

▲ 黄金科技丛书

充填采矿法选集

22

冶金工业部长春黄金研究所

前 言

中国黄金总公司根据七五计划的需要，对我国黄金矿山充填采矿法的应用，提出到1990年力争由现在的30%提高到50%。为配合大水清金矿应用胶结充填采矿法的试验，我们跟踪了国外金属矿山对充填法的应用和研究动向，重点搜集了美国、加拿大、南非、日本、瑞典、苏联、土耳其、芬兰、澳大利亚等国家的有关资料，并翻译、加工、整理汇集成册，基本上反映了上述国家应用充填法的情况和对充填力学及充填材料研究的进展。我们相信对我国的黄金生产、科研单位及大专院校能有一定的参考价值。

由于水平有限，错误和不妥之处在所难免，敬请提出宝贵意见。

司 印

编者

1987年12月

004107

目 录

综 述

国外金属矿山充填采矿法现状及其发展状况……………张淑兰 (1)

充 填 工 艺

- 抛掷充填采矿法……………张淑兰译 韦华南校 (9)
- 细仓矿山下向充填采掘现状……………郎恩龄译 申永道校 (18)
- 充填法在不伦瑞克矿——12号矿的实践……………韦华南译 张淑兰校 (25)
- 多姆金矿薄矿脉实现机械化开采……………张淑兰译 王学民校 (34)
- 塞浦路斯科基诺若索斯矿利用胶结水砂充填体控制地压……………王湛庆译 张淑兰校 (42)
- 黑山矿采用分层充填采矿法回采贱金属矿……………张淑兰译 申永道校 (50)
- 花轮矿山概况……………郎恩龄译 申永道校 (64)
- 小坂矿山概况……………郎恩龄译 申永道校 (71)
- 水力充填电密的工业实验……………陈喜山译 胡宪铭校 (79)
- 矿柱回采的充填研究……………王湛庆译 胡宪铭校 (94)
- 日本中龙矿山坑内作业的合理化……………郎恩龄译 金昌协校 (108)
- 布利登金属有限公司的尾矿胶结分层充填采矿法……………王芳俊译 张淑兰校 (118)
- 安大略地区有限公司对高浓度充填料充填的研究……………张淑兰译 王湛庆校 (126)
- 释迦内矿山概况……………郎恩龄译 (134)
- 地下矿山泥浆的电密实……………王德武译 王兆林校 (141)
- 阿尔罗夫矿下向分层回采的充填工艺……………张淑兰译 张瑞兴校 (159)
- 神岗矿山茂伦矿概况……………郎恩龄译 申永道校 (164)
- 改善胶结充填的开采工艺……………李凤山译 姚 香校 (174)
- 胶结充填法技术经济指标与特性……………胡庆森译 姚 香校 (184)
- 用冰充填空场的分段崩落采矿法……………金家瑞译 杨洪新校 (193)
- 有用矿物矿床的开采方法及采矿设备……………姚 香译 张教伍校 (204)
- 无轨运输设备在斜井开拓中之应用……………郎恩龄译 校 (207)
- 水砂充填采矿法在奥地利布莱贝格铅锌矿的应用……………吴永吉译 王学民校 (218)

福克斯矿充填采矿法的实践及其应用技术 评述.....	杨洪新译	崔岱校 (222)
串木野金矿.....	郎恩龄译	申永道校 (233)
黄金矿山深部的充填支护系统—— 典型装置及其经济分析.....	张玉贵译	陈喜山校 (242)
深泽矿山提高充填效率和降低成本.....	郎恩龄译	金英豪校 (250)
水砂充填采矿法在美国那利桑那州苏必利 尔市马格马矿山的应用.....	郝白译	胡宪铭校 (258)
诺兰达公司所属矿山充填采矿法的评述.....	李彦译	王湛庆校 (267)
上国矿山概况.....	郎恩龄译	申永道校 (273)

充 填 力 学

金属矿深水平的水砂充填法.....	张淑兰译	韦华南校 (281)
混凝土充填料管道输送参数的选择.....	姚香译	孙凯年校 (316)
用于胶结充填的选矿尾矿及各种胶结物 对一些与采矿问题有关的性能分析.....	谢春生译	韦华南校 (320)
地下采空区充填效应的研究.....	王学民译	王兆林校 (328)
土耳其乌拉达戈钨矿胶结充填的技术特性.....	侯健译	杨洪新校 (334)
随滑动层流动粒子的运动机理的研究.....	王书昌译	郎恩龄校 (340)
胶结充填体设计的新方法.....	李彦译	王学民校 (348)
水力沉积尾砂滩的形状及其自然分级后 尾砂的渗透性.....	侯健译	王学民校 (357)
采用大规模模型试验来确定黑山矿矿柱回收 所需的充填体强度.....	袁俊矩译	韦华南校 (363)

充 填 材 料

制备充填料的原始物料.....	张教伍译	张瑞兴校 (374)
充填料制备工艺.....	刘洪彬译	张瑞兴校 (387)

