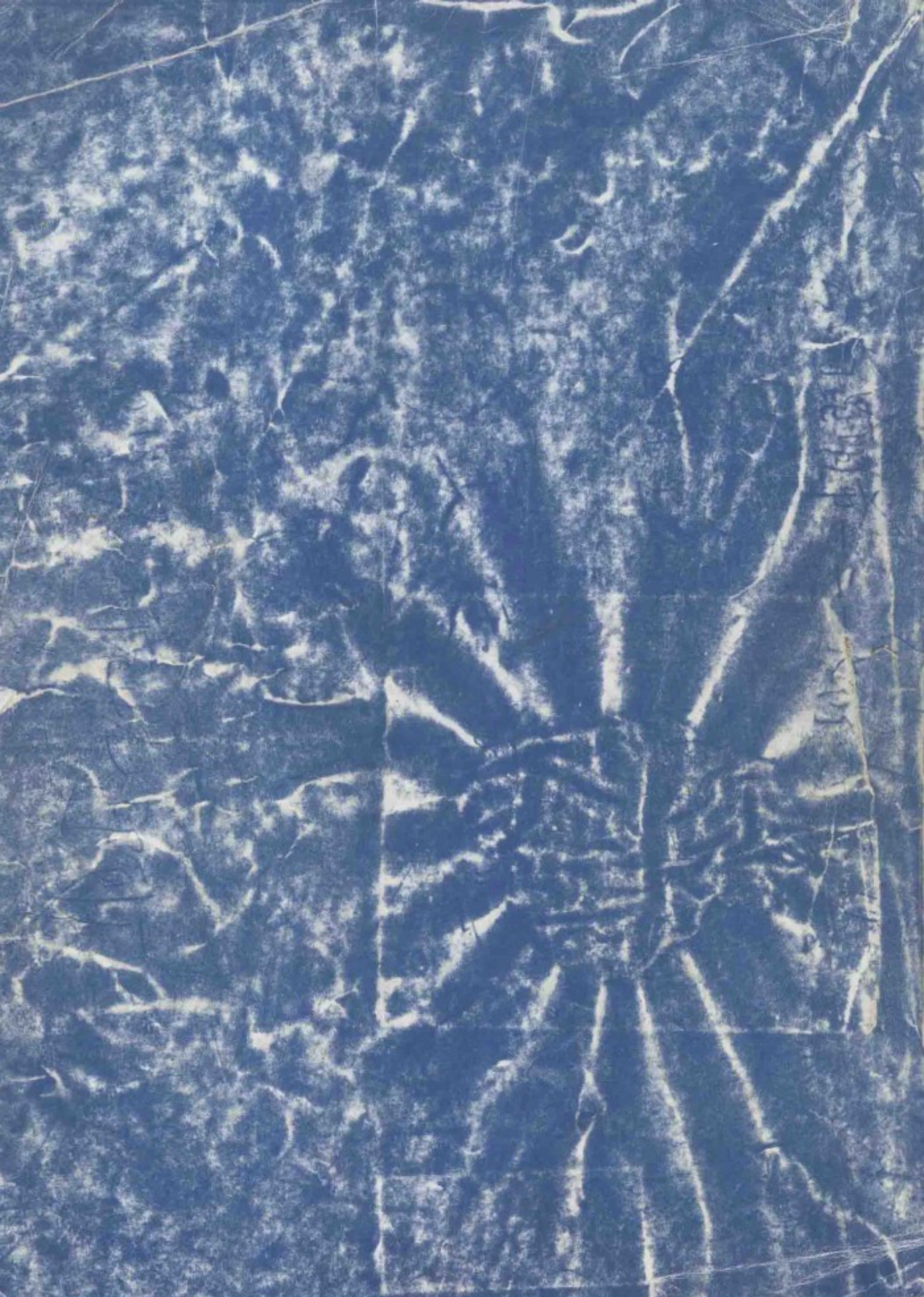


充填采矿法

主编 徐树岚 苏家宏

中国有色金属学会采矿学术委员会



充 填 采 矿 法

参加编写人员 徐树岚 苏家宏
潘 键 杨源伦
彭国华

中国有色金属学会采矿学术委员会
一九九九年八月



数据加载失败，请稍后重试！

内 容 提 要

本书主要总结了我国目前尚在应用的充填采矿方法,如上向水平分层充填采矿法、点柱上向分层充填采矿法、上向进路充填采矿法、分段充填采矿法、下向水平分层充填采矿法、嗣后充填采矿法的应用技术情况,论述了这些采矿方法的充填工艺、充填材料、充填设施和充填材料的制备与输送的发展与进步,并介绍了一些矿业发达国家的充填采矿的工艺技术经验。可供从事矿山生产、科研、设计的采矿工作者参考,亦可做为大专院校师生的参考书。

