

山东特种设备

SASE

SHANDONG SPECIAL EQUIPMENT

准印证号：鲁连内资第0010128号

2019年
总第46期

第2期

法规园地

市场监管总局办公厅关于电站锅炉范围内管道有关问题的意见
市场监管总局办公厅关于特种设备行政许可有关事项的实施意见

信息与动态

市场监管总局发布《特种设备生产和充装单位许可规则》的公告
市场监管总局发布《特种设备无损检测人员考核规则》《特种设备作业人员考核规则》

安全管理

350MW超临界锅炉改造后调试与运行
超超临界二次再热技术的应用与发展

会员来稿

钢材的焊接变形及其控制对策
关于《特种设备生产单位和充装单位许可规则》（TSG 07-2019）
附件M与《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》
（TSG Z0004-2007）内容的对照



全省第一期特种设备作业人员 “安全教育和技能培训”活动在烟台举办

为了更好的服务于协会会员、服务相关特种设备企业，提高特种设备作业人员技能水平，消除设备操作安全隐患，为政府事中事后监管工作做好有效的支持。我协会于2019年3月27日，在烟台举办了第一期特种设备作业人员“安全教育和技能培训”活动。

此次安全教育和技能培训班专门聘请省内经验丰富的专家对《中华人民共和国特种设备安全法》《山东省特种设备安全条例》《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》《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》进行了解读。重点讲解了《特种设备使用管理规则》(TSG 08-2017)、特种设备风险分级管控和隐患排查治理双重预防体系建设、锅炉及压力容器安全管理和操作基础知识，特种设备事故案例分析、事故应急救援等相关内容。



会议现场



会议现场

此次安全教育和技能培训班，是山东省特种设备协会根据相关特种设备企业及相关特种设备管理公司的需求，依据《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】8号)中：“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”的要求的具体举措。通过培训，提升了特种设备作业人员专业和技术能力，进一步强化作业人员对自身工作和岗位安全意识和责任认知，提高了安全意识，做到了居安思危，防患未然，和发现隐患消除隐患预防事故的能力，更好的确保特种设备安全运行。

Contents 目录

法规园地

- 市场监管总局办公厅关于电站锅炉范围内管道有关问题的意见 03
市场监管总局办公厅关于特种设备行政许可有关事项的实施意见 04

信息与动态

- 市场监管总局发布《特种设备生产和充装单位许可规则》的公告 15
李克强签署国务院令公布《政府投资条例》 15
山东发布“一窗受理·一次办好”改革措施，年底前群众高频服务事项掌上办理 16
“两法衔接”破解安全生产“以罚代刑” 20
国办督查室通报！河北省高碑店市白沟新城瓶装液化气市场安全隐患较大！ 21
市场监管总局发布《特种设备无损检测人员考核规则》《特种设备作业人员考核规则》 23

安全管理

- 350MW超临界锅炉改造后调试与运行 24
超超临界二次再热技术的应用与发展 27



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

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

钢材的焊接变形及其控制对策	30
关于《特种设备生产单位和充装单位许可规则》(TSG 07-2019)附件M与《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》(TSG Z0004-2007)内容的对照	41
浅谈低温压力容器的设计	54
压力容器焊接工艺及焊接新技术的应用探讨	56
压力容器无损检测中的声发射技术探讨	59

他山之石

电梯使用管理责任单位、电梯维保单位应如何承担赔偿责任?	62
-----------------------------	----

安全知识

电梯常见故障实例处理方法	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: 2019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

市场监管总局办公厅

关于电站锅炉范围内管道有关问题的意见

市监特设函〔2019〕849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，北京市、江苏省市场监管局及部分地方市场监管部门请示电站锅炉范围内管道有关问题。经市场监管总局同意，现提出以下意见：

一、电站锅炉范围内管道中使用的减温减压装置、流量计（壳体）、工厂化预制管段等元件组合装置以及管件（含弯头、三通、异径接头等），由压力管道元件制造单位制造或者由相应级别的锅炉（与管道连接）制造单位制造；电站锅炉范围内管道中使用的钢管、阀门、补偿器等压力管道元件，由压力管道元件制造单位制造。

二、电站锅炉范围内管道中使用的减温减压装置、流量计（壳体）、工厂化预制管段等元件组合装置，按照《锅炉监督检验规则》进行制造监督检验，不需要实施型式试验；电站锅炉范围内管道中使用的钢管、阀门、补偿器等压力管道元件，按照压力管道元件相关要求实施型式试验，不需要按照锅炉部件实施制造监督检验；电站锅炉范围内管道中使用的管件，按锅炉部件实施制造监督检验或者按压力管道元件实施型式试验。电站锅炉范围内管道中使用的进口压力管道元件参照上述要求执行，实施制造监督检验或者实施型式试验。

市场监管总局办公厅

2019年4月26日

市场监管总局办公厅 关于特种设备行政许可有关事项的实施意见

市监特设〔2019〕32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），有关单位：

根据《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》（2019第3号）、《市场监管总局关于发布〈特种设备生产和充装单位许可规则〉的公告》（2019年第22号）、《特种设备生产单位许可目录》《特种设备作业人员资格认定分类与项目》《特种设备检验检测人员资格认定项目》《特种设备生产和充装单位许可规则》等许可要求（以下称新许可要求）将于2019年6月1日起实施。经市场监管总局同意，现就有关事项提出以下意见。

一、关于新旧生产许可实施的过渡

1. 生产单位许可。2019年5月31日前（含5月31日，下同）发放的特种设备生产和充装单位许可证书继续在原许可范围和有效期内有效，许可到期前按新许可要求进行换证。

2. 已经受理的许可事项。2019年5月31日前已经完成现场鉴定评审（包括完成评审工作尚未出具报告或已在整改中）的许可事项（包括取证、换证、增项、变更下同），6月1日后应当按新许可要求进行许可，对于受理项目符合《新旧生产单位许可项目对应表》（见附件1）中规定的原许可级别项目，可按表中新许可级别项目进行发证，否则发证机关应当根据具体情况对许可范围进行限制。对发证机关发生变动的许可项目，原受理机关应当将评审报告和许可建议结论书面通知变动后的许可实施机关，并通知申请单位向变动后的许可实施机关按新的许可要求补交申请。

对已经受理但未开展现场鉴定评审的且2019年6月1日后按规定仍由原许可实施机关实施的许可项目，应当按新许可要求进行评审和发证，发证要求同上。许可实施机关发生变化的，申请单位应当向变动后的许可实施机关重新申请，原许可程序终止。

3. 未受理的许可事项。对2019年5月31日前已经递交申请但未受理的许可事项，在6月1日后申请单位应当按新许可要求重新申请。其中，符合附件1规定项目的持证单位，可按换证申请，否则应当按新取证（或增项）申请。

4. 2019年6月1日后的申请。6月1日起，所有许可的申请、受理及许可证书的发放均应当按新许可要求执行。换证时如改换比原许可级别参数高的或许可范围变宽的，应当按新取证（或增项）进行申请。同一单位申请不同产品类别（或不同环节）的许可，应当分别向对应的许可实施机关提出申请。申请不同许可机关实施的锅炉、固定式压力容器、管子和阀门、安全阀和紧急切断阀、电梯和起重机械（桥式、门式、流动式、门座式）制造许可项目中的多个子项目时，可一并向层级高的许可实施机关提出申请。

5. 许可变更。原许可有效期内的同一产品类别、同一许可项目需增项的（含2019年6月1日后申请和6月1日前未完成鉴定评审的），应当按新许可要求办理，原许可证应当一并换证。其中如有总局实施的，符合上款要求的申请单位应当向总局一并提出申请；对原由总局实施、按新许可要求由省级市场监管部门实施的许可项目，申

请单位应当向省级市场监管部门提交增项与换证申请，并在取得证书后向总局提出注销有效期内的原证书。

对超大型起重机械、特殊类型电梯整机型式试验备案以及单位许可证中没有涵盖新的产品品种，且已经通过型式试验的，生产单位可将原许可证（包括备案证书）和型式试验资料一并向许可实施机关提出变更申请。许可实施机关依据新旧许可目录对应关系，对原许可证书进行变更。

6. 压力容器设计许可。2019年6月1日后，压力容器制造单位提交制造许可取证（换证、增项）申请时，应当在申请书中明确是否设计压力容器。对不从事压力容器设计和仅设计本单位压力容器产品的制造单位，制造评审时鉴定评审机构应当对申请单位设计能力进行确认或评审，满足新许可规则要求的，颁发制造许可证书；具备所制造产品设计能力的，制造证书上无需注明；不具备所制造产品设计能力的，制造证书上注明“设计外委”；不完全具备所制造产品设计能力的，制造证书上按产品注明限制范围。制造单位的设计能力审查在制造许可取证（换证、增项）时进行，不单独按增项受理。

2019年6月1日后取证（换证、增项）的压力容器设计单位或需要对外提供压力容器设计服务的制造单位，应当单独向总局提出压力容器设计许可申请。单独申请设计许可证的压力容器制造单位等同于设计单位，与其制造许可证书项目无关，在其取得的制造证书上注明“设计许可单独取证”。

具备压力容器设计能力或单独取得压力容器设计许可证的压力容器制造单位，可以设计与其制造级别相同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）。

对目前同时持有设计许可证和制造许可证但有效期不同的制造单位，如果仅设计本单位制造的压力容器，制造单位可向原发证机关申请将其设计许可证有效期变更为与制造许可证有效期一

致。

7. 超大型中低压容器现场制造许可。2019年6月1日后，A3级压力容器制造单位可以现场制造分片式超大型中低压容器（以下简称超大型容器）；其他现场制造超大型容器的单位，除具备A2级或D级压力容器制造资质外，还应当同时具备A3级压力容器制造的资源条件。2019年5月31日前已有现场制造业绩的单位，换证时在证书上注明含现场制造。其他需要进行现场制造的单位，应当在首次现场制造时，由制造地监检机构确认其具备A3级压力容器制造的资源条件后出具报告，发证机关在证书上注明含现场制造。

二、关于自我声明承诺换证

8. 允许申请自我声明承诺换证的要求。按新许可要求进行换证时，符合附件1的项目，生产单位可申请自我声明承诺换证。在本许可周期内受到特种设备相关行政处罚，产品在本许可周期内发生特种设备事故或正在接受特种设备事故调查处理，监督检查中发现问题被发证机关通报批评和需要进行整改，被举报或投诉正在接受调查，以及有逃避制造安装过程监督检验行为的或与许可范围相适应的生产业绩数量不满足要求的生产单位，不允许申请自我声明承诺换证。

9. 自我声明承诺换证的自评要求。自我声明承诺换证的单位应当对许可条件的规定要求进行自评，自评符合许可要求进行自我承诺的，方可申请。总局负责实施许可项目的自评具体要求可在总局特种设备行政许可网页下载，省级市场监管部门可参考制订本级负责实施许可项目的自评要求。

三、关于特种设备作业人员和无损检测人员资格认定

10. 作业人员资格许可工作过渡期。根据《特种设备作业人员资格认定分类与项目》（以下简称《分类与项目》）调整和新版特种设备作业人员证的印制需要，设定2019年6月1日至2019年12月31日为过渡期。过渡期内，发证机关应当按照

《分类与项目》颁发新版证书；暂不具备颁发新版证书条件的，发证机关可在2019年12月31日前按照《分类与项目》继续颁发旧版证书（即旧证书、新内容）。自2020年1月1日起，全部颁发新版证书。特种设备作业人员证书有效期按照《特种设备作业人员监督管理办法》规定执行。

对2019年6月1日前已受理尚未发证且申请作业项目资格许可已取消的，发证机关应当告知申请人因作业项目取消，不再发放证书。自2019年6月1日起，对已取消的作业项目不再复审，证书遗失、损毁的不再补发。特种设备使用单位应当按照《特种设备安全法》第十三条的规定，对取消作业项目资格许可的作业人员进行必要的安全教育和技能培训。

11. 作业人员新旧版证书转换。旧版证书在有效期内仍然有效，复审时应当更换新版证书。发证机关依据《分类与项目》并参照《特种设备作业人员证书换发对应表》（见附件2）进行转换并颁发证书，对《分类与项目》中取消的作业项目不再换发证书。

12. 已受理的无损检测人员考核发证。2019年6月1日前，总局已经受理的无损检测人员I级、II级（RT、UT、MT、PT）的资格申请，由总局负责完成其考核发证工作。

13. 考试机构和题库。发证机关应当将所确定的考试机构相关信息向社会公开发布，方便申请人参加考试。省级市场监管部门负责依据作业人员考试大纲，组织考试题库建设或者采用全国统一考试题库，并于2019年12月31日前启用新题库。

14. 发证信息上传。各省级市场监管部门应当负责将实施许可的特种设备作业人员和无损检测人员相关信息及时上传总局“特种设备人员数据库”，并在“全国特种设备公示信息查询平台”（www.cnse.gov.cn）同步公示，供公众查询。

四、其他

15. 无需许可的事项。对于按新许可要求无需

进行许可且已经受理并未发放证书的项目，发证机关应当终止许可程序，并告知申请者不再纳入许可范围，提醒其加强管理。2019年6月1日后车用气瓶安装无需许可，车用气瓶安装监督检验机构应当按照《道路机动车辆生产企业及产品公告》或者当地政府及公安交通管理部门的有关规定和特种设备安全技术规范要求继续实施监督检验，使用登记机关应当对监督检验合格的车用气瓶办理使用登记。

16. 压力容器压力管道设计审核人员考试。鉴定评审机构开展压力容器压力管道设计条件和能力评审时，应当统一使用考试平台对被评审单位的设计审批人员进行现场考试，合格分数为70分。对已持有压力容器压力管道设计审批人员证的人员，继续按《质检总局办公厅关于承压特种设备安全监察工作有关问题意见的通知》（质检办特函〔2017〕1336号）执行。

17. 压力管道元件型式试验。在《特种设备型式试验机构核准规则》修订前，压力管道元件中的有色金属管、球墨铸铁管、金属与金属复合管，金属与金属复合管件，阻火器，其他非金属材料管与管件、非金属与非金属复合管、非金属与非金属复合管件、其他非金属阀门，分别由取得DGX（压力管道用钢管）、DYX（有缝管件、无缝管件）、DYX（阻火器）、DJX（压力管道用非金属管与管件）型式试验资格的特种设备检验检测机构按照相关安全技术规范和标准进行型式试验。

18.A级锅炉部件。原持有膜式水冷壁项目的单位可以制造各类膜片式的受热面。《特种设备生产单位许可目录》已把A级锅炉部件许可范围内的膜式水冷壁调整为膜式壁。

19. 机电类特种设备及其部件和安全保护装置。机电类特种设备，以及电梯、起重机、客运索道部件和安全保护装置等，不再进行型式试验备案，相关型式试验报告和型式试验证书上传特种设备型式试验公示平台（<http://xssy.epase.org.cn:8080/eqptest/>）进行公示，生产单位应当按照型

式试验报告和型式试验证书确定的范围开展相应的生产活动。

20. 客运索道制造许可实施。客运架空索道、客运缆车制造许可过渡期1年,2020年6月1日起,从事客运架空索道、客运缆车制造的单位应当按新许可要求取得制造许可。对申请单位具有近5年内客运架空索道、客运缆车相应项目承建业绩,在2020年1月1日完成许可现场鉴定评审的,查验相应项目,对试制造样机不做要求。

21. 无动力类大型游乐设施制造许可。2019年5月31日前已经按照《机电类特种设备制造许可规则(试行)》(国质检锅〔2003〕174号)通

过产品型式试验方式取得无动力类大型游乐设施制造许可的,原制造许可证于2020年6月1日失效。相关单位应当于2020年6月1日前按照新许可要求通过鉴定评审后取得相应许可证,方可继续从事相应制造活动。

附件: 1. 新旧生产单位许可项目对应表
2. 特种设备作业人员证书换发对应表

市场监管总局办公厅

2019年5月27日

附件 1

新旧生产单位许可项目对应表

许可种类	原许可级别	新许可级别
锅炉制造	A	A
	B	B
锅炉安装	锅炉安装改造 1 级	A
	锅炉安装改造 2 级	B
压力容器设计	SAD	压力容器分析设计
	A1	固定式压力容器规则设计 (同时具备 A1、A2、A3, 允许以 自我声明承诺的方式换为固定式 压力容器规则设计项目。)
	A2	
	A3	
	A4	
	D1	
	D2	移动式压力容器规则设计 (同时具备 C1、C2、C3, 允许以 自我声明承诺的方式换为移动式 压力容器规则设计项目。)
	C1	
	C2	
C3		
压力容器制造	A1 超高压容器	A6
	A1 高压容器	A1
		A2
A2、D1、D2	D	

许可种类	原许可级别	新许可级别
压力容器制造	A3	A3
	A4	A4
	A5	A5
	C1	C1
	C2 汽车罐车	C2 汽车罐车
	C2 长管拖车	C3 长管拖车
	C3 罐式集装箱	C2 罐式集装箱
	C3 管束式集装箱	C3 管束式集装箱
气瓶制造	B1	B1
	B2	B2
	B3	B3
	B4	B4
	B5	B5
压力管道设计	GA1 (1) 或 GA1 (2)	GA1
	GA2	GA2
	GB1	GB1
	GB2	GB2
	GC1 (1)、GC1 (2) 或 GC1 (3)	GC1
	GC2	GC2
	GD1	GCD
压力管道安装	GA1 甲	GA1
	GA2	GA2
	GB1	GB1
	GB2 (1)	GB2
	GC1	GC1
	GC2	GC2
	GD1	GCD
气瓶阀门制造	PF1-PF8	气瓶阀门
安全阀制造	A1	A
爆破片装置制造	A	爆破片装置
压力管道元件制造 (压力管道管件)	无缝钢管 A1	无缝钢管 A
	聚乙烯管 A1	聚乙烯管 A
	其他非金属材料管 A	其他非金属材料管 B

许可种类	原许可级别	新许可级别
压力管道元件制造 (压力管道管件)	钢制无缝管件(包括工厂预制弯管、有缝管坯制管件)A(1)、A(2)或A(3)	无缝管件B1
	钢制无缝管件(包括工厂预制弯管、有缝管坯制管件)B	无缝管件B2
	钢制有缝管件(钢板制对焊管件)B1(1)或B1(2)	有缝管件B1
	钢制有缝管件(钢板制对焊管件)B2	有缝管件B2
	锻制管件B	锻制管件B
	聚乙烯管件A1(1)或A1(2)	聚乙烯管件B
压力管道元件制造 (压力管道法兰)	钢制锻造法兰B	钢制锻造法兰B
压力管道元件制造 (补偿器)	金属波纹膨胀节A(1)	金属波纹膨胀节B1
	金属波纹膨胀节A(2)或B	金属波纹膨胀节B2
压力管道元件制造 (元件组合装置)	燃气调压装置A	燃气调压装置B
	减温减压装置B	减温减压装置B
电梯制造	曳引驱动乘客电梯A	曳引驱动乘客电梯 (含消防员电梯)A1、A2
	曳引驱动乘客电梯B、C	曳引驱动乘客电梯(含消防员电梯)B
	曳引驱动载货电梯B、C	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)
	强制驱动载货电梯B、C	
	自动扶梯B、C	自动扶梯与自动人行道
	自动人行道B、C	
	液压乘客电梯B、C	液压驱动电梯
	液压载货电梯B、C	
电梯制造	杂物电梯C	杂物电梯 (含防爆电梯中的杂物电梯)
电梯安装	A级安装	曳引驱动乘客电梯(含消防员电梯)A2、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)、自动扶梯与自动人行道、液压驱动电梯、杂物电梯(含防爆电梯中的杂物电梯)
	A级改造	
	A级维修	
	B、C级安装	曳引驱动乘客电梯(含消防员电梯)B、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)、自动扶梯与自动人行道、液压驱动电梯、杂物电梯(含防爆电梯中的杂物电梯)
	B、C级改造	
	B、C级维修	

许可种类	原许可级别	新许可级别
大型游乐设施制造	观览车类 A	滑行和旋转类 A
	滑行车类 A	
	架空游览车类 A	
	陀螺类 A	
	飞行塔类 A	
	自控飞机类 A	
	转马类 A	
	滑道类 A	
	观览车类 B	滑行和旋转类 B
	滑行车类 B	
	架空游览车类 B	
	陀螺类 B	
	飞行塔类 B	
	自控飞机类 B 级	
	转马类 B	游乐车辆和无动力类
	滑道类 B	
	赛车类	
	小火车类	水上游乐设施
碰碰车类		
水上游乐设施		
大型游乐设施安装	A 级安装	滑行和旋转类 A 级、游乐车辆和无动力类、水上游乐设施
	A 级改造	
	B、C 级安装	滑行和旋转类 B 级、游乐车辆和无动力类、水上游乐设施
	B、C 级改造	
	维修	
客运索道制造	低位拖牵索道	客运拖牵索道
	高位拖牵索道	
	脱挂式拖牵索道	
客运索道安装	A 级安装	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）、客运缆车、客运拖牵索道
	A 级改造	

许可种类	原许可级别	新许可级别
客运索道安装	B 级安装	单线固定抱索器索道、客运拖牵索道
	B 级改造	
	维修	
起重机械制造、安装、修理、改造	同时含有 A 级桥式起重机和 A 级门式起重机	A 级桥式、门式起重机
	含有 A 级流动式起重机	A 级流动式起重机
	含有 A 级门座式起重机	A 级门座式起重机
	同时含有 B 级及以下桥式起重机和 B 级及以下门式起重机	B 级桥式、门式起重机
	含有 B 级流动式起重机	B 级流动式起重机
	含有 B 级门座式起重机	B 级门座式起重机
	含有机械式停车设备	机械式停车设备
	含有塔式起重机、升降机	塔式起重机、升降机
	含有缆索式起重机	缆索式起重机
	含有桅杆式起重机	桅杆式起重机
场(厂)内专用机动车辆制造、修理、改造	有机动工业车辆(叉车)	机动工业车辆(叉车)
	含有非公路用旅游观光车辆(观光车、观光列车)	非公路用旅游观光车辆(观光车、观光列车)
起重机械安装(含修理)	同时含有 A 级桥式起重机和 A 级门式起重机	A 级桥式、门式起重机
	原许可项目中含有 A 级门座式起重机	A 级门座式起重机
起重机械安装(含修理)	原许可项目中同时含有 B 级及以下桥式起重机和 B 级及以下门式起重机	B 级桥式、门式起重机
	原许可项目中含有 B 级及以下门座式起重机	B 级门座式起重机
	原许可项目中含有机械式停车设备	机械式停车设备
	原许可项目中同时含有塔式起重机、升降机	塔式起重机、升降机
	原许可项目中含有缆索式起重机	缆索式起重机
	原许可项目中含有桅杆式起重机	桅杆式起重机
场(厂)内专用机动车辆修理	原许可项目中含有机动工业车辆(叉车)	机动工业车辆(叉车)
	原许可项目中含有非公路用旅游观光车辆(观光车、观光列车)	非公路用旅游观光车辆(观光车、观光列车)

注：

1. 取得电梯中自动扶梯、自动人行道制造许可和大型游乐设施中水上游乐设施、无动力游乐设施制造许可的，换证时应进行鉴定评审，不允许申请自我声明承诺换证。

2. 取得 A 级乘客电梯制造许可和 A 级安装、改造、维修许可的，换取 A1 级证书时，换证时应进行鉴定评审，不允许申请自我声明承诺换证。

附件 2

特种设备作业人员证书换发对应表

种类	原作业人员项目与代号		新作业人员项目与代号		说明
	作业项目	项目代号	作业项目	项目代号	
特种设备 相关管理	特种设备安全管理负责人	A1	特种设备安 全管理	A	直接换发
	特种设备质量管理负责人	A2			
	锅炉压力容器压力管道安全管理	A3			
	电梯安全管理	A4			
	起重机械安全管理	A5			
	客运索道安全管理	A6			
	大型游乐设施安全管理	A7			
	场（厂）内专用机动车辆安全管理	A8			
锅炉作业	一级锅炉司炉	G1	工业锅炉 司炉	G1	原一级锅炉司炉变 更为工业锅炉司 炉；原二、三级锅 炉司炉依据持证人 申请或实际操作锅 炉情况，变更为工 业锅炉司炉或电站 锅炉司炉
	二级锅炉司炉	G2	工业锅炉 司炉或电站 锅炉司炉	G1 或 G2	
	三级锅炉司炉	G3			
	一级锅炉水质处理	G4	锅炉水处理	G3	直接换发
	二级锅炉水质处理	G5			
	锅炉能效作业	G6	取消		
压力容器 作业	固定式压力容器操作	R1	快开门式压 力容器操作	R1	依承诺具有实际快 开门容器操作经验 的持证人申请换发

种类	原作业人员项目与代号		新作业人员项目与代号		说明
	作业项目	项目代号	作业项目	项目代号	
压力容器作业	移动式压力容器充装	R2	移动式压力容器充装	R2	直接换发
	氧舱维护保养	R3	氧舱维护保养	R3	直接换发
气瓶作业	永久气体气瓶充装	P1	气瓶充装	P	直接换发
	液化气体气瓶充装	P2			
	溶解乙炔气瓶充装	P3			
	液化石油气瓶充装	P4			
	车用气瓶充装	P5			
压力管道作业	压力管道巡检维护	D1	取消		
	带压封堵	D2			
	带压密封	D3			
电梯作业	电梯机械安装维修	T1	电梯修理	T	直接换发
	电梯电气安装维修	T2			
	电梯司机	T3	取消		
起重机械作业	起重机械机械安装维修	Q1	取消		
	起重机械电气安装维修	Q2			
	起重机械指挥	Q3	起重机械指挥	Q1	直接换发
	桥门式起重机司机	Q4	起重机司机	Q2	直接换发，依据原持证项目根据新版《特种设备作业人员资格认定分类与项目》的规定标注限制范围。
	塔式起重机司机	Q5			
	门座式起重机司机	Q6			
	缆索式起重机司机	Q7			
	流动式起重机司机	Q8			
	升降机司机	Q9			
	机械式停车设备司机	Q10	取消		
客运索道作业	客运索道安装	S1	客运索道修理	S1	直接换发。

