

第二届矿山环境保护学术会议 论文集

中国有色金属学会环保学术委员会
中国金属学会环境保护学会
中国有色金属学会采矿学术委员会
中国有色金属学会选矿学术委员会
中国核学会铀矿冶学会
冶金部环境保护综合利用情报网
中国有色总公司环境保护情报网
中国选矿科技情报网
中国有色总公司选矿情报网

1989年12月

目 录

1. 金属矿山复垦作业现状述评.....北京矿冶研究总院 施之麒 (1)
2. 工业“三废”治理现状.....凡口铅锌矿 张关东 (8)
3. 我国铀矿工业环境保护工作现状及防治对策中国核工业总公司 李朝杰 (14)
4. 铜矿山废石、废水治理和利用方法及其参数控制的探讨南昌有色冶金设计研究院 彭丽生 (18)
5. 用新技术、新工艺装备矿山, 搞好环境、劳动、资源保护工作.....洛阳钢铁厂黑山沟铁矿 罗家智 (24)
6. 石录铜业公司大气环境评价.....石录铜业公司环境监测站 陈露露 (29)
7. 环境影响评价因子的选择.....水口山矿务局环保所 周良连 (35)
8. 江西钨矿采、选放射性水平调查九江有色金属冶炼厂安环科 李德昌等 (37)
9. 用类比调查法评价安庆铜矿对本环境的影响北京有色冶金设计研究总院环保室 沙平 (40)
10. 太钢峨口铁矿新建冶炼厂大气环境本底监测及现状评述.....太钢环保监测站 张瑜成等 (42)
11. 南芬铁矿土壤污染评价.....中科院沈阳应用生态所 张有标等 (46)
12. 昆明钢铁公司矿山环境调查和初步分析.....云南冶金环境监测中心 李开伟 (52)
13. L矿区土壤作物环境质量调查与评价.....广西桂林地区环境保护监测站 鄂培须 (54)
14. 莱芜铁矿工业污染源调查与评价的探讨.....莱钢总厂莱芜铁矿 曹刚 (60)
15. 地表水环境评价因子的确定.....长沙黑色冶金矿山设计研究院环保室 方群洲 (64)
16. 金山店铁矿废水污染源的现状评价及防治对策.....武钢金山店金矿安环科 姚望林 (69)
17. 乌金塘水库水质调查报告.....葫芦岛市环保局 李学超 (72)
18. 对源塘钨矿水质分析结果的试评价.....源塘钨矿安环科 李学超 (75)
19. 矿区地下水水质综合评价的模糊数学方法.....长沙黑色冶金矿山设计研究院 杨立群 (77)
20. 矿坑废气中 NO_x 的导数示波极谱测定.....黄沙坪铅锌矿安环科 徐泰安 (83)
21. 选磷废水中COD、SS相关关系研究武汉化工学院 孙家清等 (87)

22. 宝山浮选厂含铬废水处理试验研究……………荡坪钨矿环保科 钟文钧 (89)
23. 选厂回水利用……………南昌有色金属工业学校 吴昭洪等 (93)
24. 铁屑、石灰、硫酸亚铁处理高砷工业废水试验研究
……………石人峰钨矿安全科 梁耀光 (95)
25. 选矿回水利用的研究及生产实践……………山东乳山县铜锡山金矿 王成文 (98)
26. 试论火药加工厂废水治理……………南芬露天铁矿 张如飞 (101)
27. 对岭前矿废水的回收利用……………杨家杖子矿务局 赵 斌 (106)
28. 含氰选矿废水的处理方法……………冶金部情报所矿山室 张 蓓 (107)
29. 钨矿山含铜、镉废水的治理……………岷美山钨矿 王少锋 (110)
30. 聚丙烯酰胺降低选厂尾矿水中悬浮物的应用试验
……………张家洼矿山公司安环处 李铁衡 (112)
31. 矿山乳化油炸药生产污水的综合治理
……………鞍山黑色冶金矿山设计院 张文启等 (116)
32. 除去废水中铅锌离子的研究……………东北工学院 郭永文等 (121)
33. TNT氧化塘微生物区系和降解TNT能力的研究
……………鞍钢矿山公司设计院 邵岱宇 (125)
34. 物理化学法与生物学法治理酸性矿井水小型试验
……………厚婆坳锡矿 张英泉等 (127)
35. 浮选废水中黄药、二号油的性质及其自净研究
……………鞍山黑色冶金矿山设计院环保所 陈云湘 (133)
36. 桃林铅锌矿选矿废水处理……………桃林铅锌矿 雷在垒等 (138)
37. 桃林铅锌矿井下废水处理……………桃林铅锌矿 雷在垒等 (141)
38. 选矿废水治理及回用技术……………江西德兴铜矿 熊服国 (144)
39. 选矿厂尾矿回水利用的试验研究
……………攀枝花冶金矿山公司环保卫生处 刘富中 (147)
40. 稀土分离厂 NH_4Cl 废水用于浸取离子型稀土矿的研究
……………赣州有色冶金研究所 卢能迪 (150)
41. 高压静电尘源控制在克拉玛依矿的应用……………克拉玛依矿 邱良兼 (151)
42. 白银露天矿汽车路面抑尘措施的观测与分析
……………白银公司劳动卫生研究所 柳炳桁等 (153)
43. 露天矿山抑尘技术的探讨……………鞍钢东鞍山铁矿 王书善 (158)
44. 对宽极距超高压电除尘器的探讨……………鞍钢矿山设计院 姜振刚 (161)
45. 西石门铁矿应用超高压静电除尘器治理选厂粉尘
……………邯邢冶金矿山管理局安全处 李庆洋 (167)
46. 平桂矿区大气降尘及其成分初析……………平桂矿务局环保科 陈日初 (170)
47. 硫化矿石氧化速度的实验测定研究
……………南方冶金学院 李济吾等 (173)
48. 七一一矿利用废石回填井下采空区…核工业总公司第四设计院 邓树生等 (178)
49. 漫谈铀矿山废石治理的初步想法…核工业总公司第四设计研究院 严 峰 (180)

