

红矸石在锚喷支护巷道中的应用

刘玉元, 李瑞江, 张京泉

(山东省新汶矿业集团协庄煤矿, 山东 新汶 271221)

摘 要 通过对矿井锚索支护巷道喷浆骨料的各种配比试验研究, 结合现场的实际应用, 总结出比较适合巷道喷浆使用的采用红矸石做骨料的骨料配比方案。

关键词 矿井巷道; 锚喷支护; 喷浆骨料; 红矸石

中图分类号: TD353 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2006)02-0063-03

Application of Red Waste Rock in Support of Tunnel with Anchor and Jetting/LIU Yu-yuan, LI Rui-jiang, ZHANG Jing-quan (Xie Zhuang Coal Mine under Xinwen Mining Group of Shandong Province, Xinwen Shandong 271221, China)

Abstract: Aggregate proportioning of jetting slurry, which was suitable to tunnel jetting and used red waste rock as aggregate, was found out. Different proportioning of slurry aggregate for tunnel support was tested and tried on site.

Key words: mining tunnel; support with anchor and jetting; slurry aggregate; red waste rocks

我矿自 2002 年 1 月开始利用煤矸石做骨料在井下喷射砼试验, 6 月 1 日正式推广在矿井巷道喷浆中使用至今。既保护了环境, 又节约了资源和能源, 使煤矸石变废为宝, 是一举多得的好事。

但近期出现了锚喷巷道砼浆体局部开裂、支护效果降低的现象, 我们对此进行了分析研究, 发现主要是配合比不合理。为摸清喷浆原料及配比情况, 探索出最佳配比, 改善巷道支护状况, 我们对喷浆原材料配比进行了试验。

1 喷浆原料的筛选

2004 年 5 月 16 日及 10 月 12 日, 分 2 次从副立井料场提取喷浆原料进行了筛选, 并且分别进行了称重检测。

采用孔径为 2、5、10 mm 的 3 种筛网进行筛选, 用天平台盘称重检测其所占比率, 检测情况如表 1。

表 1 喷浆骨料配比表

规格/mm	不同粒径的骨料所占比例/%		
	5 月 16 日	10 月 12 日	2 次平均
<2	19.5	18	18.75
2~5	52	51	51.5
5~10	28	30	29
>10	0.5	1	0.75

注: 每次检测提取 10 kg 原料。

通过以上 2 次筛选的情况看: 原料中粒径 5~10 mm 喷浆骨料明显偏少, 只有 29%, 其他粒径骨

料占到 71%。按照集团公司标准要求, 5~10 mm 的骨料应占 80% 以上, 其他粒径骨料应占 20% 以下, 红矸石原料达不到要求。

河沙检测 11.5 kg, 采用 5 mm 孔径筛网筛出 5 mm 以上石块 1.5 kg, 占 13%, 5 mm 以下占 87%。集团公司规定河沙中不得存有大块河卵石及杂物, 考虑到河沙要经过料场圆桶进行筛选, 基本达到合格。

2 井下配比实验情况

采用副立井料场已配好的红矸石和沙做原材料, 改变水泥和红矸石配比来检测其喷浆强度。实验选在新一队 4-3 十一层四中车场及快六队-850 二采配电所 2 个地点同时进行, 砼浆体经养护 28 天后, 钻取 5 块试块进行强度检测。

