

ENFI

第十届优秀论文集

北京有色冶金设计研究总院

53.106.1mm 671.427.434.43

088
04



第十届优秀论文集

北京有色冶金设计研究院

二〇〇〇年六月

院专家委员会人员名单

主任委员：康南京

副主任委员：彭怀生

秘书长：黄祥华

副秘书长：黄毅华

委员：（以姓氏笔划为序）

丁跃进、于润沧、马平、王创时、王国珍

王忠实、田有连、白性如、叶绍成、史更生

许启明、刘忠义、沈祖祥、陈登文、张兆祥

杨松荣、陈喆、严大洲、段慧文、胡少兵

郭然、洪宛华、康南京、矫春生、黄祥华

盛吉鼎、尉克俭、蒋继穆、董方元、彭怀生

焦辉、谢良

前 言

适逢院专家委员会成立之际,《第十届优秀论文集》又呈献在广大科技工作者面前。我受院领导和院专家委员会的委托,向第十届论文征集的组织者、论文作者以及给予这项工作极大关注的历届原院技术委员会和各专业委员会表示衷心感谢!

我院通过一年一度的院优秀论文征集活动,迄今已出版十届优秀论文集,累计征集论文千余篇,评出优秀论文数百篇,许多论文还被推荐到各类学术期刊杂志发表,在一定程度上提高了我院知名度,也从一个侧面反映了我院科技进步水平和各个阶段的科技实力,展示了作者的聪明才智。本届论文除了沿承以往论文的优点外,还突出地反映了一个“新”字,作者从新的视角、提出新的论点,阐述新的观点,反映了我院科技工作者既秉承先贤,又大胆开拓的新思想和新理念。

21 世纪,是一个科技飞速发展的时代。接轨国际市场,参与全球竞争,将是我们面临的又一必须选择。我院作为一个知识密集型科技企业,其核心竞争力在于人才。当前恰处在新老交替、产业结构调整、改企建制的关键时期,更新知识、钻研技术、培养专家,对确保我院长远发展至关重要。学术论文征集活动的目的,在于大力提倡崇尚科学,探索求知的良好风气,用撰写论文的方式围绕院企业发展、产业结构、技术创新等进行探讨,变个人的、专业的知识为大家和全院所共享的财富,更好地促进我院科技进步和人才成长。迎接新的挑战。

面对未来,惟有不断学习,方能弄潮市场,跑赢大势。我们衷心期待能从今日的论文作者中,走出新一代院士和大师,与全院职工共同努力,以辉煌之笔,再谱新章!

北京有色冶金设计研究总院

副院长 张兆祥

二 000 年六月

目 录

1 我国机公站棚站及改站因致	苏维翰 (1)
----------------------	---------

21. 浅谈专业图书馆如何面对信息市场	杨淑香(91)
22. 往复式客运索道的技术进展及应用前景	刘晓贵(94)
23. 中条山冶炼厂保安电源系统的对策与工业实践	许 海(100)
24. 触摸式工业图形显示器在垂直循环式停车设备中的应用	谭 平(105)
25. 简述某看守所工程给排水设计	叶绍成(109)
26. 变频调速装置在架空客运索道上的应用	方艳萍(111)
27. 膜分离技术在有色冶金工业的应用及前景	刘 诚 董爱国(113)
28. 规范 CAD 绘图标准,解决 Auto CAD 与 Mircrostation CAD 之间汉字的转换	李丽雅(118)
29. 建设项目水土流失量预测计算方法及实例	宗子就(121)
30. 采用电子技术改善高效浓密机经济指标	王克允 张可欣(125)
31. 有线电视网在网络中的应用	沈 勇(125)
32. 提高我院市场竞争能力的途径	王玉宝(125)
33. 浅谈企业档案管理	丛培凤(125)
34. 住宅小区给水设计问题探讨	张培桦(126)
35. 锦州热电厂给排水设计	贺凤云(126)

说明:因版面有限,目录中 30-35 号论文内容从略。请作者谅解!

编 辑

二〇〇〇年六月

我国铅冶炼现状及改造思路

蒋继穆

摘 要 总结了我国铅冶炼的现状及存在的问题,提出了改变现状的改造方案和设想。

关键词 铅冶炼 改造 新工艺

1 现状

近年来我国铅冶炼工业有很大发展。据 2000 年《有色金属统计》,1999 年年产电解铅 89.5 万吨(包括再生铅回收)。其中矿产铅 81.2 万吨(包括进口含铅物料)。国产铅精矿含铅 50.1 万吨,产粗铅 48.6 万吨。

全国已建成铅冶炼厂 775 家,含国有企业 66 家,集体企业 606 家,股份制企业 14 家,联营企业 15 家,私营企业 34 家,三资企业 21 家和个体企业 19 家。这些铅冶炼厂中,单一的粗铅冶炼厂、单一的电解精炼厂、既有粗炼铅又有

电解精炼的综合铅冶炼厂大体上各占三分之一。在铅熔炼厂中,年产粗铅能力 5 万吨以上的大型企业仅 5 家,即株洲冶炼厂、沈阳冶炼厂、韶关冶炼厂、西北铅锌冶炼厂、豫光金铅集团。年产粗铅能力 1~4 万吨的共计 16 家。其余均为年产粗铅能力 1 万吨以下的小厂。

近几年来我国铅产销两旺,产铅除满足国内市场需求外,还大量出口,获得比较好的经济效益,炼铅企业普遍都有些盈利,在有色金属工业是比较好的行业。近 5 年我国铅生产、消费及出口状况见表 1。

