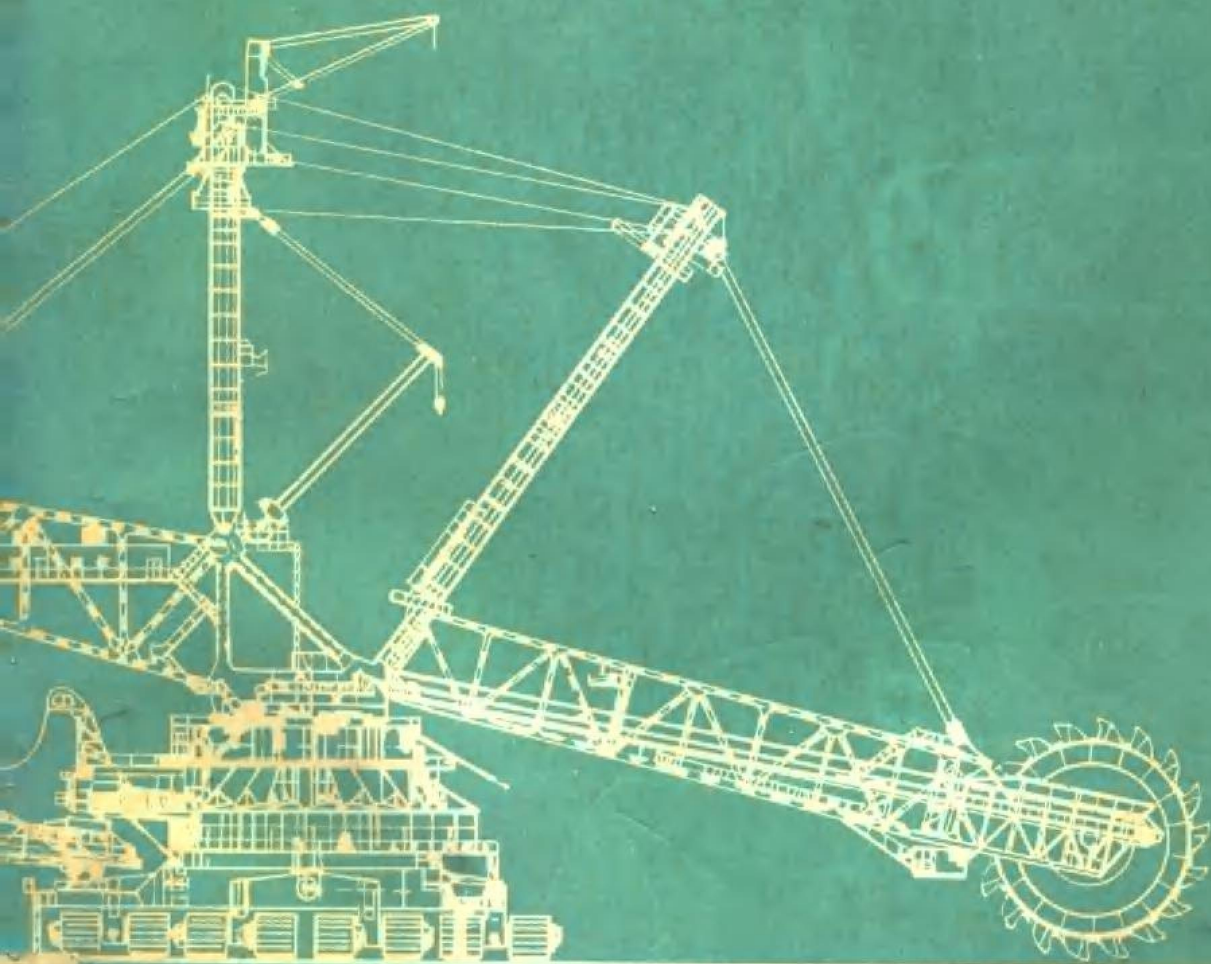


斗轮挖掘机



煤炭工业出版社

斗 轮 挖 掘 机

《斗轮挖掘机》编译组

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书系统介绍露天矿用斗轮挖掘机的构造、适用条件、使用范围、采掘过程的应力分析和三十余种各型常用斗轮机的性能及技术经济指标，专题论述斗轮机主要部件（如斗轮、回转机构、履带行走装置）、胶带运输设备、装载设备和电力系统等的具体结构和主要参数；详细分析煤炭、金属、非金属露天矿，和筑坝、修路及运河工程使用斗轮挖掘机的实例。

本书供露天矿和大型土方工程的设计、科研、机电和采矿工程技术人员，以及矿山机械、工程机械的设计和制造工程技术人员学习使用；高等院校有关专业的师生也可参考。

斗 轮 挖 掘 机

《斗轮挖掘机》编译组

*

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平北路16号）

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₁₆ 印张18⁵/₈

字数444千字 印数 1—7,160

1979年6月第1版 1979年6月第1次印刷

书号15035·2206 定价1.95元

前 言

在现代化的露天矿，作为连续工艺中主要采掘设备的斗轮挖掘机，其适用范围不断扩大。为适应我国大力发展露天矿的需要，我们编译了这本书。

本书根据西德特兰斯出版社1973年版的同名著作译出，后又参照该书1975年的英译本校订。在译校过程中，基本保留了德文版的技术内容和英文版所作的一些修改和补充，对有些一般性叙述（如原书第一章斗轮机的发展演变过程等），则进行了删减或节编。由于我们的水平所限，不妥之处在所难免，恳请读者指正。

参加本书译校工作的有骆中洲、徐云德、俞静涛、陆中林、芦寿彭、林震宇、翟成基、薛顺德和张家善同志。

目 录

第一章	概 述	1
第二章	斗轮挖掘机的工作方式	12
第一节	侧式工作面开采法	12
第二节	端式工作面开采法	14
第三节	半端式工作面开采法	19
第四节	斗轮挖掘机的下向挖掘	20
第五节	自动化挖掘方法	21
第六节	通讯设施	22
第三章	斗轮挖掘机的总体结构	23
第一节	露天矿用斗轮挖掘机	25
第二节	土方工程用斗轮挖掘机	34
第四章	切割阻力和挖掘功率	40
第一节	切割阻力的确定	40
第二节	切割刃倾角对挖掘力的影响	50
第三节	预截器的作用	50
第四节	垂直切割和水平切割对挖掘阻力的影响	51
第五节	单位挖掘阻力和切割速度	51
第六节	在硬质非固结土岩和岩石中的挖掘力	51
第七节	挖掘力的侧分力	55
第八节	挖掘力的径向分力	56
第九节	挖掘力的动力作用	56
第五章	挖掘机载荷的有关规定	58
第一节	挖掘力的确定	58
第二节	有效载荷、机器倾斜载荷、风载荷和雪载荷的有关规定	59
第六章	斗 轮	62
第一节	斗轮的结构型式	62
第二节	斗轮的特性参数	67
第三节	斗轮驱动装置	70
第四节	铲斗和斗唇	77
第五节	预切刃	79
第六节	斗齿	79
第七节	斗轮减速机的过载安全保护	83
第七章	斗轮挖掘机的运输设备——胶带输送机	96
第一节	胶带输送机的参数	96
第二节	胶带输送机转载点的分析	97
第三节	具有复压胶带的高倾角输送机的分析	99
第四节	斗轮挖掘机上的运输路线	100
第五节	胶带转载点的设计	105

