

MEIKUANG JISHU DABAIKE

煤矿技术大百科

机电设备使用维护技术卷(下)

主 编：刘志磊

副主编：朱庆华 韩军强 马召坤 王久峰 杨海新

银声音像出版社

.....

煤矿技术大百科

——机电设备使用维护技术卷（下）

银声音像出版社

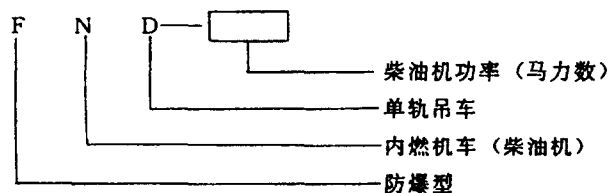
第五章 单轨吊车

第一节 防爆柴油机驱动单轨吊车

柴油机单轨吊车是以防爆低污染柴油机为动力的自驱动机车，可以通过道岔转辙为多巷道服务，不受运输距离限制。柴油机单轨吊的牵引力是靠驱动轮加压油缸压紧在轨道腹板上产生的摩擦力（这一点不同于一般机车靠自重产生的粘着力），因此它的自重轻、爬坡能力大，适用于普采、高档普采、综掘、综采工作面的材料、人员运输及设备搬家等工作。所用柴油机是专为井下工作研制的防爆、净化低污染柴油机，在环境温度不高于 35℃ 的各类瓦斯等级矿井中都可使用。

国内外柴油机单轨吊车的技术参数见表 5-1。

· 国产柴油机单轨吊车型号含义为：



一、FND—90 型柴油机单轨吊车

(一) 技术参数

FND—90 型单轨吊车分 I 型和 II 型两种。I 型机车使用湖南动力机厂生产的 6105FB 型柴油机；II 型机车使用德国 MWMD916—6 型柴油机。I 型机车为液压马达起动；II 型机车为弹簧起动器起动，其它结构性能二者完全一样。其技术参数见表 5-1，在不同工况下的运输能力见表 5-2。单轨吊车及部分配套装置单件自重见表 5-3。

表 5-1 国内外柴油机单轨吊车技术参数

国别/厂家		德国沙尔夫		德国鲁尔塔勒	英国贝考里特	法国斯特努斯公司	捷克		前苏联			中国	
		型号	DZ66-3.1	HL-90 H/3-II	DM1700 1.140	6-810 型 4-810 型	Perkins 4-236	LZH50.3 LZH50.2	2JMU/L 3JMU/L	FND-20 FND-90	1 型	1 型	
技术性能	柴油 机	厂家型号	MWMD-916/6					Perkins 7701	295FD	6105FB	D916 -6MW		
		功率(kW)	69	69	69	73.5	55	50	44	28	15	66	69
	传 动 系 统	转速(r/min)	2300	2300	2300	2500	2200	2000	1900	2000	2300	2300	2300
		传动方式	气动或液压	气动	液压	液压	气动	液压	液压	液压	液压	液压	弹簧起
	传 动 系 统	传动系统	液压传动	液压传动	全液压	全液压	全液压	液压传动	全液压	全液压	全液压	全液压	全液压
		驱动轮对数×直径	3×4450	3×4330	2×4440	3~4×420	2~3×4350	2~3×4350	2×4340	1×4360	3×4400	3×4400	3×4400
	传 动 系 统	液压泵参数	PV186	A4V125	LuCOS	变量 143	SPV-23	4~6 台	4 台	PHAC-125/320	2BSV>5	A4V125	
		液压马达参数	6 台	6 台	3000DOW	6~8 台变量	4~6 台	4~6 台	4 台	4 台	2 台	6 台	6 台
	传 动 系 统	液压系统压力(MPa)	A2F28	A2F16	4 台变量	14~50cm³/r	AM-16AE	20/32	RI505	MP-4400-250	2QM ₂ L-63	A6V28	
			27.5	34	13.8	22	22	20/32	(10)	25	14	23	23
	制 动 装 置	工作闸	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	闭式液压系统	
		紧急制动闸	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动	弹簧液压制动
运 行 参 数	运 行 参 数	最大牵引力(kN)	65	50	46	38(带齿轴 75(带齿轴 时 107.5) 时 94.5,	40/60	29.4	34.3	69	11.7	60	
		最大速度(m/s)	2	2	2.24	3.9	3.35	2/1.3	3	4	4	1.8	2
运 行 参 数	运 行 参 数	最大爬坡(°)	18	18	18	18(25)带齿轴 27	18~25	18(30)	20	35	16	18	
		最大件重量(t)	12	12	12	14	14	12~8.7	12	12	4	10	12
轨 道	轨 道	轨道规格	1140E	1140E	1140E	1140E	1140E	1140E	1140E	1140E	1140E	1140E	
		曲线半径	3m/节	4/10	4	4/7	4/8	4/8	4.5/10	4/8	4/8	4/8	4/8
机 车	机 车	宽度(mm)	750	740	900	875	800	1000	1050	800	750	750	
		高度(mm)	1100	1200	1350	1100	1250	1400	1250	1400	1200	1200	1200
机 车	机 车	长度(m)	9.5	8.15	7.88	10.8	6.5	6.373	5.5	7.0	4.23	11	10.75
		机车自重(kg)	6500	5980	5850	8860	450	3500	3500	4500	2430	6300	5000

