

# Contents 目录

## 法规园地

市场监管总局关于特种设备行政许可优化准入服务和加强事中事后监管措施的公告	03
市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告	05
市场监管总局办公厅关于贯流式锅炉相关技术问题的意见	15
市场监管总局办公厅关于规范压力容器安全技术有关要求的通知	16
市场监管总局特种设备局关于明确电梯救援通道有关要求的函	19

## 信息与动态

市场监管总局特种设备局关于印发《2019年特种设备安全监察与节能监管工作要点》的通知	20
山东省市场监督管理局出台12条措施 支持民营经济高质量发展	22
2019远东无损检测新技术论坛“山东专场”第二次筹备会顺利召开	24
精准扶贫办实事 走访入户送温情	24
全省电梯安全从业人员能力提升培训班（第一期）在枣庄举办	25

## 安全管理

1000MW超超临界机组高压旁路阀振动问题的分析与处理	26
超超临界机组汽水品质诊断技术	32
大径合金钢焊口热处理内外壁温差控制研究	37
循环流化床锅炉降低氮氧化物的运行优化	39



编委会

编委会主任：张波

编委会副主任：郭怀力

编委会委员：

张波 郭怀力 王富兴

王黎明 王威强 侯广山

杨建明 王有存 刘大宝

侯少华 王善奎 秦国梁

张文辉

主 编：郭怀力

责任编辑：董彬

编 辑：

苏敏 田家鹏 张利红

赵路宁 韩孜君 刘东方

主 办：山东省特种设备协会

地 址：济南市华能路89号山东质  
监综合服务大厦2楼205室

邮政编码：250100

投稿邮箱：TX88023907@126.COM

# Contents 目录

---

## 会员来稿

1Cr11MoNiW1VNbN钢渗氮工艺研究与应用	45
分布式燃气轮机用弹性环防变形控制方法研究与应用	48
锅炉安全维护保养浅析	51
压力容器安全管理与定期检验的探讨	58

---

## 他山之石

2013年6月21日浙江省湖州市静江公寓电梯急停事故	62
----------------------------	----

## 安全知识

---

气瓶安全知识	63
3月1日起, 这些应急与安全相关标准开始施行!	64

电 话

综 合 部: 0531-88023952

鉴定评审部: 0531-88023938

培 训 部: 0531-88023939

学术咨询部: 0531-88023907

传 真

0531-88023951 55692988

网 址

<http://www.sdtzsb.com>

出版日期: 2019年3月

准印证号: 鲁连内资第0010128号

编印单位: 山东省特种设备协会

印 数: 1000册

开 本: 16开

印刷单位: 山东明达印务有限公司

# 市场监管总局关于特种设备行政许可 优化准入服务和加强事中事后监管措施的公告

2019年 第8号

为深入贯彻落实国务院在全国推行“证照分离”改革的要求，有效降低企业制度性交易成本，加强特种设备监管，经广泛征求意见，市场监管总局制定了《特种设备行政许可优化准入服务和加强事中事后监管的措施》（见附件1），并对《特种设备作业人员考核规则》（TSGZ6001-2013）作了相应修订（见附件2），现予公告。

本公告中市场监管总局负责自我声明换证措施，自2019年6月1日起实施；其他特种设备行政许可事项相关措施，自2019年3月1日起实施。各省（自治区、直辖市）及以下特种设备安全监管部门负责特种设备行政许可事项，由发证机关按要求尽快完善相关措施，向社会公布后实施。

附件1 《特种设备行政许可优化准入服务和加强事中事后监管的措施》

附件2 《特种设备作业人员考核规则》（TSGZ6001-2013）作了相应修订

市场监管总局  
2019年2月18日

附件1

## 特种设备行政许可优化准入服务和加强事中事后监管的措施

### 一、特种设备行政许可优化准入服务的措施

（一）压缩审批时间和简化申请材料。特种设备生产单位（设计、制造、安装、修理、改造，下同）许可和检验检测机构核准审批发证时间进一步压缩5个工作日。特种设备生产单位许可取证申请材料简化为许可申请书，发证机关对营业执照实施在线核验。型式试验与监督检验不作为生产单位许可取证的前置条件，生产单位按照安全技术规范的要求，进行产品型式试验和监督检验。

（二）自我声明承诺换证。在本许可周期内未发生行政处罚、责任事故、质量安全问题和质量投诉未结案等情况，且满足相应许可条件中所规定生产业绩的生产单位，在许可证书有效期满前，

采取自我声明承诺持续满足许可条件要求的的方式申请直接换证，免除鉴定评审，但不得连续两个许可周期申请直接换证。不符合上述要求的特种设备生产单位，不得采取自我声明承诺的方式直接换证。

（三）简化特种设备作业人员换证手续。特种设备作业人员（含安全管理人员，下同）在资格证书有效期满前提交换证申请，发证机关核验通过后，直接办理换证。资格证书有效期逾期的，作业人员应重新申请取证。作业人员申请换证时所提供申请材料简化为换证申请表、作业人员证书（原件）、现用人单位出具的没有违章作业、未发生责任事故等不良记录证明。除焊接操作人员

外，其他作业人员换证一律不需要考试。不再要求换证申请人员提供安全教育和培训证明、持续作业时间证明和体检报告。

（四）免收费。特种设备生产单位许可、检验检测机构核准及检验检测人员资格认定涉及的技术性服务工作，采取政府购买服务方式确定鉴定评审机构和人员考试机构，并委托其开展鉴定评审和检验检测人员考试，不对行政许可相对人收费。

（五）推广网上业务办理。推广特种设备行政许可网上业务办理，实行网上申请和审批，并在网上公示审批程序、受理条件、办理标准和办理进度。

## 二、加强事中事后监管的措施

（一）强化证后监督检查。加大生产单位监督检查力度。对有投诉举报和质量问题的企业进行重点检查，并通过“双随机、一公开”的方式逐步实现生产单位监督检查全覆盖，进一步加大抽

查比例。对于作业人员，特种设备安全监督管理部门在开展特种设备现场监督检查时，依法抽查使用单位对其特种设备作业人员进行安全教育和技能培训的情况。

（二）强化监督检验。检验机构应严格按照相关安全技术规范的要求，在开展监督检验和型式试验时对持证生产单位的保持许可条件的情况进行检查，发现问题时应及时报发证机关。

（三）加大退出力度。对采取自我声明承诺申请直接换证的生产单位，如发现其提交的申请材料中有虚假内容的，发证机关应当依法作出撤销证书决定。对不再满足许可条件的持证单位，按有关法律法规的规定予以处理。

（四）信息公开。发证机关将证后监督抽查的结果依法向社会公开。对于因质量原因导致发生事故的生产单位和涉及行政处罚以及存在提供虚假信息失信情况的单位纳入社会信用体系。

## 附件 2

# 《特种设备作业人员考核规则》 (TSG Z6001-2013) 第 1 号修改单

## 一、“正文”修改内容

### （一）第二十四条修改为：

“持证人员应当在持证项目的有效期届满 1 个月前，自行或者委托考试机构向发证部门提出复审申请。

“申请复审时，持证人员应当提交以下资料：

“（一）《特种设备作业人员复审申请表》（见附件 B，1 份）；

“（二）《作业人员证》（原件）；

“（三）持证期间用人单位出具的无违章作业及未发生责任事故等不良记录证明（1 份）。”

### （二）第二十五条修改为：

“满足下列所有要求的，复审合格：

“（一）年龄 60 周岁以下（含 60 周岁）；

“（二）无违章作业、未发生责任事故等不良记录的；

“（三）在持证期间《作业人员证》的聘用记录中所从事持证项目的作业时间中断未超过 1 年的。”

“（四）符合有关安全技术规范规定条件的。”

“特种设备焊接操作人员需按照相应的安全技术规范的规定复审。”

（三）第二十八条修改为：

“复审不合格、证书有效期逾期未申请复审的持证人员，其《作业人员证》中的该项目失效，需重新申请领证。”

## 二、“附件 B”修改内容（略）

# 市场监管总局

## 关于特种设备行政许可有关事项的公告

为深入贯彻落实《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》及国务院在全国推行“证照分离”改革的要求，推进《特种设备安全监管改革顶层设计方案》实施，有效降低企业制度性交易成本，加强特种设备监管，经广泛征求意见，市场监管总局对现行特种设备生产许可项目、特种设备作业人员和检验检测人员资格认定项目进行了精简整合，制定了《特种设备生产单位许可目录》（附件1）、《特种设备作业人员资格认定分类与项目》（附件2）、《特种设备检验检测人员资格认定项目》（附件3），现予公告。

以上目录和项目自2019年6月1日起实施。

附件1 《特种设备生产单位许可目录》

附件2 《特种设备作业人员资格认定分类与项目》

附件3 《特种设备检验检测人员资格认定项目》

市场监管总局

2019年1月16日

附件1

### 特种设备生产单位许可目录

许可类别	项目	由总局实施的子项目	总局授权省级市场监管部门实施或由省级市场监管部门实施的子项目	备注
设计单位许可	压力容器设计	1. 压力容器分析设计(SAD) 2. 固定式压力容器规则设计 3. 移动式压力容器规则设计		1. 压力容器制造单位的设计许可纳入制造许可（压力容器分析设计除外），并在制造许可证上注明。 2. 压力容器制造单位设计本单位制造的压力容器，无需单独取得设计许可。无设计能力的压力容器制造单位应当将设计分包至持有相应设计许可的设计单位。 3. 取得分析设计的单位必须同时取得规则设计许可资格。

许可类别	项目	由总局实施的子项目	总局授权省级市场监管部门实施或由省级市场监管部门实施的子项目	备注
设计单位许可	压力管道设计	长输管道 (GA1、GA2)	1. 公用管道 (GB1、GB2) 2. 工业管道 (GC1、GC2、GCD)	许可参数级别及覆盖关系见注一。
制造单位许可	锅炉制造 (含安装 (散装锅炉除外)、修理、改造)	锅炉 (A)	锅炉 (B)	许可参数级别及覆盖关系见注二。
	压力容器制造 (含安装、修理、改造)	1. 固定式压力容器 (1) 大型高压容器 (A1) (2) 球罐 (A3) (3) 非金属压力容器 (A4) (4) 超高压容器 (A6) 2. 移动式压力容器 (1) 铁路罐车 (C1) (2) 汽车罐车、罐式集装箱 (C2) (3) 长管拖车、管束式集装箱 (C3) 3. 氧舱 (A5) 4. 气瓶 (1) 无缝气瓶 (B1) (2) 焊接气瓶 (B2) (3) 特种气瓶	固定式压力容器 (1) 其他高压容器 (A2) (2) 中、低压容器 (D)	1. 固定式压力容器压力分级方法按照《固定式压力容器安全技术监察规程》执行 (下同)。 2. 大型高压容器指内径大于或者等于 2 米的高压容器 (下同)。 3. 超大型压力容器是指因直径过大无法通过公路、铁路运输的压力容器。专门从事超大型中低压非球形压力容器分片现场制造的单位, 应取得相应级别的压力容器制造许可 (许可证书注明超大型中低压非球形压力容器现场制造), 持有 A3 级压力容器制造许可证的制造单位可以从事超大型中低压非球形压力容器现场制造。 4. 特种气瓶包括纤维缠绕气瓶 (B3)、低温绝热气瓶 (B4)、内装填料气瓶 (B5)。 5. 覆盖关系: A1 级覆盖 A2、D 级, A2、C1、C2 级覆盖 D 级。 6. 取得 A5 级压力容器制造许可的单位可以制造与其产品配套的中低压压力容器。
制造单位许可	安全附件制造	1. 安全阀 (A) 2. 爆破片装置 3. 紧急切断阀 (A) 4. 气瓶阀门	1. 安全阀 (B) 2. 紧急切断阀 (B)	1. 安全阀、紧急切断阀许可参数级别见注三。 2. 气瓶阀门许可范围不包括无毒不可燃非强氧化介质用气瓶阀门以及无国家标准的气瓶阀门 (非许可范围内气瓶阀门只需要通过型式试验)

许可类别	项目	由总局实施的子项目	总局授权省级市场监管部门实施或由省级市场监管部门实施的子项目	备注
制造单位许可	压力管道元件制造	1. 压力管道管子(A) 2. 压力管道阀门(A1、A2)	1. 压力管道管子(B) 2. 压力管道阀门(B) 3. 压力管道管件(无缝管件(B1、B2)、有缝管件(B1、B2)、锻制管件、聚乙烯管件) 4. 压力管道法兰(钢制锻造法兰) 5. 补偿器(金属波纹膨胀节(B1、B2)) 6. 元件组合装置	1. 同品种 A 级覆盖 B 级。 2. 主要压力管道元件许可参数级别见注三。
	境外特种设备制造	境外承压类特种设备实施制造许可制度： 1. 锅炉 2. 压力容器 3. 气瓶 4. 安全附件(安全阀、爆破片装置、紧急切断阀、气瓶阀门) 5. 压力管道元件(压力管道管子、压力管道阀门)	无	1. 境外承压类特种设备制造许可参数级别与境内相同。 2. 进口境外机电类特种设备(电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场(厂)内专用机动车辆)及其部件,在投入使用前应通过型式试验。
	电梯制造(含安装、修理、改造)	曳引驱动乘客电梯(含消防员电梯)(A1、A2)	1. 曳引驱动乘客电梯(含消防员电梯)(B) 2. 曳引驱动载货电梯和强制驱动载货电梯(含防爆电梯中的载货电梯) 3. 自动扶梯与自动人行道 4. 液压驱动电梯 5. 杂物电梯(含防爆电梯中的杂物电梯)	许可参数级别见注四。

许可类别	项目	由总局实施的子项目	总局授权省级市场监管部门实施或由省级市场监管部门实施的子项目	备注
制造单位许可	起重机械制造(含安装、修理、改造)	1. 桥式、门式起重机(A) 2. 流动式起重机(A) 3. 门座式起重机(A)	1. 桥式、门式起重机(B) 2. 流动式起重机(B) 3. 门座式起重机(B) 4. 机械式停车设备 5. 塔式起重机、升降机 6. 缆索式起重机 7. 桅杆式起重机	许可参数级别见注五。
制造单位许可	客运索道制造(含安装、修理、改造)	1. 客运架空索道(脱挂抱索器索道、双线往复式索道、单线固定抱索器索道) 2. 客运缆车 3. 客运拖牵索道	无	
	场(厂)内专用机动车辆制造(含修理、改造)	机动工业车辆(叉车)	非公路用旅游观光车辆(观光车、观光列车)	观光车: 额定载客人数(含驾驶人员)6—23人、且最大运行速度 $\leq 30\text{Km/h}$ ; 观光列车: 额定载客人数(含驾驶人员和安全员) $\leq 72$ 人、且最大运行速度 $\leq 20\text{Km/h}$ 。
	大型游乐设施制造(含安装、修理、改造)	1. 滑行和旋转类(含游乐车辆和无动力类)(A、B) 2. 游乐车辆和无动力类 3. 水上游乐设施	无	许可参数级别见注六。
安装改造修理单位许可	承压类特种设备安装、修理、改造	长输管道安装(GA1、GA2)	1. 锅炉安装(含修理、改造)(A、B) 2. 公用管道安装(GB1、GB2) 3. 工业管道安装(GC1、GC2、GCD)	1. 锅炉安装许可参数级别见注二。 2. 管道安装许可参数级别见注一。 3. 固定式压力容器安装不单独进行许可, 各类气瓶安装无需许可。 4. 压力容器制造单位可以设计、安装与其制造级别相同



许可类别	项目	由总局实施的子项目	总局授权省级市场监管部门实施或由省级市场监管部门实施的子项目	备注
安装 改造 修理 单位 许可				的压力容器和与该级别压力容器相连接的工业管道（易燃易爆有毒介质除外，且不受长度、直径限制）；任一级别安装资格的锅炉安装单位或压力管道安装单位均可以进行压力容器安装。 5. 压力容器改造和重大修理由取得相应级别制造许可的单位进行，不单独进行许可。
	电梯安装 (含修理)	无	1. 曳引驱动乘客电梯（含消防员电梯）（A1、A2、B） 2. 曳引驱动载货电梯和强制驱动载货电梯（含防爆电梯中的载货电梯） 3. 自动扶梯与自动人行道 4. 液压驱动电梯 5. 杂物电梯（含防爆电梯中的杂物电梯）	许可参数级别见注四。
	起重机械安装 (含修理)	无	1. 桥式、门式起重机（A、B） 2. 流动式起重机（A、B） 3. 门座式起重机（A、B） 4. 机械式停车设备 5. 塔式起重机、升降机 6. 缆索式起重机 7. 桅杆式起重机	许可参数级别见注五。
	客运索道安装 (含修理)	无	1. 客运架空索道（脱挂抱索器索道、双线往复式索道、单线固定抱索器索道） 2. 客运缆车 3. 客运拖牵索道	

许可类别	项目	由总局实施的子项目	总局授权省级市场监管部门实施或由省级市场监管部门实施的子项目	备注
安装 改造 修理 单位 许可	大型游乐设施安装 (含修理)	无	1. 滑行和旋转类 (含游乐车辆和无动力类)(A、B) 2. 游乐车辆和无动力类 3. 水上游乐设施	许可参数级别见注六。
	场(厂)内专用机动车辆修理	无	1. 机动工业车辆 (叉车) 2. 非公路用旅游观光车辆(观光车、观光列车)	观光车: 额定载客人数(含驾驶人员)6—23人、且最大运行速度 $\leq 30\text{Km/h}$ ; 观光列车: 额定载客人数(含驾驶人员和安全员) $\leq 72$ 人、且最大运行速度 $\leq 20\text{Km/h}$ 。
充装 单位 许可	移动式压力容器、气瓶充装	无	全部	

注一：压力管道设计、安装许可参数级别

许可级别	许可范围	备注
GA1	1.设计压力大于或者等于4.0MPa(表压,下同)的长输输气管道 2.设计压力大于或者等于6.3MPa的长输输油管道	GA1级覆盖 GA2级
GA2	GA1级以外的长输管道	—
GB1	燃气管道	—
GB2	热力管道	—
GC1	1.输送《危险化学品目录》中规定的毒性程度为急性毒性类别1介质、急性毒性类别2气体介质和工作温度高于其标准沸点的急性毒性类别2液体介质的工艺管道; 2.输送GB50160《石油化工企业设计防火规范》、GB50016《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或者甲类可燃液体(包括液化烃),并且设计压力大于或者等于4.0MPa的工艺管道; 3.输送流体介质,并且设计压力大于或者等于10.0MPa,或者设计压力大于或者等于4.0MPa且设计温度高于或者等于400℃的工艺管道。	GC1级、GCD级覆盖GC2级
GC2	1.GC1级以外的工艺管道 2.制冷管道	—
GCD	动力管道	—

注二：锅炉制造、安装许可参数级别

许可参数级别	许可范围（注）	备注
A	额定出口压力大于2.5MPa的蒸汽和热水锅炉	A级覆盖B级。A级锅炉安装覆盖GC2、GCD级压力管道安装。
B	额定出口压力小于等于2.5MPa的蒸汽和热水锅炉；有机热载体锅炉	B级锅炉安装覆盖GC2级压力管道安装。

注：  
 1. A级锅炉制造许可范围还包括锅筒、集箱、蛇形管、膜式壁、锅炉范围内管道及管道元件、鳍片式省煤器，其他承压部件制造由上述制造许可覆盖，不单独进行许可。B级许可范围的锅炉承压部件由持锅炉制造许可证的单位制造，不单独进行许可。  
 2. 锅炉制造单位可以安装本单位制造的锅炉（散装锅炉除外），锅炉安装单位可以安装与锅炉相连接的压力容器、压力管道（易燃易爆有毒介质除外，不受长度、直径限制）。  
 3. 锅炉改造和重大修理，应由取得相应级别的锅炉安装资格的单位或锅炉制造资格的单位进行，不单独进行许可。

注三：压力管道管子、压力管道阀门、安全阀制造许可参数级别

设备类别 (品种)	许可参数级别（除紧急切断阀外同品种A级覆盖B级）	
	A级	B级
安全阀	1.公称压力大于或者等于10MPa且公称通径大于或者等于100mm的安全阀； 2.公称压力大于或者等于4.0MPa且设计温度低于或者等于零下101℃的安全阀	其他安全阀
紧急切断阀	用于移动式压力容器上的紧急切断阀	其他紧急切断阀
压力管道管子 (无缝钢管、焊接钢管、非金属材料管)	1.公称直径大于或者等于150mm且公称压力大于或者等于10MPa用于压力管道的无缝钢管 2.公称直径大于或者等于800mm用于输送石油天然气的焊接钢管 3.公称直径大于或者等于450mm用于输送燃气的聚乙烯管	除A级以外的其他无缝钢管、焊接钢管、聚乙烯管；非金属材料管中的其他非金属材料管。
压力管道阀门 (金属阀门)	A1：公称压力大于或者等于10MPa且公称直径大于或者等于300mm的金属阀门 A2：公称压力大于4.0MPa且设计温度低于或者等于零下101℃的金属阀门	公称压力大于4.0MPa且公称直径大于或者等于50mm的其他金属阀门。
压力管道管件 (无缝管件、有缝管件、锻制管件、聚乙烯管件)	—	锻制管件、聚乙烯管件； B1：公称直径大于或者等于300mm且标准抗拉强度下限值大于540MPa的无缝管件、标准抗拉强度下限值大于540MPa的有缝管件； B2：其他无缝管件、有缝管件。

设备类别 (品种)	许可参数级别 (除紧急切断阀外同品种A级覆盖B级)	
	A级	B级
补偿器 (金属 波纹膨胀节)	—	B1: 公称压力大于或者等于 4.0MPa且公称直径大于或者等 于500mm的金属波纹膨胀节; B2: 其他金属波纹膨胀节。
法兰 (钢制锻 造法兰)	—	钢制锻造法兰
元件组合装置	许可产品范围按相关安全技术规范的规定确定。	

注四：电梯许可参数级别

设备类别	许可参数级别			备 注
	A1	A2	B	
曳引驱动乘客电梯 (含消防 员电梯)	额定速度 > 6.0m/s	2.5m/s < 额定 速度 ≤ 6.0m/s	额定速度 ≤ 2.5m/s	A1级覆盖A2和B级, A2级覆盖B级。
曳引驱动载货电梯和强制驱 动载货电梯 (含防爆电梯中 的载货电梯)	不分级			
自动扶梯与自动人行道	不分级			
液压驱动电梯	不分级			
杂物电梯 (含防爆电梯中的 杂物电梯)	不分级			

注五：起重机械许可参数级别

设备类别	许可参数级别		备 注
	A	B	
桥式、门式起重机	200t以上	200t及以下 (注)	A级覆盖B级, 岸边集装箱起重 机、装卸桥纳入A级许可。
流动式起重机	100t以上	100t及以下 (注)	A级覆盖B级
门座式起重机	40t以上	40t及以下 (注)	A级覆盖B级
机械式停车设备	不分级		
塔式起重机、升降机			
缆索式起重机			
桅杆式起重机			

注：t是指额定起重量(吨)。

注六：大型游乐设施许可参数级别

设备类别	许可参数级别		备注
	A	B	
滑行为和旋转类 (含游乐车辆和无动力类)	1.滑行车类：运行速度 $\geq 50\text{km/h}$ ，或轨道高度 $\geq 10\text{m}$ 2.架空游览车类：轨道高度 $\geq 10\text{m}$ ，或单车（列）承载人数 $\geq 40$ 人 3.滑道类长度 $\geq 800\text{m}$ 4.观览车类：高度 $\geq 50\text{m}$ ，或单舱承载人数 $\geq 38$ 人 5.陀螺类：倾角 $\geq 70^\circ$ ，或回转直径 $\geq 12\text{m}$ 6.飞行塔类：运行高度 $\geq 30\text{m}$ ，或承载人数 $\geq 40$ 人 7.转马类：回转直径 $\geq 14\text{m}$ ，或承载人数 $\geq 90$ 人 8.自控飞机类：回转直径 $\geq 14\text{m}$ ，或承载人数 $\geq 40$ 人	A级以外的其他滑行为和旋转类大型游乐设施。	A级覆盖B级，滑行为和旋转类许可可以覆盖游乐车辆和无动力类大型游乐设施许可。
游乐车辆和无动力类	赛车、小火车、碰碰车和无动力大型游乐设施，不分级。		
水上游乐设施	不分级		

