

史 天 生 编



煤 炭 工 业 出 版 社

立井井筒装备

2.4

TD262.4
1
3

立井井筒装备

史天生编

煤炭工业出版社

 752037

内 容 提 要

本书是我国第一部较系统地介绍立井井筒装备的设计、计算、以及安装的原则和方法的书籍。书中重点对罐道、罐梁的负荷作了分析，并较详细地阐述和探讨了井筒刚性装备、柔性装备的设计与计算方法。

本书可供从事矿山井筒设计、建设和生产的工程技术人员及管理人员参考，也可作为矿业院校有关专业师生的学习参考书。

立 井 井 筒 装 备

史天生 编

*

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850×1168¹/₃₂

印张8¹/₂

字数223千字

印数1—2,500

1981年1月第1版

1981年1月第1次印刷

书号15035·2348

定价1.10元

序 言

生产矿井和新建矿井的生产能力，主要取决于井筒提升的通过能力。井筒装备是保证矿井提升能高速、安全运行的重要组成部分。近几年来，由于矿井开采深度不断加大，提升容器和提升速度随之亦相应增加，这对井筒装备的设计、计算和安装，提出了一些急待解决的新课题。

为了适应矿井建设发展的新形势，作者根据几年来调查研究所积累的国内外有关资料，对井筒装备设计、计算、安装的原则和方法，作了全面系统的整理；对井筒刚性装备设计中的主要技术问题、装备上荷载的计算方法和装备构件的计算问题，进行了分析，提出了一些看法，特编写成《立井井筒装备》一书。书中并附有计算实例，以供参阅。

本书可供煤炭、冶金等专业从事矿井设计、科研、建设和生产的工程技术人员及管理人员参考，也可作为矿业院校师生的教学参考书。

本书在编写过程中，得到北京煤矿规划设计院、沈阳煤矿设计研究院、铁法矿务局工程处、辽宁煤矿建设局第四工程处、鹤岗矿务局设计处等单位的大力支持，谨此表示衷心感谢。

目 录

第一章 概述	1
第一节 立井井筒	1
第二节 提升容器	6
第三节 立井井筒装备	14
第二章 井筒刚性装备的结构设计	20
第一节 罐道	20
第二节 罐道梁	57
第三节 树脂锚杆固定井筒装备	68
第四节 罐耳	79
第五节 防止井筒装备锈蚀的方法	84
第三章 井筒刚性装备的计算	88
第一节 罐道、罐梁上的负荷分析	88
第二节 垂直断绳制动荷载为主时罐道、罐梁的计算	90
第三节 水平运行荷载的计算和测试	123
第四节 水平运行荷载为主时罐道的计算	141
第五节 水平运行荷载为主时罐梁、悬臂支座及 托架的计算	161
第六节 水平运行荷载为主时井筒装备计算示例	172
第四章 井筒柔性装备的设计计算	200
第一节 概述	200
第二节 罐道钢丝绳和防撞钢丝绳	205
第三节 罐道绳和防撞绳的固定及拉紧方式	208
第四节 钢丝绳罐道的其它设施	216
第五节 提升容器的摆动和容器安全间隙	221
第五章 立井井筒装备的安装	247
第一节 井筒安装作业方式及安装准备工作	247
第二节 井筒装备分次安装作业方式	250
第三节 井筒装备一次安装作业方式	257