试验段现场用红油漆单独标出并有专人按规定进行养护, 9 月 14 日试块取出, 9 月 18 日对试块进行了强度检测, 其检测情况如表 2。

从试验情况看, 新一队试验段强度值略大于快六队试验段, 但都能达到设计要求(>18 MPa)。

3 砼后期强度检测

从井下砼龄期超过 6 个月、后期强度较高处取样。具体试验地点选在新一队 4-3 十一层三中车场及快六队-850 二采石门处。检测情况见表 3。

表 2 井下岩心 28 天龄期试块强度表

试验单位	工程名称	检测位置	心样编号	心样规格 (直径×长度) /mm	压力 表值 /MPa	点载荷 强度 /MPa	砼强度 /MPa	
							心样值	代表值
新 一 队	4-3 十一层四中车场	D2 点以西 20~25 m	1	Ø30×35	1.5	4.17	18.85	
			2	Ø30×45	1.4	3.89	17.74	
			3	Ø30×38	1.5	4.17	18.85	18.85
			4	Ø30×42	1.5	4.17	18.85	
			5	Ø30×40	1.6	4.44	19.96	
快 六 队	-850 二采配电所	F2 点以里 24~30 m	1	Ø30×37	1.5	4.17	18.85	
			2	Ø30×53	1.6	4.44	19.96	
			3	Ø30×49	1.4	3.89	17.74	18.62
			4	Ø30×39	1.5	4.17	18.85	
			5	Ø30×45	1.4	3.89	17.74	

表 3 井下岩心后期试块强度表

试验单位	工程名称	检测位置	心样编号	心样规格 (直径×长度) /mm	压力 表值 /MPa	点载荷 强度 /MPa	砼强度 /MPa	
							心样值	代表值
新 一 队	4-3 十一层三中车场	牛鼻子以北 5~10 m 东帮	1	Ø30×51	1.3	3.61	16.22	
			2	Ø30×70	1.6	4.44	19.96	
			3	Ø30×65	1.6	4.44	19.96	18.91
			4	Ø30×60	1.3	3.61	16.22	
			5	Ø30×50	1.8	4.95	22.19	
快 六 队	-850 二采石门	开 门以里 30 m 东帮	1	Ø30×64	1.9	5.2	23.31	
			2	Ø30×50	1.3	3.61	16.22	
			3	Ø30×49	1.5	4.17	18.85	19.14
			4	Ø30×64	1.3	3.61	16.22	
			5	Ø30×80	1.7	4.7	21.08	

从 2 组试块检测情况看 , 砼后期强度高于初期强度 , 达到设计要求(> 18 MPa) , 但也存在着强度不均匀现象 , 同样一段砼强度差别较大 , 最高处达 23. 31 MPa , 最低处只有 16. 22 MPa , 这与喷浆掺料不均匀、洒水养护及施工人员操作都有很大关系。

4 地面砼试块情况

本次配比试验共做 18 组试块 , 经洒水养护 28 天后 , 分别按试块完成时间在升达公司试验室进行了强度检测 , 砼配比见表 4。

按照配料的情况 , 我们于 6 月 12 日制做了 3 组试块(1 ~ 3 组) , 8 月 15 日制做了 3 组试块(4 ~ 6 组) , 10 月 11 日制做了 12 组试块(7 ~ 18 组)。试块规格均为 100 mm × 100 mm × 100 mm , 每天定时洒水养护 , 养护 28 天后 , 在升达公司进行了强度检测 , 其检测情况如表 5。

通过以上检测数据来看 :

(1) 按水泥 : 红矸石(5 ~ 10 mm) : 沙 = 1 : 2 : 2 配比 , 不掺速凝剂 , 砼强度最高 , 达到 37. 52 MPa , 折合标准件后达到 35. 64 MPa , 远远超过设计要求。 万方数据

表 4 地面砼试块配比表 /kg

编号	红矸		≤	2 ~	5 ~	沙	比例		外加剂 及加量
	水泥	石	2 mm	5 mm	10 mm		(水泥:	红矸石: 沙)	
	原料	红矸石	红矸石	红矸石					
1	1.25		2.5			2.5	1: 2: 2		
2	1.25			2.5		2.5	1: 2: 2		
3	1.25				2.5	2.5	1: 2: 2		
4	1.5	6.0					1: 4		
5	1.5		0.6	0.6	4.8		1: 4		
6	1.5			0.6	4.8	0.6	1: 3.6: 0.4		
7	6.5								
8	1.3					5.2	1: 4		
9	1.25	3.75				1.25	1: 3: 1		
10	1.25	3.1				1.9	1: 2.5: 1.5		
11	1.25	1.9				3.1	1: 1.5: 2.5		
12	1.25				3.75	1.25	1: 3: 1		
13	1.25				3.1	1.9	1: 2.5: 1.5		
14	1.25				1.9	3.1	1: 1.5: 2.5		
15	1.25				2.5	2.5	1: 2: 2: 0.5	石灰 0.08	
16	1.25				2.5	2.5	1: 2: 2: 3%	速凝剂 0.04	
17	1.25				2.5	2.5	1: 2: 2: 5%	速凝剂 0.06	
18	1.25				2.5	2.5	1: 2: 2: 7%	速凝剂 0.09	