种类	原作业人员项目与代号		新作业人员项目与代号		说明
	作业项目	项目代号	作业项目	项目代号	
客运索道作业	客运索道维修	S2	客运索道修理	S1	直接换发。原客运索道维修（限电气维修）项目依据持证人申请可以同时换发客运索道修理、客运索道司机两个项目。
	客运索道司机	S3	客运索道司机	S2	直接换发
	客运索道编索	S4	客运索道修理	S1	直接换发
大型游乐设施作业	大型游乐设施安装	Y1	大型游乐设施修理	Y1	直接换发
	大型游乐设施维修	Y2			
	大型游乐设施操作	Y3	大型游乐设施操作	Y2	直接换发。水上大型游乐设施操作与维修项目依据持证人申请可以同时可以换发大型游乐设施修理、操作两个项目。
	水上大型游乐设施操作与维修	Y4			
场（厂）内专用机动车辆作业	车辆维修	N1	取消		
	叉车司机	N2	叉车司机	N1	直接换发
	搬运车牵引车推顶车司机	N3	取消		
	内燃观光车司机	N4	观光车和观光列车司机	N2	直接换发
	蓄电池观光车司机	N5			
安全附件维修作业	安全阀校验	F1	安全阀校验	F	直接换发
	安全阀维修	F2			
特种设备焊接作业	按照《特种设备焊接操作人员考核细则》执行				

市场监管总局发布 《特种设备生产和充装单位许可规则》的公告

2019年第22号

2019年5月13日，为贯彻落实国务院关于深化“放管服”改革和“证照分离”的总体要求，推进特种设备行政许可改革，规范特种设备生产（设计、制造、安装、改造、修理）和充装单位许可工作，根据《中华人民共和国特种设备安全法》《中华人民共和国行政许可法》《特种设备安全监察条例》等有关法律法规，市场监管总局制定了《特种设备生产和充装单位许可规则》（TSG 07—2019），以2019年第22号公告批准发布施行。

李克强签署国务院令公布《政府投资条例》

制定政府投资条例是深化投融资体制改革的重点任务，党中央、国务院对此高度重视。将政府投资纳入法治轨道，既是依法规范政府投资行为的客观需要，也是深入推进依法行政、加快建设法治政府的内在要求。《条例》规定了以下内容：

一是明确界定政府投资范围，确保政府投资聚焦重点、精准发力。政府投资资金应当投向市场不能有效配置资源的公共领域项目，以非经营性项目为主；国家建立政府投资范围定期评估调整机制，不断优化政府投资方向和结构。

二是明确政府投资的主要原则和基本要求。政府投资应当科学决策、规范管理、注重绩效、公开透明，并与经济社会发展水平和财政收支状况相适应；政府及其有关部门不得违法违规举借债务筹措政府投资资金；安排政府投资资金应当平等对待各类投资主体。

三是规范和优化政府投资决策程序，确保政府投资科学决策。进一步规范政府投资项目审批制度，重大政府投资项目应当履行中介服务机构评估、公众参与、专家评议、风险评估等程序；强化投资概算的约束力。

四是明确政府投资年度计划的相关要求。国务院投资主管部门、国务院其他有关部门以及县级以上地方人民政府有关部门按照规定编制政府投资年度计划，明确项目名称、建设内容及规模、建设工期等事项，政府投资年度计划应当和本级预算相衔接。

五是严格项目实施和事中事后监管。政府投资项目开工建设应当符合规定的建设条件，并按照批准的内容实施；政府投资项目所需资金应当按规定确保落实到位，建设投资原则上不得超过经核定的投资概算；政府投资项目应当合理确定并严格执行建设工期，按规定进行竣工验收，并在竣工验收合格后办理竣工财务决算；加强对政府投资项目实施情况的监督检查，建立信息共享机制；政府投资年度计划、项目审批和实施等信息应当依法公开。

山东发布“一窗受理·一次办好”改革措施 年底前群众高频服务事项掌上办理

近日，山东省人民政府办公厅印发《关于聚焦企业和群众关切深化“一窗受理·一次办好”改革的措施》的通知。

关于聚焦企业和群众关切 深化“一窗受理·一次办好”改革的措施

为深入贯彻“工作落实年”要求，扎实推进“一窗受理·一次办好”改革，制定以下措施。

一、工作目标

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中全会精神，坚持以人民为中心的发展思想，牢固树立新发展理念，牢牢把握“走在前列、全面开创”总要求，落实“换位思考、主动服务、有求必应、无需不扰、结果评价”服务理念，聚焦企业和群众办事中的“难点、堵点、痛点”，推动“一窗受理·一次办好”改革再提速、再提效，全力打造“审批事项少、办事效率高、服务质量优、群众获得感强”的一流营商环境，为全面推进新时代现代化强省建设提供保障。

二、任务举措

(一) 推进政务服务“一窗受理”。

1. 升级“实体一窗”。继续推进“三集中、三到位”，进一步优化政务服务中心综合窗口设置，推动更多事项进驻，普遍实行“前台综合受理、后台分类审批、统一窗口出件”服务。2019年10月底前，基本完成市、县、乡三级全领域无差别“一窗受理”试点，统一受理，一次收件，进行

一次录入、自动分发、并行办理，2020年全面推开。2019年实现省和济南市政务服务中心一体化运行。（省政府办公厅牵头，省直有关部门、各市政府负责）

2. 整合“网上一窗”。推动各级政府门户网站和部门网站与山东政务服务网实质性融合，统一网上政务服务入口，为企业和群众获取政策信息、办事创业提供便利。2019年10月底前，省政府门户网站完成改版，逐步推动各市和部门网站完成整合。（省政府办公厅、省大数据局牵头）

3. 优化“掌上一窗”。加强与政务服务中心、政府门户网站和其他业务系统对接，进一步完善“爱山东”APP功能，提升“掌上查”“掌上问”“掌上办”能力。2019年年底，群众日常所需的社会保障、卫生健康、交通出行、市场监管等领域高频服务事项基本实现掌上办理。（省大数据局、省政府办公厅牵头）

4. 做强“热线一窗”。以整合为原则、不整合为例外，加大政务服务热线资源整合力度，实现咨询、投诉、求助和建议12345一号受理。2019年6月底前，出台山东省政务服务热线管理办法，推动全省热线受理范围、运行规则、服务标准三

统一，实现热线接通率、按时办结率、群众满意率三提升。（省政府办公厅牵头）

5. 延伸“基层一窗”。全面加强乡镇（街道）便民服务中心、村（社区）便民服务点规范化、标准化建设。鼓励通过依托基层公共服务设施，或与邮政、金融、通信等网点合作等模式，推动基于互联网、自助终端、移动终端的政务服务入口向基层延伸，让更多企业和群众办事事项在“家门口”办理。（省政府办公厅牵头，各市政府负责）

（二）推行主动服务、贴心服务。

6. 推行帮办代办服务。2019年年底前，在各级政务服务中心设立帮办代办窗口，全面推行无偿帮办代办。探索为企业和群众提供错时、延时服务和双休日、节假日办理通道。对重点区域、重点项目提供个性化、定制化服务。提高大厅设施服务效能，积极推广自助申报一体机，有条件的可建设“24小时不打烊”自助服务区。（省政府办公厅牵头，各市政府负责）

7. 强化事前告知服务。2019年11月底前，按照统一标准完成政务服务事项指南调整。通过多种渠道，让企业和群众提前了解办事事宜，推行企业和群众办事告知承诺、容缺受理服务模式，提高“一窗”办结事项比率。（省政府办公厅牵头，各市政府负责）

8. 畅通政策互动渠道。政策制定过程中，充分尊重群众意愿，注意听取企业和行业协会商会意见。加强政策传导机制建设，积极开展政策解读和宣传辅导，方便企业和群众掌握利用。2019年年底前，依托省政府门户网站建立利企便民政策服务平台，搭建政策服务“中央厨房”，为企业和群众提供精准服务。（省政府办公厅牵头，省直各部门负责）

9. 打通事项办理链条。以办好群众眼中“一件事”为标准，推动实现不同部门、不同层级的关联事项“一链办理”，变“一事一流程”为“多事一流程”。进一步精简环节、压缩时限，巩固提

升企业开办、不动产登记、工程建设项目审批等领域改革成效。2019年年底前，省和各市在推进项目落地、企业注销便利化、证照联办等方面再推出一批高频“一链办理”事项。（省政府办公厅牵头，省发展改革委、省市场监管局、省自然资源厅、省住房城乡建设厅等按照职责分别负责）

（三）加快推进政务服务标准化、规范化。

10. 加快事项标准化梳理。2019年7月底前，组织指导省直部门按系统梳理规范权责清单，推动同一事项名称、编码、依据、类型等基本要素省、市、县“三级四同”。（省委编办牵头，省直各部门负责）

11. 梳理规范实施清单。2019年5月底前，按照国家一体化政务服务平台建设要求，完成行政权力事项实施清单试点相关工作。2019年10月底前，组织省直部门按系统编制政务服务事项实施清单，实现同一事项在省、市、县三级申请材料、办理环节、流程和时限等要素统一。（省政府办公厅、省大数据局牵头，省直各部门、各市政府负责）

（四）持续减权放权、减证便民。

12. 精准同步放权。开展省级下放济青烟权力事项运行情况评估，符合条件的一律下放各市实施。进一步精简省级权力事项，深化扩权强县改革，实施“市县同权”，除法律法规规章有明确规定外，凡基层有需求且有承接能力的事项，一律下放市县实施。根据市县级推进关联事项“一链办理”工作需求，下放一批让“链条”完整起来的事项，实现全链条办理事项在同一层级办结。2019年年底前，组织清理各类变相审批和许可，对以备案、登记、年检、认定、认证等形式变相审批的违规行为进行整治。（省政府办公厅牵头，省直有关部门、各市政府负责）

13. 更大力度减证。严格证明事项清单管理，建立清单动态调整机制，切实解决要求群众提供证明过多、过滥和不统一、不规范问题。2019年

年底前，选取部分市和省直部门开展证明事项告知承诺制试点。（省司法厅牵头，省直有关部门、有关市政府负责）

（五）开展中介服务专项治理。

14. 培育壮大中介服务市场。放宽准入条件，取消部门规范性文件设定的区域性、行业性中介服务机构执业限制。2019年9月底前，研究制定培育中介服务市场的具体措施。（省政府办公厅、省发展改革委牵头，省直有关部门负责）

15. 依法规范中介服务行为。除国家有明确规定外，严禁限额管理中介服务机构数量，允许具备资质的中介服务机构平等进入市场开展业务。深入推进中介服务收费改革，最大限度地缩小政府定价或政府指导价范围，并向社会公布。2019年6月底前，全面清理部门所属事业单位、主管的社会组织从事与本部门行政审批相关中介服务，杜绝中介强制代理行为。严格查处违规收费、出具虚假证明或报告等扰乱市场秩序的违法违规行为。（省发展改革委、省市场监管局牵头，省直有关部门负责）

16. 做大做强网上中介超市。进一步完善网上中介超市功能，健全运行、服务和监管机制。2019年年底前，按照“应进必进”要求，集中推动中介服务进超市，实现“一地入驻、全省通行”。



（省政府办公厅牵头）

（六）深入推进公正监管。

17. 实施信用监管。强化国家企业信用信息公示系统（山东）和省公共信用信息平台应用，将企业信用纳入信贷审批、政府采购、工程招投标、土地出让等审批服务程序，推进信用信息与审批服务、监管处罚有效衔接。把告知承诺事项纳入信用监管，对申请人不实承诺的，依法依规作出处理，并及时将信息推送行政审批部门。完善信用黑名单制度，公示企业和个人失信记录。2019年年底前，探索建立信用约束向失信企业的法定代表人、股东和高级管理人员等自然人延伸制度。（省发展改革委、省市场监管局、人民银行济南分行牵头）

18. 推行“双随机、一公开”监管。除特殊重点领域外，原则上对企业的所有行政检查通过“双随机”抽查的方式进行，形成常态化管理机制，杜绝随意检查。对抽查中发现的问题线索一查到底、依法处罚，并通过国家企业信用信息公示系统（山东）和省公共信用信息平台进行公示。（省市场监管局、省发展改革委牵头）

19. 推进跨部门联合监管。加快“互联网+监管”平台建设，统筹一般检查事项和重点检查事项抽查，科学确定部门联合抽查事项和发起、参与部门，实现“进一次门、查多项事”。对不同风险等级、信用水平的检查对象实施差异化分类监管。2019年，地方各级政府开展跨部门联合抽查次数达到年度总抽查次数10%以上。（省市场监管局、省大数据局牵头，各市政府负责）

（七）提升“互联网+”服务能力。

20. 深入推动事项上网。全面推动行政许可、行政给付、行政确认、行政裁决、行政奖励、其他行政权力等6类依申请行政权力事项和依申请办理的公共服务事项“一网办理”。2019年5月底前，完成国家一体化政务服务平台事项上网运行试点；2019年年底前，依申请政务服务事项网

上可办率省级不低于90%,市县级不低于70%。(省政府办公厅、省大数据局牵头,各市政府负责)

21. 提升核心服务能力。继续完善一体化政务服务平台功能,着重提升全省统一事项管理、统一身份认证等关键服务,推动电子公文、电子印章应用,支持企业和群众通过5个“一窗”便捷获取服务。2019年年底,省、市再推出一批“全省通办”“全市通办”事项,逐步实现“异地可办”“全域通办”。(省大数据局、省政府办公厅牵头,各市政府负责)

22. 强化基础数据支撑。加大基础数据归集力度,2019年6月底前,基本完成人口、法人单位、公共信用、宏观经济、空间地理和电子证照6大基础数据库建设。2019年年底,完成应急管理、社会综治、交通出行、生态环境等主题信息资源库建设。按照急用先行的原则,推进历史数据电子化,建立数据核对反馈机制,提高数据质量,推动深层次广泛应用。(省大数据局牵头,省直有关部门负责)

23. 加快既有系统改造。按照“谁建设、谁负责”的原则,加快部门确需保留业务系统改造,2019年年底,完成与政务服务平台、政务信息资源共享交换平台有效对接,克服“多头申报”“重复录入”等难题。(省大数据局牵头,省直有关部门、各市政府负责)

(八) 完善政务服务评估评价。

24. 落实政务服务“群众评”。运用服务评价器、满意度评价表等方式,让企业和群众评判改革成效,试点开展政务服务“好差评”,倒逼服务承诺落实。2019年年底,试点经验在全省推开。(省政府办公厅牵头)

25. 开展营商环境评价。对照世界银行、国家营商环境评价指标,健全营商环境评价体系,进一步提高评价精准度。2019年9月底和2020年3月底前,分别开展各市营商环境评价并将结果以适当方式向社会公布。(省发展改革委牵头)

26. 强化政策效果评估。充分发挥第三方评估机构作用,运用调查问卷、大数据等形式,对政策效果进行评估,提出改进意见建议。2019年年底,组织开展“一窗受理·一次办好”改革成效专项评估,评估结果向社会公开。(省政府办公厅牵头)

三、保障措施

(一) 加强组织领导。各级、各部门要切实提高思想认识,健全工作机制,抓好改革的组织、协调和实施。市、县(市、区)政府要细化改革施工图、时间表、责任链。省直各有关部门(单位)要加强对本系统改革工作的督促指导和业务培训。

(二) 强化制度供给。坚持立改废与改革有效衔接,及时修订涉及改革的法规规章,为深化改革扫清制度性障碍。各有关部门要认真总结需要通过立法确认的改革举措和创新成果,按程序送省司法厅审查;省司法厅要根据审查情况及时启动立法程序。2019年出台《山东省电子政务和政务数据管理办法》,推动出台《山东省优化营商环境条例》《山东省社会信用条例》。各级要结合实际进一步健全完善“一枚印章管审批”运行机制,厘清行政审批服务局与主管部门的权责边界;省直部门(单位)要畅通与市县行政审批服务局的沟通联络机制。

(三) 抓好工作落实。各级推进政府职能转变和“放管服”改革协调小组专题组、工作推进专班要主动发挥职能作用,切实做好相关工作。开展改革工作专项督查,确保各项改革任务落实落地。对改革任务落实到位、积极作为的典型要通报表扬、给予奖励;对不担当、不作为、慢作为的,要严肃问责。

(四) 强化宣传引导。发挥基层首创精神,发掘更多的改革“一招鲜”“土特产”。建立以正向激励为主的政务服务管理工作管理机制,为提升政务服务水平提供有力保障。充分做好政策宣传解读,正确引导社会预期,营造良好改革氛围。

“两法衔接”破解安全生产“以罚代刑”

全面落实企业安全生产主体责任，离不开严格执法。但因种种原因，以往有一些危害人民群众生命财产安全和社会稳定的安全生产领域违法犯罪行为，并不能受到刑事制裁，而是止于行政处罚。近日，山东省应急管理厅、省公安厅、省司法厅、省高级人民法院、省人民检察院联合印发《山东省安全生产行政执法与刑事司法衔接工作实施办法》，通过推进“两法衔接”破解安全生产领域“以罚代刑”局面，有效提升安全生产违法成本。

《办法》适用于我省各级应急管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的行政执法机关、公安机关、人民检察院、人民法院办理的涉嫌安全生产犯罪及其他关联犯罪案件。遵照“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”的三个必须原则，负有安全生产行政执法职责的部门对行政执法过程中发现涉嫌安全生产犯罪的行为，必须依法移送，不得以行政处罚代替刑事移送。

《办法》明确了19种涉嫌安全生产犯罪及其他关联犯罪案件类型和一个兜底条款，分别是：涉嫌重大责任事故罪；涉嫌强令违章冒险作业罪；涉嫌重大劳动安全事故罪；涉嫌大型群众性活动重大安全事故罪；涉嫌危险物品肇事罪；涉嫌工程重大安全事故罪；涉嫌教育设施重大安全事故罪；涉嫌消防责任事故罪；涉嫌不报、谎报安全事故罪；涉嫌生产、销售不符合安全标准的产品罪；涉嫌故意杀人罪、故意伤害罪；涉嫌非法制造、买卖、运输、邮寄、储存枪支、弹药、爆炸物罪；涉嫌非法制造、买卖、运输、存储危险物质罪；涉嫌非法经营罪；涉嫌提供虚假证明文件罪；涉嫌出具证明文件重大失实罪；涉嫌伪造、变造、买卖国家机关的公文、证件、印章罪；涉嫌妨碍公务罪；涉嫌失火罪；涉嫌安全生产的其他犯罪。

按照《最高人民法院最高人民检察院关于办理危害生产安全刑事案件适用法律若干问题的解释》和最高人民检察院、公安部有关犯罪案件追诉标准等规定，《办法》明确了上述涉嫌安全生产犯罪及其他关联犯罪案件的立案标准。

《办法》还进一步规范了事故调查报告的有关内容。事故调查报告对建议追究刑事责任的人员，认为负有直接责任的，应当明确表述其所负有的直接责任。造成死亡三人以上或者重伤十人以上，或者造成直接经济损失五百万元以上的生产安全责任事故，事故调查报告对建议追究刑事责任的人员，认为负有主要责任的，应当明确表述其所负有的主要责任。

行政执法信息的封闭是行政执法与刑事司法脱节的一个重要原因。针对这一点，《办法》在强化各部门全过程协调匹配、构建常态化协作机制方面作出专门要求。各级安全生产行政执法机关、公安机关、人民检察院、人民法院需建立安全生产行政执法与刑事司法衔接长效工作机制，明确本单位的牵头机构和联系人，加强日常工作沟通与协作；定期召开联席会议，协调解决重要问题，并以会议纪要等方式明确议定事项；定期联合通报辖区内有关涉嫌安全生产犯罪案件移送、立案、公诉、裁判结果等方面的信息。

《办法》已于5月13日印发之日起正式施行。为强化监督，按照《办法》，安全生产行政执法机关违反规定，逾期不将案件移送公安机关、应当向公安机关移送的案件不移送或以行政处罚代替刑事移送的；公安机关违反规定，不接受安全生产行政执法机关移送的涉嫌犯罪案件，或逾期不作出是否立案的决定的，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依法给予处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

国办督查室通报！河北省高碑店市白沟新城瓶装液化气市场安全隐患较大！

关于河北省高碑店市白沟新城瓶装液化气市场存在安全隐患的督查情况通报

江苏省盐城市响水县陈家港镇天嘉宜化工有限公司“3·21”爆炸事故发生后，习近平总书记作出重要指示指出，近期一些地方接连发生重大安全事故，各地和有关部门要深刻吸取教训，加强安全隐患排查，严格落实安全生产责任制，坚决防范重特大事故发生，确保人民群众生命和财产安全。李克强总理作出批示，要求各地进一步排查并消除危化品等重点行业安全生产隐患，夯实各环节责任。但有些地方政府及其有关部门在贯彻落实中仍然没有真正把安全生产当作头等大事，安全发展理念表面化、口头化，安全监管流于形式，执法检查走了过场，安全生产存在一定风险隐患。近日，根据群众在国务院“互联网+督查”平台反映的问题线索，国办督查室派员赴河北省高碑店市、白沟新城等地，采取先暗访后明查的方式，对当地瓶装液化气市场开展实地督查。督查发现，高碑店市、白沟新城等地普遍存在违规充装和非法经营、储存、倒装、运输瓶装液化气问题，安全隐患较大，严重威胁人民群众生命财产安全。现将督查情况通报如下：

一、非法经营、储存瓶装液化气情况严重。

督查组突击检查发现，高碑店市东能政和液化气站在没有《气瓶充装许可证》、《燃气经营许可证》等的情况下，连续多年非法充装、经营液化气。从初步掌握情况看，2016年11月至2017

年5月，该企业利用储罐进行非法充装；2017年6月该企业储罐被查处后，改为非法经营瓶装液化气。直到2019年5月7日督查组检查当天，该液化气站依然储存有101个50公斤气瓶，并正在销售带气气瓶，部分气瓶超过检验有效期末检验，个别气瓶已超过设计使用年限。督查还发现，白沟新城惠凯福厨具日用杂货销售部在没有《燃气经营许可证》的情况下，后院露天非法存放13个50公斤气瓶（其中12个满装），并向周边居民和商户非法倒装、销售瓶装液化气。该杂货店与幼儿园、小学相邻，门口是集贸市场，且无任何安全防护措施，存在严重安全隐患。从暗访情况看，白沟新城除有商户在门店无证销售液化气外，还有很多个体人员利用车辆移动倒装销售液化气。这些行为均违反《城镇燃气管理条例》、《气瓶安全监察规定》，属于在不符合燃气经营许可和气瓶充装许可有关条件的情况下违法经营液化气的问题。

二、违规充装液化气问题突出。

督查发现，高碑店市白燕液化气站虽然具有《气瓶充装许可证》、《燃气经营许可证》，但长期向未取得燃气经营许可证的单位或个人提供用于经营的燃气，并擅自向大量非自有气瓶充装，违反了《城镇燃气管理条例》关于“燃气经营者不得擅自为非自有气瓶充装燃气”的规定和《气瓶

安全监察规定》关于“气瓶充装单位只能充装自有产权气瓶”的规定。该气站自有气瓶数量与其经营规模不匹配,且自有气瓶登记不规范、不及时,气瓶充装记录不齐全、流向不清。

三、非法倒装液化气司空见惯。

5月6日下午,督查人员在白沟新城南物流园某小吃店、五一路某酒店附近烧烤摊,分别见有个体人员将50公斤气瓶中的液化气向15公斤气瓶直接倒装。这种“大罐倒小罐”的做法,违反了《气瓶安全监察规定》关于“气体使用者不得将气瓶内的气体向其他气瓶倒装”的规定,安全隐患极大,属于明令禁止的严重违法违规操作行为。但从暗访情况看,在白沟新城部分居民小区、集贸市场、餐饮店摊等人员密集场所,这种非法倒装的现象较为普遍。

四、非法运输液化气随处可见。

暗访发现,白沟新城随处可见装载液化气的小型货车穿梭于大街小巷。5月6日和5月7日,督查组见到至少9辆装载液化气的小型货车(车牌号分别为冀FKZ903、冀FX6227、冀FD2738、冀F11M28、冀F17CT6、冀F6TW10、冀FVC925、冀F281RU、冀F6ZT33)。这些小型货车均未按照要求安装标志灯、悬挂标志牌,均没有危险货物道路运输资质,涉嫌违反《中华人民共和国道路运输条例》、《道路危险货物运输管理规定》,属于“未取得道路危险货物运输许可,擅自从事道路危险货物运输”的违法违规行为。

从督查情况看,高碑店市、白沟新城等地普遍存在违规充装和非法经营、储存、倒装、运输瓶装液化气问题,一个重要原因是当地政府及其有关主管部门安全生产意识淡漠,安全生产责任不落实,监管工作不扎实、不认真、走过场。一是日常监管流于形式,对明显违法违规行为和重大安全隐患视而不见。高碑店市东马营镇以“东能政和液化气站属于无证经营且被市住建局查封”为由,未将其纳入日常巡查的安全监

管重点场所;镇包干领导对白燕液化气站虽然每月开展安全巡查,但每次出具的整改意见主要是加强安全生产教育、日常清扫等内容,对向非自有气瓶充装、向无证人员提供经营性气源等长期存在的违法违规行为视而不见。白沟新城规划建设、市场监管等部门对街头巷尾普遍存在的非法储存、倒装、销售瓶装液化气行为几乎没有采取任何监管措施,白沟新城公安、交通运输部门对当地大量无证运输液化气车辆熟视无睹,今年以来没有查处一起非法运输液化气案件。二是执法检查走过场、宽松软,致使违法企业我行我素、屡查屡犯。东能政和液化气站在未取得任何经营许可证的情况下,违法经营液化气长达2年半时间,高碑店市3个部门先后6次责令整改、罚款、查封仍无济于事。2017年3月,高碑店市市场监管局对该企业按无照经营查处,下达改正通知书但未检查整改情况,决定查封场所1个月但并未执行,致使企业未停止非法充装、非法经营行为。2017年6月,高碑店市市场监管局接到群众举报,发现该企业存在无证充装行为,未予坚决彻底取缔,仅没收非法充装气罐,对储罐作排空封停处理,处10万元罚款了事。该企业改为非法经营瓶装液化气后,2017年10月、2018年4月、2019年1月,高碑店市住建局接到群众举报,先后3次到该企业进行检查,在未对非法经营瓶装液化气问题进行实质性调查的情况下,仅象征性下达责令限期整改通知书,对已经排空封停的充装设备反复进行贴封,并未采取坚决措施制止非法经营活动,甚至未按照整改通知书要求进行相应的行政处罚,致使该企业仍然使用气站场所持续非法储存、经营液化气。2018年3月,高碑店市消防大队发现该企业建设工程未经消防验收,下达行政处罚决定书责令停止使用,处3.5万元罚款,但后续并未监督该企业停止使用。三是专项整治光发文部署,没有实质性行动。2019年1月,保定市住建局、城市管理综合行政执法局、应急管理