附件 2

## 特种设备作业人员资格认定分类与项目

序号	种类	作业项目	项目代号
1	特种设备安全管理	特种设备安全管理	A
2	锅炉作业	工业锅炉司炉	G1
		电站锅炉司炉（注1）	G2
		锅炉水处理	G3
3	压力容器作业	快开门式压力容器操作	R1
		移动式压力容器充装	R2
		氧舱维护保养	R3
4	气瓶作业	气瓶充装	P
5	电梯作业	电梯修理（注2）	T
6	起重机作业	起重机指挥	Q1
		起重机司机（注3）	Q2

序号	种类	作业项目	项目代号
7	客运索道作业	客运索道修理	S1
		客运索道司机	S2
8	大型游乐设施作业	大型游乐设施修理	Y1
		大型游乐设施操作	Y2
9	场(厂)内专用机动车辆作业	叉车司机	N1
		观光车和观光列车司机	N2
10	安全附件维修作业	安全阀校验	F
11	特种设备焊接作业	金属焊接操作	(注4)
		非金属焊接操作	

注1: 资格认定范围为300MW以下(不含300MW)的电站锅炉司炉人员, 300MW电站锅炉司炉人员由使用单位按照电力行业规范自行进行技能培训。

注2: 电梯修理作业项目包括修理和维护保养作业。

注3: 可根据报考人员的申请需求进行范围限制, 具体明确限制为桥式起重机司机、门式起重机司机、塔式起重机司机、门座式起重机司机、缆索式起重机司机、流动式起重机司机、升降机司机。如“起重机司机(限桥门式起重机)”等。

注4: 特种设备焊接作业人员代号按照《特种设备焊接操作人员考核规则》的规定执行。

### 附件3

## 特种设备检验检测人员资格认定项目

许可类别	项目	由总局实施的子项目	总局授权省级市场监管部门实施的子项目	备注
特种设备检验检测人员资格认定	特种设备检验人员资格认定	检验员 检验师	无	
	特种设备无损检测人员资格认定	III级 II级 (除RT、UT、MT、PT外)	II级 (RT、UT、MT、PT) I级	
	锅炉水(介)质处理检测人员资格认定	检测员 检测师	无	

# 市场监管总局办公厅 关于贯流式锅炉相关技术问题的意见

市监特设函〔2019〕95号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团市场监管局（厅、委）：

近期，为适应贯流式锅炉新技术发展需要，市场监管总局特种设备局委托特种设备安全与节能技术委员会，组织专家对贯流式锅炉相关技术问题进行了研究论证。根据贯流式锅炉特点及论证结果，现提出以下意见：

一、鉴于贯流式锅炉具有炉膛蓄热量和锅炉水容量小、无明显水位分界线的特点，对于采用可靠的壁温预警及水位示控装置且额定蒸发量 $\leq 4\text{t/h}$ 的全自动燃油/燃气贯流式锅炉，允许只装设一个直读式水位表；冲洗阀门可装设在水位表和水位控制筒之间；允许采用一个给水泵；锅炉可在水位高于最高安全水位状态下启动；在确保排污阀质量安全可靠的情况下，允许采用一个排污阀。

二、鉴于贯流式锅炉蒸汽空间小、蒸汽压力波动较大、水质要求较高、压力表安装在蒸汽空间容易损坏的实际情况，允许将压力表安装在水侧，但在锅炉使用说明书中应明确对压力表连通管路的冲洗要求，保证其畅通。

三、对于出口水温小于 $100^{\circ}\text{C}$ 、允许工作压力 $\leq 2.5\text{MPa}$ 且受热面管接头采用机械坡口和氩弧焊焊接的省煤器，其受热面管可免做无损检测。

总局将在修订《锅炉安全技术监察规程》时补充完善贯流式锅炉有关技术要求。相关贯流式锅炉生产企业要进一步严格落实法规标准要求，提高生产制造质量，确保产品质量安全。

市场监管总局办公厅

2019年1月15日



# 市场监管总局办公厅 关于规范压力容器安全技术有关要求的通知

市监特设函〔2019〕195号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团市场监管局（厅、委）：

针对近期压力容器（含气瓶）安全监察工作中出现的新情况、新问题，为进一步完善安全监察工作，现就有关安全技术要求通知如下：

## 一、采用应变强化技术制造深冷压力容器

### （一）关于产品标准和相关要求。

1. 深冷压力容器指用于储存或运输冷冻液化气体的压力容器。采用应变强化技术制造固定式深冷压力容器，应当按照 GB/T 18442.7-2017《固定式真空绝热深冷压力容器 第7部分：内容器应变强化技术规定》的要求执行。采用应变强化技术制造移动式深冷压力容器，在相应国家标准颁布前，制造技术要求应不低于标准 T/CATSI 05001-2018《移动式真空绝热深冷压力容器内容器应变强化技术要求》（下载网址 <http://www.cdsc.org.cn>）的规定。

2. 制造单位可以自行制定采用应变强化技术制造深冷压力容器的企业标准并自我声明，但其技术要求应当分别不低于 GB/T 18442.7-2017 和 T/CATSI 05001-2018 的规定。

3. 采用应变强化技术制造的深冷压力容器，其设计文件、出厂文件中应当注明“应变强化容器”，产品铭牌中应有“PS”标识。

4. 监督检验机构应当对应变强化过程和结果进行现场监督和确认，并在应变强化处理报告上签字。

### （二）关于型式试验。

1. 首次采用应变强化技术制造深冷压力容器

的单位，应当约请具有资质的型式试验机构进行深冷容器型式试验。型式试验包括内容器应变强化工艺验证性试验和真空绝热罐体低温性能试验两部分内容。

2. 采用应变强化技术制造深冷压力容器内容器前，制造企业应当先试制样品容器，并对样品容器进行应变强化工艺验证。型式试验机构应当现场确认应变强化工艺验证的过程，并在报告上签字。试制过程应当约请监督检验机构现场见证。

3. 对通过型式试验的，型式试验机构应出具《型式试验证书》并上传公示，《型式试验证书》注明证书覆盖范围以及有效期。

### （三）关于型式试验证书转化。

1. 对本通知发布之前已经通过应变强化深冷压力容器技术评审且未超过4年的制造单位，应当将原焊接工艺评定、样品容器测试项目及相关技术指标与 GB/T 18442.7-2017 或 T/CATSI 05001-2018 进行符合性对比，形成对比报告，并于2019年6月1日前提交给具有相应资质的型式试验机构，型式试验机构审核通过后转化为《型式试验证书》。

2. 超过4年的制造单位，应当按照上述要求完成符合性对比、形成对比报告，并约请型式试验机构，由型式试验机构随机抽取产品进行现场应变强化过程见证、低温性能试验，通过后转化为《型式试验证书》，否则应当重新进行型式试验。

### （四）关于信息采集。

1. 制造单位应按照信息采集程序及要求（下载网址：<http://www.cdsc.org.cn>）将应变强化处理



相关数据通过信息采集终端实时上传到全国应变强化深冷容器信息服务平台（以下简称平台，网址：<http://sh.tpvms.org>）。监督检验机构对未按规定上传相关数据的设备，不得签发监督检验证书。

2. 型式试验机构负责对制造单位上传至平台的应变强化处理数据和结果进行定期分析管理，并将数据分析的结果作为后续型式试验减免项目的依据。

3. 型式试验机构还应当对已经取得《型式试验证书》的制造单位的质量管理体系运行情况、质量管理责任人员到岗履职情况、以及应变强化处理相关数据上传情况进行随机抽查，发现严重违反标准规定、不能保证应变强化工艺质量的制造单位，型式试验机构可以收回其签发的《型式试验证书》，并且将违规情况及时上报至市场监管总局特种设备局。

## 二、关于带卸液泵的移动式深冷压力容器

为防止用户使用带卸液泵的移动式深冷压力容器（以下简称带泵罐车）向车载气瓶或其他移动式压力容器进行违规充装导致事故，带泵罐车的使用应当符合以下规定：

（一）带泵罐车使用单位应当按照《特种设备使用管理规则》（TSG 08-2017）规定，承担本单位移动式压力容器使用安全的主体责任。应当继续执行原质检总局特种设备局发布的《关于在全国推广应用移动式压力容器公共服务信息追溯平台的通知》（质检特函〔2017〕38号）的要求，鼓励带泵罐车使用单位采用物联网技术对本单位的带泵罐车的使用（包括定点卸液）进行运行轨迹监控。使用单位应当确保本单位带泵罐车的合规使用，并将卸液点等相关信息及时上传或共享至“全国移动式压力容器定点卸液信息服务平台”（网址：<http://www.tpvms.org>，以下简称定点卸液平台），并接受带泵罐车和卸液点压力容器使用单位所在地安全监察机构的监督管理。

（二）对于新购置的带泵罐车，应当在销售合同中注明制造单位负责将带泵罐车产品相关信

息上传至定点卸液平台。对于在用带泵罐车但未加装定点卸液监控终端（以下简称监控终端）的，使用单位应当在定期检验有效期届满前联系原制造单位，要求原制造单位逐台加装监控终端；发现存在安全隐患的，由原制造单位通过维修改造等措施消除安全隐患后加装监控终端。

（三）检验机构进行带泵罐车制造监督检查时，应当核查带泵罐车是否加装监控终端并纳入定点卸液平台；在定期检验时应当核查带泵罐车是否纳入定点卸液平台并正常使用、监控终端是否遭到破坏或拆除。凡存在未加装监控终端、未纳入定点卸液平台运行、监控终端遭到破坏或拆除、未设置卸液点或违规未处理等情况的带泵罐车，检验机构不得出具监督检验证书或定期检验合格报告。

（四）各级特种设备安全监察机构应当将带泵罐车列为重点设备加强监督检查。在带泵罐车办理使用登记时，登记机关应当核查该带泵罐车是否已纳入定点卸液平台运行，尚未纳入定点卸液平台运行的带泵罐车不予办理使用登记。

（五）液态二氧化碳带泵罐车的管理按照上述规定执行。

## 三、关于真空绝热罐体低温性能型式试验

（一）关于型式试验抽取数量和证书要求。

1. 固定式深冷压力容器真空绝热罐体型式试验抽取数量、罐体容积间覆盖关系应当满足产品标准和型式试验规则的要求。

2. 移动式深冷压力容器真空绝热罐体应当按型号各抽取一台进行试验。

3. 《型式试验证书》应注明有效期。

（二）关于移动式深冷压力容器相关型式试验报告及证书转化。

新标准 NB/T 47058-2017《冷冻液化气体汽车罐车》、NB/T 47059-2017《冷冻液化气体罐式集装箱》发布实施后，对按照原标准生产的移动式压力容器产品的低温性能型式试验，提出以下要求：

1. 制造单位应当依据新标准要求, 进行本单位产品低温绝热性能项目和相关技术指标的符合性对比工作。对于不符合新标准要求的, 应当主动联系原型式试验机构重新进行试验。对于符合新标准要求或重新试验合格的, 由型式试验机构完成型式试验报告及《型式试验证书》的转化。

2. 移动式深冷压力容器低温绝热性能型式试验报告及《型式试验证书》的转化工作, 应当在2019年10月1日前完成。

#### 四、关于 GB/T 5099-2017《钢质无缝气瓶》

##### (一) 关于标准实施的过渡期。

1. GB/T 5099.1-2017《钢质无缝气瓶 第1部分: 淬火后回火处理的抗拉强度小于1100MPa的钢瓶》和 GB/T 5099.3-2017《钢质无缝气瓶 第3部分: 正火处理的钢瓶》的实施日期为2019年1月1日。由于本次标准修订变化较大, 考虑气瓶制造单位实施标准中遇到的原材料采购和制造设备安装调试等实际情况, 设定标准实施过渡期为一年, 过渡期内新旧标准同时有效。在过渡期内, 制造单位仍可以采用已鉴定合格的原设计文件进行制造。2020年1月1日前, 各制造单位应当按照新标准完成设计文件转化和型式试验。

2. 2020年1月1日起, 各生产单位应当全面执行 GB/T 5099-2017《钢质无缝气瓶》。

##### (二) 关于水压试验测定残余变形率。

1. 2020年1月1日起, 对于按照 GB/T 5099.1-2017《钢质无缝气瓶 第1部分: 淬火后回火处理的抗拉强度小于1100MPa的钢瓶》生产的气瓶, 应当采用外测法逐只进行水压试验测定残余变形率并实现试验数据的实时纪录和可追溯。

2. 对于按照 GB/T 5099.3-2017《钢质无缝气瓶 第3部分: 正火处理的钢瓶》生产的气瓶, 可以采用内测法和外测法相结合的方法进行水压试验测定残余变形率(即每批气瓶抽取5%的气瓶进行逐只外测法水压试验, 其余逐只进行内测法水压试验), 外测法和内测法的残余变形率检测结果均应当满足标准要求。

##### (三) 关于充装混合气体的无缝气瓶。

1. 充装混合气体的无缝气瓶应当优先选用按照 GB/T 5099.1-2017《钢质无缝气瓶 第1部分: 淬火后回火处理的抗拉强度小于1100MPa的钢瓶》生产的钢瓶。

2. 如果选用按 GB/T 5099.3-2017《钢质无缝气瓶 第3部分: 正火处理的钢瓶》生产的正火瓶, 应当严格控制混合气体的杂质成分含量。

#### 五、其他事项

##### (一) 关于深冷压力容器的相关技术要求。

1. 为防止罐体过量充装造成事故, 设计、制造单位应当提出对罐体最大充装量进行控制的措施并告知使用单位。制造单位应对几何容积小于等于 $10\text{m}^3$ 的固定式深冷压力容器配装限充装置。

2. 盛装液化天然气(LNG)的移动式压力容器, 采用自增压卸液方式时, 罐体设计压力不得超过1.0MPa。

3. 盛装沸点不高于 $-182^\circ\text{C}$ 介质的深冷压力容器, 制造单位应当要求绝热材料生产单位提交具有相应资质的国家质检中心出具的绝热材料与氧相容性的测试合格报告。

4. 储存液氧介质的深冷压力容器, 应当在结构设计上考虑避免C、H化合物的积聚, 以防范罐体爆炸的风险。

5. 对深冷压力容器的内容器进行外压计算时, 外压计算压力由设计者根据内容器在制造、运输、装卸、检验与试验或者其他工况中可能出现的最大内外压力差确定, 可不限定0.1MPa或0.04MPa的外压计算压力下限值。

##### (二) 关于充装应力腐蚀介质的移动式压力容器选材。

1. 对于充装含水量低于0.2%的无水氨介质的罐体, 不得使用低碳钢和低合金高强度钢。对于充装含水量略高于0.2%的无水氨介质的罐体使用低碳钢和低合金高强度钢时, 应当选用标准规定屈服强度小于等于370MPa、实测抗拉强度小于等于630MPa的材料, 其使用状态为正火, 且不得

采用调质钢。

2. 除无水氨介质外，其他有应力腐蚀介质的罐体选材应当满足《移动式压力容器安全技术监察规程》及设计所依据的产品标准要求。否则，通过新材料技术评审后方可进行设计制造。

(三) 关于环氧乙烷移动式压力容器设计参数方案。

已通过环氧乙烷介质技术评审的汽车罐车、罐式集装箱的设计制造单位，自本通知发布之日起，其产品应当符合《环氧乙烷移动式压力容器的专项技术要求》规定的新设计参数方案，不符合要求的不得制造与通过监督检验。

(四) 关于空分装置试生产期间试充装介质的出厂销售。

1. 建设空分生产装置申请移动式压力容器试充装的单位，应当取得工程规划相关许可，并获得安全条件审查意见书和安全设施设计审查意见书，同时提供企业可以依法依规进行试生产的文件。充装单位进行试充装（试充装期限与建设项目试生产期限相同）介质的销售范围，由充装许可受理单位根据专家评审意见限定后，可以出厂销售。

2. 试充装期满，经鉴定评审合格，在颁发充装许可证书以前，发证机关还应核查充装单位是否取得经营许可（对无需危化品经营许可的项目应取得安全生产许可）。

市场监管总局办公厅

2019年1月29日

## 市场监管总局特种设备局 关于明确电梯救援通道有关要求的函

特设局函〔2019〕2号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团市场监管局（厅、委）：

2018年7月30日，市场监管总局办公厅印发了《关于〈电梯监督检验和定期检验规则——曳引与强制驱动电梯〉（TSG T7001-2009，含第2号修改单）电梯救援通道相关要求的实施意见》（市监特〔2018〕37号）（简称《意见》）。近期，我局收到关于《意见》实施的反馈，对“现有建筑物中增设的电梯”有不同理解。为统一执行尺度，现予以明确，“现有建筑物中增设的电梯”既包括2018年7月30日之前已建成的建筑物，又包括2017年10月1日之前取得《建设工程规划许可证》的建筑物，新增井道中安装的电梯或原有井道中新安装的电梯。

另外，对检验合格的电梯进行改造或更换时，监督检验中对救援通道项目可按照改造或更换前的对应项目要求进行检查。

各地在执行过程中遇到的问题，请报我局。

市场监管总局特种设备局

2019年1月23日

# 市场监管总局特种设备局关于印发《2019年特种设备安全监察与节能监管工作要点》的通知

**摘要：**各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团市场监管局（厅、委）：现将《2019年特种设备安全监察与节能监管工作要点》印发给你们，请结合工作实际，认真贯彻落实。

市场监管总局特种设备局  
2019年2月19日

## 2019年特种设备安全监察与节能监管工作要点

2019年工作的总体要求是：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，认真贯彻落实全国安全生产电视电话会议精神和全国市场监管工作会议各项工作部署，坚持新发展理念，坚持服务改革发展大局，突出“防控风险、落实责任、深化改革、夯实基础”四项主题，努力实现坚决遏制特种设备重特大事故、减少较大和一般事故的总体目标，全力维护特种设备安全形势稳定向好。

### 一、强化风险防控，牢守安全底线

1. 构建双重预防机制。持续推进双重预防工作机制研究，发布隐患排查治理分级标准和指导性文件，启动安全风险分级管控方法标准的制定工作。各地结合本区域实际，编制双重预防工作细则，指导特种设备使用单位开展双重预防体系建设，推动落实企业主体责任。

2. 开展风险识别分析。定期对全国特种设备安全状况进行分析，重点开展锅炉 P91 管道材料使用、起重机械等安全风险分析。各地要针对特种设备多发事故进行案例分析，开展本区域范围内特种设备风险识别，通过风险警示、采取针对性措施等手段，督促企业落实主体责任，预防事故发生。

3. 开展针对性隐患排查治理。按计划继续推

进大型游乐设施乘客束缚装置、客运架空索道、锅炉范围内管道及危险化学品相关特种设备等专项整治工作。

4. 加强事中事后监管。强化生产单位监督检查，对有投诉举报和涉嫌存在质量问题的企业进行重点检查，并通过“双随机、一公开”的方式实现监督检查全覆盖，进一步提高证后监督检查比例。开展特种设备综合检验机构、无损检测机构工作质量专项监督检查。

### 二、健全责任体系，提升监管效能

5. 进一步完善监管责任体系。在党委政府统一领导下，推动落实地方党委政府的领导责任、属地管理责任和相关部门的行业监管责任，构建各部门齐抓共管、全社会共同参与的综合治理格局。科学合理界定监管事权，理顺各层级监管职责，强化上下联动，加强与信用、执法等系统内部单位之间的互动融合，形成监管系统合力。

6. 切实夯实企业主体责任。综合运用市场化机制、信息化手段，强化监管执法，严厉查处企业违法违规行为，加大信息公开力度，推动部门联合惩戒，倒逼企业落实主体责任。

7. 充分发挥技术支撑和社会组织作用。发挥检验机构技术把关作用，为特种设备安全监管提

供技术支撑。发挥社会组织和广大民众对特种设备安全监督的作用，发动全社会力量积极参与特种设备安全监管工作，提高全社会的安全意识。

8. 促进节能环保质量提升。落实《关于加强锅炉节能环保工作的通知》工作要求，做好锅炉相关环保监管工作，促进锅炉节能环保水平提升。开展热交换器能效测试工作试点。

### 三、深化安全监管改革，创新工作机制

9. 推动行政许可改革措施落地。修订完善与行政许可改革相配套的安全技术规范，推动行政许可改革措施落地。进一步加大对鉴定评审人员的培训力度，强化鉴定评审机构管理，督促提升鉴定评审质量。各地要根据新的许可目录及时调整许可审批系统，调整配备鉴定评审资源，尽快对本部门负责实施的特种设备许可事项准入服务措施进行优化，向社会公布后实施，并在做好许可改革的同时，强化事中事后监管。

10. 提高检验效能和供给水平。科学定位电梯检验、检测属性，优化配置电梯检验资源。加快修订检验机构核准规则，合理调整检验项目和核准条件，开展检验机构资格核准，提升检验供给水平。

11. 全面推进电梯责任保险。联合银保监、协调保险行业协会提出发展电梯责任保险的具体措施和保险示范条款。各地要通过政策激励、示范、宣传等措施提高电梯责任保险覆盖率，在推动“按需维保”改革中激励电梯责任保险发展，力争电梯责任保险覆盖率提高到30%以上。各省要选择1-2个城市作为试点，推动电梯“保险+服务”、“电梯养老保险”等保险新模式应用。

### 四、夯实工作基础，强化基层能力建设

12. 完善特种设备法规体系。推动修订《特种设备安全监察条例》，研究《电梯安全条例》，启动《特种设备目录》修订，加快《特种设备现场检查规则》《特种设备事故报告和调查处理规定》等规章制修订，完善《特种设备检验机构核准规则》等安全技术规范。研究确定场（厂）内

专用机动车辆“三区”具体监管边界，探索场（厂）内专用机动车辆监管新模式。推动落实三部门关于锅炉节能环保工作要求，构建锅炉安全节能环保三位一体的工作格局。

13. 发挥科技平台作用。以特种设备科技协作平台为基础，结合国家“十三五”科研规划和项目，加强科技攻关，解决重大技术难题。组织推动X80钢级天然气管道焊接工艺和检测标准研究。

14. 加强信息化建设。继续推进电梯质量安全追溯平台、移动式压力容器和气瓶追溯体系建设，推动完善全国统一LPG气瓶及瓶阀产品质量安全信息查询平台建设。开展特种设备安全监管综合系统和锅炉能效监管系统建设，进一步完善综合统计、事故信息统计及分析功能。

15. 推动基层能力提升。组织举办市地分管局长培训班、基层安全监察骨干培训班。完成承压类特种设备培训教材、机电类特种设备培训教材和安全监察人员考试题库的编写工作。在总局特种设备局子网站开设“基层培训”专栏，通过培训材料、视频等公开课提升基层特种设备安全监察人员监察能力。组织建设APP平台，丰富基层特种设备安全监察人员培训渠道。各地要坚持多措并举，加快队伍融合，加大对基层教育培训力度，提升队伍专业化能力。

16. 规范基层履职要求。结合统一执法要求，研究B类特种设备安全监察人员改革工作。配合相关部门研究尽职免责相关文件，鼓励基层干部履职尽责、担当作为。

17. 深化全面从严治党。坚持把党的政治建设摆在首要位置，牢固树立“四个意识”，坚定“四个自信”，坚决做到“两个维护”。要持之以恒正风肃纪，深入贯彻落实中央八项规定精神，坚决纠正“四风”特别是形式主义、官僚主义。要继续弘扬“四特”精神，持续深化作风建设。要坚定不移推进党风廉政建设和反腐败斗争，使广大特设干部队伍进一步强化廉洁自律意识，提高拒腐防变能力。

# 山东省市场监督管理局出台12条措施 支持民营经济高质量发展

为贯彻鲁政发〔2018〕26号《关于支持民营经济高质量发展的若干意见》，发挥市场监管职能，支持民营经济高质量发展，山东省市场监督管理局出台《关于支持民营经济高质量发展的十二条措施》。

**1. 优化企业开办流程。**进一步压缩企业开办时间，确保3个工作日完成营业执照办理、公章刻制、银行开户、涉税办理、社保登记等事项。实行纸质营业执照快递服务。完善全程电子化登记模式，拓展电子营业执照使用范围，提高网上登记申请办理率。提高企业并购重组登记业务办理速度，不同层级、区域登记机关加强业务衔接，支持企业同时办理注销、设立或变更登记。

