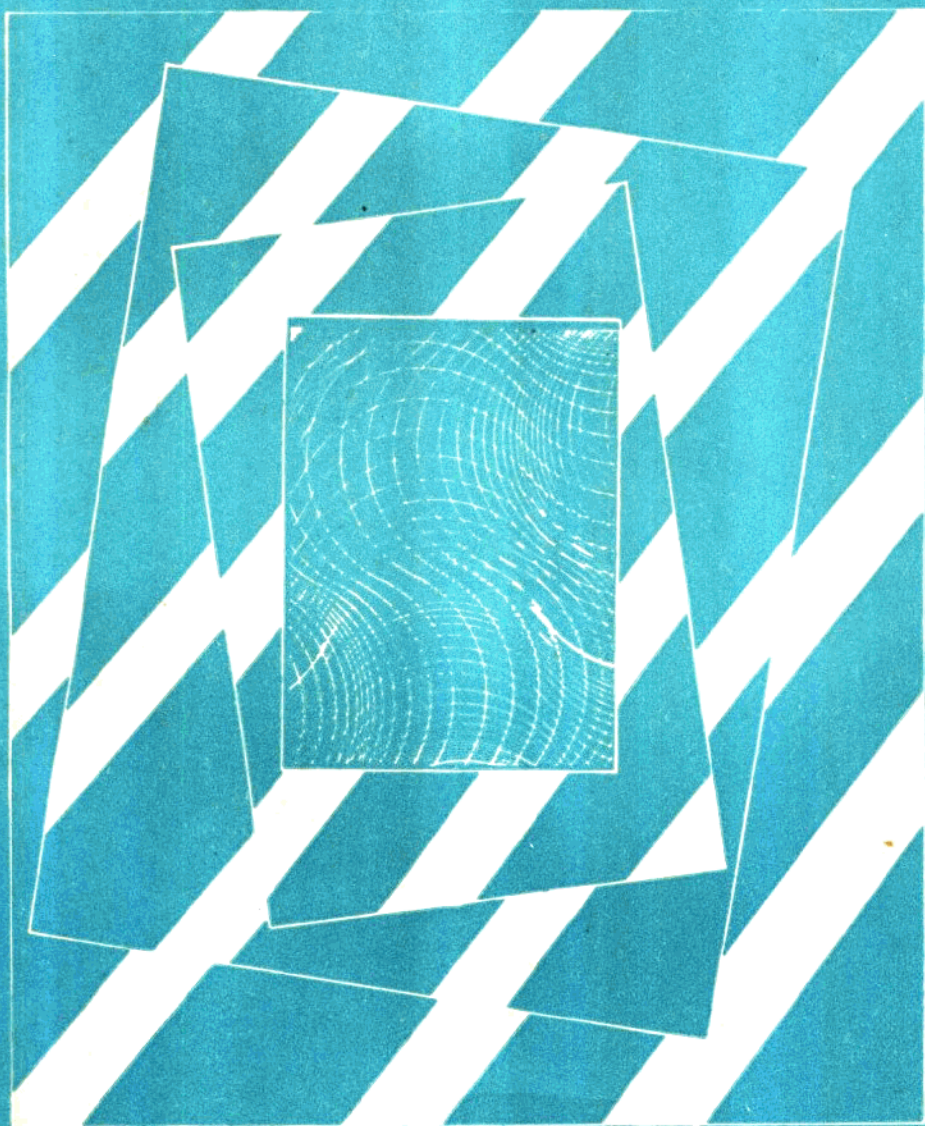


井巷设计基础

史天生 郭晋蒲 王建平 编



中国矿业大学出版社

前 言

井巷设计基础是煤炭高等院校矿井建设专业的指定性选修课。其内容为:讲授主要井巷单位工程的设计依据、原则、步骤和方法;重点阐述井巷单位工程设计计算参数的分析和确定;为了扩展学生的知识面,书中还介绍了计算机辅助设计及应用。其目的是:使学生了解井巷单位工程的结构型式、特点和应用条件;培养学生从事井巷单位工程施工图设计的基本能力。

本教材的编写坚持了理论紧密联系实际,并努力贯彻了“少而精”的原则,总结和反映了多年来单位工程施工图设计的经验和科研成果。鉴于有关井巷设计方面的资料、图纸和现行规程、规范在专门手册中都有详细的阐述,为节省篇幅,本教材仅指出其适用之处,不再介绍。

本教材由中国矿业大学矿山建筑系史天生编写第四章,郭晋蒲编写第一章和第五章,王建平编写第二章、第三章和第六章。

本教材除供高等院校矿井建设专业学生使用外,也可供采矿类专业师生及采矿工程技术人员参考。

由于编者水平所限,难免有不妥和错误之处,诚恳地希望读者批评指正。

编 者

1990. 2.

目 录

第一章 井底车场线路设计	(1)
第一节 井底车场的线路及其形式的选择.....	(1)
第二节 井底车场线路的基本知识.....	(8)
第三节 井底车场线路平面布置设计	(14)
第四节 井底车场线路坡度设计	(19)
第五节 井底车场通过能力的计算	(26)
第二章 巷道及交岔点设计	(33)
第一节 巷道断面形状选择与断面布置	(33)
第二节 巷道断面尺寸的确定	(37)
第三节 巷道支护参数设计	(40)
第四节 巷道最优断面设计的分析	(43)
第五节 巷道交岔点设计	(46)
第三章 斜井设计	(50)
第一节 斜井井筒装备及断面布置	(50)
第二节 斜井井口线路设计	(55)
第三节 斜井井底线路设计	(62)
第四章 立井井筒设计	(71)
第一节 概 述	(71)
第二节 井筒位置的选择及井口坐标	(72)
第三节 井筒断面设计	(74)
第四节 立井井筒装备	(80)
第五节 井颈和井窝设计	(98)
第五章 硐室设计	(105)
第一节 箕斗装载硐室与井底煤仓.....	(105)
第二节 推车机翻车机硐室与卸载硐室.....	(111)
第三节 箕斗立井井底清理撒煤硐室.....	(113)