第六节	清扫设备、对岩块的防护装置、金属拣出器和称量设备	106
第七节	装载设备	107
第八章	斗轮挖掘机的履带行走装置	109
第一节	斗轮挖掘机履带行走装置的结构	109
第二节	双履带挖掘机	116
第三节	履带驱动装置	123
第四节	履带运动力学	125
第五节	巨型履带行走装置的对地比压	130
第六节	比压和动载荷	141
第七节	斗轮挖掘机的步行机构	141
第九章	斗轮挖掘机的润滑	143
第一节	概 述	143
第二节	润滑剂	143
第三节	润滑技术	144
第十章	斗轮挖掘机的主回转机构	149
第一节	概 述	149
第二节	滚动轴承的选型基础	154
第三节	滚盘尺寸的确定	156
第四节	滚盘滚动件最大载荷的确定	159
第五节	安装与设计	164
第六节	滚盘的使用经验	166
第七节	液压载荷在转台上的分布	168
第十一章	斗轮挖掘机的钢结构	170
第一节	载荷条件、应力和材料	170
第二节	斗轮挖掘机结构空间的设计	175
第三节	斗轮挖掘机的承载结构	175
第四节	斗轮着地和提升钢绳断裂事故的预防	177
第五节	斗臂提升绞车、钢绳吊挂系统和钢绳	180
第十二章	斗轮挖掘机的电力装备	189
第十三章	使用斗轮挖掘机的有关问题	195
第一节	露天开采在世界矿产量中的比重	195
第二节	露天开采方式	195
第三节	露天矿的生产规模	197
第四节	气候对露天矿生产的影响	204
第五节	深露天矿的斗轮挖掘机和能力	205
第六节	斗轮挖掘机在土方工程中的使用实例	208
第七节	斗轮挖掘机生产的经济问题	217
第八节	斗轮挖掘机的有效利用率	219
第十四章	露天矿斗轮挖掘机综合开采机组	229
第一节	黑森州韦尔费尔沙伊姆普鲁士电力有限公司Ⅱ号露天矿	229
第二节	拜恩褐煤工业有限公司露天矿 (BBI)	233
第三节	布劳恩施魏克露天煤矿 (BKB)	233

第四节	奥尔忠尼启则露天矿的剥离工程	233
第五节	谢累斯诺果尔斯克露天矿剥离工程	238
第六节	南美铝土露天矿剥离工程	241
第七节	加拿大北部油砂矿区	251
第十五章	部分斗轮挖掘机简介	257
附 录	.....	289
缩写字	.....	289
度量衡制	.....	290
常用单位	.....	291
钢材的代号、力学性质和化学组成	.....	292

第一章 概 述

斗轮挖掘机，是在链斗、单斗和其它采挖设备的基础上发展起来的。

1916年，法国贝尔维茨露天矿用斗轮挖掘机进行上向开采和剥离，这是第一台在煤矿使用的轨道行走式斗轮机（图1-1）。第一台适用于露天开采的自动铲（斗容75升），在路易斯露天矿用来采掘褐煤层中的砂石夹层（图1-2）。1931年，露天煤矿剥采两用的运输桥，在荷斯汀褐煤公司投入使用。桥架支点跨度76米，上面装一个可升降和伸缩的斗臂，推进距离30米（图1-3）。

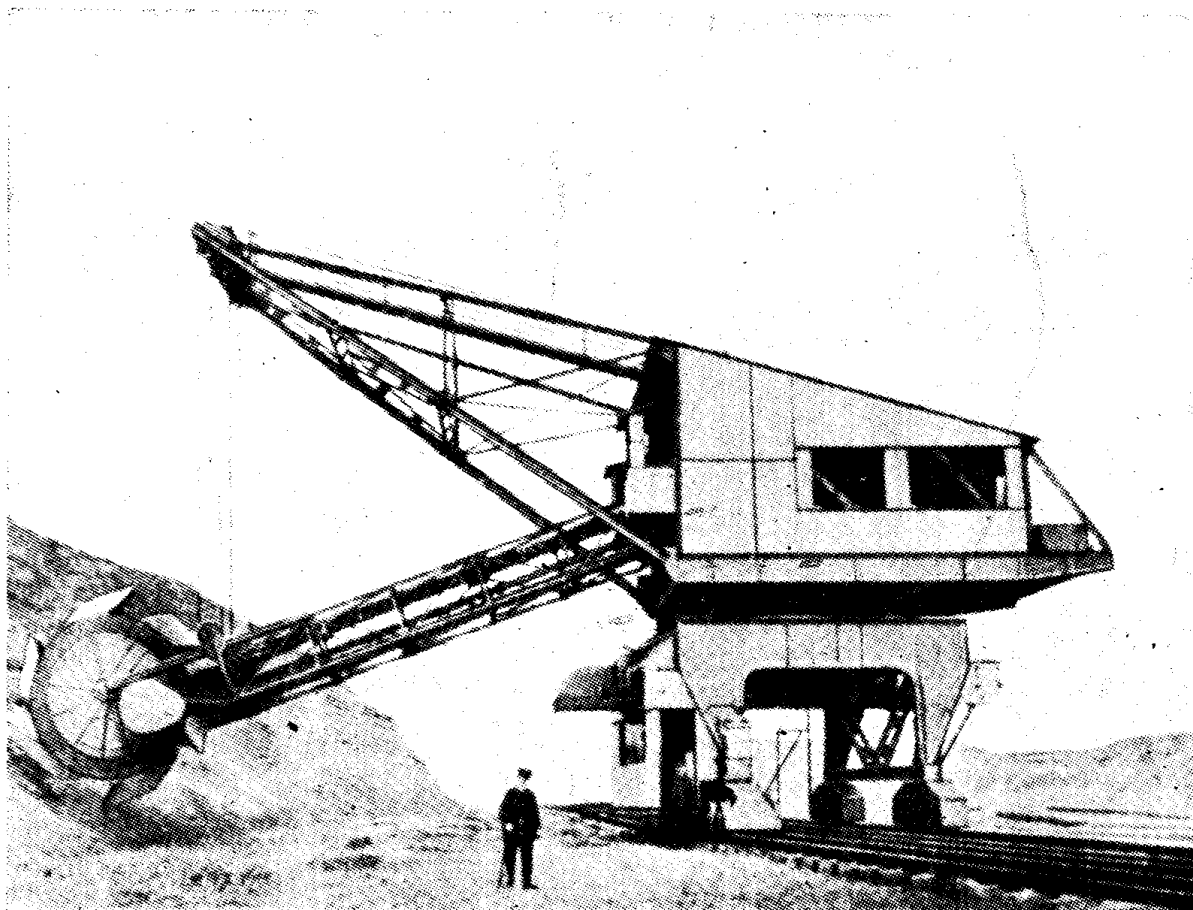


图 1-1 洪保德机械厂生产的轨道行走式斗轮挖掘机

1943年投产的一台直接捣堆的斗轮挖掘机（图1-4），可在煤层顶板上行走，且能通过曲线的轨道。剥离阶段高60米，斗臂能回转 180° ，并可分层开采；排土胶带能向高72米的排土场排弃剥离物。用配重平衡的斗臂是套袖式，既可升降，也可回转。斗臂伸缩距离32米，理论生产能力 $2100\text{米}^3/\text{时}$ 。