表 1 近五年我国铅生产、消费及出口状况 万吨

	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	年均递增率%
铅精矿(含铅量)产量	46.2	52.0	64.3	71.2	58.1	5.9
矿产粗铅产量	36.6	36.0	36.5	46.6	56.7	11.6
电解铅产量	46.8	60.8	70.6	70.7	75.7	12.8
其中:矿产	40.8	43.3	56.3	58.3	66.5	13
杂产	9.5	17.5	14.3	12.4	9.2	11.3
电解铅消费量	35.0	44.2	46.4	48.0	50.7	9.7
电解铅制造成本(元/t)	3015	4304	4712	4426	3798	5.9
铅精矿(含铅量)出口量	6.29	5.36	1.46	2.59	3.44	-
铅及铅合金出口量	19.15	18.53	11.06	19.79	25.09	7.0
铅产品出口创汇(万美元)	12432	15905	16947	14931	14617	4.1
LME 现货铅价(美元/t)	549	630	780	624	528	-

我国铅冶炼工艺,除西北铅锌冶炼厂引进了德国鲁奇公司 QSL 炼铅技术外,其余全部是烧结、鼓风炉熔炼和电解精炼。其中除韶关冶炼厂、株洲冶炼厂、沈阳冶炼厂、豫光金铅集团等采用烧结机烧结外,其余均采用烧结锅或烧结盘进行烧结。冶炼烟气只有韶关冶炼厂(铅锌混合精矿烧结,用 ISP 工艺生产铅锌)和豫光金铅集团(采用国内开发的非定态低浓度 SO_2 烟气转化技术)已用于制酸外,其他铅冶炼厂的

烟气都直接排放至大气。每产 1 吨铅约产出 0.6~0.7 吨 SO_2 。去年矿产铅 81.2 万吨,约 50~60 万吨 SO_2 排入大气,严重污染环境。烧结机或烧结锅的操作及多段返粉破碎,铅粉尘及铅蒸汽的低空污染同样十分严重,劳动条件恶劣,自控水平低。

尽管我国铅冶炼行业发展迅速,经济效益尚可。但存在以下问题,急待解决。

(1)冶炼规模小。700 多个铅冶炼厂,生产

不到 90 万吨铅/年,平均仅千多吨铅/年一个厂。最大的沈阳冶炼厂,年产铅仅 7 万吨。多数乡镇企业、个体企业,年产铅仅几百吨,设备简陋,技术落后,劳动生产率低下,能耗高,综合利用程度低,资源浪费严重。

(2)环境污染严重,劳动条件恶劣。不少企业靠牺牲工人健康,牺牲社会效益来维持生产获取有限的经济效益。

(3)再生铅资源的回收利用没有受到重视。

国外对铅的废杂料,作为铅的再生资源予以利用,相当重视,尤其是废蓄电池,有专门的工厂予以回收利用。国外再生铅产量占铅总产量的 50% 以上。其中美国和意大利再生铅产量占其铅总产量的 70% 以上。我国铅的生产和消费量均居世界第二位,但再生铅的回收利用处于相当低下水准。据 1991~1997 年统计,再生铅的产量仅占总产量的 10%~30% (见表 2)。

表 2 我国再生铅产量及占各年铅总产量的百分比

年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
再生铅产量(万吨)	4.63	4.83	4.43	9.5	17.53	14.36	12.37
占铅总产量(%)	15.21	13.2	10.76	20.3	28.84	20.33	17.40

再生铅回收多为分布于全国各地的乡镇企业和个体企业,一般采用手工解体废蓄电池,铅泥自然晾晒,与其他废杂铅基合金废料等,分批用反射炉熔炼。这些工厂铅的回收率低,环境条件差,废气、废水、铅尘等对操作工人及周边环境造成危害,且规模小,管理水平低下。没有部门统一管理,处于放任自流状态。

随着各国环保政策要求日益严格,对于满足环保要求,生产成本低廉的炼铅新工艺的需求日益突出,世界上许多国家在 70~80 年代,经研究开发,有几种新的炼铅工艺,已应用于工业生产。这是众所周知的基夫赛特法、顶吹浸没熔炼法(TSL 法)、QSL 法、卡尔多法及我国自行开发的 SKS 法等。

统观世界铅冶炼的状况,采用新工艺和新技术,不如铜冶炼那样推广迅速。世界年产 600 多万吨铅,用新工艺生产的不足 100 万吨,世界铅产量的 80% 以上仍然采用传统流程生产。国外在传统流程上,为解决环保问题,做了一些改进。如提高自控水平,加强返粉制备,改进配料制度及改进烧结机的结构,鼓风返烟,减少漏风率,力求提高烧结机烟气 SO_2 浓度,采用单接触法制酸或低浓度烟气制酸(托普索工艺),提高自控水平,将返粉破碎系统叠加设置在一个密闭厂房内等改善环保的措施。虽然没

有彻底解决环保问题,但比我国现有的传统工艺生产水平要高一个档次。

铅冶炼新工艺推广速度不快,可能与下述因素有关:

(1)在经济上,铅是贱金属中价位最低的一种,相同利润率条件下相对利润额度低。如生产 1 吨铜和 1 吨铅,同样为 10% 的利润率,工厂产 1 吨铜可获利 1500~2000 元,而产 1 吨铅只能获利 400~600 元。如果不进行准确而详细的技术经济比较,盲目地花大量投资进行铅厂技术改造,工艺更新了,环保问题解决了,经济上要承担重大风险。

(2)在技术上硫化铅、铅、氧化铅等,都是沸点比较低的物资,尤其是硫化铅,在 600℃ 就开始挥发,其沸点仅为 1281℃,在 1000~1100℃ 的熔炼温度下,它们的蒸汽压都相对较高。新的炼铅方法多数都是富氧强化熔炼 PbS 、 Pb 、 PbO 等大量挥发,烟尘率很高。如国内开发的底吹炼铜,烟尘率仅 $\pm 1\%$,而底吹炼铅,烟尘率在 20% 以上。这给新的炼铅工艺带来一些工艺和工程问题。如烟尘中五族元素循环积累问题;烟尘粘结问题,超细干尘清理、输送、混料等过程的粉尘挥扬造成的低空污染问题;烟尘率高,返料率就高,能耗也相应提高。基于这些原因,铅冶炼改造,炼铅新工艺的开发应用,难度