具备了电子营业执照链接电子标识、智能IC卡和手机版三种类型电子营业执照发放能力

具备了电子营业执照链接电子标识、智能IC卡和手机版三种类型电子营业执照发放能力

**2. 持续精简涉企证照。**落实国务院第一批“证照分离”改革事项，对直接取消审批的2项，移出“双告知”目录；对审批改为备案、实行告知承诺、优化准入服务的104项，与审批部门共享法定代表人、股东身份证明、经营场所证明等信息，精简申请材料，压缩审批时限。

**3. 简化许可审批程序。**对省级实施的17类工业产品生产许可审批事项，全部委托市级审批。取消工业产品生产许可发证前检验，改由企业提交产品检验合格报告。除危险化学品外，实行承诺发证，发证后进行现场核查。推行不见面审批，实行网上办理、证照快递。

**4. 提升药品医疗器械创新产品和重大项目审**

**评审批效能。**扩大串联改并联审批范围，将药品经营（批发）许可和药品GSP认证纳入并联审批。对容缺受理的药品GMP认证事项，通过现场检查和综合评定后，先行公示，取得药品批准文号后再审批。对我省药品生产企业研制的同品种全国前3名通过仿制药质量和疗效一致性评价的品种，给予200万元奖补。做好创新、重大项目预先指导服务，制定“一企一策”帮扶措施，早期介入、精准指导、依法审批，加快重点项目落地。

**5. 推进小微企业治理结构和产业结构“双升”战略实施。**落实“双升”战略各项工作任务，确保2019年完成总体目标任务的85%。制定出台“个转企”工作指导意见，到2020年引导支持10万家个体工商户转型升级为小微企业。组织协调联席会议成员单位开展“个转企”小微企业、规模及限额以上民营企业培训工作，2019年省局举办20期2000家新升级小微企业培训班。

**6. 推动企业质量品牌发展。**2019年举办商标品牌战略主题宣传活动和马德里商标国际注册巡回研讨，引导民营企业推进商标作价出资、商标转让、商标许可等市场化运作，提高商标运用管理水平。组织1000家民营企业先进质量管理方法及品牌培育提升培训，帮扶100家民营企业导入卓越绩效管理模式，培育争创中国质量奖、省长质量奖。开展“泰山品质”高端特色认证，组织“认证讲师团”活动，为民营企业开展认证和检测免费辅导咨询。依托济南商标审查协作中心，方便民营企业就近办理商标申请注册业务。

**7. 指导企业制定行业领先标准。**统筹标准化工作相关资金，支持民营企业主导参与国际、国家、

行业和地方标准的制定修订；支持民营企业参加各级标准化技术委员会组织。继续推行企业标准“领跑者”制度，支持民营企业将先进技术转化为标准，制定实施行业领先的企业标准，提升产品质量水平和核心竞争力。为民营企业实施环保地方标准预留过渡期，强制性标准发布和实施之间不少于6个月。组织计量技术机构向民营企业开放计量实验室，对强制检定计量器具免费检定。

**8. 支持开展知识产权质押融资。**将知识产权质押融资项目扶持资金的资助范围由小微企业扩大到中小微企业，年度贴息最高额度从20万元提高至50万元。对通过专利权“政银保”融资试点形式获得质押贷款的中小微企业，按照企业缴纳保费60%的比例，给予每年最高6万元的保费补贴，最多补助2年。完善知识产权质押融资风险补偿办法，对银行发放贷款产生本金损失的，按照核准额度40%比例给予风险补偿，单笔不超过200万元。

**9. 查处损害企业权益的不正当竞争和垄断行为。**开展市场公平竞争突出问题专项整治，以侵害民营企业合法权益行为为重点，依法打击市场混淆、商业贿赂、虚假宣传、侵犯商业秘密、商业诋毁等不正当竞争行为。依授权查处行政垄断案件，加强商品和服务领域反垄断执法力度，公开曝光典型案例。落实涉企政策公平竞争审查，集中清理在市场准入、产业发展等方面排除限制民营企业公平竞争的规定和政策，2018年底前完成清理任务并向社会公示；对新制定涉企政策进行公平竞争审查，保障民营企业市场准入权利平等、机会平等、规则平等。

**10. 整治违规涉企收费。**组织开展涉企行政事业性和政府定价的经营服务性收费检查，严肃查处不执行取消、停征、减免收费政策，未按规

定公示，以及行业协会商会、电子政务平台借助行政权力强制收费等违规收费行为。开展商业银行收费检查，重点检查商业银行在放贷过程中浮利分费、以贷收费、强制服务、转嫁成本等违规收费行为，降低民营企业融资成本。强化物流领域收费监管，重点规范铁路、公路、港口等领域经营者的收费行为，降低民营企业物流成本。规范行政审批中介服务收费，重点查处无法定依据设置行政审批前置服务收费、应由政府部门承担的费用转嫁企业承担、中介服务机构利用行政权力强制服务、强制收费等违规收费行为。

**11. 避免多头重复检查。**在市场监管领域全面推行“双随机、一公开”监管，检查结果全部公开；2019年底前完成市场监管部门“双随机、一公开”监管全流程整合，减轻民营企业负担。推进全省市场监管领域跨部门随机联合检查，做到“一次检查，全面体检”。有效应用国家企业信用信息公示系统(山东)数据资源，推进实施信用分类管理，对信用良好市场主体降低抽查频次。

**12. 维护良好市场秩序。**组织开展2019网监专项行动，打击网络领域侵权假冒、刷单炒信、虚假宣传等行为。加大生产、流通领域产品质量抽检力度和规模，查处质量违法行为。加强区域合作，建立假冒产品来源地信息查询系统，打击制售假冒伪劣商品行为。开展打击侵犯商标专用权专项行动，重点查处驰名商标、地理标志、涉外商标、老字号注册商标等侵权违法行为。建立民营企业知识产权快速维权通道，开展专利执法“雷霆”专项行动。充分发挥国家企业知识产权(专利)领域信用体系的作用，对我省重复侵权、不依法执行等行为进行联合惩戒。

## 2019 远东无损检测新技术论坛 “山东专场”第二次筹备会顺利召开

为确保“2019 远东无损检测新技术论坛（青岛）”（以下简称“2019 论坛”）顺利举办，“山东专场”圆满成功，山东省有关单位于 2019 年 1 月 15 日在山东省特种设备检验研究院有限公司召开了 2019 远东论坛“山东专场”第二次筹备会议。

会议由山东省特种设备协会郭怀力秘书长主持，远东无损检测论坛理事会强天鹏研究员、济南市质量技术监督局邢兆辉副局长及来自省内无损检测相关专业的大学、行业学（协）会、科研机构、检验检测机构等十四家单位的专家学者共 22 人出席会议；省特检院有限公司张峰总经理作为本次筹备会议的承办单位表示将积极参与并配合好“山东专场”的筹备工作。

会议听取了论坛的历史背景、发展历程、管理理念，论坛的性质、规模、影响力及近五年来举办情况的介绍，检查了第一次筹备会后有关筹备工作的进展情况，明确了各单位联系人及筹备组工作职责，部署了下一步工作任务。各单位代表各抒己见，集思广益，为办好“山东专场”出谋划策，大家一致表示将认真做好筹备工作，为 2019 论坛创造新辉煌贡献力量。



## 精准扶贫办实事 走访入户送温情

为落实省委、省政府“双百扶贫行动”的相关工作部署，充分发挥行业协会在精准扶贫中的积极作用，根据省民政厅、省选派办、省扶贫办印发的《关于山东省省管社会组织和社会工作专业力量“双百扶贫行动”实施方案的通知》（鲁民[2018]36 号）要求，山东省特种设备协会按照省民政厅“双百扶贫行动”社会组织帮扶县区安排，积极与菏泽市巨野县独山镇曹楼村进行了工作对



接，了解困难群众的需求，并与山东省科技厅派驻村第一书记交

流，制定了具体帮扶方案。

2019 年 1 月 15 日，迎着凛冽的寒风，山东省特种设备协会理事长张波带领协会有关人员与菏泽市特种设备协会孙富亮理事长等一行 7 人，在巨野县独山镇副镇长李平、山东省科技厅派驻村第一书记杨坤和巨野县独山镇曹楼村村主任张仁健陪同下，深入困难群众家中，拉家常、问疾苦，送上过节急需的大米、白面、花生油等生活用品。张波理事长发现身患重病的严存宝在家中床边用小煤炉取暖，嘱咐他一定要小心煤气中毒，并立即安排随行人员为其购买了电热毯，严存宝全家非常感动。困难群众表示，在党和政府的正确领导下，在驻村第一书记的全力帮扶下，大家对未来的生活充满了信心和希望。



## 全省电梯安全从业人员 能力提升培训班（第一期）在枣庄举办

为进一步加强电梯安全管理，提高电梯安全从业人员安全意识和责任意识，提升全省电梯安全从业人员专业技术和实际操作能力，提高电梯质量安全水平，保障电梯安全运行。山东省特种设备协会在枣庄滕州市举办了全省电梯安全从业人员能力提升培训班（第一期）。枣庄市特种设备安全监察、检验检测、维护保养、安全管理人员共 100 余人参加了学习。

此次电梯安全从业人员能力提升培训专门聘请省内经验丰富的专家对《特种设备安全法》、《山东省特种设备安全条例》等特种设备相关法律法规进行了详细介绍；重点讲解了《电梯维护保养规则》、《特种设备使用管理规则》、电梯检验规范以及电梯事故案例分析、事故应急救援等相关内容。通过培训，进一步强化了安全意识，做到了居安思危，防患未然，提高了发现隐患消除隐患预防事故的能力，提升了电梯安全管理水平，保证了电梯使用安全，让人民群众乘坐电梯安心、舒心、放心。



本次培训是电梯安全从业人员能力提升学习的第一期，下一步，协会还将在其它地市开设第二期第三期专场进行培训，以期望电梯从业人员能够按照国家和省里的要求，认清当前安全形势，树立安全意识，守住安全底线，切实承担保障特种设备安全的管理责任；做好、做实、做牢特种设备安全管理工作，落实好企业的主体责任，不断夯实安全基础，健全制度，明确责任，规范操作，严格责任追究，坚决遏制特种设备事故发生，切实保护好人民群众的生命财产安全。



# 1000MW超超临界机组 高压旁路阀振动问题的分析与处理

李俊峰 江西大唐国际抚州发电有限责任公司

**摘要：**某电厂高压旁路阀在调试阶段即出现高频振动现象，本文通过对高压旁路阀振动原因进行分析，通过对高压旁路阀结构进行改造，优化管路及支吊架布置，有效的解决了高压旁路阀的振动问题，保障机组的安全稳定运行。

**关键词：**高压旁路阀；振动；主蒸汽；流场；减压；节流

## 1 引言

某1000MW电厂#1机组在基建调试阶段即出现高压旁路阀剧烈振动，造成高压旁路阀无法正常投运。该电厂组织制造厂、设计院及相关科研机构对高压旁路阀进行多次监测、分析，制定解决方案。通过对高压旁路阀结构进行改造，优化管路及支吊架布置，有效的解决了高压旁路阀的振动问题，对电厂解决类似工况下的高温高压调节阀、减压阀都有着一定的借鉴意义，同时对于类似情况的基建、改造项目，在投入使用前也可以参照对比分析，查找是否存在问题，提前采取措施防止类似问题发生。

## 2 高压旁路阀振动的现象与监测

### 2.1 高压旁路阀振动现象

某1000MW电厂旁路系统采用高压旁路和低压旁路二级串联旁路系统，高旁设计进口容量为45%BMCR，整套系统由一套高压旁路装置串联二套低压旁路装置组成。高压旁路阀采用德国霍尔特调节技术有限公司（HORA）生产的1823C型角式减压调节阀，配有相应的减温水调节阀及关断阀，减温水来源为给水泵中间抽头，旁路系统均采用液压驱动，液压系统为德国贺德克科技

（HYDAC）配套生产设备。高压旁路阀设计工况下，进口蒸汽压力为26.25MPa，温度为600℃，入口管径为DN300；出口蒸汽压力为5.172MPa，温度为345℃，出口管径为DN800，设计流量为1377t/h。

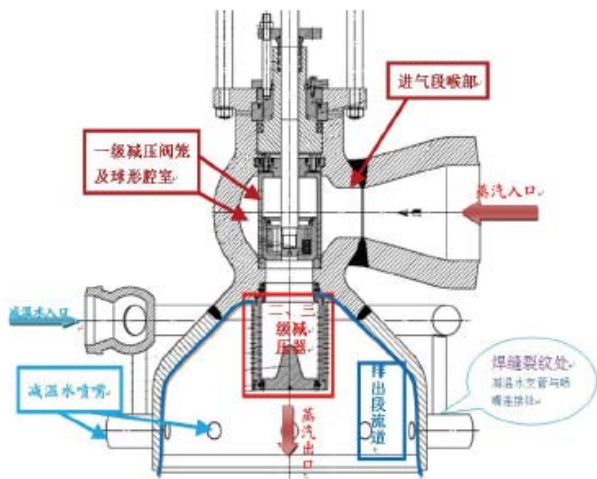


图1 旧高压旁路阀结构示意图

2015年11月25日，该电厂#1机组锅炉点火，旁路系统投用后即出现振动剧烈的现象，并且高压旁路阀附近有较为尖锐的噪音。11月26日机组进行热态调试期间，发现高旁阀减温水环形管与喷嘴连接处焊口出现裂纹（见图1），减温水发生泄漏，现场进行临时处理后继续进行调试。28

日DCS显示高压旁路阀和减温水调节阀开度反馈变成坏点，高旁反馈失去，高旁阀门在短暂关闭之后缓慢打开，最终至全开状态。同时就地检查发现高旁阀门有剧烈振动，阀门限位开关，阀帽（保护航空插头）已震掉，油缸与阀门连杆连接块紧固螺栓松动，连接块掉落。高旁无法投入使用，汽轮机打闸停机。

12月7日该电厂在组织对高压旁路系统进行改造的过程中，发现高压旁路阀第二、三级减压阀笼（见图1、图4）从根部焊口处断裂，二、三级减压阀笼落入阀后管道中。

## 2.2 高压旁路阀振动监测

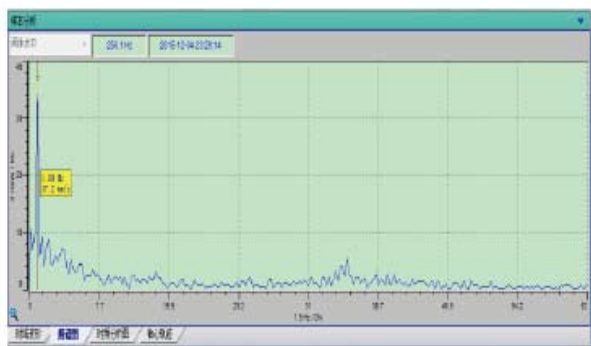


图2 高压旁路阀阀体水平振动频谱图

鉴于高压旁路阀振动状况，12月1日~2日，该电厂即组织专业人员对高压旁路阀的振动情况进行就地监测，并于12月3日~6日，聘请华北电科院相关专业机构采用火电机组振动国家工程中心研制，EVM-40振动数据采集分析系统对高压旁路阀的振动情况进行进一步的测量，通过调整主蒸汽参数，改变高压旁路阀及减温水调节阀的开度，各方人员进行反复试验，得出结论为：

1) 高压旁路阀阀体的水平方向振动烈度通频幅值为48~89mm/s，其强度已经严重超标；振动频率主要集中在1Hz、1.5Hz附近，严重不符合规程（见图2）。

2) 高压旁路阀阀体的垂直方向振动烈度幅值为14~20.7mm/s，基本满足要求。

3) 阀杆部件相对于阀体基本不存在相对振动，

高压旁路阀的振动为阀体及连接管道整体振动；12月3日以前阀门开度越小振动越剧烈，12月3日以后阀门开度越大振动越剧烈。

4) 高旁减温水调节阀的开度对就地振动基本无影响。

## 3 高压旁路阀振动问题的分析

该电厂#1机组高压旁路阀及管道振动的强度很高，一些温度、压力测点被震坏，阀门本体部分零部件也遭到损坏，尤其是第二、三级笼式减压器完全断裂（见图3），说明其振动强度和能量很大。根据专业人员分析，阀体内高温高压汽流紊流和出口管段气液两相流对管系和阀体造成的冲击和扰动，是产生振动的根本原因。阀体及管道的振动只是表象，它是高速流动的主蒸汽及主蒸汽旁路管道、高压的减温水及其管道，与阀门及出口管道一起共同作用的结果。汽水管道及支吊架的设计，阀体的设计，特别是它们之间的配合造成了阀体和管道的振动现状。根据行业内的经验和案例，这种程度的振动也只会出现在高能量的汽水系统中。



图3 断裂的二、三级减压器

根据高压旁路阀及连接管道的振动现状，为找出高压旁路系统振动的根本原因，该电厂从管道布置、支吊架布置、阀门内部结构等方面逐项进行分析。

### 3.1 高压旁路管道布置

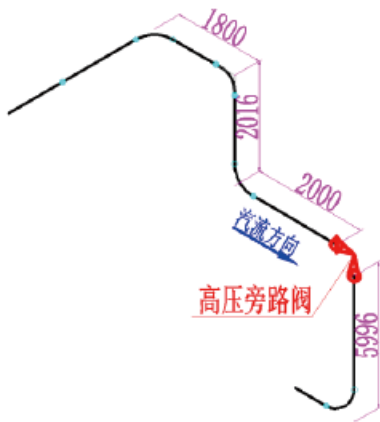


图4 高压旁路系统管道布置图

根据电力设计院设计并安装的高压旁路阀前后管道，高压旁路阀进口管道为 $\Phi 438 \times 76\text{mm}$ ，最后一个弯头距离管道与阀门的第一道焊口为2000mm（含弯头弯曲半径686mm），且在此弯头前还有2个连续的弯头，将高压旁路阀前的主蒸汽管道从19.8m标高降低，以便于和高压旁路阀连接。高压旁路阀阀后管道为 $\Phi 864 \times 24\text{mm}$ ，最后一个弯头距离阀门的第一道焊口距离为5996mm（含弯头弯曲半径1295mm）（见图4）。根据行业标准《火力发电厂汽水管设计技术规定（DL/T 5054-1996）》5.1.5规定，“汽轮机旁路阀前后应有一定的直管段，其尺寸及布置要求应与制造厂协商确定”。而高压旁路阀厂家技术资料及产品交货技术协议，HORA对高压旁路阀的前后直管段有明确要求“高压旁路阀进口管道直管段应不低于管道直径的10倍，并应最小在2~5m，阀后不低于8米”的要求，高压旁路阀前后连接管道的直管段明显不符合行业设计规定及制造厂家的使用要求。

高温高压的过热蒸汽在管道中高速流动时，

需要一定长度的直管段对蒸汽进行稳流，因此一般对调节阀前的直管段要求不小于10倍管径，以减小蒸汽在经过弯头时产生的漩涡等作用在阀门上，使阀门由于蒸汽激振而造成振动加剧。该电厂高压旁路阀进出口管道不仅直管道设计长度不符合阀门使用要求，而且由于现场管道布置原因，高压旁路阀进口管道在距离阀门水平及垂直距离均在2m左右的位置，连续设置三个90°弯头，进一步加剧了过热蒸汽在管道中流动特性的恶化。同时，过热蒸汽对弯头的冲击和冲刷，对高压旁路系统的振动有进一步的加剧作用。

### 3.2 高压旁路管道支吊架布置

根据华北电科院采取专业振动设备对高压旁路阀的振动情况的测量。高压旁路阀阀体的垂直方向振动烈度幅值为14~21.7mm/s，振动频率集中在13Hz左右，基本满足要求。高压旁路阀阀体的水平方向振动烈度通频幅值为48~89mm/s，振动频率主要集中在1Hz、1.5Hz附近，但一直到90Hz以上的较高频率均有分布，其强度已经严重超标。

查阅高压旁路系统进出口管道支吊架布置，进口侧接近高压旁路阀处设置有两套垂直弹簧吊架，出口侧设置有一垂直固定支架。分析认为支吊架对于管道的水平方向约束不足，造成高压旁路阀在发生振动时，管道的水平方向约束力不足，造成了管系振动的加剧。

### 3.3 高压旁路阀结构

根据高压旁路阀实际振动情况，振动烈度高，振动频率分布较为广泛，高压旁路阀作为振动源向管系扩散，管道布置弯头过多和支吊架设置不合理进一步加剧了高压旁路系统的振动，其振动引发的根本原因还在于高压旁路阀的结构方面。

#### （1）阀门参数不符合设计要求

查阅电厂高压旁路装置采购技术协议，高压旁路阀的设计参数与产品设计制造参数有明显的差别，采购技术协议要求高压旁路阀阀座直径

为 200mm，设计工况下流量为 1377t/h，相当于 45%BMCR 工况下蒸汽流量；而高旁阀阀座直径实际为 150mm，实际设计流量为 1071t/h，相当于 35%BMCR 工况下蒸汽流量。高压旁路阀实际制造参数与设计参数相差较大。由于阀门参数的减小，相应的阀体各部位尺寸都有所减小，当高压旁路阀内部流道变窄，根据流体力学的基本原理，蒸汽流速将与流道半径的平方成反比而增加。以进口处至阀体球形腔室处为例，入口处管道内径为 286mm，经过阀体球形腔室前的渐缩流道，在最狭窄处约为 150mm（见图 1：进气段喉部），流速达到最大，约为主蒸汽管道处蒸汽流速的 3.64 倍。蒸汽经过流道中的一个渐缩喷嘴加速，高速流动的蒸汽在阀体内部对阀体形成强大的冲击力，是造成高压旁路阀振动的主要原因。

#### （2）阀门减压结构设计不合理



图 5 减压阀笼断口

高压旁路阀第二、三级减压阀笼设置不合理（见图 1）。此高压旁路阀第二、三级减压阀笼套装在一起，并且总间隙约为 15mm，此处蒸汽连续流经 2 级减压阀笼，一方面第二、三级减压阀笼难以起到充分减压的作用，其实际作用仅相当于只有一级减压器；另一方面蒸汽经过二、三级

减压阀笼，蒸汽流道变化剧烈，在极小的空间内高温高压的主蒸汽分别经过二、三级减压阀笼小孔进行降压增速和扩容降压，对蒸汽的流动性能扰动比较强烈，阀门内部流场情况复杂，对第二、三级阀笼的冲击力加剧，分析认为此为造成高压旁路阀振动的根本原因。

同时，根据高压旁路阀振动情况判断，12 月 3 日以前阀门开度 49% 以上时振动较小，且振动与阀门前后压差有关；而 12 月 3 日以后测量反映出，振动与压差无关，阀门开度越大振动越剧烈，表明出第二、三级减压阀笼在 12 月 3 日即调试第六天已经断裂。在对其断口进行宏观检查时，未见明显疲劳裂纹，分析认为脆性断裂（见图 5），证明了第二、三级减压阀笼在运行中承受了相当强的冲击力。而在第二、三级减压阀笼断裂后，蒸汽从阀座处直接喷出，无法与四周的减温水形成充分混合而导致汽液两相流，使高压旁路阀的振动情况进一步恶化。

#### 4 高压旁路阀振动问题的处理

根据对高压旁路系统振动问题的分析结果，该电厂组织设计院、制造厂等单位针对三个方面的问题进行了改进，改进主要有以下几方面内容：

1) 高旁进出口管道进行改造，将高旁进出口管道直管段进行加长。高旁阀进口管道取消 2 个弯头，使高旁阀进口直管段增加到 3.8m；提高高旁阀标高，增加高旁阀出口管道直管段至 8m；

2) 在高压旁路阀出口管道处，相应增加固定管卡支吊架 2 套，阻尼器 2 套，增大管系的横向约束力；

3) 制造厂对高压旁路阀进行重新设计制造，更换高压旁路阀。

经过多方面综合优化改造后，高压旁路阀振动正常，运行中的噪音也降低至正常水平。分析普遍认为，振动引起的根源是阀门特性，管道及支吊架的布置不起决定作用，根据改造的结果对高压旁路阀内部结构进行反向对比分析，更进一

