

內 容 提 要

本書系統地敘述了單層鋼筋混凝土結構厂房設計中柱頂鉸接排架及鋼筋混凝土柱的計算方法。全書是按最新的極限狀態理論來計算的。書中除對鉸接排架之理論推導之外，並對排架計算有關方面加以論述。在排架分析中，對於切力分配系數的公式進行了較詳細的推演；對於目前應用最廣的工字型截面柱和雙肢柱，以及經常用到的三階形柱的公式，亦均有詳盡的分析。最後還附有大量的實用例題，以幫助學者熟習運用。

本書可供土建設計人員及高等學校學生參考。

單層厂房排架分析及鋼筋混凝土柱設計

張孔修 編著

*

1959年5月第1版 1959年5月第1次印刷 10,060冊

787×1092 $\frac{1}{16}$ · 370千字 · 印張16 $\frac{5}{8}$ · 插頁6 · 定價(10) 2.80元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號: 1442

建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

单层厂房排架分析及钢筋混凝土柱设计

张孔修 编著

建筑工程出版社

3.
-60

86.31

0309-60

單層厂房排架分析及鋼筋混凝土柱設計

張孔修 編著

建筑工程出版社出版

• 1959 •

目 录

序 言

第一章 緒 論

§ 1-1 各种柱截面的比較	6
§ 1-2 柱尺寸之选定	6

第二章 荷 載

§ 2-1 荷載	15
§ 2-2 屋盖荷載	16
§ 2-3 吊車豎直荷載	16
§ 2-4 吊車水平荷載	18
§ 2-5 雪荷載	20
§ 2-6 風荷載	22
§ 2-7 溫度	28
§ 2-8 地震	28

第三章 平面排架之应力分析

§ 3-1 屋盖梁(或桁架)位于同一高度之排架分析	30
§ 3-2 屋盖梁(或桁架)位于不同高度之排架分析	35
§ 3-3 溫度应力之分析	37
§ 3-4 彈性地基上之排架分析	40
§ 3-5 二段阶形柱之位移公式	43
§ 3-6 二段阶形柱柱頂反力	47
§ 3-7 三段阶形柱之位移公式	51
§ 3-8 三段阶形柱柱頂反力	64

第四章 排架空間受力之分析

§ 4-1 排架空間受力概述	71
§ 4-2 排架空間受力之計算原理	75
§ 4-3 連續梁彈性支承反力之計算	81
§ 4-4 屋盖位于不同高度時空間受力之分析	87

第五章 鋼筋混凝土柱設計

§ 5-1 混凝土和鋼筋的計算指标	91
-------------------------	----

§ 5-2 荷載組合	92
§ 5-3 矩形截面計算	92
§ 5-4 工字形截面計算	103
§ 5-5 鋼筋混凝土雙肢柱的構造	111
§ 5-6 鋼筋混凝土雙肢柱的計算	111
§ 5-7 鋼筋混凝土雙肢柱截面慣性矩折減係數	118
§ 5-8 細長度影響的考慮	122
§ 5-9 矩形和工字形柱的計算長度	126
§ 5-10 矩形截面對稱配筋之圖表	126
§ 5-11 工字形截面對稱配筋之圖表	155
§ 5-12 矩形截面偏心受拉之計算	169
§ 5-13 斜偏心受壓的計算	170

第六章 排架分析例題

§ 6-1 多跨廠房排架之計算例題	174
§ 6-2 溫度應力之計算例題	199
§ 6-3 排架空間受力計算例題	201
§ 6-4 屋架位於不同高度之廠房排架計算例題	208

序 言

在厂房设计中，排架分析的工作量是最繁重的。现在钢筋混凝土结构的使用范围正在不断扩大，在厂房排架方面，几乎有全部取钢结构而代之的趋势，所以钢筋混凝土结构的单层厂房排架（通常柱顶与屋面梁或屋架铰接，而柱底则认为是与基础固接），尤其有突出的重要性。在计算这种厂房排架时，一般都参考“单层工业房屋钢筋混凝土柱”^①一书，这本书的优点是简明、实用，对于厂房设计工作，起了很大的推动作用，对我国建设事业的帮助是很大的。

本书是以“单层工业房屋钢筋混凝土柱”一书为基本而编写的，保留原书的优点，参考有关文献，并作了下面几点努力：

1. 按最新的极限状态理论计算，符合现在使用的“建筑法规”和“混凝土及钢筋混凝土结构设计标准及技术规范（Ниту-123-55）”；
2. 将排架分析的理论予以推演，使初学者得以很快掌握运用；
3. 对于正获得广泛应用的工字形截面柱和双肢柱详加叙述，并附以计算例题，以资参考；
4. 附以常用的图表和公式，力求实用省时。

作者学识经验均甚浅陋，本书又是在业余匆匆写成，错误一定是不少的，诚恳地希望读者同志们发现缺点和错误时随时指正，这不仅对于作者是很大的帮助，更重要的是可以避免给设计工作带来损失。

当本书付印的时候，正是在社会主义总路线光辉照耀下，全国正在万马奔腾地大跃进的时候，谨以这本书作为技术革命的献礼。如果这本书能在大跃进中起一颗螺丝钉的作用的话，那么作者的全部愿望就达到了。

本书承丁祖堪工程师在百忙中校阅一遍，并且提了许多宝贵的意见，特此誌谢！

張孔修 1958.8.17.

