

# 井巷工程

第二分册

平巷

煤炭工业出版社

# 井 巷 工 程

第 二 分 册

平 巷

淮南煤炭学院编

煤 炭 工 业 出 版 社

## 内 容 提 要

《平巷》为井巷工程丛书中的第二分册。本书内容包括巷道断面设计、岩巷掘进、巷道支护、一次成巷的作业方式及施工组织、采区巷道施工、特殊情况下巷道的施工等几个方面。书中对锚杆及喷射混凝土支护的工艺及原理进行了重点阐述,并对国外平巷施工的技术现况作了简要介绍。

本书可供从事矿山井巷施工、设计的技术人员学习参考,也可作为煤矿院校建井专业师生参考用书。

## 井 巷 工 程

### 第 二 分 册

### 平 巷

淮南煤炭学院编

\*

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850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张12<sup>9</sup>/<sub>16</sub> 插页 1

字数333千字 印数1—18,200

1980年7月第1版 1980年7月第1次印刷

书号15035·2244 定价1.60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、淮南煤炭学院等五个院校协作编写《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井工程概预算，由山东矿业学院主编。

这套丛书可供从事井巷施工、设计的工程技术人员阅读，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。但由于编者水平所限，书中的缺点和错误在所难免，请读者批评指正。

《井巷工程》丛书编写组

一九七八年十二月

# 目 录

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 总 述 .....                        | 1   |
| 第一章 巷道断面设计 .....                 | 3   |
| 第一节 巷道断面形状选择 .....               | 3   |
| 第二节 巷道断面尺寸确定 .....               | 6   |
| 第三节 巷道断面内水沟和管线布置 .....           | 36  |
| 第四节 巷道断面设计步骤 .....               | 39  |
| 第二章 岩巷掘进 .....                   | 47  |
| 第一节 钻眼爆破法破碎岩石 .....              | 47  |
| 第二节 装岩与调车 .....                  | 80  |
| 第三章 巷道支护 .....                   | 129 |
| 第一节 概 述 .....                    | 129 |
| 第二节 棚式支架——木支架、金属支架、钢筋混凝土支架 ..... | 133 |
| 第三节 石材支架 .....                   | 145 |
| 第四节 锚杆支架 .....                   | 164 |
| 第五节 喷射混凝土支护 .....                | 199 |
| 第六节 锚喷支护的理论与实践 .....             | 251 |
| 第四章 一次成巷的作业方式及施工组织 .....         | 288 |
| 第一节 一次成巷及其作业方式 .....             | 288 |
| 第二节 实现快速掘进的途径 .....              | 291 |
| 第三节 国外巷道掘进技术简介 .....             | 312 |
| 第五章 采区巷道施工 .....                 | 343 |
| 第一节 采区巷道的掘进顺序及定向方法 .....         | 344 |
| 第二节 煤巷及半煤岩巷道施工 .....             | 351 |
| 第三节 上、下山施工 .....                 | 365 |
| 第六章 特殊情况下巷道的施工 .....             | 374 |
| 第一节 石门揭开有煤和瓦斯突出危险煤层的施工方法 .....   | 374 |
| 第二节 巷道通过断层破碎带的施工方法 .....         | 383 |
| 第三节 巷道掘进的防水措施 .....              | 388 |
| 第四节 曲线段巷道的施工特点 .....             | 393 |

## 总 述

煤炭工业是国民经济的重要部门。高速度发展煤炭工业，必须解决好新井建设、老矿挖潜、小煤矿技术改造和发展机械化等关键问题。而在新井建设中，巷道工程占井巷工程总工程量的80%以上，施工工期一般要超过建井总工期的55%。因此，全面加快巷道施工速度，是缩短新井建设工期的重要手段；在生产矿井中，机采和综采的发展对加快巷道掘进的要求也愈来愈感到迫切。

