

中等专业学校教学用书

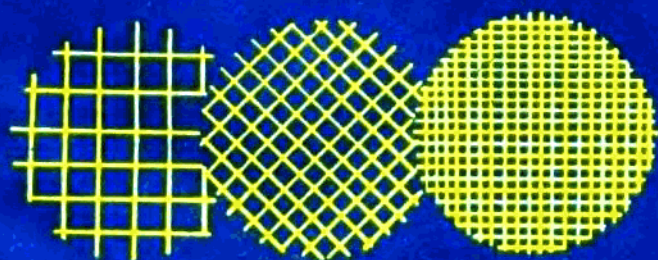
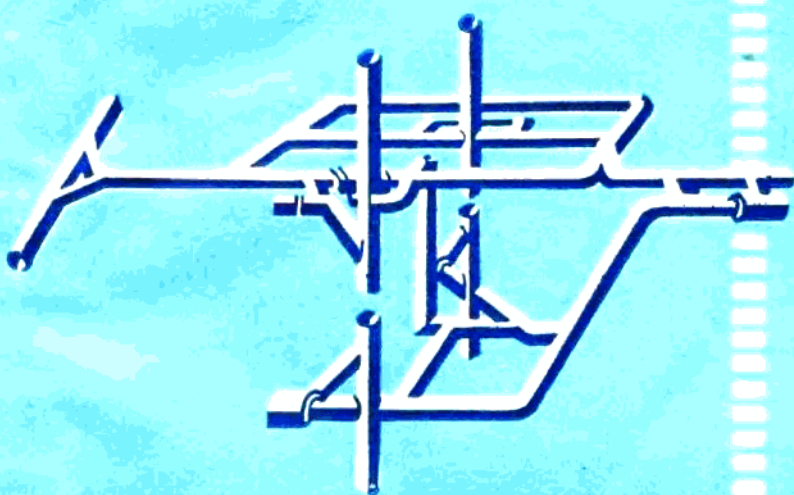
立井与车场工程

孙兆鹏

王大江

王慎吾

编



中国矿业大学出版社

TD26
23
3

中等专业学校教学用书

立井与车场工程

孙兆鹏 王大江 王慎吾 编

BK02/24

中国矿业大学出版社



B711405

内 容 提 要

本书内容包括立井井筒设计、立井表土施工、立井基岩施工、立井凿井设备布置、立井延深、井底车场与硐室设计、硐室施工、建井施工组织与管理等。本书系统地介绍了立井与井底车场硐室设计与施工的基本理论、施工技术和建井施工组织与管理的基本知识。

本书是煤炭中专煤矿建井专业的通用教材,也可供从事井巷施工、设计工作的工程技术人员参考。

责任编辑: 吴秀文 张乃新

责任校对: 关湘雯

中等专业学校教学用书

立井与车场工程

孙兆鹏 王大江 王慎吾 编

中国矿业大学出版社出版发行

江苏省新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张17 字数408千字

1990年10月第一版 1990年10月第一次印刷

印数:1—2000册

ISBN 7-81021-383-0

TD·77(课) 定价: 3.05元

前 言

立井与车场工程是煤炭中专煤矿建井专业的一门主要专业课程。它是一门应用学科，因而实用性和实践性较强。本课程的目的是使学生掌握煤矿立井井筒、井底车场与硐室设计和施工的基本理论、基本技术以及建井施工组织与管理的基本知识，掌握煤矿建井施工现场的技术工作和施工管理工作所需要的基本技能。

本书对1981年编写的煤炭中专建井专业《井巷工程》教材的体系和内容作了较大改动，使其更适应中专建井专业教学计划的要求，适合中专教学的需要。本书是根据中国统配煤矿总公司教育局教材编辑室先后几次组织的教材编写提纲审定会和教材编写审稿会的意见进行修改后定稿的。本教材按照80学时编写，使用时可根据各地区建井施工的特点，适当安排教学内容。

作者在资料汇集和调研过程中，得到了沈阳、抚顺、兖州、徐州大屯等矿务局、江苏省基建公司、沈阳煤矿设计研究院及煤炭科学院北京建井所等单位的支持和协助，在此对这些单位表示感谢。

书中的第一章、第二章是由王大江编写，第三章、第四章、第五章、第八章由孙兆鹏编写，第六章、第七章由王慎吾编写，孙兆鹏修改。抚顺煤校任宝胜同志审阅了本书部分章节。

由于编者水平有限，对书中不当之处，诚恳希望指正。

编者

1989年5月

目 录

第一篇 立井井筒

第一章 立井井筒设计	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 井筒装备.....	(4)
第三节 井筒断面布置.....	(12)
第四节 井筒断面设计.....	(17)
第二章 立井井筒施工	(25)
第一节 立井表土普通施工法.....	(25)
第二节 立井基岩施工作业方式.....	(35)
第三节 钻眼爆破工作.....	(41)
第四节 装岩与排矸.....	(55)
第五节 立井支护工作.....	(62)
第六节 立井施工综合治水.....	(79)
第七节 立井井筒通过局部不稳定岩层的施工方法.....	(85)
第八节 立井施工辅助系统.....	(92)
第九节 立井井筒施工组织.....	(96)
第三章 凿井设备及其布置	(105)
第一节 凿井结构物.....	(105)
第二节 凿井设备与布置.....	(118)
第三节 利用永久建筑和设备凿井.....	(135)
第四章 立井井筒延深	(140)
第一节 延深施工方案及其选择.....	(140)
第二节 立井延深施工保护设施.....	(144)
第三节 自下向上延深立井井筒.....	(150)
第四节 自上向下延深立井井筒.....	(163)