第一章 概 述

第一节 立 井 井 筒

立井井筒上接地面工业场地，下连矿井各开采水平，是整个矿井通达地面的主要进出口，在矿井生产期间用来提升煤炭（或

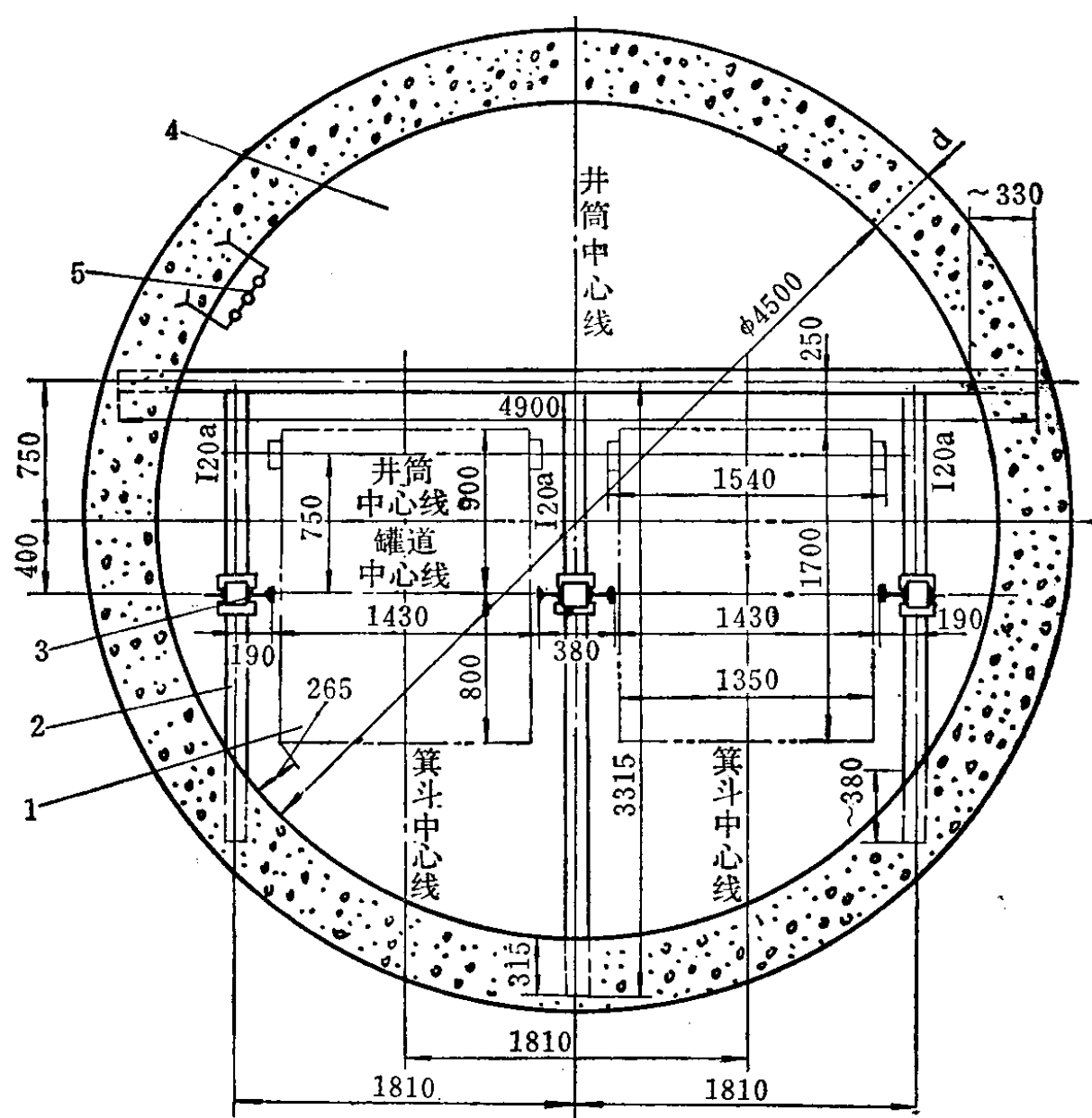
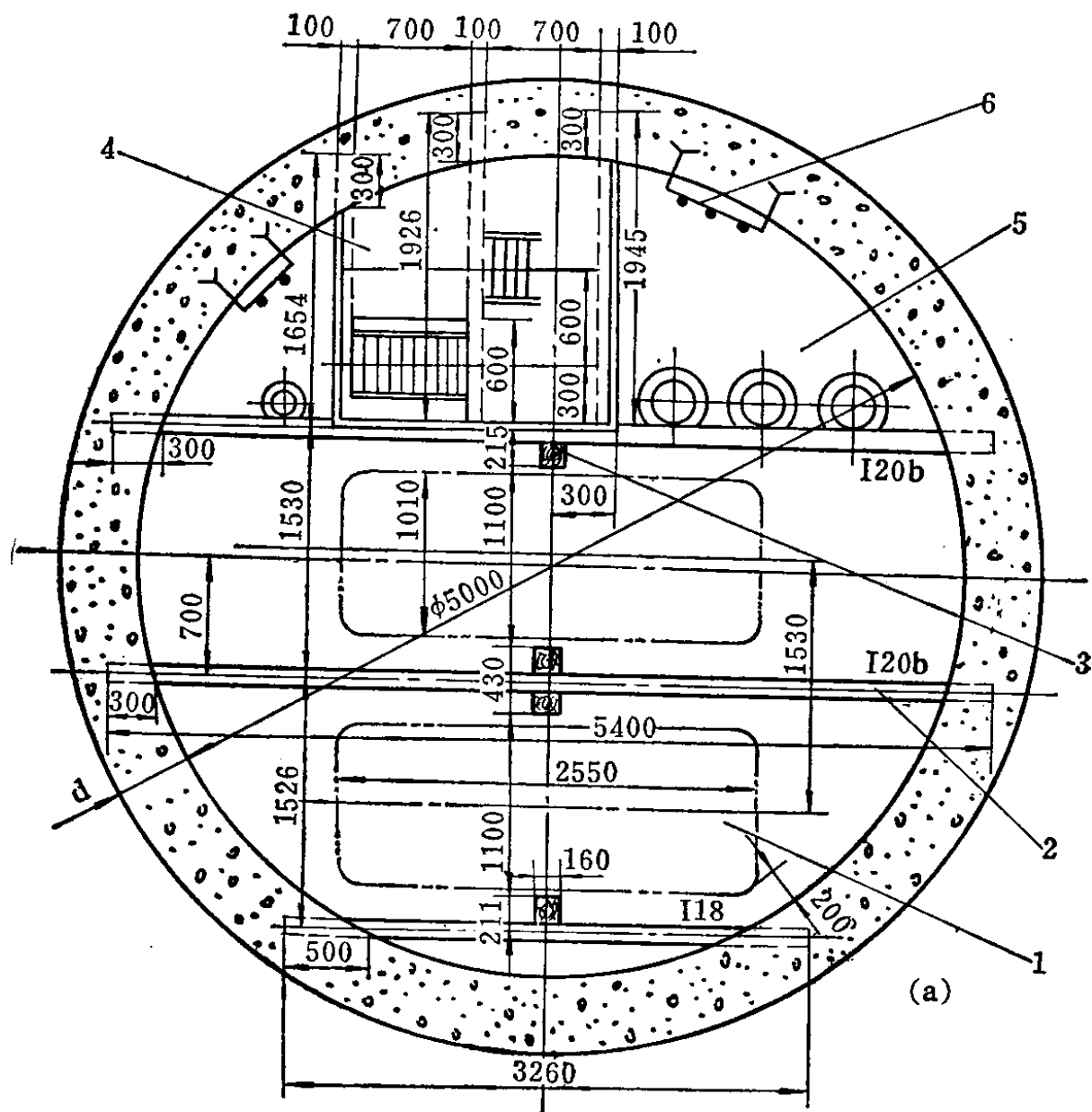


