

RECHU

机械设备故障
分析与排除方法

丛书



热处理设备

故障
分析与
排除
方法

机械设备故障分析与排除方法丛书编委会

编著

航空工业出版社



机械设备故障分析与排除方法丛书

热处理设备故障分析 与排除方法

丛书编委会 编著

期 限 表

航空工业出版社

1998

内 容 提 要

本书是机械设备故障分析与排除方法丛书9个分册中的1个分册,书中汇集了几十年来我国工人和工程技术人员在生产第一线中分析和排除设备故障的先进经验和科研成果。

本书共分十章,主要阐述了各类热处理设备在使用过程中容易出现的故障,针对故障进行分析,找出原因,提出排除故障的思路和方法。

本书可作为从事热处理设备操作和管理的工人、工程技术人员、机动技安管理人员的适用手册,也可作为新工人上岗培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

热处理设备故障分析与排除方法/陈涛,刘怀文编著.
—北京:航空工业出版社,1997.8
(机械设备故障分析与排除方法丛书)
ISBN 7-80134-179-1

I. 热… I. ①陈…②刘… III. ①热处理设备-故障检测②热处理设备-故障修复 IV. TG155

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 11689 号

责任编辑 刘 宁 袁名炎

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

河北省香河县印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1998 年 3 月第 1 版

1998 年 3 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:25.25

字数:663 千字

印数:1—2000

定价:42.00 元

前 言

机械设备的维护和修理,是广大企业、用户经常面临的重要课题。及时发现和正确分析设备故障产生的原因,采用有效的方法维护和修理,对于提高设备使用寿命和保证生产、工作、生活正常进行具有重要意义。

《机械设备故障分析与排除方法》丛书,是一套手册式工具书,它针对各类机械设备的常见故障进行分析,说明故障形成原因,推荐相应的排除方法,供从事设备管理、维护的工程技术人员和进行机器操作与维修的技术工人和用户使用与参考。

丛书分九个分册,其中包括《动力设备故障分析与排除方法》、《铸造设备故障分析与排除方法》、《锻压设备故障分析与排除方法》、《焊接设备故障分析与排除方法》、《热处理设备故障分析与排除方法》、《表面处理设备故障分析与排除方法》、《切削加工设备故障分析与排除方法》、《检测设备故障分析与排除方法》、《工厂公用设备故障分析与排除方法》。

丛书的编写以实用性、科学性和完整性为原则,尽可能包含各类机械设备的常见故障,以便读者直接查找;同时,也认真分析了各种设备的典型故障,说清道理,使读者从中掌握处理类似故障的思路。编写时注意了以下几点:

1. 以常规设备为主要对象,以常见故障为主要内容,把典型故障及应采取的排除方法说清说透;注意全书的系统性与完整性,尽量包括各类设备的各种常见故障。

2. 在力求叙述简明扼要的前提下,着重对故障进行较深入的分析,使读者既能找到排除故障的方法,更能了解故障形成机理,掌握维护、修理设备的方法。

3. 按故障名称、故障原因分析、故障排除方法的顺序,采用文字叙述与表格相结合的方式,配以少量简图,逐项阐述各类设备的各种故障。根据设备自身特点和各章节具体内容,在方便醒目、易于查找的前提下,采用较灵活的格式。

4. 对于高、精、尖设备的故障和使用尚不普及的现代检测手段和诊断技术,亦作了简单介绍。

在丛书编写过程中,我们得到中国第一汽车集团公司、中国第二汽车集团公司、洛阳拖拉机厂、洛阳轴承厂、北京重型机器厂、长沙重型机器厂、大庆石油机械总厂、南方动力机械公司、南昌飞机制造公司、国营红旗机械厂、国营兰翔机械总厂、上海第一冷冻机厂、北京万众空调制冷设备股份公司、上海冷气机厂、烟台冷冻机总厂、大连冷冻机股份有限公司、南京五洲制冷(集团)公司、江苏光英工业炉有限公司、长沙锻压机床厂、汕头超声电子集团公司、株洲电力机车工厂、株洲机车车辆厂、上海汽轮机厂、长沙汽车发动机总厂、上海实验电炉厂、中国核动力研

