

# 回转式阳极炉安装及排烟方式的优化

赵士林

(大冶有色机电设备修造有限公司 湖北 黄石 435000)

**摘要:** 本文主要介绍回转式阳极炉的结构组成特点、作业流程、各部件的安装方法及步骤,明确了质量控制点的安装标准和要求。结合工艺现状,借鉴国内外的先进工艺技术,将传统的烟罩优化为强制水冷烟罩,并将排烟方式优化为顶部排烟,使阳极炉的工作流程更加通畅,有效提高集烟、排烟效果和余热利用,起到了节能减排和增加效益的目的。

**关键词:** 回转式阳极炉; 安装; 排烟系统; 强制水冷烟罩; 优化

## 0 引言

回转式阳极炉在铜精炼领域应用广泛,尤其是在热态粗铜的精炼工艺中显示了特有的优势,是铜阳极精炼的主要设备,配合圆盘浇铸机可以大大提升生产能力。回转式阳极炉的体积大、负载后重量重,常年处于高温的工作状态,这就对安装质量提出了更高的要求。随着碳中和时代主题的不断深化,绿色发展是各行业发展的根本,如何实现能源的高效利用、减少排放成为企业发展的必修课题。

## 1 回转式阳极炉主要结构组成及特点

### 1.1 回转式阳极炉的主要结构组成

回转式阳极炉的主要任务是将转炉的粗铜进行吹炼提纯。吹炼分氧化期和还原期,整个作业过程包括进料、氧化、扒渣、还原和出铜等作业。回转式阳极炉主要组成部件有托辊装置、筒体、燃烧系统、传动装置系统、炉口启闭系统、润滑系统、集尘系统和辅助系统等组成。图1为阳极炉主体结构图。

### 1.2 回转式阳极炉的特点

随着冶炼技术的不断进步,新技术新工艺的应用使得回转式阳极炉逐渐向大型化、高处理能力方向发展。阳极炉的特点可以概括为以下几点:

- (1) 生产效率高,工艺流畅,便于操作,经济效益好;
- (2) 采用天然气作为还原剂,有利于环境保护;

(3) 独立的风口砖结构设计,提升了风口区使用寿命,更换方便;

(4) 采用透气砖技术,氮气底吹,大大缩短氧化还原时间,提升铜质量;

(5) 采用稀氧燃烧技术,减少烟气排放,降低能耗。

## 2 回转式阳极炉的安装

### 2.1 基础的验收

检查基础外形尺寸及外观质量,复测基础的标高基准线、横轴和纵轴中心线,沉降观测符合技术要求。钢筋混凝土的拌和比、强度及质量要求符合要求《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204),对预留螺栓的位置、尺寸及垂直度进行复核,对于少量高出预埋钢板的混凝土应凿除,确保设备与承重面贴合完好。

### 2.2 托辊安装

托辊的安装是阳极炉安装的关键工序,安装时一定要严格执行“三检制”,按施工方案及技术交底要求施工。很多炉体跑偏、滚圈切边的故障都是由于托辊安装质量不达标造成的,这不仅会增加传动系统的负载,严重时还会导致筒体的不均匀变形和设备事故的发生,同时也大大减少了阳极炉的使用寿命,对安全生产留下了重大的隐患。

安装时首先将托辊座吊装就位,在托辊座上划出纵横中心线,并做永久标记。用水准仪找平各个托辊的标高,误差控制在0.5mm以内,然后通过调紧螺杆对托辊进行调束,使托辊中心距符合下列要求:

- (1) 纵、横方向中心距与设计中心距偏差不大于1mm;
- (2) 托辊中心对角线中心距与设计中心距偏差不大于2mm;
- (3) 纵、横方向的水平度小于等于0.5/1000。