国外金属矿山充填采矿法现状及其发展状况

冶金工业部长春黄金研究所 张淑兰

一、充填采矿法发展概况

充填法已经用的很久了，我国也是应用充填法较早的国家之一。早在一八六四年人们曾用水力输送井下采出的废石。美国一个传教士成功地设计了一种方法，将破碎煤渣送到在他教堂下面的采空区中，来防止该地面陷落。

二十世纪初期以来，选厂尾砂作为一种支护材料，南非一些金矿首先得到应用，最初，用水砂充填体来支护井筒和中段车场周围变弱的矿柱。不久，用水砂充填采空区来支护不稳固岩层。在20世纪三十年代末期，达科他州的霍姆斯特克金矿开始成功地应用水砂充填法代替古老的废石充填法。接着加拿大大部分金属矿山的干式充填法逐渐被尾砂充填所替代。其原因是充填料可以借助水力从选厂直接输送到采场。我国招远金矿灵山分矿一九六六年开始试验尾砂充填采矿法，一九六八年投产，效果良好。近年来尾砂充填在地下矿中得到日益广泛的应用。

但是，目前存在的问题是只有一部分粗粒级尾砂用于充填，而细粒级部分仍要送回尾砂坝舍弃，以致不少矿山出现了充填尾砂不足的问题。尾砂（或水砂）充填料的缺点是没有聚合力，不能形成稳固的、能够自立的壁面。为此，国际镍公司自一九六〇年以来进行了加入适当添加剂强化水砂充填料的试验。胶结充填应用较早的国家有加拿大、澳大利亚、瑞典、日本和法国等。一九六二年，弗鲁德（Frood）矿在水砂充填料中加入水泥。水泥工业界也参加了这项试验。鹰桥镍矿有限公司在回采工作面用水泥废石混合料构筑人工底板，以减少矿石贫化和损失。一九五七年萨德贝里哈迪（Hardy）已成功地应用胶结充填法。

由于生产实践结果较好，六十年代和七十年代，上述充填方式在金属矿山得到广泛推广和应用，特别在房柱法采场中，更是如此。已经采空的矿房用胶结充填料充填，这样便有可能将矿柱全部回采。

充填料主要采用选厂的细粒尾矿，即经过分级的浮选尾矿。胶结剂绝大部分采用硅酸盐水泥。人们还力求使用冶炼炉渣来减少水泥用量，甚至完全用它代替水泥。美国矿业局也进行过胶结充填的研究。除了研究添加硅酸盐水泥和能够自行胶结的含硫化物的尾矿外，还研究了絮凝剂的应用。

澳大利亚地下开采矿山从六十年代末就采用胶结充填。芒特艾萨（Mount Isa）矿在预先进行了广泛研究后，于一九六八年开始实际应用胶结充填。除实验室外，还进行了现场测试。该矿还致力用铅、锌铜冶炼炉渣代替部分水泥。目前，澳大利亚大约有十五个矿山采用胶结充填。

斯堪的那维亚各国采用胶结充填的金属矿山也越来越多。在实现了充填料组成成分和水泥、砂石混合料的制备和输送合理化之后，充填采矿法的适应性及其新发展具有重

要意义。

南非金矿致力于发展水砂胶结充填，以对付随着开采深度的加深而日益复杂的岩石力学问题。

目前，我国许多黄金矿山应用胶结充填法也取得了明显的技术经济效果，如焦家和新城金矿等，此外，内蒙大水清金矿成功地应用了向下胶结充填采矿法，技术指标获得另人满意的成果。损失率达到1%，贫化率4%。

一九七八年在加拿大安大略省萨德贝里召开的第十二届加拿大岩石力学会议是发展充填采矿法的一个重要里程碑，会议的主题是“充填采矿”这次会议是继一九七三年在澳大利亚召开的第一届国际充填技术会议之后的又一次盛会，这次会议又一次总结了五年来金属矿山充填技术的发展情况。

一九八三年六月七日至九日在瑞典吕勒欧大学召开第三届充填采矿法国际学术讨论会。会议内容包括对充填材料、充填力学、充填工艺及用冰充填的新发展学术方面问题进行了研讨。对今后充填采矿法的发展具有指导意义。

二、充 填 工 艺

八十年代的充填采矿法，起源于本世纪三十年代，经过近五十年来的发展，已由干式废石分层充填法演变为各种方式的充填采矿法，以便适应矿体各种赋存条件和应用当地材料。如何利用岩体力学和充填力学的成果来确定合理的采场尺寸，采充顺序和充填体的强度，利用自行设备以提高采场劳动生产能力，并相应改变采准布置，利用当地材料以降低充填成本，完善各种充填材料的制备和输送系统，从而提高充填采矿法经济效益。

1. 充填采矿法应用的实例

1) 上向分层充填法

瑞典布利登采矿公司经营15个矿山中，有13个采用充填法回采。根据矿体赋存条件，应用不同充填方案。其中上向水平分层充填法的产量占86%，年产量达260万吨。上向分层充填法适用条件广泛，主要用于开采矿石稳固、围岩不稳固或稳固，中等厚度以上的形状复杂的矿体。

2) 下向分层充填法

在矿石不稳固、围岩极不稳定的条件下，应用下向分层充填法，一些矿山应用这种方法并得到了发展。在矿体下盘设有溜矿井，从斜坡道开拓矿体。采场按 4×4.5^2 米拉开，足能容纳机械设备（见图1）。

