

Contents 目录

法规园地

- 质检总局特种设备局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 03
- 质检总局关于2016年全国特种设备安全状况情况的通报 07
- 关于印发《山东省化工产业安全隐患大排查快整治严执法紧急行动方案》的通知 12
- 质检总局 国资委 能源局关于规范和推进油气输送管道法定检验工作的通知 15
- 质检总局办公厅关于实施《场(厂)内专用机动车辆安全技术监察规程》若干问题的通知 18
- 质检总局关于发布《电梯监督检验和定期检验规则——曳引与强制驱动电梯》等6个安全技术规范第2号修改单的公告 19

信息与动态

- 锅炉低氮燃烧改造存在安全风险 应选合理改造方式 20
- 人民日报：让行业协会走上前台 21
- 山东省制定8条断然措施 消除化工生产安全隐患 22

焊接论坛

- P92钢焊接工艺在超(超)临界机组主蒸汽管中的应用 23
- 超临界机组小径厚壁包墙管焊接接头裂纹分析与控制 26
- 压力容器加强筋板焊接接头裂纹产生原因分析 28



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

丁建 赵路宁 徐宁

韩孜君

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

安全管理

锅炉安全运行管理与维护保养	30
浅谈做好电梯的安全管理的方法	35

会员来稿

维护锅炉稳定安全运行的建议	41
旋转机械振动特性研究综述	44
电厂锅炉管道焊接存在问题的监造	48
压力管道的无损检测概述	52
压力管道的振动简析	55

他山之石

国内外游乐场惊魂事故大盘点	60
---------------	----

安全知识

灭火器知识及使用方法	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: 2017年6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

质检总局特种设备局

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)

各省、自治区、直辖市质量技术监督局(市场监督管理部门):

移动式压力容器(以下简称移动容器)是在全国范围内流动使用的高危险性特种设备,为贯彻落实《国务院办公厅关于加快推进重要产品追溯体系建设的意见》(国办发〔2015〕95号),推动移动容器产品安全质量追溯体系建设,总局建立了全国移动式压力容器公共服务信息追溯平台(以下简称信息平台,网址: <http://tsyd.cnse.gov.cn>),并在全国部分省份开展了试点应用工作,根据试点应用的反馈情况,目前信息平台已具备在全国推广使用的条件。我局决定今年在全国范围内推广应用信息平台,现将有关事项通知如下:

一、对移动式压力容器相关单位的要求

移动容器相关单位是信息平台的使用主体,包括移动容器的制造单位、检验机构、使用单位、使用登记机关、充装单位等,上述单位应按照以下规定在信息平台上进行使用操作:

(一) 制造单位。

1、制造单位在移动容器出厂时,除《移动式压力容器安全技术监察规程》规定的出厂资料外,还应向使用单位提供作为移动容器永久身份标识的金属二维码(电子铭牌)和随车电子合格证(UKey)。制造单位应登录信息平台上传移动容器的产品数据并对随产品提供的移动容器金属二维码和随车电子合格证进行产品数据关联绑定。

2、对进口的移动容器,由进口产品安全质量监督检验机构提供金属二维码和随车电子检验合格证,并登录信息平台上传产品数据及进行关联绑定。

金属二维码的技术要求见附件1,随车电子(检验)合格证有关技术要求可登录信息平台查阅。

(二) 检验机构。

1、定期检验机构在检验前应当在线查验申请定期检验的移动容器的产品信息和检验状态。对新制造的移动容器,检验机构应在完成检验后将定期检验结论上传信息平台并进行检验结论与二维码及电子合格证的绑定,并在检验合格的移动容器罐体侧面适合扫描的部位粘贴纸质二维码或者喷涂二维码(以下一并简称纸质二维码)检验标志。

2、对在用移动容器,定期检验机构开展检验以前,应根据在用移动容器使用登记证上的使用登记证编号或设备代码(原注册代码),在信息平台查询使用登记数据。如信息平台没有相关使用登记数据或数据不全,应征得使用登记机关同意后查清移动容器原始数据,将原始数据和《使用登记表》中相关数据补录入信息平台。检验合格后,检验机构应负责将检验结论数据录入信息平台,并将使用登记数据和检验结论数据与金属及纸质二维码、电子检验合格证(UKey)进行关联绑定,同时在移动容器上安装与粘贴金属和纸质二维码。

纸质二维码的技术要求见附件 2，二维码安装与粘贴要求可登录信息平台查阅。

（三）使用单位。

1、新购移动容器，使用单位申请办理使用登记前，应通过随车电子（检验）合格证登录信息平台将移动容器与使用单位账户绑定，录入使用登记机关所要求的相关信息，并在信息平台上提交使用登记证办理申请。

2、在用移动容器，使用单位应当在定期检验（年检或全面检验）有效期届满前一个月，向本省（市）内负责办理移动容器使用登记的特种设备安全监管部门（以下简称使用登记机关）认定的检验机构提出定期检验要求。检验机构负责向信息平台录入数据、发放金属与纸质二维码和电子检验合格证（金属二维码、电子检验合格证由使用单位自愿申请）。使用单位负责录入使用登记机关所要求的相关信息，并在信息平台上提交新版使用登记证办理申请。

办理了信息平台数据录入的使用单位可根据需要在本地或异地进行下次定期检验。

（四）使用登记机关。

1、使用登记机关应登录信息平台办理新制造的移动容器使用登记，制作并发放纸质使用登记证书，上传使用登记证（加盖公章后的扫描版或电子版）。使用登记证的式样应当满足《特种设备使用管理规则》（TSG 08-2017）附件 A（式样一）的规定，其尺寸可根据实际情况适当缩小。

2、使用登记机关应登录信息平台换发在用移动容器使用登记证，制作并发放新版使用登记证书，上传使用登记证（加盖公章后的扫描版或电子版），同时收回注销在用移动容器的 IC 卡及配套的旧版移动式压力容器使用登记证。

（五）充装单位。

充装单位在充装前应凭随车电子（检验）合格证或者二维码在线查验移动容器的检验状态，对未经检验和超期未检的移动容器禁止进行充装。

对检验状态为正常的移动容器，充装单位可进行充装并将充装信息上传信息平台。

二、实施的具体要求

（一）各级质监部门要进一步认清移动容器安全的重要性和风险性，制定工作计划，明确职责分工和责任人，做好相关工作部署；同时要做好宣传工作，使辖区内移动容器制造单位、检验机构、使用单位、充装单位认识到“移动式压力容器公共服务信息追溯平台”建设的意义，充分了解文件相关要求，按规定操作使用信息平台，确保信息平台平稳运行。

（二）本文发布之日起，各移动容器制造企业应将新出厂移动容器的产品数据上传至信息平台并实现和产品数据的关联绑定。2017年9月1日起，未上传数据并实现关联绑定的移动容器不得出厂。

2017年12月31日前，全国各省（自治区、直辖市）的移动容器使用登记工作应全部通过信息平台办理，颁发新版使用登记证。2018年12月31日前，各省级质监部门应将旧版使用登记证换发为新版使用登记证。各省原“移动式压力容器 IC 卡登记证管理系统”中的在用移动容器数据原则上应完成导入或录入到新的信息平台中。

（三）制造单位可向信息平台技术支持单位订购随车电子合格证和金属二维码，也可以自行采购或制作，自行采购或制作的应当符合本通知及信息平台的技术要求。使用登记机关、检验机构可向旧版使用登记证及配套 IC 卡的发行单位订购随车电子（检验）合格证、金属二维码、纸质二维码和新版使用登记证书，也可自行制作。新版使用登记证及其全套信息化介质的订购费用不超过旧版使用登记证及配套 IC 卡的费用。

为保证二维码数据的安全性和准确性，相关二维码数据统一由信息平台生成，自行采购或制作的单位应通过信息平台申请所需的二维码数据。

（四）信息平台用户登录方式分为认证电子数字密钥（Ukey）用户和普通密码用户两类。使

用登记机关应使用电子数字密钥进行登录。省级质监部门统一向平台技术支持单位免费领取规定数量的认证电子数字密钥。制造单位、检验机构、使用单位、充装单位可以使用普通密码登录，为了确保上传数据的安全性和可靠性，上述单位也可以申请使用认证电子数字密钥登录。信息平台技术支持单位负责向上述单位发行平台登录用认证电子数字密钥。

（五）原“移动式压力容器 IC 卡登记证管理系统”将于本文发布后停止更新。在两个系统平台并行使用过渡期内，相关单位仍可通过有效的 IC 卡或者随车电子合格证及二维码查验移动容器身份。

社会公众可通过手机二维码扫描软件扫描随车二维码，获取移动容器基础信息。

（六）租赁国外产权罐箱的使用登记暂不纳入信息平台。

（七）如发生二维码（金属、纸质）、电子（检验）合格证、电子数字密钥或使用登记证书遗失，使用单位可向颁发单位（制造单位、检验机构、使用登记机关）申领补办。

（八）各级质监部门需要信息平台提供将原“移动式压力容器 IC 卡登记证管理系统”数据导入新信息平台或者向当地行政审批系统推送数据服务的，可通过与信息平台支持单位协商或采用政府购买服务的方式解决。

（九）信息平台应用过程中的技术问题或培训支持请联系信息平台支持单位北京中认环宇信息安全技术有限公司。

联系人及联系方式如下：

电话：

特木尔 010-83886662，15011049452；

传真：010-83886398；

Email: temuer@cqc.com.cn。

附件：1. 金属二维码质量技术标准

2. 纸质二维码质量技术标准

质检总局特种设备局

2017年6月22日



附件1

金属二维码质量技术标准

一、材料要求

金属二维码（电子铭牌）采用 0.6mm 不锈钢板作为基体材料，表面涂覆烧结高性能搪瓷瓷釉，四周金属凸筋边框。条码、文字与数字符号由透明瓷釉保护。

钢釉复合铭牌应具有金属材料良好的机械性能和搪瓷、瓷釉的耐腐蚀、高耐磨、耐老化等物理化学性能，同时能够避免搪瓷易于破损的不足，适应户外设备的长寿命使用要求。

主要性能特点如下：

- 1、耐高温，850℃以下。
- 2、耐老化，耐日晒雨淋环境 10 年以上。
- 3、耐磨损，硬度达到搪瓷级（可以耐刀片表面擦刮）。
- 4、耐腐蚀，耐正常使用环境条件下的酸碱腐蚀。

二、安装技术说明

1、形状尺寸

外形尺寸 100 x 100mm，安装孔距 93 x 93mm，安装孔 4-φ3.5mm。

2、安装固定

金属二维码（电子铭牌）与常规机械铭牌一样，采用 4 个铆钉安装固定。铆钉直径 φ 3.2mm。铆钉安装孔孔径 3.5mm，可以用普通手枪钻钻孔。新罐车安装固定在阀门控制箱的箱门内侧，没有配备阀门控制箱的老罐车，应该安装在原来机械铭牌相近的位置。



附件2

纸质二维码质量技术标准

纸质二维码应符合以下技术要求：

- （1）二维码尺寸：20CM × 20CM。
- （2）二维码质量要求：二维码粘贴车身后一年以内不掉色、不开胶、不脱落，色度差能够保证手持移动终端正常扫描并识别二维码信息。
- （3）二维码样式如图：



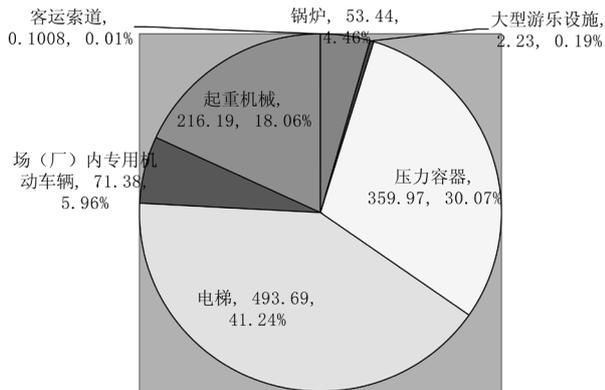
质检总局关于2016年全国特种设备安全状况情况的通报

根据《中华人民共和国特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》的规定，现将2016年全国特种设备安全状况通报如下。

一、特种设备基本情况

(一) 特种设备登记数量情况

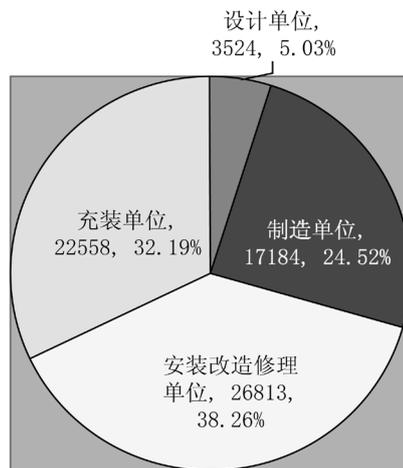
截至2016年底，全国特种设备总量达1197.02万台，比2015年底上升8.81%。其中：锅炉53.44万台、压力容器359.97万台、电梯493.69万台、起重机械216.19万台、客运索道1008条、大型游乐设施2.23万台、场（厂）内机动车辆71.38万台。另有：气瓶14235万只、压力管道47.79万公里。



图一：2016年特种设备数量分类比例图

(二) 特种设备生产和作业人员情况

截至2016年底，全国共有特种设备生产（含设计、制造、安装、改造、修理、气体充装）单位70079家，持有许可证70382张，其中：设计单位3524家，制造单位17184家，安装改造修理单位26813家，移动式压力容器及气瓶充装单位22558家。



图二：2016年特种设备生产单位数量分布图

截至2016年底，全国特种设备作业人员持证1099.52万张，比2015年上升4.95%。

(三) 特种设备安全监察和检验检测情况

截至2016年底，全国共设置特种设备安全监察机构2801个，其中国家级1个、省级32个、市级466个、县级2302个。全国特种设备安全监察人员共计34259人，较2015年增加10611人，主要原因是市县级政府机构改革出现部门“二合一”“三合一”等情况，使得基层监察人员数量大幅增加。

截至2016年底，全国共有特种设备综合性检验机构495个，其中质检部门所属检验机构300个，行业检验机构和企业自检机构195个。另有：型式试验机构47个，无损检测机构452个，气瓶检验机构1935个，安全阀校验机构408个，房屋建筑工地和市政工程工地起重机械检验机构209个。

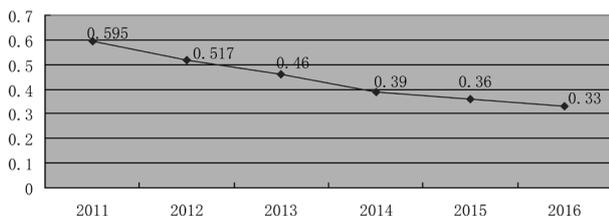
2016年，全国各级特种设备安全监管部门开展特种设备执法监督检查155.84万人次，发出安全监察指令书13.95万份。特种设备检验机构对112.67万台特种设备及元部件的制造过程进行了监督检验，发现并督促企业处理质量安全问题3.21

万个；对 134.64 万台特种设备安装、改造、修理过程进行了监督检验，发现并督促企业处理质量问题 37.27 万个；对 609.79 万台在用特种设备进行了定期检验，发现并督促使用单位处理质量问题 155.43 万个。

二、特种设备安全状况

（一）事故总体情况

2016 年，全国发生特种设备事故和相关事故 233 起，死亡 269 人，受伤 140 人，与 2015 年相比，事故起数减少 24 起、降幅 9.34%，死亡人数减少 9 人、降幅 3.24%，受伤人数减少 180 人、降幅 56.25%。2016 年全国万台特种设备死亡率为 0.33，同比下降 8.33%，全年未发生重特大事故，特种设备安全形势总体平稳向好。



（二）事故特点

按设备类别划分，锅炉事故 17 起，压力容器事故 14 起，气瓶事故 13 起，压力管道事故 2 起，电梯事故 48 起，起重机械事故 94 起，场（厂）内机动车辆事故 39 起，大型游乐设施事故 6 起。其中，电梯和起重机械事故起数和死亡人数所占比重较大，事故起数分别占 20.60%、40.34%，死亡人数分别占 15.24%、51.67%。

按发生环节划分，发生在使用环节 192 起，占 82.40%；维保检修环节 18 起，占 7.73%；安装拆卸环节 19 起，占 8.15%；充装运输和改造环节各 2 起，占 1.72%。

按涉事行业划分，发生在制造业 77 起，占 33.05%；发生在建设工地和建筑业 63 起，占 27.04%；发生在社会及公共服务业 43 起，占 18.45%；发生在冶金石化业 12 起，占 5.15%；发生在交通运输与物流业 11 起，占 4.72%；其他行业和领域 27 起，占 11.59%。

按损坏形式划分，承压类设备（锅炉、压力容器、气瓶、压力管道）事故的主要特征是爆炸、泄漏着火等；机电类设备（起重机械、电梯、大型游乐设施、场（厂）内专用机动车辆）事故的主要特征是倒塌、坠落、撞击和剪切等。

（三）事故原因

根据已经调查结案并上报的事故调查报告，事故原因主要包括：

1. 锅炉事故。违章作业或操作不当原因 7 起，设备缺陷和安全附件失效原因 3 起。

2. 压力容器事故。违章作业或操作不当原因 4 起，设备缺陷和安全附件失效原因 3 起。

3. 气瓶事故。违章作业或操作不当原因 6 起，设备缺陷和安全附件失效原因 2 起，非法经营 1 起。

4. 压力管道事故。1 起为山体滑坡导致管道破裂引发爆燃，1 起为人员违章操作。

5. 电梯事故。违章作业或操作不当原因 21 起；安全附件或保护装置失灵等设备原因 13 起；应急救援（自救）不当导致的事故 4 起；儿童监护缺失及乘客自身原因导致的事故 3 起。

6. 起重机械事故。事故原因主要是违章作业或操作不当；另有非法制造、改造、安装原因 4 起，安全附件或保护装置失灵等设备原因 3 起，吊具原因 2 起，极端天气原因 1 起。

7. 场（厂）内专用机动车辆事故。37 起为叉车事故，2 起为旅游观光车事故。无证驾驶、违章作业或操作不当原因 30 起，设备原因 2 起，安全管理不到位 1 起。

8. 大型游乐设施事故。安全保护装置失灵及设备故障原因 2 起，安全管理不到位 2 起，违章作业原因 1 起，非法制造、使用原因 1 起。

三、2016 年特种设备安全监察与节能主要工作情况

（一）深化三大战役

一是扎实开展电梯安全攻坚战。共整治隐患电梯 39750 台，继续挂牌督办 1215 台，电梯事故大幅下降，治理成效明显。建立电梯应急处置平台的城市从 2015 年的 15 个增加到 104 个。协调

住建、安全监管等部门，牵头起草《国务院办公厅关于加强电梯安全工作的意见(代拟稿)》。北京、天津、广东、浙江、重庆、贵州等地在老旧电梯更新改造、构建多元共治监管模式、发挥市场机制作用等方面开展了有效创新，收到了良好效果。二是继续开展油气输送管道隐患整治攻坚战。共开展油气输送管道监督检查 20774 次，完成监督检查 9911 公里、定期检验 18794 公里，检验有效期内的油气输送管道 99328 万公里，法定检验覆盖率达到 82.77%。北京、上海、四川、甘肃、福建等地狠抓工作落实，法定检验覆盖率超过 90%，海南达到 100%。积极协调国务院国资委、国家能源局联合印发了《关于规范和推进油气输送管道法定检验工作的通知》，进一步规范检验行为，提高检验质量及检验率。三是大力推进燃煤锅炉节能减排攻坚战。完成 3385 台燃煤工业锅炉能效普查。推动锅炉系统安全节能标准化管理，督促各地按计划完成锅炉系统达标评价。成都率先开展锅炉安全、节能、环保“三位一体”监管体系建设；上海联合经信、环保部门开展达标示范锅炉房评选；贵州超额完成省政府下达的燃煤锅炉淘汰任务；辽宁燃煤工业锅炉节能减排工作被评为省直机关 2016 年第一季度最佳实事之一。

(二) 推进改革创新

一是全面启动安全监管改革。颁布《特种设备安全监管改革顶层设计方案》，提出了明晰各方责任边界、建立权责一致共治体系的改革路径。制定了特种设备“十三五”规划及科技、节能专项规划。成立了法规标准优化清理、行政许可改革、检验工作改革、电梯监管改革 4 个小组，从中观微观层面落实改革举措。湖北积极推进许可流程再造与互联网+的深度融合，做到“一口进出、网上运行、限时办结”；河北、甘肃积极探索技术检查机构与检验工作相分离机制，推进检验工作改革。二是降低企业制度性交易成本。颁布《特种设备使用管理规则》，大幅简化使用登记申请表格、使用管理制度等内容。将特种设备生产单位和检验检测机构鉴定评审、特种设备检验检

测人员考试从中介服务转为技术性服务，由经营性收费转变为行政事业性收费。协调财政部、国家发展改革委推动设立收费项目、制定收费标准。三是探索安全主体责任落实机制。落实国务院工作要求，对特种设备生产单位和检验检测机构全面推行“双随机”证后监督抽查，提升监督效果。组织开展电梯维保标准自我声明和服务质量公开承诺活动，引导企业提供高于国家标准、技术规范的电梯维保服务。江苏、新疆等地创新气瓶监管模式，实现过程追溯和责任落实；宁波发挥保险的市场激励与约束作用，促进维保工作规范化；吉林、黑龙江出台质量失信“黑名单”制度，陕西在全省范围内通报电梯安全运行状况，通过市场选择倒逼电梯企业落实安全主体责任。

(三) 增强服务发展

一是加强服务保障。圆满完成 G20 峰会电梯等特种设备安全保障任务，峰会期间，浙江、杭州质监部门全力保障核心区 771 台电梯等特种设备“零故障”运行，成绩得到国务院领导充分肯定；上海保障迪士尼乐园项目顺利开业；北京、天津全力做好全国“两会”、达沃斯经济论坛等重大活动、会议期间特种设备安全保障工作。二是促进经济发展。配合国家发展改革委推广高效锅炉，修订《节能专用设备企业优惠所得税目录》，推动将锅炉、热交换器等列入节能产品减税范围。与欧盟开展在锅炉压力容器标准互认方面的探讨，推动我国低温容器用材在 ISO 低温容器产品标准的应用。山东成功举办泰山首届国际特种设备展览会，推动特种设备制造业创新发展。三是加强国际交流。继续推动与 ASME 在锅炉压力容器材料标准国际互认，成立 ASME 第八卷中国国际工作组。加快推进全球环境基金(GEF)项目，《工业供热系统和高耗能特种设备能效促进》最终协议正式启动。加强中美锅炉能效标准合作，组织开展中美锅炉节能环保法规标准对比研究。

(四) 夯实工作基础

一是坚持依法治特。推动《电梯安全条例》列入国务院 2016 年立法计划研究项目，联合国家

发展改革委、环保部制定部门规章《锅炉节能环保监督管理办法》，七合一的大规范《固定式压力容器安全技术监察规程》颁布实施，发布《电梯型式试验规则》等安全技术规范，组织完成了特种设备安全强制性国家标准整合精简，进一步完善了安全技术规范与标准的协调机制。各地加大法制建设力度，全国对电梯专门制定的地方行政法规和部门规章达到 57 部，特种设备安全尤其是电梯安全逐步从部门行为上升为政府工作。二是加强队伍建设。充分发挥国务院安委会专家咨询委特种设备专业委和总局安技委优势，整合了原有的特种设备应急救援专家库与事故调查处理专家库。连续举办全国特种设备安全监察处长、地市质监局长培训班，全系统共完成 35000 余人的各类安全监察人员考核换证。河南、福建等地创新思路，强化基层监察人员培训，成效显著。三是加大宣传力度。开展“走近特种设备”、“电梯安全周”等系列主题宣传活动，采取邀请中央主流媒体实地考察、专家访谈、印制宣传海报等方式，广泛宣传特种设备安全知识。总局联合中特促进会、北京、上海、浙江、四川等地开展“电梯安全知识宣传小学生命题绘画征集活动”，产生较大社会反响。江西发布了年度特种设备安全及能效状况白皮书；福建投入普法经费 200 余万元，运用多种媒体开展宣传，拉近了特种设备与百姓的距离。