第二篇 井底车场与硐室

第五章 井底车场设计	(170)
第一节 井底车场的结构与形式.....	(170)
第二节 井底车场线路平面布置.....	(175)
第三节 井底车场的通过能力.....	(180)
第四节 井底车场线路坡度设计.....	(182)
第五节 井底车场线路设计示例.....	(186)

第六章 硐室设计与施工	(196)
第一节 井底车场主要硐室设计.....	(196)
第二节 井底车场主要硐室施工.....	(211)

第三篇 建井施工组织与管理

第七章 建井施工组织	(225)
第一节 基本建设程序.....	(225)
第二节 建井准备工作.....	(227)
第三节 井巷工程施工顺序.....	(235)
第四节 井巷过渡期的改装工作.....	(242)
第五节 施工组织设计.....	(247)
第八章 施工管理	(252)
第一节 技术管理与工程管理.....	(252)
第二节 施工安全与质量管理.....	(256)
第三节 矿建施工队管理.....	(261)

第一篇 立井井筒

第一章 立井井筒设计

第一节 概 述

立井开拓是我国矿井中广泛应用的一种开拓方式，尤其是在具有厚表土、水文地质条件复杂的矿区，一般均采用立井开拓方式。

一、立井井筒的分类

采用立井开拓的矿井，一般有两个或多个井筒。按用途可将井筒分为三种。

1. 主井

专门用于提升煤炭的井筒称为主井。主井中所设提升容器一般为箕斗，故又称为箕斗井。除小型矿井外，在井筒中一般不设梯子间，目前在设计中也不考虑留延深间。见图1-1。

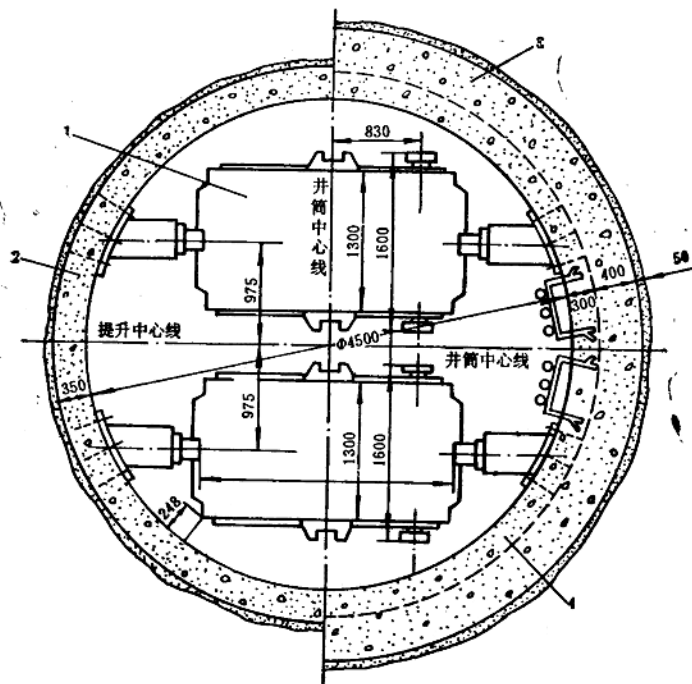


图1-1 主井井筒断面图

1—箕斗；2—基岩段井壁；3—表土层外层井壁；4—表土层内层井壁

2. 副井

专门用于提升矸石、下放物料、升降人员和设备的井筒称为副井。副井中所设提升

容器为罐笼，故又称为罐笼井。副井中一般设有梯子间和管缆间等，并兼作全矿的入风井。见图1-2。

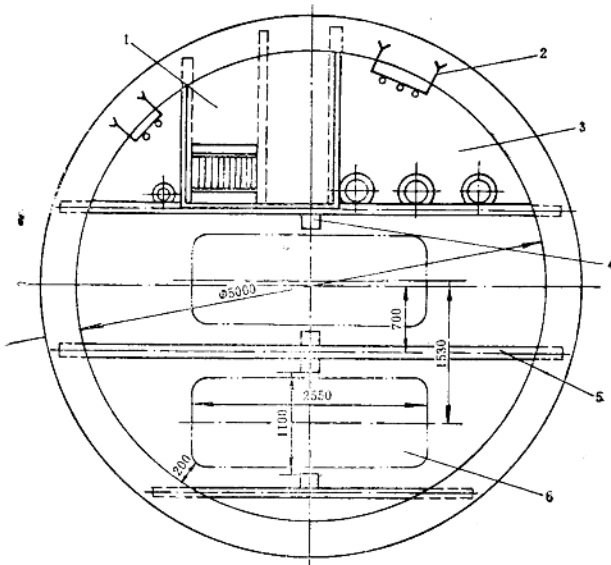


图1-2 副井井筒断面图

1—梯子间；2—电缆架；3—管路间；4—罐道；5—罐道梁；6—罐笼

3. 风井

专为通风用的井筒称为风井。风井除用作进出风外，并兼作矿井的安全出口，故一般设有梯子间，有些矿井还设有管路间。

二、立井井筒的组成

立井井筒的深度取决于煤层埋藏条件、矿井开拓方式和开拓期限等因素。整个井筒由井颈、井身和井窝三部分组成。见图1-3。

1. 井颈

井颈是井筒上端直接通达地表而且井壁需加厚的部分。井颈由筒壁和壁座组成。井颈的作用除承受井筒周围土层的侧压力和井口附近建筑物荷载所引起的侧压力外，有时还作为提升井架或井塔的基础。井颈的净断面积，一般与井筒净断面相同，只是其筒壁厚度要比井身部位厚一些，有时可达1~1.5m，并向下呈倒台阶状逐渐减薄至正常井壁厚度。井颈的深度主要根据表