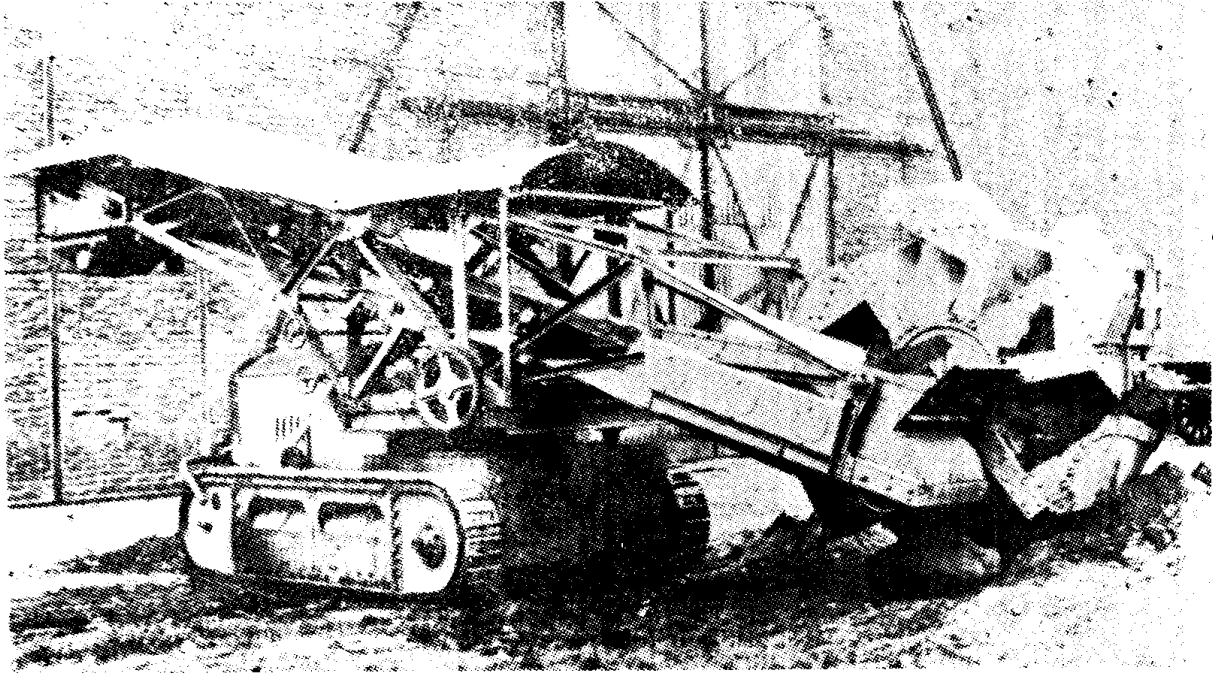


图 1-2 洪保德机械厂生产的自动铲（出厂日期：约1919年）

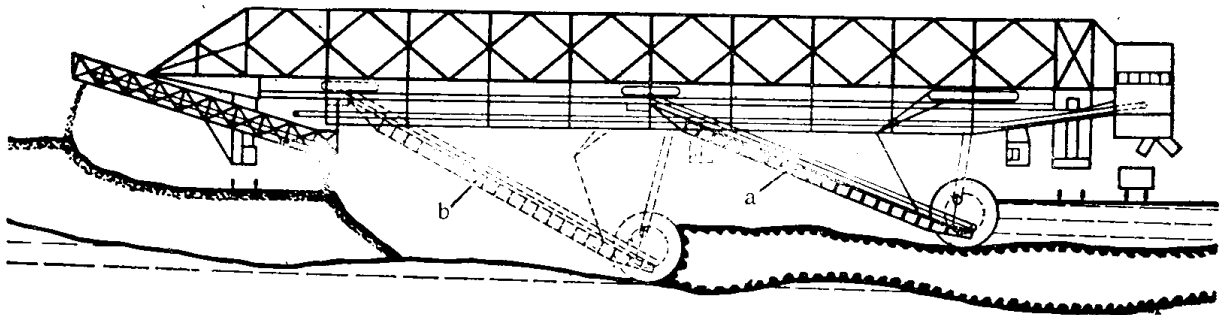


图 1-3 荷斯汀露天矿使用的剥采两用运输桥 ($Q_{t,h} = 375 \text{米}^3/\text{时}$)

a—剥离位置；b—采煤位置

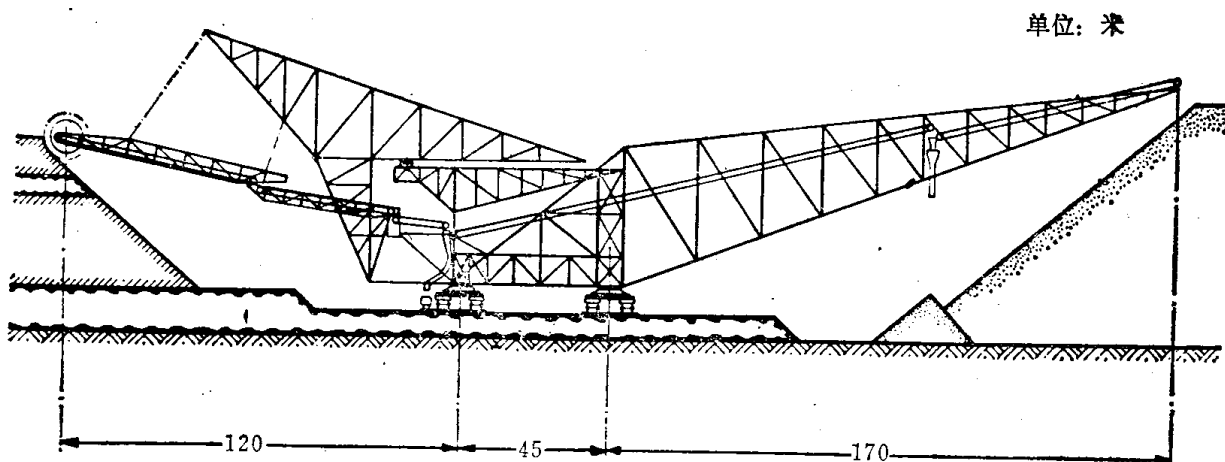


图 1-4 直接捣堆的斗轮挖掘机(劳克哈默尔机械厂1943年造)

为开发萨赫森保煤田而设计的 $\text{SchRs} \frac{2100}{4} - 35 - 11$ 型斗轮挖掘机（图 1-5）具有两个特点。一是斗轮和传动装置固定在空心轴上，物料向缓冲滚筒卸落，以减轻冲击（图1-

