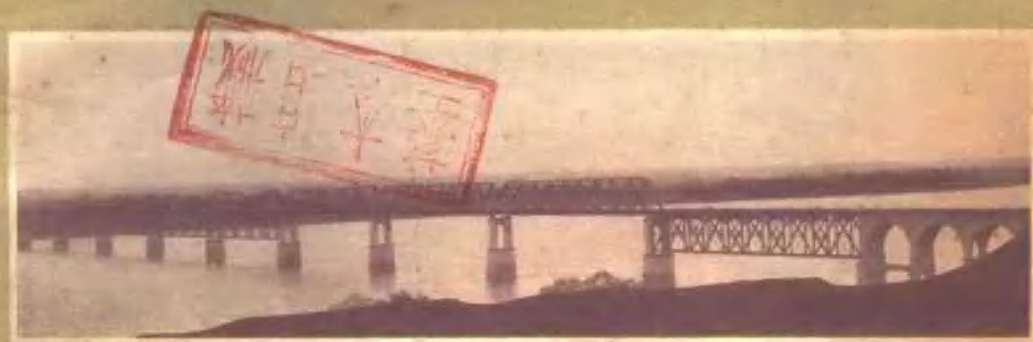


19322

大型橋梁新建及修復經驗第一輯

湘江大橋



武漢大橋工程局編



人民鐵道出版社

41,3

大型橋梁新建及修復經驗第一輯

湘 江 大 橋

武漢大橋工程局編

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五五年·北京

本書係根據湘江人橋施工技術總結編寫而成，敘述該橋各個施工階段的情況，材料人工的消耗及設計和計算等，按照施工程序分為準備工作，鋼梁安裝，其他工作及總結等四篇十三章。

本書是為推廣和交流經驗而編寫的，可供橋梁工程人員學習和工作中的參考用。

大型橋梁新建及修復經驗第一輯

湘 江 大 橋

武漢大橋工程局編

責任編輯 趙洪壽 責任校對 龔鳴第

人民鐵道出版社出版（北京市復興門外十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新 華 書 店 發 行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市建國門外七聖廟）

一九五五年三月初版第一次印刷平裝印1—2,200冊

書號：291 開本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：7 $\frac{1}{2}$ 出版頁：174千字 定價：元5角6分

編輯的話

湘江大橋的修築，是在蘇聯專家魯達同志的指導下修成的，於一九五三年六月開工，一九五四年三月二十一日正式通車。該橋所採用的是縱向滾移上船浮運架設法，這種架橋方法在我國尚是第一次應用。

本書的編輯與出版，也是蘇聯專家魯達同志所建議，並在他的指導下，由武漢大橋工程局唐國俊工程師負責編寫完成。

本書按施工程序及工作性質共分四篇十三章，包括施工籌劃，德立克起重機的使用，鋼梁拼裝、滾移、浮運、鉚合、油漆及橋面、護坡等工程的詳細施工經過，以及材料人工等的消耗和工程成本的分析，並附有各項工作的竣工圖和施工照片。

從本書中我們可以看到，貫徹蘇聯專家的建議是完成工程的主要關鍵：如在工地設置德立克起重機問題，水位突漲而丙種排架未建成時的浮運問題，鉚釘工作的組織問題，都因執行專家的建議而獲得了成功；反之，對專家意見不執行或執行得不徹底，便造成了施工上的困難和缺點。如當水位降低時，專家認為丙種排架可以備料但不必急於動工，但是現場未徵得專家同意就開工，在中途水漲後造成一時的困難；如反滑軌與下弦間的墊木數量問題，幾次專家建議，都執行得不够徹底，致造成鋼梁下弦彎曲。

橋梁工程是一項複雜而艱巨的工作，必須在黨政工團的密切配合下，發動羣衆的積極性和創造性，才能很好地完成。在黨的領導和教育下，湘江大橋職工們有了十六件重要的合理化建議，這是值得特別提出的。

運用蘇聯經驗在國內已修復和新建了許多大橋，如紅水河橋、沱江橋、大凌河橋及五次加固的黃河大橋等，但均缺乏詳細記錄，未能編寫成書，廣為推行。此書的出版，為記錄修築大型橋梁的施工經驗的開始。在魯達專家的建議和指導下，今後還將陸續出版其他橋梁的施工經驗。

