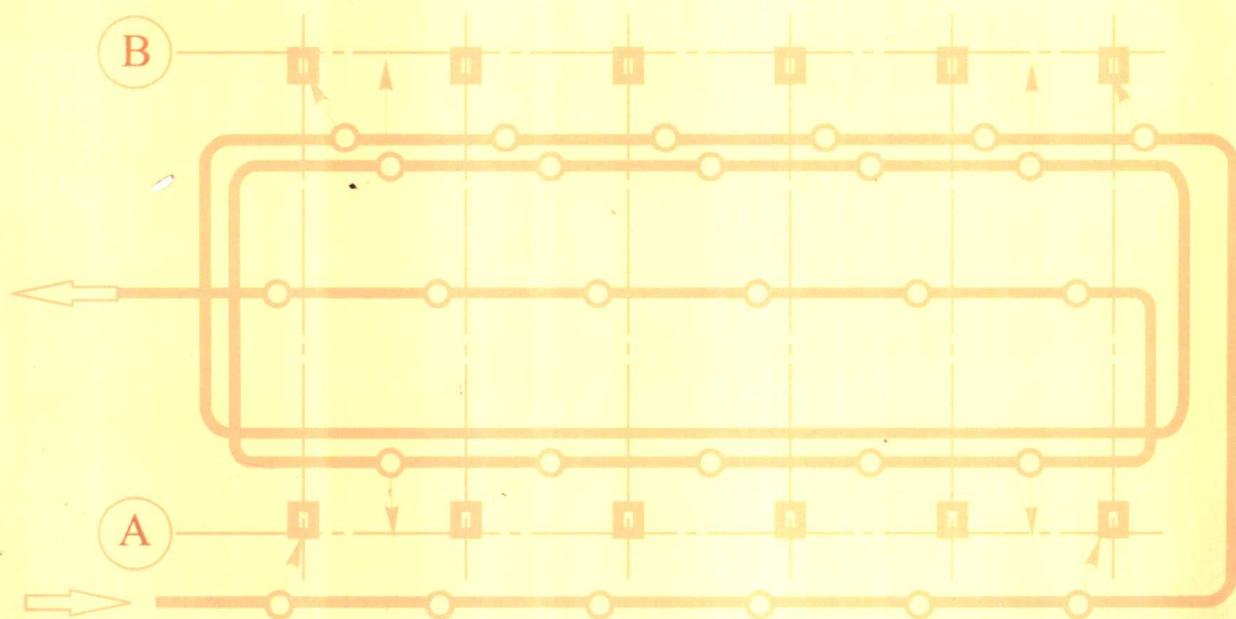


陆荣照 罗晓霞 编著

装配式单层钢筋混凝土结构厂房

吊装方案



浙江大学出版社

装配式单层钢筋混凝土结构厂房

吊装方案

陆荣照 ~~夏晓霞~~ 编著

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

装配式单层钢筋混凝土结构厂房吊装方案 / 陆荣照, 罗晓霞编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2003.1

ISBN 7-308-03238-8

I. 装... II. ①陆...②罗... III. 工业建筑—钢筋混凝土结构—结构吊装 IV. TU758.15

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 000778 号

责任编辑 李桂云

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江省良渚印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 6.5

插 页 4

字 数 160 千

版 次 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数 0001—1000

书 号 ISBN 7-308-03238-8/TU·055

定 价 20.00 元

前 言

我国改革开放以来,经济发展形势很好。随着西部开发的实施和民营企业的剧增,单层工业厂房的建造日益增多。装配式钢筋混凝土结构,以其工程造价较低、施工进度较快和使用性能较好的特点,被广泛用于单层工业厂房工程中。

结构吊装就是用起重机将各种预制构件吊起并安放到设计位置上去的一整套施工过程,是单层工业厂房施工中的主导工程。

本书作者为土建高级工程师,从事土建施工几十年,并对结构吊装尤为专注。在本书中,作者结合自己的学习和工作,以紧扣主题、突出重点、深入浅出和语句简练的文风,阐述了如何编写装配式单层钢筋混凝土结构厂房的吊装方案,并介绍了几个不多见的工程实例。现在将该书出版,意在经验留后、同行共勉和充实书架,为土建施工专业的在校学员和现场技术员提供一份很好的参考资料。由于我们知识浅薄和实践有限,有不妥之处请读者批评指正。