序

据 1997 年的统计资料,充填采矿法在我国有色金属矿山所占比重已达 22.37%,是近三十年来发展最快的一种采矿方法。其所以能获得如此成就,主要是依靠无轨设备日益广泛的应用和胶结充填技术的日臻成熟完善。胶结充填技术的出现,使矿山许多复杂的技术问题迎刃而解,如“采富保贫”、“三下开采”、降低贫化率和损失率、防止内因火灾、减缓岩爆的发生等等,创造出种种令人叹服的业绩。充填技术发展已经经历了几个阶段。从干式充填到水力充填,实现了充填料管道输送;从水力充填到高浓度充填,做到了充填料不离析;从高浓度充填到膏体充填,采场内可以不再脱水;每一个阶段都有质的飞跃,而且胶结充填技术已经成为当今充填采矿法的核心。

目前,国产无轨设备的质量还不尽人意,从国外引进设备价格昂贵,非一般矿山所能承受,致使我国充填法采场中无轨设备大多还不配套,使用最多的铲运机,斗容也偏小,限制了采场生产能力和劳动生产率的提高,限制了采矿成本的降低。相信随着国产无轨设备可靠性的不断提高,充填采矿法将会得到更大的发展。

徐树岚等诸君经过长期努力,编辑出版这本《充填采矿法》,系统地总结了近三十年来我国充填采矿法发展各方面的经验和成就,结合国外的实例,对这种采矿方法作了全面的论述,内容丰富、详实,是采矿界一本难得的专著,值得推荐给同行们一读。

于润沧

编著者的话

近30年来,特别是近10几年,学术交流活跃,使我国的矿山开采技术得到空前发展。在采矿方法中,其工艺技术发展最快的要数是充填采矿法,从1998年4月在澳大利亚召开的第六届国际充填采矿会议中可以看出,我国的充填采矿已经接近或达到发达国家的水平。大会的主题报告指出:“未来的中国将是开发矿山充填技术成果的来源”。金川有色金属公司、凡口铅锌矿和三山岛金矿等代表着我国充填采矿法的发展水平。作者搜集了大量的国内外文献,结合几十年生产、设计和科研的实践经验,编写了这本《充填采矿法》。此书的编写旨在总结我国近30年来的充填采矿技术的成就,介绍国外的经验。其内容较为丰富,并注意到其实用性。但由于编者水平有限,有些地方尚不尽人意,谬误之处,在所难免,恳请同仁和广大读者批评指正。

此书在编写和出版过程中,得到了采矿学术委员会领导黄业英、于润沧二位教授的关心和大力支持;金川有色金属公司周成甫、水口山矿务局彭云奇、锡矿山祝录发、凡口铅锌矿张木毅、铜录山铜矿谢国沃、云南锡业公司王天祥等诸位提供了宝贵资料,在此表示衷心感谢。

1999年7月

目 录

第一章 绪 论	(1)
1.1 充填采矿法的发展	(1)
1.2 充填工艺技术的发展	(2)
1.3 充填采矿法回采设备的发展	(3)
1.4 充填基础理论的研究	(4)
1.5 问题及发展趋势	(4)
第二章 上向水平分层充填采矿法	(6)
2.1 适用条件	(7)
2.2 采场布置和构成要素	(7)
2.3 采准工程	(10)
2.4 回采工艺	(14)
2.5 矿山实例	(17)
第三章 点柱上向分层充填采矿法	(26)
3.1 确定适用条件	(26)
3.2 点柱尺寸的确定	(26)
3.3 采场布置及构成要素	(31)
3.4 采准工程	(34)
3.5 回采工艺	(34)
3.6 充填工作	(35)
3.7 矿山实例	(35)
第四章 上向进路充填采矿法	(42)
4.1 适用条件	(42)
4.2 采场布置及构成要素	(42)
4.3 采准工程	(43)
4.4 回采工艺	(44)
4.5 充填工作	(44)
4.6 矿山实例	(45)
第五章 下向分层充填采矿法	(54)
5.1 适用条件	(58)
5.2 采场布置和构成要素	(58)
5.3 采准工程	(58)
5.4 回采工艺	(59)
5.5 充填工作	(59)
5.6 矿山实例	(60)

