

引用格式:丁鹏. 国外闪速炉供货与安装实践[J]. 有色设备, 2024, 38(4): 99-106.

DING Peng. Foreign flash furnace supply and installation practice[J]. Nonferrous Metallurgical Equipment, 2024, 38(4): 99-106.

国外闪速炉供货与安装实践

丁鹏

(中国瑞林工程技术股份有限公司, 江西 南昌 330038)

[摘要] 目前我国闪速炉的设备水平、工艺指标、生产操作等方面均达到了国际领先的水平。越来越多的国内企业走出国门,将闪速炉及闪速熔炼技术向国外进行推广。本文对闪速炉炉体结构以及应用现状进行了分析。随着全球经济格局的演变和铜精矿市场供需结构的变化,越来越多的中国企业参与国外新建和改造铜冶炼厂项目,向国外输出先进的铜冶炼技术以及制造设备,针对国外闪速炉供货项目的特点,对比国内外闪速炉供货项目的区别,指出在国外闪速炉供货项目的执行过程中项目各参与方需要进行的优化;同时对以往工程的闪速炉安装过程中存在的一些问题进行了分析,并对闪速炉的安装顺序以及炉体主框架、反应塔、沉淀池、上升烟道等关键部位的安装要点进行了分析与分享。

[关键词] 闪速炉; 闪速炉供货; 设计; 制造; 安装; 铜冶炼

[中图分类号] TF811 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1003-8884(2024)04-0099-08

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2024.04.015

闪速熔炼技术由芬兰奥托昆普(现改名奥图泰公司)在1949年发明^[1],并首先应用于工业生产。我国第一台闪速熔炼炉于1986年在贵溪冶炼厂投产。

目前,我国已投产和正在建设的闪速炉有近20台,是世界上拥有闪速炉数量最多的国家。经过我国技术工作者的不懈努力,闪速炼铜技术在我国得到了发扬光大,目前我国闪速炉的设备水平、工艺指标、生产操作等方面均达到了国际领先的水平。近年来,越来越多的国内企业走出去,将闪速炉及闪速熔炼技术向国外进行推广。

1 闪速炉及其应用现状

闪速熔炼技术被认为是标准的清洁炼铜工艺,主要用于铜、镍等硫化物精矿的熔炼。随着环境保护的日益严格,闪速熔炼技术作为一种清洁高效的冶炼技术,在全球范围内得到了广泛应用。20世纪70年代,美国和日本等国家在环保运动的推动下,将传统的反射炉和鼓风炉改造成了闪速炉,以减少环境污染。

铜冶炼“双闪”工艺中,配置有闪速熔炼炉和闪速吹炼炉,两者炉体结构相似,以下统称为闪速炉。闪速炉主要由以下几部分组成:①炉体主框架;②精矿/铜钼喷嘴;③反应塔;④沉淀池;⑤上升烟道^[2-3]。

炉体主框架主要是由大立柱、横梁、次梁、斜撑等结构件通过高强螺栓连接而成的框架结构,其中大立柱、横梁一般是由钢板焊接而成的结构件,次梁、斜撑等结构件一般可通过标准型材进行加工。沉淀池主要由炉底风冷、底梁、底板、护板、立柱、吊挂梁、吊挂框架、沉淀池四周铜水套、沉淀池顶部铜水套等构件组成,主要为钢结构件和铜水套,钢结构件采用铆焊接加工制作,铜水套一般采用埋管式铜水套。反应塔主要由钢结构和铜水套组成,钢结构主要为大型钢结构法兰盘,需对法兰盘进行精加工处理。上升烟道主要由上升烟道炉壳、吊挂机构等钢结构和上升烟道铜水套组成。沉淀池、反应塔和上升烟道内部还衬有耐火材料。

闪速炉技术在铜冶炼领域占据主导地位,利用铜精矿的高表面积粉状物料在炉内与氧充分接触,通过高温下的可控氧化反应,完成硫化物的冶炼。闪速炉自诞生以来,以其处理能力大、综合能耗低、环境污染少、SO₂浓度高、利于制酸、自动化程度高、扩产

