

吉林化工区建厂經驗总结

施工技术汇编

第二集 第三分册

吉林化学工业公司 編

化学工业出版社

目 录

前 言	2
編者的話	3

第 一 篇 室外大型設備安裝施工总结

A. 651 室外大型設備吊裝总结	4	一、方案选择	16
一、吊裝方案的研究	4	二、施工中的修改部分	17
二、起重設備的計算	5	三、几点体会	20
三、准备工作	10	B. 668 室外大型設備吊裝施工总结	22
四、編制和施工中几点体会和几个問題的討論	11	一、方案說明	22
五、小結	13	二、几点体会	25
35M 抱桿树立示意图	14	附 651 煤氣發生爐工段設備安裝施工組織設計	
51M 抱桿树立示意图	14	大型設備起吊安裝說明	25
48M 抱桿树立示意图	15	整体起吊安裝安全操作規程及冬季施工措施	27
B. 664 室外大型設備吊裝总结	16	树立51米(48米)抱桿安全操作規程	28

第 二 篇 排气筒整体起吊施工总结

一、工程概况	29	抱頂索具零件圖	52
二、采用整体起吊之原因	29	塔架起吊索具裝配圖	53
三、施工中苏联專家建議	29	塔架起吊索具零件圖	54
四、今后工作应注意事項	50	絞腕裝置大样圖	58
整体吊裝与單件散裝比較表	30	塔脚頂格	58
排气筒架重量与重心計算	32	排气筒整体起吊总圖	59
排气筒架重量表	33	起吊操作崗位平面布置圖	60
起吊系統受力变化計算	34	錯位位置座标圖	61
起吊系統运动相对位置	36	組对排气筒圖	62
起吊各系統受力圖解	37	立51米抱桿圖	62
塔架强度計算	38	滑輪組系統圖	63
排气筒架結構强度計算	39	錯格構造圖	64
排气筒架前后肢拉力变化	43	錯格計算	65
塔頂端撓度計算	44	加高塔脚支架圖	66
抱桿設計	44	絞腕加强圖	67
抱桿結構圖	49	757 排气筒整体安裝操作規程	67
抱頂索具裝配圖	51		

前 言

吉林化学工业公司总结了二年半来取得的建厂经验与教训，供各地建设化工厂参考，这是很好的。

吉林化工区建厂经验总结施工技术汇编包括土建、筑炉、机装、管道及电装等方面比较突出且带有化工特点的施工技术经验（一般施工技术经验未纳入）。

吉林化工区是我国第一个新建的现代化的化学工业基地，又是取得苏联全面技术援助的建设项目之一。吉林化学工业公司在建厂过程中和建成后组织了大批技术骨干总结这方面的经验，对今后化学工业建设将有一定帮助。

我们认为吉林的经验基本上都是比较成熟的（也有一些是不成熟的）。但是技术始终是不断革新的，今天的先进经验可能为明天出现的更新的技术所代替。吉林化学工业公司总结出的建厂经验中可能有些已经落后于当前大跃进中出现的更先进的经验：希望各地在运用这些经验的过程中创造出更先进的经验，不断地提高我们建设化工厂的技术水平。

吉林化工区是大型的化学工厂，因此这些经验较适用于建设大、中型化学工厂，但对小型及小小化学工厂的建设也有参考价值。各地在参考这些经验时，要注意根据具体情况，因地制宜，不要机械地搬用。

经验汇编中包括一些施工技术的规程、规范，这些规程、规范尚未由化工部有关单位会审批准，只供各地参考。

希望各地对经验汇编的内容提出批评和意见。批评和意见请寄北京市安定门外和平北路化学工业部基建司技术处。

化学工业部 1958 年 5 月

編者的話

吉林化工區第一期工程的兩年半施工期間內，由於蘇聯專家的親切指導和全體職工的辛勤勞動，取得了許多寶貴的經驗和教訓。為了交流這方面的經驗以提高我國化學工業的建設水平，我們在化學工業部的指示和吉林化學工業公司的直接領導下，從工廠正式開工後即着手全面總結建設吉林化工區的經驗。

為了作好這個工作，我們曾廣泛地組織參加建廠的老工人、技術人員和管理幹部進行了多次的座談，修改並補充過去兩年半來已經總結出來的一些材料，挖掘尚未總結出來的重要經驗。

施工技术匯編共分三集出版：

第一集 土建及筑爐工程

第二集 工藝設備及管道安裝工程

第一分冊 焊接

第二分冊 氣櫃安裝

第三分冊 大型靜止設備吊裝

第四分冊 化工傳動設備安裝

第五分冊 計器的安裝與調整

第六分冊 防腐保溫及其他

第七分冊 硬聚氯乙烯塑料管的加工製作與安裝

第八分冊 空分及高壓設備安裝

第三集 電氣安裝工程

我們是力求把這個工作做得更好些，但由於形勢的大躍進，各地對我們的要求時間比較緊迫；有些施工單位已經調離吉林了，很難找回來進行總結；很多施工的領導同志和技術幹部無暇執筆；施工人員多忙於 1958 年的施工，難於抽出時間對過去的總結進行加工，特別是我們編輯委員會工作的許多同志水平不高又缺乏經驗等種種原因，可能還有些重要的經驗沒能收入匯編，就是收入進去的一定還有不能滿足讀者要求的地方。我們懇切地希望讀者提出寶貴的批評和意見。