解放以来，由于大量建设新井和扩建老井，在巷道掘进方面积累了不少成熟的先进经验，并总结成册，在全国推广，如《岩巷掘进十六项经验》、《煤巷掘进十五项经验》等。这些先进经验推广后，煤矿巷道掘进的平均速度开始稳步上升，新纪录不断涌现（见下表）。

| 岩 石 巷 道 |             |               | 半 煤 岩 巷 道 |             |               |
|---------|-------------|---------------|-----------|-------------|---------------|
| 年 月     | 矿 队 名 称     | 掘进速度<br>(米/月) | 年 月       | 矿 队 名 称     | 掘进速度<br>(米/月) |
| 1970.8  | 萍乡青山矿       | 610.1         | 1973.5    | 新邱505队      | 1202.7        |
| 1973.5  | 北票冠山矿4805队  | 712.8         | 1973.5    | 新汶张庄矿掘进5队   | 1438          |
| 1973.10 | 淮北三十处七队     | 747.6         | 1974.5    | 平庄五家矿三井562队 | 1448.5        |
| 1973.11 | 宁夏建井队       | 759.2         | 1974.8    | 新邱505队      | 1790          |
| 1974.5  | 北票冠山矿4214队  | 765.5         | 1975.4    | 平安矿601队     | 2535.4        |
| 1974.3  | 宁夏建井队       | 829.4         | 全 煤 巷 道   |             |               |
| 1974.7  | 阜新新邱矿八一队    | 832.4         | 1973.3    | 肥城陶庄矿青年队    | 1724          |
| 1974.9  | 本溪彩屯矿3172队  | 955.2         | 1973.5    | 西山官地矿23组    | 2154.3        |
| 1975.4  | 抚顺胜利矿开拓115队 | 1037.2        | 1974.8    | 阜新高德矿322队   | 2916.8        |
| 1976.3  | 新晃汞矿        | 1056.8        | 1975.3    | 同上          | 3501          |
| 1977.12 | 邯郸西石门五建井公司  | 1403.6        | 1975.6    | 抚顺老虎台963队   | 3781.7        |

但目前我国巷道平均施工速度还不高，为此，煤炭系统提出在努力实现掘进机械化的同时，巷道施工平均速度要争取达到“一、二、三”（即岩巷100米/月；半煤岩巷200米/月；煤巷300米/月）的水平，并力争“二、三、四”的要求。

当前国内外岩巷掘进，仍以钻眼爆破法破碎岩石作为掘进的主要手段。从全部掘进工序来看，不外两大环节组成，即：破碎工作面的岩石以便达到进尺的目的；然后把已掘出的巷道支护起来，以防止巷道围岩发生破碎、冒落，维护成巷，保证安全生产。由此可见，破碎岩石和防止围岩破碎，是巷道掘进中的主要方面，而其它工序，例如，装运矸石，虽然在一个掘进循环时间中占比重较大，但如果工作面的岩石爆不下来，就谈不上装运岩石；同样，如不能有效地防止围岩破碎，维护已成巷道，也谈不上其他。因此，应不断提高上述两方面为主的施工工艺、施工技术和施工设备。

总的说来，我国在巷道掘进机械化方面，与先进的采煤国家相比，还是相当落后的。根据部里制定的煤炭工业实现采掘机械化的奋斗目标来看，当前我国巷道掘进的主攻方向应是千方百计提高机械化水平，加快巷道掘进的平均速度，提高掘进单进和工效，逐步解决好平、斜、煤和半煤岩巷三条机械化作业线的配套问题，以迅速提高施工速度，加快矿井建设步伐，大力进行老井的技术改造、挖潜，为多出煤、出好煤创造条件。

# 第一章 巷道断面设计

## 第一节 巷道断面形状选择

我国矿山使用的巷道断面形状，按其构成的轮廓可分为折边形和曲边形两类。前者如矩形、梯形、不规则形；后者如三心拱形，半圆拱形、切圆拱形、马蹄形、椭圆形、圆形等几种，如图 1-1 所示。