究设计院、上海柴油机股份有限公司、南昌柴油机有限责任公司、上海锅炉厂、武汉锅炉厂、江西赣江机械厂、岳阳石油化工总厂、江西电焊机厂、南昌电焊机厂、江西化工石油机械厂、国营景波机械厂、湘东化工机械厂、徐州锻压机床厂、江西特种电机股份有限公司、浙江奉化通用电器总厂、江西玉山轴承厂、南昌发电厂、江苏无锡南方热处理工程公司、江苏张家港南丰电子设备厂、江西电炉厂、江西抚州电机厂、江西南城筑路机械厂、天津电炉厂、江苏无锡清洗设备制造厂、江苏无锡表面处理设备厂、江西丰城发电厂、南昌市煤气公司、江铃汽车集团公司、上海交通大学、浙江大学、西北工业大学、重庆大学、福州大学、哈尔滨科技大学、南昌大学、华东交通大学、上海水产大学、河北科技大学、洛阳工学院、南昌航空工业学院、江西省科委、江西省机械工业厅、江西省机械工程学会、《锻压机械》杂志社、航空工业出版社等单位和个人的大力支持，江西省黄懋衡副省长也多次参加编写会议，并发表重要讲话，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，丛书中不妥之处在所难免，恳请读者批评和指正，以便再版时修订。

丛书编委会

1997.8

机械设备故障分析与排除方法丛书

总编委会名单

总编委会主任 杨淳朴

总主 编 杨淳朴 何成宏 杨国泰 王昭巽

副 总 主 编 (以姓氏笔画为序)

万仲华	王焱山	王锡珩	方家厚	邓勇超	叶文丰	刘瑞禄	刘振凤
刘新生	孙伟民	孙尚武	况杰华	李汉屏	吴光英	余 炳	余小明
汪崇宁	张 浩	周志俭	陈诗隆	陈子光	林盛川	袁名炎	高建中
崔宗国	陶武林	梁桂明	章九根				

总 编 委 会
秘 书 长 袁名炎 杨国泰

总编委会委员 (以姓氏笔画为序)

丁万根	丁叙生	万仲华	万敦吉	王昭巽	王锡珩	王焱山	王再顺
王贤谅	王玉林	王高潮	王怡之	王 鹭	王 玉	王命权	毛治国
方家厚	邓勇超	卢功富	叶文丰	朱秉辉	朱富强	刘方抗	刘新生
刘怀文	刘华西	刘庚武	刘复堡	刘渭清	刘瑞禄	刘振凤	申金陵
冯有仪	朱 军	孙伟民	孙尚武	孙卫和	许家绅	况杰华	严 格
李以铮	李汉屏	李贵方	李文泉	李印生	杨淳朴	杨国泰	杨春尚
杨国荣	杨先华	杨 伟	杨宣政	杨金德	杨泰藩	杨 滨	肖春华
肖欠珠	肖建平	尧世杰	吴光英	何孝辉	何成宏	余 炳	余小明
杜永华	汪崇宁	邹 诚	金宇华	张 维	张桂华	张国正	张 浩
张倩生	陈 涛	陈圣鸿	陈镜治	陈诗隆	陈子光	陈松青	陈丽娟
邱传芬	陆恩常	罗丽萍	罗 辉	罗爱斌	罗名厚	罗学涛	周华兴
周金科	周森根	周元龙	周志俭	郑德辉	林蒲新	林盛川	胡立新
胡大林	胡鸿伟	夏芳臣	柳祥训	饶健康	袁名炎	钟华仁	钟立欣
涂 强	涂 河	徐家永	高建中	黄正安	黄善黔	黄才元	崔宗国
屠耀元	汤振武	梁桂明	章道增	章九根	章平君	章大胜	舒伟文
彭本善	鲁 洁	蒋尧清	蒋有国	程春水	程仁水	揭 钢	揭小平
谢惠珠	雷元绍	鲍志强	阙忠民	裴崇斌	廖明顺	颜寿葵	

机械设备故障分析与排除方法丛书

各册主编、副主编名单

动力设备 故障分析与排除方法	主 编 李文泉 周金科 副主编 肖春华 鲍志强 凌志培
铸造设备 故障分析与排除方法	主 编 胡鸿伟 罗丽萍 副主编 周华兴 万敦吉 廖明顺
锻压设备 故障分析与排除方法	主 编 袁名炎 涂 强 副主编 申金陵 宋子鹏 杨 伟
焊接设备 故障分析与排除方法	主 编 何孝辉 陈圣鸿 副主编 张桂华 周森根 揭 钢
热处理设备 故障分析与排除方法	主 编 陈 涛 刘怀文 副主编 肖欠珠 盛迭吾 章祖颐
表面处理设备 故障分析与排除方法	主 编 杨金德 徐家永 副主编 章大胜 陈丽娟 金宇华
切削加工设备 故障分析与排除方法	主 编 张 维 王贤谅 副主编 林蒲新 朱秉辉 周元龙
检测设备 故障分析与排除方法	主 编 屠耀元 王怡之 副主编 王玉林 程春水 郑德辉
工厂公用设备 故障分析与排除方法	主 编 王再顺 王锡珩 副主编 朱富强 许家绅 涂 河