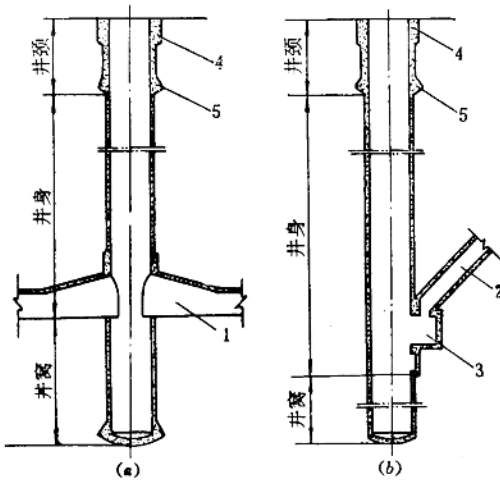


图1-3 井筒结构示意图

a—副井，b—主井；

1—马头门，2—煤仓，3—箕斗装载室 4—井壁，5—壁座

土的厚度、性质以及井架或井塔的影响范围而定，一般为20~30m；若多绳提升的井塔座落在井颈上时，其深度可达20~60m。井颈的型式主要有台阶形和倒台锥形，可根据井筒用途、断面形状、井口孔洞和构筑物对井颈受力性能的影响、井颈穿过地层的定稳情况和物理力学性能、井颈支护材料以及施工方法等因素来确定。

2. 井身

井身是指井底车场罐笼进出车水平（或箕斗装载水平）以上至井颈以下的这段井筒。井身所占井筒深度的比例最大，是井筒的主干部分。

3. 井窝

井窝是井底车场罐笼进出车水平（或箕斗装载水平）以下的井筒部分。主要根据井筒用途、提升容器和罐道的类型、井底装备布置上的要求、井筒淋水的大小、清理方式以及延深方式等来进行设计。

不提人的罐笼井，井底多安装托罐梁或托罐承接装置，如不考虑延深，托罐梁下深度不小于2m，井窝中存水可自溢排除。

在提升人的罐笼井井窝中多安装摇台来承接罐笼，摇台下应留过卷高度，以防提升过卷时碰罐。在满足过卷高度处设置托罐梁，其下留2~5m水窝，其中存水设专用水泵排出。

箕斗井的井窝，主要包括接受仓及水窝。这种井窝的设计应与清理撒煤系统统一考虑，其深度主要取决于清理撒煤方式。图1-4a为立式井筒接受仓，这种方式在使用中事故较多，效果较差。现在多数矿井采用图1-4b所示的斜式井筒接受仓，在箕斗装载水平以下设一倾斜50~60°的钢筋混凝土板或钢板，将撒煤、水引向井筒侧面的清理撒煤峒室或沉淀池峒室。

当提升系统采用平衡尾绳、钢丝绳罐道时，井窝深度应结合安装要求来确定。

三、立井设计内容及资料

立井井筒上接地面工业广场，下连矿井各开采水平，是整个矿井提升煤炭、矸石，升降人员，运送材料和设备，通风以及排水等的咽喉要道。其设计是否合理，直接影响矿井的安全生产、生产能力以及矿井建设的速度和投资。因此，必须精心设计，精心施工。立井井筒设计的主要内容是合理选择井筒装备和井筒断面布置形式、确定井筒断面尺寸以及支护结构。

设计时应依据下列原始资料：

1. 井筒工程地质及水文地质情况；

2. 井筒用途、服务年限及井筒延深要求；

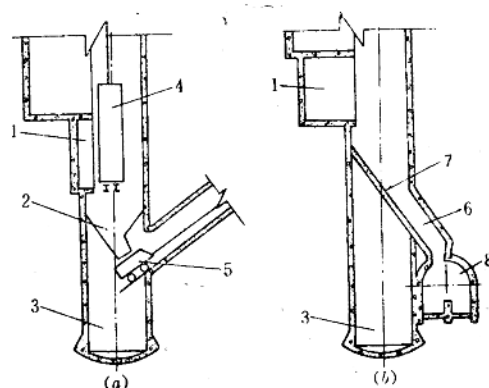


图1-4 箕斗井井窝示意图

- a—立式井筒接受仓；b—斜式井筒接受仓；
1—箕斗装载峒室；2—立式接受仓；3—水窝；
4—箕斗；5—清理用箕斗；6—斜式接受仓；
7—钢筋混凝土板或钢板；8—清理撒煤峒室或沉淀池

3. 井筒方位、坐标、井口与井下各水平轨面标高;
4. 提升方式和设备;
5. 井口与井下的运输和装载设备、进出车或装卸载方向;
6. 井筒内需布置的各种管路、缆线的规格和数量;
7. 通过井筒的最大风量及通风要求;
8. 井口地面建筑物的布置和要求。

