

块石胶结充填新工艺在铜陵新桥硫铁矿 的试验与应用^①

王新民 张钦礼

(中南工业大学资源环境与建筑工程学院, 长沙 410083)

陈嘉生

(铜陵新桥硫铁矿, 铜陵 244000)

摘 要 通过大型采场模型模拟试验, 得出了块石胶结充填新工艺实施中的关键技术与参数。据此, 在铜陵新桥硫铁矿建成了一套较为完备的块石胶结充填系统, 并投入了生产, 大大改善了第二步回采的安全, 每年可节约充填材料成本达 420~500 万元, 经济效益显著。该成果将为类似矿山采用这一技术提供了成功的借鉴经验。

关键词 块石 胶结充填 新桥硫铁矿

铜陵新桥硫铁矿一期西部坑采, 设计规模为 60 万 t/a。I[#] 主矿体赋存于高丽山砂页岩与栖霞组灰岩或船山灰岩之间, 埋藏深度 200 m, 属缓倾斜中厚矿体, 平均倾角 12°, 真厚 23 m, 工业储量 860 万 t, 矿物以硫铁矿为主, 伴生铜、金、银等, 矿岩中等稳固, $f = 6 \sim 10$ 。开采范围为 -230 m 中段 I[#] 主矿体西翼, 由于矿石价值高, 采用分段空场嗣后一次充填的两步骤采矿法。由于选矿尾砂即为硫精矿, 不能作为充填料。前期使用长江砂作胶结料骨料, 其粒度组成类似尾砂, 但充填效果不好, 水泥离析严重, 充填质量差, 水泥单耗达 400 kg/m³, 胶结充填材料成本高达 120~150 元/m³。为此 1992 年开始进行块石胶结充填新工艺的试验研究, 力求从根本上解决该矿的胶结充填问题。

1 充填模拟试验及充填体强度

试验目的是为建设块石胶结充填系统提供主要技术参数和可靠的工艺技术。选用矿区丰富的石灰岩作为块石, 矿区附近的长江砂作为砂浆骨料, 利用模型试验模拟采场充填过程及

工艺, 测定了多种胶结材料的主要物理力学参数^[1]。

1.1 块石胶结充填模型模拟试验

采场模型比例为 1:20, 块石粒度 $d_{5 \sim 50}$ mm, 砂浆重量浓度 70%, 425[#] 硅酸盐水泥为胶凝材料。图 1 为固结后的采场模型中的块石胶结充填体。模型模拟试验主要成果如下^[2]:

(1) 当块石中粒径 5 mm 以下的细碎块石不超过块石重量的 5%, 砂浆中的砂的最大粒径控制在 2 mm 以下, 砂浆重量浓度不超过 70% 时, 将具有良好的浇注穿透性, 砂浆基本可充满块石中的空隙;

(2) 块石胶结充填体最优的粗细骨料(即块石、江砂)的合理体积比为 3:1, 此时充填体最为密实;

(3) 砂浆的水灰比控制在 1.8~2.3, 块石胶结体的水泥与骨料的重量配比为 1:10 或 1:15, 即可达到较高的强度, 模型 12 h 即可脱模, 此时充填体已初凝自立;

(4) 从充填井先下块石, 由于块石堆具有自然分级的特点, 堆心集中了细粒料, 大块沿堆坡滚向四周, 使四周孔隙相对增大, 有利于使水泥砂浆流向四周, 注入大块孔隙中, 边部

比堆心相对富集了更多的水泥砂浆, 这种砂浆的不均匀分布, 使充填外壳的强度提高。

1.2 胶结料配比强度试验^[3]

表1为充填骨料的主要物理力学参数测定值, 表2则显示出块石胶结与细砂胶结强度上的巨大差异。用1:15的灰料比(料=块石+砂), 养护28d, 试块抗压强度可达到3.7MPa以上, 可满足生产对人工矿柱的强度要求。

2 充填系统

该矿已建成的块石胶结充填系统由块石输送系统与砂浆制备输送系统组成^[4], 如图2所示, 其中数字编号含义如下: 1—卧式砂仓; 2—水泥仓; 3—TK-800皮带运输机; 4—振动筛; 5—TK-800皮带运输机; 6—双螺旋输送机; 7—单螺旋输送机; 8—2000×2000搅拌桶; 9—自卸汽车; 10—100m³料仓; 11—2000×2000块石主溜井; 12—胶结充填钻孔; 13—充填钻孔硐室; 14—-180m沿脉巷道; 15—100m³井下料仓; 16—-180m穿脉巷道; 17—