第四节	马头门设计.....	(116)
第五节	中央水泵房设计.....	(120)
第六节	水仓设计.....	(129)
第七节	中央变电所设计特点.....	(132)
第八节	防水闸门硐室的设计特点.....	(133)
第九节	井下爆破材料库设计特点.....	(137)
第六章	计算机辅助设计与应用.....	(141)
第一节	概述.....	(141)
第二节	CAD 系统的硬件和软件	(142)
第三节	微机 CAD 系统	(151)
第四节	Auto CAD 图形软件系统	(157)
第五节	计算机辅助井巷设计的分析.....	(170)

第一章 井底车场线路设计

井底车场是井下若干巷道(线路)和硐室的总称。它是矿井提升和运输煤炭、排出矸石、下放材料和设备、人员升降、供电、供压风、通风与排水等全矿井各生产系统的总枢纽站。

井底车场线路设计是井底车场设计的重要组成部分。它主要包括:井底车场形式的选择;井底车场线路平面布置设计;井底车场线路坡度设计和井底车场通过能力的计算。

第一节 井底车场的线路及其形式的选择

一、井底车场的线路

从图 1-1 可看出,井底车场的线路(巷道)主要由重车线、空车线、调车线、绕道以及其它辅助线路组成。

1. 重车线:是存放从采、掘工作面运来的煤炭、矸石的重车线路,包括主井重车线和副井重车线。

2. 空车线:是存放从地面经罐笼下放至井底的空车,或在井底经过卸载后的空车的线路,包括主井空车线和副井空车线。如需暂时存放从地面经罐笼下放至井底的材料车和装有机械设备的车辆,可以在副井空车线一侧专门设置材料车支线。

3. 调车线:是空、重列车能顺利调动通过的线路。

4. 绕道:是连接主、副井的空、重车线和主要运输大巷的线路。

5. 辅助线路:是通往各种硐室的专用线路。如通往水仓和清理箕斗井撒煤的专用线路等。

主、副井的重车线与空车线,以及存放材料车的材料车线,又称为存车线路;绕道、调车线、供矿车进出罐笼的副井马头门线路,又称为行车线路。

二、井底车场的形式

近年来随着设计矿井生产能力的扩大和机械化程度的提高,井底车场的结构形式也有了一些新的变化。例如,在大型矿井中,从采区经大巷到井底车场直到地面的出煤系统中,目前有两种基本方式:一种是采用“一条龙”的胶带机连续运输,轨道仅作为辅助运输;另一种是采用大容量的底卸式或侧卸式矿车的轨道运输系统。此外,有的矿井一翼采用胶带机连续运输,另一翼又采用大容量矿车运输。

井底车场按运行线路不同,可分为环形式、折返式和环形一折返混合式等三种类型。

(一)环形式井底车场

1. 立井环形式车场

根据主、副井筒或空、重车线与主要运输巷道(运输大巷或石门)的相互位置关系,即相互距离及其方位不同,又可将环形式车场分为卧式、斜式和立式三种。

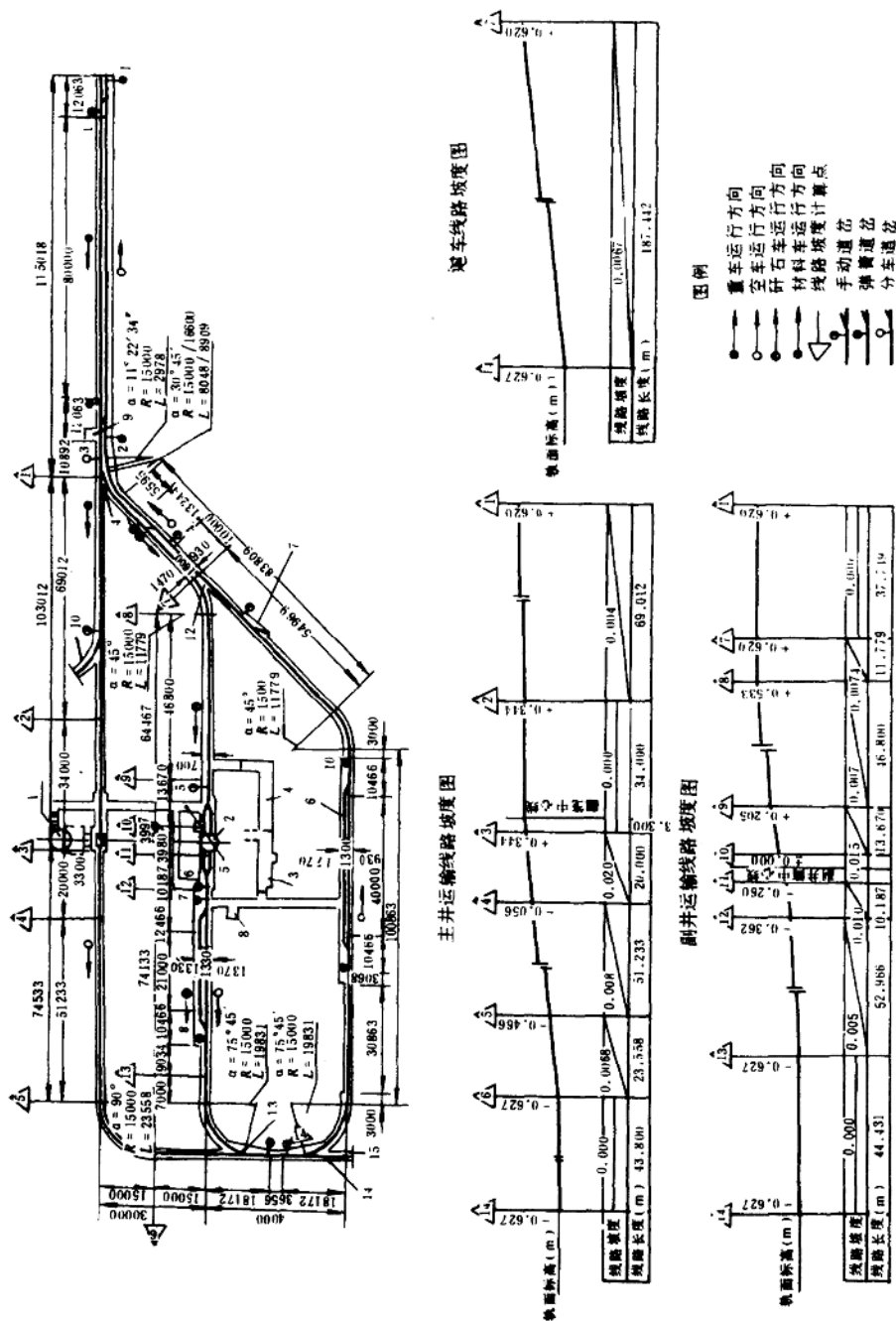


图 1-1 井底车场平面及线路坡度图

- 1—主井, 2—副井, 3—中央水泵房, 4—中央变电所, 5—等候室, 6—人车场,
7—电机车修理间入口, 8—材料及工具室, 9—调度室, 10—清理撒煤硐室及斜巷入口,
11—1号交岔点, 12—2号交岔点, 13—3号交岔点, 14—4号交岔点, 15—水仓入口