第二节 井筒装备

井筒装备是指安设在整个井筒内的空间结构物,包括罐道、罐道梁、梯子间、管缆间、井底支承结构、过卷装置、托罐梁等。罐道和罐道梁是井筒装备的主要组成部分,其作用是阻止提升容器运行中产生的横向摆动,保证提升容器高速、安全地运行。井筒装备按罐道的结构不同分为刚性装备和柔性装备两种。

一、刚性装备

用方木、钢轨或型钢等制成的罐道称为刚性罐道。由刚性罐道为主要组成部分的井筒装备称为刚性装备。

(一) 刚性罐道

罐道是提升容器在井筒中上下运行的导向装置。按提升钢丝绳终端荷载和提升速度的大小差异,可选用不同材质和不同形状的罐道。

1. 木罐道

木罐道一般为矩形断面,多由木质致密、强度较大、经过防腐处理的松木或杉木制成。木罐道的长度通常为6m,固定在三层罐道梁上,层距为2m。木罐道的接头方式可采用简易接头、公母榫接头或斜榫接头。

木罐道便于使用木罐道防坠器,所以过去广泛应用于升降人员的罐笼井中。近年来,由于钢丝绳防坠器已经成功地应用于矿井中,故强度低、使用期限短的木罐道已逐步被金属罐道所取代。

2. 钢轨罐道

钢轨罐道强度高、使用期限长,多用于箕斗井和设有钢丝绳防坠器的罐笼井中。通常采用的有33、38、43kg/m等几种钢轨。钢轨罐道标准长度为12.5m,安装于四层罐道梁上,罐道接头处应留4~5mm的伸缩缝,罐道梁的层间距为4.168m。钢轨罐道的接头位置宜设在罐道与罐道梁的连接处。过去常用销子对接,但由于维修更换不便,而且使用过程中销子容易脱落或被剪断,后来多改用钢夹子接头。钢轨罐道和工字钢罐道梁间通常采用特制的罐道卡子和螺栓联结固定,如图1-5所示。

近年来,由于大型矿井和深井要求加大提升容器、增大提升速度,钢轨罐道在侧向水平荷载作用下(钢轨罐道侧向刚性系数和截面系数小),容易导致提升容器剧烈的横向摆动。因而,现在逐渐改用侧面刚性系数和截面系数较大的型钢组合罐道。

3. 型钢组合罐道

型钢组合罐道是矩形空心钢罐道,多由槽钢焊成,又称槽钢组合罐道。其特点是侧向弯曲和扭转阻力大,刚性强,配合使用弹性胶轮滚动罐耳,可使提升容器运行更加平

稳，罐道与罐耳磨损小，使用年限长，是较理想的刚性罐道。槽钢组合罐道按槽钢放置方向分为立放与卧放两种，可根据罐道布置形式选取。立放形式多用于端面布置罐道的多绳提升井筒中。见图1-6。槽钢组合罐道的接头应尽量设在罐道与罐梁连接处，接头之间应留3~5mm的伸缩缝。槽钢组合罐道与罐梁的联接方式主要有螺栓连接和压板连接。

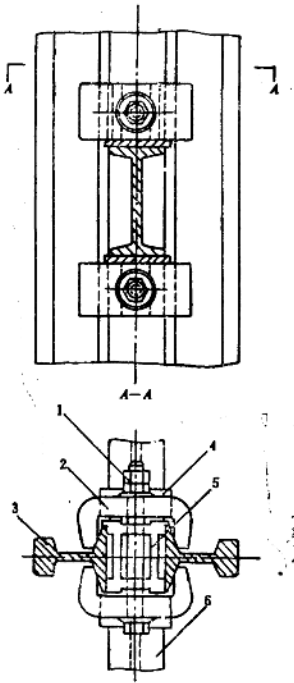


图1-5 钢轨罐道与罐梁固定方式

1—螺栓；2—罐道卡；3—罐道；4—垫板；5—卡芯；6—罐道梁

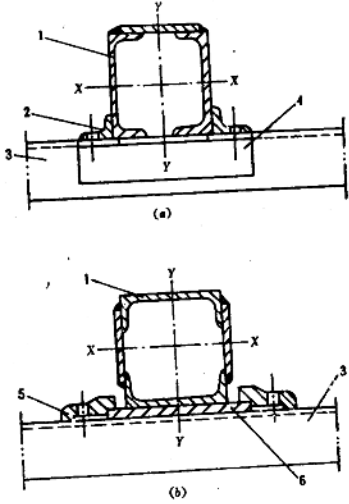


图1-6 槽钢组合罐道形式

a—槽钢立放式（螺栓联接）；b—槽钢卧放式（压板联接）；
1—槽钢组合罐道；2—连接角钢；3—槽钢罐道梁；4—防滑角钢；5—压板；6—钢板

4. 整体轧制罐道

整体轧制罐道国外采用较多，我国目前已初步定型投入批量生产。这种罐道不仅具有型钢组合罐道的优点，而且自重轻，可节约钢材和节省加工费用。其截面形式如图1-7所示。其中方管形截面的罐道，只有表面受淋水腐蚀，比其它截面形式的罐道使用寿命长。

