

铁矿石損失与 貧化的降低

Г. М. 馬拉霍夫 等著

李春林 譯

冶金工業出版社

鐵 矿 石 損 失 与 貧 化 的 降 低

Г.М.馬拉霍夫、С.И.魯哥夫斯基、В.К.馬尔登諾夫

С.Е.尼古林、М.В.古敏斯基 著

李 春 林 譯

冶 金 工 業 出 版 社

本書探討了开采克里沃罗格区各矿床时降低矿石损失与貧化的問題。

根据各矿山和实验室的实际数据，对采矿法的矿石损失与貧化率做了分析。

降低矿石损失与貧化的措施，其根据是試驗研究的理論数据和实际数据以及克里沃罗格革新者的建議。

本書是生产工程师和技术員的参考書，亦可供設計機構的工作人員参考。

Г. М. Мазахов, С. И. Луговойский, В. К. Мартынов, С. Е. Никулин, М. В. Гуминский
СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ И РАЗУВОЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ
Металлургиздат (Москва—1955)

鉄矿石損失与貧化的降低

李春林 譯

編輯：侯煥閣 設計：赵香荅、魯芝芳 責任校对：杨德昭

1958年6月第一版 1959年4月北京第二次印刷 1,20册(累計2,500册)

850×1168·1/32. 111,300字·印張 6 $\frac{16}{32}$ ·定价 0.80元

中央民族印刷厂印

新华書店發行

書号0825

冶金工業出版社出版(地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

目 录

原序.....	6
緒言.....	6
第一章 概論.....	7
§ 1. 基本概念和关系式.....	7
§ 2. 損失的分类.....	10
§ 3. 研究矿石損失与貧化的原始資料和方法.....	10
第二章 矿石損失率与貧化率的計算法.....	12
§ 1. 概述.....	12
§ 2. 計算法的原则.....	12
§ 3. 基本数值的确定法.....	15
§ 4. 矿石損失率与貧化率計算中的缺点.....	17
§ 5. 結論.....	20
第三章 崩落采区放矿的原理.....	21
§ 1. 基本原理.....	21
§ 2. 放矿时的回收率和貧化率的計算法及建議采用的参数.....	22
§ 2. 在崩落采矿法中最合理的矿石回收率确定法.....	29
第四章 分段崩落采矿法中矿石損失与貧化的分析和降低的措施.....	47
§ 1. 概述.....	47
§ 2. 矿石損失与貧化的实际水平.....	50
§ 3. 影响矿石損失与貧化水平的因素.....	55
§ 4. 矿石損失与貧化的工業試驗.....	69
§ 5. 生产革新者对改进分段崩落采矿法的建議及降低矿石損失率与貧化率的措施.....	97
第五章 深孔阶段强制崩落法中的矿石損失与貧化的分析和降低的措施.....	108
§ 1. 概述.....	108

§2. 矿石损失与贫化的实际水平	111
§3. 对影响阶段强制崩落法损失率与贫化率的因素的分析	111
§4. 降低阶段强制崩落法的矿石损失率与贫化率的措施	121
§5. 降低阶段自然崩落法的矿石损失率与贫化率的措施	122
第六章 回采矿房时矿石损失与贫化的分析和降低的措施	147
§1. 概述	147
§2. 影响矿石损失与贫化水平的因素	148
§3. 工人和工程师中的革新者对矿房合理的回采方法的建议 及降低矿石损失率与贫化率的措施	152
第七章 回采矿柱时矿石损失与贫化的分析和降低的措施	156
§1. 概述	156
§2. 回采顶板柱时的矿石损失率与贫化率及其降低的措施	157
§3. 回采房间矿柱时的矿石损失率与贫化率及其降低的措施	166
§4. 回采底板柱时的矿石损失率与贫化率及其降低的措施	184
第八章 开采和选别极贫化的矿石是减少矿藏损失与提高商品矿 石质量的手段	188
§1. 概述	188
§2. 开采和选别贫化矿石是降低矿石损失率与贫化率的手段	188
§3. 欲选别的贫化矿石数量的确定	194
結束語	205
参考文献	206