局、公安局、市场监管局、交通运输局等6个部门联合发文部署开展为期3个月的打击液化气非法充装销售、收缴废旧液化气钢瓶整治行动。但是，保定市相关单位并未采取联合行动，市住建局虽然抽查了部分液化气站，对发现的问题仅要求纠正整改，并未采取坚决处理措施。高碑店市住建局只对有证的液化气站象征性进行检查，未发现和查处违规问题，对无证的液化气站（如东能政和液化气站）根本没有检查。白沟新城规划建设局等部门也没有对辖区内非法经营、储存、倒装、运输瓶装液化气等行为开展任何有效整治行动。

在党中央、国务院三令五申强调安全生产工作、加强安全隐患排查、严格落实安全生产责任制的形势下，河北省高碑店市、白沟新城等地瓶装液化气市场乱象丛生，监管和整治工作流于形

式，暴露出当地政府及其有关部门贯彻落实党中央、国务院关于加强安全生产、排查安全隐患的决策部署和工作要求认识不到位、态度不坚决、责任不落实、工作不扎实，安全发展理念没有真正入脑入心，嘴上喊得紧、手上抓得松，仍然存在不作为慢作为虚作为问题。

国办督查室暗访转明查后，保定市及高碑店市、白沟新城等地对督查发现的问题高度重视，已迅速部署整改工作，同时对涉嫌违法违规的相关企业和人员依法依规进行处理。国办督查室将持续关注，切实推动有关问题彻底整改到位。

国务院办公厅督查室

2019年5月22日

市场监管总局

发布《特种设备无损检测人员考核规则》 《特种设备作业人员考核规则》

2019年5月27日，为贯彻落实国务院关于深化“放管服”改革和“证照分离”的总体要求，推进特种设备行政许可改革，规范特种设备无损检测人员和作业人员许可工作，根据《中华人民共和国特种设备安全法》《中华人民共和国行政许可法》《特种设备安全监察条例》等有关法律法规，市场监管总局制定了《特种设备无损检测人员考核规则》《特种设备作业人员考核规则》，以2019年第24号公告批准发布施行。

350MW超临界锅炉改造后调试与运行

孙茂泰 华能海南公司东方电厂

摘要：介绍了海南东方电厂2号锅炉改造后燃烧器的主要特点。研究了锅炉运行氧量、燃烧系统分级配风、燃烧器旋流强度对锅炉效率及NO_x排放量的影响，为锅炉安全高效运行提供支持。

关键词：改造；调试；运行

1 引言

华能东方电厂一期工程为2×350MW燃煤汽轮发电机组，锅炉是哈尔滨锅炉厂生产的HG-1100/25.40/571/569型超临界参数变压运行螺旋管圈直流锅炉，采用前后墙对冲燃烧方式、一次中间再热、平衡通风、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构Ⅱ型露天布置。炉膛由膜式壁组成，炉膛宽度为15287mm，炉膛深度为13217mm，高度为50150mm。炉膛下部水冷壁采用内螺纹螺旋管圈布置，上部水冷壁为垂直光管，上下部水冷壁采用中间混合集箱过渡。

为适应国内火电厂大气污染物控制的发展需要，达到超低排放的要求，2016年12月，华能东方电厂完成了对2号炉低NO_x燃烧技术改造，并进行了一系列燃烧优化调整，研究了锅炉运行氧量、燃烧系统分级配风、燃烧器旋流强度对锅炉效率及NO_x排放量的影响，为锅炉安全高效运行提供支持。

2 燃烧系统简介

本改造工程将前墙下层4只等离子燃烧器二次风部分进行更换，其余的16只煤粉燃烧器改为哈锅新型低NO_x旋流煤粉燃烧器，燃烧器共5层，每层4只。将原16只OFA燃烧器更换为8只新设计OFA燃烧器，单层布置，前后墙各4

只，OFA风箱挡板及分风道部分宽度不变，高度扩大为2948mm。为防止主燃烧区域侧墙高温腐蚀，改造中增设14套贴壁风系统，以消除侧墙近壁面处的还原性气氛。燃烧系统布置如图1所示。

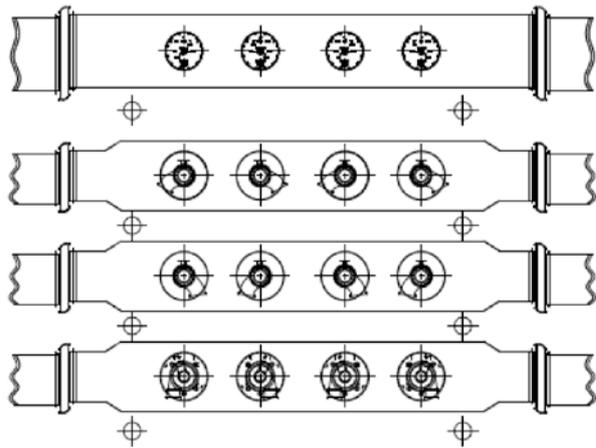


图1 燃烧系统布置示意图

哈锅新型低NO_x旋流煤粉燃烧器采用分级燃烧，使主燃烧区形成低过剩空气系数，造成弱还原性气氛燃烧，从而使NO_x还原成为N₂^[1]，减少“燃料型”氮氧化物；燃烧后期由于有大量的二次风，使燃烧温度降低，从而抑制了“热力型”NO_x的生成。燃烧器的一次风携带煤粉经过弯头后进入一次风管内，通过煤粉均布器来消除弯头内由于气流和煤粉颗粒惯性作用而造成的煤粉不均匀分布，再经过煤粉浓缩器后，在一次风管出口断面

上形成浓淡分离效果，此处还设有一个特殊结构的稳燃器以稳定火焰。每只燃烧器的外层空气由单独的小风箱供给，主燃烧空气分为二次风、三次风和四次风，以加大空气分级程度。二次风为直流，三次风和四次风为旋流。通过精确控制各层风量及旋流强度，在燃烧器喷口附近形成一个稳定的回流区，卷吸炉膛内的高温烟气，加速煤粉中挥发分释放，点燃煤粉，保持火焰稳定性；同时利用烟气含氧量低的特性，使回流区处于缺氧环境，促进 NO_x 还原。

3 热态调整试验

3.1 制粉系统调整

制粉系统风粉均匀性对锅炉燃烧有很大影响，最理想的状态是单台磨煤机各粉管的风速一致，同时各粉管粉量基本均匀。但粉量的调平甚至是煤粉浓度的测量都有很大难度，目前，国内制粉系统的调整主要是一次风量调平及煤粉细度测量。本次热态试验之前，通过可调缩孔，对 5 台磨煤机分别进行一次风量调平，调整后最大偏差为 -3.6%，如表 1 所示。

表 1 制粉系统风速调平

项 目	符号	单位	A 磨	B 磨	C 磨	D 磨	E 磨
1 号粉管风速	V1	m/s	27.9	27.3	26.1	32	27.5
2 号粉管风速	V2	m/s	28.5	28.3	25.9	31.2	28
3 号粉管风速	V3	m/s	27.9	28.6	26.3	31	27.1
4 号粉管风速	V4	m/s	28.3	27.7	26.8	29.9	28.4
粉管平均风速	V _{av}	m/s	28.2	28.0	26.3	31.0	27.8
1 号粉管风速偏差	Δ V1	%	-0.9	-2.4	-0.7	3.1	-0.9
2 号粉管风速偏差	Δ V2	%	1.2	1.2	-1.4	0.6	0.9
3 号粉管风速偏差	Δ V3	%	-0.9	2.2	0.1	-0.1	-2.3
4 号粉管风速偏差	Δ V4	%	0.5	-1.0	2.0	-3.6	2.3
粉管风速最大偏差	Δ V _{max}	%	1.2	-2.4	2.0	-3.6	2.3

3.2 锅炉运行氧量

锅炉在 75% 额定负荷下，保持投运层煤粉燃烧器及 OFA 燃烧器风箱挡板全开，通过风机电流调节运行氧量，将锅炉出口氧量控制在 3.2% ~ 3.6% 范围内，保持磨煤机投运方式、燃烧器设置等条件不变。当氧量为 3.26% 时，脱硝装置入口 NO_x 折算到 6% 氧量后为 243.37mg/Nm³，此时锅炉效率为 93.23%；将氧量提高到 3.59% 时，NO_x 折算后为 260.68mg/Nm³，此时锅炉效率为 93.13%。

从化学反应机理分析，在煤质一定的情况

下，NO_x 的生成主要受氧量、温度的影响，当锅炉过量空气系数增加时，会促进氧气与氮的结合，NO_x 生成量增加。对于煤粉而言，挥发分大量析出燃烧后，炉膛内含有的灰分和烟气将剩余的焦炭包围^[2]，氧量的增加有利于与碳粒直接接触反应，两个工况下飞灰含碳量从 0.99% 降低到 0.69%，但由于烟气量增加，排烟热损失增大，因此，锅炉效率略有降低。

3.3 燃烧系统分级配风

煤粉分级燃烧能够有效降低 NO_x 的生成^[3]，本次改造中将 OFA 燃烧器口径加大，通过控制主

燃烧区的氧量，增强空气分级效果。锅炉在 100% 额定负荷下，保持锅炉运行氧量在 3% 左右，将煤粉燃烧器二次风箱挡板开度从 100% 调整至 60%，燃烧器处于缺氧环境，抑制了氮氧化物的生成，NO_x 从 300.96mg/Nm³ 下降到 277.67mg/Nm³。虽然降低煤粉燃烧器区氧量可以控制氮氧化物，但必须注意，过低的主燃区过量空气系数会增加侧墙水冷壁的还原气氛，当烟气温度高于 500℃ 时，存在高温硫腐蚀的危险^[4]。本次改造增加了贴壁风及调节系统，可以通过挡板开度调整风量，使主燃区氧量保持在合理范围内，从而有效防止侧水冷壁高温腐蚀。

3.4 煤粉燃烧器旋流强度

本次改造采用哈锅新型低 NO_x 旋流煤粉燃烧器，具有煤种适应性广、燃尽特性好、低氮氧化物的特点。通过多层直流、旋流风的配合及特殊的喷口结构，能很好地控制炉内空气动力场，其中三次旋流风起到重要作用。锅炉在 100% 额定负荷下，将最外层的四次风旋流叶片设置为 30°，以增强补充空气的刚性，防止燃烧器刷墙，三次风叶片从 50° 增大到 65° 的过程中，NO_x 从 295.69mg/Nm³ 下降到 286.2mg/Nm³，飞灰含碳量从 0.78% 下降到 0.63%，锅炉效率从 92.76% 提高到 92.89%。三次风叶片角度调整了 15°，变化幅



度较小，但依然能够反映出其对燃烧器性能的影响。当三次风叶片角度增大时，燃烧器整体旋流强度增强，卷吸炉内高温烟气流增加，使得煤粉处于高温低氧的环境，能够促进煤粉的燃烧，同时抑制氮氧化物的生成。

4 日常运行情况

本次低氮燃烧改造后的日常运行过程中，锅炉出力维持不变，过热蒸汽温度在 571±5℃ 范围内，再热蒸汽温度在 569-10℃ ~ 569+5℃ 范围内，过热蒸汽和再热蒸汽的减温水量满足锅炉设计要求。在燃烧平朔煤时，锅炉效率约 93.4%，具有较好的经济性。在燃烧印尼煤时，额定负荷下，脱硝入口 NO_x 可低至 220 mg/Nm³，有效地控制了污染物的排放。

5 结论

本次改造成功地降低了电厂 NO_x 排放量，同时保证较高的锅炉效率。从燃烧及污染物控制机理出发，通过多种热态调试手段，摸索出了一套针对该燃烧系统的运行经验，为锅炉安全、稳定、高效运行提供支持。

参考文献

- [1] 程俊峰，曾汉才，熊蔚立，等. 降低 300MW 贫煤锅炉 NO_x 排放的实验研究 [J]. 中国电机工程学报，2002，22 (5): 157-160.
- [2] 车得福主编. 锅炉 [M]. 西安：西安交通大学出版社，2008.
- [3] 王红. 分级燃烧降低锅炉 NO_x 排放的控制技术 [J]. 环境技术，2002，20 (5): 23-26.
- [4] 张国兵. 水冷壁产生高温腐蚀的原因分析及其解决措施 [J]. 热力发电，2006，35 (3): 30-38.

来源：中国电机工程学会 2018 年年会论文集

超超临界二次再热技术的应用与发展

朱晓敏 华能莱芜电厂

摘要：随着全球工业化和城市化的发展，环境问题已经成为当今时代关注的焦点。面对环境污染造成的危害，国家和人民意识到可持续发展的重要性，作为我国国民经济发展的重要能源企业之一的火力发电因此面临着严峻的考验。能耗高、污染重的小火电机组的发展制约着节能减排方案的实施，国家为了促进电力工业的健康发展，推进电力结构的调整，在保留原有能源结构的基础上，积极鼓励提倡环保型火电机组的发展，大力推进“上大压小”工作的实施，作为目前技术较成熟的清洁煤发电技术，超超临界二次再热机组在我国发电企业已得到迅速发展。在优化超超临界二次再热各参数的同时，提高机组功率、减少二氧化碳和氮氧化物等燃烧污染物的排放方面取得了显著的效果。本文主要从超超临界二次再热机组在国内外的的发展状况为前提，结合华能莱芜电厂2×1000MW超超临界二次再热机组为例对发展现状和设计要求进行简要介绍，对今后火电机组在电力行业的发展方向和趋势做出了探讨与展望。

关键词：超超临界；二次再热；机组；锅炉；环境保护

1 国内外超超临界二次再热技术的发展状况

1.1 超超临界二次再热技术在国外的发展状况

早在20世纪50年代，二次再热技术在美国、日本、欧盟等地区的火力发电机组中已得到广泛应用，受当时科技发展的制约，在金属材料的研究、系统结构复杂性分析等方面存在着短板，从而造成机组可用率不高、运行性能较差等一系列棘手的问题。随着科学技术的不断进步，经过不断地探索与研究，丹麦的超超临界技术处于世界领先水平，以丹麦的Nordjylland电厂为例，二次再热机组容量为415MW、蒸汽参数29MPa/582℃/580℃/580℃。其锅炉采用半塔形布置、四角切圆燃烧方式，水冷壁采用螺旋管圈型式，由于采用超低温海水冷却技术，机组净效率达47%，供电煤耗为286.08克/千瓦时，是世界上效率最高、指标最好的燃煤发电机组。^[1]

1.2 超超临界二次再热技术在中国的发展状况
面对我国富煤贫油少气的资源分布现状，我

国作为煤炭生产大国，同时也是煤炭的消费大国，火力发电的发展也是我们电力行业一直以来的主要发展方向。随着火电发电机组的不断壮大，资源紧缺、环境污染等问题已引起国家的高度重视，大力发展新能源、调整产业结构、降低能耗、提高能源利用率、倡导清洁能源已成为我国当今时代的主旋律。面对这一考验，一大批火电机组面临着关停，清洁能源的发展不断壮大，以我国当前发展状况，清洁能源发电远远满足不了我们大国的需求，这就对火电机组的发展提出了更高的要求，随着煤等化石燃料成本的攀升和碳减排压力的增大，为了更好地完成“十一五”规划和中央经济工作会议确定的节能减排约束性指标，电力行业领域实施“上大压小”扩建工程，采用二次再热技术进一步提高机组的整体效率，减少燃料的消耗量和燃烧污染物的排放。

2006年11月28日，国内第一个国产百万千万超超临界电站项目——华能玉环电厂建

成并试运，成为我国电力发展史上的重要里程碑，标志着我国已掌握了当今世界最先进的火力发电技术，使我国在发电设备制造能力和技术水平上迈上了一个新台阶。相继国电泰州电厂、华能集团安源电厂和莱芜电厂分别建设了 $2 \times 1000\text{MW}$ 、 $2 \times 660\text{MW}$ 和 $2 \times 1000\text{MW}$ 二次再热机组，从此超超临界二次再热技术在我国得到了进一步的发展与应用，成为我国火力发电的主要方式。

2 超超临界二次再热机组介绍

2.1 二次再热

二次再热技术是世界领先的发电技术，具有良好的运行灵活性和负荷适应性，与同容量亚临界机组相比，大大提高了机组的效率，与一次再热机组相比，在相同的蒸汽压力温度下，二次再热机组的热效率比一次再热机组提高约2%，对应二氧化碳减排约3.6%。发展超超临界二次再热急速是提高火力发电机组热效率，降低能耗，促进电力行业可持续发展的有效手段。

二次再热技术的核心在于二次再热器系统，再热器主要分为高压再热器和低压再热器两级，再热器为纯对流受热面，高压末再和低压末再布置在炉膛出口烟窗的下游，高压低再和低压低再

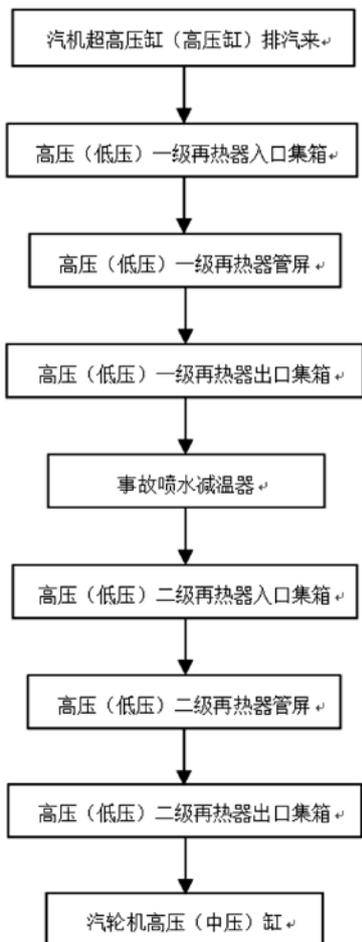


图1 再热器系统的主要工作流程图

分别布置于前后烟道内，通过调节挡板和烟气再循环调节二次再热汽温。

以莱芜电厂两台超超临界二次再热机组为例，再热器系统的主要工作流程如图1所示。

2.2 锅炉介绍

华能莱芜电厂6、7号机组均采用直流塔式锅炉，与普通火电机组的汽包炉相比，汽水之间没有明确的分界点，这样大大缩短了启停时间，使调节更加灵敏，提高了机组的效率。

热力发电厂主要的热力循环是由给水泵、锅炉、汽轮机和冷凝器四个主要装置组成的朗肯循环，流程图如图2所示。

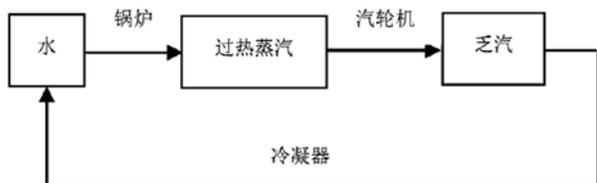


图2 朗肯循环流程图

为了提高整台机组的效率，必须要提高朗肯循环的热效率，从而减少资源（煤炭）消耗，达到效率最高、能耗最低的要求。

为了提高朗肯循环的热效率，华能莱芜电厂主要通过以下几个途径入手：

① 高蒸汽初温、初压，主要采用超超临界参数为 $32.87\text{Mpa}/605^\circ\text{C}/623^\circ\text{C}/623^\circ\text{C}$ 即高的初压，初温。

② 降低排汽压力和温度，汽轮机采用四排汽方式，增大了排汽面积，在相同的叶片高度下汽轮机的极限功率增大。

③ 采用再热循环或回热循环，采用十级非调整抽汽即回热循环。回热循环减少了在凝汽器中的冷源损失，给水温度的提高减少了在锅炉中的吸热，使整个循环的热效率提高。

2.3 汽机介绍

华能莱芜电厂两台百万机组的汽轮机主要采用超超临界、二次中间再热、单轴、五缸四排汽、十级回热抽汽、凝汽式汽轮机的形式进行运转，汽轮机的整个流通部分由五个汽缸组成，即一个超高压缸、一个双流高压缸、一个双流中压缸和

两个双流低压缸，二次再热技术主要体现在旁路及油站和辅汽系统两个部分。

华能莱芜电厂 6、7 号机组均采用高压旁路（主蒸汽）、中压旁路（一次再热蒸汽）和低压旁路（二次再热蒸汽）三级串联旁路系统装置。高压旁路从汽轮机超高压缸入口前主蒸汽联络管接出，经减温减压后接至冷一次再热蒸汽管道，减温水取自汽泵出口给水系统。中压旁路从汽机高压缸入口前一次再热热段蒸汽两根支管分别接出，经减温减压后接入二次再热冷段蒸汽管道，减温水取自汽泵出口给水系统。低压旁路从汽轮机中压缸入口前二次再热热段蒸汽两根支管接出，经减压减温后接入凝汽器，减温水取自凝结水系统。旁路系统内执行机构均采用液动执行器，分别由高中低压油站调节。^[2]

2.4 减排设计

为了达到污染物排放指标，燃料燃烧所产生的烟气依次经一级 / 三级过热器，高 / 低压末级再热器、二级过热器、前 / 后烟道低压一级再热器和省煤器，经过辐射、对流换热后到达省煤器出口烟道，再通过垂直烟道、SCR 反应器、预热器入口烟道进入空气预热器和旁路省煤器设备，经过空气预热器出口烟道混合后将延期排往电气除尘器和引风机。一部分烟气通过烟气再循环风机引入炉膛对再热汽温进行调整，剩余烟气进入脱硫岛，采用石灰石—石膏湿法脱硫工艺处理后，干净烟气由烟囱排放，这样大大降低了二氧化硫和氮氧化物的排放量，从而达到污染物排放标准。

3 超超临界二次再热技术的发展前景

超超临界二次再热技术逐步走向成熟，与普通火电机组相比，二次再热技术相对来说存在结构复杂、运行操作难度大以及投资成本较高等问题，但是在国内环保标准提高和发电成本下降的大背景下，二次再热技术在节能减排、提高效率、保护环境、提高经济稳步增长等方面均存在着独特的优势，特别是根据目前我国发展现状，火力发电在电力行业还处于发电企业的主导地位，为

了响应国家节能减排的号召，大容量超超临界二次再热机组必将成为火电机组的首选，并将普遍推广并应用于各火力发电企业。

4 结语

本文介绍了国内外超超临界二次再热技术的发展状况，以华能莱芜电厂为例主要从 1000MW 超超临界二次机组的锅炉、汽轮机、脱硫、除尘等方面进行介绍，结合目前我国能源短缺以及环境保护的重要性，阐述了超超临界二次再热技术的发展前景，随着能源结构的不断调整，火电机组必向大容量超超临界二次再热机组发展。

从 2012 年华能西安热工院自主研发出“带二次再热的 700℃ 以上参数超超临界锅炉”技术通过了国家知识产权发明专利审核并公告后，近几年来我国超超临界二次再热火电机组不断扩大和完善，2012 年国电泰州电厂两台 1000MW 超超临界二次再热燃煤发电机组是我国国家科技支撑计划的示范工程，在 2015 年建成并投产发电，成为了我国火力发电的又一里程碑。相继华能集团分别在安源电厂建成 2×660MW 和莱芜电厂 2×1000MW 二次再热机组，随着技术的不断完善，我们在应用工程中不断修改完善各个参数，在发电效率、发电煤耗、供电煤耗等方面均刷新了世界纪录，莱芜电厂始终坚持绿色发展、清洁排放的目标，是目前世界效率最高、能耗最低、指标最优、环保最好的火电机组。

参考文献

- [1] 徐通模，袁益超，等. 超大容量超超临界锅炉的发展趋势 [J]. 动力工程，2003,23 (3): 2363-2369.
- [2] 严俊杰，邵树峰，等. 二次再热超临界机组热力系统经济性定量分析方法 [J]. 中国电机工程学报，2004,24 (1): 186-190.