丛书各册编委会委员(以姓氏笔画为序)

丁万根	丁叙生	丁文洪	万仲华	万润根	万寿明	万孝星	万海保	万贤民
万任水	万修根	万敦吉	万仁和	万 群	于建勋	马素梅	马森林	马家成
马国威	文春景	习鸿鸣	王昭巽	王锡珩	王焱山	王再顺	王贤谅	王海庭
王玉林	王高潮	王怡之	王线芬	王贤敏	王定章	王根根	王文耀	王河初
王海波	王 锦	王凯岚	王荣生	王肇宁	王 鹭	王命权	王 敏	王永明
王良清	王焕昌	王耀辉	王曙初	王仁裕	王德铭	王从余	王 旭	毛治国
毛建新	云景行	方家厚	方安安	韦 平	仇庆著	倪良胜	易法瑞	邓勇超
邓澧生	卢国英	卢功富	卢顺民	卢正之	叶文丰	叶武平	叶 俊	叶含剑
叶卫华	宁爱林	司徒超	田九章	史水生	皮欠如	冯有仪	邢忠信	邢向东
朱 军	朱秉辉	朱文明	朱开梁	朱富强	朱同芳	朱奕中	朱俊明	朱爱元
伍承庆	伍麟海	刘方抗	刘新生	刘尤金	刘秀侠	刘 杰	刘瑞禄	刘龙江
刘烈华	刘渭清	刘振凤	刘庚武	刘奕忠	刘建国	刘志坚	刘 敏	刘华西
刘树芬	刘克斌	刘发强	刘长根	刘燕卿	刘兆德	刘怀文	刘启放	刘 涛
刘守智	刘志云	刘宗茂	刘维平	刘荣庆	刘庆华	刘汉茂	刘复堡	刘春和
庄瑞霞	申金陵	全钰庆	华克澄	江义荣	江宁正	向荣安	阳 剑	孙伟民
孙卫和	孙尚武	孙学儒	孙文彬	孙 玲	任永赤	任传兴	华小珍	许家绅
许光华	许小强	严 格	严明祖	苏铁民	李文泉	李以铮	李汉屏	李 平
李文烟	李河水	李行太	李其慧	李新龙	李林涛	李贵方	李宝良	李江红
李荣根	李义芳	李圣山	李春根	李光谨	李印生	李军武	李尧忠	李润生
李纯键	李 鸣	李增平	李如栋	李 民	李在秀	李国庆	况杰华	冷继智
汤振武	杨淳朴	杨泰藩	杨国泰	杨宣政	杨红宇	杨湘杰	杨绅海	杨国荣
杨春尚	杨宝麟	杨再德	杨先华	杨金德	杨翔宇	杨于兴	杨 伟	杨建得
杨雨生	杨丙甲	杨雪春	杨江彪	杨 滨	杨少楼	肖春华	肖 熙	肖日华
肖建平	肖欠珠	肖海涛	尧世杰	吴厚华	吴建华	吴进生	吴松林	吴方瑞
吴玉连	吴周琦	吴中连	吴嘉年	吴根华	吴汝宁	吴光英	吴英姿	吴代斌
吴志强	吴建辉	吴时强	应启唐	何成宏	何孝辉	何良干	何均安	何 彤
何自谦	何定纬	余小明	余 炳	余国平	余洪东	余少华	余晓俊	余常春
余兴福	杜永华	汪崇宁	汪北海	邹 诚	邹华生	邹能惠	沈昌义	沈长云
沈家祥	沈 琴	宋孝昆	宋春芳	金字华	张 维	张其忠	张桂华	张兰棋
张丁菲	张倩生	张 浩	张 烨	张汉英	张国正	张 华	张淑元	张长春
张海木	张宝仁	张念晶	张立奎	张 林	张学军	张杏元	张育远	张维东
张小阳	张小熙	张月兰	陈 涛	陈冠周	陈子光	陈松青	陈玉楠	陈彬南
陈圣鸿	陈时忠	陈芳春	陈晓云	陈光胜	陈德森	陈国强	陈为国	陈才金
陈 政	陈美红	陈国平	陈慧松	陈锐治	陈再生	陈守诚	陈木生	陈丽娟