表 5-2 FND—90 单轨吊车在不同工况下牵引吨位

速度 (m/s)	不同坡度下的牵引吨位					
	0°	5°	8°	12°	14°	18°
0.55	218.18	55.92	38.76	27.57	24.15	19.39
1.00	120.00	30.76	21.32	15.17	13.28	10.67
1.30	92.31	23.66	16.40	11.67	10.22	8.20
1.50	80.00	20.51	14.21	10.12	8.86	7.11
1.80	66.67	17.09	11.84	8.43	7.38	
2.00	60.00	15.38	10.66	7.59		

注：牵引吨位包括机车自重和参与配套的部件及货物的总重量。

表 5-3 单轨吊机车及部分配套装置单件自重

名 称	单件自重 (t)				名 称	单件自重 (t)			
FND—90 单轨吊机车	I 型	6.3	II 型	5.0	FND—90 单轨吊机车	I 型	6.3	II 型	5.0
6t 起吊梁	0.636				8 座人车	0.500			
12t 起吊梁	1.475				3t 载重车	0.098			
安全制动车	0.220				平板吊架	0.237			
安装平台	0.960				集装箱	0.500			

(二) 列车组合

FND—90 型柴油机单轨吊车由机车、承载设备和配套车辆组成。其中，机车包括主、副司机室和驱动部等；承载设备包括起吊梁、人车、集装箱及其配套的安全制动车。不同形式的列车满足不同运输对象的需要。列车编组基本形式有：

- (1) FND—90 型单轨吊车运输支架列车编组形式，如图 5-1 所示；
- (2) FND—90 型单轨吊车运输货物列车编组形式，如图 5-2 所示；
- (3) FND—90 型单轨吊车运人列车编组形式，如图 5-3 所示。

无论采用哪种编组形式，安全制动车必须编入列车当中。除运输液压支架、采煤机等大型设备外，均可根据具体情况采用混合编组形式。

(三) 主要结构

FND—90 型单轨吊车是以低污染防爆柴油机为动力，液压传动，液压操纵，并具有电气安全监控系统。机车为积木式，串联铰接成列车，既便于转弯也便于列车编组。单轨吊车通过其承载轮悬挂于轨道上，并通过驱动轮使其沿轨道行驶。单轨吊前后各有一个司机室，功能相同且相互闭锁。其主要