-168m主皮带巷道; 18—电动卸料器; 19—电子皮带秤; 20—TK-800皮带运输机; 21—-180m充填巷道; 22—块石胶结充填采场。

2.1 块石输送系统

块石由块石主溜井从地表溜放到井下-168m, 经振动放矿机通过主皮带和移动式皮带输送到采场充填井, 主要设备见表3。

2.2 砂浆制备与输送系统

块石胶结充填所需水泥砂浆利用该矿原有细砂充填制备站, 经 $\phi 100$ mm管道水力自流输送到井下采场浇注。该系统的制备输送能力为50m³/h。

3 工业试验

在该矿321采场进行了工业试验, 采场宽22m、长40m、高28m、空区体积22000m³, 共充入块石26400t、江砂14437t、水泥3000t。充填方式为: 在采场分次充入块石, 然后浇注砂浆, 如此循环, 分四次将采场充满, 充填准备及充填时间共计36d。与江砂胶结充填相



图1 模型中固结后的块石胶结充填体

表 1 充填骨料的主要物理力学参数测定值

测定内容	密度 / t·m ⁻³	平均 容重 / t·m ⁻³	平均 孔隙 率/%	粒径 范围 / mm	平均 粒径 d _{av} / mm	有效 粒径 d ₁₀ / mm	控制 粒径 d ₆₀ / mm	不均 系数 C _u	渗透 系数 K ₁₀ / cm·h ⁻¹	压缩 系统 0~ 50 / kPa	压缩 模量 0~ 50 / kPa	干砂 休止 角 α ₀ / (°)	水下 休止 角 α ₀ / (°)
极细江砂	2.85	1.38	51.7	0.005~ 2	0.027	0.05	0.13	2.6	32~ 7	1.75	1.390	36.4	23.0
细江砂	2.84	1.52	46.5	0.05~ 2	0.074	0.12	0.22	1.83	8~ 4	0.79	2.63	35.8	26.3
石灰岩块石	2.71	1.41	48.0	5~ 30				1.65		0.48	3.97		

表 2 胶结充填试块力学参数测定值

试件编号	灰砂(料)比	块石与江砂配比	骨料级配 /mm	重量浓度或水灰比	充填方式	强度/ M Pa				弹模 E / 10^2 M Pa
						抗压(σ_c)		抗拉(σ_t)		
						28d	56d	σ_{28}	σ_{56}	
1	1: 10	细砂	0.05~ 2	70%	水力运输	0.26	0.55	—	0.22	1.87
2	1: 5	细砂	0.05~ 2	70%	水力运输	1.65	0.08	0.33	0.75	1.56
3	1: 10	极细砂	0.005~ 2	70%	水力运输	0.35	0.5	0.02	0.10	1.25
4	1: 5	极细砂	0.005~ 2	70%	水力运输	0.78	1.38	0.05	0.15	1.00
5	1: 10	2/ 1	5~ 30	1.8	浇注式	5.25	5.70	0.62	1.15	7.50
6	1: 10	2/ 1	5~ 30	1.9	浇注式	5.25	6.05	0.90	0.90	4.50
7	1: 10	3/ 1	5~ 30	1.9	浇注式	4.84	5.45	0.65	0.70	3.70
8	1: 10	7/ 3	5~ 30	1.8	浇注式	5.05	6.60	0.65	0.65	5.00
9	1: 15	7/ 3	5~ 30	1.8	浇注式	3.70	5.05	0.57	0.55	8.00