對於本書的任何意見都竭誠歡迎，希望大家不吝賜教，以便在編輯其他各橋施工經驗時有所改進。

目 錄

第一篇 準備工作

第 一 章 施工籌劃	1
第 1 節 施工方法的製定與修改	1
第 2 節 人員組織	2
第 3 節 料具籌劃	4
第 4 節 工地佈置	4
第 5 節 施工進度表的編製	5
第 6 節 工程預算及合同的訂立	6
第 二 章 德立克起重機	7
第 7 節 德立克起重機的構造	7
第 8 節 德立克起重機起重能力的分析	8
第 9 節 德立克起重機所用的料具	10
第 10 節 德立克起重機的豎立	11
第 11 節 德立克起重機的使用	17
第 12 節 德立克起重機的放倒	18
第 三 章 滑行設備	22
第 13 節 概 述	22
第 14 節 枕木垛的搭建	22
第 15 節 排架的建造	23
第 16 節 滑軌的鋪設	31
第 四 章 浮運工作的準備	32
第 17 節 浮船加固及船上排架的製造和豎立	32
第 18 節 浮運細則的制訂	35
第 19 節 有關浮運的各種檢算	38

第二篇 鋼梁安裝

第 五 章 鋼梁拼裝及鉚合	52
第 20 節 72.8公尺上承桁梁的拼裝	52
第 21 節 75公尺下承桁梁的拼裝	56
第 22 節 鋼梁鉚合	63

第 六 章 鋼梁的滾移、浮運及就位	67
第23節 鋼梁的滾移	67
第24節 上承桁梁的浮運	69
第25節 鋼梁就位與安放支座	103
第 七 章 鋼鉸梁的架設	106
第26節 準備工作	106
第27節 鋼鉸梁的滾移及就位	109
第 三 篇 其 他 工 作	
第 八 章 橋面鋪設及鋼梁油漆	111
第28節 橋面鋪設	111
第29節 鋼梁油漆	113
第 九 章 橋台加固	115
第30節 拱架、腳手架和模型板的製造與安裝	115
第31節 臂架鋼筋	116
第32節 灌注混凝土	117
第 十 章 橋頭土方及護坡工程	119
第33節 橋頭土方工程	119
第34節 護坡工程	119
第 四 篇 總 結	
第 十 一 章 工程實績	121
第35節 工程完成情況	121
第36節 機具設備及其使用	122
第37節 人工材料的統計	125
第38節 驗工計價及成本的分析	126
第39節 技術安全及勞動保護	128
第 十 二 章 檢查及驗收	129
第40節 檢查經過	129
第41節 驗收報告	129
第42節 通車後情況	130
第 十 三 章 工程完成的主要關鍵	130
第43節 學習蘇聯先進經驗和貫徹專家的建議	130
第44節 黨政工團密切配合，發揮工人階級的積極性和創造性	132

第一篇 準備工作

第一章 施工籌劃

第1節 施工方法的製定與修改

湘江爲湖南省第一條大河，是長江支流之一，在洪水時期，建橋處河面寬度達840多公尺，最高水位爲40.18公尺，最低水位爲26.86公尺，最大流速爲1.78公尺/秒，最高水位至鋼梁底面（標高53.87公尺）的淨空有13.69公尺，相當於蘇聯標準一級內河（一級標準爲13.5公尺），可通行大輪船。當地風力在六級以下。

湘江大橋全長781.35公尺，共十一孔，其中75.0公尺跨度下承桁梁三孔，72.8公尺跨度上承桁梁七孔，35.0公尺跨度上承鋼鈑梁一孔；國民黨反動政權在一九三六年就開始施工，直到一九三八年秋才完成墩台工程（圖1），以後即無下文。解放後，鐵道部於一九五二年秋開始籌劃修建該橋，一九五三年底即安裝完成。全橋佈置如圖2所示。鋼梁結構是按中22級新設計的；各桿件均採用H形斷面，均在節點拼接。由於桿件斷面寬狹相同，不但可應用同類鋼料，而且使生產工廠化。桿件相接處有4公分空隙，易於拼裝；因無緩條、緩鈑，故易於鉚合、油漆及檢查。其缺點是節點處鈑厚達130公厘之多，且多至10層，鉚接厚度大都超過4.5倍鉚釘直徑，而H形斷面淨空不夠按規定用兩具鉚釘槍對鉚，鉚釘易於鬆動，增加維修費用。因爲舊有橋墩的上、下承梁支承面上下距離相差過大，故將上承桁梁的縱梁置於橫梁的頂面，以減低上承桁梁的高度。



圖1. 原有橋墩台情況

基於上述河流情況、全橋佈置及只有一端和舊綫連接，如以沿橋梁中綫拖拉架設，則因第2、3、4孔爲下承桁梁，其餘1和5至10孔爲上承桁梁，故根本不可能；如以膺架法安裝，則因鋼梁與河床間距離大，膺架所需木料很多，不經濟，上下承桁梁不能同時安裝，影響施工期限，故也不適宜；如以懸臂法安裝，亦因第2、3、4孔爲下承桁梁，則在上承梁與下承梁間、下承梁與下承梁間、上承梁與

