑技術所当發展的方向，应取桥梁修建中所得的結果作一技術經濟分析。在表1中列举自1931至1939年間修建的三座鋼筋混凝土铁路大拱桥，孔徑： $6 \times 45\text{M}$ ， $14 \times 52\text{M}$ 和 $1 \times 120.7\text{M}$ ，所用木料、人工和修建時間的报道。

在列举的資料中当注意到桥梁上部建筑時間的非常拖長，特別是在大跨度的桥梁中激增尤甚。如建造6跨45M或14跨52M的桥梁需要6个月而当一跨需要建造时

鋼筋混凝土橋梁部建筑所需木料、人工和工期

表 I

順序号	工 作 名 称	木 料		人 工		一跨梁部建筑時間		梁部混凝土体积 M ³	全桥梁部建筑時間 日
		M ³	%	人日	%	日	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

I. 鋼筋混凝土穹拱 $l=45.0M$

1	拱心架.....	210	58.0	1,500	36	45	43	a) 穹拱內	180日 (8跨梁)
2	拱的模殼.....	50	14.0	480	11.5	5	5	150	
3	拱的鋼筋.....	—	—	480	11.5	20	19	b) 拱上構造內	
4	拱上構造的模殼.....	80	21.0	540	13.0	12	11	150	
5	拱上構造的鋼筋.....	—	—	420	10.2	8	8		
6	澆制混凝土的准备工作...	25	7	280	6.8	5	5		
7	拱的混凝土澆制.....	—	—	230	5.5	5	5		
8	拱上構造的混凝土澆制...	—	—	225	5.5	5	4		
合 計.....		365	100	4,155	100	105	100	300	

II. 鋼筋混凝土拱 $l=52.0M$ 單軌道鉄路上承桥

1	拱心架.....	248	50	2,490	40	48	45	a) 拱內	180日 (14跨梁)
2	拱的模殼.....	90	18	638	10	6	5.5	180	
3	拱的鋼筋.....	—	—	500	8	12	11	b) 拱上構造內	
4	拱上構造的模殼.....	120	24	1,100	17.5	15	14	120	
5	拱上構造的鋼筋.....	—	—	700	11	10	9.5		
6	澆制混凝土的准备工作...	40	8	400	6.5	5	5		
7	拱的混凝土澆制.....	—	—	260	4	4	4		
8	拱上構造的混凝土澆制...	—	—	200	3	6	6		
合 計.....		498	100	6,288	100	106	100	300	

III. 鋼筋混凝土拱 $l=120.7M$ 双軌道鉄路和双車道公路中承桥

1	拱心架.....	4,855	70.0	29,850	54	185	38	a) 拱內	300日
2	拱的模殼.....	790	11	4,650	8.5	30	6.5	1476	
3	拱的鋼筋.....	—	—	3,200	6	20	4.5	b) 桥面系內	
4	拱上構造的模殼.....	1,005	14	5,950	10.5	100	21	1552	
5	拱上構造的鋼筋.....	—	—	3,300	6.0	60	12.5		
6	澆制混凝土的准备工作...	370	5	3,420	6	45	9.5		
7	拱的混凝土澆制.....	—	—	3,150	5.5	20	4		
8	拱上構造的混凝土澆制...	—	—	1,970	3.5	20	4		
合 計.....		7,020	100	55,490	100	480	100	3028	

間105—106天時，則建造一跨120M跨徑的橋梁須要延長至480天亦即16個月。

在梁部每 $1M^3$ 鋼筋混凝土上所費的木料和勞動力是非常高的。此項消費，在中橋中各為 $1.7M^3$ 和21人日，而在大橋中則各為 $2.3M^3$ 和18.5人日。

全部木料的50至70%是用於拱心架上的，並且較大的百分率系屬於較大跨度的拱。

贗架拱心架的建築，在勞動力方面，佔整個梁部建築人工的36至54%，並且相應的勞動力系與孔徑的加大俱增。在建立拱心架的全部工作中，約有75%的工作須在橋孔內就地進行，此項工作在時間上佔梁部建築全部工期的38至45%。