第六章	分段充填采矿法	(71)
6.1	适用条件	(71)
6.2	采场布置和构成要素	(71)
6.3	采准工程	(73)
6.4	回采工艺	(74)
6.5	充填工作	(75)
6.6	矿山实例	(77)
第七章	阶段充填采矿法	(86)
7.1	充填材料	(87)
7.2	采场充填	(88)
7.3	矿山实例	(89)
第八章	矿柱回采	(96)
8.1	概 述	(96)
8.2	矿柱回采方法	(96)
8.3	间柱回采方法及实例	(98)
8.4	顶底柱回采方法及矿山实例	(108)
第九章	充填材料	(113)
9.1	充填材料	(113)
9.2	惰性充填材料	(113)
9.3	胶凝材料	(117)
9.4	改性材料	(127)
9.5	充填体的含水与渗流	(134)
9.6	充填体的力学特性	(135)
第十章	充填材料的制备和设施	(142)
10.1	充填系统和充填量计量	(142)
10.2	干式充填系统	(143)
10.3	水砂充填系统	(144)
10.4	尾砂水力充填和尾砂胶结充填	(149)
10.5	高浓度尾砂胶结充填	(167)
10.6	膏体充填和细石混凝土充填	(176)
10.7	块石胶结充填	(184)
第十一章	充填材料的输送	(190)
11.1	干式充填材料的输送	(190)
11.2	水砂充填料的水力输送	(204)
11.3	尾砂和尾砂水泥胶结料的管道水力输送(非均质悬浮体)	(211)
11.4	高浓度尾砂胶结充填料的管道输送	(216)
11.5	全尾砂膏体和细石混凝土的管道输送	(221)
主要参考文献		(225)

第一章 绪 论

充填采矿法通常用于开采矿石品位高或价值大的有色、稀有和贵金属,有发火危险、开采技术条件复杂和露天与地下同时开采的矿床。为保护地表耕地、森林、建构物、河流、湖泊和矿床上部贫矿,防止和缓和矿山地压活动,有效地处理尾砂和废石等,也采用充填采矿法回采地下矿体。

我国充填采矿法具有悠久的历史,但直至 60 年代初,仍然是一种工艺复杂、采场生产能力和劳动生产率低、成本高的采矿方法。因此,它的使用范围受到了很大的限制,加之在 50 年代后期至 60 年代初,由于不适当地强调采矿方法的高强度和高效率,没有全面地考虑矿体的赋存和开采技术条件以及综合经济效益,致使应该采用充填法的矿山则采用了中、深孔崩落法等,充填法的开采比重急剧下降。这一情况经过 10 多年的时间才逐步将其改为充填采矿法,矿山经济效益提高,资源得到了充分利用。

充填采矿法随着充填工艺和充填料制备、输送技术等方面的不断发展和完善,以及无轨自行设备的广泛应用,目前已成为一种高效率的采矿方法。

1.1 充填采矿法的发展

由于充填采矿法是一种回收率高、贫化率低、可有效地控制地压活动的采矿方法,在有色、稀有、贵金属和高品位富矿,以及矿床赋存条件复杂、地表需要保护和有自然发火倾向矿床开采中具有不可替代的作用。近年来,由于社会的进步,人类文明程度的提高,越来越注重人与自然环境的协调发展。同时,由于实现了全面无轨化作业,采矿效率的提高,使其应用范围进一步的扩大,其应用的矿山迅速增加。1985 年,在我国 143 座重点有色金属矿山中,充填采矿法的比重已上升到 19%,而在黄金矿山其所占比重高达 29%。1990 年,有色矿山充填法比重达 19.6%,而黄金矿山上升 31%。

在国外,加拿大、澳大利亚、印度、波兰、法国、德国、瑞典、意大利、芬兰、爱尔兰、墨西哥、南非、秘鲁、赞比亚等国也都得到了广泛应用。

就采矿方法而言,根据矿床赋存条件、围岩状况、品位和价值的高低,现被采用的主要有:上向水平分层充填法、点柱上向分层充填法、上向进路充填法、分段充填法、下向分层充填法和嗣后充填的空场法和留矿法。在这些采矿方法中,以上向水平分层充填法为主。

由于先进技术装备的引进和研制,新技术的应用和发展,促进了采矿方法的改进和创新,大大提高了采场的开采强度,降低了成本,取得了显著的进步。如凡口铅锌矿采用盘区全无轨化上向水平分层尾砂(或棒磨砂)胶结充填法。采场垂直矿体走向布置,矿房和间柱均为 8m,阶段高度 40~80m,分段高度 8m,分层高度 4m,由 3~5 个采场组成一个盘区。盘区采用斜坡道采准系统。回采工作以凿岩、装药、顶板处理、出矿、二次破碎和材料运送等均采用无轨自行设备,采场生产能力达 327t/d,采矿工作面工效为 31.74t/工班,采矿直接成本降低 16.4%。该方法的技术装备和主要技术经济指标达到世界先进水平。

机械化下向分层充填采矿法是金川有色金属公司二矿区引进先进的采、装、运设备而应用的一种采矿方案。由于在充填系统、采准布置、回采工艺等方面不断革新和完善,该方法已成为