50. 金属矿山尾矿的综合利用……………长沙黑色冶金矿山设计院情报室 朱宇红 (183)
51. 采矿废石的处理及综合利用……………昆明钢铁公司白鱼口粘土矿 姚芳云等 (187)
52. 对促进矿山废工场复垦积极性的探讨……………潘洛铁矿 赵可煊 (189)
53. 浅谈北方尾矿库种植……………太钢峨口铁矿工程环保部 赵双林 (191)
54. 攀矿植被试验工作初见成效……………攀枝花冶金矿山公司环保处 李素霞 (192)
55. 阁老岭铁矿露天废采场复垦设想……………略阳钢铁厂安环科 陶金蓉 (195)
56. 尾矿库复土植被与利用……………水口山矿务局环境保护所 朱峻英 (197)
57. 苏联地下矿山运送使用爆破材料的几项措施…宣钢龙烟矿山公司 吴金有 (200)
58. 干式充填作用机理的研究……………浙江冶金经济专科学校 钱方明 (203)
59. 试论多级机站可控式通风系统在江西省金属矿山的应用前景
……………赣州有色冶金研究所 郭彪 (207)
60. 浅谈我国铀矿通风防护技术……………核工业总公司矿冶部 潘英杰 (209)
61. 对水钢观音山铁矿矿井通风系统方案设计的讨论
……………贵州省冶金防护研究所 邱正平 (213)
62. 含铀金属矿的氨污染及其防治……………江西修水县环保局 王金文 (216)
63. 加强含铀磷矿的综合利用消除放射性污染
……………核工业总公司长沙二三〇研究所 周春艳 (219)
64. 罗茨鼓风机噪声污染与治理……………北京科技大学环保办 沈朴 (224)
65. 齿轮试验噪声治理……………北京科技大学 沈朴等 (227)
66. 井筒装备防腐……………北京有色冶金设计研究总院 陈宝有 (229)
67. 厂坝铅锌矿职工健康水平的调查……………厂坝铅锌矿职工医院 汪厚坤等 (234)
68. 云锡矿工头发中砷含量与肺癌……………云锡劳研所化学室 向守贤等 (238)
69. 治理污染见效益, 巩固成果靠管理……………铜陵凤凰山铜矿 盛德勇 (240)
70. 浅谈七八一矿废石堆治理……………河南遂平七八一矿 张国杰 (242)
71. 铁矿井下作业卫生学调查……………滴诸铁矿 王子根 (245)
72. 天台山铅锌矿选矿废水综合治理的实践与研究…天台山铅锌矿 寿东升 (249)
73. 矿山尾矿库环境保护问题综述……………长沙黑色冶金矿山设计院 吴承模 (252)
74. 大胆改革筑坝工艺, 根治尾矿污水支农……………山东韩旺铁矿 (257)
75. 巧用浓缩池区环水, 减少新水耗量六成……………山东韩旺铁矿 (260)
76. 有色金属工业环境污染对职工身体健康的影响
……………北京矿冶研究总院 齐有为等 (261)
77. 山西省黄土资源有利于矿区复土造田……………北京矿冶研究总院 杨志华 (264)
78. 比重平衡法测定粒度分布的特点……………冶金部建筑研究总院 陈虹 (267)
79. 离心式粉尘分级仪的分离规律……………冶金部建筑研究总院 刘爱芳等 (271)
80. 烟气动压及静压监测仪研制报告……………冶金部建筑研究总院环保所 谷燕洲 (275)
81. 明渠流量测量技术……………冶金部建筑研究总院环保所 韩惠兰等 (280)
82. 加强试验研究减轻环境污染……………白银有色公司选矿厂 李亚珍 (285)
83. 近年来金属矿山噪声控制的进展……………北京科技大学 韦冠俊 (290)

金属矿山复垦作业现状述评

北京矿冶研究总院 施之猷

随着现代文明社会发展的需要,人类对矿物开发利用的数量与日俱增。矿山开采一方面向大自然索取所需的丰富物质资源,并为人类创造出巨大的财富;但是,从另一方面来看,由于矿山的开发,尤其是露天开采的矿山,需要占用大量的土地,还会破坏植被,造成矿区自然环境中水、空气和土壤等方面的污染或流失。在露天开采矿山中,必须有采矿场、排土场、尾矿库等设置,地下开采的矿山也要有废石场、尾矿库、崩落区等的安排。这些情况的存在都会因为对土地的扰动而导致矿区自然环境的恶化,降低矿区环境的素质,破坏矿区生态的平衡,污染矿区的环境,有的甚至还会引起矿区水土的流失和造成人为的泥石流;不但影响人类的正常生产和生活条件,甚至还会给人类带来巨大的灾难。

世界工业发达国家,如美国和苏联的采矿工业,不但都已占用了数以百万公顷计的土地,而且每年还要再新增3~6万公顷土地的占用数量。在矿山开采中,金属矿山露天开采的排土场所占用的土地,往往可达到矿山占用土地量的50%以上,因此,露天矿山排土场的复垦问题在复垦作业中占有重要的地位。据加拿大安大略多伦多矿业咨询公司估计,全世界现有露天开采矿山所占用的土地已经达到300多万公顷,以此推算,那么排土场所占用的土地量就已达150多万公顷,这是一个很大的数字。目前世界上平均人均占有耕地数为5亩,但各个国家的情况不同,因而这个人均占有土地的指标相互之间的差别是比较悬殊的,如加拿大为26亩,美国为12亩,苏联为10.5亩,法国为4.8亩,印度为4亩,埃及和日本均为0.6亩。因此,保护可耕的土地,尽量少占用或不占用,并注意恢复被破坏土地的工作,这对于每个国家都同样是一项十分重要的政策。由于在矿业开采中使大量的土地丧失,并且还造成了对环境的不利影响,这就迫使世界许多的国家,特别是采矿工业比较发达的国家,都纷纷对矿山的复垦工作作了许多政策性的规定,并进行了大量的研究和探讨,有的国家甚至还不惜用重金,以每公顷土地花费高达近万美元的资金,开展了复土垦殖的作业,以便及时地把这部分被矿山开采所扰动的土地,重新有效的恢复起来,以供作农业、林业、畜牧养殖、旅游或建筑业等方面的土地用途。