[收稿日期] 2024-05-28

[第一作者] 丁鹏(1986—),男,江西新建人,研究生,高级工程师,主要从事有色冶金炉的设计与研究工

挖潜容易实现等优点,引起世界炼铜行业的重视^[4-6]。

同时,闪速炉的应用范围也在不断扩大,除了铜、镍冶炼,还在其他金属的冶炼中得到应用,有着广阔的应用前景。

2 闪速炉国外供货现状与优化

近年来,全球经济格局的演变和铜精矿市场供需结构的变化,为国际铜精矿出口政策带来了新一轮的调整背景。随着环境保护意识的提高和可持续发展的需要,各国政府纷纷加强对铜精矿开采和出口环节的环保监管,提高环保标准,对不符合要求的企业和项目进行整治。此外,国际贸易环境的变化,如贸易保护主义的抬头、贸易协定的修订等,也对铜精矿出口政策产生了深远的影响。部分国家通过限制出口数量、提高出口关税等方式,控制铜精矿的出口量,以保障国内市场需求和稳定市场价格。例如印度尼西亚自2023年6月起,实施了禁止铜精矿出口的政策,旨在推动国内冶炼和加工产业的发展,增加矿产资源的附加值。印尼自由港和阿曼同时在建设大型铜冶炼厂,预计均在2024年投产。其中,印尼阿曼项目就是由中国企业在海外承建的第一座大型“双闪”铜冶炼厂,该项目设计规模为年处理90万t铜精矿。

随着我国铜冶炼技术和管理水平的不断提升,通过引进、消化、吸收、创新和技术输出,多项核心指标,如闪速炉作业率、铜冶炼总回收率、铜冶炼综合能耗、精矿处理能力、总硫利用率以及金、银综合回收率等,稳居世界前列。我国企业不仅能为国内大型冶炼企业提供技术支撑,还能将技术输出到国外,展现了中国铜冶炼技术的国际竞争力。越来越多的中国企业参与国外新建和改造铜冶炼厂项目,向国外输出先进的中国铜冶炼技术以及中国制造设备。

在中国企业将闪速炉向国外进行供货的过程中,结合国外闪速炉供货的特点,不仅需要之前积累的宝贵经验,还需要进行不断地优化与创新。国外闪速炉供货项目与国内闪速炉项目相比,有以下几点不同。①材料获取相对困难。在国内比较快就能买到的材料,在国外可能买不到,还需要从国内采购;或者采购周期很长。②现场整改处理相对困难。由于项目管理理念不同,很多国内现场的整改方法在国外不被允许;同时由于安装经验的不足,国外安装单位可能没有相应问题的整改方法。③安装经验

少。闪速炉的安装单位可能是当地施工单位,没有闪速炉的安装经验,对闪速炉的安装顺序、安装方法、安装调整以及安装要点等不是很清楚。因此,对于国外闪速炉供货项目而言,作为供货方需要充分考虑这些区别。同时,在项目执行过程中,对闪速炉的设计方、设备制造方以及现场安装单位间的协调与配合,提出了更高的要求。

以某国外闪速炉供货项目为例,供货方在执行该项目过程中,针对国外闪速炉供货的特点,对项目各参与方提出了更高的要求,并在项目执行过程中进行了优化。

2.1 供货方

1)根据供货目的地及运输情况,向设计方提供闪速炉零部件中最大件尺寸要求,并指定相应的运输、包装要求。

2)根据闪速炉的安装周期,统筹考虑各供货方设备到现场的时间。

3)安排监造人员控制供货设备制造进度与质量。

4)保证设备发货和设备到场的完整性,避免漏发、错发、丢失等情况发生。

2.2 设计方

1)设计过程中的最大件应满足运输要求。

2)优化设计并尽量采用模块化设计,在满足运输、安装的前提下,能提前焊接的部件在出厂前焊好,同时尽量采用螺栓连接,减少现场焊接工作量。

3)细化设计图纸、安装说明等。以护板的设计为例,设计方在设计时控制护板上筋板的焊缝数量和焊缝高度,避免过量焊接导致护板变形严重;同时分块组装的单块侧护板不宜过长,因为护板越长,制造过程中产生的变形也将越大;上、下护板间的螺栓连接孔,设计为一端为圆孔,另一端为腰子孔,以方便现场安装。

2.3 设备制造方

1)严格按照设计图纸要求进行制造,控制焊接过程中产品的变形,特别要注意产品垂直度、平行度等设计要求,开孔定位需准确等;严控产品出厂前的质量。以护板的制作为例,制造方在护板的制造过程中,对设有排放口的护板,宜先将护板制作完成,再按图纸定位尺寸在护板上进行排放口的开口;制造过程中需特别注意图1护板安装右视图中下护板件3的垂直度和平行度、下护板件2和上护板件1的平行度,出厂前重点检查这些部位的制造质量是