製造和安設拱的模殼及鋼筋所需的勞動力佔全部人工消費的14至23%，而將模殼及鋼筋安設於橋孔內的時間，則佔全部工程時期的11至24%，此項安設模殼鋼筋的時間對於建橋工期起有直接影響的。

拱上構造的建築，包括只可在橋孔內就地進行的各項工作，在時間上佔23%（45M孔徑者）至37%（120M孔徑者）。

在拱身和拱上構造的澆制混凝土的本身過程中，勞動力的消費佔全部勞動力消費的7—11%，而其工作時間則為全部施工時間的8—10%。澆制混凝土的准备工作，在時間上佔全部時間的5—9.5%，在勞動力上佔全部勞動力的5—6.5%。

當分析這些資料時，應注意到它們只反映材料和勞動力的直接消費，並未計及准备工作和輔助工作上的消費；該項工作包括居住村鎮、建築場地、材料倉庫及運輸建築等等的建設在內，總加起來合為全部消費的25%。至於准备工作的工程量，特別是居住村鎮，它和建築橋梁主要部份所需的勞動力是有直接關係的。

關於造橋工程中勞動力和工期方面似此不能令人滿意的情況，將其好多原因歸納起來，可說這些原因主要是在於輔助工程方面需要大量的勞動力以及施工上不具備高度的機械化和特別的裝備。

這兩個原因中的第一個是這樣產生的，就是：輔助結構（贗架和拱心架）系用木料制成，且在每一實例中，為了面臨的具體工程，只是個別性的。

特別的起重機和運輸工具的缺乏不許可採用裝配式鋼筋混凝土結構，並使大部份的作業過程（達85%），在極為零碎的狀態下（例如順着構件方向逐一設置鋼筋等等），須在施工條件不利的地方就地進行。

鋼筋混凝土大拱橋建築的今後發展應當遵循如下的道路：

- 1) 在中橋中（跨徑45—60M）採用全裝配式結構，並在大拱橋橋面系的建築中，大力推行預施應力鋼筋結構的裝配化；
- 2) 廣泛推行常備裝配式輔助結構（拱心架和模殼）；
- 3) 在現場或裝配式鋼筋混凝土結構成品工廠中，廣泛利用骨架和成件的半成品以促進鋼筋和模殼工作的骨架成件化；
- 4) 推行巨大起重能力的特別運輸起重工具和全部作業過程的高度機械化；
- 5) 在施工組織上，推行流水作業法；

6) 广泛推行拆装式居住、办公和工厂房屋。

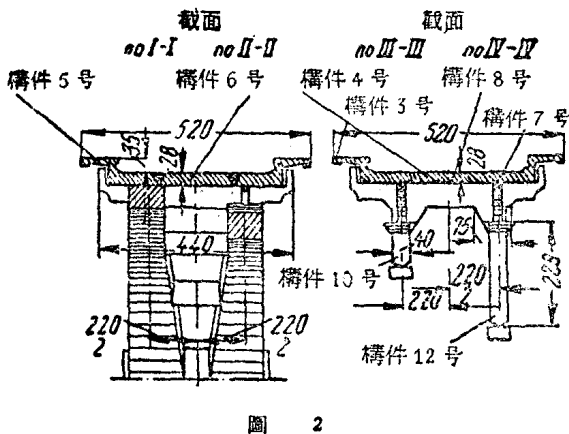
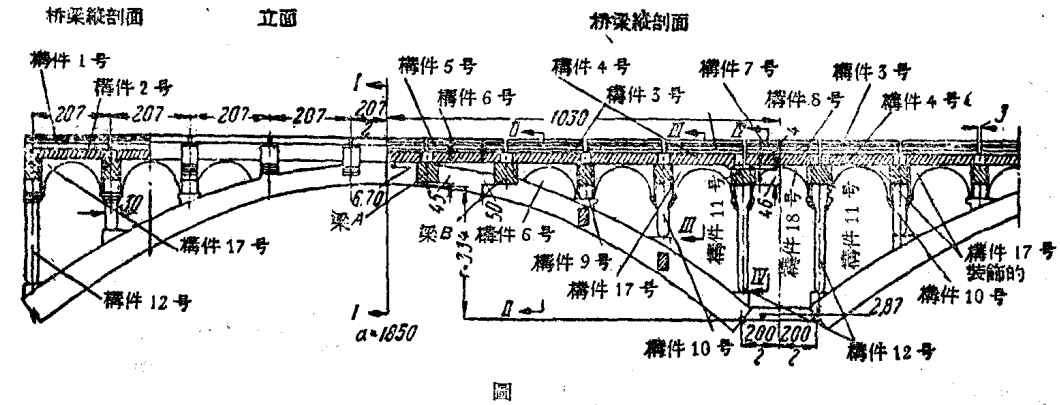
1. 装配式钢筋混凝土