原 序

共产党和苏联政府給克里沃罗格矿区的采矿工作者提出的进一步提高矿石开采量和改进生产指标的任务，要求解决一项迫切的课题——在开采过程中降低铁矿石的损失与贫化。

珍惜地利用铁矿储量和改进冶炼厂原料的质量，对苏联的国民经济有重大的意义。

降低矿石损失与贫化率的基本途径，就是采用适合各矿床采矿技术条件和地质条件的采矿法，确定采矿法的合理参数，并且要遵守规定的采矿过程工艺制度。

只有在生产条件下研究这些问题，才可能正确地解决它们。

本书的作者们——克里沃罗格采矿研究所的科学工作人员，欲解决克里沃罗格矿区降低矿石损失与贫化的问题，数年来在克里沃罗格矿区各矿井进行了观察，总结和整理了数千万吨采矿量的矿石损失与贫化实际资料。

经过对所采用的采矿法的分析，查明了矿石损失与贫化的根源。与生产工作同时，在克里沃罗格采矿研究所的实验室内对崩落采区、顶板柱和房固矿柱的放矿过程进行了试验研究。

根据这些资料，拟定了降低矿石损失与贫化的措施，并在克里沃罗格矿区各矿井对采矿法试用参数和回采工作顺序进行了检查试验。

在研究降低矿石损失与贫化的措施时，作者总结并利用了革新者——克里沃罗格矿区工程师和工人的丰富经验。

作者认为有责任对克里沃罗格矿区各托拉斯、各矿山的领导人和生产工程师致以深切的谢意，他们协助我们在矿山进行观察、蒐集资料、介绍经验和讨论批评我们建议采取的措施。

作者将以非常满意的心情接受读者们基于公正批评的一切意见。

緒 言

苏联共产党第十九次代表大会的決議規定，在第五个五年計劃期間投入生产的鉄矿生产能力要比第四个五年計劃增加兩倍。这个宏偉的綱領只有通过建立新的企業和扩建現有的企業，以及通过进一步改善对采矿工業現有能力的利用才能实现。改进对現有生产能力的利用的根本措施之一，就是改进矿床地下开采的技朮和工艺，以提高劳动生产率和降低鉄矿石的损失率。

在开采地下矿藏时，優質矿石的损失將給我国的国民經济帶來巨大的損害。此外，矿石损失会增加每吨采出原料所攤的矿床开拓和采准工作費用，並使采准工作和回采工作脱节。在开采过程中，廢石混入矿石会降低矿石的冶炼价值，造成选矿的額外开支，降低高爐的生产率，增加焦炭和熔剂的消耗量，需要額外的运送廢石的开支，結果煉鉄成本大大提高。

矿产的损失，在大多数情况下是不能挽回的。因此，从合理的利用国家的矿物資源的观点出發，重要的是在不断改进采矿工艺过程的基础上减少矿石损失，並在最近时期內將损失率降低到最小限度。

对于克里沃罗格矿区說来，降低矿石损失有特別現實的意义；因为該矿区正日益广泛地使用新的高效率的大爆破崩落采矿法和自然崩落采矿法。确定矿石损失与貧化的数值，对它們进行統計，研究在鉄矿矿井条件下降低矿石损失与貧化的措施等等，都应引起采矿專家和科学工作者的重視。

查明损失与貧化的根源，使生产工程师能够采取措施，迅速消除部份损失和寻求进一步降低损失的新方法。清楚了解矿石损失与貧化的原因，对其实行正确的統計，在改进現有采矿法和工艺方法方面采取各种措施，这都有助于提高回收率，提高所采矿石的質量 and 正确地进行采矿工作。

