

井巷工程

第五分册

斜井

煤炭工业出版社

U133
J378
15

井 巷 工 程

第 五 分 册

斜 井

西安矿业学院编

煤 炭 工 业 出 版 社

385907

内 容 提 要

本书内容包括斜井设计与斜井施工两部分。在斜井设计中主要介绍斜井井筒、硐室、车场的设计依据和方法,并列举了计算实例。斜井施工主要介绍斜井表土和基岩的施工方法、施工机械化等内容,对斜井快速施工经验作了总结和介绍。有一定的参考价值。

本书可供从事井巷施工、设计工程技术人员工作中参考,亦可作煤矿院校建井专业师生教学参考书。

井 巷 工 程

第 五 分 册

斜 井

西安矿业学院编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路15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 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $10^5/16$

字数274千字 印数 1—17,160

1979年11月第1版 1979年11月第1次印刷

书号15035·2243 定价1.30元

前 言

发展煤炭工业，不论老井挖潜或新井建设，都离不开井巷工程。因此，要想迅速增加煤炭产量，缩短建井期限，必须合理设计井巷工程，不断提高机械化施工水平，组织井巷快速施工。

为了系统介绍井巷设计与施工技术，及时总结这些方面的新成就，以满足有关读者的迫切需要，现由中国矿业学院、阜新矿业学院、西安矿业学院、山东矿业学院、淮南煤炭学院等五院校协作编写《井巷工程》丛书，共分六个分册出版。第一分册围岩分类、钻眼爆破与建井工程材料，由山东矿业学院与西安矿业学院主编；第二分册平巷，由淮南煤炭学院主编；第三分册立井，由中国矿业学院主编；第四分册井底车场与硐室，由阜新矿业学院主编；第五分册斜井，由西安矿业学院主编；第六分册建井总组织与矿建工程概预算，由山东矿业学院主编。

这套丛书可供从事井巷施工、设计工程技术人员阅读，亦可作为煤矿院校建井专业师生参考用书。

丛书在编写过程中得到有关厂矿、设计、科研、学校等单位大力协助，在此深表谢意。

《井巷工程》丛书编写组

一九七八年十二月

目 录

概述	1
第一章 斜井井筒设计	4
第一节 斜井井筒位置及倾角的选择	4
第二节 斜井井筒断面布置	6
第三节 斜井井内设施	17
第四节 斜风井井筒及井口布置	24
第二章 斜井硐室设计	29
第一节 箕斗斜井硐室设计	29
第二节 胶带机斜井硐室设计	40
第三章 斜井车场设计	48
第一节 斜井井底车场的型式	48
第二节 串车斜井井筒与井底车场连接型式	52
第三节 斜井平车场设计	55
第四节 斜井甩车场设计	84
第五节 斜井吊桥设计	155
第六节 斜井井口车场	170
第四章 斜井表土施工	202
第一节 明槽施工	203
第二节 斜井表土掘进施工方法	209
第三节 斜井表土支护特点	214
第五章 斜井基岩施工	217
第一节 钻眼爆破与通风	217
第二节 装岩	228
第三节 斜井掘进提升与排矸	236
第四节 斜井掘进排水	261
第五节 斜井锚喷支护	270
第六节 斜井施工组织	286
第七节 斜井施工机械化	296

概 述

煤矿的井田开拓方式可分为：平硐开拓、斜井开拓、立井开拓和综合开拓四种。对于某一特定的井田，开拓方式选择得正确与否将影响着矿井的建设速度和投产时间，对全矿的总投资、劳动生产率及煤炭的成本有着极大的关系。因此，合理地选择井田开拓方式，确定矿井的井硐形式，对于矿井的基本建设和长期生产具有特别重要的意义。

根据煤炭工业的方针政策，在确定井田开拓方式时，应按首先平硐、其次斜井、再其次立井和综合开拓的顺序选择之。实际设计工作中，往往选择几种开拓方案，在经过仔细而又全面的技术经济指标比较后，再确定最终的设计方案。