开采不稳定矿岩的高效率采矿方法,代表着我国下向胶结充填法的先进水平和发展方向。该矿在应用这一方法中,开展了大量的研究工作,不断地进行总结改进和创新,其主要特点和经验是:

(1) 回采进路垂直矿体走向布置,使进路的方向与矿区主应力方向一致,采场进路受力最小,有利于进路支护和回采工作;

(2) 盘区内划分若干独立的工作区(矿块),各工作区可独立进行回采、充填和出矿,有利于均衡生产;

(3) 采用 H127 电动液压凿岩台车高精度凿岩和控制爆破技术,提高了凿岩速度,达到光面爆破效果,对维护人工假顶及两帮起到良好作用;

(4) 采用 LF4. 1E 型电动铲运机出矿,减少了柴油机设备对井下环境的污染,改善了作业环境;

(5) 水平进路充填接顶和大量人工假顶的建筑成功为国内首创。

由于实现了机械化配套作业,生产能力大大提高,采区能力达到 817t/d,最高达 1440t/d,进路平均生产能力 204t/d,矿石损失和贫化率低,分别为 2.06% 和 4.71%。这充分显示了新工艺、新设备和新技术的优越性,为我国大面积回采应用下向胶结充填采矿法提供了成功的经验。

阶段充填采矿法(嗣后充填的空场法)具有空场采矿法的采场生产能力大、劳动生产率高和其他充填采矿法的矿石损失贫化低、能保护地表等特点,在国内外矿山得到较为广泛的应用,如我国安庆铜矿和澳大利亚芒特艾萨矿等。该方法经济效益和社会效益显著,发展前景广阔。

1.2 充填工艺技术的发展

干式充填 是以掘进废石或采石场采石为充填料,这一工艺我国在 50 年代以前早有使用。到了 50 年代以后,应用更加广泛,据统计,1955 年有色金属矿山应用干式充填采矿法的占 45%。这一方法目前仍在采用的有黄沙坪铅锌矿、河台金矿、东坪金矿等。

混凝土充填 低标号混凝土充填在我国始于 60 年代中期,它以碎石和脱泥尾砂或河砂、戈壁集料为骨料,在地表搅拌站制备好后经钻孔下放到井下。如凡口铅锌矿于 1964 年曾采用过风力(压气缸)输送或自流输送混凝土充填。充填骨料为废石、河砂或尾砂。金川有色金属公司龙首矿从 1965 年开始用—40mm 的戈壁集料掺水泥和水于井下搅拌站制备成混凝土,通过溜井和电耙运至采场上部充填井,经串灰筒溜放到采场,进行混凝土充填。到了 70 年代初,该矿就实现了充填系统机械化。由于充填浓度高,水泥耗量少和充填成本较低,混凝土充填广泛用于干式充填的胶结铺面。

水砂充填 我国金属矿山从 1965 年开始用非胶结尾砂、河砂或棒磨砂充填矿房或间柱,如铜录山铜矿、凤凰山铜矿、红透山铜矿、凡口铅锌矿、黄沙坪铅锌矿和三山岛金矿等。因此,水砂充填已成为我国矿山主要充填工艺之一。

细砂胶结充填工艺 该充填工艺是以尾砂、河砂、棒磨砂等为充填骨料,胶结材料一般为水泥。凡口铅锌矿 1966 年开始试验和应用尾砂胶结充填,相继在许多矿山被广泛采用。凡口铅锌矿 1983 年又开始高浓度全尾砂胶结充填新工艺及其设备的试验研究,1991 年获得成功,并用于生产。该工艺的试验成功,为尾砂产率低,充填料来源困难和地表不能建造尾砂库的矿床开采开创了一条新路。济南钢铁总厂的济南铁厂推广应用后,是我国第一个不造尾砂坝、不

外排尾砂的矿山,即采出矿石选出有用矿物后的废料全部回填井下,这是世界采矿史上的一个重大变革。

块石胶结充填 该充填工艺主要用于嗣后充填的空场法,且有充填体强度较高,水泥单耗低,广为国内外矿山采用。如我国锡矿山南矿、大厂铜坑锡矿等。澳大利亚芒特艾萨矿是块石胶结充填量(约 $15 \times 10^5 \text{m}^3/\text{a}$)最大的矿山,公司从 1992~1997 年对充填料浇筑机理和充填体的稳定性进行了研究试验,取得了一些成果并用于生产。如在充填天井顶部安装了新开发的一种溜槽装置,以促进充填料进入采场之前获得较好的混合;其二是块石对充填体表面的撞击能导致离析,离析程度与块石尺寸分布有关,因此,矿山于 1994 年将最大块石尺寸从 300mm 减小到 75mm。