3) 进路充填法

在岩石稳定性差的情况下，可采用进路充填法。用水平分层充填法开采，采幅宽度可达6米。若矿体宽度超过6米，则采场可分成两个或更多个进路。当一个进路采空时，用胶结充填料充填采空区接于顶板，然后开采相邻进路。在每一分层要充填的最后

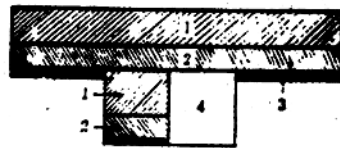


图1 下向分层充填法示意图

1. 充填料含水泥9%；
2. 充填料含水泥20%；
3. 破碎矿石层；
4. 开采。

一个进路，一般用不加水泥的尾矿来充填。开拓巷道都在下盘。采用机械设备，各种凿岩台车、服务车和柴油机带动的装、运、卸设备（见图2）。

随着采矿方法的改进，设备也得到了发展，设备的更新经历了4个阶段：

（1）气眼子和电耙；（2）机械化凿岩和风电装载机；（3）风动凿岩台车和柴油铲运机；（4）液压凿岩台车和电动铲运机。

2. 充填料输送系统

布里巴耶夫（бурибаевский）矿务局十月地下矿开采的黄铜矿矿床由一些独立的急倾斜和缓倾斜矿体组成。

采用充填空区的阶段矿房法开采，以便降低损失和贫化率，防止地表陷落。

该矿初期采用充填料临时制备系统，后来被永久性充填料制备系统所取代，详细内容见图3。

该矿在水平充填管道上使用未增塑聚氯乙烯管已3.5年多了。管子外径和内径分别为156~160毫米和140毫米，壁厚8~10毫米，管子计算压力为1兆巴。每根管长6米，重33公斤。这可大大地减轻管道安装和减少清除管内堵塞的工作量。其耐磨性与同径钢管相同。

工业上生产坚硬的聚乙烯和氟塑料合成的管子。其耐磨性比聚乙烯合成管子高5~11倍。使用上述材料合成的管子大大延长了管道的服务期限。使用УСП-69型焊接机来焊接塑料管。

有的矿山还采用陶瓷文氏管，橡胶衬里80型法兰管。

目前，一些国家正在对钢质、橡胶、塑料陶瓷等材料制成的管道进行磨损和压力损失的研究和试验。

3. 采场运搬机械化

一个多世纪以来，地下开采，是使用电耙和有轨矿车运输等设备，随着采矿工业的

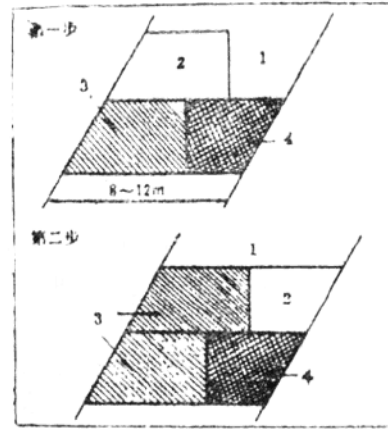


图2 进路充填采矿法示意图

1. 矿石；2. 开采；3. 含水泥15%的充填物；4. 不含水泥的充填物。

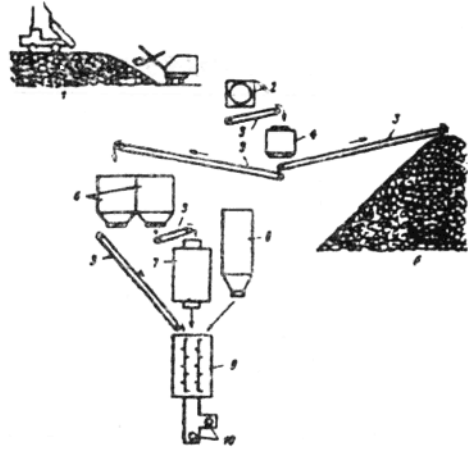


图3 永久性充填料制备系统

1—废石堆；2—CM 739移动式颚式破碎机；
3—胶带机；4—CM 740移动式圆锥破碎机；
5—碎石堆；6—容积36米³的料仓；7—MулP
2100×3000球磨机；8—中间水泥仓；
9—CMK 125双轴混合物；10—充填孔。

迅速发展，五十、六十年代以来，资本主义世界研制出一些新型柴油铲运机出矿运输相继问世，并得到成功的应用，到了八十年代，法国和日本等国研制出小型电动铲运机供应于中，小型地下矿开采。

多姆金矿薄矿脉实现机械化开采，一九七三年决定在1802水平1号采场用削壁充填法开采，使用Jarvis Clark 0.76米³电动铲运机出矿，效果良好。

一九八四年，法国矿山设备公司与Teledyne加拿大有限公司签定协议，多姆金矿在1081水平6号采场试验CT500HE小型铲运机，试验结果表明，小型铲运机平均出矿56.0吨/工·班，而电耙绞车出矿为25.7吨/工·班。工人们认定小型铲运机比电耙绞车优越得多，它大大地减少了清理采场的劳动强度和所需的时间，实践证明这种铲运机在不规则回采区段的应用具有良好的适应性。

