

# 铜合成熔炼炉结构设计特点

冯晓梅

(中国恩菲工程技术有限公司,北京 100038)

摘要:结合设计实践,详细论述了金川铜合成熔炼炉的结构设计特点。  
关键词:铜合成熔炼炉;反应塔;沉淀池;上升烟道;铜水套;耐火炉衬  
中图分类号:TF811 文献标识码:A 文章编号:1007-7545(2007)02-0017-03

## Structure Design Features of Copper-flash Smelting Furnace

FENG Xiao-mei

(China Enfi Engineering Corporation, Beijing 100038, China)

**Abstract :**The structure design features of the copper-flash smelting furnace in JNMC are described in detail based on the practice.  
**Key words :**Copper-flash smelting furnace;Reaction shaft;Settler;Uptake shaft;Copper water jacket;Refractory

铜合成熔炼炉是处理粉状硫化铜精矿的一种强化冶炼设备<sup>[1-2]</sup>,是为金川集团公司新建铜冶炼厂专门设计的。铜合成熔炼炉炉型与传统的炼铜闪速炉炉型不同。它的最大特点是在传统闪速炉后边增加一个贫化区,即将传统的闪速炉和闪速炉渣的贫

化炉连在一起,组成一个合成炉,精矿的熔炼以及炉渣的贫化在一个炉内完成。  
铜合成熔炼炉主要由精矿喷嘴、反应塔、沉淀池及贫化区、上升烟道、电极系统等 5 个部分组成。金川铜合成熔炼炉结构见图 1。

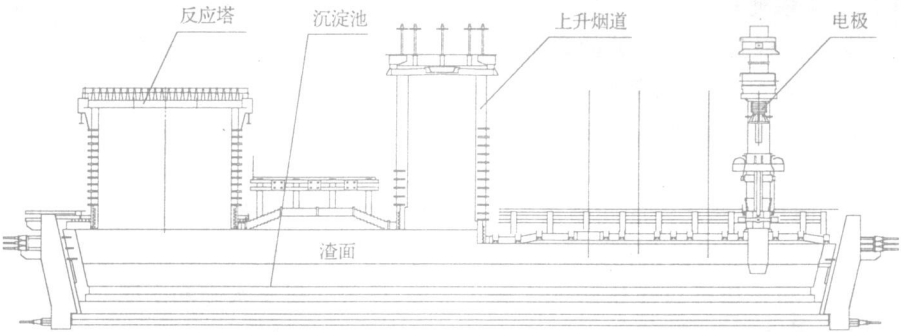


图 1 金川铜合成熔炼炉结构总图

Fig 1 General drawing of the copper-flash smelting furnace in JNMC

### 1 铜合成熔炼炉设计特点

铜合成熔炼炉反应塔直径 6 m,高 7 m,沉淀池

和贫化区渣线总长度 32.4 m、渣线宽度 7.05 m,是目前世界上第一台也是最大的铜合成熔炼炉。下面详细论述铜合成熔炼炉主要设计特点。

作者简介:冯晓梅(1964-),女,四川成都人,高级工程师

## 1.1 反应塔设计特点

铜合成熔炼炉反应塔结构设计特点是,将整个反应塔的重量通过型钢构成的吊架,悬挂在独立的土建梁柱构架架上,其下部与沉淀池完全脱开,塔身可向下自由膨胀,同时不受炉体纵向和横向膨胀的影响。

### 1.1.1 塔顶及塔顶吊挂钢结构

反应塔顶为吊挂平顶结构,在塔顶设置 4 个精矿喷嘴孔和 1 个块煤加入孔。吊挂平顶结构,与镍闪速炉反应塔球形拱顶结构相比,在反应塔内径与总高相同的情况下,反应塔容积增加,同时可有效解决生产中塔顶砖体可能出现的上弓或下陷以及由于炉子内外温差造成砌体膨胀裂缝等问题,提高了耐火砖的寿命及砖体的安全性。

在塔顶设置格栅状吊挂梁用于吊挂塔顶耐火砖。为了保证反应塔内精矿能够均匀地分散,避免部分精矿不能完全反应而成为生料,定期解决可能造成精矿喷嘴性能异常的情况,及时清理杂物是非常必要的。在设计中,我们根据生产需要降低吊挂架高度,并利用塔顶吊挂梁增设检修平台,方便工人进行精矿喷嘴的日常维护工作。

### 1.1.2 反应塔塔体水冷元件设置

反应塔是矿物化学反应主要区段,采用富氧强化冶炼工艺,反应塔容积热强度达到  $\sim 1\ 670\ \text{MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ,烟气温度高达  $1\ 450^\circ\text{C}$ ,塔壁侵蚀非常严重,要承受如此高负荷的苛刻条件,仅靠高档、优质的耐火材料是不能确保反应塔长期稳定地工作的,必须对塔体采取强制冷却措施,增设水冷元件,加大冷却面积,才能延长反应塔使用寿命。塔体冷却最佳方式是采用水套冷却。根据国外有关的研究报告,在冶金条件相同的情况下,冷却水套间距与耐火材料侵蚀程度呈函数关系,且间距减小,侵蚀程度降低。这次设计增加了水套的层数,共设置了 12 层平水套,与镍闪速炉相比,两层水套之间的间距由 540 mm 减小到 390 mm。水套由紫铜板钻孔做成,采用双水路冷却,冷却水套之间采用进口镁铬砖 S55 砌筑。因为在塔顶设置 4 个精矿喷嘴,与采用单个中央喷射扩散精矿喷嘴不同,反应塔高温区相应下移,根据镍闪速炉数学模拟和试验测试,反应塔精矿喷嘴精矿粒子达到最高温度的位置距反应塔顶 1 ~ 2 m,所以反应塔上部塔壁没有设置铜板水套,只采用耐火砖砌筑。