复垦作业是由有关生物生态、地质和地质构造、土壤和土壤改良、农业化学肥料学、作物栽培学、林业学、农田水利学、环境保护学、毒性毒理学、美学等一些生物学、农艺学、地理学的专业学科以及采矿学等所组成的综合性学科,其理论是建立在生物学、生物生态地理评价学和生物地理化学等基础之上,是由生物学的各门学科为主来进行确定的,但这只是指在已恢复的土地上,建立土壤层和提高土壤的肥力等方面而言。大家都知道,采矿工业对土地的破坏是一个必然的规律,其破坏的情况是很复杂的,不仅是严重地破坏了自然的景观,同时也破坏了深达几十米、几百米处的地质基础。因此,采矿界的技术工作人员,更应当同农林专家们一样,要认真地重视和研究复垦作业的问题,以便能做到在空间位置上,尽量限制和消除矿山开采对环境有害的影响,并创造条件,采用较为肥沃的土壤来进行复田作业,

使被采矿所破坏的土地，能够尽快地得到恢复和利用。实践证明，要想取得复垦工作的最大经济效益，在矿山开采，特别是露天矿山在剥离时，事先就应考虑并安排好保存全部有用的土壤，并能加以重新有效地利用的工作。

复垦与复田虽然都是指恢复矿山开采所扰动土地的利用价值，控制环境的恶化，避免人为灾害的发生。但从两者的作业所包含的内容来说，复垦与复田应是两个不同的概念，复垦是指在被扰动的土地上，如在含有表层土壤的排土场或尾矿库，或是已经基本稳定下来的崩落区上，只需稍加整平或疏松，便可直接在上面进行种植，而后再通过植物的生长，逐步而缓慢地改变这些被废弃土地为种植地，这种作法的作业内容比较简单，作法方便，所需的花费也少。而复田则是要在被扰动的土地上，如排土场、废石堆、尾矿库或是已趋于稳定的崩落区上面，要先进行整平或是修建成台阶式的地表层，而后再在这个地表的上面还需要再覆盖上一层可以供构筑成土地面或进行种植的土壤层，以供作种植或是作为其它用地的需要，复田作业的内容比较复杂，程序较多，其所需的费用也高，但是从它经济效益方面的反映来看则是比复垦要来得快，也就是说复田比复垦的经济周期要短得多。

一、国外复垦作业的发展概况

国外从三十年代开始，一些国家就陆续制定了不少有关复田方面的法律，法规或条令等，采取多种措施来防止土地受破坏而荒芜，并且还建立起一些开展复田工作的企业、科研机构、学术团体等，广泛地进行了有关复田方面的活动。在所提出的法规、法律和条令中，对于复田的时间，以及复田的质量要求等细节均作了明确的规定，有力地促进了这些国家的复田技术的发展。

美国的26个州中，早在30年代就有许多的州里，先后制定出了露天开采有关复田方面的法规，其内容包括了复田合同的签订，矿产勘探、开发破坏土地的复田、复田的调查和评价，以至于对土地整平和植被恢复等一系列的条文。1977年8月在美国政府颁布的“露天采矿管理与复垦法”中，又把复垦作业确定为采矿工艺技术所包含的一个环节，并规定把所需用的复垦经费可以计入到逐年的矿山成本之中，并提出了凡不进行复田的矿山就不允许开采的要求，这样就使一些矿山企业的环保费用增加，一般的矿山其所占的比例可达到矿山总投资的 $10\sim 12\%$ 。上述的这些法规，法律和条令等，有力地推进了美国复田工作的发展。到七十年代中，美国已复垦的土地就达57万公顷，复垦率为40%，（但其中复垦难度较大的金属矿山的复垦率只有8.3%），到1980年，复垦率更进一步提高达到47.4%，到1982年6月，美国矿业局又在各州复垦规定条文的基础上，制定并颁布了“矿山废弃土地复垦的最终法规”促使美国八十年代中的复垦率逐步上升到80%。在美国，每公顷土地的复垦费用可以从250美元起，最高达到3.7万美元。

苏联在七十年代就把复垦作业纳入到采掘工艺的范畴之中，国家建设委员会曾在1971年批准了“开采有用矿物破坏土地恢复条例”，在条例中采取了鼓励矿山做好复田工作的办法，一是允许矿山在复田过程中，由于土壤损失和贫化而造成的亏损费用可以列入产品的计划成本之中，但规定中要求，如果是超过了允许的指标，则超过部份将由矿山自行负担，如能采取措施使亏损得以减少，则因减少亏损所获得的盈余，同样可全部归属矿山，作为矿山应有的收入所得。二是规定了要根据矿山复田的质量，用支付土地费的办法来鼓励矿山进行

复田作业，其具体办法是在征购土地时，由矿山按土地的质量和平均产量等计价，付给农业部门土地赔偿费，待矿山复田后，则按已恢复土地的质量和可达到的产量等进行计价，并由农业部门按价退还矿山这部份土地费用，作为矿山进行复田作业的补偿费用，以冲减矿山因进行复田作业所花费的资金。这样，每个矿山企业就很关心土壤的合理保存和充分利用，促使矿山能够高质量的进行复田作业。苏联还在有关的安全规程中规定了露天矿山靠帮台阶的安全平台和排土场护道要种植能够相接成林的树木，以使平台能成为“安全复垦平台”，护道能成为“安全复垦护道”的要求。苏联由于重视了复田工作，到七十年代末，虽然冶金矿山每年的开采量增加了1.5%，但因开采而被破坏的土地却反而减少了10~11%，如卡麦斯布隆露天铁矿的复垦率就高达70%。在苏联，每公顷的复垦费用可以从1000卢布到10,000卢布。

加拿大的国家环境保护委员会在七十年代就规定了在新建矿山的设计中，要单列出防止环境污染的费用，其中用于复垦的费用，规定可以占到总投资的5~20%。加拿大国际镍公司在酸性废岩上试验成功了可以直接播种的技术，加快了全国复垦工作发展的速度，到七十年代末，据统计资料，其东部五省硬岩矿山的复垦率已经达到了14%，这个指标虽然比苏联卡麦斯布隆铁矿的70%低得多，但其在世界金属矿山的复垦率中，仍是居于较好的水平的。