较大。并且新开发的这几种工艺,生产应用时间都不算长,还或多或少存在一些问题,处在不断改进和完善之中。这给业主决策带来一定困难。

2 改造思路

我国铅冶炼的现状,进入 21 世纪,不可继续下去,一定要改造,否则,对环境带来的危害不可低估。要为子孙后代着想,发展的目的是为改善人们的生活。如果生产发展了,生活环境被毁,没有清新的空气、没有青山绿水和蓝天,发展了又有什么价值? 铅冶炼的改造已势在必行。

改造方案的选择,应充分考虑工厂的现状,从实际出发,实事求是,因地制宜,尽可能利用现有场地和设施;以经济效益为中心,减少改造的资金投入;以环境保护为重点,慎重选择新技术和新工艺。

已开发应用于工业生产的几种炼铅新工艺,从炼铅机理分析,基夫赛特法是利用与闪速炉反应塔类似的结构进行高强度的氧化熔炼,在反应塔中物料含湿低,呈分散状与高温、高氧势的气体反应极为迅速,有利于抑制极易挥发的硫化铅的挥发。此外氧化铅呈高铅液态渣与浮在熔池上部的焦炭层,进行液固还原,铅还原过程熔体搅动不剧烈,从熔体中溢出的气体数量很少,因此还原过程铅及其化合物的挥发量相对其他几种工艺而言较低。加上基夫赛特炉烟气出口设有垂直的余热锅炉通道,部分烟尘凝结在锅炉壁上,经过定期振打直接掉入熔炼炉,减少了返尘量。据资料介绍其返尘率仅 4%~8%,这是基夫赛特工艺的重要特点。其他新的炼铅工艺精矿熔化,氧化时间相对较长,硫化铅挥发不可避免,熔融渣中的氧化铅是在粉煤吹炼状态下进行还原熔炼、还原层气相溢出量大,有利于铅物料挥发,相对而言,烟尘率较高。如 QSL,烟尘率随原料含铅品位不同,波动在 20%~30%之间。

鼓风炉还原熔炼,为什么还有生命力,世界上绝大多数的铅还是鼓风炉生产的(包括

ISP),主要因为:

(1)鼓风炉是高强度熔炼设备,床能力达 $50\sim 100\text{t}/\text{m}^2\cdot\text{d}$,设备高效。

(2)烟尘率低,上部炉料对焦点区还原挥发的物料起了捕集作用。烟尘率一般只有 1%~3%。

(3)热能利用好,不必设置高投资的余热锅炉。焦点区的高温烟气显热与鼓风炉上部冷料自然换热而回收。

(4)炉子寿命长,维修工作量小,易于实现自控,提高劳动生产率。维持炉顶负压操作,环保、劳动条件较好。

(5)焦点区为强还原气氛,铅还原充分,弃渣含铅低,高料柱操作时渣含铅为 1%~2%。铅回收率高。

(6)我国焦炭供应充足,价格便宜,比国外更显鼓风炉熔炼的优点。

基于以上认知,对我国铅冶炼行业的改造建议如下:

(1)必须关闭一大批生产技术落后,环境污染严重的小型炼铅厂。像云南铅锌集团公司那样关停现有几家小的铅冶炼厂,集中财力物力,择条件最好的厂家进行改扩建。采用新技术,建设大型铅冶炼厂,实现规模经营、提高综合利用程度,改善环保条件,提高经济效益。

(2)对于采用烧结机生产,规模在年产 5 万吨铅以上,管理水平较高的冶炼厂,可以考虑改进烧结机的密封结构,改进返粉破碎工艺,采用低浓度烟气制酸工艺,解决 SO_2 排放问题。如株洲冶炼厂铅系统那样,引进托普索制酸工艺,基本解决了环保问题,改造投资费用少,又不影响现有生产。

(3)已经引进建成的白银 QSL 炼铅厂,试运行期间,日处理炉料量达 281.3t/d,铅直收率达 93.9%,粗铅品位 99.25%,烟气(干基) SO_2 含量达 7.6%~11%。存在一些局部问题,已停产多年。应尽快总结南韩温山、德国斯托尔贝克两冶炼厂的成功经验,完成局部改造,恢复生产。

(4)对于年产粗铅在 10 万吨以下的冶炼

厂,处理高砷铅精矿,可以考虑选用国内开发的底吹熔炼技术。处理高铜铅精矿,可以考虑引进 Ausmelte 公司的顶吹熔炼或波立顿公司的卡尔多炉。用其取代现有烧结系统,进行氧化熔炼。氧化熔炼产出的高浓度 SO_2 烟气用于制酸,产出的高铅渣送保留的鼓风炉进行还原熔炼,产出合格粗铅和弃渣。对含锌高的原料,可增设烟化炉处理鼓风炉渣回收锌。这样改造投资最省,又可解决环保问题。鼓风炉处理高铅渣,我国有成熟经验。会泽铅锌矿和澜沧冶炼厂,处理老祖宗留下的高铅老炉渣,有几十年的生产经验。老炉渣的性质和现有新工艺生产的高铅渣十分接近,加上水口山鼓风炉处理高铅渣的试验,在技术上是成功的。