图 1-1 箕斗井断面图

1—箕斗；2—金属罐梁；3—钢轨罐道；4—延深间；5—电缆架

矿石)、上下人员、运送材料设备、提升矸石、通风和排水。立井井筒按其用途不同，分为提升井、通风井、管路井等；按所采用的提升设备不同，分为箕斗井（图1-1）、罐笼井（图1-2）；按其所占的重要地位不同又分为主井、副井等。在煤矿中，通常把提升煤炭的立井称为主井，把升降人员、材料、设备及提升矸石的立井称为副井。一般主井内装备箕斗（小型矿井装备罐笼），副井内装备罐笼。有些改扩建矿井为了减少井筒工程量和开凿费用，加快建设速度，在一个井筒内装备箕斗和罐笼两套提升设备，这样的井筒通常称为混合井（图1-3）。这种大型混合井既作提升又作通风之用。

立井井筒的深度主要取决于煤层埋藏条件、矿井开拓方法和



开拓期限等因素。整个井筒的全深由井颈、井身和井底三部分组成。我国一些老矿区井筒已达 800~1000 米之深，最近新建的矿井的井深也都在 400~800 米左右。近年来由于深部资源的开发，井筒深度不断增大，提升设备由过去适应浅井的单绳缠绕式提升，发展为适应中深井需要的多绳摩擦轮提升和适应深井筒（井深 2000 米以上）需要的多绳缠绕式提升，从而引起井筒装备、井筒结构和井筒施工的一系列改革。

我国煤矿中，立井井筒断面大部分都采用圆形，少数小型煤矿和一些金属矿井采用矩形断面。在国外，随着开采深度的不断增大，通风要求不断提高，立井井筒断面已由过去的矩形逐渐改为圆形或椭圆形。