在我們編寫過程中，很多施工部門如冶金工業部的筑爐和管道施工等單位，給了我們很大的幫助，我們特向他們致以謝意。

吉林化學工業公司總結編輯委員會

1958 年 5 月

第一篇 室外大型設備安裝施工總結

A. 651 室外大型設備吊裝總結

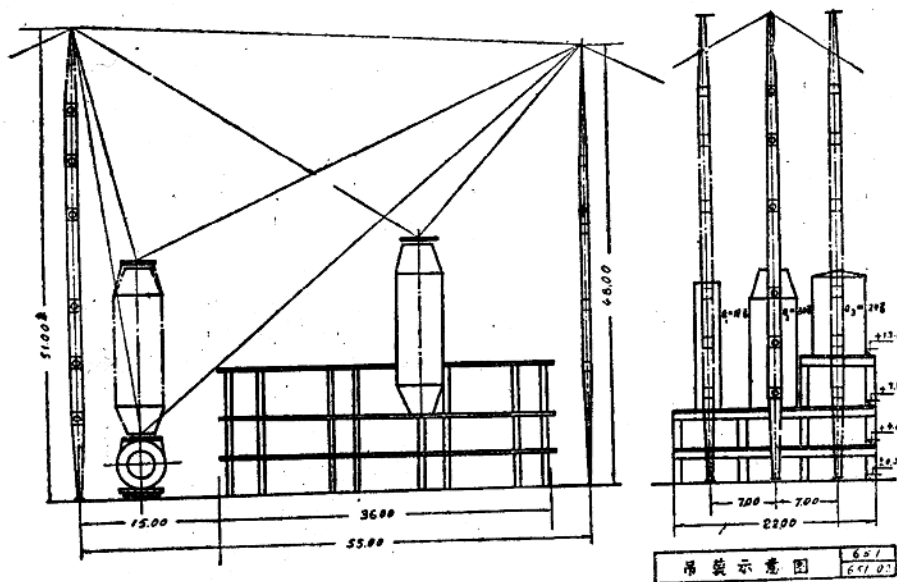
一、吊裝方案的研究

吉林肥料厂氨生产系統煤气發生工段有九台大型靜止設備安裝在标高 +7.98 和 +13.5 米的平台上。因为施工現場情况复杂設備安裝位置有的要在平台中間安裝，有相当的垂直運輸，又有高空水平運輸。用一般的吊裝方法是很难办到的。根据現有的施工机械情况，我們考虑了大小十餘种方案，进行了多次比較（見圖651-01）。研究并多次請教苏联專家連得列夫同志。經專家同意确定了利用兩根金屬抱桿夺遞的方法进行吊裝，即在建筑物的南北二端各立一金屬抱桿，利用二套滑輪組，將運至北面抱桿下面的設備垂直吊起至需要高度，然后收起南面的复滑車，放松北面的复滑車，就可以使設備沿平台上空水平運輸至設備安裝的地点，然后，放松复滑車將設備放至基础上，如圖 651-02 所示。

这个方案与其它方法比較，我們認為有下列几个优点：

1. 所需的施工机械工具較少，节约了大量的起重工具，減少了准备工作的時間；
2. 所有的施工操作工作都可以在地面上进行，避免了冬季高空作業，能保證安全施工；
3. 水平運輸和垂直運輸合併在一个工序中，操作沒有交替手續，节省了交替輔助工时，大大地縮短工期；最南端一台發生爐的吊裝時間仅 140 分鐘，最北端的發生爐吊裝時間仅 30 分鐘，一般的吊裝方法都很难达到这样快的速度；
4. 整个吊裝过程都在建筑物上空进行，不必考虑建筑物强度和加固問題；
5. 需要的施工面很少不影响土建工程正常施工，压缩了整个工程的施工期限；
6. 全套施工机械和起重工具在下一阶段設備安裝和建筑結構安裝时都可充分利用，因此給下阶段的施工創造良好条件。整个施工中的場地平面佈置及所需主要工具見圖 651-03。

本工程的起吊工作如果利用“得主克”抱桿（即轉盤抱）也可达到同样效果，但应与土建施工密切配合。



二、起重設備的計算

決定使用這樣的施工方法，就必須充分了解吊裝時各處受力情況。由於起吊設備在空中要移動很長的距離，所以起重設備受力情況，是力隨着設備位置的變化而變化，只有按照最大受力情況設計起重工具才能保證吊裝過程的安全可靠。為此，我們根據詳細計算和幾何作圖法進行分析作出各起重工具在吊裝過程中受力的變化情況曲線（圖651-04）這樣就得到各起重工具的最大荷重。