装配式钢筋混凝土桥梁现已开始得到巨大的推广，但其采用范围此时还是主要地局限於不大的跨径。

当修建中等跨度的钢筋混凝土拱桥时，装配式结构，在铁路桥梁建筑的实践中，此时还僅佔極不显著的地位。非常明顯，系於今后钢筋混凝土構造上進一步的工作。建筑工程上新的和强有力的机械装备、以及装配式結構安裝方法的作出，就是在铁路桥梁建筑这方面，亦將开拓新的远景。

採用装配式钢筋混凝土拱的問題还是早在1932—1933年間提出的，其时钢筋混凝土桥梁建筑正在铁路运营綫上开始發展。在那个时候，由於缺乏足够的技術工業基地，这些努力僅局限於若干試驗工作而已。

在大中跨度的钢筋混凝土拱桥中，拱上構造可用装配式結構作成最为簡便，因此第一步就是向这个方向進行的。圖1和圖2示拱跨 $l=18.5m$ 的装配式拱上構造的



結構，此為貫通高加索的鐵路上一座桥梁的一孔，筑成於1940年。

不大的机械起重能力先決定了結構的分解成为比較小型的構件。桥面系的版，在中間三个節間內，是断开的，它倚擱於梁A和梁B之上，梁A和梁B同时亦为拱肋間之支撑。每版的一端具有固定的支点，用鋼銷系固；另一端（活动的）則倚擱於梁上，中隔一道浸透瀝青的厚氈垫層。

拱上構造的版，从梁 *B* 至最靠边的支承構架（構件11号和12号），系鉸式地倚着於支点上，並在三个節間的範圍內是連續的。版在中間支承構架上（構件9号和10号）均有接头（圖3），該項接头系在版安好后用混凝土澆合於拱上的。在桥墩上和同样的在拱頂中，版是單跨的，断开的，並具有活动和固定支点的。在縱的方向，版分成三片：一个中片（平的）和兩個边片，边片具有边牆和人行道。桥面系的連續版由橫構架承托，橫構架系鉸式地倚着於拱上（圖4）。

在版安好之后，它們之間的縱向縫（其寬度在版的一半高度处为16公分）即以混凝土澆合。緊靠拱頂处的構架（構件9号和10号）系整个地澆合，而拱脚处的端構架，包括三个裝配式構件（楯梁11号和兩個立柱12号），在它們的剛性連結处，則在这些構件安入桥中后方才予以澆合。

構件系用龍門吊机進行安裝，吊机走行於設在地上和膺架上的軌道上，其起重能力为5m。

全部工作基本上具有試驗性質，目的是为搞清拼接处的工作性能。

拱上構造的裝配式結構，見於此后各年按交通部桥梁設計事務所（創議者M.C. 魯登科）的設計所建的24座53m跨徑的鋼筋混凝土拱桥，標誌着在这个方向更認真地向前邁進一步。