1) 卧式: 当主、副井筒距主要运输巷道较近, 而且主、副井存车线与主要运输巷道平行布置时, 采用卧式(图 1-2a)。这种车场两翼进车、回车线绕道可以全部利用主要运输巷道, 节省开拓工程量。缺点是交岔点及弯道较多, 重列车需在弯道上顶车。

2) 斜式: 当主、副井筒距主要运输巷道较近, 或者由于地面生产系统的需要, 必须使主、副井存车线与主要运输巷道斜交时, 采用斜式(图 1-2b)。这种车场特点是可以局部利用主要运输巷道。因车场进车处不宜布置三角道岔, 所以, 当两翼来车时, 只有一翼较方便。

3) 立式: 当主、副井筒距主要运输巷道较远, 而且主、副井存车线与主要运输巷道垂直时采用立式(图 1-2c); 若主、副井筒距主要运输巷道更远时, 可采用另一种立式(图 1-2d), 常称为刀式。前者车场可两翼来车, 并没有专用的回车线, 工程量较大, 需在弯道上顶车作业。后者车场为甩车、顶车创造了有利条件。

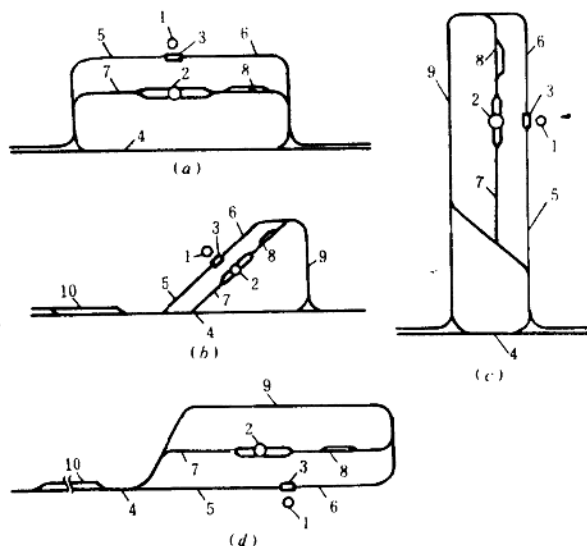


图 1-2 立井环形式井底车场

a—卧式; b—斜式; c—立式; d—刀式

1—主井; 2—副井; 3—翻车机; 4—运输大巷或石门; 5—主井重车线;

6—主井空车线; 7—副井重车线; 8—副井空车线; 9—绕道; 10—调车线

2. 斜井环形式车场

与立井环形式车场一样, 斜井环形式车场也可分成卧式、斜式和立式三种, 故其结构特点和优缺点均相同。一般主井提升为箕斗或胶带输送机, 副井为串车提升, 如图 1-3 所示。

(二) 折返式井底车场

1. 立井折返式车场

同样, 根据主副井筒或空、重车线与主要运输巷道(运输大巷或石门)的相互位置关系, 又可将折返式车场分为: 梭式、尽头式和站式三种。

1) 梭式: 当主、副井筒距主要运输巷道很近, 而且主、副井存车线与主要运输巷道合一时, 可采用梭式(图 1-4a)。卸煤方式可用翻车机, 也可用底卸式矿车。辅助运输仍利用环形线路。

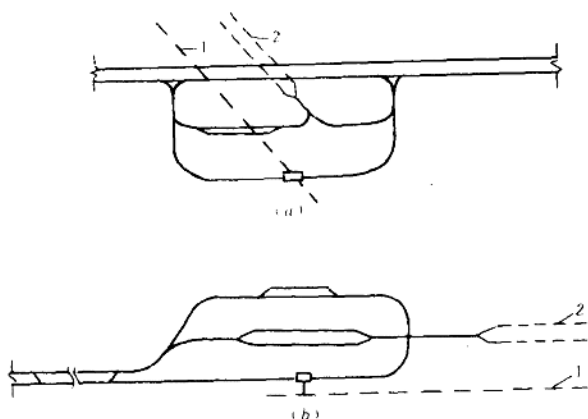


图 1-3 斜井环形式车场

a—卧式；b—刀式

1—主斜井；2—副斜井

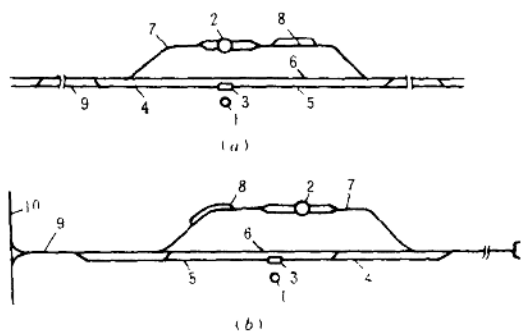


图 1-4 立井折返式井底车场

a—梭式；b—尽头式；

1—主井；2—副井；3—翻车机；4—主井重车线；

5—主井空车线；6—通过线；7—副井重车线；

8—副井空车线；9—运输大巷(或石门)；10—运输大巷

2)尽头式：当主、副井筒距主要运输巷道远，而且主、副井存车线与主要运输巷道垂直时，可采用尽头式(图 1-4b)。矿车只能从一端入场，经过卸载再回到始端，车场作业在主石门中进行。这种车场实为单侧进车的梭式车场。

3)站式：当车场位于坚固稳定的围岩中时，可以将主、副井存车线布置在同一条巷道中，无环形线路。同时，在车场中尽可能地布置硐室。由于其配线与铁路车站相似，故称为站式车场。煤矿由于围岩不坚固很少采用。