陈诗隆	陈发华	陈炳炎	陈根宝	陈松云	陈筱毅	陈群	陈瑞龙	陈旭
邱传芬	陆恩常	罗丽萍	罗学涛	罗爱斌	罗名厚	罗云峰	罗新民	罗辉
罗志宪	罗涛	罗敬林	罗志方	罗时来	罗时辉	岳季清	尚学飞	尚国信
周华兴	周元龙	周水根	周彬	周志俭	周毛中	周顺琰	周崇光	周荣顺
周莉	周龙	周金科	周森根	周亚平	周达祥	周良策	郑德辉	郑延熙
郑光华	宗明	修长海	林蒲新	林伟国	林盛川	林建榕	林梅芬	林涛
金忠明	赵宇	赵环宇	赵伟	赵金章	赵登云	赵长春	赵传惠	贺国栋
夏晓宇	夏宁清	夏芳臣	胡大林	胡可文	胡立新	胡庭蔚	胡鸿伟	胡浩成
胡志刚	胡敏	胡水红	柳祥训	侯凯	姚兆迪	姚国福	姚平元	骆其国
欧阳可春	欧应勤	俞毅	俞洪捷	饶健康	晏锦锋	晏贤民	凌志培	袁名炎
袁浔	袁贯二	桂群	聂秋根	莫亚武	朗增强	钟华仁	钟世和	钟小毅
钟若能	钟立欣	敖锦生	涂强	涂国强	涂河	涂崇华	徐正文	徐麟飞
徐家永	徐顺庆	徐正弦	徐培荣	徐国义	徐常生	徐必项	殷伟民	殷芳
钱宇白	秦伶俐	秦锡圻	高建中	高勉仁	高仰之	高国珍	高郁文	高学友
陶大姚	郭吉梅	郭小红	郭建汉	郭建勋	郭晓光	唐春华	唐春发	唐生发
龚恒勇	盛迭吾	黄益诚	黄凯林	黄金根	黄正安	黄才元	黄菊花	黄爱然
黄晓辉	黄文亮	黄玉林	黄善黔	黄永新	黄智益	曹思元	崔宗国	崔永海
崔海	崔世强	屠耀元	梁桂明	章九根	章道增	章水根	章祖颐	章舜如
章大胜	章平君	章仁杰	章才庆	汤庭樾	舒伟文	彭本善	彭小毛	彭献才
董志勇	鲁洁	蒋尧清	蒋国荣	蒋有国	蒋惠南	蒋凤阳	喻芳威	韩秀英
游品潮	舒铁文	程春水	程应经	程仁水	程文彬	程学锋	揭铜	揭小平
童棣	嵇楷	傅禄安	傅翔	傅宜根	曾涌	曾钟和	曾晓荣	阎小青
谢莹	谢惠珠	谢运桢	谢志庆	谢军林	雷元绍	雷良宜	熊江华	熊明华
熊桃理	熊家铨	虞和铨	鲍志强	简强	阙忠民	楼建平	熊花荣	谭志洪
蔡正兴	蔡起帮	廖明顺	廖华庭	廖莉舟	廖建刚	廖松恩	樊铁船	樊自田
颜寿葵	黎元明	戴斌煜	瞿曼青	魏国柱	魏木凌			

目 录

第一章 燃料炉	(1)
第一节 燃料炉的故障综述.....	(1)
第二节 燃煤炉	(20)
第三节 燃气炉	(33)
第四节 燃油炉	(40)
第二章 周期作业电阻炉	(49)
第一节 炉体	(49)
第二节 普通电阻炉	(65)
第三节 罩式电阻炉	(76)
第四节 回转式电阻炉	(80)
第五节 强制空气循环电阻炉	(82)
第三章 浴炉	(97)
第一节 外热式浴炉	(97)
第二节 内热式管状加热浴炉	(99)
第三节 电极盐浴炉.....	(104)
第四章 流态化炉	(108)
第一节 流态化燃气炉.....	(108)
第二节 流态化电阻炉.....	(109)
第三节 复合式流态化炉.....	(113)
第五章 连续作业电阻炉	(114)
第一节 连续作业电阻炉.....	(114)
第二节 联合生产线.....	(140)
第六章 可控气氛设备	(171)
第一节 气氛发生装置.....	(171)
第二节 气氛控置设备.....	(181)
第七章 真空炉	(192)
第一节 内热式真空热处理炉.....	(192)
第二节 外热式真空热处理炉.....	(211)
第三节 等离子热处理炉.....	(215)
第八章 感应加热装置	(226)
第一节 高频感应加热装置.....	(226)
第二节 中频感应加热装置.....	(249)
第三节 工频感应加热装置.....	(255)
第九章 温度测量仪表与控制电器设备	(259)
第一节 热电偶及补偿导线.....	(259)