来源：中国电机工程学会 2018 年年会论文集

钢材的焊接变形及其控制对策

李炎鑫 山东电建一公司海阳丰汇设备技术有限公司

摘要：本文阐述了在焊接过程中钢材焊接变形和焊接应力的影响因素，提出了减少焊接应力及残余应力的措施及控制焊接变形的办法。从采取合理的焊接方法，采用合理的焊接坡口、焊接顺序、采取反变形、采用工装固定、对称焊接等手段来合理控制，以减少钢材在焊接过程中的变形量。在钢结构施工的过程中，焊接变形会对钢结构的整个质量产生重大的影响。因此，加强对钢结构焊接变形成因及有效控制焊接变形对策的研究，将能够有助于钢结构焊接质量的提升。本文在分析钢结构焊接变形类型的基础上，提出了控制钢结构焊接变形的对策。

关键词：焊接变形；焊接应力；焊接工艺；影响因素；控制对策

钢结构连接普遍采用焊接，且对于一些重要焊缝一般都采用全熔透焊接。金属焊接时在局部加热、熔化过程中，加热区的金属与周边的母材温度相差很大，产生焊接过程中的瞬时应力。冷却至原始温度后，整个接头区焊缝及近缝区的拉应力区与母材在压应力区数值达到平衡，这就产生了结构本身的焊接残余应力。此时，在焊接应力的作用下焊接件结构发生多种形式的变形。

钢材的焊接变形和焊接应力，均是因为钢材在焊接过程中产生的热形成的，各种材料焊接时，会产生各种变形，不同的材料、焊接方法、焊接位置、工艺参数都会出现各种焊接变形。焊接中的变形与焊后应力是并存的，两者之间有着紧密联系。因此在焊接中控制变形至关重要。钢材焊接过程实质是：焊件的焊接部位局部加热后、材料冷却下来的热过程，由于温度场的不均匀性，导致钢材焊接件的不均匀膨胀和收缩，从而使焊件内部产生焊接应力而引起焊接变形。常见的钢焊接应力有四种：横向应力、纵向应力、环向应力、板厚方向的应力。残余应力的存在与变形的产生

是相互转化的，认清变形规律，就不难从中找到防止减少和纠正变形的办法。

1 焊接应力

在没有外力的情况下，物体内部存在的应力称为内应力，内应力在物体内部自相平衡，即物体内部各方向的内应力总和等于零，内应力对于任何一点的力矩总和等于零。常见的内应力有以下几种：

(1) 热应力

又称温度应力。它是在不均匀加热及冷却过程中所产生的应力，它与加热温度和加热不均匀程度、焊件的钢度以及焊件材料的热物理性能等因素有关。

(2) 相变应力

金属发生相变时，由于体积发生变化而引起的应力。

(3) 装配应力

在装配和安装过程中产生的应力。例如：紧固螺栓、热套结构等均具有内应力产生。

(4) 残余应力

当构件上承受局部荷载或经受不均匀加热时,都会在局部地区产生塑性应变。当局部外载撤去后或热源离去,构件温度恢复到原始的均匀状态时,由于构件内部发生了不能恢复的塑性变形,因而产生了内应力,即残余应力。残留下来的变形即残余变形。

按照焊接应力在空间的方向可以分为单项应力、双向应力和三项应力。薄板对接时,可以认为是双向应力。大厚度焊件的焊缝,三个焊缝的交叉处以及存在裂缝、加渣等缺陷通常出现三向应力,三相应力使材料的塑性降低,容易导致脆性断裂,它是一种最危险的应力状态。

2 焊接变形的形式

钢材的焊接通常采用熔化焊方法,把焊接局部连接处加热至溶化状态形成熔池,待其冷却结晶后形成焊缝,使原来分开的钢材连接成整体。由于焊接加热时焊接接头局部加热不均匀,金属冷却后沿焊缝纵向收缩时受到焊件低温部分的阻碍,使焊缝及其附近区域受拉应力,远离焊缝区域受压应力。加热、冷却这种热变化在局部范围急速地进行,膨胀和收缩变形均受到拘束而产生塑性变形,焊接完成并冷却至常温后该塑性变形残留下来,焊接变形因此产生。钢结构焊接后发生的变形大致可分为两种情况:即整体结构的变形和结构局部的变形。整体结构的变形包括结构的纵向和横向缩短和弯曲(即翘曲)。局部变形表现为凸弯、波浪形、角变形等多种。

常见焊接变形基本形式有如下几种:板材坡口对焊后产生的长度缩短(纵向收缩)和宽度变窄(横向收缩)的变形;板材坡口对接焊接后产生的角变形;焊后构件的角变形沿构件纵轴方向数值不同及构件翼缘与腹板的纵向收缩不一致形成的扭曲变形;薄板焊接后母材受压应力区由于失稳而使板面产生翘曲形成的波浪变形;由于焊缝的纵向和横向收缩相对于构件的中和轴不对称引起构件的整体弯曲,此种变形为弯曲变形。

(1) 纵横向收缩变形

对钢结构焊接之后,若收缩变形产生在焊缝的轴向方向上,称之为纵向变形。若收缩变形产生在焊缝的垂直方向上,称之为横向变形。横纵向变形是由焊缝熔点处的受热膨胀与周围低温金属冲击产生的(图1)。

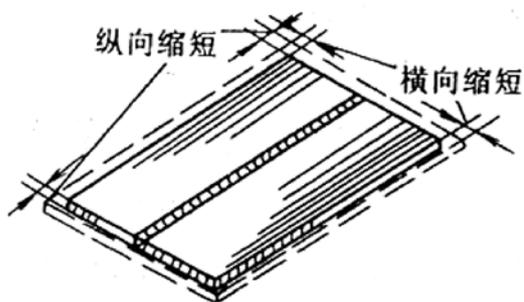


图1 纵向和横向收缩

(2) 角变形

焊后构件的平面围绕焊缝产生的角位移。产生原因主要是由于沿板厚方向焊缝收缩变形量的不同造成(图2)。

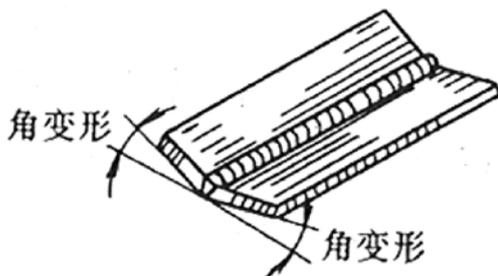


图2 角变形

(3) 弯曲变形

由于焊缝布置不对称,焊缝多的一面收缩量大而引起的工件弯曲,多出现在“T”型梁焊接加工过程中(图3)。

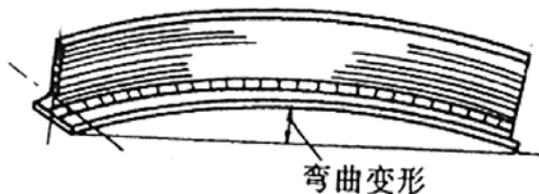


图3 弯曲变形

(4) 扭曲变形

若焊接之后，相近的焊缝的收缩变形程度不同或者一条焊缝产生变形而另一侧未产生变形，这就会造成焊缝在外观上存在挠曲现象，称之为扭曲变形（图4）。

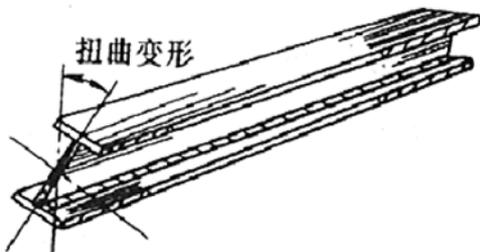


图4 扭曲变形

(5) 波浪变形

对于薄板钢结构的焊接过程中，由于焊缝存在内应力而产生的波浪形收缩变形，称之为波浪变形（图5）。

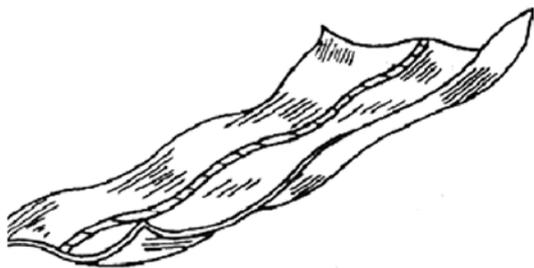


图5 波浪变形

(6) 错边变形

若对两件钢结构的焊接过程中，两侧钢结构受热不均匀而使两个焊件在长度和高度方向上产生错位，称之为错边变形（图6）。

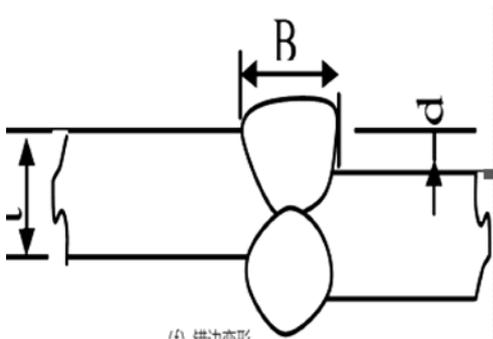


图6 错边变形

这些变形都是基本的变形形式，各种复杂的结构变形都是这些基本变形的发展、转化和综合。

3 焊接变形的影响因素

在焊接过程中对焊件进行了局部的、不均匀的加热是产生焊接应力及变形的原因。焊接时焊缝和焊缝附近受热区的金属发生膨胀，由于四周较冷的金属阻止这种膨胀，在焊接区域内就发生压缩应力和塑性收缩变形，产生了不同程度的横向和纵向收缩。由于这两个方向的收缩，造成了焊接结构的各种变形。

(1) 坡口焊的坡口设置的影响

合理设置坡口，可以有效减小焊接变形，特别是厚板焊接，可以使用不对称坡口型式，焊接顺序为：先焊坡口深的一侧，焊接两层后翻转过来，焊浅一侧，两侧焊接两层再翻转焊接坡口深的一侧。实践证明，这种方法是行之有效的。对于薄板对接焊缝焊接，坡口设置与否都可以，但焊接需要留反变形量。

(2) 焊接线能量的影响

通常情况下，焊接线能量较大时，焊缝的高温区范围会扩大，冷却时间延长，焊缝的塑性变形区域增大。

(3) 焊接方法的影响

对于不同的焊接方法，热输入（线能量）差别很大，钢材焊接常用的焊接方法有手工电弧焊、气体保护焊（药芯焊丝、实芯焊丝）、自动管板焊接、非熔化极钨极氩弧焊、埋弧焊、电阻焊。在这些方法中，除电阻焊外，埋弧焊热输入最大，在其他条件相同的情况下，这种焊接方法的收缩变形最大，手工电弧焊居中，气体保护焊是最小的。

(4) 焊缝截面积的影响

焊缝截面积是指熔合线以内的焊缝金属的面积。焊缝的截面积越大，冷却时收缩引起的变形越大，焊接时对纵向、横向及角变形的影响作用是一致的，而且是主要的因素。在板厚相同时，坡口尺寸越大，收缩变形越大。

(5) 接头形式的影响

当焊接线能量、焊缝的横截面积、焊接方法等因素相同时，不同的接头形式对纵向、横向和角变形量都有不同的影响。常用的焊缝形式有对接焊缝、角接焊缝、堆焊焊缝。

1) 对接焊缝在单面焊时，其焊缝横向收缩率比堆焊焊缝和角焊缝要大一些，当单面焊时，坡口角度越大，则板厚上、下收缩量差别就越大，进而角变形也大；当对接焊缝采用双面焊时，随着坡口角度和间隙的减小，横向收缩减小，同时角变形也减小。

2) 当采用T形角焊缝或搭接角焊缝时，引起的横向收缩与角焊缝的横截面积成正比，与母材的板厚成反比。

3) 采用表面堆焊或法兰贴面方法时，焊缝金属的横向变形不仅受到纵横方向母材的约束，因加热时只限于工件表面一定深度，而使焊缝金属收缩同时受到三个方面的约束(板厚、深度、母材)，因此，变形量随之相应减小。

(6) 焊接层数的影响

1) 横向收缩(对接焊缝焊后产生的长度缩短): 在对接焊缝采用多层多道焊接时，第一层焊缝的横向收缩属于有间隙的对接焊，符合对接焊的变形规律，第二层属于无间隙对接焊，接近于盖面焊道时与堆焊的条件和变形规律相似，因此，收缩变形相对减小。

2) 纵向收缩(对接焊缝焊后产生的宽度变窄): 多层焊接时，多层焊的热输入比一次完成的单层焊时的热输入小，加热范围窄，冷却速度快，产生的收缩变形小得多，而且前层和后层焊缝之间会形成约束，所以多层焊时的纵向收缩变形比单层焊时小得多，纵向变形随着焊接层数的增加而减小。

3) 角焊缝的横向收缩比对接焊缝收缩量相对较小一点，间断焊收缩比连续焊收缩量小，夹具固定焊比无固定焊收缩量小。

(7) 结构的刚性对焊接变形的影响

钢结构的刚性大小最主要的取决定它的形状和截面积的大小，刚性较小的结构，焊接以后的变形量相对大；刚性大的焊接变形相对小。刚性又分为拉伸刚性、弯曲刚性、扭曲刚性。拉伸刚性取决于截面大小，弯曲刚性取决于截面形状和尺寸，弯曲刚性取决于截面形状。

(8) 装配对焊接变形的影响

由于采取不同的装配方法，对变形也存在影响。整体装配完再进行焊接，其变形一般小于边装配边焊接的形式。上述影响因素并非单一作用的，而是相辅相成、存在相互牵制作用，施工中应综合考虑。

4 防止和减少焊接变形的措施

了解焊接变形产生的原因和影响因素，可以采取焊缝坡口设置、选择合理的焊接顺序、采取反变形和对称焊接，制定纠正措施，改进工艺方法等系列措施。

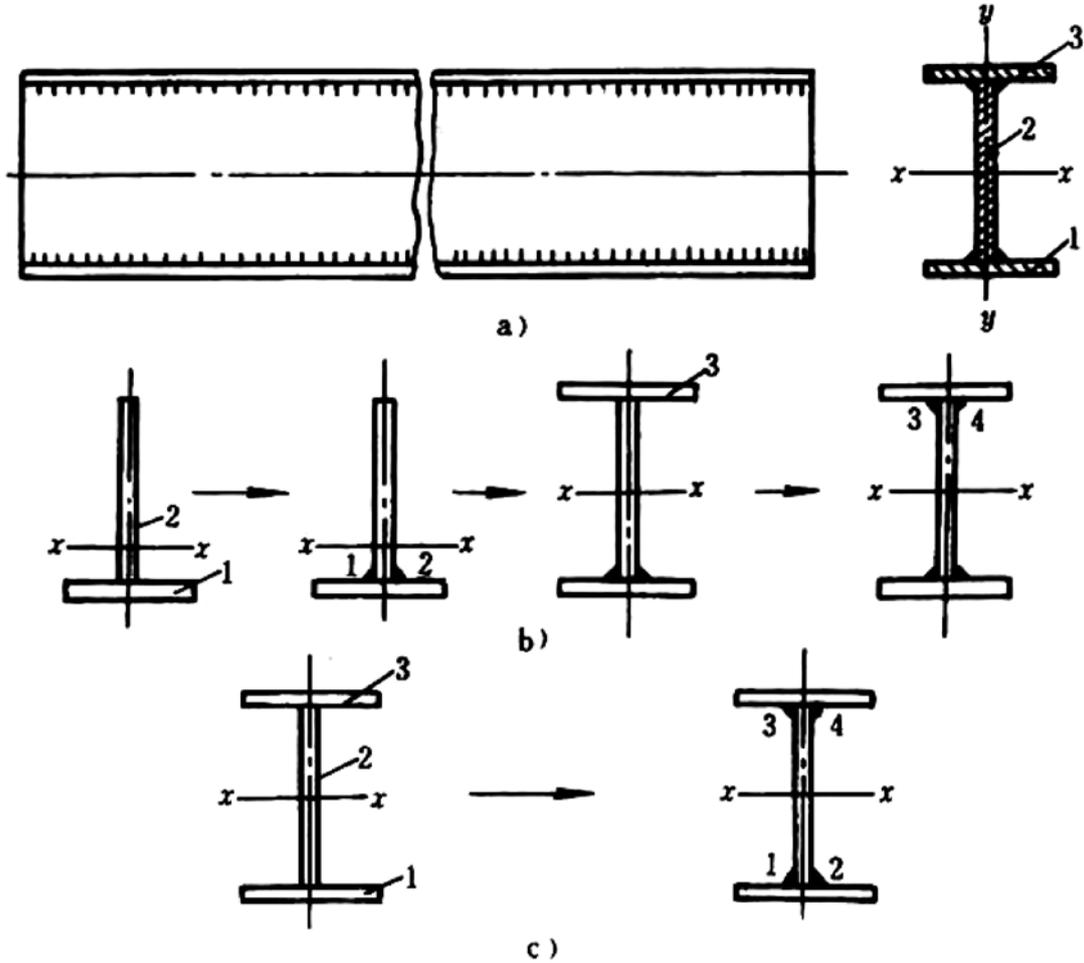
(1) 利用合理的装配焊接顺序来控制焊接残余变形

不同的构件形式应采用不同的装配焊接方法。

1) 结构截面对称、焊缝布置对称的焊接结构，采用先装配成整体，然后再按一定的焊接顺序进行生产，使结构在整体刚性较大的情况下焊接，能有效地减少弯曲变形。

例如，工字梁的装配焊接过程，可以有两种不同方案，见图7。若采用图7(b)所示的边装边焊顺序进行生产，焊后要产生较大的上拱弯曲变形；若采用图(c)所示的整装后焊顺序，就可有效地减少弯曲变形的产生。

2) 结构截面形状和焊缝不对称的焊接结构，可以分别装焊成部件，最后再组焊在一起见图8。图8(b)所示的方案由于焊缝1离中性轴距离较大，所以弯曲变形较大，而图8(a)所示的焊缝1的位置几乎与上盖板截面中性轴重合，所以对整个结构的弯曲变形没有影响。



a) 工字梁的结构形式 b) 边装边焊顺序 c) 整装后焊顺序
1—下盖板 2—腹板 3—上盖板

图7 焊接H型钢(支撑梁)焊接顺序↑

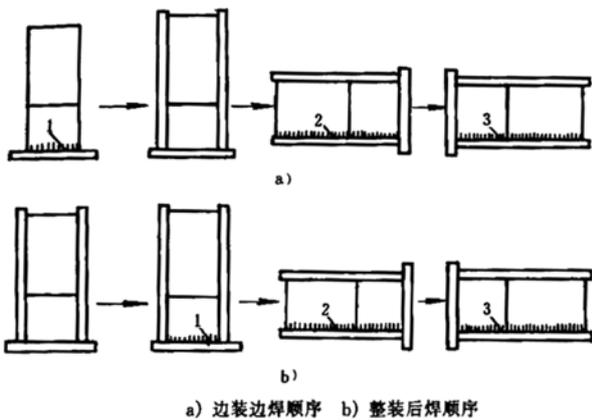


图8 边装边焊及整装后焊顺序

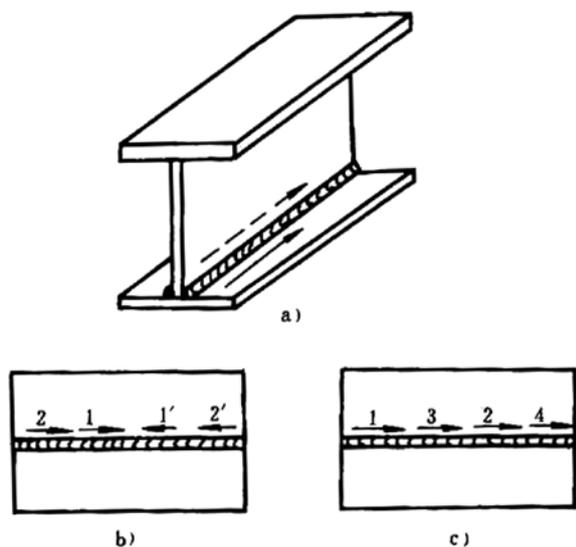
(2) 利用合理的焊接方向来控制焊接残余变形

为控制焊接残余变形而采用的焊接方向,有以下几种:

1) 长焊缝同方向焊接: 如T形梁、工字梁等焊接结构, 具有互相平行的长焊缝, 施焊时, 应采用同方向焊接, 可以有效地控制扭曲变形, 见图9(a)。

2) 逆向分段退焊法: 同一条或同一直线的若干条焊缝, 采用自中间向两侧分段退焊的方法, 可以有效地控制残余变形, 见图9(b)。

3) 跳焊法: 如构件上有数量较多又互相隔开的焊缝时, 可采用适当的跳焊, 使构件上的热量分布趋于均匀, 能减少焊接残余变形, 见图9(c)。

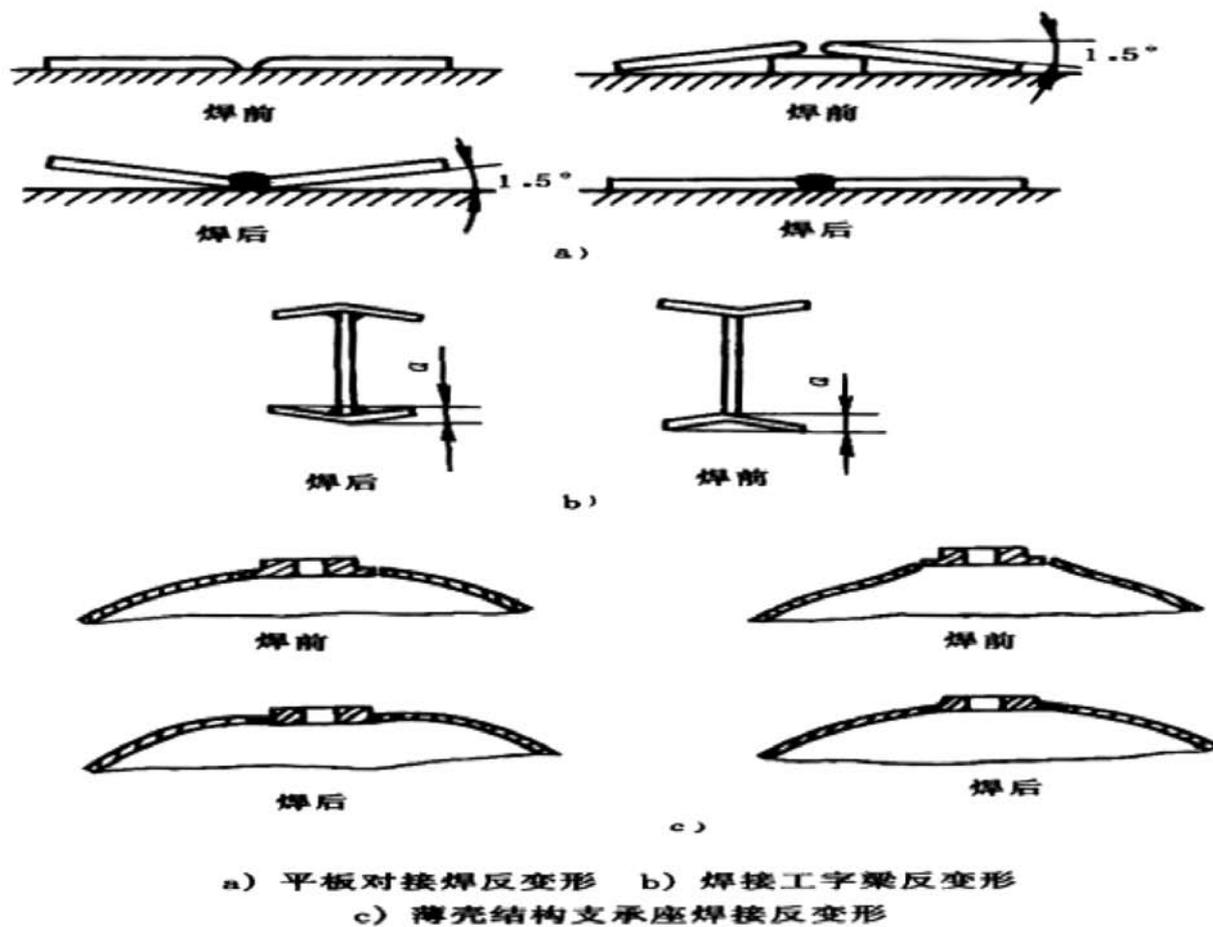


a) 长焊缝同方向焊接 b) 逆向分段退焊法 c) 跳焊法

图9 长焊缝采用同方向焊接的方法控制变形 ↑
(3) 利用反变形和非对称坡口焊接法来控制

焊接残余变形

1) 反变形法：为了抵消焊接残余变形，焊前先将焊件向与焊接残余变形相反的方向进行人为的变形，这种方法称为反变形法。采用焊前反变形方法，控制焊后的角变形，事先预估焊接件的变形大小和方向，然后组装点固时，给一个反方向的变形量，焊接时产生的焊接变形正好跟预留的反变形抵消掉；例如，为了防止对接接头产生的角变形，可以预先将对接处垫高，形成反向角变形见图 10 (a)。为了防止工字梁翼板焊后产生角变形，可以将翼板预先反向压弯见图 10 (b)。在薄壳结构上，有时需在壳体上焊接支承座之类的零件，焊后壳体往往发生塌陷，为此，可以在焊前将支承座周围的壳壁向外顶出，然后再进行焊接见图 10 (c)。



a) 平板对接焊反变形 b) 焊接工字梁反变形
c) 薄壳结构支承座焊接反变形

图10 利用反变形法控制中厚板拼接变形 ↑

2) 非对称坡口焊接法: 采用反变形法控制焊接残余变形, 焊前必需较精确地掌握焊接残余变形量, 通常用来控制构件焊后产生的弯曲变形和角变形, 如反变形量留得适当, 可以基本抵消这两种变形。合理设置坡口可以有效减小焊接变形。如对于拼接焊缝, 特别是厚板的拼接焊缝, 为了减少焊后变形, 将坡口设置成非对称坡口, 如图 11 所示。

具体方法是: 先焊坡口较深一侧的, 翻转背面焊接完成后, 再翻过来焊接坡口较浅的另一侧, 两次翻转接完成整条拼缝实践证明, 此方法翻转次数少, 焊接变形小, 生产效率高。

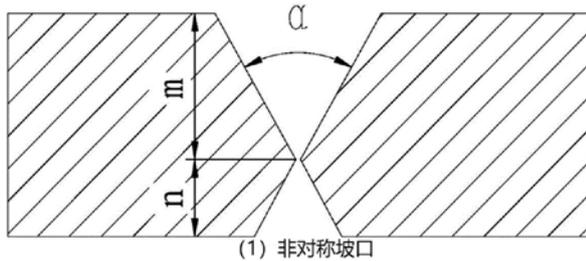


图 11 采用非对称坡口的设置来控制焊接变形 ↑
(4) 利用刚性固定法来控制焊接残余变形

焊前对焊件采用外加刚性拘束, 强制焊件在焊接时不能自由变形, 这种防止焊接残余变形的的方法称为刚性固定法。采用压铁防止薄板焊后的波浪变形见图 12。

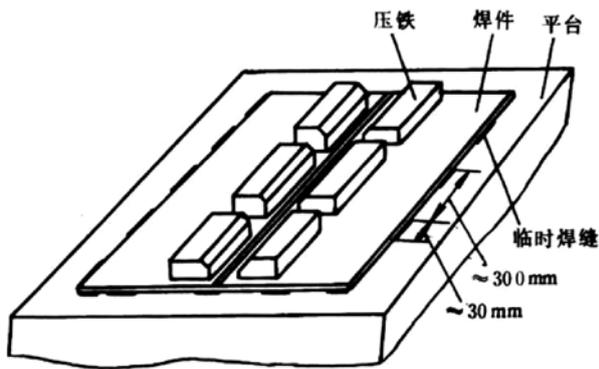


图 12 采用压铁防止薄板焊后的波浪变形
采用刚性夹具固定法控制焊后变形, 对于刚

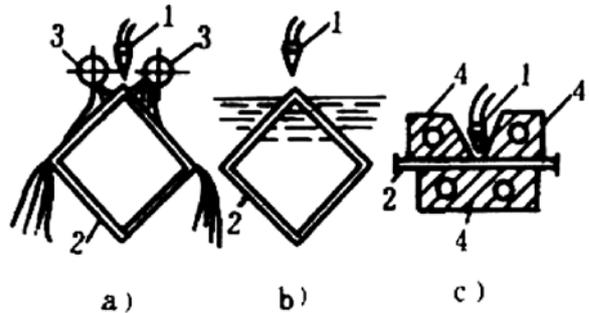
性小的部件焊接, 可以采用临时支承或焊接夹具来控制变形。刚性固定法简单易行, 适用面广, 不足之处是焊后当外加刚性拘束卸掉后, 焊件上仍会残留一些变形, 不能完全消除, 不过要比没有拘束时小得多。另外, 刚性固定法将使焊接接头中产生较大的焊接应力, 所以对于一些抗裂性较差的材料应该慎用。对于堆焊焊件点焊固定于大平台上或工作平台上; 对于薄板焊接采用锤击焊缝法, 当焊缝及热影响区还没有完全冷却时, 立即进行, 对于厚板焊接用风枪敲击法以减少角变形量并减少内应力。