2. 斜井折返式车场

斜井折返式车场，因开拓方式和主井提升方式的不同，形式多种多样。现仅举

两种：

1)主井胶带或箕斗提升，副井为串车提升的折返车场(图 1-5)。

此种车场主井空、重车线设于大巷内，副井绕道位于大巷顶板(或底板)。其特点是：调车作业均在直线上进行，可两翼进车，左翼来车可用不解体甩车方式，有利于提高生产能力。断面类型少，交岔点也少，巷道掘进工程量小。

2)主、副井均为串车提升的折返车场(图 1-6)。

此种车场主、副井均用单侧甩车，串车提升。主井空、重车线布置在一翼的运输大巷内。副井空、重车线布置在顶板中，通过绕道与运输大巷联系。可两翼进车，但左翼重车调车较右翼方便。当主、副井距主要运输巷道有足够的存车长度时，可不设绕道，此时左右两翼运输大巷就为一直线了，可大大提高生产能力。

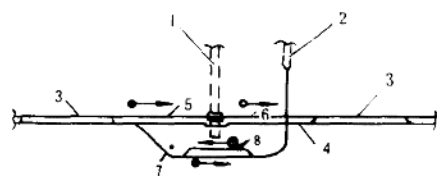


图 1-5 主井胶带(或箕斗)提升,
副井串车提斜井折返车场

1—主井;2—副井;3—调车线;4—越行线;
5—主井重车线;6—主井空车线;
7—副井重车线;8—副井空车线

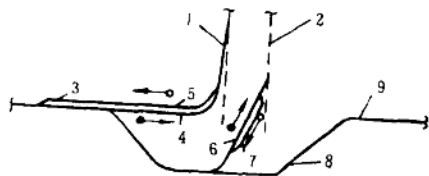


图 1-6 主、副井均为串车提升的
斜井折返车场

1—主井;2—副井;3—调车线;4—主井重车线;
5—主井空车线;6—副井重车线;
7—副井空车线;8—绕道;9—运输大巷

由于折返式车场比环形式车场线路弯道少,所以井底车场通过能力大;由于运煤巷道多数与矿井主要运输巷道合一,交岔点减少,所以线路结构大大简化,因此开拓工程量小;由于为实现运输自动化创造了条件,所以运输方便、可靠,节省操作人员。例如波兰 Staszic 矿井,采用 22t 直流电机车,小时运行速度可达 16km,自动化使两台机车同时牵引 50 辆矿车,从采区装载到井底车场卸载的全过程仅需 5 个人。

正由于折返式车场比环形式车场具有上述显著的优点,所以目前折返式井底车场越来越广泛地被应用于各种井型的矿井,尤其对大型矿井,优点更为突出。

(三) 折返—环形混合式井底车场

在设计中由于各种条件的影响,如东北地区的某些矿井,为解决调头问题(矿车一端与链环焊死),就采用了尽头—环形混合式井底车场(图 1-7)和梭式—环形混合式井底车场(图 1-8)。混合式车场可以发挥折返式与环形式车场的优点。

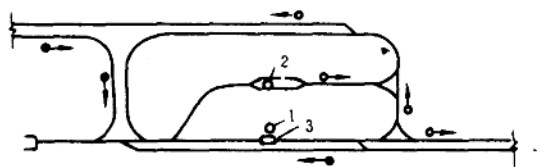


图 1-7 尽头—环形混合式立井井底车场
1—主井;2—副井;3—翻车机

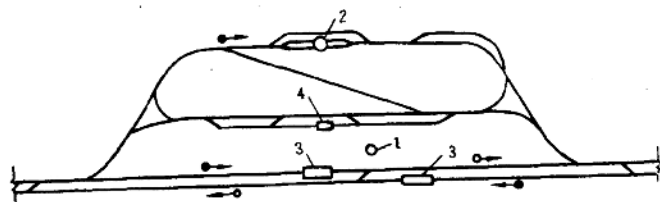


图 1-8 梭式—环形混合式立井井底车场
1—主井;2—副井;3—卸载站;4—翻车机

(四)底卸式矿车卸载的井底车场

底卸式矿车是打开车底卸载的矿车。车箱的两侧壁上焊有支承翼板,车底的一端与车箱端壁铰接,车底的另一端装设一个卸载轮。国外还采用一种其车底的一侧与车箱侧壁铰接的底侧卸式矿车。我国目前使用的都是前述的整开底型的底卸式矿车。

底卸式矿车与同容量的固定式矿车相比具有:卸载速度快(卸一列车煤仅需30~60s)、卸载量大(可提高运输能力60~80%)、便于实现车场自动化;节省电耗(40~50kW/h)和人员(减少辅助人员40%)等优点。缺点主要是车底密闭性差,容易漏煤、漏水,影响巷道清洁;卸载过程中,机械摩擦易产生火花,对安全生产不利。由于其优点显著,因此,在大型矿井中采用越来越多。目前我国煤矿多用容量为3t和5t(国外最大为12t)的底卸式矿车。下面简介一下卸载站的结构及其卸载原理。

1. 卸载站的结构(图1-9)

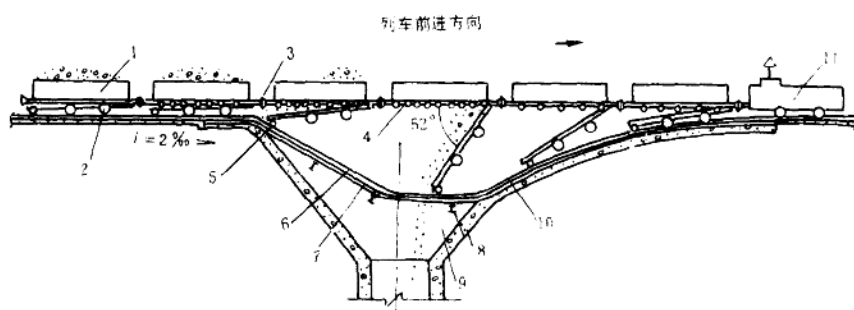


图1-9 卸载站的结构

1—底卸式矿车;2—车轮;3—缓冲器;4—托辊;5—卸载轮;6—卸载曲轨;

7—支承钢梁;8—工字钢支座;9—卸载坑;10—复位曲轨;11—电机车

1) 支承托辊:托辊直径 $\phi 300 \sim \phi 350\text{mm}$ 。托辊间距,进车端为600~800mm,出车端为800~1000mm。托辊安设在卸载坑两侧的支座上(成 10° 倾角)。它的作用是当列车进入卸载站时,使每辆底卸式矿车车箱或电机车两侧壁上的翼板支承其上,顺利通过。

