

重有色金属冶炼设计手册

铜 镍 卷

编写单位

北京有色冶金设计研究总院

长沙有色冶金设计研究院

南昌有色冶金设计研究院

昆明有色冶金设计研究院

内 容 简 介

《重有色金属冶炼设计手册》是一部大型工具书,它总结了我国四十余年来重有色金属冶炼设计、建设和生产的经验。全书共分四卷,十二篇,按铜镍(含钴回收)卷、铅锌铋卷、锡锑汞贵金属卷、冶炼烟气收尘及通用工程常用数据卷,分述各重金属及其伴生元素的各种提取工艺技术,并按原料、技术操作条件选择、产物、技术经济指标、主要设备选择、配置参考图及必要的冶金计算等内容编写,收集了大量技术数据和实例,供读者参考选用。

本《手册》中的铜铅锌各篇,除介绍传统工艺外,铜冶炼篇还编入了我国自己的闪速炉炼铜及现代化大型铜电解技术,铅冶炼篇编入了氧气底吹炼铅及火法精炼等技术,锌冶炼篇编入了大型竖罐、鼓风机炼锌和黄钾铁矾等技术。

镍冶炼篇以大型电炉和现代化闪速炉炼镍为主,并收集整理了我我国自行研究设计的氧化镍矿氨浸和氢还原制取镍粉等技术。

锡冶炼篇包括反射炉、电炉熔炼,火法与电解精炼,烟化挥发,氯化挥发等技术。锑冶炼篇以鼓风机挥发熔炼、反射炉还原熔炼与精炼为主,并编入直井炉及部分锑品生产技术。汞冶炼篇编入了电热回蒸蒸馏炉炼汞、流态化焙烧、老式高炉炼汞、粗汞精炼和高纯汞提纯等技术。

贵金属冶炼篇编入了脉金提金的常规氰化法、炭浆法、树脂矿浆法、堆浸法、含金硫化矿提金、炼锑富集物提金、重金属电解精炼阳极泥的处理,从炼镍富集物中提取铂族金属等技术,并附有从废旧物料中回收金银的资料。

冶炼烟气收尘篇编入了各种冶炼炉窑的烟气性质、收尘工艺及设备,系统总结了我国重有色金属冶炼的各种收尘设施。

通用工程篇主要编入了粉煤制备、车间供油设施、废热利用、高压鼓风机室、空压机组、厂分析室等全厂性通用工程。常用数据篇编入了重冶工艺设计计算中常用的物理化学、规范、标准等数据。

本《手册》还编入了氰化废水处理、汞毒防治、噪声防护等与工艺设计关系密切的环保技术。

图书在版编目(CIP)数据

重有色金属冶炼设计手册 铜镍卷 / 北京有色金属设计研究院等编

—北京:冶金工业出版社,1996

ISBN 7-5024-1867-9

I 重 II 北 III 重有色金属—有色金属冶金—设计—手册 IV TF81-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 06560 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 刁传仁

中国科学院印刷厂 印刷 冶金工业出版社发行 各地新华书店经销

1996 年 10 月第 1 版,1996 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16, 55.00 印张, 1650 千字 870 页 1 5000 册

110.00 元

目 录

铜 冶 炼

1 贮矿与配料		
1.1 贮矿	(4)	
1.2 配料	(11)	
2 熔剂的破碎与磨碎		
2.1 破碎筛分流程的选择与计算	(20)	
2.2 磨碎分级流程的选择与计算	(27)	
2.3 主要设备选择	(28)	
2.4 车间配置参考图	(35)	
3 精矿干燥		
3.1 圆筒干燥机干燥	(39)	
3.2 气流干燥	(47)	
4 铜精矿流态化焙烧		
4.1 铜精矿氧化焙烧	(55)	
4.2 铜精矿硫酸化焙烧	(61)	
4.3 主要设备选择	(64)	
4.4 车间配置参考图	(68)	
5 熔炼		
5.1 反射炉熔炼	(71)	
5.2 密闭鼓风炉熔炼	(96)	
5.3 电炉熔炼	(119)	
5.4 闪速熔炼	(146)	
5.5 白银炼铜法	(178)	
5.6 诺兰达炼铜法	(189)	
5.7 瓦纽可夫炼铜法	(200)	
5.8 闪速炉渣电炉贫化	(209)	
5.9 排渣设施	(217)	
6 吹炼		
6.1 转炉吹炼	(222)	
6.2 连铸炉吹炼	(245)	
6.3 转炉渣选矿	(250)	
7 精炼		
7.1 火法精炼	(266)	
7.2 铜电解精炼	(289)	
7.3 铜电解液净化及硫酸盐生产	(317)	
8 湿法炼铜		
8.1 低品位铜矿石堆浸-萃取-电积 流程	(343)	
8.2 硫化铜精矿酸化焙烧-常压酸浸-电积 流程	(357)	
9 离析炼铜法		
9.1 原矿、还原剂、氯化剂和燃料	(365)	
9.2 原料制备	(367)	
9.3 还原剂制备	(369)	
9.4 离析	(370)	
9.5 主要设备选择	(376)	
9.6 浮选	(380)	
9.7 铜精矿冶炼	(381)	
9.8 车间配置参考图	(382)	
10 再生铜生产		
10.1 再生铜生产原料	(383)	
10.2 再生铜生产的工艺流程	(386)	
10.3 鼓风炉熔炼	(388)	
10.4 黑铜吹炼	(394)	
10.5 反射炉火法精炼	(397)	
11 冶金计算		
11.1 铜精矿圆筒干燥机冶金计算	(405)	
11.2 铜精矿气流干燥冶金计算	(407)	
11.3 反射炉熔炼冶金计算	(413)	
11.4 密闭鼓风炉熔炼冶金计算	(422)	
11.5 闪速炉熔炼冶金计算	(429)	
11.6 转炉吹炼冶金计算	(439)	
11.7 矿粗铜火法精炼冶金计算	(443)	
11.8 铜电解精炼冶金计算	(452)	
11.9 电解液净化及硫酸盐生产冶金 计算	(454)	
11.10 低品位铜矿石湿法处理冶金 计算	(456)	

- 1 硫化铜镍精矿电炉熔炼**
- 1.1 焙烧 (463)
- 1.2 制团 (471)
- 1.3 电炉熔炼 (477)
- 2 硫化铜镍精矿闪速炉熔炼**
- 2.1 炉料深度干燥与配料 (507)
- 2.2 闪速炉熔炼 (518)
- 2.3 闪速炉渣贫化 (542)
- 3 镍的鼓风炉熔炼**
- 3.1 原料、熔剂和燃料 (546)
- 3.2 备料 (547)
- 3.3 熔炼 (554)
- 4 转炉吹炼**
- 4.1 低镍钨吹炼 (561)
- 4.2 高镍钨缓冷 (573)
- 4.3 转炉渣贫化 (576)
- 5 高镍钨选矿分离及二次精矿处理**
- 5.1 高镍钨选矿分离 (586)
- 5.2 二次镍精矿熔铸成硫化镍阳极 (600)
- 5.3 二次镍精矿焙烧生产氧化亚镍 (606)
- 5.4 二次铜精矿处理 (614)
- 6 镍电解精炼**
- 6.1 硫化镍阳极电解 (624)
- 6.2 金属镍阳极电解精炼 (633)
- 6.3 阳极电解液净化 (636)
- 6.4 氧化亚镍电炉还原熔炼生产粗镍阳极
..... (647)
- 7 高镍钨湿法处理**
- 7.1 硫酸选择性浸出 (649)
- 7.2 浸出液净化 (655)
- 7.3 镍的电解沉积 (657)
- 8 从镍电解液净化钴渣中回收钴**
- 8.1 用电解沉积法生产电解钴 (661)
- 8.2 电解精炼法生产电解钴 (675)
- 8.3 制取精制氧化钴 (688)
- 9 氧化镍矿火法冶炼**
- 9.1 矿石 (694)
- 9.2 工艺制度 (696)
- 9.3 炉渣、金属的熔化温度及其放出
温度 (697)
- 9.4 氧化镍矿火法处理实例 (698)
- 10 氧化镍矿湿法处理(氨浸流程)**
- 10.1 还原焙烧 (714)
- 10.2 焙砂浸出与洗涤 (723)
- 10.3 氨回收 (742)
- 10.4 氨还原制取镍粉 (754)
- 10.5 氨还原尾液处理 (759)
- 10.6 氨还原制取钴粉 (764)
- 10.7 液氨库 (769)
- 11 从其它含镍物料中回收镍**
- 11.1 用粗硫酸镍生产电解镍 (773)
- 11.2 用镍磷铁生产电解镍 (775)
- 11.3 用镍铬合金废料生产电解镍 (781)
- 11.4 从废可伐合金中制取钴镍
制品 (783)
- 11.5 从含钴磁钢渣中制取镍钴
制品 (788)
- 12 镍冶炼冶金计算**
- 12.1 硫化铜镍精矿流态化焙烧冶金
计算 (791)
- 12.2 硫化镍矿电炉熔炼冶金计算 (794)
- 12.3 闪速炉熔炼冶金计算 (801)
- 12.4 镍电解精炼及阳极液净化冶金
计算 (829)
- 12.5 氧化镍矿焙砂氨浸、洗涤冶金
计算 (833)
- 12.6 氨回收冶金计算 (844)
- 12.7 氨还原制取镍粉冶金计算 (851)
- 12.8 氨还原制取钴粉冶金计算 (862)
- 参考文献**
- 《重有色金属冶炼设计手册》中主要厂家、公司
名称与简称对照表