高水速凝全尾砂胶结充填工艺 该工艺是利用高水材料(由甲、乙两种粉状材料组成)与水反应迅速水化、凝结和硬化,具有利用全尾砂和充填材料浓度调节范围大、输送距离远、生产能力大、凝固速度快、采场不需脱水等优点,引起人们较大兴趣,不少矿山组织试验,但大规模推广应用于生产的尚不多见。

膏体充填料泵送充填 该充填工艺始于 80 年代后期,我国于 1991 年在金川有色公司二矿区试验获得成功。这一充填工艺不离析,不分层,无需脱水,相对强度高。铜录山铜矿、武山铜矿已引进充填泵,正在设计和建设膏体充填料泵送充填系统。在国外,如澳大利亚的芒特艾萨矿 90 年代是应用的 10 年;加拿大已有 12 座矿山应用了高浓度全尾砂充填和膏体泵送充填。在这些国家建立了与之相应专门的高浓度和膏体充填研究的试验站和为矿山提供服务的膏体充填技术公司。

近 10 余年来,块石胶结充填和膏体泵送充填工艺发展迅速,特点显著,有成为矿山充填工艺的主体之势,应引起科研和生产矿山的关注。

1.3 充填采矿法回采设备的发展

充填采矿法随无轨自行设备的发展而迅速发展。无轨自行设备包括铲运机、井下自卸汽车、凿岩台车、装药车、撬毛台车、锚杆台车、锚索台车、液压碎石机、服务车和检修车等。

我国充填采矿法已由传统的回采工艺逐步向无轨化回采工艺过渡,如凡口铅锌矿、金川二矿区和三山岛金矿等,致使其技术装配和主要技术经济指标达到世界先进水平。

我国无轨自行设备已从引进、消化和试制转入到提高产品质量的阶段,并将逐步替代进口。据调查,我国冶金、有色、黄金和化工矿山,到 1995 年已拥有铲运机 53 种型号 800 余台,斗容 $0.38 \sim 6.1 \text{m}^3$ 。其中以柴油为动力源的约占 70%,电动铲运机约占 30%。拥有铲运机的矿山有 56 家,其中有色矿山约占 50%,拥有铲运机台数亦约 50%。拥有铲运机最多的是凡口铅锌矿,共 61 台(其中进口的 54 台,国产的 7 台)。其次是金川有色金属公司二矿区 39 台(进口的 23 台)。武山铜矿 32 台均为国产。

我国凿岩设备从 1960 年开始研制,如 CZZ-70 型凿岩台车,配 YG-80 型凿岩机。70 年代末期研制成功 YZ-90 型独立回转凿岩机和 CTC-142 型双机采矿台车,可钻凿 $10 \sim 20 \text{m}$ 的扇形孔。1984 年与法国合作研制液压凿岩台车及液压凿岩机,1986 年组装了 2 台 14-2F 型台车,1988 年全部国产化的 200 型液压凿岩机研制成功,并开始批量生产。

VCR(FDQ)采矿法在我国已推广应用多年,但所使用钻孔设备却不同,如铜陵凤凰山铜矿用 KY-170 型履带式地压牙轮钻机,而凡口铅锌矿用 ROC306 和 Simba261 潜孔钻,而安庆铜矿、铜录山铜矿等主要用 Simba261 钻机。Simba261 的技术性能好,但我国目前尚无同类产

品取代,应尽快研制。

1.4 充填基础理论的研究

(1) 膏体充填技术已在我国、加拿大、澳大利亚、南非等国很快获得认可,并有 10 多个矿山已用于生产,正在建设的膏体制备厂和泵送系统亦超过 10 个,我国就有 3 个矿山在建设中。国外一些高校和科研院所以及矿业公司(如美国矿业局斯波坎研究中心、英国剑桥研究院、加拿大魁北克大学、国际镍公司和鹰桥公司等)对膏体充填在实验室和生产现场进行了大量的研究试验,研究的内容主要是膏体充填体的物理力学特性和膏体(包括全尾砂膏体充填料和掺集料的膏体充填料)流变特性等。我国金川有色金属公司曾对膏体流变进行了研究,在全尾砂泵送充填工艺与设备试验研究中得出初步结果:膏体通常被认为是宾汉塑性流体,具有明显的屈服剪应力,流速增加,粘度相对保持不变;但膏体管道输送时其粘度随时间和流速的变化而变化,国内的学者认为大多数膏体呈假塑性,在高的泵送速度下粘度下降;金川的研究工作者认为金川全尾砂膏体属赫谢尔—布尔克莱流体,只有添加碎石,且流动指数等于 1 时方可用宾汉姆模型表示。

(2) 近 10 年来,高水速凝全尾砂胶结充填在我国不少矿山进行了试验。该充填工艺的推广应用尚需深入的对高水速凝固化充填机理、固化剂对不同性质的尾砂的物理化学作用机理、充填体的风化特征和充填体(含后期)的物理力学特性、各种添加剂对固化时间和固化程度以及可泵性和流动性等的作用进行研究。