51M 金屬抱桿的正壓力 $N_{51}=62\text{噸}$

48M 金屬抱桿的正壓力 $N_{48}=59\text{噸}$

51M 金屬抱桿主纜繩拉力 $T_{51}=25\text{噸}$

48M 金屬抱桿的正壓力 $T_{41}=26\text{噸}$

51M 金屬抱桿起重索具拉力 $A_{51}=30\text{噸}$

48M 金屬抱桿的正壓力 $A_{48}=28\text{噸}$

吊裝廢熱鍋爐時

51M 金屬抱桿起重索具拉力 $A_{51}=19\text{噸}$

48M 金屬抱桿起重索具拉力 $A_{48}=16\text{噸}$

作為我們驗算依據

(1) 48M 起重抱桿的驗算

由圖解得：

$$N_{48}=59\text{噸}$$

$$A_{48}=28\text{噸}$$

用兩對四輪滑車吊裝每對受力

$$A_1 = \frac{1}{2} A_{48} = \frac{1}{2} \times 28 = 14\text{噸}$$

四輪復滑車有效輪數=7

有效繩數=8

導向滑輪=3

按鋼結構安裝人員手冊 298 頁表 2 得：

索具損失係數 $K=6.17$

起重鋼絲繩（快繩）最終拉力

$$t = \frac{A_1}{K} = \frac{14}{6.17} = 2.27\text{噸}$$

兩套復滑車鋼絲繩最終拉力

$$2t = 2 \times 2.27 = 4.54\text{噸}$$

估計起重索具自重

$$g = 1.5\text{噸}$$

抱桿產生彎曲的偏心壓力

$$N_1 = A_{48} + 2t + g = 28 + 4.54 + 1.5 = 34.04\text{噸}$$

抱桿頂部耳環的偏心距

$$l = 0.4\text{M}$$

抱桿所受彎曲力矩

$$[M] = N_1 \cdot l = 34 \times 0.4 = 13.6\text{噸-M}$$

抱桿規格

最大斷面

$$1000 \times 1000\text{mm}$$

最小斷面

$$550 \times 550\text{mm}$$

主角鋼

$$\angle 130 \times 130 \times 12\text{mm}$$

主角鋼斷面

$$F = 30\text{cm}^2$$

主角鋼慣性力矩

$$I = 477\text{cm}^4$$

最大中心至中心距離

$$a_{\max} = \frac{1}{2} \times 100 - 3.66 = 46.34\text{cm}$$

最小中心至中心距離

$$a_{\min} = \frac{1}{2} \times 55 - 3.66 = 26.64\text{cm}$$

最大近似迴轉半徑

$$r_{\max} = 0.43 \times 100 = 43\text{cm}$$

最大慣性力矩

$$I_{\max} = 4(I + F \times a_{\max}^2) = 4(477 + 30 \times 46.34^2) = 259000\text{cm}^4$$

強度力矩

$$W = \frac{I_{\max}}{r_{\max}} = \frac{259000}{43} = 6030\text{cm}^3$$

最小慣性力矩

$$I_{\min} = 4(I + F a_{\min}^2) = 4(477 + 30 \times 26.64^2) = 86800\text{cm}^4$$

$$\frac{I_{\min}}{I_{\max}} = \frac{86800}{259000} = 0.335$$

抱桿全長

$$L = 48\text{M}$$

抱桿中斷面 1000 × 1000 之長度

$$L_1 = 34\text{M}$$

$$\frac{L_1}{L} = \frac{34}{48} = 0.71$$

理論長度係數

$$C = 1, \mu = 1.02$$

抱桿理論長度

$$[L] = C\mu L = 50\text{M}$$

抱桿細長比

$$\frac{[L]}{r_{\max}} = \frac{5000}{43} = 116$$

材料長度折減係數

$$\Phi = 0.478$$

抱桿应力

$$[\sigma] = \frac{N_{48}}{\Phi \cdot 4 \cdot F} + \frac{(M)}{W} = \frac{59000}{0.478 \times 4 \cdot 30} + \frac{1360000}{6030} = 1234\text{kg/cm}^2 < 1400$$

由于細長比 $\lambda = 116$ 已超过 100 而且該抱桿已略有弯曲，所以用 $\angle 150 \times 150 \times 10$ 角鉄在中段加固，并在 24M 处設纜繩(Ø18.5)四根以保安全。

(2) 51M 起重抱桿的驗算

根据 757 工程施工設計資料，該抱桿可承担負荷

$$\text{正压力} \quad [N_{51}] = 70\text{噸}$$

$$\text{弯曲力矩} \quad [M_{51}] = 34.2\text{噸-M}$$

实际使用时，

$$\text{正压力} \quad N_{51} = 62\text{噸} < 70\text{噸}$$

$$\text{弯曲力矩} \quad M_{51} = (A_{51} + 2t + g)0.6 = (30 + 4.54 + 1.5)0.6 = 21.6\text{噸-M} < 34.2\text{噸-M}$$

(3) 鋼絲繩的選擇

根据抱桿計算所得鋼絲繩最終拉力 $t = 2.27\text{噸}$ 。選用 Ø18.5、破断强度 $130\text{Kg}_2/\text{mm}^2$ 、6 × 19 鋼絲繩。