北京黑色冶金設計总院

^① 苏联工业建筑设计院著：单层工业房屋钢筋混凝土柱，莫斯科1948年俄文版（北京重工业出版社中译本）1952年。

第一章 緒 論

§ 1-1 各种柱截面的比較

鋼筋混凝土柱的型式有矩形、工字形、双肢柱及桁架式柱（見圖 1-1）等几种。



圖 1-1

矩形截面之优点为外形簡單，設計及施工均較方便，因此获得普遍应用。但有自重較大，材料較費等缺点。工字形柱截面材料佈置合理，在弯矩作用之平面，用比矩形截面較少的材料，就可得到与矩形截面几乎相同之承载强度及刚度，故其优点为自重較輕，材料較省，尤其适宜在装配式結構中应用。故目下工字形截面正日漸崛起，有取矩形截面而代之的趋势。工字形截面的缺点为外形复杂，增加施工的困难，与其它構件的接头也較費事。

矩形及工字形截面只适用于吊車起重量較小的情形。如吊車起重量很大（例如超过50吨时），矩形截面势必加大尺寸，增加自重，在装配式結構中將遇到按装起重能力的限制，在現澆的結構中，亦必嫌其龐大，同时吊車悬臂亦將引起困难。工字形柱則有腹壁纖薄，刚度不够之虞。北京工業建筑設計院所編制的“單層厂房装配式鋼筋混凝土制品目录草案”中，矩形及工字形截面柱子的最大吊車起重量，只到30吨。

由于上述原因，在吊車起重量很大的情形下，便要用鋼筋混凝土柱的另一型式——双肢柱了。

双肢柱是由两个支柱用橫桿連接而成，吊車梁的荷載通常沿一肢的軸綫傳遞，主要的受力作用为受压；又因为呈空腹桁架型式，能將弯矩轉化为軸向力作用。因其主要的受力作用为軸向力，每肢的弯矩通常是較小的，故其承载能力大大高于矩形及工字形截面，这是双肢柱的最主要的优点。双肢柱呈空腹型式，可利用兩根支柱間的空隙，通过管道、电纜等，亦为其优点之一。

双肢柱的缺点为模板造价較高，構造較复杂。

桁架式柱与普通双肢柱不同的地方就是腹桿是斜放的，呈桁架型式，故受力作用比双肢柱好，如將剛性节点所产生之弯矩略去不計，則只承受軸向应力，其作用与桁架一样。此外，刚度亦比双肢柱好。桁架式柱的缺点为施工比較复杂，只适合于預制，倘在搗制中采用，便要在施工中招致極大困难。

§ 1-2 柱尺寸之选定

厂房排架为超靜定結構，应力与柱各部份截面大小及長度等有关，故在进行排架分析之前，須先選擇柱子的尺寸。

(一) 吊車悬臂之高度

吊車軌頂之高度由生产要求而定，由此即可定出吊車懸臂之高度。

(二) 吊車懸臂以上之尺寸

根据所采用的吊車，即可查得吊車之外形尺寸，在圖 1-2 上指出的是当导电綫配在吊車橋下側方时建筑物的接近淨空尺寸，因为電綫不宜配于吊車以上。

建筑物到吊車的接近淨空尺寸，应按所采用的吊車資料決定之。表 1-1 之数值可供参考。

無論在任何情况下，房屋結構的任何一个構件都不能超出建筑物的接近淨空尺寸。当屋面放在鋼屋架上时，必須確定構件到建筑物的接近淨空尺寸的極限接近量，并在屋架下弦以下留出 150 公厘的輔助距离，以备屋架的撓曲和下弦支撐的可能位移。

当基础砌置在松软地基上而可能發生大量沉陷时，应加以注意。因厂房下沉后，吊車軌頂为了維持原有的高度，就必须將吊車梁垫高，这样就影响了上述尺寸。

(三) 吊車懸臂以下之尺寸

吊車懸臂以下之尺寸与基础埋置深度有关。通常認為柱子在基础頂面固結。

确定基础埋置深度时，应考虑到：

- 1) 房屋及結構物的用途、有無地下室、地下交通綫和設備的基础；
- 2) 建筑基地的地質和水文地質条件（基土的种类及其物理状态，地下水水位及其在房屋和結構物建筑期間与使用期間可能的升降和变化）；
- 3) 作用在地基上荷載的大小和性質；
- 4) 基土冻结时膨脹的可能性；
- 5) 鄰近的房屋和結構物基础的埋置深度。