不符合图纸要求,有不符合要求的地方,需在出厂前进行整改。

2)不同装配体中用到的螺栓、螺母、垫片最好

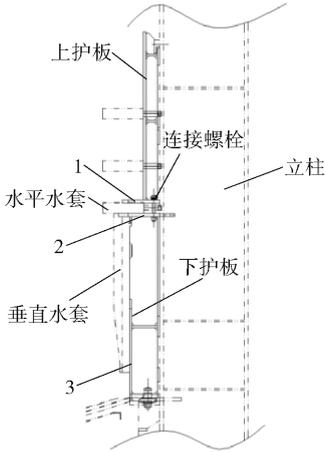


图1 护板安装右视图示意

Fig.1 Right view of guard plate installation

注:1—上护板件; 2—下护板件; 3—下护板件。

单独包装并和待安装件放在一起,不要把全部的螺栓、螺母、垫片放在一起。

3)产品出厂前需清点清楚,避免少发、漏发;零星散件单独包装;产品出厂前按要求进行包装。

2.4 安装单位

1)积极消化图纸,细化安装方案。

2)安装过程中发现或遇到问题时及时与供货方、设计方进行沟通 and 联系。

3 闪速炉安装过程中存在的问题

在以往工程的闪速炉安装过程中,主要存在以下几个问题。

3.1 闪速炉基础误差超标

闪速炉基础误差超标,将对设备的整体安装造成影响,因此在闪速炉安装前,需对闪速炉基础进行验收,确保其偏差在允许范围内。闪速炉基础验收允许偏差见表1。

表1 闪速炉基础验收允许偏差

Table 1 Permissible deviation table for acceptance of flash furnace foundation

项目	允许偏差/mm	
基础坐标位置(纵横轴线)	± 20	
基础各不同平面标高	+0, -20	
基础上平面外形尺寸	凸台上平面外形尺寸	-20
	凹穴尺寸	+20
基础上平面的水平度	每米	5
	全长	10
预埋地脚螺栓	顶端标高	+20, -0
	中心距(根部和顶部测量)	± 2

3.2 部分构件安装顺序不合理

图2为炉体主框架防震结构层,图3为反应塔顶部结构。炉体主框架防震结构层钢结构安装完成后,在安装反应塔和上升烟道时,需将反应塔法兰盘和上升烟道吊挂梁上待安装的防震块预放置在防震结构层钢结构指定位置(图2中圆圈的位置),再进行反应塔法兰盘和上升烟道吊挂梁的安装;如果待反应塔法兰盘和上升烟道吊挂梁安装完成后,后续防震块由于尺寸原因无法放入对应的横梁中,若将其安装,只能在对应横梁的翼缘板上开个“天窗”,将防震块放进去进行焊接,再对横梁上“开天窗”的翼缘板进行补焊。

图3为反应塔顶部结构中用于吊挂塔顶铜水套的工字钢和槽钢。对于矩形框1中的槽钢件,

应随其两端的横梁一起进行安装,安装完其中一根横梁后,将槽钢的一端与横梁通过螺栓连接,再安装另一端的横梁,否则待两端的横梁均安装完成后再进行槽钢安装时会发现槽钢很难塞进去,只能通过外力将槽钢硬顶进去,导致槽钢扭曲变形,增加了安装难度。由于铜水套和耐火材料等组件均需要通过这个开口向炉内进行吊装,图3矩形框2内的塔顶铜水套吊挂工字钢应最后安装,如果提前将这些工字钢安装好,会影响后续向炉内的吊装作业。