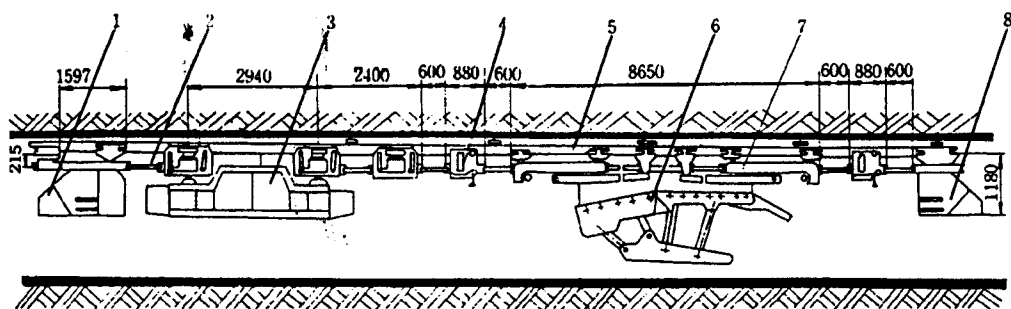


图 5-1 FND—90 型单轨吊车运输支架列车编组

1—主司机室；2—拉杆；3—机车；4—制动车；5—轨道系统；
6—重物（支架）；7—12t 起吊梁；8—副司机室

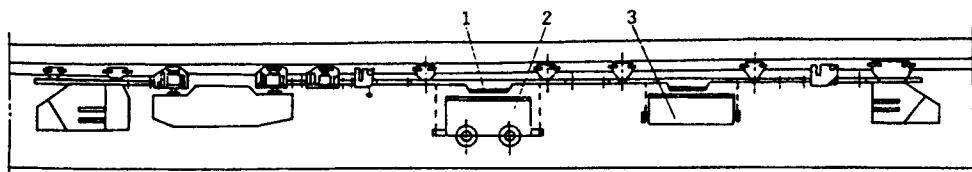


图 5-2 FND—90 型单轨吊机车运输货物列车编组

1—6t 起吊梁；2—固定矿车；3—集装箱

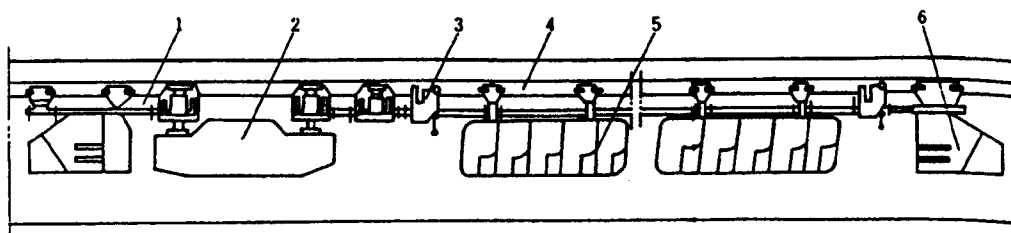


图 5-3 FND—90 型单轨吊车运人列车编组

1—拉杆；2—机车；3—制动车；4—单轨轨道系统；5—人车；6—司机室

组成部分见表 5-4。

(四) 特性曲线

FND—90 型柴油机牵引单轨吊机车的牵引力—牵引速度特性曲线如图 5-4 所示，速度—载荷特性曲线如图 5-5 所示。

1. 驱动部

驱动部悬挂在轨道上，是驱动机车行走的主要部件。机车的工作制动和紧急制动也安装在驱动部上，如图 5-6 所示。

2. 液压系统

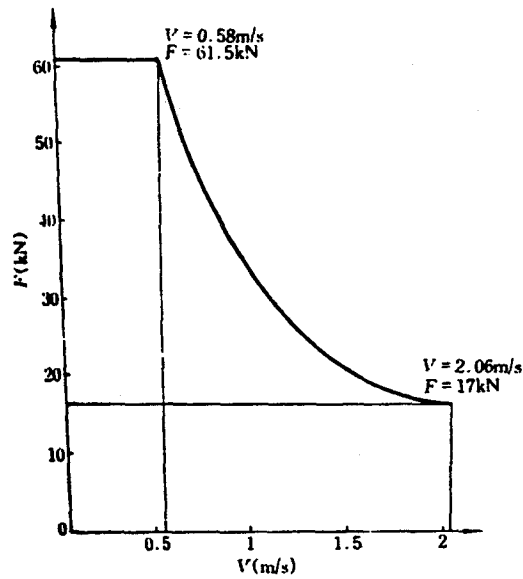


图 5-4 FND-90 型单轨吊机车牵引力—牵引速度特性曲线

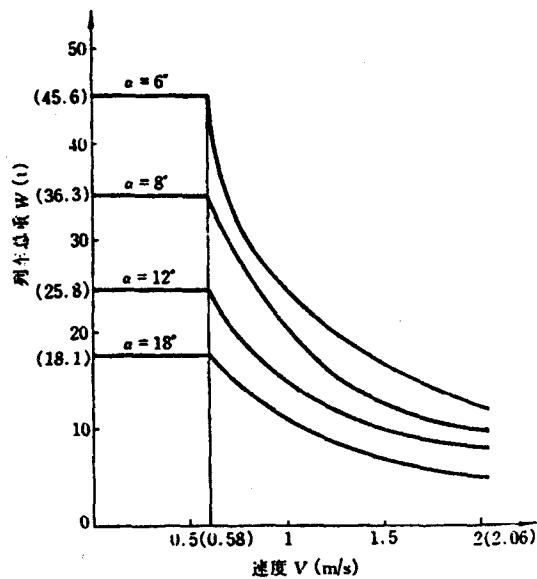


图 5-5 FND-90 型单轨吊机车速度—载荷特性曲线

液压系统是该机车的核心部分，机车的动力传递、操纵和运行都是由液压系统实现的。液压系统主要包括：主传动液压系统；操纵控制与液压起吊系统；制动及加压系统；液压起动系统。