编 者

2003.1

目 录

第一章 吊装方案	(1)
第一节 吊装方法	(2)
第二节 起重机	(3)
第三节 构件的平面布置	(23)
第四节 吊装前的准备工作	(30)
第五节 构件的吊装工艺	(43)
第六节 安全技术	(57)
第二章 吊装实例	(58)
第一节 某大拉丝车间结构吊装方案	(59)
第二节 其冷却塔异形柱的吊装	(74)
第三节 其餐厅异形屋面板的吊装	(88)

第一章 吊装方案

单层工业厂房结构的特点是:平面尺寸大、承重结构的跨度与柱距大、构件类型少及重量大、厂房内还有设备基础等。装配式单层钢筋混凝土结构厂房主要由柱、吊车梁、连系梁、屋架、天窗架和屋面板等主要构件组成,而柱和屋架则组成一个承重的骨架。这些构件就是结构吊装的主要对象。

吊装方案是吊装施工的指导性文件,根据建筑物的结构型式、跨度、安装高度、吊装工程量、构件重量、工期长短、现有起重设备、施工现场环境、土建工程的施工方法等因素来编制,并应符合下述原则:

- (1) 工期短,能按期或提前完成计划。
- (2) 能保证工程质量。
- (3) 能保证安全生产。
- (4) 机械化程度高,操作简便,劳动强度低。
- (5) 工程成本低。
- (6) 积极推广新技术、新工艺。
- (7) 使用现有起重运输机械和设备。
- (8) 有利于土建工程、设备安装等其他工序的施工。

吊装方案的内容包括:吊装方法、起重机选择与开行、构件的平面布置、吊装前的准备工作、构件的吊装工艺和吊装安全技术等等,以吊装方法和起重机为核心。

一、单跨单层工业厂房吊装方案

单跨单层工业厂房,其跨度在 24m 以内,起重高度在 18m 以下,一般采用一台自行臂式起重机进行单机吊装;跨度在 30~36m 的钢筋混凝土结构,在缺乏大型起重机械的情况下,常采用双机抬吊;跨度在 60m 以上的大跨度,柱子常用自行臂式起重机或土拔杆吊装,屋盖常采用钢带提升设备等专用设备整体吊装;在起重机缺乏的情况下,可采用拔杆吊装。

二、多跨单层工业厂房吊装方案

多跨单层工业厂房有高低跨的,宜先吊装低跨,再吊装高跨;有数跨毗连的等高跨,无论是一台起重机吊装还是两台或两台以上起重机同时吊装,均宜从一边跨开始,顺序向另一边吊装。

本书仅限于介绍单层单跨钢筋混凝土结构厂房的吊装方案。这类房屋的跨度一般不大于 18m,较为常用和经济。

第一节 吊装方法

单层工业厂房的结构吊装方法,有综合法、分件法和混合法三种。

一、综合法

综合法是指起重机在车间内的一次开行中,分节间吊装完所有各类构件。起重机由一端逐间向另一端推进。先吊装 4~6 根柱子,并立即进行校正和灌浆固定;接着吊装连系梁、吊车梁、屋架(包括天窗架与支撑系统)和屋面板等构件。总之,起重机在每一停机位置应该吊尽可能多的构件(尤其是柱件)。

本法优点:

(1) 缩短工期。因为构件是一个节间的吊装,所以在吊装一个节间后,其他工种就能够进行工作。这样就可以避免在进行吊装工程时其他工种窝工的现象,加快工程进度。

(2) 保证质量。吊装误差能及时发现和纠正,同时吊完一个节间,全部构件已经校正和固定,这一节间已成为一个稳定的整体,有利于保证工程质量。

本法缺点,主要是构件校正工作较为复杂,混凝土柱与杯形基础接头的混凝土结硬需要有一定的时间,柱子的固定工作跟不上吊装速度,需要采取特别措施。另外,同时吊装各种类型的构件,影响起重机生产效率的提高,使构件的供应、平面布置及准备工作较复杂。

因此,这种方法是混凝土结构中采用得较少,而在某种构件(如门架)必须或选用移动较困难的起重机(如拔杆)来吊装时,多采用此法。

二、分件法

分件法是指起重机在车间内每开行一次仅吊装一种或两种构件。通常起重

机分三次开行吊装完全部构件：

第一次开行——吊装柱子，并对柱子进行校正和最后固定；

第二次开行——吊装连系梁、吊车梁以及柱间支撑等；

第三次开行——分节间吊装屋架、天窗架及屋面支撑等；

屋面板宜单独用屋面起重机来进行吊装，一般用少先吊或台灵架。

本法优点：

(1) 吊装效率高。由于每次基本是吊装同类构件，吊具的变换次数较少，操作程序基本相同，所以相应地提高了吊装速度。同时，可根据具体情况选用不同性能的起重机，这样能够充分发挥起重机的能力。