瓦隆矿倾斜薄矿脉是属特殊情况，这种矿脉的长度约600米，倾角30°，厚1.5米。这样的倾角是极不利的，即不是急倾斜，又不够平缓。

通过试验，认为上向水平分层充填采矿法是最合适的采矿方法，但使用1码³铲运机需要开凿围岩，这样会增加大贫化。

CT500HE铲运机较窄，不需开凿围岩，相应地能提高出矿品位，具体情况见表1、表2。

M—32号下向水平分层充填法采场使用电耙的指标

表 1

月 份	出矿量、吨	Pb%	Zn%	Ag盎司/吨
1981年3月	401	4.11	6.10	7.58
1981年4月	325	4.00	5.86	7.29
1981年5月	447	4.24	6.06	8.00
1981年6月	440	3.49	5.72	7.32
1981年7月	443	4.06	5.90	6.98
1981年8月	470	3.59	5.85	7.83
	2526	3.97	5.91	7.51

M—32号下向水平分层充填法采场用CT500HE铲运机的指标

表 2

月 份	出矿量、吨	Pb, 吨	Zn吨	Ag盎司/吨
1981年9月	628	4.12	6.75	8.10
1981年10月	759	3.99	5.60	7.89
1981年11月	1373	4.07	5.96	7.98
1981年12月	1231	4.55	6.30	8.30
1982年元月	1265	4.38	7.00	8.16
1982年2月	1185	5.86	7.33	8.39
	6441	4.55	6.52	8.15

用CT500HE铲运机代替电耙之后, 出矿品位提高如下:

铝…………… + 15%
 锌…………… + 10%
 银…………… + 8%

根据栲洞矿的矿体赋存条件, 围岩裂隙发育, 脆弱不稳的情况, 采用三种不同类型的充填采矿法, 都使用大型铲运机, 具体内容见表3。

实践证明, 由于使用的重型机械能力不同, 当然实际工作效率有差别。但因采用机组系统分工作业, 工作效果指标显著(表4)。总之, 即安全、又效率高, 而且可延长矿山服务年限, 降低成本, 进而可继续充分地回收有限的资源。

分层充填法的无轨采矿设备 表3 机械化分层充填采矿法的生产效率 表4

	A型	B型	C型
空 孔 用	双臂自行式凿岩台车 凿岩机DH123×2 TY120×2 KH180×2 钻头直径φ45mm	履带式钻机 凿岩机KH80 钻头直径 φ60mm	风动式凿 岩台车凿 岩机F12×2 钻头直径 φ32mm 自行式凿 岩台车凿岩 机DH132 TY120 钻头直径 φ45mm
	铲运机 斗容 ST8 6.1m ³ KLDM9 3.8	铲运机 斗容 ST5R3.8 m ³ NLDM93.8	铲运机斗容 KLDM5N 1.4m ³

采 矿 法	A 型	B 型	C 型
工 种			
采准坑道掘进米/工	1.10~1.20	1.15~1.30	0.8~1.0
上向深孔 米/工		0.55~0.65	
采矿穿孔	50~90 (160~170)	27~30 (260~290)	35~45 (110~140)
爆破米 ³ /工(吨/工)	60~70 (190~220)	(280~300)	50~60 (160~190)
工作面运搬(吨/工)	300~600	300~400	120~130
充填米 ³ /工(吨/工)	150~300 (300~600)	150~200 (300~400)	60~65 (120~130)
综合效率 吨/工	55~75	70~85	30~35

4. 抛掷充填采矿法

一些矿山所采用的充填采矿法一般为水力充填法、风力充填法或废石充填法。这些方法有许多优点, 但也有一定的缺点。一种可代替这些传统充填法的方法为利用带式抛掷充填车的抛掷充填法。它已在德国和芬兰成功地应用。实践证明, 这种方法既高效又经济、安全。

芬兰的克雷蒂(keretti)矿

该矿的矿体沿着板岩分布, 被4000米长, 300~400米宽的数条断层切断。矿体平均厚度一般不足10米, 但有些厚达30~40米。

该矿采用带式抛掷充填车, 由液压马达驱动, 功率为50kW。皮带速度达20米/秒, 它可在±45°的范围内摆动, 仰角在0°……+30°之间可调节。

最大水平抛掷距离为30米左右。当矿体倾斜时, 充填料抛掷距离几乎达到50米。但

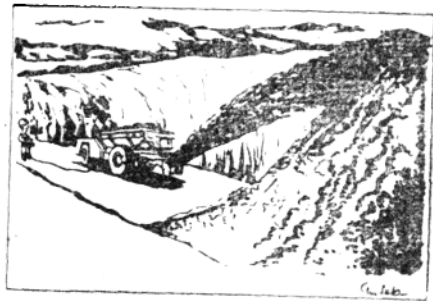


图4 远距离控制充填

是实际抛掷距离不足20米。抛掷高度估计为8~10米。

三. 充填体的机理

充填采矿法要提高经济效益, 一个主要途径是降低充填成本, 当用水泥胶结料时, 减少水泥用量来降低充填成本。根据矿体赋存条件确定合理的采场尺寸, 选择廉价的充填材料。充填体的力学机理主要是研究充填体的强度。从而科学地解决所需充填体的强度问题。