2) 卸载曲轨和复位曲轨:由四段不同曲率的 $43 \sim 50\text{kg/m}$ 钢轨组成。段间用鱼尾板及螺栓联接,并焊接在支承钢梁上。它们的作用是产生前进的推力、使矿车底门的开启与闭合以及产生闭合阻力等。

3) 支承钢梁:用来支承卸载曲轨和复位曲轨。要求支承钢梁与卸载和复位曲轨之间紧密贴合在一起。钢梁支承在预先埋在卸载坑混凝土仓壁上的工字钢支座上。

4) 卸载坑:有直墙式(四壁近似与水平面垂直)和斜墙式(进出口端为倾斜,其余两侧为直墙)两种。现行设计采用后者居多。斜墙式入口端溜煤坡的倾角约为 $50 \sim 55^\circ$,出口端则通常取为 $40 \sim 50^\circ$ 。斜墙面溜煤坡用耐磨的灰绿岩或钢板铺设,直墙面用钢筋混凝土即可。卸载坑的尺寸由采用的矿车决定。由于底卸式矿车卸载时,是底门竖向开闭,所以卸载坑的垂高要求大,与之相连接的下部煤仓的容量要求能容3列车煤量以保证连续卸载。因此,卸载坑尺寸较大。

2. 卸载原理(图1-10)

列车进入卸载站后,电机车导电弓与架线脱离,失去牵引力。电机车和矿车依靠车箱上

的翼板支承在卸载坑两侧的支承托辊上。与矿车底架固定在一起的下部箱底板,其前端与车箱铰链相连,后端的卸载轮开始沿卸载曲轨的倾斜直线运动。此时,车底门打开一个角度,由于车内货载重量、车底自重及两者的合成重心水平移动而产生动能。即煤和车底自重 P 作用在曲轨上产生一个反作用力的水平分力 N_1 ,推动列车作水平前进运动(见图 1-10 a)。当矿车底板打开角度逐渐增大时,煤开始沿矿车底板下滑(此时水平推力最大,当煤下滑速度很大时,煤流将产生反作用力,加速矿车向前运动),直至底板打开最大角度时,矿车内的煤就全部卸净。

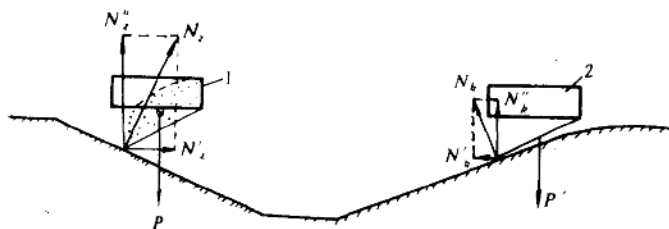


图 1-10 底卸式矿车卸载原理

a—卸煤过程;b—复位过程;

1—重车;2—空车; N_1 —前进力; N_2 —闭合阻力; P —车重和煤重的合力; P' —车底自重的合力

煤卸净以后,矿车底板当卸载轮运动超过曲轨拐点后,开始向上闭合,同时产生与列车前进方向相反的阻力 N_2 (见图 1-10 b)。但由于后面的矿车继续重复前面矿车的动作,而且卸载推力大于闭合阻力,从而能推动列车仍然继续前进,直至矿车全部通过卸载站并复正常轨为止。据山西晋城凤凰山矿实验,1~5 个矿车,矿车卸载后不能复正常轨;5~10 个矿车卸载速度由慢到快,当 10 个矿车时,矿车卸载完了并复轨后能滑行约 100m;若大于 10 个矿车后,卸载速度将减慢。这是因为水平前进推力、闭合阻力、运行摩擦力之间是有一定的作用关系的。当然一般因电机车也一起通过卸载站,当电机车通过卸载站后便与架线接通,使机车具有牵引力,就可以控制列车卸载速度和卸载复轨后的滑行速度了。

采用底卸式矿车时,其井底车场可以采用折返式,亦可采用环形式。但是采区装车站的线路布置必须与其相对应,即卸载站为折返式,采区装车站亦为折返式;若卸载站为环形式,采区装车站亦为环形式。一般底卸式矿车的井底场多用折返式车场。

三、井底车场形式的选择

井底车场在矿井开拓及矿井生产中起着很重要的作用。所以车场形式选择正确与否,对矿井建设费用和生产费用均有很大的影响。

井底车场形式选择时应考虑:矿井的生产能力;矿井的开拓方式与煤层赋存条件;矿井地面生产系统的特殊要求;井底车场范围内井筒的数目及其相互位置;井筒内提升容器的类型及其配置;主要运输巷道和井底车场的运输方式及运输设备类型和机械化程度;矿井所需风量及通风方式,车场内围岩的稳固性等。

如上所述影响井底车场形式的因素很多,且各因素之间又互相制约,因此在具体选择时要经过方案比较。一般理想的井底车场应满足下列条件:

1. 保证矿井生产所需的运输能力,并适当留有富裕系数,一般车场通过能力应大于矿井设计生产能力的 30%;

2. 调车简单,管理方便、安全;
3. 巷道平直、弯道及岔点少,施工容易;
4. 矿井单位生产能力所需的井巷工程量最小,节省投资,便于维护,生产成本低廉;
5. 车场内硐室布置合理,能满足安全生产的要求。

第二节 井底车场线路的基本知识

井底车场的轨道线路实际由直线线路和连接它们的连接部分——曲线线路和道岔所组成。本节主要介绍曲线线路和道岔的基本概念及常用线路连接系统的基本知识。

一、曲线线路

1. 最小曲线半径

曲线线路亦称弯道。车辆在弯道上运行时,由于离心力作用和轮缘与轨道间的阻力作用,增加了车辆运行的困难。离心力和弯道阻力与弯道半径、车辆运行速度以及车辆轴距等因素有关。因此最小曲线半径应根据车辆运行速度和轴距大小来确定。

当弯道转角小于 90° 时,两个轴(金属矿山大容量矿车有四个轴)的车辆运行速度小于 1.5m/s 时,最小曲线半径不得小于轴距的 7 倍;若运行速度大于 1.5m/s 时,最小曲线半径不得小于轴距的 10 倍;若运行速度大于 3.5m/s 时,最小曲线半径不得小于轴距的 15 倍。