保加利亚重工业部及森林和资源保护部自六十年代以来，就在他们的远景规划中开始提出了要采取财政拨款来用在环境保护和复田工程作业上的措施。

波兰为了鼓励复田作业还制定了开采每吨矿石可按成本另外再加价2.3~2.5%的制度，使矿山能把这部分拨款作为复田工作的基金，波兰由于采取了这种有利于复田作业的技术经济政策，使得许多因为采掘而导致荒废的土地得到了及时的整治和复垦。

英国在五十年代就颁布了矿山复垦法，到1959年又采取了给露天开采矿山拨专款进行复田工作的做法，到七十年代，全国已经复垦的土地达到1100公顷。英国的这种用财政拨款来资助和鼓励矿山进行复田工作的政策，也是一些资本主义国家所采取的有效做法。

联邦德国的露天煤矿的复垦作业比较容易，进入八十年代以后，矿山开采与复垦两个方面所破坏和恢复的土地面积已经基本趋于平衡。

有的国家还规定在新建矿山的设计和开工报告中，必须明确地提出进行复田的要求，以及采用新的有利于今后复田作业进行的采矿方法等。不少国家还实行了租地还田的土地管理办法，代替了原来工业用地征购土地的办法。许多国家还建立起了专门的复田企业、科研机构 and 学术团体等，从多方面促进了复田工作的发展。如美国国家科学院和科罗拉多矿业学院、宾夕法尼亚大学等高等学校都参与了矿山复田的有关工作。英国成立了采矿与环境委员会(The Commission on Mining and Environment)，采矿规划管理委员会(The Committee on planning Control over mineral working)等与复田工作有关的机构；民主德国建立了专门的采矿技术监督机关，监督检查矿山复田的工作。与此同时，国际上还开展了许多有关复田为内容的学术活动；如1976年8月，美国环境保护局(U. S. Environmental Protection Agency)、美国农学会(American society of Agronomy)等十个学术团体，联合发起在俄亥俄州农业实验站(Ohio Agricultural Research and Experiment Station)召开了“被严重破坏土地复田的讨论露天会”，会上共交流论文42篇、着重讨论了露天采煤破坏土地的复田问题，也涉及了非金属矿山开采对土地的破坏恢复以及铜、钨矿山排土场和尾矿库的植被恢复等方面的问题，有的论文还介绍了影响土地破坏后恢复

的化学、物理和社会等多方面的因素，以及社会上的立法等问题，并于1978年4月出版了名为“被严重破坏土地的复田”的论文集。1977年，苏联科学院主席团，生产力和自然资源委员会等三个部门，曾联合召开了“全苏被采掘工业破坏土地的复田问题的学术会议”，会上共宣读了论文15篇，交流了资料35份。上述有关复田各个方面的活动与工作，促使矿山开采企业将采掘过程被破坏了的土地的地形地貌得以及时地进行了整治，将这些被破坏了土地的地区，因地制宜地恢复成为农作物的种植区，观赏园林、渔业人工湖、“牧业草坪、林地等，及时改善了被采掘所破坏了的自然环境。据美国的一份调查材料所提供的数字，美国在1930~1971年间，矿山共占地147.7万公顷（包括地下开采矿山的 地表塌陷区），其中已有59万公顷进行了复田复田，率为40%，到1971年，据Paone等的资料，当年美国各种矿山所占用的土地为8.35万公顷，其中有6.58万公顷得到了复田，当年的复田率达到78.8%，下面列举出美国各类开采业1971年的占地面积、复田面积，复田率的情况供参阅。

矿 山 类 别	占地面积(公顷)	复田面积(公顷)	复田率(%)
金属矿山	14,700	5,100	34.6
非金属矿山	38,500	21,500	55.8
煤 矿	30,300	39,200	129.3
合 计	83,500	65,800	78.8

苏联1971年~1973年已复垦矿山荒地2.47万公顷，而每年矿山的占地量为3.5万公顷，其中复田量为0.823万公顷，复田率为23%。英国1942~1975年露天煤矿所占用的土地为6.2万公顷，其中有4.7万公顷已进行了恢复，复田率达65%，自1951年颁布复田法以后，凡被采矿所新破坏的土地，已全部都得到了恢复。1964年以来，他们所设计的露天煤矿，不但安排好了矿山本身的复田工作，而且还考虑了包括矿区附近原有荒地的造田问题。

国外目前复田技术的主要发展趋势是：1. 采矿与复田结合起来，把复田作业作为矿山开采工艺中一个不可缺少的工艺技术环节来考虑，在矿山开采与矿区复田工作中，互相创造条件，以便搞好复田工作；2. 矿山用地尽量占用荒地，不用或少用耕地，不能占用良田；3. 重点在研究解决金属矿山的复田问题，由于金属矿山的复田工作问题比较复杂，煤矿及非金属矿山的复田工作情况较好，经验也多，而金属矿山的复田工作难度较大，因此复田率也低，需要进一步研究促进金属矿山复田工作进一步有效发展的问題；4. 为适应复田技术的需要，走向多学科的综合研究方面发展。由于复田所涉及到的学科较多，因此需要加强各学科之间的通力协作，共同做好复田工作，5. 注意开展复田技术理论方面的研究。

二、我国的复田工作现状

我国的人均占有耕地面积为1.5亩，只有世界人均耕地面积5亩的30%，而矿山开采，仅据大中型露天矿山的不完全统计就已占地约2000~3000万亩，目前已建成的铁矿产量规模上亿吨，其中露天矿山占90%，年需剥离土岩量在2亿吨以上；有色金属露天开采矿山虽然为数不多，但每年的排土量也在数千万吨，因此金属矿山占用和破坏的土地也是一个可观的数字。我国的复垦工作起步较晚，还未能引起普遍的重视，复垦率估计平均只有0.7~1%。