破断应力为 14.2 噸

$$\text{安全系数} = \frac{14.2}{2.27} = 6.25$$

(4) 卷揚機的驗算

起重能力為 5 噸的卷揚機足數應用，但需驗算其卷繩長度是否足夠。

設吊裝設備最大直徑 $d_y = 6\text{M}$

則 51M 抱桿索具最大長度

$$J_{51\max} = \sqrt{(51-1-d_y)^2 + b^2} = 44.3\text{M}$$

或

$$= \sqrt{(51-1-27.8)^2 + 42^2} = 45.1\text{M}$$

51M 抱桿索具最小長度

$$J_{51\min} = \sqrt{(51-27.8)^2 + 6^2} = 23.3\text{M}$$

51M 抱桿索具長度變化

$$J_{51} = J_{51\max} - J_{51\min} = 45.1 - 23.3 = 21.8\text{M}$$

用四輪復滑車，則卷揚機必須能卷 $\varnothing 18.5$ 鋼絲繩

$$J_{k51} = 21.8 \times 8 = 174.4\text{M}$$

48M 抱桿索具最小長度

$$J_{48\min} = \sqrt{(48-27.8)^2 - (55-42)^2} = 24\text{M}$$

48M 抱桿索具最大長度

$$J_{48\max} = \sqrt{(48-1-d_y)^2 + 49^2} = 68.5\text{M}$$

48M 抱桿索具長度變化

$$J_{48} = J_{48\max} - J_{48\min} = 68.5 - 24 = 44.5\text{M}$$

用四輪復滑車則卷揚機必須能卷 $\varnothing 18.5$ 鋼絲繩

$$J_{k48} = 44.5 \times 8 = 356\text{M}$$

卷揚機卷筒容索量計算

根據運輸及起重機械第七章 140 頁公式：

$$L = (A+B)A \cdot C \cdot K \text{ 呎}$$

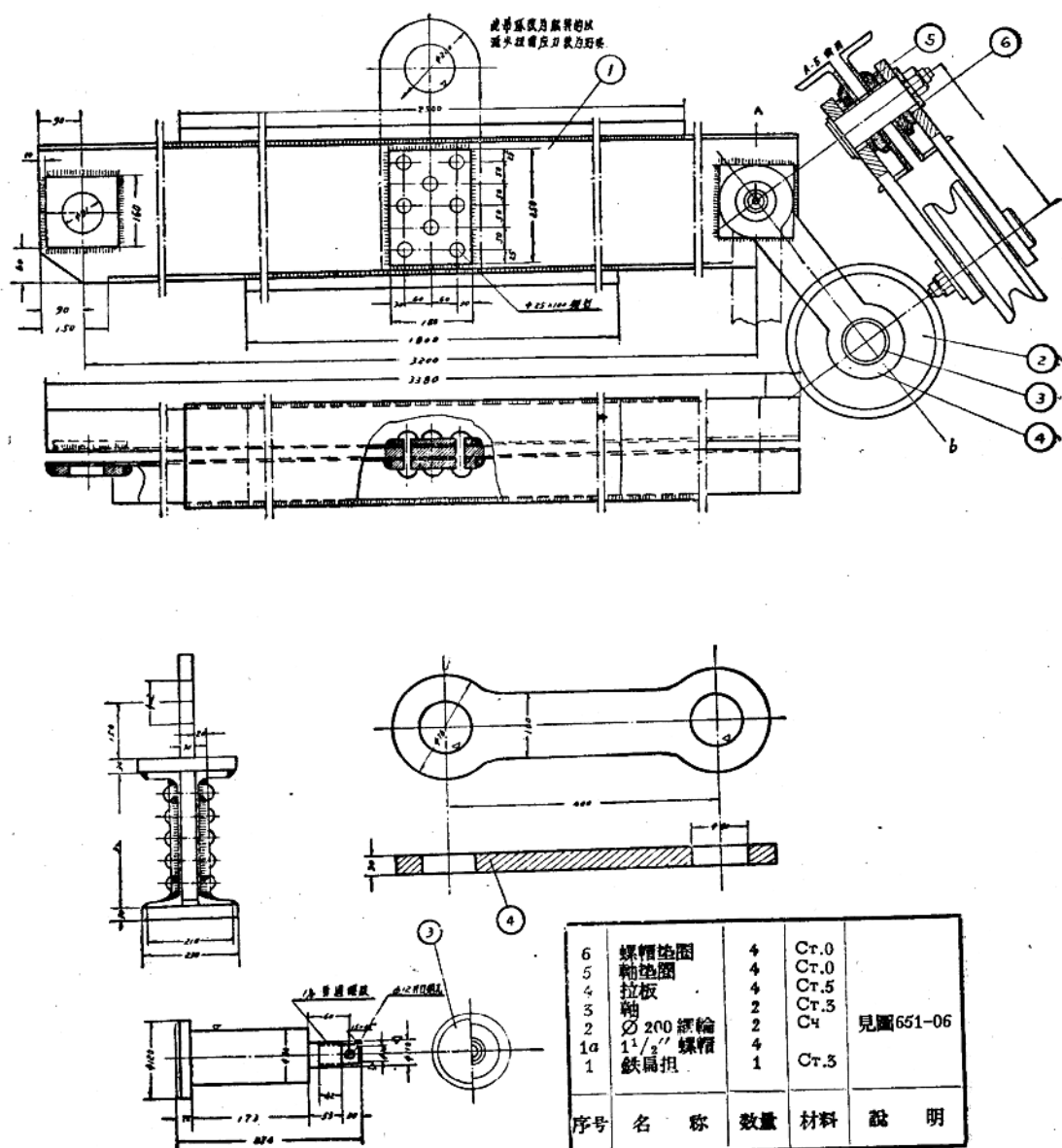
$$\text{得：} \varnothing^{5/8} - 550\text{M}$$