相互排列得較近的基础的砌置深度，应合乎 $\frac{A}{B} \leq \tan \varphi$ 的条件（圖 1-3）。式中 φ ——土壤自然傾斜角。

厂房基础在遇有較深的相鄰基础或地下室时，常采取如圖 1-4 所示三种方法。圖 1-4a 为在普通基础下填以漿砌塊石，圖 1-4b 为將基础

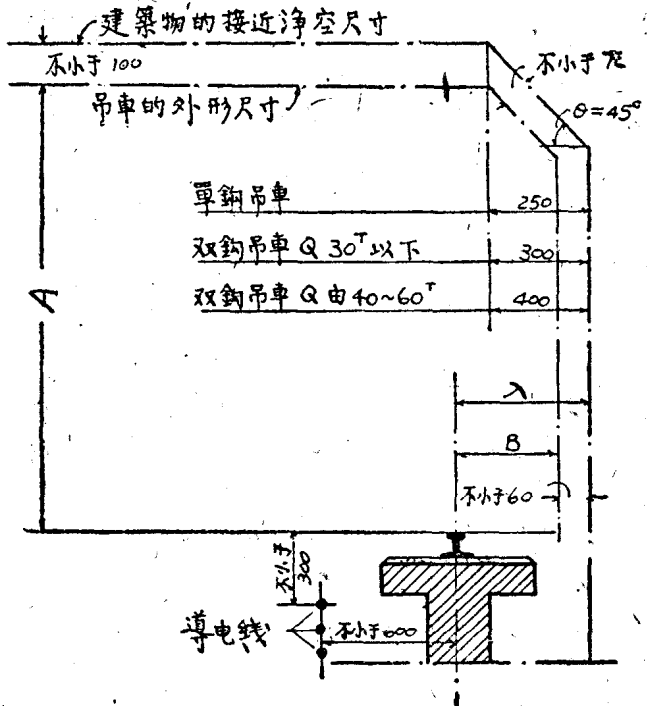


圖 1-2

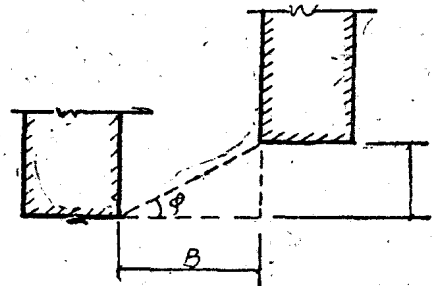


圖 1-3

表 1-1

構筑物到吊車的接近淨空尺

吊車起重能力 Q	手 動 吊 車						電 動 吊 車									
	單 梁 的			雙 梁 的			輕 工 作			中 等 工 作			重 工 作			
	吊車跨 度 L _K	A	B	λ	吊車跨 度 L _K	A	B	λ	吊車跨 度 L _K	A	B	λ	吊車跨 度 L _K	A	B	λ
噸	公 尺	公 厘	公 厘	公 厘	公 尺	公 厘	公 厘	公 厘	公 尺	公 厘	公 厘	公 厘	公 尺	公 厘	公 厘	公 厘
1	5-8 9-14	595 610	138 148						5-12	936	170		5-12	936	170	
2	5-8 9-12	595 610	138 148						5-15	936	170		5-15	936	170	
3	5-7 8-12	595 630	138 148						5-15	956	170		5-15	956	170	
5	5-8 9-12	630 630	148 148		8-12	1233	158		11-32	1650	230	500	11-32	1650	230	500
10					8-17	1233	158		11-32	1900	260	500	11-32	1900	260	500
15					8-17	1410	185		11-32	2300	260	500	11-32	2300	260	500
15/3									11-32	2300	260	500	11-32	2300	260	500
20					10.5-16.5	1446	196		10.5-31.5	2400	260	750	10.5-31.5	2400	260	750
20/5									10.5-31.5	2750	300	750	10.5-31.5	2750	300	750
30									10.5-31.5	2750	300	750	10.5-31.5	2750	300	750
30/5									10.5-31.5	2700	285	750	10.5-31.5	2700	285	750
40/10									10.5-31.5	2700	285	750	10.5-31.5	2700	285	750
50/10									10.5-31.5	2700	285	750	10.5-31.5	2700	285	750