p ——自報銷的平衡表內儲量中采出的礦量的組分（即工業儲量中的組份）含量，%；

r ——使礦石貧化的岩石中的組份含量，%。

按使礦石貧化的岩石和采出礦石的數量，礦石貧化率（ R ）用下式計算：

$$R\% = \frac{y}{T_0} \times 100. \quad (2)$$

按礦石與使礦石貧化的岩石中的組份含量，貧化率用下式計算：

$$R = \left(1 - \frac{q-r}{p-r}\right) \times 100. \quad (3)$$

礦石損失百分率（ W ）按下式計算：

$$W\% = \left(1 - \frac{T_0 (q-r)}{T (p-r)}\right) \times 100. \quad (4)$$

礦石絕對損失量按下式計算：

$$W = \frac{T \times W\%}{100} \text{ 噸。} \quad (5)$$

使礦石貧化的岩石數量（ y ）可按下式計算：

$$y = \frac{T_0 \times R\%}{100}. \quad (6)$$

$$\frac{T_0 (q-r)}{T (p-r)} = v. \quad (7)$$

v 值是礦石回收率。

礦石損失率同樣可用回收率表示如下：

$$W\% = (1-v) \times 100. \quad (8)$$

克里沃羅格礦區採用“視在回收率”這個名詞，視在回收率是采出毛礦量對報銷平衡表內儲量之比。

$$v_0 = \frac{T_0}{T} \times 100. \quad (9)$$

貧化率已知時，采出礦石中的組份含量按下式求出：

$$q = p - \frac{R}{100} (p-r). \quad (10)$$

例題：在某一用崩落法開采的采區中報銷了 150,000 噸平衡

表內儲量 (T)，組份含量為60%。自該采區采出礦石 140,000 噸 T_0 ，含鐵量57% (q)。

使礦石貧化的岩石中的含鐵量為35% (r)。

按公式 (3) 計算貧化率：

$$R = \left(1 - \frac{57-35}{60-35}\right) \times 100 = 12\%。$$

礦石損失率 (按公式 4) 為：

$$W\% = \left[1 - \frac{140000 \times (57-35)}{150000 \times (60-35)}\right] \times 100 \approx 18\%。$$

損失的礦石量 (按公式 5) 為：

$$W = \frac{150000 \times 18}{100} = 27000 \text{ 噸}。$$

使礦石貧化的岩石的數量 (按公式 1 或 6) 等於：

$$y = \frac{140000 \times 12}{100} = 16800 \text{ 噸}。$$

$$y = 140000 \times \frac{60-57}{60-35} = 16800 \text{ 噸}。$$

礦石回收率 (按公式 7) 為：

$$\frac{140000 \times (57-35)}{150000 \times (60-35)} = 0.82。$$

“視在回收率” (按公式 9) 為：

$$v_0 = \frac{140000}{150000} \times 100 = 93\%。$$

當貧化率為 8% 時，采出礦石中的組份含量 (按公式 10) 應為：

$$q = 60 - \frac{8}{100} \times (60-35) = 58\%。$$

§ 2 損失的分类

确定統一的、最簡單而完善的矿石損失分类，对矿山企业做計划与統計損失有重要的意义。

克里沃罗格矿区各矿井采用了由下列三大类損失組成的分类：

第一类——地質与采矿技术上的原因引起的矿石損失。此类損失包括：为防止巷道冒水和預防流砂或支撐松软的上盤而留下的矿柱損失；矿体構造变动部分中的損失，以及因矿山地質和技术上的原因而不能回采的各种保安矿柱的損失。

第二类——与采矿法有关的矿石損失。在适应矿床的矿山地質条件和正确地进行采掘工作时，采矿法本身固有的缺点所引起的損失属于此类。

第三类——采掘工作进行得不正确而引起的矿石損失。其中包括：因將采矿法应用在不适合它們的矿山地質条件下而造成的損失；因所采用的采矿法構成要素的尺寸不正确而引起的損失；任意留下矿柱而造成的損失以及采坏藏有平衡表內儲量的矿体而造成的損失；由于不遵守崩落采区的放矿規則引起的損失；違反設計所規定的矿床回采順序而造成的損失等等。

从上述分类中可以看出，应通过完全消除第三类損失和部份地减少第二类損失来降低損失率。为此，要在技术上正确地进行采矿工作並为提高矿石回收率而采取一系列改进現用采矿法的措施。这些措施的大部份可以于最近时期內在一些矿山上貫徹。

§ 3 研究矿石損失与貧化的原始資料和方法

研究克里沃罗格矿区各矿井鉄矿損失与貧化的依据是下列原始資料：

1. 各矿山战后时期的鉄矿損失与貧化的报告資料，对这些資料，曾在各矿井适当地做过詳細的檢查观测，然后加以整理和修正；
2. 克里沃罗格矿业学院为查明損失与貧化率跟主要采矿技