(1) 主传动液压系统是由主泵 (A4V125) 和 6 个液压马达 (A6V28) 组

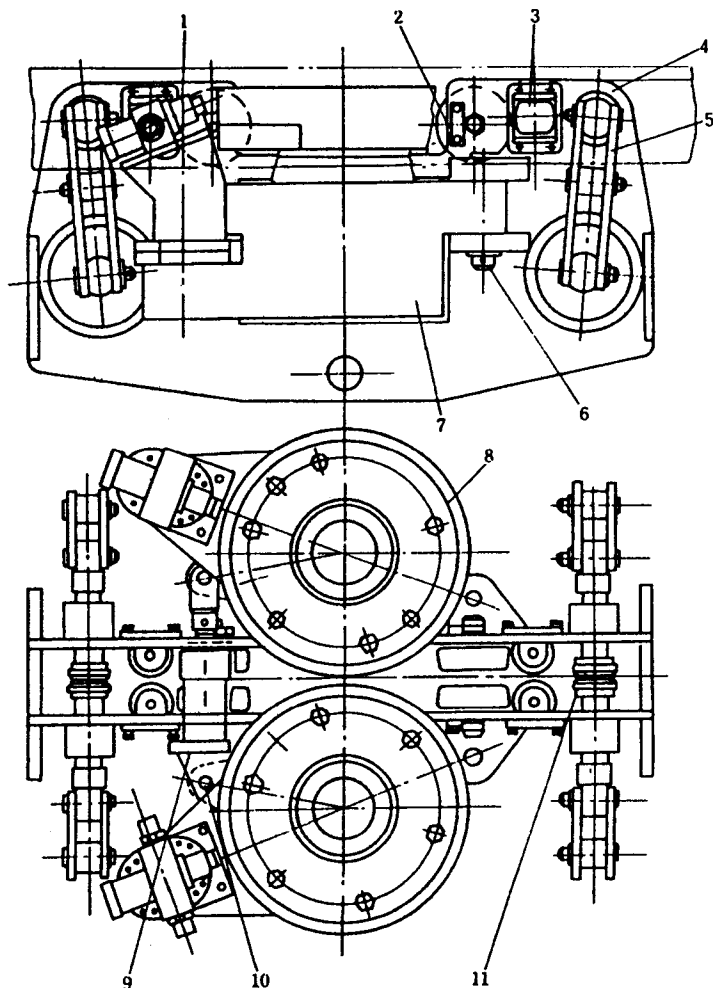


图 5-6 FND-90 型单轨吊车驱动部

- 1-A6V28 液压马达；2-承载轮；3-导向轮；4-机架；5-闸臂；6-减速箱销轴；7-驱动减速箱；
8-驱动轮；9-夹紧液压缸；10-销轴；11-制动闸块

成双变量闭式回路，既变量泵与变量马达组成容积式调速回路，以满足机车最大牵引力和最大速度的双重要求。

(2) 操纵控制与液压起吊系统用独立的控制液压泵（齿轮油泵）供油，通过操纵手柄同时控制闸的开、闭以及机车的运行方向和运行速度。起吊时必须停车，两者相互闭锁，以保证起吊装卸物料时的安全。

(3) 制动系统由工作制动和紧急制动两部分组成。工作制动靠主传动系统的液压闭锁实现，紧急制动靠 6 对钳形制动闸在弹簧作用下与轨道腹板压紧来实现，制动力为 90kN。

3. 电气系统及安全监控

电气系统及安全监控的功能是监测和监控温度、压力、速度、瓦斯含量等,以保证机车在井下的安全运行。电控系统由蓄电池箱、发电机、电源箱、电控箱、显示器和各种传感器组成,如图 5-7 所示。当监控指标超限时,可自动停止机车运行或关闭柴油机。监控指标如下:

柴油机排气温度保护 (C)	95
柴油机润滑油压力 (MPa)	0.2 ~ 0.4
柴油机飞车保护 (r/min)	> 2645
瓦斯保护 (%)	1.5
柴油机冷却水温度 (℃)	95
补油压力 (MPa)	1.5 ~ 2
制动控制压力 (MPa)	2 ~ 4
松闸压力 (MPa)	7 ~ 9
主系统油温 (℃)	95
发电机超压 (V)	> 28
手动停车 I	
手动停车 II	

4. 安全制动车

安全制动车是列车安全运行的保证。在下山行驶时,由于某种原因机车失去控制,或连接拉杆脱、断发生列车跑车事故,当列车运行速度超过 2.5m/s 时,制动车自动进行制动,以保证列车安全。除自动制动外,安全制动车上还有人工拉坏,以备在特殊情况下也可实施人工制动。

5. 起吊梁
起吊梁是物料的起吊和运载设备,有 6t 和 12t 起吊梁两种。6t 起吊梁是为运输散料用的: 12t 起吊梁是为运输液压支架及其它重物用的。两种梁的吊起与降下都是由液压马达来完成的,如图 5-8 和图 5-9 所示。

6. 集装箱

集装箱是专门供运输散料,如沙石、水泥及其它不易捆扎的小型机器零部件用的。它可以向左、右两个方向自动卸料,是一种使用方便、节省人力的集装设备,如图 5-10 所示。