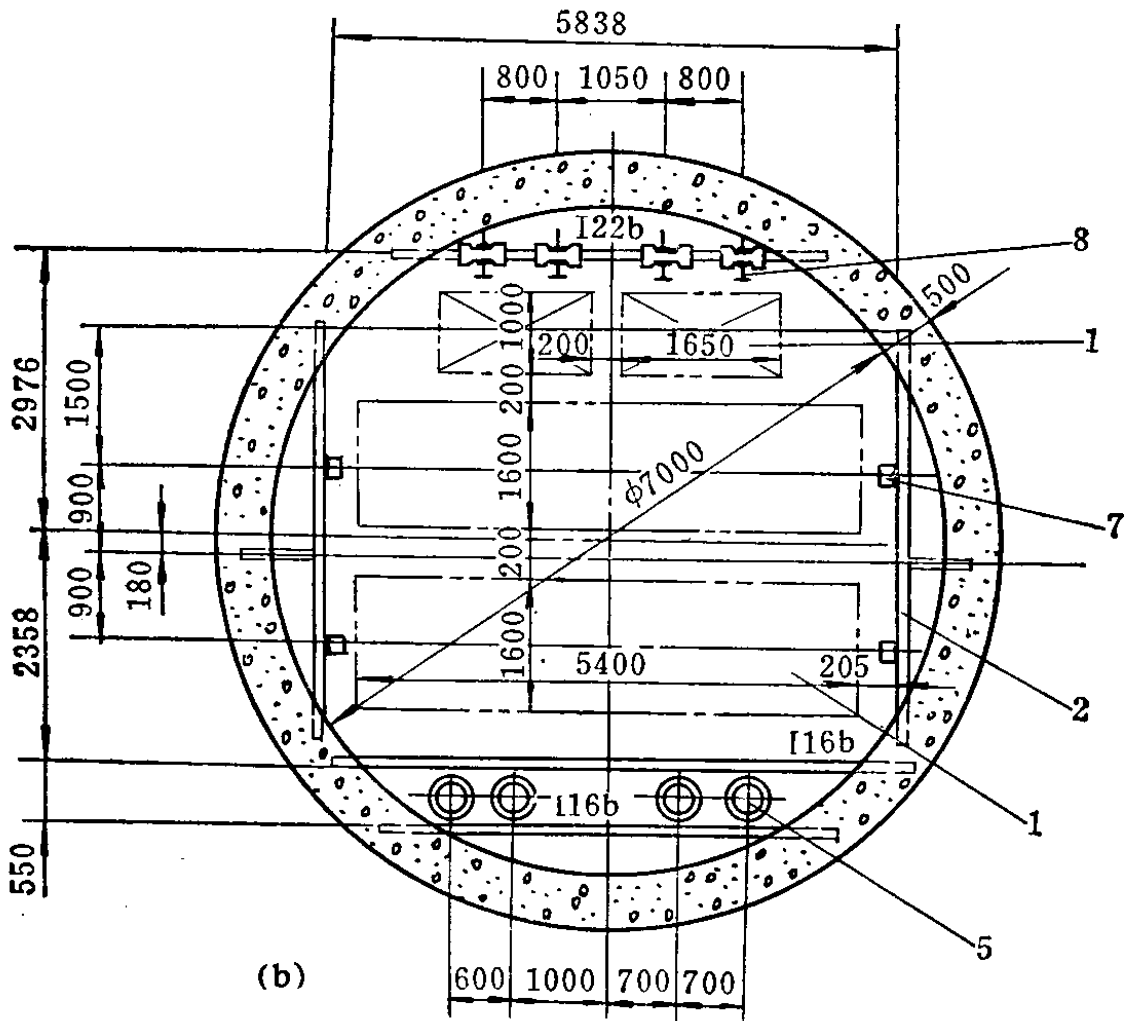


图 1-2 罐笼井断面图

1—罐笼；2—金属罐梁；3—木罐道；4—梯子间；5—管路间；6—电缆架；
7—组合罐道；8—钢轨罐道

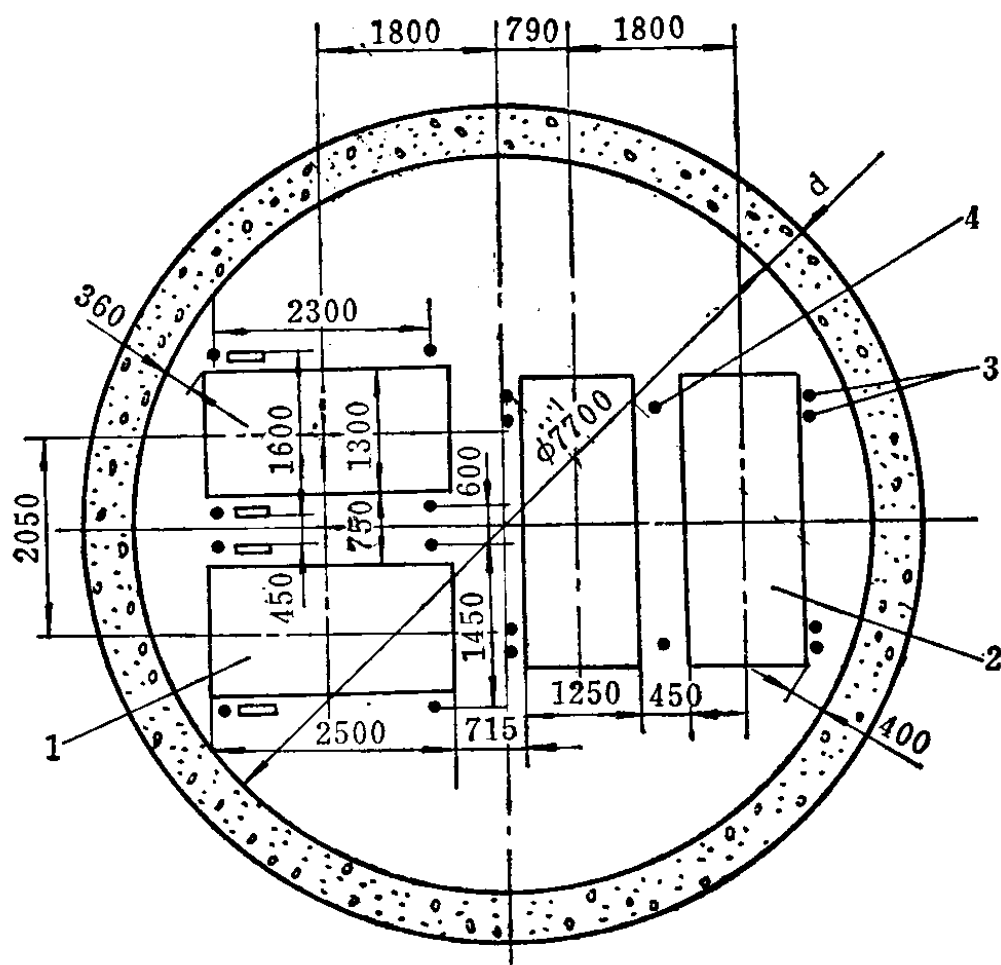


图 1-3 混合井断面图

1—箕斗；2—罐笼；3—钢丝绳罐道；4—防撞钢丝绳

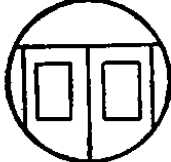
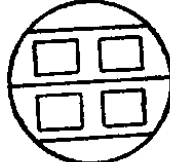
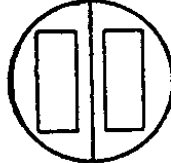
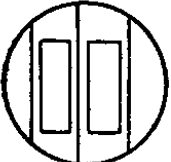
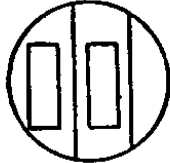
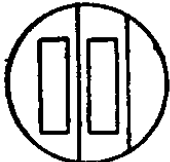
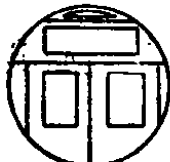
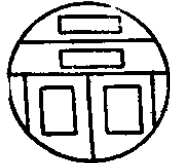
立井井筒断面内，一般设有专为布置提升容器的提升间，另外，根据井筒的用途和需要，还设有梯子间、管路间、通风间以及延深间等。

井筒断面尺寸的大小通常根据提升容器的类型、数量和外形尺寸；井筒装备的类型、规格；提升容器之间和提升容器与井壁、罐梁之间的安全间隙；梯子间、管路、电缆的平面布置尺寸；以及所需通过的风量来确定。但是在井深超过千米的矿井，井下温度增高，需要增大风量。因此，改进井筒装备，减少通风阻力，满足井下风量要求就成为确定井筒断面尺寸的主要依据。目前在南非，井筒断面尺寸除小型矿井仍根据提升设备和提升量确定外，在大、中型矿井，一般均根据井下所需的风量来确定。