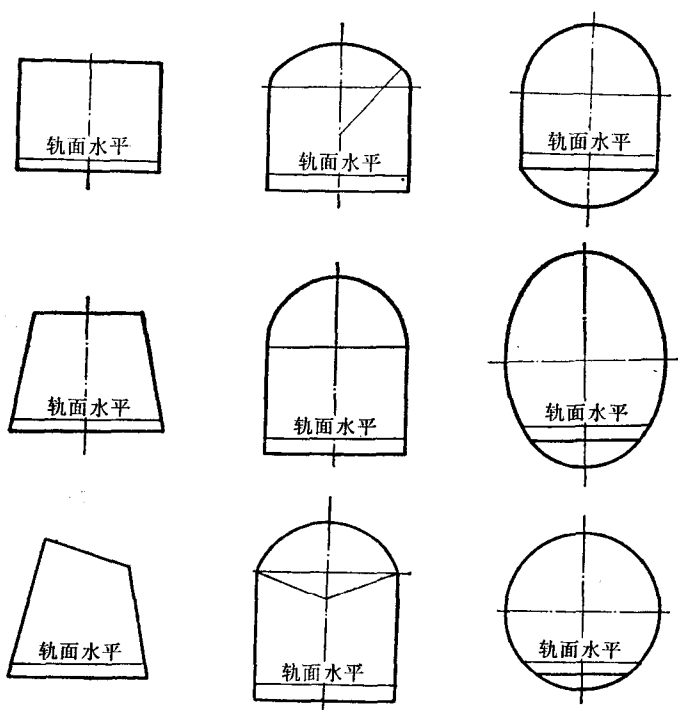


图 1-1 巷道断面形状

由于巷道的服务年限不同，围岩坚固程度有所差异，不同用途和不同条件的巷道，应选用不同的支护方式。支护方式及支护材料选定以后，巷道断面的形状也就大体上确定了。

我国煤矿传统的支护方式有石材支架、木支架、装配式钢筋混凝土支架和金属支架等。六十年代以来，井巷锚杆喷浆、喷射混凝土支护（简称锚喷支护）有了很大的发展，目前这种新的支护方式正在继续大力推广，并在许多工程中取代了旧的传统的支护方式。

过去，服务年限为一、二十年的开拓巷道，如主要石门、主要运输巷、主要回风巷或井底车场内的巷道，多采用整体的料石砌碛或料石墙、混凝土碛的支护方式，全部用混凝土整体浇灌的较少，除非围岩破碎、地压很大，一般不用钢筋混凝土碛。这些砌碛支护的巷道拱部多采用三心拱或半圆拱形。当砌碛巷道的围岩特别松软，片帮、底鼓十分严重时，可采用带反拱的封闭拱形，如圆形、马蹄形或椭圆形断面。

显然，用石材支护的巷道，从施工和受力的角度来分析，以采用拱形断面为有利，把巷道断面设计成平顶是不合理的。但若围岩顶板坚固完整，只用料石砌墙，顶部用钢轨或钢筋混凝土梁支护，巷道断面也可设计成矩形。

服务年限不足10年的采准巷道，过去使用较多的支护方式是装配式钢筋混凝土支架，部分矿区仍采用木材支架，只有少数情况才用砌碛。钢筋混凝土支架构件可在地面预制，质量易保证。架设后能立即承受地压，是一种良好坑木代用支架。以后，我国又制成了预应力钢筋混凝土支架，提高了支架的承载力，减小了支架的体积和重量，节省了原材料消耗。钢筋混凝土支架的巷道断面形状，应用最普遍的是梯形断面。

服务年限只有年余的回采巷道，大多沿着煤层掘进，因受回采工作面推进的动压影响，要求支架有一定的可缩性，而钢筋混凝土支架可缩性小，构件一旦折损即很难修复，且处理也不安全。为此，在回采巷道内仍多使用梯形断面的木材支架，这是由

于木材支架可缩性好，易于维护等优点所致。

60年代初，金属支架在我国有了较快的发展，其中钢轨支架，采用梯形断面，应用在回采巷道内，虽可缩性略差，但可多次回收复用，可节约大量坑木。随着我国钢铁工业的发展，可缩性U形型钢金属支架开始在我国少数矿区试用，取得了一定的成效。这种支架是国外金属支架发展的主要品种之一，因其断面为弧形，受力性能好，且可缩性大小可以控制，故不仅可用在回采巷道，甚至可用在采准巷道或开拓巷道。

从上所述可以看出，支护方式是确定巷道断面形状的主要因素；但在同样支护方式下，围岩的稳定情况，即地压的大小和来压方向，对巷道断面形状也有很大的影响，故必须加以综合考虑。一般说来，在顶压、侧压都不大的情况下，可选用矩形断面；如侧压较大则梯形断面较矩形为好；当巷道服务年限较长，顶压有可能逐渐加大时，将平顶改为拱顶较为有利；侧压很大时，直壁很难抵抗，可筑成曲线形侧壁；若侧压大，且底鼓亦十分严重，就必须采用封闭式断面，如圆形或者椭圆形。