平硐开拓在技术上和经济上要比斜井、立井等方式有利得多，具有投资少、速度快、出煤早、成本低的优点。但真正适合平硐开拓方式的井田是很少的，只有在山岭地带，而且位于平硐水平标高之上的上山部分煤的储量足以达到该水平的服务年限时方能采用，因此该种开拓方式的应用范围有限。

与此相反，立井开拓方式的应用范围则很广泛，如煤层赋存较深或表土层很厚时；工程地质和水文地质条件复杂并需采用特殊施工方法时；用多水平开采急倾斜煤层时，一般都可以采用立井开拓方式。但立井开拓施工复杂、投资大、井筒内和井口设备多、建设期限长，故只有在地质、地形等条件限定必须采用立井开拓时方采用之。

斜井开拓介于上述两者之间，具有投资省、出煤快、效率高、成本低等优点，国内外大、中、小矿井均有采用。如我国东北地区的鸡西、鹤岗、阜新等老矿区，其小型矿井所采用的片盘斜井开拓方式占有较大比重，且有四十年以上的历史。我国西北

地区现有的生产矿井，斜井开拓的比重约占一半以上，而目前正在施工或即将投产的斜井亦为数甚多。为了迅速扭转北煤南运，开发南方诸省的煤田，近十多年在我国广东、广西、湖北、江西等省、皖南、苏南矿区都兴建了不少中小矿井，其中斜井开拓所占比重更大。随着矿井装备的不断改进和施工技术的不断提高，斜井开拓不仅在中小矿井广为采用，在大型矿井中应用的情况亦日益增多，例如大同的云岗矿、晋城的凤凰山矿、新汶的协庄矿等。尤其是近年来长距离钢丝绳胶带输送机的出现，使斜井开拓的优越性更加突出，适用范围进一步扩大，陕西韩城矿区的桑树坪矿、淮南新庄孜矿以及山西古交矿区的西曲矿都是年产几百万吨的大斜井。

国外的煤炭工业，随着生产的集中化和现代开采技术的发展，大型或特大型的矿井（包括新建和扩建）日益增多，其中斜井开拓也占有一定比重，例如美国的迪尔威兹矿、日本的夕张新矿、太平洋钏路矿、苏联的多尔森矿都采用大型斜井出煤，年产量均在200~400万吨左右，斜井长度有的可达3500米至5000米之间，最大开采深度达950米，全为钢丝绳胶带机运煤。西德的萨尔矿区将几个相近的矿井在井下贯通，由一个斜长为5500米的斜井集中出煤。英国也在把分散的矿井集中起来，由胶带斜井集中运出，斜井提升高度可达700米左右。在现代技术条件下，采用斜井开拓可最大限度地发挥胶带输送机连续运输的优点，加之施工装备的改进，斜井掘进速度的提高，斜井开拓方式正愈来愈为人们所重视。

斜井开拓也自有其本身的缺点。除采用胶带输送机运煤的斜井外，一般来说，斜井的生产能力都受提升能力的限制，年产量小，服务年限短，其中尤以片盘斜井最为显著，加之斜井开拓的水平接替比较频繁，矿区产量不易稳定，井口比较分散，工业广场占地面积大，往往对地面运输和农业生产不利。

因此，对于某一特定条件的矿井，设计时究竟采用什么方式进行开拓，是立井集中开采还是由斜井群分散出煤，或者采用综

合开拓方式，尚需通盘考虑，因地制宜。

随着斜井开拓方式的广泛采用，近年来我国斜井施工的技术亦得到了飞跃的发展。文化大革命前，由于斜井施工中装岩、提升、支护及排水等工艺技术未能获得很好的解决，施工速度一直很低，并且长期徘徊不前。但从1970年5月南京钟山煤矿副斜井取得月进252.2米的好成绩后，我国斜井施工方有了较大发展。湖南一些建井单位，相继在石坝、花萼里等主斜井突破了月进300米的大关，其中煤炭四处湖坪斜井中达到了月进361.8米的可喜成果。