井筒断面中布置提升容器时所允许的间隙可按《煤矿安全规程》的有关规定选取。

我国煤矿中圆形井筒断面常用的几种布置形式列于表1-1中。

表 1-1 井 筒 断 面 布 置

断面布置形式	提 升 容 器	井 筒 装 备	井筒净直径 (米)
	4、6、8吨型双箕斗	金属罐梁、钢轨罐道、双侧布置、设梯子间或延深间	4.5、5.0、5.5
	两对4、6、8吨型箕斗	金属罐梁、钢轨罐道，双侧布置	6.0、6.5
	一对1吨矿车普通罐笼	金属罐梁、钢轨罐道、单侧布置，无梯子间	4.0
	一对1、3吨矿车普通罐笼	金属罐梁、金属或木罐道，双侧布置、设梯子间	5.0、6.5
	一对1、3吨矿车普通罐笼	金属罐梁、钢轨罐道、单侧布置，设梯子间	5.0、6.5
	一对1、3吨矿车普通罐笼	金属罐梁、型钢组合罐道或木罐道，端面布置，设梯子间	5.0、6.5
	一对1吨矿车单层双车普通罐笼	金属罐梁、钢轨罐道单侧布置，设梯子间	6.0
	4、6、8吨双箕斗和一个带平衡锤的2吨矿车普通罐笼	箕斗提升为双侧金属罐道，罐笼提升为单侧钢轨罐道，平衡锤可用钢丝绳罐道，无梯子间	6.5
	4、6、8吨双箕斗和一对1、2吨矿车普通罐笼	箕斗提升为双侧金属钢轨罐道，罐笼提升为单侧钢轨罐道，无梯子间	7.5、8.0