焊接 H 型钢埋弧焊前通过点焊拉杆固定的方式减少焊接变形, 见图 13。



图 13 焊接 H 型钢埋弧焊前通过点焊拉杆固定的方式减少焊接变形 ↑

(5) 利用散热法和自重法来控制焊接残余变形



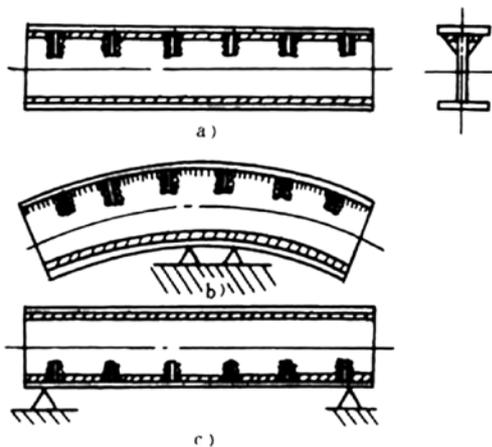
a) 喷水冷却 b) 浸入水中冷却
c) 用水冷铜块冷却
1—焊炬 2—焊件 3—喷水管
4—水冷铜块

图 14 利用散热法来控制焊接残余变形

1) 散热法: 焊接时用强迫冷却的方法将焊接区的热量散走, 减少受热面积从而达到减少变形的目的, 这种方法称为散热法, 利用散热法减少薄板的焊接变形见图 14。图中 b 是将焊件浸入水中进行焊接 (常用于小容器焊接)。图中 c 是用水冷铜块进行冷却。

注意: 散热法不适用于焊接淬硬性较高的材料。

2) 自重法: 利用焊件本身的重量在焊接过程中产生的变形来抵消焊接残余变形的的方法称为自重法。如一焊接梁上部的焊缝明显多于下部, 见图 15 (a), 焊后整根梁产生下凹弯曲变形。为此焊前将梁放在两个相距很近的支墩上, 见图 15 (b), 首先焊接梁的下部两条直焊缝, 由于梁的自重和焊缝的收缩, 将使梁产生弯曲变形, 焊毕, 将支墩置于两头, 并使梁反身搁置, 随后焊接梁的上部, 由于支墩是置于梁的两头, 梁的自重弯曲变形与第一次相反, 不仅如此, 上部焊缝的收缩变形方向也与下部焊缝收缩变形的方向相反, 因此焊后梁的弯曲变形得以控制, 见图 15 (c)。



a) 焊接梁结构 b) 利用自重法焊接 c) 焊后焊接梁形状

图 15 利用自重法来控制焊接残余变形

(6) 利用机械矫正法矫正焊接残余变形

利用手工锤击或机械压力矫正焊接残余变形的的方法叫机械矫正法。

手工锤击矫正薄板波浪变形的的方法, 见图

16。图 16 中 (a) 表示薄板原始的变形情况, 锤击时锤击部位不能是突起的地方, 这样结果只能朝反方向突出, 见图 16 (b), 接着又要锤击反面, 结果不仅不能矫平, 反而要增加变形。正确的方法是锤击突起部分四周的金属, 使之产生塑性伸长, 并沿半径方向由里向外锤击, 见图 16 (c), 或者沿着突起部分四周逐渐向里锤击, 见图 16 (d)。

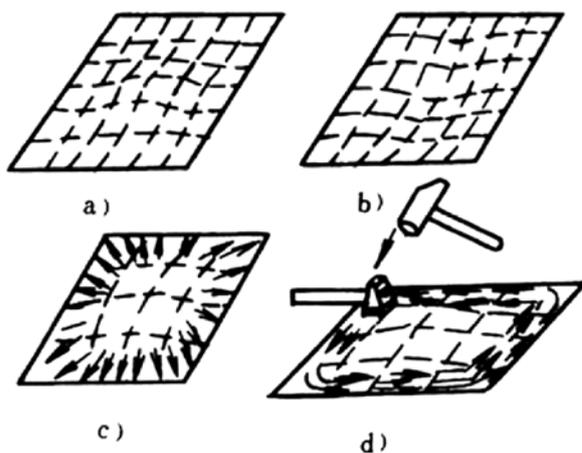
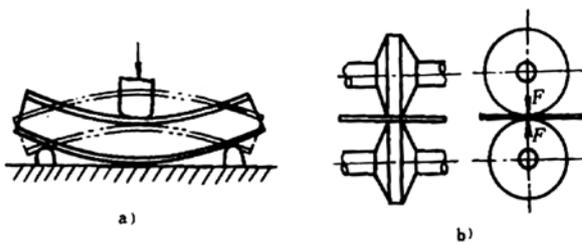


图 16 利用锤击法矫正 ↑

利用机械力矫正焊接残余变形的的方法, 见图 17。图 17 中 (a) 是利用加压机构矫正工字梁焊后的弯曲变形。图 17 中 (b) 是利用圆盘形辗轮辗压薄板焊缝及其两侧, 使之伸长来消除薄板焊后的残余变形。



a) 工字梁机械矫正 b) 薄板辗压矫正

图 17 利用型钢矫正机进行矫正 ↑

手工锤击矫形劳动强度大, 技术难度高, 但无须设备, 适用于薄板的焊后矫形。机械矫正效率高、速度快、效果好, 但须要加压机构等设备, 适用于中、大型焊件焊后的矫形 (如图 18)。



图 18 利用专用机械等外力方式进行矫正↑

(7) 利用火焰加热法矫正焊接残余变形

利用火焰对焊件进行局部加热时产生的塑性变形,使较长的金属在冷却后收缩,以达到矫正变形的目的称火焰加热矫正法。火焰加热矫正法矫正焊件残余变形时要注意以下事项:

- 1) 加热用火焰通常采用氧乙炔焰,火焰性质为中性焰,如果要求加热深度小时,可采用氧化焰。
- 2) 对于低碳钢和低合金结构钢,加热温度为 600 ~ 800℃,此时焊件呈樱红色。
- 3) 火焰加热的方式有点状、线状和三角形三种,其中三角形加热适用于厚度大、刚性强的焊件。(见图 19)。

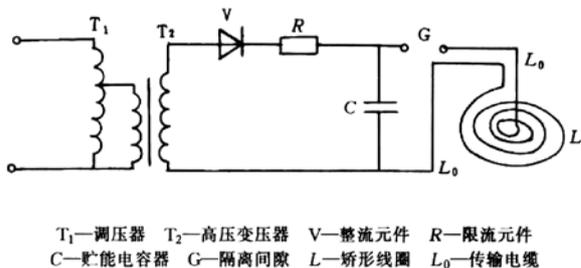


图 19 采用三角法火焰矫正↑

- 4) 加热部位应该是焊件变形的突出处,不能是凹处,否则变形将越矫越严重。
- 5) 矫正薄板结构的变形时,为了提高矫正效果,可以在火焰加热的同时用水急冷,这种方法称为水火矫正法。对于厚度较大而又比较重要的构件或者淬硬倾向较大的钢材,不可采用水火矫正法。
- 6) 夏天室外矫正,应考虑到日照的影响。因为中午和清晨原加热效果往往不一样。
- 7) 薄板变形的火焰矫正过程中,可同时使用木锤进行锤击,以加速矫正效果。

(8) 用电磁锤法矫正焊接残余变形

电磁锤法又称强电磁脉冲矫正法,其矫正焊件变形的过程如下:把一个由绝缘的圆盘形线圈组成的电磁锤放置于焊件待矫正处,从已充电的高压电容向其放电,于是在线圈与焊件的间隙中出现一个很强的脉冲电磁场,见图 20。由此产生一个比较均匀(与机械锤相比)的压力脉冲,使该处产生与焊件变形反向的变形,用以矫正焊件的变形。



T₁—调压器 T₂—高压变压器 V—整流元件 R—限流元件
C—储能电容器 G—隔离间隙 L—矫正线圈 L₀—传输电缆

图 20 电磁锤法矫正焊接残余变形

电磁锤法适用于电导率大的材料如铝、铜等板壳结构的矫形。对电导率小的材料则需在焊件与电磁锤之间放置铝或铜质薄板。

电磁锤法矫正变形的优点在于:

- 1) 焊件表面没有撞击的锤痕。
- 2) 矫形能量可精确地控制。
- 3) 无需挥动锤头,可在比较窄小的空间内进行工作。

5 焊接应力的控制措施

钢材在焊接时产生内应力,焊接后产生残余应力,同时会导致产生焊接变形,这一现象不可避免。通过焊接变形的矫正很难纠正,因此在产品制造时通常会考虑控制变形,而忽视了控制残余应力,常用卡具、支撑或固定的工装等增加刚性的方法控制变形,但在控制变形的同时也加大了焊后的残余应力。特别是一些刚性较大的产品,如板厚较大,截面本身的惯性矩较大时,虽然变形较小,但同时产生了较大的内应力,甚至裂纹。因此,对一些截面厚大,焊接节点复杂,拘束度大,

钢材强度级别高，使用条件恶劣的重要钢焊接更要注重焊接应力的控制。其措施有以下几种：

(1) 适当地减小焊缝截面尺寸

焊接内应力由局部加热循环引起，因此，在满足设计强度要求的条件下，选择尽可能小的焊

缝尺寸。特别对于中厚板的焊接，焊接层道数很多，焊缝应力很大，更应该采取合理减少焊缝截面积的合理设计，举例说明（详见表1为各种板厚推荐采用的坡口形式）。

表1 各种板厚推荐采用的坡口形式

序号	焊缝型式	基本尺寸	适用范围	焊缝符号	备注																					
1		<table border="1"> <tr> <td>δ</td> <td>30~90</td> <td>92~150</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>$6^\circ \pm 2^\circ$</td> <td>$4^\circ \pm 2^\circ$</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td colspan="2">1±1</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td colspan="2">2±1</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td colspan="2">$6^\circ \frac{1}{2}$</td> </tr> </table>	δ	30~90	92~150	β	$6^\circ \pm 2^\circ$	$4^\circ \pm 2^\circ$	b	1±1		P	2±1		R	$6^\circ \frac{1}{2}$		钢板拼接，壳体纵、环缝		双面焊						
δ	30~90	92~150																								
β	$6^\circ \pm 2^\circ$	$4^\circ \pm 2^\circ$																								
b	1±1																									
P	2±1																									
R	$6^\circ \frac{1}{2}$																									
2		<table border="1"> <tr> <td>δ</td> <td>30~60</td> <td>62~90</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td colspan="2">$55^\circ \pm 5^\circ$</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>$6^\circ \pm 2^\circ$</td> <td>$4^\circ \pm 2^\circ$</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td colspan="2">0~1</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td colspan="2">2±1</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td colspan="2">$\frac{\delta - P}{2}$</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td colspan="2">$6^\circ \frac{1}{2}$</td> </tr> </table>	δ	30~60	62~90	α	$55^\circ \pm 5^\circ$		β	$6^\circ \pm 2^\circ$	$4^\circ \pm 2^\circ$	b	0~1		P	2±1		H	$\frac{\delta - P}{2}$		R	$6^\circ \frac{1}{2}$		钢板拼接，壳体纵、环缝		双面焊
δ	30~60	62~90																								
α	$55^\circ \pm 5^\circ$																									
β	$6^\circ \pm 2^\circ$	$4^\circ \pm 2^\circ$																								
b	0~1																									
P	2±1																									
H	$\frac{\delta - P}{2}$																									
R	$6^\circ \frac{1}{2}$																									
3		<table border="1"> <tr> <td>δ</td> <td>30~90</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>$65^\circ \pm 5^\circ$</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>$8^\circ \pm 2^\circ$</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>$2^\circ \frac{1}{2}$</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>2±1</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>8±2</td> </tr> </table>	δ	30~90	α	$65^\circ \pm 5^\circ$	β	$8^\circ \pm 2^\circ$	b	$2^\circ \frac{1}{2}$	P	2±1	H	8±2	壳体纵、环缝		单面焊									
δ	30~90																									
α	$65^\circ \pm 5^\circ$																									
β	$8^\circ \pm 2^\circ$																									
b	$2^\circ \frac{1}{2}$																									
P	2±1																									
H	8±2																									
4		<table border="1"> <tr> <td>δ</td> <td>30~90</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>$65^\circ \pm 5^\circ$</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>$8^\circ \pm 2^\circ$</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>$8^\circ \frac{1}{2}$</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>$8^\circ \frac{1}{2}$</td> </tr> </table>	δ	30~90	α	$65^\circ \pm 5^\circ$	β	$8^\circ \pm 2^\circ$	b	$8^\circ \frac{1}{2}$	H	$8^\circ \frac{1}{2}$	筒体DN≤600的环焊缝		单面焊带垫板											
δ	30~90																									
α	$65^\circ \pm 5^\circ$																									
β	$8^\circ \pm 2^\circ$																									
b	$8^\circ \frac{1}{2}$																									
H	$8^\circ \frac{1}{2}$																									
5		<table border="1"> <tr> <td>δ</td> <td>30~90</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>$65^\circ \pm 5^\circ$</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>$8^\circ \pm 2^\circ$</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>$2^\circ \frac{1}{2}$</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>2±1</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>8±2</td> </tr> </table>	δ	30~90	α	$65^\circ \pm 5^\circ$	β	$8^\circ \pm 2^\circ$	b	$2^\circ \frac{1}{2}$	P	2±1	H	8±2	筒体DN≤600的环焊缝		单面焊不带垫板									
δ	30~90																									
α	$65^\circ \pm 5^\circ$																									
β	$8^\circ \pm 2^\circ$																									
b	$2^\circ \frac{1}{2}$																									
P	2±1																									
H	8±2																									

(2) 确定合理的焊接方法及焊接顺序

在焊缝较多的组装条件下，应根据设备的外形和焊缝的布置，宜先焊收缩量较大的焊缝，后焊收缩量较小的焊缝；先焊自由收缩能力小且拘束度较大的焊缝，后焊可以自由收缩且拘束度较

小焊缝。

(3) 减小焊缝的拘束度

焊接应力随着拘束度的增大而增大，首先尽量使焊缝在较小拘束度下焊接，尽可能不使用刚性固定的方法来控制焊接变形，以免增大焊接拘

束度。

(4) 在可能的情况下, 尽量降低焊件刚度

在可能的情况下, 尽量降低焊件刚度使设备焊接时可以自由收缩。

(5) 用锤击法来减小焊接残余应力

在每层焊完后立即用工具均匀敲击焊缝金属, 使其产生塑性延伸变形, 并抵消焊缝冷却后承受的局部拉应力。但根部焊道、坡口内及盖面层与母材坡口面相邻的两侧焊道不宜锤击, 以免出现熔合线和近缝区的硬化或裂纹。高强度低合金钢, 如屈服强度级别大于 345MPa 时, 也不宜采用锤击法消除焊接残余应力。

(6) 对于碳素钢和低合金钢材料制造的设备可采用抛丸机除锈

通过钢丸均匀打来抵消内部的焊接应力。

7 结束语

钢结构焊接变形的类型不同, 其形成原因也不同。从以上几种因素我们可以看出, 影响钢结构变形的因素包括温度、重力、钢结构的材料、钢结构的承载力等。钢结构的焊接变形有一部分可以在焊接过程中有效的减少甚至避免, 有一部分也可以在施工过程中加以控制。通过分析焊接变形的影响因素及其防治策略, 这些防治策略是在实际的焊接过程中总结的, 减少钢结构件的变形, 提高生产效率, 节约生产成本, 保证工程质量。可以为钢结构件中焊接变形控制工作提供借鉴。消除或降低焊接应力及变形对提高产品的焊接质量十分重要。在产品制造过程中, 一定要先了解各种材料的焊接工艺, 采用合理的焊接方法、控制变形、减少焊接应力等措施, 合理地减少和消除焊后残余应力和残余变形, 在实践中不断总结积累焊接经验, 综合分析考虑制造中的各种因

素, 达到最终保证产品的焊接质量及尺寸精度的要求。提高钢结构质量, 任重而道远, 笔者相信科技社会的发展一定会将钢结构的焊接变形程度降到最低。

目前中国已进入物联网智能化时代了, 自动化的焊接对控制焊接变形显得更加有优势, 所以在尽可能达到的情况下, 优先选择自动化焊接技术, 这是控制焊接变形发展的一个大举措, 是保证焊接质量和控制变形的有力保障。解放劳动力, 降低成本, 真正意义上响应国家 2025 制造计划, 向着工业 4.0 目标一起奋进。

参考文献:

[1]GB 50661-2011, 钢结构焊接规范. 2011-12-5 发布.

[2] 陈保国主编. 焊接技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.

[3] 中国机械工程学会焊接学会编. 焊接手册 (第三版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.

[4] 卢进起, 常德志, 曲锋军编《浅析钢结构焊接变形及其控制方法》[J]. 中国建筑金属结构, 2013(4).

[5] 宋广豪主编. 《钢结构焊接变形的起因及其控制方法探讨》[J]. 门窗, 2012(10).

[6] 中国机械工程学会焊接学会主编《焊接手册——手工焊接与切割 (第 3 版)》. 机械工业出版社, 2003.

[7] 胡月波 李常鸣 段宝峰主编《机械行业职业技能技术操作标准规范》. 当代中国音像出版社, 2004.

关于《特种设备生产单位和充装单位许可规则》（TSG 07-2019）附件M与《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》（TSG Z0004-2007）内容的对照

原徐成

国家市场监督管理总局于2019年5月13日批准颁布了《特种设备生产单位和充装单位许可规则》（TSG 07-2019）自2019年6月1日起施行。新颁布的《特种设备生产单位和充装单位许可规则》（TSG 07-2019）（以下简称TSG 07）的附则4.6中明确《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》（TSG Z0004-2007）（以下简称TSG Z0004）同时废止。其主要内容作为TSG 07的一个附件（附件M），名称为《特种设备生产单位质量保证体系基本要求》。并在TSG 07许可条件2.1.2中规定“申请单位应当按照本规则的要求，建立与许可范围相适应的质量保证体系，并且保持有效实施；其中，特种设备制造、安装、改造、修理单位的质量保证体系应当符合本规则附件M《特种设备生产单位质量保证体系基本要求》，压力容器和压力管道设计单位的质量保证体系应当符合本规则C1.4、E1.4条的要求，移动式压力容器和气瓶充装单位的质量保证体系应当符合本规则C3.7、D2.7条的要求”。

笔者在认真学习的基础上将TSG 07附件M与TSG Z0004的内容进行了列表对照（见下表），TSG 07附件M的结构更加合理，人员职权更加清晰，与TSG Z0004对照发现内容变化或者调整变化较大，其中TSG Z0004的正文部分（特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求）和附件部分（特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要素）的相关内容，分别调整在了TSG 07附件M的M1（一般要求），M2（质量保证体系文件），M3（质量保证体系控制要素）中，为方便对照理解特在TSG Z0004条/款/项编号前增加了正文或附件字样。全篇共涉及44条（款/项）的调整变化、增加、删减，其中调整变化40条（款/项），增加2条（款/项），删减2条（款/项）。现将其对照结果与大家分享，以利大家有针对性的学习理解、贯彻执行。方便特种设备生产单位按照TSG 07附件M的要求，建立与许可范围相适应的质量保证体系，并且保持有效实施。如有疏漏应以TSG 07附件M与TSG Z0004的原文为准。

作者简介：原徐成，退休单位：江苏省特种设备安全监督检验研究院；单位地址：江苏省南京市草场门大街107号龙江大厦1401室；邮政编码：210036；联系电话：18151828816；电子邮箱：yxc2389@126.com。

《特种设备生产单位和充装单位许可规则》（TSG 07-2019）附件M与《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》（TSG Z0004-2007）内容对照表

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
1	名称	《特种设备生产单位质量保证体系基本要求》	变化		《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》
2		《TSG 07-2019》附件 M	变化		《TSG Z0004-2007》
3			删减	目录	特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求 附件 特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要
4	M1	一般要求	变化		特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求
5		特种设备质量保证体系是指生产单位为了使产品、过程、服务达到质量要求所进行的全部有计划有组织的监督和控制活动，并且提供相应的证据，确保使用单位、政府监督管理部门及社会等对其质量的信任。	调整 / 变化	正文 第一条	根据《特种设备安全监察条例》和《国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定》的规定，为规范特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系（以下简称“质量保证体系”）的建立和实施，确实保证特种设备安全性能得到有效控制，制定本要求。
				正文 第二条	本要求适用于特种设备（包括原材料、部件、安全附件及安全保护装置）制造、安装、改造、维修单位质量保证体系的建立和实施。
6	M1.1 建立原则	特种设备生产单位应当结合许可范围的特性和本单位实际情况，按照以下原则建立质量保证体系，并且得到有效实施： (1) 符合国家法律、法规、安全技术规范及相关标准； (2) 能够对特种设备安全性能实施有效控制； (3) 质量方针、质量目标适合本单位实际情况； (4) 质量保证体系组织能够独立行使质量监督、控制职权； (5) 质量保证体系人员（包括质量保证工程师、各质量控制系统责任人员）职责、权限（以下简称职权）及各质量控制系统的工作接口明确；	变化	正文 第三条	特种设备制造、安装、改造、维修单位应当结合许可项目特性和本单位实际情况，按照以下原则建立质量保证体系，并且得到有效实施： (一) 符合国家法律、法规、安全技术规范和相应标准； (二) 能够对特种设备安全性能实施有效控制； (三) 质量方针、质量目标适合本单位实际情况； (四) 质量保证体系组织能够独立行使职责； (五) 质量保证体系责任人员（质量保证工程师和各质量控制系统责任人员）职责、权限及各质量控制系统的工作接口明确；

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
6		(6) 质量保证体系的基本要素及及相关质量控制系统的控制范围、程序、内容、记录齐全; (7) 质量保证体系文件规范、系统、齐全; (8) 满足特种设备许可制度的规定。			(六) 质量保证体系基本要素设置合理, 质量控制系统、控制环节、控制点的控制范围、程序、内容、记录齐全; (七) 质量保证体系文件规范、系统、齐全; (八) 满足特种设备许可制度的规定。
7	M1.2	质量保证体系组织		附件 1.2	质量保证体系组织
8	M1.2.1 组织含义	生产单位法定代表人(主要负责人)、质量保证工程师、各质量控制系统责任人员、有关责任人员, 以及其所赋予的相应职权, 构成质量保证体系组织, 对生产过程实施有效质量监督和控制。	变化		根据许可项目特性和本单位的实际情况, 建立独立行使特种设备安全性能管理职责的质量保证体系组织。
9	M1.2.2 人员	生产单位质量保证工程师、质量控制系统责任人员由生产单位法定代表人(主要负责人)任命, 质量保证工程师应当为管理层成员。质量保证体系人员应当熟悉特种设备生产相关法律、法规、安全技术规范及相关标准和本单位质量保证体系文件, 具有所负责工作相关的专业教育背景和工作经验, 熟悉任职岗位的工作任务和要求。 按照本规则附件 B 至附件 L 规定的过程控制, 应当配备质量控制系统责任人员。质量保证工程师不能兼任质量控制系统责任人员, 质量控制系统责任人员最多只能担任两个不相关的质量控制系统责任人员。 质量保证工程师、质量控制系统责任人员的学历、工作经历等应当符合相应特种设备生产许可条件的要求。	变化	正文 第四条 特种设备制造、安装、改造、维修单位质量保证体系责任人员的要求如下:	(一) 特种设备制造、安装、改造、维修单位法定代表人(或其授权代理人)是承担安全质量责任的第一责任人, 应当在管理层中任命 1 名质量保证工程师, 协助最高管理者对特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系的建立、实施、保持和改进负责, 任命各质量控制系统责任人员, 对特种设备制造、安装、改造、维修过程中的质量控制负责; (二) 质量保证工程师和各质量控制系统责任人员应当是特种设备制造、安装、改造、维修单位聘用的相关专业工程技术人员, 其任职条件应当符合安全技术规范的规定, 并与特种设备制造、安装、改造、维修单位签订了劳动合同, 但是不得同时受聘于两个以上单位; (三) 质量控制系统责任人员最多只能兼任两个管理职责不相关的质量控制系统责任人员。
10	M1.2.3	人员职权	变化	附件 1.3	职责、权限
11	M1.2.3.1 法定代表人(主要负责人)	法定代表人(主要负责人)是特种设备安全、质量的第一责任人。	变化		规定法定代表人对特种设备安全质量负责, 任命质量保证工程师和各质量控制系统责任人员。质量保证工程师应为管理层成员且具有与所许可项目专业相关的知识, 具有质量保证体系建立、实施、保持和改进的管理职责和权限。 任命质量控制系统(如设计、材料、工艺、焊接、机械加工、金属结构制作、电控系统制作、热处理、无损检测检验与试验、安装调试、其他主要过程控制系统等)责任人员, 规定各质量控制系统责任人员以及需要独立行使与保证特种设备安全性能相关人员的职责、权限, 明确各质量控制系统之间、质量保证工程师与各质量控制系统责任人员之间、各质量控制系统责任人员之间的工作接口控制和协调措施。