(3) 我国科研院所和生产矿山对充填采场的稳定性和充填作用机理进行了大量的研究工作,开发了一批计算机软件,取得大量成果,为充填采矿的发展起到了十分重要的作用。如对 60~70 年代在有色矿山用充填空区方法作为控制大面积地压活动的主要手段的各类充填体,诸如脱泥尾砂充填,全尾砂充填、低标号胶结充填和块石充填等,充填体有效地限制围岩变形和位移。长沙矿山研究院与金川有色金属公司开发的金属矿山地下空区大面积充填体—岩体整体稳定性数值分析软件和长沙矿山研究院开发的金属矿山 120m 高充填体—岩体整体稳定性三维数值计算机软件,可用于计算确定合理的不留支撑矿柱的充填体参数和三维图形显示稳定性分区及充填优化设计。

长沙矿山研究院于 1988~1990 年,为化工部王集矿岩层控制技术的研究采用自行改进的边界元程序,对该矿采用充填法和房柱法开采的采场结构进行了稳定性分析,得出了采场和盘区结构参数的优化以及充填法和房柱法开采的安全分界深度。采用二维弹性有限元(2D—NCAP)对湘西金矿缓倾斜薄矿体机械化水平分层削壁充填采矿法的充填体受力情况,回采过程中应力和位移进行了计算机分析,计算程序中采用“应力反向法”来实现模拟采矿过程。分析结果对维护 22 阶段沿脉平巷,改善充填工艺和回采分层的层数等提供了有力的依据。

1.5 问题及发展趋势

(1) 充填采矿法是我国近 20 年来发展最快的一种采矿方法,一些矿山实现了无轨化回采,其回采工艺、技术装备、采场综合生产能力和工作面工作劳动生产率已达到或接近世界先进水平。必须指出:目前多数矿山除出矿采用铲运机外,凿岩、装药、顶板管理和二次破碎仍采用传统设备或由手工完成,采用传统工艺回采的矿山仍占有一定比例,致使充填法无轨化的总体水平偏低。形成这种情况的原因是进口的无轨设备的价格昂贵,备件短缺;采用国产设备,性能不够理想。因此,解决这一问题的关键是进一步提高国产设备的质量。采用无轨化开采时,应使铲运机与凿岩台车、装药车和顶板等设备配套,才能形成较高的采场生产能力和劳动生产

率。

(2) 块石胶结充填和膏体充填将是充填的主体,应引起科研和设计院所以及生产矿山的足够的重视。我国对上述两种充填技术进行了不少的研究试验,取得了一批成果,由于多种原因,致使其研究的广度和深度不能完全满足生产要求。因此,应加大科研经费的投入,加强其基础理论研究。如膏体充填的膏体流变特性和膏体充填体的物理力学特性等;块石胶结充填的构筑机理,主要是重力流机理的研究等等。

充填采矿法在国内外矿山的开采比重逐年增加,已成为一种高效、高回收率的采矿方法。随着矿山开采深度的不断加大、环保要求的日趋严格、开采技术的提高和回采设备的发展,以及充填工艺的改善和充填成本的降低,我国充填采矿法在 21 世纪将会得到更大的发展。

第二章 上向水平分层充填采矿法

上向水平分层充填采矿法是充填采矿法中最主要的一种,广为充填法矿山采用,其中以机械化上向水平分层充填法获得广泛应用,其原因主要是基于以下几点。

(1) 采场回采工艺采用无轨自行设备和与之相适应的采准系统,从而大幅度地提高了采场综合生产能力和劳动生产率,一般较电耙出矿的传统的上向分层充填法高1~9倍不等。如我国凡口铅锌矿采用自动接杆凿岩台车、装药车、斗容2.7m³铲运机、液压碎石车、橇毛台车和其他服务车辆等全套大型无轨自行设备,采场综合生产能力平均达327.3t/d,达到80年代世界先进水平,而传统的上向分层充填法采场综合生产能力仅为30t/d左右。我国部分矿山采用上向水平分层充填法采场布置、构成要素和综合生产能力如表2.1所示。