(2) 构件可分批供应堆放，现场容易布置，便于管理。

因此，装配式钢筋混凝土单层工业厂房多采用此法。它的缺点主要是大大地增加了起重机的开行路线，不能为下一工序开辟工作面，整个工期相对较长。同时，也有柱子固定工作跟不上吊装速度的问题。

三、混合法

混合法是指分件和综合相结合的方法。通常起重机分三次开行吊装完成。第一次开行将全部(或一个区段)柱子吊装完毕并校正固定，杯口二次灌浆混凝土强度达到设计的70%后，第二次开行吊装柱间支撑、吊车梁、连系梁，第三次开行分节间吊装屋架、天窗架、屋面板等其余全部构件。本法避免了综合吊装法和分件吊装法的缺点，而保持了它们的优点，为目前我国装配式单层工业厂房吊装中最广泛采用的一种方法。

第二节 起重机

起重机在吊装工程中的任务是把构件起吊到设计位置安装固定。它的选择与开行是吊装方案的决定因素，对吊装方法、吊装工期、工程造价等有很大的影响。

一、起重机的种类

起重机的类型有拔杆式、自行臂式和塔桅式，屋面吊等。前两种是单层厂房吊装中用得比较多的。

1. 拔杆式起重机

拔杆是一种简单的起重机械,它在使用中必须与卷扬机配合。它具有制作简单、装拆方便、起重量大和对设立点要求不高等优点,所以在大型起重机械遇到现场环境无法工作;地面不好,无法支撑;道路限制,无法进场;工作量少,经济效益差;高度与吨位大,不能胜任等情况时经常地被采用。但是,由于拔杆的灵活性差,移动比较困难,且需设缆风绳,所以在吊装工作量比较集中的地方使用比较适合。

拔杆式起重机可分为:独脚拔杆、人字拔杆、悬臂拔杆和牵缆式拔杆起重机。

(1) 独脚拔杆。独脚拔杆可用木料或金属材料制造。它适用于预制柱、梁和屋架等构件的吊装。

独脚拔杆是由拔杆、起重滑轮组、卷扬机、缆风绳和锚锭等组成(图 1-1)。

在使用中,独脚拔杆应保持一定的倾角,但 β 不得大于 10° ,以便吊装构件时,不致撞击拔杆。拔杆的底部要设置拖子,供移动时使用。拔杆的稳定主要依靠缆风绳,绳的一端固定在拔杆顶端,另一端固定在锚锭上。缆风绳的多少,应根据起重量、起重高度以及绳索的强度而定,一般为 6~12 根,且不得少于 5 根。缆风绳多用钢丝绳,起重量小的木独脚拔杆也可用麻绳。