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
12	M1.2.3.2 质量保证工程师	(1) 组织贯彻、实施有关特种设备的法律、法规、安全技术规范及相关标准，对质量保证系统的实施负责； (2) 组织制订质量保证手册、程序文件等质量保证体系文件，批准程序文件； (3) 指导和协调、监督好检查质量保证体系各质量控制系统的的工作； (4) 定期组织质量分析、质量审核，并且协助进行管理评审工作； (5) 实施对不合格品（项）的控制，行使质量一票否决权； (6) 组织建立和健全内外部质量信息反馈和处理的信息系统； (7) 有向特种设备安全监管部门如实反映质量问题的权力和义务； (8) 组织对质量控制体系责任人员及其相关人员定期进行教育和培训。	增加		
13	M1.2.3.3 质量控制 系统责任 人员	在保证工程师的领导下，按照质量保证体系的要求，对所负责的质量控制系统履行以下职权，对控制系统是否有效实施负责： (1) 负责审核质量控制程序文件； (2) 按照本附件，审查确认相关工作见证，检查生产过程的质量控制程序和要求实施情况； (3) 发现问题应当与当事人及时联系、解决，并且有权要求停止当事人的工作，将情况向质量保证工程师报告。	增加		
14	M1.3	管理评审	调整 / 变化	附件 1.4	管理评审
15		管理层应当每年至少对特种设备质量保证体系的适应性、充分性和有效性进行一次管理评审，管理评审由法定代表人（主要负责人）负责，评审内容和结果应当予以记录，并且形成评审报告，由法定代表人（主要负责人）批准。			每年至少应当对特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系进行一次管理评审，确保质量保证体系的适应性、充分性和有效性，满足质量方针和目标的要求，并保存管理评审记录。
				正文 第七条	特种设备制造、安装、改造、维修单位应当定期对质量保证体系进行管理评审，并且做好评审纪录。
16	M1.4	质量保证体系发生变化的管理	变化	正文 第八条	质量保证体系发生变化时，应当及时按规定程序修订质量保证体系文件，必要时对质量保证手册进行再版。
17		质量保证体系发生变化（注 M-1）时，应当及时按照规定程序进行完善，修订相应的质量保证体系文件，必要时对质量保证手册进行再版。 注 M-1：质量保证体系发生变化，一般是指单位生产组织结构、质量保证体系人员配备及其职能、生产过程控制要素发生变化（减少或者增加）、特种设备安全有关的法律、法规、安全技术规范等			

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
17		发生变更, 以及特种设备安全监管部门对质量保证体系提出新的要求, 原有的质量保证体系已经不能适应, 需要进行修改、修订等情况。			
18	M2	质量保证体系文件		附件 2	质量保证体系文件
19		特种设备生产单位应当根据其特种设备许可范围的特性, 以及质量控制的实际需要, 制定并执行质量保证体系文件。质量保证体系文件, 包括质量保证手册、程序文件、作业(工艺)文件和记录、质量计划等。	调整 / 变化		质量保证体系文件包括质量保证手册、程序文件(管理制度)、作业(工艺)文件(如作业指导书、工艺规程、工艺卡、操作规程等, 下同)、记录(表、卡)等
				正文第五条	特种设备制造、安装、改造、维修单位应当编制质量保证体系文件, 包括质量保证手册、程序性文件(管理制度)、作业(工艺)文件和记录等。质量保证手册应当由法定代表人(或其授权代理人)批准、颁布。
20	M2.1 质量保证手册	质量保证手册应当至少包括以下内容: (1) 术语和缩写; (2) 质量保证体系的适用范围; (3) 质量方针和目标(注 M-2); (4) 质量保证体系组织及管理职责, 以及与生产、技术、质量检验等的关系, 并且配有单位组织机构图和质量保证体系组织结构图; (5) 质量保证体系基本要素及相关的质量控制系统的要求以及相互关系; (6) 各级人员的任命、职责和权限(可以另行文件, 不纳入质量保证手册中)。质量保证手册由法定代表人(主要负责人)或者其授权的最高管理者批准、颁布。注 M-2: 质量方针和目标应当经法定代表人(主要负责人)或者其授权的代理人批准, 形成正式文件。质量方针和目标应当符合以下要求: (1) 符合本单位的实际情况和许可范围、特性, 突出特种设备安全性能要求; (2) 质量方针体现对特种设备安全性能及其质量持续改进的承诺, 指明本单位的质量方向和所追求的目标; (3) 质量目标进行量化和分解, 落实到各质量控制系统、各相关部门和责任人员, 并且定期对质量目标进行考核。	调整 / 变化	附件 2.1 质量保证手册	质量保证手册应当描述质量保证体系文件的结构层次和相互关系, 并至少包括以下内容: (1) 术语和缩写; (2) 体系的适用范围; (3) 质量方针和目标; (4) 质量保证体系组织及管理职责; (5) 质量保证体系基本要素、质量控制系统、控制环节、控制点的要求。
				附件 1 管理职责	质量方针和目标应当经法定代表人(或者其授权的代理人)批准, 形成正式文件。
				附件 1.1 质量方针和目标	质量方针和目标应当符合以下要求: (1) 符合本单位的实际情况和许可项目范围、特性, 突出特种设备安全性能要求; (2) 质量方针体现了对特种设备安全性能及其质量持续改进的承诺, 指明本单位的质量方向和所追求的目标; (3) 质量目标进行量化和分解, 落实到各质量控制系统及其相关的部门和责任人员, 并且定期对质量目标进行考核。
21	M2.2 程序文件	程序文件与质量方针相一致, 满足质量保证手册的相关要求, 并且符合本单位的实际情况, 具有可操作性。	变化	附件 2.2 程序文件(管理制度)	程序文件(管理制度)与质量方针相一致、满足质量保证手册基本要素要求, 并且符合本单位的实际情况, 具有可操作性。
22	M2.3 作业文件和质量记录	作业文件和质量记录应当符合许可范围的特性, 满足质量保证体系实施过程的控制需要。文件格式应当规范、统一。	变化	附件 2.3 作业(工艺)文件和质量记录	作业(工艺)文件和质量记录应当符合许可项目特性, 满足质量保证体系实施过程的控制需要。文件格式及其包括的项目、内容应当规范标准。

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
23	M2.4 质量计划	<p>质量计划应当满足许可范围特性和单位实际情况，依据各质量控制系统要求，在生产过程中合理设置控制环节、控制点（包括检查或者审核点、停止点、见证点），并且包括以下内容：</p> <p>(1) 控制项目、内容及要求；</p> <p>(2) 过程中实际操作要求；</p> <p>(3) 质量控制系统责任人员，以及客户、监督检验机构签字确认的规定。</p> <p>质量计划可以单独编写，也可以针对生产项目体现在工艺规程、过程控制表卡、施工方案或者施工组织设计等有关作业文件中。</p>	变化	附件 2.4 质量计划（过程控制表卡、施工组织设计或者施工方案）	<p>质量计划能够有效控制产品（设备）安全性能，能够依据各质量控制系统要求，合理设置控制环节、控制点（包括审核点、见证点、停止点），满足受理的许可项目特性和申请单位实际情况，并且包括以下内容：</p> <p>(1) 控制内容、要求；</p> <p>(2) 过程中实际操作要求；</p> <p>(3) 质量控制系统责任人员和相关人员的签字确认的规定。</p>
24	M3	质量保证体系控制要素	变化	附件	特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要素
25		<p>质量保证体系控制要素，一般包括文件和记录控制、合同控制、设计控制、材料与零部件控制、作业（工艺）控制，焊接控制、热处理控制、无损检测控制、理化检验控制（注 M-3）、检验与试验控制、生产设备和检验试验装置控制、不合格品（项）控制、质量改进与服务、人员管理、执行特种设备许可制度，以及本规则附件 B 至附件 L 规定的过程控制等。</p> <p>控制要素至少包括以下控制范围、程序、内容：</p> <p>(1) 实施中的控制要求、过程记录、检验试验项目、检验试验记录和报告；</p> <p>(2) 相关人员配备，职权和检查确认的工作见证。</p> <p>本规则附件 B 至附件 L 规定的其他过程控制要素，可以按照前款规定的基本要求，并且参照本附件 M3.1 至 M3.15，对其控制范围、程序、内容做出具体规定。</p> <p>质量控制系统责任人员按照相应要求，履行审查确认、作出记录的职责。有关要素中没有要求配备质量控制系统责任人员的，由相关责任人员，履行审查确认、作出记录的职责。具体职责应当在程序文件中作出明确规定，并且不少于本附件相应要素提出的要求。</p> <p>本规则附件 B 至附件 L 规定允许外委的项目、内容，当外委时，应当制定质量控制的基本要求，包括资质资格认定、评价、选择、重新评价，活动的监督，质量记录、报告的审核和确认等要求。</p> <p>注 M-3：焊接控制、热处理控制、无损检测控制、理化检验控制，只适用于有焊接、热处理要求的生产工艺，以及需要进行无损检测、理化检验的产品（设备）生产过程。</p>	变化	正文第六条	<p>质量保证体系的基本要素见附件。特种设备制造、安装、改造、维修单位可以根据其特种设备许可项目范围和特性以及质量控制的需要设置质量保证体系基本要素，但是至少应当包括管理职责、质量保证体系文件、文件和记录控制、合同控制、设计控制、材料（零、部件）控制、作业（工艺）控制、检验与试验控制、设备和检验试验装置控制、不合格品（项）控制、质量改进与服务、人员培训、考核及其管理、执行特种设备许可制度等基本要素，并且还应当包括特种设备安全技术规范所规定的其他主要过程控制内容</p> <p>对于法规、安全技术规范规定允许分包的项目、内容，当特种设备制造、安装、改造、维修单位进行分包时，应当制定分包质量控制的基本要求，包括资格认定、评价、活动的监督、记录、报告的审查确认等要求。</p>

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
26	M3.1	文件和记录控制		附件 3	文件和记录控制
27	M3.1.1 文件控制	<p>文件控制的范围、程序和内容如下：</p> <p>(1) 受控文件类别的确定，至少包括质量保证体系文件、外来文件（注 M-4），以及其他需要控制的文件；</p> <p>(2) 文件管理，包括编制、审核、批准、标识、发放、修改、回收，设计文件许可印章使用管理，保管（方式、设施等）及其销毁的规定；其中外来文件控制还应当有收集（购买）、接收等规定；</p> <p>(3) 质量保证体系相关部门、人员及场所使用的受控文件为有效版本的规定。受控文件的类别确定、发放使用、销毁，应当由相应质量控制系统责任人员审查确认，作出记录。</p> <p>注 M-4：外来文件包括法律、法规、安全技术规范及相关标准、外来设计文件，设计文件鉴定报告，型式试验报告、监督检验报告，受委托单位产品质量证明文件、资格证明文件等，其中法律、法规、安全技术规范及相关标准应当是合法出版的正式版本。</p>	变化	附件 3.1 文件控制	<p>文件控制的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 受控文件的类别确定，包括质量保证体系文件、外来文件（注）、其他需要控制的文件等；</p> <p>注：外来文件包括法律、法规、安全技术规范、标准、设计文件，设计文件鉴定报告，型式试验报告，监督检验报告，分供方产品质量证明文件、资格证明文件等。其中安全技术规范、标准必须有正式版本。</p> <p>(2) 文件的编制、会签、审批、标识、发放、修改、回收，其中外来文件控制还应当有收集、购买、接收等规定；</p> <p>(3) 质量保证体系实施的相关部门、人员及场所使用的受控文件为有效版本的规定；</p> <p>(4) 文件的保管方式、保管设施、保存期限及其销毁的规定。</p>
28	M3.1.2 记录控制	<p>记录控制范围、程序和内容如下：</p> <p>(1) 特种设备生产过程形成的记录的填写、确认、收集、归档、保管与保存期限、销毁的规定等；</p>	变化	附件 3.2 记录控制	<p>记录控制范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 特种设备制造、安装、改造、维修过程形成的记录的填写、确认、收集、归档、贮存等；</p>
28	M3.1.2 记录控制	<p>记录控制范围、程序和内容如下：</p> <p>(1) 特种设备生产过程形成的记录的填写、确认、收集、归档、保管与保存期限、销毁的规定等；</p> <p>(2) 质量保证体系实施部门、人员及场所使用相关受控记录表格有效版本的规定。记录的归档、受控记录表格有效版本，由相应质量控制系统责任人员进行审查确认，并且对记录的使用、保管进行定期检查，作出记录。</p>	变化	附件 3.2 记录控制	<p>记录控制范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 特种设备制造、安装、改造、维修过程形成的记录的填写、确认、收集、归档、贮存等；</p> <p>(2) 记录的保管和保存期限等；</p> <p>(3) 质量保证体系实施部门、人员及场所使用相关受控记录表格为有效版本的规定。</p>
29	M3.2 合同控制	<p>合同控制的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 合同评审的范围、内容，包括执行的法律法规、安全技术规范及相关标准，以及技术条件等，形成评审记录并且保存；</p> <p>(2) 合同签订、修改、会签程序。</p>	变化	附件 4 合同控制	<p>合同控制的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 合同评审的范围、内容，包括执行的法律法规、安全技术规范、标准及技术条件等，形成评审记录并且有效保存的规定；</p> <p>(2) 合同签订、修改、会签程序等。</p>
30	M3.3 设计控制	<p>设计（包括产品设计、改造设计、修理设计等）控制的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 设计输入，形成设计输入文件（如设计任务书等），内容包括依据的法规、安全技术规范及相关标准，以及技术条件等；</p>	变化	附件 5 设计控制	<p>设计控制的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 设计输入的内容包括依据的法规、安全技术规范、标准及技术条件等，形成设计输入文件（如设计任务书等）；</p> <p>(2) 设计输出，应当形成设计文件（包括设</p>

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
30		<p>(2) 设计输出, 形成设计输出文件, 包括设计说明书、设计计算书、设计图样等, 设计文件应当满足法规、安全技术规范及相关标准, 以及技术条件等;</p> <p>(3) 安全技术规范及相关标准规定用试验方法进行设计验证的, 制定设计验证的规定;</p> <p>(4) 设计文件修改的规定;</p> <p>(5) 设计文件由外单位提供时, 对外来设计文件控制的规定;</p> <p>(6) 法规、安全技术规范对设计许可、设计文件鉴定、产品型式试验等有要求的, 制定相关规定。</p> <p>设计文件有鉴定要求的, 设计文件应当在送交设计文件鉴定机构鉴定前, 由相应质量控制系统责任人员审查确认, 作出记录。</p>			<p>计说明书、设计计算书、设计图样等), 设计文件应当满足法规、安全技术规范、标准及技术条件等要求;</p> <p>(3) 按照相关规定需要设计验证的, 制定设计验证的规定;</p> <p>(4) 设计文件修改的规定;</p> <p>(5) 设计文件由外单位提供时, 对外来设计文件控制的规定;</p> <p>(6) 法规、安全技术规范对设计许可、设计文件鉴定、产品型式试验等有规定时, 应当制定相关规定。</p>
31	M3.4 材料与零部件控制	<p>材料与零部件控制的范围、程序、内容如下:</p> <p>(1) 材料与零部件的采购 (包括采购计划和采购合同), 明确对受委托方实施质量控制的方式和内容, 包括对受委托方进行评价、选择、重新评价, 并且编制受委托方评价报告, 建立合格受委托方名录等, 对法规、安全技术规范有行政许可规定的受委托方, 应当对受委托方许可资质进行确认;</p> <p>(2) 材料与零部件验收 (复验) 控制, 包括未经验收 (复验) 或者不合格的材料、零部件不得投入使用等;</p> <p>(3) 材料标识 (可追溯性标识) 的编制、标注方法、位置和移植等;</p> <p>(4) 材料与零部件的存放与保管, 包括储存场地、分区堆放等;</p> <p>(5) 材料与零部件领用和使用控制, 包括质量证明文件、牌号、规格、材料炉批号、检验结果的确认, 材料领用发放、切割下料、成型、加工前材料标识的移植及确认, 余料、废料的处理等;</p> <p>(6) 材料与零部件代用, 包括代用的基本要求及代用范围, 代用的审批、代用的检验试验等。</p> <p>材料与零部件受委托方评价报告, 材料与零部件检查验收报告, 材料与零部件代用审批报告, 由相应质量控制系统责任人员审查确认, 并对保管、使用情况进行定期检查, 作出记录。</p>	变化	附件 6 材料、零部件控制	<p>材料、零部件 (包括配套设备, 下同) 控制的范围、程序、内容如下:</p> <p>(1) 材料、零部件的采购 (包括采购计划和采购合同), 明确对分供方实施质量控制的方式和内容 (包括对分供方进行评价、选择、重新评价, 并编制分供方评价报告, 建立合格供方名录等), 对法规、安全技术规范有行政许可规定的分供方, 应当对分供方许可资格进行确认;</p> <p>(2) 材料、零部件验收 (复验) 控制, 包括未经验收 (复验) 或者不合格的材料、零部件不得投入使用等;</p> <p>(3) 材料标识 (可追溯性标识) 的编制、标识方法、位置和标识移植等;</p> <p>(4) 材料、零部件的存放与保管, 包括储存场地、分区堆放或分批次 (材料炉批) 等;</p> <p>(5) 材料、零部件领用和使用控制, 包括质量证明文件、牌号、规格、材料炉批号、检验结果的确认, 材料领用、切割下料、成型、加工前材料标识的移植及确认, 余料、废料的处理等;</p> <p>(6) 材料、零部件代用, 包括代用的基本要求及代用范围, 代用的审批、代用的检验试验等。</p>
32	M3.5 作业 (工艺) 控制	<p>作业 (工艺) 控制的范围、程序、内容如下:</p> <p>(1) 作业 (工艺) 文件的基本要求, 包括通用或者专用工艺文件制定的条件和原则要求, 工艺文件审批及工艺文件变更的要求等;</p>	变化	附件 7 作业 (工艺) 控制	<p>作业 (工艺) 控制的范围、程序、内容如下:</p> <p>(1) 作业 (工艺) 文件的基本要求, 包括通用或者专用工艺文件制定的条件和原则要求;</p> <p>(2) 作业 (工艺) 纪律检查, 包括工艺纪律</p>

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
32		(2) 作业 (工艺) 执行情况检查, 包括检查时间、人员、项目、内容等; (3) 生产用工装、模具的管理, 包括设计、制作及验收, 建档、标识、保管、定期检验、维修及报废等。 相应质量控制系统责任人员应当定期对作业 (工艺) 执行情况进行检查, 作出记录。			检查时间、人员, 检查的工序, 检查项目、内容等; (3) 工装、模具的管理, 包括工装、模具的设计、制作及检验, 工装、模具的建档、标识、保管、定期检验、维修及报废等。
33	M3.6 焊接控制	焊接控制的范围、程序、内容如下: (1) 焊接人员管理, 包括焊接人员培训、资格考核, 持证焊接人员的合格项目, 持证焊接人员的标识, 焊接人员的档案及其考核记录等; (2) 焊接材料控制, 包括焊接材料的采购、验收 (复验)、检验、储存、烘干、发放、使用和回收等; (3) 焊接工艺评定报告 (PQR) 和焊接工艺指导书 (WPS) 控制, 包括焊接工艺评定报告、相关检验检测报告、工艺评定施焊记录以及焊接工艺评定试样的保存等; (4) 焊接工艺评定的项目覆盖特种设备焊接所需要的焊接工艺; (5) 焊接过程控制, 包括焊接工艺、产品施焊记录、焊接设备以及焊接质量统计等; (6) 焊缝返修 (母材缺陷补焊) 控制, 包括焊缝返修 (母材缺陷补焊) 工艺、焊缝返修次数和焊缝返修审批、焊缝返修 (母材缺陷补焊) 后重新检验检测等; (7) 按照安全技术规范及相关标准对产品焊接试板控制, 包括焊接试板的数量、制作、焊接方式、标识、热处理、检验检测项目、试样加工、检验与试验、焊接试板和试样不合格的处理以及试样的保存等。 相应质量控制系统责任人员应当对执行情况进行检查, 作出记录。	变化	附件 8 焊接控制	焊接控制的范围、程序、内容如下: (1) 焊接人员管理, 包括焊接人员培训、资格考核, 持证焊接人员的合格项目, 持证焊接人员的标识, 焊接人员的档案及其考核记录等; (2) 焊接材料控制, 包括焊接材料的采购、验收、检验、储存、烘干、发放、使用和回收等; (3) 焊接工艺评定报告 (PQR) 和焊接工艺指导书 (WPS) 控制, 包括焊接工艺评定报告、相关检验检测报告、工艺评定施焊记录以及焊接工艺评定试样的保存; (4) 焊接工艺评定的项目覆盖特种设备焊接所需要的焊接工艺; (5) 焊接过程控制, 包括焊接工艺、产品施焊记录、焊接设备、焊接质量统计以及统计数据分析; (6) 焊缝返修 (母材缺陷补焊) 控制, 包括焊缝返修 (母材缺陷补焊) 工艺、焊缝返修次数和焊缝返修审批、焊缝返修 (母材缺陷补焊) 后重新检验检测等; (7) 依据安全技术规范、标准有产品焊接试板要求时, 对产品焊接试板的控制, 包括焊接试板的数量、制作、焊接方式、标识、热处理、检验检测项目、试样加工、检验检测方法、焊接试板和试样不合格的处理、试样的保存等。
34	M3.7 热处理控制	热处理控制的范围、程序、内容如下: (1) 热处理工艺基本要求; (2) 热处理控制, 包括所用的热处理设备、测温装置、温度自动记录装置、热处理记录 [注明热处理炉号、工件号 (产品编号)、热处理日期、热处理操作人员签字、热处理责任人签字等] 和报告的填写、审核确认等; (3) 热处理外委的, 对受委托单位热处理质量控制, 包括对受委托单位的确定, 热处理工艺控制, 受委托单位热处理报告、记录 [注明热处理炉号、工件号 (产品编号)、热处理日期、热处理操作工签字、热处理责任人签字等] 和报告的审查确认等。 热处理工艺、热处理记录和报告、受委托单位的评价, 由相应质量控制系统责任人员审查确认, 作出记录。	变化	附件 9 热处理控制	结合许可项目特性和本单位实际情况, 依据安全技术规范、标准的要求, 制定热处理控制的范围、程序、内容如下: (1) 热处理工艺基本要求; (2) 热处理控制, 包括所用的热处理设备、测温装置、温度自动记录装置、热处理记录 (注明热处理炉号、工件号 / 产品编号、热处理日期、热处理操作工签字、热处理责任人签字等) 和报告的填写、审核确认等; (3) 热处理由分包方承担时, 对分包方热处理质量控制, 包括对分包方的评价、选择和重新评价, 分包方热处理工艺控制, 分包方热处理报告、记录 (注明热处理炉号、工件号 / 产品编号、热处理日期、热处理操作工签字、热处理责任人签字等) 和报告的审查确认等。

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
35	M3.8 无损检测控制	无损检测控制的范围、程序、内容如下： (1) 无损检测人员管理，包括无损检测人员的培训、考核，资格证书，持证项目的管理，无损检测人员的职责、权限等； (2) 无损检测通用工艺、专用工艺基本要求，包括无损检测方法，依据的安全技术规范及相关标准等； (3) 无损检测过程控制，包括无损检测方法、数量、比例，不合格部位的检测、扩探比例以及评定标准等； (4) 无损检测记录、报告控制，包括无损检测记录、报告的填写，审核、复评、发放以及底片、电子资料等的保管等； (5) 无损检测仪器及试块的控制； (6) 无损检测工作外委时，对受委托单位无损检测质量控制，包括对受委托单位的确定，对受委托单位的无损检测工艺、无损检测记录和报告的审查与确认等。无损检测工艺、无损检测报告，无损检测的工作见证（底片、电子资料等）、受委托单位的评价，人员的考核持证情况，由相应质量控制系统责任人员审查确认，作出记录。	变化	附件 10 无损检测控制	结合许可项目特性和本单位实际情况，依据安全技术规范、标准的要求，制定无损检测控制的范围、程序、内容如下： (1) 无损检测人员管理，包括无损检测人员的培训、考核，资格证书，持证项目的管理，无损检测人员的职责、权限等； (2) 无损检测通用工艺、专用工艺基本要求，包括无损检测方法，依据安全技术规范、标准等； (3) 无损检测过程控制，包括无损检测方法、数量、比例，不合格部位的检测、扩探比例，评定标准等； (4) 无损检测记录、报告控制，包括无损检测记录、报告的填写、审核、复评、发放，RT 底片的保管，UT 试块的保管等； (5) 无损检测设备及器材控制； (6) 无损检测工作由分包方承担时，对分包方无损检测质量控制，包括对分包方资格、范围及人员资格的确认，对分包方的评价、选择、重新评价并且形成评价报告，对分包方的无损检测工艺、无损检测记录和报告的审查确认等。
36	M3.9 理化检验控制	理化检验控制的范围、程序、内容如下： (1) 理化检验人员培训上岗； (2) 理化检验控制，包括理化检验方法确定和操作过程的控制； (3) 理化检验记录、报告的填写、审核、结论确认、发放、复验以及试样、试剂、标样的管理等； (4) 理化检验的试样加工及试样检测； (5) 理化检验外委，对受委托单位理化检验质量控制，包括对受委托单位的确定，对受委托单位理化检验工艺、理化检验记录和报告审查确认。对受委托单位的评价、理化检验报告，由相应质量控制系统责任人员审查确认，作出记录。	变化	附件 11 理化检验控制	理化检验控制的范围、程序、内容如下： (1) 理化检验人员培训上岗； (2) 理化检验控制，包括理化检验方法确定和操作过程的控制； (3) 理化检验记录、报告的填写、审核、结论确认、发放、复验以及试样、试剂、标样的管理等； (4) 理化检验的试样加工及试样检测； (5) 理化检验由分包方承担时，对分包方理化检验质量控制，包括对分包方的评价、选择、重新评价并且形成评价报告，对分包方理化检验工艺、理化检验记录和报告的审查确认等。
37	M3.10 检验与试验控制	检验与试验控制的范围、程序、内容如下： (1) 检验与试验工艺文件基本要求，包括依据、内容、方法等； (2) 检验与试验条件控制，包括检验与试验场地、环境、温度、介质、设备（装置）、工装、试验载荷、安全防护、试验监督和确认等； (3) 过程检验与试验控制，包括前道工序未完成所要求的检验与试验或者必须的检验与试验报告未签发和确认前，不得转入下道工序或者放行的规定； (4) 最终检验与试验控制，包括最终检验与试验前所有的过程检验与试验均已完成，并且检验与试验结论满足安全技术规范及相关标准的规定； (5) 检验与试验状态，如合格、不合格、	变化	附件 12 检验与试验控制	检验与试验控制的范围、程序、内容如下： (1) 检验与试验工艺文件基本要求，包括依据、内容、方法等； (2) 过程检验与试验控制，包括前道工序未完成所要求的检验与试验或者必须的检验与试验报告未签发和确认前，不得转入下道工序或放行的规定； (3) 最终检验与试验控制（如出厂检验、竣工验收、调试验收、试运行验收等），包括最终检验与试验前所有的过程检验与试验均已完成，并且检验与试验结论满足安全技术规范、标准的规定； (4) 检验与试验条件控制，包括检验与试验场地、环境、温度、介质、设备（装置）、工装、试验载荷、安全防护、试验监督和确认等；

