



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103603676 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 26

(21) 申请号 201310594044. 7

(22) 申请日 2013. 11. 21

(71) 申请人 长沙矿山研究院有限责任公司

地址 410012 湖南省长沙市麓山南路 343 号

申请人 四川会理铅锌股份有限公司

(72) 发明人 尹贤刚 陈华强 李庶林 刘韬

赖伟 杨春林 彭亮 谌立勇

肖木恩 杨应江 张大伟

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 吴贵明

(51) Int. Cl.

E21D 11/00 (2006. 01)

E21D 11/10 (2006. 01)

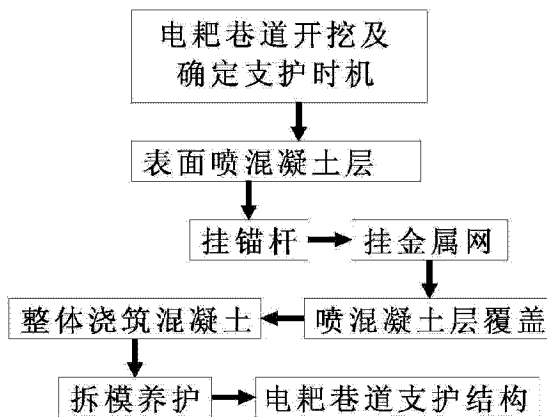
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

一种电耙巷道支护方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电耙巷道支护方法,包括以下步骤:电耙巷道光面爆破掘进;确定支护时机;在电耙巷道表面喷混凝土层;在喷混凝土层的部位挂锚杆,挂金属网;再次喷混凝土层覆盖锚杆和金属网;上述工作完成后进行整体浇筑混凝土;待拆模养护后,形成电耙巷道联合支护结构。本电耙巷道支护方法解决受多次爆破振动及放矿动压影响的节理化软岩电耙道的支护难题,根据电耙巷道的功能特性,采用分期联合支护技术,首先形成初期喷锚网支护结构,最终形成喷锚网和钢筋混凝土相结合的联合支护结构,以控制围岩应力和位移发展,保证电耙道的稳定性,确保放矿生产工作的顺利进行。



1. 一种电耙巷道支护方法,其特征在于,包括以下步骤:

- a、电耙巷道开挖和确定支护时机;
- b、在电耙巷道表面喷混凝土层;
- c、在喷混凝土层的部位挂锚杆,挂金属网;
- d、再次喷混凝土层覆盖所述锚杆和所述金属网;
- e、上述工作完成后进行整体浇筑混凝土;
- f、待拆模养护后,形成电耙巷道支护结构。

2. 根据权利要求1所述的电耙巷道支护方法,其特征在于,步骤a所述的电耙巷道断面形状为半圆拱;采用光面爆破技术掘进。

3. 根据权利要求1所述的电耙巷道支护方法,其特征在于,步骤a所述的确定支护时机,

依据节理化破碎软岩电耙巷道结构及功能特性决定,岩体被节理切割程度高、破碎甚至呈松散体,电耙巷道开挖程度高,电耙底部结构总体高度小,电耙巷道支护需经受多次落矿大爆破的冲击损伤和放矿动载荷影响,将电耙巷道的支护分为初期支护和终期支护。

4. 根据权利要求3所述的电耙巷道支护方法,其特征在于,电耙巷道支护的初期和终期均具有一定的支护强度,

初期采用锚喷网进行支护,

控制围岩的位移、冒落和应力发展,提高围岩的整体性和围岩自身承载能力,

同时初期支护结构具有一定柔性,能吸收一部分岩体应变能,防止支护结构刚度过大而破损。

5. 根据权利要求4所述的电耙巷道支护方法,其特征在于,所述步骤a、b、c、d、e采用分期联合支护技术,

首先顺序实施所述步骤a、b、c、d,形成初期喷锚网支护结构;

为了降低爆破对电耙巷道稳定性的影响,落矿大爆破采用多分层多分段爆破,降低一次爆破量;

终期浇筑混凝土支护选在大爆破后或者最后分层爆破前,为电耙巷道终期支护的最佳时机;

依据确定的最佳支护时机实施所述步骤e,最终形成喷锚网和钢筋混凝土相结合的联合支护结构。

6. 根据权利要求5所述的电耙巷道支护方法,其特征在于,步骤b所述的混凝土层的喷层厚度为1cm-5cm。

7. 根据权利要求5所述的电耙巷道支护方法,其特征在于,步骤c中的所述锚杆采用全长锚固的管缝式锚杆,

所述锚杆杆径为35mm-55mm,

所述锚杆长度为1.5m-2.5m;

所述金属网采用直径为5mm-8mm的低碳钢丝编织而成,

网格内径为20cm-35cm。

8. 根据权利要求7所述的电耙巷道支护方法,其特征在于,

所述锚杆沿电耙巷道的顶、边帮和 / 或底角按放射状布置，  
纵向间距和 / 或横向间距为 50cm-80cm，  
每排所述锚杆布设 5 根 -15 根。

9. 根据权利要求 8 所述的电耙巷道支护方法，其特征在于，  
在所述步骤 c 实施前，加入步骤 b'，

对于锚杆安装位进行预处理，打入所述锚杆前，预先在电耙巷道壁体钻孔，  
所述钻孔孔径小于所述锚杆外直径，  
所述锚杆用压力和 / 或冲击力打入孔内，  
安装后的所述锚杆在 10 天以后的拉拔力至少为 10KN。