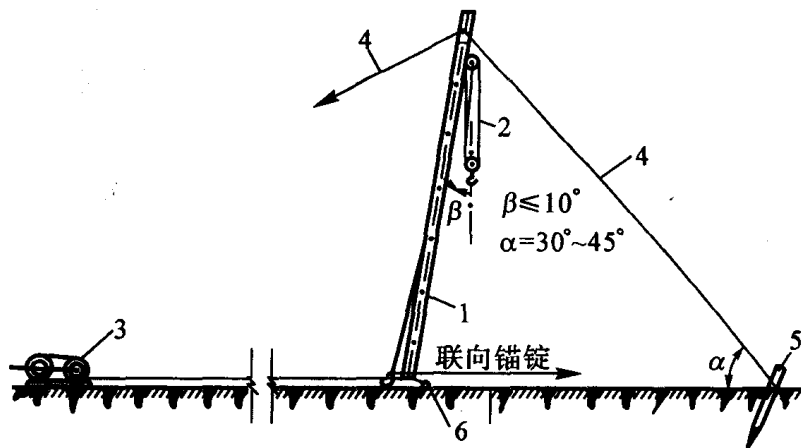


图 1-1 独脚拔杆

1. 拔杆; 2. 起重滑轮组; 3. 卷扬机; 4. 缆风绳; 5. 缆风绳锚锭; 6. 拖子

① 木独脚拔杆

通常用一根圆木做成,起重高度一般为 8~15m,起重量在 3~10t 之间。表 1-1 是木独脚拔杆的技术性能,可供初选拔杆断面之用。

表 1-1 木独脚拔杆初步选择参考表

起重能力 (t)	拔杆高度 (m)	圆木小头 直 径 (mm)	缆风绳直径 (mm)	滑 轮 组			卷扬机 牵引力 (t)
				钢丝绳直径 (mm)	滑轮数量		
					上 部	下 部	
3	8.5	200	15.5	11.5	2	1	1.5
	11.0	220					
	13.0	220					
	15.0	240					
5	8.5	240	15.5	15.5	2	1	3
	11.0	260	20.0				
	13.0	260	20.0				
	15.0	270	20.0				
10	8.5	300	21.5	17.0	3	2	3
	11.0	300					
	13.0	310					

注:表中数值系按滑轮组偏心距 $e = 200\text{mm}$ 计算而得。

②钢独脚拔杆

钢独脚拔杆有管式和格构式两种。

管式独脚钢拔杆,起重量可达 45t,起重高度可达 30m,表 1-2 是有关资料,可供选择时参考。

格构式独脚钢拔杆,一般是用四个角钢由横向和斜向缀条联系而成,断面多为正方形,起重量可达 100t,起重高度可达 75m,表 1-3 是有关技术资料,可供选择时参考。

(2) 人字拔杆。一般是用两根杆件(木或钢)以钢丝绳绑扎或铁件铰接而成(图 1-2)。人字拔杆的底部设有拉杆(或拉绳),以平衡拔杆本身的水平推力,两杆间所成夹角以 30° 为宜。其中,一根拔杆的底部装有一导向滑轮,起重索通过它连到卷扬机,另用一钢丝绳连接到锚锭。这样才能保证在起重时人字拔杆底部稳固。人字拔杆是向前倾斜的,在后面用两根缆风绳,左右各一根,必要时前面可增加一根。当拉力很大时,后面的缆风绳可设置滑轮组。人字拔杆,起重量大,稳定性也较好,可用于吊装重型柱等构件。

表1-2 管式独脚钢拔杆选择表

截面图	起重量 (T)	高度(m)	高度(m)	高度(m)	截面图	高度(m)	高度(m)
	6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30		4 × L 75 × 8	4 × L 100 × 10

注: 拔杆工作时, 其倾角(β)应保证 $\beta \leq 10^\circ$

表 1-3 格构式独脚钢拔杆初步选择参考表

分 类		1			2			3			4			5			6		
拔杆截面 (mm)	中 间	450×450			650×650			650×650			900×900			1000×1000			750×750		
	端 部	250×250			350×350			450×450			600×600			700×700			450×450		
角钢截面 L	主 肢	L 65×8			L 75×10			L 75×12			L 90×12			L 100×12			L 100×12		
	缀 条	L 30×4			L 50×5			L 50×5			L 50×5			L 50×5			L 50×5		
		Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G
Q:起重量(t)		5	30	2.2	10	35	4.6	15	30	4.4	20	40	10.1	25	40	9.7	30	30	5.4
H:拔杆高度(m)		10	22.5	1.8	12	30	4	20	25	3.7	25	32	8.6	30	35	8.7	36	22.5	4.4
G:拔杆自重(t)		15	15	1.3	14	27.5	3.8	25	20	3.0	27	30	8.4	35	30	7.7	38	15	3.3
					17	22.5	3.2	30	15	2.3	29	25	7.1	30	25	7.1			
					19	20	3				30	22	6.9	45	20	6.1			
					22	15	2.3				33	15	5.4						
分 类		7			8			9			10			11			12		
拔杆截面 (mm)	中 间	1200×1200			1200×1200			1200×1200			1570×1570			1500×1500			1600×1600		
	端 部	800×800			800×800			800×800			910×910			900×900			1000×1000		
角钢截面	主 肢	L 130×12			L 150×12			L 200×16			∅168×11 钻杆 45 号钢			4(400×18)			4(400×30)		
	缀 条	L 65×6			L 65×6			L 100×8			L 89×5			二面 L 120×12 二面 1464×12 板			二面 L 150×16 二面 1540×24 板		
		Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G	Q	H	G
Q:起重量(t)		40	45	15.5	50	45	15	100	40	21	150	50	40	200	56	58	350	64	107
H:拔杆高度(m)		45	40	13															
G:拔杆自重(t)		50	35	12.9															
		55	30	11.3															
		60	25	10.5															
		65	20	8.8															