1972年5月，湖南煤炭三处在利民三号斜风井成功地采用了耙斗装岩机和喷射混凝土等配套经验，首创月成井364.5米的新纪录，使我国斜井施工速度进入了世界先进行列。

在学习湖南经验的基础上，1973年陕西铜川基建公司四处在陈家山二采区主斜井和行人斜井分别创造了月进452.1米和605.2米、铜川二处创月进504.5米和705米的优异成绩，从而使我国斜井施工技术和速度达到了世界先进水平。

第一章 斜井井筒设计

第一节 斜井井筒位置及倾角的选择

斜井井筒是上接地面工业广场，下连矿井各开采水平的通道，是矿井生产的咽喉，其设计是否合理，不但对主要巷道的总长度、巷道的掘进和维护费、井下的运输费和通风费用有很大的影响，同时也影响到地面工业广场及运输线路的布置，若井筒位置一经确定和施工，则生产期间很难变更。因此，正确地选择井筒的位置是关系到整个矿井能否满足生产需要的首要问题。

斜井井筒位置的确定，包括井口位置和井筒在地层中的方向和倾角两个方面。关于井口位置，主要应考虑：煤层赋存与储量的分布，岩层的工程及水文地质条件，以及地形条件对工业广场布置及地面交通选线的影响等因素。

根据不同的地质和地形条件，斜井井筒可沿煤层、岩层、穿岩（包括顶板穿层）和伪倾斜方向进行布置。沿煤层布置的斜井、施工技术简单，掘进速度快，并可满足建井时期的用煤需要，获得必要的补充地质资料，但井筒维护比较困难，井筒煤柱损失较大，当煤层有自然发火危险时，易招致井下火灾；若煤层在倾斜方向上有常见的断层或褶皱的话，沿煤掘进更加困难，甚至造成井筒倾角的急剧变化，给矿井提升带来有害影响。为此，只有在煤层地质构造简单、围岩稳定、生产能力不大、服务年限较短的矿井，才考虑此种布置方法。一般情况下，常将井筒布置在煤层底板岩石中，即所谓的岩层斜井。