3.3 部件安装定位线选择不合理

在沉淀池护板的安装过程中,以护板的边缘为起点进行定位和安装。待安装完成后,可能导致护板上的排放口框架和排放口水套对不上。在护板的

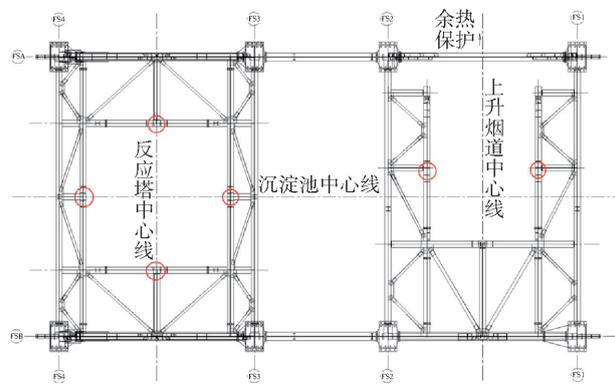


图2 炉体主框架防震结构层示意

Fig.2 Seismic structure layer of main frame of furnace body

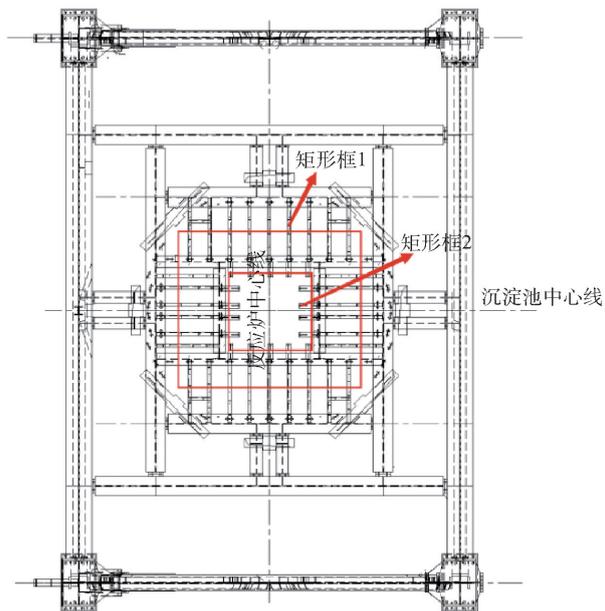


图3 反应塔顶部结构示意

Fig.3 Top structure of the reactor

安装过程中,应以护板上排放口框架的中心线位置进行定位并安装。图4为护板安装主视图。

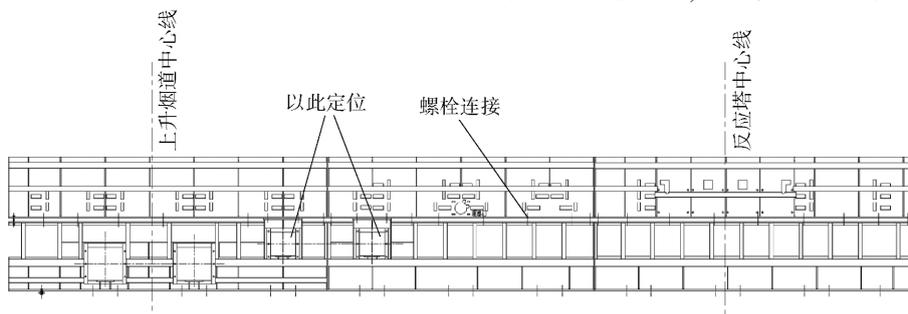


图4 护板安装图主视图示意

Fig.4 Main view of panel installation drawing

3.4 部件制作偏差较大或变形导致安装困难

护板由于制作或者运输原因导致其平整度超标,在沉淀池垂直水套的安装过程中会出现水套表面和护板间间隙较大导致水套无法安装的问题。需在现场对护板进行校正后才能保证沉淀池垂直水套的安装。

4 闪速炉关键部件的安装要点

闪速炉作为大型冶金设备,其安装质量的好坏,对闪速炉正常运行起到不可忽视的作用。

4.1 安装顺序

一般情况下,闪速炉的安装顺序如下:①基础复测、调整;②炉体主框架安装及灌浆;③沉淀池底梁、底板安装及灌浆;④沉淀池侧立柱、护板安装;⑤沉淀池吊挂梁安装;⑥铜水套安装前试压;⑦反应塔安装;⑧上升烟道安装;⑨沉淀池吊挂框架安装;⑩炉体主框架预留构件安装;⑪沉淀池顶部各吊挂孔套安装;⑫上升烟道闸板安装;⑬铜水套安装后试压;⑭耐火材料砌筑;⑮精矿/铜铈喷嘴安装;⑯炉体烧嘴安装。

以上安装顺序可以根据设备到货情况进行合理调整,同时根据现场安装和设备到货情况,经过合理的施工组织,也可考虑同步施工。

4.2 炉体主框架安装

对于炉体主框架的安装,首先需要考虑的是炉体主框架结构的稳定性和吊装的安全性。应采用“先形成小框架,再由小框架逐渐形成大框架”的指导思想进行安装作业。安装前,根据轴线位置,对炉体主框架的8根大立柱和4根横梁进行编号。图5为某闪速熔炼炉的炉体主框架。