步说明了高压旁路阀振动的原因。

#### 4.1 高压旁路阀第二、三级减压结构优化

新的高压旁路阀通过对第二、三级减压器的结构进行优化,大大提升了第二、三级减压器的稳定性,并且在二、三级减压器之间留有一定的空间,使蒸汽能够进行扩容、稳流,减小对二、三级减压器的冲击力,并且降低蒸汽在二、三级减压器之间的扰动造成的阀门振动。

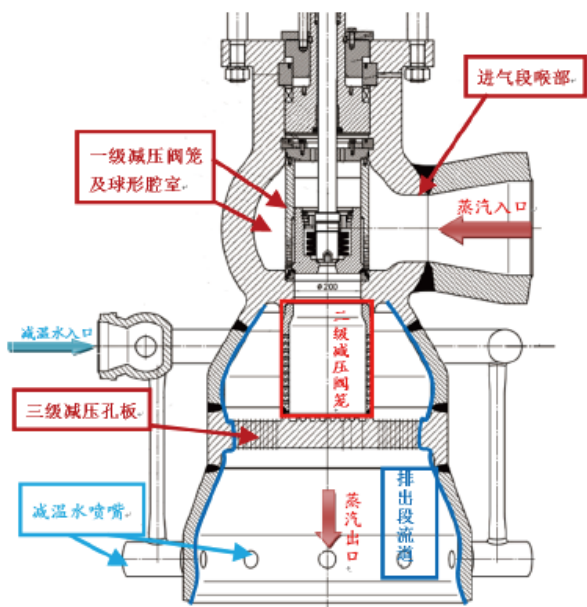


图6 新高压旁路阀结构示意图

根据新旧阀门结构的对比(见图1、图6),新阀门的第二级减压器结构未作改变,其安装方式做了改变。旧阀门二级减压阀笼利用胀圈及销钉悬挂在阀座下方,而新阀门二级减压阀笼下方通过焊接坐落在第三级减压孔板上,上方与阀体为间隙套装配,预留运行状态下的膨胀量。相比之下,新阀门第二级减压阀笼坐落式安装方式的稳定性也远远高于旧阀门的悬挂式安装方式。

第三级减压器由笼式结构更改为平板结构(图6,三级减压孔板),并且第三级减压器与一部分阀体为整体锻造结构,它一方面起到节流降压的作用,另一方面对高压旁路阀出口侧阀体有着良好的支撑作用,提高整个阀体的支撑刚度,对降低阀门的振动有着至关重要的作用。

#### 4.2 高压旁路阀内部流道优化

新旧高压旁路阀内部流道的变化主要集中在排出段(见图1及图6,蓝色线条区域),其改变主要体现在两个方面,流道结构和流道尺寸的改变。

##### (1) 阀门内部流道结构

阀门内部流道结构的改变,主要是排出段扩容段的结构改变。旧阀门的排出段为一级扩容结构,蒸汽从第二、三级减压阀笼喷出后,沿一个渐扩流道扩容降压后直接进入减温水区域,与减温水混合后排入高压旁路阀阀后管道。新阀门的排出段为三级扩容结构,并且每级渐扩流道之间均有一段直管段进行稳流,蒸汽从第二级减压阀笼喷出后,经过第一级渐扩流道及稳流直管段后进入第三级减压孔板,之后进入第二级渐扩流道及稳流直管段,然后与减温水混合,最后在经过第三级渐扩流道后排入高压旁路阀阀后管道。相比之下,新阀门的流道结构采取逐级扩容的方式,使蒸汽的压能逐步释放,相对于旧阀门的蒸汽单级扩容减压,蒸汽压能与动能之间的转换相对缓和,并且能够充分扩容,同时各扩容段之间均有一定的直管段,对蒸汽也具有一定的稳流作用。新阀门的逐级扩容结构尽可能地降低高能量的主蒸汽减压过程中引起的汽流扰动及冲击,减少汽流激振造成的阀门振动。

##### (2) 阀门内部流道尺寸

阀门内部流道尺寸的改变,主要表现在两个方面。一个方面是从阀座到减温水喷嘴中心线,新阀门为旧阀门长度的1.90倍。另一方面排出的扩容段,新阀门的扩容流道为旧阀门长度的1.77倍,而流道直径的变化为旧阀门的0.78倍。相比之下,新阀门比旧阀门的流道变化更加平缓,扩容及稳流长度更长,能够降低蒸汽流动状态改变时所产生的激振力,避免阀门剧烈振动(见表1)。

#### 4.3 高压旁路阀设计参数改变

新的高压旁路阀的实际容量与旧阀相比,从

35%BMCR 容量增加值 45%BMCR 容量, 设计流量从 1071t/h 增加值 1377t/h, 阀座直径从 150mm 增加至 200mm。基于以上基本参数的改变, 阀门的基本外形尺寸也都相应的增大(见表 1)。比如高压旁路阀进口处喉部直径增大 33%, 第一级减压阀笼所处的球形腔室直径增大 37.5%, 阀门内部各处通流尺寸的同时增大约 1/3, 对蒸汽的节流作用降低, 最大节流处蒸汽流速相应约为旧阀门相同部位流速的 0.45 倍, 减少蒸汽对阀体的冲击力, 对阀门运行中的振动问题也有所改善。

表 1 新旧阀门参数及尺寸对照表

	旧阀	新阀	新、旧阀 相比
进汽段喉部直径 mm	*150	*200	+33%
进汽处球形腔室 直径 mm	*160	*220	+37.5%
阀座直径 mm	150	200	+33%
排汽段前端直径 mm	*285	*400	+40%
排汽段后端直径 mm	816	816	不变
排汽段总长度 mm	*388	*737	+90%
扩容段总长度 mm	*256	*452	+76.6%
设计流量 t/h	1071	1377	+28.6%
进口设计温度℃	600	600	不变
进口设计压力 Mpa	26.25	26.25	不变
出口设计温度℃	345	345	不变
出口设计压力 Mpa	5.172	5.172	不变
备注: 表格中带“*”数据为现场实测数据, 与 真实尺寸存在一定误差			

## 5 结论

该电厂高压旁路阀的振动强度以及造成的损失, 在行业内都是比较罕见的, 不仅对阀门本身的减压器、阀芯、传感器、连接块造成了损坏, 对于高压旁路系统的温度、压力测点及疏水管道

都造成的损坏。造成如此强度的振动其原因是多方面的, 一方面如此剧烈的振动只会出现在高能量的汽水系统, 与输送介质有着直接的关系; 另一方面高压旁路阀自身的结构特性和流场特性, 汽水管道及支吊架的设计, 特别是它们之间的配合是否合理, 综合作用下造成了阀体和管道的振动状态和振动形式。

该电厂在发现高压旁路阀振动问题时, 积极采取各种手段对高压旁路阀的振动情况进行监测、分析, 是解决问题的关键之处。在充分收集了阀门振动的各项数据, 并一一展开针对性分析, 将影响阀门振动的各项原因一一指出, 并积极联系设计院、制造厂、科研院所等制定有针对性的改进优化措施, 彻底解决了高压旁路阀的振动问题。

目前我国电厂的设计参数越来越高, 其汽水系统的压力、温度都在不断取得新的突破, 高温高压汽水系统的管道布置、支吊架设置方面, 要遵循行业设计规范的要求, 高温高压的减压阀其阀门内部结构要与制造厂及设计院做充分的评估和判断, 避免运行中出现剧烈振动, 对人身及设备都有着极高的安全风险隐患。

## 参考文献

- [1] Operating Instructions ValveVentil-Typ 1823C from HORA 2015&2017.
- [2] 林上青. 蒸汽管道振动成因分析及预防措施. 机电技术, 1672-4801 (2012) 04-139-02.
- [3] 朱朝阳. 660MW 超超临界机组高压旁路减压阀振动异常分析与处理. 浙江电力, 1007-1881 (2016) 07-0045-04.
- [4] 吴蔚宇. 电厂高旁阀振动原因分析及处理, 湖南电力, 1008-0198 (2017) 03-0065-03.

来源: 中国电机工程学会 2018 年年会论文集

# 超超临界机组汽水品质诊断技术

王金宝<sup>①</sup> 陶维峰<sup>②</sup> 张立娟<sup>③</sup>

江苏阚山发电有限公司

**摘要：**本文主要讲解了超超临界机组汽水品质诊断技术的研究与应用，分别阐述了汽水品质的流程诊断、why-why真因诊断、特定诊断、效果诊断等技术，达到了超前诊断出问题的真因，制定针对性的解决方案，确保了超超临界机组汽水品质的本质安全性。

**关键词：**诊断；应用；效果

## 1 引言

当前超超临界机组汽水质量虽然控制在国家标准 GB12145-2016《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量标准》规定的合格范围内，但仍出现热力系统腐蚀与结垢现象，影响机组的安全性与能耗，说明汽水品质控制存在盲区。为确保汽水品质本质安全性，笔者根据 2015 年 1 月 ~ 2017 年 3 月监督数据及设备解体报告分析了汽水品质监督存在问题，优化了过程监督方式，针对性的制定适合机组汽水品质企业控制标准、优化运行方式，及时消除了设备缺陷，提高了机组安全运行的可靠性系统，节约了运行成本。

## 2 开发汽水品质诊断技术与应用

### 2.1 流程诊断汽水品质

当前汽水品质虽然控制在国标范围之内，但其标准只是推荐控制指标、指导不同压力下的汽水品质控制标准，指标控制范围相对较大。企业标准要参照国标再根据本单位实际情况制定更严格的汽水控制标准，控制标准制定要依据汽水品质流程监控、运行方式等因子，方能制定适合本机组的汽水质量标准。

1) 确保化验汽水品质的代表性。当前超超临界机组波动较大是汽水中铁离子含量，其存在

状态主要是以颗粒状铁和溶解状铁。日常化验主要监测出溶解状态的铁，因取样原因（取样系统过滤器截流颗粒状的铁）对颗粒状铁无法监督到，为此试验过程中为得到真实的汽水品质，取消了取样系统的过滤器（确保有代表性的化验样品，化验时对样品“消解”处理<sup>[1]</sup>）。



图 1 水汽流程图

### 2) 流程诊断的应用

流程诊断汽水品质是指在不同区域取到同一汽水流通介质的样品，化验同一离子含量，根据离子含量的变化趋势，判断不同区域热力系统的腐蚀、结垢情况，以此评估汽水品质的可靠性。现依据超超临界汽水系统流程见下图，选取的样品点：凝结水、精处理出口、除氧器入口、除氧器出口、省煤器入口、过热器出口、再热蒸汽出口。根据取样点到集中取样架距离测算样品介质到达



取样处的时间，制定各汽水样品的间隔时长见下表，确保所取不同取样点的样品为同一介质。

各取样点间隔时长（以最短距离精处理产水为基准）

表 1 取样间隔时间表

取样点	凝汽器出口	精处理出口	除氧器入口	除氧器出口	省煤器入口	汽水分离器	过热器	再热器
样品名称	凝结水	精处理产水	除氧器入口水	除氧器出口	给水	炉水	主蒸汽	再热蒸汽
间隔时长	0.5min	0	1 min	1 min	2.5 min	3.8 min	5 min	5.5 min

水系统各区域测试样品铁含量变化趋势图如下：

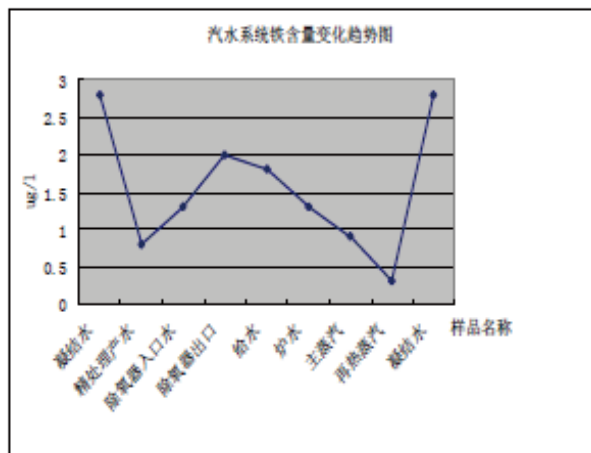


图 2 汽水系统铁含量趋势图

铁含量变化趋势解析：

从精处理出水开始，在一个完整的水汽循环过程中，汽水系统铁含量经过了“增大—减小—再增大”的过程。精处理出水至除氧器出口的铁含量不断增大，除氧化器出口至再热蒸汽呈下降趋势，蒸汽经汽轮机做功后回收至凝器铁含量突然增长。从以上数据分析可得出炉前低压给水系统发生腐蚀，汽轮机高压缸发生铁的积垢，汽轮机及汽轮机至凝汽器部分有可能发生腐蚀现象，腐蚀原因为：用以调节 pH 值的氨，在汽、水两相中的分配比例高达 10 以上，而氟、氯、硫酸根、磷酸根、硝酸根、甲酸根和乙酸根等阴离子在汽、水两相中的分配比例小于 1，远小于氨的分配比例。因此，当蒸汽做功后在汽轮机的初凝区开始凝结时，初凝的凝结水中的氨含量较少，水质对酸性物质的缓冲性变差，而此时，蒸汽中的这些

阴离子和汽轮机内原本沉积的一些氯和硫酸盐等，便会优先进入或被溶解携带进初凝水，形成酸，对汽轮机的初凝区造成酸性腐蚀。从以上流程诊断可得出：虽然汽水品质中的铁含量控制在合格范围之内，但热力系统仍旧发生腐蚀与结垢，表明汽水品质控制是不当的。

2.2 why-why 真因诊断

why-why 真因诊断是找出问题点后，调查为什么会发生问题，通过不断地追问“为什么”，以求抓住根本原因。当通过事实确认因果关系不成立，或不符合逻辑关系时，就停止追问“为什么”。下面就汽水系统发生腐蚀、结垢的原因进行真因分析，见下图：

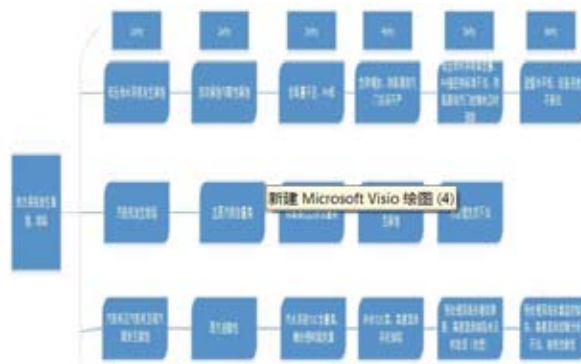


图 3 腐蚀、结垢 why-why 分析图

从上图可以得出造成汽水系统腐蚀结垢的真因是监督水平低、水处理方式不当、运修技能低。要从专业培训、修订汽水品质控制标准、提高预处理运行监控水平入手。

2.3 特定诊断

特定诊断是指不同特定环境下对汽水品质的影响。下面就不同负荷下汽水品质含量进行分析

以及停炉保养对汽水品质的影响。

1) 不同负荷下汽水品质诊断。通过翻阅汽水质量报告,发现汽水品质波动较大,甚至相差2~3倍,根据流动加速腐蚀理论,即使是加氧机组(因现在机组均采用低氧处理),出会在机组负荷突变点会产生不同程度的流动腐蚀。为此进行负荷突变点汽水品质的研究,来制定相应的水处理方式,消除此隐患。本次试验取样时间选取机组负荷平稳运行、机组升负荷(升100MW)、机组降负荷(降100MW),来研究汽水品质变化规律。

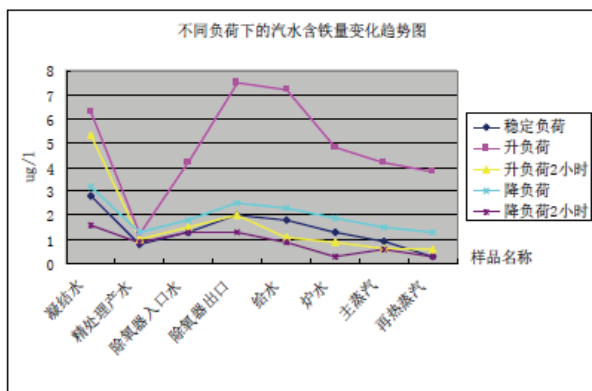


图4 不同负荷下的汽水含铁量变化趋势图

从上图可以看出,机组在升降负荷过程中汽

水含量是上升的,特别是升负荷时,汽水中含铁量是正常负荷的4倍且此时汽水品质超标,约2小时恢复正常值。机组升负荷造成汽水储量增加的原因是汽水中PH降低、含氧量偏低无法修补氧化膜;降负荷波动主要原因是水流扰动对未形成致密氧化膜冲蚀。

## 2) 停机保养诊断

根据DL/T956-2017《火力发电厂停(备)用热力设备防锈蚀导则》中的停(备)用防锈效果的评价标准,对每次停机保养进行评价,以此提高停炉保养水平,间接提升汽水品质。现在就2017年停机保养情况进行相关诊断。

从下图可以得出机组停运3天内可以采取碱化湿法保养、碱化热炉放水;停运3天以上采取碱化热炉放水不能够有效预防热力系统腐蚀,从冲洗用水量及蒸汽合格时长可以判断出此方法不可行,通过设备解体发现蒸汽管道有积水,进一步验证碱化热炉放水保养法是不可行的不可行。停机保养所产生的腐蚀产物进入汽轮机,会产生叶片结垢,通过精处理净化水质的时间较长,同时会造成树脂的污染。

表1 取样间隔时间表

序号	停机时间	保养方式	启机时间	并网时间	保养评价			
					冷态冲洗用时及用水量	热态冲洗用时及用水量	达正常运转蒸汽品质用时及用水量	达正常运行蒸汽品质用时(冷态8小时、热态4小时)
1	2月3日 23:33	碱化-热炉放水	2月21日 04:55	2月22日 19:08	用时7小时55分钟、用水量670吨	用时10小时10分钟、用水量1300吨	用时1小时30分钟、用水量320吨	4小时52分钟
2	7月11日 16:41	碱化-热炉放水 IMG_256	7月16日 19:45	7月17日 14:33	用时8小时15分钟、用水量560吨	用时3小时0分钟、用水量784吨	用时1小时55分钟、用水量200吨	3小时57分钟
3	9月7日 23:39	碱化-热炉放水	9月9日 20:55	9月10日 13:15	用时7小时10分钟、用水量452吨	用时2小时45分钟、用水量220吨	用时0小时18分钟、用水量30吨	2小时15分钟
4	11月29日 23:46	碱化-热炉放水	12月1日15:41	12月2日02:15	用时4小时50分钟、用水量370吨	用时2小时05分钟、用水量100吨	用时0小时30分钟、用水量100吨	1小时40分钟

## 2.4 效果诊断

汽水品质控制是否得当一定要看效果，在机组检修中发现已晚，应做到提前预防。超超临界机组汽水品质效果诊断的项目：1) 锅炉运行压差<sup>[2]</sup>——给泵出口压力与汽水分离器出口压力的差值。直流锅炉运行时，压差上升速度就只与锅炉炉管内部所结垢的成分、表面形态、结垢速率等因素有关；其中化学水工况决定垢的表面形态，进而决定压差上升趋势，是压差上升的主要影响因素。2) 汽轮机调节级压力<sup>[3]</sup>（汽轮机进汽方式为喷嘴调节时，高压第一级的进汽截面积是随负荷变化而变化的，第一级叫调节级）。如果调节级压力逐步变大，与蒸汽品质有一定关系，调节级后的隔板喷嘴有结垢可能。3) 机组启动时用水量及汽水品质恢复至正常控制标准的时长来评估停机保养的效果。

## 3 汽水品质诊断实施效果

### 3.1 解决的 2C 高速混床偏流的缺陷



图 5 隔板变形图

通过汽水品质的诊断，发现精处理高速混床存在漏树脂情况，对每个高速混床从产水质量、制水量判断出 2C 高速混床存在偏流现象；再通过高速混床内部分析，判断出混床进水隔板及有可能变形，向高速混床输送树脂时，树脂会发生浮动，树脂会通过进水隔板间的缝隙进入进水配水装置上部，待混床停运后，由于压力变化配水装置上部树脂直接进入到了混床的进水母管；机组启动或精处理入口压力高时高速混床的旁路打开，此时树脂就进入了热力系统。

基于上述理论，对 2C 高速混床进行解体，检查发现每块隔板均出现变形，隔板中部向下凸起变形最严重，隔板间距超标（购图。修后产水量恢复正常，未发生树脂泄漏造成汽轮机腐蚀现象。

### 3.2 修订汽水品质控制标准达到本质安全的汽水品质

通过控制不同汽水系统含氧量与 PH 值，彻底消除了汽水品质的波动，有效降低汽水系统铁含量（汽水系统铁含量均低于 1.5ug/l）有效防止汽水系统腐蚀与结垢。通过试验数得出低压给水系统含氧量及 PH 控制标准：除氧器入口含氧量不低于 82.5ug/l、PH 值不低于 9.0，除氧器出口含氧量控制在 10 ~ 30ug/l，PH 值不低于 9.0。

### 3.3 降低了补给水 TOCi 含量，确保补给水品质 100% 合格

把补给水系统加二氧化氯杀菌剂点前移至反应沉淀池入口，在线监督化学水池出口余氯储量，有效提高的预处理的杀菌效果，且大大防止了反渗透膜的氧化。

### 3.4 热力系统无结垢、无腐蚀

省煤器结垢速率由原来的 38g/(m<sup>2</sup>·a) 下降至 9.2 (m<sup>2</sup>·a)、点蚀深度由原来的 0.52mm 下降 0.1mm，水冷壁结垢速率由原来的 27g/(m<sup>2</sup>·a) 下降至 3.2 (m<sup>2</sup>·a)、点蚀深度由原来的 0.29mm 下降 0.08mm，汽轮机转子叶片、隔板结垢、积盐速率由原来的 0.85mg/(cm<sup>2</sup>·a) 下降至 0.002mg/



( $\text{cm}^2 \cdot \text{a}$ )、沉积物总量  $2.5\text{mg}/\text{cm}^2$  下降至  $0.001\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

### 3.5 取得经济性

1) 提高精处理周期产水量 10 万吨，每月减少再生次数 2.5 次，可节约酸 5 吨、碱 6.2 吨，年节约酸碱成本  $5 \times 12 \times 550 + 6.2 \times 12 \times 850 = 9.624$  万元，年节约树脂损耗阴阳各 2 立方、约 15 万元。

2) 延长锅炉清洗周期，按行标规定锅炉运行周期 5 年能达到清洗时间，同类型兄弟电厂运行 4 ~ 6 年就清洗一次，此项可节省一次清洗费用，约 90 万元。

3) 汽水品质诊断的应用及时消除不当运行标准、设备隐患，有效防止了汽水系统结垢，防止了锅炉运行压差上升，节省了机组的运行能耗，并指引今后提升的方向。

4) 汽轮机叶片无任何积盐、腐蚀现象发生，

提高了汽机运行效率及设备可靠性。

## 4 结论

当前影响超超临界机组安全、经济运行主要因素汽水品质日益显现出来，虽然汽水质量控制标准不断提高，但仍旧发生锅炉结垢速率增长较快，汽轮机叶片结垢严重。通过对国内外资料查阅与试验得出了汽水品质可靠性的诊断技术，此技术可有效诊断出设备隐患、运行操作不当，监督失控等问题，并根据诊断出的问题点制定有效的对策，对机组组安全、经济运行起到了重要作用，对国内同行起到了借鉴意义。

## 致谢

论文撰写过程中得到江苏方天电力技术有限公司徐洪教授级高级工程师的指导，在此特别感谢，同时致谢电力同行提供相关技术数据。

## 参考文献

- [1] DL/T 955-2016 铜铁的测定原子吸收分光光度法。
- [2] 朱全利锅炉设备及系统中国电力出版社 2006.03.
- [3] 胡念苏汽轮机设备及系统汽轮机设备及系统中国电力出版社 2006.02.