当岩层倾角与井筒倾角不一致时，可以采用穿层斜井。穿层斜井又有顶板穿层、底板穿层及反斜井之分，如图 1-1 所示。

当煤层倾角较大时，需要较小倾角沿层开拓的斜井，可考虑

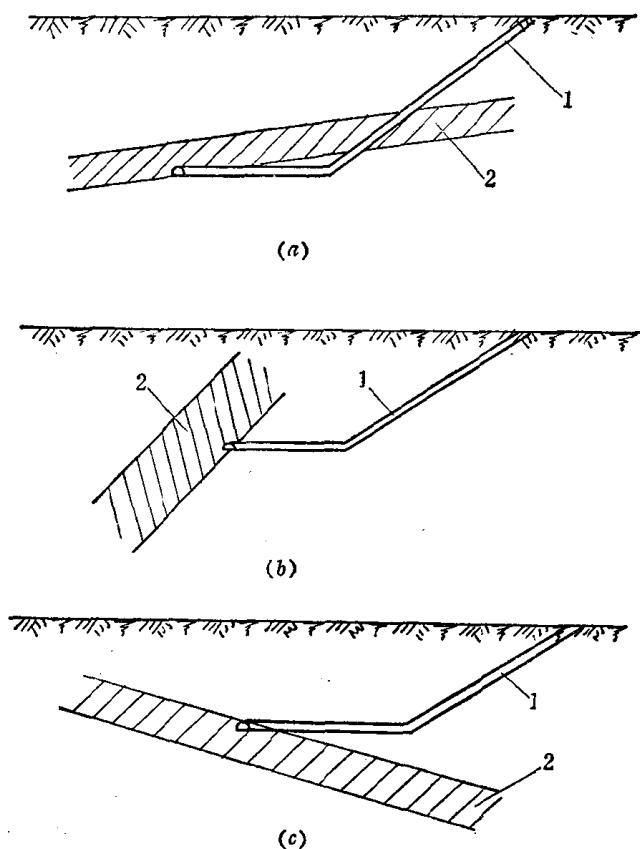


图 1-1 穿层斜井的几种类型

1—斜井井筒；2—煤层

沿伪倾斜方向布置。但伪倾斜的布置不宜用于井筒需多次延深的情况，此时斜井穿过各水平后，其位置将逐渐偏离井田中央，而造成井田两翼不均，故一般不宜采用。

倾角是斜井井筒的重要指标之一。由于提升设备不同，斜井井筒的倾角大小亦要求不同。对于矿车串车提升的斜井，井筒倾角超过 22° 就开始撒煤，倾角愈大，撒煤愈严重，还容易引起矿车掉道、煤矸下滚砸坏设备等工程事故，致使矿井提升能力急剧下降。为此，对于矿车串车提升的斜井，其倾角最好在 $15^\circ \sim 20^\circ$ 。

之间，最大不得超过 25° 。箕斗提升时一般也只取 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间，个别情况下可达到 35° 。采用胶带输送机提煤的斜井，其倾角一般不超过 17° ，以免煤块沿胶带因自重而下滑；若井筒无淋水，且粉煤率较高，倾角亦可达到 18° 。

需要强调的是，斜井井筒倾角在井筒全长范围内，最好取同一数值。实践表明，斜井倾角的中途变更（或由大变小，或由小变大），都会给提升带来不利，特别是在上段倾角大，下段倾角小的情况下，钢丝绳与轨面之间呈一弓弦状，极易撞击顶板，增加钢丝绳的磨损，引起矿车掉道或跑车，这对多段变坡的斜井井筒来说，更是如此。因此，设计与施工应力求避免此类情况。在极特殊的情况下非有变坡不可时，角度的变化幅度亦不宜过大。

第二节 斜井井筒断面布置

斜井井筒断面形状和支护型式的选择，基本上和平巷相同。只因井筒是联络井口与井底车场的主要通道，不仅要上下人员、提升煤炭和矸石、下放各种器材和设备，而且还要布置各种管线，如排水管、压风管、动力电缆、敷设人行道或检修道等，对断面形状和支护型式的要求比之一般平巷所考虑的因素要更多一些。

不同的服务年限和用途的斜井，根据不同的地质条件，可以选用不同的支护材料和断面型式。正如平巷设计所叙述的那样，支护材料的种类一经确定，斜井的断面型式亦随之而定。

1. 鉴于斜井井筒的重要性以及较长的服务年限，采用料石或混凝土整体支护是比较合理的。与此相应的井筒断面以采用半圆拱为佳。为使斜井便于维护，利于施工，对单轨斜井在横断面积相同的前提下，可适当加大断面的跨度降低墙高，以提高边墙承受侧压力的能力。

2. 梯形断面的棚式支架在串车提升斜井中应尽可能不用，因万一发生掉道跑车事故，极易拉倒或撞倒棚子，尤其是钢筋混凝土装配式支架，倒了以后就不易恢复处理。金属和木材棚子，

虽架设、恢复困难较小，但容易腐朽，特别是在淋水大的斜井或回风井中更为严重。此外，斜井架设棚式支架，当倾角较大时，既不易牢固又不易背实。因此，只有在服务年限不大的小型矿井方可考虑此种支护形式。

3. 锚喷支护是矿山建设一项行之有效的技术措施，只要围岩不很破碎，淋水不很大，斜井井筒（除井口部分外）应优先考虑该种支护型式。为了达到预想的效果，施工时要求采用光面爆破新工艺与之配合。

斜井井筒断面布置，一方面要达到有效地合理使用断面的所有空间，减少井筒工程量的目的；另一方面还要有利于安全生产，便于井筒的维护和设备的检修。为此，井筒断面设计必须考虑以下原则：