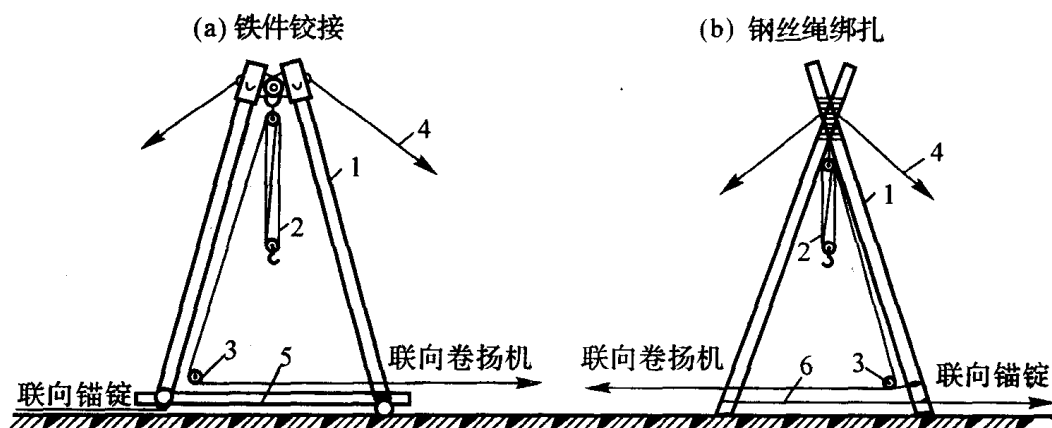


图 1-2 人字拔杆

1. 拔杆; 2. 起重滑轮组; 3. 导向滑轮; 4. 缆风绳; 5. 拉杆; 6. 拉绳

(3) 悬臂拔杆。在独脚拔杆的中部或三分之一高度处装上一根起重臂,即成悬臂拔杆。它的特点是能够获得较大的起重高度和相应的起重半径。起重臂还能左右摆动($120^{\circ}\sim 270^{\circ}$),这为吊装工作带来较大的方便。悬臂拔杆的几种形式和主要节点构造见图 1-3。