炉体主框架的8根大立柱均为H型焊接钢柱。当大立柱进场后,需在其腹板和翼板的顶部及底部

分别标好中心线,打好样冲点,同时在距大立柱底板 1 m 处标好标高线,以便在吊装时观测钢柱垂直度和测量标高。大立柱起吊就位后,测量工需配合吊装人员测量大立柱的垂直度和标高,并进行调整。调整完成后,紧固调整螺栓和固定螺栓,待系好揽风绳之后方可松钩,开始下一根大立柱的吊装作业。

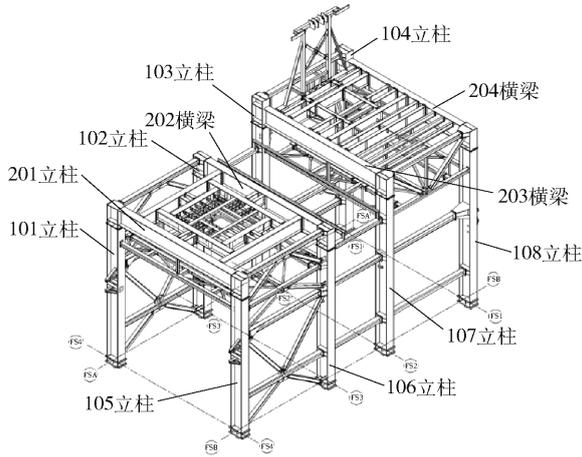


图 5 某闪速熔炼炉的炉体主框架示意

Fig. 5 The main frame of a flash smelting furnace

在横梁吊装之前,需将其两端各系 1 根棕绳,以防止横梁在吊装过程中在空中旋转,也方便横梁就位。为保证炉体主框架的整体稳定性,在相邻 2 根大立柱就位之后,要求立即安装 1 根次梁,将 2 根大立柱连成整体以形成 1 片整体钢架,从而形成稳定结构。在相邻 2 片钢架就位之后,需要安装之间的次梁,将 2 片钢架连成一个整体框架。因此大立柱与横梁的安装需要交错进行。待主体框架就位后,再进行其他次梁和斜撑的安装工作。

某闪速炉炉体主框架安装顺序如下:①安装 101 立柱、105 立柱和 102 立柱、106 立柱;②安装 101 立柱和 105 立柱之间的次梁、斜撑;③安装 101 立柱与 102 立柱之间的次梁和斜撑,105 立柱与 106 立柱之间的次梁、斜撑;④安装 103 柱、107 柱和 104 柱、108 柱;⑤安装 104 柱和 108 柱之间的次梁、斜撑;⑥安装 103 立柱与 104 立柱之间的次梁和斜撑,107 立柱与 108 立柱之间的次梁、斜撑;⑦安装 201 横梁以及 204 横梁;⑧待底梁、底板安装就位后再安装 202 横梁;⑨将炉体主框架内部待安装的大件全部顺利吊装完成后,再安装 203 横梁;⑩复测并调整 8 根大立柱和 4 根横梁的安装尺寸;⑪终拧地脚螺栓和连接螺栓,进行柱脚板二次灌浆;⑫安装反应塔

顶部、上升烟道顶部以及防震结构层的连接梁;⑬待沉淀池、反应塔和上升烟道安装完毕之后,再进行剩余小构件的安装。

4.3 反应塔安装

图 6 为反应塔安装图。反应塔顶圈是反应塔安装的基准,安装过程中保证反应塔顶圈的水平度以及其轴线的垂直度,是保证反应塔整体安装精度以及避免反应塔吊挂受力不均的关键。在反应塔的安装过程中,首先应根据预埋的测量基准点找出反应塔中心线和炉体中心线并标记好,两者相交的轴线即为反应塔的垂直中心线,然后将反应塔顶圈吊装到位并进行临时固定,在顶圈法兰面上固定 1 个临时十字架,在十字架上找到顶圈的圆心并标记,随后,安装反应塔顶圈四周的吊挂梁,并对反应塔吊挂梁和顶圈的安装定位进行微调,使顶圈的圆心和两中心线重合。待顶圈圆心定位完成后,在顶圈法兰面圆周方向均布 4 个点,调整后使这 4 个点的标高偏差在 2 mm 以内,同时在顶圈自然吊挂的状态下复核并微调顶圈的水平度和垂直度。待顶圈安装完成后,再在顶圈法兰侧面均布 4 个中心测量基准点,并在后续安装各圈法兰盘的相同位置设置同样的 4 个测量点,按从上至下的安装顺序控制、调整顶圈