第二节 提 升 容 器

提升容器是直接装运煤炭(或矿石)、矸石、人员、材料及设备的工具。立井的提升容器主要有罐笼和箕斗。

一、罐 笼

罐笼既可以提升煤炭(或矿石),也可以提升矸石、升降人员、运送材料及设备。所以,罐笼可用于主井提升,亦可用于副井提升。

图 1-4 为 1 吨矿车单层单车普通罐笼的结构示意图。

罐笼是由水平梁 1 和垂直柱 2 组成的金属框架结构,两侧包有钢板。罐笼顶部的两侧有可开启的罐盖 3,运送长材料(如

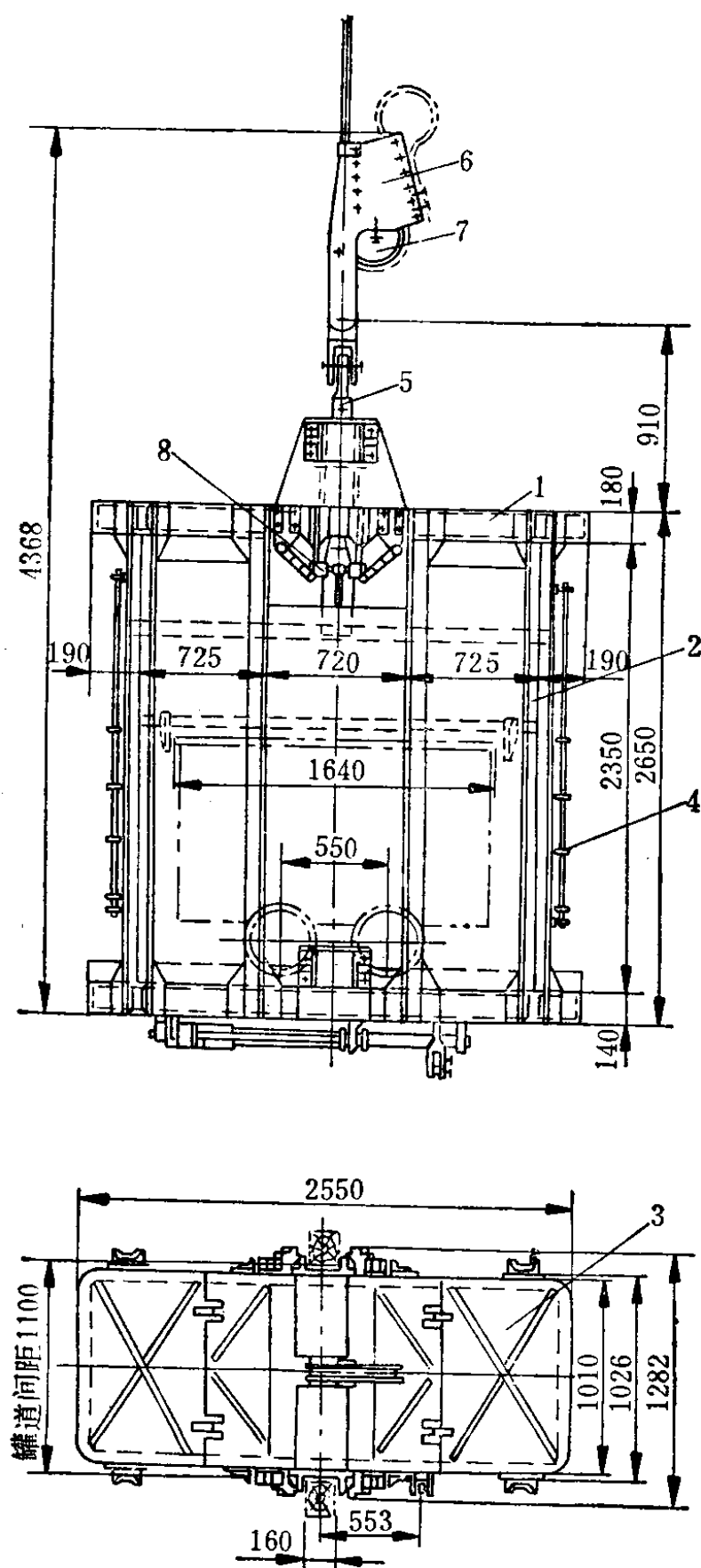


图 1-4 一吨矿车单层单车普通罐笼结构示意图

- 1—水平梁; 2—垂直柱;
3—罐盖; 4—罐门;
5—拉杆; 6—夹板;
7—楔形环; 8—防坠器

水管等)时,可将罐盖打开。罐笼的两端有帘式罐门。为了将矿车推进罐笼,罐笼的底部敷有轨道。为了避免提升过程中矿车在罐笼内移动,在罐笼的底部装有阻车器(罐挡)。罐笼的顶部用拉杆5、夹板6、楔形环7组成连接装置与提升钢丝绳连接。罐笼通过导向装置(罐耳)沿着安设在井筒内的罐道运行。

我国煤矿使用的罐笼,按其结构和提升方式的不同主要有煤矿用普通罐笼, GL系列煤矿立井单绳罐笼和 GD系列煤矿立井多绳罐笼三种。各种罐笼的主要技术特征见表1-2、表1-3、表1-4。

为了保证人员和生产的安全,《煤矿安全规程》规定:“升降人员或升降人员和物料的罐笼(包括带乘人间的箕斗),必须装置可靠的防坠器。”当钢丝绳或连接装置万一断裂时,防坠器可使罐笼支承在井筒内的罐道上(或制动钢丝绳上),而不致坠入井底造成重大事故。

为了在井口、中间水平及井底车场便于矿车进出罐笼,须用承接装置(罐座、摇台及承接梁)。

二、箕斗

箕斗是提升煤炭(或矿石)的容器。我国提煤用的立井箕斗采用底卸式,但其型式有多种多样。东北一些矿井采用的曲轨连杆下开折页平板闸门底卸式箕斗如图1-5所示。这种箕斗具有闸门结构简单、严密,关闭闸门时冲击性小,卸载时撒煤量少的特点。

箕斗的结构是由斗箱5, 框架6, 连接装置1及闸门7等所组成。

我国立井提煤箕斗按提升方式的不同主要有:立井底卸式提煤箕斗、JL系列立井单绳提煤箕斗和JD

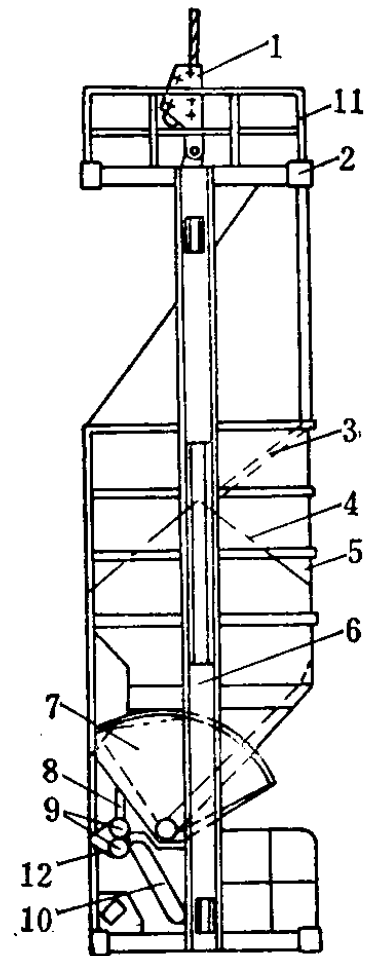
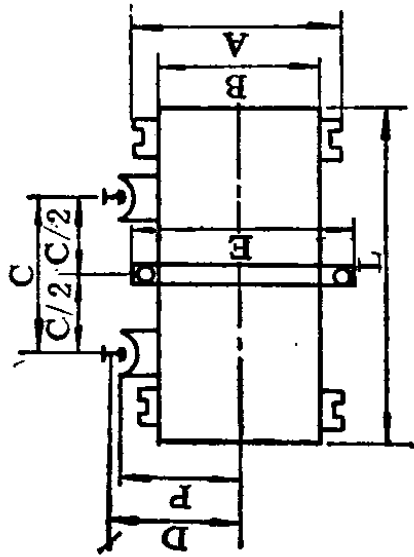


图 1-5 JLY型箕斗结构示意图

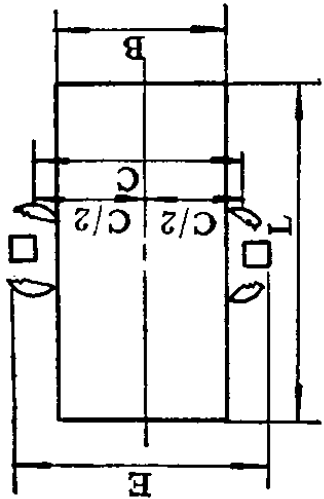
- 1—连接装置; 2—罐耳;
- 3—活动溜煤板; 4—煤堆;
- 5—斗箱; 6—框架; 7—闸门;
- 8—连杆; 9—滚轮;
- 10—曲轨; 11—小平台;
- 12—机械闭锁装置