10. 根据权利要求 7 所述的电耙巷道支护方法，其特征在于，在所述锚杆外端部垫加托  
盘。

11. 根据权利要求 5 所述的电耙巷道支护方法，其特征在于，步骤 d 中所述喷混凝土层  
的覆盖厚度为 2cm-5cm，根据支护要求，多次喷射混凝土层增大喷射混凝土层的厚度，提高  
初期支护的强度、刚度。

12. 根据权利要求 5 所述的电耙巷道支护方法，其特征在于，

所述步骤 d 中，遇电耙巷道岩体破碎率高或者在松散体内进行掘进，需要采用短掘短  
支或者超前支护，

超前支护采用钢轨将一头削尖，另一头采用气腿式凿岩机进行顶推，顶推时关闭转动  
功能；

掘进成巷后立即进行支护作业，支护将钢轨一并浇灌在支护内，增加支护的刚度。

13. 根据权利要求 5 所述的电耙巷道支护方法，其特征在于，在步骤 e 整体浇筑混凝土  
的同时接顶，步骤 e 中浇筑混凝土的最终断面形状为半圆拱。

## 一种电耙巷道支护方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及矿山开采技术领域,特别地,涉及一种电耙巷道支护方法。

### 背景技术

[0002] 电耙巷道底部结构作为放矿工程的咽喉工程,具有开挖程度高,服务时间长,需经受多次大爆破的影响,根据一次落矿量的多少,同段爆破炸药量多可达1~3t以上,爆破对巷道支护影响巨大等特点。节理化破碎软岩电耙底部结构支护技术,主要包括井巷工程的掘进过程中的支护、成巷后电耙巷道的支护、斗穿的支护、斗井支护和楣线保护支护。一般针对软岩岩体的支护,主张采用“先让后支,让支结合”的方式进行支护,但是节理化软岩,节理裂隙发育,岩体强度较低,甚至成松散体状,岩石的强度较大,在围压解除前,岩石储存的弹性应变能较小,岩体被节理裂隙切割,整体性差,如果变形量过大则将直接发生冒落,掘进难度大,支护难度更大。

[0003] 现有支护技术与支护时机密切相关,节理化破碎软岩,由于岩体结构的多样性,支护时机难于掌握。现有支护技术采用单独一种支护形式很难凑效,特别是电耙巷道底部结构,巷道的开挖程度高,底部结构高度小(高度加大,底柱矿石量增大,损失率大),一般为6~10m左右,电耙巷道高2~3m左右,如发生大变形,将直接冒至底部结构之上,严重影响底部结构的稳定性,所以电耙底部结构的支护有其特殊性,特别是节理化破碎软岩电耙巷道的支护难度更大。现有的支护形式不能抵抗频繁的二次破碎爆破的损伤。

[0004] 支护失效,电耙巷道垮塌,斗穿,斗井破坏将直接影响整个采矿工艺过程的顺利实现,影响采场放矿效率,放矿质量,增大损失贫化率,造成重大经济损失,甚至导致人员伤亡。支护失效后,一般采用降低水平重新掘进电耙巷道或对原电耙巷道进行扩帮升棚修复,重新掘进由于降低了底部结构水平高度,溜井长度变短,放矿工作更加复杂,管理难度大;修复难度大,修复成本高,效率低,安全性差,并且修复后的电耙巷道质量难于保证;因为重复修复工作量巨大,造成采场工期延长,影响矿山计划工期,延长矿石存笼期,影响后续生产环节,在经济上造成巨大损失。

[0005] 电耙底部结构,由于施工成本低,电耙出矿成本低,设备投入少,投资小等优点,是中小矿山最常用的底部结构之一,所以研究电耙巷道的支护方法具有重大意义。

[0006] 因此,研究一种新型的电耙巷道支护方法已为亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0007] 本发明目的在于提供一种电耙巷道支护方法,以解决掘进难度大,支护难度大的技术问题。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0009] 一种电耙巷道支护方法,包括以下步骤:a、电耙巷道开挖和确定支护时机;b、在电耙巷道表面喷混凝土层;c、在喷混凝土层的部位挂锚杆,挂金属网;d、再次喷混凝土层覆盖所述锚杆和所述金属网;e、上述工作完成后进行整体浇筑混凝土;f、待拆模养护后,

形成电耙巷道支护结构。

[0010] 进一步地,步骤 a 所述的电耙巷道断面形状为半圆拱;采用光面爆破技术掘进。

[0011] 进一步地,步骤 a 所述的确定支护时机,依据节理化破碎软岩电耙巷道结构及功能特性决定,岩体被节理切割程度高、破碎甚至呈松散体,电耙巷道开挖程度高,电耙底部结构总体高度小,电耙巷道支护需经受多次落矿大爆破的冲击损伤和放矿动载荷影响,将电耙巷道的支护分为初期支护和终期支护。

[0012] 进一步地,电耙巷道支护的初期和终期均具有一定的支护强度,初期采用锚喷网进行支护,控制围岩的位移、冒落和应力发展,提高围岩的整体性和围岩自身承载能力,同时初期支护结构具有一定柔性,能吸收一部分岩体应变能,防止支护结构刚度过大而破损。

[0013] 进一步地,步骤 a、b、c、d、e 采用分期联合支护技术,首先顺序实施步骤 a、b、c、d,形成初期喷锚网支护结构;为了降低爆破对电耙巷道稳定性的影响,落矿大爆破采用多分层多分段爆破,降低一次爆破量;终期浇筑混凝土支护选在大爆破后或者最后分层爆破前,为电耙巷道终期支护的最佳时机;依据确定的最佳支护时机实施步骤 e,最终形成喷锚网和钢筋混凝土相结合的联合支护结构。