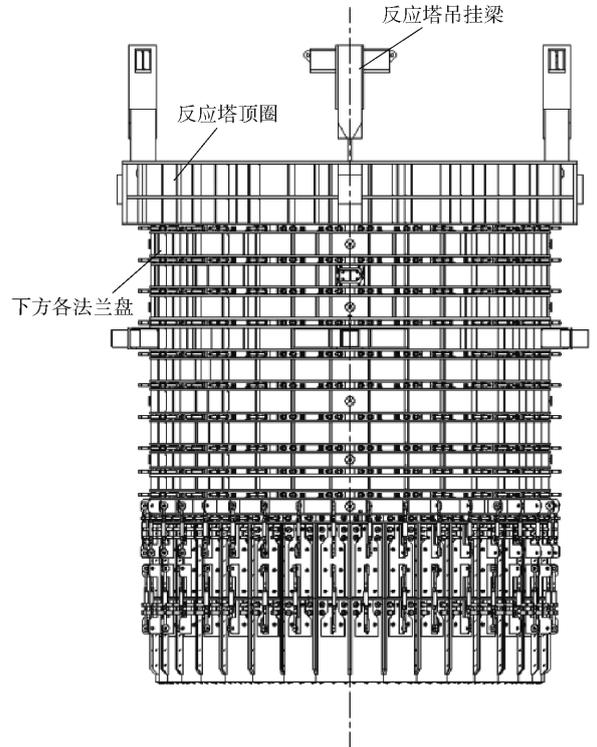


图 6 反应塔装配示意

Fig. 6 Reactor Assembly diagram

下方各圈的中心轴线。

4.4 沉淀池安装

4.4.1 底梁、底板安装

待闪速炉基础预埋件验收完成,中间交接合格之后,即可开始进行沉淀池底梁的安装。沉淀池底梁安装的关键是要控制安装精度以及底梁与基础预埋件的接触面积。由于底梁的安装精度直接影响沉淀池和反应塔的安装精度,从而影响整个闪速炉的安装质量;底梁与基础预埋件的接触面积将直接影响沉淀池的整体均匀受力和膨胀。

待底梁安装完成后,即可进行底板的安装。为了不影响闪速炉的膨胀,沉淀池底板分为若干块,相邻2块底板间还有一定的膨胀间隙。每块底板上至

少有2个支腿,支腿放置在底梁上,并与底梁通过螺栓进行连接。为了不影响底梁和底板间的膨胀,一个底板支腿采用正常螺栓孔,另一个底板支腿采用腰子孔。

图7为底板与风冷装置安装图,对于设有炉底风冷的闪速炉,由于底板上的风管接口需要于炉底风冷的接口通过法兰连接,所以在进行底板和风冷装置制作的时候,宜将底板和风冷装置在地面完成预组装后,再对底板和风冷装置上的风管进行定位、开口和焊接。主要原因是,底板和风冷装置均为铆焊件,下料和焊接过程中存在允许范围内的误差,为了消除制作过程中因累计误差导致在现场安装过程中底板和风冷装置上的风管法兰对不上的情况。