四、2017 年特种设备安全与节能工作重点

（一）继续开展特种设备安全攻坚战

1. 开展特种设备安全隐患排查和治理。按照《质检总局办公厅关于开展 2017 年特种设备安全隐患排查和治理的通知》要求，以涉及民生、人员密集场所、盛装危险化学品的高风险特种设备为重点，认真部署隐患排查整治工作，分级开展隐患排查整治工作的检查、抽查和督查。对排查出的安全隐患，要督促相关单位和责任人限期整改。依法依规落实使用单位、基层政府、安全监察机构以及检验机构、行业协会各方责任。

2. 开展电梯安全隐患整治“回头看”。对建档

问题电梯和挂牌督办电梯，依托地方政府，联合相关部门，采取综合治理措施，加大力度，尽快完成整改，逐台销号。同时，对新发现的问题要责令使用维保单位查找原因、有针对性地进行整改。

3. 全面推进电梯应急处置服务平台建设。在全国范围内实现各省均有地级城市建成电梯应急处置服务平台，并在此基础上，推进电梯信息公示平台和监管平台建设。

4. 依法履行油气输送管道安全监管和检验职责。按照总局与国务院国资委、国家能源局联合发文规定，督促管道企业落实安全主体责任，查清管道数量和安全状况，推动企业开展管道完整性管理，继续推进油气输送管道检验检测工作，不断提升管道法定检验覆盖率。开展国家重大工程在建和在用长输管道的监督检查，开展长输管道使用登记试点。

5. 推进多元共治。推动将特种设备安全工作纳入各级地方政府的安全生产工作考核内容和国务院安委会安全生产巡查工作内容，进一步落实地方党委政府的属地监管责任和相关部门的行业监管责任，积极发挥好行业和社会力量的作用，构建多元共治工作格局。

（二）做好重要会议和重大活动特种设备安全保障

1. 加强协调，区域联动。北京、福建等重要会议和重大活动举办地，要落实责任，严防死守，确保会场、驻地等核心区内特种设备安全。总局指导协调，相关省市横纵联动，打造特种设备安全“护城河”、“防火墙”。

2. 加强应急，快速反应。重要会议和重大活动期间，要加强应急值守，完善应急预案，开展实战演练，提高应急能力，妥善应对和处置突发事件。各地发生特种设备人员伤亡事故，省级质监部门要第一时间了解情况并报告总局。

3. 加强宣传，注重引导。各级质监部门要按照有关规定，及时、客观、准确地公开有关信息，回应社会关切，加强舆论引导，坚决防止因信息

不公开、发布不及时等原因导致产生重大社会影响事件。

（三）厘清责任边界，理顺监管体制

1. 制定权责清单。总局制定特种设备局权力和责任清单，各级地方质监部门结合本地工作实际，制定地方权力和责任清单。

2. 优化法规标准。继续开展法规标准优化清理，制定特种设备行政规章、安全技术规范及规范性文件的规划目录，继续推进综合性安全技术大规范建设，开展安全技术规范后评估试点。总局与地方加强互动，共同研究对策，对监管工作中发现的问题，通过优化法规标准予以解决。

（四）推进安全监管改革，优化工作机制

1. 深化行政许可改革。发布特种设备行政许可目录，通过合并、转变方式等措施，精简生产许可子项目，加快解决车用气瓶安装许可等难点问题。适当下调行政许可实施主体，规范配套的许可程序，抓紧修订具体产品的许可条件。针对鉴定评审和人员考试转为技术性服务的情况，协调相关部委出台财政保障政策。对许可持证单位全面推行“双随机”监督检查，加强事中事后监管，提升监管效果。

2. 推进检验改革。科学划分公益性和经营性检验的范围，政府设立的公益事业类技术检查机构或检验机构应主要从事公益性检验。根据中国特种设备检验集团的组建进程进行资格核准。通过修改相应的安全技术规范和协调收费政策，调项目、延周期、降收费，总体降低公益性检验收费。

3. 强化保险激励约束保障机制。总结推广保险+服务的电梯综合保险试点经验，积极引入保险企业参与对电梯使用维保的监督约束机制和对乘梯人员的保障机制。

4. 推进电梯维保改革。推进电梯安全监管信息化标准在全国范围内全覆盖，全面实现电梯维保单位维保信息社会公示。支持行业组织制定电梯维保服务的团体标准并贯彻实施，继续推动企业维保标准自我声明和公开承诺。试点按需维保和作业人员企业自我考评等工作。

（五）加强信息化建设，创新方法手段

1. 建立质量追溯体系。以电梯、气瓶、移动式压力容器等产品为重点，推进特种设备安全质量追溯体系建设。在升级现有特种设备公示信息查询平台的基础上，实现全国特种设备持证人员公示系统互联互通，并根据信息化总体规划的进展，进行持证单位的互联互通公示试点。

2. 统一建设信息化平台。按照分散部署、数据共享的原则，推进信息化建设。总局将研究制定统一的建设规划，明确总体框架要求，统一数据标准和交换要求，并对《特种设备信息化工作管理规则》进行修订完善。各省要在总体框架基础上，积极推进本地信息化平台建设和应用，总局依据总体框架的要求进行抽查评价。

3. 完善科技支撑体系。继续发挥特种设备科技协作平台的作用，做好相关课题的研究，加大科技投入和科技人才培养力度，运用科技成果提升监管效能。

（六）开展质量提升行动

1. 服务质量强国战略。以优化安全技术规范、推进企业标准自我声明、制定颁布团体标准等为手段，引导企业生产出优于国家法规标准的特种设备产品。继续推动我国锅炉压力容器标准的国际互认，促进装备制造业发展，支持特种设备产品、服务、标准走向国门，服务“一带一路”战略。加强与地方政府合作，促进特种设备产业聚集区质量提升，服务地方经济发展。

2. 加强高耗能特种设备节能监管。推进燃煤锅炉节能环保综合提升工程，加大对高耗能特种设备节能、环保标准执行情况的监督检查力度，抓紧完善锅炉节能环保相关配套法规标准。

3. 加快推进京津冀及周边地区燃煤锅炉节能环保综合提升工程。协调指导京津冀及周边地区，通过提高锅炉节能环保准入门槛、从严调控新装燃煤锅炉、加速淘汰落后锅炉、推动节能环保达标改造、推进安全节能环保标准化管理等措施，率先做好京津冀及周边地区锅炉节能环保工作。

关于印发《山东省化工产业安全隐患大排查快整治严执法紧急行动方案》的通知

各市党委、政府，各县（市、区）党委、政府，省政府各部门、各直属机构，中央有关驻鲁单位：

经省委、省政府同意，现将《山东省化工产业安全隐患大排查快整治严执法紧急行动方案》印发给你们，请立即制定具体方案，切实抓好贯彻落实。

山东省化工产业安全生产转型升级专项行动领导小组

2017年6月22日

（此件公开发布）

山东省化工产业安全隐患大排查快整治严执法紧急行动方案

根据全省化工产业安全生产转型升级专项行动总体部署，从今年6月起至12月底，在全省化工产业开展安全隐患大排查快整治严执法紧急行动（以下简称紧急行动），特制定如下方案：

一、工作目标

深入学习贯彻习近平总书记关于安全生产工作系列重要讲话精神，认真落实省委、省政府主要领导同志关于安全生产工作的指示批示要求，深刻汲取临沂金誉石化“6·5”爆炸着火重大事故教训，坚持“全覆盖、零容忍、严执法、重实效”，对化工生产和危化品储存、运输、经营、使用、废弃处置等环节，开展安全隐患大排查快整治严执法紧急行动，重拳出击、铁腕整治各类安全隐患，严厉打击各类非法违规行为，彻底关闭取缔违法违规化工项目，坚决遏制较大及以上事故发

生，尽快扭转化工领域安全生产被动局面，为党的十九大胜利召开营造稳定的安全生产环境。

二、实施步骤

紧急行动不分阶段，坚持省市县联动，企业自查与执法检查相结合、暗访与异地执法相结合，不打招呼、直插一线，逐企逐户排查隐患、落实整改、管控风险，确保行动取得实实在在成效。

（一）大排查。坚持“全覆盖”，彻底摸清企业底数，全面排查各类安全隐患，不留任何死角和盲区。

1. 准确掌握化工企业数量。各市、县（市、区）政府要组织专门力量，深入细致摸排辖区内化工企业个数和生产经营情况，并于6月30日前在主流媒体公布全部企业名单。

2. 开展安全隐患排查治理。各级各有关部门

督促本区域内化工企业全面彻底开展安全隐患排查治理。7月10日前,各企业要将排查治理情况报送当地执法监管部门。

3. 对企业排查治理进行执法检查。凡7月10日前未报送排查治理情况的企业,相关执法监管部门依据《安全生产法》《山东省安全生产条例》和《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》等法律法规,进行严格处罚,并公开处罚结果。

各级政府按照“网格化、实名制”和“分级、属地”原则,组织相关专家、工程技术人员、企业管理人员、安全监管和行业主管等职能部门人员、安全生产与职业健康检测检验评价服务机构人员,成立联合检查组,对辖区(网格)内的化工企业及在建项目进行拉网式检查。

(二)快整治。坚持果断迅速、分类施策、铁腕整治,全面彻底消除各类事故隐患和不安全因素。

1. 对存在一般性安全隐患的企业及项目,边查边改、立查立改。一时难以解决的,制定整改方案,限期完成。

2. 对存在重大安全隐患的企业及项目,责令企业立即停产停工或者停止使用相关设施设备,在隐患消除之前,不得投入生产运营。

3. 对违法违规建设的企业及项目,立即依法取缔关停。

(三)严执法。坚持“零容忍”,坚决做到严格执法、顶格处理、决不姑息。

1. 对存在重大安全隐患的企业及项目,立即挂牌督

2. 对违法违规建设的企业及项目,采取封存设备、断水断电等断然措施。

3. 对发现的非法违法行为,采取吊销许可证、罚款、查封、信用惩戒、行政处罚等行政或刑事措施,依法严格查处。

4. 对违法行为当事人拒不执行安全生产行政执法决定的,依法申请司法机关强制执行,并纳入安全生产“黑名单”。

三、检查重点

(一)生产使用环节。重点检查企业安全生产责任制,风险分级管控和隐患排查治理体系建设,建设项目管理,检维修和动火、受限空间等特殊作业,重大危险源安全管控,危险化学品罐区,建设项目试生产和化工装置开停车,化工自动控制,应急管理,以及依法取得相关许可和资质等方面内容。

(二)储存经营环节。重点检查危险化学品市场、有储存经营、无储存经营、零售店面和港口仓储经营的安全生产条件;严厉查处非法违法储存经营行为,特别是低闪点油品的非法储存经营和非法违法调和油品的行为。

(三)运输环节。重点检查道路危化品运输企业主体责任,车辆技术条件,紧急切断装置,动态监管落实,装卸管理,以及依法取得危险货物运输经营许可和驾驶员、押运员、装卸管理人员取得相应资质等方面内容;重点检查危化品运输车辆不按照通行规定行驶,已注销或达到报废标准的车辆运输危化品,超载运输、公告介质与运输介质不符、“大吨小标”、非法改装等违法违规行为。重点检查水路危险货物运输企业和危险货物运输船舶经营资格条件和相关人员资质、关键设施设备,以及船舶挂靠经营行为。

(四)特种设备环节。重点检查盛装、输送毒性程度为极度和高度危害介质的固定式压力容器、移动式压力容器、气瓶和压力管道,以及使用登记、定期检验、企业自行检查、应急演练、管理制度、操作规程、作业人员资质等方面内容;监督检查各特种设备检验检测单位履职尽责的情况。

(五)废弃处置环节。重点检查产废和危险废物经营单位环评,危险废物产生和接受的种类和数量,危险废物贮存、处置设施,自动监测设备联网危险废物转移等方面内容。

四、任务分工

(一)各级政府负责本辖区紧急行动的组织实施,统筹相关职能部门开展调查摸底、集中检查、

督导暗访、问题整改和执法问责等工作。

(二)省安全隐患大排查快整治严执法集中行动联席会议办公室(以下简称省“大快严”办公室)在全省化工产业安全生产转型升级专项行动领导小组统一领导下开展工作,负责省级紧急行动的组织、协调、检查指导等工作。

(三)省政府有关部门按照“管行业必须管安全、管业务必须管安全、管生产经营必须管安全”的要求,按照《山东省化工产业安全生产转型升级专项行动总体工作方案》要求,扎实有效推动紧急行动深入开展。具体分工如下:1.省经济和信息化委负责化工生产企业(不包括危险化学品企业)监督检查和油气输送管道的执法检查。2.省公安厅负责化工运输车辆的道路交通安全、化工企业消防,硝酸铵、剧毒化学品、易制爆危险化学品的执法检查。3.省交通运输厅负责道路危险化学品运输全过程、港口危险化学品仓储、水路化工危险货物运输等执法检查。4.省环保厅负责危险化学品废弃处置和化工危险废物经营的执法检查。5.省工商局负责化工市场的执法检查。6.省质监局负责化工特种设备、压力容器、压力管道的执法检查。7.省安监局负责危险化学品生产、储存、经营、使用企业的执法检查。

五、工作要求

(一)加强组织领导。各级各有关部门要从讲政治、讲大局的高度,充分认识紧急行动的极端重要性,迅速把思想和行动统一到省委、省政府的重大决策部署上来。各级政府参照省里模式,成立化工产业安全生产转型升级专项行动领导小组,制定本辖区化工产业安全隐患大排查快整治严执法紧急行动方案。省安监、公安、经信、交通、工商、环保、质监等部门要制定本部门、本行业领域的执法检查方案。6月30日前,各市政府和省直有关部门要将紧急行动实施方案报全省化工产业安全生产转型升级专项行动领导小组办公室和省“大快严”办公室。

(二)强化协调调度。各成员单位要增强大局观念,按照职能分工,强化整体联动、部门协同,在联系沟通上建立机制,在工作协调上形成常态,在任务落实上整体发力,切实打好“组合拳”。省“大快严”办公室要加强组织协调,对重大工作任务一体部署、一体推动,切实抓好方案统筹、力量统筹、进度统筹;对各市、县(市、区)紧急行动开展情况定期督导检查,对行动不力、工作迟缓、敷衍塞责的,通报全省并约谈主要负责人。

(三)突出宣传引导。各级宣传部门要制定具体的宣传工作方案,通过开设专栏、集中报道、配发评论、开展访谈等多种形式,对紧急行动进行宣传报道,营造浓厚的舆论氛围,使大排查快整治严执法紧急行动家喻户晓、深入人心。要畅通举报渠道,动员广大社会公众、企业员工积极举报企业重大安全隐患和违法违规行为。要加强舆论监督,对安全隐患排查治理不彻底,重大隐患未按期整改,拒不执行监管指令的企业要公开曝光。

(四)严格考核问责。坚持安全生产“一票否决”制度,对完不成当年安全生产目标任务的党委、政府主要负责人不予提拔重用。发生特大生产安全事故的市、发生重大以上生产安全事故的县(市、区)、发生较大生产安全事故的乡镇(街道)年度内不能参加评先树优活动,党委、政府主要负责人1年内不予提拔重用。对发生重大及以上安全生产责任事故的地区和部门、单位,综治部门要依据有关规定给予社会管理综合治理一票否决。发生较大以上生产安全事故或连续发生生产安全死亡事故的国有(控股)企业领导班子不能享受年终考核奖励,主要负责人不能参加当年评先树优活动。对因发生生产安全事故受刑事处罚或者撤职处分的企业主要负责人,依据有关禁入规定,限期内不得重新担任生产经营单位的主要负责人。

质检总局 国资委 能源局

关于规范和推进油气输送管道法定 检验工作的通知

国质检特联〔2016〕560号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团质量技术监督局(市场监督管理部门)、国资委、能源局,中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、中国兵器工业集团公司、中国大唐集团公司、中国中化集团公司、中国中煤能源集团有限公司、中国化工集团公司、中国航空油料集团公司:

自2014年10月国务院安委会决定开展油气输送管道(以下简称管道)隐患整治攻坚战以来,各有关部门和企业认真贯彻落实党中央、国务院决策部署,密切配合、扎实推进,管道安全隐患整改工作取得了积极进展。但是在整改过程中发现一些管道使用单位(以下简称管道企业)贯彻执行《特种设备安全法》不及时,对管道监督检验和定期检验工作重视不够,存在管道检验覆盖率偏低、部分检验机构无管道检验资质、管道检验工作不规范等问题。按照国务院安全生产委员会关于开展油气输送管道隐患整治的各项文件要求,结合《油气管道完整性管理规范》(GB 32167)的实施,为进一步贯彻落实《特种设备安全法》,不断提升管道质量安全水平,现就规范和推进管道的监督检验和定期检验等法定检验工作有关要求通知如下:

一、工作目标

严格落实管道检验制度,依据法律法规、安全技术规范、强制性标准开展压力管道元件制造监督检验和型式试验、管道安装监督检验和在役

管道定期检验等管道法定检验工作,推动开展管道完整性管理,不断提升管道质量安全水平。

二、工作依据和适用范围

(一)工作依据

《特种设备安全法》《石油天然气管道保护法》和《中央企业安全生产禁令》等法律法规、安全技术规范、国家强制标准和《国务院安全生产委员会关于深入开展油气输送管道隐患整治攻坚战的通知》(安委〔2014〕7号)、《国务院安全生产委员会关于印发〈油气输送管道保护和安全监管职责分工〉和〈2015年油气输送管道隐患整治攻坚战工作要点〉的通知》(安委〔2015〕4号)、《关于印发〈2016年油气输送管道安全隐患整治攻坚战工作要点〉的通知》(安委〔2016〕6号)等文件。

(二)适用范围

本通知所指的管道属于《特种设备目录》中的长输管道,系指依据《输气管道工程设计规范》(GB 50251)和《输油管道工程设计规范》(GB 50253)设计的,在产地、储存库、油气使用单位之间的用于输送商品介质的压力管道,包括原油、成品油、天然气长距离输送管道。不包括海上管道和海上管道登陆段。

三、具体要求

(一)检验机构和人员资质

按照《特种设备安全法》的规定,压力管道检验机构应当经过质检总局核准(以下简称“经核准”),并在其核准证书规定的范围内开展检验

工作。经核准的检验机构信息可以在中国特种设备公示信息查询网站 (www.cnse.gov.cn) 查询。

压力管道元件制造监督检验机构和管道安装监督检验机构应当按照《特种设备检验机构核准规则》(TSG Z7001) 分别取得压力管道元件监督检验和长输管道监督检验资质。压力管道元件型式试验机构应当按照《特种设备型式试验机构核准规则》(TSG Z7004) 取得相应资质。管道定期检验机构应当按照 TSG Z7001 取得长输管道定期检验资质。从事管道漏磁内检测的检验机构还应当按照《特种设备无损检测机构核准规则》(TSG Z7005) 取得漏磁检测 (MFL) 资质。质检总局将牵头修订 TSG Z7001 和 TSG Z7005, 完善统一管道内检测资质。

支持中央企业及其他大型管道企业设立管道检验机构, 经核准后, 负责本企业的管道检验工作。

从事检验的人员应当经过考核, 并取得特种设备检验人员资质, 方可从事管道的检验工作。

(二) 规范检验工作的实施。

按照《特种设备安全法》的规定, 管道企业应当依法开展管道的监督检验和定期检验。

1. 管道安装监督检验执行《压力管道安装安全质量监督检验规则》的规定, 管道定期检验执行《压力管道定期检验规则——长输(油气)管道》(TSG D7003) 以及《油气管道完整性管理规范》(GB 32167) 的规定。质检总局、国家能源局会同相关部门共同对《压力管道安装安全质量监督检验规则》、TSG D7003, GB 32167 等相关安全技术规范和国家标准、行业标准开展修订工作, 协调划分标准使用界限, 统一安全技术规范及标准中相互交叉的有关内容, 明确长输油气管道定期检验的内容。

2. 在役管道运行过程中, 管道企业应按照 GB 32167 的规定, 开展管道完整性评价工作, 并依据评价结果进行管道缺陷修复和风险消减, 确保管道本质安全。

3. 管道企业在检验合格有效期届满前 1 个月, 应向经核准的特种设备检验机构提出定期检验申请。特种设备检验机构接到申请后, 应当按照 TSG D7003 及 GB 32167 的要求及时对企业报验的管道进行定期检验。定期检验完成后, 特种设备检验机构应当向管道企业出具检验报告。

4. 本通知印发前, 各管道企业依据国家标准或行业标准已完成检验的管道, 在检验合格有效期满后(检验报告未注明有效期的, 由管道企业根据实际情况确定有效期, 但最长不超过 3 年), 应按照《特种设备安全法》第四十条和本通知的要求实施管道定期检验。对安装时已实施监督检验的管道, 应在投入使用后 3 年内安排开展定期检验; 对安装时未实施监督检验且投入使用后也未按照国家标准或行业标准实施过定期检验的管道, 应立即安排开展定期检验; 对正在安装但未实行监督检验的管道, 应及时告知所在地直辖市或设区的市级人民政府特种设备安全监督管理的部门和管道保护部门, 并约请经核准的监督检验机构, 实施监督检验工作。

5. 对无法完全按照特种设备安全技术规范、强制标准实施定期检验的管道, 管道企业可与检验机构协商, 参照《特种设备安全法》第四十八条的规定开展管道安全评估工作, 参考安全评估结果和管道企业书面意见, 做出报废、更换、允许监控使用、实施完整性管理等分类处理。

6. 对于存在严重事故隐患, 无改造、修理价值, 或者已达到安全技术规范规定的报废条件的, 管道企业应当依法履行报废义务, 并采取必要措施消除该管道的使用功能。

(三) 落实企业主体责任。

管道设计、制造、安装单位和管道企业, 应当按照有关法律法规、安全技术规范的规定履行管道安全主体责任, 严格落实管道检验制度, 保证管道本质安全。

压力管道元件制造单位应按照安全技术规

范的规定，通过产品型式试验和制造过程监督检验，取得型式试验证书或监督检验证书。首次进口的压力管道元件应当通过压力管道元件型式试验机构进行的型式试验。管道建设选用国产压力管道元件时，应当选用具有相应特种设备许可证企业生产的或通过型式试验合格的压力管道元件。在开始施工前，应当按照《特种设备安全法》第二十三条的规定，书面告知管道所在地直辖市或设区的市级人民政府特种设备安全监督管理的部门，并约请经核准的检验机构，按照特种设备安全技术规范的规定进行管道安装监督检验。

对于在役管道，管道企业应当按照安全技术规范的规定做好管道年度检查工作，年度检查可由管道企业自行负责，可以委托有能力的机构实施。管道企业应当认真吸取“青岛市 11.22 中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故”中管道本体腐蚀减薄泄漏的教训，在做好管道年度检查工作的基础上，认真制定管道定期检验计划，自主选择经核准的管道检验机构开展管道定期检验，及时发现并消除管道腐蚀减薄和内部缺陷扩展，保证管道使用安全。

(四) 加强部门协调。

各地负责特种设备安全监督管理的部门、油

气管道保护部门和国有资产监督管理部门应当在各级安委会的统一领导下，加强协调配合，在管道工程项目核准、工作考核和日常检查工作中督促推动管道企业依法开展管道法定检验工作。各地负责特种设备安全监督管理的部门应当加强对压力管道元件制造、安装和使用过程中的法定检验的监督检查，并将监督检查中发现的重大安全问题及时通报同级管道保护部门、国有资产监督管理部门和管道企业上级主管部门，各部门应积极协调采取措施督促管道企业落实整改，消除隐患。