第二节 热电阻.....	(269)
第三节 动圈式温度指示及控制仪表.....	(272)
第四节 电子自动电位差计.....	(385)
第十章 其它设备.....	(343)
第一节 激光热处理设备.....	(343)
第二节 火焰表面加热装置.....	(345)
第三节 淬火槽.....	(347)
第四节 冷处理设备.....	(348)
第五节 清理设备.....	(353)
第六节 校正设备.....	(357)
附录.....	(360)
参考文献.....	(393)

第一章 燃料炉

第一节 燃料炉故障综述

燃料炉按其使用燃料种类不同,可分为燃煤炉、燃气炉和燃油炉三大类,这三大类炉子在结构上,如:炉子构架、砌砖体、炉门和炉门架、烟道及炉用机械等均有相同和相似的共同点,也有相同和相似的使用工况,因此也就有其相同的故障和产生的原因。本节就是叙述燃料炉所共有的常见故障分析与排除方法。燃煤炉,燃气炉和燃油炉由于它们各自又具有不同的特点,因此也就具有不同的故障及产生原因,将在后面几节中分别叙述。

1-1-1 炉体构架

燃料炉炉体构架主要由立柱(包括前、后立柱和侧立柱)、拱脚梁,上下拉杆及炉壳等构成。炉架的作用是固定砌体,承受砌砖体的部分重量和保持砌体的稳定性,束缚和承受砌体因受热产生的热应力所引起的热膨胀。金属炉架是根据炉体结构、炉子温度、燃烧器分布、炉门及升降机构、管道和烟道的布置情况等确定的。侧立柱和拱脚梁承受拱顶产生的水平推力。前后立柱则承受某些构件,如炉门框、炉门、燃烧装置等的重量。

炉架分活炉架和死炉架两种结构形式,见图 1-1-1。

活炉架的上、下拉杆用螺栓固定,可根据砌体的热膨胀进行调节。死炉架是全部采用焊接的框架结构,这种炉架坚固、刚性好。目前多采用死炉架结构。

炉体构架计算公式如下:

1. 拱顶水平推力的计算:

$$P = K \frac{GBg}{8H} \quad (\text{牛})$$

式中 P —— 每米长拱顶水平推力, (牛)

对中心角 $\theta = 60^\circ$ 的拱顶 $P = 0.933KGg$ (牛)

对中心角 $\theta = 90^\circ$ 的拱顶 $P = 0.603KGg$ (牛)

K —— 温度系数

炉温 $t_1 < 900^\circ\text{C}$ 时, $K = 2$

$t_1 = 900^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ 时, $K = 2.5$;

$t_1 = 1050^\circ\text{C} \sim 1350^\circ\text{C}$ 时, $K = 3$;

G —— 每米拱顶质量, (千克);

B —— 炉拱跨度, (米);

g —— 重力加速度, (9.81 米/秒²);

H ——炉拱弦高,(米)。

2. 计算侧立柱承受的最大弯矩

$$M_{\max} = P \frac{h_1 h_2}{h_1 + h_2} \quad (\text{牛} \cdot \text{米})$$

式中 P ——柱距间拱顶水平推力,(牛);

h_1, h_2 ——拱脚推力中心至下拉杆及上拉杆的距离,(米)。

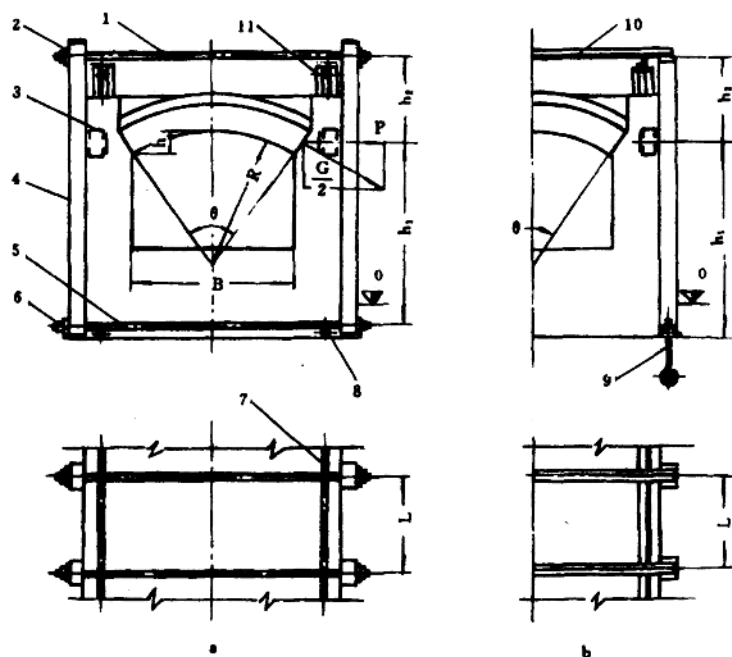


图 1-1-1 炉架结构示意图

a) 活动炉架 b) 固定炉架

1—上拉杆 2—木块 3—拱脚梁 4—侧立柱 5—下拉杆 6—螺母
7—纵向上拉杆 8—纵向下拉杆 9—地脚螺栓 10—上拉杆 11—前、后立柱

按计算所得的 $M_{\max}$, 查表取侧支柱型钢的型号和规格。

3. 拉杆受力计算:

$$\text{上拉杆} \quad F = P \frac{h_1}{h_1 + h_2} \quad (\text{牛})$$

$$\text{下拉杆} \quad F = P \frac{h_2}{h_1 + h_2} \quad (\text{牛})$$

拉杆截面积 $A = F / [\sigma] \quad (\text{厘米}^2)$

式中 F ——拉杆受力,(牛);

A ——拉杆截面积,(厘米²);

$[\sigma]$ ——拉杆所用钢材的许用应力, $[\sigma] = 15500$ 牛/厘米²。

4. 拱脚梁承受的最大弯矩:

$$M_{\max} = \frac{PL}{8} \quad (\text{牛} \cdot \text{米})$$

式中 L ——支柱间距(米)。

按计算所得最大弯矩 $M_{\max}$ 查表取拱脚梁截面尺寸。

炉体构架常见故障分析与排除方法,见表 1-1-1。

表 1-1-1 炉体构架

故障原因分析	故障排除方法
1 立柱和拱脚梁弯曲变形	
侧立柱和拱脚梁所采用的型钢规格小于经计算所查得的型号规格	①对侧立柱和拱脚梁进行核算,选用经计算查得型号规格的型钢。 ②按计算数据加固侧立柱和拱脚梁,使其截面尺寸所能承受的弯矩大于计算所得的最大弯矩。
2 炉子前立柱在炉门升降时抖动	
前立柱高度较高并悬挂炉门和安装炉门提升机构,尤其在使用气动和液压油缸升降炉门时,由于受冲击力作用,使立柱前后抖动,并引起炉体摆动,损坏砌砖体。主要原因是由于前立柱型钢截面小,刚性不够。	加固前立柱,增加刚性,或将前立柱上部用角钢斜拉杆与炉体构架焊接拉牢。
3 炉壳钢板发生凹凸变形	
①炉壳局部发生热短路引起过热,焊缝区应力集中,受外部或内部的压力。 ②由于炉壳钢板承受燃烧器等构件的重量。 ③炉墙砌体过薄,保温性能差,使外壳钢板温度升高而引起钢板受热膨胀变形。	①较小的变形可用千斤顶等工具校正。较大变形区可采用热校。如果已产生局部裂缝可进行焊补。校正时用静拉或静压力,严禁用锤击敲打。 ②合理的结构是应在燃烧器等附件的安装部位增加槽钢或角钢,并将其焊接在立柱和炉壳钢板上,使附件的重量作用在炉体构架的立柱上。可在炉子大修重砌炉子砌体时增设。 ③改善并提高砌体的保温性能,降低炉壳表面温度。
4 炉架拉杆焊缝处开裂	
①炉体受热膨胀,膨胀缝预留不足,砌体膨胀伸长,使拉杆受力过大引起。 ②焊缝质量差,未完全焊透。	①预留足够的膨胀缝。详见表 1-1-2 中 7。 ②保证拉杆焊缝的焊接质量,如有开裂,及时补焊。
5 活炉架拉杆过份紧张或松动	
采用活炉架的目的,是企图用以调节因砌砖体热膨胀而出现的拉杆过紧或收缩变松现象。但实际上用螺栓固定的拉杆很难确切地按砌砖体的胀缩进行调节,而且经常调节松紧拉杆使立柱的垂直度变	将活结构炉架改成焊接框架的死结构炉架。同时砌砖体应按规定预留砌体膨胀缝。

(续表 1-1-1)

故障原因分析	故障排除方法
化。因此设计上很少采用。	

1-1-2 炉子砌体

炉子的砌体由炉墙、炉顶和炉底组成。

热处理炉炉墙多为直立的围墙。炉墙上开设炉门孔、观察孔、测温孔及安装燃烧器等,为防止砌体损坏,炉墙应尽可能地避免直接承受附加载荷。为提高炉体强度和气密性,炉墙外面包以 4~10 毫米厚的钢板。