当然，巷道的服务年限、支护方式、地压大小三者是互有关联的，不能孤立地对待。除此之外，还必须考虑因地制宜、就地取材以及经济合理的原则，例如对于某些服务年限很短的巷道，如已确定采用木材支护，尽管某些情况下出现底鼓现象，也只宜采用加底梁的木材支架梯形断面，此时，若使用封闭拱形石材支护，在经济上就不一定合理了；又如在动压巷道中选用U型钢可缩性支架，则必须设计成拱形甚至弧形断面，因为梯形断面金属支架难以获得可缩性。

近年来，我国部分矿山正在试用掘进机组掘进岩巷，由于采用的是全断面回转式破岩机构，因此掘进出的巷道断面为圆形。随着掘进工艺的改进和支护技术的更新，巷道断面形状也会不断发展和变化。

锚喷支护是40年代在世界范围内迅速发展起来的一种新型支护方式。用加固围岩增强其力学性能的积极办法达到支护围岩的

目的,从根本上改变了采用人工结构物来阻止围岩变形支承地压的被动局面。实践表明,锚喷支护技术先进,经济合理、安全可靠,能减轻体力劳动,便于实现机械化。和砌碛相比,施工速度一般可提高2~3倍,成本降低1/3~1/2。它是井巷支护的一项重大改革,是“开发矿业”、大打矿山之仗、加快井巷掘进速度、促进煤炭生产建设发展的一项重要技术措施。为了大力推行锚喷支护、促进锚喷技术的发展,煤炭系统于1974年就曾明文要求“今后新井设计要以锚喷支护作为主要支护形式,大力采用;正在施工的井巷工程,施工单位会同设计部门修改旧的支护形式。生产矿井的开拓掘进部门也应积极规划全面推广”。1976年据全国23个省市统计,在基建井巷掘进总进尺中,已有46%的巷道采用了锚喷支护,为实现快速掘进提供了条件。据1979年初统计,煤矿井巷采用锚喷支护的总长度已达4000余公里,且收到良好的效果。

采用这种支护方式,巷道断面形状的选择,受支护材料的影响较小,但仍以巷道的服务年限和地压大小作为衡量因素。例如服务年限长的岩石巷道,仍以选用拱形断面有利;沿煤层开掘的上下山,可以选用矩形断面;沿缓倾斜煤层开掘的顺槽,为不破坏其顶板的稳定性,应选用不规则形状的断面;对于地压大,围岩松软且底鼓现象严重的巷道,则仍以封闭拱形断面为宜。

## 第二节 巷道断面尺寸确定

### 一、巷道断面尺寸计算公式

我国煤矿系统中,使用最普遍的巷道断面形状,一个是梯形断面(包括木支架、钢筋混凝土支架及钢轨支架);另一个是拱形断面(包括半圆拱形和三心拱形石材支架)。巷道断面尺寸,可参照煤矿设计部门使用的有关计算公式进行计算。

表 1-1 为木支架梯形巷道断面尺寸计算公式。

表 1-2 为钢筋混凝土支架梯形巷道断面尺寸计算公式。

表 1-3 为半圆拱形巷道断面尺寸计算公式。

表 1-4 为三心拱形巷道断面尺寸计算公式。

利用上述计算公式设计巷道断面时，最主要的尺寸是巷道净宽度  $B$ 、梯形巷道净高度  $h_2$ 、拱形巷道的拱高  $h_0$  及壁高  $h_3$ 、支架参数和道床参数等。

## 二、巷道净宽度 $B$ 的确定

拱形巷道的净宽度即指直壁内侧的水平距离。对梯形巷道，当其内设置运输机械或通行矿车或电机车时，则净宽度系指运输设备顶面线处的巷道宽度；当其内不设置也不通行运输设备时，则净宽度系指其净高二分之一处的水平距离。

巷道净宽度，主要取决于运输设备本身的宽度、人行道宽度和相应的安全间隙；无运输设备的巷道可根据通风及行人的要求来确定。

各类常用运输设备的宽度和高度，可按表 1-5 选取。

巷道内人行道的宽度和相应的安全间隙在《煤矿安全规程》内都有明确的规定：

机械运输巷道的一侧，必须留有 0.7 米以上的人行道。另一侧，如果巷道是用木材、钢筋混凝土或金属支架时，不得小于 0.25 米；用砖、石、混凝土砌碹以及锚杆喷浆时，不得小于 0.2 米；如果采用运输机，运输机距支架或碹墙之间的距离不得小于 0.4 米。