铜 冶 炼

铜是人类最早发现和使用的金属之一。中国是世界上最早发现和使用铜的国家之一。中国又是世界上最早用湿法(胆铜法)炼铜的国家。1993年我国铜产量居世界第五位。

1985~1989年世界矿山、冶炼厂和精炼厂的铜产量如下(kt):

年份	1985	1986	1987	1988	1989
矿山	8425	8419	8790	8788	9190
冶炼厂	8871	8877	9240	9421	9700
精炼厂●	9715	9904	10213	10571	10997

铜和铜合金广泛用于电气工业、机械、建材和运输工具制造业等。美国1988年铜消耗量为2214kt,其中电气工业占70%,建筑业占17%,机械制造业占6%,运输工具占3%,军用品占1%,其它占3%。

A 铜的资源

铜广泛赋存于各种火成岩矿床与再生矿床中,其中铜储量较大的矿床有斑岩铜矿床和沉积型铜矿床。斑岩铜矿床特点是品位低、储量大、矿石可选性好,多为大型矿床。沉积型矿床铜品位高,这种类型矿床也常是大型的。

已发现的铜矿物约160多种。原生硫化矿物中以黄铜矿(CuFeS_2)最多,其次为斑铜矿(Cu_5FeS_4)、辉铜矿(Cu_2S)和铜蓝(CuS);次生氧化物主要有孔雀石($\text{CuO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$)、蓝铜矿($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$)、硅孔雀石($\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)和铜矾($\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$)。世界上原生铜约90%是从硫化矿炼出的。湿法冶金主要用于从氧化矿石提铜。

世界上铜矿资源主要分布区域如下:

- (1) 南、北美洲的西部山地,即美国、智利、秘鲁、墨西哥和加拿大等国。
- (2) 非洲的赞比亚和扎伊尔。
- (3) 哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦和俄罗斯的乌拉尔。
- (4) 菲律宾、巴布亚新几内亚和澳大利亚的芒

特艾萨地区。

世界铜资源估计为1626Mt(以含铜量计),其中储量估计为402Mt。

我国铜矿资源储量居世界第四位。主要矿区分布在江西、湖北、安徽、云南、四川、山西和甘肃等省及西藏东部。

我国矿山规模一般不大,比较分散,矿石含铜一般低于1%。

铜矿开采品位主要取决于采、选、炼生产费用和铜的售价,依经济效益而定。现在地下开采的铜矿品位有的低到0.75%,露天开采的有的低于0.5%。

B 铜矿的开采和选矿

斑岩铜矿由于储量大,剥采比小和矿石可选性好,一般采用大规模露天开采,机械化程度高,其采选生产成本均低,经济效益好。如美国宾厄姆铜矿、中国德兴铜矿等大型斑岩铜矿床均属此例。品位较高,覆盖岩层较厚的中小型铜矿床,一般采用地下开采。

铜矿石选矿通常是用物理方法将矿石中的铜矿物分离而富集到高品质的铜精矿中。铜精矿含铜品位一般为20~30%,尾矿含铜0.05~0.1%。

C 火法炼铜

硫化铜精矿适于火法炼铜,现今全世界矿铜产量的85~90%是从硫化铜矿用火法炼铜生产出来的。火法炼铜一般包括:①浮选铜精矿的焙烧或烧结;②铜精矿或焙烧矿的造钼熔炼;③铜钼吹炼成粗铜;④粗铜火法精炼;⑤阳极铜电解精炼。经冶炼产出最终产品——电解铜。

(1) 焙烧的目的是将硫化铜精矿中的硫部分或全部氧化以 SO_2 的形式脱除。焙烧在流态化焙烧炉中进行,产物为焙烧矿。焙烧工序现在主要用于

●精炼铜产量为电解和火法精炼的一次及再生的精炼铜产量。

反射炉熔炼。近年来发展的许多强化熔炼方法,均直接熔炼浮选铜精矿,不再采用焙烧工序。

(2) 铜铕熔炼是火法炼铜最重要的冶炼过程,熔炼的目的是将铜精矿中的铜形成含铜、硫、铁及贵金属等的铜铕,然后吹炼成粗铜;铜精矿中的脉石成分与熔剂形成含铜尽可能低的炉渣,直接废弃或回收铜后废弃。熔炼排出的 SO_2 烟气用以制造硫酸或其它硫制品。

铜铕熔炼以往多在反射炉、鼓风机和电炉等传统冶金炉内进行。这些传统方法的主要缺点是:①不能充分利用硫化物炉料氧化产生的反应热作为能量;②产出低浓度 SO_2 烟气,不能经济地制酸,对环境造成严重污染。因此,传统熔炼工艺,正逐渐地为节能、环境保护好的强化熔炼新工艺代替。

近三四十年来,不少新的强化铜铕熔炼工艺已在工业上广泛推广采用,归纳起来有两大类:一是悬浮熔炼,如奥托昆普闪速熔炼,INCO 氧气闪速熔炼和 KHD 公司的连续顶吹旋涡熔炼法等;另一类是熔池熔炼,如诺兰达熔炼法,三菱法,瓦纽柯夫法,艾萨法和我国的白银法等。这些方法的共同特点是运用富氧技术,强化熔炼过程,充分利用炉料氧化反应热的能量,在自热或接近自热熔炼的条件下进行熔炼,产出高浓度的 SO_2 烟气,可有效地回收、制造硫酸或其它硫产品,环境保护好,节能和经济效益好。

奥托昆普闪速熔炼经长期实践证明是较成熟的一种现代炼铜法,近年来发展很快,现在世界上有炼铜和炼镍的奥托昆普闪速炉共 35 座,约占世界炼铜能力的 30%,成为新建或改建炼铜厂选用的工艺之一。INCO 氧气闪速炉(含前苏联氧焰炉)目前有 4 座在运转。闪速熔炼除获得高品位铜铕外,还可以直接产出粗铜,如波兰格沃古夫二厂和澳大利亚奥林匹克坝冶炼厂。

熔池熔炼是将富氧空气鼓入熔体中,熔池受气体激烈的搅动,加入的炉料在熔体中激烈地进行气、液、固三相间的物理化学反应,完成熔炼过程。诺兰达法、三菱法、瓦纽柯夫法、白银法等均是熔池熔炼法,且已有工业生产实践。诺兰达熔炼法有 4 台炉子,三菱法有 2 台炉子,瓦纽柯夫法有 5 台炉子,特尼恩特法有 5 台炉子在生产。此外,新开发的澳大利亚的艾萨熔炼法已有两家工厂投入工业生产。中国的水口山熔炼法也已达到工业试验阶段。