$$\varnothing^{3/4} - 375\text{M}$$

$$\varnothing^{11/16} - 450\text{M}$$

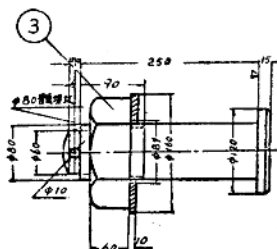
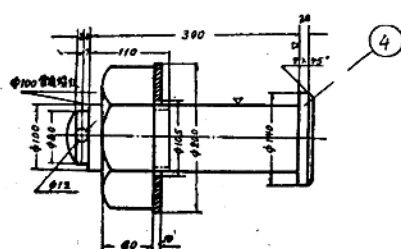
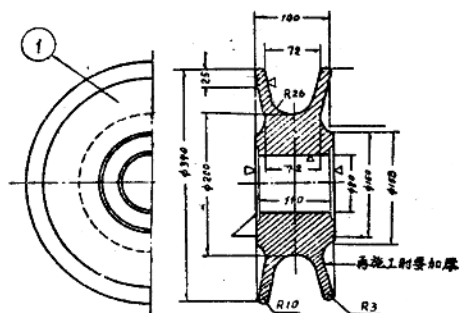
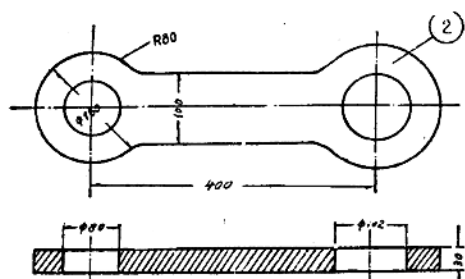
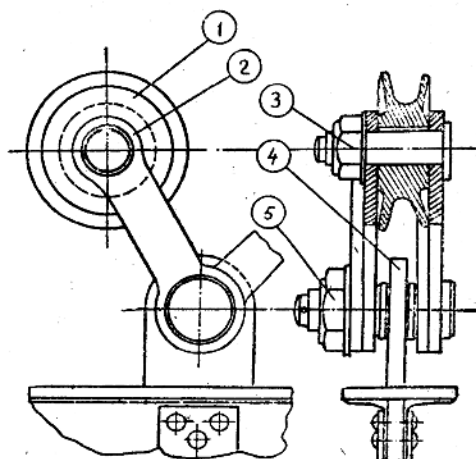
$$\varnothing^{7/8} - 275\text{M}$$

索具加工另件見圖 651-05, 651-06



鉄扁担及加工零件

651
651-05



6	抱桿平衡輪	1	鋼板	帶帽 見圖 651-05 帶帽
5	螺釘	1	Ст.3	
4	鉄扁担	1	Ст.3	
3	螺釘	2	Ст.3	
2	拉板	4	Ст.3	
1	繩輪	2	Сч	
序号	名 称	数量	材 質	說 明

繩輪及加工零件	651
	651-06

三、准备工作

整体吊装的准备工作，主要是树立抱桿，在施工設計中对树立抱桿的方法只做了原則上的規定。

利用 35M 金屬抱桿树立 51M 抱桿(其規格为最大断面 80×80 、最小断面 40×40 、高度 35M)，如图 651-08。35M 抱桿立起时采用轉动扳起法，在距离抱桿 16M 处立一兩木搭(小头直径 $\varnothing 300\text{MM}$ ，高 13M)，用 20 号 4—4 复滑車拴在抱桿 24M 处，用坦克式起重机將抱桿頂端吊起 15M，然后收紧复滑車拉起抱桿(見圖 651-07)。驗算如下。

抱桿用坦克起重机吊起 15M 时，与地坪成斜角 $\gamma = \sin^{-1} 15/35 = 25^\circ 30'$ 。

起重索具复滑車系統与地坪成傾角：

$$\alpha = \tan^{-1}(12 - \sin \gamma \cdot 24) / (16 + \cos \gamma \cdot 24) = \tan^{-1}(12 - 0.429 \cdot 24) / (16 + 0.902 \cdot 24) = 2^\circ 35'$$

$$\beta = \alpha + \gamma = 25^\circ 30' + 2^\circ 35' = 28^\circ 5'$$

$$\varphi = 90^\circ - \gamma = 64^\circ 30'$$

$$\frac{\text{索具拉力 } P}{\sin \varphi} = \frac{\text{垂直拉力 } Q_1}{\sin \beta}$$

$$Q_1 = (13 \cdot 17.5) / 24 = 9.48 \text{ 噸}$$

$$P = (9.48 \cdot \sin \varphi) / \sin \beta = (9.48 \cdot 0.9026) / 0.471 = 18.28 \text{ 噸}$$

$$\text{抱桿水平推力 } H = P \cos \alpha = 18.28 \cdot 0.999 = 18.26 \text{ 噸}$$

二組四輪复滑車及轉向滑輪阻力系数 $K = 7.09$

$$\text{起重鋼絲繩最大拉力 } = P / K = 18.28 / 7.09 = 2.56 \text{ 噸}$$

兩木搭所受垂直正压力驗算：

$$\varepsilon = \tan^{-1} 80/12 = 81^\circ 30'$$

$$H = \tan^{-1} (16 + \sin \gamma \cdot 24) / (12 - \sin \gamma \cdot 24) = 87^\circ 51'$$

$$P = (H + \varepsilon) / 2 = 84^\circ 22'$$

$$M = P - \varepsilon = 2^\circ 52'$$

$$K = H - M = 84^\circ 23'$$

$$N' = \sqrt{2P^2[1 + \cos(K + P)]} = \sqrt{2P^2(1 + \cos 168^\circ 45')} = \sqrt{2P^2(1 - \cos 11^\circ 15')} = 3.65 \text{ 噸}$$

$$N = N' \cos M = 3.65 \times 0.99 = 3.64 \text{ 噸}$$

由此知道：正压力很小，在兩木搭荷重允許範圍內。然后利用 35M 抱桿按圖 651-08 以轉动法用坦克式起重机將頂端吊起 10M，用兩套 4—4 滑輪拴在 35M 处吊起 48M。抱桿起吊时 力的分析計算如下：

抱桿先用坦克車吊起 10M，則抱桿与地坪成仰角 $\gamma = \sin^{-1} 10/48 = 12^\circ$

起重索具与平面成俯角：

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{51 - (10 \cdot 36) / 48}{62 + 36 \cdot \cos \gamma} = \tan^{-1} \frac{51 - 360 / 48}{62 + 36 \cdot \cos 12^\circ} = 24^\circ 54'$$