从现有的资料来看,国内的复田工作情况是煤矿较好,非金属矿山次之,而金属矿山的复田情况最差,还有待于今后去努力。下面列举我国部分金属矿山占地(包括采矿场,排土场,尾矿库以及其他工业用地等)的数量及复垦工作的一些简要情况。

矿山名称	金矿占用土地面积(公里 ²)	复田工作的简要情况
永平铜矿	4.7	1983年起在采场和排土场种植湿地松、野小竹、小斑竹、马尾松、爬藤、苜蓿等,采场共种90亩,排土场共种130亩,成活率60~80%,复垦率为3%
小关铝矿	11	1978年进行复田作业,已造田809亩,复田率24%。
板潭锡矿(已采完)	1.9	1962年采取了边采边复的措施,已复田1432亩,复田率为58.9%。
龙山石灰石矿	—	1983年在排土场及采场边坡上种植桉树3万株,铁青树1万株,成活率90%,总种植面积1平方公里。
掖县镁矿	2	七十年代初排土场开始复田,已复田327~400亩,复田率11~14%。
海南铁矿	2	在排土场种植椰子树但不理想,在采场高处台阶种植菠萝、木棉、茅草等效果较好。
齐大山铁矿	7.94	1984年在排土场撒种了草籽。
东鞍山铁矿	8.29	1984年在排土场,尾矿库开始种植杨树、柳树、松树、灌木和草等。
大孤山铁矿	13.05	曾在尾矿库做过种植试验。
弓长岑东露天矿	5	采场,排土场1977年复田数百亩,种植玉米、豆子、收成不错。尾矿库也做过种植试验。
南芬铁矿	8~9	尾矿库六十年代末结束后进行了复田造田,已种植20余年。
攀钢矿山公司	17.8	兰尖铁矿1983年在排土场种植桐子树,山毛豆、铁杆树等。
南山铁矿	8.15	1981年开始种植松树、梧桐,成活率30~50%。
罗茨铁矿	2	1982年在排土场种植桉树4万株,成活率60%,采场土层种植落地松,已长成树苗。
潘洛铁矿	—	1982年在排土场种乌龙茶、铁观音并造水田32亩,茶田18亩
马兰铁矿	—	利用尾矿库改造沙滩地,1982年复田499亩,已交农民使用

从矿山的实际经验证明,只要有计划地坚持做好复垦工作,复田后的种植收入,一般在3~4年内即可将复田所花费的投资收回。复田工作除了在经济上可获得收益外,更主要的是可以获得较好的社会效益,例如:1.可减少粉尘和废水对矿区环境的污染,如罗茨铁矿的西排土场,在种植了桉树以后,使该区的粉尘由原来的33.3~79毫克/立方米,降到了1.3~30毫克/立方米。2.可以稳定边坡,减少滑落,避免发生人为的泥石流。例如,永平铜矿在种

植了竹子以后，把边坡的抗剪力提高了一倍，一根14~20毫米直径的竹根，其抗剪力可以相当于一根直径为3.7毫米的碳素钢钢筋，种植了竹子，竹根就可以直接对边坡起到加固的作用。3.可防止水土的流失，有利于维护自然生态的平衡，既保护了环境，更有利于巩固和发展一种良好的农矿关系，增强工农之间的团结。4.可把无用的荒土变为有用的土地，为矿山开创多种经营提供出一个有利的条件，如果是在复垦土地上直接进行作物的种植，则其有利条件就更是显而易见的了。

综上所述可以认为，复田工作既是一件当前可以改善和保护人类环境的工作，也是一件长久可以造福子孙万代的伟大事业；这种工作既有着现实而具体的作用，又有着长远而重要的意义，应该引起人们对它的正确认识，并需要给以足够的重视，切实地开展工作开展起来。

三、几点看法

1. 复田工作不是一件可有可无，而是一件必需进行的工作；我国按人口平均所占的耕地面积很小，就更加突出了矿区复田工作的重要意义；我国的复田工作起步较晚，应该积极行动起来，迎头赶上世界的先进国家。

2. 对复田类别的划分，可以按被复田的对象和复田的方法两个方面的内容来进行划分：（1）按被复田的对象来划分一般可分为：①采空区复田，其中又可分为无覆盖层采场的浅采场（有水或无水）和深采场复田；有覆盖层或多覆盖层采场的浅采场或深采场复田；②排土场复田，其中又可分为有表土排土场或无表土排土场的复田；③尾矿库复田；④崩落塌陷区稳定后的复田。（2）按复田的方法来划分则可分为：①矿山技术复田，即利用矿山的开采技术所进行的复田；②生物复田，即利用生物的作用所进行的复田；③综合利用复田，即从复田后土地的综合利用的考虑来合理安排的复田，如当复田区的水多时，可以作为水体来加以利用，也可以不利用水体而进行排水后再行充填，整平、复土后再加以利用，有的土地不拟再种植时也可以不用复土而作为其它非种植的土地而加以利用。下面仅对多覆盖层的浅采场所进行的复田工作的一般步骤分述如下：（1）超前剥离，并堆存表土和底土，最有利的作法是能把这些土壤铺设到当时即可进行复田的采空区表层，即一般所谓的“边采边复”的复田方式；（2）回采作业结束后，要先把采空区内整平，而后再按原来的土层顺序进行回填，并使回填土层要经过一个再沉积稳定的过程；（3）回填好土层并沉降稳定后即可在其上面进行农业或林业的植被。对排土场的复田技术则主要包括了剥离物的堆存、排土场的整平、表土层的铺垫等三个方面的内容，复田时，一般应把大块的岩石或酸性很高的有害及其它带有毒性的岩石堆放在底部，然后再堆放带有土质的岩层并按复田的目的，在土质岩层上铺设上相应的土壤层。为减少排土场的最终高度和坡度，最好不要集中在终期来进行整平作业，而要在日常的排土过程中就应注意控制排土场的高度和坡度，不然在最终才来平整那是比较困难和费事的。当排土场复田后是用来种植农作物时，其坡度不宜大于1~2度，而用作林场时，则坡度也应在3~4度以下为好。