(五) 发挥行业作用。

结合我国油气管道发展现状，质检总局牵头，会同国家能源局等部门，充分依托行业和大型国有企业力量，吸收国内油气管道完整性管理、管道检测和评价的专家，研究建立油气管道检验和完整性管理技术委员会，为我国油气管道检验检测法规、标准的制定提供技术支持。

国家质量监督检验检疫总局
国务院国有资产监督管理委员会
国家能源局

2016 年 11 月 23 日



质检总局办公厅关于实施 《场(厂)内专用机动车辆安全技术监察规程》 若干问题的通知

(质检办特函〔2017〕523号)

各省、自治区、直辖市质量技术监督局(市场监督管理部门),各有关单位:

为做好《场(厂)内专用机动车辆安全技术监察规程》(TSG N0001—2017,以下简称《场车规程》)实施工作,现就有关问题提出以下意见,请认真贯彻执行。

一、关于行政许可和型式试验

自2017年6月1日起,场(厂)内专用机动车辆(以下简称“场车”)的生产许可和型式试验工作,按以下要求处理:

(一)依照《特种设备目录》和《场车规程》中规定的产品范围实施许可。各鉴定评审机构在对相关单位进行鉴定评审时,应当在原有评审的项目和内容基础上,增加《场车规程》第2.3条的相关内容。

(二)首次申请型式试验的,应当按照《场车规程》要求进行。对已经通过型式试验的非公路用旅游观光车辆,在制造许可证有效期满换证时,按照《场车规程》要求,重新进行型式试验。鉴于《场车规程》对叉车安全性能的要求基本没有变化,对已经通过型式试验的叉车,不再重新进行型式试验。

二、关于使用和定期检验

自2017年6月1日起,场车的使用和定期检验工作,按照以下要求处理

(一)使用单位应当采取有效措施,使场车行驶的道路和环境满足《场车规程》中规定的各项要求。

(二)新出厂的场车,应达到《场车规程》中规定的各项要求。已经投入使用的场车,使用单位应当采取有效措施进行自查自纠,在定期检验之前,达到《场车规程》规定的定期(含首次)检验的各项要求。定期检验不合格的,不得继续使用。

质检总局办公厅
2017年5月18日

质检总局关于发布 《电梯监督检验和定期检验规则—— 曳引与强制驱动电梯》等6个安全技术规范 第2号修改单的公告

(2017年第44号)

根据电梯检验工作开展情况，质检总局对《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1号修改单)等6个安全技术规范的部分内容进行了修改，现予批准发布实施。

该修改单发布后，6个安全技术规范将重新印制。

名 称	编 号	批准日期	施行日期
《电梯监督检验和定期检验规则——曳引与强制驱动电梯》第2号修改单	TSG T7001-2009	2017-6-12	2017-10-1
《电梯监督检验和定期检验规则——消防员电梯》第2号修改单	TSG T7002-2011	2017-6-12	2017-10-1
《电梯监督检验和定期检验规则——防爆电梯》第2号修改单	TSG T7003-2011	2017-6-12	2017-10-1
《电梯监督检验和定期检验规则——液压电梯》第2号修改单	TSG T7004-2012	2017-6-12	2017-10-1
《电梯监督检验和定期检验规则——自动扶梯与自动人行道》第2号修改单	TSG T7005-2012	2017-6-12	2017-10-1
《电梯监督检验和定期检验规则——杂物电梯》第2号修改单	TSG T7006-2012	2017-6-12	2017-10-1

质检总局

2017年6月12日

锅炉低氮燃烧改造存在安全风险 应选合理改造方式

今年，北京市开展“清煤降氮”攻坚战，将全面推进禁燃区内燃气（油）锅炉低氮燃烧技术改造，全市共完成至少 10000 蒸吨左右燃气（油）锅炉低氮燃烧技术改造任务。但实施燃气（油）锅炉改造存在一定安全风险。

2017 年 1 月 12 日，湖北省枝江市某企业一台燃气锅炉在调试点火时发生炉膛燃爆事故，造成 2 人死亡，7 人受伤。经初步分析，该事故是由于使用单位违规将燃气安全切断阀强行短接开启，造成点火前燃气进入炉膛与空气混合达到爆炸极限，炉膛发生燃爆。

鉴于燃气（油）锅炉低氮燃烧改造存在一定的安全风险，针对燃气锅炉存在的风险情况，国家质检总局发出了《关于燃气锅炉风险警示的通告》，市质监局和市环保局共同发布《关于锅炉低氮燃烧改造安全风险警示的通告》（以下简称《通告》）。

通告要求，锅炉使用单位（业主单位或委托的运营单位）要全面落实锅炉低氮燃烧改造安全主体责任，组织、协调、督促相关单位开展改造工作。在签订锅炉低氮改造合同时，应明确燃烧器取得合格的型式试验证书、报告的相关要求。不得私自改动和解列燃烧器运行

控制程序，对燃烧器、锅炉安全附件和安全联锁装置进行日常检查。需要修理燃烧器时，应当商请燃烧器制造商或其授权的单位进行，确保在对燃烧器进行调试时，无关人员不得在锅炉附近聚集。

对于整体更换的锅炉，一般情况下，锅炉燃烧器应当由锅炉制造企业负责选配，并对整体更换锅炉的安全性负责；特殊情况需由锅炉使用单位选配时，使用单位应当确认所选配的燃烧器符合锅炉制造企业规定的配置技术要求。

另外，对于在用锅炉，锅炉燃烧器的更换、改造和调试工作，以及由此产生的对锅炉安全性能的影响，应由燃烧器制造商或其授权的单位负责。对采取授权方式的，燃烧器制造商应出具正式的授权文书并承担相应的安全责任。燃烧器制造商或其授权的单位应对燃烧器更换、改造是否对锅炉安全性能产生影响，出具安全确认书。

锅炉燃烧器应依法取得燃烧器型式试验证书和报告。燃烧器型式试验机构应客观、公正、及时出具燃烧器型式试验证书和报告，并对燃烧器型式试验结果和结论负责。

如何合理选择改造方式？

锅炉低氮燃烧改造方式多样，技术复杂，为了保障改造工作的顺利实施，有效防范安全风险，预防事故发生，经专家分析论证，综合安全、环保影响因素，提出如下建议：

1. 对于 7.0MW(蒸发量 10t/h)以上的在用锅炉，不建议采用预混燃烧的改造方式；
2. 对于中心回燃锅炉，不建议采用更换燃烧器的改造方式；
3. 对于在用锅炉，不建议采用直接改造燃烧器的改造方式。

来源：人民网

人民日报：让行业协会走上前台

调整经济结构迫切需要企业转型升级。近几年来，各级政府为促进企业转型升级出台了不少政策措施，包括：设立转型升级专项资金项目，评选创新示范企业、智慧建设重点示范工程，下达年度重点技术创新项目计划、智能化改造项目实施计划等等。综合评价这些政策措施，虽然起到了一定的引领作用，但总的来看政策精准度不强、效率不高、覆盖面不广。

究其原因，在于政府很难真正了解企业真实的发展状况和发展需要，也很难准确把握市场的变化，以行政方式“外行指导内行”，不但浪费了行政资源、容易滋生腐败，也有可能破坏企业公平竞争的发展环境。

行业协会、商会是同行企业自己的组织，能够深刻而敏锐地察觉到所处行业的生存状态、存在问题、潜在危险和发展前景，对行业内不同企业的管理水平、技术储备和核心竞争力水平等情况非常熟悉。但在现实中，却往往被排除在促进企业转型升级的制度设计之外，难以发挥特有的优势。

在引导参与企业转型升级的过程中，应该让行业协会、商会走上前台，政府鼓励这些组织发挥主导作用，规范他们的组织行为。因此建议：

将政府评价企业或影响企业发展方向的行政行为，逐步转移给行业协会、商会。转变政府职能的关键就是将“市场的事交给市场去做”。当前可以考虑选择一些经济发展基础较好的地区进行

试点。将政府安排的转型升级资金等涉企资金项目的申报、评价、发放工作，各级各类涉企评优奖励工作，企业评价、产品评价、认证等工作转移给相关行业的行业协会、商会执行，政府做好监督和规范工作。在制定重点技术创新计划、智能化改造项目计划等有关企业转型升级计划时，可以采用委托研究或购买服务等方式，由行业协会商会起草计划草案，经政府有关部门确认后颁布执行。部分具备条件的地区，还可以赋予行业协会一定的执法权，规范行业内企业违反行规的行为。

精心设计和完善行业协会、商会的评价机制。首先，对全国各级各类的行业协会商会进行清查。其次，根据清查结果，对行业协会、商会进行评价，制定某一段时间内的政府授信行业协会、商会目录，并将授信标准和授信结果向社会公示。第三，对具体工作流程进行设计，制定可操作的法律法规和政策措施，保持授信行业协会、商会或第三方中介组织的有效流动，通过按不同时间阶段授信、同时授信不同的社会组织、鼓励中介组织市场竞争等方式，促进行业协会商会健康发展。经过多年的努力，通过市场竞争和政府培育，力求依托行业协会商会，建立起行业内的“标准普尔”性质的社会组织，提供全社会认可的专业服务，建立起具有国际水准的行业评价品牌。

来源：人民日报

山东省制定8条断然措施 消除化工生产安全隐患

根据山东全省化工产业安全生产转型升级专项行动的总体要求,“省化工安全转型办”昨天制定了8条断然措施,重拳出击、铁腕整治,快准狠消除一批安全隐患。

这8条措施包括:

①立即停产“差”评企业,凡前阶段“三评级一评价”中安全、环保评级为“差”的企业,或者未参加“三评级一评价”的生产企业,立即停产整改;

②暂停审批新上危化项目;

③严格在建装置试车管理(原则上年内不再进行试车,在建项目完工后确需试车生产的,必须重新进行安全、环保等评估并经有关部门批准,报经市县政府同意后试生产);

④立即取缔违法违规企业和项目;

⑤严格危化品运输车辆管理(夜间危化品运输车辆19时至次日凌晨6时、重大节假日、恶劣天气时禁止通行,依法严厉打击违法违规行为);

⑥设立有奖举报电话(安全生产举报电话:0531-12350);

⑦建立周调度制度;

⑧强化督导检查,各市立即组织自查,7月上旬省化工安全转型办开启专项检查。

省化工安全转型办综合协调组组长表示,希望通过这种空前的“四停”(措施),找准问题的隐患点,采取这种空前断然的措施,快出击快见效,有效地遏制山东化工行业安全生产的不利局面。

来源:新华网

P92钢焊接工艺在超(超)临界机组 主蒸汽管中的应用

摘要：P92钢凭借其本身卓越的抗高温蠕变性能，在现代火电机组对主蒸汽管道机械性能要求极其严苛的时代中表现出了在应用中所具备的非凡品质。而针对P92钢的原材质的优良属性，我们不持怀疑态度，但是在进行焊接加工的过程后，是否真的具备这样的优越性质就显得更为重要了。通过不同的焊接工艺，所产生出来的P92钢在主蒸汽管中的表现，也就出现了不同的使用效果。

关键词：P92钢；焊接工艺；超（超）临界机组；主蒸汽管

针对超超临界的主蒸汽管道的临界点来说，不同国家都有不同的标准规格。而即便如此，对于钢材的使用来说，仍旧是比较严苛的。但是介于P91钢的使用情况，P92的在减少了0.5个百分点的Mo以后增加了1.8个百分点的W，在粒子结构上有了新的结构，在实验室的结构检测中，也比P91的性能要优越很多，但是同时其焊接中所遇到的问题也就比较明显了。而下面，我们就焊接头在使用过程中对于超超临界火电机组主蒸汽管的适应分析：

1.P92 钢的焊接属性分析

首先，我们针对P92钢的冷裂纹敏感试验，依据《GB4675.1-1984 焊接性试验斜Y型坡口焊接裂纹试验方法》进行试验，其主要的试验位置在斜Y坡口。在进行试验中，我们采用焊前梯度温度条件处理，从而确定在不同的温度下P92钢在焊好的斜Y接口处的各项性能。

然后，我们针对IV型的裂纹以及软化问题进行焊接口的相应分析。在国外经过研究，国外专家们认为铁素体系的耐热钢型在进行了焊接处理后，在焊口处由于受到了焊接时的高温处理，从

而导致了其粒子结构发生了变化，在使用过程中，就容易出现金属疲劳，进而导致出现各种的裂口损伤。

最后，任何焊接操作，都无法避免的问题就是，焊接后的接口钢材机械性能变化，导致接口材质变脆。这一问题在进行P92钢的焊接加工过程中，应该被重视起来。在进行试验的过程中，我们针对不同厚度的P92进行不同的焊接工艺操作，其中在针对多层多道焊接的厚壁钢型中，因为多次回温的问题，从而导致其脆性更加的严重。而验证中我们进行对比分析也发现，750℃的回火可以在一定程度上保证P92的焊缝仍具备一定的原有冲击韧性和抗疲劳效果。

对于以上的分析，我们不难看出P92的焊接过程中，应该尽量的防止焊接时层间温度的骤然变化并保持层间温度控制在一定范围内，这样不仅可以防止钢性质变脆，对于多次回温而言，在金属离子结构中，也不会因为多次的温度变化而产生相应的氧化反应。

2.P92 在焊接中的性能指标

DL/T868中明确的规定了相关的系数指标，

而针对 P92 的焊接头，其最基本的性能要求则是，抗拉强度 $\geq 620\text{MPa}$ ，断后拉长率 $\geq 15\%$ ， 180°C 冷弯裂长度 $> 3\text{mm}$ ，焊缝冲击功 $\geq 41\text{J}$ ，硬度 $\leq 300\text{HB}$ 。在我们进行的试验中，应该尽量满足以上的标准，从而保证在超超临界机组的主蒸汽管在进行焊接作业的过程中能够保持其最优良的性能。

3.P92 焊接材料的选择

针对 2004 年发布的 DL/T869 标准的严格要求，而其满足的条件如下：首先，焊缝处的金属化学成分应该和原材料的基本相同，其力学性能也应该能够满足在焊接后的工况状态；其次，焊接的材料在进行焊接后，熔后冷却的属性和原材料的基础属性不能有太大的出入；然后，材料扩散符合 DL/T869 中的标准规定；最后，施工的工艺应该满足所需要的焊接要求。

在焊接中的熔敷面，应该按照统一的焊接既定工艺和符合标准规定的材料，包括严格控制焊接层间温度和焊层厚度，保证其在焊接接头处不出现较为严重的问题。而进行焊接施焊参数的标准应该按照 GB5118-85 进行参考。

所以在进行焊接的材料选择上，就应该按照标准选择合格的焊接材料和辅助添加剂，同时施

焊前的机械加工和坡口表面及附近工件表面的除污除锈等处理措施要保证，这样才能保证焊接接头机械性能满足超超临界火电机组主汽管道高温高压的工况条件，从而降低在超超临界机组中出现金属金相组织的变化和晶界处的良好机械性能，抵抗高温变形、氧化、晶间腐蚀，蠕胀以及拉伸变形等问题。

4. 后热影响

按照上述的标准进行了规范化的焊接工序以后，在结束焊接工作或提前中断的时候，应该进行相应的合理保温降温处理。因为 P92 钢属于马氏体钢，在后热加工中，如果出现组织转变，而我们的后处理工艺，其实也是为了将其在受热以后奥氏体重新转变成马氏体钢。但是在进行转变的过程中，如果不能及时的控制好转变温度和保持组织稳定时间，则不能保证其金属接头的良好机械性能，在机组长期稳定运行上就会严重影响主汽管道的安全，从而导致泄露、爆管、主机冲击等事故的发生，造成严重经济损失和人身安全事故。

而针对这一问题，我们做一下不同后热处理的 P92 钢在 20°C 的冲击、拉伸、金相三项试验。而我们试验过程中所得出的数据列表如下：

编号	A		B		C	
Rm/MPa	735	755	815	825	840	830
Rp2.0/MPa	585	612	695	710	720	710
A/%	18.0	21.0	17.0	15.0	17.0	17.5
Akv/J	100	100, 102, 97	27	16, 30, 35	66	66, 72, 62

5.P92 钢的焊接工艺优化

在进行 P92 的原材料进行相应的检测试验中，我们可以了解到的是，焊接中，会在一定程度上改变其材料的属性，而在进行 P92 的测试试验中，

对于这一点，我们也不止一次的提出了改进的办法，但是其效果仍然不是很明显。

而在以上的分析试验中，我们对焊接好的 P92 钢焊接接头进行横切磨片进行盐酸、酒精溶

液的腐蚀结构研究，从而进行显微组织观察，在得到相应的结果。我们首先应该明白，在现实中并没有理想状态下的材料，而 P92 也不可能达到理想状态，所以在其钢材内部，碳元素就会影响其本身的钢属性，而在进行了焊接以后，因为高温反应，甚至可能促进 P92 钢的氧化，这样就会出现分布不均的板条马氏体晶粒，这也是导致了金属在铸造以后，其基础属性不能够完美的表现出来的根本原因。和上面所介绍的情况一样，在获得了必要的工艺条件以后，如软化区进行预热处理、施焊过程中控制好层间温度和焊层厚度等，这样在一定程度上也可以解决或缓解我们在进行现场施焊中遇到的各种问题，最大程度的降低现场焊接接头与实验室焊接接头机械性能的差别。而在进行这样优化中，应该格外注意的如下：对口装配中应该按照不同的坡口形式进行相应预处理；在进行充氩保护的过程中，应在将根部的第二层焊道任务结束以后再进行；通过进行焊接工艺参数的统计，从而控制其余热温度和焊接层之间能够保持在 200℃左右正负误差不超过 50℃的范围内进行；最后针对焊接后的热处理，也是这项技术中的一个比较重要工序，应该严格的控制外壁温度，而在进行这项处理的过程中，还要保证横切面上下两点的对接温度在焊接工艺卡的允许范围内。

6. 实验结果分析

在进行了上述一系列措施的操作之后，我们对其外观进行检测，其完全符合规定的参数，同时在进行了这项检测之后在通过仪器检测以后，也基本符合标准，证明工艺参数的选择是合适的，接头质量和性能是满足设计要求的。而在进行的

焊接横截面进行的侵蚀（如右图）对比中，对于接头处的数据对比，也表明，本工艺的进程中，并没有过多的杂质引到原始材料（包括辅助焊接材料）中，对于母材料的影响并不是很严重。

而在进行了后热处理后的一系列检测中，也不难发现，在进行了严格的全过程工艺流程控制进行的操作所完成的蒸汽管焊接接头，不论是在质量上还是属性上，都能够满足超超临界主蒸汽管道工艺参数对材料机械性能的严格要求。通过接头的力学测试和金相侵蚀分析也表明这项工艺控制措施保证了焊接接头热影响区材料本身的组织性能，也就保证了整个管道接头具有优良的机械性能和工艺性能，从材料焊接技术层面保证了超超临界火电机组的安全稳定运行。

7. 结语

P92 的焊接工艺对于超超临界机组中的应用中，是起到了至关重要的作用。而在本文所进行相应的试验中，也表明了，现场的工艺条件在一定的程度上影响到接头的应有属性，但是通过合理的工艺参数选择和焊前、焊中、和焊后各个环节的良好控制，可以满足机组对主汽管道的设计要求的。而在现阶段普遍的现场施工条件而言，我们应该注意的是，保证在尽量接近实验环境和影响因素的环境下进行相应的焊接工作，并根据变化情况针对性的制定修正措施，特别是控制好层间温差和焊后处理温度保证相变时间，才能获得优良的 P92 钢良好的焊接接头。

参考文献（略）。

作者：刘炜 来源：科技与企业

超临界机组小径厚壁包墙管焊接接头 裂纹分析与控制

摘要：本文以某发电厂 $2 \times 660\text{MW}$ “上大压小”工程为例，通过对现场小径厚壁的包墙过热器管安装焊缝裂纹分析和控制，制定出预防和控制裂纹形成的措施应用于本工程的施工，对其它超临界机组中材质、规格类似情况的焊接施工具有指导意义。

关键词：小径厚壁；包墙管；裂纹

1 前言

某发电厂 $2 \times 660\text{MW}$ “上大压小”工程，锅炉由东方锅炉（集团）股份有限公司设计制造；

型号：DG-2030/25.4- II 9；型式：超临界参数变压直流本生锅炉，一次再热、单炉膛、尾部双烟道结构、采用烟气挡板调节再热气温，固态排渣，全钢构架、全悬吊机构，平衡通风、露天布置，前后墙对冲燃烧。

随着超临界机组容量增大参数的提高，包墙过热器管子具有管壁厚、管径小、管间距小等不同于亚临界机组的特点，基于以上特点，施工过程中采用合适的焊接工艺和选择正确的焊接方法是保证焊接质量的基础。本工程包墙过热器管子规格为 $\phi 38.1 \times 9$ ，材质为15CrMoG，管间距为95.2mm，焊材选用TIG-R30，焊接方法为GTAW焊（钨极氩弧焊）。

2 现状

某发电厂 $2 \times 660\text{MW}$ “上大压小”工程，包墙过热器安装分为两部分，一部分地面组合，一部分高空组合。地面组合焊口的焊接位置均为吊口（5G或5GX），安装过程中通过射线透照发现多数焊缝在正12点位置的近根部出现垂直于焊缝轴线的横向裂纹，裂纹长度约为5mm~10mm，

深度约5mm~7mm。裂纹的具体形式如下图1、2所示，图1为射线底片显示的裂纹形式，图2为图1裂纹缺陷处的局部放大图，图3为焊缝在处理过程中通过着色显示的裂纹形式。

3. 15CrMoG 钢材的应用及焊接性分析

3.1 15CrMoG 钢在超临界机组中的应用

15CrMoG 钢材主要广泛应用在超临界机组锅炉的包墙过热器、低温过热器、低温再热器以及水冷壁等承压部件上。而以上这些部件均属于锅炉的受热面部分，长期在高温高压的状态下运行，对焊缝以及焊缝热影响区的强度、冲击韧性和耐热性要求很高。

3.2 15CrMoG 钢母材性能

15CrMoG 属于珠光体低合金耐热钢，其金相组织为珠光体+铁素体，在高温下具有较高的热强性（ $R_m \geq 440\text{MPa}$ ）和抗氧化性，并具有一定的抗氢腐蚀能力。

3.3 焊接性分析

根据国际焊接学会推荐的碳当量计算公式，计算出15CrMoG 钢的碳当量来近似判断15CrMoG 钢的焊接性。

4. 裂纹形成的原因

由于在施工现场施工和理论上有很大的差距，

下面就现场实际施工过程中包墙过热器管对接焊缝形成裂纹的原因做一一分析:

4.1 焊前预热不到位, 根据 DL/T819-2010 规程要求, 在管材壁厚 $\geq 15\text{mm}$ 时按照规程提供的 $150^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 进行预热, 如果在负温下焊接时其它规格的低合金管材也应适当进行预热。而包墙管的规格为 $\phi 38.1 \times 9$, 且本工程施工时机恰好处于冬季, 因此焊前预热温度难以把握可能是形成裂纹的原因之一。

4.2 每一层焊道的收弧位置影响, 多数焊工在施焊时每一层最后的收弧位于焊缝的正 12 点位置, 这就造成每一层的应力集中点位于焊缝正 12 点位置, 会使多层应力集中进行累加, 使得焊缝的正 12 点位置有形成裂纹的倾向。

4.3 每一层焊道在最后收弧处熔合不良影响, 由于每一层焊道最后的收弧位置是整个焊缝应力最集中的一点, 如果在收弧处出现熔合不良, 焊缝在冷却过程中发生收缩, 在收缩应力的作用下极有可能在熔合不良处的薄弱点形成裂纹。

4.4 焊接线能量的影响, 由于 $\phi 38.1 \times 9$ 的包墙管壁厚大, 焊工为了追求效率在焊接过程中就会出现填充层的厚度太厚, 而要想提高效率增大填充层熔敷金属的厚度就必然增大焊接电流, 随着电流的增大就会造成焊缝热影响区附近产生过热组织, 使晶粒粗大, 降低焊缝的抗裂性能而导致裂纹的产生。