人力推车运输巷道的一侧必须留有 0.5 米以上的人行道，另一侧和运输机巷道相同。

在生产矿，正在使用中的巷道里，如果人行道的宽度不合规定时，可在巷道的一侧设置躲避硐，两个躲避硐之间的距离不得超过 25 米，躲避硐宽度不得小于 1.2 米，深度不得小于 0.7 米，高度不得小于 1.8 米。

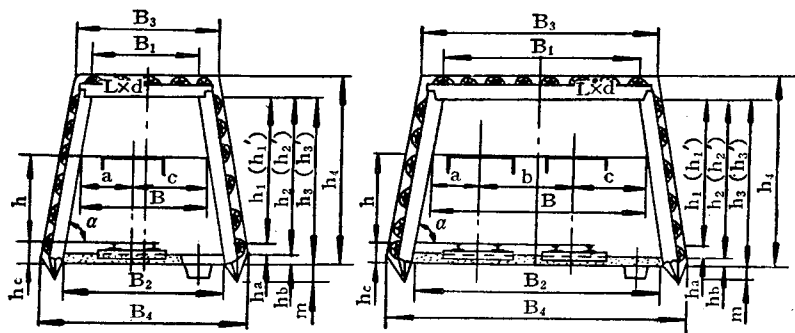
在水平运输巷道中（包括弯道），两条平行轨道中心线距离，必须使两个对开列车最突出部分之间的间隙在任何条件下不小于 0.2 米。

在双轨巷道的采区装载点、矿车摘挂钩处，两个列车车体最

表 1-1 木 支 架 梯 形 巷 道

| 项 目            | 单位                | 计 算 公 式                                                      |
|----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|
| 从轨面起电机车(矿车)的高度 | 毫米                | $h$                                                          |
| 从轨面起巷道沉实后的净高度  | 毫米                | $h_1$                                                        |
| 从轨面起巷道沉实前的净高度  | 毫米                | $h'_1 = h_1 + 100$                                           |
| 从道渣面起巷道沉实后的净高度 | 毫米                | $h_2 = h_1 + h_a$                                            |
| 从道渣面起巷道沉实前的净高度 | 毫米                | $h'_2 = h_2 + 100$                                           |
| 从底板起巷道沉实后的净高度  | 毫米                | $h_3 = h_2 + h_b$                                            |
| 从底板起巷道沉实前的净高度  | 毫米                | $h'_3 = h_3 + 100$                                           |
| 从底板起巷道的掘进高度    | 毫米                | $h_4 = h'_3 + d + h_n$                                       |
| 棚腿的倾斜角         | 度                 | $\alpha = 80^\circ$                                          |
| 棚腿的斜长          | 毫米                | $L_1 = \frac{h_3 + m + d/2}{\sin \alpha} + \Delta$           |
| 巷道的净宽度         | 毫米                | 单轨 $B = a + c$ 双轨 $B = a + b + c$                            |
| 巷道顶梁处的净宽度      | 毫米                | $B_1 = B - 2(h_1 - h) \operatorname{ctg} \alpha$             |
| 巷道路渣面处的净宽度     | 毫米                | $B_2 = B + 2(h + h_a) \operatorname{ctg} \alpha$             |
| 顶梁长度           | 毫米                | $L = B_1 + 2d + \Delta$                                      |
| 巷道顶部的掘进宽度      | 毫米                | $B_3 = L + 2h_n$                                             |
| 巷道底板处的掘进宽度     | 毫米                | $B_4 = B + 2(h + h_c) \operatorname{ctg} \alpha + 2d + 2h_n$ |
| 净断面积           | 米 <sup>2</sup>    | $S = \frac{B_1 + B_2}{2} \cdot h_2$                          |
| 掘进断面积          | 米 <sup>2</sup>    | $S_2 = \frac{B_3 + B_4}{2} \cdot h_4$                        |
| 净周长            | 米                 | $P = B_1 + B_2 + 2 \cdot \frac{h_2}{\sin \alpha}$            |
| 每米巷道背板材料消耗量    | 米 <sup>2</sup>    | $V_2 = 0.025(L + \frac{2\pi h_2}{\sin \alpha})$              |
| 巷道允许通过的风量      | 米 <sup>3</sup> /秒 | $Q \leq Sv_m$                                                |

