



工业厂房土法吊装

上海市建筑工程局編
科技卫生出版社

工业厂： 市装

上海市建筑工程局編

科技卫生出版社

內 容 提 要

本书以上海新安电机厂厂房工程利用土办法在短期内完成大量装配式钢筋混凝土構件吊装任务的总结經驗为基础,說明土法吊装在目前机械吊装設備缺乏的情况下大有可为,并对吊装不同重量的構件所用的人字把杆、独立把杆和木彈灵架規格尺寸的計算,分別举例加以說明,以利推广。

本书可供土建施工技術員工参考之用。

工业厂房土法吊装

編 者 上海市建筑工程局

*

科技卫生出版社出版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版业营业許可証出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总經售

*

开本 787×1092 1/32·印張 1 1/8,·字數 21,000

1959 年 1 月第 1 版 1959 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—3,000

統一書号: 15119·1087

定 价: (十) 0.13 元

前 言

上海市第一建筑工程公司在承建新安电机厂裝配式鋼筋混凝土結構工程中,采用了土办法吊裝,順利地完成 2700 余件構件的吊裝任务。为了相互交流,相互学习,特以新安工地土办法吊裝經驗为基础編写成这本小册子。

在生產大跃進的形势下,工業厂房的建筑愈來愈多,施工期限又甚迫切,貫徹中央提出的土洋并舉的方針,以解决設備不足的困难,是我們坚决完成任务的基本措施。通过这本小册子的介紹,希望土办法吊裝能廣泛推行,以便得出更成熟的經驗。

上海市建筑工程局

1958 年 12 月

目 錄

一、導言.....	1
二、人字把杆.....	3
三、独立把杆.....	16
四、木彈灵架.....	23
五、土办法吊裝中的几个問題.....	30

一 導 言

在鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我國正經歷着一天等于二十年的偉大时代。随着工農業生產的大跃进，对基本建设工程，特别是工業建筑，更迫切要求更多更快地完成，以便提早投入生產。

目前工業建筑的單層厂房，多采用装配式鋼筋混凝土結構，預制構件的吊裝，就成为快速施工中的一个关键問題。上海市第一建筑工程公司第二工区在承建新安电机厂工程中，解放思想，打破迷信，力爭上游，依靠群众，采取了土办法，终于把有的重达 10 吨左右的預制構件在短期內順利地完成了吊裝任务。

新安电机厂工程是装配式鋼筋混凝土結構，建筑面積 17715 平方公尺，主厂房跨距为 24 公尺，高 13 公尺，形式如图 1。



图 1 新安电机厂厂房形式

鋼筋混凝土預制構件計 2718 件，种类及重量列如表 1。

这个工程面積大，構件多，重量較重，工期又迫切，照常規是一定要采用起重机進行吊裝。在当初討論利用土办法吊裝时，很多施工人員思想有抵触，有的說：“用土办法吊裝，設備和劳动力都沒有底，不要洋机械既不弄來，土办法又搞不成，土洋两空”。領導上針對这一問題，首先召开了党支部的擴大會議，召集

表 1 新安电机厂工程預制構件种类及数量表

种 类	規 格 (公尺)	重 量 (吨)	数 量 (根)
工 型 柱 子	0.30×0.40×7.35	2.23	123
桁 架 型 柱	0.40×1.50×13	9.90	104
行 車 梁	0.60×6	2.50	204
行 車 梁	1.20×6	6.00	120
薄 腹 梁	0.70×12	4.15	123
天 窗 架			64
桁 架 梁	2.80×24	10.00	64
屋 面 板	1.50×6	1.41	1916

施工人員參加，展開群眾性的思想爭辯，當時有保守的意見，但也有較先進的意見，認為在機械不足的局面下，土辦法是必須採用的，只要大家開動腦筋，總是有辦法的。經過熱烈討論，採用土方法吊裝的思想占了上風，並確立了信心，多方聯系，籌借設備，組織工人，研究施工措施，創造條件迅速行動起來。工地從7月14日開始吊裝到8月20日，共35工作天，吊裝任務基本完成。從新安工地土辦法吊裝的實踐來看，凡柱子重量在10噸以下，屋架重量在6~8噸，高度不超過15公尺的裝配式鋼筋混凝土廠房，即使沒有大型吊車，亦完全可以用人字把杆、彈簧架等土辦法來吊裝。而且，只要我們認真改進勞動組織，合理布置構件，土辦法吊裝的速度還可大大加快。顯然，在工業建設中，貫徹中央提出的土洋並舉的方針，這是必要的，也是組織生產大躍進不可缺少的措施。