5. 防止裂纹形成的控制措施

5.1 针对焊前预热不到位, 在施工过程中首先将施工位置的环境温度提高到 0°C 以上, 尽管是氩弧打底, 但预热时要依照标准要求保证坡口处的温度保证在 $150^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 。用便携式测温枪进行测量坡口两侧的温度, 确保施焊前坡口两侧的温度符合规程要求。

5.2 大多数焊工在焊接吊口位置的焊口时, 习惯性每一层焊道的收弧位置位于焊缝的正 12 点位置。因此为了避免类似情况发生, 在施工前一定做好技术交底工作, 让每一位施工人员明白其中的利害关系。保证每一层焊道最后的收弧位置要错开 5mm 以上。

5.3 防止每一层焊道最后收弧位置熔合

不良的方法是适当提高焊接电流, 减小焊接速度, 同时要控制给丝量, 必须保证铁水流动性, 熔池清晰, 熔合良好时方可收弧。

5.4 控制焊接线能量, 首先制定与现场施工相适应的焊接工艺, 对于规格为 $\phi 38.1 \times 9$ 的包墙管来说, 如果按照传统的施工习惯就会用三层将焊缝焊完, 即: 打底层、填充层和盖面层, 这样势必会增大每一层熔敷金属的厚度。因此在施焊过程中除了打底层和盖面层外, 要至少使填充层增加为两层。同时要采用适当的焊接工艺参数, 下表 2 为作者建议使用的焊接工艺参数。

6. 结论

对超临界机组的小径厚壁包墙管现场进行焊接施工时, 保证环境温度在 0°C 以上, 采用的预热工艺去掉外界因素影响后符合规程要求, 使用小的线能量, 避免应力集中的累加; 同时保证焊道收弧处熔合良好, 控制每一层熔敷金属的厚度, 并根据 15CrMoG 钢材焊接性严格执行其相关的工艺参数。最终获得表面成型美观、组织性能优良的焊接接头, 完全可以解决超临界机组的小径厚壁包墙管在现场焊接控制裂纹的形成。

参考文献: (略)

作者: 张宏伟 崔旺

来源: 商品与质量 · 学术观察

压力容器加强筋板 焊接接头裂纹产生原因分析

压力容器在使用过程中，常会在加强盘板焊缝及其热影响区产生裂纹，通常裂纹均产生在加强筋板角及焊缝筒体侧热区上。压力容器产生裂纹不仅影响工厂的生产，还可能对车间工作人员及其他设备的安全造成威胁。因此，合理分析处理压力容器裂缝产生的原因，具有十分重要的意义。

1 裂纹产生的原因

1.1 由于材质不同，产生的附加应力

经实际的测验，压力容器在正常运行时，内部温度与加强筋的温度有很大的差距，内部温度高于加强筋的温度。通常加强筋的材质为低碳钢，而压力容器的材质多为不锈钢，查阅有关材料属性方面的资料可知，低碳钢的线性膨胀系数低于不锈钢的线性膨胀系数。由于这两种钢的线性膨胀系数存在较大的差异，当容器工作时，不锈钢的膨胀量会大于低碳钢的膨胀量，加强筋板和容器在受热膨胀时，不锈钢的伸长量要大于加强筋板的伸长量。从而在加强筋板和容器之间焊接接头处会产生较大的附加应力。

1.2 由于应力集中产生的附加应力

加强筋板的作用是加强容器的刚性，加强筋板是通过焊接的方式与容器筒体连接，在连接的部位会产生很大的应力集中。这种集中应力会在外界环境（比如容器工作过程中产生的振动、容器运输过程过产生的振动等）作用下，对焊缝产生较大的附加的应力。

1.3 焊接过程中产生的附加应力

焊接过程本身是个加热之后再冷却的过程，由于焊材与母材材质的不同，由于两种材质热膨

胀系数的不同，在容器受热和冷却的过程中，它们各自的膨胀量相差很大，从而在焊缝金属和熔合区处会产生由于焊接这种工艺本身产生的附加应力。

1.4 焊接的不均匀性造成的裂纹

由于焊接时，焊接的接头成分和组织都不均匀，像压力容器筋板与筒体这种焊接，也就是低碳钢与高合金钢焊接，增加了焊接接头成分和组织的不均匀性，使焊接处产生过渡层和扩散层，这种焊接的不均匀性对裂纹的形成有很大的影响。

1.5 消除应力热处理过程中产生的裂纹

在对焊缝进行消除热应力处理的过程中，焊接热影响区的粗晶部位会产生裂纹，这种裂纹沿着熔合线在奥氏体粗晶边界扩展。

1.6 冶金因素和力学因素导致的裂纹

如果在冷却时，焊接接头的强度在一定刚性拘束条件下发生改变，焊缝与近缝区金属能够承受外加拘束力及残余应力作用时，就不容易产生裂纹，反之，当承受不住应力作用时，就会产生裂纹。焊接接头金属从结晶凝固的温度开始，以一定的速度冷却到室温，在冷却过程中，由于晶间强度与晶粒强度的不同、应力集中的条件以及金属脆化的因素不同，焊接接头弱化的因素和程度也就不同。

冶金因素与金属的导热性（如金属的热膨胀性及组织转化）相关，而力学因素与应力梯度和热循环特征所确定的温度梯度有关。随着温度的降低，这两个因素也都在变化着，在不同的温度区间对焊接接头金属的强度作用也不相同，在晶粒间残余的低熔态金属处，更容易引起集中应力

同，使固相金属产生裂纹；随着温度降低，如果收缩量较大，也容易产生裂纹。

2 裂纹预防方法

2.1 如果取消加强筋对容器的安全性能没有什么影响的话，可以考虑取消加强筋。如果必须使用加强筋，尽量保证加强筋与筒体材料相同，或者使加强筋材料的热膨胀系数与筒体材料的热膨胀系数接近，从而避免焊接过程中和工作过程中，由于温度引起的热膨胀不同，产生大的附加应力。

2.2 加装承压软管。如果取消了加强筋，接管的刚性下降，通过加装承压软管可以降低或消除容器筒体和接管焊缝在工作时因振动产生的附加应力。实际加装承压软管后，接管处的振动也大大的减轻，因此这是个切实可行的办法。

2.3 合理选择坡口角度、根部间隙等结构尺寸，使有利于坡口加工及焊透，以减少各种焊接时产生缺陷。

2.4 焊材与母材匹配合理，从而可以避免焊缝金属的化学成分发生变化，造成的焊缝组织不符合要求。还可能影响焊缝的力学性能及接头的耐腐蚀性能。母材应降低其淬硬性，焊材含氢量要低，

对于易产生裂纹的接头，焊接时尽量降低焊缝金属的强度。

2.5 接管设计应最大限度的降低应力集中，最安全的容器是各部分都具有最低的总应力，而不是在一次薄膜应力上取最大的安全系数，不管局部应力集中。

2.6 结构设计制作工艺，必须尽量降低焊接应力，避免应力集中，如应当合理安排装配焊接的顺序，使接头在最小的拘束条件下焊接，必要时可采取对称、反向等焊接方法，以降低焊接应力，同样从焊接角度来说，焊接线能量不宜选择过大，焊接热量更不应长时间集中于局部。

3 结束语

压力容器的焊接质量是个系统工程，设计者也应当了解制造、焊接方面的知识，以便根据不同材料、不同焊接工艺设计出合理的焊缝坡口形式。另外对于压力容器的焊缝也要做定期的检查，以保证生产效率及工作人员的生命安全。

作者：庞清慧 刘少印 来源：《现代机械》



锅炉安全运行管理与维护保养

山东临沂铝业有限公司 马永方

摘要：锅炉在使用过程中，由于运行和管理不当经常会出现各种各样的安全事故。提高锅炉运行过程中的管理和维护保养，已经成为降低锅炉安全事故和提高锅炉的热效率的关键研究问题，应该引起锅炉的管理部门和相关单位的高度重视。本文从锅炉运行管理和燃烧调整的方面研究分析，找到有效的解决方法。

关键词：锅炉；安全运行

1. 概述

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。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. 锅炉的安全运行的管理制度

锅炉的安全运行管理是锅炉压力容器使用管理的重点。从公司固定资产部、生产安技部到使用单位均设专人负责，管理权限清楚，现场服务具体。各职能部门密切联系，恪守了职能，规范了管理，有效地杜绝了事故的发生。

由于锅炉是受热承压的特种设备，系统复杂，环节多，又需要维持连续运行，因此，要使锅炉在运行过程中既安全又经济地实现各种运行指标，除了要求运行人员从技术上了解和掌握锅炉的有关知识、性能、操作要求外，还应加强运行管理，

要求运行人员要具有高度的责任心，认真贯彻执行各种规章制度。遇到异常情况时，迅速做出判断，并依据有关规程进行处理，把锅炉运行事故消灭在萌芽之中，保证锅炉安全运行。

3. 锅炉点火之前的检查和准备工作

3.1 检查锅炉安全法律的执行情况

锅炉在正式点火使用之前应该对锅炉是否获得了登记证书、操作人员是否经过了培训会 and 考核、是否取得了特种设备操作人员证书等环节进行详细的检查和了解。保证锅炉在运行过程中存在的问题及时的得到解决，并获取相应的监测报告。在锅炉点火之间，话应该对锅炉的操作规程、岗位责任制度等安全规章进行详细的检查和分析，并建立完善的安全运行规章制度。

3.2 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。

3.3 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。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。

4. 锅炉的维护保养

加强锅炉的维护保养是防患于未然，修理维护得好可以减少或防止故障，减少维修的人力及财力，提高锅炉的使用寿命，使锅炉能够安全、经济运行。

4.1 锅炉的日常维护

(1) 一级保养(例保)。要求操作工在日常运行中必须对锅炉及辅助设备进行检查。其检查内容主要有燃烧设备、炉膛、水位表、压力表、安全阀、主汽阀、排污阀、省煤器、除尘器、陈渣机、风机、给水设备等。并将设备状态按要求如实填写在《交接班记录》上。

(2) 二级保养。以操作工为主、维修工为辅，

在锅炉正常运行状态下的一种维修保养制度。主要工作内容：二级保养作业范围应在一级保养的基础上进行。对锅炉本体及辅助设备进行检查，杜绝跑、冒、滴、漏。

(3) 小修。小修是以维修工人为主、操作工人为辅，在锅炉计划停炉状态下的一种针对性的检修保养制度。主要工作内容：在进行二保作业内容基础上，尚需进行内部的清灰、清垢、水冷壁管检查，安全附件校验和辅助设备保养等。

(4) 大修。大修是由负责锅炉设备的专业修理单位对锅炉进行定期的恢复性的修理制度。主要工作内容：对锅炉本体和辅助设备清灰清垢、防腐保温，更换或挖补损坏的受压组件及部位。

4.2 锅炉主要安全附件的作用及维护保养

锅炉的附件及仪表阀门是锅炉安全经济运行不可缺少的一个组成部分。如果锅炉的附件及仪表不全、作用不可靠、全部或部分失灵，都会直接影响锅炉的安全运行。

(1) 安全阀

安全阀的作用是保证锅炉在规定的压力下安全运行。如果锅炉汽压超过允许规定时，安全阀一方面产生较大声音，引起操作人员警觉，及时采取措施；另一方面能起到排汽、减压的作用，使锅炉压力迅速降低，保证锅炉安全。维护保养时如若发现安全阀有泄漏，首先要分析泄露原因，然后采取措施。若因阀芯与阀座接触面有污物等造成安全阀不严密，可将污物吹扫干净；要防止与安全阀无关的异物将安全阀压住、卡住，以保证安全阀动作的可靠性；安全阀经过调整校验后，应加锁或铅封。任何人不得随意移动重锤或拧动调整螺栓，以免安全阀在达到开启压力时不能正确动作，起不到保护锅炉安全的作用。使用期间，每经过一段时间，为防止阀芯与阀座粘住，需要进行自动或手动排汽试验，以检查安全阀动作的可靠性。

(2) 压力表

锅炉上使用的压力表是测量锅炉汽压或水压大小的仪表。司炉人员可通过压力表的指示值控制锅炉汽压的升高或降低，以保证锅炉在允许的工作压力下安全运行。

将压力表拆卸下来，送计量部门校验并铅封；拆卸并检查存水弯管，丝扣应完好；拆卸检查三通旋塞，研磨密封面，保证严密不漏，其连接丝扣应完好无损；存水弯管、三通旋塞阀除锈、涂刷油漆；压力表应装设在便于观察、更换和冲洗的位置，并要防止受高温、冰冻和振动的影响；压力表投入使用时，应待冷凝水集积后缓慢转动手柄至压力表正常工作位置，防止压力表受压力的突然冲击。

(3) 水位表

水位表是利用连通器的原理来指示锅筒内水位高低的一种安全装置。通过水位表显示水位的高低，以指示锅炉内水面的位置，司炉人员依此进行操作，避免发生锅炉满水或缺水事故，保证锅炉安全运行。

检查水位表的外壳，不得变形，镶玻璃板的接触面应光滑平整；水位表的玻璃板应擦拭干净，保持表面清洁，便于观察水位；水位表旋塞不得漏水、漏汽，发现漏汽应及时研磨或更换；照明设备完好；运行期间每班至少冲洗一次水位表。

(4) 高低水位报警器

高低水位报警器的作用是当锅炉达到最高最低安全水位时，水位报警系统能够自动发出声、光信号，引起运行人员的注意，并及时采取相应的措施，防止锅炉事故的发生。

水位报警器内的水垢要清理干净，防止水垢过多影响到浮球的下降，造成低水位不报警事故；应经常检查浮球是否有泄露；运行期间要定期试验水位报警器，发现不正常应立即处理，确保报警器在运行中灵敏可靠。

4.3 锅炉的停炉保养

常用的停炉保养有压力保养、湿法保养、干法保养、充气保养。我公司在停炉期间采用干法保养。干法保养适用于停炉较长锅炉的保养，就是在锅筒内、炉膛内等放置干燥剂进行防护的方法。停炉后将炉水放净，认真清除受热面上的水垢和灰污，关闭蒸汽管道、给水管道上的阀门及排污阀，打开人孔使锅炉自行干燥，必要时可用微火加热使受热面干燥，然后将装有干燥剂的托盘放入锅筒内及炉排上，最后关严人孔、手孔等。

常用的干燥剂及用量：氧化钙（生石灰 CaO ）按每 m^3 容积 3kg 放置；无水氯化钙（ CaCl_2 ）按每 m^3 容积 2kg 放置。

采用干法保养要注意，每半个月须打开锅炉检查干燥剂一次。如果干燥剂失效，应及时更换或取出加热除潮后再使用。

(1) 事故停炉

通常情况，锅炉在运行过程中如果出现了以下几种情况之后，应该紧急的进行停炉操作。首先，当锅炉中水位降低到锅炉运行的最低标准之后，应该及时的停炉操作；其次，如果发现锅炉内水位降低，然而在不断向锅炉内加水之后，而水位依然持续的降低，则应该及时的停炉操作，检查故障点；再次，当水表或者安全阀全部失效以及锅炉元件受损之后，对操作人员的安全造成影响之后应该及时的停止锅炉运行；最后，其他异常情况发生之后，且超过阿安全运行的允许范围之后应该及时的停止锅炉运行。紧急停炉的安全操作措施程序是，以最快的速度切断燃料的供给，并及时的清楚未充分燃烧的燃料。同时送风和换气，炉火熄灭之后，及时的打开风闸门和灰门，将压力从紧急排气阀和安全阀排气。

(2) 正常停炉

正常停炉主要是锅炉温度变化比较缓慢，对锅炉进行保护的一种措施。正常停炉的措施主要

包括以下几个方面，首先，停止燃料供给。逐渐减弱送风、引风，减弱燃烧程度，逐渐的降低锅炉的符合，等到锅炉内剩余的燃料充分燃烧之后，停止引风；其次，而对于燃煤粉、油等锅炉应该在熄火之后持续对其进行引风，对于燃油锅炉还应该用整齐或者清油吹扫输油管道，防止凝结现象；最后，将烟道挡板、炉门关系，逐渐降低锅炉的温度。

5. 锅炉参数管理

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。

5.4 固体燃烧对电厂锅炉运行的影响

固体不能完全燃烧对电厂锅炉的运行产生着极大影响，固体燃烧损失通常与燃料性质、燃烧

方式、炉膛结构及过量空气系数等有着直接关系，就燃料来说，当煤粉较细、挥发的成分较高时，煤粉更容易着火，燃烧的过程就更稳定，燃烧的时间也短，燃烧也比较完全，当煤粉的含水量较高时，煤粉着火点就增加，燃烧不完全，炉膛的氧气含量太低或者太高也会影响电厂锅炉的经济运行。

优化电厂锅炉燃烧的运行方式

要提高电厂锅炉的燃烧率，需要对炉膛氧量进行控制，并提高磨煤机的入口温度进行水分干燥，还要对一次风及二次风给予适当的调节。一次风主要是为煤粉提供运送动力，同时预热煤粉并提供一部分所需要的氧气；二次风作用是增加烟气的扰动，从而降低炉膛热偏差。锅炉运行中，要适当降低一次风压，让着火点提前；二次风能够让锅炉的风量及风温产生混合变化，这影响了燃烧质量，但当二次风输送过迟时，又会出现燃烧缺氧的现象，在运行过程中，需要依据负荷变化进行风箱及炉膛间压力差的调整，以让二次风的输送时机恰到好处。要延长燃烧的时间，要在运行中运用炉膛负压降低的方法，以提高顶部反切的二次风比例或者控制给粉机的转速等方法，来提高电厂锅炉的燃烧率。

5.5 给水的品质对电厂锅炉运行的影响

给水的品质也会影响电厂锅炉的运行效率，当锅炉给水的离子含量较高时，会增加蒸汽中的杂质，从而降低了蒸汽的品质，当蒸汽杂质过多时，会让热气的受热面、蒸汽管道及汽轮机通流等部分产生积垢，如果过热器受热面的管壁上有积垢，会降低它的传热能力，气温降低，但排烟的温度升高，从而降低了锅炉的运行效率，甚至当严重的时候会让管壁的温度超越极限温度，造

成管壁烧毁；如果汽轮机通流的部分积垢，会让蒸汽流通面积减少，汽轮机叶片表面粗糙度加大，而汽轮机阻力增加，这样就使得效率及出力降低了，还会使轴向推力及叶片应力加大，导致汽轮机的振动增大，威胁了汽轮机的运行安全。

为保证给水品质要严格按水处理的操作规程来制水，这样能够有效减少给水杂质及含盐量；还要及时合理地对锅炉进行排污。当锅炉运行时，要按照锅炉技术规范对气泡水位给予调整，让气泡水位始终保持在零位，这样能够避免由于气泡水位抬高所引起的蒸汽带水而造成蒸汽品质的恶化，还能够防止因骤然增减负荷而出现虚假水位的剧增致使蒸汽品质的恶化，否则会威胁到汽轮机及系统的安全运行；另外要按锅炉的定额蒸发量进行负荷的调整，防止超负荷运行情况的出现，尤其是锅炉长时间的超负荷运行，还要严禁锅炉超压超温现象的出现；锅炉给水中的含氧量过高会对锅炉产生腐蚀，在电厂锅炉运行中，需要对给水的含氧量进行控制，可运用除氧器进行完成，要加强锅炉水含氧量的监控，每间隔一定时间就对含氧量进行检验。

6、总述

锅炉是火电厂生产和工作的重要组成部分，它的正确使用与否直接影响原材料的用量和锅炉的效率，另外，对火电厂的安全生产起着至关重要的作用，因为电力生产是一个复杂的过程，因此我们要做把各方面的问题都进行细心处理，总之，严格按照运行规范进行操作，加强生产管理，杜绝违章操作才是电力生产的根本。

参考文献：(略)

浅谈做好电梯的安全管理的方法

山东省特种设备协会 董 彬

摘 要：随着经济的高度发展，电梯使用越来越广泛。虽然国家和各个地方政府出台了电梯安全管理办法，但并没有得到有效的实施，依然存在着用户对电梯安全责任不清、安全意识淡薄、对电梯的安全管理存在误区，以及电梯设计、制造、安装不规范遗留的安全隐患等问题。本文通过查阅大量资料，寻访相关单位，总结了电梯安全管理的现状和管理不合理的

关键词：电梯；安全管理

随着时代进步，经济的快速发展，人口问题日益严重。一幢幢拔地而起的高楼缓解了随着人口增长带来的住房问题。而高楼内仅有的运输工具——电梯，也成为了家喻户晓的存在。电梯的快速发展，服务了大众，使得人们不再望“楼”兴叹。但时不时发生的电梯安全事故，却又使得人们望“梯”生惧。与此同时因为电梯引发的民事诉讼问题也影响着社会的稳定与和谐。因此电梯能否安全有效的运行关系到每一名乘客的生命安全，也关系到每一个家庭的稳定。我国的政府部门对此高度重视，为此国家质检总局也出台了相应的《特种设备安全法》以及配套的检验标准。随着电梯技术的不断发展，电梯的品牌、质量、安装、维保单位的水平也是良莠不齐。因此笔者认为，对于电梯进行有效的了解与分析，有利于我们及时发现安全隐患，从而降低电梯事故的发生，为人们更好的使用、管理电梯提供技术支持。

“2016年全年，全国共发生电梯事故48起，死亡41人，事故数量和死亡人数均较2015年有明显下降。”国家质检总局特种设备局副局长贾国栋近日在“2017中国（上海）电梯业界创新发展

交流研讨会”上表示。根据测算，截至2016年底，我国的电梯总量在490万台左右，占世界总保有量的三分之一强，比10年前增长了5倍。目前，我国的万台电梯死亡人数和美国等发达国家较为接近，我国电梯安全运行态势平稳。然而，在安全运行态势平稳之下，电梯安全事故引发的个案不能被忽视。某电梯专家在接受媒体采访时表示。“电梯事故，80%以上是因为后续的检修保养不到位。这与特种设备的检测、维修、更新等操作规程不规范有关。”

根据我国《特种设备安全法》要求，特种设备使用单位对在用特种设备应当至少每月进行一次自行检查，并作出记录。而对于电梯的使用则要求更为严格，“电梯应当至少每15日进行一次清洁、润滑、调整和检查”。据媒体报道，使用单位执行该项标准的情况堪忧。

据了解，现在很多电梯的业主都通过第三方维保商对电梯进行维保，目的是为了节省成本。前瞻产业研究院是专门从事对细分产业市场进行数据调查和研发活动的民间机构，该机构发布的《2015-2020年中国电梯行业市场需求测试与投资

机会分析报告》(以下简称“电梯报告”)显示,为了在市场中获得更多份额,一般厂家维修单台电梯均价为每年 8000 元到 10000 元,第三方维保单位将价位降低到了每年 4000 元,远低于全球 2000 美元的平均水平。可见,维保费用打了不少“折扣”,必然影响到电梯安全。

1. 相关法律与机构职能

《特种设备安全法》规定我国的所有特种设备由国务院特种设备安全监督管理部门负责安全监察管理工作,各级监督管理部门负责本辖区内的特种设备安全监察管理工作。电梯的安全运行状态涉及各种社会群体,方方面面。为了提高电梯的安全运行记录,确保电梯的安全功能现状正常,减少电梯伤害事故,全国各地省市根据本地现状也都纷纷出台了一系列的法律规章,明确了电梯的直接安全管理部门,细化了各相关安全管理部门的职责职能,以确保使用电梯的公众的财产安全,对人民群众的生命安全负责。