3. 为了做好我国的复垦工作，政府有关部门也应制定一些有利于促进复垦事业发展的合理规定。很显然，对于保护国土来说，矿山复垦占有着重要的地位，并且还具有不容忽视的经济效益和巨大的社会效益，其意义和作用都是十分深远的。因此，各矿山主管部门，应把矿山复垦作为采掘工业中一个主要的工艺技术的组成部分，并把它以法规的形式确定下

来,以便矿山企业作为具体日常工作的依据。今后凡新矿山的开采设计中,必须包括对矿区被破坏土地进行复垦工作的内容,没有复垦作业设计内容的矿山开采设计者,有关的主管部门一律不能给予批准。对于现有的生产矿山,由于常年的生产开发,已经积累下来许多需要进行复垦的荒土,各级主管部门要千方百计、采取措施,从资金、设备、技术等方面解决问题,制定切实可行的复田规划,予以逐步实施复田作业的工作。

4. 复垦程序一般可由下列几个步骤组成,凡有条件的矿山,都应按照程序的要求,把矿山的复垦工作安排好。

(1) 保留表土层:参照国外的经验,在矿山基建剥离前,要在采场、排土场、尾矿库等区域的范围内,铲出厚度在300~400毫米的表土层,并在附近的适当地方堆存起来,以备今后复田时使用,如果在上述的工作区域内没有表土层、或表土层不足300~400毫米,则需另外考虑安排好将来复田时所需用表土层土壤的来源。铲出表土的办法,可以因地制宜,采用人工或机械设备来完成,机械设备如铲运机、推土机、索斗铲、装车机、运输设备等均可使用。

(2) 回填作业:在需要回填的复田区域内,要进行表土的回填作业,但表土的回填基底要保留其厚度在1.2米以上,当基层系坚硬岩石时,可采用爆破的方式进行疏松,在基底层上部如种植灌木时,其回填表土的厚度为300毫米,种植乔木或农作物时,则其表土的回填厚度应在300毫米以上。遇有含酸性或有害有毒物质的岩石时,要将其回填在基底层的上方,作为回填的最底层,并注意解决好隔水问题,以免其有害有毒的水分渗出危害作物。

(3) 整平作业:为方便种植作业的进行,种植前要进行整平作业,对于边坡的复垦,可容许具有9~10度的坡度,如果超过了这个坡度的要求,则应做台阶。整平作业可用人工或土方机械进行。在复垦的平台上,要设置有通畅,以利于复垦区内的排灌作业。

(4) 植被作业:植被是由复垦区内的土质及复垦土地的用途来确定的,要选择和确定合适的植被作物,如乔木、灌木、花草或农作物等。并相应地解决好植被作物的品种、数量及施肥条件等。如当复垦区是用作放牧时,则可种植牧草、豆类、饲料及树木等;如是用作农垦地时,其初期也可以先种植豆类作物,待若干年土壤情况好转后,再行种植粮食或经济作物。

5. 复垦作业是一个包含了许多不同门类学科的综合性的工艺技术,因此当前急需要加强这一工作的组织领导和协调的工作,以有利于发挥各方面专业人材的长处,从长远来看,必需要有计划的培养一大批具有复田综合知识的全面人材,以适应我国今后复田事业大发展的需要。

6. 要加强复垦作业的科学研究工作。随着我国的复垦事业日益广泛深入的发展,必将会给复垦工作提出一些新的课题。就目前来说,下面一些课题就需要尽快地予以研究解决,如复垦作业的技术经济效果问题;复垦对环境影响的定量的概念;复田区作物产品的毒性及可食性,深部地质条件的变化对复田区生态环境的影响;复田资金的合理来源及复田效益的计算;复田专用机具的研制;复田新技术及现代化管理等。

7. 为了促进矿山复垦工作的发展,有利于国土的保护,土地管理部门应研究制定一套符合于我国国土保护情况的方针政策,从土地管理的角度,有力地促进复垦工作的发展。

工业“三废”治理现状

凡口铅锌矿 张关东

前言

凡口矿位于广东韶关市东北面48公里,距仁化县城16公里,座落在董塘盆地北面,地形北面为中高山区,南面为平地,海拔一般为100~150米高。地表多为浮土复盖。矿区内地势平坦宽阔,属潮湿多雨亚热带气候,温和湿润,雨量充沛,年降雨量为1457毫米。年气温平均20°C。主风向为西南风。地下资源丰富,是有色金属大型的采选企业。在公元十世纪(我国宋朝)已开始采矿。五十年代初期当地已开采生产硫黄,给环境带来一些污染。1958年成立了凡口铅锌矿进行建设。1968年开始投产,日采选矿石1000吨,主要生产铅锌硫精矿。1983年日采选矿石达到了3000吨的水平。在七五期间由12万吨改造达15万吨金属量的技改工程。矿建立一座年产15万吨水泥车间,近年来实际生产水泥量年产6~10万吨。在生产过程中产生的“三废”主要是废水、废气、废渣。

一、工业“三废”现状

1. 工业废水现状:凡口矿的工业废水基本上分为四股废水,日排放量为70696吨,年排放量约2200万吨。

2. 工业废渣现状:凡口矿主要工业废渣来自选矿尾砂年产生34.7万吨,采矿废石9.8万吨/年,水泥车间炉转窑灰回收0.6万吨/年,煤磨尘回收0.1万吨/年。

工业废渣产生量,治理措施、利用量见表1

表1 工业废渣产生量、治理措施和利用处置量

来源点	名称	产生量 万吨/年	措施	利用和处置
选矿尾砂	尾矿砂	尾矿砂年产生量34.7万吨。	尾矿砂从1#泵站送入2#泵站进行分离。	17.35万吨粗粒砂分离后用于井下作充填料。 17.35万吨细粒砂与尾矿水输送到尾矿坝沉淀堆存。
采矿井下废石	采矿井下废石	采矿井下废石年产量9.8万吨。	用汽车运送到磨砂场进行人造砂加工。	9.8万吨经磨砂场加工后作井下充填料。
水泥窑灰	水泥厂回转窑灰	水泥厂回转窑灰0.6万吨。	安装20M ² 电收尘器进行收尘、收尘率95%。	回收0.6万吨窑灰作水泥料掺入使用。
水泥煤尘	水泥磨尘	水泥磨尘0.1万吨	安装208布袋除尘器回收率99%。	回收0.1万吨煤尘掺入原料使用。