术因素之間的关系所做的試驗結果；

3. 下列工業試驗資料；

1) 1951年克里沃罗格矿业学院科学研究部与捷尔任斯基矿研究實驗室共同进行的工業試驗；

2) 于1938—1940年間，克里沃罗格金属矿科学研究所捷尔任斯基矿巨人矿井和英古列茨矿中央矿井所做的工業試驗。

將上述資料綜合一起，便可以全面地研究損失的根源和原因，确定損失的水平和構成，以及拟定在开采鉄矿床过程中提高矿石回收率的措施。

第二章

矿石损失率与贫化率的计算方法

§1 概 述

在矿山企业有系统地计算矿石损失率与贫化率，是争取最充分地回收矿石的首要的、也是必要的前提。

在伟大的卫国战争前夕（1938—1940年），金属矿科学研究所研究了克里沃罗格矿区铁矿床开采损失率与贫化率的计算方法。与此同时，确定了分段崩落采矿法和分段采矿法的实际贫化与损失水平，同时订出了上述两种采矿法的损失率定额指标。

金属矿科学研究所结束了此项工作后，说明此项工作的成果只是初步的，以后还须加以修正。修正的必要性早已成熟；在克里沃罗格矿区出现了大崩落和大放矿的新采矿法；金属矿科学研究所确定的损失率是采矿法的平均损失率，没有考虑矿体的各种形形色色的采矿技术条件，并且在确定矿石损失率与贫化率时未考虑作用很大的采矿法参数。

由于上述情况，总的数字只能说明在某种中等条件下采用某种采矿法的情况，而在某些矿山上偏高，在另一矿山则显得过低。这种误差是不能允许的。各个不同的矿山应有适合于各自条件的具体损失率，以便能对采矿工作质量做出客观的评价。

自1946年起，克里沃罗格矿区个别矿山按金属矿科学研究所的方法实行了矿石损失率与贫化率的计算，而其它矿山自1947年起也开始实行。1946—1948年以前，大多数矿山仅计算了所谓的视在损失率。此项计算，只是对比报告期间报损矿段的矿石储量数据与采矿量统计计算数据，并不考虑回采时混入的含铁废石的吨数。

采用金属矿科学研究所的方法，虽然使矿石损失率与贫化率

的計算复杂化，然而它却为这个問題奠定了正确的基础。有了这个基础，就可在遵守規程的基本要求时的条件下相当精确地确定主要指标。

§ 2 計算法的原則

矿石損失率与貧化率系按各采区計算。在矿房采矿法（分段采矿法、留矿采矿法）中，也按采区各要素（矿房、頂板柱、房間矿柱、底板柱）計算。

在矿体的輪廓已修正，采矿法已选定並着手进行切割工作之后，矿山的測量科就按表 1 編制采区卡片。在卡片的第 1—9 欄內填写采区的原始資料，而在采区采完后，在其它各欄內填写采下毛矿数量、其中的含鉄量以及矿石損失率与貧化率的实际指标。

除填写上述数据外，在卡片中画出采区的主要水平層和分段水平層，列出采区的橫断面图及采区其它要素。在这些图上，須画出采准巷道、切割巷道、月度矿山測量的采区界綫、表明平均含鉄量的巷道取样結果、簡要的矿体和圍岩地質特性物理机械特性。

采区卡片是計算矿石損失率与貧化率的基本原始文件。然而，由于采区开采時間很長就不能仅使用采区卡片，因为这样就很难对矿石回收程度进行有效的監督，而在損失率很高时又不可能及时采取措施。因此，矿山还要編制損失率季度报表，不論采区采矿工作的进行情况如何。每一采区在报告季度中采出的部分的損失率与貧化率实际数值要根据 T 、 T_0 、 p 、 q 和 r 等原始数据确定，这些数据要填入專門为此制訂的表格中。現有报表过大，可改用表 2 所示較簡單的格式。

回采中的采区季度报表是初步資料，因为在計算时部份采下矿石可能仍在回采場中，因此不能精确地統計。所以，季度指标只能用来对矿山內部生产进行有效的監督，但决不能用来对矿石实际貧化率与損失率做最后的判断。

在整个阶段采完后，要編制水平層儲量，采下毛矿、矿石損失率与貧化率的卡片。根据此卡片內的数据可以推断报銷阶段、其中的各矿体和各采矿法中矿石的最終損失率与貧化率。

表 1

采 区 卡 片

名称与符号	采 区 要 素						关于矿体轮廓和 原始储量的变 化、圈岩推定出 现的地点、对不 正确地说明采矿 工作等等的说明	采 区 要 素 的 放 矿 量						采区工作分析 (损失的根源 与原因)
						总 计								
1	2	3	4	5	6	7	10		11	12	13	14	15	16
最初储量 T_1 (吨)								送出毛矿量 T_0 (吨)						
矿体中含铁量 p (%)								送出毛矿中 的含铁量 q (%)						
最终储量 T (吨)								贫化率 R (%)						
								损失率 W (%)						