各级质量技术监督局负责本辖区内电梯安全质量监察,是电梯安全监督管理部门。县、区级人民政府对电梯的安全负有不可推卸的监督管理责任。针对所管辖区域内的电梯安全,人民政府不仅要在电梯的安全管理工作中领导支持相关管理部门的工作,还应加强对电梯安全知识的宣传教育工作。通过社会公众团体组织宣传电梯安全工作,在学校举行电梯安全讲座宣传,鼓励电视台、报纸等新闻媒体对电梯法规和安全知识进行宣传、普及工作。提高公众乘坐电梯时的安全意识和电梯发生安全事故时,乘梯人员具有一定的正确自救和救助他人的能力。并且人民政府应该结合本辖区的实际情况,编制电梯安全事故救援预案,而且每半年演练一次,根据演练所反映的情况及时修正救援预案。设立 24 小时应急维保专线,接警后须立即前往排除故障,接到被困乘客的报警后,必须在 30 分钟内到达现场进行施救。电梯安全监督管理机构和负有电梯安全管理职责

的相关管理部门,要重点监控人群易集聚的公共场所,人流量大的商场、体育馆、学校等地方的电梯安全运行状态,必须对这些场所以及有重大活动的区域的电梯进行专项备案监管。

2009 年 1 月新修订的《特种设备安全监察条例》对电梯提出了一系列的安全管理保障措施。部分措施如下:

(1) 特种设备检验机构在对电梯进行检验工作时,必须严格按照本条例所要求的技术措施进行,并且对检验的结果所产生的结果负责,承担相应的法律责任。同时按照本条例的技术要求严格要求作业人员,对电梯进行制造、安装、改造、维修等各项工作。不管是电梯本身的制造单位,还是制造单位所委托的具有电梯维保、安装资质的管理单位,在对电梯进行安装、改造、维护等作业时,制造单位都应该对电梯的相关作业提供技术援助指导,并监督安全工作,对电梯作业完成后进行调试、校验等工作,确定电梯安全,并对检验、调试结果负法律责任。

(2) 电梯的日常维护,必须是依照本条例取得相关资质的电梯制造单位或者其委托的具有电梯安装、改造、维护许可的第三方进行。电梯的清洁、润滑等基本维护工作的周期为 15 天,电梯的日常维护单位必须在每个周期内对电梯进行日常检查,严格按照国家技术要求对电梯进行调试,确保电梯安全运行,安全部件的正常工作。并且对维护保养工作的作业现场安全负责,落实好现场的安全保障措施,确保作业人员的作业安全,避免受到伤害。接到救援通知或者电梯故障通知后,必须立即派遣技术人员赶到事故现场,实施救援。争取在最短时间内解决问题,确保电梯的安全运行。

(3) 电梯制造单位要对自己单位制造的电梯负终身安全技术责任,要对本单位的电梯进行跟踪,并记录安全运行的参数,对电梯的维护保养单位或者使用单位所涉及到的电梯在安全运行方面存在问题的,要及时的告知使用、维护单位。并纠

正不正当的行为，及时提出整改建议和意见，并且提供所涉及到的安全技术援助，督促其改正。对于存在重大安全隐患的，或者是屡教不改的，需及时向电梯使用所在辖区的电梯安全管理部门及时上报。并且对所追踪到的电梯安全信息，应当保留存档。

在2014年实施的《中华人民共和国特种设备安全法》对电梯的安全运行提供了一系列的保障措施和法律手段。

(1) 电梯作为为公众提供服务的特种设备之一，电梯的使用单位，必须对所使用的电梯安全运行负责，在人群流动大的场所，电梯运营单位必须为电梯配备专职安全管理人员或者独立的安全管理部门。电梯安全监督管理部门应对学校、公园、游乐园等人员聚集、人流量大的公共场所的电梯做重点监察，实时监督。

(2) 在乘坐电梯时，乘梯人员应该按照安全注意事项的要求乘坐电梯，并且服从有关人员的指挥管理，特别是在发生意外情况时，应按照安全指引，或者听从指挥，有序离场，不应胡乱走动或者采取危险方式自救。

(3) 电梯制造单位在生产活动中如若存在下列情况之一的，必须严格整改，在规定时间内没有整改的，处以一万元以上十万元以下的罚款。

①所生产的电梯没有按照国家技术要求进行调试、校验的，或者是直接销售不合格电梯的；

②在对本单位所生产的的电梯进行跟踪了解时，发现存在安全隐患没有及时报告或者为了公司形象利益等而隐瞒，没有及时或者没有告知电梯使用单位和特种设备管理部门的。同时，还制定实施相关的国家标准，以保障电梯安全。对电梯的制造、安装等提出了一系列的要求以及安全标准，其中有不少是强制性的，以防电梯运行时发生事故造成乘梯人员的生命及财产损失。电梯的检验验收工作是电梯投入使用的至关重要一个工作，而这个工作是对电梯质量的保证和人民群

众生命财产安全的负责。下表为现行的电梯检测标准规范。法解决相关故障问题。往往不加考虑物业公司、使用单位所负有的管理责任。

(4) 只要电梯年检合格了，就是安全的。不少人认为电梯只要有了电梯安全管理部门的年检合格报告，电梯就可以安全运行，就是安全的。但殊不知，如同汽车一样，有年检，也会发生安全事故。年检只是安全管理部门的一个认证，而不是保证，即使是保证，也不能说就是安全的。日常的维护保养才是电梯安全运行的关键。电梯日常维护不到位，不合格，电梯就会出问题，管理维护合理到位，才能大大降低事故发生率。

2. 设计制造过程的管控

设计制造环节留下的隐患我国电梯制造起步相对较晚，从上世纪50年代初开始自主研发、制造。80年代开始迅猛发展，现在的生产技术水平逐渐接近国际领先水平。电梯的设计制造与其能否长时间安全运行密切相关。主要表现在三个方面：建筑施工方对所选电梯的性能及运行情况不了解，或者在即将竣工时更换其他型号电梯，导致电梯土建设计与实际不符，留下隐患；一些厂家为了节约成本，将老旧电梯翻新，重新包装，再次投入市场，以次充好；部分企业重绩效轻安全，仅凭客户反馈的安全质量问题和以往的经验就确定了设计方案，没有做好充分的安全评价工作。

电梯安装时存在的隐患电梯安装是否合格，投入使用前是否检验合格，对电梯投入使用后的运行状态有着极大影响，如若没有经过验收就投入使用，就会存在极大的安全隐患。

我国相关法律中明确规定，电梯的安装作业必须是电梯的制造单位组织具有相关电梯安装资质的施工队伍进行或者有其通过合同委托的具有电梯安装、维护等相关安全资质许可的单位进行。但很多时候，电梯安装公司常常不考虑自己的实际可操作能力，盲目的接了很多安装维护工作，导致人手不够。常常寻找第三方，而其寻找的第

三方往往不具备安装资质，只是挂名在某些具有安装资质的公司下面。他们往往就是几个人，掌握的技术落后，没有先进的安装工具，安装质量上就低下了许多，导致电梯的安全运行留下隐患。

2.1 电梯大修、改造

电梯的大修、改造，组织单位必须将人员资质，施工方案，技术措施等资料报备当地的特种设备安全监督管理部门，通过审核后，办理相关手续，经批准后方可实施作业。但是有些施工单位知道自己的技术不过关，过不了监管部门的检查，所以就不向监管部门申请备案，而是私下改造、维修。这势必给电梯安全运行带来极大影响。电梯的安装可分为电梯井道中的基础工程、电梯设备安装、电梯安装后调试验收三个阶段。但是由的安装队伍在施工时为了节省时间，电梯井道的整理中只是随意的对井道壁打磨，只要不摩擦电梯即可，这就给电梯在上下运行时带来了风险。有些施工人员甚至直接将电梯轿厢作为施工平台等直接即将要安装的电梯作为安装工具使用，这就大大的损坏了电梯本体，为日后的安全运行留下了隐患。

电梯老化有很多较老小区，是在1980年前后修建的，小区的电梯基本上没有换过，到现在也使用了三十几年的时间。一般电梯使用15~20年算是“高龄”电梯了，可想30年的就是名副其实的“老龄”电梯了[7]。由于没有电梯报废年限的相关条款，这些老电梯依然在使用。而一部更换一部电梯需要几十上百万，物业公司很难愿意掏出钱来更换，而业主所住楼层不一，在费用分摊上分歧很大，更难集资更换了，所以这些老电梯一直在服役。有些住户的安全意识较低，不把电梯当做自己的电梯。不爱护，经常对电梯拳打脚踢，使得电梯的控制按钮，门系统不灵活，影响电梯安全的可靠性。甚至有些住户在用电梯搬运家具、装修材料的时候由于碰撞使得箱体变形等，增加了电梯的安全隐患[3]维护保养不到位按照相关管理规定，电梯的日常维护周期为两个星期一

次，并且电梯使用单位委托聘请的电梯保养公司必须是取得相关资质许可的。有些使用单位认为只要有了维护保养公司的维保，就可以安心，忘记了自己应该要尽的责任。甚至有些使用单位为了降低维护费用，随意招标，忘了电梯维护的初衷，选择一些报价低并且专业技术不到位的维保公司给电梯做维护保养。然而由于电梯的维护费用低，加上没有专业技术，维保公司维保人员的责任心低，常常没有按规定周期对电梯进行检查保养，不能及时检查出电梯故障，使得电梯带病运行，增大了电梯的安全隐患。最新技术，提高专业知识，争取电梯及相关工程一次验收合格，降低事故隐患，提高电梯安全。

2.2 电梯的文明使用

引导人的正确行为活动人，是一个已知而又未知的隐患。每当有安全事故发生的时候，其原因中，几乎都有人的原因存在，可以说，绝大部分事故，是由于人的不安全行为造成的。引导乘梯人员正确乘梯，将会大大减少电梯安全事故。在电梯入口处张贴正确的乘梯方法的海报。如禁止在电梯轿厢内打闹嬉戏，上下跳动；在电梯门完全打开后，方可进出电梯；电梯门的开关按钮，不要重复按键等。小区电梯管理人员，电梯管理人员应定期开展安全教育活动，促进宣传文明乘梯，安全乘梯。正确的乘梯行为，不仅仅是文明的表现，同时也是对自己及同梯人员生命安全的保障，更是一种责任。当被困于电梯内部时，不要强行扒门自救，应在呼叫救援后，等待救援人员救助。扒开门电梯门后，在逃生时，很可能因电梯与电梯井的空隙导致夹伤或坠入电梯井，也极有可能在从电梯往下跳时，由于摔倒而从电梯护脚板和楼层的空隙掉入电梯井。电梯故障时，就存在了许多未知因素，未知的，才是最危险的。

电梯的安全运行，需要的不仅是电梯乘坐人员具有较高的安全意识和文明行为，本身的安全稳定，也是一个重大因素。电梯的四大安全装置

限速器、安全钳、缓冲器、门连锁，虽然为电梯安全运行提供了机械保护。但是，电梯的不正确安装、维护、使用，使得动力部件及辅助设备磨损甚至断裂，严重的，包括安全装置也被损坏，致使事故发生后自动安全系统不生效，造成伤亡事故。比如钢丝绳在安装、检修更换时，预留要合适，以免在绳轮槽内滑动，磨损曳引轮。发现其他组件有磨损、损坏时，应及时更换，不要将损坏的部件继续为电梯服务，造成事故。

2.3 电梯的维护保养、检修

电梯的维护保养、检修，就是确保电梯的各个部件处于安全状态，降低事故隐患。《特种设备安全法》中规定，电梯的检修、维护保养，应由电梯制造单位或其委托单位、取得相关安装、改造资质的单位进行。但有些电梯维护检修单位虽然取得了相关资质，然而有些电梯维保人员却不具备资质，没有经过专业的培训就上岗作业。电梯是一个高科技产品，没有经过专业培训的人员往往不能很快的对故障进行精确定位，导致事故救援延迟。所以，即便是持有作业证的电梯检修、维护管理人员，也应该时时加强对现代先进电梯相关知识的学习和培训。才能更快、更准的发现电梯故障，精准迅速的解决存在的问题。电梯的检修、维护不应只有一个工作人员，在一般的常规维护检修中，一个维保人员一般可以满足要求。但是涉及到检修时，一个维保人员在对故障检修和注意安全方面往往不能同时兼顾，常常因为忽略或者无意识的使自己处于危险中。配备两名维保人员，可以在工作时相互监督、照顾，降低事故的发生概率，能很快的对故障进行精确定位，导致事故救援延迟。所以，即便是持有作业证的电梯检修、维护管理人员，也应该时时加强对现代先进电梯相关知识的学习和培训。才能更快、更准的发现电梯故障，精准迅速的解决存在的问题。电梯的检修、维护不应只有一个工作人员，在一般的常规维护检修中，一个维保人员一般可

以满足要求。但是涉及到检修时，一个维保人员在对故障检修和注意安全方面往往不能同时兼顾，常常因为忽略或者无意识的使自己处于危险中。配备两名维保人员，可以在工作时相互监督、照顾，降低事故的发生概率。

3. 电梯安全管理的措施

3.1 树立安全意识，加强维修保养

首先，由于电梯是特种设备，容易发生设备人身和伤亡事故，因此在电梯从业人员中要广泛宣传安全的重要性和必要性，牢固树立“安全第一”的思想，时时处处把安全放在工作的首位。其次，建立电梯安全管理制度，如电梯安全操作规程、电梯维修保养工作流程、电梯大修改造及应急事故处理工作流程、电梯轿厢困人解救规程、电梯新装检及年检检测规程、作业人员培训考核制度、技术档案管理制度等；设置相应的安全管理岗位，如电梯维修工、安检员、安全主任等，实行“公司经理→安全主任→安检员→电梯维修工”的纵向安全管理，层层落实的安全负责制，保证责任到人。再次，做好电梯的日常检查，按计划做好日检、周检、月检、季检、年检等。

3.2 加大安全整改，保障安全运行

根据国家质量技术监督局新颁布的《电梯监督检验规程》，从2002年3月1日起，各省市均要按照新规定对电梯进行新装检和年检。新规程与旧规程相比，加强了电梯整机性能的试验及电气方面的测试，检测项目增加到近50项，其中否决项目占到近一半。新规程对电梯检测提出更严格的要求，部分电梯需经过如下整改才能达标通过。①旧式厅门无副门锁，新规程要求加装副门锁；②轿厢内需加装应急照明和应急对讲机；③底坑应有非自动复位的红色急停开关及电源插座④货梯厅门加装自闭装置；⑤使用单位要建立设备档案及电梯运行管理制度等。针对上述问题公司自筹资金，投入较多人力物力进行逐项整改，做到不缺项不漏项，保证每台电梯通过新规程的

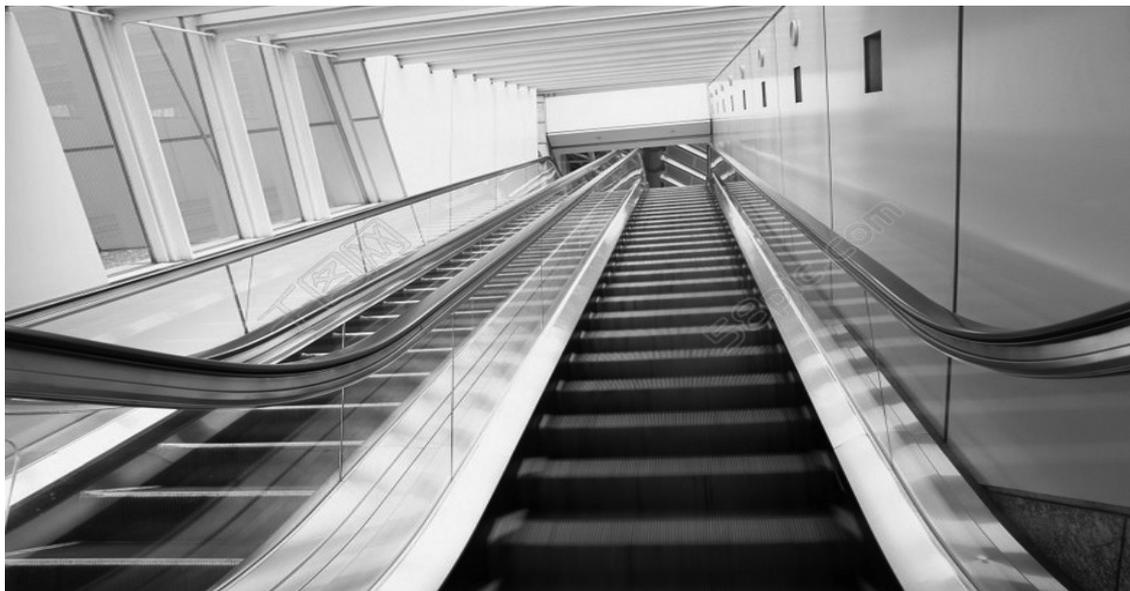
年检达标检测。每一次电梯年检，都是对运行中的电梯进行的一次安全大检查，只有通过年检，才能发给电梯合格证准予运行。因此，不仅要重视年检，更要按年检项目的要求来规范日常的维修保养，对于不符合年检标准的项目，要坚决整改，直到达标为止。部分电梯从业人员存在一种“重运行、轻安全”的思想，认为电梯只要在运行就平安无事，不注重电梯的预修预检和日常保养，不注重电梯的安全项目整改，不去主动查找和发现电梯的事故和安全隐患，这种错误思想将会导致电梯故障频繁、隐患重重。

3.3 加强使用管理，做好宣传培训

加强业主单位对电梯的使用管理，也是保障电梯安全运行的重要环节，电梯的运行质量与维修保养单位的维保水平、使用单位的管理状况及乘客的使用情况等密切相关，因此要做好电梯管理员的知识培训及乘客的电梯知识宣传等工作。对电梯管理员进行知识培训的内容有：电梯困人救助方法、电梯开梯与停梯方法、电梯故障及紧急事故报修及停梯处理方法等。管理员要学会按上述方法管理电梯，如电梯困人时要打开厅门救人，电梯故障时要及时电话报修，写字楼电梯要

按时开梯、停梯，电梯钥匙要专人保管、借出要有记录，电梯维修保养和故障要有档案记录，要时常检查电梯报警警铃和通讯电话是否畅通，自动扶梯出现紧急事故要会按急停按钮停梯等。对电梯乘客要广泛宣传正确的乘梯知识，如小孩乘梯要大人陪同，严禁携带易燃易爆的危险物品乘梯，运载货物先报批后再用消防梯运载，轿厢内严禁吸烟，乘扶梯时双脚要站立在黄色安全边框内，携带宠物乘电梯时宠物必须怀抱在手等。此外，在候梯厅张贴电梯使用知识挂图，在轿厢内悬挂“乘客须知”标牌，对扶梯悬挂防碰警告标志及乘客使用规定标牌。总之，维修保养单位要做好电梯的日常维护，加大对电梯隐患的安全整改，使用单位要加强电梯的使用管理和引导乘客正确用梯，各相关单位要严格执行国家相关标准和法规，树立强烈的安全意识，确保电梯安全运行。

总之，维修保养单位要做好电梯的日常维护，加大对电梯隐患的安全整改，使用单位要加强电梯的使用管理和引导乘客正确用梯，各相关单位要严格执行国家相关标准和法规，树立强烈的安全意识，确保电梯安全运行。



维护锅炉稳定安全运行的建议

青岛海尔 马双双

摘要：锅炉是承载压力的密闭设备,发生事故的后果严重,往往产生爆炸,造成人身伤亡与设备损坏。本文对维护锅炉稳定安全运行提供一些建议。

1. 引言

锅炉运行是一项专业性、技术性极强的工作。降低锅炉安全稳定运行的风险,提高对锅炉操作专业技术的了解找出生产运行中的隐患,提出预防措施是搞好锅炉的安全运行管理是我们要进行的一项重要的工作。为进行提前分析、提前预控可能发生的风险、提高机组经济运行性能,针对燃煤锅炉常见的安全生产隐患来简单探讨下如何护锅炉稳定安全运行提供一些建议。

2 锅炉安全运行的因素

2.1 安全阀

安全阀是锅炉三大安全附件之一,安全阀是防止锅炉超压,保护锅炉安全运行的重要装置。受压系统中的压力超过规定值时,自动打开,把过剩的介质排放到大气中去,以保证压力容器和管道系统安全运行,防止事故的发生,而当系统内压力回降到工作压力或略低于工作压力时又能自动关闭。安全阀工作的可靠与否直接关系到设备及人身的安全,所以安全阀维护非常重要。

2.2 安全阀常见故障

(1) 阀门漏泄

在设备正常工作压力下,阀瓣与阀座密封面处发生超过允许程度的渗漏,安全阀的泄漏不但会引起介质损失。另外,介质的不断泄漏还会使硬的密封材料遭到破坏,但是,常用的安全阀的密封面都是金属材料对金属材料,虽然力求做得光洁平整,但是要在介质带压情况下做到绝对不漏也是非常困难的。因此,对于工作介质是蒸汽

的安全阀,在规定压力值下,如果在出口端肉眼看不见,也听不出有漏泄,就认为密封性能是合格的。

(2) 阀体渗漏

指上下阀体间结合面处的渗漏现象,造成这种漏泄的主要原因:一是结合面的螺栓紧力不够或紧偏,造成结合面密封面不好。二是阀体结合面的齿形密封垫不符合标准。三是阀体结合面的平面度太差或被硬的杂质垫住造成密封失效。

(3) 安全阀的回座压力低

回座压力过低将造成大量的介质超时排放,造成不必要的能量损失。主要是由以下几个因素造成的:一是弹簧脉冲安全阀上蒸汽的排量太大,这种形式的冲量安全阀在开启后,介质不断排出,推动主安全阀动作。二是:阀芯与导向套的配合间隙不适当,配合间隙偏小,在冲量安全阀启座后,在此部位瞬间节流形成较高的动能压力区,将阀芯抬高,延迟回座时间,当容器内降到较低时,动能压力区的压力减小,冲量阀回座。三是各运动零件磨擦力大,有些部位有卡涩。

(4) 安全阀的颤振

安全阀颤振现象的发生极易造成金属的疲劳,使安全阀的机械性能下降,造成严重的设备隐患,发生颤振的原因一方面是阀门的使用不当,选用阀门的排放能力太大(相对于必须排放量而言)。另一方面是由于进口管道的口径太小,小于阀门的进口通径,或进口管阻力太大。

2.3 安全阀在设置注意事项

安全阀在设置时还应注意以下几点:

(1) 容器内有气、液两相物料时安全阀应装在气相部分。(2) 安全阀用于泄放可燃液体时,安全阀的出口应与事故贮罐相连。(3) 一般安全阀可就地放空,放空口应高出操作人员 1m 以上且不应朝向 15m 以内的明火地点、散发火花地点及高温设备。室内设备、容器的安全阀放空口应引出房顶,并高出房顶 2m 以上。(4) 当安全阀入口有隔断阀时,隔断阀应处于常开状态,并要加以铅封,以免出错。

2.4 燃煤锅炉水处理的重要性

锅炉运行系统都离不开水、水质的好坏将直接影响系统的运行效率和安全,因此水质是否符合是锅炉系统运行管理的重要组成部分。原水中含有各种杂质、若未经处理就进入系统、会使锅炉受热面结垢、腐蚀、严重影响锅炉的安全经济运行。

3. 溶氧和应力腐蚀对锅炉安全运行的影响

3.1 锅炉受压元件水侧溶解氧腐蚀

溶解氧腐蚀属于吸氧腐蚀。它是锅炉系统最常见的且较为严重的腐蚀。锅炉给水与空气充分接触,水中的溶解氧基本上处于饱和状态,该类水所接触过的锅炉受压元件内壁面均有发生吸氧腐蚀的可能。