拱上構造（圖5,6和7）在每孔中包含27个个別構件，其中12个为鋼筋混凝土構架，高1至10m，重3至14m，又15个桥面系的鋼筋混凝土版，尺寸4.71×3.68m，重达14m。

裝配式構件的制造只限於工程現場設有运输和起重机具的设备者。

裝配式構件系由立在岸上的德立克吊机遞至桥面系的水平。它們的安裝是由開

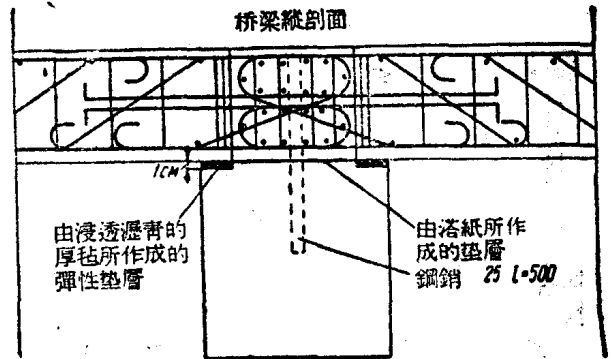


圖 3

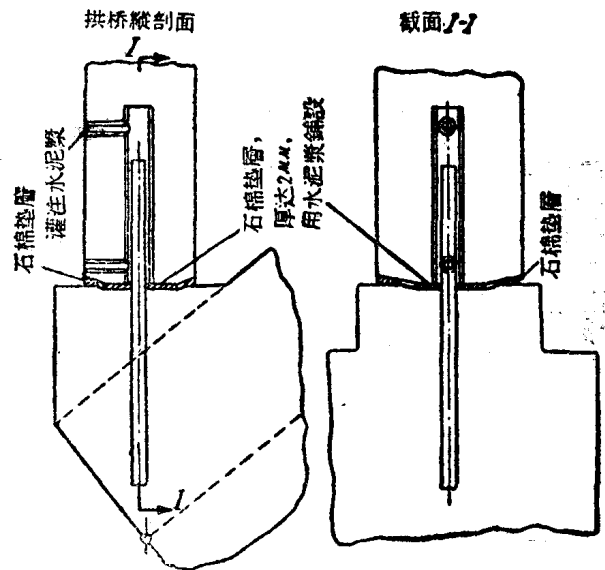


圖 4

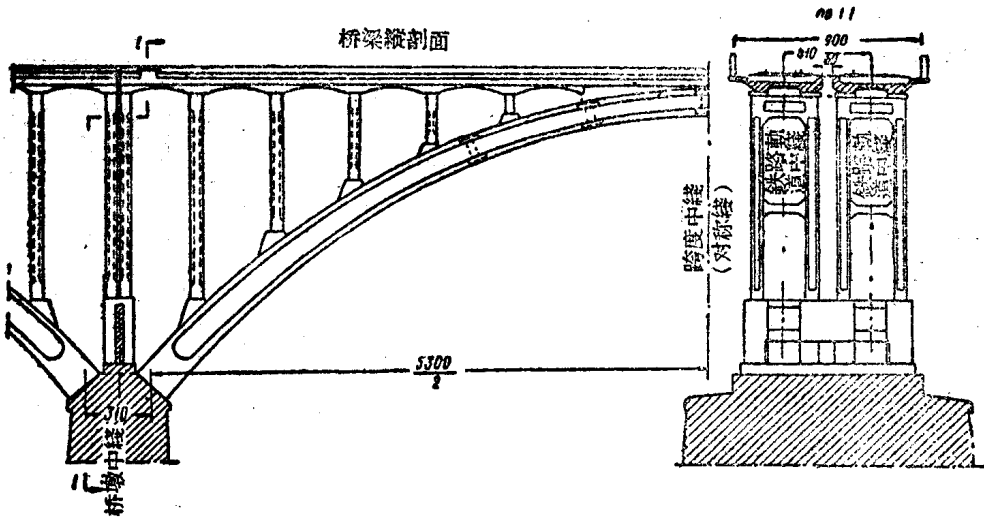
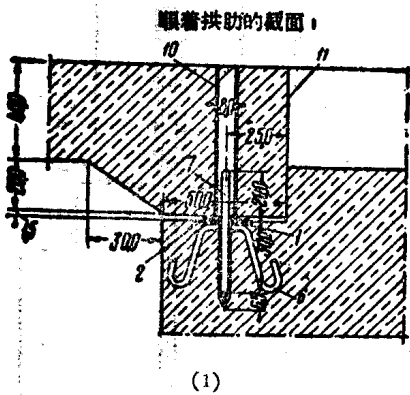