来源：中国电机工程学会 2018 年年会论文集



# 大径合金钢焊口热处理内外壁温差控制研究

李江峰 王刘贵

中国电建集团核电工程有限公司

**摘要：**焊后热处理质量的好坏直接关系到机组运行的安全质量，由于受现场加热条件限制，厚壁管道焊缝在热处理过程中内外壁会产生一定温差，从而影响热处理的效果，通过采用一种内壁保温支撑装置，可以有效的控制内外壁温差，保障焊口热处理效果。

**关键词：**大径合金钢管道；热处理；内外壁温差；内壁保温支撑装置

## 1 引言

随着超超临界机组在我国的广泛发展，大量的厚壁、合金管被应用到机组设备上，给焊口焊后热处理工作带来了新的困难。焊口焊后热处理是改善焊接接头性能、降低焊缝残余应力、改善焊缝疲劳强度等的重要措施，焊后热处理质量的好坏直接关系到机组运行的安全质量。现场安装施工过程中，由于受现场加热条件限制，厚壁管道焊缝在热处理过程中内外壁会产生一定温差，从而影响热处理的效果。特别是 P92 钢对热处理温度要求比较严格，回火温度过高时，有可能超过母材和焊缝金属的 AC1 点，导致新的奥氏体相生成，生成的奥氏体相在随后的冷却中转变成未回火的马氏体组织，降低接头的整体性能。回火温度偏低，则达不到应有的回火效果，可能会造成焊接接头韧性不足。因此控制内外壁温差成为影响大径合金钢焊口热处理效果的关键因素。目前焊口焊后热处理采用外壁绑扎热电偶进行测温，然后包覆履带式柔性陶瓷加热器对焊口进行加热最后覆盖硅酸铝针刺毡进行保温，通过降低升温速度和延长热处理时间的手段，达到控制厚壁管道内外壁温差的目的，以保障热处理效果。该种焊后热处理方法仅对焊缝外壁进行加热和保温，

内壁没有采用任何保温措施，其内壁散热快，导致内外壁温差扩大，无法保证焊口内外壁温度都到达恒温温度。而我公司通过一套内壁保温支撑装置，可以有效的控制内外壁温差，从而保障焊口热处理效果。

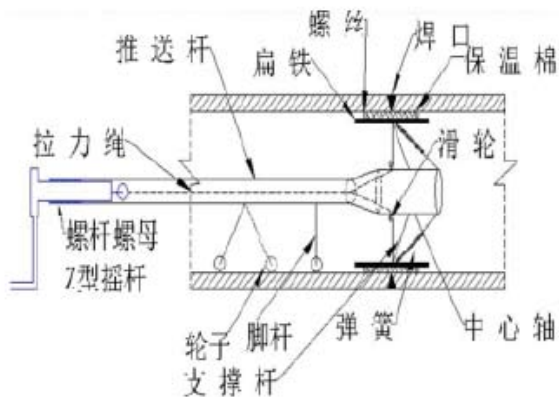


图 3-1 内壁保温支撑装置效果图

## 2 原理与设计

为达到控制厚壁管道内外壁温差的目的，在管子内壁焊口处加一层保温棉，保温棉与管子内壁严密贴实，热量散失慢，能降低管子内外壁温差，以达到降低内外壁温差的作用。为保证内部保温棉严密贴实，有效的减小内外壁温差，提高热处理效果，经过反复试验，制作一套内壁保温支撑装置，如图 3-1 所示。该支撑装置的原理就

如同伞的原理一般，热处理时，拉紧弹簧，将支撑装置推到焊口附近，Z型摇杆向回转动时，支撑杆在弹簧的拉力作用下向外撑开，支撑杆一端的扁铁撑开保温棉，使保温棉与管子内壁紧密贴合，起到保温效果，从而降低管子内外壁温差。降温时，转动摇杆，使拉绳的拉力大于弹簧的拉力，拉绳拉动支撑杆收缩。该支撑装置设计为可伸缩支撑装置，适用于所有大径厚壁管道，安装快速，拆卸迅捷，牢固可靠，稳定支撑。

### 3 试验

内部保温支撑装置制作完成后，我们在同种规格材质的不同焊口中进行热处理，如下图 3-2、3-3 所示，测得的内外壁温差如表 3-1 所示。



图 3-2 现场包裹岩棉

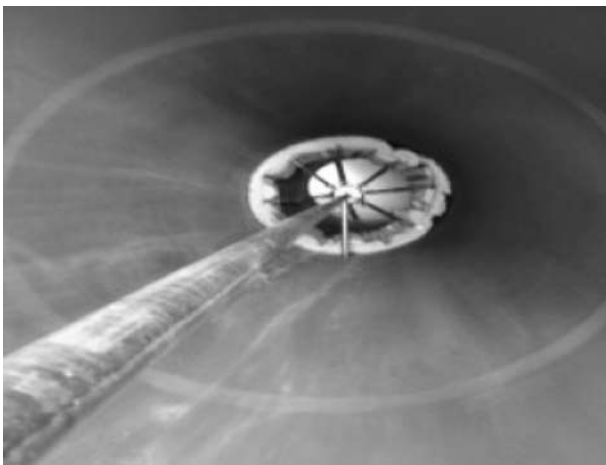


图 3-3 热段热处理使用

表 3-1 使用内壁保温支撑装置后内外壁温差表

热段焊口	规格	材质	外壁温度	内壁温度	内外壁温差
Rd-10	850 × 60	SA-335P92	763	744	19
Rd-11	850 × 60	SA-335P92	762	744	18
Rd-12	850 × 60	SA-335P92	762	742	20
Rd-13	850 × 60	SA-335P92	761	746	15
Rd-14	850 × 60	SA-335P92	764	750	14
Rd-15	850 × 60	SA-335P92	765	747	18

由试验数据可以看出，采用该装置后，内外壁温差降低到了 20℃ 内，减小了内外壁温差，提高了热处理效果。之后对焊缝进行了探伤、硬度测量、力学性能试验及金相取样，所有结果均符合焊缝工艺性能要求。

### 4 结论

综上所述，采用内壁保温支撑装置，不仅可以有效的控制大径合金钢管道焊口热处理内外壁温差，大大提高了大径合金钢管道的热处理效果，而且节约了成本，促进了施工进度，同时也为现场大径合金钢焊口热处理工艺的探索提供了一种新的思路。

### 参考文献

- [1] 肖凌, 朱平, 史春元, 等. P92 新型耐热钢焊接粗晶区回火参数选择 [J]. 焊接, 2006(11): 52-55.
- [2] 杨富, 赵建仓, 李为民, 等. 超 (超) 临界锅炉用新型铁素体耐热钢的焊接 EC3[A]. 超 (超) 临界锅炉用钢及焊接技术论文集 [C]. 2005: 44-56.

来源：中国电机工程学会 2018 年年会论文集

# 循环流化床锅炉降低氮氧化物的运行优化

魏天军 马志强 张 正

大唐武安发电有限公司

**摘要：**为了达到河北省氮氧化物的超低排放标准，大唐武安发电有限公司相关技术人员从氮氧化物的产生机理出发，针对循环流化床锅炉的燃烧特性，深入分析影响氮氧化物生成的主要因素，从而确定降低氮氧化物的运行调整方案，并配合相关技术改造，通过两个月的实践，取得了显著效果，成功将300MW循环流化床锅炉氮氧化物降至 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下，并通过环保部门现场验收，取得超低排放补贴电价。

**关键词：**循环流化床；氮氧化物；床温

## 1 引言

自2015年开始，河北省在全省范围内大力推进在役煤电机组的超低排放工作，并对达到超低排放标准的企业予以电价补贴。大唐武安发电有限公司（以下简称武安公司）两台循环流化床锅炉虽然于2015年底完成了脱硝系统升级改造工作，实现了氮氧化物小于 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的河北地方排放标准，但距 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的超低排放标准仍有差距。为了实现机组超低排放，争取更好的经济效益，武安公司结合自身循环流化床锅炉燃烧特性，于2016年下半年开展降低氮氧化物的运行优化专题研究，相继制定了一系列优化调整措施和相应改造方案，经过在武安公司2号炉上的实践，成功实现了氮氧化物的超低排放。

## 2 设备简介

武安公司配置 $2 \times 300\text{MW}$ 间接空冷凝汽式机组，锅炉为东方锅炉股份有限公司的DG1100/17.4-Ⅱ3型锅炉，为单汽包、自然循环、循环流化床燃烧方式，主要由一个膜式水冷壁炉膛，三台汽冷式旋风分离器和一个由汽冷包墙包覆的尾部竖井三部分组成。炉膛内前墙布置有六片中温过

热器管屏、六片高温过热器管屏、六片高温再热器管屏，后墙布置两片水冷蒸发屏。前墙沿炉膛宽度方向均匀布置有八个给煤口，6个排渣口布置在炉膛后水冷壁下部。炉膛与尾部竖井之间，布置有三台汽冷式旋风分离器，其下部各布置一台“U”阀回料器，回料器为一分为二结构。脱硫采取炉内石灰石+尾部湿法脱硫工艺。机组设计阶段未设计配套的脱硝系统，而是于2014年完成SNCR脱硝系统改造，实现氮氧化物排放浓度低于 $200\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，并在2015年底完成了脱硝系统升级改造工作，实现了氮氧化物小于 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的排放标准。

## 3 氮氧化物的产生机理

煤燃烧过程中产生的氮氧化物主要是一氧化氮（NO）和二氧化氮（NO<sub>2</sub>），这两者统称为NO<sub>x</sub>，此外还有少量的氧化二氮（N<sub>2</sub>O）产生。氮氧化物的生成量和排放量与煤燃烧方式、特别是燃烧温度和过量空气系数等燃烧条件关系密切。

在煤燃烧过程中，NO<sub>x</sub>生成的途径有三个：

（1）热力型NO<sub>x</sub>，它是空气中的氮气在高温（一般大于 $1300^\circ\text{C}$ ）下氧化而生成的，与燃料的

燃烧温度密切相关。

(2) 燃料型 NO<sub>x</sub>，它是燃料中含有的氮化合物在燃烧过程中热分解而又接着氧化而生成的 NO<sub>x</sub>。其生成量主要取决于空气和燃料的混合比。

(3) 快速型 NO<sub>x</sub>，它是燃烧时空气中的氮和燃料中的炭氢离子团如 CH 等反应生成的 NO<sub>x</sub>，其生成量很小。

对于循环流化床锅炉而言，其床温一般控制在 850~950℃ 之间，由于燃烧温度的限制，其中燃料型 NO<sub>x</sub> 是最主要的，它占总生成量的 60%~80% 以上。另外，N<sub>2</sub>O 和燃料型 NO<sub>x</sub> 一样，也是从燃料的氮化合物转化生成的，它的生成过程和燃料型 NO<sub>x</sub> 的生成和破坏密切相关。

#### 4 循环流化床锅炉氮氧化物排放量的影响因素

##### 4.1 燃烧温度的影响

燃烧温度对 NO<sub>x</sub> 的生成量有很大影响，即随

着炉内燃烧温度的提高，NO<sub>x</sub> 的生成量将升高，因此，适当降低循环流化床锅炉床温可以有效控制 NO<sub>x</sub> 生成。而影响循环流化床锅炉床温的因素主要有一下几点：

##### (1) 入炉煤粒径

合理的入炉煤粒径是循环流化床锅炉控制床温的关键。粒径过小，密相区物料浓度降低，不利于床压的保持，燃烧稳定性降低。粒径过大，大颗粒会沉积在燃烧室下部，破坏正常的流化状态，甚至出现分层燃烧，使炉内温度场不均匀，造成床温偏高。另外，颗粒度增大，所需流化风量相应增加，使一次风量偏高，致使小颗粒煤未及时燃烧而飞出炉膛进入旋风分离器，在分离器下部的返料床上二次燃烧，使返料温度过高，造成返料器存在高温结焦隐患，影响锅炉正常运行。武安公司存在的问题是入炉煤粒度较大且波动频繁，具体数据如下表所示。

表 1 入炉煤实际粒径与设计粒径比较

给煤粒径	设计比例 /%	实际比例 /%	偏差值 /%
1mm 以下	26-38, 最佳 30	11-30, 平均 24	-6
1-3mm	38-42, 最佳 40	19-32, 平均 30	-10
3-6mm	16.5-24, 最佳 23	31-40, 平均 33.57	10.57
6-8mm	2.5-6.5, 最佳 5	4-8.5, 平均 7.61	2.61
8-10mm	0.5-2, 最佳 2	2-4.5, 平均 3.12	1.12
10-12mm	0.5-2.5, 最佳 0	0.5-1.8, 平均 1	1
12mm 以上	0, 最佳 0	0.3-1.3, 平均 0.7	0.7

武安公司燃煤发热量一般在 3500~4400kcal/kg 左右，干燥无灰基挥发分在 13~21% 左右；原煤采用二级破碎，但煤质变化较大，煤中掺杂的石头等杂物较多。入炉煤颗粒度设计值与实际值相比，细颗粒较少大颗粒较多，导致热量集中在炉膛下部，造成床温偏高。

##### 4.2 一、二次风量的影响

循环流化床锅炉燃烧用风分为一次风、二次

风。一次风主要是通过布风板进入炉膛，用来使料层充分流化，保证初期流化燃烧所需的风。其主要作用是保证床料的充分流化，控制床温，同时补充着火初期和燃烧过程前期的必要氧量。二次风主要是用于密相区和悬浮段物料颗粒燃烧的助燃风。其主要作用是调节氧量，形成分级送风，增加颗粒之间的相互运动，提供了炉内物料大部分焦炭燃烧所需要的氧气。



表 3 武安公司不同负荷下运行风量及各自占比

负荷 /MW	1 号机组			2 号机组		
	总风量 /Nm <sup>3</sup> /h	一次风量 (占比) /Nm <sup>3</sup> /h	二次风量 (占比) /Nm <sup>3</sup> /h	总风量 /Nm <sup>3</sup> /h	一次风量 (占比) /Nm <sup>3</sup> /h	二次风量 (占比) /Nm <sup>3</sup> /h
150	531818	304543 (57.3%)	224168 (42.2%)	577690	312792 (54.1%)	261644 (45.3%)
250	837904	428563 (51.1%)	412962 (49.3%)	809516	430327 (53.2%)	386678 (47.7%)
280	954459	513636 (53.8%)	438082 (45.9%)	865325	491436 (56.8%)	373123 (43.1%)

由上表可知，一次风量偏大，二次风量偏小。过高的一次风量，不仅会加剧炉内磨损、提高排烟温度，还会增加密相区氧气浓度，使炉膛底部燃烧份额增加，弱化分级燃烧。加之床料粒径偏大，导致床温居高不下，造成氮氧化物生成量较大。

#### 4.3 给煤机断煤的影响

武安公司两台循环流化床锅炉给煤机断煤情况比较频繁，每台炉平均每天 300 次左右，雨水季节最多可达 1000 次。断煤容易造成炉膛内部局部区域形成富氧燃烧区，导致氮氧化物排放量短时间内急剧增加。频繁断煤不利于锅炉氧量、床压的控制，会造成氮氧化物大幅波动，对氮氧化物的控制极为不利。

#### 4.4 脱硝效率的影响

脱硝效率的高低直接影响着氮氧化物排放量的多少。脱硝效率的影响因素主要有反应温度、尿素溶液浓度、喷枪雾化效果等。武安公司尿素溶液制备系统，可自动根据需要调节稀释水量，有效将尿素溶液浓度控制在 10%，以满足脱硝需要。同时，脱硝系统尿素喷枪布置在炉膛出口水平烟道处，烟气温度能够满足 850℃~1100℃最佳反应温度。但武安公司尿素喷射系统一直存在各喷枪流量不均，部分喷枪抢流量的现象，造成喷枪雾化效果下降，脱硝系统效率偏低，影响氮氧化物的控制。

### 5 循环流化床降低氮氧化物的主要措施

通过上述对循环流化床锅炉氮氧化物生成因素的分析，结合武安公司两台循环流化床锅炉本

身特点，制定降低氮氧化物的主要优化调整措施如下：

(1) 从循环流化床锅炉燃烧原理出发，按照降低燃烧室下部氧气浓度，强化分级燃烧的原则。机组变负荷时，通过“先加(减)煤，后调一次风控制床温，再调二次风控制氧量”的方式来控制氮氧化物。加煤时，优先增加床温低点处的给煤量，短时间按稍过量给煤掌握，待负荷升至 AGC 给定值后再将煤量减至负荷对应煤量。加煤后，待单点床温超过 980℃或者床温变化率超过 2℃/min 时，再增加一次风量。当氧量降至 3% 以下时，按照先开下层二次风门，再开动叶的方式调整二次风。

(2) 调节回料器松动风手动门开度，在保证松动效果的同时，尽量降低松动风风量，保证回料器入口压力维持在微负压状态，以促进锅炉的外循环。同时，针对旋风分离器分离效果差，循环灰量较少的情况，适度降低回料器上升段和下降段流化风量，降低流化风门开度，以促进回料器内物料的流化，保证回料器的正常返料，防止因物料过少，风量过大，出现烟气反窜。为了配合优化调整，进一步提高分离器分离效率，增加循环灰量。武安公司在机组检修期间，分别对两台炉旋风分离器入口烟道进行了改造。通过耐磨耐火材料将旋风分离器入口烟道宽度减少 200mm，以达到减小流通截面提高烟气流速，从而提高旋风分离器分离效率的目的。

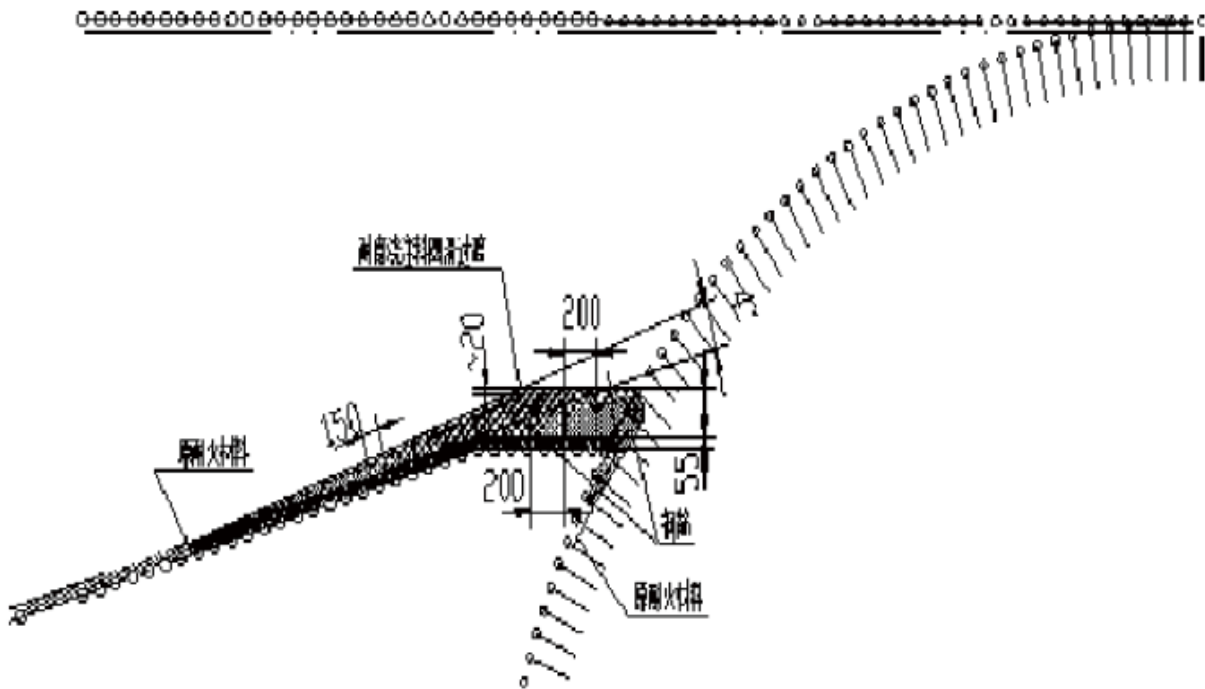


图1 分离器入口烟道改造示意图

(3) 针对断煤频繁的情况，一方面在调整上采取及时增加相邻给煤机给煤量，在保证床温不超限的情况下，使总煤量与断煤前的总煤量相当，保证断煤处燃料量充足，防止出现局部富氧燃烧，造成氮氧化物升高。另一方面，在原有空气炮的基础上，在给煤机入口处加装刮板式旋转清堵机，采用“下部旋转清堵机+上部空气炮”的联合清堵装置，最大限度减少断煤次数。

(4) 运行人员根据每天的入炉煤粒径分布报告及炉膛差压情况，提前掌握入炉煤粒径的变化趋势，制定锅炉床料置换专项措施，根据粒径情况调整床料置换的时间周期，通过间断性集中排渣的方式，最大限度排出大颗粒，保证炉内物料分布的均匀性。在给煤量及煤质不变的情况下，降低一次风率和炉膛底部燃烧区的氧量，从而实现降低氮氧化物的目的。与此同时，为了强化对入炉煤粒径的控制，优化粒径分布，武安公司将原有两台二级筛煤机拆除，更换为高幅振动筛，解决细粒筛煤机粘煤，提高筛分效率，确保粒径合格。

(5) 通过在尿素母管上加装分配集箱，改善尿素喷枪流量不均的现象。利用机组检修机会，对全部30支尿素溶液喷枪进行就地雾化试验，检验喷枪雾化效果。在锅炉冷态情况下，做炉膛出口水平烟道流场分布试验，一方面为优化喷枪数量及位置布置提供依据，另一方面方便运行人员掌握各个喷枪的雾化效果和喷枪雾化流场分布，便于指导运行调整和控制各个喷枪流量大小。脱硝尿素输送泵调整方面，有计划的升负荷前，提前增加尿素泵频率指令，增加尿素溶液喷入量，控制氮氧化物上升的幅度。若单台尿素输送泵出力已到最大，仍无法控制氮氧化物时，可临时增开备用尿素输送泵，短时间提高流量来控制氮氧化物。

## 6 循环流化床锅炉降氮氧化物实际效果

2017年2月份至3月份，武安公司利用两个月的时间，在相应技术改造完成的基础上，按照上述优化调整措施，在2号锅炉上进行了专项试验，主要取得成果如下：

(1) 经过对流化风系统的优化调整以及对

旋风分离器入口烟道的收口改造,分离器循环灰量增加效果明显。对三个分离器循环灰的粒径化验数据(详见表4)表明,分离器中位粒径降低 $2.77\mu\text{m}$ ,说明分离器效率有了一定提高。从实际机组运行数据上看(详见表5),相同煤种,相同负荷下,炉膛中部差压比调整前增加300Pa左右,提高了物料循环倍率,使锅炉平均床温比修前下降大约 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ,有利于抑制氮氧化物的生成。

表4 旋风分离器水平烟道循环灰采样实验中位粒径对比表

循环灰	中位粒径 d50/um	
	调整前	调整后
1号炉		
1号回料器循环灰	114.1	109
2号回料器循环灰	119.1	110
3号回料器循环灰	123.9	121
飞灰	22.27	19.5
2号炉		
1号回料器循环灰	138.98	124.3
2号回料器循环灰	176.02	134.2
3号回料器循环灰	111.81	102.5
飞灰	24.36	20.3

表5 旋风分离器水平烟道主要参数对比

序号	参数名称	单位	调整前	调整后	
1	负荷	MW	280	280	
2	给煤量	$^{\circ}\text{C}$	184	175	
3	炉膛差压	Pa	870	1120	
4	平均床温	$^{\circ}\text{C}$	952	935	
5	分离器出口压力	kPa	1	-0.83	-1.35
		kPa	2	-0.84	-1.32
		kPa	3	-0.76	-1.23
6	分离器灰温	$^{\circ}\text{C}$	1	944	940
		$^{\circ}\text{C}$	2	996	993
		$^{\circ}\text{C}$	3	978	943

序号	参数名称	单位		调整前	调整后
7	分离器差压	kPa	1	0.6	1
		kPa	2	0.54	1.05
		kPa	3	0.66	1.03
8	密度高压	kPa	1	10.57	10.56
		kPa	2	10.13	11.67
		kPa	3	13.33	14.59
9	密度低压	kPa	1	2	2.42
		kPa	2	2.13	2.62
		kPa	3	1.92	2.34
10	料位高压	kPa	1	13.13	14.11
		kPa	2	13.42	14.89
		kPa	3	13.05	14.97
11	返料压力1	kPa	1	1.93	2.48
		kPa	2	2	2.38
		kPa	3	1.8	1.94
12	返料压力2	kPa	1	2.11	2.31
		kPa	2	1.94	2.48
		kPa	3	2.36	2.51