1. 井筒提升设备与管路、电缆、设备及支架之间的间隙，必须保证提升的安全，并要考虑到升降最大设备的可能性；
2. 有利于井筒的检修、维护、清扫以及人员的通行安全；
3. 在提升容器发生掉道或跑车事故时，对井内的各种管线或其他设备的破坏应减少到最低的程度；
4. 斜井井筒若为矿井进出风之主要通道，则井筒断面必须考虑通风的要求。

一、矿车串车提升斜井井筒的断面布置

中、小型斜井采用串车提升时，一般要设两个井筒。阶段斜井的主井一般布置双轨，当斜井为单水平生产时，为了节省钢轨消耗，可在斜井的上下段各布置三根钢轨，只是在中间的错车部分布置四根钢轨。阶段斜井的副井一般布置单轨。至于设计能力不大的片盘斜井一般均按单轨设计。

串车斜井井筒断面布置包括轨道、人行道、水沟和管路等。图1-2为单钩提升1吨矿车兼提人车的副斜井井筒断面布置。

无论是单轨或是双轨，其断面可根据井筒内轨道、人行道、水沟和管路的相对位置分为以下四种（图1-3）：

（一）水沟和管路布置在人行道侧（图1-3a）这种布置，

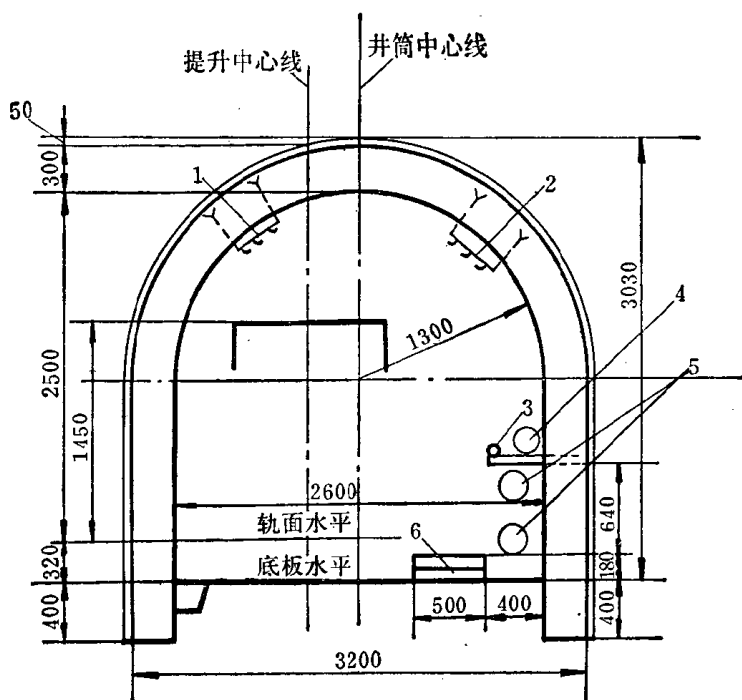


图 1-2 某矿副斜井井筒断面布置

(井筒倾角 25° ，井筒斜长 440 米)

1—照明信号电缆；2—动力电缆；3—扶手；4—压风管；5—排水管；
6—人行道

管路架在水沟上，断面得到充分利用，检修也很方便。万一发生掉道或跑车事故，由于管路距轨道稍远，亦不易砸坏。但人行道侧的躲避洞被管路挡住，出入时不够安全和方便。

(二) 水沟和管路重叠布置 在非人行道一侧，管路架在水沟之上 (图 1-3 b)。这种布置对躲避洞的设置有利，但因管路靠近轨道，一旦发生掉道或跑车，管路极易砸毁。

(三) 水沟和管路分开布置 管道设在人行道侧，水沟设在非人行道侧 (图 1-3 c)。此种布置与图 1-3 a 相似，但非人行道侧的宽度必须适当加大以便布置水沟。