表 2.1 我国部分矿山上向水平分层充填法采场综合生产能力

矿山名称	采场布置形式	采场构成要素(m)			采场综合生产能力(t/d)	回采设备
		阶段高度	采场长度	采场宽度		
凡口铅锌矿	垂直走向布置	40	>15	8	327.3	全套大型无轨自行设备。
康家湾矿区	沿走向布置	32	50	<15	133.0	WJD-1.5型电动铲运机,7655型和YSP-45型凿岩机,人工装药。
红透山铜矿	沿走向布置	60	130~180	5~20	190	斗容2m ³ 铲运机,YSP-45型凿岩机,人工装药。
金厂沟梁金矿	沿走向布置	40	100~200	1.65	66.7	MATICH102型液压凿岩车,CT-500型电动铲运机,人工装药。
金川龙首矿	垂直走向布置	30	40	5	100	LF-4.1型铲运机,01-30型或YT-25型凿岩机,人工装药。
铜录山铜矿	垂直走向布置	60	矿体厚度	7~8	50	ZYQ-14型装运机,YSP-45型凿岩机,人工装药。
黄沙坪铅锌矿	沿走向布置	36	30~50	<15	31.5	ZDPJ-30型电耙,YSP-45型凿岩机,人工装药
焦家金矿	垂直走向布置	40	矿体厚度	18	26	电耙出矿,7655型凿岩机,人工装药。

注:1. 凡口铅锌矿为上下2个阶段连采,采场高度为80m。

2. 红透山铜矿采场长度达130~180m,分为2个区进行回采,表中所列采场生产能力为分区值。

(2) 机械化上向水平分层充填法采场尺寸随着无轨自行设备的大型化和锚杆、锚杆加钢丝网以及长锚索的广泛应用而加大,采场面积为传统的上向水平分层充填法的5~10倍,一些矿山采场高达3000m²以上。例如,我国红透山铜矿为1600~1800m²,加拿大国际镍有限公司的汤普森镍矿平均为1200m²,澳大利亚芒特-艾萨矿为1100~2100m²,科巴铜矿为1400~3800m²;瑞典波立登公司的乌登铅锌矿最大达4000m²以上,将整个矿体作为1个采场开采,不留矿柱,这就是国内外所说的全面上向水平分层充填法。此外,一些矿山矿体走向长度达1000~2000m,也只划分为2~6个采场,如加拿大鹰桥公司的鹰桥镍矿,矿体走向为1800m,矿体平均厚度约5m,最大厚度为30m,采场长度为120~300m,房间矿柱大为减少。加大采场尺寸不仅充分发挥了无轨自行设备的效率,而且简化了整个矿体的开采步骤,提高了矿石回收

率,降低矿石贫化率。

(3) 机械化上向水平分层充填法采场大型化,致使整个采准系统简化,采准工程量减少。由于各矿山矿体赋存和开采技术条件各不相同,所采用的采准系统也不一,万吨采准量相差很大,但一般比传统的上向水平分层充填法低 30~50%,如加拿大亨得逊铜矿低 50%。但必须指出,国内外少数矿山采用机械化充填法后,未采取相应的支护措施来加大采场尺寸,致使采准工程量反而增大。因此,在设计中需综合予以考虑。

(4) 采场综合生产能力和劳动生产率大幅度的提高,采矿成本随之下降。如我国凡口铅锌矿全套引进大型无轨自行设备,尽管投资很大,设备折旧费和维修费高,但采矿直接成本仍降低 1.12 元/t,即降低 16.4%;国外矿山降低幅度高达 50%以上,这是由于工人工资在采矿成本中所占比重较高的原因。此外,为满足矿山生产能力所需的采场和作业阶段数相应减少,从而减少了投入开拓和采准工程的资金和利息支付,并达到集中作业的目的。

目前我国采用机械化上向水平分层充填法的矿山,绝大多数仅使用铲运机出矿,且斗容较小,凿岩仍用 YSP-45 型或 7655 型凿岩机,人工装药和处理顶板。因此,在一些有条件的矿山应采用成套的无轨自行设备,以利于提高劳动生产率、减轻劳动强度和降低采矿成本,提高产品在市场的竞争能力。随着我国无轨自行设备制造质量的提高,充填采矿法无轨化水平将得到较大提高。

2.1 适用条件

上向水平分层充填法须满足一般充填采矿法的适用外,它主要用于:

1. 矿岩中等稳固或不够稳固的矿体;
2. 急倾斜薄矿体,倾斜中厚以上矿体和缓倾斜极厚矿体;
3. 产状复杂和分支复合的矿体,以及需要进行分采的矿体。

2.2 采场布置和构成要素

上向水平分层充填法采场布置型式主要是按矿体的厚度而定,矿体厚度小于 15~20m 时,沿走向布置,采场长度一般为 50m。当采用无轨自行设备进行回采时,长度一般为 100~300m,个别矿山达 760m。如我国红透山铜矿和金厂沟梁金矿、澳大利亚芒特-艾萨矿和加拿大鹰桥镍矿等。阶段高度根据矿体的倾角确定:倾斜矿体为 30~40m,急倾斜矿体为 50~60m,最高达 122m,如加拿大汤普森镍矿。部分矿山沿矿体走向布置的采场如图 2.2.1、图 2.2.2、图 2.2.3。