索具与抱桿交角 $\beta = \gamma + \alpha = 12^\circ + 24^\circ 54' = 37^\circ$

抱桿与垂直綫交角 $\varphi = 90^\circ - 12^\circ = 78^\circ$

$$\text{按正弦定理：} \frac{\text{索具拉力 } P}{\sin \varphi} = \frac{\text{垂直拉力 } Q_1}{\sin \beta}$$

$$Q_1 = 20 \cdot 25 / 36 = 13.9 \text{ 噸}$$

$$P = \frac{13.9 \sin \varphi}{\sin \beta} = \frac{13.9 \sin 78^\circ}{\sin 37^\circ} = 22.6 \text{ 瓩}$$

$$\text{主纜繩拉力: } B = P \cdot \cos \alpha / \cos 30^\circ = 23.7 \text{ 瓩}$$

$$\text{抱底水平推力: } H = P \cdot \cos \alpha = 20.42 \text{ 瓩}$$

由于索具最大拉力 P 仅在起吊的極短時間內最大为 22.6 瓩, 以后即逐漸減少, 故決定利用 51M 抱桿上已准备好的索具 (起重量 20 瓩)。

四、編制和施工中几点体会和几个問題的討論

經過施工實踐證明这个方案基本上是成功的, 在进度和安全都达到了預期效果。我們認為这个方法可以广泛应用于高平台上多台大型設備的吊裝工作, 不但能克服不易吊裝的困难, 而且能达到縮短工期节约施工工具的目的。

但是在整个施工准备中, 我們也發現了一些問題。茲在此提出以供今后参考:

1. 在确定方案选用施工机械工具之前, 要对現有的机械工具有一个較詳細的調查, 尽可能利用現有工具或以簡單方法解决施工工具。万不得已的, 方加工訂貨, 因为加工訂貨供应上不易保証, 以致临时变更, 形成被动。这次 651 工程中就証明了許多加工另件是可以簡化的, 但我們都提出訂貨了, 以致訂貨不能到达临时設法代替, 給工地添了不少麻煩。

2. 施工方案的交底工作是施工好坏的关键。这次施工由于時間倉促, 沒有把方案規程貫徹到工人中去, 以致工人不得体会方案的詳細內容, 在准备施工工具时, 只能按一般經驗不能按本工程的特殊需要去做。虽然技术部門經常深入工地, 發現問題并立即提出解决, 但仍不能避免許多返工事故, 結果欲速而不达, 得不偿失。

3. 机械設備的供应工作, 是影响工期的重要因素。在确定方案时大部份施工机械皆依賴 757 工程, 認為 757 完工后都能解决。結果一方面 757 完工很晚, 而且 757 所有工具也并不能全部滿足 651 工程的需要, 造成工作的被动。51M 抱桿抱頂的另件本应在地面安放好, 然后再树立, 但由于工期迫近抱頂另件供应不上, 不得不先立抱桿, 然后再在 51M 高空, 且在另下 20°C 左右的严寒下安裝索具既不安全又拖延了工期。

4. 施工方案中对准备工作應該和正式工程同等重視, 不可潦草。这次 651 工程中 35M 抱桿的安裝方法沒有作必要的驗算, 在施工中發現主纜繩拉力达 18.3 瓩。按使用鋼絲繩規格 $\varnothing 24(6 \times 37 + 1)$ 破断应力 24kg/mm^2 , 安裝系数仅 1.3, 虽然僥倖未發生事故, 但在安全施工的原則上这是一个大錯誤。

5. 一个單位工程施工設計要通盤全面的考虑。651 工程除了平台上九台大設備外, 在建築物附近还有十余台中小型設備, 也可以利用这一套方案, 为此則在施工机械消耗材料上都能有很大节约。如果施工机械工具能提前供应, 則在进度上还能大大加快。

在技术方面有下列几个問題应提出作为今后的参考。

1. 吊裝用卷揚機我們施工时南北兩面各兩台, 因为我們考虑到卷揚机的实际牽引能力低于設計能力很多。如果有拉力能达到 5 瓩的卷揚机改用 5 輪滑車, 則吊裝用工具都可減少很多, 因为:

五輪复滑車經三个导向滑輪阻力系数 $K=8$ 。

鋼絲繩最終拉力 $P=Q/K=30/8=3.75 \text{ 瓩}$ 。

2. 主纜繩的固定方法有兩種意見:

(1) 利用單滑輪使一根主纜通过滑輪后兩端都固定在錨点上。

这个方法的优点是:

i) 不論抱桿的位置如何, 鋼繩兩端拉力永远相等;

ii)每对主纜繩只用一套收緊裝置調整纜繩垂度，省去一套絞磨和復滑車等。

缺点是：

- i)纜繩合力的方向，与吊裝受力方向不一致，而产生橫向分力；側向副纜繩受力較大；
- ii)纜繩的錨点如有一个松脫，則主纜全部脫开，可能产生抱桿傾倒的危險。

(2)兩根主纜繩互成 -30° 角，固定在同一抱桿頂上，各有一套復滑車和絞磨調整其垂度，这个方法的优点是：

- i)兩根纜繩各自固定在抱桿上，不致因一个纜索松脫而使抱桿傾倒；
- ii)主纜受力方向和抱桿受力方向一致，沒有橫向分力作用。

缺点是：

- i)多用一套收緊復滑車和絞磨；
- ii)二根主纜受力不均。

我們是采用了前者，因为它在經濟上比較节省。其缺点在施工中是可以避免的。

(1)对主錨点施工定要严加监督；按标准施工只有能达到标准錨点的質量，就能保証不脫开的現象；

(2)橫向力的作用只要根据計算来确定側向纜繩的受力情况，就保証安全施工，我們根据施工測量結果进行驗算如下：

測量結果

	51M 主纜 偏 角	48M 主纜 偏 角	抱 桿 合 力 中 心 偏 角 α	
			51M 抱 桿	48M 抱 桿
吊裝廢熱鍋爐時	$8.3^\circ; 21.13^\circ$	$16.05^\circ; 20.98^\circ$	6.22°	2.01°
吊裝煤氣發生爐時	$11^\circ; 18.43^\circ$	$19^\circ; 17.13^\circ$	3.91°	0.83°
吊裝煤貯斗時	$13.2^\circ; 16.23^\circ$	$21.8^\circ; 14.33^\circ$	1.73°	3.73°