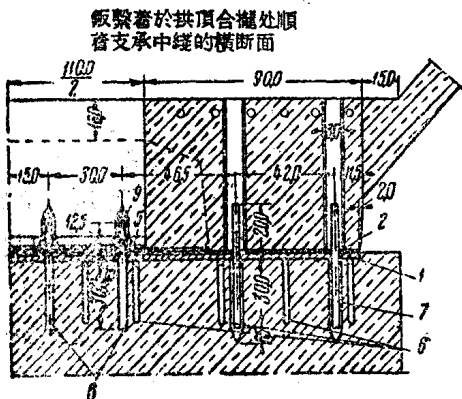
圖 5



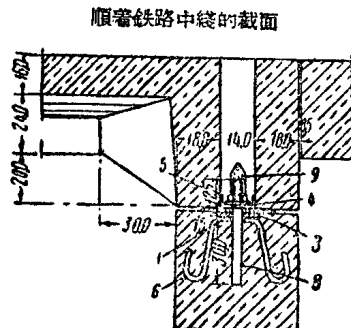
(1)

門式吊机 (圖 8) 完成的。構架和版由閉門式吊机依次裝置於安裝節点上, 以使吊机可以通行於已經裝好的構件上繼續進行安裝工作。拼接点的結合工作是在吊机通过后進行的。一道軌道的拱上構造, 在吊机一次通行中拼裝完成, 第二道則於第二次通行中完成。在桥上拼裝的全部裝配式鋼筋混凝土工作量計为 648 个構件, 总重 7200 *m*。

为使拱桥建筑工程可在緊湊的工期内完成, 同时並使工作的組織調配流水作業化, 拱上構造



(2)



(3)

圖 6

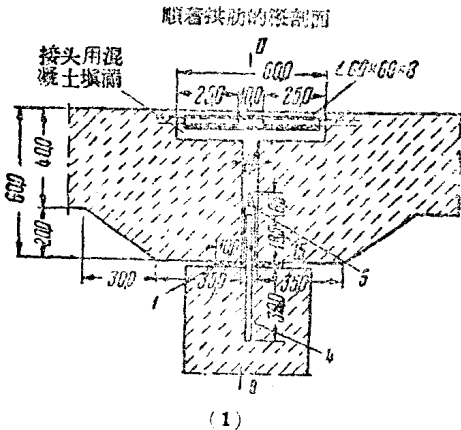
1—鋼板, 厚度 $\delta=20\text{mm}$; 2—兩層黃銅板間的鉛墊板, $\delta=15\text{mm}$; 3—建築用毡; 4—14—r号槽鋼;
5—鉚在 14—r号槽鋼上的鋼板; 6—固定鋼板的銷栓; 7—鋼銷, 直徑 $d=38\text{mm}$; 8—具有螺紋和螺帽的鋼銷; 9—鋼的管-環蓋; 10—鋼管, $d=80\text{mm}$; 11—在膠黏剂上的双層落紙紙層