上承梁間需要三種類型的臨時連接桿，並須臨時加固桿件，要設置懸臂支架和在1、4、5孔搭置架，且要延長工期，也不適宜；經過研究之後，以浮運架設最為適宜，因為浮運法沒有上述缺點，在陸地上拼裝，可減少腳手架的數量，少用材料，而浮船上的排架又可以用在其他橋上，故比較經濟，在工期方面也可縮短，故設計文件中規定所有上下承桁梁均在拼裝場用德立克起重機拼裝，拼裝完畢後由滑道縱移上船，浮運至墩台就位，其中第1孔梁因該孔水位較淺，先在拼裝場拼好六節後，即以一組浮船將鋼梁架在橋墩上，以另一組浮船上排架作置架，將德立克起重機移至橋台上接着拼裝其餘四節。按照這個計劃，有下列五點值得考慮：

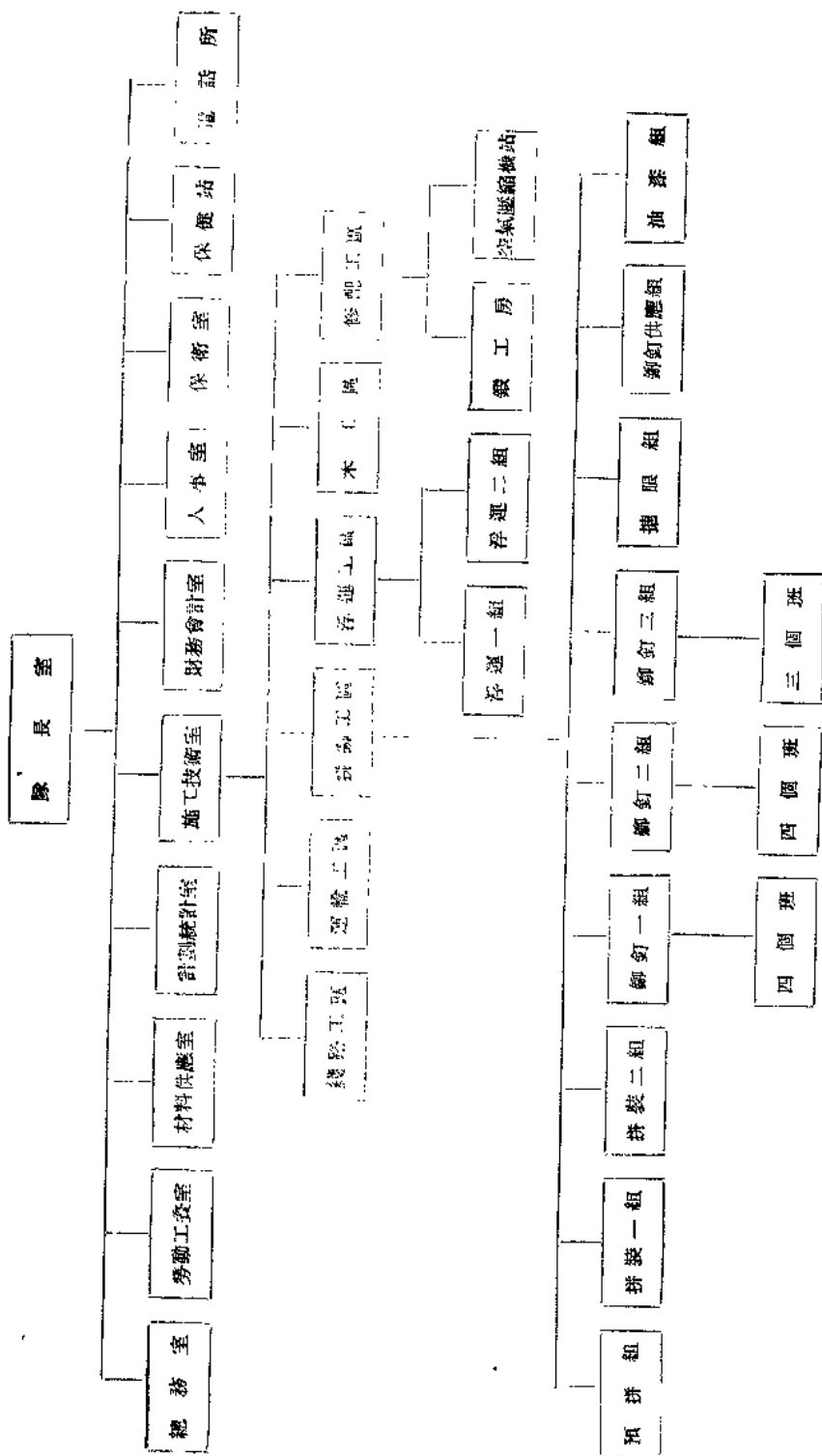
1. 所有十孔鋼梁均以德立克起重機拼裝，要在本年度完成任務有困難；
2. 下承桁梁下弦距水面過高，如用浮運法，不但需用木料甚多，而且船上排架高了，在操縱技術上有困難，危險性大。
3. 將德立克起重機移至橋台拼裝第一孔梁時，須在河中拋錨或在對岸設地錨以佈置纜風，不但妨礙航行，並且增加所需料具；
4. 該橋第10、9及1孔處河床較高，根據歷年水文記錄，冬季水涸無法浮運，須在夏秋水位較高時進行架設；
5. 關於浮船的移動，因當地租不到小火輪，且一般駕駛人員對於拖帶高架浮船沒有經驗，技術生疏，不甚安全，因此技術設計中規定用木籠填石沉放在江中作為錨碇，在浮船上安放絞車，以鋼絲繩及滑車等與木籠相連，拖動浮船。這樣，將來清除木籠必然又是一件困難的工作。