富氧熔炼能够强化冶炼过程,大大减少烟气量和烟气带走的热量和烟尘量,降低烟气处理设施和

酸厂的投资,提高冶炼直收率,节省能耗,提高炉子单位生产率;提高烟气 SO_2 浓度和硫的利用率,大大改善对环境的污染程度。所有新开发的强化炼铜新工艺均采用了富氧技术。一些传统炼铜工艺,如反射炉和鼓风机采用富氧熔炼后也取得了效果。

废热回收是铜冶炼节能降耗的重要途径。冶炼烟气的废热利用技术已比较成熟,普遍为各炼铜厂采用,成为炼铜厂设计不可缺少的部分。

冶炼工艺过程应用计算机控制是一项重要的技术发展方向。闪速熔炼法和三菱法是较早实现计算机全过程自动控制的。贵溪冶炼厂引进的铜闪速炉工艺过程计算机在线控制,取得了成功。

(3) 铜铕吹炼仍以卧式转炉为主,少数厂采用虹吸式转炉,三菱法吹炼炉和连续吹炼炉。吹炼设备向大型化、机械化发展,卧式转炉最大的已达 $\phi 4.2 \times 11.7\text{m}$,广泛采用捅风眼机、炉口清理机、铸渣机和密闭烟罩等辅助机械设备。由奥托昆普公司和肯尼柯特公司联合开发的闪速吹炼工艺,已可以用于工业。

(4) 火法精炼广泛采用的回转式精炼炉已成为炼铜厂的标准精炼设备,只有少数厂处理冷态粗铜还采用反射炉。大部分铜阳极板是在双模或单模圆盘浇铸机上浇铸,并采用自动定量浇铸。近年来少数工厂采用了哈兹勒特连续浇铸机。精炼作业除少数还采用插树还原外,已广泛采用重油、天然气、液氮和液化石油气作为还原剂。

(5) 炼铜炉渣贫化有电炉法和浮选法。熔炼渣采用电炉贫化的较多,也有工厂采用浮选法的;而吹炼渣采用浮选法的较多。许多工厂不再返回熔炼炉。浮选法回收率较高,弃渣含铜低,但投资和生产费较高。采用何种方法须根据具体情况选取。

(6) 传统的电解精炼法仍占主导地位,为减轻手工劳动,广泛采用阴、阳极板的机械化作业线。不锈钢永久阴极的艾萨电解法近年逐步推广,目前世界上已有十余家电解精炼厂和二十余家电积厂采用了这种方法。周期反向电流法自 70 年代用于工业生产以来,已有十余家工厂推广应用。多数工厂将此法作为迅速增加生产能力或临时增产铜的措施。

(7) 对难于浮选和浸出的氧化铜矿或硫化氧化混合矿,可以采用离析法提铜。离析法有两段离析法和一段离析法两种,我国石碛铜矿采用直接加热一段回转窑离析法提铜,效果较好。离析法投资及生产费较高,适合处理原矿含铜品位 2.5~4% 的矿

石。

D 湿法炼铜

湿法炼铜是用溶剂浸出铜矿石或精矿,然后从含铜浸出液中提取铜的方法。目前该法主要用于处理氧化铜矿、低品位铜矿石和硫化矿废矿,也用于焙烧硫化矿的浸出提铜。世界上湿法炼铜的产铜量约占总产量的10~15%,80年代末达1300kt/a。

20世纪60~70年代我国曾用硫化铜精矿的焙烧-浸出-电积工艺建了一些小型工厂,因经济效益不佳,技术难题很多,大都停产。近年有移植此工艺的部分技术生产硫酸铜的。

由于近年铜的高效萃取剂及萃取技术的迅速发展,能从含铜浓度很稀的浸出液中选择萃取铜离子,且又能反萃铜进入高酸高铜溶液,满足了电积铜工艺的要求。因此,原有用选冶方法难以回收的低品位铜矿石、含铜废石、难选氧化矿、坑采残柱、选矿尾矿等成了湿法炼铜的原料,扩大了铜冶炼的资源。近年来,美国、智利、赞比亚、秘鲁和墨西哥等国的许多矿山采用堆浸、就地浸出、搅拌槽浸等工艺来处理原来不能回收的铜资源,建设了一批溶剂萃取工厂。如赞比亚联合矿业公司尾矿搅拌浸出生产能力达100~120kt/a。我国德兴铜矿已进行了1000t矿石的工业规模堆浸试验。

E 再生铜生产

世界上消费的铜三分之一来自铜和铜合金废料再生的铜。因此,充分利用铜废料有重要意义。长

期来各工业发达国家非常重视废铜料的回收利用。前西德约有40%的铜是从废料中回收的。美国1988年铜消费中有23%来自废铜料。英、法和意大利等国消费的铜50%左右来自废铜料。我国每年从废杂铜中回收的铜占总产铜量的30~40%。

废铜料的回收利用要根据原料品种和成分来确定。对牌号清楚的铜合金废料,一般可以直接重熔铸成合金使用。对一些高级废铜料(>95%Cu)和低级废铜料(10~95%Cu),一般可采用熔铜竖炉、鼓风炉、转炉和精炼炉等冶金设备之中一段或几段处理,然后再经电解精炼成为电解铜。

我国再生铜冶炼技术比较落后,厂家多,规模小,近年虽有采用阳极板定量浇铸和精炼炉废热利用等技术,但不普遍。精炼设备仍采用反射炉,手工劳动繁重。国外采用的倾动式精炼炉,机械化、自动化程度高,革除了氧化、还原、出铜、出渣等作业的手工劳动,是处理废杂铜冷料比较先进的设备。精炼作业铜水还原国内普遍采用重油,还原期黑烟弥漫,严重污染环境,亟待改进技术。

我国的炼铜工艺除贵冶80年代初引进闪速炉炼铜和白银一冶采用自己开发的白银炼铜法外,其它工厂仍采用传统的反射炉、密闭鼓风炉和电炉熔炼,工厂技术装备水平普遍较低。近年来各厂均在技术进行改造,如大冶引进诺兰达熔炼法改造现有反射炉,铜陵一冶正在建设闪速炉替代密闭鼓风炉。各炼铜厂技术装备水平也在不断提高。我国自己开发的水口山熔炼法已通过工业试验。

1 贮矿与配料

1.1 贮矿

重有色冶炼厂需要的原料、熔剂、燃料及辅助材料等,由于受来源、交通运输、气候条件等的影响,一般均很难均衡稳定地运进厂。鉴此,厂内必须设有各种贮料仓库及相应卸车、运输、上料和计量等设备。有的物料应贮存在室内,如精矿(在高寒地区还要配备解冻设施);有的物料可贮存在露天,如熔剂。

1.1.1 精矿仓库

精矿是重有色冶炼厂的主要原料。由于精矿来源一般较多,成分不一,要分格贮存。

精矿贮存时间除与各项外界条件有关外,还受选冶厂工作制度、大检修时间配合等因素的制约,一般需要贮存 20~30d 的用量。如果外界条件不好,还须适当增加。

1.1.1.1 仓库形式

为了减少仓库面积和降低厂房高度,一般采用半地下式矿仓。因受水文地质条件限制以及贮、卸料设备的要求,也有采用地上式矿仓的。图 1-1 和图 1-2 为半地下式矿仓,图 1-3 为地上式矿仓。

大型厂进料多用火车,厂内的返回品运输多用汽车。小型厂进料一般采用汽车。工厂有专用铁路线通入仓库时,进线的方式有两种:

一为中间进线,双侧卸料(图 1-1);一为一侧进线,单侧卸料(图 1-2)。前者卸料方便,后者仓库面积的利用率较高。

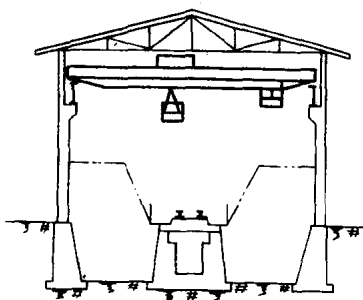


图 1-1 中间进线半地下式矿仓

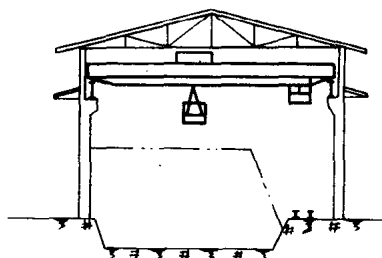


图 1-2 一侧进线半地下式矿仓

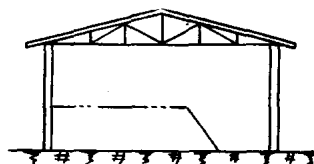


图 1-3 地上式矿仓

精矿也有以矿浆形态(含固体 65%左右)由铁路运入的,借助高压水把矿浆由矿车底部卸出贮存,经浓密,过滤后,精矿含水 11~13%与其它精矿进行配料。智利的波特雷里洛斯炼铜厂就是如此。也有由选矿厂用管道将精矿送往冶炼厂配料的。

1.1.1.2 矿仓容积计算

精矿仓几何容积可按下式计算:

$$V = \frac{G}{\gamma K} \quad (1-1)$$

式中 V —矿仓需要的几何容积, m^3 ;

G —需要贮存的矿量, t ;

γ —物料的堆积密度, t/m^3 ;

K —矿仓有效容积利用系数,一般取 0.8~0.85。

仓格的大小和数量一般按各种物料单独存放的原则计算,并增加倒堆、混料及预配料所需的格数。

如果进出料采用桥式抓斗起重机,每个仓格沿厂房长度方向的尺寸应较抓斗张开时的最大宽度大 1m 以上,若厂房柱距为 6m 时,仓格沿厂房长度方向尺寸一般与之相同,也可以适当加长。仓格沿厂房跨度方向的尺寸,则视其跨度大小计算确定。半地下式矿仓地下深度一般为 3~4m,地面上物料堆积高度一般为 2~2.5m。

在我国北方高寒地区取暖时期内,精矿在运输过程中易被冻结,需考虑防冻设施。据测定,含水量在7%以下的精矿在-15℃以上的气温下不需防冻。因此,改进选矿厂的过滤及干燥设备,降低精矿水分是防冻的根本措施。

1.1.1.3 仓库的车间配置

A 厂房跨度

精矿仓库厂房跨度一般为21~24m,有达30~36m的。跨度较大,可以缩短桥式抓斗起重机大车的行程,减少其往返时间,以提高装卸效率及仓库面积的有效利用率;但若过大,不但增加厂房造价及桥式抓斗起重机的投资,且使贮存量较小的物料仓格太窄,不便操作和使用。确定厂房跨度,一般要考虑下列因素:

- (1) 运输设备(火车或汽车)的活动空间。
- (2) 火车或汽车路基占去的位置。
- (3) 桥式抓斗起重机小车横向移动的极限位置。
- (4) 矿仓抓取死角。

图1-4为火车直线建筑接近限界示意图。

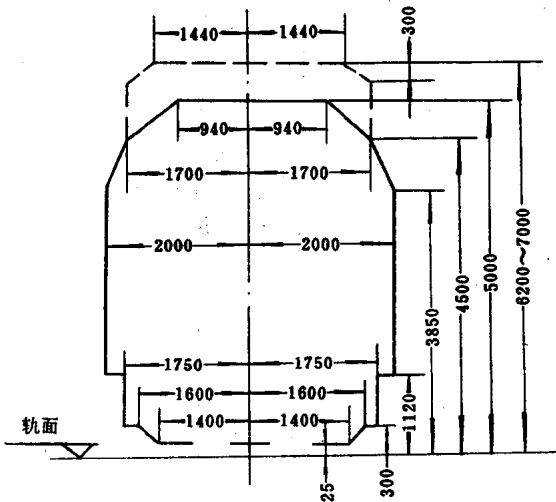


图1-4 火车直线建筑接近限界示意图

- 各种建筑物的基本接近限界
- 适用于电力机车使用的各种建筑物其高度数值依接触网高度而定

注:1. 本图是根据车辆最大宽度为3400mm确定的,超过上述宽度时,应另行考虑;

2. 曲线地段的建筑接近限界,应按站场曲线地段的加宽值有关规定加宽。当用汽车运输时,除考虑汽车宽度外,还应考虑倒车时所需的最小面积。

B 厂房长度

厂房长度除与物料的贮存量、矿仓宽度和容积等有关外,还与物料的种类多少和仓格数有关。在满足配料需要的前提下,仓格应尽可能减少。

确定厂房长度还要考虑桥式抓斗起重机的检修场地。精矿仓库一般需要两台或两台以上桥式抓斗起重机同时使用或互为备用。因此,厂房两端应有停放1台或1台以上桥式抓斗起重机的位置(1台约需5m左右的厂房长度)供检修用。

C 桥式抓斗起重机的轨面标高

桥式抓斗起重机的轨面标高取决于上料仓平台的标高,而上料仓平台的标高又取决于仓下出口给料设备的安装高度和上料仓容积的大小,此外,为安全起见,起重机的最高起运点至吊钩的极限位置宜有1.5m以上的富余高度,一般上料仓平台的标高为4~6m,起重机轨面标高为8~10m,大型厂房有达12m的。

D 厂房的结构要求

(1) 精矿仓库应设外围结构,以防风吹雨打,损失精矿。在采暖区宜用封闭式,设门斗卷帘门,以防冬季精矿冻结。在非采暖区可考虑在矿堆以上采用花格墙或半敞开式,以改善通风条件。

(2) 地下矿仓应有防水措施,厂房四周要防雨水渗入。

(3) 厂房一般不设天窗,存放石灰的仓格上可设局部天窗。如果在通风采光上不能满足要求时,可在桥式抓斗起重机轨面以上开设通长侧窗。

(4) 上矿料仓操作平台和起重机检修平台荷重一般为 6kN/m^2 ,抓斗检修场地可取 10kN/m^2 ,地下矿仓应能承受堆积荷重 120kN/m^2 。

图1-5为贵冶铜精矿仓库(包括熔剂仓库)配置图实例。

图1-6为50000t/a铅锌冶炼厂贮矿仓库配置图实例。

图1-7为西北冶锌精矿仓配置图实例。

图1-8为西北冶铅精矿仓配置图实例。

图1-9为来冶锡精矿仓配置图实例。

1.1.2 熔剂仓库

冶炼厂所需石英石和石灰石等熔剂通常为露天贮存,但停放桥式抓斗起重机处和上矿处需要屋盖。也有将熔剂和铜精矿贮存在同一仓库内的(如贵冶),这需要视熔剂量和总平面布置而定。熔剂的贮