刚性罐道接头部位连接的好坏，直接影响提升容器运行的平稳程度，必须精心加工和安装。安装时，同一提升容器的两条罐道的接头位置，不得位于同一层罐道梁上。

（二）罐道梁

沿井筒纵向为固定罐道而设置的水平梁称为罐道梁，简称罐梁。罐梁按材质分为金属罐梁、木罐梁和钢筋混凝土罐梁。金属罐梁具有强度大，易加工、使用期长、占用井筒断面小以及施工安装方便等优点，国内使用最为广泛。另两种材质的罐梁，目前很少

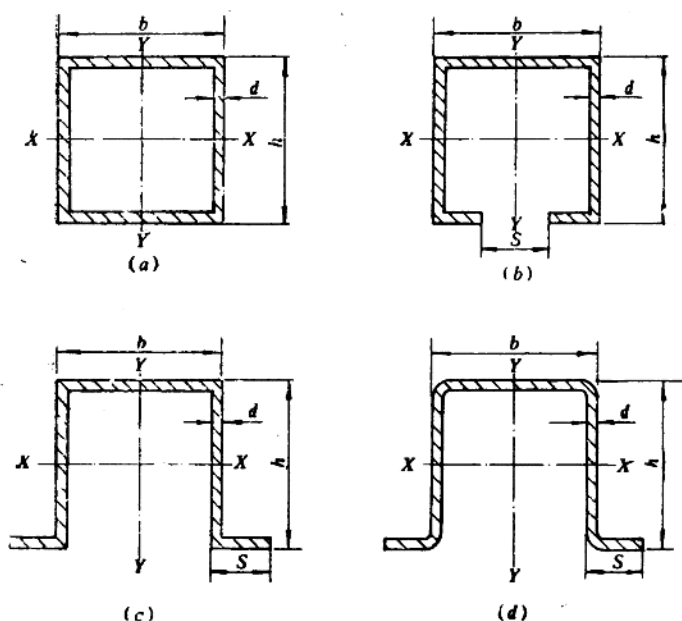


图1-7 整体轧制罐道的截面形式

a—方管形, b—内弯形, b—盆形, d—帽顶形

采用。

罐梁的截面形式应满足刚度、强度和耐久性的要求,还应满足通风阻力小,钢材耗量少等要求。以前,木罐道作为断绳支承构件,罐梁要承受垂直方向的断绳制动荷载,所以一般采用工字钢作为罐梁。随着提升容器的发展、完善和钢丝绳防坠器的广泛应用,罐梁和罐道不再承受因断绳而产生的垂直动荷载作用,它只承受提升容器运行中因摆动而作用于罐道正面和侧面的水平力,若仍采用工字钢作罐梁,其侧向抗弯抗扭能力小,显然不合理。因此,近年来国内外开始采用闭合形空心截面罐道梁(图1-8)。它在强度、刚度、耐腐蚀性、通风和提升效果等方面都优于工字钢。

罐梁与井壁可采用梁窝、预埋件和锚杆三种固定方式。

用梁窝固定罐道梁是过去最常用的方式。即在井壁上预留或现凿梁窝,将罐梁安设于梁窝之内,经测量找正后,再用混凝土封固。这种固定方式费工、费时、费料,而且影响施工进度,难以保证梁窝充填质量,容易造成井壁漏水。

预埋件固定是将焊有生根钢筋的钢板按设计要求的位置与井壁浇灌在一起,而后再将罐道梁固定在钢板上。采用这种方法,井壁强度不受影响,井壁完整性好,但测量工作频繁,井筒中焊接工作量大,费用较高。这种方式一般用于表土段钢筋混凝土井壁中。

锚杆固定是在井壁上用树脂锚杆或早强水泥砂浆锚杆固定托架,再把罐梁或罐道安装在托架上,如图1-9所示。这种方法不凿梁窝,可减轻劳动强度,而且施工安装方便,锚杆锚固力较大、承载快,因此目前用的较多。