主要技术经济见表 4。

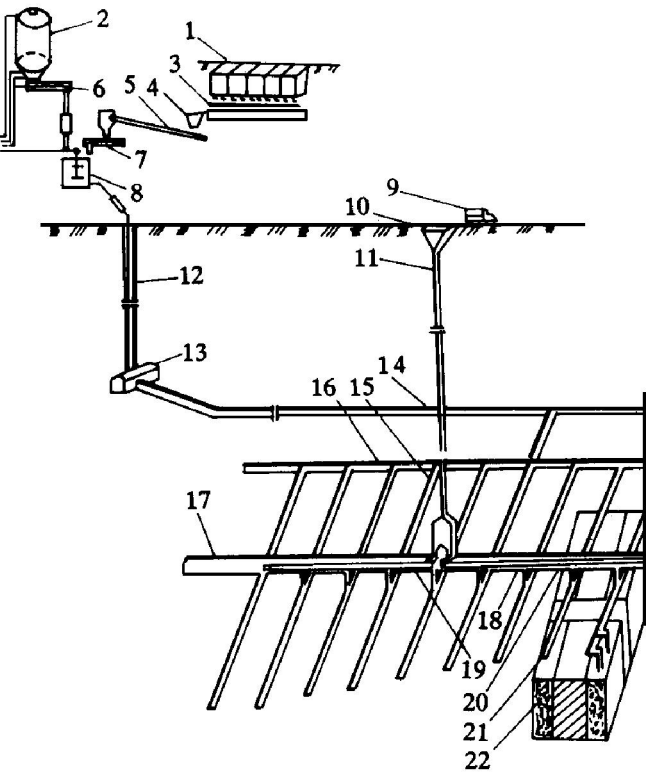


图 2 块石胶结充填系统示意图

比,节约主要充填材料费用 143.66 万元,若以全年计,采用块石胶结充填替代江砂胶结充填,可节约主要充填材料费用 420~ 500 万元,

表 3 块石输送系统主要设备

设备名称	单位	数量	型号	功率 / kW	输送 能力/ t·h ⁻¹	备注
主皮带	/ 台	1	TK- 800	11	100	长 271 m
分皮带	/ 台	5	TK- 650	7.5	100	长 30 m/ 台
移动式 皮带	/ 台	5	HG- 650	2	100	长 6 m/ 台
振动出 矿机	/ 台	32	FZC- 2/ 0.8	3	100	

4 结论

大型模拟试验和现场工业试验证明,成功应用块石胶结充填工艺的技术关键为^[5]:

(1) 实际生产中粒径在 20 mm 以下的块石含量应控制在 5% 以内,原则上块石的粒径愈大愈好,只要生产中便于输送即可;皮带输送时,块石粒径范围在 20~ 300 mm 为宜。

(2) 砂浆的重量浓度应控制在 70% 以内,水灰比 1.8~ 2.3,砂的最大粒径不超过 2 mm。

(3) 块石胶结料的合理配比为:砂(尾砂

表 4 主要技术经济指标比较

指标名称	321 采场(块石 胶结充填)	211 采场(江砂 胶结充填)
主要充填材料	块石、江砂、水泥	江砂、水泥
主要材料 重量配比	11: 4: 1	4: 1
充填方式	浇注式	管道水力输送
输送重量 浓度/ %		68~ 74
水泥单耗 / kg·m ⁻³	150	400
主要材料 单价		
水泥/ 元·t ⁻¹	270	270
块石/ 元·t ⁻¹	11	
江砂	15/ 元·t(包括运费)	15
主要充填 材料成本/ 元·m ⁻³	59. 2	124. 5
充填体抗压 强度/ MPa	2. 5~ 3. 4	1. 2~ 1. 95

注：本表计算价格为 1995 年指标。

或其它细砂) 的体积分数应为块石(其孔隙率为 48%) 体积分数的 25% ~ 30%，这样的充填体较为密实；水泥用量则占整个充填料重量的 1/ 10~ 1/ 15 即可使充填体具有相当高的强度；
(4) 经现场钻孔检查，当块石粒径大于 20

mm 时，砂浆的渗透厚度可达 4~ 5 m。应根据实际情况确定每次浇注的块石层厚度，若采用同时从采场溜井下放砂浆和块石的方法则效果更好，但生产管理较复杂。

综上所述，块石胶结充填与细砂(如尾砂、河砂) 胶结相比，可以节约大量水泥，降低充填成本，提高充填体质量；达到同一强度，水泥耗量至少可节约 50%，甚至更多；且采场滤水量不大，砂浆流失少，减轻了井下污染，节省了部分排水排泥费用，因此该工艺技术对于采用嗣后充填法开采的地下厚大金属矿山具有广泛的应用前景。

参考文献

1 彭续承. 见: 充填采矿法科学研究论文集. 长沙: 中南工业大学出版社, 1992. 12: 101- 109.

2 王新民. 见: 充填采矿法论文集. 长沙: 中南工业大学出版社, 1992. 12: 68- 75.

3 王新民. 见: 充填采矿法论文集. 长沙: 中南工业大学出版社, 1992. 12: 110- 116.

4 王新民, 方世宏. 化工矿山技术, 1994, 23(1): 12- 15.

5 王新民. 化工矿山技术, 1996, 25(5): 16- 18

TESTS AND PRACTICE OF A NEW TECHNIQUE

OF CEMENTED ROCKFILL IN XINQIAO PYRITE MINE

Wang Xinmin, Zhang Qinli

College of Resource, Environment and Civil Engineering

Central South University of Technology, Changsha 410083

Chen Jiasheng

Xinqiao Pyrite Mine, Tongling 244000

ABSTRACT A qualified cemented rockfill system has been developed in Xinqiao Pyrite Mine according to the key techniques and parameters of cemented rockfill derived from the model test of large stope. The cemented rockfill technique adopted has strengthened the safety of mining and reduced the fill cost about 4. 2~ 5. 0 million Yuan per year. The researching result provides a good example for the similar mines to use the technique.

Key words rock fragment cemented rockfill Xinqiao Pyrite Mine

(编辑 何学锋)