## 断面尺寸计算公式



单轨巷道断面尺寸

双轨巷道断面尺寸

附注:

1. 在计算巷道的各种高度及断面面积时, 净尺寸按沉实后计算, 掘进尺寸按沉实前计算。
2. 式中代号含义除已注明者外, 其余分列如下:
  - $\Delta$ ——为达到坑木标准长度时的附加长度;
  - $v_m$ ——巷道允许通过的最高风速, 米/秒;
  - $m$ ——棚腿插入底板的深度, 一般采用250毫米;
  - $d$ ——坑木直径 (习惯上以厘米为单位);
  - $h_n$ ——背板厚度, 半圆木厚0~50毫米, 平均25毫米;
  - $\alpha$ ——背板密度系数,  $f < 3$ 时  $\alpha = 1$ ,  $f = 4 \sim 6$ 时  $\alpha = 0.5$ ,  $f \geq 8$ 时  $\alpha = 0$ 。
3. 坑木长度以米为单位, 并取小数一位数, 只进不舍。

表 1-2 钢筋混凝土支架梯形

| 项 目            | 单位                | 计 算 公 式                                                        |
|----------------|-------------------|----------------------------------------------------------------|
| 从轨面起电机车(矿车)的高度 | 毫米                | $h$                                                            |
| 从轨面起巷道的净高度     | 毫米                | $h_1$                                                          |
| 从道渣面起巷道的净高度    | 毫米                | $h_2 = h_1 + h_a$                                              |
| 从底板起巷道的净高度     | 毫米                | $h_3 = h_2 + h_b$                                              |
| 从底板起巷道的设计掘进高度  | 毫米                | $h_4 = h_3 + h_a + h_n$                                        |
| 从底板起巷道的计算掘进高度  | 毫米                | $h'_4 = h_4 + 50$                                              |
| 棚腿的倾斜角         | 度                 | $\alpha = 80^\circ$                                            |
| 棚腿的斜长          | 毫米                | $L_1 = \frac{h_1 + m}{\sin \alpha} + \Delta$                   |
| 巷道的净宽度         | 毫米                | 单轨 $B = a + c$ 双轨 $B = a + b + c$                              |
| 巷道顶梁处的净宽度      | 毫米                | $B_1 = B - 2(h_1 - h) \operatorname{ctg} \alpha$               |
| 巷道道渣面处的净宽度     | 毫米                | $B_2 = B + 2(h + h_a) \operatorname{ctg} \alpha$               |
| 顶梁长度           | 毫米                | $L = B_1 + 2h_a + \Delta$                                      |
| 巷道顶部的设计掘进宽度    | 毫米                | $B_3 = L + 2h_n$                                               |
| 巷道顶部的计算掘进宽度    | 毫米                | $B'_3 = B_3 + 100$                                             |
| 巷道底部的设计掘进宽度    | 毫米                | $B_4 = B + 2(h + h_a) \operatorname{ctg} \alpha + 2h_a + 2h_n$ |
| 巷道底部的计算掘进宽度    | 毫米                | $B'_4 = B_4 + 100$                                             |
| 净断面积           | 米 <sup>2</sup>    | $S = \frac{B_1 + B_2}{2} \cdot h_2$                            |
| 掘进断面积          | 米 <sup>2</sup>    | $S_2 = \frac{B'_3 + B'_4}{2} \cdot h'_4$                       |
| 净周长            | 米                 | $P = B_1 + B_2 + \frac{2h_2}{\sin \alpha}$                     |
| 每米巷道的背板块数      | 块                 | $N = \frac{L}{b_n} + \frac{2h_2 x}{b_n \sin \alpha}$           |
| 巷道允许通过的风量      | 米 <sup>3</sup> /秒 | $Q \leq S v_m$                                                 |