### 1.1.3 连接部齿形水套

反应塔下部与沉淀池连接处是最容易损坏的部

位。在反应塔下部,有一部分熔融物是沿塔壁流下,对耐火炉衬的冲刷、侵蚀程度极其强烈。此处采用了特殊设计的齿形水套。齿形水套齿与齿之间衬以镁铬砖,水套下部安装不锈钢材质的铆固件,水套下部和砖与砖之间均浇注铬镁质不定形耐火材料。

铜合成熔炼炉反应塔齿形水套与镍闪速炉倒“F”水套相比,水套高度加大,齿数增加,齿间距缩小,增大了对砖的冷却面积。倒“F”水套在镍闪速炉上使用效果很好,澳大利亚卡尔古利与贵冶闪速炉在改扩建中采用这种水套设计结构,同样取得令人满意的效果。因此新设计的齿形水套较倒“F”水套使用效果会更好。

## 1.2 沉淀池及贫化区结构特点

沉淀池炉墙采用向外倾斜  $10^\circ$  的斜炉墙,这种结构稳定,有利于砖体的膨胀。炉墙采用立水套和平水套冷却。炉底兼顾沉淀池和贫化区的需要,其厚度是 1 550 mm。

### 1.2.1 沉淀池骨架

铜合成熔炼炉沉淀池钢骨架与镍闪速炉类似,炉体骨架采用整体弹性骨架,即用夹持梁夹持立柱,用拉杆弹簧拉紧夹持梁,夹持梁起到平衡和保持炉体同步均匀膨胀的作用。铜合成熔炼炉底梁采用双层网状结构,底部单独设计直通的纵向拉杆和横向拉杆,拉紧炉体下部。沉淀池上部横向采用拉紧梁加短拉杆的形式拉紧。纵向拉杆全部采用进口的特殊设计的涡卷弹簧拉紧,炉底横向拉杆也采用进口的涡卷弹簧拉紧。上端梁按应力曲线设计组合梁,提高了上端梁的强度和刚度。整个钢骨架的设计能够确保炉体的整体性并允许均匀的膨胀。炉底、炉墙均采用特殊设计的优质镁铬砖砌筑。

### 1.2.2 沉淀池水冷元件

铜合成熔炼炉是一种强化冶炼设备,炉温高、热强度大,炉体受炽热的熔体与气流的机械冲刷和化学浸蚀,工作条件恶劣,合理地采用水冷技术是保证合成炉寿命至关重要的因素。反应塔下的沉淀池墙,设置 3 层平水套和谢圈立水套,沉淀池其余部分及贫化区炉墙设置一层平水套和一圈立水套。铋放出口及渣放出口处均设计了特殊的水冷结构。

所有这些水冷件的设置,都是为了满足工艺的需要,提高炉寿命。所有水套(除上升烟道副烟道口为紫铜铸造水套之外)都是采用轧制紫铜板钻孔加工而成,工艺孔有三道密封,采用金川集团公司机械厂研发的专项技术,确保工艺孔不漏水。H 形水冷

(下转第 25 页)

参考文献

[1] 续魁昌. 风机手册[M]. 北京:机械工业出版社,2001.  
[2] 闻邦椿,顾家柳,夏松波,等. 高等转子动力学[M]. 北京:机械工业出版社,2000.

[3] 唐炯 张文. 充液或充液转子的动力稳定性[J]. 应用力学学报,1995,12(2):1 - 9.  
[4] 西安交通大学. 离心压缩机强度[M]. 北京:机械工业出版社,1983.

(上接第 18 页)

梁经过特殊焊接制成,所用冷却铜管均采用整根铜管加工,没有焊接接头,确保冷却铜管不开裂、不漏水。

1.3 上升烟道

铜合成熔炼炉上升烟道设计参照镍闪速炉的生产实践,对多处结构进行了改进设计,主要有:将上升烟道后墙由斜墙改为垂直吊挂的直墙,并加设冷却水套,这种结构对烟气流动没有不良影响,使耐火炉衬砌筑更加方便;副烟道口向后墙移位,副烟道口座和副烟道盖均为特殊设计的铜水套结构,减小烟气对副烟道口的冲刷和烟尘粘结;上升烟道出口的水套布置形式有所改进,结构更为合理且简单可靠;上升烟道与沉淀池和贫化区的连接部,采用与反应塔下部相似的齿形水套结构;清理烟灰的工作门改为耐热钢焊接结构;上升烟道炉顶,改为 H 形水冷

梁支撑的整体浇注炉顶。所有这些改进,可达到延长上升烟道寿命、减少维修工作量的目的。

2 结束语

铜合成熔炼炉的结构设计、耐火炉衬设计、水冷元件的布置与设计,都是以镍闪速炉十几年来丰富的生产实践经验为基础,并认真吸取近年有色冶金炉技术发展所取得的成果,使设计有所创新。金川铜合成熔炼炉已于 2005 年 9 月投产,经过一年多的生产实践,炉子运行平稳,证明设计是非常成功的。

参考文献

[1] 朱祖泽,贺家齐. 现代铜冶金学[M]. 北京:科学出版社,2003.  
[2] 有色冶金炉设计手册编委会. 冶金炉设计手册[M]. 北京:冶金工业出版社,2001.