主纜繩最大合成拉力 $T_1 = \text{主纜繩理論拉力}(T) / \cos \alpha$

橫向力 $H = T_1 \sin \alpha = T \tan \alpha$

式中主纜理論拉力 T 可以受力曲綫圖 651-04 中查得，据此算出橫向力 H 如下：

	51M抱桿	48M抱桿
吊裝廢熱鍋爐時	2.3噸	1 噸
吊裝煤氣發生爐時	2.4噸	0.5噸
吊裝煤貯斗時	0.6噸	2.5噸

51M 抱桿方向因起吊可能有偏心而又产生橫向力

$$H_1 = Q \cdot d / \lambda \quad (\text{以最坏情况考虑})$$

式中 $Q = \text{設備重量}$

$d = \text{估計可能發生偏心}$

$\lambda = \text{抱桿高度}$

則 $H_1 = 20 \times 5 / 50 = 2 \text{噸} \quad (\text{廢熱鍋爐})$

$= 36 \times 5 / 50 = 3.6 \text{噸} \quad (\text{煤氣發生爐})$

$= 30 \times 5 / 50 = 3 \text{噸} \quad (\text{煤貯斗})$

虽吊起时主纜繩拉力一般都很少，但我們为安全起見，还是把二者所产生橫向力加在一起加以檢查得到51M抱桿的橫向力：

$$\begin{aligned}(H) &= H + H_1 = 2.3 + 2 = 4.3 \text{ 噸 (廢熱鍋爐)} \\ &= 2.4 + 3.6 = 6 \text{ 噸 (煤氣發生爐)} \\ &= 0.6 + 3 = 3.6 \text{ 噸 (煤貯斗)}\end{aligned}$$

側向錨点仰角按 30° 計，則傾向錨点最大受力

$$T_2 = 6 / \cos 30^\circ = 6.93$$

我們选用10噸錨点是足够安全的。

3. 卷揚机安裝工作一般都被忽視，在施工中我們由于不注意这个工作就走了不少弯路。

(1) 卷揚机距离最后一个导向滑轮要有足够的距离。一般均等于或大于卷筒宽度的20倍，过小了就会使鋼繩偏卷在卷筒的一端，大大的減少了卷繩長度。

(2) 卷揚机的固定一定要不少于两个固定点，定要按圖1中的B的方式安裝，不能按圖A安裝，否則就会把卷揚机拉歪如圖B。

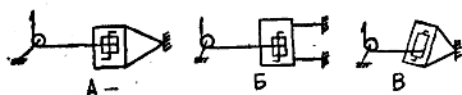


圖1

后按圖B方法加了一根制動繩才予吊起。

4. 鋼絲繩的捆扎方法必須注意檢查。在吊裝第一台廢熱鍋爐時，由于捆紮不當(按圖2中的A所示的方法捆紮的)結果繩套沒有拉緊，設備在頂端拉起約1M左右時繩套滑動，設備墮落(圖2A,B)而遭損壞。以