對於裝配工作的適應性自為要素。11人的工班一班可安裝三個構件。在一個53M 孔徑的拱橋中，所有拱上構造可於4—5日內以雙班輪班的操作全部完成。

這方面顯著的成就系為：當近年來中跨度橋梁方面的工作形成為唯一的工作時，吾人可將縮短工期和降低造價的莫大可能性寄託在鋼筋混凝土橋的裝配式結構上。

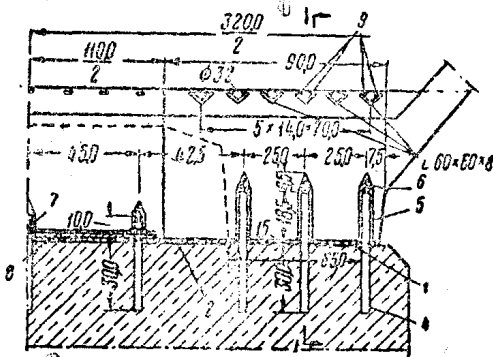
不可將53M 的跨徑當作極限，因為吊機的裝吊能力就是在引証的實例中尚可允許裝配式構件尺寸上和重量上的增加。

近年以來，在兩個橋梁上所作的跨徑約為18M 的36孔鋼筋混凝土拱的拼裝提供了饒有意義的例子。整孔梁部結構代表一個安裝單元，內有兩個用隔板聯結而成的



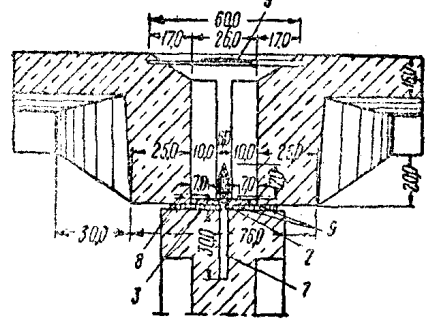
(1)

標準版之上部節點之細節橫斷面



(2)

順着鐵路中綫的縱剖面



(3)

圖 7

- 1—兩層黃銅板間的鉛墊板， $\delta=15\text{mm}$ ；2—建築用毯；3—鉛板， $\delta=20\text{mm}$ ；4—鋼銷， $d=32\text{mm}$ ；
- 5—鋼管，內徑 $d=33\text{mm}$ ；6—麻屑填料；7—具有螺紋的鋼銷， $d=32\text{mm}$ ；8—鑄固於混凝土內的鋼板；9—鉚釘， $\delta=12\text{mm}$