之上阶伸長，圖 1-4b 为將柱子向下伸長。

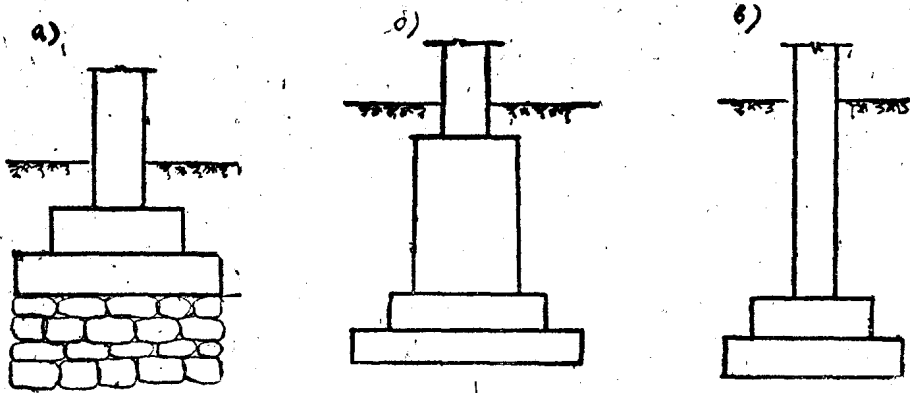


圖 1-4

为了在牆和柱附近砌溝方便起見，基础砌置深度，最好能使由基础頂到地面之間的淨距離不小于 50~60 公分。

圖 1-5~1-8 的尺寸可供參考。

(四) 柱截面尺寸

为了保証柱的必要剛性，其截面的尺寸应不小于表 1-2 和表 1-3 中的数值，并在任何情况下不应小于 300×300 公厘。

無吊車厂房的柱的最小截面尺寸

表 1-2

屋蓋承重結構的材料	結構形式	