[0014] 进一步地,步骤 b 所述的混凝土层的喷层厚度为 1cm-5cm。

[0015] 进一步地,步骤 c 中的所述锚杆采用全长锚固的管缝式锚杆,所述锚杆杆径为 35mm-55mm,所述锚杆长度为 1.5m-2.5m;所述金属网采用直径为 5mm-8mm 的低碳钢丝编织而成,网格内径为 20cm-35cm。

[0016] 进一步地,所述锚杆沿电耙巷道的顶、边帮和 / 或底角按放射状布置,纵向间距和 / 或横向间距为 50cm-80cm,每排所述锚杆布设 5 根-15 根。

[0017] 进一步地,在所述步骤 c 实施前,加入步骤 b',对于锚杆安装位进行预处理,打入所述锚杆前,预先在电耙巷道壁体钻孔,所述钻孔孔径小于所述锚杆外直径,所述锚杆用压力和 / 或冲击力打入孔内,安装后的所述锚杆在 10 天以后的拉拔力至少为 10KN。

[0018] 进一步地,在所述锚杆外端部垫加托盘。

[0019] 步骤 d 中所述喷混凝土层的覆盖厚度为 2cm-5cm,根据支护要求,多次喷射混凝土层增大喷射混凝土层的厚度,提高初期支护的强度、刚度。

[0020] 步骤 d 中,遇电耙巷道岩体破碎率高或者在松散体内进行掘进,需要采用短掘短支或者超前支护,超前支护采用钢轨将一头削尖,另一头采用气腿式凿岩机进行顶推,顶推时关闭转动功能;掘进成巷后立即进行支护作业,支护将钢轨一并浇灌在支护内,增加支护的刚度。

[0021] 在步骤 e 整体浇筑混凝土的同时接顶,步骤 e 中浇筑混凝土的最终断面形状为半圆拱。

[0022] 本发明具有以下有益效果:

[0023] 本电耙巷道支护方法解决受多次爆破振动及放矿动压影响的节理化软岩电耙道的支护难题,采用锚喷网进行初期支护,并多次喷射加大混凝土厚度,为初期支护结构提供足够的强度、刚度,控制开挖后初期围岩的变形,防止围岩冒落;同时支护结构具有一定的柔性,能吸收一部分岩体应变能,防止支护结构刚度过大而破坏;喷锚网具有控制围岩局部冒落的作用,提高围岩的整体性和围岩自身承载能力,从整体上降低二次支护成本。根据电耙巷道的功能特性,采用分期联合支护技术,首先形成初期喷锚网支护结构,最终形成喷锚

网和钢筋混凝土相结合的联合支护结构,以控制围岩应力和位移发展,保证电耙道的稳定性,确保放矿生产工作的顺利进行。

[0024] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照图,对本发明作进一步详细的说明。

### 附图说明

[0025] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0026] 图 1 是本发明优选实施例的电耙巷道支护方法的流程框图;

[0027] 图 2 是本发明优选实施例的电耙巷道支护的结构示意图。

### 具体实施方式

[0028] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0029] 图 1 是本发明优选实施例的电耙巷道支护方法的流程框图;图 2 是本发明优选实施例的电耙巷道支护的结构示意图。

[0030] 如图 1 和图 2 所示,本实施例的电耙巷道支护方法,包括以下步骤:a、电耙巷道开挖和确定支护时机;b、在电耙巷道表面喷混凝土层;c、在喷混凝土层的部位挂锚杆,挂金属网;d、再次喷混凝土层覆盖锚杆和金属网;e、上述工作完成后进行整体浇筑混凝土;f、待拆模养护后,形成电耙巷道支护结构。本电耙巷道支护方法解决节理化破碎软岩支护的难题,从巷道的断面选型,到电耙巷道的掘进、支护形成了一套完整的节理化破碎软岩支护体系。本电耙巷道支护方法解决受多次爆破振动及放矿动压影响的节理化软岩电耙道的支护难题,电耙巷道开挖采用光面爆破技术从而减少对围岩破坏,后采用锚喷网进行初期支护,并多次喷射加大混凝土厚度,为初期支护结构提供足够的强度、刚度,控制开挖后初期围岩的变形,防止围岩冒落;同时支护结构具有一定的柔性,能吸收一部分岩体应变能,防止支护结构刚度过大而破坏;喷锚网具有控制围岩局部冒落的作用,提高围岩的整体性和围岩自身承载能力,从整体上降低二次支护成本。为减少爆破冲击和放矿动载荷的影响,终期钢筋混凝土整体浇注支护结构采用半圆拱,可以减小拱顶受力面积,更有利于电耙道上部压力向边墙传递,保证钢筋混凝土整体浇注支护结构的稳固性。根据电耙巷道的功能特性,采用分期联合支护技术,首先形成初期喷锚网支护结构,最终形成喷锚网和钢筋混凝土相结合的联合支护结构,以控制围岩应力和位移发展,保证电耙道的稳定性,确保放矿生产工作的顺利进行。

[0031] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,步骤 a 的电耙巷道采用光面爆破形成断面。采用光面爆破技术,降低爆破对围岩的损伤,提高围岩自身的承载能力。电耙巷道断面形状为半圆拱,可以减小拱顶受力面积,更有利于电耙道上部压力向边墙传递,提高电耙巷道自身的承载结构性能。

[0032] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,步骤 a 的确定支护时机,依据选择的最佳电耙巷道端面形状选择支护时机,根据节理化破碎软岩电耙巷道结构及功能效应,电耙巷道需经受受多次爆破振动及放矿动压影响。实施例采用分期联合支护技术控制围岩的应力和位移