7. 人车

人车是专门运送人员用的,不允许人货混合编组。可按需要及机车牵引能力决定每列人车的编组数量及行驶速度。

8. 折叠司机室

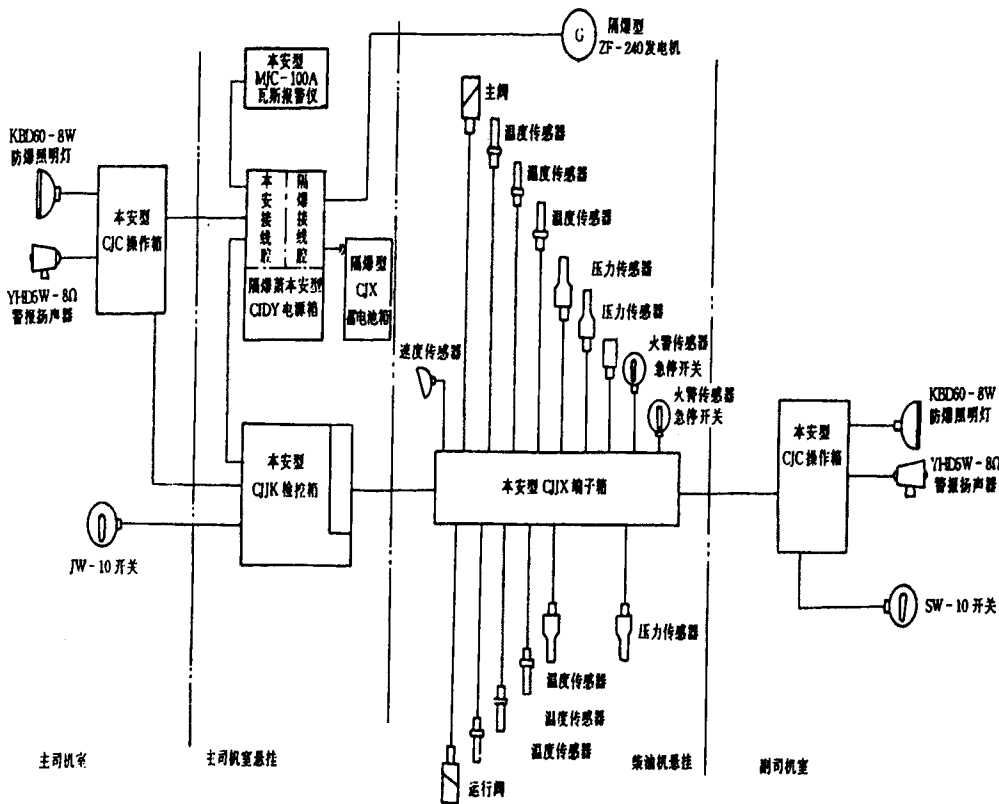


图 5-7 FND—90 单轨吊车电控系统

KS—650 型折叠司机室是与 FND—90 型单轨吊车配套，用于取代原机车的副司机室，可以在巷道断面较小、高度较低条件下长距离运输液压支架等大型设备时实现列车编组方式，使司机室折叠后直接退出。司机室底部抬高、降低由司机室中的手动操纵阀来控制。其它功能与原司机室相同。折叠司机室宽度为 0.8m，如图 5-11 所示。

二、FND—20Y 型柴油机单轨吊车

FND—20Y 型柴油机单轨吊车适用于综采、综掘工作面的材料及人员的运输，其特点是小巧、灵活。它是以柴油机为动力的全液压传动机车，由液压马达直接驱动驱动轮产生牵引力。整机由柴油机车及其附属装置、联接装置、液压传动系统、制动装置、驱动装置和电气系统等组成，如图 5-12 所示。