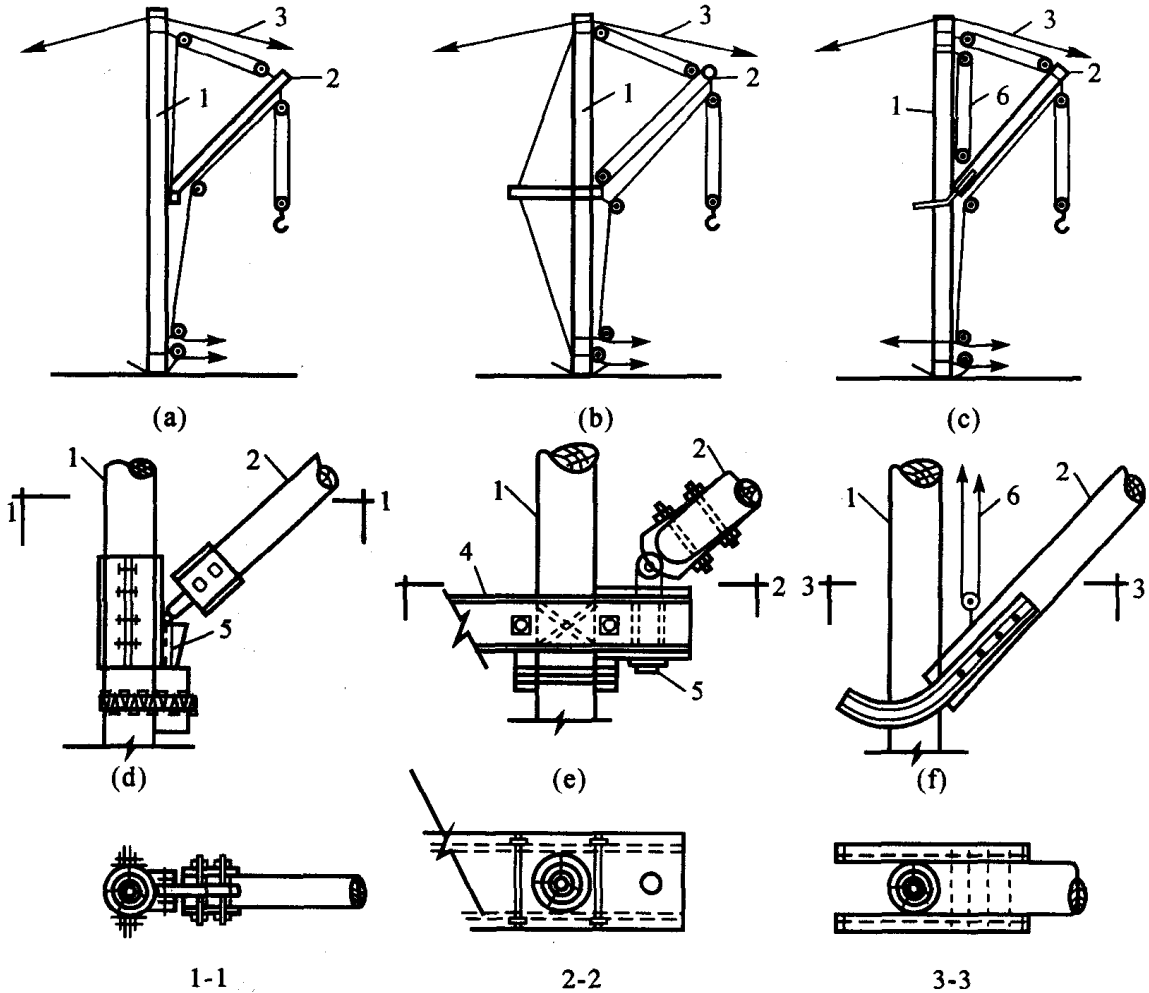


图 1-3 悬臂拔杆

(a)一般形式;(b)带有加劲杆;(c)起重臂可沿拔杆升降;(d)、(e)、(f)三种拔杆中部铰接的节点构造简图

1. 拔杆;2. 起重臂;3. 缆风绳;4. 槽钢;5. 销子;6. 升降起重杆的滑轮组

(4) 牵缆式拔杆

牵缆式拔杆(图 1-4)不仅起重臂可以起伏,而且整个机身可作 360° 回转。因此,能把构件吊送到有效起重半径内的任何空间位置。它的起重量一般为 $15\sim 60\text{t}$,多用于构件多而集中的建筑物的吊装或金属结构加工厂的起重作业。这种起重机需要设置较多的缆风绳。

2. 自行臂式起重机

自行臂式起重机是建筑安装工程中用得最多、最广泛的起重机。它具有以下

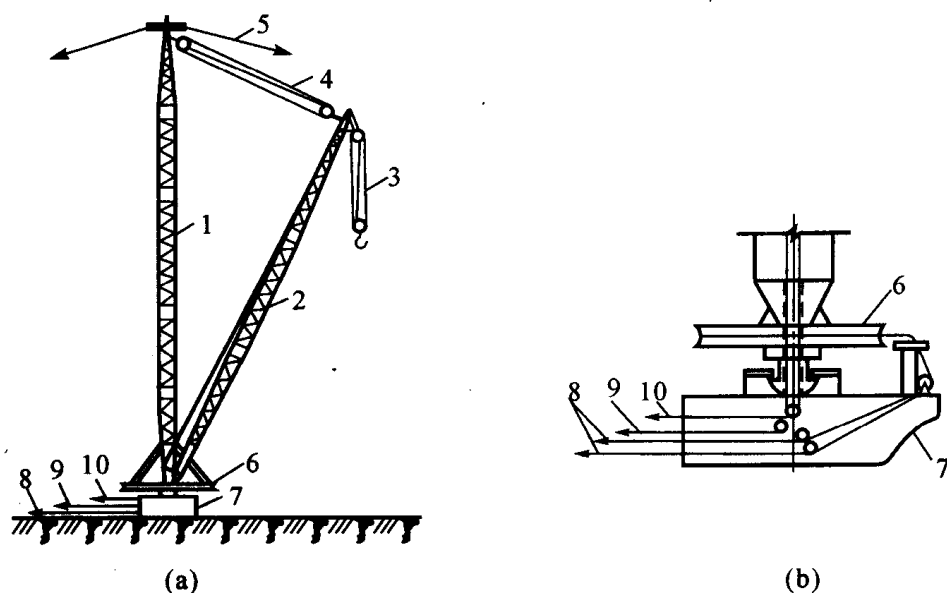


图 1-4 牵缆式拔杆起重机

1. 拔杆; 2. 起重臂; 3. 起重滑轮组; 4. 变幅滑轮组; 5. 缆风绳;
6. 回转盘; 7. 底座; 8. 回转索; 9. 起重索; 10. 变幅索