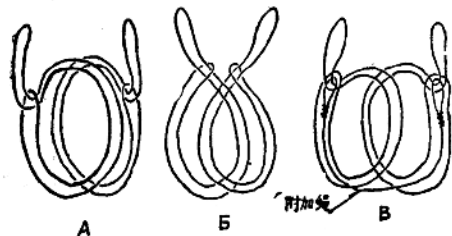


圖2

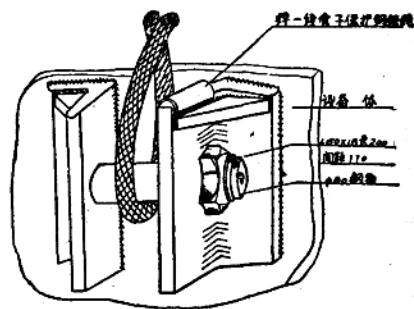


圖3

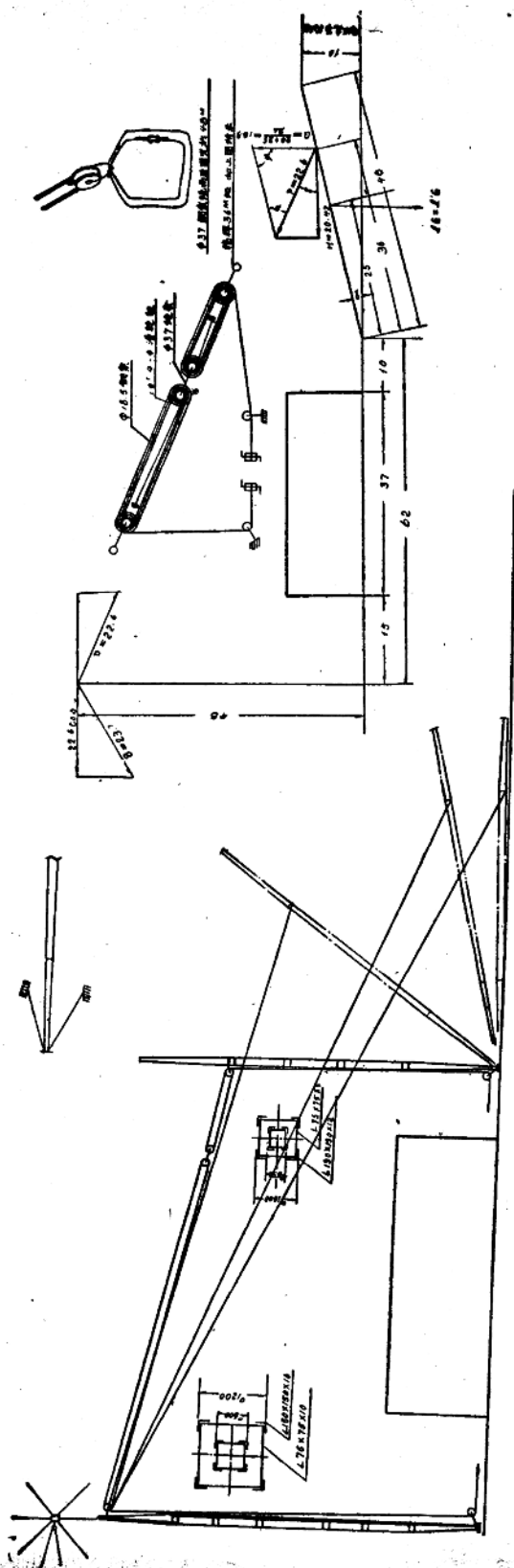
5. 起吊設備時在設備上加焊的臨時吊裝耳環要考慮到裝卸方便，否則吊裝後索具卸不下來，就不能保證順利施工。我們在施工設計中設計的耳環就是這樣，後來在施工中按照工人的意見改為活的(圖3)節省補助工時很多。

6. 吊裝用橫梁見圖(651-05)中間為鉤接死點，起吊時不能任意轉動使設備理想地放於基礎上，同時在吊起時設備可能擺動，很容易扭壞，今後可改用活接的較好些。

五、小 結

从651工程室外大型設備吊裝開始到結束的整個施工过程中，雖然沒有杜絕小事故發生，但就整個方案來說，是較適當的該方案成功地給今後大型設備起吊集疊了寶貴的經驗。

不過在施工環境允許的情況下，可考慮進一步發展為“三點吊裝”，這是我們的方向。



B. 664 室外大型設備吊裝總結

一 方案選擇

664 車間室外大型設備共計五台，均安裝於標高 +4.2M 圓形混凝土基礎上，其規格如下：

1. 飽和器 2 台，直徑 3.15M，重 287 重，高 24.6M
2. 冷凝器 1 台，直徑 3.15M，重 287 重，高 24.6M
3. 水加熱器冷卻塔 2 台，直徑 $\varnothing 3.8M$ ，重 36.7 重，高 24.6M

根據化工設計院提出的施工組織設計中的方案，要用二根 40M 起重重量 20 重的金屬抱桿進行吊裝。經我們研究，認為這樣的施工方案還可進一步的改進，因為二根抱桿至少要用六根主纜繩和六根付纜繩，除了相應錨點很多外，在移動抱桿時十二根纜繩和抱桿互相糾纏，很不方便浪費很多人工。我們認為可以用一根 40M 的抱桿傾斜成一個角度進行吊裝，只要把主錨點和主纜繩加強一些就行了。

為了確定施工時起重設備的最大負荷，必須進行一系列的計算。

首先要計算設備起吊過程中，各起重設備最大受力情況。我們根據其中最重設備水加熱器冷卻塔（重量 36.7 重），按 40 重計算，用幾何作圖法（圖 664-2）得到：

抱桿因荷重而產生的最大壓力	$P = 50.4 \text{ 重}$
起重索具最大拉力	$Q = 41.5 \text{ 重}$
主纜繩最大拉力	$T = 17 \text{ 重}$
最大荷重	$Q = 40 \text{ 重}$
制動繩最大拉力	$S = 5.1 \text{ 重}$

然後根據這些數字驗算起重設備如下：

1. 抱桿：

- 最大斷面 $b = 100 \text{ cm}$
- 最小斷面 $b_1 = 50 \text{ cm}$
- 主角鋼 $L 150 \times 150 \times 16$
- 主角鋼斷面積 $F = 45.80 \text{ M}^2$
- 抱桿總高度 $H = 40 \text{ M}$
- 抱桿最大斷面部份長度 $H_1 = 22 \text{ M}$
- 最大慣性力矩 $J = 342500 \text{ cm}^4$
- 最小慣性力矩 $J_1 = 88500 \text{ cm}^4$
- 迴轉半徑 $r = 43 \text{ cm}$
- 偏心距 $e = 50 \text{ cm}$
- 抵抗力矩 $W = 7960 \text{ cm}^3$

2. 復滑車 六輪 30 重

3. 卷揚機 起重重量 5 重

- $\varnothing 15.5$ 鋼絲繩 550M
- $\varnothing 18.5$ 鋼絲繩 450M
- $\varnothing 21.5$ 鋼絲繩 275M

抱桿驗算

抱桿理論長度 $[H] = c \cdot M \cdot H = 1 \times 1.04 \times 40 = 41.6 \text{ M}$