当弯道转角大于 90° 时,最小曲线半径均按大于轴距的 10~15 倍考虑。

应当注意,如为列车运行,则应以机车或矿车的最大轴距来计算最小曲线半径。最小曲线半径按上述原则计算的结果,取以米为单位的整数值。在井底车场线路中曲线半径有 9、12、15、20、25、30、35 及 40m 等。

2. 曲线的轨距加宽

轨距是指直线线路上两条钢轨轨头内缘之间的距离。图 1-11 是车辆在直线和曲线线路上运行状态图。从图中可看出,车辆在直线线路上(I段)运行时,前、后轮缘的方向与线路方向是一致的,车轮的轮缘不挤压钢轨。但当车辆进入曲线线路(II段)运行时,车轮轮缘方向与曲线线路方向不一致了,前轴的外轮就挤到外轨的 B 点,而后轴的内轮就挤到内轨的 C 点。因此,若曲线线路和直线线路的轨距相同,那么车轮轮缘由于挤压钢轨,阻力必然增加,严重时轮缘被钢轨卡死,无法通过。所以,曲线线路的轨距必须适当加宽。

曲线轨距加宽值 ΔS_p 与曲线半径 R 和车辆轴距 S_b 大小有关,一般按下面公式计算:

$$\Delta S_p = 0.18 \frac{S_b^2}{R}, \text{ m} \quad (1-1)$$

式中 S_b ——车辆的轴距, m;

R ——曲线半径, m。

轨距加宽的方法是,外轨不动,将内轨向曲线中心移动 ΔS_p 值(见图 1-12)。轨距加宽是在曲线两端以外的直线段逐渐加宽的,到达直线与曲线相切点时,轨距加宽达到规定的 ΔS_p 值。逐渐加宽或逐渐减小的直线段距离(也称缓和线)为 $d_1 = (100 \sim 300)\Delta S_p$ 。

3. 曲线的外轨抬高

当车辆在曲线轨道上运行时,如果内、外轨仍在同一平面上,由于存在着离心力,作圆周运动的车辆通过车轮轮缘就要向外轨挤压,增加了钢轨磨损和运行阻力,严重时车辆就要向

外翻倒或出轨。因此,为了使车辆在曲线轨道上平稳行驶,必须将外轨抬高一个合适的 Δh 值,使车辆获得作圆周运行所需的向心力,即使车辆在曲线轨道上运行时所产生的离心力与其重力的合力垂直于轨面。外轨抬高的 Δh 值与曲线半径、车辆在曲线上的运行速度以及轨距有关。一般可按下面公式计算:

$$\Delta h = 100 \frac{S_p V^2}{R}, \text{mm} \tag{1-2}$$

式中 S_p —— 轨距, m;
 V —— 车辆过曲线的速度, m/s;
 R —— 曲线半径, m。

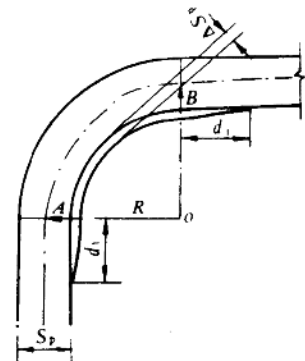
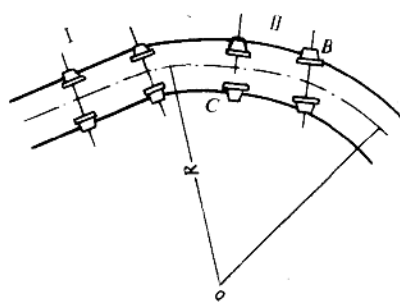


图1-11 车辆在直线和曲线线路上运行状态图 图1-12 曲线段轨距加宽示意图

I—直线段; II—曲线段

外轨抬高的方法是垫厚外轨下面的道碴。外轨抬高也必须从直线段逐渐开始,当到达直线与曲线相切点时,外轨抬高值达到规定的 Δh 值。外轨抬高的渐变段距离 $d_2 = (100 \sim 300) \Delta h$ 。

应当注意,若曲线段外轨抬高所需的渐变段距离 d_2 值与曲线段轨距加宽所需的渐变段距离 d_1 不相等时,应选用两者中的大值为准。

4. 双轨曲线线路轨中心距的加宽

如图1-13所示,当车辆在曲线段运行时,由于车体中心线 A_1A_2 和线路中心线 K_1K_2 不相吻合。车辆外角将外伸 Δ_1 ; 车辆内侧车帮即将内移 Δ_2 。 Δ_1 和 Δ_2 值根据平面几何关系可按下面公式计算:

$$\Delta_1 = \frac{L^2 - S_b^2}{8R}, \text{m} \tag{1-3}$$

$$\Delta_2 = \frac{S_b^2}{8R}, \text{m} \tag{1-4}$$

式中 L —— 车辆长度, m;
 S_b —— 车辆轴距, m;
 R —— 曲线线路半径, m。

一般机车运输时, $\Delta_1 < 200\text{mm}$, $\Delta_2 < 100\text{mm}$ 。沈阳煤矿设计研究院根据井下实测结果 Δ_1 和 Δ_2 值应该取相同值。对电机车运输 $\Delta_1 = \Delta_2 \leq 150\text{mm}$ 。所以在双轨曲线线路中,轨中心距应该加宽值 $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = 300\text{mm}$ 。加宽的方法是移动外侧线路或移动内侧线路均可。加宽范