表 1-3 半 圆 拱 形 巷 道

| 项 目                | 单位                | 计 算 公 式                           |                                           |
|--------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
|                    |                   | 拱 壁 等 厚                           | 拱 壁 不 等 厚                                 |
| 从轨面起电机<br>车(矿车)的高度 | 毫米                | $h$                               | $h$                                       |
| 从轨面起巷道<br>的壁高      | 毫米                | $h_1$                             | $h_1$                                     |
| 从道渣面起巷<br>道的壁高     | 毫米                | $h_2 = h_1 + h_a$                 | $h_2 = h_1 + h_a$                         |
| 从底板起巷道<br>壁高       | 毫米                | $h_3 = h_2 + h_b$                 | $h_3 = h_2 + h_b$                         |
| 拱高                 | 毫米                | $h_0 = 1/2B$                      | $h_0 = 1/2B$                              |
| 巷道的设计掘<br>进高度      | 毫米                | $H_1 = h_3 + h_0 + d_0$           | $H_1 = h_3 + h_0 + d_0$                   |
| 巷道的计算掘<br>进高度      | 毫米                | $H_2 = H_1 + \delta$              | $H_2 = H_1 + \delta$                      |
| 巷道的净宽度             | 毫米                | 单轨 $B = a + c$ 双轨 $B = a + b + c$ | 单轨 $B = a + c$ 双轨 $B = a + b + c$         |
| 巷道的设计掘<br>进宽度      | 毫米                | $B_1 = B + 2T$                    | $B_1 = B + 2T$                            |
| 巷道的计算掘<br>进宽度      | 毫米                | $B_2 = B_1 + 2\delta$             | $B_2 = B_1 + 2\delta$                     |
| 净断面面积              | 米 <sup>2</sup>    | $S = B(0.39B + h_2)$              | $S = B(0.39B + h_2)$                      |
| 掘进断面面积             | 米 <sup>2</sup>    | $S_2 = B_2(0.39B_2 + h_3)$        | $S = B_2(0.39(B + 2d_0 + 2\delta) + h_3)$ |
| 净周长                | 米                 | $P = 2.57B + 2h_2$                | $P = 2.57B + 2h_2$                        |
| 巷道允许通过<br>风量       | 米 <sup>3</sup> /秒 | $Q \leq Sv_m$                     | $Q = Sv_m$                                |

每米半圆拱形巷道掘砌工程量计算公式

| 项 目               | 单位             | 计 算 公 式                                                              |                                                                      |
|-------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                   |                | 拱 壁 等 厚                                                              | 拱 壁 不 等 厚                                                            |
| 砌拱所需材料            | 米 <sup>3</sup> | $V_1 = 1.57(B+T)T$                                                   | $V_1 = 0.78(B_1d_0 + BT)$                                            |
| 砌壁所需材料            | 米 <sup>3</sup> | $V_2 = 2h_3T$                                                        | $V_2 = 2h_3T$                                                        |
| 基础所需材料            | 米 <sup>3</sup> | $V_3 = (m_1 + m_2)T + m_1e$                                          | $V_3 = (m_1 + m_2)T + m_1e$                                          |
| 充填所需材料            | 米 <sup>3</sup> | $V_4 = 1.57B_2\delta + 2h_3\delta + V_4'''$                          | $V_4 = 1.57B_2\delta + 2h_3\delta + V_4'''$                          |
| 充填基础所需<br>材料(有水沟) | 米 <sup>3</sup> | $V_4''' = (m_1 + 2m_2 + 2T + 3\delta + e)\delta$                     | $V_4''' = (m_1 + 2m_2 + 2T + 3\delta + e)\delta$                     |
| 充填基础所需<br>材料(无水沟) | 米 <sup>3</sup> | $V_4''' = 2(m_1 + m_2 + T + 2\delta)\delta$                          | $V_4''' = 2(m_1 + m_2 + T + 2\delta)\delta$                          |
| 基础掘进体积<br>(有水沟)   | 米 <sup>3</sup> | $V_0 = (m_1 + \delta)(T + \delta + e) + (m_2 + \delta)(T + 2\delta)$ | $V_0 = (m_1 + \delta)(T + \delta + e) + (m_2 + \delta)(T + 2\delta)$ |
| 基础掘进体积<br>(无水沟)   | 米 <sup>3</sup> | $V_0 = (m_1 + m_2 + 2\delta)(T + 2\delta)$                           | $V_0 = (m_1 + m_2 + 2\delta)(T + 2\delta)$                           |
| 巷道掘进体积            | 米 <sup>3</sup> | $V = S_2 + V_0$                                                      | $V = S_2 + V_0$                                                      |
| 巷道粉刷面积            | 米 <sup>2</sup> | $S_n = 1.57B + 2h_2$                                                 | $S_n = 1.57B + 2h_2$                                                 |