二. 人 字 把 杆

新安工地是使用人字把杆(參閱圖 2, 表 2)來吊裝工字形柱、桁架型柱和行車梁, 一般說來這個應用範圍是合適的。

表 2 人字把杆設備數量表

編號	名 稱	規 格	單 位	數 量
1	手搖絞車 (3~5 噸)	2 級, 25 公分	台	1
2	雙輪滑車 (連開口)	38 公分×5 噸 50 公分×15 噸	只	2 3
3	木 吊 杆 (小 徑)	18 公分×1400 公分	根	2~4
4	木 樁 (小 徑)	12 公分×150 公分	根	9
5	綁扎千斤	12 公厘~15 公厘	根	3
6	卸 甲	25 公厘×100 公厘 40 公厘×150 公厘	只	1 2
7	鋼索攪風繩	13 公厘 15 公厘×35 公尺	根	6
8	起吊鋼索	20 公厘 22 公厘×200 公尺	根	2

(一) 設備制作: 制造人字把杆, 首先必須經過科學計算, 这样才能合理的采用材料, 才能確保吊裝的質量和安全。新安工地這次采用的人字把杆, 由於時間關係, 只是憑工人經驗設計, 沒有經過計算, 應當說經過計算是完全必要的。現在將計算方法介紹如下:

例: 需要吊裝的桁架型柱重量為 9.9 噸, 要求確定一套人字把杆的合理規格。

1. 把杆部分

計算人字把杆的應力并核定它的中徑斷面, 一般采用下列公式:

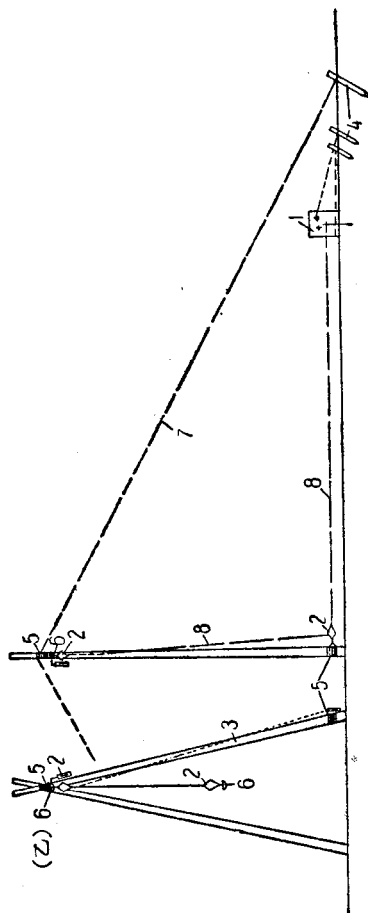
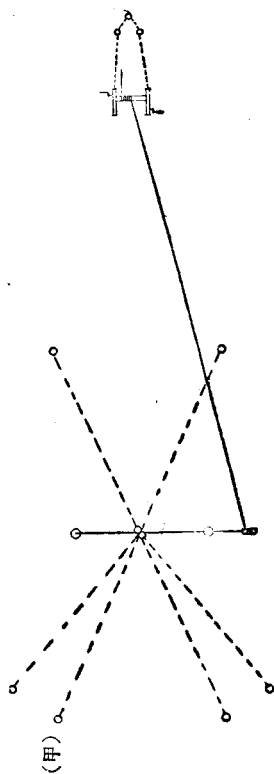


图 2 人字把杆示意图 甲-平面; 乙-侧视

$$\sigma = \frac{S_m}{\varphi F} + \frac{M}{W},$$

式中: σ ——把杆的总应力;

S_m ——总压力;

M ——弯曲力矩;

φ ——纵向弯曲系数;

F ——把杆中径横断面积;

W ——抗弯断面系数。

(1) 先算总压力(S_m):

$S_m = \text{负荷重量} + \text{绞车拉力} + \text{缆风索的预加压力}。$

注: (1) 把杆所受风压力很微, 不予考虑。

(2) 如采用机动卷扬机时, 总压力结果尚须增加 10%。

由于:

$\text{负荷重量} = \text{构件重量} + \text{滑轮设备重量} = 9.9 + 0.5 = 10.4 \text{ 吨},$

$\text{绞车拉力} = \text{负荷重量} \times \text{滑轮工作系数}$

$= 10.4 \times 0.207 = 2.15 \text{ 吨},$

注: 滑轮工作系数可查表 3。如把杆上定滑轮是三门葫蘆, 工作绳有 6 条, 导向绞车的滑轮有 3 只, 则系数是 0.207。

表 3 滑轮工作系数表

定 滑 轮 工作绳数	导 向 滑 轮 数, 量				
	0	1	2	3	4
1	1.000	1.040	1.082	1.125	1.170
2	0.500	0.527	0.549	0.571	0.594
3	0.346	0.360	0.375	0.390	0.404
4	0.265	0.276	0.287	0.298	0.310
5	0.215	0.225	0.234	0.243	0.253
6	0.184	0.191	0.199	0.207	0.215
7	0.160	0.165	0.173	0.180	0.187
8	0.143	0.149	0.155	0.161	0.167

纜風索的預加壓力 = 纜索數 $\times$ 每根纜索的壓力 $\times$ 纜索與地面相交角度的余弦函數 $= 4 \times 0.5 \times 0.707 = 1.41$ 噸,

注: 一般把杆的纜風索為 4 根, 每根的預加壓力通常用 0.3~1 噸, 纜風索和地面相交角度一般為 45° , $\cos 45^\circ = 0.707$ 。

故 $S_m = 10.4 + 2.15 + 1.41 = 13.96$ 噸。

每根把杆分担的壓力 $= \frac{1}{2} \times 13.96 = 6.98$ 噸。但考慮吊裝工作時有左右搖擺動盪現象, 因此酌加 30%, 故每根的總壓力為 9 噸。

(2) 計算把杆的彎曲力矩(M):

人字把杆的滑輪和吊環是在中心的, 因此對負荷重的彎曲力矩不予考慮, 僅計算本身自重彎矩。計算自重彎矩應先假定把杆規格。

茲假定把杆為圓杉木, 高 14 公尺, 梢徑為 27 公分, 中徑(按每長 1 公尺, 直徑加 1 公分計)為 34 公分, 左把杆到右把杆的跨度為 6 公尺, 每根把杆自重有 450 公斤。

$$M = \frac{\text{把杆自重} \times \text{把杆中心到把杆腳的距離}}{8}$$

$$= \frac{450 \times 300}{8} = 16875 \text{ 公斤} \cdot \text{公分}。$$

(3) 計算縱向彎曲係數(φ):

φ 的關鍵在於長細比(λ):

$$\lambda = \frac{\text{把杆高度}}{\text{把杆中徑} \times 0.25},$$

當 $\lambda > 75$ 時, 則 $\varphi = \frac{3100}{\lambda^2};$

當 $\lambda \leq 75$ 時, 則 $\varphi = 1 - 0.8 \times \left(\frac{\lambda}{100}\right)^2。$

因为 $\lambda = \frac{1400}{34 \times 0.25} = 164.7 > 75,$

所以 $\varphi = \frac{3100}{164.7^2} = 0.114.$

(4) 計算橫斷面積(F):

$$F = \text{直徑}^2 \times \frac{\pi}{4} = 34^2 \times \frac{3.1416}{4} = 908 \text{ 公分}^2.$$

(5) 計算抗彎斷面系數(W):

$$W = \text{直徑}^3 \times \frac{\pi}{32} = 34^3 \times \frac{3.1416}{32} = 3859 \text{ 公分}^3.$$

把以上計算所得各值代入 $\sigma = \frac{S_m}{\varphi F} + \frac{M}{W}$ 公式,

則得 把杆的应力 $= \frac{9000}{0.114 \times 908} + \frac{16875}{3859}$

$$= 87 + 4.4 = 91.4 \text{ 公斤/公分}^2.$$

根据規定,一般杉木的單位極限应力为 200 公斤/平方公分,如采用安全系数 2, 則为 100 公斤/平方公分。故例題所示吊裝 9.9 吨桁架型柱子,如采用梢徑 27 公分,中徑 34 公分的圓杉木是可以胜任的。但梢徑过大的圓木料很难置办,因此根据实际情况,可以进行两根圓木綁扎加固的方法,象新安工地工人采用 4 根 18 公分梢徑、24 公分中徑圓木加固組合成为左右把杆也是一个較好的措施。另一方面我們通过以上計算,进一步認識到,对假定把杆的規格近似与否,有很大关系,如果假定得比較正确,驗算結果一拍就合,否則相差太多,就需要重行假定,反复重算,才能保証合理,因此在下面談到獨立把杆时,有一个參考資料表(表 7) 可供我們参考。