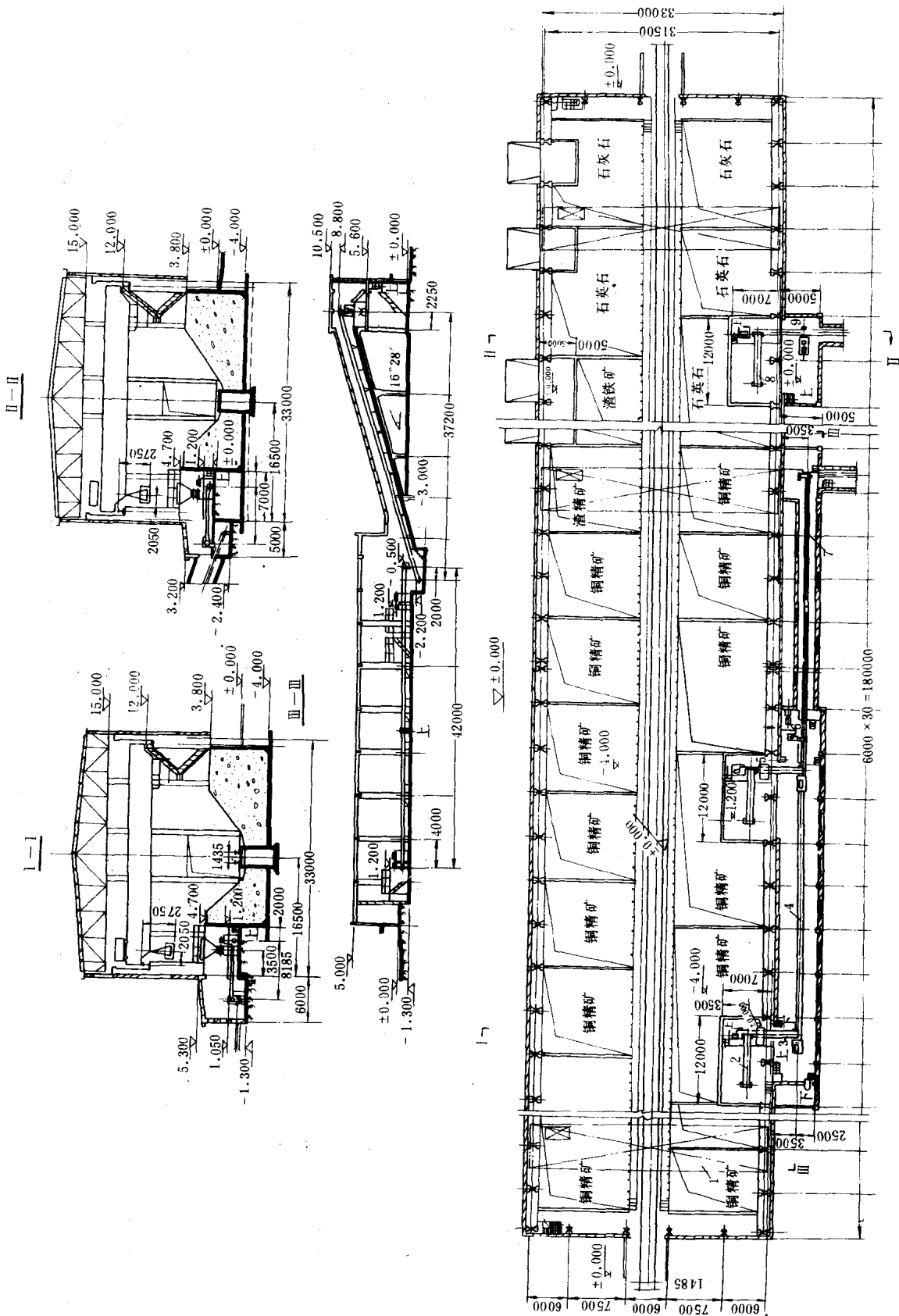


图 1-5 贵冶铜精矿仓库配置图实例

1—抓斗卸重机; 2—胶带给料机; 3, 4, 5—胶带输送机; 6—泥泵泵; 7—胶带输送机; 8—胶带给料机; 9—胶带输送机

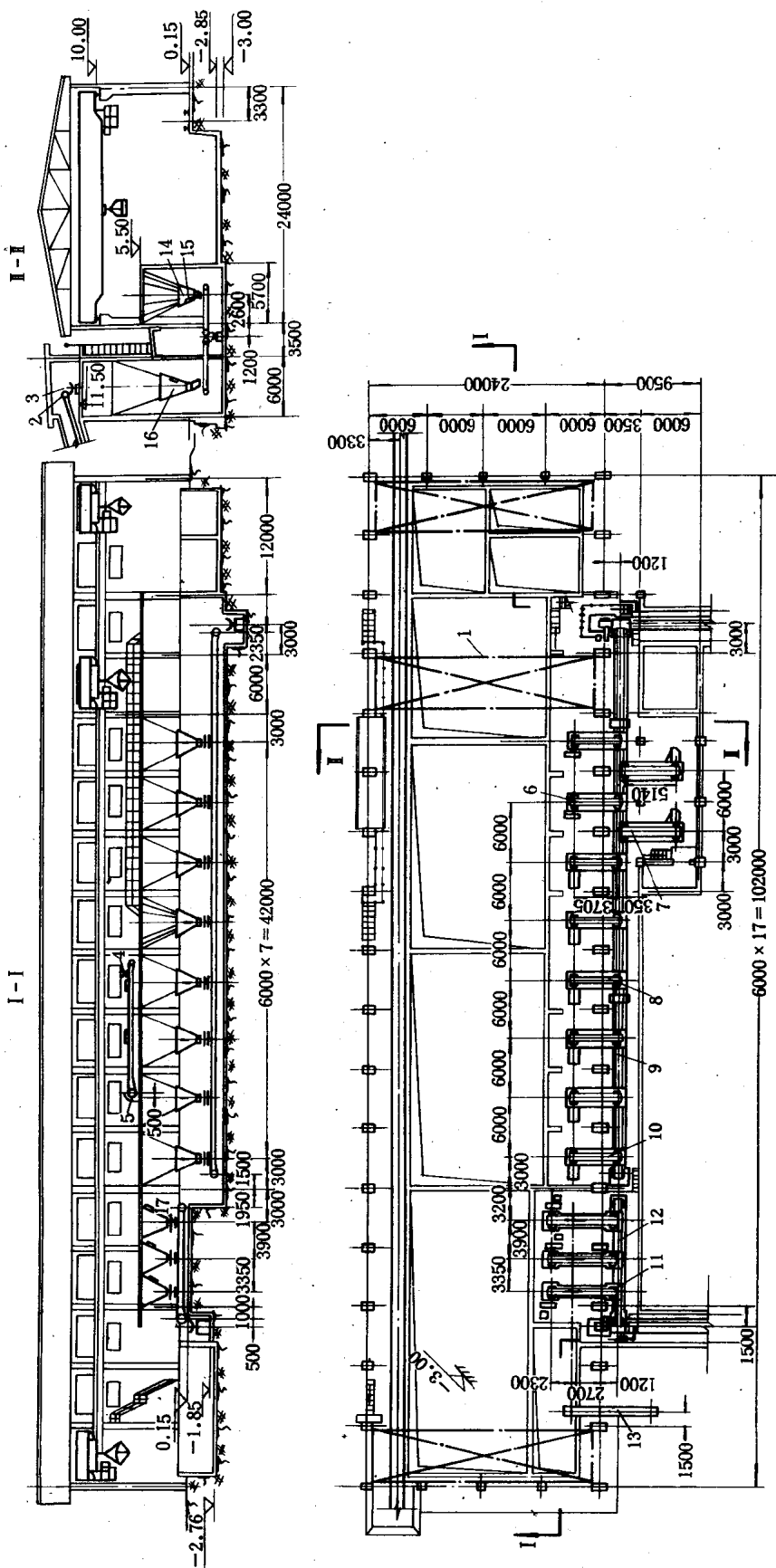
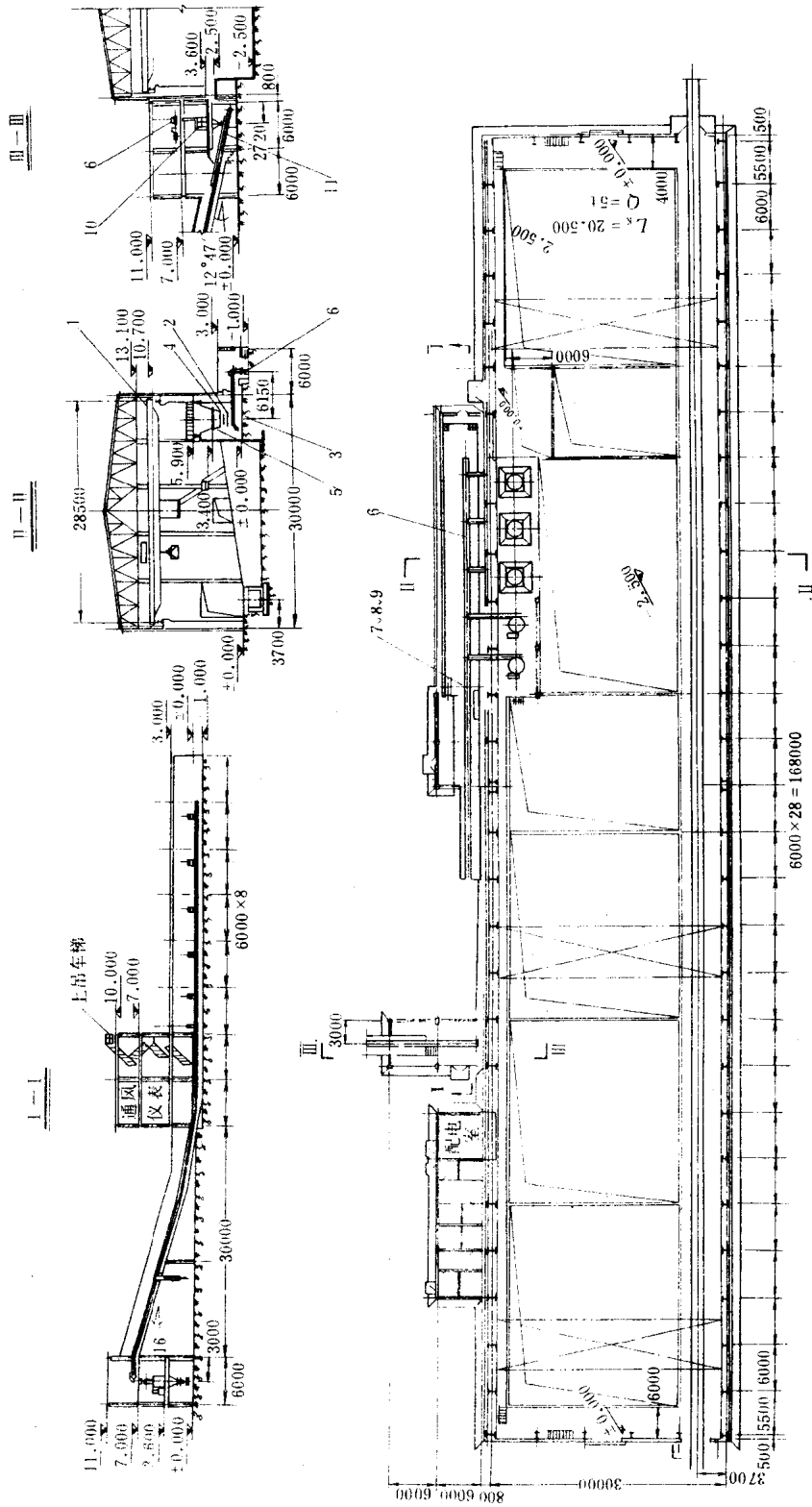