6)；二是装有防止粘结的清扫胶带（图1-7）。

单位：米

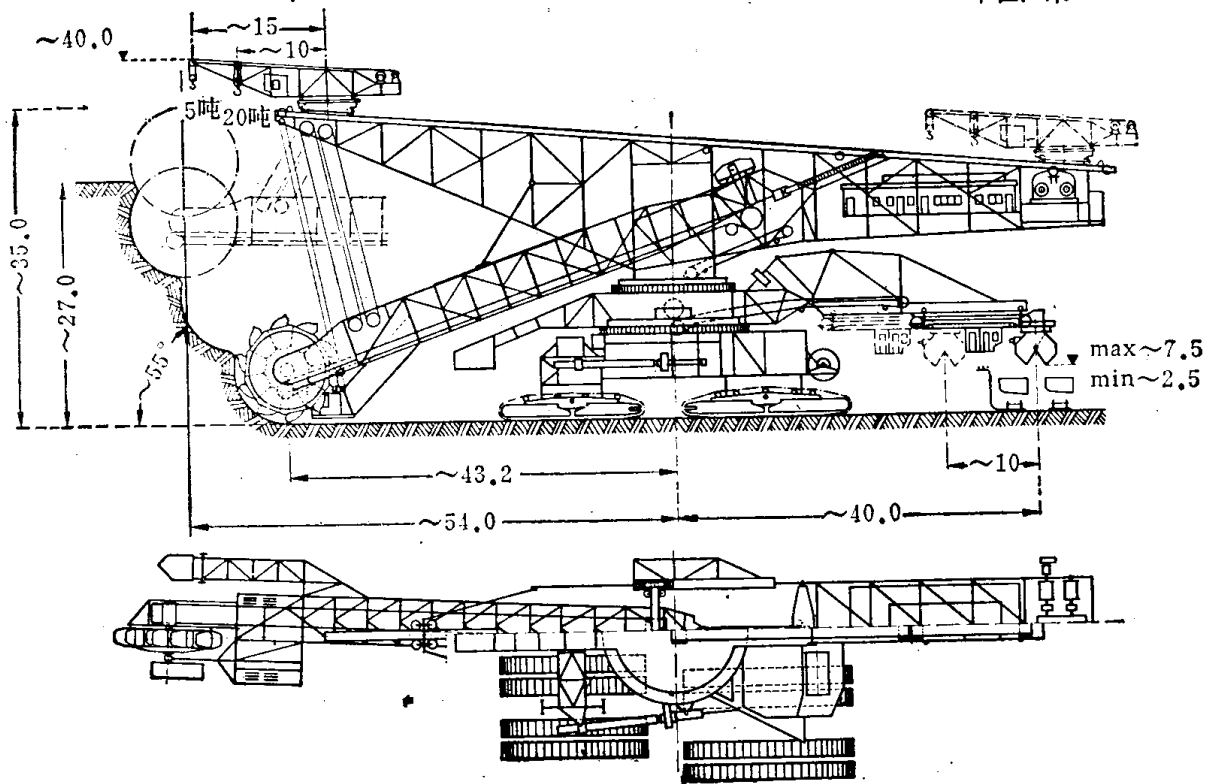


图 1-5 SchRs $\frac{2100}{4}$ - 35 - 11型斗轮挖掘机

(斗轮直径12米，斗轮驱动功率660千瓦， $Q_{th}=3500$ 米³/时，配套重量6200吨)

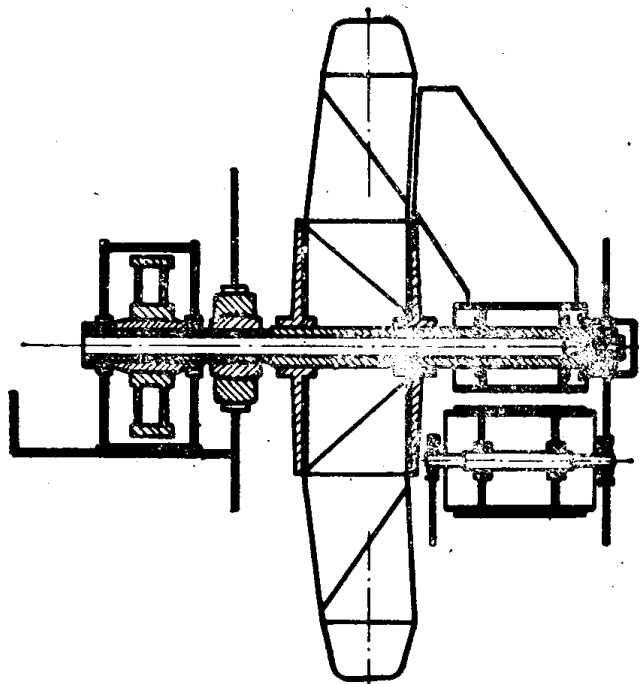


图 1-6 装在空心轴上的斗轮(参见图6-15)

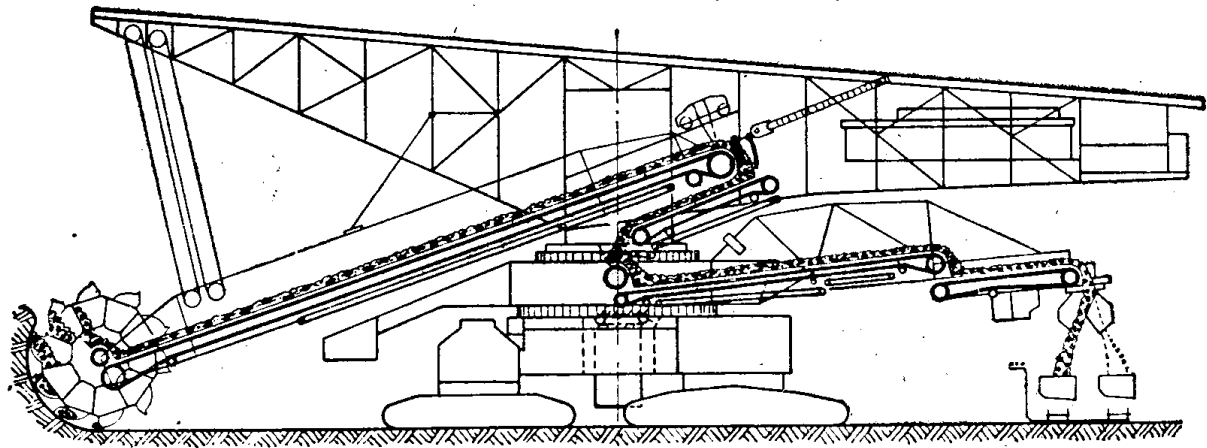


图 1-7 斗轮机运输系统装设的清扫胶带

德玛格·劳克哈默尔公司制造了大批斗轮挖掘机，斗容 40~1900 升，理论生产能力 $Q_{th} = 4800 \text{米}^3/\text{时}$ ，结构重量达 3000 吨。比较典型的是加利福尼亚州奥洛维尔水坝使用的一台剥离用斗轮机（图1-8）。