1. 充填体的作用及要求

充填体可以起多种作用: 作为工作平台, 稳定斜坡、人工顶板和人工壁。充填体还可以支承岩体、使岩层移动减至最小限度, 并且能封闭气和水, 使其不能从岩石中流出来。

由于要起上述多种作用, 故有两个主要要求: 初期承载能力(图5 A)和足够的稳定性。为了能尽早支承岩层, 即使在轻荷载的情况下充填体也应有很高的强度。因此要求充填料浓度高。如果要求充填体成为独立的稳定壁柱或打算在充填体下掘进巷道, 则只有添加粘结剂才能快速达到足够的抗剪强度和抗压强度。

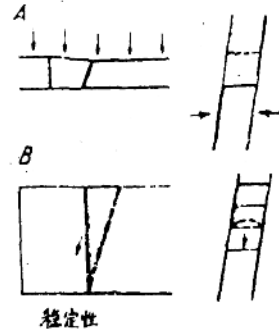


图5 对充填体的主要要求

2. 影响细粒胶结充填料强度的主要因素

1) 水泥含量

抗压强度随水泥含量的增加而急剧提高(图6), 通常, 通过增加水泥含量来提高强度。

2) 骨料

骨料粒级比对充填料强度也有影响。最佳的粒级配比应使孔隙体积最小, 并且在保证良好承重性能的前提下渗透性要好而且微细物料损失要少。见图7、图8。

3) 水质和含水量

通常可以使用井下水, 酸性水对充填料的胶结过程没有什么害处; 碱性水甚至会提高充填料的强度。就水砂充填而言, 多数都凭经验来确定低含水量。众所周知, 水灰比对混凝土强度有很重要的影响。

由于充填料注入采场后, 脱水过程通常随即开始, 所以在充填料变硬时, 水灰比实际并非原先的比值。在任何情况下, 水灰比总是大大超过水泥完全水化所需的比值。浆液含固量一定时, 水灰比随水泥含量的增加而降低(图9)。含水量高的浆液, 对强度不利。充填料含水过多是有害的, 因此脱水是至关重要的。胶结充填料尽管水灰比较高但仍具有一定的强度, 首先是由于脱水好的缘故。

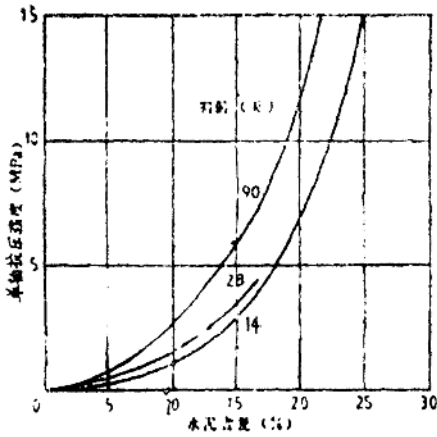


图6 水泥含量(骨料干重的百分数)对抗压强度的影响。

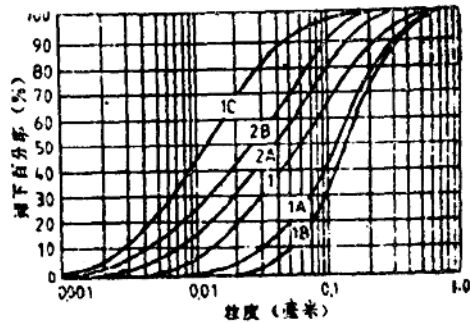


图7 经过分级的骨料粒级配比

1—未分级的选厂尾矿; 1A, 1B—去掉细粒;
1C—微细粒; 2A, 2B—去掉粗粒

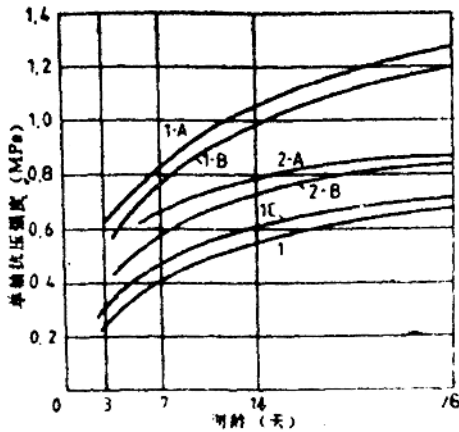


图8 水泥含量12.5%, 固体含量68%, 骨料(见图7)不同时, 抗压强度与养护期龄的关系

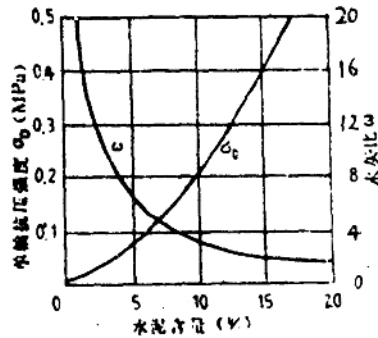


图9 含固量76.9%时, 水泥含量对抗压强度的影响

骨料颗粒靠稀水泥浆粘结。含水量少强度便较高, 因为在脱水过程中, 水泥和微细骨料流失较少(图10)。根据文献, 固体含量比水泥含量更重要。把含固量从70%提高到80%, 水泥用量可减少一半。