	$h:H$	$b:H$
木	1/20	1/20
鋼和鋼筋混凝土	1/25	1/25

整体柱的宽度，最好在任何情况下不小于以下数值：

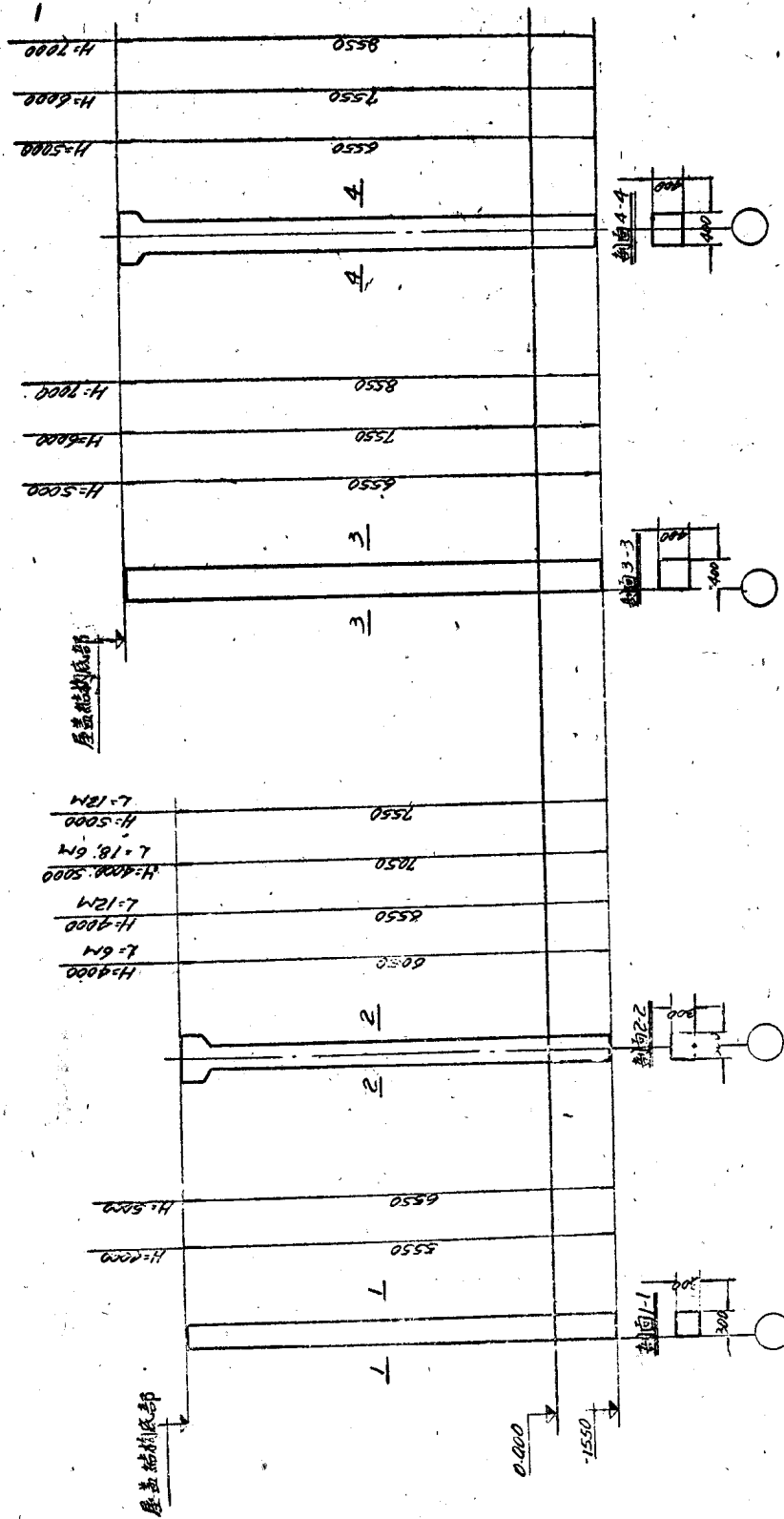
当吊車起重能力在 10 吨以下时—— 300 公厘；

当吊車起重能力超过 10 吨时—— 400 公厘。

选用矩形截面的尺寸最好参照表 1-4，选用工字形截面的尺寸最好参照表 1-5。表中所列的各种截面，已制成对称配筋时計算用的圖表。

当双坡屋顶时厂房跨度为6.9, 12, 15及18M的柱