托辊装置安装完毕后,进行测量检查。复测安装精度符合要求质量要求后,对托辊座进行二次灌浆,待灌浆部位强度达到要求后进行下一工序施工。

### 2.3 筒体安装

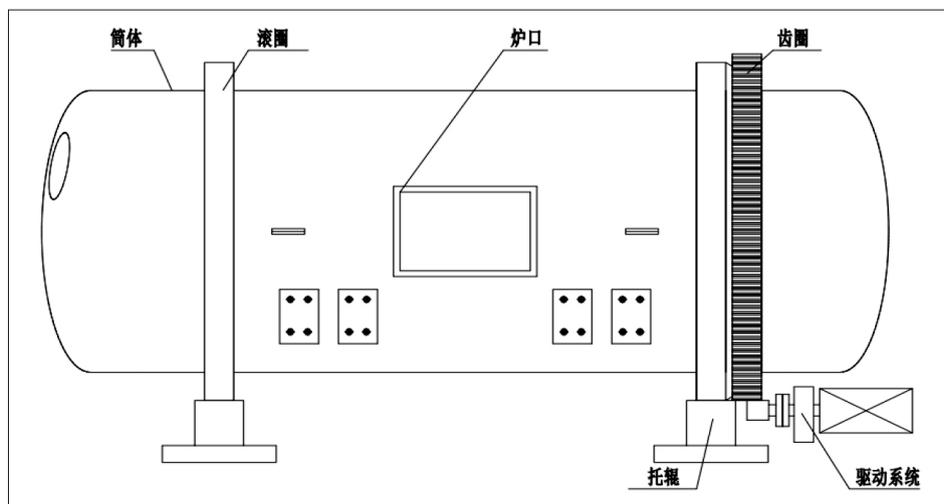


图1 阳极炉结构图

筒体吊装需要根据现场的作业条件,当厂房内的行车不能满足起吊要求时,需要采用汽车吊配合抬吊,吊装前应编写专项吊装方案并审批核准。

### 2.3.1 滚圈的安装

采用4个100t机械千斤顶把炉筒体抬高至适当位置能使滚圈自由组装即可,然后将筒体用枕木垫平。滚圈的安装采用螺栓精调,在滚圈的两侧各焊接四个可调节的螺栓和支架,对称均布。当滚圈的位置达到设计位置后,对称安装8对斜楔和装配调整间隙板、对称焊接斜楔,复测滚圈及筒体的同心度,符合设计要求后,将调整间隙板抽出。滚圈装配完后,用千斤顶把筒体顶起,撤走枕木,使阳极炉筒体降落在托辊上,对筒体找正,使滚圈与托辊的接触面宽度不得小于滚圈宽度的80%。

### 2.3.2 大齿圈的安装

安装前应清除齿圈与滚圈结合面的毛刺、污物保证结合面光滑。齿圈与滚圈螺栓紧固后应紧密贴合,用0.05mm塞尺检查不得塞入。炉体就位后,找出炉体十字中心并做标记,作为附属设备的安装基准点。

筒体安装完毕,应确保水平度小于 $0.2/1000$ ,炉体纵向中心线与设计中心线的允许偏差值不得大于3mm,炉体横向中心线与设计中心线的允许偏差值不得大于5mm。炉口底座与炉口结合要严密,最大间隙小于15mm。

### 2.4 传动装置的安装

首先安装减速机端小齿轮,调整小齿轮和大齿圈的啮合,啮合间隙、啮合宽度和高度应符合《机械设备安装工程施工及验收规范》(GB50231-2009)规定。由此确定减速机的安装位置,然后根据减速机的安装位置来找正驱动电机,垫铁的数量和分布应符合相关技术文件要求。

传动装置安装完毕,齿轮联轴器端面间隙、两轴心径向位移应符合技术文件要求,用百分表测量联轴器端面跳动和径向跳动均不应大于0.05mm。开式齿轮啮合的接触面积应符合要求,在齿高上接触面积不小于尺高的40%,在齿宽上接触面积不小于齿宽的50%。顶侧间隙用直尺测量,顶侧间隙合理值为11~14mm;侧间隙用塞尺测量,侧间隙合理值为2~2.45mm。各部件找正后,待螺栓紧固完毕,应对各部位尺寸进行复测,确保安装尺寸符合技术要求后对基础进行二次灌浆。

### 2.5 润滑系统的安装

润滑系统是驱动系统平稳运行的根本保障,特别是托辊、大小齿轮的啮合处和减速机等部件。润滑系统主要由润滑油泵、分配器、连接管路和接头组成。首先,对润滑油泵进行找平安装,然后,根据分配

器的位置确定连接管路的走向和长度,分配器应远离高温热源。管路要进行预装配,预装后必须再次清洗干净并充满润滑脂,然后封堵两端口待最后总装,可以有效地防止二次污染,同时还可大大缩短调试时间。油管的固定管卡标高应一致,且间距相同。

## 3 排烟方式的优化

### 3.1 排烟方式现状

冶炼系统烟气的收集及处理一直是行业发展不可避免的一道难题,传统阳极炉一般采用封头端设出烟口排烟,然后经过二次燃烧,再由排烟风机将烟气输送到除尘、脱硫系统。此种排烟方式的缺点在于炉体至二次燃烧室的排烟管道容易发生堵塞,导致烟气无法及时排除,降低了阳极铜质量,并且清理堵塞烟管耗时较长,严重影响了生产效率。再次就是高温烟气的热量没有有效的处理措施,热量直接损失,降低了能源的利用率,提高了冶炼成本。

### 3.2 顶部排烟

针对阳极炉排烟现状反映的问题,同时借鉴国内外的先进炉型,将侧封头端排烟优化为顶部排烟。顶部排烟可以有效避免铜液流入排烟管导致排烟不畅的现象,大大降低了烟管堵塞故障,但是采用顶部排烟,冶炼时排烟口的温度高,最高可达 $1000^{\circ}\text{C}$ 以上,同时烟气量也大,上端固定式的集烟罩无法有效及时的吸收烟气,且无法有效利用烟气的高温热量。