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
37		待检的标识控制； (6) 安全技术规范及相关标准有型式试验或者其他特殊试验规定时，应当编制型式试验或者其他特殊试验控制的规定，包括型式试验项目及其覆盖产品范围、型式试验机构、型式试验报告、型式试验结论及其他特殊试验条件、方法、工艺、记录、报告及试验结论的要求等； (7) 检验试验记录和报告控制，包括检验试验的记录、报告的填写、审核和确认等，检验试验记录、报告、样机（试样、试件）的收集、归档以及保管的特殊要求等。 检验与试验工艺，最终检验与试验报告，由相应质量控制系统责任人员审查确认，作出记录。			(5) 检验与试验状态，如合格、不合格、待检的标识控制； (6) 安全技术规范、标准有型式试验或者其他特殊试验规定时，应当编制型式试验或者其他特殊试验控制的规定，包括型式试验项目及其覆盖产品范围、型式试验机构、型式试验报告、型式试验结论及其他特殊试验条件、方法、工艺、记录、报告及试验结论等； (7) 检验与试验记录和报告控制，包括检验与试验的记录、报告的填写、审核和确认等，检验与试验记录、报告、样机（试样、试件）的收集、归档、保管的特殊要求等。
38	M3.11 生产设备和检验与试验装置控制	生产设备和检验与试验装置的控制范围、程序、内容如下： (1) 生产设备和检验与试验装置控制，包括采购、验收、建档、操作、维护、使用环境、检定校准、检修、封存以及报废等； (2) 生产设备和检验与试验装置档案管理，包括建立生产设备和检验与试验装置台帐和档案，质量证明文件、使用说明书、使用记录、维护保养记录以及校准检定计划、校准检定记录、报告等档案资料； (3) 生产设备和检验与试验装置状态控制，包括生产设备使用状态标识，检验与试验装置检定校准标识，法定要求检验的生产设备的检验报告等。	变化	附件 13 设备和检验试验装置控制	设备和检验与试验装置控制的范围、程序、内容如下： (1) 设备和检验与试验装置控制，包括采购、验收、操作、维护、使用环境、检定校准、检修、报废等； (2) 设备和检验与试验装置档案管理，包括建立设备和检验试验装置台帐和档案，质量证明文件、使用说明书、使用记录、维修保养记录、校准检定计划，校准检定记录及报告等档案资料； (3) 设备和检验与试验装置状态控制，包括检定校准标识，法定检验要求的设备定期检验报告等。
39	M3.12 不合格品（项）控制	不合格品（项）控制的范围、程序、内容如下： (1) 不合格品（项）的记录、标识、存放、隔离等； (2) 不合格品（项）原因分析、处置及处置后的检验等； (3) 对不合格品（项）所采取纠正或者预防措施的控制、审核、批准、实施及其跟踪验证等（必要时）。	变化	附件 14 不合格品（项）控制	根据本单位实际情况，制定不合格品（项）控制的范围、程序、内容以下： (1) 不合格品（项）的记录、标识、存放、隔离等； (2) 不合格品（项）原因分析、处置及处置后的检验等； (3) 对不合格品（项）所采取纠正措施的制定、审核、批准、实施及其跟踪验证等。
40	M3.13 质量改进与服务	质量改进与服务控制范围、程序、内容如下： (1) 质量信息控制，包括内、外部质量信息，特种设备安全监管部门和监督检验机构提出的质量问题，质量信息收集、汇总、分析、反馈、处理，缺陷召回负责机构设置和职责等； (2) 每年至少进行 1 次完整的内部审核，对审核发现的问题分析原因、采取纠正措施并跟踪验证其有效性； (3) 对产品一次合格率和返修率进行定期统计、分析，提出具体预防措施等； (4) 客户服务，包括服务计划、实施、验证和报告，以及相关职责等。	变化	附件 15 质量改进与服务	质量改进与服务的范围、程序、内容如下： (1) 质量信息控制，包括内、外部质量信息，质量技术监督部门和监督检验机构提出的质量问题，质量信息收集、汇总、分析、反馈、处理等； (2) 规定每年至少进行一次完整的内部审核，对审核发现的问题分析原因、采取纠正措施并跟踪验证其有效性； (3) 对产品一次合格率和返修率进行定期统计、分析，提出具体预防措施等； (4) 客户服务，包括服务计划、实施、验证和报告，以及相关职责等。

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
41	M3.14 人员管理	<p>人员管理的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 人员培训要求、内容、计划和实施等；</p> <p>(2) 特种设备许可所要求的相关人员的培训、考核档案；</p> <p>(3) 特种设备许可所要求的相关人员的聘用管理。</p>	变化	附件 16 人员培训、考核及其管理	<p>人员培训、考核及其管理的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 人员培训要求、内容、计划和实施等；</p> <p>(2) 特种设备许可所要求的相关人员的培训、考核档案；</p> <p>(3) 特种设备许可所要求的相关人员的管理，包括聘用、借调、调出的管理。</p> <p>注：本条不包括焊接人员、无损检测人员、理化检验人员，这些人员的培训、考核及其管理在相应条款中规定。</p>
42	M3.15 执行特种设备许可制度	<p>执行许可制度控制，控制范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 执行特种设备许可制度；</p> <p>(2) 接受各级特种设备安全监管部门的监督；</p> <p>(3) 接受监督检验，包括法规、安全技术规范对特种设备制造、安装、改造、修理实施监督检验的要求时，制定接受特种设备监督检验的规定，明确专人负责与监督检验人员的工作联系，提供监督检验工作的条件，对监督检验机构提出的《监检工作联络单》《监检意见通知书》的处理内容等；</p> <p>(4) 特种设备许可证管理，包括遵守相关法律、法规和安全技术规范的规定、特种设备许可情况（如名称、地点、质量保证体系）发生变更、变化时，及时办理变更申请和备案的规定，特种设备许可证及许可标志使用管理的规定，特种设备许可证换证要求等；</p> <p>(5) 提供相关信息，包括按照法规、安全技术规范以及信息化工作要求，向特种设备安全监管部门、检验机构和社会提供生产过程的相关信息，以及机构设置、人员配备和设备设施的情况等。</p> <p>执行特种设备许可制度情况，由质量保证工程师进行监督检查，对特种设备安全监管部门监督检查提出的意见、监督检验机构提出的《监检意见通知书》，提出处理意见，并且对处理结果审查确认，作出记录。</p>	变化	附件 18 执行特种设备许可制度	<p>结合许可项目特性和本单位实际情况，制定执行特种设备许可制度控制，控制的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 执行特种设备许可制度；</p> <p>(2) 接受各级质量技术监督部门的监督；</p> <p>(3) 接受监督检验，包括法规、安全技术规范对特种设备制造、安装、改造、维修有实施监督检验的要求时，制定接受特种设备监督检验的规定，明确专人负责与监督检验人员的工作联系，提供监督检验工作的条件，对监督检验机构提出的《监检工作联络单》、《监检意见通知书》的处理程序等；</p> <p>(4) 做好特种设备许可证管理，包括遵守相关法律、法规和安全技术规范的规定，特种设备许可情况（如名称、地点、质量保证体系）发生变更、变化时，及时办理变更申请和备案的规定，特种设备许可证及许可标志管理规定，特种设备许可证的换证的要求等。</p> <p>(5) 提供相关信息，包括按照法规、安全技术规范，向质量技术监督部门、检验机构和社会提供特种设备制造、安装、改造、维修的相关信息。</p>
43			删减	附件 17 其他过程控制	<p>结合许可项目特性，应当将其他过程控制单独编制为控制要素，控制的范围、程序、内容如下：</p> <p>(1) 明确对特种设备安全性能有重要影响的其他过程；</p> <p>(2) 任命其他过程控制责任人员，明确其职责、权限；</p> <p>(3) 其他过程控制实施中的特殊控制要求、过程记录、检验与试验项目、检验与试验记录和报告。</p>

序号	TSG 07 附件 M 条 / 款 / 项编号	TSG 07 附件 M 内容	对照结果	TSG Z0004 条 / 款 / 项编号	TSG Z0004 内容
43					注：其他过程是指在特种设备制造、安装、改造、维修过程中，对特种设备安全性能有重要影响、需要加以特别控制的过程。如爆破片的刻槽，球片的压制，封头的成型，锻件加工，容器的表面处理，缠绕容器的缠绕或绕带，无缝气瓶的拉伸成型、收口、收底、瓶口加工等；溶解乙炔气瓶的填料配料、蒸压、烘干等，缠绕气瓶的纤维缠绕、烘干、固化等；医用氧舱的安装、通信系统、电器系统、照明系统、供排气系统等；锅炉管板与烟管的胀接过程，锅炉安装调试，非金属管件、管材的挤出成型等；锅炉压力容器等用钢板生产过程中的炼钢、连铸、模铸、加热和热处理、压力加工及成品精整等；金属管件的弯制、成型等；阀门装配测试过程，压力管道安装中的穿跨越工程、阴极保护装置安装、通球扫线、防腐、隐蔽工程等；电控系统、液压系统、气动系统及整机的安装调试，重要零部件的加工、安全部件的制作和检验、金属结构制作，批量制造产品的批量管理等。 对于许可规则（条件）等安全技术规范明确规定的其他过程控制中的主要控制过程，应当单独作为一个基本要素做出专门规定，其他一般性的过程控制可以在作业（工艺）控制中规定。对于某些许可项目，如果没有焊接、热处理、无损检测等要求的，可以不进行专门规定。
44	TSG 07-2019 附则 4.4	本规则由市场监管总局负责解释。	变化	正文 第九条	本要求由国家质量监督检验检疫总局负责解释。
45	TSG 07-2019 附则 4.5	自 2019 年 6 月 1 日起施行，《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》（TSGZ0004-2007）同时废止。	变化	正文 第十条	本要求自 2007 年 10 月 1 日起施行。本规范颁布前，其他有关特种设备的规范、文件所规定的特种设备制造、安装、改造、维修的质量保证（管理）体系、质量体系的要求同时废止。
备 注					
1、《特种设备生产单位和充装单位许可规则》（TSG 07-2019）2019 年 5 月 13 日，由国家市场监督管理总局批准颁布，自 2019 年 6 月 1 日起施行。					
2、《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》（TSG 07-2019）2007 年 8 月 8 日，由原国家质检总局批准颁布，自 2007 年 10 月 1 日起施行。					

浅谈低温压力容器的设计

黄天琪 华电电科院

摘要：低温压力容器就是石油工业发展的一种约束力量，因此这种容器设计的如何将成为石油工业发展关注的一个重点问题。本文对国内外低温压力容器设计理念的比较，按常规设计的压力容器壳体，在小于 -20°C 的工况条件下，对低温压力容器的设计提供参考。

关键词：低温界限；断裂力学；压力容器

1 低温压力容器设计理念

1.1 国外低温压力容器设计理念

在国外低温压力容器设计方面，以先进的美国 ASME VII-1 规范和欧盟 EN13445 规范进行设计理念的分析。其中，美国 ASME VII-1 规范采用的是线弹性断裂力学理念进行低温压力容器设计，以防止容器出现脆断问题。在该规范中，对容器材料厚度、结构应力、最低操作温度和材料组别等因素进行了综合考虑，并完成了两个曲线算图的制定，以确定容器结构及材料是否需要开展冲击试验。在欧盟 EN13445 规范中，共提出三种防脆断设计方法，要求低温容器设计满足其中一项要求。针对任一金属材料，都可以使用第一种基于经验的设计方法，即根据经验对材料厚度及类别进行了冲击试验温度的设定，需要根据薄膜应力/需用应力的计算结果进行设计参考温度提高值的确定。针对最小屈服强度不超过 500MPa 的部分材料，可使用基于断裂力学和经验的设计方法，方法内容与美国 ASME 规范类似，但需要根据材料屈服强度进行冲击功合格值的确定。

针对以上方法无法覆盖的材料，可使用基于断裂学分析的方法，需开展断裂性韧性试验，以确认容器安全性。

1.2 国内低温压力容器设计理念

国内在低温压力容器设计方面，施行的是 GB/T150《压力容器》标准。该标准参照 ASME VII-1 规

定进行了低合金钢材料低温容器韧性要求的制定，并使用了基于经验的转变温度法。此外，该规定将 -20°C 设定为低温容器的划分界限，显得略为保守。针对低于 -20°C 的最低设计温度，规定要求在低于设计温度的温度下对母材及焊接接头材料开展冲击试验，并以不同冲击功合格指标进行不同强度等级材料的冲击试验。此外，规定中对低温低应力工况进行了规定，即要求壳体及受压元件最大弯曲应力及一次薄膜小于等于钢材标准常温屈服强度的 $1/6$ ，并且不超过 50MPa 工况。针对低合金钢制容器，则要求最低设计温度 $+50^{\circ}\text{C} > -20^{\circ}\text{C}$ 。

2 低温压力容器设计

2.1 低温的界定

由于低温脆断这一破裂现象发生的前后，均没有或只有局部极小的塑性变形，而没有整体屈服迹象，目前世界各国，凡按常规设计的压力容器规范，对受压元件的低应力脆断，都做出了相应的规定和给出了各自的低温界限。

根据多年的实践经验验证实在 $-19^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 时的压力容器，按常温进行选材、设计、制造是具有足够安全性的。所以，我国标准 GB/T150-2011《压力容器》仍把低温压力容器低温界限规定为小于等于 -20°C 。

2.2 设计温度的确定

小于 -20°C 的低温界限，对实际的韧-脆性的转变是在一定的温度范围内发生而言的，有着一定的宽

松尺度。但就其工程设计来讲,还是较为极端的。因为设计温度大于 -20°C ,和设计温度小于 -20°C ,在设计、选材、制造等方面是截然不同的。所以,设计温度的确定是低温压力容器设计中一项至关重要的因素。应从设备在相应低温下与压力的组合工况,和是否受环境影响、介质的状态及有无保温或保冷等方面,去做具体问题分析。

设计温度一经确定,便可依小于 -20°C 这一压力容器的低温界限,判定压力是否应按低温选材、设计、制造等。对于设计温度小于 -20°C 的压力容器的受压元件,原则上均应考虑其低温脆断因素而按低温设计,但在不同的工况下也有例外。

2.3 低温低应力工况

低温低应力的工况,是依据压力容器处于小于 -20°C 时,受压元件实际应力水平而确定的,是对低温压力容器受压元件的一种特殊处理方法。GB150-2011中规定壳体或其受压元件的设计温度虽然低于 -20°C ,但设计应力(在该设计条件下,容器元件实际承受的最大一次总体薄膜和弯曲应力)小于或等于钢材标准常温屈服强度的 $1/6$,且不大于 50Mpa 时的工况。

在GB150-2011中提出,对于碳素钢和低合金钢制容器,当壳体或其受压元件使用在“低温低应力工况”下,若其设计温度加 50°C (对于不要求焊后热处理的容器加 40°C)后,不低于 -20°C ,除另有规定外不必遵循关于低温容器的规定。

2.4 低温压力容器用钢材的选用

2.4.1 低温压力容器受压元件材料的选择

低温用钢材的质量在低温压力容器质量中占有很大的重量,从使用温度来看,低温用钢大体分为三类,即低碳碳锰钢适用于 -40°C 以上温度,低碳钢、中镍钢适用于 $-40^{\circ}\text{C}\sim-196^{\circ}\text{C}$ 时, CrNi 奥氏体钢适用于 $-196^{\circ}\text{C}\sim-273^{\circ}\text{C}$ 。

2.4.2 非受压元件材料的选择

连接低温压力容器受压元件的非受压元件材料的低温韧性与焊接接头性能必须和受压元件相匹配。其中对于低温压力容器来说,支座的选材时尤为重要的,主要体现在:低温韧性与受压元件相同的同种材料适用于设计温度不高于 -70°C 的低温容器;支座材

料的低温韧性比受压元件低一个等级的材料适用于设计温度高于 -70°C 而低于 -20°C 的低温容器。考虑环境温度的影响是选用支座材料在极低环境温度下安装必须考虑的因素之一。

2.5 低温容器的结构设计

低温压力容器及其部件的结构设计应充分考虑一下各项要求:

(1) 结构尽可能简单,减少焊接件的拘束程度。

(2) 结构应减少局部的应力集中以及截面的急剧变化。

(3) 附件的连接焊缝不应采用不连续焊或点焊,且不应与A、B类焊接接头相重合。

(4) 结构应避免产生过大的温度梯度。

(5) 焊有接管及载荷复杂的附件的容器,需焊后消除应力热处理而不能进行整体热处理时,应考虑焊接部位单独热处理的可能性。

(6) 容器的鞍座、耳座、支腿(球罐除外)宜设置垫板或连接板,尽量避免直接与容器壳体相焊。垫板或连接板应与本体材料相同。

(7) 接管补强应尽可能采用整体补强或厚壁管补强,若采用补强板,应为全焊透结构,切焊缝圆滑过渡。

在设计低温压力容器的过程中,我们应该在遵循国家相关标准的情况下,学习外国先进的设计、计算思想,完善自身设计产品以确保产品的安全性和必要的经济性。

3 总结

低温压力容器应用的普遍性的增强,使得其设计的制造工艺也越来越得到人们的重视。通过对低温压力容器的制造过程的改良,监督和检查来促进这一特殊制造工艺的进步,从而制造出更适合现代社会的低温压力容器供相关的部门使用。

参考文献

[1] 高军.低温压力容器用钢及其焊接与检测[J].机械研究与应用,2011(17):12-22.

[2] 罗扬.太钢低温压力容器用9n钢填补国内空白[J].上海金属,2011(19):48-56.

[3] 马鸣.低温钢制压力容器焊接工艺综述[J].中国化工装备,2011(2):33-43.

压力容器焊接工艺及焊接新技术的应用探讨

宫羽丽 中海油山东化学工程有限公司

摘要：随着经济及科技的不断发展，焊接新技术已逐渐产生并实现快速发展及应用，其中包含弯管内壁堆焊技术、接管自动焊接技术、窄间隙埋弧焊技术、新型激光复合焊接技术等。笔者对压力容器的焊接工艺及其焊接注意事项进行分析，描述新型焊接技术在压力容器中的应用以及其具体应用中出现问题的相关探讨，为压力容器焊接新技术的不断发展及应用贡献一份力量。

关键词：压力容器；焊接工艺；焊接技术

1 压力容器焊接工艺

1.1 压力容器焊接工艺的分类

焊接技术是指采用高热及高压等形式将同种或异种材质进行永久结合的工艺技术。在压力容器制造各环节中均有涉及，如在普通压力容器制造中，焊接工作占到所工作总量的41%左右，而在厚板压力等容器中其应用更加广泛，可达到51%左右。除此之外，焊接技术的应用如技术选择及接头可靠性等均会对压力容器质量产生影响，因此，人们对压力容器制造中焊接技术的选择及合理应用便显得尤为重要。

在压力容器的焊接工艺的分类大概有以下几种：（1）手弧焊；（2）钨极氩弧焊；（3）埋弧焊；（4）熔化极气体保护焊等，但是不是每一种焊接方式都可以用到压力容器的制作当中去，这还要看压力容器的制作材质、制作的环境、工匠的技术等等因素。

1.2 压力容器焊接工艺的准备

造成制造中焊接出差错的重要原因是材料选取的不正确。在焊接的准备阶段，在选取压力容器材料的时候，要选用标准要求材料，在焊接卷板之前应该提前清理干净依附在板面上，可能

对压力容器造成损伤的硬物和杂物，同时还要检查好焊接时的焊接接口位置等等一些工序，使之达到焊接标准的要求。在压力容器焊接成型的阶段，不能直接将钢板弯曲，应该先有一个预弯的过程，在钢板卷成一个圆形的时候，必须要在机器上摆放端正，可以采用在机器和钢板上做标记的方式来确定钢板是否已经摆正。卷轴钢板的时候严禁一次就将钢板卷制完成，要采取循序渐进的方式，一次次不间断的进行卷制，而每次卷制的程度不得高于上一次的30%。在焊接时要选取一个已经焊接合格的样板来进行比对，确认是否符合一切准则，在焊接时，必须严格按照确定好的接口进行焊制，并且在焊制的过程当中要及时的清理在焊接时产生的焊瘤或飞溅，以免对压力容器造成伤害^[1]。

1.3 压力容器的焊后检查和焊后返修

压力容器在焊接完毕之后，应当首先检查它的焊缝外观和尺寸是否符合预定目标。目标参数、实验压力容器焊接完毕之后的抗热能力和对热的处理、检查压力容器是否在焊接的时候出现裂痕等损伤、检查压力容器在制作之后的致密性是否良好，是否有透气的现象出现。

关于压力容器在焊接完毕之后的返厂检查和焊后返修必须要严格做到以下几点:

(1) 焊接的返修次数不宜超过两次;

(2) 在压力容器回厂返修之前, 必须要将其清洗干净, 可以采用表面扫描的方式确定已经清洗干净;

(3) 如果需要对焊接之后的压力容器进行返厂检修, 必须要提交它要返修的原因并且对原因作出分析, 同时提出要维修的建议;

(4) 等待补焊的部位一定要开阔、平整、以便于进行补焊工作的进行。

(5) 焊后检查和焊后返修后依据相关标准进行无损检测。

2 压力容器焊接新技术及应用研究

2.1 窄间隙埋弧焊技术

窄间隙埋弧焊技术在我国应用已逐渐广泛, 我国第一重型机械集团焊接制造了2个壁厚均为337mm的世界最大及最重加氢反应器, 该容器在制造时采用我国所研发的“双丝窄间隙埋弧焊”技术, 该反应器每条焊缝不停焊接需用时约5天4夜, 全部焊缝一次探伤合格^[2]。

窄间隙埋弧焊设备功能具有多种多样性, 除具有一般基础功能外, 同时还具有关键功能, 如具备双侧横向与高度自动跟踪功能, 保证每一焊道与坡口侧壁均匀熔合且可合理有效地控制木材金属融入, 具有较高熔敷效率但不会损害母材热影响区性能。现阶段, 窄间隙埋弧焊技术虽在我国容器焊接应用中具有一定的高效性, 但窄间隙气体保护焊方法其坡口过窄, 无法实现自动跟踪且其跟踪不可靠, 因此在具体应用中, 各焊接工作者需注重焊丝硬度均匀性及焊接缺陷控制, 不断促进该技术合理性发展及完善应用。

2.2 接管自动焊接技术

2.2.1 接管与筒体自动焊接

我国传统接管马鞍形埋弧自动焊设备其焊接马鞍形运动轨迹多以机械仿形形式实现, 该操作

形式在具体应用中具有厚度较大、窄间隙坡口过大等焊接缺陷, 因此随着现代焊接新技术的发展, 接管马鞍形埋弧自动焊设备逐渐出现, 且利用信息技术不断实现其应用的高效性及广泛性^[2]。

该焊接设备在具体应用时主要利用接管内径后夹紧四连杆后自动定心, 焊枪马鞍形轨迹依托于数学模型后自动生成, 在该设备操作中直接输入相关参数可实现多层多道连续焊接, 同时具断点记忆及自动复位功能, 可分别完成对内马鞍、外马鞍及水平环焊缝自动焊接^[3]。

2.2.2 接管与封头自动焊接

该项焊接主要包含向心接管及非向心接管两种形式。在采用封头接管理弧自动焊机前需对该设备进行自动定心, 焊枪自动寻位外壁, 旋转中心自动定位于中心线, 后焊丝端部坡口底部自动寻位, 记录焊缝高度方向变化, 该设备在应用时采用现代化技术可有效实现自动定位, 避免传统人工定位导致的各问题出现, 有利于焊接高效性增长, 除此以外, 该设备具有横向跟踪功能, 因此在自动焊接时, 可对接管外壁进行跟踪, 从而保证焊接过程中坡口侧壁及焊丝其距离保持一致^[4]。

2.3 弯管内壁堆焊技术

设备焊接工艺具有相对复杂性, 不同的压力容器其技术需求具有差异性, 压力容器在长期应用后, 其接管内壁会产生一定的腐蚀, 因此一般情况下, 压力容器接管内壁可实现不锈钢耐磨层堆焊, 从而保证设备合理应用。在对容器接管内壁堆焊设备应用时, 弯管内壁堆焊设备较直管内壁堆焊设备具有一定应用复杂性, 之前在对弯管内壁堆焊时采用将90°弯管分割为3断后进行焊接, 在操作结束后再将其进行连接, 该类操作其过程较为繁琐且效率低, 无法满足现代发展需求。但目前, 针对此类弯管需求已实现90°弯管内壁自动堆焊设备制作^[5]。

30°弯管内壁堆焊在操作时主要是指利用对



焊机自身 5 轴实现协调运动，后在数学模型下实现焊枪排列保持工件 3 轴运动，匀变速旋转运动，焊接速度保持不变且与焊枪摆幅宽窄相匹配，后在一圈焊接结束后摆角变位，下圈圆心处旋转中心。焊接机头 2 轴运动，一圈堆焊结束，焊枪变摆幅(由小变大再变小)保持内部各层厚度相一致，对应弯管曲率半径及内径进行运动参数计算。

90° 弯管内壁堆焊行弯管母线纵向自动堆焊，采用二维变位机旋转从而实现对各焊道的焊接，在该操作时，可对 90° 弯曲焊枪予以安装，从而可在堆焊过程中保证焊枪自动变位。

2.4 新型激光复合焊接技术

新型激光复合焊接技术可取代钨极填丝氩弧焊，后者在传统压力容器焊接中由于焊接质量高、无飞溅等优点广泛应用于各行业工艺焊接中，而该技术在具体应用中其效率较低，长时间以来，由于熔化极气体保护焊无法用纯氩气为保护气体，电弧在纯氩气中难以有效控制且具有一定的不稳定性导致各问题出现，现阶段，随着社会科技的不断发展，激光电弧复合热源焊接技术出现并逐渐被广泛应用，该项技术在应用中可在电弧熔池中形成小孔使其充满金属蒸汽，同时还可产生等离子体，可对电弧产生吸引及引导作用，故在激光电弧复合热源焊接中，纯氩为保护气体时电弧可

稳定燃烧，对容器焊接产生一定的高效性，有利于容器焊接质量提升^[6]。

随着信息化科技的不断发展，全数字化焊接电弧及激光复合焊接技术的出现，该技术在具体应用中其焊接过程中的飞溅少，焊接稳定且成型质量高，因此该类技术现已逐渐引起人们的广泛关注，并逐渐开始应用于各容器焊接。

3 结语

在压力容器制作焊接的过程当中一定要谨慎、严格、细心，否则就会出现很严重的危害。随着我国现代经济及科技的不断发展，焊接技术作为各行业中应用极为广泛的技术，其新技术已逐渐产生并实现快速发展及应用，其中包含窄间隙埋弧焊技术、接管自动焊接技术、弯管内壁堆焊技术、新型激光复合焊接技术等等。该类技术在具体应用时，还需加强各应用部分的协调发展，在新技术自身完善性条件下，实现我国焊接技术的不断发展。

参考文献

- [1] 吴涵韬. 压力容器制造过程中的问题及措施 [J]. 科技致富向导, 2014(21).
- [2] 吴清. 压力容器焊接新技术分析和有效应用 [J]. 科技与企业, 2013(24):365-366.
- [3] 王鑫, 姜峰, 索忠源, 刘春鹏, 邸鹰. 浅谈我国钢制压力容器焊接新技术 [J]. 金属功能材料, 2014(5):46-49.
- [4] 张磊, 李勇. 压力容器焊接新技术及其应用 [J]. 科技致富向导, 2015(15):177.
- [5] 张勇, 孟庆峰, 王红庆. 压力容器焊接新技术及其应用 [J]. 科技视界, 2013(24):91.
- [6] 陈浩. 压力容器焊接新技术及其应用分析 [J]. 山东工业技术, 2014(24):43.