3. 废气现状：废气主要是水泥车间回转窑尾气，年排放量99064万标米³，其次是全矿分散的生活锅炉废气年排放量2853万标米³，总废气排放量约为101917万标米³。现将两种废气分述如下：

(1) 水泥车间回转窑废气经过20M'的电收尘系统净化后进入120米高 $\phi 3.6$ 米烟囱排放含尘浓度低于150mg/标立方米。而燃料煤经过煤磨碎时产生煤尘经布袋收尘器系统收尘净化除了煤尘，对环境没有影响。

(2) 生活锅炉废气，由于生活锅炉分散只好分别治理，已经治理的生活锅炉废气量1619万标立方米，占锅炉废气总量的56.76%。

表2 生活锅炉规格除尘情况表

生活锅炉规格	台数	已有除尘装置	暂未装除器的
0.5吨	7	3	4
1吨	2	2	0
2吨	1	1	0

二、工业废水调查

1. 污染源状况：

全矿工业废水在生产过程中主要污染来源于选矿废水、井下废水、磨砂场废水、落地矿废水。这些废水日排放量达70696吨，年排放量约2200万吨。主要污染物悬浮物、铅、锌、等。

表3 (1) 分析结果治理前与治理后浓度对照表 (毫克/升)

项目 治理前后 对照点 元素含量		铅	汞	镉	砷	锌	悬浮物	pH
治理前	井下混合废水	4.81	0.0002	0.013	0.02	3.35	560.0	7—8
	磨砂场废水	3.91	0.0005	0.014	0.029	2.10	1552.5	7—8
	落地粉矿废水	0.52	0.0003	0.004	0.011	0.46	211.5	7
	选矿废水	8.25	0.0025	0.012	0.123	0.55	114.5	11.5
治理后	条埂冲出口	0.063	0.0002	0.0055	0.007	1.561	7.9	7—8
	充填坝出口处	0.273	0.0003	0.003	0.005	0.408	19.70	7—8
	废品仓库旁废水	0.076	0.0002	0.0039	0.004	0.518	20.9	7.3
	尾矿坝出口处	0.158	0.0007	0.0066	0.010	0.105	30.3	6—9

2. 废水调查方法：废水调查布点共8点。未治理前4个点，选矿废水，井下混合水，磨砂废水、落地矿废水。治理后4个点，尾矿坝出口、条埂冲沉泥库出口、充填坝出口、废品

仓库旁。

(1) 分析次数, ①未治理前废水每季测一次, 年平均值。②治理后废水每月测三次, 年平均值(86年数据)。

(2) 分析项目pH、铅、汞、镉、砷、锌、悬浮物, 七项。

(3) 分析单位, 凡口铅锌矿环保监测站。

3. 分析结果与评价方法:

(1) 分析结果治理前和治理后浓度对照, 见表3。

(2) 评价方法: ①评价标准, 见表4。

表4 评价标准采用国家GB4913—35工业排放标准 (毫克/升)

项目名称	铅	汞	镉	砷	锌	悬浮物	pH	
工业排放标准	1.00	0.05	0.1	0.5	5.00	300	6—9	

②评价统计方法: 选用下面数学模式, 进行水质评价指数的统计

$$F_{\text{水}} = \sum_{i=1}^n W_i A_i \quad A_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中: $F_{\text{水}}$ ——水质指数; W_i ——加权系数, 第一类毒物以70%分配, 第二类毒物以30%分配; A_i ——质量分指数; C_i ——某种污染物平均浓度值; S_i ——某污染物工业排放标准。

表5 水质分级

等类级	分 级 名 称	指数值范围	等类级	分级名称	指 数 值 范 围
1	清 洁	<0.1	4	重度污染	0.61—2
2	轻度污染	0.1—0.35	5	极重度污染	>2
3	中度污染	0.36—0.60			

4. 评价结论

(1) 治理前工业废水可分为三类

①选矿废水属第一类极重度污染, 质量指数虽1.60, 单项指数主要污染铅3.25、pH值达强碱11.5。

②井下混合废水, 磨砂场废水属第二类重度污染, 质量指数分别为1.25、1.56。井下混合废水单项质量指数主要污染物为铅4.81, 悬浮物1.87。磨砂场废水单项质量指数主要污染物为悬浮物5.18, 铅3.91。

③落地粉矿废水属第三类轻度污染, 质量指数0.23, 单项质量达到工业废水排放标准。

(2) 治理后工业废水质量指数在0.05~0.1, 单项指数能达到国家工业废水排放标准。

表6

工业废水六项污染物质量指数统计表

治理前后对照点	项目 各指数值	质量指数 $A_i = \frac{C_i}{S_i}$						水质指数 $F_{水} = \sum_{i=1}^n W_i A_i$	分级类别
		铅	汞	镉	砷	锌	悬浮物 pH		
治理前	井合下混水	4.81	0.004	0.13	0.04	0.67	1.87	1.25	重度污染
	磨砂场废水	3.91	0.01	0.14	0.06	0.42	5.18	1.56	重度污染
	落地粉水	0.52	0.06	0.04	0.02	0.09	0.17	0.23	轻度污染
	选矿废水	8.25	0.05	0.12	0.25	0.11	0.38	11.5	极重度污染
治理后	条埂冲出口	0.063	0.004	0.055	0.014	0.31	0.03	0.07	清 洁
	充填坝出口	0.273	0.006	0.03	0.01	0.08	0.07	0.08	清 洁
	废品仓库旁	0.076	0.004	0.039	0.08	0.10	0.07	0.05	清 洁
	尾矿坝出口	0.158	0.014	0.066	0.2	0.02	0.1	0.1	清 洁

三、矿外环境水系调查情况

十五万吨技改工程环境质量影响报告书填报问题，省环保局87年3月23日派来了两位领导进行了两天时间环保工作视察，指出了凡口铅锌矿十五万吨技改工程前的外环境水系评价的调查意见，为此我矿环保集中精力在4月3日至4月12日进行了充填坝、条埂冲、尾矿坝废水的水系调查情况汇报。