吸氧腐蚀常见是省煤器内壁,由于省煤器内水温逐渐升高,给吸氧腐蚀创造了条件,省煤器的内表面积很大,能很快把水中的溶解氧耗尽。如果溶解氧的含量较高,并且一些锅炉没有省煤器或省煤器为铸铁材质,则大量溶解氧将随给水进入锅炉,其中一部分被蒸汽带走,造成蒸汽管路及凝结水管路的吸氧腐蚀;另一部分则造成锅炉腐蚀,其腐蚀部位一般在汽包的水侧及下降管内,而水冷壁管内,由于汽包的除氧作用,溶解氧不易到达金属表面则很少出现吸氧腐蚀。所以,在锅炉内部产生的氧腐蚀,发生在汽包和下降管内,其氧腐蚀的形态一般是溃疡型蚀坑和小孔型的局部腐蚀。因此,这种腐蚀对金属结构强度的损坏是十分严重的。有试验如下:对一台给水未

采取任何除氧措施的 4t/h 快装锅炉定期观测,汽包内的金属腐蚀指示挂片的腐蚀速度为 0.7mm/y,按此速度估算,仅 4 年时间锅炉烟管就会因腐蚀而全部穿漏,汽包壁的蚀坑也将达到其厚度的 1/3。

另外,热水锅炉由于给水量大,溶解氧带入炉内的机会更多,热水锅炉产生的氧腐蚀要比蒸汽锅炉严重的多。

3.2 应力腐蚀

应力腐蚀多发生在锅炉受压元件中高度应力集中区,焊后冷却时焊缝处由于急剧收缩,在固态相变中形成不同形状和不同理化性能的相变产物,使焊缝及其附近的热影响区金相组织改变,产生拉伸应力。由于管板孔桥区本身就是高应力集中区,所以当汽包承受一定内压时,各类应力叠加,使总拉伸应力有可能超过材料的屈服极限,出现塑性应变,即金属表面晶界出现塑性滑移,破坏金属表面钝化膜,造成腐蚀。

前已述及,由于拉伸应力使金属表面出现塑性滑移,移动处的金属钝化膜被破坏,使金属表面裸露在炉水中并被溶解,成为阳极,而金属钝化膜尚未被破坏的区域大,成为阴极,形成了大阴极、小阳极的电化学反应过程,加速阳极的溶解。同时在超过材料屈服限的过高拉伸应力作用下,应力腐蚀裂纹源形成。金属在裂纹源内的溶解过程将产生过多的正电荷。为了保持电中性,炉水中大量带负电荷的氯离子将渗入到裂纹源内,形成金属氯化物,并进一步水解形成盐酸,此时应力腐蚀裂纹源内溶液的 PH 值可能低于 2,形成强酸性溶液区,加速裂纹源内部金属的溶解,并使更多的氯离子到裂纹源内。氯离子的集中浓缩形成了加速腐蚀体系,在拉伸应力的联合作用下,裂纹持续扩展,导致孔桥断裂并在后管板区域发生龟裂现象,致使整台锅炉报废。在锅炉运行中,上述情况多有发生。

4. 燃烧调节

燃料量的调节是燃烧调节的重要一环。不同的燃烧设备和不同的燃料种类,燃料量的调节方法也各不相同。当锅炉负荷发生变化时,需要调

节进入炉内的燃料量，它通过调节炉排减速机转数、给煤机转数、调节给煤机下煤挡板开度来实现的。当锅炉负荷变化较小时，只需改变给煤机转速就可以达到调节的目的；改变给煤机的转数是通过手动控制器加减励磁电机的电流完成的。当锅炉负荷变化较大时，用改变给粉机的转数不能满足调节幅度的要求，则在不破坏内燃工况的前提下，先对炉排减速机转数进行调节，然后调节给煤机转数，弥补调节幅度大的矛盾。若上述手段仍不能满足调节需要时，可用调节给煤机挡板开度的方法加以辅助调节。

4.1 锅炉进风量的调节

当外界负荷变化需要调节锅炉出力时，随着燃料量的改变，对锅炉的风量也需做相应的调解。在实际运行中，从锅炉的安全方面来看，若炉内过剩空气系数过小，则会使燃料燃烧不完全，造成烟气中含有较多的一氧化碳等可燃气体，降低了灰分的熔点因而引起水冷壁结渣。这将会导致锅炉运行恶化，严重时会被迫停炉。由于飞灰对受热面的磨损量与烟气流速三次方成正比，所以当过剩空气系数过大时，将使受热面管子和引风机叶片的磨损加剧，影响设备的使用寿命。此外，过剩空气系数增大时，由于过剩氧量的相应增加，将使燃料中的硫易于形成三氧化硫，烟气露点温度响应提高，从而使尾部烟道的空气预热器遭到腐蚀。

总之，风量过大或过小都会给锅炉的安全运行带来不良的影响。

4.2 炉膛内负压的控制

燃煤炉炉膛运行负压应维持在 $10 \sim 20\text{Pa}$ 。炉膛负压维持过大，会增加炉膛和烟道的漏风，引起燃烧恶化，并导致灭火。反之，若炉膛风压变正，则高温火焰及烟灰就要向外冒，不但会影响卫生，烧坏设备，还会造成人身事故。当炉内燃烧工况发生变化或炉内受热面发生漏泄、爆破时必将立即引起炉膛风压发生变化。运行实际表明，当锅炉的燃烧系统发生异常情况或故障时，最先反映出来的就是炉膛风压的变化。所以锅炉

运行中必须监视好炉膛负压，并按照不同的变化情况做出正确的判断，据此再及时地进行必要的调节和处理。

4.3 排烟温度的调节

排烟温度低，表明锅炉排烟余热利用情况良好，但排烟温度过低，就可能有某些不正常的现象出现。它包括：排烟温度测点处有冷风进入，使得所测数值偏低；烟道过剩空气系数太高；锅炉运行负荷太低；燃烧不良，炉膛温度过低。排烟温度降低后，就会造成尾部受热面管壁低温硫酸腐蚀、溃烂、穿孔的严重后果。所以，维持正常的排烟温度应符合该锅炉的设计值。

5. 运行人员操作要求

锅炉工必须经过专业培训，考试合格拥有安全操作证（特殊工种作业证），方准许独立操作。工作前必须对锅炉内外部进行检查：（1）锅炉内部检查：确保锅炉内部及集箱内无附着物和遗留杂物。（2）关闭门孔：要把所有人孔、手孔进行密封，必要时更换密封垫。（3）上水：打开阀门缓慢向锅炉上水，以便上水时排除锅炉内的空气。（4）炉膛内的检查：在不送入燃料的情况下检查设备的运转状况。（5）对锅炉的压力表、水位表、安全阀、放气阀等附件必须进行检查，看有无异常。

为保障锅炉正常运行，锅炉点火时必须经过严格的检查和充分准备，达到以下各项时方可允许点火：（1）检查与调整锅炉水位：根据锅炉水位表调整水位，低于正常水位时，进水；高于正常水位时，通过排污阀调节水位。（2）排污实验：锅炉运行前进行排污实验，确保排污阀不能有渗漏。（3）检查所有压力表指针是否在正常位置。（4）给水系统检查：检查储水罐内的水量是否充足，给水阀门及管路是否畅通。进行手动和自动给水实验，确认其性能良好、动作正确。

影响锅炉安全运行的因素很多，与燃料状况、燃烧状况、安全附件的维护质量、自控系统的调校、人员的操作技能以及站房内的管网布置等因素都有联系，此处仅针对几种常见的对锅炉本体造成直接安全影响的因素进行了简单的论述。

旋转机械振动特性研究综述

合肥通用机械研究所 汪 斌

摘要：制造业高速发展对旋转机械的工作效率不断提出更高要求，高速旋转机械转速的不断提高引发的转子系统的振动问题成为限制高速转子系统稳定运行的技术瓶颈，开展减振设计研究工作具有重要意义。作为常用的减振结构形式，粘弹性阻尼夹层结构具有质量轻、比强度高、比刚度大、减振降噪等优点。目前在粘弹性夹层结构的研究当中，研究对象多集中于矩形板、圆板等板结构，而针对考虑旋转速度的粘弹性夹层梁的研究很少报道，本文以圆筒形粘弹性夹层梁为研究对象，采用理论分析和数值分析的方法开展了相关研究工作。

关键词：旋转机械；振动特性

0. 前言

振动与噪声给人们的日常生活带来了很多的不便，比如高速电机产生的振动、汽车引擎发出的噪声、飞机飞行产生的巨大轰鸣等，这些对人类有危害的噪声和振动是应该尽量避免的。在此背景下阻尼技术应运而生，隔振降噪的有效途径之一就是增加系统的阻尼。随着科学技术的不断发展，阻尼技术也有不断地突破。阻尼材料的不断更新，不断优化阻尼应用结构，不仅大大改善了人们的生活环境，同时也推动了科技的发展。但是，在一些领域的应用还需进一步探索研究，比如航空、航天、航海、汽车、建筑等领域仍然需要更加有效和更加实用的阻尼材料和理论计算方法，另外更加理想的阻尼材料和更加合理的结构也有待进一步开发。近年来，很多机器设备特别是高速旋转机器设备由于有害的振动造成的破坏或者报废，造成了严重的经济损失，因此对这些有害振动进行改善和控制具有重大的经济意义和工程意义。

在航空结构、交通运输、生物医学、体育用

品、工程机械等领域粘弹性阻尼结构有广泛的应用，特别是在航空领域中对减振要求特别突出：当没有空气作为航天器的天然阻尼器时，如何减小由于飞行器零部件热胀冷缩引起的振动，发动机以及风机叶片引起的整个机身带的振动都成为了重要问题。复合结构一般部件不多，各部件之间通过粘结而成，没有能量损耗源。虽然粘弹性材料的内在阻尼比金属更高，但是由粘弹性材料组成的复合结构的阻尼一般不会高于一般金属部件的连接结构，有时阻尼甚至更低。

阻尼复合结构在航天中的应用优势主要体现在阻尼复合结构有很高的比强度和比刚度，并且具有优异的耐腐蚀性、雷达吸波特性，易于改装。在过去的三十年中，军事和商业飞机设计中将复合材料设定为标准的设计材料，起初硼/环氧树脂复合材料用于战斗机的尾部蒙皮中，目前复合材料占飞机总重量比重的24%。目前，轻型材料和连续结构的应用使得振动的传递变得更加容易。对于承受动载荷的机械结构，振动容易导致材料的疲劳和失效，从而引发严重的事故和问题，因

此这些设备和装置的减振及隔振设计成为关键的问题。当振动发生在很宽的频率范围内，而且共振是由于外力的激励频率引起的，一般的振动控制方法不是很奏效。

控制振动的方法有很多种，在结构中应用被动约束阻尼法就是其中的一种振动控制方法，所谓的被动约束阻尼法就是应用较软的粘弹性材料，可以在设计过程中考虑添加这些材料，也可以在完成结构设计后再附加在结构上。设计参数影响结构的结构阻尼，系统的阻尼是与振动稳态频率和结构参数有关的函数。为了对振动进行预测和预防，必须去计算、模拟和测量这些参数，或者在广义上对这些参数进行假定。目前，被动约束阻尼层阻尼法已经广泛用于解决汽车、计算机硬件、军事、航空航天中的振动问题。

在众多阻尼处理中约束阻尼层是最有效的方法之一。在产生周期性弯曲的梁结构中，约束阻尼层由于刚度较小而主要发生剪应变，因此在阻尼材料长分子链间容易产生摩擦作用，因此由于摩擦产热而造成能量损失，从而大大消耗了系统的振动能量。被动约束阻尼对振动噪声有高效的抑制作用，这种结构包括基层、夹心层和约束层，其中夹心层主要是添加粘弹性材料，振动能量通过粘弹性层的周期性剪切变形作用而耗散，这种措施的突出优点是在不改变或者基本不改变结构质量和结构刚度的条件下能够有效降低振动的峰值，被动约束阻尼相对于主动约束阻尼层而言是比较可靠耐久的，但是不可调节阻尼也是这种结构的一大缺点。主动隔振从某种意义来讲优于被动减振和降噪，但是主动隔振费用较高，所以在应用中更为普遍的是被动阻尼减振。

典型的夹层梁结构已经被广泛研究，结构见图 1.1。一般地，夹层结构主要由基层，粘弹性材料组成的夹心层和约束层三层复合而成，夹心层与基层及约束层之间通过粘结剂粘合连接。根据不同的实际需要，夹层结构主要由如下几种形式：

(1) 自由阻尼层敷设 (见图 1.1(a))：在减振的结构元件表面上直接粘贴或者喷涂粘弹性材料。

(2) 约束阻尼层敷设 (见图 1.1(b))：加一层约束层 (弹性层) 在阻尼层上面。

(3) 多阻尼层敷设 (见图 1.1(c))：有多层阻尼层结构。

(4) 非连续阻尼敷设 (见图 1.1(d))：如图所示为非连续自由阻尼层敷设，也可以是非连续约束阻尼层。

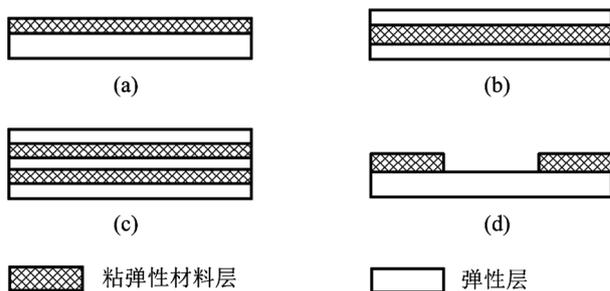


图 1.1 夹层梁典型结构

1. 旋转机械研究历史和现状

旋转结构在工程机械上有广泛的应用，比如涡轮机、内燃机、卫星、数控机床等旋转机械和空间结构中。作为常见的机械设备，旋转机械内部的旋转梁结构一般称为转子或者转轴。转子动力学如今已是一门独立的学科，研究内容包含转子结构的方方面面。

由于工业发展需要，从 19 世纪起，有学者开始研究旋转梁的动力学性能。Rankine 于 1869 年发表了第一篇关于旋转梁动力学性能研究的论文。在这篇论文中，他指出，转轴要稳定运转必须在一阶临界速度以下，在超临界速度下工作时要发生失稳。人们在随后的半个世纪对这种观点深信不疑，直到 1919 年，Jeffcott 对 Foppl 提出的简易旋转梁模型进行详细分析后，他指出在超临界速度工作后，旋转梁会产生自动对心现象，因此可以稳定工作。这一发现使得各种旋转机械的使用效率和功率大大提高了。旋转梁结构与普通梁结构的最大差异在于旋转引起的其他的附加效应，比如陀螺效应。经研究发现，转速越高，陀螺效

应越加明显。对旋转梁的分析随着陀螺效应的引入变得更加复杂,同时大大提高了控制方程数值求解的难度。由于旋转角速度使得在控制方程中引入了一反对称的陀螺矩阵,一旦自由度数目很多时,对控制方程的特征值的求解或者响应分析是很困难的。

近年来,随着电力、机械、航空以及化工行业的高速发展,旋转机械的转轴设计变得越来越柔,越来越细长,同时转速越来越高,机械效率也越来越大。

在早期的工程应用当中,大多数的旋转梁结构,长径比很小,大刚度,小变形及小挠度,可以忽略几何非线性效应,建模一般采用线性理论。早期的旋转梁将整个结构看作一个圆盘装夹在不计质量的弹性轴上,见图 1.1 所示。这种一度在机械设计研究中广泛采用的单盘转子称作 Jeffcott 转子。Jeffcott 转子不足之处在于过度简化,并未考虑陀螺效应和转动惯量,因而适用于低速转子。为了对旋转梁的动力学行为进行深入研究,因而合适的连续弹性体模型应运而生。

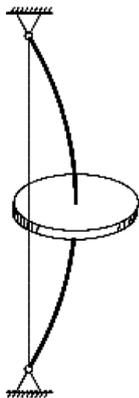


图 1 Jeffcott 转子模型

2 粘弹性材料研究历史及现状

关于粘弹性结构国内外学者已做了大量的研究工作。早在 1927 年, Kimnall 与 Lovell 出导致作为阻尼材料的聚合物吸收振动的直接原因是内摩擦,并对这一现象进行了研究。Wegel 和 Walther 于 1936 年发现振动的频率与阻尼耗能是

紧密关联的。人们通过早期观察阻尼材料力学行为并对阻尼机理进行研究,发现聚合物材料具有完美的粘弹性力学性质,并且相信完全可以用粘弹性力学的分析方法来研究这种阻尼材料。

虽然关于粘弹性材料的理论研究是近期才兴起,但是关于粘弹性材料的理论研究思想是早已存在的。Maxwell, Kelvin 和 Voigt 等早已提出关于各向同性材料的粘弹性理论。

3 旋转粘弹性夹层梁动力学建模

3.1 旋转粘弹性夹层梁模型

图 2.1 为旋转粘弹性夹层梁模型示意图,夹层梁以角速度 ω 旋转,主要包含三层:基体层,夹心层以及约束层,基体层以及约束层一般用金属材料,夹心层用粘弹性材料填充。

对旋转运动粘弹性夹层梁的横向振动,图 2.2 给出了两端简支条件下夹层梁的示意图。夹层梁长度为 L ,基体层、夹心层以及约束层半径依次为 R_b 、 R_v 以及 R_c ,夹层梁受到大小为 $q(x,t)=q_0\sin(\Omega t)$ 的横向分布载荷作用,其中 q_0 为横向分布载荷幅值,横向分布载荷圆频率为 Ω 。



图 2.1 旋转粘弹性夹层梁模型示意图

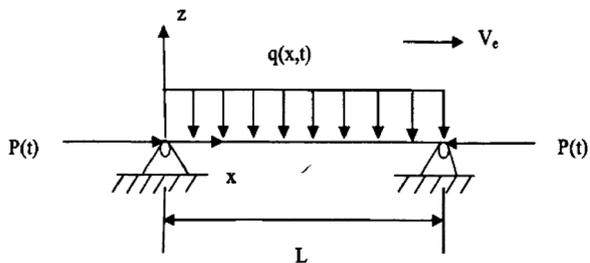


图 2.2 两端简支条件下夹层梁示意图

3.2 非旋转粘弹性夹层梁自由振动的方程

方程的右边是横向载荷项,若横向分布载荷为零,则方程变为

$$w_{,tt} - \frac{R_c^2}{4} w_{,xxxx} + \frac{\eta(R_v^4 - R_b^4)}{4[(\rho_b - \rho_v)R_b^2 + (\rho_v - \rho_c)R_v^2 + \rho_c R_c^2]} w_{,xxxx} + \frac{E_b R_b^4 + E_v(R_v^4 - R_b^4) + E_c(R_c^4 - R_v^4)}{4[(\rho_b - \rho_v)R_b^2 + (\rho_v - \rho_c)R_v^2 + \rho_c R_c^2]} w_{,xxxx} = 0$$

为了表示方便，将式记作

$$w_{,tt} + K_1 w_{,xxt} + K_2 w_{,xxxx} + K_4 w_{,xxxx} = 0$$

式中

$$K_1 = -\frac{R_c^2}{4}, \quad K_2 = \frac{\eta(R_v^4 - R_b^4)}{4[(\rho_b - \rho_v)R_b^2 + (\rho_v - \rho_c)R_v^2 + \rho_c R_c^2]},$$

$$K_4 = \frac{E_b R_b^4 + E_v(R_v^4 - R_b^4) + E_c(R_c^4 - R_v^4)}{4[(\rho_b - \rho_v)R_b^2 + (\rho_v - \rho_c)R_v^2 + \rho_c R_c^2]}$$

方程就是非旋转粘弹性夹层梁的自由振动方程，可见粘弹性材料的损耗因子 η 出现在 K_2 中，影响方程的刚度项以及阻尼项，从而影响系统的刚度特性以及阻尼特性。

3.3 普通旋转梁振动特性分析

为了更好地研究旋转粘弹性夹层梁振动特性，完全有必要首先对普通旋转梁振动特性地分析，从而得到旋转粘弹性夹层梁与普通旋转梁的振动特性差异。普通旋转梁的振动控制方程见式。

$$m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - J \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial t^2} + 2J\Omega i \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial t} + EI \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = 0$$

令

$$w(x, t) = A(x)e^{i\omega t} \quad A(x) = Ce^{\lambda x}$$

将式代入普通旋转梁的振动控制方程 (4.1) 中，通过化简变形得到

$$EI\lambda^4 + J(\Omega - \omega)^2 \lambda^2 - m\omega^2 = 0$$

由式可知，如果不考虑转动惯量，那么方程中就不会出现含 Ω 的项，因而在不考虑转动惯量的条件下旋转角速度 Ω 对涡动频率 ω 无影响。特别地，由临界转速的定义知，转动惯量对正向临界转速也没有影响。对方程进行求解得到

$$\lambda = \pm \lambda_1 i \pm \lambda_2$$

式中

$$\lambda_{1,2} = \left[\frac{\pm J(\Omega - \omega)^2 + \sqrt{J^2(\Omega - \omega)^4 + 4EI m \omega^2}}{2EI} \right]^{1/2}$$

将模态振型的通解形式设为

$$A(x) = C_1 \sin(\lambda_1 x) + C_2 \cos(\lambda_1 x) + C_3 \sinh(\lambda_2 x) + C_4 \cosh(\lambda_2 x)$$

式中系数 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 和涡动频率 ω 是随边界条件决定。作为由边界条件引起的指数函数， $\sinh(\lambda_2 x)$ 和 $\cosh(\lambda_2 x)$ 由边界点开始衰减，对中间阶模态和高阶模态具有很小的影响，故主要是 λ_1 决定涡动频率 ω ，将 $\Omega=0$ 和 $\lambda = \pm \lambda_1$ 代入等式得到

$$\omega^2 = EI\lambda_1^4 / (m + J\lambda_1^2)$$

由公式显然可见， ω^2 的值总是随着转动惯量 J 而降低，并且这种影响在高阶模态中表现尤为突出。

4. 总结

旋转粘弹性夹层梁的振动特性受包括夹心层材料种类、厚度，约束层的材料、厚度等多种因素的耦合作用的影响。在工程减振领域中，设计人员在设计结构时为了避免共振和最大程度上提高减振效率，因而对减振结构的固有频率和减振耗能能力很重视，故对旋转粘弹性夹层梁的固有频率和损耗因子的分析具有很大的工程实际意义。目前对于粘弹性夹层结构的研究主要有以下两点问题：(1) 目前对于粘弹性夹层结构的研究工作绝大多数集中于非旋转的静态夹层结构，而对于考虑自身旋转的旋转夹层结构的研究比较少见；(2) 现今粘弹性夹层结构的研究基本都是集中在矩形板、圆形板等板结构上，对于具有一定量长径比的梁研究较少，特别是横截面为圆形的夹层梁的研究则少之又少。

参考文献：(略)

电厂锅炉管道焊接存在问题的监造

华电电力研究院山东分院 牛庆良

摘要：从焊接人员、焊接工艺、焊接材料、焊接机具现场焊接及焊接跟踪检查等环节进行探讨，对12Cr1MoVG材质集箱管座制作过程中的焊接、检验和热处理等工作特点展开论述，制订了监造与检验的控制点。针对制造过程中发现的管座角焊缝裂纹问题，进行了简要分析。最后提出了针对性的优化焊接工艺，为确保锅炉集箱监造工作的质量提供参考。

关键词：锅炉管道；监造工艺；冷裂纹

0. 前言

焊接是锅炉生产过程中的一个重要环节。锅炉的质量好坏直接与焊接工艺有关，如果焊接性能达不到要求，锅炉在日常运行中的可靠性和安全性会降低，同时也会造成部分管件不同程度的损坏。调查表明，锅炉在运行过程中由于管件的闪光对接焊接接头质量不好，会造成有30% ~ 40%的管件损坏。

某发电公司在建设2台660MW超超临界火电机组的项目时，发现1号机组锅炉设备的低温过热器集箱管座角焊缝存在大量裂纹，材质均为12Cr1MoVG，缺陷比例达到了80%。鉴于此，发电公司聘请监理（笔者）驻场监造。针对此次裂纹事件，笔者分析了原因，提出了针对性的优化焊接工艺。为防止类似事件的再次发生，从编制焊接工艺到施工过程，制定了一系列重要的检验和控制节点。