根據測量的結果，75公尺下承桁梁兩墩間之淨空可以放入72.8公尺下承桁梁作腳手架，如利用25噸軌行吊車在橋位上拼裝下承桁梁，可以解決問題。因此，經過上級同意後，將施工方法作了修改，採用如下的方案：

1. 先在拼裝場拼裝第一孔梁及一孔暫作下承桁梁腳手用的72.8公尺上承桁梁，接着拼裝第10、9孔梁，爭取提前浮運第10、9及1孔鋼梁；
2. 第一孔梁採用半浮半滑的方法架設，可以不移動德立克起重機；
3. 軌行吊車在腳手梁上拼裝第2、3、4孔梁，與德立克起重機同時進行工作，可以保證如期完成任務，並可避免鋼工因無工作而窩工浪費的現象；
4. 下承桁梁不浮運，船上排架可少做一層，不但節省了工料費用，並且消除了高空滾移浮運的技術操作困難；
5. 用鐵籠代替木籠填石。

第2節 人員組織

武漢大橋工程局接受湘江大橋架梁工程任務之後，即於一九五三年四月四日交給第一橋梁工程隊 原鄭州局江岸橋梁廠，該隊立即進行籌備工作。在人員組織方面，由於該橋工作重要，除酌留少數人員在江岸辦理聯系外，各室主任及主要人員皆調駐湘潭，由隊長統一領導，並根據專家指示，建立如下的組織機構：



施工技術室下的六個工區的主要任務為：

1. 拼鉚工區——鋼梁卸車，拼鉚及油漆；
2. 浮運工區——鋼梁滑行，浮運及就位；
3. 木工區——製造排架、墊木、橋枕、橋面及其他臨時房屋工作；
4. 修配工區——擔任機具的開動與修理，鍛製工作及電力供應；
5. 運輸工區——負責料具的搬運及供應；
6. 綫路工區——路基土方，護坡及鋪軌等工作。

在人員配備方面，原江岸橋梁廠僅有職工 253 人（行政管理人員 45 名，生產工人 208 名），改組後增設了勞資室，並增加了 81 名技術人員、管理人員和生產工人（包括裝吊工、機器工、油漆工、鉚釘工等）共計 334 人；總共生產工人佔 240 名，管理人員佔 94 名，並在當地招收臨時木工、油漆工及普通工百餘人。

第 3 節 料具籌劃

關於料具的及時供應，是做好工程的主要關鍵。一橋隊接受這一偉大任務後，估計到申請料具決非短期內能到達，因此即派員往北京，要到正在進行鑑定的技術文件，將有關材料連夜抄下，立即造好第一項料具申請書，於五月初呈請工程總局撥發，爭取料具早日到達。接着進行造具第二、三項料具申請書，於同月中旬呈送工程總局籌撥。

由於有些料具（鋼軌、木材、鋼絲繩、滑車等）需由天津、上海、柳州或東北地區運來，需時較長，於是材料部門員工便開動腦筋，盡量利用前江岸橋梁廠庫存料具，發動工人羣衆，使呆料變成活料，並按各工區的工作有重點的供應，因此雖有部分材料未能及時供應，但沒造成嚴重的窩工待料現象。例如，爲了及早使德立克起重機開始工作，即向鄭州局租用了一部帶蒸汽鍋爐的 60 馬力的四軸絞車，於五月二十二日運到。德立克起重機於六月四日運到，但豎立起重機所需的料具多未到達，因此將前江岸橋梁廠庫存絞車、鋼絲繩、滑車等悉數裝了三車，趕運工地以應急需，將德立克起重機豎立起來。所申請的材料於六月二十日運到，其中 1500 根枕木及七車圓木恰接上設置拼裝場及建造排架的工程需要，使得工作順利開展。

第 4 節 工地佈置

在開始作工地佈置之時，必須有一張比例尺較大的平面圖，以便正確地佈置各種房屋及料具存放場的位置；原設計文件中的工地佈置平面圖的比例尺太小，後來重測了一張。整個工地的佈置如圖 3 所示。