特点:

(1) 具有高度的灵活性, 不仅能有效地服务于架设安装各种工程对象, 且可服务于整个工地现场。

(2) 起重高度大, 起重臂长度从数十米至百米乃至 200m 以上, 因而可从一个停放点服务于很大的工作区域。

(3) 工作快速, 能将重物在空间内向任何一个方向, 以很快的速度自行移动。

(4) 起重机一般整机出厂, 不需要在工地装拆, 使用很方便。

(5) 稳定性小, 必须把起重机补充地支承在可靠的随机支腿上。

(6) 起重机自重大, 对道路和设定点要求较高。

(7) 起重机的构造较复杂, 维修不方便。

(8) 起重机的成本高, 使用费比较贵。

自行臂式起重机可分为: 履带式起重机、轮胎式起重机、汽车式起重机与铁路式起重机四种。前三种在建筑安装工程中使用较多, 后一种只有在施工现场筑有永久性铁路的条件下, 才考虑采用。

随着我国起重运输机械的发展和国外先进技术的引进, 自行臂式起重机的系列和类型越来越多, 其规格和性能均有说明书和标牌, 在选用时应仔细阅读, 这里列出几种起重机的技术性能表, 可供选择时参考(表 1-4~1-9):

表 1-4 为国产履带式起重机性能表;

表 1-5 为国外部分履带式起重机性能表；

表 1-6 为国产汽车式起重机性能表；

表 1-7 为国外部分汽车式起重机性能表；

表 1-8 为国产轮胎式起重机性能表；

表 1-9 为国外部分轮胎式起重机性能表。

表 1-4 国产履带式起重机性能表

参 数		单 位	型 号										
			W ₁ -50			W ₁ -100		W ₁ -200			Θ-1252		
起重臂长度		m	10	18	18 带鸟嘴	13	23	15	30	40	12.5	20	20
最大起重半径		m	10.0	17.0	10.0	12.5	17.0	15.5	22.5	30.0	10.1	15.5	19.0
最小起重半径		m	3.7	4.5	6.0	4.23	6.5	4.5	8.0	10.0	4.0	5.65	6.5
起重量	最小起重半径时	t	10.0	7.5	2.0	15.0	8.0	50.0	20.0	8.0	20.0	9.0	7.0
	最大起重半径时	t	2.6	1.0	1.0	3.5	1.7	8.2	4.3	1.5	5.5	2.5	1.7
起重高度	最小起重半径时	m	9.2	17.2	17.2	11.0	19.0	12.0	26.8	36.0	10.7	17.9	22.8
	最大起重半径时	m	3.7	7.6	14.0	5.8	16.0	3.0	19.0	25.0	8.1	12.7	17.0