FND—20Y 型单轨吊车的主要技术参数见表 5-1, 在不同工况下机车的牵引吨位见表 5-4。FND—20Y 型单轨吊机车及其部分附属设备的自重见表

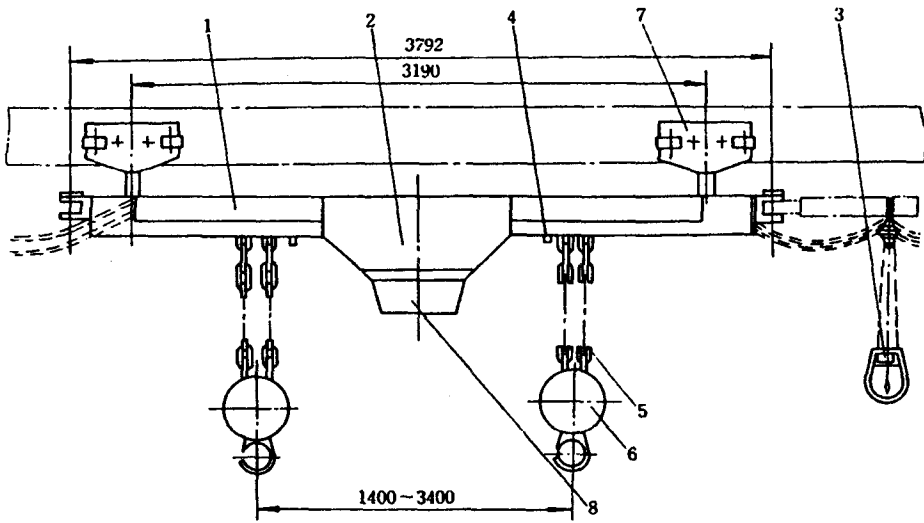


图 5-8 DQ-6 型液压起吊梁

- 1- 梁体; 2- 减速箱; 3- 液压控制装置; 4- 回程轮; 5- 链条总成;
6- 滑轮; 7- 承载车; 8- 链条兜

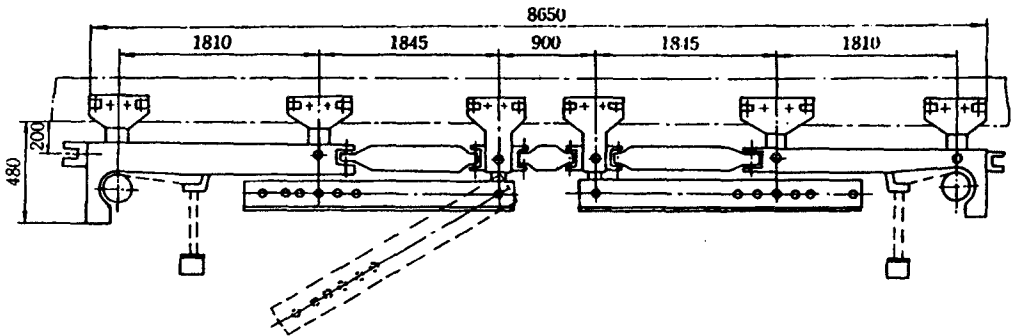


图 5-9 DQ-12 型液压起吊梁

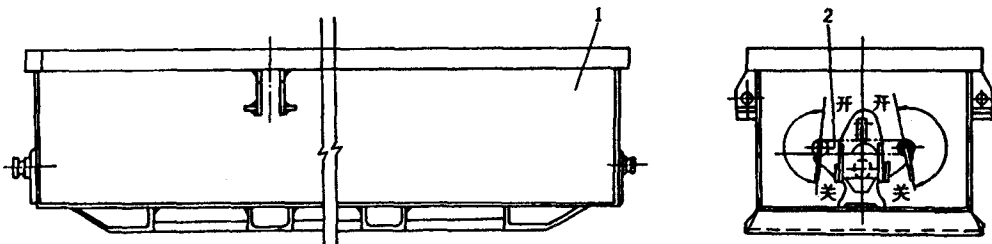


图 5-10 集装箱

- 1- 翻斗箱; 2- 安全倾斜装置

01086613

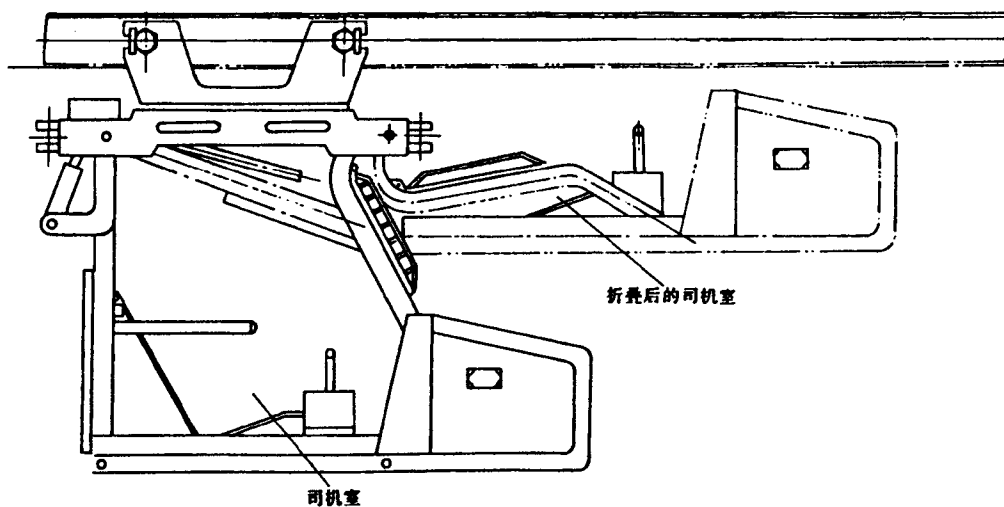


图 5-11 KS-650 型折叠司机室

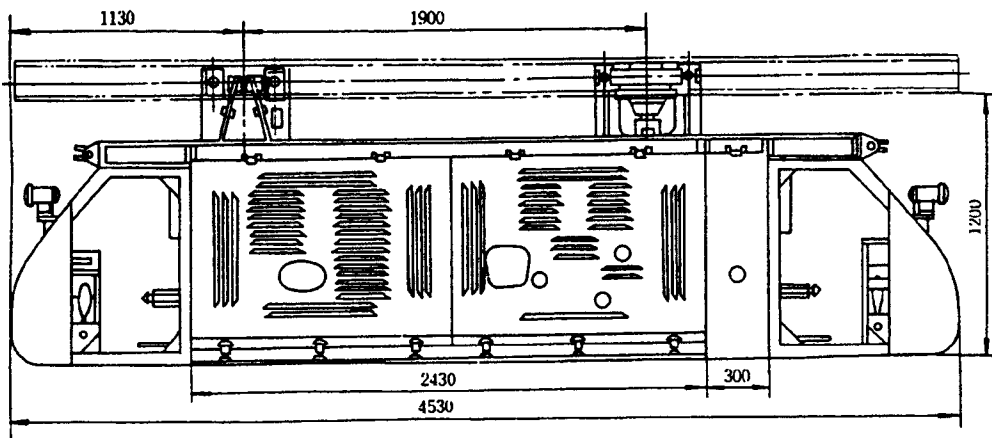


图 5-12 FND-20Y 型单轨吊机车

5-5。

表 5-4 FND-20Y 型单轨吊机车在不同工况下的牵引吨位

速度 (m/s)	牵 引 吨 位 (t)					
	0°	3°	6°	9°	12°	16°
0.74	16.33	10.83	5.92	3.66	2.37	1.31
1.20	15.29	5.72	2.69	1.3	0.5	
1.80	9.28	2.94	0.94			