1. 裂纹原因分析

12Cr1MoVG材料是电站锅炉制造业用量最大的低合金耐热钢，其组织结构稳定且具有较高的持久强度。主要用于制作高压锅炉壁温 $\leq 580\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的过热器管以及管温 $\leq 570\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的集箱管、蒸汽导

管和主蒸汽管等。

此次管座角焊缝的裂纹大都分布在熔合线上，长度约5 ~ 15mm，深度约1 ~ 4mm。裂纹处的金相组织有硬淬的马氏体组织，裂纹沿晶界扩展。管座角焊缝上的裂纹不仅导致焊接接头的有效承载面积降低，而且在裂纹尖端处严重应力集中，随着裂纹不断扩展以致接头提前失效。

通过现场调查，焊接过程中存在两大问题。一是热处理人员没有资质。二是热处理工艺与DL/T869-2012——《火力发电厂焊接技术规程》[2]、DL/T819-2010——《火力发电厂焊接热处理技术规程》等规定严重不符，主要体现在：

预热温度为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，低于标准DL/T869-2012规定的 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，氩弧焊预热温度为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，低于标准DL/T869-2012规定的氩弧焊预热温度可以按下限温度降低 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。此外，焊后未立即进行热处理，且未进行保温措施。

综上所述，焊接过程中，预热温度不符合要求，且焊后未及时进行保温处理，导致溶解在焊接接头中的氢原子不能顺利逸出。由于冷却速度过快，产生了硬脆的马氏体组织。所以判定此次裂纹为人为操作不当产生的冷裂纹。

2. 焊工培训及岗前考核

2.1 加大焊工的培训，做到每一个焊工都必须经过专业培训，并取得焊工合格证。培训不仅应进行技术能力的培训还要进行焊接职业道德、工作作风的培养。

2.2 在焊工进行受热面焊口焊接之前，均进行岗前考核，考核合格之后才能上岗焊接。

2.3 岗前培训设置障碍管必须与实际焊接位置相符，外观质量不合格的焊口不允许进行下道工序检验，岗前培训6道/每人焊口经射线或断口检验合格后方可上岗进行焊接。

2.4 让焊工牢固树立不但重视焊接接头内部质量，也讲究外观工艺。对于一次检验合格率低于97%的焊工应离岗重新进行焊接培训。

2.5 在焊工岗前培训中，要强调岗前练习位置 and 实际位置还有许多差异，如：焊缝散热的速度，焊口间隙的控制，焊接位置的变化等。要让焊工尽量适应不同焊接位置、不同间隙的受热面焊口焊接。

2.6 培养焊工养成严把质量关，不迁就、不凑合的良好习惯。

3. 焊接工艺控制

在焊接工艺和技术符合标准的情况下，焊接过程中也会出现缺陷。这主要归结为人为操作不当。焊工、热处理人员是焊接管理中非完全可控因素，监造人员不仅要对焊接过程旁站，而且要检查焊工、热处理人员资质。笔者结合人为操作因素的控制，制造了一系列重要的检验和控制节点。

3.1 材料检查

材料入场时，监造人员仔细检查钢材合格证明文件、质保书、标识及检验报告，按GB5310-2008—《高压锅炉用无缝钢管》规范及工程验收标准对进场材料复检、送检，其他增加项目可根据双方合同要求进行。

检查焊材时，要求焊材性能同母材匹配，合

金元素含量与母材相当，硫、磷等有害杂质元素的含量低于母材含量。为保障焊缝力学性能，选用质量优良的碱性焊条。

焊接材料是直接影响焊接质量的一个重要因素，专门编制了《焊接材料管理制度》对焊材从入库验收、保管到发放进行全过程管理，对焊接材料的烘培、发放、回收详细记录。避免因焊接材料变质或错用焊接材料而发生质量事故，还应注意以下几点：

(1) 焊接材料员必须根据焊接技术人员所填写的焊接材料领用单的要求发放焊接材料，不得更改。(2) 焊丝的发放数量应根据焊口数量及当量进行发放，领用后应妥善保管，防止生锈，在使用前，应用砂纸擦拭铁锈、油污。(3) 焊条每次的领用量不超过5kg，且不超过半天的用量。焊条应放在保温筒内，使用时放到随拿随用，并随时关好保温筒盖，严禁一次拿出多根焊条。(4) 氩气在使用前应先检查纯度，对其纯度有怀疑时，不得使用。氩气使用至瓶内压力10kg时，应停止使用。

3.2 焊前检查

焊前检查主要包括焊缝清洁和坡口形状两个方面的检查。焊缝清洁要求彻底清除氧化皮、熔渣、锈、水分等影响焊接质量的杂质。坡口形状控制按设计进行，设计没有明确要求的按相关标准进行。焊缝存在杂质、焊接坡口不合格会造成气孔、焊道成形不良、夹渣等缺陷。

3.3 预热

预热的目的是减慢冷却速度，避免产生硬脆的马氏体组织，也可以减少因马氏体转变而产生的组织应力，并减少焊缝金属周围金属的温差而减少热应力，特别是降低近缝区的应力峰值。

12Cr1MoVG材料预热温度为200~300℃，当采用钨极氩弧焊打底时，可按下限温度降低50℃。众多预热方式中，整体预热效果最佳，不推荐火焰烧烤方式。焊条按规范350℃保温2h，冷却到150℃时放入保温筒。焊条受潮、烘焙不

充分都会导致气孔、冷裂纹等缺陷。

3.4 焊接参数控制

合理的焊接工艺参数是保证焊接质量的关键。焊接速度过快易造成未熔合、焊缝成形不良等缺陷；过慢会造成焊缝力学性能降低、变形量大、热裂纹等缺陷。焊接电流过小会造成未焊透、夹渣及焊缝成形不良等缺陷，过大会产生咬边、焊穿、增加焊件变形和热裂纹等缺陷，同时会使焊接接头的组织由于过热而发生变化。焊接电压过低会有粘连母材的倾向，过高会产生电弧现象明显增加、飞溅增大等缺陷。为保证焊接质量，避免焊工操作失误产生的质量问题，监造人员应当对焊接过程实行旁站，严格控制焊接设备上的焊接参数。同时加强焊工责任心培训，提高工资待遇，降低人为因素造成的焊接缺陷。

3.5 焊接操作

在焊接过程中要严格执行焊接工艺规程，严格控制焊接线能量、层间温度及焊层厚度，并做好层间打磨、清理工作。

焊接过程严格执行多道多层、窄焊道薄焊层的焊接方法；严格控制焊枪摆动幅度（不大于3倍焊条直径）；严禁焊接前随意引弧，收弧位置逐渐断弧。氩弧焊打底时，管内不得有穿堂风。经检查合格后，应及时进行次层的焊接。

控制层间温度防止焊缝区域出现多次热应变。施焊过程中，层间温度应不低于规定的预热温度的下限，且不高于400℃。同一焊缝应连续施焊，力求一次完成，不能一次完成的焊缝应注意焊后的缓冷，再次焊接前必须重新进行预热。打底焊时，熔敷金属的厚度不能太薄，一般控制在2-3mm，以防止由于熔敷金属界面积小，不能承受应力而产生焊接裂缝。多层焊时，每层焊道间的熔渣应及时清除干净，避免夹渣、未融合缺陷的产生。

3.6 焊后消氢

每道焊缝焊接工作结束后，必须立即进行消氢热处理。消氢热处理符合《火力发电厂焊接热

处理技术规程》标准要求。保温工作结束后，缓慢冷却。此次大量裂纹事故的主要原因是制造厂未及时进行消氢热处理，导致大量冷裂纹产生。

3.7 焊接跟踪检验

焊接跟踪检验，是现场焊接质量的控制手段。从焊接工艺装备、焊材领用、焊工上岗到焊接质量检验，每一个环节都要严格控制。焊接质量检验要编制检验大纲或检验工艺，其内容主要有检验项目、检验顺序、检验标准、检验用量卡器具、检测方法等，是开展检验工作的指导性文件。现场焊接与跟踪检验主要有以下几个方面：

(1) 焊前检验

焊前检验有三项：①焊缝焊前检验，主要有接口尺寸、坡口型式、表面质量、错边量、选用焊接材料、采用焊接方法等；②检查工艺装备是否满足工艺要求；③检验上岗焊工持证资格。以上三项检验结果要求符合焊接工艺和检验标准。

(2) 缝外观质量检验焊缝外观质量检验主要为焊缝成形尺寸、表面质量、焊缝标记或焊工钢印等。

(3) 焊缝无损检测对焊缝无损检测是依照焊接工艺要求和探伤工艺要求进行的，是控制和检验焊接质量的主要手段。

(4) 试样焊接与检验

试样焊接与检验是按锅炉出厂要求和锅炉安全技术监察规程要求进行的，适用于大容量锅炉安装现场焊接质量检验。试板要与所代表的焊缝母材相同、焊材相同、焊接方法相同、焊缝坡口型式相同、焊接环境相同、焊接工艺相同，这样焊接的试样经过机械性能试验，才能正确反映出受压工件焊缝焊接质量是否合格，是验证和控制焊缝质量的重要试验手段。

(5) 焊接材料与跟踪检验焊接材料要从进料、验收、入库、存放、烘干、保温、发放、退库等环节严格按焊接工艺和质保体系要求进行跟踪检验。

(6) 完善焊接与检验记录

完善焊接与检验记录，是控制现场焊接质量、防止错检、漏检的重要依据，是现场焊接质量与跟踪检验结果的真实印证，一定要保持原始记录的完整性和准确性。

4. 焊后热处理及质量检查

4.1 热处理

热处理的目的是为了改善焊接接头及热影响区的组织和性能，消除残余内应力，避免在运行中因内应力过大而产生裂纹，同时加快接头中扩散氢的溢出，避免产生冷裂纹。监造过程中，应严格控制热处理工艺参数，避免产生冷裂纹或再热裂纹。

12Cr1MoVG 材料有一个敏感的温度区，一般在 500~700℃，600℃左右最为敏感。应当增加 480℃左右中间回火处理，提升 500 ~ 700℃范围的加热速度，保温设定在 720 ~ 740℃，保温时间宜根据壁厚适当延长。

4.2 热处理后质量检查

热处理质量检查包括硬度检验、金相检验、光谱分析、无损检测等。硬度检验按照产品技术条件有关规定，一般焊缝和热影响区的硬度应不

低于母材硬度值的 90%，不超过母材布氏硬度加 100HB。金相检验的合格标准为无裂纹、无过烧组织、无淬硬性马氏体组织及高合金钢无网状析出物和网状组织。光谱分析按照 DL/T991-2006——《电力设备金属光谱分析技术导则》进行。考虑到 12Cr1MoVG 材料具有再热裂纹的属性，所以热处理后再次进行磁粉检测抽检。对于质量检查不合格者应重新进行热处理或返修。

5. 结语

锅炉已经成为工业生产和人们日常生活中普遍存在并广泛应用，在国民经济中起着重要的作用。发挥监造工作中事前控制，事中控制，事后控制特点，按照标准及客户的要求，对生产过程进行规范，严格规范操作工序，使产品的生产过程符合规范中要求的流程，从而有效保证产品质量。本文针对集箱加工过程中出现的冷裂纹问题，分析了缺陷产生原因并总结了一系列的监造控制节点和检验节点。严格控制易产生缺陷的关键点，包括材料质量、预热、消氢处理、热处理和人员资质等。

参考文献：略



压力管道的无损检测概述

中海油山东化工设计院 宫羽丽

摘要: 在压力管道实际使用过程中, 由于埋地管道腐蚀、外部压力破坏和周围环境等原因容易造成压力管道失效, 导致严重的安全事故, 所以必须对压力管道的运行进行分析和判断。管道的检测不仅是为维护石化工业正常生产、防止事故、保障安全运行所必须; 亦是提高产品质量, 进行市场竞争的强有力手段。本文对压力管道无损检测技术的发展现状及应用进行分析研究, 以供参考。

关键词: 压力管道; 无损测试

无损检测是指在不损坏试件的前提下, 以物理或化学方法为手段, 借助先进的技术和设备器材, 对试件的内部及表面的结构、性质、状态进行检查和测试的方法。是指对材料或工件实施一种不损害或不影响其未来使用性能或用途的检测手段。

常用的四大常规检测方法有射线检测(简称 RT)、超声波检测(简称 UT)、磁粉检测(简称 MT)和渗透检测(简称 PT)。RT 和 UT 主要用于探测试件内部缺陷, MT 和 PT 主要用于探测试件表面缺陷。其他用于承压类特种设备的无损检测方法有涡流检测(简称 ET)、声发射检测(简称 AE)等射线的种类很多, 其中易于穿透物质的有 X 射线、 γ 射线、中子射线三种。

1. 各种无损检测方法的特点和选用原则

无损检测是利用物质的声、光、磁和电等特性, 在不损害或不影响被检测对象使用性能的前提下, 检测被检对象中是否存在缺陷或不均匀性, 给出缺陷大小、位置、性质和数量等信息。无损检测具有以下的特点: 第一、非破坏性。进行无

损检测时不损害或不影响被检测对象的使用性能, 这是无损检测最大的特点。第二、全面性。正是基于无损检测具有非破坏性的优点, 因此可对被检测对象进行的全局检测, 这是破坏性检测无法比拟的优点。各种无损检测方法的选用应依据其具体特点进行区分。射线和超声方法用于内部缺陷检测。磁粉和渗透方法用于表面缺陷检测。射线和超声方法也可以检测出一些表面缺陷, 例如表面裂纹、针孔等, 但灵敏度比磁粉、渗透方法低得多。磁粉方法也可以检测出一些近表面的埋藏缺陷, 但可靠性不高。

2. 常用压力管道无损检测技术

(1) 射线检测技术

一般用于检测压力管道焊缝中存在的缺陷。当射线穿透物质时, 在物质中具有衰减作用并按一定规律衰减, 能使某些物质产生光化学作用和荧光现象。当射线达到胶片上时, 由于无缺陷部位和有缺陷处的密度或厚度不同, 射线在这些部位的衰减不同, 因而射线透过这些部位照射到胶片上的强度不同, 致使胶片感光程度不同, 经暗

室处理后就产生了不同的黑度。根据底片上的黑度差，评片人员借助观片灯即可判断缺陷情况并评价质量。射线检测技术有着较为高质量的适用性，对于各种材料属性下的压力管道均表现出了同等的无损检测效果，且该种检测方式能够较为直观的呈现缺陷影像，以此确保缺陷定性及定量数据的真实性与完整性。另外，射线检测也常用于在用压力管道检验中对超声检测发现缺陷的复验，以进一步确定这些缺陷的性质，为缺陷返修提供依据，可以直接得到直观的检测图像，数据都较为精准，能够长时间的保存。不过射线检测不适宜检验壁厚较厚的压力管道，且检验成本高，检测速度慢，并对人体有伤害。

(2) 超声波检测技术

超声无损检测技术的工作原理，是将超声波应用于薄到厚、由表及里的缺陷信息采集，检查焊缝内部质量，若测得壁厚小于容器最小壁厚时，应重新进行强度校核，提出降压使用或修理措施。超声无损检测对缺陷定量评价迅速，现场检查容易、解析方便、自动化程度高，这一技术成为目前国内外应用最广泛、使用频率最高且发展较快的一种无损检测技术。超声检测适用于板材、复合板材、碳钢和低合金钢锻件、管材、棒材、奥氏体不锈钢锻件等锅炉、压力容器及压力管道原材料和零部件的检测；也适用于锅炉、压力容器及压力管道对接焊缝、T型焊缝、角焊缝以及堆焊层等的检测。

(3) 渗透检测技术

渗透检测技术是基于液体的毛细现象和固体染料在一定条件下的发光现象。在实际检测时，将溶有着色染料或荧光染料的渗透剂浸润压力管道焊缝表面，由于毛细现象的作用，渗透剂渗入到各类表面开口缺陷中，清除附着于压力管道焊缝表面上多余的渗透剂，干燥后再施加显像剂，

缺陷中渗透剂重新回到压力管道焊缝表面，形成放大的缺陷显示，在白光下或在黑光灯下观察，缺陷处可呈红色显示或发出黄绿色荧光。目视即可检测出缺陷的形状和分布。渗透检测的优点是设备和操作简单，缺陷显示直观，容易判断。缺点是对埋藏于压力管道焊缝表层以下的缺陷无能为力而只能检测表面开口缺陷，同时对压力管道也会造成一定的污染。

3. 压力管道射线检测特点

射线的种类很多，其中易于穿透物质的有X射线、 γ 射线、中子射线三种。这三种射线都被用于无损检测，其中X射线和 γ 射线常应用于承压设备焊缝和其他工业产品、结构材料的缺陷检测，而中子射线仅用于一些特殊场合。射线检测是工业无损检测的一个重要专业门类。最主要的应用是探测试件内部的宏观几何缺陷（探伤）。

①检测结果有直接记录—底片。由于底片上记录的信息十分丰富，且可以长期保存，从而使射线照相法成为各种无损检测方法中记录最真实、最直观、最全面、可追踪性最好的检测方法。

②可以获得缺陷的投影图像，缺陷定性定量准确各种无损检测方法中，射线照相对缺陷定性是最准的。在定量方面，对体积型缺陷（气孔、夹渣类）的长度、宽度尺寸的确定也很准，其误差大致在零点几毫米。

③体积型缺陷检出率很高。而面积型缺陷检出率受到多种因素影响。体积型缺陷是指气孔、夹渣类缺陷。射线照相大致可以检出直径在试件厚度1%以上的体积型缺陷。面积型缺陷是指裂纹、未熔合类缺陷，其检出率的影响因素包括缺陷形态尺寸、透照厚度、透照角度、透照几何条件、源和胶片种类、像质计灵敏度等，所以一般来说裂纹检出率较低。

④适宜检测较薄的工件而不适宜较厚的工件。

检测厚工件需要高能量的射线探伤设备。300 kV 便携式 X 射线机透照厚度一般小于 40 mm, 420 kV 移动式 X 射线机和 Ir192 γ 射线机透照厚度均小于 100 mm, 对厚度大于 100 mm 的工件照相需使用加速器或 C060, 因此是比较困难的。此外, 板厚增大, 射线照相绝对灵敏度是下降的, 也就是说对厚工件采用射线照相, 小尺寸缺陷以及一些面积型缺陷漏检的可能性增大。

⑤适宜检测对接焊缝。检测角焊缝效果较差, 不适宜检测板材、棒材、锻件。用射线检测角焊缝时, 透照布置比较困难, 且摄得底片的黑度变化大, 成像质量不够好; 板材、锻件中的大部分缺陷通常与射线束垂直, 因此射线照相无法检出。

⑥有些试件结构和现场条件不适合射线照相。由于是穿透法检测, 因此结构和现场条件有时会限制检测的进行。例如, 有内件的锅炉或容器, 有厚保温层的锅炉、容器或管道, 内部液态或固态介质未排空的容器等均无法检测。采用双壁单影法透照, 虽然可以不进入容器内部, 但只适用于直径较小的管道, 对直径较大的管道, 双壁单影法透照很难实施。此外如焦距太短, 则底片清晰度会很差。

⑦对缺陷在工件中厚度方向的位置、尺寸(高度)的确定比较困难。缺陷高度可通过黑度对比的方法作出判断, 但精确度不高, 尤其影像细小的裂纹类缺陷。

⑧检测成本高。与其他无损检测方法相比, 射线照相的材料和人工成本很高。

⑨射线照相检测速度慢。一般情况下定向 X 射线机一次透照长度不超过 300mm, 拍一张片子需 10 min, γ 射线源的曝光时间一般更长。但特殊场合则另当别论。

⑩射线对人体有伤害。射线会对人体组织造成多种损伤, 因此对工作人员剂量当量规定了限值。要求在保证完成射线探伤任务的同时, 接受的剂量当量不超过限值。

压力管道尤其是工业管道大量采用薄壁小径管, 其施工主要采用氩弧焊打底, 手工焊盖面的单面焊接。长期以来小径管对接焊缝主要采用射线透照检测, 但也存在不少问题: ①由于压力管道透照截面厚度变化大, 宽容度很难保证, 透照一次不能实现焊缝全长的 100% 检测; ②若要满足压力管道裂纹检测要求, 则底片透照数量很难满足要求; ③同时射线透照大量采用 Ir192 射线源和 III 型片, 底片质量和清晰度都比较差。

4. 总结

无损检测技术, 已经在压力管道检验中得到了广泛的使用。这种技术可以在无损状态下, 对管道焊接处的内外部都进行检测。能及时地发现因为焊接时热度产生的裂纹, 可以有效的避免爆裂以及泄露的安全事故的发生。压力管道的全面检验是需要通过全方面地学, 以及积累检验工作中的经验来进行的。只有通过不断提高检验水平, 及时发现并处理压力管道中的安全隐患, 才能保障生产企业的安全生产。

压力管道的振动简析

青岛高校软控股份有限公司 鞠岗岗

摘要：在工业生产中，在压力管道受自身和外部环境等影响下，容易引起振动。管线如果长期受到振动的影响在应力集中的部位，就会产生疲劳损伤，引起介质外泄，造成较为严重的安全事故。管道振动是随着近代工业趋向高速、高压、容量增大而日益显示了其重要性的一项工程实际课题，本文简析压力管道振动原因、类型。

关键词：管道振动；振动类型

1. 引言

在管道输送压力水的过程中，管道内部水流速的变化会引起管道的振动。管道若长期受到振动引起的交变应力的作用，尽管设计满足其强度要求，也可能产生疲劳破坏，尤其是在管道的焊缝如管道与弯头的焊口、分支管路与主管的焊口等应力集中处，容易发生疲劳破坏，从而发生焊口开焊、管道断裂、介质外泄，严重的会引起设备事故，给生产的顺利进行和环境保护造成危害。因此从设计、安装到维护要全面考虑预防和采取相应的措施来避免管道振动或减小振动。

无论是在压缩机站，炼钢企业的氧气厂或是各类化工厂，人们都能见到各种纵横交叉的管道，这些管道的任务是输送各种各样的流体介质。仔细观察，就会发现这些管道并不都是安静地躺在那里的。它们有时会发生人们不希望的激烈振动并由此导致破坏，造成重大经济损失。正是这个原因，引起了人们对管道振动问题的关注。管道振动的理论分析管道的振动是一种机械振动，一般来说，管道内部介质的激励和管外的随机载荷作用是其振动的主要原因。由于引起管道振动的激励源非常复杂，为简单计，可以近似的认为管

道的振动是由作用在管系上的周期性激励力引起的受迫振动。

管道振动的消减，可以带来生产安全和很大的经济效益已是无可争议的事实。早在 50 年代，美国的凯洛格公司就曾对管道振动问题进行探索研究，但限于当时的计算条件和计算方法不成熟，未能有所作为。只能针对遇到的具体问题提出个别的对策。1973 年苏联的 A. 维将金在其著作 [1] 中仅能对若干简单的管道组合系统，借助繁复的公式进行气柱固有频率的计算。1974 年开始，西安交通大学的管道振动研究组密切结合生产现场的管道振动问题，陆续推出自己的理论和实验研究成果。在国内首次研制和完善了管道振动的通用程序，并在解决现场的管道振动中创造了重大的经济效益。于 1984 年完成了专著《活塞式压缩机气流脉动与管道振动》、“管流脉动与管道振动的控制”的研究成果。

2. 压力管道的振动类型

根据管道振动的理论分析，管道及其支架和与其相连接的各种设备或装置构成了一个复杂的机械结构系统。在有激振力的情况下，这个系统就会产生振动。

压力管道的激振力可分为系统自身和系统外部两大类。来自系统自身的主要有与管道直接连接的机器、设备的振动和管道内部流体的不稳定流动引起的振动；来自系统外的有风载荷、地震载荷等，其中前者是管道振动的主要原因。振动对压力管道来讲是一种交变动载荷，其危害程度取决于激振力的大小和管道自身的抗振能力。其主要的影响因素如下：