表 1 2 煤矿用普通罐笼技术特征表

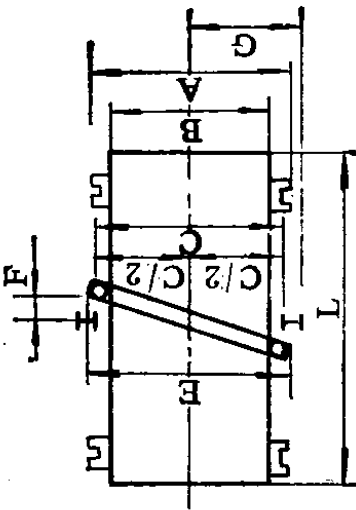
类	型	罐笼自重 (公斤)	罐道规格	主 要 尺 寸 (毫米)									
				A	B	C	C/2	D	E	F	G	P	L
一 吨 矿 车	单侧钢 轨罐道	单层单车	38公斤/ 米 钢 轨	1156	1010	1550	775	625	—	—	—	565	2550
		双层单车		1156	1010	1550	775	625	—	—	565	2550	
	单层双车	4084	1442	1300	3176	1588	747	1500	—	—	690	4360	
	双侧木 罐道	单层单车	180×160 木 质	—	1010	1100	550	—	1282	—	—	—	2550
双层单车		—		1010	1100	550	—	1338	—	—	—	2550	
三 吨 矿 车	单侧钢 轨罐道	单层单车	38公斤/ 米 钢 轨	1632	1460	2400	1200	860	1700	—	—	795	4000
		双层单车		1632	1460	2400	1200	860	1710	—	—	795	4000
	双侧钢 轨罐道	单层单车	—	1636	1460	1590	795	—	1770	283	836	—	4000
		双层单车		1636	1460	1590	795	—	1780	283	836	—	4000
双侧木 罐道	单层单车	180×160 200×180 木 质	1636	1460	1590	795	—	1856	—	836	—	4000	
	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	



单侧钢轨罐道
普通罐笼平面图



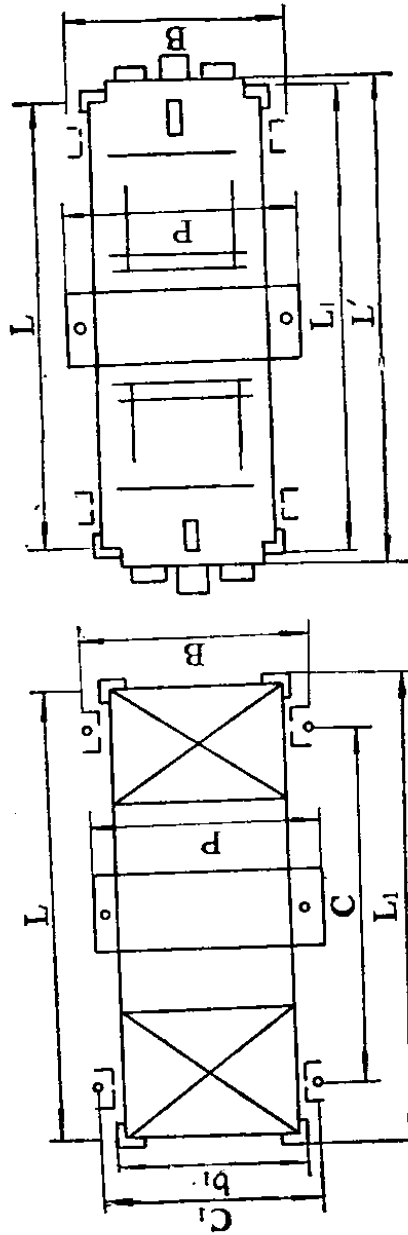
双侧木罐道普通罐笼平面图



双侧钢轨罐道普通罐笼平面图

表 1-3 GL系列煤矿立井单绳罐笼技术特征表

型		号		层数	车数	矿车名义载重量(吨)	允许乘人数(人)	罐笼自重(公斤)	最大终端载荷(公斤)	最提升大钢丝绳直径(毫米)	钢绳罐道		矩形刚性罐道		主要尺寸(毫米)									
											直径	数量(根)	宽×高(毫米)	数	长度L	宽度B	轨距K	FLS防坠器外尺寸P	钢丝绳罐道间距C	矩形罐道间距L'	四角装置L ₁	导向间距b ₁		
钢丝绳罐道		刚性罐道		同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车	
同侧进出车	异侧进出车	同侧进出车	异侧进出车																					同侧进出车
GLS-1×1/1	GLSY-1×1/1	GLG-1×1/1	GLGY-1×1/1	1	1	1.0	12	2300	4700	φ31	按矿井提升高度确定 φ32~φ45	4	160×180	2550	1156	600	1192	2040	1138	2620	2600	1100		
GLS-1×2/2	GLSY-1×2/2	GLG-1×2/2	GLGY-1×2/2	2	2		24	3900	8700	φ37										1200				
GLS-1.5×1/1	GLSY-1.5×1/1	GLG-1.5×1/1	GLGY-1.5×1/1	1	1	1.5	17	3300	7100					3000	1354		1378	2400	1320	3070	3050	1278		
GLS-1.5×2/2	GLSY-1.5×2/2	GLG-1.5×2/2	GLGY-1.5×2/2	2	2		34	5500	13100								1402							
GLS-3×1/1	GLSY-3×1/1	GLG-3×1/1	GLGY-3×1/1	1	1		28	5500	12200	φ43.5							1674	3360	1592	4070	4050	1550		
GLS-3×2/2	GLSY-3×2/2	GLG-3×2/2	GLGY-3×2/2	2	2	3.3	56	8000	14700					4000	1636	900	1680							