注：表中所列牵引吨位包括机车和所有零件以及货物的总重量。

表 5-5 FND-20Y 型单轨吊机车及其部分附属设备自重表

名 称	单件自重 (t)	名 称	单件自重 (t)
机车	2.500	制动车	0.098
3t 载重车 (I)	0.050	3t 载重车 (II)	0.048
AZC-43 型制动车	0.300	单钩起吊梁	0.474
5t 起吊梁	0.500	SQD-14 起吊梁	1.050
平板吊梁	0.237	安装平台	1.000
8 座人车	0.500	集装箱	0.500

三、柴油机单轨吊车的应用计算

1. 最大牵引力的计算

$$F_{\max} = \frac{nq_m / \Delta p i \eta_z}{2000\pi R} \quad (\text{kN}) \quad (5-1)$$

式中 n ——驱动马达个数, 个;

q_m ——驱动马达最大排量, mL/r;

Δp ——液压系统压差, MPa;

i ——驱动部机械减速箱传动比;

R ——驱动轮半径, m;

η_z ——总传动效率。

2. 实际需要牵引力的计算

额定牵引力在产品说明书中或铭牌上都已给出, 但在某一特定运输条件下的实际牵引力可按式计算:

$$F_1 \geq (W_1 + W_2) (g_c \sin a + f_c \cos a) \quad (5-2)$$

式中 F_1 ——实际需要牵引力, kN;

W_1 ——机车及配套设备自重, t;

W_2 ——运载物重量, t;

g_c ——换算因数, 为 9.81;

f ——运行比阻力, kN/t;

a ——坡道度数, ($^\circ$)。

按式 (5-2) 演变可计算某单轨吊的运载物料重量:

$$W_2 = \frac{F}{g \sin a + f \cos a} - W_1 \quad (\text{t})$$

式中 F ——单轨吊车的额定牵引力, kN。

按上式计算出的牵引运载货物的能力是理论值, 在实际使用中因巷道支架或锚杆吊点及单轨承载能力的限制, 一般只允许在 12t 以下。

3. 制动参数的计算

制动参数包括: (1) 总制动力 (F_H); (2) 制动减速度 a ; (3) 制动距离 S 。计算制动参数, 主要是计算在紧急制动工况下的安全性。

1) 制动合力

$$\Sigma F_H = F_{H1} + F_{H2} + F_{H3} \pm F_{H4} \quad (\text{kN}) \quad (5-3)$$

式中 ΣF_H ——制动力合力;

F_{H1} ——安全制动闸的制动力 (机车设计时给定值);

F_{H2} ——工作制动时制动力 (机车设计时给定值);

F_{H3} ——列车运行阻力 ($F_{H3} = mfc\cos\alpha$);

F_{H4} ——坡道阻力 ($F_{H4} = \pm mgs\sin\alpha$)。

2) 制动减速度

$$\alpha = \frac{\Sigma F_H}{m} \quad (\text{m/s}^2) \quad (5-4)$$

3) 制动距离

$$S = \frac{v^2}{2a} \quad (\text{m}) \quad (5-5)$$

4) 制动时的瞬时车速 (v)

(1) 在水平道路上的最高速度为 2m/s 。

(2) 下坡时制动的瞬时速度为:

$$v = v_0 + a_1 t \quad (5-6)$$

式中 v_0 ——机车的最大限速, 一般为 2.5m/s ;

t ——限速制动时的空行程时间, 规定为 0.3s ;

a_1 ——列车在坡道上的下滑加速度, $a_1 = g\sin\alpha - f\cos\alpha$ 。

FND—90 型单轨吊车下坡时紧急制动参数见表 5-6。

表 5-6 FND—90 型单轨吊车紧急制动参数

a	0°	5°	8°	12°	18°
W (t)	60	32	26	21	16
ΣF_H (kN)	1 68	1 31	1 22	114	106

续 表

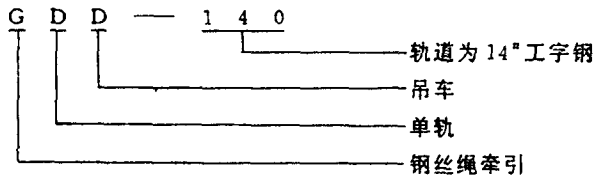
a	0°	5°	8°	12°	18°
a (m/s ²)	2.8	4.0	4.7	5.4	6.6
v (m/s)	2.5	2.69	2.8	3	3.3
S (m)	1.1	0.9	0.8	0.8	0.8
a ₁ (m/s ²)	0	0.65	1.16	1.84	2.8