发展,形成初期锚喷网,后期钢筋混凝土的联合支护模式。为了降低爆破冲击对电耙巷道稳定性的影响,落矿大爆破采用多分层多分段爆破,降低一次爆破量。终期浇筑混凝土支护应尽量选在大爆破后或者最后分层爆破前,为电耙巷道终期支护的最佳时机。

[0033] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,电耙巷道支护的初期和终期均应具有一定的支护强度,初期采用锚喷网进行支护,控制围岩的位移和冒落。对于节理化破碎软岩,初期支护具有一定的强度有利于控制围岩的位移和应力发展,避免发生大位移而影响围岩自身的整体性和电耙底部结构的稳定性,从而降低终期支护难度,保证支护的有效性。

[0034] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,步骤 b 的混凝土层的喷层厚度为 1cm-5cm。这里的喷射混凝土主要起到充填裂隙、隔离空气和水对围岩的影响的作用,防止岩石风化和潮解,并提供初期的支撑力,防止围岩开挖后即发生冒落。

[0035] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,步骤 c 中的锚杆采用全长锚固的管缝式锚杆,锚杆杆径为 35mm-55mm,锚杆长度为 1.5m-2.5m;金属网采用直径为 5mm-8mm 的低碳钢丝编织而成,网格内径为 20cm-35cm。其中,锚网主要作用为防止节理化岩体产生局部冒落,影响巷道整体的支撑性能和底部结构的稳定性。管缝式锚杆随着围岩变形的挤压作用,锚固力增大,支护性能更好,利用锚杆的组合作用增强破碎的围岩的整体性。锚喷网组成电耙巷道初期支护措施,利用锚喷网的联合支护作用,结合不同支护方式的优势,控制应力和位移发展,避免发生大位移,影响电耙底部结构的整体性能。

[0036] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,锚杆沿电耙巷道的顶、边帮和 / 或底角按放射状布置,纵向间距和 / 或横向间距为 50cm-80cm,每排锚杆布设 5 根-15 根。

[0037] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,在步骤 c 实施前,加入步骤 b',对于锚杆安装位进行预处理,打入锚杆前,预先在电耙巷道壁体钻孔,钻孔孔径小于锚杆外直径,锚杆用压力和 / 或冲击力打入孔内,安装后的锚杆在 10 天以后的拉拔力至少为 10KN。

[0038] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,在锚杆外端部垫加托盘。托盘为钢板。

[0039] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,步骤 d 中再次喷混凝土层的覆盖厚度为 2cm-5cm。与第一次喷射混凝土共同构成初期支护的喷射混凝土层,厚度合计 3 ~ 10cm,喷射混凝土具有一定的强度,经过多次加大喷射混凝土层的厚度,能够有效提高初期支撑力,控制节理化破碎围岩的位移和应力的发展。

[0040] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,步骤 b 中,遇电耙巷道壁体破碎率高,需要采用短掘短支。具有防止松散体冒落范围扩大,有利于巷道施工安全和控制巷道断面的成型质量。

[0041] 如图 1 和图 2 所示,本实施例中,步骤 d 中,遇电耙巷道岩体破碎率高或者在松散体内进行掘进,需要采用短掘短支或者超前支护的情况下,超前支护采用钢轨将一头削尖,另一头采用气腿式凿岩机进行顶推,顶推时关闭转动功能;掘进成巷后立即进行支护作业,支护将钢轨一并浇灌在支护内,增加支护的刚度。

[0042] 如图 2 所示,本实施例中,在步骤 e 整体浇筑混凝土的同时接顶,浇筑混凝土断面为半圆拱。浇筑接顶质量直接影响到支护质量,有利于分散、传递岩体应力,避免应力集中。半圆拱拱形可以减小拱顶应力集中区,更有利于电耙道上部压力向边墙传递,提高电耙巷道自身的承载结构性能。

[0043] 实施时,电耙巷道底部结构作为放矿工程的咽喉工程,具有开挖程度高,服务时间长等特点。节理化破碎软岩电耙底部结构支护技术,主要包括井巷工程的掘进过程中的支

护、成巷后电耙巷道的支护、斗穿的支护、斗井支护和楣线保护支护；节理化软岩，节理裂隙发育，岩体强度较低，岩体甚至成松散体状，岩石的强度较大，在围压解除前，岩石的储存的弹性应变能较小，如果变形量过大则将发生冒落，掘进难度大，支护难度更大。本电耙巷道支护方法，能够解决节理化软岩支护的难题，能够控制开挖后初期围岩的变形，提高围岩的整体性能和围岩自身的承载能力，从而降低二次支护的强度，从整体上降低支护成本。通过采用型钢楣线能够降低二次爆破的冲击影响。斗井内壁采用锚杆网支护，控制岩体的位移，提高电耙巷道的整体性和稳定性。电耙巷道形成初期喷锚网支护结构，最终形成喷锚网和钢筋混凝土相结合的联合支护结构，以控制围岩应力和位移发展，保证电耙道的稳定性，确保放矿生产工作的顺利进行。

[0044] 本电耙巷道支护方法：电耙巷道开挖后首先喷混凝土 2cm，后挂锚杆（ $\phi 43\text{mm}$  管缝式锚杆），锚杆长度 1.8m，锚杆网度  $60\text{cm} \times 60\text{cm}$ ，挂锚杆的同时挂金属网（ $\phi 6\text{mm}$  钢筋，网格  $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ），此后再喷 3cm 混凝土覆盖锚网。上述工作完成后再整体浇筑钢筋混凝土 300mm，浇筑过程中注意接顶，浇筑的最终断面形状为半圆拱。如图 2 所示。采用半圆拱断面，可以减小拱顶受力面积，更有利于电耙道上部压力向边墙传递，保证钢筋混凝土整体浇注支护结构的稳固性。