關於臨時房屋方面，一橋隊於四月二十日派員到工地進行修建工作，先向株州分局租用舊辦公室 80 平方公尺加以修理，並擴充 116 平方公尺，另租靠車站宿舍一棟作爲料庫。因與基建十二分局合同尚未簽訂，乃於五月二十日洽請該局同意，先

就技術文件內規定興建之臨時房屋提前開工，修建居住房屋9棟，計1356.3平方公尺，食堂、廚房、廁所等公共及文化房屋10棟，計886.44平方公尺，辦公室、機具室、空氣壓縮機站等輔助房屋15棟，計1014.77平方公尺。並購買當地居民舊房加以修理後應用。在房屋的總面積來說，已超出技術文件中所規定，而實際費用並未超出，且在工作緊張時期，仍覺房屋不敷應用。

在橋梁桿件的堆置方面，一橋隊原擬增鋪一股道，並高填一個 38×70 公尺之堆料場。後來專家指出所有材料應堆放在德立克起重機能裝吊的範圍內，以充分利用起重機的能力，可不必另鋪道及填築堆料場。這樣，節約了人民幣二億元左右。但因初期鋼梁拼裝進度遲緩，鋼料到得過多，將部分鋼料堆在距拼裝場約一公里的地點，來回用軌道吊車搬運，浪費不少工料。又由於地形狹窄，堆料地點不固定，致常發生未經領料手續即先行取用料具的事件，使材料的保管遇到很大的困難。至於電石、油漆、螺栓、千斤頂、鋼絲繩等零星料具，皆堆放在車站附近的材料庫及工具室中，大部分木料皆由車上卸下立即抬到江邊應用。

關於空氣壓縮機站的位置，因為拼裝場係在路基下游邊坡上，修配車間及鍛工房也設在滑道下游旁邊，原擬把空氣壓縮機站也放在滑道下游，後經專家建議也改在滑道上游，這裏靠近橋台，可以集中供應在橋上鉚合的二、三、四孔下承桁梁及在拼裝場上鉚合的上承桁梁。

為了便利工地各部門及與有關各處的聯系，委託管理局在工地安裝了三部電話機，並每日與工程局作兩次定時通話。

工地照明所需的電力，皆由洲中電業局供應。所有道路皆裝設路燈。遇有開夜工時，就地接裝電燈。當浮船拖離河岸後，各組浮船以20盞汽燈照明。

工地安全衛生方面，也逐步加以改善，在山坡上的小道作了欄杆，遷移了靠近職工宿舍及食堂的居民的豬棚等等。

在職工生活方面，共有9棟宿舍（圖4），可住400餘人，每人都有一木板鋪，每棟宿舍皆有開水供應。工地尚裝有擴大器七個，作為工作上和學習上的傳達，收聽時事消息及報告，並在休息時播送音樂。在工地尚設有圖書館。區工會每月到工地放映電影，每星期六及星期日晚上舉辦舞會。



圖4. 工地宿舍、食堂、辦公室和工料棚的一角

第5節 施工進度表的編製

蘇聯專家對該橋安裝工作的第一主要指示是要編好工程進度表。由於我們缺乏經驗，第一次編得過於簡單，如豎立德立克起重機只分拼裝由某天至某天，豎立由

某天至某天；安裝第一孔梁由某天至某天；浮運第五孔由某天至某天，都不能表示出各種工作的具體過程。在第二次編製的時候，又把各種不必要列入的細小工作都列進去。過於瑣碎，又沒有把準備工作、基本工作及清理現場分開。第三次在專家的親自指導下才編出比較切合實際的進度表，如將豎立德立克起重機分為整理現場、拼裝吊桿、主桿，準備鋼絲繩，豎立輔助把桿等二十三項；將鋼梁安裝分為鋼梁到達，整理桿件，鋼梁預拼，鋼梁拼裝，鉚合主要節點、次要節點，整孔滑動，上船浮運等二十項；將做船上排架分為加固浮船，製造排架，安裝斜撐，安置絞車、抽水機等十一項。這樣編製之後，使每一項工作都得到具體的表明，隨時可以檢查進度情況。茲將工程進度表列於表一，該表為一九五三年六月至十二月的計劃進度，也即是工程開始至預計完成的全部工作進度表。各項工作基本上是按該表執行，並編製了個別工程的進度表，如拼裝德立克起重機進度表、安裝第一孔鋼梁進度表等（見以下各章）。

第6節 工程預算及合同的訂立

一、工程預算 湘江大橋詳細預算係於一九五三年四月三日由大橋設計事務所編製完成，五月二十二日經鐵道部技術鑑定委員會批准。預算共分為三大類：

第一類——主要部分，共分六章：

第一章	勘測與設計	115,000,000元
第二章	施工界限內之準備工作	47,000,000元
第三章	路基土方	6,319,000元
第四章	橋梁建築	43,928,592,000元
第五章	綫路上部建築	28,949,000元
第十三章	預備費	2,226,007,000元

