



全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材
QUANGUO TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN JISHU PEIXUN KAOHE TONGBIAN JIAOCAI

国家经贸委

安全生产局/组织编写

挖掘机操作技术

WAJUEJI CAOZUO JISHU

气象出版社

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

挖掘机操作技术

国家经贸委安全生产局组织编写

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

挖掘机操作技术/国家经贸委安全生产局组织编写. —北京:气象出版社, 2007. 6

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材
ISBN 978-7-5029-4317-2

I. 挖… II. 国… III. 挖掘机-安全技术-技术培训-教材 IV. TU621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 070766 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail:qxcsbs@263.net

责任编辑:成秀虎 吴庭芳 终审:陆同文

封面设计:王伟 责任技编:都平 责任校对:赵寒

*

北京中新伟业印刷有限公司印刷

气象出版社发行

*

开本:850×1168 1/32 印张:5.75 字数:145 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

定价:12.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社
发行部联系调换

前 言

挖掘机广泛用于矿山的剥离、堆弃、矿物的采掘和装载。此外,还广泛用于建筑、铁路、公路、水利和军事等工程。

挖掘机具有铲取挖掘力大、作业稳定、安全可靠和生产率高等突出的优点,因此是露天采矿工程及其他工程中主要的挖掘和装载设备。

本教材是挖掘机操作人员上岗前,为取得《特种作业操作证》进行培训的教材,也是上岗后不断巩固、提高安全操作技能的适用工具书,同时也是供有关工矿企业、建筑、铁路、公路、水利和军事等工程行政管理人员、工程技术人员及大专院校师生参考及培训的适用教材。

本书由熊远喜主编,熊勇、张俊丽、熊利编写。

目 录

前言

第一章 挖掘机的分类及技术性能	(1)
第一节 挖掘机的分类	(1)
第二节 挖掘机的技术性能及参数	(3)
第三节 挖掘机的配套运输	(3)
第二章 挖掘机的构造及工作原理	(7)
第一节 挖掘机的构造	(7)
第二节 挖掘机的工作原理	(35)
第三章 正铲挖掘机主要参数的计算	(41)
第一节 挖掘阻力 W 的计算	(41)
第二节 挖掘机的平衡与稳定性及生产率计算	(55)
第四章 挖掘机技术操作规程和安全操作规程	(65)
第一节 挖掘机技术操作规程	(65)
第二节 挖掘机安全操作规程	(77)
第三节 挖掘机事故案例分析	(78)
第五章 挖掘机常见故障及排除方法	(81)
第一节 电力驱动、机械传动挖掘机故障及排除方法	(81)
第二节 液压元件常见故障及排除方法	(96)
第六章 挖掘机的维护检修技术	(142)
第一节 挖掘机维护保养的内容及分类	(142)
第二节 挖掘机电气系统的维护	(146)
第三节 挖掘机设备维护使用规程	(153)
第四节 挖掘机修理	(169)
参考文献	(174)

第一章 挖掘机的分类及技术性能

第一节 挖掘机的分类

挖掘机是由工作装置、动力和传动装置、运行和支承装置等组成的。其分类如下：

一、按用途分类

挖掘机按用途可分为通用式和专用式两类。通用式单斗挖掘机一般是指 1m^3 以下的小型挖掘机。它用于小型露天矿、城市建筑、工程建设、水利和交通等工程，故称为万能式挖掘机或建筑型挖掘机。

专用式单斗挖掘机有剥离型、采矿型和隧道型等几种。采矿型挖掘机多为正铲挖掘机。剥离型单斗挖掘机，工作尺寸和斗容量比较大，适用于露天采矿场的表土剥离工作。隧道型挖掘机可分为短臂式和伸缩式两种，用于开挖隧道时的出渣作业。

二、按工作装置分类

根据工作装置的工作原理及铲斗与动臂的连接方式，挖掘机可分为两类：属于刚性连接的有正铲、反铲、刨铲和刮铲；属于挠性连接的有拉铲（又名绳铲）、抓斗铲等，属这类挠性连接作其他用途的有打桩器、吊钩、拔根器等。在矿山使用较多的是正铲，因为在挖掘时有较大的推压力，可挖掘坚实的硬土和装载经爆破的矿岩。拉铲和抓斗的推压力或切入土壤的力主要靠铲斗的自重，故只适用于较松软土壤和砂土的挖掘作业。