炉顶是炉膛组成中较薄的部分,炉顶砌筑的可靠性应给予足够的重视。

炉底是炉膛工作负担最沉重的部分。炉底承受坯料的重量和进出料时的摩擦及撞击,高温炉还要承受高温和高温下氧化铁的浸蚀,所以其寿命一般都不太长,需要经常更换和修理。

炉子砌体常见故障分析与排除方法,见表 1-1-2。

表 1-1-2 炉子砌体

故障原因分析	故障排除方法
1 炉体砌砖松动	
① 炉子在加热情况下,炉体砌砖,特别是火焰或燃烧产物出口处和炉膛内突出部份的砌砖,由于长时间受高温火焰和炉内灰渣冲刷,使砖体灰缝内的耐火泥脱落,引起砌砖松动。 ② 炉子受加热和冷却作用,特别在炉内温差较大部位产生不均匀胀缩,使砌体反复受热膨胀,冷却收缩也会使局部砌体松动。 ③ 工件进出炉时,机械碰撞也会造成砌体松动。	① 控制好炉子热工制度,促使燃料完全燃烧,合理布置火焰口和排烟口的位置,使炉膛内温度均匀一致(对周期作业炉)。控制好炉内气体流动,尽量减少火焰和燃烧产物对炉膛砌砖体的冲刷,避免灰渣进入炉膛。 ② 经常检查炉内砌体,使砌砖松动损坏部位及时得到重新砌筑和修补,以避免损坏部位继续扩大。 ③ 装炉时工件整齐堆放。避免将工件向炉膛内抛入而撞坏炉内砌体,做到文明生产,按规程操作。
2 炉顶变形,甚至塌陷	
① 每一环拱根据拱中心角和跨度都有相应规定数量的楔形拱砖和固定数量的直形砖相配而砌成。如不按规定砌筑,将导致炉拱变形。当炉子温度升高时,炉拱因受热膨胀而上升,此时由于炉顶砌砖不能完全合缝,将使炉顶松动,特别是炉温较高时,可能引起炉顶局部塌陷。 ② 由于立柱和拱脚梁强度和刚性不够,炉子使用时炉顶拱膨胀,拱脚砖所受水平推力增加,使拱脚	① 新造炉子和修理重砌炉膛时,严格按设计图纸规定的砖的材质、型号和数量,并按砌炉工艺要求进行砌筑,以保证拱环砌筑质量。 ② 炉子立柱和拱脚梁应通过计算,确定其结构和采用型钢规格尺寸,以保证足够的强度和刚性。对

(续表 1-1-2)

故障原因分析	故障排除方法
梁产生弯曲变形,导致拱顶松动,严重时也会造成拱顶塌陷。 ③对采用拱形砌筑的热炉底,如果装入工件超重,也会引起炉底拱塌陷。	已有炉子如发生拱脚梁变形,必须先校正,然后加固,使其不再变形。 ③对炉底拱,应严格控制装炉量,以避免炉底拱超重。同时也应避免装炉时对炉底过重的冲击。装料也应沿整个炉底有效加热区均匀布放,以防止炉底受压不均。
3 排烟不畅,造成炉门口,观察孔冒烟	
如果炉膛内排烟口高度在炉底平面或与炉底同一平面的炉墙上,这些排烟口通向下排烟烟道,此时炉内被加热工件或炉膛内损坏的碎砖,炉底上的氧化皮及燃烧室带入的灰渣等掉入烟道内,造成堵塞,使排烟不畅,导致炉门口,观察孔冒烟。	定期清理炉内排烟口和烟道。工件进出炉操作时,应防止工件落入烟道。控制燃烧室内燃料完全燃烧,尽量减少灰渣进入炉膛。
4 炉膛内耐火砖表面玻璃化,产生炸裂剥落	
①此现象多出现在高温炉内,尤其在燃烧室内,由于高温火焰接触炉壁耐火砖,使砖的表层熔化凝成玻璃状表层。 ②耐火砖含有低熔点的化合物发生熔融。这个玻璃状表层当受到热膨胀和冷却收缩或机械碰撞时,容易开裂剥落,造成耐火砖损坏。	①控制炉内燃烧产物合理流动,尽量避免高温火焰直接冲刷炉壁,使火焰沿炉壁流动。 ②采用质量好,耐火度高的耐火砖砌筑炉膛内较高温度部位。
5 炉底砖松动,炉底受侵蚀损坏	
①受到工件进出炉时的撞击和承受过重的工件,造成炉底耐火砖松动,破碎。 ②在中、高温炉内,炉底受工件和料盘等剥落的氧化皮侵蚀造成炉底损坏。	①炉底上层砌砖应采用直立或侧立砌筑,增加炉底砌体的强度。 ②经常清除氧化皮等,防止氧化皮在高温时对砌砖体的侵蚀。
6 炉子砌体受热膨胀,造成砌砖体和炉子构架变形,严重时会使构架和砌体损坏	
这种现象多数发生在新造炉子或翻修重新砌砖的炉子,在加热升温时,尤其对中、高温炉,如果砌砖时忽略了预留砌体膨胀缝,或膨胀缝预留不足,随炉升温高砌体逐渐膨胀,此时如无膨胀缝补偿,砌体胀大尺寸超过炉子构架和固定砌体的炉壳尺寸时,构架和炉壳就会发生变形。严重时会导致砌体和炉架损坏。	按设计规定砌砖体的砌砖尺寸,并留出膨胀缝,让砌体在加热升温时有足够的膨胀余地,才不会由于砌体的热膨胀而导致砌砖体和构架的损坏。砌体原则上应分层留出膨胀缝。 砌体膨胀缝的留法一般应满足下列要求: (1)每条膨胀缝的宽度,最小为 5 毫米,最大不超过 20 毫米; 不同材质砌体,每米长度应留膨胀缝宽为:粘土砖 5~6 毫米,硅砖 10~12 毫米,镁砖 8~10 毫米,机红砖 5~6 毫米。 (2)各条膨胀缝间距不大于 2.5~3.5 米; (3)留出的膨胀缝不应破坏砌体的气密性; (4)两层同质或异质耐火层的膨胀缝应错开,其