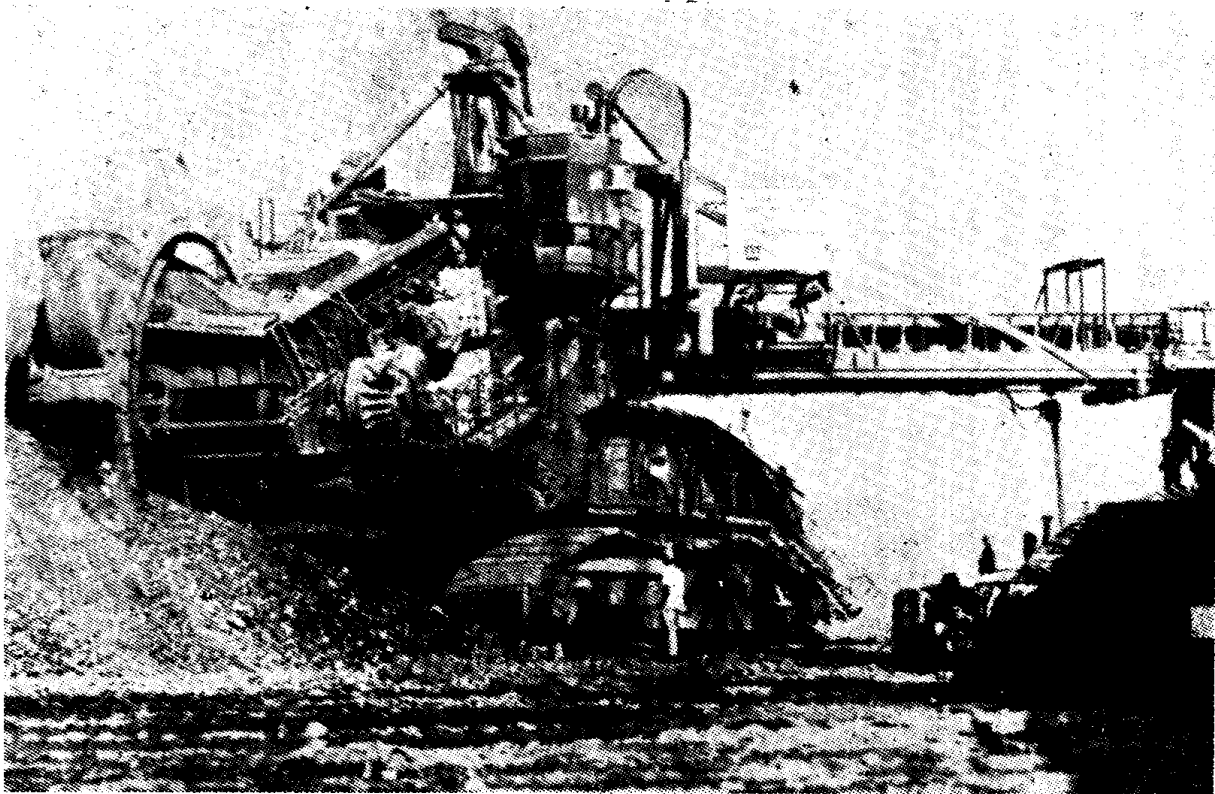


图 1-8 SchRs $\frac{1940}{0.3}$ -14型斗轮挖掘机

（直径 9 米，斗轮驱动功率 2×300 千瓦， $Q_{th} = 2000 \sim 5400 \text{米}^3/\text{时}$ ，配套重量 600 吨）

到70年代初，西德各机械厂生产的斗轮挖掘机已发展成为能力最大、能开采最硬土岩的无可争辩的采掘设备了。

德意志民主共和国也普遍使用斗轮挖掘机。1970年，用斗轮机剥离 8.364 亿米³（西德为 2.1 亿米³），开采褐煤 2.61 亿吨（西德为 1.078 亿吨）。

德意志民主共和国生产的斗轮挖掘机有关参数见表1。

表1 德意志民主共和国生产的斗轮挖掘机(行走速度都是6米/分)

级别	型号	理论生产能力 Q_{th} (米 ³ /时)	采高 (米)	采深 (米)	斗轮驱动功率 (千瓦)
0	SRs 65.6/0.3-0	200~320	6	0.3	30
	SRs130.9/0.5-0	320~500	9	0.5	40
	SRs280.11/0.5-0	690~1150	11	0.5	75
1	SRs470.14/2-0	1690	14	2	250
	SRs470.15/1-3		15	1	
2	SRs470.15/3.5-0		15	3.5	500
	SRs470.17/6-0	1690	17	6	250
	SRs470.20/3-0		20	3	250
	SRs470.20/3-1		20	3	250
3	SRs1200.22/2-0		22	2	630
	SRs1200.24/4-0	3450	24	4	400
	SRs1200.28/4-0		28	4	400
4	SRs1500.35/15-0	5200	35	15	2×400
	SRs2400.36/10-0	7200	36	10	2×500
	SRs2400.35/9-0	6600	35	9	2×630
	SRs2400.40/4-25	7200	40	4	2×500
5	SRs4000.45/25-0	11000	45	25	2×630

在表1中, 0~3级是低和中等采高的挖掘设备, 4~5级是大采高的挖掘设备。这些设备的特点, 是把斗架用拉杆吊挂在上部结构内的移动绞车上。与用钢丝绳滑轮悬挂在上部结构固定架上的方法相比, 这种吊挂方法可使配套重量降低45%。