注 水灰比均为 0.4。

表 5 地面砼试块强度检测表

编号	破坏荷载/kN			抗压强度/MPa					强度 排名
				单个值			平均 值	折合 标准件	
1	219	202	201	22.35	20.6	20.5	21.15	20.09	13
2	316	316	300	32.24	32.24	30.6	31.6	30.02	3
3	371	359	353	37.8	36.6	37.52	37.52	35.64	1
4	156	142	140	15.92	14.49	14.29	14.9	14.16	16
5	132	166	140	13.47	16.49	14.29	14.9	14.16	16
6	130	142	132	13.27	14.49	13.47	13.74	13.05	18
7	302	356	318	30.82	36.33	32.45	33.2	31.54	2
8	148	152	153	15.1	15.1	15.61	15.41	14.64	15
9	206	206	168	21.02	21.02	17.14	19.73	18.74	14
10	292	283	278	29.8	28.88	28.37	29.02	27.57	5
11	128	292	277	13.06	29.8	28.27	23.71	22.52	12
12	240	262	254	24.49	26.73	25.92	25.71	24.42	9
13	290	282	266	29.59	28.78	27.14	28.5	27.08	6
14	262	270	266	26.73	27.55	27.14	27.14	35.78	7
15	238	242	236	24.29	24.69	24.08	24.35	23.13	10
16	283	279	295	28.9	28.47	30.1	29.16	27.2	4
17	248	252	260	25.3	25.7	26.53	25.84	24.55	8
18	234	232	235	23.88	23.67	23.98	23.84	22.65	11

(2) 水泥强度检测达到 33. 2 MPa , 折合标准件后达到 31. 54 MPa , 达不到 325 水泥的 31. 9 MPa , 更达不到 425 水泥的 41. 7 MPa。

(3) 强度最低的为第 6 组 , 按水泥 : 红矸石 : 沙 = 1 : 3. 6 : 0. 4 配比 , 强度只有 13. 74 MPa , 折合标准件后达到 13. 05 MPa。强度次低的为第 4 组和第 5 组 , 均按水泥 : 红矸石 = 1 : 4 配比 , 强度只有 14. 9 MPa , 折合标准件后达到 14. 16 MPa。可见 , 水

泥及红矸石不掺沙及掺少量沙时强度最低,用水泥与河沙不掺骨料强度次之。从压坏的试块直观看,里面有蜂窝、颗粒间未粘结实,级配不合理,造成强度不高。水泥:河沙=1:4 配比试块因未掺入骨料强度较低。

(4)按不同红矸石粒度分别做的试块第 1、2、3 组,红矸石粒度越粗,强度越高。

(5)用不同红矸石强度做的 3 组配比试块第 9、10、11 组,其强度第 10 组(1:2.5:1.5)>第 11 组(1:1.5:2.5)>第 9 组(1:3:1),说明红矸石骨料应在 1:2~2.5:2~1.5 时为最佳范围。

(6)当用 5~10 mm 红矸石做骨料配比,其试块强度第 13 组(1:2.5:1.5)>第 14 组(1:1.5:2.5)>第 12 组(1:3:1),可见最佳配比范围红矸石应为 1.5~2.5。