(四) 管路与水沟分开布置 管道设在非人行道一侧，水沟

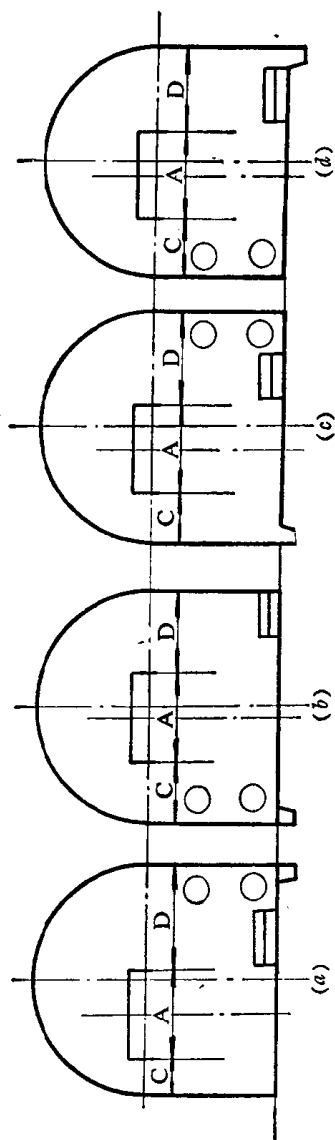


图 1-3 串车提升斜井井筒断面布置方式
 A—矿车宽度; C—非人行道一侧宽度; D—人行道侧宽度

设在人行道一侧（图 1-3 *a*）。此种布置与图 1-3 *b* 相似，但人行道侧的宽度必须适当加宽。

比较上述四种断面的布置可以看出，前两种水沟和管道重叠布置的方法比较紧凑，后两种因不重叠则需加大断面宽度。在实际工作中，由于考虑到扩大生产以及升降大型设备的可能性，往往乐意采用后两种布置方法。为了防止不重叠布置造成断面加大的不利一面，可采取适当降低墙高的办法进行弥补，这样，不仅有利于承受两帮的侧压，同时断面增加有限，方便生产。1 吨矿车单钩提升斜井井筒的标准设计如图 1-4 所示，其主要尺寸见表 1-1。

表 1-1 1吨矿车单钩提升斜井井筒断面尺寸

长度单位：毫米

串车斜井	A	B	C	D	E	F	G	R	净断面 (米 ²)
单轨矿车 (水沟在非人行道侧)	880	2200	520	800	140	1210	1150	1100	4.4
单轨人车 (水沟在非人行道侧)	1040	2300	460	800	170	1360	1450	1150	5.0
单轨人车 (管子设于非人行道侧)	1040	2600	760	800	20	1210	1450	1300	5.6

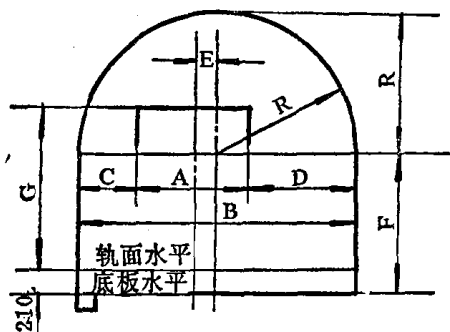


图 1-4 1吨矿车单钩提升斜井井筒的断面尺寸

串车提升的斜井有时可能会发生矿车掉道或跑车事故，砸坏井筒内敷设的管路和电缆，修复很困难，严重影响生产，故设计时应尽量不将管路和电缆设在斜井井筒内，尤其是提升较频繁的主斜井更应如此。近年来，有些矿山，利用钻孔将管路和电