(5)如果新建或改扩建年产十几万吨或几十万万吨的大型铅冶炼厂,引进基夫赛特工艺也许是可取的。基夫赛特工艺有他独特的优点,但对原料准备要求严格,系统投资较大,技术转让费也很高。规模小了,建厂后难以还贷。建个不具规模的厂,尽管工艺先进,环保也没有问题,但没有经济效益,也有违建厂初衷。

(6)有关主管部门或行业协会,应十分重视废杂铅等再生资源的有效回收利用。随着我国汽车制造业的发展和汽车使用量的高速增长,车用蓄电池的废杂铅料也将大幅度增加。有必要设置较大规模专用于处理废蓄电池的再生铅回收厂,以便综合回收含铅浆料、栅板及非金属材料,有效合理地回收利用蓄电池外壳使其最为经济合理。

如果重视再生铅的回收,将回收的比率提至 50% 的世界平均水准,我国在不增建铅矿山的情况下,每年可多生产 20% ~ 30% 的电铅,可大幅度降低我国吨铅的平均能耗,提高行业的总体效益。

(7)将全国所有的铅阳极泥集中至一两家

大型铅电解厂统一处理,对于提高铅阳极泥的综合利用程度,提高劳动生产率,降低能源单耗,提高有价值金属回收率,降低单位阳极泥的处理成本,提高总体经济效益都是十分有利的。关键是需要有人组织并处理好各自的利益,建立一种合理的机制,让各家的阳极泥比分散处理能获得更大的效益。

(8)采用烧结锅生产的铅厂,改造过程不宜再新建烧结机。烧结机加返粉破碎系统的投资不比采用新工艺建一个氧化熔炼系统省。烧结机的烟气处理量较氧化熔炼炉的烟气处理量大一倍以上,烟气净化和制酸系统的投资亦相应加大。鼓风炉处理烧结块的数量较处理富铅渣量大,相应的焦炭消耗亦较处理富铅渣为高。显然硫的回收率、环保状况采用新工艺较采用烧结机更好。

相对而言在我国现有条件下,采用炼铅新工艺,较工业发达国家有更有利的条件。工业发达国家硫酸市场已饱和。去年日本、韩国向我国倾销硫酸,基本上只收运输费。MIM 公司的炼铜厂和炼铅厂都不制酸,厂址设在对 SO_2 污染有一定耐力的澳大利亚的荒漠地域。由于不考虑 SO_2 污染,MIM 公司建设了年产 6 万吨金属铅的顶吹炼铅新工艺生产厂,据称,由于原料供应、规模和从总体经济效益综合考虑,生产了三年后,停止了顶吹炼铅新工艺生产,仍用原有 16 万 t/a 的烧结、鼓风炉传统流程生产。我国硫酸还有一定市场容量,每产 1 吨铅,一般可回收 1 吨酸,每吨酸有上百元利润。这对采用炼铅新工艺极为有利。

总而言之,铅厂改造,要以市场为导向,以效益为中心,以防治环境污染为重点,实事求是,因地制宜地实施。与此同时,应加大低成本,无污染湿法炼铅工艺的科技开发力度,为开拓 21 世纪全新的炼铅工业创造条件。

小关露天矿土地复垦

傅汝杰 刘邦祥

摘 要 小关露天矿是六十年代开始土地复垦的矿山。本文介绍该矿区土地复垦的规划、设计、实施的全过程,以及复垦后土壤理化性质和耕种后收成的实地调查结果,证明复垦恢复了土地资源效益,并使生态环境得到了重建。

关键词 露天矿 土地复垦

现代采矿的任务,不仅回收地下的矿物,同时负有土地复垦的双重任务。使被破坏的矿山土地,恢复耕种,恢复土地资源效益和生态环境。

1 概况

小关露天矿(图1)位于河南省郑州市西南38km的巩县小关乡境内。其土地复垦是根据矿山资源的赋存特点、矿区地形、气象、水文条件和环境关系,经过设计、建设、生产等单位与地方结合,制定矿山在建设、生产过程中的土地复垦规划,逐年复垦,达到用地与复垦基本平衡。土地复垦后,经过农业施种,获得良好收成。

从1965年到1974年近10年内,就复垦

50ha,经过多年耕种,获得较好收成,一般产量可达到 $4500-6000\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{a}$ 。现将当年小关乡复垦耕种的收成列表如下:

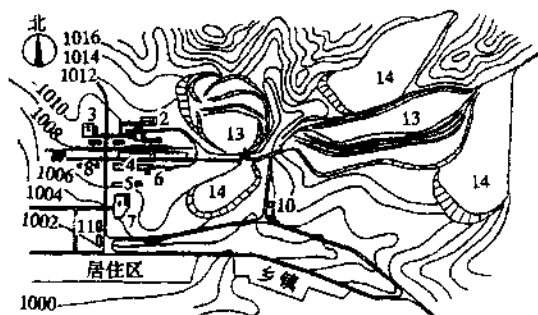


图1 小关露天矿总体规划图

1-12. 露天矿工业建筑设施 13. 露天矿采矿场(待复垦)
14. 废石场(待复垦)

表1 小关乡复垦耕种产量统计表

单位: kg/ha

年份	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
收成	3053.3	4176	4909.5	5557.5	6037.5	8077.5	7200	6274.5	7620

2 复垦规划

为了发挥土地利用效益,设计对矿山用地进行了全面土地复垦规划。

2.1 规划调查

规划调查是实现土地复垦的前提,调查内容有:土地资源状况、性质、数量、分布及可利用的潜力等,以确定适宜的复垦方法,进而确定合理的复垦成本;在调查中对与复垦有关的自然环境条件,如:地形、地质、水文、气象、土壤以及生态环境等等因素,进行全面调查,综合分析。