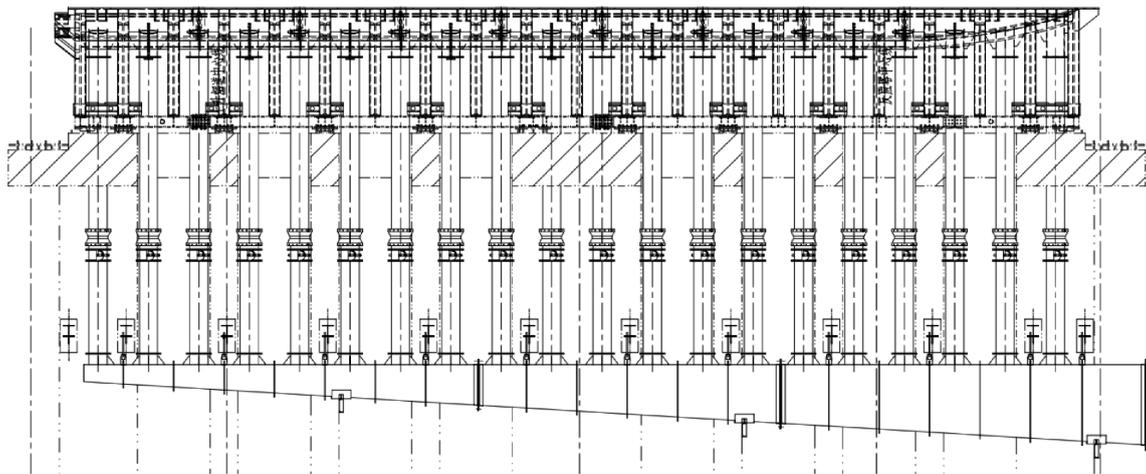


图7 底板与风冷装置安装示意

Fig.7 Installation drawing of bottom plate and air-cooling device

4.4.2 护板安装

沉淀池立柱安装完成后即可进行护板的安装。沉淀池四周均设有护板,护板的一面与炉体立柱接触,另一面与水套接触,详见图1护板安装右视图。沉淀池的护板由上护板和下护板组成,在上下护板间设有水平水套。沉淀池端部的护板一般由1块上护板和1块下护板组成,沉淀池两侧的护板根据长度的不同,一般由3~4块护板组装而成。由于护板的制造、安装精度会直接影响后续铜水套的安装,所以需引起重视。护板安装过程中,宜以护板上排放口的中心线为基准线进行定位并安装,不宜以护板的两端面为基准。详见图4护板安装主视图。

4.4.3 沉淀池垂直铜水套安装

闪速炉中的铜水套均设置在炉体内部,一面与

炉体的钢壳接触,一面与炉内耐火材料接触,铜水套一旦发生漏水,将会造成严重后果。因此,铜水套在安装前和安装完成后均须进行水压试验,确保其不会漏水。铜水套安装前需检查其外观尺寸,并按照安装顺序逐一进行试压、通球和吹扫工作,同时按编号做好相关记录并妥善保管,并在吊运及安装过程中采取一定的保护措施,避免铜水套在吊运和安装过程中发生磕碰而造成铜水套损伤。

图8为沉淀池垂直水套安装图。安装前,需要检查已安装护板的内部尺寸是否已经调整完毕,下护板与垂直水套接触的钢板垂直度与平面度是否满足安装要求。沉淀池垂直水套采用搭接的方式进行安装。安装过程中,应先将沉淀池两侧墙两端的4块水套进行定位并安装;再将沉淀池两端墙两端的

4 块水套进行定位并安装。待沉淀池四周 4 个角上的垂直水套安装完成后,再将与排放口水套安装相关的垂直水套进行定位并安装,最后以已定位安装的水套为基准,从一端向另一端按照顺序安装其他

水套。在其他水套的安装过程中,每安装 1~2 块水套后,即对水套安装尺寸进行测量,确保准确无误,避免由于累计安装误差导致最后 1 块水套无法安装。

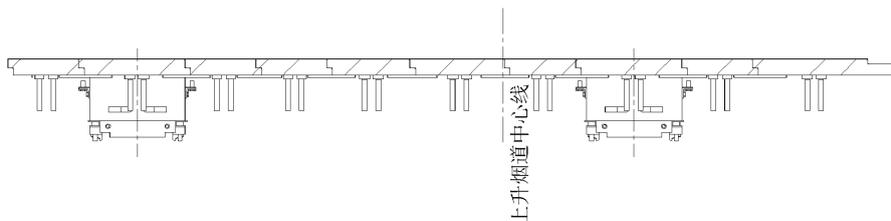


图 8 沉淀池垂直水套安装示意

Fig. 8 Installation diagram of vertical water jacket of sedimentation tank

4.5 上升烟道安装

上升烟道两侧钢壳外形尺寸较大,在设计过程中,一般会将上升烟道两侧的钢壳分成 2 个部分或者 4 个部分进行制造,在现场进行拼接后再安装。为了后续的安装方便,建议在沉淀池内部搭设临时的拼装平台,将分块的上升烟道钢壳吊装至沉淀池内部进行拼装,拼装过程中需对上升烟道钢壳的几何尺寸进行严格控制。

图 9 为上升烟道安装图。待上升烟道钢壳拼装检验合格后,先将上升烟道的吊挂钢结构放置在炉体框架上,并利用临时固定支撑,确定吊挂位置。然后将上升烟道钢壳临时点焊于吊挂钢结构上,待确认好钢壳的位置和标高后,再现场满焊,焊接完成后进行超声波焊缝检测。先安装上升烟道两侧钢壳,再安装上升烟道中部钢壳。