(6) 人字把杆在吊裝过程中經常有向前傾斜吊裝的要求,其

計算原理基本上同上面一樣,但對總壓力應改按下列公式計算:

$$S_m = \frac{(P+Q)H(a+e)}{a},$$

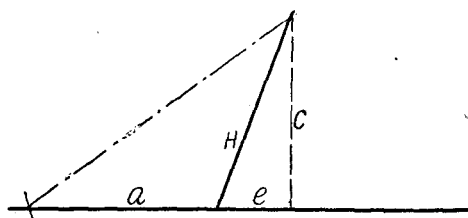


圖 3

式中: H ——把杆的長度(公尺);

e ——傾斜幅度(公尺);

c ——自把杆頂到地面的垂直距離(公尺);

a ——自把杆腳到錨樁的距離(公尺);

Q ——滑輪重量(噸);

P ——起重重量(噸)。

注:如採用機動卷揚機時,總壓力結果尚須增加 10%。

茲為了簡便起見,特將向前傾斜 1~3 公尺,起重 10 噸的總壓力增加情況列如表 4。應當說一般人字把杆不宜向前傾斜過多,超過 3 公尺的範圍是很危險的,應避免之。

表 4 把杆前傾吊裝時增加壓力情況表

向前傾斜 (公尺)	起重 10 噸時 (噸)	每斜 1 公尺 增加壓力 (噸)	地面相 交角度	前傾 1 度增加壓力 (噸)
3	14.96	2.21	73°20'	0.41
2	12.75	1.58	78°40'	0.24
1	11.17	1.17	84°10'	0.20

2. 計算纜風索的拉力和確定它的規格

根据上面把杆的计算结果,则已知条件为:

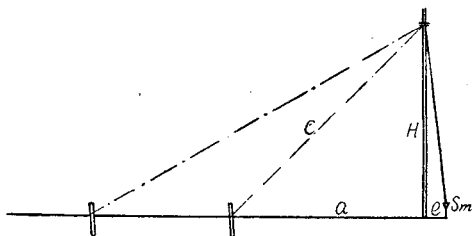


图 4

人字把杆的高度(H) = 14 公尺;

人字把杆的总压力(S_m) = 13.96 吨, 减除缆风索预加压力 1.41 吨, 则为 12.55 吨;

构件吊点距离把杆中心点的跨度(e) = 1.20 公尺

缆风索(一般采用不少于 4 根, 而且相互对称的)和地面相交的角度通常为 $30^\circ \sim 45^\circ$, 因此缆风索的长度(c)和把杆到锚碇的水平距(a)可以丈量的。它的受拉计算公式如下:

$$(1) \text{ 缆风索拉力} = \frac{c}{a} \times \frac{S_m \times e}{H}$$

$$= \frac{20}{14} \times \frac{12.55 \times 1.20}{14} = 1.53 \text{ 吨, (当 } 45^\circ \text{ 时)}$$

或

$$= \frac{28}{24} \times \frac{12.55 \times 1.20}{14} = 1.25 \text{ 吨。 (当 } 30^\circ \text{ 时)}$$

(2) 计算出缆风索拉力后, 按照规范乘以安全系数 3.5 倍, 再查下列鞍钢 6-19 钢丝绳的规格表(表 5)。如选用破坏强度为 140 公斤/平方公厘时, 则对和地面交角为 45° 的缆风索(安全拉力为 5.35 吨)采用 11 公厘的钢丝绳也可以了。

(3) 在工地上因钢索用旧、磨蚀, 断丝的数量相当多, 已不能用于卷扬机和绞车起重或吊装千斤索方面, 因此在节约的原

表 5 鞍鋼 6-19 鋼絲繩規格表

直 徑		鋼 絲 標 准 抗 拉 強 度 (公 斤 / 公 厘 ²)						
鋼 繩	鋼 絲	130	140	150	160	170	180	190
		破 斷 力 (整 條 鋼 繩)						
		130	140	150	160	170	180	190
公 厘		公 斤						
11	0.7	4,850	5,230	5,600	5,970	6,350	6,730	7,100
12.5	0.8	6,300	6,800	7,250	7,800	8,200	8,750	9,200
14	0.9	8,100	8,650	9,250	9,900	10,500	11,100	11,800
15.5	1.0	9,550	10,700	11,400	12,200	13,000	13,600	14,500
17	1.1	11,900	12,800	13,800	14,700	15,500	16,600	17,400
18.5	1.2	14,300	15,300	16,400	17,500	18,600	19,700	20,800
20	1.3	16,700	17,900	19,300	20,900	21,800	23,100	24,400
21.5	1.4	19,400	20,900	22,400	23,900	25,400	26,700	28,400
23	1.5	22,300	24,000	25,700	27,400	29,300	30,900	32,600
25	1.6	25,200	27,300	29,200	31,100	33,200	35,000	37,000
26.5	1.7	28,600	30,800	33,000	35,200	37,400	39,700	41,800
28	1.8	32,100	34,500	37,000	39,400	42,000	44,400	46,800
31	2.0	39,500	42,600	45,600	48,600	51,700	54,800	57,800
34	2.2	47,800	51,500	55,300	59,000	62,500	66,300	—