平圓版式的雙鉸拱，它的橋面系直接設在拱的鋼筋混凝土拱肋上（圖9）。

整孔梁部結構的重量約為65m。初擬用70m 伸臂吊機進行安裝；事實上安裝中應用了75m 鐵路吊機，它平行着橋梁走行在河灘之上（圖10）。

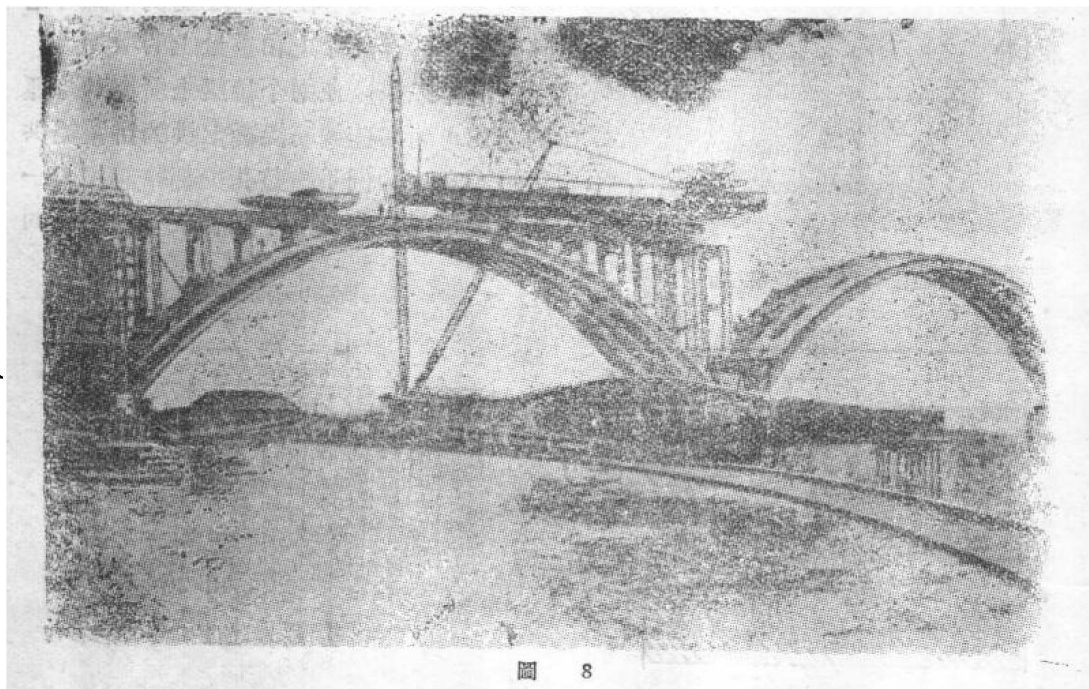
已在發展中的技術和施工組織的整配性使得跨徑 $l=40\sim 60\text{m}$ 的裝配式鋼筋混凝土拱的修建可以認為完全可行。

在此項問題的兩個可能的答案上——裝配式拱在拱心架上安裝或用懸臂法安裝，第一個答案費工略多，但其鋼筋拼接結構，反之較為簡便。當利用萬能拱心架和近代的架橋方法時，第一孔拱心架初次安裝的時間可達4—5天，而以後逐孔倒動

的时间即不会超过一天。所以，架桥时间上附加的损失是不大的。

用懸臂法安裝裝配式鋼筋混凝土桥要求設置足以承受巨大載荷的特別的剛性鋼筋拼接，这就使拱的結構大为繁复。

裝配式鋼筋混凝土拱的結構最常用於跨徑 $l = 53M$ 的桥，並用拱心架安裝，其例見圖 11。如何將拱肢解成为裝配式構件以及如何选定拱的節間長度，应取決於工作中作为首要机具的纜索吊車的裝吊能力，此項裝吊能力系为 $10-12m$ 。拱的節点楔，其長度系適應於桥面系的節間者，和拱肋間的支撐桿均为安裝構件。



为簡化節点楔的制造，它的上下面均应作成平面，因为这样就可工厂中採用直綫的万能模殼。

安裝節点位於拱身部份上的拱上構架的立柱之下，即在支撐桿与拱肋相遇之处；这些拱身部份是同时和柱座就地澆筑在一起的。

主桿的鋼筋接头採用环的式样；这样的結構不需要电鋸，因此就簡化並加速安裝手續。將起有連鎖作用的節点楔的尺寸予以加大可允許鋼筋环式接头的散佈。

如果拱上構造是用纜索吊車進行安裝，而不是用工作中要求設置剛性接头的伸臂—閘門式吊机，在該种情形下，版的鋼筋亦可採用环形接头。

圖 12 示拱的肢解成为拼裝構件的另一方案，在这一方案中，为了減少拼裝構件的数量，安裝接头系設在柱座范围之外和支撐桿的中間，支撐桿之端伸入拱的節点楔內。

在上述的另一方案中，拱上構造可由位於拱中綫上的兩個纜索吊車進行安裝。

最有利的採用時所必須具備的條件；標準化可使拱橋的修建完全走上工業化的道路，因此，必須首先保證標準構件的製造可在裝配式鋼筋混凝土結構的專業工廠中製成。對於巨大的單軌道和雙軌道中承鋼筋混凝土拱橋，跨徑100—150m，其吊懸的橋面系可用裝配式鋼筋混凝土結構修建，最為簡單。由於橋面系的構件可用立在拱上的具有滑輪組的起重架從水上——從裝有起重機具的船隻——進行安裝，每一安裝構件的重量可很容易達到35—50m，或且過之，係於建築現場裝卸吊機的裝吊能力情況以及製造上和運輸上的條件而已。顯而易見，就在這裡採用預施應力鋼筋混凝土結構，還是可以產生最好的結果。