(7)添用外加剂时试块强度:当添加少量熟石灰时,砼塑性提高,浆体试块表面平整度较好,但与同样配比试块比较,强度有所降低。添加速凝剂时,

按水泥质量的 3%、5%、7% 添加时,强度呈下降趋势,即第 16 组>第 17 组>第 18 组。以上可以说明添加速凝剂越多,砼强度就越低,所以在施工中尽量少添或不添速凝剂,速凝剂的使用量要低于水泥用量的 4%。

5 结论

(1)红矸石要严格选用粒径为 5~10 mm 骨料并按水泥:红矸石:沙=1:2:2 配比施工,能达到砼的最大强度。

(2)添加外加剂时加量不能大,如添加石灰时,应尽量使在二次支护上,对浆体的表面平整度有很大益处,但若用量过多时强度会降低。当添加速凝剂时,应控制在水泥质量的 4% 以内,超过 4% 时砼强度变低。建议初喷时添加速凝剂,进行一、二次支护时尽量不添加速凝剂。

(3)砼后期强度大于初始强度。

世界最大深海考察船出发探秘:将钻探海床以下 7000 m

2006 年 1 月 16 日,日本建造的世界最大的探测船“地球”号启航,开始钻探试验。这艘承载着科学家“深入地心”梦想的庞然大物随后将驶向太平洋地壳最薄处,开展一项史无前例的大洋科考计划——向人类从未到达过的地幔层发起冲击,追寻地球深处的秘密。

能钻到 7000 m,接近地心

“地球”号全长 210 m,宽 38 m。最大高度 130 m,重达 5.7 万多吨,一次填充燃料最远可航行 1.48 万海里。该船最大的特点是引入了最新深海钻探方式。过去美国的钻探船主要采取的钻探方式是直接将钻杆深入海底,没有保护层。因此,其钻探深度受到海水压力、泥石堆积的限制。而且钻杆本身会因为摩擦而发热。一般最深只能钻到地下 2000 多米。这样的深度不仅不能达到地球中心,就是想达到一般大地震发生的震源地也很难。

“地球”号钻探装置的特点主要是在钻杆的外部又套上了一套隔水管系。这样就可以通过套管向钻头输入冲洗液,保证钻头不会因为摩擦热而溶化,还可以将钻探中产生的泥土输送到船上。这种最新设备的“地球”号,最深可钻到 7000 m,使得钻探到接近地心成为可能。这样科学家们就可以随心所欲地取到地球不同深度的样品,并当场在船上进行分析,了解地球各个断层的机理、生物状态和可利用矿物质成分等。

雷达可观察 360°

全船控制中心有最先进的航行控制系统和航海图等。

最具特色的是这里的雷达。一般现有的雷达只能观察 180°。但是“地球”号装载的雷达却可以观察 360°。

在船上,记者还看到试钻后取出的地层样品。从中可以看到地层的不同结构。有的地方土质十分疏松,有的地方就十分坚实严密。科学家介绍说,这些地质疏松的地方就是比较容易发生地震的地方。科学空还可以对过去发生过地震的区域进行采样分析,找出地震的原因和地震变化的状况。

此外,这防止在施工过程中煤气等有毒气体喷出伤人,船上还安装了防喷器装置。该装置安装有先进的监测系统,在钻进时可以沉到海底。一旦发现“灾情”,会自动封闭套管和隔水管系,停止钻进。

中国也参与该计划

“地球”号从制造到全部先进设备搭载完毕,历时近 5 年。2005 年 7 月,正式移交给日本海洋研究开发机构。

2003 年 10 月,日本开始与美国联合开发深海。该计划旨在通过对深海地下进行钻探,分析采取的样品,从而了解地球规模的环境变动趋势,地震发生的机理,海底地下未知生物圈等,最终创立一门新的地球生物科学。这就是以日美为中心的“综合国际深海钻探计划”,英文简称“IODP”。目前,包括中国在内的十几个国家共同参与该计划。

注 本文发表在《科技文摘》2006 年 1 月 20 日上,经刘广志院士修正若干专用术语之后,选登此处,供专业人员参阅。进一步信息可查阅刘广志院士此前发表的有关 IODP 译稿。