图 1-6 50000t/a 铅锌冶炼厂贮矿仓库配置图实例

1—抓斗桥式起重机; 2— $B=800$ 胶带输送机; 3—可逆式 $B=800$ 胶带输送机; 4、5— $B=500$ 胶带输送机; 6— $B=800$ 胶带秤量给矿机; 7— $B=1200$ 胶带秤量给矿机; 8、9、10— $B=800$ 胶带秤量给矿机; 11、12—胶带输送机; 13—螺旋输送机; 14—振动料斗; 15—外部振动器; 16—振动漏斗; 17— $\phi 2500$ 圆盘给料机



西北铅锌厂 锌精矿仓

图 1-7 西北冶锌精矿仓配置图实例

- 1—5t 抓斗桥式起重机; 2—圆盘给料机; 3—电子皮带秤; 4— $\phi 2000$ 圆盘给料机套筒; 5—仓壁振动器; 6—1 号胶带输送机; 7—电磁分离器;
8—1t 手动单轨小车; 9—1t 链环手拉葫芦; 10—链环式破碎机; 11—2 号胶带输送机

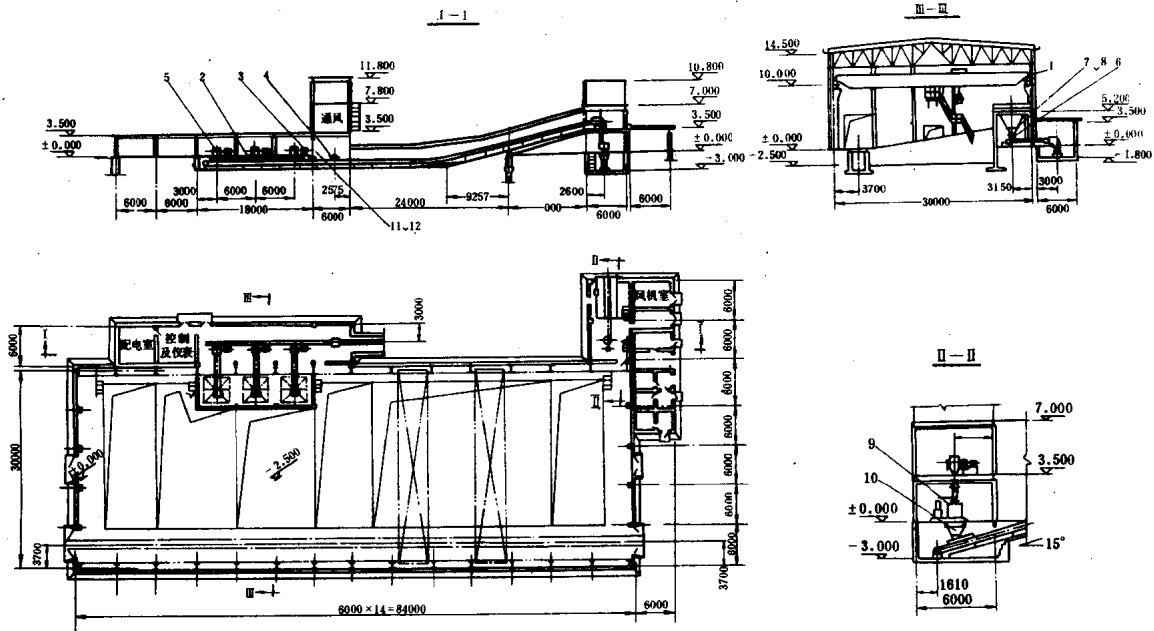


图 1-8 西北冶铅精矿仓配置图实例

- 1—抓斗起重机; 2—1号胶带输送机; 3—电磁分离器; 4—电子皮带秤;
 5—皮带给矿机; 6—双螺旋闸门; 7—振动矿仓; 8—仓壁振动器;
 9—链环式破碎机; 10—溜子; 11—手动单轨小车; 12—链环手拉葫芦

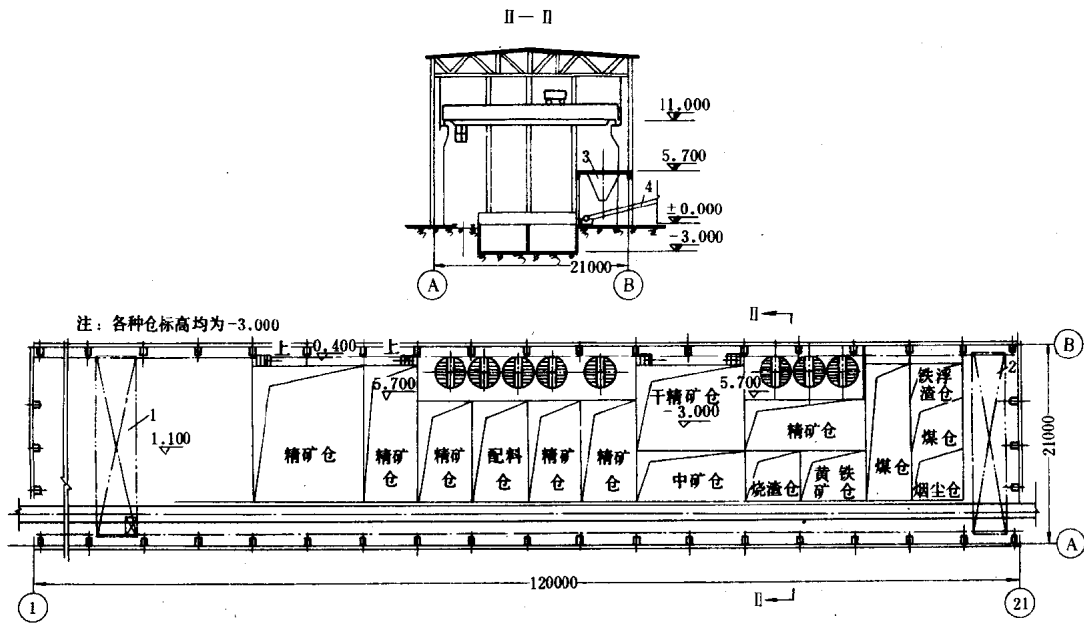


图 1-9 来冶锡精矿仓库配置图实例

- 1—5t 单钩桥式起重机; 2—5t 抓斗桥式起重机; 3—料仓; 4—胶带输送机

存时间一般为 20~30d。配入精矿中作熔剂或干燥剂的石灰也宜贮存在精矿仓库中,贮存 7~10d 的用量。

1.1.3 烟尘及返回品仓库

返回熔炼炉处理的烟尘及中间产物通常贮存在精矿仓库的专用仓格中,多用汽车运来,和精矿一样参与配料。其贮存量及贮存时间应根据烟尘、返回品的产出率和配料制度等综合考虑,一般为 7~10d。