表 1-5 国外部分履带式起重机性能表

国外部分履带式起重机主要技术性能													
型 号	最大起重量 (t)	最大起重力矩 (kN·m)	主臂起升高度 (m)	幅度范围 (m)	起升单绳速度 (m/s)	回转速度 (r/min)	变幅绳速度 (m/s)	行驶速度 (km/h)	接地比压 (MPa)	发动机功率 (kW)	工作自重 (kN)	空载外形尺寸 (长×宽×高) (mm×mm×mm)	生产厂家
7035	35	1324	38	3~34	1.17	3.7		1.6	0.053	114	380	6350×3300×3075	(1)
7045	45	1655	48	3.5~34	1.17	3.5		1.4	0.060	114	450	7115×3300×3075	(1)
7055	55	2035	52	3.7~34	1.5	3.7		1.6	0.065	132	507	7450×3300×3280	(1)
7065	65	2600	54	4~38	1.5	3.0		1.2	0.070	132	596	7575×3400×3390	(1)
7080	80	3200	56	4~40	1.5	3.3		1.4	0.076	180	779	8370×3500×3400	(1)
CC300	90	3000	55	3~42	2.0	2.3	1.1	1.9	0.066	157	690	7520×4700×3300	(2)
7260	90	3080	47.2	3.4~45.7	0.84	3.0	0.94	1.45	0.074	124	762	8096×5080×6273	(4)
999C	100	4590	62.2	3.4~57.9	0.84	2.28	0.97	1.28	0.095	211	1182		(4)
9260	113	5560	71.9	4.9~54.9	0.84	2.28	0.97	1.29	0.101	211	1287		(4)
3900W	127	6000	77.2	4.6~57.9		4.95		2.33		211	1187		(5)
9270	136	7080	68.6	5.2~51.8	0.84	2.28	0.97	1.29	0.097	211	1386		(4)
3950W	136	6630	80	4.88~56.4		4.9		2.33		211	1301		(5)
4000W	136	7040		5.18~						245	1400		(5)
CC600	140	6000	75	4~50	1.83	2	0.68	1.5	0.078	196	1300	10175×6600×3600	(2)
9299	150	7330	75	4.9~57.9	0.83	2.28	0.97	1.29	0.094	211	1425		(4)
9299SH	150	12290	107.3	8.2~76.2									(4)
9310SH	150	12270	107.3	8.2~91.4									(4)
7150	150	8652	80	5~64	1.5	2.2	0.41	1.2	0.092	216	1500	8788×5600×3770	(1)
4100WS-1	181	8850	80.4	4.88~56.4		4		2.14		245	1620		(5)
CC1000	200	10000	80	6~66	1.6	1.58	0.63	1.4	0.099	241	1980		(2)
CC600SI	200	11500		5.5~46									(2)
9310	204	10000	81.1	4.9~67.1	0.84	2.28	0.97	1.29	0.090	211	1591	11830×5660×4480	(4)
4100WS-2	209	10500	80.6	5~62.5		4		2.14		245	2000		(5)
4600S-3	218	11940		5.49~57.9		2.4		2.09		316	2168		(5)

续表 1-5 国外部分履带式起重机能表

型号	最大起重量 (t)	最大起重力矩 (kN·m)	主臂起升高度 (m)	幅度范围 (m)	起升速度 (m/s)	回转速度 (r/min)	变幅速度 (m/s)	行驶速度 (km/h)	接地比压 (MPa)	发动机功率 (kW)	工作自重 (kN)	空载外形尺寸 (长×宽×高) (mm×mm×mm)	生产厂家
7250	250	12375	70	5~82	1.5	2.0	0.33	1.2	0.088	258	2000	11949×6700×4295	(1)
4000W Ringer	272	23210	83	8.5~61									(5)
4100W Ringer	272	37310	104.5	13.7~57.9									(5)
CC2000	300	20000	93	6~70	1.5	1.1	0.6	1.4	0.095	335	2720	11960×8424×4700	(2)
7300	300	15100	71	5~78	1.5	1.9	0.33	1.0	0.123	253	2750	11580×8220×4280	(1)
4600S-4	318	19350	96	6~67		2.4		1.6		503	2547		(5)
4600S-5	318	19350	96	6.1~67		2.4		1.6		503	3260		(5)
7000	318	38700	125.3	12.2~102.1		2.5				433	7890		(5)
11320SH	340	28920	120.4	8.5~118.9									(4)
CC8000SL	350	21000		60~									(2)
CC2000SL	400	380000		9~									(2)
11320	408	21230	86.9	5.2~82.3	1.39	2.15	1.67	1.14	0.121	382	2938	13370×7900×4670	(4)
7450	450	26810	97	5.8~90	1.67	1.0	0.42	1.2	0.105	448	3350	14656×8400×5940	(1)
6000W	454	29030		6.4~59.4		2.4		1.6		574	3453		(5)
4600S-3 Ringer	544	79470	82	14.6~79.2									(5)
4600S-4 Ringer	544	91240	122.7	16.8~91.4									(5)
LR1550	550	26300	102	4.5~124	2.33	1.2	0.83	1.2	0.108	300	3715	14350×10000×5800	(3)
LR1650	750	89000	110	6~128	1.67	1.2	0.5	1.35	0.128	385	5000	18790×12300×5840	(3)
CC4000	650	40000	105	6~82	1.17	0.6	0.47	1.3	0.108	256	4250		(2)
CC4000SL	800	68000		8.5~70									(2)
CC2000RL	800	120000											(2)
1500	907	82950	143	9.1~118.9	1.38	0.6	0.58	0.8			9060		(4)
11320SSH	907	74390		8.2~140.2									(4)
7200	907	124430									11190		(5)
CC8000	1000	80000	105	9~90	1.73	0.5	0.58	0.8	0.187	746	9400		(2)

注: (1)神户制钢所; (2)德马克集团; (3)利勃海尔公司; (4)美国 AMHOIST 公司; (5)美国 MAMTOWOC 公司