2.2 规划程序与实施

——土地复垦纳入了乡镇土地利用总体规

划。

——土地复垦实行设计、建设、生产三结合。

——土地复垦与采矿方案相结合,综合利用矿山资源赋存条件。

2.3 设计内容

——土地复垦及用地规划设计。

——采矿及土地复垦的详细规划设计。

——土地复垦费用计算设计。

3 复垦技术条件

3.1 矿体的储存条件

小关矿的岩层组成,由上而下是:黄土层厚 8-10m,砂岩层厚 10m,石灰石厚 6m,铝土矿厚 2-5m,底板为石灰石。岩层厚度均匀,倾斜 13-14°,倾斜与地面坡度一致,为矿区土地复垦提供了有利因素。

——地表黄土是可耕土壤,经济地解决了复垦的上源问题;

——岩层厚度均匀,在开采中能保持均衡地、按顺序排弃岩土,堆积时能按岩土比例进行复垦。

3.2 露天矿开采技术条件

露天开拓采用普通的分阶段的开采方法,由上而下,顶盘、底盘同时推进(见图 2),当阶段推进时,基本上能够做到岩土分开。

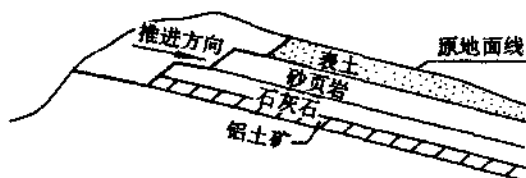


图 2 露天采场剖面示意图

这样的开采顺序和推进方向,可使岩土按顺序排弃。先排弃岩石,后排弃表土;下部排弃岩石,上部排弃表土。完全适合于废石场复垦时岩石和表土堆积程序的要求。

3.3 废石场的位置与地形条件

矿体分布所在山沟间的山丘坡地,采区居于山丘斜坡上,废石场选择在两侧山沟谷地(见图 3),为采矿、排废、复垦的同步进行创造了条件。便于达到按阶段排弃岩土,先岩后土,下岩土上土的废石场复垦顺序要求。

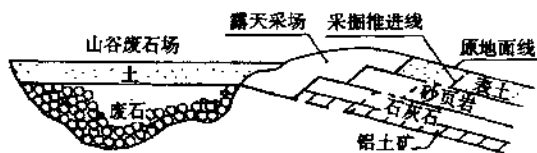


图 3 废石场与采场相对位置示意图

4 复垦设计与实施

4.1 复垦列入露天矿的设计内容

在进行露天矿设计的同时考虑土地复垦的计划,并将土地复垦费用列入基本建设投资预算。

4.2 复垦与矿山生产作为生产任务同时下达

小关露天矿在每年安排生产铝土矿计划的同时安排一定数量的复垦计划,当作生产任务同时下达。每年根据矿山排弃的岩土量,结合复垦规划,确定当年用地多少,可能复垦多少,进行合理安排,做到近期有计划,远期有规划。在前 10 年中平均每年复垦约 5ha,基本上达到了复垦规划的目的。

4.3 复垦实施

——根据自身特点,在生产的同时进行复垦;

——土地复垦、建设、生产同步进行;

——矿山与地方相结合;

——矿山开采方法与土地复垦技术相结合。

4.3.1 复土厚度

当地现有耕地耕作土厚度为 0.55-1.1m,但废石场的底层排弃的是岩石,水分容易渗透,为使土层具有较好的持水条件,厚度增至 1.2-1.5m,表层最好是铺一层 0.05 厚腐植土。

4.3.2 土地整平

在复土之前,应将废石场上部的岩石推平。复土后的地面坡度不宜大于 1%,以免地表迳流冲刷表土。

4.3.3 岩土堆积顺序

按照岩土的矿物组成、种类、性能以及块度进行。一般是:上土下岩;块度大的在下,小的在上;酸碱性的岩土在下,中性岩土在上;不易风化的岩土在下,易风化的岩土在上;贫脊的岩土在下,肥沃的土壤在上。

4.3.4 蓄水和防渗作用

为使废石场复田具有较好的蓄水和保水条件,对废石场的设置要求如下:

——在山谷设置废石场,在其上游设置水库,以利于蓄洪和灌溉,还可利用废石场本身岩石的空隙排水(见图 4)

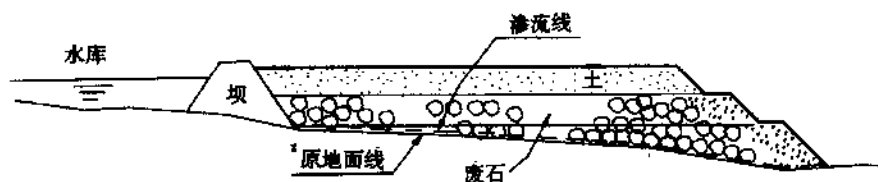


图4 山谷废石场纵剖面示意图

——为保持复土层的土壤不致由于岩石空隙随雨水下漏流失,一般应均匀分配细屑质多的岩石堆置在废石场上部,用推土机压实,形成防漏层,使表土层不致在雨后,由于雨水下渗,产生漏斗,使表土流失。

——排弃岩土堆积过程中岩土自重下落,形成废石场岩土粗细块度结构(如图5)。

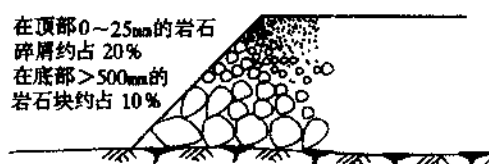


图5 废石场堆置情况示意图

5 复垦后的初步调查

根据对复垦以后的耕地水、土、肥等调查结果,分析如下:

5.1 土壤的物理性

用机械回填的耕作土层具有以下特点:土层厚度:1.2~1.5m;土层疏松,孔隙率15%左

右,一般容重 1.5t/m^3 。由于有较厚的松土层,能够保持农作物所需要的养料、水分、空气和湿度,从而有利于农作物的根系生长。复垦耕地中一般农作物,根栖层深度20~35cm,比原耕地同类农作物的根系深度要深得多。