(2) 通过床料置换的方式,使得在入炉煤粒径出现超标的情况下,能够有效排出炉内大颗粒床料,改善床料流化效果,保证炉内物料浓度分布,特别是炉膛循环灰量。与此同时,通过改造碎煤系统的筛分设备,增大筛煤机振动幅值,提升筛分效果,进而降低碎煤机运行堵煤、粘煤的频次,使得入炉煤粒径合格率大大提高。

(3) 给煤机采用“下部旋转清堵机+上部空气炮”的联合清堵装置后,增加了给煤机入口燃煤的流动性,提高了给煤机运行的稳定性。机组运行期间的给煤机断煤次数大大降低,从原先每班每台炉300次大幅下降至3—4次,大大提高了锅炉燃烧的稳定性的;另一方面,运行人员加强对给煤机电流和相关报警信号的监视,对给煤机断煤做到提前预判,及时增加相邻给煤机煤量,使

因断煤而引起的氧量波动情况有所改善，降低了断煤对氮氧化物的影响。

(4) 针对机组启停阶段，炉膛内部温度低不容易达到 SNCR 脱硝反应温度区间，运行人员通过摸索，总结出启停阶段保证氮氧化物小时均值不超标的控制手段：

1) 机组并网前，通过保持较高的炉膛内部温度，使得分离器入口烟温不能低于 650℃。

2) 机组并网前后，如果锅炉排烟氧量太高，加上空预器及布袋除尘器漏风率，净烟气氧量更高，按照折算公式计算：

折算后氮氧化物 = (21 - 标氧%) / (21 - 实测氧%) \* 1.53 (一氧化氮与二氧化氮转换倍数)

说明排烟氧量不仅影响锅炉燃烧产生原始的氮氧化物多少，而且还会影响环保折算数据，因此想要控制氮氧化物最终排放参数，除了保证 SNCR 反应温度区间以外，最主要手段就是要控制住氧量，经过计算，不同排烟氧量下的控制氮氧化物达标排放如下表所示：

表 5 不同氮氧化物实测值情况下的炉侧氧量控制表

实测值	折算值	转换倍数	氧量
10	<50	1.53	16.41
12.5	<50	1.53	15.2625
15	<50	1.53	14.115
17.5	<50	1.53	12.9675
20	<50	1.53	11.82
22.5	<50	1.53	10.6725
25	<50	1.53	9.525
27.5	<50	1.53	8.3775
30	<50	1.53	7.23

实测值	折算值	转换倍数	氧量
32.5	<50	1.53	6.0825
35	<50	1.53	4.935
37.5	<50	1.53	3.7875
40	<50	1.53	2.64
42.5	<50	1.53	1.4925
45	<50	1.53	0.345

3) 机组并网时间点尽量选择在整点之后的 10~15 分钟内，这样保证即使并网前后氮氧化物超标，在这一个小时内，通过控制锅炉床温、排烟氧量等主要指标的方法，来实现氮氧化物小时均值不超。

## 7 结论

根据氮氧化物生成机理及循环流化床锅炉的燃烧特性，并综合考虑武安公司现状而制定的一系列优化燃烧调整措施，经过两个月的实践，成功将东锅亚临界 300MW 循环流化床锅炉氮氧化物排放量控制到 50mg /Nm<sup>3</sup> 以下，实现了氮氧化物超低排放的目标，取得了良好的经济效益。

## 参考文献

[1] 东方锅炉股份有限公司，《DG1100/17.4-II3 锅炉运行说明书》。

[2] 刘德昌，闫维平. 流化床燃烧技术. 北京：中国电力出版社，1998.

[3] 全国电力行业 CFB 机组技术交流服务协作网组编. 循环流化床锅炉技术 1000 问. 中国电力出版社，2016.

来源：中国电机工程学会 2018 年年会论文集

# 1Cr11MoNiW1VNbN钢渗氮工艺研究与应用

李肖霞 中车山东机车车辆有限公司

**摘要:** 研究了一种对1Cr11MoNiW1VNbN钢进行渗氮的新工艺,采用较高温度、在奥氏体区渗氮,通过多次试验摸索出一种较为成熟的工艺,并用显微镜、硬度计等对渗氮后试样的渗层深度、裂纹情况、表面硬度、阶梯硬度等进行了测试分析。结果表明:采用温度 $625 \pm 5^\circ\text{C}$ 渗氮、 $640 \pm 5^\circ\text{C}$ 退氮的三段渗氮方法,可以满足1Cr11MoNiW1VNbN钢渗层深度 $\geq 0.25\text{mm}$ ,表面维氏硬度HV739-840的技术要求。

**关键词:** 1Cr11MoNiW1VNbN钢; 气体渗氮

**分类号:** TG156.8+2

## Research on Gas Nitriding Method of 1Cr11MoNiW1VNbN alloy

LI -Wan jun<sup>1</sup>, LI -Xiaoxia<sup>2</sup>

(1 Huadian Electric Power Research Institute in Shandong branch, Jinan250014, China;

2 Harbin Turbine Company Limited, Harbin 150046, China)

**Abstract:** A kind of gas nitriding method of 1Cr11MoNiW1VNbN alloy was researched in this article, the samples were nitrided in high temperature and in austenite zone. A good method was discovered through many experiments. The nitrided case depth, crack, surface hardness and Ladder hardness were analyzed using microscope and hardness tester. The results show that nitriding in the temperature of  $625 \pm 5^\circ\text{C}$ , denitriding at the temperature of  $640 \pm 5^\circ\text{C}$ , can meet the need of nitrided case depth no less than 0.25mm, surface Vickers hardness from HV739 to 840.

**Key words:** 1Cr11MoNiW1VNbN alloy; Gas nitriding method

1Cr11MoNiW1VNbN 钢是 2000 年以后国内汽轮机行业从国外引进技术时,在超临界、超超临界机组中高中压动叶片、高中压中分面进汽口螺栓、阀杆类零件中广泛使用的材料,改材料为改

进型的 12%Cr 马氏体不锈钢,综合性能优良<sup>[1]</sup>。

在某超超临界汽轮机中,设计采用该材料作为阀杆材质,并要求对其进行渗氮处理,渗氮后硬度 HV739—840,渗层深度 $\geq 0.25\text{mm}$ 。按照

**作者简介:** 李万军(1985—),男,山东潍坊人,工程师,本科,主要研究方向:汽轮机制造技术研究及技术监督;电话:18866419986, E-mail: 418907504@qq.com。

传统不锈钢气体渗氮温度（600℃）及工艺对该材料进行渗氮时，渗层频繁出现裂纹，很难达到使用的要求。因此，必须摸索切实可行的气体渗氮工艺，进行1Cr11MoNiW1VNbN钢的渗氮生产。本文通过采用较高温度、在奥氏体区渗氮的方法，对1Cr11MoNiW1VNbN钢气体渗氮过程进行了试验研究，并研究出一种较好的1Cr11MoNiW1VNbN钢气体渗氮工艺方法。

### 1 试验材料、设备

本文所采用的1Cr11MoNiW1VNbN钢化

学成分见表1。材料经过调质处理（淬火温度1050-1100℃，回火温度640-675℃），获得所需的力学性能（HB277-331）后，加工成10mm×10mm×50mm规格的渗氮试样，表面粗糙度Ra0.8μm。

本文所有试验均在ЛН-34型井式渗氮炉中进行。渗氮结束后用显微镜测定渗层深度，用维氏硬度计测定表面硬度，用显微硬度计测定硬度梯度。

表1 1Cr11MoNiW1VNbN钢的化学成分

Tab.1 Chemical composition of 1Cr11MoNiW1VNbN alloy

C	Mn	S	P	Si	Cr	Mo	Ni	W	V	Nb	N	Cu
0.12-0.16	0.30-0.70	≤0.015	≤0.015	≤0.015	10.30-11.00	0.35-0.50	0.35-0.65	1.50-1.90	0.14-0.20	0.05-0.11	0.04-0.08	≤0.10

### 2 试验方法

在试样装入渗氮炉前，用无水乙醇清理试样表面的油渍和脏污，检查试样表面应无刀痕、碰伤、尖角、毛刺等，其表面粗糙度要达到Ra0.8μm，试样表面刀痕和毛刺影响氮化过程中[N]原子的界面反应，[N]原子通过数量和能力，从而造成渗层不均匀，当刀痕与表面晶界相连时，晶界易形成网状、脉状组织，由于应力集中甚至导致微裂纹产生<sup>[1]</sup>。

不锈钢表面的钝化膜，通氨气排出炉内的空气后开始随炉升温，温度到达625±5℃时开始计算保温时间。调整氨气流量，使得氨分解率保持在70%-75%，保温10小时；再次调整氨气流量，使得氨分解率提高到75%-80%，保温8小时；提高温度至640±5℃进行退氮处理，氨分解率提高至80%-90%，保温2小时；保温结束后，向炉中通入氮气作为保护气体，随炉降温，降至150℃以后，出炉空冷。工艺曲线如图1所示。

### 3 试验结果与讨论

采用图1所示的渗氮工艺曲线对1Cr11MoNiW1VNbN钢进行渗氮试验后，在显微镜下测定渗层深度为0.36-0.39mm左右，且渗层无裂纹，如图2a所示。用硝酸酒精腐蚀后，显微照片如图2b所示，也未在渗层中发现裂纹。

我们在采用传统的不锈钢渗氮温度600℃对该材料进行渗氮时，保温30小时，渗层深度仅为0.40mm左右，表面维氏硬度HV878，表面有微裂纹。采用该方法比传统的渗氮速度快了近一倍左右，表面硬度也符合设计要求，无微裂纹。

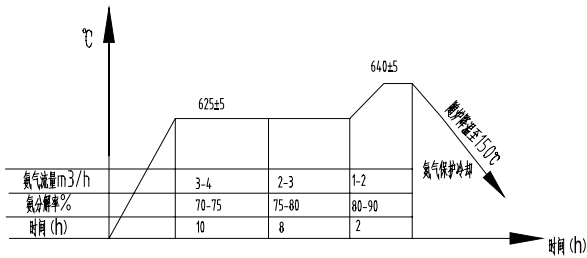


图1 1Cr11MoNiW1VNbN钢渗氮工艺曲线

Fig.1 Nitriding process curve of 1Cr11MoNiW1VNbN alloy

试验采用三段渗氮法。试样室温装炉，根据装炉量及炉膛尺寸放入适量的氯化铵以去除



图 2a 1Cr11MoNiW1VNbN 渗层显微照片  
(未腐蚀)

Fig.2a Nitrided case microphoto of  
1Cr11MoNiW1VNbN alloy(No corrosion)

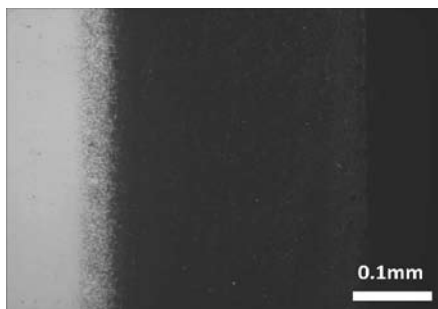


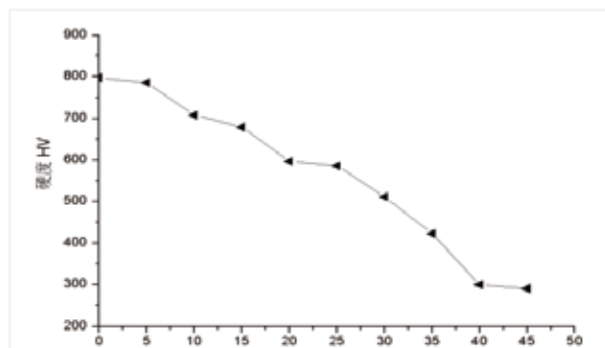
图 2b 1Cr11MoNiW1VNbN 渗层显微照片  
(腐蚀后)

Fig.2a Nitrided case microphoto of  
1Cr11MoNiW1VNbN alloy(After the corrosion)

在经过 18 小时渗氮处理、2 小时退氮处理后，渗层表面维氏硬度 HV 798，脆性 1 级，满足设计提出的技术要求。采用硬度梯度法测定试样硬度值，每隔 0.05mm 测一次硬度值，结果如图 3 所示。

从图 3 中可以看出，在距表面 0.05mm 时，硬度 HV 为 786，依然符合设计的技术要求，在距表面 0.1mm 时，硬度降至 HV708，不再符合设计要求，因而此类零件在渗氮前可以留 0.05mm 磨量；随着距离表面距离的增加，硬度在逐渐下降，在距离表面 0.35mm 至 0.4mm 之间，硬度降至基体硬度，这也和我们测出的层深 0.36mm-0.39mm 相吻合；在心部，硬度也未明显下降，依然符合设计要求。从图中也可以看出：该材料渗氮后硬度梯度分布平缓，没有出现陡降的现象，这是因为在 625℃ 渗氮，此时  $\gamma$  相含 0.35% 的碳，这就使

不锈钢中索氏体里的碳和碳化物中的碳不用迁移而驻留在含氮  $\gamma$  相中，过渡区与心部交界处没有碳的富集，没有明显硬度落差<sup>[2, 3]</sup>。



距离表面距离 10-2mm

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
▲	798	786	708	679	597	586	511	423	300	291

图 3 1Cr11MoNiW1VNbN 渗氮层阶梯硬度

Fig.3 Nitrided case ladder hardness of  
1Cr11MoNiW1VNbN alloy

#### 4 结论

(1) 采用温度  $625 \pm 5^\circ\text{C}$  渗氮， $640 \pm 5^\circ\text{C}$  退氮的三段法渗氮方法，可以满足 1Cr11MoNiW1VNbN 钢渗层深度  $\geq 0.25\text{mm}$ ，表面维氏硬度 HV739-840 的技术要求。

(2) 该方法渗氮 18 小时，退氮 2 小时，渗层深度可达到 0.36-0.39mm 之间，渗氮速度快，效率高，无裂纹，比传统气体渗氮方法速度提高一倍左右。

(3) 利用该方法得到的渗层硬度梯度分布平缓，表面硬度和基体硬度都符合设计要求。

#### 参考文献

[1] 王广生等. 金属热处理缺陷分析案例 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.

[2] 赵品等. 碳钢渗氮过程中碳原子的迁移 [J]. 热加工工艺, 1994, 33(5):3-4.

[3] 中国机械工程学会热处理协会主编. 化学热处理原理 [M], 北京: 北京机械工业出版社, 1988.

# 分布式燃气轮机用弹性环防变形控制方法研究与应用

李万军 华电电力科学研究院有限公司山东分院

**摘要:** 燃气轮机弹性环是一种薄壁件, 在制造过程中极易发生变形。本文介绍了一种弹性环氮化过程防变形装置及方法。利用该装置和方法, 有效地控制了弹性环在氮化过程中的变形, 极大地提高了合格率。

**关键词:** 燃气轮机; 弹性环; 氮化; 防变形装置; 方法

**中图分类号:** TG156.8+2

## Anti-deformation Control of Gas Turbine Elastic Ring During Gas Nitriding

(1.Huadian Electric Power Research Institute in Shandong branch, Jinan 250014,China;

2.Harbin Turbine Company Limited, Harbin 150046,China)

**Abstract:** The gas turbine elastic ring is a thin-wall parts, and deformation occurs easily during manufacturing. This paper introduced a kind of Anti-deformation device and method used to gas nitriding of gas turbine elastic ring. Using the device and the method, the deformation of the elastic ring during gas nitriding was effectively controlled, and the qualified rate was greatly improved.

**Key words:** Gas turbine; Elastic ring; nitriding; Anti-deformation device, Method

弹性环作为燃气轮机的关键部件, 对尺寸精度要求较高, 稍有变形就会造成装配困难, 甚至是运行时机组震动过大。为了提高弹性环的耐磨性和使用寿命, 在机组设计时要求对弹性环的配合面进行氮化处理。根据我们多年的经验, 弹性环属于薄壁易变形件, 在机加工及氮化过程中往往难以控制变形, 尤其是在氮化工序。因此, 有

必要研究一种弹性环氮化过程中防变形方法及装置。

### 1 弹性环概况

某燃气轮机组弹性环材料为 18Cr2Ni4WA, 形状如图 1 所示。尺寸公差要求严格, 整个上端面及下端面的 6 个凸台部位要求氮化, 氮化层深 0.3~0.5mm, 脆性 ≤ 3 级, 表面硬度 600HV 以上,

**作者简介:** 李万军 (1985-), 男, 山东潍坊人, 中级工程师, 本科, 主要从事汽轮机制造及节能技术监督工作; 电话: 15863218762; Email: 418907504@qq.com



心部硬度 311-388HB。

## 2 氮化防变形方法及装置

弹性环的制造流程如下：锻造—热处理—粗加工—去应力处理—半精加工—氮化—精加工。该弹性环要求为锻件，受锻造水平限制，在锻造时留有较大加工余量，需要粗加工去除。为了去除粗加工产生的加工应力，减少氮化之前的应力积累，在氮化工序之前对零件进行一次去应力热处理，半精加工时，上端面留 0.05mm 磨量，下端面 6 个凸台不留磨量，外圆及内孔留 0.1mm 磨量，并留有辅助工艺夹头，氮化前零件形状如图 2 所示。

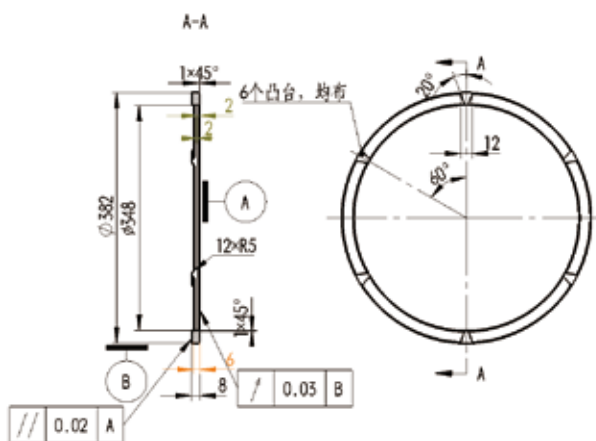


图 1 弹性环零件图 (mm)

Fig.1 Elastic ring parts drawing (mm)

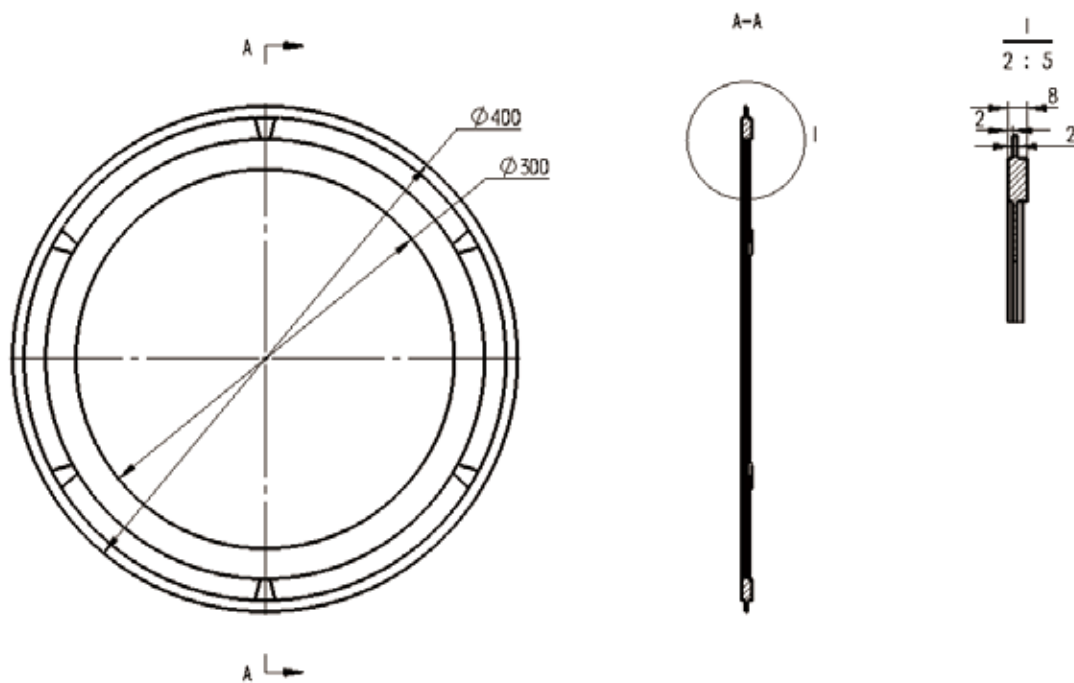


图 2 氮化前零件形状图 (mm)

Fig.2 Elastic ring parts drawing before nitriding (mm)

该防变形装置由底板、盖板及若干个螺栓和螺母组成。底板和盖板材料选择 Q235，螺栓材料选 45，螺母材料选择 35。氮化过程防变形装置与零件的装配图如图 3 所示。

底板为圆环形，外径  $\phi 460\text{mm}$ ，内径  $\phi 245$

mm，在节圆  $\phi 424$  和  $\phi 276$  上各均布 8 个  $\phi 12$  的定位孔，在底板上开一个宽度为 20mm、深度为 10mm 的环形槽（外径  $\phi 382\text{mm}$ ，内径  $\phi 342\text{mm}$ ），保证弹性环的 6 个小凸台能全部位于环形槽中，槽的下方有 20 个  $\phi 18$  孔，均布。

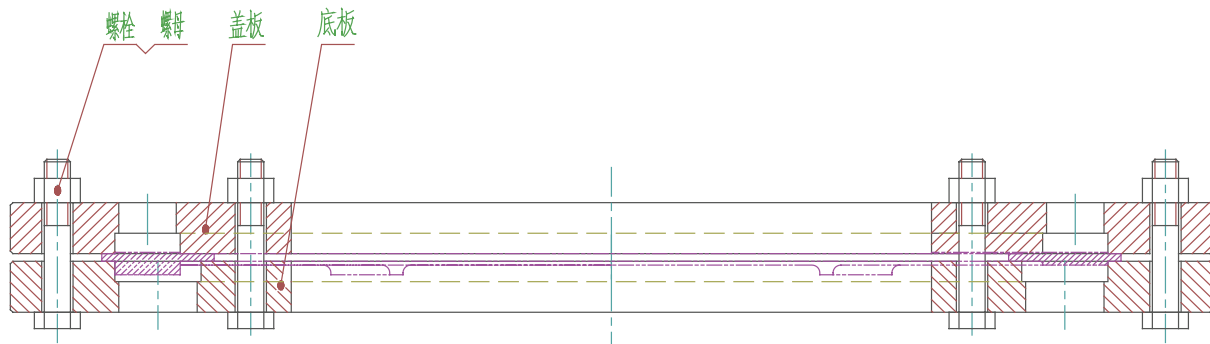


图3 防变形装置装配图

Fig.3 Assembly drawing of anti-deformation device

盖板也为圆环形，内外径与底板一致，在节圆  $\phi 424$  和  $\phi 276$  上各均布 8 个  $\phi 12$  的定位孔，在底板上开一个宽度为 19mm、深度为 10mm 的环形槽（外径  $\phi 382\text{mm}$ ，内径  $\phi 344\text{mm}$ ），该槽的宽度略大于弹性环宽度，保证弹性环上端面在氮化前能嵌入该槽中，槽的上方均布有 20 个  $\phi 18$  孔。弹性环的上端面、下端面凸台与上下盖板的环形槽中间均有一定间隙，保证氮化时气体能在环形槽中流通；上下盖板对应位置设置两圈定位孔，用来穿螺栓，最后用螺母紧固。

在氮化前，先将底板放置在平台上，穿入两圈  $\phi 12$  螺栓（共 16 个），放入弹性环，将弹性环外圆与底板环形槽外圆紧密配合，保证下端面 6 个凸台部位全部位于环形槽中，辅助工艺夹头下端紧密贴合底板上表面，然后盖入盖板。盖板环形槽外圆与弹性环外圆紧密配合，保证弹性环上端面全部位于盖板的环形槽中，拧入螺母进行固定。