当单坡屋顶时厂房跨度为6, 12及18M的柱



先单厂房的钢筋混疑土柱

H——自地面至屋盖结构底部的高度。

L——厂房跨度。

图 1-5

厂房钢筒混凝土柱, 吊车起重量为 5-125T

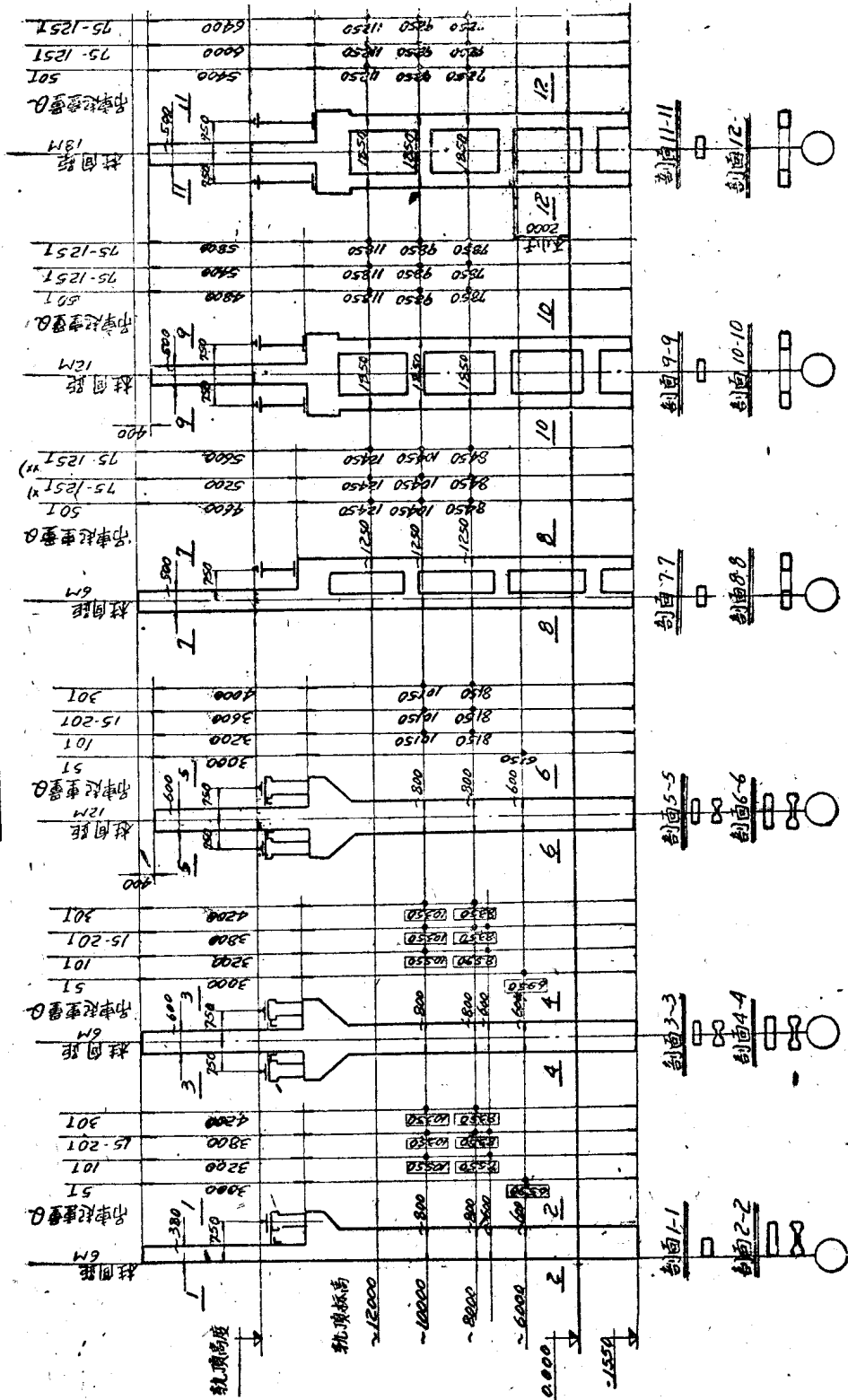


图 1-6

厂房钢梁混凝土柱吊重5~20吨级运转装置

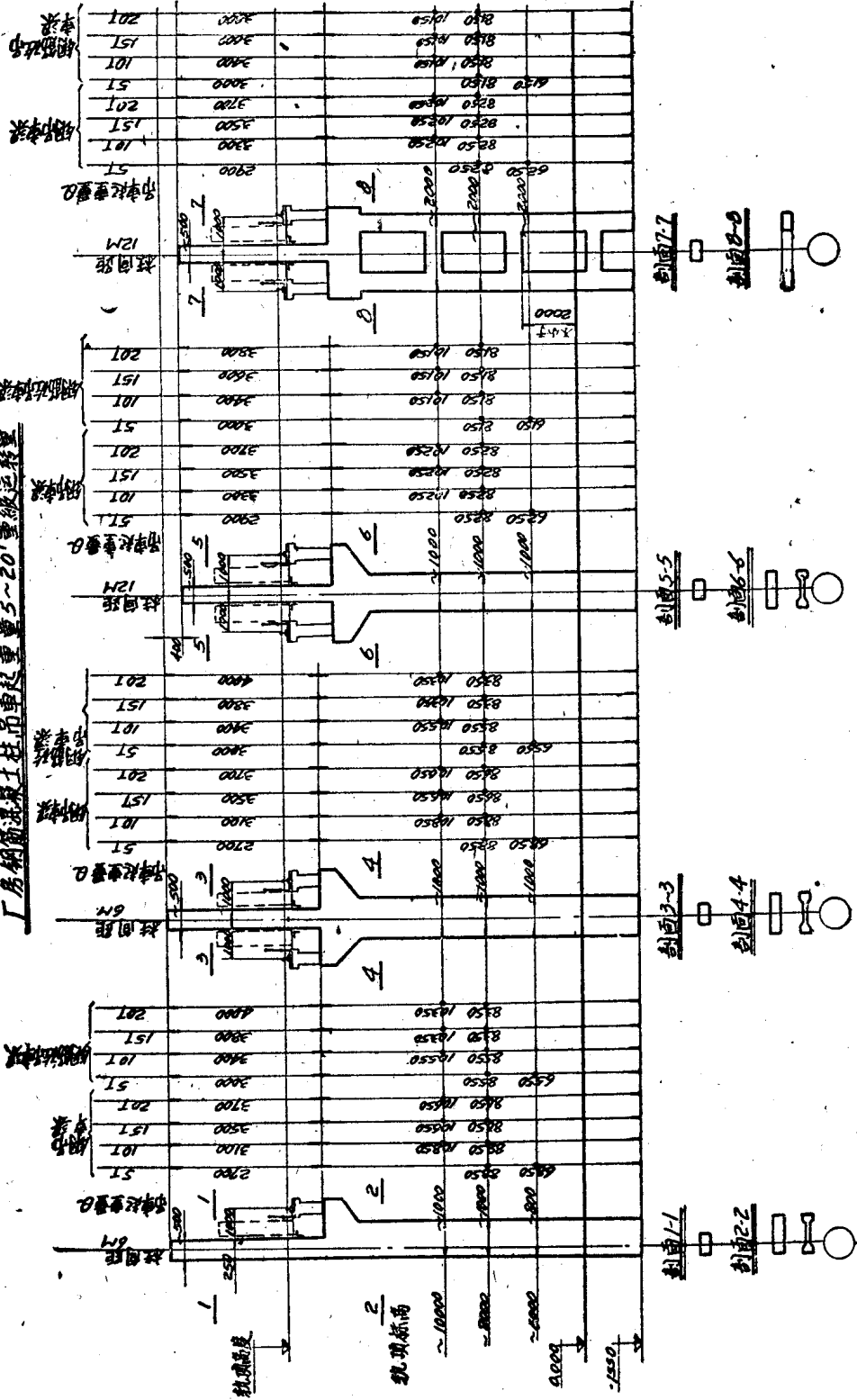
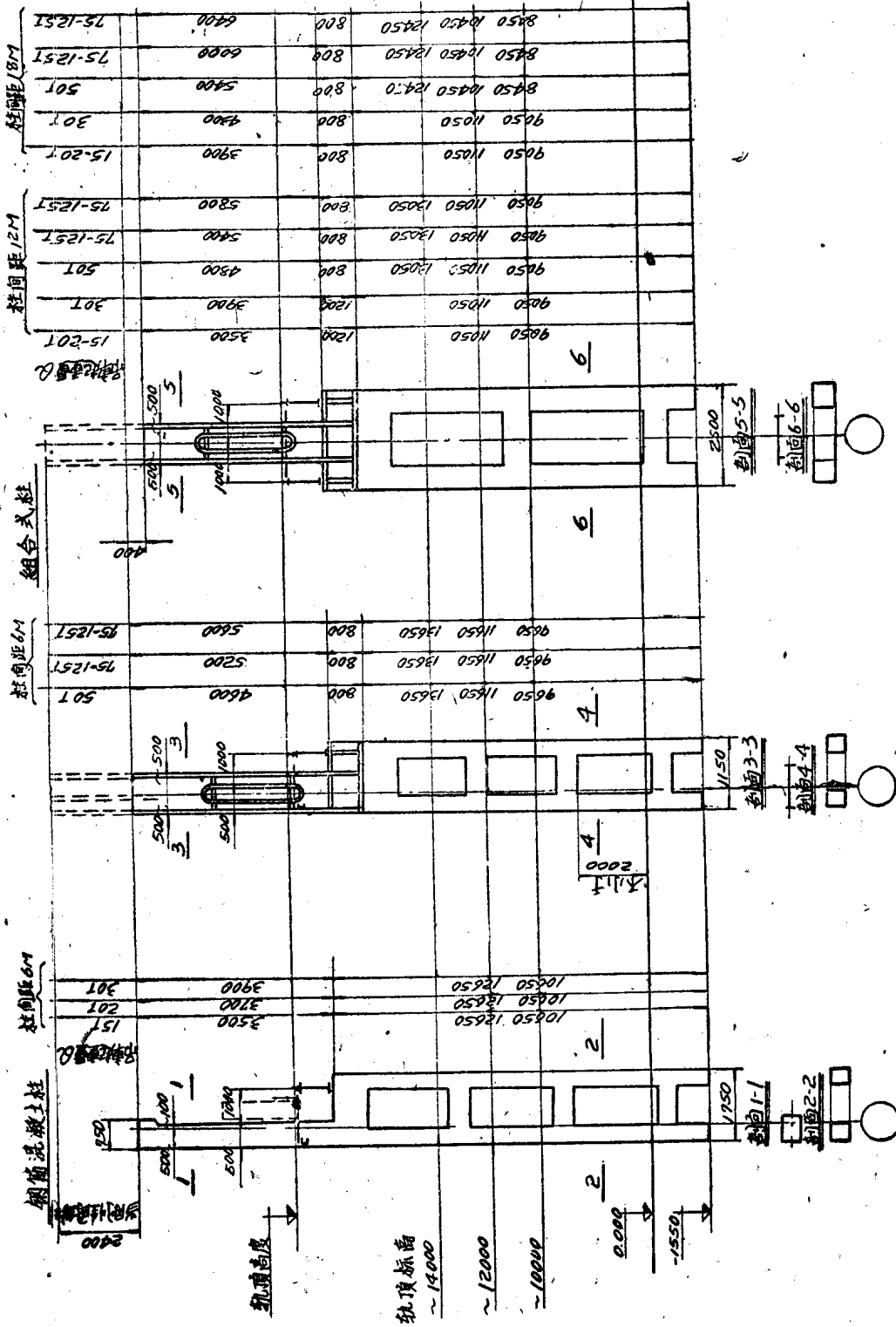