5.2 复土厚度与农作物的生产情况

根据复垦后的小麦产量分析,平均厚度1.3m是适宜的,小于1.0m以下,保不住水分,农作物不耐旱。复垦实行的方法是在废石场堆完后,先用推土机平整压实2次左右,再用汽车复土,12000~15000 m^3/ha ,分1~2层整平,2层为好。厚度控制在1.2~1.5m。农作物生长要求达到此厚度已足够,过厚无明显作用。根据当地调查达到复垦要求的耕地,一年两季的产量平均达到4500~6000 kg/ha 。通过调查,一般复土层厚的,土质好的产量高;土层厚度在0.3m以下,产量300 kg 以下,有的无收成,这类复田为数甚少。

表2 复土厚度与收成关系

土层厚度(m)	第一年产量(kg/ha)	备 注
0.3及以下	300~375以下,有的无收成	只统计夏季小麦产量(下同)
0.50	600~750	
0.80	900~1275	
1.00	1125~1350	
1.50	1275~1500	复土两层

5.3 土壤的持水性

由于新复的土壤,疏松孔隙度大,既具有良好的透水性又有较好的保水性,能把自然降水有效地储蓄于土层内。在1.2~1.5m厚的土层中有效的水分度度约为150~200mm,具有较好的防涝和抗旱作用。

5.4 土壤的肥力

用生土复垦的耕作层,最初的肥力是很低的。但土质疏松,便于调节水、肥、气、热等肥力因素,如:土壤通气好,就有利于增强微生物的活力与繁殖力,加速土壤的熟化过程;再如废石场设置在山谷和山坡间拦蓄了来自山坡和山谷

中洪水带来的水、土、肥等,增加了土壤的肥力。

5.5 农作物的选择方面

开始耕种时,由于土壤的肥力不足,土质空虚,表面水分易蒸发,在第一、二年内种植以抗旱能力强,需肥少的农作物。如番薯、谷子、绿豆等为适宜,待土壤经过生物作用和农业活动或施肥,性能改变后再种玉米、小麦等农作物。

5.6 扩大了种植面积和改善了耕作条件

排上场、废弃露天坑经过复垦,把山坡、沟谷以及荒废地变为平川地,创造了良好的耕作条件,有利于实现农业机械化耕种的发展。既扩大了耕地面积,又恢复了生态环境。

6 主要技术经济指标

岩土运输与土地复垦的大概费用(均为当年价格):

——铁路运输(不包括开挖作业),运距在1.1—4.0km之间,平均运营费0.9元/m³;

——机车与汽车联合运输,运距1.5km,综合费用为1.28元/m³。

——汽车运输为6t自卸车,运距1.1km,运营费为1.5元/m³。

——复垦费用约1000—1500元/亩。

——恢复土地资源效益与生态环境。

7 结语

——开发建设工程应将土地复垦纳入工程建设的总体规划设计之中。

——成立专门的土地复垦开发机构,使土地复垦行成产业化。

——在压实的废石场表面上铺10—20cm的粘土防渗层,使原复土厚度1.2—1.5m减少到0.8—1.0m,这对缺土地区实施土地复垦更具有现实意义。

——在废石场底部铺设大块废石,形成渗流,以便排泄废石场的渗流水,保证废石场稳定性。

参考文献

- 1 《小关露天矿利用废石场造地复田的经验》造地复田调查组 著 北京有色冶金设计研究总院编《总图运输》第5期
- 2 《复土造田 开矿支农》郑铝铝厂小关矿 著《有色冶金总图运输》1977年第1期

(上接第15页)

参考文献

- 1 铜陵冬瓜山铜矿深井高压大水淹井治理技术的研究,1998.3,长沙矿山研究院,铜陵有色金属工业(集团)公司
- 2 冬瓜山主井工程地质勘察报告,1989,321地质队
- 3 望儿山流速测井报告,1995.8,煤科院西安分院水文地质研究所
- 4 望儿山深部开采竖井处物探工程报告,1995,中国有色金属工业西安勘察院
- 5 G. 坎帕维尔, J. H. 克罗姆, 南深部勘探区为矿山规划进行的三维地震测图, 国际深井采矿大会论文集, 1993
- 6 R. M. A. Higgs, VSP Design for Structural and Stress Applications in Deep Mining, TECHNICAL CHALLENGES IN DEEP LEVEL MINING, Johannesburg, 1990

竖井地质灾害实例及其预防

徐京苑

摘 要 本文以国内冬瓜山铜矿、鸡冠嘴金矿、铜绿山铜矿、吴县铜矿等矿山竖井建设中出现的以涌水为主的地质灾害方面的工程实例为基础,分析了出现这些地质灾害的各种地质因素和人为因素。提出了今后为避免这些灾害应采取的几项措施,包括在各种不同地区建井时应该避开的一些可能导致灾害的地质形迹,目前竖井勘察中存在的一些问题及今后应注意改进的方面等。特别是提出地下水的分布特征是矿山竖井产生地质灾害的关键因素,同时论证了长江中、下游地区、胶东地区、华北内蒙地区和中南、西南地区矿床地下水的富集特征及其对竖井地质灾害的可能影响。