三、按运行和支承装置分类

(一) 轨路运行和支承装置

装有轨路运行和支承装置的挖掘机,又分为窄轨距、标准轨距和特种轨距(即沿三四条钢轨运行)三种。这种挖掘机在国内使用较少。

(二) 轮胎运行和支承装置

它分为标准汽车底盘、特种汽车底盘(以上两种行走驾驶室和作业操作室分开)、轮式拖拉机底盘和专用轮胎底盘运行装置。轮胎运行和支承装置的挖掘机主要用于城市建筑等部门。

(三) 履带运行和支承装置

这种装置可分为刚性多支点和刚性少支点,挠性多支点和挠性少支点四种。斗容量大于 1m^3 的挖掘机多用履带运行装置。履带式挖掘机主要用于露天采矿。

(四) 迈步式运行装置

这种装置又可分为偏心轮式、铰式、滑块式和液压式。迈步式挖掘机主要用在松软土壤和沼泽地等接地比压很小的工作场所的剥离作业。

四、按动力装置及传动型式分类

单斗挖掘机的动力装置有电力驱动、内燃驱动(主要是柴油机)和复合驱动方式三种。若挖掘机仅有一台原动机带动诸机械的称单机驱动;以若干台发动机带动诸机构运动的称为多机驱动。在复合驱动中,有柴油机—电力驱动,柴油机—液力驱动等。

挖掘机的传动形式有:机械传动、全液压传动和混合传动三种。电力驱动加机械传动的挖掘机简称为电铲;柴油驱动加机械传动的挖掘机称为柴油铲;传动机构均采用液压传动的挖掘机称为液压铲。

五、按斗容量的大小分类

按斗容量的大小,单斗挖掘机的斗容可分为小型、中型、重型和巨型四种。铲斗容积在 1m^3 以下的称为小型挖掘机。国产小型挖掘机有 0.3m^3 、 0.5m^3 、 0.6m^3 和 1m^3 四种规格,发动机为柴油机或电动机;采用机械传动方式;工作装置有钢绳推压和齿条推压两种型式,行走装置有轮胎式和履带式两种型式。 $1\sim 5\text{m}^3$ 的称为中型挖掘机, $5\sim 15\text{m}^3$ 的称为重型挖掘机, 15m^3 以上的称为巨型挖掘机。

第二节 挖掘机的技术性能及参数

国产各类单斗挖掘机的技术性能及参数如表 1-1 和表 1-2 所示。

第三节 挖掘机的配套运输

为了达到较高的劳动生产率,缩短周期,降低成本,实现安全生产,必须合理选择机械化作业的方案。

目前在露天采矿、建筑、铁路、公路、水利等工程中,挖掘机的主要配套运输设备是自卸汽车。其配套方案如下:

1. 1m^3 的挖掘机与 $4\sim 8\text{t}$ 的自卸汽车配套使用,装备年产量为 30 万 t 以下的矿山或其他土石方工程。

2. 2m^3 的挖掘机与 $8\sim 12\text{t}$ 自卸汽车配套,装备年产量为 30~100 万 t 的矿山及其他土石方工程。

3. 4m^3 的挖掘机与 20t、32t 自卸汽车配套,装备年产量为 100 万~500 万 t 的矿山或其他土石方工程。

4. $8\sim 12\text{m}^3$ 的挖掘机与 100t 自卸汽车配套,装备年产量为 1000 万 t 的矿山及其他土石方工程使用。

表 1-1 国产机械式单斗

型 号 指 标	履带式单斗挖掘机		轮胎式挖掘机	履带式	
	W-50 $\frac{1}{2}$	W ₁₋₀₆	W ₃₋₀₆	W ₁₋₁₀₀ $\frac{1}{2}$	W ₁₋₁₀₀ $\frac{1}{2}$ A
铲斗容积(m ³)	0.5	0.6	0.6	1.0	1.0
动臂长度(m)	5.50	5.20	5.20	6.80	6.30
斗柄长度(m)	4.50	4.30	4.30	4.90	4.90
动臂倾角	45° 60°	45° 60°	45° 60°	45° 60°	45° 60°
最大挖掘半径(m)	7.80 7.20	7.70 7.20	7.70 7.20	9.80 9.00	9.40 8.95
最大挖掘高度(m)	6.50 7.90	5.85 7.45	6.80 8.00	8.00 9.00	6.90 8.60
最大挖掘深度(m)					
停机面以下 最大挖掘深度(m)	1.5 1.1	2.05 1.65	1.30 0.90	2.00 1.50	1.80 1.30
停机面以上 最大挖掘半径(m)	4.70 4.35	3.96 3.40	4.10 3.70	6.40 5.70	6.25 5.70
停机面以上 最小挖掘半径(m)	2.50 2.80	2.50 2.60	3.25 3.27	3.30 3.60	2.85 2.75
最大卸载半径(m)	7.10 6.50	6.90 6.50	6.90 6.50	8.70 8.00	8.10 7.45
最大卸载高度(m)	4.50 5.60	3.85 5.05	4.40 5.60	5.50 6.80	4.70 6.15
工作循环时间(s)		17 17	17 17	17 17	20 20
最大提升力(t)	11.2	11.8	11.8	16.0	16.0
名义提升速度(m/s)	0.480	0.512	0.512	0.496	0.482
最大推压力(t)	11.64	13.00	13.00	14.63	17.00
名义推压速度(m/s)	0.43/0.57 (缩回)	0.435/0.655 (缩回)	0.435/0.65 (缩回)	0.404/0.88 (缩回)	0.43/0.75 (缩回)
最大牵引力(t)		6.9	8.7	15.9	10.4/17
行走速度(km/h)	1.6/3.0	1.48/3.25		1.5	2.2/1.3
平台转速(n/min)	3.40	2.64	2.64	4.60	4.99/3.02
爬坡能力		20°	20°	20°	22°
对地平均比压(kg/cm ²)		0.88		0.91	0.94
工作重量(t)	20.5	22.7	20.5	41	34.5
动力装置型式	柴油机/ 电动机	柴油机	柴油机	柴油机/ 电动机	柴油机/ 电动机
动力装置功率(kW)	80 马力 * /55	80 马力	80 马力	120 马力/100	120 马力/ 100
行走方式	履带	履带	轮胎	履带	履带
操纵方式	液压—机械	气压	气压	液压—机械	气压

* 1 马力 = 735.499W。

挖掘机的技术性能

单斗挖掘机					长臂上装挖掘机		短臂铲	拉铲
W ₁ -200 ₂ ¹	WK-2	WK-4	WK-10	WD-12	WP-3	WP-4	WS-100	WB-4/40
2.0	2	4/4.6	8/10	10/12	3	4	1	4
8.60	9.0	10.50	13.00	15.30	15.50	23.30	1.75	40.00
6.10	5.9	7.29			9.59	13.30	3.222	
45° 60°	50°	45°			50°	50°	50°/55°	25°/35°
11.50 10.8	11.6	14.4	18.9	19.0	17.9	24.9	6.4/6.25	45
9.00 10.00	9.50	10.10	13.63	13.50	15.10	22.10	6.00/6.35	
	2.20	2.92	3.40	2.60	3.35	2.90		22
2.20 1.80								
4.70 6.25								
10.00 9.60	10.10	12.65	16.35	17.00	16.42	23.35		39
6.00 7.00	6.00	6.30	8.45	8.30	11.40	18.30	4.00/4.35	19.40
25(转 120°)	24.0	24.0	29.0	27.8	33.0	33.0		46.0
30.0	额定 14.7	51.0	105.0	115.0	45.0	42.0		25.0
0.538	0.62	0.87	1.00	1.08		1.445		
34.40	额定 7.7	23	65	69	23	24		
0.415/ 0.476(缩回)	0.51	0.45	0.65	0.69		0.462		
34	22.2	80	200		80			30
1.34/0.424	1.22		0.686		0.45	0.65		0.45
	3.3		2.9					
20°	15°	12°	13°	20° 23°(加宽)	10°	10°		12°
1.27	1.25	2.11	2.23	2.75	2.40	2.24		0.435(工作) 1.05(步行)
77.5	83	190	440/443	465	213	350		184
柴油机/ 电动机	发电机/ 电动机	发电机/ 电动机	发电机/ 电动机	发电机/ 电动机	发电机/ 电动机	发电机/ 电动机	电动机	电动机
250 马力/ 155	主机 150	主机 250	主机 170	主机 560	主机 250	主机 560	60	425
履带	履带	履带	履带	履带	履带	履带	履带	迈步式
气压	电气— 气压	电气— 气压	电气— 气压	电气— 气压	电气— 气压	电气		电气