缆直接引到井下，已取得了良好的效果。

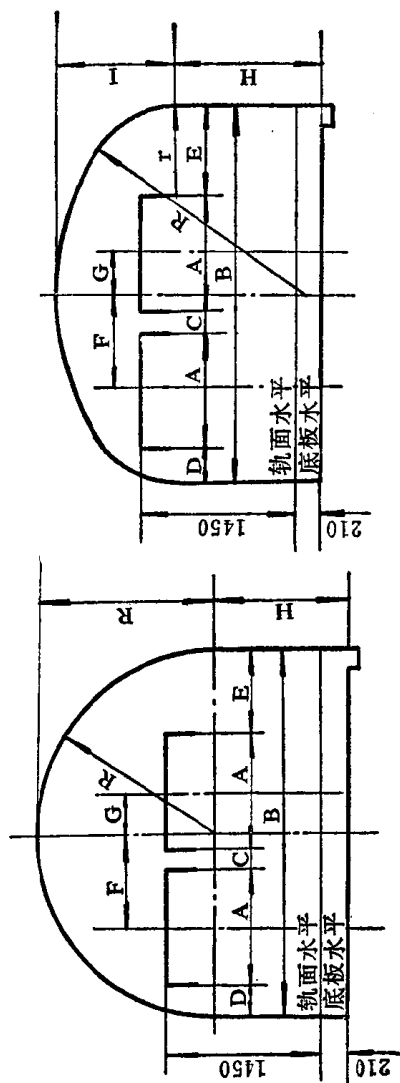


图 1-5 1 吨矿车双钩串车提升斜井井筒断面设计

表 1-2 1 吨矿车双钩串车提升斜井井筒断面尺寸(毫米)

巷道名称	A	B	C	D	E	F	G	H	I	R	r
半圆拱											
双轨人车 (水沟设在非人行道侧)	1040	3600	210	460	850	820	430	860	—	1800	—
双轨人车 (管子设在非人行道侧)	1040	3850	210	760	800	645	605	990	—	1925	—
三心拱											
双轨人车 (水沟设在非人行道侧)	1040	3550	210	460	800	795	455	1330	1180	2460	930
双轨人车 (管子设在非人行道侧)	1040	3850	210	760	800	645	605	1230	1280	2660	1010

若井筒内不设管路，断面布置与上相似，水沟可布置在任何一侧，但多数设在非人行道侧。

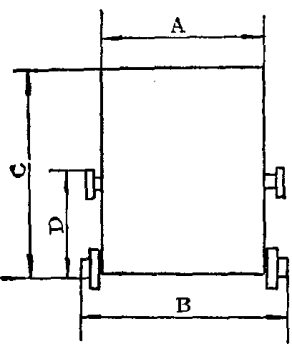
双钩串车提升斜井井筒的断面布置与单钩情况基本相同。1吨矿车兼提人车双钩串车提升斜井井筒的标准设计断面及各部尺寸如图 1-5 及表 1-2 所示。

二、箕斗斜井井筒断面布置

箕斗提煤容量大、速度快、辅助工序较之斜井串车提升简单，一般在大、中型矿井采用，并且都为双箕斗双钩提升，井筒内不设管路（洒水管除外）和电缆。

根据《煤矿安全生产试行规程》（简称《安全规程》下同）规定，箕斗提升的井筒禁止进风，故箕斗斜井的断面尺寸主要以箕斗的合理布置为依据。斜井箕斗规格尺寸见表 1-3。

表 1-3 斜井箕斗主要尺寸 (毫米)

	箕斗容量(吨)	A	B	C	D	轨中距	轨枕长度
	3	1204	1630	1485	800	1300	1900
	4	1304	1730	1600	800	1400	2000
	6	1268	1770	1840	900	1400	2000
	8	1402	1870	1900	900	1500	2100

采用不同载重量箕斗的斜井井筒断面布置及尺寸见表 1-4。

三、胶带输送机斜井井筒断面布置

胶带输送机（简称胶带机，下同）运输具有连续、可靠、运量大的优点，一般用于大型矿井。

为了检修胶带机和井内其他设施，斜井井筒内除布置胶带机外还应铺设检修道和人行道。有的矿井也用检修道供提升人员用。

胶带机斜井的断面布置，根据胶带机、检修道和人行道的相