围也需从直线段开始。其长度,对机车运输取5m;1~3'矿车取2.0~5.0m。

二、窄轨道岔

1. 道岔的构造

矿井窄轨道岔是线路连接系统中的基本元件,它是使车辆由一条线路过渡到另一条线路的装置。

道岔的构造如图1-14所示,它主要由岔尖1、基本轨2、辙岔3、护轮轨4以及转辙器5等部件组成。

岔尖是道岔的最重要的零件,它的作用是引导车辆向主线或岔线运行。要求紧贴基本轨,岔尖高度等于或小于基本轨高度,要具有足够的强度。岔尖的摆动依靠转辙器来完成。

辙岔是道岔的另一个重要零件,其作用是保证车轮轮缘能顺利通过。它是由岔心和翼轨焊接钢板而成,也有用高锰钢整体铸造的。后者稳定性好、强度高、寿命比前者高6~10倍。

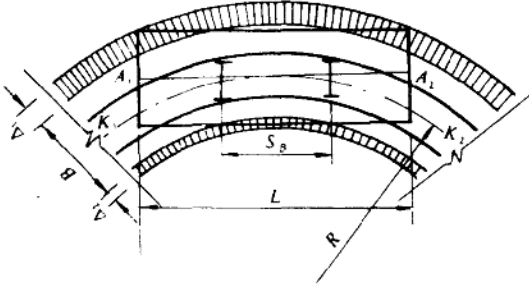


图1-13 曲线段车体的外伸和内移

Δ_1 —车体在曲线段的外伸值; Δ_2 —车体在曲线段的内移值

辙岔岔心角 α (简称辙岔角)是道岔的最重要参数。用它的半角余切的 $\frac{1}{2}$ 表示道岔号码 M ,即:

$$M = \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \tag{1-5}$$

窄轨道岔的号码 M 分为:2、3、4、5和6号五种。按(1-5)式可求得其相应的辙岔角应分别为 $28^{\circ}04'20''$ 、 $18^{\circ}55'30''$ 、 $14^{\circ}15'$ 、 $11^{\circ}25'16''$ 和 $9^{\circ}31'38''$ 。可见, M 越大, α 角越小,道岔曲线半径 R 和曲线长度就愈大,车辆通过时就愈平稳。

护轮轨是防止车辆在辙岔上脱轨而设置的一段内轨。

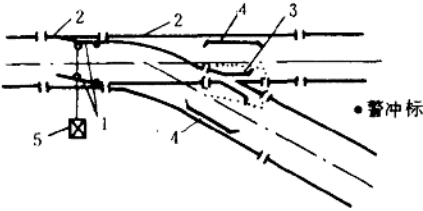


图1-14 窄轨道岔构造图

2. 道岔的类型、系列和型号

道岔的类型按其分岔型式可分成单开道岔、对称道岔和渡线道岔三大类型。分别以拼音字母“DK”、“DC”和“DX”表示。

道岔的每一种类型又按轨距和轨型不同共有五个系列,即615、618、624、918和924。其中第一个数字6或9表示轨距为600mm或900mm;而后两个

数字表示轨型为15kg/m或18kg/m或24kg/m。

道岔的每一个系列按辙岔号码 M 和道岔的曲线半径不同又分成55个型号。如 DK615-4-12, DC618-3-12, DX924-4-1519(左)等。其中两横线间的数字为道岔号码 M ,而最后一组

数字,对单开和对称道岔而言,是表示以米计的道岔的曲线半径;对渡线道岔而言,其前两位数字表示的是以米计的道岔曲线半径,后两位数字则是以分米计的轨道中心距。此外,单开和渡线道岔还有左、右向之分。若是左向道岔,则在型号的最后加注(左),不加注的均表示为右向道岔。

今后随着煤炭工业生产建设发展的需要,尤其是特大型矿井的不断涌现,道岔系列、型号亦将不断增加。

应该指出,在线路设计的平面图中,道岔是用计算简图表示的。即道岔用单实线条表示。虽然单实线不能表示出道岔的结构和道岔内轨道中心线的实际位置,但是它能表明与线路设计有关的道岔参数。如“0”点为辙岔中心的实际位置,辙岔角 α 以及自辙岔中心至道岔起点和终点的距离 a 和 b 等数值均是真实的。所以采用道岔计算简图可以大大简化线路的设计工作。图1-15是窄轨道岔结构与计算简图对照图。

在图1-15的单开道岔和对称道岔的结构图中的警冲标,是表示道岔附近可以安全停车的最近标志点。即只要机车或矿车停在任一条轨道的警冲标之外时,则另一条轨道上的车辆才能安全通过道岔而不会撞车。另外,警冲标也常作为运输线路划分区间的标志。在进行井底车场线路设计时,经常也需要知道道岔终点至警冲标的距离。

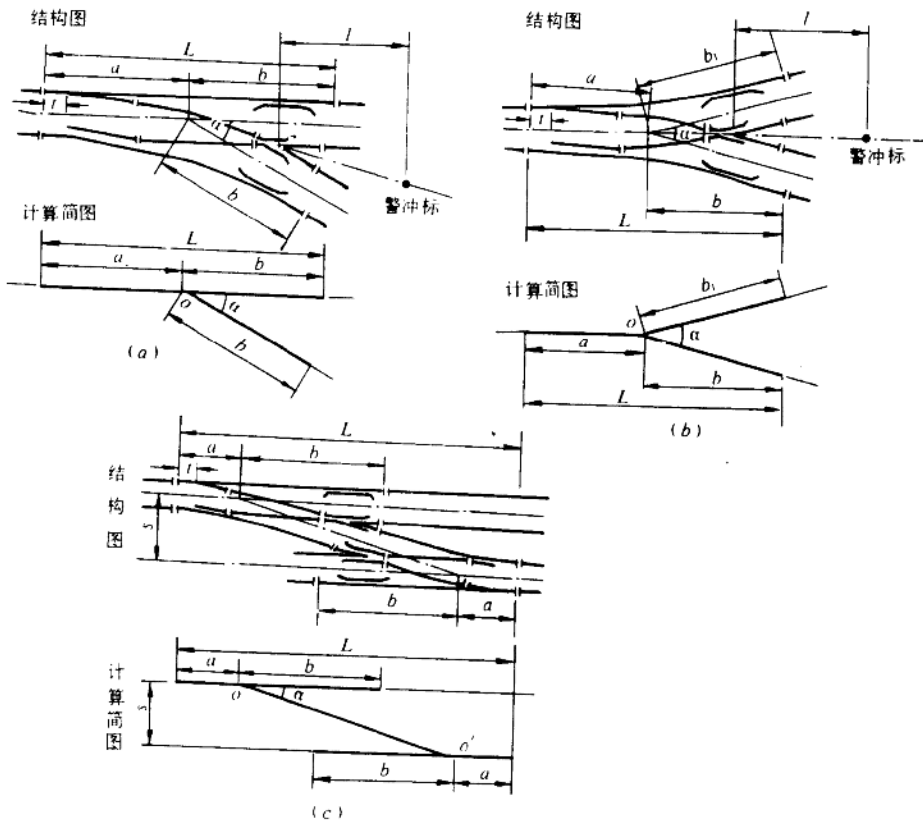


图1-15 道岔的结构与计算简图对照图

a—单开道岔;b—对称道岔;c—渡线道岔

3. 道岔的选择原则

道岔本身质量好坏或道岔型号选择是否合适,对机车运行速度、行车安全和集中控制程度,以及对井底车场运输的通过能力关系很大,一般按以下原则选用:

1) 与基本轨的轨距相适应。如基本轨线路的轨距是600mm,就应选用600mm 轨距的道岔。

2) 与基本轨的轨型相适应。选用与基本轨同级或高一级的道岔型号,但绝不允许采用低一级的道岔。

3) 与行驶车辆的类别相适应。多数标准道岔都允许机车通过。少数标准道岔由于道岔的曲线半径过小($\leq 9m$)、辙岔角过大($\geq 18^\circ 55' 30''$)时,只允许矿车行驶。

4) 与行车速度相适应。多数标准道岔允许车辆通过的速度在1.5~3.5m/s 之间,而少数标准道岔只允许车辆通过的速度在1.5m/s 以下。这条和第3条是一致的。

三、常用的几种线路的连接系统

连接系统的计算是整个线路设计计算的基础。它是井底车场线路平面布置设计中的重要组成部分。线路连接系统其实就是曲线线路和道岔的组合。

1. 曲线的表示方法

在曲线平面图上(图 1-16),曲线是用以下参数表示其特征的:曲线中心 O ;曲线半径 R ;中心角(即转角) δ ;曲线长 $K_c(QZ)$;切线长 T 。

$$\text{曲线长} \quad K_c = \frac{\pi \cdot R \cdot \delta}{180^\circ} \quad (1-6)$$

$$\text{切线长} \quad T = R \cdot \tan \frac{\delta}{2} \quad (1-7)$$

2. 单开道岔非平行线路连接系统计算

1) 特点:用单开道岔和一段曲线线路,把方向不同的(非平行的)两条直线线路连接起来。被连接的两条直线线路不在同一条巷道内,相互成一个角度。

根据前面讲的曲线线路的外轨要抬高,轨距要加宽,而且需有直线段长度为 d_1 或 d_2 的缓和线段。但为了使线路连接紧凑,也可不设。可是由于道岔不能抬高和加宽轨距,故只能在与道岔相连的一段曲线线路内完成。

2) 使用地点:在巷道分岔处应用广泛。

3) 参数计算(图 1-17)

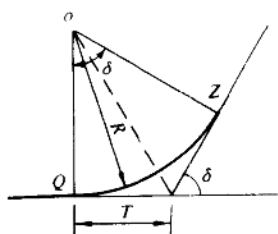


图1-16 曲线的表示方法

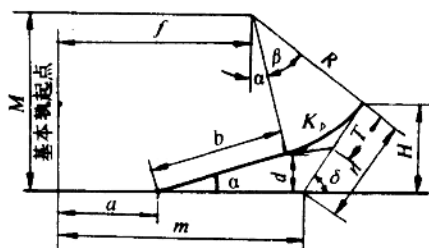


图1-17 单开道岔非平行线路连接系统

已知曲线半径 R , 线路转角 δ , 道岔类型 (a, b, α) , 则连接系统参数为:

$$\text{曲线所对应的角 } \beta = \delta - \alpha \quad (1-8)$$

$$\text{曲线的切线长度 } T \quad T = R \cdot \tan \frac{\beta}{2} \quad (1-9)$$

基本轨起点至两直线相交点距离 m :

$$m = a + (b + T) \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \delta} \quad (1-10)$$

曲线起点至主线垂直距离 d :

$$d = b \cdot \sin \alpha \quad (1-11)$$

曲线的曲率中心至主线垂直距离 M :

$$M = d + R \cdot \cos \alpha \quad (1-12)$$

曲线终点至主线垂直距离 II :

$$II = M - R \cdot \cos \delta \quad (1-13)$$

曲线终点至两直线线路交点距离 n :

$$n = \frac{II}{\sin \delta} \quad (1-14)$$

基本轨起点至曲率中心的垂直距离 f :

$$f = a + b \cdot \cos \alpha - R \cdot \sin \alpha \quad (1-15)$$

上述计算参数中, m 和 n 值表示连接系统的范围, 即是轮廓尺寸。它们是连接系统的主要参数, 是线路设计、绘图需要的数字; δ 、 R 、 T 和 a 、 b 、 α 分别是曲线参数和道岔参数。它们是线路设计计算前和施工时必须首先确定的基础数据; d 、 M 、 II 、 f 值在施工中用处不大, 但它们是方便计算和绘图的“桥梁”数字。

连接系统的参数也可采用简便的作图法求得。

3. 其它常用的几种线路连接系统

单开道岔平行线路连接系统的特点是, 用单开道岔和一段曲线把单轨线路和双轨线路连接起来。在道岔岔线末端与曲线段之间插入一直线段, 作为轨距加宽和外轨抬高的缓和线, 若长度不够, 再占用一段曲线线路。被连接的两条直线线路在同一巷道内。这种连接系统常用于井底车场中材料车线与副井空车线的连接处。

对称道岔线路连接系统的特点是, 在直线段把单轨线路过渡到同一巷道内的双轨线路。它与前述的单开道岔平行线路连接系统不同之点是用对称道岔代替了单开道岔。这种连接系统在井底车场马头门线路中广泛采用。

渡线道岔线路连接系统的特点是, 通过渡线道岔, 将距离较近的两条平行线路连接起来。这种连接系统在井底车场的调车线路中采用。

垂直三角道岔线路连接系统的特点是, 顶部为一对称道岔, 两侧为单开道岔和两条曲线线路将三条不在同一巷道内的非平行线路连接起来, 线路转角 $\delta = 90^\circ$ 。若转角 δ 不等于 90° , 且顶部也可采用对称或单开道岔, 则构成其余三角道岔连接系统。这种连接系统在环形卧式和立式车场中应用广泛。

为了简化线路连接计算, 设计单位已编制了《窄轨道岔线路联接手册》。在线路设计中, 可以根据已知条件, 从该手册中直接查出上述的常用的各种连接系统连接计算中所需的参数值。据此就可以绘出各种连接系统的施工图。若设计中遇到一些复杂的连接系统, 手册中查不到时, 均可根据上述常用的基本线路连接系统的原则, 利用几何、三角关系推算出计算公式, 从而求出绘图所需的各个参数值。