整体放置于氮化炉中进行氮化，装入适量的氯化铵以去除零件表面钝化膜，装炉温度小于等于  $150^{\circ}\text{C}$ ，随炉升温，氮化温度  $505\text{--}520^{\circ}\text{C}$ ，氨分解率 20%–30%，保温 28h 以上，随炉冷却至小于等

于（不大于） $150^{\circ}\text{C}$  出炉。在氮化过程中，气体从上下盖板的圆孔中进入环形槽，在环形槽中自由流通，从而对弹性环上端面及下端面凸台部位进行气体氮化。

氮化后，按照零件图纸要求进行精加工，去除辅助工艺夹头，磨削氮化面，最后测量弹性环各尺寸及形位公差，均符合图纸要求。

在未使用该装置和方法之前，投产的十件全部报废，使用该装置和方法后，投产十件，精加工后合格八件，合格率达到 80%。

### 3 结论

总结以上设计方法，得到以下几点结论：

（1）采用该装置和方法对弹性环进行氮化处理，氮化 30 小时，氮化层深 0.35mm，脆性 1 级，表面硬度 698HV，心部硬度 330HB，满足图纸要求；投产十件，精加工后测量各尺寸和公差，合格八件，合格率达到 80%。

（2）采用该装置和方法能有效地解决此弹性环在氮化过程中的变形，提高零件合格率。

（3）此方法也可推广应用到形状类似的弹性环氮化过程中。

# 锅炉安全维护保养浅析

牛庆良 华电电科院

**摘要：**电厂的核心设备为锅炉，锅炉能否安全、经济运行，是电厂极为关注的问题。为了确保锅炉的安全运行，要制定完善的管理体系，并且加强日常的维护保养，及时发现问题及时解决。从而我们必须对影响锅炉蒸汽品质和锅炉设备安全的各种因素加以分析研究，找到有效的管理与维护保养方法。

**关键词：**锅炉；维护；保养

## 1 概述

某市第三中学食堂锅炉发生爆炸，有两名工人受伤，没有波及到学生。根据有关部门调查结果显示，原因有可能与工人用冷水给锅炉降温有关系。某外国语学校食堂小型蒸汽锅炉发生爆炸事故，造起2死5伤。事故还造成附近建筑玻璃多处震损。一般事故发生的主要原因还是锅炉使用不当造成的<sup>[1]</sup>。

锅炉是一种主要生产蒸汽的特种热力设备，在运行过程中，长期、连续地处于火焰、烟气、灰渣、水、汽的冲刷和腐蚀下，加上其承受的火焰高温及汽、水温度的作用和振动，工作环境十分恶劣。另外，由于锅炉的设计、制造、安装和运行维护的不当，也可能产生这样那样的缺陷<sup>[2]</sup>。因此，在运行一段时间以后，不可避免地会出现诸如泄露、磨损、烧坏、变形、腐蚀等损坏现象，如不及时发现和消除，就会给锅炉的安全、经济运行带来隐患。

## 2 锅炉的维护和保养

锅炉在正常工作一段时间后，锅炉本身一系列的设备都会由于磨损、泄露、腐蚀、烧坏减少寿命。也容易发生安全事故。为了延长锅炉的使用寿命，提高锅炉的安全性运行，防止发生意外事故。在锅炉正常工作时，要对锅炉进行定期的

维护与保养。通常对锅炉的保养可以分为很多方面。对水位计的保养可以有效地根据水位计旋塞的状况来确定锅炉是否漏水、漏气。当水位计发生问题时，可以检查照明设备，来确定是否需要更换水位计。安全阀的维护和保养主要是通过铅封是否损坏，排气管是否通畅。要做到对三通旋塞、存水弯管接头、的彻底排查来判断压力表是否正常运行，当指针指到“零”时，就表明存水弯管畅通。这一部位的排查对锅炉的运行起到重要作用。如果压力表不能正常工作，如何保证存水弯管畅通，对水位计和安全阀也都将出现失误检查。对锅炉本身、炉墙、炉膛的保养也至关重要。

### 2.1 建立日常维护保养的工作制度

要做好锅炉运行时的维护保养工作，要根据学校食堂工作日的实际情况，来确定锅炉的日常维护保养的工作制度。不仅要值班和工作人员严格要求，遵行锅炉安全管理的各项制度，还要建立检查和定期排查锅炉障碍的维修制度。对工作人员要求要在工作时穿工作服，主要是为了提高安全性能。安全技术人员对锅炉设备维修和保养做到领导责任。完成维修计划。要使用符合规定要求的照明电路和机器设备。为了防止锅炉和其他锅炉相互连接的蒸汽管，水管出现问题，要时刻注意。严禁烟火，认真对待，做好工作。对

锅炉内部要做到及时通风换气，用特定的清洁剂清洗锅炉机器。防止其他清洗剂对锅炉的腐蚀损伤。这是一项重要的工作，如果清扫不当，极有可能造成停炉，发生危险事故。

## 2.2 做好锅炉停炉保养工作

锅炉停炉保养措施也要及时做到，因为锅炉在停炉期间，受到表面热吸收空气中的水分，与氧气作用产生水膜，水膜对金属制品有一定的腐蚀作用，而锅炉大都是金属制作，所以要防止锅炉腐蚀和生锈。要做到这些工作，就要对锅炉装置的构造，组成要素全面了解。保证锅炉的正常运行状态得以持续。

在锅炉停止工作时，要保持锅内干洁无水；隔绝锅内的氧气，这是因为锅内的水所含有的氧气有可能与金属发生化学反应。如果停炉时间长，要采取相应的措施来使锅内水中无氧。可以把锅炉完全密封起来，把炉门关闭，挡板堵住。另外也要使锅炉完全冷却起来。对锅炉的每一个装置都要做到维护保养。锅炉的本体和汽路管道很重要，要对锅炉和汽路管道做到保温，不能损坏绝热层、包扎层和涂面层。如果保温层损坏了，根据局部拆除，局部刷清，对绝热层、包扎层及涂面层加以包扎。另外对锅炉的炉墙、炉门也要及时保养，锅炉的效率和炉膛内燃烧时的空气量剩余量有很大的关系。当锅炉运行时，炉膛和烟道由于热胀冷缩和其他原因影响。容易形成较大的缝隙。当缝隙产生时，很有可能漏入空气，占据空间面积，当烟气消散时，会带走大量的热量。由于散热，减少热能，减低锅炉工作效率。为避免这样的情况，防止空气漏入，可以对炉门或者出灰门用物体堵住。

现代科技技术突飞猛进，大多采取充气保养来维护锅炉的安全运行，当锅炉在放寒暑假空置时，通常学校相关部门采用钢气瓶充得氮气或者氨气，利用空气压把锅炉最高处充入一定的压力。把锅炉里的空气用重的空气挤出锅炉外，当氮气到达锅炉内，可以防止锅炉有未清理完的水分和空气发生化学反应和碱性反应，腐蚀锅炉内壁。

内部工作与外部工作相结合，对停炉时间较长时，通常会采取外部清刷，就是在锅炉外面去除污垢后，在表面涂上防锈漆，在内部清除氧气后，也可以涂漆防止锅炉腐蚀。在完成内外部后，对锅炉的其他配套装置也要进行全面的清刷。在光滑的金属表面涂上油漆，不仅美观而且防腐效果明显。

## 3 锅炉的运行参数控制

蒸汽锅炉的正常运行中，在操作上最重要的是保证水位稳定，维持锅炉的气压、气温。

在一定范围内，这就需要经常调节燃烧。气压和气温是保证蒸汽质量额锅炉的安全、经济运行的重要参数。运行人员要随时注意工况的变化，做出及时、正确的调整。通过各种监测及时发现运行中的异常现象，预防各种事故，并能正确处理事故。对锅炉运行状态的不断监视，充分掌握运行规律，保证锅炉的安全、经济运行。

### (1) 水位的控制

维持锅筒内水位的高低是锅炉安全运行的最重要条件，在运行过程中应随时注视和调节锅炉的水位。水位的变化会引起气压、气温的波动。水位太高时会使蒸汽大量带走，降低蒸汽品质，影响产品质量，并会在蒸汽管道内发生水击现象，甚至会发生满水事故。有蒸汽过热器时，则蒸汽中的盐碱物质会附着在过热器中，甚至烧坏过热器。水位过低则容易发生缺水事故，甚至引发严重缺水事故，造成被迫停炉。为此，必须坚强对水位的监视和控制。

### (2) 气压的控制

锅炉运行时，应保持气压稳定，锅炉的气压不能低于规定的工作压力，否则不能保证用气系统的需要；同时也不能超过规定的最高许可压力，不然将造成安全阀开启排气而浪费能源，在安全阀发生故障意外时将导致超压事故。

锅炉气压的变化，实际上反映的是蒸发量与蒸汽负荷之间的平衡关系。锅炉运行时，蒸汽不断进入锅筒的蒸汽空间，另一方面蒸汽又不断离开锅筒，送向外界用户。当产生的蒸汽量多余外

界需求时,锅炉的气压就会上升;反之,锅炉的气压就会下降。因此,控制锅炉的气压实质上是对蒸发量的调节。而蒸发量的大小,决定于运行人员对炉内燃烧的操作调整。

当负荷增大气压下降时,应根据锅炉的实际水位高低情况进行调整。如果水位高,应先减少给水量或暂停给水,再增加燃料量和风量,加强燃烧,提高蒸发量满足外界负荷需要,使气压和水位稳定在规定范围内。然后再按正常情况调节燃烧及给水量。当水位低时,应先增加燃料及风量,在加强燃烧的同时逐渐增加给水量,保持气压和水位正常。

### (3) 气温的控制

蒸汽温度在运行中应该控制在一定范围内。对于无法热器的锅炉蒸汽温度的变化,主要反映在锅炉蒸汽压力值的变化和饱和蒸汽的温度上。对于过热器的锅炉,过热蒸汽的温度变化,主要取决于过热器烟气侧的放热情况和蒸汽侧的吸热情况。

蒸汽温度变化的原因,主要与烟气侧的放热情况有关。经过过热器的烟气温度升高、烟气量增大或烟气流速加快,都会使过热蒸汽温度上升。蒸汽温度变化也与锅炉水位的高低有关。水位高时,饱和蒸汽夹带水分多,过热气温度下降。水位低时,蒸汽夹带水分少,使过热蒸汽温度上升。小型锅炉的过热蒸汽温度一般可通过调节燃料量和送风量,靠改变燃烧工况加以调节。大容量锅炉的过热蒸汽温度,一般是用减温器来调节。

### (4) 锅炉内部的检查

新安装或者检修完毕之后的锅炉,在关闭人孔,手孔之前,要对其认真的检查,减产锅炉筒。集箱、管子内部有没有遗留下来的工具。检查完毕之后,应该及时的关系人孔和手孔,并注意将盖垫放好后上紧<sup>[3]</sup>。

### (5) 锅炉外部以及辅机和附件的检查

对炉墙、烟风道进行详细的检查,查看其是否存在裂纹的现象,其密封性是否良好。在检查过程中应该切实的保证烟道闸门完好无损,操作

灵活,并将其放在开启的位置之上。有旁烟道的省煤器应该开启到旁烟道的挡板位置,然后关闭旁烟道的省煤器挡板<sup>[4]</sup>。炉排下的出风门应该始终处于灵活的开启位置,对燃油锅炉还应该及时的进行检查,查看其中是否存在积油,如果存在应该及时的将其清除出去。

安全附件的检查。检查过热器、气泡以及省煤器的安全阀的安装是否符合相应的规定你要求。排气管和输水管应该保证固定可靠,通道畅通无阻。水表装置灵活安全,处于开启的位置上,而放水旋塞应该关闭。水位表面应该保证清洁和干净,有知识最高和最低的安全标志。

汽水管路系统。检查集水箱内部存水量是否正常,集水管路上的各个阀门应该处于开启的状态之下,检查其是否存在裂痕的现象,并保证各个气截门处于关闭状态下。供气管路上输水阀门应该处于开启的状态之下。检查排污管路的各个排污阀是否位置灵活,处于关闭的位置上。此外还应该特别注意检修时用的汽水管道上的门堵板全部拆除<sup>[5]</sup>。

## 4 锅炉的维护保养

### 4.1 锅炉的停炉保养

由于公司的锅炉主要是担负全公司的采暖供热,所以停炉时间较长。锅炉停炉以后,整个汽水系统依旧是潮湿的,或者残存有剩水。由于受热面置于大气之中,空气中的氧有充分的条件与潮湿的金属接触,或者更多的溶解于水,使金属的电化学腐蚀加剧。搞好停炉后的保养,对保证锅炉的运行安全,维持和延长锅炉使用寿命都具有重要的意义。

锅炉停炉用期间,造成锅炉腐蚀的主要原因是金属面的潮湿和空气的存在。因此,只要保持金属面干燥或与空气隔离,就能有效的防腐。根据停炉时间的长短,常用的停炉方法保养有压力保养、干法保养、湿法保养和充气保养。

(1) 压力保养使用与停炉不到一周、热备用的火炉。主要防止空气的进入,使炉内不含氧。具体方法是在锅炉停炉过程终止之前使汽水

系统灌满水，然后关闭所有挡板和炉门，将锅炉封闭起来，使冷去极为缓慢。保持炉内余压为0.05~0.1Mpa，维持炉内温度稍高于100℃。维持炉内压力和温度是定期利用相邻锅炉的蒸汽加热炉水，或本炉间断火加热。

(2) 干法保养是指在炉内及炉膛内放置干燥剂的方法，其目的是保持炉内无水分。使用于长期停用的锅炉或季节使用的供热锅炉。

停炉后把锅水放干净，清除受热面上的泥垢、铁锈和烟灰，关闭蒸汽管道（热水炉应关闭进、出口循环水管）、给水管上的阀门及排污管道上的阀门，并保证与其运行中的锅炉完全隔绝。打开人孔、手孔使锅炉，集箱自然干燥；如果锅炉房潮湿，最好利用炉内余热或用木柴维持微火将锅炉本体、炉墙及烟道烘干。锅炉烘干并冷去后，即可将准备好的放在敞口托盘内的干燥剂放在锅筒及集箱内，然后将人孔、手孔、炉门等关闭严密，防止空气进入。

常用的干燥剂是吸湿能力很强的无水氯化钙（生石灰）或硅胶（应先放在120~140℃下进行干燥）。干燥剂的放入量可按锅炉的容积来计算。一般情况下，无水氯化钙按1.5~2 kg M<sup>3</sup>放置；生石灰2~3 kg M<sup>3</sup>放置；硅胶按1.5~3 kg M<sup>3</sup>放置。由于干燥剂吸潮后体积要膨胀，因此干燥剂在托盘内的高度不宜超过盘高的一半。记录下干燥剂的数量及位置。

炉内放入干燥剂约一周后，应打开锅筒进行第一次检查，看干燥剂是否已经吸湿而失效。如果发现氯化钙或生石灰由块状变成粉状，硅胶的颜色发生变化，说明已潮解失效，应跟换（生石灰）或烘干（无水氯化钙和硅胶加热到105~110℃）后继续使用。以后每隔1~2个月检查一次。

用干法保养的锅炉，要十分注意与锅筒相通的各部位的严密性。锅炉在投入运行前，必须将盘内盛装的干燥剂取出，并清扫干净。

(3) 湿法保养是在汽水系统中灌注碱性溶液利用碱性溶液与金属作用生成的氧化物保护膜来防止金属的腐蚀，湿法保养使用与停炉不超过一

个月的锅炉<sup>[6]</sup>。

锅炉停炉后采用湿法保养，应放净锅水，清除锅内各处水垢、水渣，清除受热面外侧的灰垢。然后关闭各处人孔、手孔、阀门，加入软化水至最低水位（热水锅炉应充满锅筒），用水泵把配置好的碱性防腐液注入锅内。开启给水阀向锅炉内进水，直至汽水系统全部进满为止。关闭给水阀用水泵使锅水循环，使碱液与锅水混合均匀并在各处受热面系统内均匀分布。在整过保养期间要定期微火烘炉，保持外部受热面干燥；定期开泵使锅水循环，并使各处溶液浓度一致；还要定期测定水的碱度，如果碱度降低则漏应当补充碱液。

#### 4.2 锅炉故障的全面管理

锅炉故障管理是运行锅炉状态管理的重要内容。全面故障管理就是对故障部位、故障的程度、故障发生时间、故障频率、故障原因等进行全面有效的监督、控制、分析、研究并采取相应的对策以消除故障。

在设备管理中，配备了先进的诊断设备，可对锅炉的某些特征参数（如振动、噪声、温度等）进行测取，然后将测定值与规定值进行比较，以此判断锅炉的工作状态是否正常。在使用先进的测量仪表的同时，依靠锅炉操作人员和专业管理技术人员经验进行诊断和处理，及早排除故障，往往可以收到事半功倍的效果。锅炉在恶劣条件运行中，由于先天性缺陷或违章操作、维护保养不良等原因，极易发生各类故障和事故。一旦出现故障和事故，本着“四不放过”的原则处理，并制定相应措施，杜绝类似事故的发生。

### 5 锅炉改进管理

#### 5.1 水品质的改善

严格按照水处理操作规程进行制水，保证合格的除盐水供给，减少给水中的杂质，降低炉水含盐量进而减少蒸汽含盐，保证良好的给水品质。

合理地进行锅炉排污锅炉排污分定期排污和连续排污，定期排污可排除炉水中的水渣及沉淀物连续排污可以降低炉水的含盐量。

按锅炉技术规范对锅炉运行时汽包水位进行

调整,使汽包水位保持在零位防止因汽包水位过高引起蒸汽带水,造成蒸汽品质恶化此外,避免骤然增减负荷,以免出现虚假水位使水位剧增而导致蒸汽品质严重恶化,进而威胁系统及汽轮机的运行安全。

### 5.2 锅炉系统的改进

若停运炉汽水系统有检修工作时,需要将炉水放尽,此时应采用余热烘干法进行防腐处理即在锅炉停运后降压冷却过程中,当压力降至0.5Mpa以上时对锅炉进行带压放水,当水放尽后利用锅炉余热将锅内金属表面烘干。

若汽水系统无检修工作,同时使停运锅炉能尽快启动,此时应采用给水压力溢流法进行防腐处理,即在锅炉停运后降压冷却过程中,待汽压降至0.5Mpa时,向锅炉输送给水,使锅炉汽水系统内充满除氧合格的给水,并控制汽包压力维持1.0Mpa同时保持水的流动,在持续进水时保持过热蒸汽取样管溢流,溢流水可以回收至疏水箱,化学运行人员定期对溢流水样进行分析,保持炉水溶氧合格。

### 5.3 排烟影响电厂锅炉运行

排烟的热损失会影响电厂锅炉的运行,当排烟的温度增加时,排烟的热损失就会增加,一般煤种的选择、受热面积、火焰中心温度及漏风情况等都会对排烟温度产生影响,当漏风或者煤粉较湿时会让排烟的容积变大,其中,制粉系统、炉膛及烟道等漏风问题是造成排烟容积大及排烟温度过高的主要原因,也导致了排烟损失的增加,造成排烟损失的另一原因为受热面积灰及结渣造成的,主要为炉膛、烟道及空预器积灰等,空预器积灰会影响传热效果,使排烟温度上升,传热温差增大,从而影响锅炉的运行效率。

要降低排烟热的损失需要从以下几方面入手,一是做好漏风控制工作,这需要对排烟氧量表、炉膛小口氧量表及风量表变化进行监视及分析,并在满足燃烧的情况下减少送风量,当锅炉运行的时候还要对水封槽的水位给予检查,排渣的时候不要把渣斗水放干;在每次吹灰后,要对入孔

门及看火孔进行全面地检查,并对各观察门及检查门进行及时地关闭,从而降低漏风;在能够保证安全的情况下,应该多用热风少用冷风,这样能够排烟温度,有效地提高烟道的保温层及入孔门的严密性。二是减少空预器的积灰现象,当用化学物品清洗空预器的时候要完全清洗干净,且烘干的时间也要充足,从而阻止残垢沉积在受热面,要严格进行空预器吹灰,当机组启停、煤粉燃烧不好或者灰分较高时,要增加吹灰的次数。三是要定期对烟道及炉膛进行吹灰,有运行数据表明,当对烟道及炉膛进行完全吹灰时,能够有效降低排烟的温度。

## 6 综述

在锅炉运行的过程中,由于各种因素的影响会对各个部件产生一定的腐蚀,如果得不到有效的维护保养,长期处于超负荷运行的状态下,会导致安全事故的发生,为企业带来巨大的经济损失,并且对人身安全产生巨大的威胁。为了确保锅炉的安全运行,要制定完善的管理体系,并且加强日常的维护保养,及时发现问题及时解决。根据锅炉的运行特点,做好每个环节的安全检查,消除一切不利隐患。不断提升锅炉的设计和制造水平,完善结构设计,为后续安全运行创造有利的条件。

## 参考文献

- [1] 金炳国. 低压锅炉安全管理与节能降耗 [J]. 科技致富向导, 2011 (21).
- [2] 崔滨, 王书营. 加强热水锅炉运行管理和维修保养的重要性 [J]. 中国科技信息, 2005 (16).
- [3] 范惠毅. 热水锅炉的安全运行与操作 [J]. 林业劳动安全. 2010 (02).
- [4] 徐福安. 工业锅炉的安全管理和自动控制 [J]. 北京市计划劳动管理干部学院学报. 2010 (01).
- [5] 孙志纯, 王衍斌. 浅谈工业锅炉的安全管理 [J]. 质量天地. 2013 (08).
- [6] 沈丰田. 浅析电厂锅炉的运行与维护 [J]. 科技传播, 2011 (3).