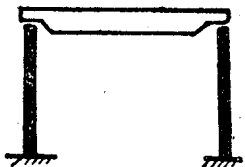
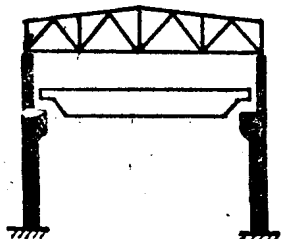
图 1-7.



厂房柱子吊重起重量
15-125T 重级运转量

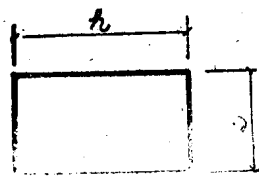
承受吊車荷載柱的最小截面尺寸

表 1-3

吊車起重能力	結構形式		表中兩種形式共用
			
	$h_{II} : H_{II}$		$b_H : H_H$
10 噸以下	1/12	1/12	1/25
10 噸以上	1/10	1/12	

矩形截面柱的尺寸

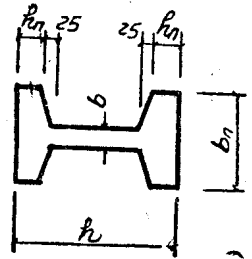
表 1-4

截面	編号	$b \times h$		編号	$b \times h$	
		公 厘			公 厘	
	1	300	300	10	400	900
	2	300	400	11	400	1000
	3	400	250	12	500	250
	4	400	300	13	500	300
	5	400	400	14	500	400
	6	400	500	15	500	500
	7	400	600	16	500	600
	8	400	700	17	500	700
	9	400	800	18	500	800
	19	500	900	20	500	1000
	21	500	1100	22	500	1200
	23	600	300	24	600	400
	25	600	500	26	600	600
	27	600	800			

附註： $h < b$ 的截面通常用于双肢柱。

工字形截面柱的尺寸

表 1-5

截面	編号	$b_H \times h$		b	h_H
		公 厘			
	1	400	400	120	100
	2	400	600	120	100
	3	400	800	120	200
	4	400	900	120	200
	5	400	1000	120	200
	6	400	1100	120	200
	7	400	1200	120	200
	8	500	500	120	200
	9	500	1000	120	200
	10	500	1100	120	200
	11	500	1200	120	200
	12	500	1300	120	200
	13	500	1400	120	200