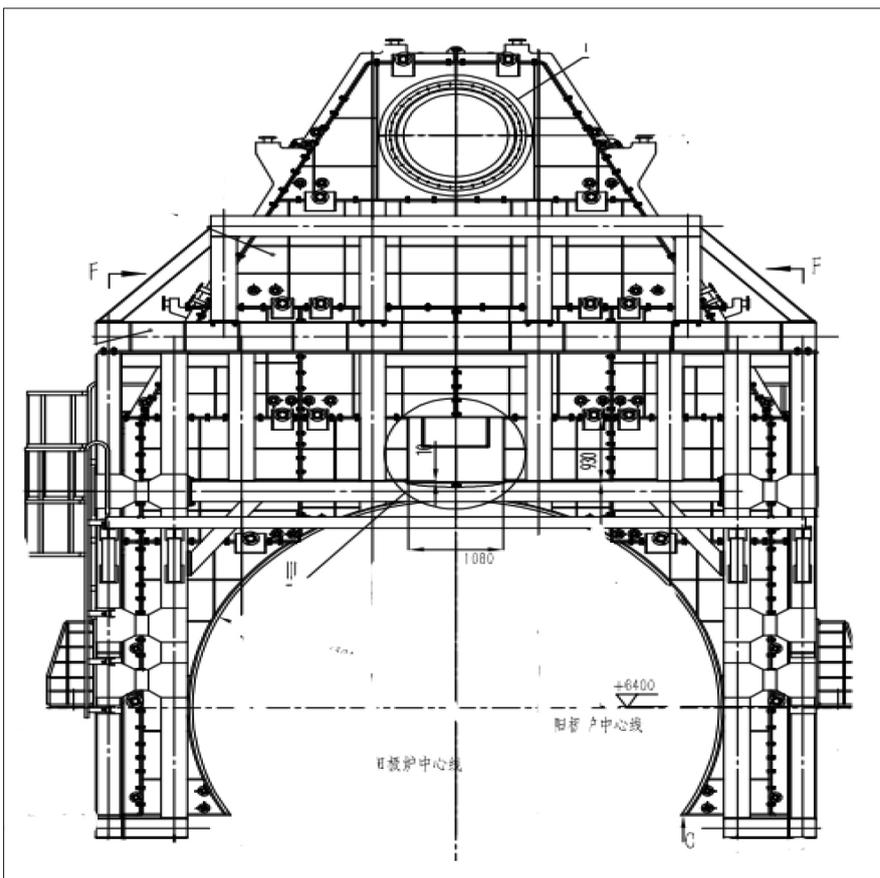


图2 强制式水冷烟罩

为了有效及时地排烟和降低烟气温度，将上端固定式集烟烟罩改为组装式强制水冷烟罩对烟气进行冷却和收集。水冷烟罩吸收的热量可以通过板式换热器来加热澡堂用水，也可以用来预热燃烧用的二次风，有效节约能源。

### 3.3 组装式强制水冷烟罩

强制式水冷烟罩由机架和水套组成。组装式的机架可以不受现场空间狭小的限制，便于运输和安装，水套与机架采用高强度螺栓连接。水套分块式结构方便水套的维修和更换，大大节约了维修时间，确保了生产效率。生产中可根据实际工况确定稀风口和收尘口处是否敷设耐火材料。由于水套长时间接触高温烟气，水套的导热性和热变形直接影响水冷烟罩的使用和寿命。特别是水套的迎火面钢板厚度的选择，应符合理论计算值，水套越厚制作成本越高，所以合理选择钢板厚度有助于性价比的提高。水套成型时，应采用压力机折弯，确保迎火面不得有焊缝。水套试压合格后，安装前应在制造厂预组装，水套连接间隙不得超过3mm，装配时水套之间应衬垫3mm硅酸铝纤维板，水套的

进水口、出水口应设置测温仪，确保冷却水有效监测。图2为强制水冷烟罩。

水冷烟罩与炉体的间距要根据集烟效果确定，距离太远烟气逸出，太近炉体热膨胀容易产生擦碰。

### 4 结语

回转式阳极炉一般为连续作业，炉体温度高，热膨胀大，在安装的过程中一定要反复确认安装精度，并做好数据记录，确保运行平稳。强制式水冷烟罩不仅可以提高能源利用率还可以有效延长烟罩的使用寿命，提高了生产效率。随着科技的不断进步，冶炼技术更迭换代越来越快，高效、自动化、节能、环保是未来设备发展的主导方向，这就要求我们在以后得工作中不断总结，不断完善，与时俱进。

### 参考文献：

- [1] 龚克崇, 盖仁柏. 设备安装技术使用手册 [S]. 北京: 中国建材工业出版社, 1995.
- [2] 陶川银, 刘飞虎. 阳极炉透气砖及顶部排烟技术的应用 [M]. 北京: 有色金属出版社, 2009(02), 50-53.