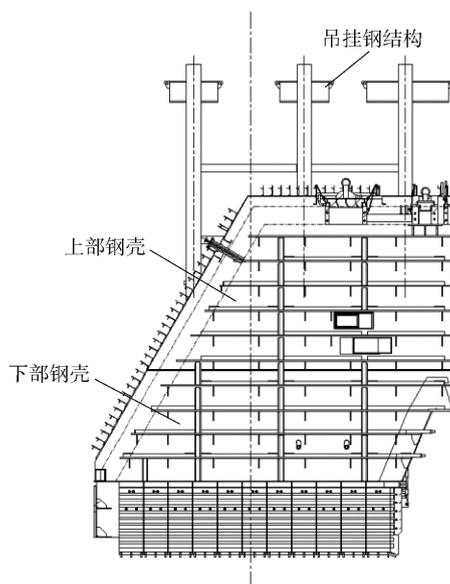


图 9 上升烟道安装示意

Fig. 9 Installation diagram of rising flue

4.6 小结

从最开始的设计图纸,再到制作完成的零部件,最终成为主厂房中的大型设备。闪速炉在整个安装过程中,涉及几个零部件的设计、制造与安装,其中还有很多可以优化和改进的细节,在此就不一一赘述。

5 结语

近年来,越来越多的国内企业走出国门,将国内先进的铜冶金技术及核心设备向国外输出。本文针对目前国外闪速炉供货项目的特点,对比其与国内闪速炉项目的区别,指出国外闪速炉供货项目在执行过程中各参与方需要进行的优化;同时对闪速炉安装过程存在的一些问题以及闪速炉各关键部位的安装要点进行了分析,希望能对国内外的闪速炉项

目提供一定的帮助和指导。

[参考文献]

- [1] 彭容秋. 铜冶金[M]. 长沙:中南大学出版社,2004.
- [2] 袁精华. 闪速炉的发展方向[C]//第五届全国闪速熔炼技术研讨会论文集,2006.
- [3] 董广刚. 闪速炉炉体结构的发展[J]. 有色金属(冶炼部分),2018(2): 17-21.
- [4] 陈汉春. 闪速熔炼的现状与进展[J]. 中国有色冶金, 1997(2): 1-7.
- [5] 董广刚,葛哲令,曾庆晔. 闪速熔炼技术的自主创新和发展的[J]. 铜业工程,2015(6): 31-35.
- [6] 邓志文,黎剑华,陈静娟. 我国闪速炼铜厂的清洁生产[J]. 有色金属(冶炼部分), 2006(3): 16-18.

Foreign flash furnace supply and installation practice

DING Peng

(China Nerin Engineering Co., Ltd., Nanchang 330038, China)

Abstract: At present, the equipment level, process indicators and production operations of domestic flash furnaces have reached the internationally leading level. More and more domestic enterprises are going abroad to promote flash furnace and flash smelting technology. This article analyzes the structure and application status of the flash furnace body; with the evolution of the global economic landscape and changes in the supply and demand structure of the copper concentrate market, more and more Chinese enterprises are participating in the construction and renovation of copper smelting plants abroad, exporting advanced Chinese copper smelting technology and Chinese manufacturing equipment to foreign countries. Based on the characteristics of foreign flash furnace supply projects, this paper compares the differences between domestic and foreign flash furnace supply projects and points out the optimization that all parties involved in the execution of foreign flash furnace supply projects need to make; at the same time, some problems in the installation process of flash furnaces in previous projects were analyzed, and the installation sequence of flash furnaces, as well as the installation points of key parts such as the main frame of the furnace body, reaction tower, sedimentation tank, and rising flue were analyzed and shared.

Key words: flash furnace; flash furnace supply; design; manufacture; installment; copper smelting



敬告读者

为了加快稿件处理速度,缩短稿件出版周期,方便广大作者投稿及查询稿件处理情况。本刊开通由中国知网提供的“腾云”网络采编系统,作者投稿请注册并登录本刊主页上的“作者投稿系统”进行相关操作,网址 <https://yssb.cbpt.cnki.net/>。注册登录后可以向本刊投稿并查询稿件处理状态。请勿重复注册,否则可能导致您的信息查询不完整。

本刊文章数字版可在中国知网(<http://www.cnki.net>)、万方数据知识服务平台(<https://www.wanfang-data.com.cn/>)、维普网(<http://www.cqvip.com/>)下载使用。本刊从未委托任何单位或个人组稿或代收、代转稿件,作者咨询投稿事宜请拨打编辑部办公电话 010-63936591、63933053 联系。

《有色设备》编辑部