表 1-2 国产液压挖掘机技术性能

型 号		DY4-55	W4-60	W2-100	W2-200	WY-250
指 标						
主 要 参 数	斗容量(m^3)	0.2	0.6	1.0	2.0	2.5
	机重(t)	5.8	13.5	25	45.5	55
	生产率(m^3/h)		100	240		400
	斗齿挖掘力(t)		7.3	15	35	27
	最大牵引力(t)		5.5	15	24	
	平台转速(转/min)		6.3	6	5.8	6.35
	行走速度(km/h)	1.37~22.3	3.54~31.9	1.7~3.4	3.45	1.8
	爬坡能力	26°	20°	25°	30°	30°
发 动 机	型号		4120F	6135Q	12V135	8V135AQ
	额定功率(P, N)	55	80	130	240	270
	额定转速(转/min)	1500	1800	1600		2200
工 作 尺 寸	反 铲	最大挖掘深度(m)	3.6~4	4.63	5.0	
		最大挖掘半径(m)	4.7~5.2	8.3	9.5	
		最大挖掘高度(m)		6.74		
		最大卸载高度(m)	3.18		4.5	
	正 铲	最大挖掘高度(m)		5.8	8.5	11.1
		最大挖掘半径(m)		6.46	8.5	11.0
		最大挖掘深度(m)		3.78		2.5
		最大卸载高度(m)		3.38	5.4	7.0
	外 形 尺 寸	长(m)	7.53	7.595	7.90	
		宽(m)	2.17	2.75	3.00	
		高(m)	3.02	3.85	3.60	
液 压 系 统	油 泵	型式	齿轮	齿轮、叶片	径向柱塞	轴向变量 柱塞
		数量(台)	1	2,1	双联	2
		压力(kg/cm ²)	150	140,10	320	13~340
		流量(L/m)	96	2×109,134	2×225	2×(360~135)

第二章 挖掘机的构造及工作原理

挖掘机是由工作装置、回转装置和行走装置(有履带式和轮胎式两种)三大部分组成。它的作业循环是:挖掘、满斗提升回转、卸载、空斗返回。

挖掘机的工作装置有正铲、反铲、刨铲和刮铲。矿山及其他工程广泛使用的是正铲、履带式行走装置的挖掘机。因此,本书分别介绍正铲挖掘机的构造及工作原理。其他形式的挖掘机大同小异。

第一节 挖掘机的构造

一、正铲挖掘机的构造

(一) 工作装置

根据挖掘机动臂与斗柄连接方式,正铲工作装置分为三种形式:即双梁动臂内斗柄齿条推压式、双梁动臂内斗柄钢绳推压式和单梁动臂双斗柄齿条推压式。这里主要介绍普遍使用的单梁动臂双斗柄齿条推压式和双梁动臂内斗柄钢绳推压式两种。

1. 单梁动臂双斗柄式工作装置

这种工作装置如图 2-1a 所示的是 WK-4 型挖掘机的工作装置,它是由动臂 1、斗柄 3、铲斗 4、动臂变幅滑轮组 7,推压机构 2 和铲斗提升钢绳 10 等组成。

斗柄由推压轴的两端支承,比较稳定。动臂是一根箱形截面梁,构造简单、重量较轻。工作装置各部分的结构和动作原理是:

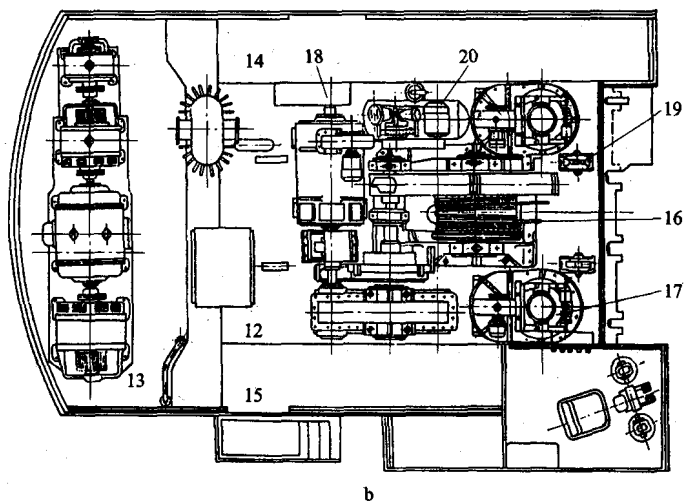
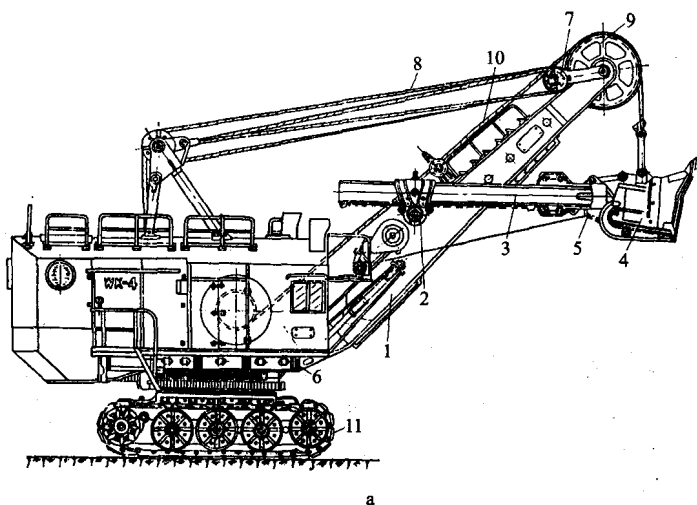


图 2-1 WK-4 型正铲挖掘机总图

- 1—动臂 2—推压机构 3—斗柄 4—铲斗 5—开斗机构 6—回转平台
 7—动臂变幅滑轮组 8—变幅钢绳 9—顶部提升滑轮 10—提升钢绳
 11—履带运行装置 12—转台 13—平衡箱 14—左走台 15—右走台
 16—铲斗提升机构 17—回转机构 18—动臂提升机构 19—A 形架 20—空压机

(1) 动臂。如图 2-2 所示。动臂 1 的下端有支承踵,支承踵上有耳孔,用铰接的方式固定在转台的前面,动臂下部两侧有拉杆 4,使其增加稳定性。在动臂的上部装有变幅用的滑轮组 7,利用缠绕到提升卷筒上的钢丝绳并通过 A 形架和滑轮组来调节动臂的倾斜角。常用的工作角度为 45° 。只有在改变工作尺寸时才改变其倾角。动臂中部有小平台 10,供安装推压驱动机构用。在动臂中部还装有扶柄套和推压轴 5。在推压轴上装有推压齿轮,通过推压驱动系统带动推压轴旋转。

(2) 斗柄。斗柄安装在动臂中部的扶柄套中。它是箱形截面的双梁结构,如图 2-3 所示。两根梁之间的前端用横梁 7 通过螺栓连接。在斗柄的底平面上焊有推压齿条 4,与推压轴上的推压齿轮相啮合。扶柄套作为斗柄伸缩运动的导向机构,斗柄既可作强制的推压运动和退回运动,又可借助提升钢绳作回转运动。为限制斗柄的行程,在齿条两端焊有前后挡板 5 和 3。

(3) 推压机构传动系统。推压机构的作用是在挖掘机铲装矿岩或土壤时,以强力推压铲斗,使斗齿切入岩堆或土层中,所以,它是重负荷工作机构。在这一机构中,各零件均为刚性传动,为防止因过负荷而损坏机构,故在推压传动系统的中间轴上,装有极限力矩抱闸。

图 2-4 是推压机构传动系统。其中极限力矩抱闸 11 用销轴铰接在齿轮 3 的侧面。抱闸闸瓦的一端铰接,另一端用螺旋套拉紧。齿轮 3 把扭矩通过闸瓦和光轮 4 之间的摩擦面传递给中间轴。在正常负荷时,抱闸和光轮一起传动;当过负荷时,光轮 4 在闸瓦内滑动,起到了保护传动机构的作用。