第二章 荷 載

§ 2-1 荷 載

作用在厂房排架上之荷載計有：

- 1) 柱自重；
- 2) 屋蓋重（包括屋面、屋架、托架、气楼、支撐、悬吊設備等）；
- 3) 牆窗重；
- 4) 吊車梁及軌道重；
- 5) 吊車豎直荷載；
- 6) 吊車水平制动力（包括横向和縱向的）；
- 7) 雪荷載；
- 8) 風荷載；
- 9) 溫度；
- 10) 地震；
- 11) 其它。

構件及材料重量表

表 2-1

名 称	重 量
1.5×6 公尺 鋼筋混凝土屋面板	160 公斤/平方公尺
3×6 公尺 鋼筋混凝土屋面板	140 公斤/平方公尺
鋼屋架（包括支撐）	40 公斤/平方公尺
普通鋼筋混凝土屋架（18 公尺~24 公尺）	70 公斤/平方公尺
預应力鋼筋混凝土屋架（24 公尺~30 公尺）	70 公斤/平方公尺
預应力托架（12 公尺）	7000 公斤/个
單坡裝配式鋼筋混凝土屋面梁（6 公尺~12 公尺）	40~60 公斤/平方公尺
雙坡裝配式鋼筋混凝土屋面梁（9 公尺~15 公尺）	50~70 公斤/平方公尺
瓦壘石棉瓦	20 公斤/平方公尺
水泥瓦	45 公斤/平方公尺
平鉄瓦	6 公斤/平方公尺
瓦壘鉄瓦	8 公斤/平方公尺
粘土瓦	55 公斤/平方公尺
石棉板瓦	15 公斤/平方公尺
水泥或柏油層（厚 10 公厘）	18 公斤/平方公尺
防水毡（2 層）	10 公斤/平方公尺
防潮層（油毡或塗抹）	5 公斤/平方公尺
气窗的單層窗扇（鋼或木造，帶玻璃）	40 公斤/平方公尺 窗格平面
砂漿抹面（厚 1 公分）	20 公斤/平方公尺
溫育防水層（厚 1 公分）	15 公斤/平方公尺

如有蒸汽管道、煤气管道等通入厂房而又装置于柱子上时，除产生豎直荷载及水平推力外，柱子还由于管道推力的偏心关系而受到扭轉作用。此时，钢筋混凝土柱必須作受扭之計算。

牆窗重由承重牆梁傳于柱子。如系自承重牆，則牆窗的荷载就直接傳至牆基础或地梁上，并在一般情况下从地梁直接傳达到柱子的基础上去，在計算柱子时不予考虑。

§ 2-2 屋盖荷载

屋盖荷载根据所采用之結構及構造計算而得。表 2-1 中之数值可供檢用。表中所列为标准荷载。

屋盖自重的超载系数 n 一般采用 1.1，唯隔热板和松散填料的超载系数采用 1.2。

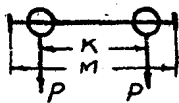
§ 2-3 吊車豎直荷载

吊車之选用根据生产要求而决定。

当計算吊車豎直荷载时，必須知道下列資料：起重能力，單鈎双鈎，跨度 L_K ，工作情况，最大輪压 P_{max} 、最小輪压 P_{min} 、輪距 K 、大車寬度 M 、卷揚机重量，軟鈎硬鈎等等。

吊車資料应根据所采用的吊車資料采用。表 2-2~表 2-5 的数值可供参考。

当吊車主鈎到达最大起重重量，小車走到吊車桥的最靠边时，在靠边端的輪压即为



决定电动單梁吊車荷重的資料

表 2-2

起重能力 Q 吨	跨度 L_K 公尺	沒有吊車操縱室					有吊車操縱室				
		P_{max} 吨	P_{min} 吨	M 公尺	K 公尺	卷揚机 重量 吨	P_{max} 吨	P_{min} 吨	M 公尺	K 公尺	卷揚机 重量 吨
1	5—7	1.30	0.45				1.54	0.46			
	8—9	1.51	0.44	2.26	1.50	0.55	1.71	0.44	2.715	1.50	0.55
	10—12	1.70	0.50	2.76	2.00		1.90	0.50	2.965	2.00	
2	5—7	1.80	0.51				2.00	0.50			
	8—9	2.00	0.55	2.26	1.50	0.57	2.23	0.56	2.715	1.50	0.57
	10—14	2.37	0.58	2.76	2.00		2.57	0.63	2.965	2.00	
	15	2.40	0.60	3.26	2.50		2.60	0.73	3.260	2.50	
3	5—7	2.57	0.92				2.75	0.60			
	8—9	2.73	0.77	2.26	1.50	0.84	2.91	0.64	2.780	1.50	0.84
	10—14	3.10	0.75	2.76	2.00		3.30	0.75	3.030	2.00	
	15	3.26	0.74	3.26	2.50		3.43	0.82	3.280	2.50	
5	5—7	3.30	1.03				3.47	1.08			
	8—9	3.50	1.05	2.26	1.50	1.25	3.75	1.03	2.780	1.50	1.25
	10—14	4.10	1.05	2.76	2.00		4.30	1.10	3.030	2.00	
	15	4.20	1.10	2.26	2.50		4.43	1.17	3.280	2.50	