第一類共計 46,351,867,000元

第二類——工程監理，共一章：

第十四章	工程監理費	185,407,000元
------	-------	--------------

第三類——臨時住宅及公共建築，共三章：

第十六章	臨時住宅及公共房屋	372,000,000元
第十七章	臨時輔助房屋	137,000,000元
第十八章	施工機械運輸器材等	1,390,556,000元

第三類共計 1,899,832,000元

以上三類預算總額共計48,437,106,000元（包括規定在工程完畢後返還的款額4,074,416,000元，故實際工程價值為44,362,690,000元。

由於設計的變更，小火輪不租了，木龍不做了，貯料場土方少填了，鋼絲繩、船上排架等少用或不用了，共節省1,036,513,000元；除了增加臨時節點飯，鐵鍋及

拋錨船，以及軌道吊車的使用費外，實際節省881,865.000元。另外尚增加了灌築混凝土、橋頭看守房、防疫、納稅、打樁工、編技術總結及驗收經費共103,554.000元，故於一九五三年六月在全部預算中淨減778,311,000元。

在一九五三年十月二十二日，對預算作了第二次調整，計增加滑行裝置角撐，鈹梁結構、內種排架、防護片石、碎石、調車費及道碴運雜費等共285,193,000元。

經過兩次調整後，預算總額為：

$$48,437,106.000 - 778,311,000 + 285,193,000 = 47,943,988,000 \text{元。}$$

返還款額也曾經調整過一次：

架梁鋼絲繩返還增加241,790,000元。

船上排架、臨時住宅及公共和輔助房屋減少533,719,000元。

施工機械及運輸工具原返還1,390,556,000元，因改為政府對施工單位的投資，不再返還。

故預算內的返還款額為：

$$4,074,416,000 + 241,790,000 - 533,719,000 - 1,390,556,000 \\ = 2,391,931,000 \text{元。}$$

即實際的工程費為：

$$47,943,988,000 - 2,391,931,000 = 45,552,057,000 \text{元。}$$

二、訂立合同。湘江大橋修建工程發包單位是基建十二分局，承包單位是武漢大橋工程局。為了爭取早日開工，雙方在五月底簽訂第二季度的臨時合同，總額為492,141,000元，六月底又簽訂了第三季度臨時合同，總額為4,736,815,000元（均不包括鋼料），九月底擬再訂第四季度合同，因鐵道部命令改訂一九五三年全年度合同，且要按實際工作量簽訂，故即進行工作量的實地調查，經多次洽商後，於十二月一日簽訂年度合同，全部包價為44,905,847,000元。

因為技術文件鑑定批准得太遲，以及簽訂合同的經驗不足，手續繁多，往返洽商費時，以致合同未能在開工前簽訂好，失掉了簽訂合同的意義，且因無合同交通銀行不予付款，以致第四季度由於未訂好年度合同而影響驗工計價，使流動資金發生困難。

第二章 德立克起重機

第7節 德立克起重機的構造

德立克起重機為動臂起重機之一種，因為它能在任何方向於吊桿伸出範圍內吊起重物，並適宜於地形狹窄的地方，所以在橋梁安裝工作中為最常用的工具之一。在安裝本橋時，用的是我國自己製造的起重能力為15噸的纜風式德立克起重機，其主要組成部分如下（圖5）：

1.主桿：高46公尺，分六節拼成，下端插入滾珠套之上部並與之固定，其頂端插入纜風轉盤的中央圓孔中，能自由轉動。

2.滾珠套：分上、中、下三部分。上部承插主桿之下端，一邊有鉸鏈作為與吊桿連結的樞紐。中部有直徑250公厘的球軸嵌入上部，支承起重機之全重，並可調整主桿因吊重造成之偏心和支座不均勻的沉陷。下部即為固定在支座上的部分，與中部之間具有22個直徑38公厘的高炭鋼滾珠，使其一面傳遞重量，一面擔任旋轉。

3.固定轉盤：它固定於上部滾珠套上，並有四根支撐與主桿固定。由於上部滾珠套與中部滾珠套間為球軸連結，中部滾珠套與下部滾珠套間有高炭鋼滾珠，而主桿與纜風轉盤間可以自由轉動，所以當通到蒸汽絞車滾軸上的鋼絲繩套帶動固定轉盤旋轉時，則主桿、吊桿都隨之旋轉。

4.吊桿：長40公尺，分五節拼成，底端用80公厘直徑的鋼軸與上部滾珠套上的鉸鏈相連接，隨主桿、上部滾珠套及固定轉盤而旋轉。吊桿之起伏全憑起伏鋼絲繩套之收放，其起重也憑起重鋼絲繩套之上下。