用 途	纜 索	人 力 開 動	機 器 開 動	吊 索
安全係數	3.5	4.5	5~6	10

則下,这些鋼索可按破旧情况酌情將 3.5 安全系数提高,就可作为纜風索使用。

3. 計算錨樁

由于現場地質和环境不同,計算錨樁不易正确,还是察看現場和傾听工人經驗決定为妥。

4. 計算構件的吊索(綁扎千斤)

(1) 吊索的傾斜角度 α 一般不宜大于 60° , 因为角度愈大,就提高吊索的应力。

(2) 計算实例: 大型屋面板重計 2 吨,吊索安全系数为 10, $\alpha=45^\circ$ 。

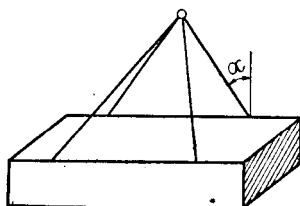


图 5

吊索角度 α	0°	30°	45°	60°
角度系数	1	1.15	1.42	2

$$\begin{aligned}
 \text{吊索的应力} &= \left(\frac{\text{起重量}}{\text{吊索根数}} \times \text{角度系数} \right) \times \text{安全系数} \\
 &= \left(\frac{2}{4} \times 1.42 \right) \times 10 = 7.1 \text{ (吨)}.
 \end{aligned}$$

查鞍鋼 6-19 鋼絲繩規格,可用 $\phi 14$ 公厘鋼絲繩(破坏强度为 140 公斤/平方公厘)。

(二) 吊裝程序:

1. 人字把杆進行樹立時，要保持把杆吊鉤和構件的設計中心點基本相符，最多不能超過 20 公分，如圖 6。因為把杆不象機械吊車，它沒有旋轉設備，僅是依靠本身吊索的一些彈性為伸縮的。如有少數構件發生吊裝困難時，可以允許把杆前傾一些，但必須在未吊裝前，將纜風索抽緊加固，例如反吊行車梁的把杆樹立法（參閱圖 7）。禁止把杆在吊裝構件時再有變動現象。

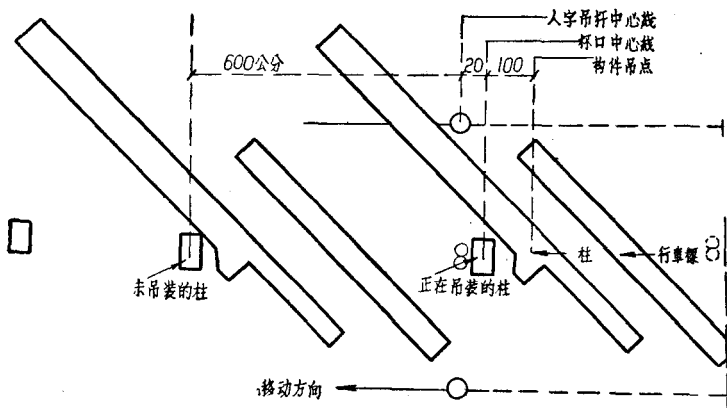


圖 6 人字把杆吊裝位置與構件布置圖

2. 把杆樹立時，要考慮合理的進退方向，不要隨便顛倒施工，否則會造成把杆移運時繞大圈子走彎路的困難。

3. 穩定把杆的纜風索，其根數不少於 4 根，並保持四面方向的角度大致相等，纜索的水平方向夾角不得大於 45° ，只有在特殊情況下，例如場地特別狹小，才能將夾角增加到 60° ，纜風索生根處，應系在已經安裝的永久性建築物上或臨時木樁上，木樁的質量要揀好的，深埋地下不少於 1 公尺。

4. 新樹立的把杆移位以後，在開始吊裝前，應慎重地採取試吊查驗的工序，方法是將構件起重離地 20~30 公分時（如用