矿体厚度大于 15~20m 时,采场垂直走向布置,分为矿房和矿柱(或称 I 期矿房和 II 期矿房),两步骤回采。为充分发挥无轨自行设备的效率,由 3~5 个采场组成 1 个盘区。如我国凡口铅锌矿由 3 个采场组成 1 个盘区,矿房和矿柱的宽度均为 8m(以前矿房为 14m,矿柱为 8m);澳大利亚布罗肯-希尔铅锌矿亦由 3 个采场组成 1 个盘区,矿房宽为 10.1m,矿柱宽为 6.4m。我国红透山铜矿和加拿大汤普森镍矿由 5 个采场组成 1 个盘区,矿房宽度均为 10m,矿柱宽度分别为 10m 和 6~7m。采场长度为矿体厚度。阶段高度为 40~122m。部分矿山垂直矿体走向布置的采场如图 2.2.4、图 2.2.5、图 2.2.6 所示。

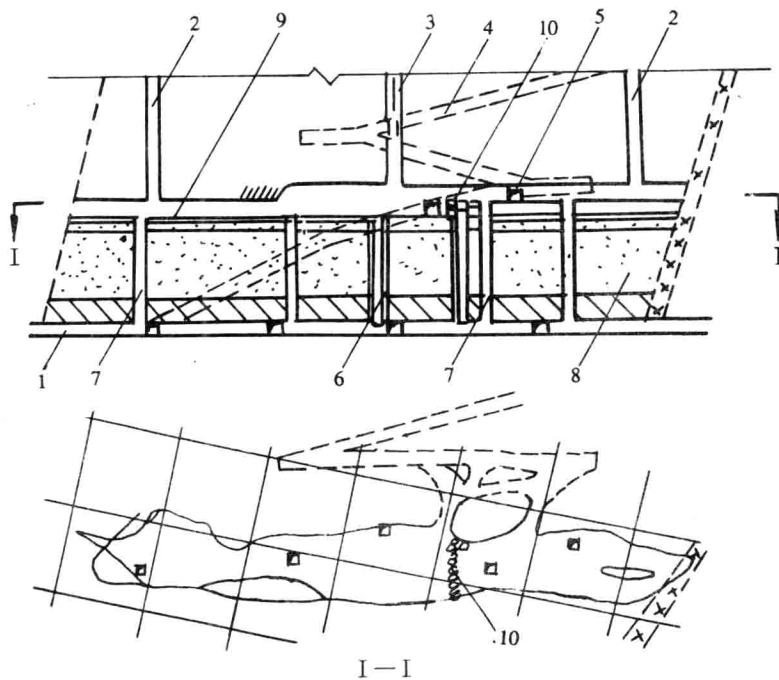


图 2.2.1 红透山铜矿沿走向布置的上向水平分层充填法

1—阶段运输巷道；2—通风井；3—设备材料提升井；4—斜坡道；5—分层联络道；
6—溜矿井；7—行人滤水井；8—充填体；9—尾砂胶结垫层；10—充填档墙

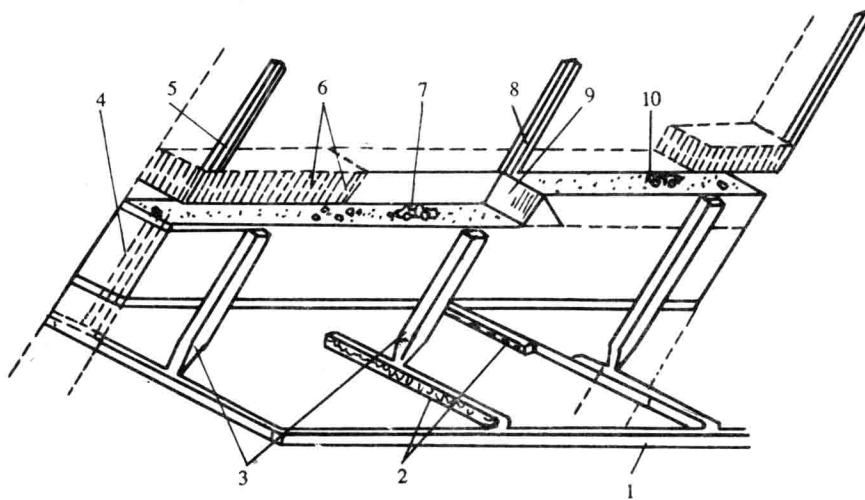


图 2.2.2 芒特—艾萨矿沿走向布置的上向水平分层充填法

1—阶段运输巷道；2—穿脉巷道；3—溜矿井；4、5—通风天井；6—上向炮孔；
7—铲运机；8—中央天井；9—充填档墙；10—凿岩台车