关键词 竖井 地质灾害 勘察 预防

1 前言

竖井通常是矿山建设的咽喉工程,在矿山建设中具有举足轻重的地位。水文地质和工程地质条件是影响竖井建设的最重要的自然因素之一。竖井在建设中能否避免各种地质灾害顺利施工对整个矿山建设至关重要。一旦竖井遇到地质灾害,处理起来费钱费时。即使处理一个中等规模的地质灾害,所耗费的时间和投资也可能占到该竖井正常掘进所需时间和投资的30%—50%。如果遇见严重的灾害,为处理它要花费的时间和投资有时可另掘一条类似的竖井。为处理灾害性事故,每个井耽误的建设时间少则3—5个月,多则一两年甚至更长。很多情况下,竖井工期的推迟意味着整个矿山建设工程的拖延,这对矿山建设的经济效益影响很大。因此,尽量使竖井的建设避开灾害性地质体应是竖井建设者首先应该考虑的问题。关于这一点,工程建设程序方面有值得探讨的地方、认识地质条件的方法和手段方面有值得改进的地方、不同地区的地质条件对建井的影响也有值得研究的地方。

另一方面,竖井可能是人们在一定区域内最先直接揭露各种地质对象的部位。人们对一个区域的地质规律有一个从不认识到认识的过程,出现一些地质灾害是难免的。然而我们见到的更多的情况是在应当知道或已经知道存在灾害性地质的情况下却很少能避开或顺利地通过它们,常常要付出很大代价。当竖井不可避

免地要穿过某些灾害性地质体时,最重要的是需要预先了解这类地质体的性质、规模、位置等基础资料,以采取工程措施消除其影响。对于一个已知的灾害性地质体,预先主动对它进行处理比被动等待它出现再处理花费少、效果好。近几年来国内有多条竖井在建设过程中出现过突水、塌方等地质灾害,都造成过较大的损失。本文主要从地质角度分析这些灾害出现的原因及今后为避免类似情况发生应该注意的问题。任何事物都有它的内在规律,地质灾害也是一样。只要充分重视了,很多灾害是可以避免或减轻的。

2 部分竖井地质灾害实例分析

2.1 冬瓜山主井大突水

铜陵冬瓜山铜矿主井是目前国内金属矿山中一次性开拓最深的竖井之一,设计井深1120m。1994年9月29日掘至井深994m(—899m标高)时发生特大突水,造成淹井。淹井使竖井建设进度推迟四年多,其间为治水和维护所花费的直接和间接费用、花费的时间都差不多够另凿一条类似规模的竖井。目前该井仍在边掘进边治水⁽¹⁾。竖井穿过的地层为自三叠系至石炭系以大理岩、角岩为主的变质沉积地层。横切各地层的北西向剪切节理(断层)构造密集带与北东向近于顺层的构造角砾岩带的复合是造成大突水的构造因素。突水点附近的一层软弱的碳质页岩(厚度0.5m—2m)在构造运动中易产生滑动,导致其上、下层位的厚层大理

岩应力集中、裂隙发育是形成大突水的地层因素。较高的水头压力(约 8MPa)和突水点附近导水性强是形成大突水的水动力条件。上述因素的组合格成了主井突水的地质因素。

勘察技术水平、装备水平不高、经验不足是造成突水的人为因素。首先,冬瓜山主井勘察过程中已经发现在 1000m 孔深以下冲洗液全部漏失⁽²⁾。但在勘察报告中却重视不够,误认为主井下部富水性不好。其实根据钻进时冲洗液的消耗量及当时孔内的动水位就可以大致估算出竖井掘进到 1000m 时的可能突水量,从而作出 1000m 以下有较大突水的预测。其次,靠近钻孔下部的地层岩心采取率不高,有的层位采取率只有 44%~64%。致使一些含水的地质信息丢失。第三,孔深 520m 以下没有进行抽水、注水或压水试验。测井时也没有选择最合适的方法(如流量测井)。如果不出现上述失误,很可能会发现有关深部可能突水的更确凿的证据,建设单位会因此相应提高警惕。正是由于有了深部富水性不强的概念,掘进时在突水点上方十米之内已经不断出现小的出水点的情况下,施工单位没有采取必要的超前探水措施,最终导致大突水的发生。

从另一个角度来看,如果当初在采矿工程师们选定井位的过程中,地质工程师们有机会在拟定的井位周围进行一些地面构造调查,查阅并解释遥感影像资料,适当进行一些构造地貌形态分析以及井位周围的已有钻孔的地质情况分析等工作,则有可能发现一些对建井不利的地质因素。这些对确定井位是有帮助的。在冬瓜山,这种可能性是存在的。当时矿区的勘探已经发现矿区内主要的导水构造是北西向。从航片和地貌上也能找出主井附近存在北西向构造的迹象。在这一方向上的勘探孔(ZK380、ZK382 等)也发现深部含水的现象。了解了上述资料后,有可能得出主井附近存在导水构造的结论。即使这些只是一种推测,也会使采矿工程师们在确定井位时有所参考。井位适当移动几十米,后果就会大不一样。而这一切的代价比起它能避免的损失来要小的多。

2.2 鸡冠嘴金矿竖井

湖北鸡冠嘴金矿为矽卡岩型矿床,位于大冶湖边。地表大部分为低平湖区,靠山坡处为北东走向的鸡冠山破碎带。破碎带上盘为大冶湖区的埋藏型岩溶化大理岩,下盘为闪长岩体。矿区地形使得布置工业场地相对较困难,但也不是无可选择。在这种情况下更应重视前期的工程地质工作,但实际情况并不令人满意。矿床勘探期间已经发现鸡冠山破碎带规模较大,而且又与大理岩接触带相复合。多个钻孔证实该破碎带富水性强。遗憾的是这些没有得到足够的重视,主井和风井都布置在该破碎带中,两井都出现了较大的工程地质问题。