第二节 绳牵引单轨吊车

绳牵引单轨吊车由绞车、紧绳器、尾绳站、牵引车、储绳车、承载车、制动车、人车、钢丝绳、轮组等组成，由钢丝绳牵引，沿悬挂的单轨运行。

一、GDD—140 型电绞车绳牵引单轨吊车

因该机选用 JW2—500/33 无极绳绞车做牵引绞车，牵引力较小，所以主要用于掘进工作面的人员、物料的运送，是综掘机械化的配套设备。其型号含义为：



该机主要技术参数见表 5-7。

表 5-7 GDD—140 型绳牵引单轨吊车的技术参数

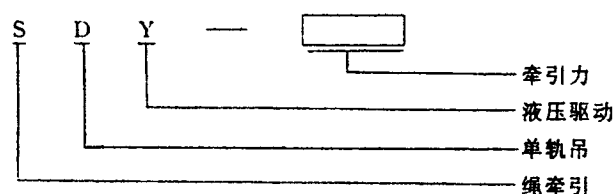
型号	运输距离 (m)	爬坡牵引力 (12°时) (kN)	料车最大 载重量 (kg)	适用巷道 断面 (m ²)	适用巷道 倾角 (°)	最小曲率半径		牵引绞车					重量 (kg)
						水平 (m)	垂直 (m)	型号	功率 (kW)	电压 (V)	绳径 (mm)	牵引速度 (m/s)	
GDD—140	1000	30	2000	≥4.2	≤12	4	8	JW2—500/33	15	380/660	13	0.8	15000

二、SDY 型绳牵引单轨吊车

SDY 型绳牵引单轨吊车按牵引能力分为 SDY—40 及 SDY—80 两种。二者结构型式基本相同（主、副电动机功率相同，主泵、主马达型号相同），

都是由液压绞车牵引（当两者主马达串联工作时，其额定牵引力均为 40kW，运行最大速度均为 2m/s；当后者主马达并联工作时，其牵引力增加 1 倍，即 80kN，但速度降低 1 倍，即 1m/s）。SDY 型绳牵引单轨吊车具有牵引能力大、运输距离大、曲率半径小、对巷道适应性强、安全可靠等优点，可以用来运送煤矿井下大型设备、人员及材料等，是普采、高档普采、综掘、综采工作面搬家等工作中的辅助运输设备。SDY 型绳牵引单轨吊车由液压绞车、泵站、操纵台、紧绳器、轨道、绳轮组、钢丝绳和牵引储绳车等组成主机，并根据不同的运输对象，配有安全制动车、载重车、人车、集装箱及不同矿井所需的特殊车辆。

SDY 型液压绞车绳牵引单轨吊车型号含义为：



SDY 型绳牵引单轨吊车的技术参数见表 5-8，运输能力见表 5-9。

表 5-8 SDY 型绳牵引单轨吊车技术参数

项 目		SDY—40	SDY—80
牵引力 (kN)		40	40/80 (串/并)
牵引速度 (m/s)	串联	0~2	0~2
牵引速度 (m/s)	并联	0~2	0~1
轨道型式		II40E	II 40E
轨道最小曲率 半径 (m)	水平	4	4
	垂直	10	10
最大爬坡角度 (°)		25	25
安全制动车额定制动力 (kN)		86	1 29
安全制动车最大限速 (m/s)		2.5	2.5
牵引钢绳直径 (mm)		21.5	21.5
牵引距离 (m)		1000~2000	1000~2000
液压系统额定工作压力 (MPa)		17	17
主泵型号		ZB4—732	ZB4—732
补油泵型号		YBC—45/160 花键轴	YBC—45/160 花键轴
控制泵型号		YBC—12/80 反泵	YBC—12/80 反泵

续 表

项 目		SDY—40	SDY—80
主马达型号		JM1 3—F1.6	JM13—F1.6
主电动机	型号	KBY550—110A	KBY550—110A
	功率 (kW)	110	110
副电动机	型号	YB132S—4	YB132S—4
	功率 (kW)	5.5	5.5

表 5-9 SDY 型绳牵引单轨吊车牵引吨位 (t)

项 目		SDY—40	SDY—80	
主马达工作状态		串联	并联	串联
运行速度 (m/s)		0~2	0~1	0~2
牵引力 (kN)		40	80	40
坡度 (°)	0	108.7	217.4	108.7
	5	27.8	55.6	27.8
	10	16.1	32.2	16.1
	12	13.7	27.4	13.7
	16	10.7	21.4	10.7
	20	8.8	17.6	8.8
	25	7.3	14.6	7.3

注：牵引吨位包括编组列车中的车辆自重，其中牵引储绳车 0.462t，人车 0.562t/辆，6t 起吊梁 0.733t，12t 起吊梁 1.476t，SDY—40 型安全制动车 0.25t，SDY—80 型安全制动车 0.8t。

根据运输对象的不同，SDY 型绳牵引单轨吊车列车有三种不同的编组方式，即运输支架编组方式、运输散料编组方式、运送人员编组方式。无论哪种编组方式，都应将牵引储绳车和安全制动车编入列车之中。也可根据具体情况采用混合编组方式，但在运送液压支架、采煤机等大型设备时不允许采用混合编组方式。

运输货物及人员的列车编组方式如图 5-13 所示。

第三节 蓄电池机车牵引单轨吊车

防爆特殊型蓄电池单轨吊车适用于各类瓦斯矿井的综掘工作面 and 坡度较