# 压力容器安全管理与定期检验的探讨

宫羽丽 中海油山东化学工程有限公司

**摘要：**工业化建设的不断深入，使得压力容器在各工业领域中的地位越来越重要。然而压力容器的危险性众所周知，不仅关乎着工业企业的经济财产，还关系着人们的人身安全。压力容器的设计是至关重要的环节，高质量的设计能够有效保证容器的质量，从而避免发生重大的损失。基于此，本文将对压力容器设计、定期检验与失效分析中的一些常见问题做初步探讨，并提出相关的防范策略，以期为容器的设计、使用提供一些合理化的参考。

**关键词：**压力容器；安全管理；定期检验

## 前言

我国不断深入的工业化建设，使压力容器已经拥有了广泛的应用市场，能源、石油、军工、化工等大多行业都需要使用压力容器。压力容器最为显著的特征就是其介质的危害性。容器的使用越来越普及，使得工业企业对于容器的质量要求也日益提高。在设计环节中，不仅需要相关部门和人员具备极强的专业知识，更要保证容器中各个零部件的规范化和标准化，一旦出现人为技术处理不当或者关键环节出现失误等情况，则会造成有毒介质的泄露甚至引发爆炸。因此，开展对设计中的一些常见问题的探讨，有针对性地提出相应的防范措施，有着积极意义。

容器的安全管理不容忽视，而做好容器的安全管理，应做好容器的选购验收、运行安装调试和技术档案报表等基础性工作。做好这些基础性工作，等于做好了容器的安全管理。做好容器的安全管理工作，可从以下五个方面入手：一是提高管理人员的专业技能。容器的使用单位应安排具有丰富管理经验、专业技

术过硬的人员负责容器的安全管理，并对操作人员进行定期培训，考核合格后持证上岗；二是制定严格的、规范的压力容器使用规程。容器的使用单位在使用容器过程中，应严格遵循容器技术规则，并根据单位的实际情况，制定切实可行的安全管理规程；三是逐步完善容器使用管理档案，即逐步完善容器使用规章制度，包括登记表制度，并建立使用的技术档案；四是容器的检测，在检测过程中应注意两点：编制年度检验计划，严格执行监督检查的实施策略；搞好容器的运行维护，并注意其保养工作，在改造时及时上报上级部门，确保容器使用的安全性；五是逐步健全和完善安全事故处理制度，针对容器爆炸等安全事故，应建立事故处理及善后处理制度，并完善事故调查、上报和善后等程序，确保将事故影响降到最低。在做好安全管理的同时，也需做好容器的检修工作。容器的维护检修是设备管理的重要内容和重要环节，经过检修，可将设备的性能恢复到既有状态。目前，压力设备的维护检修方式的决定，主要是两个依据：一个是维护检修，一



个是设备仪器的使用情况，其中，后者主要是根据设备的运行效能、状态等，制定完善的检修方式、周期和内容，以把握设备的运行情况。

### 1 压力容器的概述

工业上的压力容器，是指盛装液体或者气体的、并且需要承载一定压力的密封容器，属于特种设备。压力容器在工业上的应用有着诸多种分类，根据不同的角度来看，大致可分为以下几类：①按所承受压力的不同分为低压容器、中压容器和高压容器、超高压容器；②根据盛装介质可分为非易燃容器、无毒容器；易燃容器或有毒容器、剧毒容器；③在不同工艺过程中的不同作用又分为反应容器、换热容器、分离容器和贮运容器。反应容器应用于为介质提供物理、化等反应；换热容器应用于完成介质的热量交换；分离容器是将介质的质量进行交换，将气体净化，使固体、气体、液体进行分离的容器；贮运容器用于盛装液体或者气体物料，帮助贮运介质或者平衡、缓冲压力的容器。

### 2 压力容器的应用技术分析

压力容器在实际应用中，有着一定的事故发生率。影响压力容器的事故发生率的因素很多，原理也相对较为复杂。在相同的条件下，在工业化的机械设备中，压力容器事故发生概率最大。然而压力容器的工作原理是承载稳定的负荷，与其他机械不同，不存在运行过程中涉及到的磨损或者零部件故障等问题，总结其发生事故的原因主要有几个方面。

#### 2.1 技术方面

首先，压力容器的使用环节较为恶劣，不但容器内部需要承受不同程度的压力负荷，还有很多需要再高温或者极寒的环境下运行，工作介质又普遍具有腐蚀性。其次，压力容器在工作进行中，容易因为操作失误造成容器内的异常反应情况骤然加剧，容器破裂基本来不及被发现。最后，就是容器本身所隐藏的严重缺陷，包括制造中和

设计过程中的遗留等。因此，在保证压力容器正常应用和正确操作的前提下，压力容器的安全设计方面，就成为了最重要的关键环节所在。

#### 2.2 使用和管理方面

首先，对压力容器的使用不符合要求，企业不具备相关的专业知识或者专业水平有限，再加上技术人员资质的缺乏，为事故造成了安全隐患。其次，盲目使用、盲目管理等，失控的管理状态也使压力容器的使用后患无穷。最后，相关行业监管不力，使得一些小规模的小厂商所生产的压力容器质量严重不符合标准。

### 3 容器的设计要求和原则

前文阐述了压力容器的安全隐患容易造成诸多危害，因此压力容器的安全问题不容小觑，在保证正常操作和正常运行的前提下，就要保证压力容器的产品质量，而容器的设计又是保证压力容器质量的前提，因此，使容器的设计更加规范、科学，才是生产企业发展的必须之举。在容器的设计过程中，往往存在着一些问题，主要表现为几个方面。

正常情况看来，容器的设计，一般是基于用户的实际需求，了解容器所使用的环境，来设置相应的参数，然后据此对容器的结构、材质等进行科学的分析，并且通过选择和制定最佳的规范和标准，来设计出实用的容器以满



足用户的需求。压力容器的设计应主要重视以下几点：

### 3.1 满足工艺上的要求

由于压力容器有着多领域的广泛应用范围，这就对容器的压力、温度和生产工艺有了不同的要求。因此压力容器的设计，首要因素就是要满足工艺上的要求。

### 3.2 保障使用年限

压力容器的工作环境对其使用年限有着明显的影响，所以在设计时，设计人员就应当采取加大压力容器安全系数的有效措施，避免因使用年限造成不好的影响。

任何工业化产品都有着一定的使用寿命，一旦超过使用寿命，必然会导致产品的整体或者某些部件老化，涉及不到安全问题的产品超过使用年限之后，就可以根据具体的情况进行更换；而涉及到安全问题的产品一旦超出使用寿命，则难以保证其工作的安全性，比如压力容器。因此，压力容器的设计必须明确其使用年限，在使用的



过程中一旦即将达到使用期限，则必须提前进行更换。新版的 TSGR0004-2009《固定式压力容器安全技术监察规程》的发布，规定了设计单位必须在设计图纸中明确标注此压力容器的设计使用年限，而旧版就没有这项规定，由此标志着压力容器的使用年限问题已经得到了国家的重视。但是明确标注了使用年限的同时，也要明确标注此使用年限的前提使用条件，因为很多企业人员在实际使用的过程中，虽然看到了年限，但是经常采用习惯性的操作方式，这就使得压力容器的使用年限降低。因为设计的使用年限往往是在理想环境中的使用年限，而在实际应用中，温度、介质等等因素都会或多或少给产品部件造成一定的影响从而又影响到产品的整体使用年限。

### 3.3 关于压力容器设计材料

工业机械产品的材质对于产品整体的性能起着核心的作用，材料的不同使得各个产品的属性也有所不同，对于压力容器亦是如此，材料的问题是压力容器设计过程中的关键问题。然而以当前的普遍现状来看，在压力容器的设计中，对于材料的选择和取舍都要受着来自诸多方面的影响，比如用户有着特殊的要求，或者压力容器需要在极特殊的环境下运行，或者使用压力容器的人员不一致，又或者对容器的体形、大小和外观有着特殊的要求等等。对于压力容器来说，比其他工业机械产品对材料的要求要更高，因为压力容器的工作环境往往过于极端，而倘若材料对所处的环境不耐受，就会导致内部外部的压力或介质的腐蚀给容器材料造成巨大的损伤而导致事故的发生。因此，压力容器的设计要针对不同种类的材料进行相应的检测，包括耐力程度和抗腐蚀程度等。

### 3.4 保证使用的安全

压力容器的特点决定了其有着一定的风险。基于这种特点，在设计中就要以保证容器的安全为宗旨，通过多种方式来保证压力容器的使用安

全，最大化降低风险发生的概率。

### 3.5 具有较强的灵活实用性

工业机械结构的简单与便利，极大方便了用户的使用，对于压力容器当然也是一样。因此，在同等安全的系数下，简单的结构设计，不仅便于检查和维护，也能一定程度上降低成本，促进生产企业的经济效益。

## 4 压力容器质量标准

压力容器在使用前，应首先制定规范的、统一的安全操作规程，没有规范的操作规程，即便是质量上佳的压力容器，如果使用不当也会降低容器的使用寿命，甚至影响安全生产，引发爆炸、泄露等安全事故。所以，在日常管理中，压力容器的使用对操作者有着较高的要求，要求操作者应具备三级安全教育及技术培训后，有关部门颁发特种设备操作许可证持证上岗。其中，操作者技术培训的内容包括：压力容器的技术特性、结构形式和工艺要求等，避免出现超温、超压和超负荷运行；在操作过程中，确保平稳操作，加载或卸载速度适中，在气温异常条件下，密切注意加热或冷却操作，减少容器开停次数，防止出现较大波动；对安全阀、压力表等安全附件定期检验、并配备必要的消防器材，同时避免出现误操作。如果压力容器出现了缺陷，危及运行安全，比如出现了安全阀及其附件失灵、容器紧固件被破坏或者接管端断裂等，安全运行的隐患比较大，应及时将该状况上报给上级管理部门，由其负责处理。同时，压力容器的检修与质量标准也相当严格，包括五个方面的内容：一是生产压力容器的特殊生产工艺，必须根据规范的规程进行，且在生产中避免误操作，维修管理人员应持证上岗，并对现场操作进行监督管理；二是如果压力容器的检修或改造采用焊接，则通常采用挖补或更换来满足生产需要；三是压力容器的更换筒节、挖补以及焊后热处理等，必须根据规范的技术规范制定完善的、科学的施工方案及技术要求；四是焊缝

同一部位的返修次数应控制在2次以内，如超过2次，则应征求技术负责人的同意，并存档管理；五是对于压力容器的修补部位应当磨平，待消除焊接缺陷后，满足相应的技术规范要求。

### 4.1 高温压力容器的完整性管理

在高温下压力容器的变形与损伤是依赖于时间以及多轴应力状态的复杂现象，其复杂性大大地增加了人们进行破坏控制的难度，因此材料在高温下的破坏一直是威胁现代高温装置可靠运行的主要因素，也是高温压力容器结构完整性研究的又一个难点。开展高温压力容器的风险适用性评估与完整性管理技术研究，是当前国际国内共同关注的内容。高温压力容器的完整性管理技术可概括为可靠性分析、风险分析评价、设备内外检测以及数据与信息管理等几项技术的有机结合。它包括了设备设计、制造、运行操作与维护的全部内容，并贯穿设备整个运行期，其基本思路是调动全部因素来改进设备安全性，并通过科学预防性检测、评价以及实施减轻风险的措施等来改善设备安全状况，达到减少事故并合理分配资源、节约维修费用的目的。同时该系统可以通过信息反馈，结合实际不断完善。

### 4.2 压力容器的维修检验

对于压力容器来说，有其自身的使用检验周期，而这一周期的确定由压力容器的技术性能状况、使用条件等综合确定，包括外部检查、容器耐压试验和容器内外部检验等内容。其中，外部检查是指对压力容器做在线检查，在正常运行的条件下做定期检查，应保证1年1次以上；而内外部检验主要是压力容器的停机检查，检查周期主要由容器等级决定，1/2级别6年1次；3/4级别则3年至少1次。而容器的耐压试验是指压力容器停机检验时，对容器工作压力液压或气压的试验，并严格根据压力容器的检验频率来确定。压力容器定期检查包括两部分，一部分为外部检查，一部分为内外部检验。其中，压力容器检验

的目的主要是为了确保其正常的使用和安全。在检查过程中,尽可能发现问题和解决问题。压力容器定期检验的内容包括以下五个方面:一是结构的检查,封头连接方式、容器筒体与规定是否相符,容器的检查孔、人孔和排污孔等是否与规定相符,容器焊缝的分布是否符合相关的安全要求;二是检查容器的几何尺寸,但是不必检查所有的几何尺寸,只需检查重点部位的尺寸;三是容器壁厚的测定,在测定容器壁厚时,应合理确定测定的部位,选择有代表性的部位进行测定,比如表面缺陷部位、易发生变形的部位等,在这些部位进行测定;四是检查容器的表面缺陷,容器表面缺陷的检查,针对的主要是容器腐蚀、机械损伤深度、长度和直径分布情况的检查,在检查过程中,应将检查的重点放在易变形部位、应力集中部位和异种岗焊部位上;五是检查容器焊缝埋藏缺陷以及抽查射线探伤或超波探伤等。此外,还需要检查容器的紧固件和安全附件,主要是对紧急切断阀、安全阀等安全零件的检查,同时应对高压螺栓等紧固件进行逐个清洗检查。

## 5 压力容器失效分析

### 5.1 基本概念

产品丧失规定功能的现象称为失效。压力容器的失效,是指在设计所规定的时间内和使用条件(温度、压力、介质等)下,按照所应用的失效准则,丧失了该容器所应承担的效能。压力容器失效分析技术内容一般可分为:失效诊断、失效预测和失效预防。其中失效诊断是失效研究的核心,失效预测和预防则是失效研究的目的。失效诊断是失效发生以后的研究,失效预测和预防则是事前的。

### 5.2 失效分析技术内涵

(1) 失效模式与失效机理(原因)。从失效分析的技术观点进行分类有失效模式和失效机理分类。失效模式指外在宏观表现形式和规律。失效机理则是指引起失效的微观物理化学变化过程和

本质。按失效模式和失效机理相结合对失效进行分类就是宏观与微观相结合,由表及里地揭示失效的物理本质和过程。与失效有关的失效对象、失效现象和失效环境统称为失效信息。根据压力容器失效过程中材料发生变化的物理、化学的本质机理和过程特征,失效模式可以分为:变形失效、断裂失效、腐蚀失效、磨损失效和泄漏失效等。每一种失效信息都是失效的一个特征,反映影响失效的某个因素或条件综合几种失效信息可以诊断出失效的模式,进而推断出失效的原因和机理。反之,也可认为某一特定的失效模式、原因和机理总要表现出一些相应的失效信息(特征)。失效模式诊断一般从现场残骸分析(失效件断口、裂纹、痕迹和变形等)、零件制造工艺、显微组织和力学性能分析、结构和受力分析、工况和使用环境分析及失效模拟等方面入手。

(2) 失效分析技术思路及程序。失效分析是一门系统工程,包括多学科知识的综合运用。压力容器失效分析的思路及程序,应从以下几个方面的内容重点考虑:1) 保护失效现场。2) 调查失效现场与收集资料(1) 失效现场调查主要有:失效部位、裂纹与碎片的名称、尺寸大小、形状;失效部位周围散落的金属屑和粉末、氧化皮和粉末、残留物及一切可疑的杂物和痕迹;碎片的变形、裂纹、断口、腐蚀、磨损的外观、位置,表面的材料特征,环境条件;听取操作人员及佐证人介绍事故发生时情况(录音记录)。

(3) 试验检验分析。失效分析试验过程通常包括:金相检查、化学成分分析、断口分析;无损检测,材料性能测试;试样的选取、保护和清洗,试样的宏观检查和分机试样的微观检查和分机断裂力学分析,模拟试验等。对各项试验方案应考虑其必要性、有效性和经济性。一般宜先从简单的试验方法入手,如有必要时才进一步采用费用高的和较复杂的试验方法。

### 5.3 新兴的失效分析与安全评定技术

目前,压力容器失效分析方法主要是采用传统的事故分析方法和系统工程事故分析方法。传统的事故分析是目前发展比较成熟、使用最广的一种方法。有基于断裂形式的分析方法和基于断裂时载荷状态的分析方法等等。但该方法所涉及的知识面很广,如:断口学、金相学、无损检验技术等多达20几个学科。因此,一个人很难具备这样多的知识,通常需要很多人协作,而且还要有经验丰富的人员参加。故该方法推广使用受到了局限,这种传统的失效分析方法越来越受到限制。以下是压力容器失效分析与安全评定技术发展的几个方面。

(1) 随着计算机技术的飞速发展,专家系统技术逐渐在压力容器失效分析中得到应用。提出了压力容器失效分析专家系统的推理控制策略和推理方法,并建立合理的推理机制。通过失效事件本身反映出来的失效信息来诊断失效模式、原因和机理的失效诊断系统,能在短时间内初步判断出压力容器的失效原因,并给出处理方法及预防措施,具有重大的现实意义。

(2) 压力容器失效评定中的主要变量有:材料的机械性能、工况载荷、缺陷尺寸等它们不同程度地存在随机性、分散性和不确定因素。研究表明这些评定参数符合一定的分布规律,可以用可靠性理论缓解评定参量不确定性的问题,从而定量得到结构的失效概率。概率断裂力学理论从80年代开始形成了体系完整的结构可靠性理论,并用于压力容器的可靠性评估。近年来,Ralllllan.M等初步对含纵向腐蚀缺陷压力管道的评定提出了可靠性评定。基于概率断裂力学的失效方法能客观反映评定参数的不确定性,降低人为经验因素的影响,提高分析的准确性和安全性,

具有较好的工程应用价值。

## 6 结论

压力容器作为一种工业特种设备,应用范围已经越来越广泛。因此,设计部门和设计人员必须对压力容器的安全性能进行全面考虑,尽量将所有问题都防患于未然,提高压力容器的安全性,进而保障人民的生命和国家的财产安全。

压力容器失效分析与安全评定是一门系统工程,包括多学科知识的综合运用。其总任务是不断降低失效率,准确评估、预测其安全状况与剩余寿命,提高可靠性,防止重大失效事故的发生,促进经济高速持续稳定发展。其中失效预测可以分为安全状况预测、剩余寿命预测和累积失效概率(或安全)预测等三个层次的内容。失效预防则应包括失效的工程预防、失效(或安全)法规或标准的制定或修改,以及失效(或安全)数据库和专家系统的建立和应用。发展中的可靠性工程、风险评估、计算机技术及完整性与适用性评估是预测、预防和控制失效的技术工作和管理工作的基础和保障,这将从广度和深度进一步推进压力容器失效分析与安全评定技术的发展和完善。

## 参考文献

- [1] 薛明德,黄克智,李世玉等.压力容器设计方法的进步[J].化工设备与管道,2011(12):19-22.
- [2] 刘亚明.压力容器设计过程中的常见问题及防范对策探究[J].科技前沿,2013(04):20-21.
- [3] 申长吉.压力容器设计过程中常见的问题分析[J].自动化应用,2012(06):111-112.
- [4] 丁子荣,刘立峰.压力容器设计中几个问题的探讨[J].科技资讯,2013(17):56-57.

2013年6月21日

## 浙江省湖州市静江公寓电梯急停事故

## 一、事故概况

2013年6月21日19时8分左右，浙江省湖州市静江公寓内电梯发生急停事故，造成2人受伤。

事发时，该公寓内电梯在运行中从24楼突然下滑至21楼，位于轿厢底部的安全钳意外动作，将轿厢夹持在导轨上，电梯发生意外急停事故，无法继续移动，造成2名乘客被困在轿厢内并遭受不同程度伤害。事发后，电梯维保单位与物业管理公司共同将2名乘客救出并送往医院进行治疗。

## 二、事故原因分析

1. 直接原因。事发前，事故电梯的安全钳在上次运作或实验后，电梯维保人员未对安全钳楔块进行及时复位，导致安全钳楔块与导轨侧向间隙不一致，最终造成安全钳在电梯没有超速的情

况下误动作，将处于正常状态下的电梯突然制停。

## 2. 间接原因

(1) 日立电梯(中国)有限公司杭州工程有限公司在对该台电梯维保时未按有关规定认真对电梯清洁、润滑、检查、调整等。电梯维保单位质量检验人员或管理人员，未按有关要求对该台事故电梯的维保质量进行及时检查，电梯维保质量失控，使电梯不能达到安全要求，无法保证电梯正常运行。

(2) 湖州众鑫物业管理有限公司对电梯管理存在“主要的管理人员未持证，持证的电梯安全管理人员不管理”的混乱现象。

(3) 湖州众鑫物业管理有限公司未按有关规定建立以岗位责任制为核心的电梯使用和运行管理制度，未明确相关管理人员的工作职责，未建立电梯安全技术档案，未对电梯维保质量进行有效监督等，电梯安全管理主体责任意识淡薄，电梯使用管理混乱。

困梯时应等待专业人士



## 三、预防同类事故的措施

1. 电梯维保人员应按照TSG 08《特种设备使用管理规则》中的有关规定，对电梯进行清洁、润滑、检查和调整。

2. 电梯安全保护装置动作后，维保人员应及时对其进行复位，确保电梯在发生突发事件下起到保护的作用。

3. 电梯使用单位应履行保证电梯安全运行的主体责任，完善各项安全管理制度和岗位责任制度，监督电梯维保单位的工作状况并检查电梯安全使用情况。

## 3月1日起，这些应急与安全相关标准开始施行！



### 消防应急照明和疏散指示系统技术标准

《GB51309-2018 消防应急照明和疏散指示系统技术标准》，由住房和城乡建设部发布。为了合理设计消防应急照明和疏散指示系统，提高消防应急照明和疏散指示系统的施工质量，确保系统正常运行，保证在发生火灾时人员顺利逃生和消防作业，制定本规范。

### 危险化学品重大危险源辨识

《GB18218-2018 危险化学品重大危险源辨识》，规定了辨识危险化学品重大危险源的依据和方法。适用于危险化学品的生产、使用、储存和经营等各企业或组织。

GB 36894-2018 危险化学品生产装置和储存设施风险基准

GB/T 36701-2018 埋地钢质管道管体缺陷修复指南

GB 35844-2018 瓶装液化石油气调压器

GB/T 35857-2018 斜行电梯制造与安装安全规范

SY/T 7412-2018 油气长输管道突发事件应急预案编制规范

SY/T 0556-2018 快速开关盲板技术规范

SY/T 5726-2018 石油测井作业安全规范

SY/T 6560-2018 海上石油设施电气安全规范

SY/T 6561-2018 石油天然气开发注天然气安全规范

SY/T 6562-2018 轻烃回收安全规程

SY/T 6564-2018 海上石油作业系物安全规范

SY/T 6565-2018 石油天然气开发注二氧化碳安全规范

SY/T 6597-2018 油气管道内检测技术规范

SY/T 6605-2018 石油钻、修井用吊具安全技术检验规范

SY/T 7409-2018 酸性油气井钻柱安全评价方法

SY/T 6428-2018 浅海移动式平台沉浮与升降安全规范

SY/T 6444-2018 石油工程建设施工安全规范

SY/T 7411-2018 海上石油电缆测井作业技术规范

SY/T 7413-2018 报废油气长输管道处置技术规范

SY/T 7419-2018 低温管道绝热工程设计、施工和验收规范

SY/T 7428-2018 海上固定平台结构延长设计使用年限规范

SY/T 7429-2018 石油天然气开发注水安全规范

SY/T 5587.5-2018 常规修井作业规程 第5部分：井下作业井筒准备

SY/T 6267-2018 高压玻璃纤维管线管

SY/T 0441-2018 油田注汽锅炉制造安装技术规范

SY/T 0442-2018 钢质管道熔结环氧粉末内防腐层技术标准

SY/T 0448-2018 油气田地面建设钢制容器安装施工技术规范

SY/T 0460-2018 天然气净化装置设备与管道安装工程施工技术规范

SY/T 10037-2018 海底管道系统

SY/T 10046-2018 船舶靠泊海上设施作业规范

SY/T 4111-2018 天然气压缩机组安装工程施工作业技术规范

SY/T 4121-2018 基于光纤传感的管道安全预警系统设计与施工规范

SY/T 4133-2018 石油天然气管道工程全自动超声检测工艺评定与能力验证规范

SY/T 5067-2018 石油天然气钻采设备 钻修井用安全接头

SY/T 5612-2018 石油天然气钻采设备钻井液固相控制设备规范

SY/T 5665-2018 钻井液用防塌封堵剂 改性沥青

SY/T 6150.2-2018 钢质管道封堵技术规范 第2部分：挡板-囊式封堵

SY/T 6408-2018 石油天然气钻采设备 钻井和修井井架、底座的检查、维护、修理与使用

SY/T 6548-2018 石油测井电缆和连接器使用技术规范

SY/T 6649-2018 油气管道管体缺陷修复技术规范

SY/T 6793-2018 油气输送管道线路工程水工保护设计规范

SY/T 6913-2018 石油天然气钻采设备 海洋钻井隔水管设备规范

SY/T 6920-2018 海洋钻井工程设计规范

SY/T 6928-2018 液化天然气接收站运行规程

SY/T 6962-2018 海洋钻井装置井控系统配置及安装要求

SY/T 6989-2018 带压作业技术规范

SY/T 7403-2018 油气输送管道应变设计规范

来源：国家标准信息公共服务平台、人民日报、中国应急管理报 新媒体中心

## 气瓶安全知识

一、使用前一定要注意看液化气钢瓶保护罩上的检验日期标记，过期是不能使用的。液化石油气钢瓶每4年（前3次4年，第4次为3年检验一次，使用年限不得超过15年。

二、铅印标记不清的钢瓶不能使用。铅印吧标记不清的钢瓶不能使用。外外表面有明显外表面。

三、外表面有明显损伤的钢瓶不能使用。

四、有大面积腐蚀的钢瓶不能使用。

五、缺上提手或下底座的钢瓶不能使用。

六、不能瓶对瓶倒气。

七、液化气钢瓶的放置位置不要靠近热源和明火，不能在阳光下暴晒，放置的地方应保持干燥。不准用火烤，浇热水等方法加热钢瓶。

八、液化气钢瓶必须直立使用，不得将钢瓶卧倒放或倒置。

九、点燃液化气的方法是“先点火，后开气”，做做到火等气，儿童不要单独开关液化气。

十、如发现液化气钢瓶泄露时，应立即打开门窗通风散气，千万不可点火，也不要开关电器设备，防止引起泄漏气体爆炸着火。

十一、液化石油气用户，严禁将气瓶内的气体向其他气瓶倒装，严禁自行处理气瓶内的残液，否则极易产生泄漏，引发火灾与爆炸事故。