1. 工业废水系调查与分析结果

(1) 水系调查：

①条埂冲水系选点12个，条埂冲出口，凡口人造河出口，斯溪河上、中、下游、京群、格顶、董塘、新莲桥下、农场桥下、车湾、锦江河。

②井填坝水系选点4个，充填坝出口、五一桥下、青石桥下、新莲桥前。

③尾矿水水系选点5点，尾矿坝出口、平岗十三村、暖坑水库前、暖坑村、暖坑出口。

(2) 分析一次，分析项目：pH、汞、铅、锌、镉、砷、悬浮物，分析结果147个（分析报告单，略）。

$$(3) \text{水质评价公式: } (P) \quad P = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n P_i \quad P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中：P——综合污染指标；n——污染要素数量； P_i ——某种污染物的污染指标； C_i ——某种污染物的实测浓度； S_i ——某种污染物的地面水标准浓度。

表7

评价标准采用TJ36—79地面水卫生标准

(单位mg/L)

项 目	铅	锌	汞	镉	砷	悬 浮 物
地面卫生标准	0.1	1.0	0.001	0.01	0.04	150

表8

均值型质量指示分级

P	级	分 级 依 据
<0.2	清 洁	多数项目未检出, 个别项目检出也在标准内
0.3—0.4	尚 清 洁	检出值均在标准内, 个别接近标准
0.4—0.7	轻度污染	个别项目检出超过标准
0.7—1.0	中度污染	有两项检出值, 超过标准
1.0—2.0	重度污染	相当一部分检出值超过标准
2.0以上	严重污染	相当一部分检出超过数倍或几十倍

2. 均型质量评价为三股水源:

(1) 条埂冲水系, 可分为三类:

①凡口河出口处重污染质量指数达到1.04, 其水系主要污染物锌, 单项质量指数达到4.23。②条埂冲出口, 水泥厂铁路桥下, 格顶轻污染, 质量指标达到0.45、0.52、0.53, 其水体中主要污染物锌, 单项质量指数达到1.37、1.29、1.03。③董塘河、新莲桥、农场桥下、车湾、锦江河清洁或尚清洁。

(2) 充填坝水系, 可分为三类:

①充填坝出水口中污染, 质量指数达到0.78, 其主要污染物锌、铅单项质量指数达2.31、1.26。②五一桥下、青石桥, 轻污染质量指数0.57、0.48, 其主要污染物锌、铅单项质量指数五一桥下锌2.39, 铅0.53, 青石桥锌0.88, 铅0.80。③新莲桥出口, 尚清洁, 质量指数为0.34。

(3) 选矿尾矿坝废水“尚清洁”, 质量指数为0.17—0.32, 其六项指标均达国家排放标准和卫生设计标准, 但药剂未作出分析, 不能说明尚清洁的结论。

3. 三股工业废水水源调查及结论建议

(1) 凡口河出口处为重污染, 污染来源, 条埂冲废水对凡口河有一定影响, 更主要的选矿厂事故池或硫精矿池废水有流入人造河而造成重污染, 同时也带来了斯溪河下游, 京群、格顶不同程度污染。从而我们建议改道排放, 选矿厂事故池, 硫精矿池要管理好杜绝溢流现象。

(2) 充填坝出口处中污染, 污染来源、磨砂厂、充填新工艺部分井下水, 由于这几股废水含砂量大, 沉淀面积小, 效果越来越差, 形成出口处中污染也带来五一桥下、青石桥的一定污染, 今后要解决三级沉淀, 定期清理, 加强管理。

四、矿区环境大气质量调查

大气质量调查是根据矿山地形结构生产场地与生活区交错特点可作出七个采样布点。

1. 采样点布置:

- (1) 生产区设3个点: 水泥车间、选矿车间、采矿车间。
- (2) 生活区设3个点: 矿办公室大楼、老凡口村、706村。
- (3) 对响点设点1个点: 坑尾(离矿区二公里)。

2. 分析项目及监测代表性(86年数据矿环保监测站提供)

- (1) 分析项目降尘量, 氮氧化物、二氧化硫、悬浮微粒。
- (2) 监测数据统计。

①降尘量为吨/平方公里·月, 每月监测一次取年平均值。

②氮氧化物、二氧化硫, 悬浮微粒每季测一次, 每次连续3—5天测定, 年取平均值。

3. 评价方法及结论

(1) 评价依据:

①大气质量分级评分表

表9

大气质量分级评分表

单位mg/米³

评分 标准 值	一级 (理想级)		二级 (可长期接受级)		三级 (污染级过度标准)		四级 (重污染)		五级 (严重污染)	
	范围	评分	范围	评分	范围	评分	范围	评分	范围	评分
降尘※	≤8	25	≤12	50	≤20	15	≤40	10	>40	5
悬浮颗粒	≤0.15	25	≤0.30	20	≤0.50	15	≤1.0	10	>1.0	5
二氧化硫	≤0.05	25	≤0.15	20	≤0.25	15	≤0.50	10	>0.50	5
氮氧化物	≤0.05	25	≤0.01	20	≤0.15	15	≤0.20	10	>0.20	5

※降尘吨/平方公里·月, 悬浮微粒, 二氧化硫, 氮氧化物是采用大气环境质量标准GB3095—82。

4

$$\text{②计算公式: } M = \sum_{i=1}^4 A_i$$

A_i为i参数评分值, 由大气质量评分及分数表确定。

表10

根据上式和评分表计算出M值, 按下面标准分级

M	100~95	94~75	74~55	54~35	34以下
大气质量等级	一级	二级	三级	四级	五级

从表中的评分级别, 凡口矿大气可分为两个级别:

①矿办大楼属生活区大气质量达到一级标准。(一级标准是自然生态和人群健康, 在长期接触情况下, 不会发生任何危害影响的空气质量标准)

②达到二级标准生产区: 水泥车间、选矿车间、采矿车间、生活区老凡口村、706村及对照点坑尾。(二级标准是人群健康和城市乡村的动、植物在长期和短期接触情况下, 不发生伤害空气质量标准)。