图1-9是东德生产的一种常用的2级SRs630-20/3-12型斗轮挖掘机。图1-10是另一种常用的4级SRs2400 36/10-0型斗轮挖掘机。

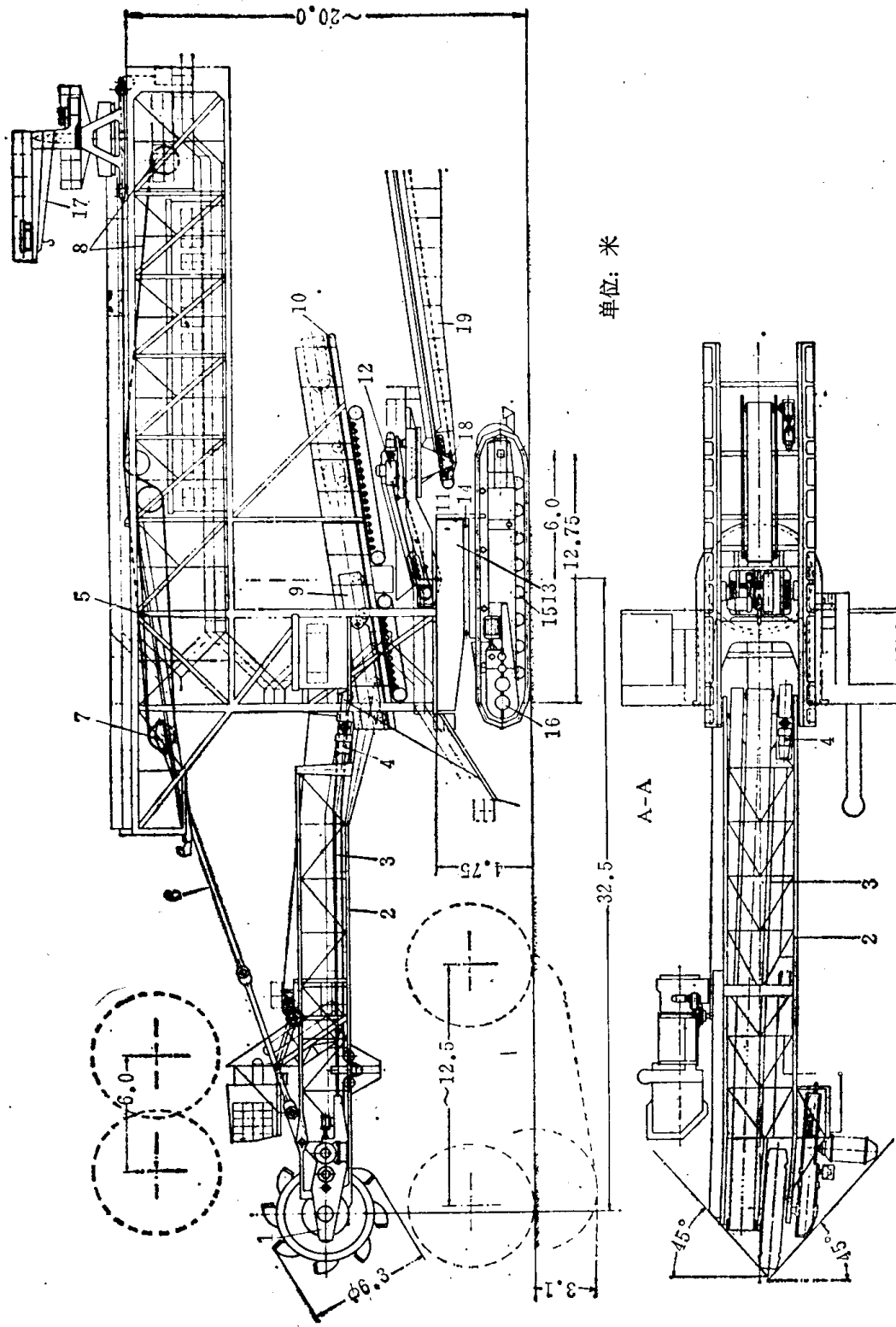
在捷克斯洛伐克, 最大的KU800型斗轮挖掘机生产情况良好。它的斗轮驱动功率 $n_q = 0.24$ 千瓦·小时/米³, 采高32米, 伸缩量16米, 胶带连接桥长度最小70米, 用迈步式行走机构(见图3-3)。

苏联斗轮挖掘机及与西德标准型号斗轮机的技术指标对比分别见表2、表3和表4。

表2 苏联小型斗轮挖掘机技术指标

制造系列	斗容 (升)	采高 (米)	采深 (米)	理论生产能力 (米 ³ /时)	设备功率 (马力)	机械配套重量 (吨)	地面压力 (公斤力/厘米 ²)
EP 25-5/2	25	5	2	260	65	23.5	0.80
EP 50-6/3	50	6	3	450	100	35	0.85
EP 100-7/3.5	100	7	3.5	625	160	75	1.1
EP 150-8/4	150	8	4	1100	250	120	1.3
EP 200-10/5	200	10	5	1400	400	180	1.6

美国的采掘设备制造工业致力于成批生产机械铲、吊铲和推土机, 有许多优秀的型号



单位: 米

图 1-9 SRs630-20/3-12 型斗轮挖掘机(2级)

(斗轮直径6.3米, 斗轮驱动功率250千瓦, $Q_{LH}=1700\sim 2300$ 米³/时, 配套重量810吨)

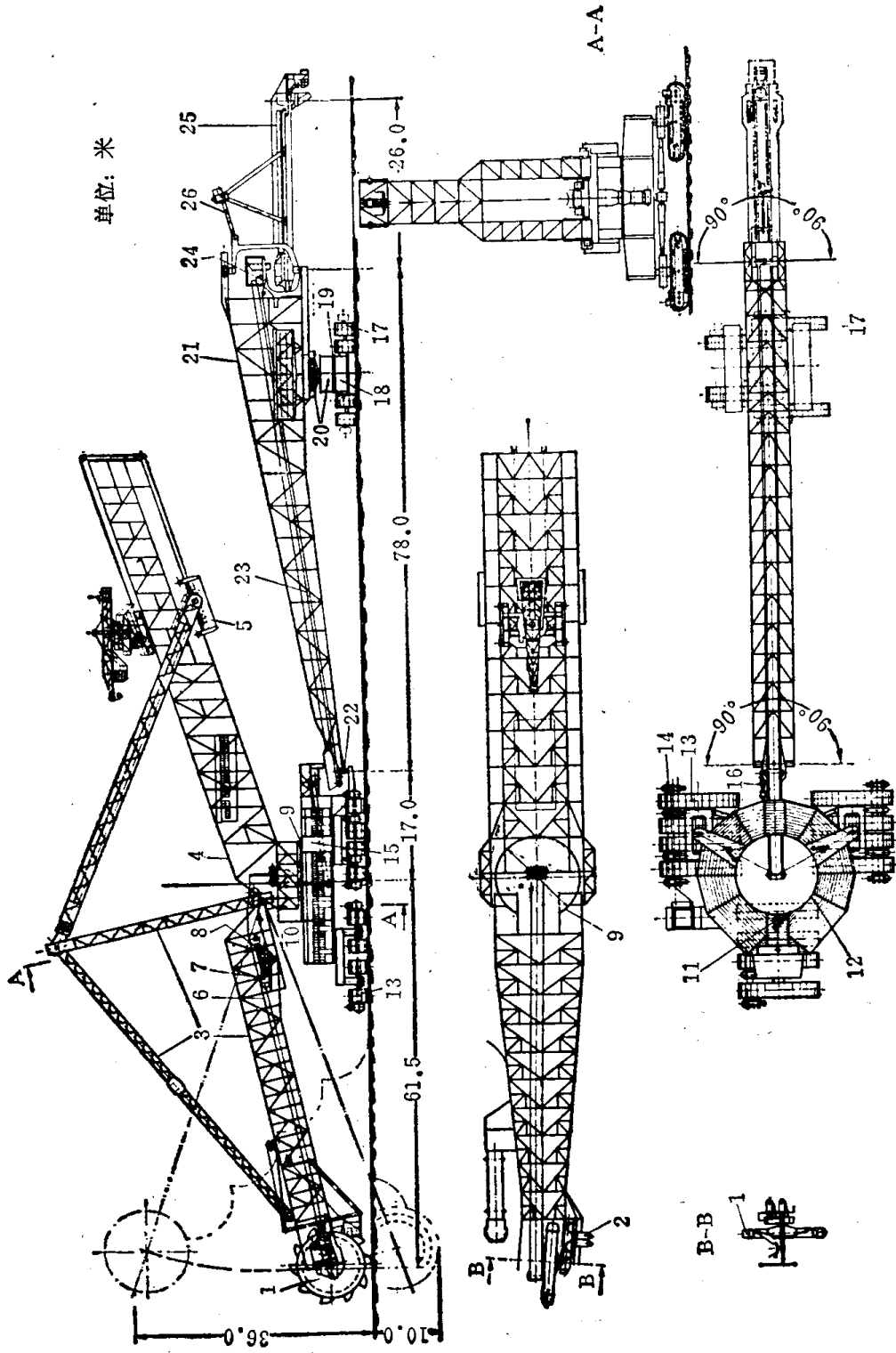


图 1-10 SRs2400-36/10-0 型斗轮挖掘机(4级)和转载设备
 (斗轮直径12米, $Q_{斗} = 5000 \sim 7200$ 米³/时, 配套重量4315吨)