(4) 铲斗。铲斗的结构如图 2-5 所示。它由铸造的前壁 1 和后壁 2 用焊入柱塞相连接。前壁上装有斗齿 5,斗齿损坏后可以更换。后部下部用销轴 9 与斗柄前端相连;上部通过拉杆与斗柄相连,以保证斗与斗柄间的相互位置关系。铲斗与弧形提梁 4 铰接,在提梁上固定着提升滑轮夹套 6,依靠滑轮夹套把铲斗悬挂在动臂顶部滑轮上。

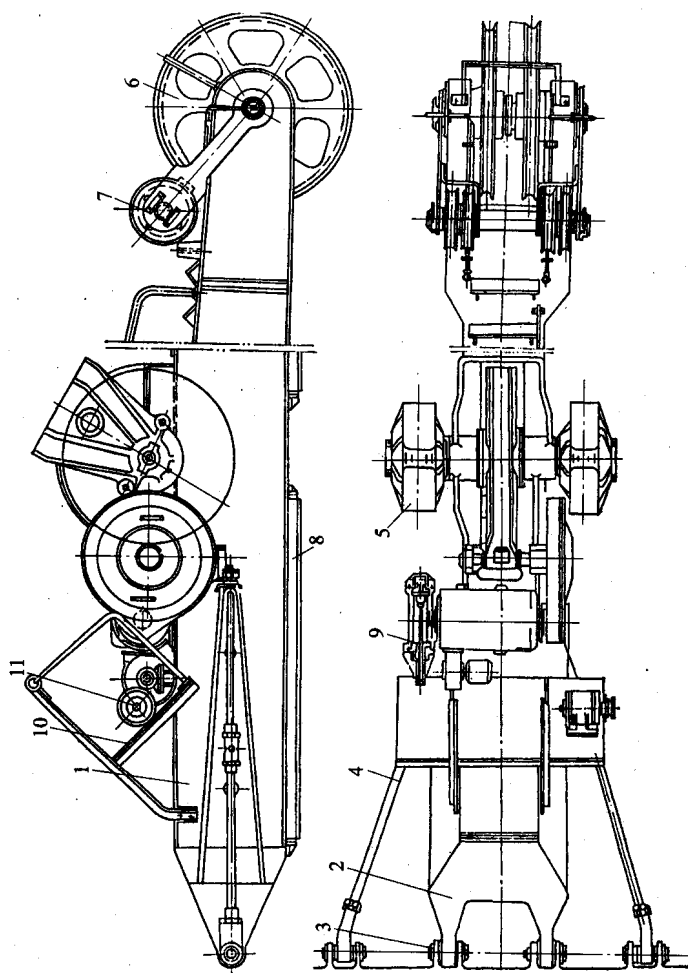


图 2-2 WK-4 型动臂装置

1—动臂 2—动臂支承座 3—销轴 4—拉杆 5—扶柄套和推压轴 6—铲斗提升滑轮
7—动臂变幅滑轮组 8—缓冲木 9—制动器 10—小平台 11—开斗电动机

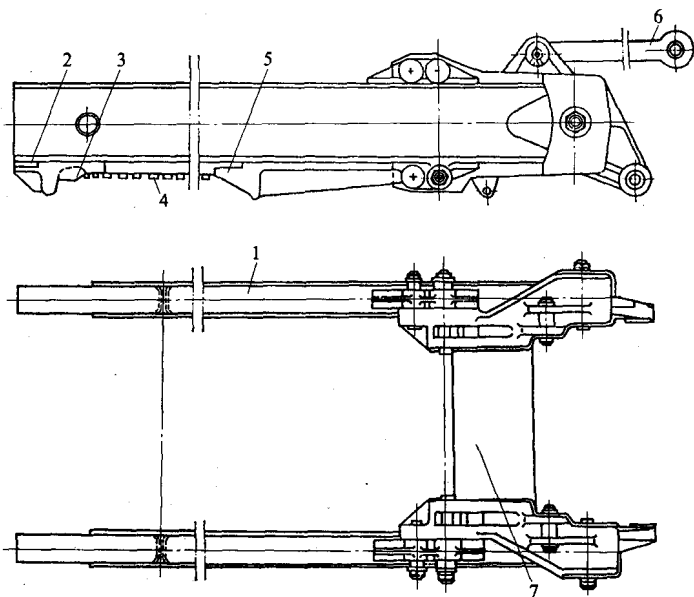


图 2-3 WK-4 型斗柄装置

1—斗柄 2—止退板 3—后挡板 4—齿条 5—前挡板 6—拉杆 7—前部横梁

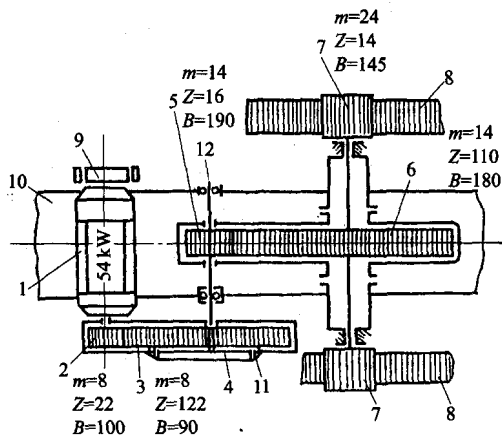