5.纜風轉盤：套在主桿頂端之圓軸上，用八根纜風固定，不隨主桿轉動，而保持主桿在垂直的位置。

6.安全扶梯：裝在主桿的背面，以保護工作人員上下的安全。

7.檢修台：作檢修主桿頂部各項構件之用。

8.起伏鋼絲繩套：由四門20公噸滑車二個及 $\Phi 22$ 公厘或 $\Phi 19$ 公厘走5道鋼絲繩組合而成。

9.起重鋼絲繩套：與起伏鋼絲繩同。

10.支座：可以為固定式或移動式，在該橋工程中係用可移動式支座（後因施工方法變更未予移動）。

11.旋轉鋼絲繩套：用 $\Phi 16$ 公厘鋼絲繩環繞固定轉盤三轉，鋼絲繩二端連在蒸汽絞車之滾軸上。

12.絞車：為鬆緊起伏鋼絲繩、起重鋼絲繩及旋轉鋼絲繩用，故須有三個滾軸，這次用的是帶有鍋爐的四滾軸蒸汽絞車，安設在距起重機20公尺處，只須技工一人操縱，如圖6所示，其靠近鍋爐的一個滾軸連系起伏鋼絲繩，第二個滾軸連系起重鋼絲繩，第四個滾軸（靠近起重機）的兩端連系旋轉鋼絲繩。



圖6. 蒸汽絞車

第8節 德立克起重機起重能力的分析（圖7）

主桿（包括纜風轉盤、安全扶梯、固定轉盤、滾珠套、滑車、鋼絲繩等）重約

15公噸。

吊桿（包括滑車、鋼絲繩等）重約10公噸。

- 令：V——支座垂直力（公噸）；
H——支座水平力（公噸）；
P——承吊重量（公噸）；
D——吊桿旋轉半徑（公尺）。
S——Φ29 纜風鋼絲繩之安全
拉力，以安全係數6計
算，等於7.5公噸。

假設S始終限制在7.5公噸，並以一根纜風繩計算，則：P、D、H及V可由下列公式求得：

在主桿底腳 $\Sigma M = 0$

$$7.5 \cos 27^\circ 15' \times 44.74 = PD + 10 \times \frac{D}{2}$$

$$P = \frac{7.5 \cos 27^\circ 15' \times 44.74}{D} - 5 = \frac{298.6}{D} - 5 \dots\dots (1)$$

$$H = 7.5 \sin 27^\circ 15' = 6.67 \text{ 公噸} \dots\dots (2)$$

$$V = 7.5 \sin 27^\circ 15' + P + 25 = 28.44 + P \dots\dots (3)$$

當P之最大值為15公噸時，則D=14.93公尺。其他關係列表如下：

表2.

水平半徑 D (公尺)	承吊重量 P (公噸)	支座垂直力 V (公噸)	支座水平力 H (公噸)	纜風繩拉力 S (公噸)	主桿與吊桿間鋼 絲繩拉力 S ₁ (公噸)
14.93	15.00	43.44	6.67	7.5	7.46
16	13.65	42.09	"	"	7.46
18	11.00	40.04	"	"	7.46
20	9.93	38.37	"	"	7.46
22	8.58	37.02	"	"	7.48
24	7.44	35.88	"	"	7.57
26	6.50	34.94	"	"	7.62
28	5.68	34.12	"	"	7.70
30	4.95	33.39	"	"	7.80
32	4.35	32.79	"	"	7.95
34	3.81	32.25	"	"	8.04
36	3.30	31.74	"	"	8.35
38	2.88	31.32	"	"	8.70
40	2.46	30.90	"	"	10.00

上述關於起重能力的分析是偏於安全方面的，因為主桿頂端共有纜風繩8根，當吊桿起重旋轉時，實際不只一根纜風繩發生受力作用，所以如支座之垂直力與

水平力不受限制，則起重能力可以提高。

吊桿與吊鉤間的鋼絲繩係用 $\Phi 19$ 走五道，最大承吊重量為15公噸，加上吊鉤重一公噸，不計鋼絲繩重量，則鋼絲繩所受拉力為 $16 \div 5 = 3.2$ 公噸，其安全係數為5.6。