表 3 苏联露天矿用斗轮挖掘机(1965)

型 号	ERG	ERG	ERG	ERG
	500/2	350/1000	400- $\frac{17}{1.5}$	1600- $\frac{40}{10}$ -31
理论生产能力(实方米 ³ /时)	500	1000	1000	3000
斗 容(升)	250	350	400	1500
斗 数(个)	8	8	9	12
斗轮直径(斗边圆周)(米)	4.7	6.125	6.45	11.5
计算切割力(公斤 _力 /厘米)	80	80	80	达115
斗轮每分钟转数	8.12	8.7	6.35	3~5
上挖采高(米)	12.5	17	17	40
下挖采深(米)	0.5	2	1.5	10
斗臂伸缩量(米)	—	—	—	31
斗臂长度(米)	13.27	20.94	21	60
转载臂架长度(米)	15.6	24	24.22	30.7
行走速度(米/时)	372/748	335/670	310	300
行走方式	履带	履带	履带	履带
履带数目	2	2	2	16
斗轮功率(千瓦)	160	320	250	700
电 压(千伏)	6	6	6	6
平均功率消耗(千瓦)	252	490	400	1896
(千瓦/米 ³)	(0.504)	(0.49)	0.4)	(0.62)
配套重量(吨)	186.6	450	565	3400
单位地面压力(公斤 _力 /厘米 ²)	1.05	1.0	1.0	1.05

注:全部挖掘机都是履带式,6千瓦;除 ERG1600 型外,全部设备的斗臂都不能伸缩。

表 4 苏联小型斗轮机与西德标准型号斗轮机的对比

指 标	ER25 $\frac{5}{2}$	25 $\frac{6}{0.35}$	ER50 $\frac{6}{3}$	50 $\frac{6}{0.3}$	ER100 $\frac{7}{2.5}$	100 $\frac{9.5}{0.4}$	ER150 $\frac{8}{4}$	150 $\frac{10}{0.5}$
制造厂	科夫洛夫	O&K	科斯特罗姆	克虜伯	伏洛涅茨	克虜伯	伏洛涅茨	克虜伯
制造年度	1965	1962	1968	1963	1966	1963	1968	1963
斗 容(升)	25	25	50	50	100	100	150	150
斗 数(个)	7	6	7	6	9	7	9	7
斗轮直径(米)	1.9	1.8	2.4	3	3.9	4	4.5	4.2
每分钟卸斗数目	80...130	80...124	110	103	95	50	90	67
理论能力(米 ³ /时)	195	186	320	305	500	300	710	600
斗轮功率(千瓦)	28	22	40	37	55	50	100	88
设备功率(千瓦)	50	80	80	85	127	135	185	197
内燃机功率(马力)	90	80	100	—	180	—	—	—
胶带卸载架长度(米)	9	11	12	12	15	12	17	18
工作半径(米)	6.95	7.5	9.5	9.4	11.4	12.9	12.1	14.5
斗轮回转速度(米/秒)	1.2...1.85	1.3...1.96	1.98	2.65	2.15	1.5	2.45	2.1
切割力(吨)	2.1...1.35	1.48...0.98	1.8	1.24	2.77	2.97	3.65	3.73

可供选择。对土方工程常用的剥离设备,他们在有关气候、岩石硬度和工作条件的影响方面积累了丰富的经验,并在此基础上,发展了开采硬土和岩石的强力机械。

一个综合工艺非常成功的例子,是由德国德玛格·劳克哈默尔公司设计、部分在美国麦克多韦·韦尔曼公司制造的 SchRs $\frac{1940}{0.3}$ -14型双履带斗轮挖掘机(见图1-8)。奥罗维

尔水坝利用这种采挖设备，通过可回转、可升降的短距离转载胶带机把采出物（原淘金场的排弃物）转运到长110米的履带行走胶带车上，然后再转载到 2300 米长的工作面胶带上（图1-11）。然后由胶带机-铁路联合运输系统把筑坝材料运到 20 公里以外的坝址上。