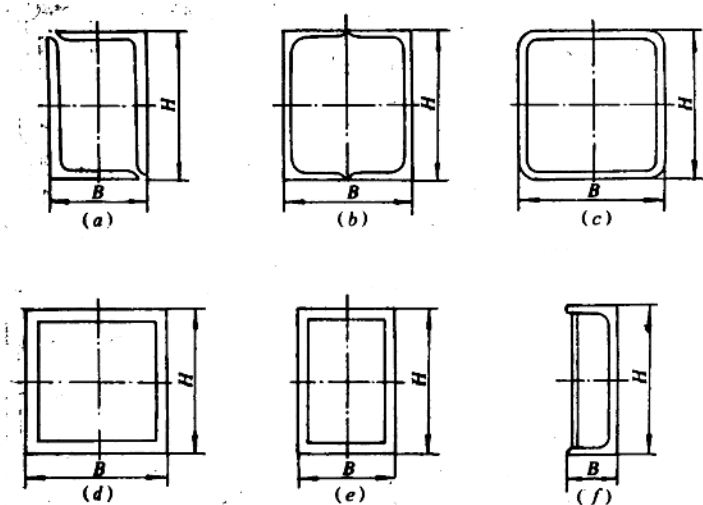


图1-8 闭合形罐道梁截面形式

▲—角钢焊接组合梁；b—槽钢焊接组合梁；c—卷制正方形钢管梁；d—轧制正方形钢管梁；e—轧制矩形钢管梁；f—槽钢、钢板组合梁

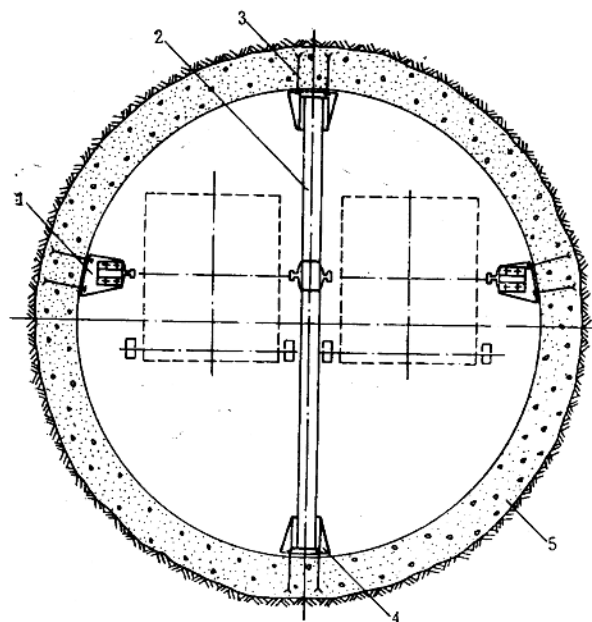


图1-9 树脂锚杆固定罐道梁

1—罐道托架；2—主罐道梁；3—树脂锚杆；4—罐道梁托架；5—井壁

(三) 罐道、罐道梁的布置

按罐道与提升容器的相对位置关系，罐道的布置形式可分为：双侧布置，单侧布置、端面布置和对角布置，如图1-10所示。单侧布置比双侧布置需用罐道梁少，节省钢材，适用于钢轨罐道的罐笼井。端面布置的层格结构简单，提升容器布置紧凑，井筒断

面利用率较高,通风阻力小,但在井口和马头门处须改用四角或双侧布置形式,不利于多水平提升,所以端面布置多用于提升速度快、终端荷重大、长条形容器的单水平提升。

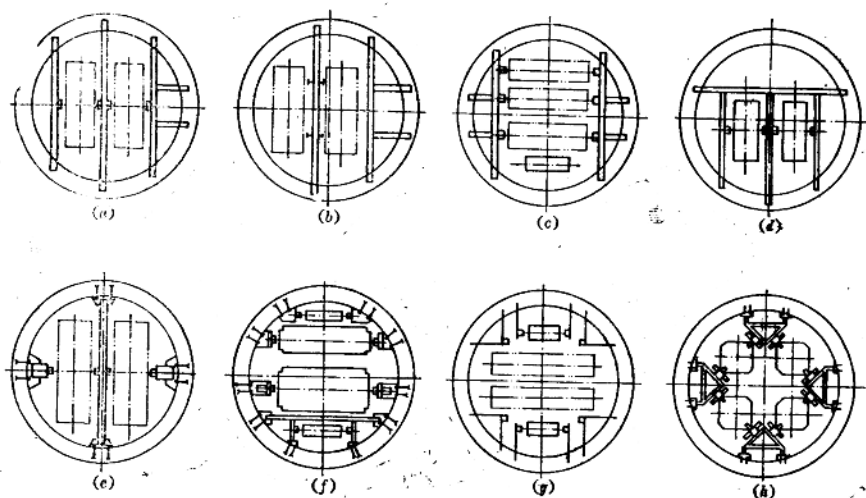


图1-10 罐道、罐道梁布置形式图

a—通梁双侧罐道; b—通梁单侧罐道; c—通梁端面罐道; d—山形罐梁层格, 双侧罐道; e—悬臂支撑架层格, 双侧罐道; f—平罐梁层格, 端面罐道; g—悬臂角架式层格, 单侧罐道; h—A型装配式组合架层格, 对角罐道

罐道梁应根据固定罐道的需要来设置, 可分为主罐道梁和辅助罐道梁。主罐道梁的两端一般均与井壁连接, 辅助罐道梁的一端与井壁连接, 另一端与主罐道梁固定在一起。每层主罐道梁与辅助罐道梁的轴线应布置在同一水平面上, 构成罐道梁层格结构。

罐道梁层格结构有通梁(图1-10中a、b、c)、山形(图1-10d)、悬臂梁或悬臂支撑架(图1-10e)、无罐梁(图1-10f)、悬臂角架(图1-10g)以及装配式组合架(图1-10h)等几种形式。通梁和山形层格结构是我国以前应用较多的布置形式, 现在已难适应深井、重载和高速运行的要求。近几年来采用了悬臂梁和悬臂支撑架的布置方式, 提高了断面利用率, 简化了层格结构, 节省钢材用量; 但这种结构对井壁质量要求较高, 要求安装精确, 维修较困难。无罐梁布置形式是在层格中取消罐梁, 将罐道直接固定在托架上的一种新型装备结构, 其技术经济指标优于上述几种形式, 目前国内外在长条形提升容器的井筒中已有采用。装配式组合架层格结构是将罐道布置在提升容器的对角线上, 并固定在A型装配式组合桁架上。这种层格形式结构稳定, 罐道位置合理, 适用于重载、高速的大型深井, 具有耗材少、通风好、提升运行平稳等优点, 是今后深井井筒装备的发展方向。