[0045] 根据喷锚支护理论计算，混凝土喷层厚度为 50mm，混凝土水灰比为 0.45，匹配材料比为水泥：砂：石子 = 1：2：1.5，采用 P042.5 硅酸盐水泥，1m<sup>3</sup> 混凝土水泥用量为 460kg，砂子粒径为 0.3mm ~ 3mm 的中砂，含泥量不超过 3%。混凝土用砂量为 920kg，石子最大粒径为 10mm，用量为 1m<sup>3</sup> 混凝土 690kg。喷射混凝土的强度标号要求达到 C20，其弹性模量为 2.1MPa $\times$ 10MPa，设计强度为 11MPa。在喷混凝土中加入速凝剂 2 ~ 3%。

[0046] 锚杆采用全长锚固的管缝式锚杆。根据喷锚支护理论计算，锚杆长度取 1.8m，锚杆沿巷道顶、边帮和底角按放射状布置，纵横间距为  $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 。锚杆的结构见图 1 所示。使用这种锚杆时，钻孔直径为 36mm，小于锚杆外直径。钻孔打好后，锚杆用压力或冲击力打入孔内。安装后的锚杆要求 10 天以后的拉拔力达 40KN 以上。在锚杆外端部垫加托盘，托盘为 A3 钢板，每排（0.6m）锚杆用量为 10 根。

[0047] 金属网采用  $\phi 6\text{mm}$  的低碳钢丝编织而成，网孔为  $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ 。第一次支护采用“先喷后锚”的形式，即先喷 2cm，这种方式可以及时地封闭围岩，保证钻锚杆眼时的安全，保护锚杆孔，且因锚杆托盘托住喷层，减少了喷层跨度，可防止喷层开裂。另外，金属挂网可以保护喷层。挂好金属网后再喷混凝土 3cm。（若遇现场比较破碎，短掘短支情况下，也可先挂锚杆和金属网，待到达一定掘进长度（15m 左右）后再喷混凝土。）

[0048] 钢筋混凝土二次支护采用混凝土加钢筋 300mm。电耙巷道正巷支护方式按半圆拱设计尺寸进行浇注，电耙漏斗的斗穿按三心拱设计尺寸进行浇注，且斗檐在出矿口处抬高 0.2m 浇注，即斗拱墙高由 1.767m 逐步向内加高为 1.967m，拱高不变。

#### [0049] 1 支护方案

[0050] 1.1 电耙巷道支护方案：采用喷锚支护，喷层厚度 5cm，局部岩层不好的地方加锚杆支护，锚杆长度 1.8m，锚杆网度  $80\text{cm} \times 80\text{cm}$ ，每排 8 根，施工原则上先喷后锚，但在过破碎带时宜采用短掘短支的施工方法，先打锚杆，后喷浆支护。

[0051] 1.2 破碎带掘进和支护：由于岩体节理裂隙十分发育，岩体被密集的节理裂隙切割等原因，极不稳固，在实际施工中经常会遇到破碎带，此时应用在正常的施工手段往往难



以通过破碎带,而且造成垮塌冒落区域逐渐增大和增高,这将对随后的掘进、支护带来极大的负面影响,并最终增加矿石的损失和贫化。因此,施工特别要注意观察岩层变化情况,尽量采取三强作业,遇到较破碎的岩层,可以采取短掘短支的技术办法,缩短一次掘进长度,一次掘进 1 米左右,若施工仍然困难,则一次掘进长度不宜超过 0.6m,而且必须及时采取喷锚支护或其他支护方式后再向前掘进。极破碎段应采取超前支护,超前支护采用钢轨进行支护,先在工作面架设一架钢拱架,然后在钢拱架横梁上,采用气腿钻机(只利用冲击,关闭旋转)顶推钢轨到设计深度,巷道掘进出渣后进行及时支护,再重复上述工序,向前推进。

[0052] 1.3 钢筋混凝土支护:巷道成型后即采用了锚喷网进行支护,但是其支护强度不足,不能有效控制围岩位移和应力的发展,为了提高围岩自身的荷载特性。为了降低爆破冲击对电耙巷道稳定性的影响,落矿大爆破采用多分层多分段爆破,降低一次爆破量。终期浇筑混凝土支护应尽量选在大爆破后或者最后分层爆破前,为电耙巷道终期支护的最佳时机。形成初期锚喷网和后期钢筋混凝土的联合支护结构。钢筋混凝土设计厚度 300mm,为了限制位移的进一步发展,要求支护充分接顶;为了利于拱顶应力的传递,最终断面形状为半圆拱。

## [0053] 2 施工方案

### [0054] 2.1 超前掘进

[0055] 在破碎岩层掘进中,首先先进行架设钢支 1,在支护完毕后,备用 3.5m 长 24kg/m 的轨道钢数根,一头削尖;稳定轨道,采用气腿式凿岩机(将炮杆替换为卡扣)对轨道进行冲击将轨道慢慢打入岩层之中,如此合理分布数根,排渣一段距离(1m 左右)后架设钢支;循环掘进。

### [0056] 2.2 巷道光面爆破施工

[0057] 由于节理化软岩岩体强度差,所以巷道都应该采用光面爆破形成断面,它可以使锚喷巷道成形更规整,降低对岩体的损伤,提高围岩自身的承载能力,另外保证围岩的完整性和提高锚喷支护井巷的抗压能力,施工要求:

[0058] ①做好施工的准备工作的,如看线、定点、量孔距和标画眼位等工作。

[0059] ②精心钻眼,钻眼要做到准、平、直、齐。为保钻眼合乎要求,应在拱正顶部和拱基线处各打一导向眼,并且要插上直的炮棍或钎杆,以便于为钻其它炮眼导向。

[0060] ③合理装药,分次起爆。采用反向装药结构,即孔底起爆,周边眼采用分段小直径不耦合装药,加强雷管和炸药性能检验,保证爆破质量。

### [0061] 2.3 锚杆工程施工

#### [0062] (1) 锚杆眼施工

[0063] 锚杆眼的方向应尽量与岩层面或主要裂隙面垂直,当岩层面与裂隙面不明显时应与巷道周边轮廓垂直。锚杆眼的直径、深度、间距必须符合设计要求,间距偏差不得超过  $\pm 0.1$  米。

#### [0064] (2) 锚杆安装

[0065] ①安装前,用高压风清孔。

[0066] ②采用风钻安装管缝式锚杆,托板应紧贴岩面,接触不严实时必须用水泥砂浆填实,不得用垫木材、石块等。

[0067] 2.4 金属网的施工

[0068] ①挂锚杆的同时挂金属网（ $\Phi 6\text{mm}$  钢筋，网格  $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ），金属网必须用扎丝捆扎。为施工方便，可以先将锚杆打入一定深度，然后在锚杆根部捆扎纵向钢筋，并将之压成弧形，然后按网格密度编织捆扎横向钢筋，在在锚杆之间加一条纵向钢筋并捆扎。

[0069] ②待钢筋网捆扎完成后，用气腿将锚杆顶入并使钢筋网密贴初喷混凝土表面。

[0070] 2.5 喷射混凝土的施工（采用干式喷射机）

[0071] (1) 施工准备

[0072] ①对施工断面进行检查，对欠挖的部分必须予以处理；

[0073] ②清理爆破后巷道壁上的松石浮石，两帮底部的废石必须清除干净；

[0074] ③清洗巷壁上的浮尘，一般岩石可用水清洗，对酥脆性、膨胀性岩时必须用高压风清洗；

[0075] ④检查喷射设备，以及压缩空气、水、电、管路等，做好喷射材料、防尘及回收回弹物的准备；

[0076] (2) 喷射混凝土材料

[0077] 水泥、粗细骨料、拌合用水、速凝剂等材料必须符合要求，同时必须搅拌均匀，材料的称量偏差不得超过：水泥 $\pm 2\%$ ，骨料 $\pm 5\%$ ，速凝剂 $\pm 2\%$ 。

[0078] (3) 配合比与水灰比

[0079] 根据喷锚支护理论计算，混凝土喷层厚度为  $50\text{mm}$ ，混凝土水灰比为  $0.45$ ，匹配材料比为水泥：砂：石子 =  $1:2:1.5$ ，采用  $\text{P}042.5$  硅酸盐水泥， $1\text{m}^3$  混凝土水泥用量为  $460\text{kg}$ ，砂子粒径为  $0.3\text{mm} \sim 3\text{mm}$  的中砂，含泥量不超过  $3\%$ 。混凝土用砂量为  $920\text{kg}$ ，石子最大粒径为  $10\text{mm}$ ，用量为  $1\text{m}^3$  混凝土  $690\text{kg}$ 。喷射混凝土的强度标号要求达到  $R_{28} = 200$  号，其弹性模量为  $2.1\text{MPa} \times 10\text{MPa}$ ，设计强度为  $11\text{MPa}$ 。水灰比为  $0.4 \sim 0.45$ ，在喷射混凝土中加入速凝剂的量为水泥重量的  $2 \sim 3\%$ ，并拌合均匀。

[0080] (4) 喷射工艺与操作

[0081] 混凝土喷射分为两次喷射，巷道开挖后首先及时喷射  $2\text{cm}$ ，待金属网挂好后再喷  $3\text{cm}$  将之覆盖。

[0082] ①工作气压。实践表明，正确控制工作气压，是减少回弹、降低粉尘、保证混凝土质量的关键，一般以  $1.1 \sim 1.3 \times 10^5\text{Pa}$  为宜。一般地，对于干式喷机：

[0083] 空载压力 = 输料管长度 (m)  $\times 0.01$  ( $\times 10^5\text{Pa}$ )；

[0084] 工作压力 =  $1 +$  输料管长度 (m)  $\times 0.013$  ( $\times 10^5\text{Pa}$ )；

[0085] ②水压。水压一般应比气压高  $1 \times 10^5\text{Pa}$  左右，以保证喷嘴处水环能充分湿润一瞬即过的干拌料调节喷嘴水环上的水阀即可控制水压；

[0086] ③水灰比。理论上水灰比以  $0.4 \sim 0.45$  为宜，但是实际操作中由于水量由操作手直接控制水阀来控制，输料管输送来的干料流量也不均匀，难以定量，故只能靠操作手的经验来判断。水量少时，混凝土表面出现干斑，回弹量大，粉尘飞扬；水量大时，混凝土会产生滑移、下坠或流淌，而合适的水灰比则可以避免上述现象。

[0087] ④喷嘴与受喷面的距离。合适的喷嘴与受喷面的距离，是保证混凝土回弹率小，获得较高喷体强度的重压因素。一般以  $0.8\text{m} \sim 1.2\text{m}$  为宜。