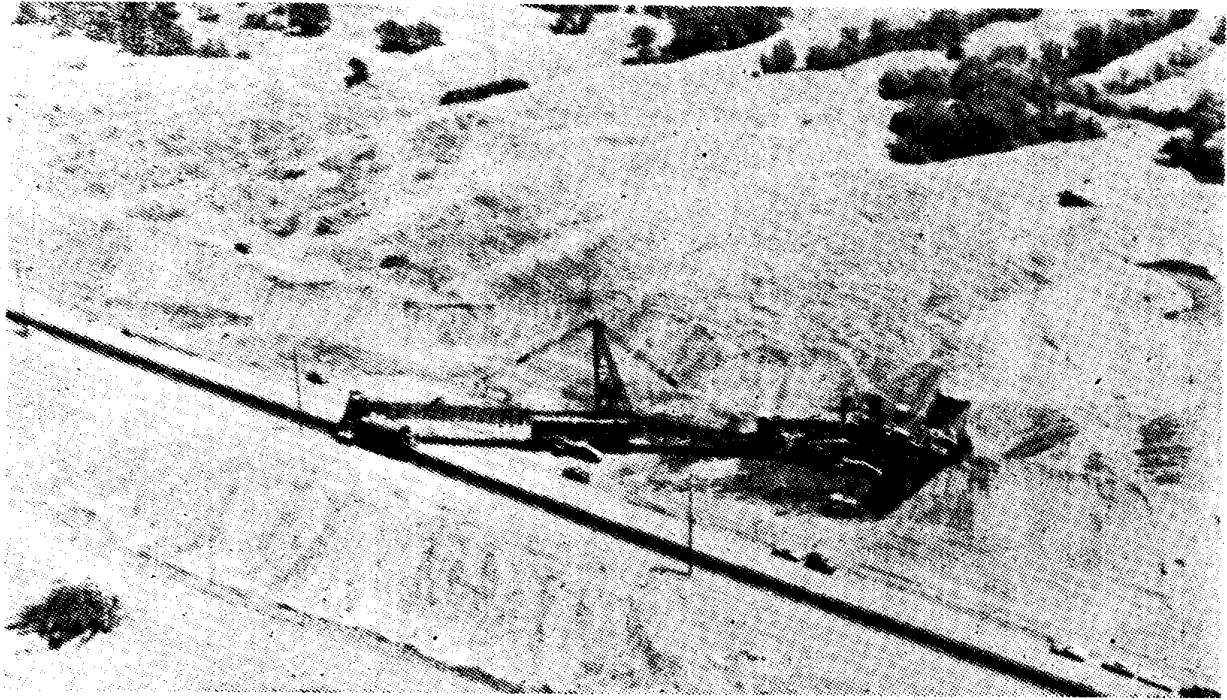


图 1-11 奥罗维尔水坝采掘运输系统

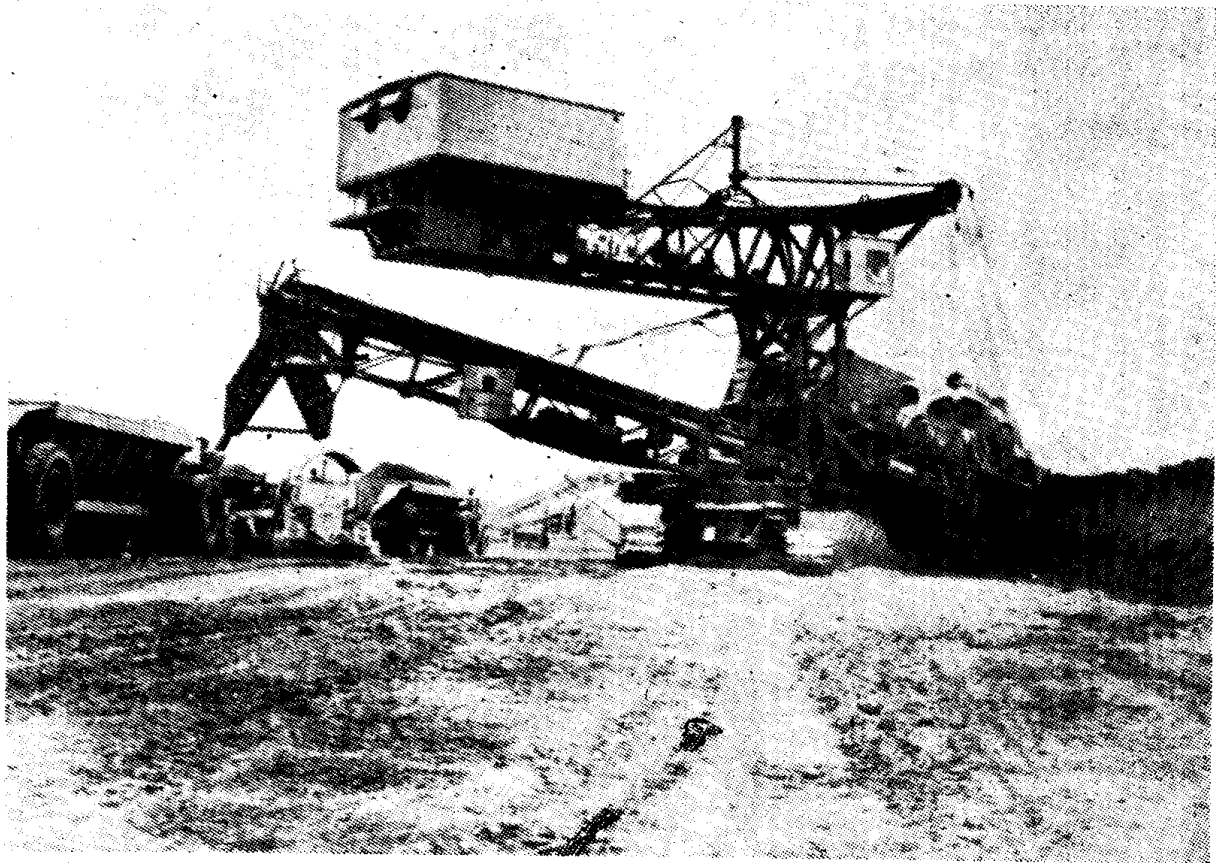


图 1-12 路易斯水坝使用的斗轮挖掘机
 (斗轮直径 9 米, 10 个铲斗, 斗容 1.95 米³, 斗轮驱动功率 550 千瓦, Q_{th} 为 6900 米³/时, 结构重量 815 吨)

这种低采高、大能力的奥罗维尔式斗轮挖掘机形成了“紧凑”结构这一概念。

在建筑加利福尼亚州圣·路易斯水坝时，使用了一台必异公司制造的履带式斗轮挖掘机，向载重量100吨的柴油机卡车上装运剥离物料（图1-12）。

美国生产的斗轮挖掘机见表5和表6。

表5 美国剥离用的斗轮挖掘机

使用单位	弗爱特矿	古巴矿 4号斗轮机	金河矿	北伊利 诺斯矿	格兰哈罗 德矿	诺伊斯矿	弗代里蒂矿
制造厂	必异 954WX型	联合煤电 公司	必异 1054WX型	克虏伯	德玛格·劳克哈默尔		必异 1060WX型
投产日期	1954	1959	1960	1963	1964	1969	1967
斗轮直径(米)	6.8	8.2	7.2	11.5	9.25		6.6
斗容(米 ³)	0.65	1.35	0.765	1.5	1.0		1.53
斗数(个)	8	10	9	10+10个 预截器	8+8个预截器		8
卸斗数目(次/分)	52	80	45~90	40~65	22.5~60		64
斗轮转数(转/分)	5.75	8(额定)	5~10	4~6.5	2.8~7.5		8
斗轮速度 v_{tan} (米/秒)	2.3	3.45	1.88~3.76	2.4~3.95	1.36~3.65		2.75
Q_{th} (米 ³ /时)	2050	6450	2060~4150	3600~5850	1350~3600		5850
Q_{eff} (实方米 ³ /时)	1420	2700	1820	1450采粘土 质页岩	1040		1840
斗轮功率(直流)(千瓦)	138	530	186~372	720~1160	2×340		440
最大采高; 最小采高(米)	+22.8; +8.7	+30.5; +2.7	+30.5; +12	30.5; ±0	25; -3	28.1; -3	31.5; +10.5
斗臂长度(米)	38	47.5	41.5	37	42	48.3	49
伸缩量(米)	10.5	9.6	13.3	—	—		18
运距(米)	106	128	119	142.5	120	142.3	128
斗轮胶带宽度(米)	1.35	1.52	1.35	2.2	1.4		1.5
排土胶带速度(米/秒)	5	4.6~6.3	5	5.2	6		5.5
配套重量(吨)	1250	2100	1510	3400	2200	2700	1470
上部机体滚轮架直径(米)	10.33	13.5	10.4	11.58			

表6 美国土方工程用的斗轮挖掘机

型 号	MX				
	750	1000	2000	3000	4000
Q_{th} (考虑 $J+J_1$)(米 ³ /时)	2250	3270	5400	7040	8160
Q_{eff} (中硬剥离)(实方米 ³ /时)	1000	1500	2500	3500	4500
配套重量(吨)	72.8	188	231	325	404
斗臂长度(英尺)	19	30	31.5	32.5	41.5
转载斗臂长度(英尺)	39'2"	45	50	50	55
斗轮直径(英尺)	14'8"	18	20	2.5	30
斗容(码 ³)	0.5	0.625	1	1.5	2
斗数(个)	6	8	8	8	10
斗轮转数(次/分)	10	8.7	8.7	7.5	6.8
卸斗数目(次/分)	60	70	70	60	68
斗轮及排土胶带宽度(英寸)	48	54	72	84	84
设备延展全长(英尺)	65'10"	84	90	9.5	100.5
对地压力(标准地面)(磅/英寸 ²)	15.9	20.2	24.6	22.5	22.7
驱动功率(发电机功率)(千瓦)	2×150	2×250	2×350	2×400	2×500