某些烟尘(如铜转炉烟尘)因富集有稀散金属等,需要单独处理时,一般贮存在烟尘处理工序,贮存量视具体情况而定。

铜密闭鼓风机工艺流程中的转炉渣,一般作块料返回鼓风机处理。此种炉渣大都露天堆放,根据配料需要,贮存 1~2d 的用量。铅鼓风机炉渣一部分作为熔剂配入炉料,以提高金属回收率,改善冶炼操作条件。此种炉渣大部分露天堆放,贮存 1~2d 的用量。

1.1.4 焦炭、原煤仓库

铜、铅锌密闭鼓风机等用焦炭作燃料,其水分应有一定要求,一般贮存在地上式室内仓库,也有将焦炭仓库和熔剂仓库合在一起的,以利用同一套上矿运输设施。通常要求焦炭块度为 30~100mm,一般不设置破碎筛分设备。焦炭的贮存时间一般为 20~30d。

冶炼过程有需用原煤或将原煤制成粉煤作燃料的。原煤贮存在室内或室外,视当地气候条件和用煤要求而定。原煤多用铁路或公路运输入厂,其卸车、堆存和运输的工具采用地面行走或桥式抓斗起重机、自卸汽车、前端装载机或电耙、人工或电动运煤车、胶带运输机、斗式提升机等,视室内和室外以及场地配置等情况而定。如果原煤粒度不符合要求时,所设破碎设备应和上煤系统一起考虑。例如,制备粉煤时,通常在上煤胶带运输机前设锤式破碎机。

为避免煤自燃,煤堆允许高度和堆存期限应符合表 1-1 的要求。

1.1.5 主要设备选择

1.1.5.1 上料仓及其给料设备

为了将仓库中各种物料转运到配料或其它工

序,需设置上料仓。上料仓多采用圆锥形或矩形漏斗形。仓的容积不宜过大,能使物料在运转中起缓冲和均匀给料作用即可。仓壁的倾斜度一般为 $60^\circ \sim 75^\circ$,常用钢板制作。如需带有振动装置时,则上料仓制成固定与活动两部分,振动装置悬挂在固定仓下面,固定部分与活动部分间留有振动间隙,以使下料顺畅。仓上面进口安装固定格筛,以减轻物料对上料仓的冲击和防止大块物料进入仓内。为防止物料在格筛上堆积,也有使用格筛振动器的。

表 1-1 煤堆允许高度和堆存期限

煤种	煤堆允许高度	
	堆存期限 < 2 个月	堆存期限 > 2 个月
褐煤	2~2.5	1.5~2.0
烟煤($V_{\text{燃}} > 20\%$)	2.5~3.5	2.0~2.5
烟煤($V_{\text{燃}} < 20\%$)	3.5	2.5
无烟煤	无限制	无限制

上料仓下面出口处的给料设备通常采用胶带给料机、圆盘给料机、振动给料机或螺旋给料机等,较大块度的物料通常采用板式给料机。

1.1.5.2 桥式抓斗起重机

冶炼厂贮料仓库中通常采用桥式抓斗起重机来完成卸料和上料等作业,其生产能力可按下式计算:

$$Q = \frac{60V\delta k}{\tau} \quad (1-2)$$

式中 Q ——抓斗起重能力, t/h;

V ——抓斗容积, m^3 ;

δ ——抓斗物料的密度, t/m^3 ;

ϕ ——抓斗充填系数,块状物料取 0.6~0.8,粉状物料取 0.8~0.9;

τ ——抓斗起重机每一循环作业周期的时间, min,一般为 2~4,个别为 1~2;

k ——抓斗中物料密度的修正系数,块状物料取 1.0,精矿取 1.5。

精矿仓库设计中,应注意根据精矿及返回品等的数量,考虑卸矿、倒堆、混料、预配料及上矿等全部作业的负荷,详细计算每一项作业所需的时间,确定所采用桥式抓斗起重机的能力、数量及抓斗容积,并考虑设备检修等因素,具有 0.5~1 台的备用能力。

计算桥式抓斗起重机每一循环作业周期根据起重机的行走速度和小车的行走速度和料仓中各种物料的分布情况分别计算。为简化起见,一般根据起重机运行的平

均距离每一循环作业周期所需的平均时间计算。

大车往返一次所需的平均时间按下式计算:

$$t_1 = 2 \times L \frac{1}{W_1} \times 60 = 120 \frac{L}{W_1} \quad (1-3)$$

式中 t_1 ——大车往返一次所需的平均时间, s;

L ——大车行走平均距离, m;

W_1 ——大车行走速度, m/min。

小车行走平均距离可按起重机跨度的一半考虑。由于操作时小车与大车部分地同时行走, 还可以节省一半时间。

$$t_2 = 2 \times \frac{L_k}{2} \times \frac{1}{W_2} \times 60 \times \frac{1}{2} = 30 \frac{L_k}{W_2} \quad (1-4)$$

式中 t_2 ——小车往返一次所需的时间, s;

L_k ——起重机跨度, m;

W_2 ——小车行走速度, m/min。

抓斗升降的平均距离可近似定为起重机轨面标高的一半。

$$t_3 = 2 \times \frac{h}{2} \times \frac{1}{W_3} \times 60 = 60 \frac{h}{W_3} \quad (1-5)$$

式中 t_3 ——抓斗升降所需时间, s;

h ——起重机轨面标高, m;

W_3 ——抓斗升降速度, m/min。

抓斗抓料及放料所需时间, 可各取 9s, 故 $t_4 = 18s$ 。

大车和小车电动机启动所需时间, 每次可定为 3s, 共需 4 次, 故 $t_5 = 12s$ 。

抓斗每次操作: 抓、升、降、放需要启动电动机 4 次, 每次需时 3s, 故 $t_6 = 12s$ 。

抓斗起重机每次循环作业所需时间:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$$

抓斗起重机的台数可按下式计算:

$$n = \frac{T}{24 \times 60 \eta} \quad (1-6)$$

式中 n ——起重机台数, 台;

T ——仓库全部物料每天需要起重机操作的总时间, min;

η ——起重机的日利用率, 可取 0.7~0.8。

表 1-2 为我国部分冶炼厂精矿仓库有关数据。

表 1-3 为我国部分冶炼厂熔剂仓库有关数据。

1.2 配料

现代的冶炼厂一般都采用机械化和自动化的配

料方法。例如贵冶采用电子计算机自动配料系统, 铜精矿和熔剂等经自动分析仪器分析, 将其结果和要求的配料成分输入电子计算机进行配料计算, 然后由电子计算机控制各配料仓的给料及称量设备进行配料, 可以实现准确和稳定的配料成分。

配料的基本方法有干式配料和湿式配料两种。

干式配料分仓式配料和堆式配料两种。仓式配料的优点是, 易于调整配料成分, 对物料的粒度要求不高, 设备简单, 操作方便, 能达到冶炼工艺要求等, 故长时期以来被广泛采用。堆式配料适用于大型工厂复杂多样原料的配料, 配料成分比较均匀稳定, 但所用设备较多, 配置较复杂, 占地较多。

湿式配料是将各种物料以矿浆形式按一定比例配合, 根据冶炼作业的要求, 混合矿浆可直接或经干燥后送给下一工序。湿式配料用于熔剂配料时, 其意义在于得以采用湿式磨碎, 改善其劳动条件。此外, 颗粒极细的精矿亦可因配入较粗的熔剂而改善其过滤性能。