(1) 流体的固有频率。管道内部充满的流体就是一个具有弹性体。每当压缩机、水泵或阀门动作一个周期，管道内部的流体就会受到干扰，呈现为振动。

(2) 机械固有频率。管系是连续弹性体，存在机构固有频率。对于简单管系的结构固有频率的计算，理论力学有较详细的介绍。一个复杂的管系在工程上大都用有限元法计算。将管系分成若干个单元，一般将一段直管作为一个管单元弯管作为一个弯管单元或若干个截面与弯管相等的直管组成的折线代替；法兰和阀门作为集中质量来考虑。

(3) 管流脉动引起的振动。管道输水介质通过压缩机或水泵等加压作为动力源。这种加压方式是间隙性的。由于间隙加压，管道内的压力在平均值的上下波动，即产生压力脉动，管道内的介质处于脉动状态。脉动的流体遇到管道弯头、异径管、控制阀节流孔板等管道元件，产生一定的随时间而变化的激振力，在这种激振力作用下，管道和附属设备就会产生振动。

(4) 水击振动。在有压管道中，由于某种原因如水泵机组突然停车、调节阀门的开关或管道中进入气体，使水流速度发生突然变化，速度的变化引起动量发生变化而造成管道内部的压强迅速上升或下降的现象，成为水击（或水锤）。水击引起的压强升高，可达到管道正常工作压强的几十倍至数百倍，压强的大幅波动，可导致管道

系统强烈振动同时产生噪音，易造成阀门破坏、焊口开焊、管件接头破裂、断开，甚至发生管道炸裂等重大事故。

(5) 管道内流体流速过快，形成湍流引起振动。

3. 管道振动的机理

从力学的角度看，管道振动是一类特殊的机械运动，是典型的力学现象。管道，通常用于输送流体为使流体流动，需通过压缩机或泵加压作为动力，犹如人体的血液通过心脏加压一样。这种加压方式是间隙性的。管道的两端，分别与各种设备或装置相连接，连接处可能是压缩机的出、入口，容器、阀门或者孔板等。管道及其支架和与之相连接的各种设备或装置构成了一个复杂的机械结构系统。在有激振力的情况下，这个系统就会产生振动。

主机动力平衡性能差以及基础设计不当，不平衡的惯性力会引起主机及基础振动并进而牵扯与之相连的管道及设备一起振动，这是管道振动产生的一个原因。但是，实际的生产情况表明，引发管道振动的另一主要原因是由间隙性加压造成的流体压力脉动所引起的，由于间隙加压，管道内的压力在平均值的上下脉动或称波动，即产生所谓压力脉动。而在管道的弯曲部位、直径变化的部位或通过控制阀等处，压力的脉动就会产生相应的随时间而变化的激振力。正是这些激振力，激发管道系统发生振动。

压力脉动通常用压力不均匀度这个参数加以描述。如以 p_0 表示压力的平均值， Δp 表示压力的最大值与最小值之差，则压力不均匀度 δ 可表为 $\Delta p/p_0$ 。例如当压力为 320 大气压时，若压力不均匀度为 8%，它在内径为 60mm 的 90° 弯管处形成的激振力幅值可达 5020N。对于一个复杂的空间管道系统，会有多处变截面和拐弯的地方，这些部位都将分别受到大小方向不同，相位各异且随时间而变化的力的作用。对管道系统而言，

它们构成一个复杂的空间力系。

管道振动的实质是管道及与之连结的设备、装置以及支架所构成的结构系统在上述随时间而变的复杂空间力系作用下的运动问题。显然，作用在管系上的力分析是关键。当力分析清楚即载荷确定之后，余下的问题就是求取在已知载荷作用下管系的振动响应。

在相同的端点激励（例如相同压缩机的吸、排气）情况下，管道振动的情况取决于管道内流体性质的物理参数（包括气体组成、分子量、压力、温度、密度和速度等）以及管道的几何配置情况（包括管道的长短、直径、壁厚、走向、相互配置的几何关系等）。一根直管，无论管道内压力脉动的大小如何，在它的端点是不会形成激振力的。但是，在多处改变走向并有异径管存在的情况下，就会产生激振力。此外，研究表明，管道内各点压力脉动的大小与管系的几何形状有密切的关系。我们知道，管道内的流体（如气体），也是一个弹性体不同的管道几何配置情况对应着不同情况的气柱系统。如果把气体的压力脉动作为响应的一个因变量看待，则在同样的激励条件（例如用同一台压缩机排气）下，气体的压力脉动会随着气柱系统情况的改变而出现不同的情况。就像吹笛子或喇叭时，在同样吹气（宽带激励）情况下，按住不同的笛孔或改变喇叭气柱的长度，就能发出不同的声音，这表明不同的气柱情况将与其相应的频率谐振（共振），此时，发出的声音的频率就是获得谐振优势的气柱固有频率。

综上所述，研究管道振动时，有两个并行的系统：一是管道的机械结构系统；另一则是与之对应的气柱（如果管道内的流体是气体的话）系统。气柱在端点受到激励而在各点产生相应的压力脉动，在走向改变处及异径处形成大小不同、位相各异的激振力这些激振力导致管道的机械振动。当气柱发生谐振时，压力脉动将达到很大的

值。产生很大的激振力，这自然加剧了管道的振动。即使激振力不变，当激振力的频率与机械结构的固有频率相重合时，管道将发生机械共振。此时，也会发生剧烈的管道振动。

4. 管道系统的振动描述

4.1 振动微分方程

通过离散化的方法，可以把一个具有无限自由度的管系连续系统替换为一个有限个自由度的离散系统。

管系振动微分方程的矩阵形式由下式表示

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = \{f\}$$

式中 $[M]$ 和 $[K]$ 分别是系统的总质量矩阵和总刚度矩阵，它们由组成系统的各单元质量矩、单元刚度矩阵按一定方式“装配”而成。 $[C]$ 为阻尼矩阵， $\{f\}$ 为干扰力亦即激振力向量。 $\{x\}$ 为节点位移向量。倘若系统受到 t 个位移约束，此时系统的自由度变为 $n=N-t$ 。设这 t 个约束位移分量组成列向量 $\{x\}_0$ ，则有 $\{x\}_0 = \{0\}$

其他 n 个位移分量组成的列向量设为 $\{x\}_1$ ，系统总的位移向量可以表示为

$$\{x\} = \begin{bmatrix} \{x\}_0 \\ \{x\}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \{0\} \\ \{x\}_1 \end{bmatrix}$$

把干扰力向量 $\{f\}$ 和 $[M]$ 、 $[K]$ 、 $[C]$ 相应地分块表示为

$$\{f\} = \begin{bmatrix} \{f\}_0 \\ \{f\}_1 \end{bmatrix}, [M] = \begin{bmatrix} [M]_{00} & [M]_{01} \\ [M]_{10} & [M]_{11} \end{bmatrix}$$

$$[K] = \begin{bmatrix} [K]_{00} & [K]_{01} \\ [K]_{10} & [K]_{11} \end{bmatrix}, [C] = \begin{bmatrix} [C]_{00} & [C]_{01} \\ [C]_{10} & [C]_{11} \end{bmatrix}$$

其中下标为 00 的是 $(t \times t)$ 阶方阵，下标为 11 的是 $(n \times n)$ 阶方阵。代入微分方程可以得：

$$[M]_{11} \{\ddot{x}\}_1 + [C]_{11} \{\dot{x}\}_1 + [K]_{11} \{x\}_1 = \{f\}_1$$

$$[M]_{01} \{\ddot{x}\}_1 + [C]_{01} \{\dot{x}\}_1 + [K]_{01} \{x\}_1 = \{f\}_0$$

如已知干扰力向量 $\{f\}_1$ ，则可分别求得系统的

位移向量 $\{x\}_1$ 、约束力向量 $\{f\}$ 。

4.2 计算方法

对管道振动来说,重要的是求得前若干低阶固有频率及其振型。合宜的办法可采用子空间迭代法。这个方法要点的第一步是利用同时逆迭代改善 Ritz 基,使 Ritz 基所张子空间不断地向前 k 阶振型向量所张子空间逼近;第二步采用 Ritz 法经多次迭代,可保证收敛到正确结果。为了降低子空间迭代法采用多个向量同时逆迭代所化费的机时,而又要避免采用单个向量迭代会导致难以保证求解重特根的问题,可对 Ritz 向量法进行改进,而采用多个初始向量逐个加入迭代的方式。这种逐个加入初始向量的向量法,由于仍保持单个向量反迭代的特点,所化机时仅及子空间迭代法的 $1/5—1/10$ 。

以上的分析都是先考虑流体的压力脉动,再求得激振力,最后计算管道的振动响应。这种方法的特点是只考虑流体对于管道的作用力而并未考虑管道振动时给予流体运动的影响。而在有些问题中,流体的运动和管道振动之间的耦合是不可忽略的。对于平均流速较小 ($u_0 \ll c$),质量较大的高压管道来说,不考虑“耦合”的分析已能相当精确地反映实际情况,从而也有效地解决了不少实际的管道振动问题。但是,对于流速较大而质量较小的管道,如飞行器中物料的输送管或热交换器中的换热管道,则需要考虑相互作用问题。此时,对力学模型需考虑相互影响而建立统一的方程。方程中将出现所谓“回转项”。现论分析和实验都表明,当流速增至一定值时,管道将出现大的运动幅度而呈现所谓的“失稳”。这时的流速,称为临界流速。实际上,这已是管道与其内部流体的所谓流固耦合振动问题了。

5. 压力管道振动消除措施

5.1 改变管道的固有频率

(1) 为管道系统增加平衡质量来改变质量矩

阵,用以改变系统的固有频率,降低管道的振幅,避免共振现象的发生。(2) 在管道的支承部位放置橡胶、软木等物,起到隔振、消振的目的。(3) 增加系统的刚度,如增加支承、改变支承位置或提高支承的刚度来提高管道的固有频率,以达到消振的目的。(4) 在管道上合适位置安装波纹管、补偿器等缓冲装置,能够降低脉动压力的不均匀性。(5) 限流孔板是水流阻力元件,安装限流孔板是压力管道减小振动的有效方法。

5.2 消减气流振动

(1) 调整气柱固有频率,避开气柱共振。气柱固有频率取决于管系的配管方式、长度、管径、容器容积的大小和配置位置以及气体的种类和温度等,改变管道和容器的尺寸以及配置方式,可改变管系的气柱固有频率。在配管设计时,根据工艺流程的需要做好配管初步设计后,应计算管系的气柱固有频率,并通过调整,使它们不与激振频率重合以避免气柱共振。

(2) 降低脉动压力强度。工程中在压缩机管系靠近汽缸进出口处设缓冲器,使脉动压力不均匀度降低。

另外孔板是气流阻力元件,设孔板是现场管道消减振动的有效方法之一。同时在管道内安装声学滤波器,以控制气流脉动,达到消振的目的。

5.3 合理设计系统

(1) 因管道较复杂,欲使管道系统脱离某阶共振区虽然可以做到,但状态不稳。而从振幅的计算结果看,基频共振振幅最大,高阶共振的振幅较小,所以避开低频共振才是解决问题的关键。具体方法包括调整管道的走向、支承位置、支承结构及管道结构尺寸等。将系统的固有频率调高到激振力主频率的 $2.8—3.0$ 倍以上。工程中由于现场条件和工艺条件的限制,对管道的走向和结构尺寸无法改变,只有通过改变约束条件来改变系统的固有频率。

(2) 管道弯头应避免急转弯。在压缩机管系中, 激振力主要产生于弯头和异径管的接头处。因此在管道的安装中应尽量减少使用弯头。另外减小弯头角度可以增强减振效果。

(3) 消减液击。主要方法是缓慢关闭阀门、缩短管道长度、在管道靠近液击源附近设安全阀和蓄能器等装置, 以释放或吸收液击能量。

应该尽量避免管道弯头和异径管道。在压力管道的工作中, 其激振力主要产生于管道弯头和异径管的接头处, 因此在管道的安装中尽量减少弯头的使用, 使管道的走向平直以减少激振力数量。同时弯管处的激振力的大小与弯管的角度有关, 弯管角度越大则波动压力引起的交变应力越大, 从而产生的管道振动的激振力也大, 因此减小管道的转弯角度能起到很好的减振效果。

5.4 设计防止水击的设备

安装水击消除器, 当管路中压力升高时消除器的弹簧受到压缩, 水被排出而泄压, 因此降低了水击压力; 在水泵的出口处增设泄压阀, 让水击产生的压力增值释放出去, 达到保护水泵和管道的目的; 安装止回阀的旁通管, 可以防止突然

停泵引发的水击; 根据需要增设缓闭式止回阀, 延长阀门全部关闭所需的时间; 在管道上安装排气阀, 及时排走管道中的气体, 避免管道产生气室。

5.5 健全安全操作规程

(1) 关闭压力管道的阀门时, 要缓慢的进行, 禁止突然关闭阀门; (2) 水泵等动力源在启动、停车前要完全关闭出水阀门; (3) 加强管道系统的点检和巡检工作, 确保管道及相关附属设备的工况良好; (4) 不断完善安全操作规程, 及时处理管系发生的故障。

总之, 控制压力脉动是首要的。在此基础上, 再适当调整影响机械结构振动的因素, 方能取得理想的效果。所有这些工作, 均可通过计算机完成。管道因结构复杂, 管道系统所引起的振动在所难免。所以必须了解管道振动产生的原因, 振动的测量方法以及振动减小、消除的措施。在管道的设计、安装及使用过程中, 要充分考虑管道系统振动的影响和危害, 减小或消除管道系统中振动带来潜在隐患, 保证压力管道安全正常运行。

参考文献: (略)



国内外游乐场惊魂事故大盘点

国内篇

河南：“太空飞碟”甩出 19 名游客

发生时间：2016 年 4 月 6 日

地点：新乡市长垣县铜塔寺商业街庙



4 月 6 日，河南新乡市长垣县铜塔寺商业街庙会上，“太空飞碟”游乐设施在空中发生故障，旋转杆断裂，有 19 人被甩下来，其中 1 人为骨折重伤，18 人轻伤。目前 19 名伤者均在医院接受治疗，生命体征均平稳。经营游乐设施相关负责人已被警方控制。

近年来游乐场事故频发，接下来，为您盘点一下国内外游乐场发生的那些惊魂事故。

西安：“极速风车”甩出 3 名游客

发生时间：2013 年 9 月 15 日

地点：西安秦岭欢乐世界



2013 年 9 月 15 日下午 2 点左右，秦岭欢乐世界“极速风车”游艺机上尖叫声接二连三地响起，游客们震惊地看着正在旋转的游艺机上接连掉下两个男孩，等工作人员反应过来关闭电钮，游艺机在六七米的高空中定格时，一个女孩瞬间也被重重地摔在了“极速风车”的铁栅栏外。3 名从高空甩下的游客随后被 120 送往医院。

上海：过山车卡半空

发生时间：2013 年 09 月 29 日

发生地点：上海欢乐谷



11 点 30 分许，欢乐谷的绝顶雄风过山车在运行至顶部，距离地面约 60 米的高空时突发故障停运，当时该游乐设施上共有 28 名游客。事件发生后欢乐谷方面立即组织被困游客从旁边的设备安全梯步行下来，停止了该游乐项目，并组织专人进行排查，查明系传感器过分敏感所致。

成都：操作员被摆锤夹死

时间：2011 年 10 月 06 日

地点：成都动物园游乐场



游客乘坐的高速旋转的摆锤上往复摆动，体验惊心动魄之感。依照可乘坐游客多少分为“大摆锤”、“小摆锤”。2011年10月06日，游乐场工作人员唐进倒在了游乐设施“小摆锤”下，经抢救无效死亡。成都动物园副园长陈孝德说，悲剧之所以发生，是因为工人违规操作。

深圳：太空迷航发生重大安全事故

发生时间：2010年6月29日

发生地点：深圳东部华侨城



2010年6月29日16时45分，深圳东部华侨城太空迷航发生重大安全事故，6人死亡，10人受伤。太空迷航的每个机舱周围都有挡板挡住，机舱以地面为支点旋转起来。而在29日下午，相关设备旋转起来后突然发生倾斜，并与地面接触，在高速旋转的情况下，机舱与地面发生了多次碰撞。太空迷航项目中的机舱可以模拟航天飞船的发射过程，高速运转时，让乘客体验火箭发射时的2G重力加速度。而在事故发生时，这种高速运动却加剧了游客的伤情。

芜湖：方特过山车故障

发生时间：2007年12月31日

发生地点：芜湖方特欢乐世界游乐园



2007年12月31日，芜湖方特欢乐世界游乐园的过山车因大风发生故障，突然停止，16位游客悬空半小时后被安全解救，事故未造成人员伤亡。据方特欢乐世界一位工作人员介绍，当天下午气温较低，后来又刮起大风，而过山车采用的是非电力系统的启动设备，当过山车滑行到月亮状顶部时，遇到大风阻力，停在半空中。过山车由电脑控制，一旦出现故障，会马上停止运行，工作人员采取手动模式让车慢慢开下来。因过山车自行启动了保护措施，所以悬空的游客无人受伤，但受了惊吓。

合肥：世纪滑车导致学生致死事件

发生时间：2007年6月30日

地点：合肥逍遥津公园游乐园



2007年6月30日上午发生一幕惨剧：游乐设施“世纪滑车”在运行爬坡过程中突然脱轨下坠，乘客小张和唐亚飞被抛飞。在这次事故中，唐亚飞仅受轻伤，而她的同学17岁的中学生小张却被压在钢轨下，最后终因抢救无效死亡。

国外篇

韩国：5人被摩天轮从20米高空甩出死亡

发生时间：2007年8月13日

地点：韩国釜山



以设立临时大型游乐场而著称的“环球嘉年华”在韩国釜山市设立的一台摩天轮2007年8月13日下午发生严重事故，造成5人死亡。据韩国联合通讯社报道，设在釜山市影岛区的“环球嘉年华”游乐场内的台摩天轮13日下午在运转过程中，有一节观光缆车车厢突然翻转，缆车门被甩开，缆车内有5人从20米高空摔下，4人当场死亡，1人不治身亡。韩国警方说，发生事故的车厢内乘坐的是从首尔到釜山度假的一家7口，车厢内其余2人已被安全解救。

日本：过山车事故造成1人死亡21人受伤

发生时间：2007年5月5日

地点：日本大阪

当地时间2007年5月5日下午近1点时，日本大阪府吹田市的万博纪念公园游乐园 (Expoland)



发生过过山车事故。据大阪府吹田市消防本部称，此次事故共造成1人死亡，约21人受伤，其中有4名男性，17名女性。此外还有一些人出现不适。有18名受伤者被送往同一所医院救治，据医院方面称，除其中2人重伤外。

美国：游乐园过山车停电 游客倒挂半小时

发生时间：2007年6月12日

地点：美国阿肯色州



当地时间9日晚，12名游客在美国阿肯色州热泉市“泉水和水晶瀑布游乐园”乘坐过山车时，公园突然停电，12名乘客当时正好位于过山车的顶端。失去电力的过山车顿时停了下来，倒挂在45米高的半空中，12名游客全都头下脚上、

被倒挂在了半空中。

巴黎：机动游戏断臂 父子惨死

发生时间：2007年8月

地点：法国巴黎



发生意外的是巴黎以西圣日耳曼昂莱一个游乐场内，一款名为“Booster”的机动游戏。事发在一个周六傍晚约6时50分，机动游戏运作期间突然发生机件故障，一条钢臂折断，导致其中一个四人厢座飞脱跌落地面，意外造成厢座内一对分别48岁及21岁的父子死亡，同行的两名家人也受重伤，需送院急救。

美国：少女玩蹦极游戏被抛向14米高空坠亡

发生时间：2007年7月14日

地点：美国威斯康星州



这起可怕的事故发生在7月14日美国威斯康星州欧什科西市举办的“Lifest2007”音乐节上。威斯康星州尼纳市的16岁少女伊丽莎白·K·默赫尔和另一名游客被“空中荣耀”的大吊车吊到半空，当伊丽莎白释放了辅助缆绳并坠落到距地面大约14米高时，与她相连的主缆绳竟突然断裂，伊丽莎白立即急速砸向地面。救护车将伊丽莎白送入附近的医院抢救，但她很快就被证实不治身亡。

游乐场安全注意事项

1. 在乘坐荡船等包含公转和自转的游艺设备时，如有不适，请立刻用手势和表情向工作人员示意，工作人员将及时对机器进行紧急停止，并视具体情况安排身体不适的游客休息或者治疗。

2. 大规模的停电造成了游乐设备停机，不要惊慌失措，只要听从工作人员安排，完全可以保证启用机械、手动、备用电动等动力将游客安全引导到安全的地方。

3. 游乐园一旦发生火灾，乘客往往由于被安全设备固定在座位上动弹不得、只能被动地等待救援，从而失去逃生能力。因此不要在游乐设备的缝隙里塞纸屑、包装纸等废弃物以免引起火灾。

4. 万一在娱乐设施里发生火灾，可用手头的衣物或者手帕、餐巾纸捂住口鼻（最好用水将其打湿），并拍打舱门呼救，等待救援。

此外，近年来游乐场安全事故，已是屡见不鲜，为了杜绝类似悲剧再现，经营者和有关部门不可掉以轻心，一定要按照相关规定对游乐设施进行检查和维护，及时排除安全隐患，不要让游乐场成为“失乐园”。

灭火器知识及使用方法

一、灭火器知识

干粉灭火器有手提式、贮压式。其性能有普通（BC）和通用（ABC）干粉之分。干粉灭火器筒体内装的干粉，使用时在压力的驱动下从喷嘴内向外喷出。干粉灭火器适用扑救液体火灾、带电设备火灾，特别适用于扑救气体火灾。这是其他灭火器所难以比拟的。它也能扑救仪器火灾，但扑救后要留下粉末，对精密仪器火灾是不适宜的。

二、灭火器使用方法及注意事项

1、干粉灭火器使用方法：干粉灭火器的使用方法：当发生火情时，消防人员应迅速手提或肩扛灭火器快速奔赴火场，在距离燃烧处五米左右，操作者应先将开启把上的保险销拔下；然后握住喷射软管前端喷嘴部，另一只手将开启压把压下进行灭火。灭火时要由远而近，左右横向扫射；在使用灭火器时，一只手应始终压下压把，不能放开，否则会中断喷射。

2、干粉灭火器使用注意事项：

（1）手提式干粉灭火器使用时，一种是将拉环拉起，一种是下压把，我们现在使用的是下压把式，压下压把，这时便有干粉喷出。但应注意，必须首先拔掉保险销，否则不会有干粉喷出。

（2）手提式干粉灭火器喷射时间很短，所以使用前要把喷粉胶管对准火焰后，才可打开阀门。手提式干粉灭火器喷射距离也很短，所以使用时，操作人员在保证自身安全的情况下应尽量接近火源。并要根据燃烧范围选择合适规格的灭火器，如果燃烧范围大，灭火器规格小，就会前功尽弃。

（3）手提式干粉灭火器不需要颠倒过来使用，但如在使用前将筒体上下颠动几次，使干粉松动，喷射效果会更好。

（4）干粉喷射没有集中的射流，喷出后容易散开，所以喷射时，操作人员应站在火源的上风方向。

（5）干粉灭火器不能从上面对着火焰喷射，而应对着火焰的根部平射，由近及远，向前平推，左右横扫，不让火焰窜回。

（6）在扑救液体火灾时，因干粉灭火器具有较大的冲击力，不可将干粉直接冲击液面，以防把燃烧的液体溅出，扩大火势。

（7）干粉灭火器在正常情况下，有效期可达3-5年，但中间每年应检查一次。

（8）干粉灭火器要放在取用方便、通风、阴凉、干燥的地方，防止筒体受潮，干粉结块。干粉灭火器不可接触高温，不能放在阳光下曝晒，也不能放在温度低于-10摄氏度以下的地方。