此外, 添加剂、搅拌时间、养护期龄及环境温度对胶结充填料和强度都有很大的影响。

目前, 我国金属矿山, 尤其是黄金矿山充填采矿法使用情况和先进国家相比存在下列问题:

1) 使用范围不广, 而国外开采贵金属矿时采用充填采矿法的比重为50~60%, 而我国黄金矿山只有30%左右。

2) 劳动生产率低, 国外采用充填法的工班效率一般为6~15吨, 有的高达30吨。但我国黄金矿山一般仅有2.5~3.5吨, 有色金属矿山的工班效率稍高些。

3) 机械化程度低。国内一般用手持式凿岩机, 人工运矿或充填, 矿体厚大矿山使用电耙出矿, 而国外一般用液压凿岩台车, 各种铲运机及其它无轨运输设备出矿, 例如多姆金矿用Tarvis Clark 0.76米³ 电动铲运机, CT500HE 小型铲运机出矿效果很好, 机械化作业是充填采矿法发展的方向。

铲运机的应用促进了采矿方法的变革和发展, 使一些以前生产效率低的采矿方法, 例如上向分层充填法, 转变为高效率的采矿法, 特别是它可改进采矿场出矿工艺, 提高出矿效率。

我国很重视这项新技术的发展和应用。八十年代初, 就有一些铜矿和铅锌矿山引进了0.83至2米³ 柴油铲运机用于地下的出矿运输, 有的黄金矿山也于一九八五年开始引进电动铲运机, 如内蒙红花沟金矿, 采用干式废石充填法, 于一九八五年八月试验CT500HE 小型铲运机, 到一九八六年八月成功地用于急倾斜薄矿脉采场出矿, 代替人工转运, 提高了采矿生产效率。

根据国外充填法的应用现状和发展状况证明对开采贵重金属(如黄金)应大力提倡应用充填采矿法, 这对回收贵重金属具有决定意义。

在使用充填法(尤其是胶结充填法)时应注意研究如何降低充填成本和减少水泥含量, 这对使用充填法企业的经济效益有关键性的作用, 在充填法经济效益显著的情况下, 它是一种最好的方法。

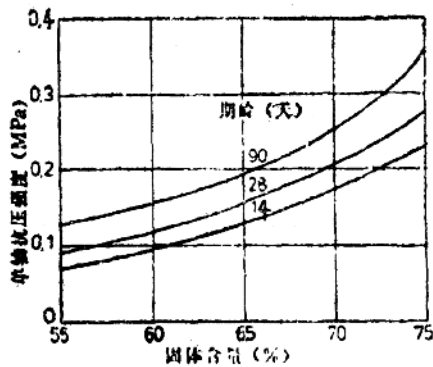


图10 水泥含量3.3%, 养护期龄和固量对抗压强的影响

抛掷充填采矿法

前 言

一些矿山所采用的充填采矿法一般为水力充填法、风力充填法或废石充填法。这些方法有许多优点，但也有一定的缺点。一种可取代这些传统的充填法的方法就是利用带式抛掷充填车的抛掷充填法，它已在德国和芬兰成功地应用。实践证明，这种方法既高效又经济、安全。

抛掷充填法的充填步骤

采用特制的带式抛掷充填车的抛掷式充填法的充填步骤如下：

- 1) 充填料的制备
- 2) 充填料的输送
- 3) 充填料的充填。

制备

为了尽量缩短充填料的输送距离，充填料的制备在井下装料站进行。装料站布置（图1）。粘合剂和骨料通过钻孔分别输送到井下贮料仓，在装料点按一定数量和比例混合制成充填料。

输送

充填料的输送通常使用一种特制的车辆。这种车辆由承载车，带有刮板的载料箱及带式抛掷充填机组成（图2）。如果带式抛掷充填装置安装在一独立的箱体上，那么充填料的输送则由铲运机完成。

充填料的充填

安装在车上的带式抛掷充填机由电动或液压马达驱动。由液压马达驱动的 Normet 带式抛掷机所需的功率为50 kW。皮带的速度高达20米/秒，它可在 $\pm 45^\circ$ 的范围内摆动，仰角可在 $0^\circ \cdots +30^\circ$ 之间调节（见图2）。