二、柔性装备

柔性装备是应用钢丝绳作为提升容器的罐道, 简称绳罐道。柔性装备系统包括作罐道用的钢丝绳、钢丝绳两端的固定和拉紧装置、提升容器上的导向器、井口和井底进出车各水平处的刚性罐道等, 见图1-11。

钢丝绳罐道具有如下优点。

1. 钢丝绳罐道不必设罐梁, 可节省大量钢材, 降低建井投资, 通风阻力小, 井壁整体性好;

2. 结构简单、安设方便, 施工期短;

3. 罐道绳具有一定的柔性, 提升运行平稳, 无碰撞, 改善了提升系统受力状况, 减少了卡罐断绳事故;

4. 使用寿命长, 维修和更换简便, 对生产影响小。

钢丝绳罐道的不足之处是:

1. 要求提升容器之间、提升容器与井壁之间的安全间隙较大, 因此, 有时井筒断面要增大一些;

2. 因需悬挂罐道绳而增加了井架荷载;

3. 需在井窝中设拉紧装置, 增加了井窝深度, 因而加大了井筒工程量。

综合上述优、缺点, 一般认为随着井型、井深的增大, 采用绳罐道的优越性是明显的。当采用多绳提升、喷射混凝土井壁时, 其优越性更为突出。

(一) 罐道绳的选择和布置

罐道绳可选用普通钢丝绳、密封或半密封钢丝绳。其中普通 6×7 或 6×19 钢丝绳货源广、投资少, 但不耐磨, 寿命短, 仅适用于浅井和临时罐笼提升的井筒。密封和半密封钢丝绳的表面光滑, 表面积大、经久耐磨、抗弯抗扭性能好, 是理想的罐道绳, 适用于提升荷载大、井筒深的大中型矿井。

通常可根据井筒深度、提升终端荷载和提升速度等因素参照表 1-1 初选钢丝绳, 再验算其安全系数 m , 即

$$m = \frac{Q_s}{Q_0 + qL} \geq 6 \quad (1-1)$$

式中 Q_s ——罐道绳全部钢丝拉断力的总和, N;

Q_0 ——罐道绳下端拉紧力, N;

q ——罐道绳的单位长度重力, N/m;

L ——罐道绳的悬垂长度, m。

罐道绳的布置形式, 如图 1-12 所示。

布置罐道绳时应尽量使其远离提升容器的回转中心, 以便增大罐道绳的抗扭能力, 减小提升容器运行中的摆动和回转。根据一些矿井的实测数据表明, 单侧布置比四角布置时提升容器运行平稳, 而且有利于增大提升容器之间的间隙。对于平面尺寸为长条形的提升容器, 以采用单侧布置为宜; 对于平面尺寸较小的提升容器, 宜采用四角布置方式。

(二) 罐道绳的拉紧力及拉紧、固定装置

为保证提升容器运行平稳和减少罐道绳与导向器间的磨损, 必须对罐道绳施加一定

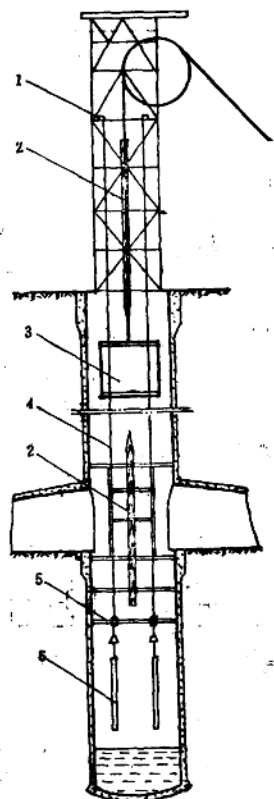


图1-11 柔性装备系统示意图
1—固定装置; 2—进出车水平的刚性罐道; 3—提升容器; 4—钢丝绳罐道; 5—罐道绳定位平台; 6—井底拉紧装置

表 1-1 罐道绳直径经验数据

井 深 m	终端荷载 kN	提升速度 m/s	罐道绳直径 mm	罐道绳类型
<150	<30	2~3	$\phi 20.5 \sim 25$	6×7+1普通钢丝绳
150~200	30~50	3~5	$\phi 25 \sim 32$	6×7+1普通钢丝绳 密封或半密封钢丝绳
250~300	50~80	5~6	$\phi 30.5 \sim 35.5$	密封或半密封钢丝绳
300~400	60~120	6~8	$\phi 35.5 \sim 40.5$	密封或半密封钢丝绳
>400	80~120或更大	>6~8	$\phi 40.5 \sim 50$	密封或半密封钢丝绳

的拉紧力。个别矿井发生提升容器碰撞事故，多因拉紧力不够所致。

采用绳罐道时，井深每100m每根罐道绳的拉紧力不可小于10kN。为防止罐道绳产生共振现象，同一提升容器各条罐道绳的拉紧力差不得小于5%，且应内侧拉紧力大，外侧拉紧力小。