[0088] ⑤喷射方向与受喷面的夹角。实践证明，喷射方向与受喷面垂直时回弹率最小，斜

交的夹角越小,回弹率越高。故实际操作时,要求喷射方向尽量垂直于受喷面。

[0089] ⑥干料的拌和控制与静放时间。材料的称量允许误差为:水泥2%,骨料5%,速凝剂2%。采用强制式搅拌不得少于一分钟,采用直落式搅拌不得少于二分钟,人工拌和不得少于三次。拌合料的静放时间在掺有速凝剂时不得超过15min,不掺速凝剂时不得超过2h。尽量做到随伴随用。

[0090] ⑦喷机操作。操作前认真检查准备工作,作业开始时,先给压缩空气→再给电开动机→然后给水→最后给料。作业结束时,先停止加料→待机内喷料喷完后停止电机→最后切断水源、压缩空气并清扫保护机器。

[0091] ⑧喷射作业。喷前应该首先用高压风清扫岩面,若岩面干燥则应用水喷湿岩面。开始喷射时,可以先采用喷嘴移动方式,向受喷面用左右及上下扫射的方式喷一薄层塑性层,再在此薄层上进行正常喷射。正常喷射时,喷嘴指向一个地点的喷射时间不应过久,因为这样会增加回弹且喷层不均匀。较好的喷射方式应该为喷嘴垂直于岩面,将喷嘴作系统的圆形或椭圆形运动,该环形高约15cm~20cm,长约40cm~60cm,每一圈横向移动8cm~15cm,以便于获得最小的回弹和均匀的厚度。

[0092] 喷射顺序应该是先墙后拱,自下而上。墙基角要清扫浮矸石,喷严喷实拉开区段,顺次喷成半边巷道,然后调转喷头喷另半边巷道,最后合拢喷拱顶。

[0093] 对于凹凸不平的岩面,应采取先凹后凸、自下而上的正确喷射方式。

[0094] 二次复喷有钢筋网时,首先要用水喷湿岩面,使两次混凝土之间良好粘结,同时,应采用近距离斜向和快速的方式喷射,使金属网后不留空隙,将金属网喷入混凝土中。

[0095] ⑨喷射混凝土的养护。喷射和混凝土中由于加入速凝剂、水泥用量大以及细骨料多,容易产生收缩裂纹,收缩值比普通混凝土大2~5倍,其主要原因是硬化时吸收水分产生,最好的预防办法是喷后2h~4h内开始喷水养护,喷水次数要使其保持足够的湿润,喷水养护时间不得少于7昼夜。只有淋水地区以及相对湿度在95%以上时才不进行喷水养护。

[0096] ⑩围岩渗漏水处理。对于岩面有淋水、渗水以及滴水等情况时,施工前要弄清水源情况,针对不同的情况采用封、堵、截、导、吹等治水方式。

[0097] 2.6 混凝土整体浇注施工

[0098] (1) 混凝土配比选取

[0099] 由于电耙巷道受多次重复采动影响,根据设计规则,钢筋混凝土标号不应小于C20,在此按C30设计,其弹性模量为 $3 \times 10^4 \text{MPa}$ ,其标准强度为22MPa,水泥选取普通P042.5硅酸盐水泥。故由下述经验公式进行计算。

$$[0100] \quad R_{28} = A R_c \left( \frac{C}{W} - B \right)$$

[0101] 式中: $R_{28}$ —混凝土在标准条件下养护28天后的抗压强度(kg/cm<sup>2</sup>);

[0102]  $R_c$ —水泥标号;

[0103] A—试验系数,碎石取0.45,卵石取0.5;

[0104] B—试验系数,取0.5;

[0105] C/W—灰水比,即单位体积混凝土中水泥与水的重量比。

[0106] 将已知数据带入上式计算得 $C/W = 1.627$ ,即水灰比 $W/C = 0.61$ ,实际应用中,可

以根据现场塌落度试验及混凝土试块试验进行调整,因目前采场现场工期要求紧,不具备实验条件,故根据经验数据来选取使水灰比在理论计算值附近,混凝土配合比(重量比)选取为,水泥:砂:石子=1:1.74:3.55,水灰比为0.55,即每 $\text{m}^3$ 混凝土水泥用量为350kg,按重量比为:每50kg,水泥用河砂87kg,用碎石178kg,用水27.5kg。

[0107] 特别指出,在目前施工现场所用的搅拌机搅拌一次,恰好装满运灰的平板灰车,灰车容积约 $0.32\text{m}^3$ ,故搅拌一次应加入水泥量约112kg,按职工习惯只加一包至一包半水泥的配合比是远远不够的。

[0108] (2) 材料要求

[0109] 对于水泥,要做到尽量即买即用,不要存放过久,特别是不能受潮。对于作为细骨料的河砂,含泥量不得大于3%,有机物云母等的含量不得大于1%,对于含泥量过大的河砂要进行冲洗方可用。碎石为普通岩石经过人工或机械破碎而成,其强度应为混凝土的1.5~2倍以上,不能含泥或其它有机杂质。

[0110] (3) 施工(包括斗檐)

[0111] ①清理现场,掘出基础。首先清理两帮浮石,再按设计宽度及深度掘出基础,基础要求 $300\text{mm}\times 200\text{mm}$ ,即200mm深,300mm宽,掘进一定要到位,经测量后再浇灌混凝土。