1.2.1 仓式配料

仓式配料的主要过程是各种物料从贮存库仓中分别装入配料仓中, 通过给料、称量设备按比例进入配料胶带上(见图 1-10), 然后运往生产工序。

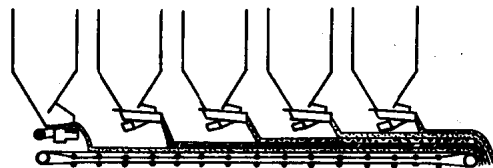


图 1-10 仓式配料示意图

1.2.1.1 配料仓

为保证准确而稳定的配料成分配料仓应能顺利地排出物料和精确地控制料量。

配料仓的给料机和计量装置的操作可以是连续或间断的。

配料仓的容量不宜过大, 以能适应产生的不均匀性并留有适当的余地为准, 一个配料仓若不能满足一种物料必要的贮存量(一般为 16~24h 用量)要求时, 可采用多个配料仓。仓容量过大, 不仅影响整个厂房结构高大, 而且易产生“棚料”现象, 或由于所盛物料较重, 增加料仓出口给料设备的负荷。故有的在配料仓下装设一个给料漏斗, 此种配料仓称

表 1-2 我国部分冶炼厂精矿仓库有关数据

项 目	大 冶	白 银 一 冶	云 冶	贵 冶	铜 陵 二 冶	中 条 山	沈 冶	西 北 冶	西 北 冶	金 川	株 冶 铅 系 统	韶 冶 II 系 统	来 冶	云 锡 一 冶
生产规模, 万 t/a	粗铜 5~5.5	电铜 4.0	阳极铜 6.0	阳极铜 9.0	电铜 3.0	粗铜 2.0	粗铜 2.5	电锌 10.0	精铅 5.0	电镍 2.0	电铅 6.0	电铅+ 精锌 8.5	精锡 >1.2	精锡 >1.5
日需精矿 量,t	1000~ 1100	950~ 1050	1000~ 1200	1160	900	250	300~ 400	636	253	1200~ 1500	280	570	74	100~ 120
精矿贮存 时间,d	30	20~ 25	26	20	20	7	30	30	30~ 45	12~ 15	40	45	50	7~15
矿仓型式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式	半地 下式
矿仓容积 m ³	11500	6210	6480 (2500)	22000	9200		7300	12525	5865	10100	5940	4500	1900	1450
仓格数,个	18		16(11)	23			40	7	6	4	13	12	15	16
精矿进厂 设备	火车	胶带运 输机 (火车)	火车	火车	火车	汽车	火车	火车	火车	胶带运 输机 (火车)	火车	火车	火车	汽车
上矿方式	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗
厂房长度 m	180	150	156 (90)	216	126	84	120	168	84	168	72	114	120	84
厂房宽度 m	24	24	24 (18)	33	24	18	21	30	30	24	21	30	21	12
地下矿仓 深,m	3.8	2.5	2.5 (2.5)	4.0	4.5	4.0	4.5	2.5	2.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.5
起重机轨 面标高,m	9.0	10	10.2 (10.2)	12	10	9.2	13.8	10.7	10.0	10.0	8.05	10.5	11.0	9.0
卸矿设备	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	抓斗	吊钩 吊车	抓斗
起重机起 重量,t	10	10	10 (10)	15	10	10	10	5	5	10	5	5	5	
抓斗容积 m ³	2.5	2.0	3 (3)	3	2	3	2	1.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	
起重机 台数	3	3	2 (2)	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	5

注:1. 云冶括弧内为该厂 1982 年增建的另一仓库数据;

2. 金川电炉熔炼系统精矿仓库原生产规模 10kt/a.

表 1-3 我国部分冶炼厂熔剂仓库有关数据

项 目	白银一冶	沈冶	铜陵一冶	铜陵二冶	大冶	云冶	西北冶	金川	株冶铅系统	韶关II系统	来 冶
生产规模,万 t/a	电铜 4.0	粗铜 2.5	粗铜 3~4	电铜 3.0	粗铜 5~5.5	电铜 6.0	精铅 5.0	电镍 2.0	电铅 6.0	电铅+精 锌 8.5	精锡 1.2
熔剂用量,t/d		250	200	150	180		68.7	22.5	34	64	6
厂房长度,m	90	198	24	60	108	60	36	78	72	114	120
厂房宽度,m	24	24	21	24	24	24	15	24	21	30	21
地下矿仓深度,m	2.5	4	3.5	1.0	0	1.0	0	3.0	3.5	3.0	3
熔剂贮存时间,d		60	2	7	25		22~25	15	20	20	30
起重机轨面标高,m	9.0	12	8.0	9.5	12	9.5	11.0	10.0	8.05	10.5	11
起重机台数	1	2	1	1	1	2	1	2	2	3	2
起重机起重量,t	10	10	5.0	5.0	10	10	5	10	5	5	5
熔剂进厂设备	汽车	火车	汽车	火车	火车	火车	汽车	火车	火车	火车	火车
抓斗容积,m ³	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
熔剂上料仓给料设备	摆式给料 机电振	板式给 料机			板式给 料机	板式给 料机	抓斗	板式给 料机	圆盘给 料机	圆盘给 料机	

双层减压料仓,以减轻物料给料设备的压力,有利于给料量的均匀性和精确度,一般在配料仓中设料位测量指示装置。

配料仓的形状和仓壁材料的选择亦要注意是否有利于排料。一般采用圆锥体或由方变圆的锥体两种形式,用钢板制作,必要时可内衬塑料,并在仓壁安装振动器。较大的料仓安装多个振动器时,应装在不同侧壁的不同高度上。安装一个振动器时,其安装位置参见图 1-11。

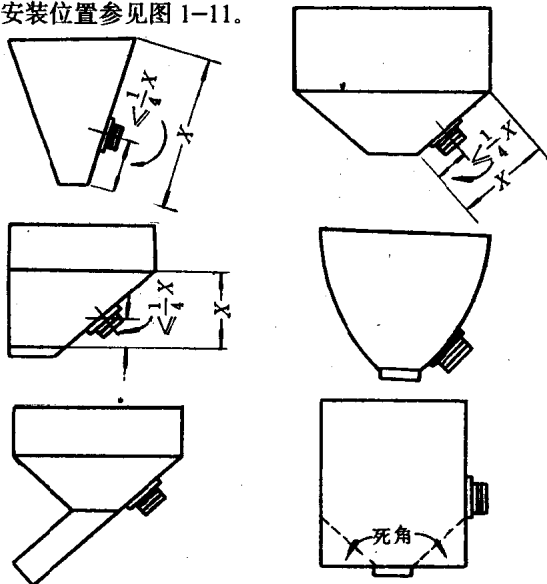


图 1-11 振动器安装位置示意图

使用抓斗起重机进粘性较大的物料时,可在配

料仓上口安装固定或振动格筛,以减轻物料对料仓的冲击力并避免仓内物料被压实。配料仓出口的结构形式要与给料设备相适应。

1.2.1.2 给料设备

配料仓出口处应根据物料的粒度、湿度、温度和粘结性等特性选用给料设备,不要强求不同物料仓给料设备的统一,要特别注意物料给出的均匀性和可调性。

冶炼厂配料仓用的给料机通常有圆盘给料机、振动给料机、胶带给料机和螺旋给料机等。各种给料机对各种物料粒度的适用程度见表 1-4。

表 1-4 给料机对物料粒度的适用程度

给料机名称	物料粒度, mm					
	<300	<200	<50	<12	<0.147	<0.074
板式给料机	1	1	2	3		
胶带给料机		3	2	1	1	2
回转犁式给料机		3	1	1		
圆盘给料机				2	1	2
螺旋给料机			3	2	1	1
机械振动给料机	1	1	2	3		
电磁振动给料机	1	1	1	1	3	3

注:1. 适用程度分三级,以 1 级为最好;

2. 板式给料机适用于熔剂仓库上矿料仓下的给料。

A 圆盘给料机