遥控系统可保证工作面操作工的工作安全，并使操作工在充填期间能很好地观察（图3）。

皮带抛掷机能在30米的距离内将充填料抛掷大约8米高。虽然充填料在抛掷过程中离散，但实际上，没有什么特殊的作用（图4）。

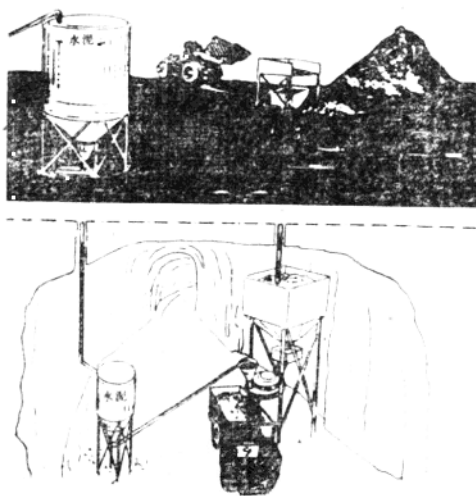


图1 井下装料站

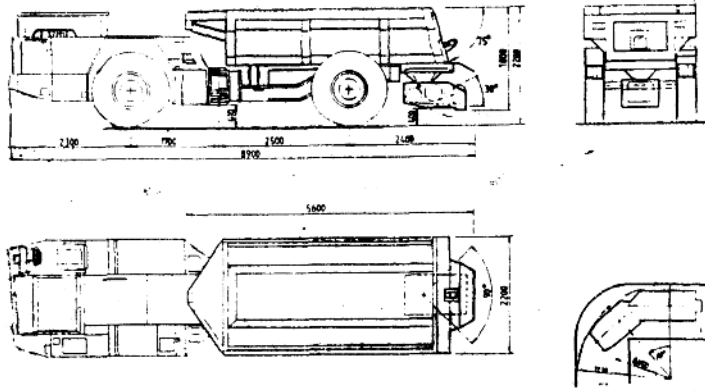


图2 Normet带式抛掷充填车

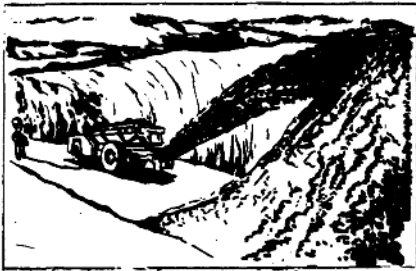


图3 摇控充填

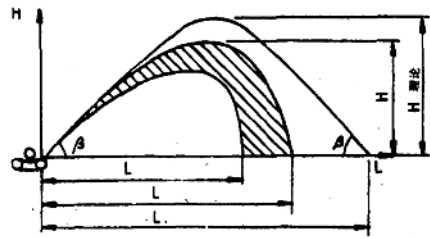


图4 充填料抛掷的轨迹

充填法在Keretti矿的实践

Keretti矿

该矿体沿着板岩分布，被4000米长，300~400米宽的数条断层切断。矿体平均厚度一般不足10米，但有些厚达30~40米（图5）。

主要采矿法为分层充填采矿法的变形方案，称《混凝土柱采矿法》。应用这种采矿法时，把矿体分为6和8米宽的平行采场。第一步开采6米宽的矿房并用混凝土充填。第二步开采8米宽的矿柱并用分级尾砂充填。

制备充填料

Keretti矿采用的胶结充填料含有砾石与：

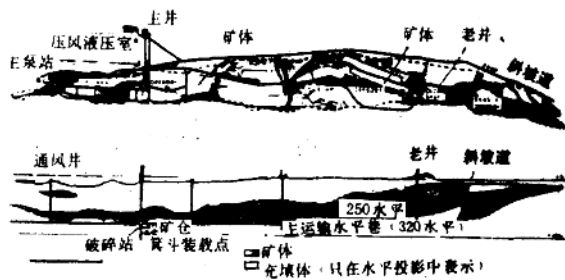


图5 Keretti矿布置图

水泥 30公斤/米³
 炉渣 80公斤/米³
 水（外加的）50公斤/米³

最终制备的充填料的总含水量较高，这是由于骨料含水的缘故。要将砾石筛分到 $\phi 0\sim 40$ 毫米。

Keretti矿在井下装料站制备充填料。该装料站设有砾石仓、水泥和炉渣仓、螺旋运输机、自动秤及搅拌机。整个系统都是自动的，并且混合比易调。混合7.5³米的充填料大约需10分钟的时间，它由带式抛掷车的司机操作。

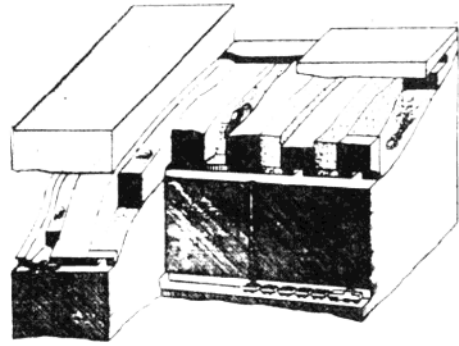


图6 混凝土柱采矿法

充填过程

该矿的运输距离在100~300米间变化。则其相应的单向运输时间分别为2和15分钟。卸一批充填料（一箱为7.5³米）需2至5分钟。

在8小时（包括半小时午饭时间）的一个班内，其综合充填能力为70~120米³/班。

在混凝土柱采矿法中，其矿房分两步充填（图7）。首先用普通汽车把充填料充入采场。



图7 充填各阶段



图8 抛掷式充填法

当采场太高而不能用普通汽车充填时，可用带式抛掷车来充填采场的剩余部分（图8）。最大水平抛掷距离为30米左右。当矿体倾斜时，充填料抛掷距离几乎达到50米。但是，实际抛掷距离不足20米。估计抛掷高度为8~10米。