[0112] ②浇墙及拱。首先支模,本着先墙后拱的浇灌顺序,浇灌厚度300mm,应严格按照设计施工。同时钢筋网度为 $300\text{mm}\times 200\text{mm}$ ,300mm的为 $\phi 12\text{mm}$ 的钢筋且将其作为拱筋,拱筋长为7.125m。200的为 $\phi 8$ 钢筋,作为拉筋,钢筋结合部位之间要采用扎丝扎紧。为防止出像蜂窝孔及麻面,振动要充分捣实,同时可以在钢模板上刷油。两次浇灌的混凝土之间再浇灌时要喷水充分湿润,便于紧密结合。

[0113] ③接顶。混凝土浇灌过程中要求在拱顶尽量不留空隙,在不易接顶的部位应采取人工放水泥卷或者向空隙部位喷射混凝土的办法来进行接顶。

[0114] ④斗檐的浇灌。斗檐浇灌加筋采用双层钢筋网,钢筋网度为 $200\text{mm}\times 200\text{mm}$ ,拱筋为 $\phi 12\text{mm}$ 的钢筋,拉筋为 $\phi 8\text{mm}$ 钢筋。内层拱筋长为6.368m,外层拱筋长为6.682m。斗穿按三心拱设计尺寸进行浇注,且斗檐在出矿口处抬高0.2m浇注,即斗拱墙高由1.767m逐步向内加高为1.967m,拱高不变。

[0115] 捆扎要求及混凝土振动要求同上。

[0116] ⑤拆模。混凝土浇好后,需要养护一段时间后才能拆模,一般不少于五天,拆模时严禁用大锤敲打,拆下的模板要及时洗刷,损坏变形的要及时修复,若墙面有不足,也要及时予以修补。

[0117] (4) 养护

[0118] 混凝土浇好后,必须进行养护,养护时间按规定应不少于28天,养护主要工作是向浇灌的混凝土喷水,使其长期保持湿润,只有在环境湿度大于95~100%时才可以不进行养护,养护的目的是使水泥充分硬化,增加混凝土后期强度。

[0119] 本电耙巷道支护方法解决受多次爆破振动及放矿动压影响的节理化软岩电耙道的支护难题,电耙巷道开挖采用光面爆破技术从而减少对围岩破坏,后采用锚喷网进行初期支护,并多次喷射加大混凝土厚度,为初期支护结构提供足够的强度、刚度,控制开挖后初期围岩的变形,防止围岩冒落;同时支护结构具有一定的柔性,能吸收一部分岩体应变能,防止支护结构刚度过大而破坏;喷锚网具有控制围岩局部冒落的作用,提高围岩的整体

性和围岩自身承载能力,从整体上降低二次支护成本。为减少爆破冲击和放矿动载荷的影响,终期钢筋混凝土整体浇注支护结构采用半圆拱,可以减小拱顶受力面积,更有利于电耙道上部压力向边墙传递,保证钢筋混凝土整体浇注支护结构的稳固性。根据电耙巷道的功能特性,采用分期联合支护技术,首先形成初期喷锚网支护结构,最终形成喷锚网和钢筋混凝土相结合的联合支护结构,以控制围岩应力和位移发展,保证电耙道的稳定性,确保放矿生产工作的顺利进行。

[0120] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

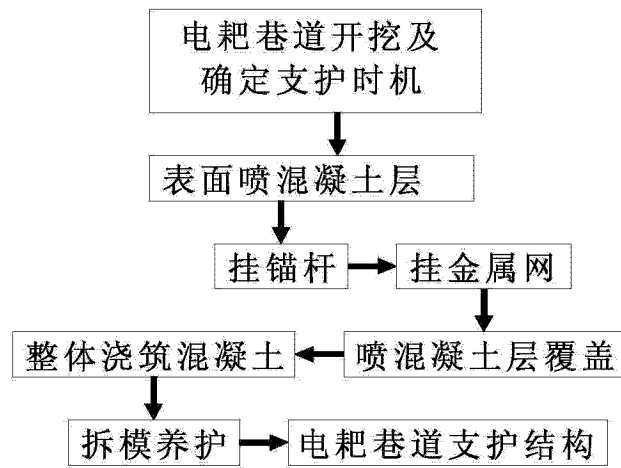


图 1

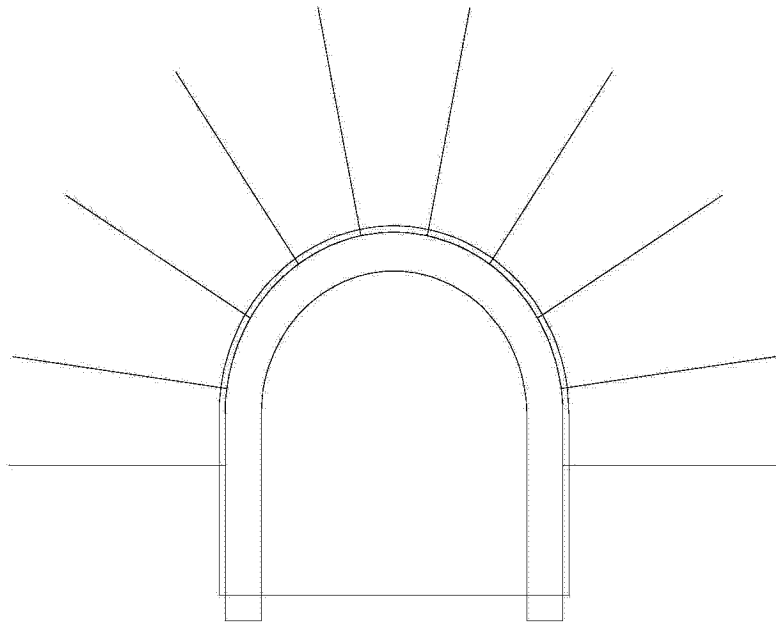


图 2