(续表 1-1-2)

故障原因分析	故障排除方法
	错开距离不小于 232 毫米; (5) 拱顶两端膨胀缝一般不留在拱端与墙面的连接处。错砌时的膨胀缝离墙面至少应相距 3 个拱环, 环砌时至少相距 2 个拱环, 拱顶很短时按特殊情况处理; (6) 炉墙和炉底的各层膨胀缝均按“弓”形留出, 拱顶膨胀缝成环形留出, 错砌膨胀缝留在齐缝环处; (7) 所有膨胀缝尺寸, 应包括在砌体总尺寸内。

7 新建炉子或大修后重新砌筑的炉子, 由于投产前烘炉不当造成炉体损坏。

新建炉子或经大修后重新砌筑的炉子, 投产前必须进行烘炉。按规定的升温曲线缓慢加热至使用温度, 以避免砌体损坏, 而影响使用寿命。因为升温速度过快, 使砌砖体产生不均匀的膨胀而损坏砌体。	投产前按制定的烘炉工艺和烘炉曲线烘炉, 使炉体逐渐干燥, 逐渐加热以防砌体开裂或剥落。 烘炉制度列于表后。
--	--

烘炉制度

1. 烘炉前的准备

烘炉前必须做好下列准备工作:

- ① 炉膛内部和烟道彻底清扫干净, 要做到无碎砖、木块、尘土以及其它杂物遗留在内。
- ② 炉子各部分必须经过全面检查, 特别是烟道、燃烧系统、冷却系统以及炉膛等, 对传动机构要进行试运转和调整。待检查合乎要求后, 方可允许烘炉。
- ③ 检查各阀门是否灵活好用, 检查炉子砌体, 特别是炉拱是否有异常现象。
- ④ 烘炉前, 炉子骨架上的所有纵横拉杆是否焊牢, 或其螺帽都应拧紧。
- ⑤ 根据炉子的具体情况, 应由专人制订烘炉操作规程。
- ⑥ 如炉子所用燃料不便于烘炉时, 则在烘炉前应另行添装临时加热装置。

2. 烘炉曲线

最常用的烘炉制度是台阶式升温方法, 其控制因素是升温速度和几个温度点的保温时间。用时间——温度来表示的图表称为烘炉曲线。

1) 烘炉的三个阶段:

- ① 水分排出期。在 $0^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 温度范围内, 砌体中水分排出期。所以须打开炉门, 便于水气排出; 同时, 为水分的充分排出, 应在 200°C 保温较长的时间。
- ② 砌体膨胀期。从 200°C 至 600°C 期间, 砌体开始膨胀和变形, 必须缓慢升温。升温速度一般不应超过 $50^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 。
- ③ 保温期。根据炉子的工作温度确定保温温度和升温速度, 每升温 $100^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$, 也应适当保温。

2) 制订烘炉曲线时应考虑的因素:

- ① 炉子的大小、筑炉材料的种类和性能、筑(修)炉季节和施工方法, 如厚度大的砌体烘炉时间长, 冬季施工的砌体比夏季施工的砌体需增长 $10\% \sim 20\%$ 。小的炉子相应短些, 但烘炉时