只用水泥作为粘合剂时，充填一个月后的充填体的抗压强度为7.5兆帕。由于炉渣硬化时间较慢，所以如果采用炉渣和水泥时充填一个月后的充填体的抗压强度只有2.5兆帕。而要达到最终的强度，仍需更长的时间，然而，在Keretti矿，上述强度就足够了，但如果需要添加粘合剂来进行调节。

Keretti矿在实现带式抛掷充填之前，采用的是水力充填法（图9）。其充填站位于地表。充填一个采场需1~3个月，此外，需硬化30天之后，才可开采相邻采场。

用带式抛掷充填车充填一个相同的采场需1~3周，充填完毕0~7天之后即可开始回采相邻的采场。

带式抛掷充填车只需一人操作。由他驾驶、操纵皮带抛掷充填机并在装料站配制充填料。

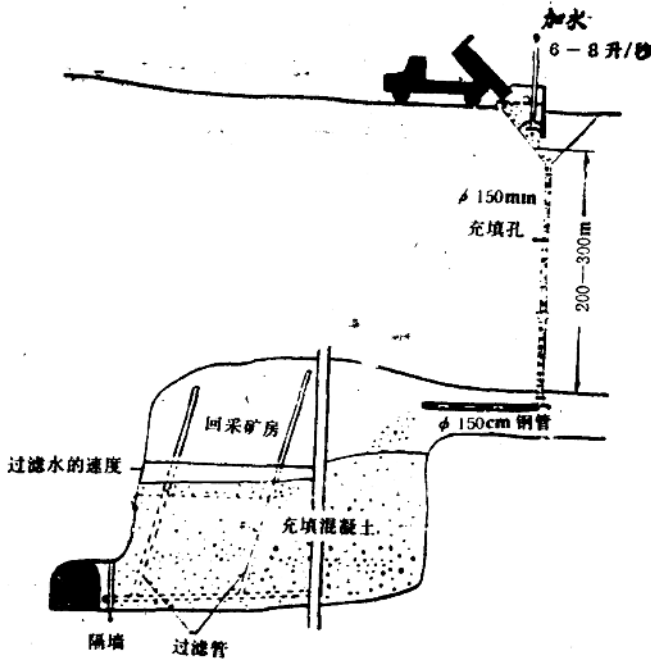


图9 Keretti矿⁽²⁾的水力充填

混凝土充填 岩石和砾石1250公斤/米³；尾砂650公斤/米³；水泥110公斤/米³
水400公斤/米³；抗压强度15~20巴；陷落系数1%。

充填和养护成本

充填成本

Keretti矿水力充填成本约为26美元/米³。这不包括排水和脱泥。

用带式抛掷充填车充填的成本为28美元/米³ (表1)。

使用带式抛掷充填车的充填成本

表1

充填料	22.0	美元/米 ³
带式抛掷车	3.0	"
工人工资	2.3	"
其他费用	0.7	"
总计	28.0	"

若考虑充填循环时间时，则可抵偿其成本的差额。

带式抛掷充填车充填比水力充填快一到二个月。此外，带式抛掷车充填只需较少的采场即可保持与水力充填相同的生产能力，而且初期掘进量及其投资都较少。

在德国Meggen矿已成功的应用了带式抛掷充填车。且其成本比风力废石充填低(图10)。

马克/M³

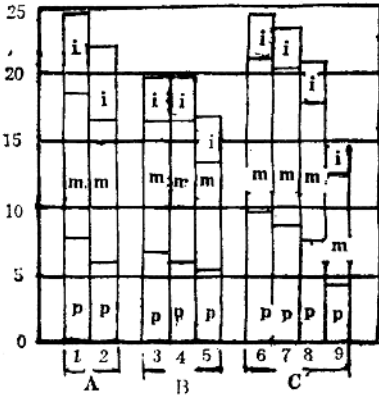


图10 Meggen矿的充填成本

A—风力充填 B—废石充填 C—胶带抛掷机
 充填 i—投资费用 m—材料费用
 P—工人工资

费用维修:

Keretti 矿带式抛掷充填车的工作时间约为4000时/年, 长期利用率和完好率分别为59%和74%。

皮带本身的工作寿命约为1500米³而抛掷系统的轴承的寿命约为3000米³。

带式抛掷充填车的维修费用见表2。

1986年带式抛掷车的维修费用

表 2

项目	费用	单位
轮胎	0.1	美元/米 ³
承载车	2.0	"
给料装置	0.9	"
装袋箱	—	"
总计	3.0	美元/米 ³

其他(方面的)应用

Keretti矿主要把带式抛掷充填车应用在第一阶段的充填工作中。另外, 其他方面也在应用:

1) 分层充填

除了混凝土柱采矿方法以外, 还将带式抛掷充填车用于分层充填法。

2) 倾斜长壁式采矿法

通过抛掷胶结充填料来封闭用废石充填的倾斜长壁式采场。这样, 可减少废石的混入(图11)。

3) 分段崩落法

Keretti矿采用曾用过的分段崩落法来开采一些老矿柱。有时, 爆破后在放矿口上的顶板废石不能崩落, 为了保证凿岩和装药的安全, 在岩石堆上喷洒混凝土。喷洒作业借助于带式抛掷充填车来完成(图12)。