第9節 德立克起重機所用的料具

1. 德立克起重機全套。
2. 四軸蒸汽絞車連鍋爐全套。
3. 臨時支座全套。
4. 鋼絲繩：1— $\Phi 22 \times 450$ 公尺（起伏用）；
1— $\Phi 19 \times 400$ 公尺（起重用）；
1— $\Phi 16 \times 100$ 公尺（旋轉用）；
6— $\Phi 29 \times 100 \sim 150$ 公尺（纜風用）；
2— $\Phi 19 \times 120$ 公尺（纜風用）；
8— $\Phi 16 \times 100$ 公尺（收緊纜風用）；
8— $\Phi 29 \times 30$ 公尺（地壠用）；
8— $\Phi 16 \times 20$ 公尺（手絞車用）。
5. 2噸或5噸手絞車8部。
6. 120噸雙門滑車16個。
7. 1噸單門滑車2個。
8. 1噸珙瑯螺絲2個。
9. 2— $\Phi 10 \times 20$ 公尺鐵鏈。
10. 鋼絲繩夾子： $\Phi 32$ ——140個， $\Phi 22$ ——10個，
 $\Phi 19$ ——20個， $\Phi 16$ ——120個。
11. 10噸卡環8個。
12. 普通枕木60根（地壠用）。
13. $\Phi 200 \times 4.0$ 公尺杉木6根（木支架用）。
14. $\Phi 150 \times 5.5$ 公尺樁木8根。
15. 4.0×7.5 公尺蒸汽絞車工作房一棟。
16. 2.0×2.0 公尺手絞車雨棚8棟。
17. 16公尺高輔助把桿一副。
18. $\Phi 250 \times 8.0$ 公尺杉木4根（製二副人字把桿用）。
19. 5噸手絞車2部（豎立起重機用）。
20. $\Phi 19 \times 220$ 公尺鋼絲繩4根（豎立起重機用）。
 $\Phi 19 \times 600$ 公尺鋼絲繩2根（豎立起重機用）。
21. 20噸四門滑車12個（豎立起重機用）。

22. $\Phi 29 \times 20$ 公尺鋼絲繩12根（豎立起重機用）。
23. 2噸單門開口滑車2個（豎立起重機用）。
24. 普通枕木400根（豎立起重機用）。
25. $\Phi 19$ 鋼絲繩夾子60個（豎立起重機用）。
26. $\Phi 22 \times 30$ 公尺鋼絲繩10根（豎立起重機用）。

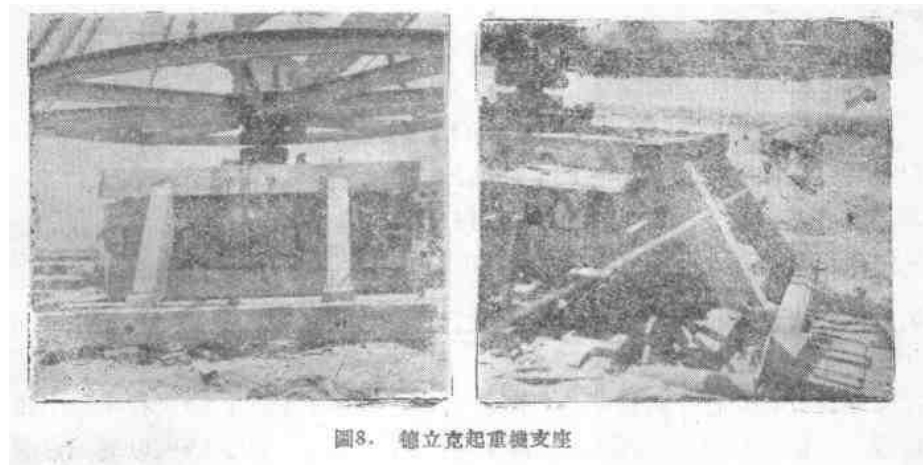


圖8. 德立克起重機支座

第10節 德立克起重機的豎立

一、準備工作

（一）支座的設置（參看圖5及8）

起重機係豎立在距右橋台60公尺之路堤上，担任拼裝鋼梁及搬運各種材料與機具，原擬移到右橋台拼裝第1孔72.8公尺上承桁梁之用，因此用枕木與槽鋼拼成可移動的支座，以便在軌道上滑行（後因計劃變更，並未移動）。

因橋頭路基鬆軟，故於起重機豎立處軌道底下加打 $\Phi 150 \times 5.5$ 公尺木樁8根，橋頂密鋪枕木10根。並為抵抗在吊桿接近水平狀態時之水平推力，在與軌道垂直方向每邊各加斜撐兩根。

（二）支座應力的檢算

1. 枕木能承受壓力為：

$$\left(\frac{\pi}{4} \times 89 - 18.5 \times 54.5 \right) \times 16 = 83,500 \text{ 公斤} = 83.5 \text{ 公噸} > 43.44 \text{ 公噸。}$$

式中 89——滾珠套下部直徑，16——木料容許應力（公斤/公分²）。

2. 螺栓能受剪力為： $0.8 \times 1.4 \times \frac{\pi}{4} \times 1.9^2 \times 4 = 12.7 > 6.67$ 公噸。

3. 8根 $\Phi 150$ 長 5.5 公尺杉木樁樁基，其能承受壓力為：

$$110 \times 0.7 \times 8 \times \frac{\pi}{4} \times 15^2 = 108 > 43.44 + 2 = 45.44 \text{ 公噸。}$$