§ 3 基本数值的确定法^①

为计算矿石损失与贫化指标，预先要计算原始数据：采区中的矿石储量 T 、自其中采出的毛矿数量 T_0 、矿体含铁量 p 、采出毛矿的含铁量 q 和使矿产贫化的岩石中的含铁量 r 。

采区中的储量根据矿山地质测量的编录资料（矿山地质测量编录通过对采区中的矿体轮廓和巷道布置的实地测量来进行）以及对矿石容重的测定来计算。在这里必须强调，矿体圈定的程度对计算的精确性有很重要的影响。

在采区开始回采之前，掘进一些采准和切割巷道，借助这些巷道直接订正矿体的埋藏要素和形状。然而，并非所有采矿法都有足够数量的巷道穿切矿体界线。例如，在空场采矿法和深孔阶段崩落法以及阶段自然崩落法中，只在整个阶段高度上直交矿体走向掘进很有限的几条巷道。

在此条件下，如不进行专门的勘探工作，采区的储量计算可能有很大的误差。

根据国家矿山监察局批准的克里沃罗格矿区矿石损失率与贫化率计算规范，采区储量计算可分两个步骤进行：1) 初步计算，即采区内矿体仅用采准巷道圈定时的计算；2) 最终计算，即采区内矿体的轮廓用切割工作订正后的计算。

采区最初储量按下列各式计算：

$$T = S_r H r \quad (11)$$

$$T = S_b L r, \quad (12)$$

式中 T ——采区矿石储量，吨；
 S_r ——采区水平面积，公尺²；
 S_b ——采区垂直面积，公尺²；
 H ——采区垂直高度，公尺；
 L ——采区走向长度，公尺；
 r ——矿石容重，吨/公尺³；

^①本资料系以Л.З.盖尔曼副教授的研究为依据

采区中的最終儲量可按下式計算：

$$T = [h_1(S_1 + S_2) + h_2(S_2 + S_3) + \dots + h_{n-1}(S_{n-1} + S_n)] \frac{\tau}{2}, \quad (13)$$

式中 $h_1, h_2, \dots, h_{n-1}$ ——分段高度，公尺；

$S_1, S_2, \dots, S_n$ ——各分段的水平可采面积，公尺²。

分段的高度相等时，公式 (13) 可换算为：

$$T = (S_1 + 2S_2 + 2S_3 + \dots + 2S_{n-1} + S_n) \frac{h\tau}{2}. \quad (14)$$

除这两个儲量計算步驟外，每季要計算已報銷的体积。这对于登录儲量变动情况，以及对于計算矿石損失率与貧化率是必需的。

矿石容重是分別按每一矿体各矿段根据矿石类型来确定的。其所以如此，是因为矿石容重經常沿矿体的高度和走向变化。

采出毛矿数量 (T_0) 按自每一采区运出的矿車数来确定。为此，在提昇井筒以及在主要轉运天井附近建立計算取样站，並配备必要的計算驗收員。計算驗收員將自各采区运出重矿車数目登录在專用簿上，並檢查运输容器是否裝滿。矿車平均有效重量可通过对矿井运出的矿石进行定期检查称量和对矿車数目进行計算来确定。

每班自采区采出毛矿的重量可用矿車数量乘以矿車平均有效重量来計算。

整个矿井采出毛矿数量可通过对貯矿場中殘留矿石进行矿山測量以及鉄路裝运数据来做补充檢查。

为了統計送出毛矿量，应在运输水平層上安置地磅，以使用較准确的重量計算法代替矿車計算法。

采区矿体中的平均含鉄量根据采区所有采准和切割巷道中矿体取样的結果来計算。如矿石質量經常变化而且采用的是沿矿床走向回采的采矿法，最好也在回采巷道中取样，在这些巷道中可直接完成上述工作（在溜眼、拉底層、进路等地）。

如果某一采矿法中所掘进的分段巷道数目不多，或者根本没有，則应在采区范围内沿阶段的整个高度打檢查勘探鑽孔来做补