图 2-4 WK-4 型推压机构传动系统

1—电动机 2、3、5、6、7—圆柱齿轮 4—抱闸光轮 8—齿条
9—制动装置 10—动臂 11—极限力矩抱闸 12—中间轴

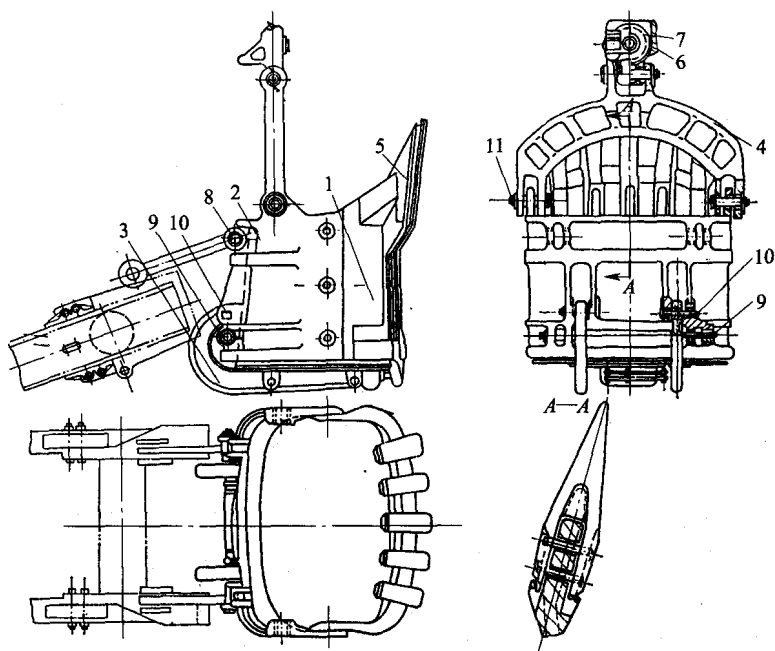


图 2-5 WK-4 型铲斗结构

1—前壁 2—后壁 3—斗底装置 4—提梁 5—斗齿
6—滑轮夹套 7—均衡轮 8、9、10、11—销轴

铲斗开斗机构如图 2-6 所示。铲斗的开启是由安装在动臂中部小平台上专用的小卷扬装置牵引开斗钢绳 4 来实现的。铲斗的关闭是靠铲斗和斗柄快速下放时门杆 1 的自重及斗底的摆动自动实现的。

(5) 钢绳的缠绕方式。在正铲挖掘机中,广泛地采用滑轮组式的绳系,即斗的升降和动臂的悬挂和调幅都是依靠钢绳来实现的。在绝大多数的挖掘机中,动臂调幅用钢绳的缠绕方法基本相同,不同之处只是滑轮组的倍率和导向轮、连接杆所在的位置。铲斗提升绳的绕法也基本相同。WK-4 型的钢绳缠绕方式如图 2-7 所示。