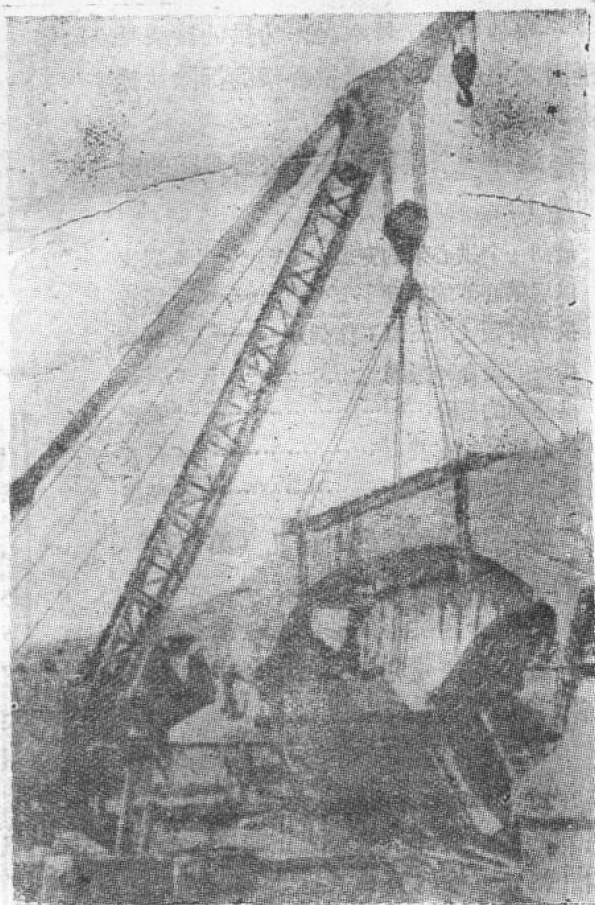


圖 10

對於個別大橋來說，當吊懸式橋面系的裝配式結構系在建築現場進行製造時，還可從減少安裝接頭的數量和簡化其安裝手續，再行加大安裝構件的重量。為用圖例說明此項答案，在圖14，15和16中列示計劃中的 $l=150m$ 的雙層雙軌道鐵路和公路合用橋的吊懸式橋面系的製造和安裝。在此種情形下，橫向構架系為主要的安裝構件，此項橫向構架包括具有兩根懸桿的下承鐵路橫梁和上承公路橫梁。此項構架的重量，在最大的懸桿長度 $h=21.5m$ 處，約為115m。

構架系在垂直的位置澆制的，這樣，以後就可毋需加以轉動，以免因之引起構架桿件的彎曲。不但如此，這樣巨大尺寸（ $22.5 \times 11.5m$ ）的構架，如在平的位置運轉，由於構架的剛度頗小，勢將產生絕大的困難。構架系計議在能動的鋼模殼中澆制，此項模殼系由能移的鋼塔架支持和導向，而鋼塔架本身則由萬能常備構件（УИК-М）拼裝而成。支持模殼的能移鋼塔架是按一次可澆制兩個鋼筋混凝土構架設計的；它並裝有全部必要的機械設備以為移動模殼，架立鋼筋骨架和輸送混凝土之用（圖14）。

在已經澆制好的每組兩個鋼筋混凝土構架的混凝土凝固之後，應將能移的鋼塔架移到與河岸相反方向的一邊，為此，應暫時拆除塔架的一部份桿件，如圖14中