注: 型号说明: ①-②/③ ①一表示设备品种
型式代号, 用汉语拼音字母标记, 如: G—
罐笼; L—立井单绳; S—钢丝绳罐道;
G—刚性罐道; Y—异侧进出车式(同侧进
出车不用字母标)。②一表示罐笼的基本
参数, 用阿拉伯数字标记, “x”号前为罐
笼内装载矿车名义载重量, 用吨位标记;
“x”号后为罐内参数的矿车数。③一表示
罐笼的次要参数(层数), 用阿拉伯数字标
记。

GLS和GLGY系列罐笼平面图

GLS和GLGY系列罐笼平面图

表 1-4 GD系列煤矿立井多绳罐笼技术特征表

序 号	型 号					
	钢 丝 绳		罐 道		性 罐 道	
	同 侧 进 出 车	异 侧 进 出 车	同 侧 进 出 车	异 侧 进 出 车	同 侧 进 出 车	异 侧 进 出 车
1	GDS-1×1/55×4	GDSY-1×1/55×4	GDG-1×1/55×4	GDGY-1×1/55×4		
2	GDS-1×2/75×4	GDSY-1×2/75×4	GDG-1×2/75×4	GDGY-1×2/75×4		
3	GDS-1.5×1/75×4	GDSY-1.5×1/75×4	GDG-1.5×1/75×4	GDGY-1.5×1/75×4		
4	GDS-1.5×2/110×4	GDSY-1.5×2/110×4	GDG-1.5×2/110×4	GDGY-1.5×2/110×4		
5	GDS-1.5×4/90×6	GDSY-1.5×4/90×6	GDG-1.5×4/90×6	GDGY-1.5×4/90×6		
6	GDS-1.5×4/195×4	GDSY-1.5×4/195×4	GDG-1.5×4/195×4	GDGY-1.5×4/195×4		
7	GDS-1.5K×4/90×6	GDSY-1.5K×4/90×6	GDG-1.5K×4/90×6	GDGY-1.5K×4/90×6		
8	GDS-1.5K×4/195×4	GDSY-1.5K×4/195×4	GDG-1.5K×4/195×4	GDGY-1.5K×4/195×4		
9	GDS-3×1/110×4	GDSY-3×1/110×4	GDG-3×1/110×4	GDGY-3×1/110×4		
10	GDS-3×2/159×4	GDSY-3×2/150×4	GDG-3×2/150×4	GDGY-3×2/150×4		
11	GDS-5×1(1.5K×4)/195×4	GDSY-5×1(1.5K×4)/195×4	GDG-5×1(1.5K×4)/195×4	GDGY-5×1(1.5K×4)/195×4		

注：型号说明：①-②/③ ①—表示设备品种、型式代号，用汉语拼音字母标记。如：G—罐笼；D—立井多绳；G—刚性罐道；S—钢丝绳罐道；Y—异侧进出车式(同侧进出车式不用字母标记)。②—表示罐笼的主要参数，用阿拉伯数字标记。“×”号为罐内装载矿车的名义载重量，用吨位标记；“×”号为罐内装载的矿车数。③—表示罐笼的次要参数，用阿拉伯数字标记。“×”号为每根钢丝绳悬挂装置的破坏载荷，用吨位标记；“×”号为提升钢丝绳数目。

5 吨底卸式矿车部分基本参数未定，1.5K—表示罐笼内装载1.5吨矿车，其轨距为900毫米。

续表

序 号	装 载 矿 车		允许 乘人数 (人)	罐笼的 总载重 (公斤)	罐笼的 自 重 (估计) (公斤)	终 端 负 荷 (吨)	提 升 钢 绳			平衡圆尾绳		钢丝绳罐道		刚 性 罐 道		
	名义载重 (吨)	车 数 (辆)					直径范围 d_1 (毫米)	数量 (根)	绳间距 (毫米)	直 径 d_2 (毫米)	数量 (根)	直 径 d_3 (毫米)	数量 (根)	断面宽度 (毫米)	数 量 (根)	
1	1	1	24	3450	4500	17	17~25.5		200	28~35		按 矿 井 提 升 高 度 确 定 32~50	4	160	2	
2		2		4800	5500			4	250	32~45	2					
3		1	32	5275	6000	23	25.5~31									
4		2	34	8550	7000	30	27.5~37		300	40~48						
5	1.5					42	25~34	6	250	28~35	3					
6		4	62	15000	14000	60	39~54	4	300	>50	2					
7						42	25~34	6	250	28~35	3					
8						60	39~54			>50						
9	3	1	60	8900	8000	30	27.5~37	4	300	40~48	2					
10		2		13300	11000	45	32~45			45~62						
11	5	1		15200	14000	60	39~54							>50		

续表

序 号	主 要 尺 寸 (毫米)										
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	
1	2860	2350	1810	900	2420	2620	1150	1125	1285	1150	
2	3310	2800	2250		1100	2870	3070	1330	1315	1465	1330
3	3330		2160								
4											
5											
6	5530	5400	4350	1750	5070	5270		1380	1480	1345	
7											
8											
9	4338	3800	3160	1100	3870	4070	1600	1615	1740	1600	
10											
11	5530	5000	4350	1750	5070	5270	—	—	—	—	