罐道绳的两端在井上和井下必须用专用装置固定和拉紧。

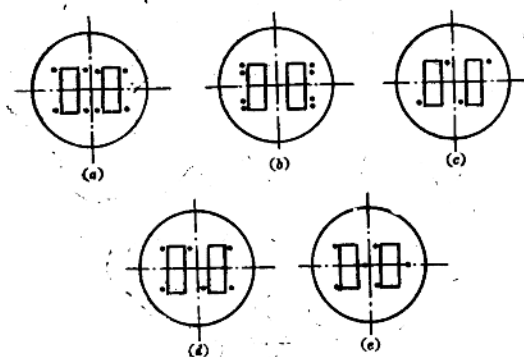


图1-12 钢丝绳罐道布置方式

a—四绳四角式；b—四绳单侧式；c—双绳对角式；d—三绳直角式；e—三绳等展式

罐道绳的固定装置与井上（或井下）的钢梁连在一起，使罐道绳既不能滑脱，又便于卸开串绳。目前国内使用的多是楔块夹紧式固定装置，它又可分为圆锥楔块式、平面楔块式和楔形自动固定等几种。圆锥楔块式固定装置主要是由圆锥形的楔块和整体式外壳组成，可用于井上或井下固定罐道绳。安装时，罐道绳须穿过绳孔，增加了安装难度。平面楔块式固定装置主要是由两个平面楔块、外壳、圆盘和底座组成，可用于井上或井下固定罐道绳。这种固定装置不必

穿绳，安装罐道和串绳都很方便，虽然结构比较复杂，但是仍然很受用户欢迎。楔形自动固定装置如图1-13所示。这种固定装置是借钢丝绳和楔块同外座楔孔间的摩擦力，在罐道绳下移时自动锁紧；其优点是便于调整、锁紧点与罐道绳接触面积大、不易损伤钢丝绳等，这是一种较好的固定装置，多用于井上固定。

罐道绳的拉紧装置有螺杆拉紧、重锤拉紧和液压螺杆拉紧等几种。螺杆拉紧是将螺杆拉紧装置安设在井架上，罐道绳的上端与其固定，罐道绳的下端固定于设在井底钢梁上的固定装置上。通过拧紧螺母（图1-14a），即可使罐道绳具有一定的张力。这种拉紧装置结构简单，安设方便，不需加深井窝；但由于气温变化和罐道绳在使用中会被拉长，必须经常调整螺母，以便使罐道绳能保持一定的张力。为避免频繁调绳，可在螺帽下加一压缩弹簧。此弹簧可自动调整张力，称为弹簧螺杆拉紧装置（图1-14b）。采用螺杆拉紧方式，罐道绳所获得的拉紧力有限，拉紧力的大小也较难测定，故一般用于井

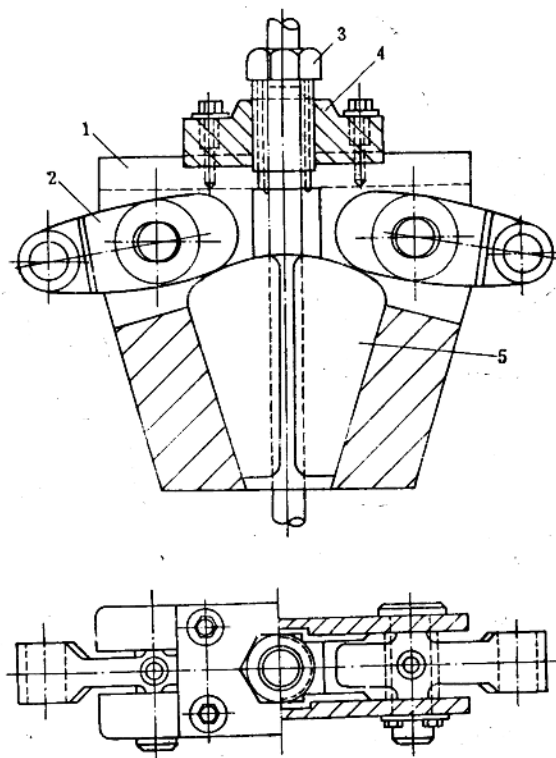


图1-13 楔形自动固定装置

1—外壳；2—杠杆；3—调整螺母；4—楔；5—模块

筒深度小于200m的浅井中。

重锤拉紧装置是将罐道绳上端用固定装置固定在井架上，另一端在井底借助重锤将罐道绳拉紧，这种拉紧方式的优点是能使罐道绳获得较大的拉紧力，此拉紧力不受气温等外界因素干扰，可保持拉紧力恒定不变，不需频繁的调绳，缺点是要求有较深的水窝及排水清理设施，以防止重锤被淹，影响拉紧力。重锤拉紧方式通常用于要求拉紧力较大的深井中。

液压螺杆拉紧方式是用固定装置将罐道绳下端固定在井窝中专设的钢梁上，罐道绳的上端固定于安设在井架上的液压螺杆拉紧装置上。液压螺杆拉紧装置主要由固定装置和油缸两部分组成。油缸固定在防撞梁上部的楼板或梁上。利用液压油缸调整罐道绳的拉紧力，调绳方便省力，井窝也较浅，但安装和换绳比较复杂。这种拉紧方式应用范围较广。

(三) 安全间隙

提升容器沿罐道绳运行时，会产生摆动，这是各种横向力作用的结果。为确保提升容器沿罐道绳安全地运行，必须一方面使罐道绳具有足够的张紧力，提高其刚性系数，减少容器的摆动；另一方面要在提升容器之间、提升容器与井壁之间留出合理的安全间隙。目前，国内外关于绳罐道安全间隙的规定不太一致，计算方法也不相同。我国《煤矿安全规程》规定，采用绳罐道时，提升容器最突出部分与井壁、井梁之间的最小间隙