风井上部穿过断层破碎带,中部穿过大理岩接触带。当地周围的地质现象已经足以证明该井位可能存在重大工程问题。所选井位的南侧(鸡冠山破碎带的下盘)为闪长岩体。东侧 50m 以内的水文孔已证明破碎带渗透性强。北侧百米左右的湖边即有泉水,显示了地下水径流通道的存在。西侧百米之外为矿区常年的生活供水井,水量丰富。在没有预先打工程勘察钻的情况下竖井开始施工。井筒才进入地下水位以下就出现涌水引起的跨塌,被迫停止掘进。补充工程勘察钻遇到多个溶洞,钻孔难以钻进到设计的井深。延误近一年后,不得已另选井位重新打井。已施工的几十米井筒报废。新的风井井位选择过程中详细研究了当地的工程地质条件,结果选定的新井位工程-水文地质条件良好,掘进顺利。

主井的地质条件与风井相似。在距主井 11m 处的一个探矿孔已经在 100m 深处遇见累计洞高达十几米的溶洞带。井位附近也曾经有过滑坡埋没了两家农户。这些没有引起井位选择人员的足够重视,井位仍旧选在断裂带中,而且靠近山坡。结果主井勘察钻在井深 90m 以下遇串珠状溶洞和破碎带,累计高度达 20m 以上。为处理这些空洞,共注入水泥 3000 多吨。另外,竖井过于靠近陡的山坡,而且因破碎带的影响,井筒围岩的工程地质条件不好,影响到井塔地基的稳定性。为此,又对井塔地基进行大

面积的挖孔桩加固。所有这些加固工程不仅耗资巨大,而且推迟了整个矿山的建设进度。

像鸡冠嘴这样工程地质条件复杂的场地,从地表调查发现场地的不良因素相对容易。但要在这一范围寻找一个好的工业场地和井位则很难,必须要投入适当的工程量才能做到。国内矿山建设中习惯的做法是先选择好场地然后进行工程勘察,对场地进行评价。由于勘察部门对场地的工艺要求方面的知识有限,当发现场地条件不好时多数是提出加固措施,很少有提出另选场地的建议。对于复杂场地或重要工程,适当先作些场地的工程地质普查,在此基础上布置工业场地应该是更好的方式。

2.3 铜绿山铜矿新南风井

铜绿山铜矿新南风井井口位于露天边坡上,场地可供井位选择的余地不大。井的中、下部位于陡倾的大理岩接触带附近。外接触带的大理岩含溶洞水,水量丰富。内接触带的斜长石化闪长岩的后期蚀变强烈,遇水膨胀崩解过程很快。从水文地质的角度来看,该处为矿体下游的地下水径流带,位于矿区最富水的部位之一。当井深掘进到与相邻的露天坑底标高相近时遇大理岩溶洞水,无法继续下掘。只得通过下部开采区逐中段放水疏干使竖井掘进到底。井底-245m中段马头门处放水的出水点紧邻接触带。该水点是在旱季被揭露的,涌水量 $130\text{m}^3/\text{h}$ 左右,较容易控制。但施工过程中没有及时埋设导水管,巷道也没有及时支护。在涌水的影响下,内接触带的斜长石化闪长岩逐步崩解,导致巷道跨落数十米。雨季来临后引起河流塌陷,涌水大增,危及了全矿安全。蚀变的斜长石化闪长岩遇水崩解的现象在铜绿山矿很突出,-185m中段巷道一些钢筋混凝土支护都有被它破坏的例子。作为当地的井巷公司,多年来一直在该矿施工,理应知道这种岩石的特点。但他们对此没有引起注意,导致严重的后果。最后采用井底抛渣的方法才封住井底突水点。-245m中段水点被封堵后,-185m马头门出水。-185m马头门水点被封堵后,井壁又因质量不好被鼓破,险些出现人身伤亡事

故。整个处理过程长达两年之久。

新南风井施工前没有打工程地质勘察孔,这对预测大理岩的富水性和易崩解岩石的存在是有影响的,但这不是主要因素。风井附近的露天边坡和井下大量巷道揭露的岩石性质、涌水点分布等实际情况足以用来分析风井的工程地质条件和水文地质条件。只是这方面的工作做的不够。事故的发生还反映出施工阶段地质工作力量的薄弱。施工期间如能及时进行地质编录,鉴别出易崩解的斜长石化闪长岩的范围并及时指导支护,旱季及时作好出水点的导水和附近岩石的支护工作,该井出现的大部分问题是可以避免的。

2.4 江苏吴县铜矿迁里竖井

竖井位于太湖之滨的冲积平原,地面标高只有4-5m。井筒上部100m左右深度以上的地层为松散的现代河湖冲积物。该冲积层的顶部有淤泥层。中部以淤泥质粉土、粉质黏土为主夹少量粉细砂层,含水量高。下部为黏土碎石层。在这样的地质条件下,比较合适的施工方法是冻结法。但竖井施工中没能根据地层条件的特点坚持采用冻结法施工方案,业主过分相信了施工队伍处理不良地层问题的能力而同意采用常规方法掘进。到1997年9月掘进至井深46m左右,在淤泥质黏土层中先后发生涌泥和突水事故,涌泥量上百立方米,总排水量上千吨。作者现场调查时从其它钻孔发现50m左右深处有1-2m的粉细砂层,该层具有很强的震动液化倾向。对此,勘察报告中仅一般性描述了粉沙层的存在,没有反映该层具有的震动液化现象。在现场对勘察者访问后得知在勘察过程中他们曾发现该层的液化现象,却没有给予足够重视,也没有写进报告中。而且该层采取率较低,未做相应的土工试验。正是这层粉沙层的液化导致了涌泥。由于涌泥,井筒工作面周围的土体结构被破坏,强度降低,透水性增大,给进一步的处理带来极大困难。经过8个多月的反复处理仍难以正常继续下掘。最后回到原来设计中就曾提出过的冷冻法施工才解决问题。该井没有直接采用冻结法施工是造成