压力容器无损检测中的声发射技术探讨

牛庆良 华电电科院

摘要：声发射技术可在金属常压储罐不停产的情况下完成检测工作，确定声发射源的特征和储罐的缺陷。该检测技术对压力容器的无损检测设备的发展具有重要现实意义。本文通过对声发射技术在压力容器中的探测原理进行了阐述，详细介绍了声发射技术的优点与声发射检测特点，探讨声波技术在容器检测中的真实诊断故障效果。

关键词：声发射技术；压力容器；探测

1 前言

压力容器作为化学生产中的重要设备，对于整个生产过程的继续以及生产活动的展开有着重大的影响，一旦压力容器出现损坏，往往会造成生产活动的破坏和人员伤亡，给企业和社会带来巨大的经济损失和环境污染。通过对压力容器损坏后果的统计调查，多数压力容器的损坏会给周围生产厂房以及生产设备人员带来巨大的毁坏。由于压力容器本身所含介质多为有压力的气体和饱和液体，因而在损坏的过程中容器会因为内部的巨大压力从而化成碎片迸发出来，给周围的生产厂商和生产设备带来巨大的损失。新的形势下，新的社会科技条件下为了更好的控制压力容器的安全，实现安全生产，越来越多的压力容器检测方法被投入使用实验，最终在广大检测人员的不懈努力下，多个探测容器损伤的技术相继被提出，尤其以声发射技术检测成果最为优效。

2 声发射技术探测容器的原理

压力容器的构成多为金属，而金属对于声波的发射具有很好的反射效能，因而可以使用声发射技术对绝大多数的压力容器实现声波探测。反射工作流程是通过声波发射器在特定的检测环境中，发射出声波并且在声电转换器的作用下实现

对声波信号的再扩大，并且通过声波回收器的信号回收处理，来对声波反射信号的状况进行详实的记录和显示，通过对比原有正常无损情况下声波反射信号，来判断该压力容器是否完好无损。在此基础上部分探测人员还通过对正常声波波图的制作以及反射后声波波图的对比，来进行更加明确的声波检测成果评定。

3 声发射技术组成部分

3.1 声发射源

声发射源，具体是指声发射试件的物理源点或者出现声发射波的机制源。研究声发射的微观起源有助于人们决定产生声发射的可能性，并以此去检测声发射的参数以区别它们。

构件因在外力的作用下产生变形，在变形的过程中外力所做的功转变为储存于构件的应变能，其在释放的过程中产生弹性波是材料产生声发射的源。另外，构件内部各部分之间因相对位置发生变化而引起的相互作用时产生塑性变形也会导致声发射。例如，压力容器碰撞外部脚手架、支撑平台等可以形成机械摩擦声发射信号；此外，容器壳体利用焊缝焊接，在加压过程中，壳体膨胀造成各部分的摩擦以及压力容器焊缝表面裂纹与内部深埋裂纹的尖端塑性形变极有可能形成大

规模的声发射信号；气孔、夹渣、未熔合与未焊透问题导致的开裂和扩展以及断裂非金属渣物出现在压力容器焊缝内进而形成了声发射信号；针对新制压力容器第一次加压或者正在使用的压力容器，焊缝修理位置容易产生焊接残余应力进而形成声发射信号。

3.2 声发射传感器

声发射检测中的传感器属于接收换能器，它的作用是将材料塑性变形或裂纹产生的弹性波转换成易于检测、处理的电信号传输给测试系统，以便得到声发射源的实时信息。灵敏度与工作频率是传感器最重要的两大性能指标，要根据所测材料的声发射频率选择灵敏度高的传感器，争取接收到声发射发生过程中产生的所有声发射信号。目前广泛采用的声发射传感器主要有压电式和电容式。

伴随着光纤光栅传感技术的迅速发展，基于光纤光栅传感原理的声发射传感器是最近研究较多的新型传感器之一。光纤光栅传感器是借助某种装置把被参量的变化转换为作用于光纤光栅上的应变与温度的变化，引起谐振波长的变化。光纤光栅传感器具有本质安全、稳定性好、环境适应性强、抗电磁干扰、可以在一根光纤上布置多个光栅实现多点多参数测量，以及尺寸小、重量轻、体积小，易于实现嵌入安装等特点，非常适合对处在恶劣环境中构件进行长期实时在线安全监测。但是光纤光栅传感器在传感信号的解调、可复用光栅的数目受到限制、如何实现大范围且快速准确实时测量、如何正确地分辨光栅波长变化的原因等问题都有待发展。

压电式声发射传感器主要由壳体、压电元件、阻尼剂、保护膜和电缆组成，最常见的压电元件为陶瓷晶体，压电陶瓷晶体本身阻抗低、波形稳定、介电损耗低，做成的压电陶瓷传感器可以精确完成对力、振动、加速度、速度等非电量的测量。但是压电式传感器也存在工作频率较窄、不能接

触腐蚀环境、易受电磁干扰等缺点。

电容式声发射传感器是在声发射检测中，将被测构件表面作为电容器的一块极板，当声发射波传至电容器时，构件相应表面的振动位移变化导致电容器的电容发生变化，电容器将有相应于声波频率的交变信号输出。电容式声发射传感器有较高灵敏度强、适应性强、精度高，缺点是价格比较高，操作比较复杂，灵敏度低。

3.3 信号放大、分析、处理

目前，小波分析和人工神经网络等新型的信息处理技术，已经发展成为当代科学技术发展的重要组成部分。因此如何结合声发射信号的特点，将这些新型信息处理技术引入声发射信号处理领域，充分利用这些信号处理手段，研究具有更高性能的声发射信号处理系统和更有效的声发射源识别方法，对于提高声发射源定性、定量和定位的精确程度，加快我国声发射技术的研究和声发射仪器性能的提升，具有重要理论意义和实际应用价值。

3.3.1 小波分析

小波分析可以描述某一频谱信息对应的时域信息，在声发射信号去噪、特征提取、声发射源的定位和识别研究中被广泛采用。由于声发射信号与噪声在小波变换下的行为各不相同，二者可以被分离出来，并利用这种方法对声发射信号进行有效的信噪分离，得到人们真正感兴趣的声发射信号。

3.3.2 人工神经网络

作为一门活跃的边缘性交叉学科，神经网络的研究与应用正成为人工智能、认识科学、神经生理学、非线性动力学等相关专业的热点。人工神经网络具有自主学习的能力、联想存储的能力、高速寻找并且寻找优化方式的能力。但是，人工神经网络的适用范围有限，难于精确分析神经网络的各项性能指标；是对数字计算机的补充，不能保证绝对的准确性；结构单一，体系不够简洁，

通用性差等缺点。

4 声发射技术的特征与优势

采用声发射技术，主要通过材料表面的耦合压电陶瓷探头，对材料中由声发射源而产生的弹性波转换成电信号，利用电子设备放大并处理信号，记录相关内容，进而获得材料中声发射源参数，通过细致检验与分析，则可获知检测材料内部的缺陷状况。如果采取多通道方式，还可以确定产生缺陷的精确位置。

4.1 应用特征

声发射技术主要根据压力容器内部结构产生的压力波情况，判断内部缺陷情况或具体位置，是一种全新无损的动态检测方法。声发射技术可以应用于材料或者构件的内部结构中，检测存在的各种缺陷，当期已经在汽车、铁路、航天航空、石油化工、电力等诸多领域广泛应用。与常规检测技术相比，声发射技术主要具备以下特征：其一，加强对动态缺陷的检测灵敏度，在缺陷萌生阶段或者不断扩展过程中，均可发现；其二，声发射波主要通过缺陷自身来传递，因此可以获得更多有关缺陷的参数信息，提高检测灵敏度与精准性。

4.2 应用优势

与其他常见的无损检测技术相比较，采用声发射技术，主要具备以下优势：

(1) 声发射技术的探测能量主要由被测物体自身提供，属于动态性检测技术，而射线探伤或者超声探伤方式，则主要利用无损检测仪器完成；

(2) 声发射技术对动态信息较为敏感，可以根据获得的参数客观评价缺陷实际情况、危害程度、结构完整性、使用寿命等；同时采用该技术，还可在外加结构应力情况下，探测内部缺陷的活动规律，如果缺陷较为稳定，则不会发出声发射信号，以此提高判断的准确性；

(3) 通过声发射技术，提供可以随着时间、温度、荷载力等外部变化而产生的瞬态信号或者连续信号，可以应用于监控过程，并预报早期破坏、临近破坏等可能性；另外，该技术对接近被检工件的距离要求不高，对于难以接近的环境下，如剧毒、高温、核辐射、易燃易爆等，也可完成检测过程；

(4) 针对正在运行中的设备，可以实行定期检测，在不需停产的情况下，满足设备运行需求；在设备加载试验中，可以避免系统失效问题，同时限制系统的最高荷载量，避免引发灾难或事故。

5 结论

声发射技术作为一种新型动态监测方法，在无损检测技术中占有重要地位，虽然经过多年的发展，已经有了比较成型的理论系统，并且在一些工程检测中得到了较为有效的应用，但声发射技术在实际工程检测中仍存在着许多不足之处有待完善。寻求探索新的更完善、更有效的信号处理方法可有力的推动声发射检测技术的发展与进步，新的形势下广大声发射人员应该加大对声发射技术在不同材料压力容器的测试范围，从而进一步的为声发射探测全方位的扩展提供可循实验基础，为推动我国化学工业的发展贡献出自己的力量，为维护广大人民生产生活安全作出自己的努力。

参考文献

- [1] 沈功田, 李金海. 压力容器无损检测 - 声发射检测技术 [J]. 无损检测, 2004(9): 457-463.
- [2] 付倩玉. 浅谈声发射技术在压力容器水压试验异常声响诊断中的应用 [J]. 科技风, 2013(7): 95.
- [3] 励柳波. 声发射技术在压力容器定期检验中的应用 [J]. 化工装备技术, 2010(1): 18-20.

电梯使用管理责任单位、电梯维保单位 应如何承担赔偿责任?

案情介绍:

2015年1月7日16时许,原告周某在位于北京市海淀区清华园×学院×楼三楼准备乘坐电梯下楼时,由于电梯故障,电梯升降平台高出地面,导致被绊倒摔伤。经送积水潭医院救治,诊断为右臂肱骨近端粉碎性骨折伤及严重错位。产生护理费、交通费、营养费等。后伤情经过鉴定为九级伤残。周某认为某大学作为故障电梯的产权人,某电梯公司作为故障电梯的实际运营管理人,对该电梯的运营、维修没有尽到应尽的管理责任,周某要求某大学和某电梯公司对其物质损失及精神损害承担连带赔偿责任。

法律分析:

原告周某的损失应当由谁来承担赔偿责任?电梯使用管理责任单位(以下简称某大学)、电梯维保单位(以下简称“电梯公司”)两单位承担连带赔偿责任?两单位分别按责任比例承担按份赔偿责任?

审判概述:

电梯公司主张其公司不应该承担赔偿责任并向法院提交如下证据:2015年1月8日的《电梯定期检验报告》(以下简称《检验报告》)、《北京市电梯日常维护保养记录》(以下简称《保养记录》),其中,《检验报告》中电梯使用标志记载的使用管理责任单位为某大学,维保单位为电梯公司;《保养记录》中保养日期为2014年12月20日的保养记录记载:层门锁紧元件啮合长度为8mm,并手写记载如下内容:12月15日井道信息

平层门区所有双稳态开关全部更换新的,由于近段时间电梯经常出现死机和在门区不平层现象;保养日期为2015年1月5日的保养记录记载:平层精度未达到标准要求,层门锁紧元件啮合长度为8mm,并手写记载如下内容:电梯最近一段时间经常出现死机和在门区不平层现象,1月5日做完保养后跟井老师反应过此事,建议停止使用,尽快与公司商议改造或是更新,并在当天断开电梯总电源,电梯暂停使用;2015年1月20日的保养记录书写记载:1月8日电梯年检完以后一直未使用。经质证,原告周某对上述证据的真实性认可,但认为《检验报告》显示的检验日期是2015年1月8日,而其摔伤的时间为2015年1月7日,因此不能证明事发时电梯是符合正常使用状况的;某大学对《检验报告》的质证意见同原告周某的意见一致,对《保养记录》的真实性不认可,因为没有其单位的签字。

法院另查,电梯公司与某大学在发现电梯存在故障后,就电梯采取了断电处理,但均未在电梯周围设置警示标志。事发当日,某大学因运送设备而重新启动了电梯。

最后法院认为,根据法律规定,宾馆、商场、银行、车站、娱乐场所等公共场所的管理人或者群众性活动的组织者,未尽到安全保障义务,造成他人损害的,应承担侵权责任。本案中,某大学作为事发电梯的管理单位,对使用电梯的人员应负有安全保障义务。某大学在明知事发电梯存在安全隐患的情况下,启用电梯运送设备,且未设置安全警示标志,系导致原告周某摔伤的主要原因,故某大学应承担90%的主要赔偿责任;电



梯公司作为事发电梯的维保单位，在发现电梯存在故障后，并未向某大学全面履行告知风险义务，故其公司应承担 10% 的次要赔偿责任。依据《中华人民共和国侵权责任法》第十二条、第十六条、第二十二条、第三十七条、《最高人民法院关于审理人身损害赔偿案件适用法律若干问题的解释》第十七条、第十八条、第二十一条、第二十二条、第二十四条、第二十五条规定，按上述赔偿责任比例作出判决。

结论分析：

综上所述，法院最后判决原告周某的损失由电梯使用管理责任单位即某大学承担 90% 的赔偿责任，电梯维保单位即电梯公司承担 10% 的赔偿责任，两被告分别承担按份责任赔偿。

根据《侵权责任法》第十二条“二人以上分别实施侵权行为造成同一损害，能够确定责任大小的，各自承担相应的责任；难以确定责任大小的，平均承担赔偿责任。”及《最高人民法院关于审理人身损害赔偿案件适用法律若干问题的解释》第三条第二款：“二人以上没有共同故意或者共同过失，但其分别实施的数个行为间接结合发生同一损害后果的，应当根据过失大小或者原因力比例

各自承担相应的赔偿责任。”的规定，法院经审理认为，某大学在明知事发电梯存在安全隐患的情况下，启用电梯运送设备，且未设置安全警示标志，系导致原告周某摔伤的主要原因，电梯公司作为事发电梯的维保单位，未向某大学全面履行告知风险义务，承担次要责任，作出如上判决。

风险提示：

通过以上案例，总结如下风险提示：

一、针对电梯使用管理责任单位：

第一，依法依约履行对电梯所有权人及维保单位的电梯使用管理义务及责任。

第二，对维保工作反映的问题引起高度重视并及时处理，电梯作为特种设备，根据电梯安全隐患情况，在安全隐患及风险排除前不开启使用电梯。

第三，作好警示标志提示工作，预防事故发生。

二、针对电梯维保单位：

第一、依法按约履行好维保工作。

第二，认真作好维保记录，维保单位与电梯使用管理责任单位双方签字确认。

第三，作好书面风险提示及告知工作，书面风险提示及告知要作到具体明确详细。

电梯常见故障 实例处理方法

1、电梯直流输出保险丝无规律地烧断

首先检查直流输出电压属正常，停梯断电后检查保险丝，也满足额定容量。拆卸直流回路的有关线路端子，用万用表 1Ω 档检查相关线路，无短路现象。再检查直流继电器线圈和与其并接的续流二极管、线路中的隔离二极管和阻容元件均正常。到井道底坑和轿顶进行观察，发现电梯开始运行或运行不久，保险才会熔断，且发生故障而停梯的位置不定。用工作灯探射，无意中发现随动电缆被墙面凸处磨破。仔细观察发现电梯运行时，电缆下垂圆弧通过破损处，并且电缆晃动较大情况下才会短路。原来电缆破损处有 2 根不同极性芯线的铜丝裸露出来，在电缆下垂圆弧通过且晃动时，偶尔接触引起短路。更换破损的芯线，故障消失。

2、XPM-71 选层按钮控制自平自动门电梯，平层超差大

首先观察三相交流电电压正常。检查平层控制线路、U 型磁开关和隔磁板的安装位置也无异常。在正常的安装位置附近调整隔磁板，效果不明显。查阅过去平衡实验的参数，满足正常范围。最后发现隔磁板有一锈蚀的小孔，经点焊修补，平层问题很快解决，原来隔磁板上的小孔产生漏磁，使隔磁板插入 U 型磁开关时，不能正常隔磁，因而影响正常工作。

3、AC-2/2ks 交流集选控制电梯，继电器控制线路本身正常，但不能正常工作

多次检查有问题的控制环节，找不到线路和继电器的明显故障，只是发现个别继电器在无延时装置的情况下，失电后释放无力。于是在运行时，对上述继电器用手拍打盒盖，失电释放明显加快，控制环节工作正常。停梯断电后，手动继电器无卡阻。因此，判断故障的原因可能是继电器金属部分有磁化现象，磁阻尼使继电器复位困难。当然，

继电器复位弹簧欠佳，同样影响复位。更换继电器便恢复正常工作。

4、电梯运行时有规律地在某个位置出现故障

出现该故障而停梯时，我们关掉了总电源。为了平层疏散乘客，轿厢错过了出故障的位置。检查线路无异常情况，我们封锁厅外召唤试着送电，电梯能正常运行。但是，当轿厢运行到原出故障的位置时，故障重复出现。只好断电停梯，检查安全回路正常。检查控制步进的线路并根据出故障时轿厢的位置，断定步进信号正常。检查与故障有关的电缆控制线，发现停梯时电缆中的某根芯线有断点。然而，当轿厢错过出故障的位置，电缆中的断点又消失。因此，初步判断随动电缆的下垂圆弧正好通过其芯线的断点处时线路开路，引起故障。更换有断点的电缆芯线，故障排除。

5、电梯关门过程，门闭合到一定位置，异常地重开

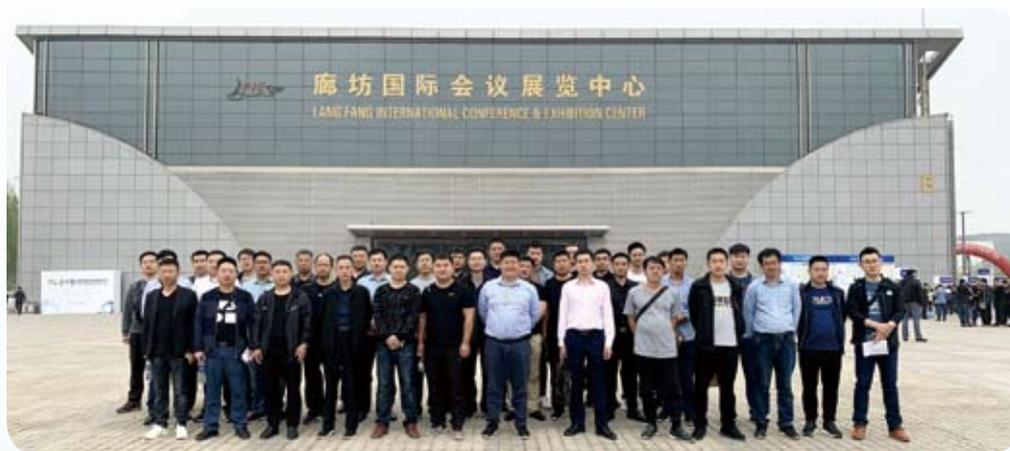
首先在门全开的情况下，用临时短接线在轿顶门系统线路端子上，分别短接轿门上的安全开关及其控制线，当短接到门系统某安全开关及其控制线时，关门正常，说明被短接部分有异常。断开门系统电源，检查该安全开关，无异常动作。再检查其控制线，无开路（断电检查时轿门已不在出故障的位置）。然后试着在故障开门的位置附近用手来回移动轿门，用万用表检查发现短接部分安全开关的控制线有断开现象。因此，判定故障的原因是附着在轿门上随动的安全开关的控制线频繁扭曲产生了断点。接好断点，关门正常。

6、上或下方向交流接触器吸合时，有较强的电弧产生并伴有较大的“打”火噪声

检查拖动部分的控制线路，无异常。断开总电源，更换上下方向交流接触器触头，再合上总电源，发现交流接触器工作瞬间，触头就严重灼伤，而故障仍然存在。再断开总电源，检查上下方向交流接触器的机械连锁。用手同时推动交流接触器，连锁正常，但感觉机械连锁裕量很大。因此，初步判断交流接触器吸合时，触头接触不可靠，机械连锁调整不当而引起故障。适当地调整机械连锁裕量，故障消失。当然，灼伤的触头也需要修整。

我会组织电梯专业领域的 会员单位参加2019廊坊国际电梯展览会

为响应国务院关于电梯质量安全提升的文件精神，学习先进的电梯制造技术和服务理念，为协会会员创造交流和共享成功经验的平台，提升我省电梯企业的核心竞争力，我会组织电梯相关单位代表参加了2019年廊坊国际电梯展览会。



本届电梯展览会于2019年4月23日至25日在廊坊国际会展中心举办。展会规模35000平方米，这也是时隔九年后，电梯展再次回归廊坊。本次展会共设A、B、C三个展馆，其中B馆为整机馆，A、C为部件馆，参展企业500余家。展会吸引了来自德国、韩国、土耳其、意大利等20多个国家和地区超过50000人次专业观众参展。展览会重点展示了电梯、扶梯、自动人行道及相关设备和电梯相关部件以及配套的停车设备等。中外参展企业各显神通，展示了更多新品和技术，组织了丰富多彩的活动，打造了别具一格的展台，共同为大家奉上了一场电梯行业的饕餮盛宴，为全球电梯行业构筑了一个理想的交流与合作平台。

展会期间，参观团一行重点观摩了电梯、扶梯、自动人行道、电梯相关部件、停车设备及相关装备；参观团成员还参加了中国廊坊第四届智慧停车投资建设与管理运营创新发展论坛和京津冀电梯工程与安全发展论坛。

电梯安全是每一个电梯人的责任，许多国家在提高电梯生产和使用安全上出台了许多法规和要求。多年来，欧洲电梯标委会和中国电梯行业协会、企业之间也进行了通力合作，为电梯行业不断贡献自己的力量。本次考察团成员积极参与，认真收集资料，大家纷纷表示此次参观收获颇丰，希望协会组织更多类似活动，为企业提供更多有用的国内外市场信息，为省内电梯企业提供借鉴，促进电梯安改修质量提升。也希望未来，能够和中国电梯行业协会之间有更深入的合作与交流，共同探讨电梯行业的发展。



第四期“大社会·大公益”讲坛 在山东省特种设备协会秘书处开讲

为普及电梯安全知识，提高安全防范意识和应急处置能力，预防和减少电梯安全事故，由山东省社会组织总会发起，会刊专委会与山东省特种设备协会联合承办的山东社会组织“大社会·大公益”讲坛（第四期）在省特种设备协会秘书处开讲。省家用电器协会、省汽车行业协会、省房地产业协会、省钱币学会等 10 几家社会组织和会员单位参加了学习。



本次讲坛首先由山东省社会组织总会曹海奎副会长（省家用电器协会会长）介绍了开设“大社会·大公益”讲坛的设想及重要意义，并对省特种设备协会张波理事长能在百忙之中亲自为大家进行电梯安全知识讲座表示感谢。

张波理事长首先介绍了山东省特种设备协会的历史沿革、主要业务构成及十三五发展规划情况，随后从专业角度，用详实的数据、通俗易懂的语言讲解了“特种设备”概念和分类，并重点介绍了电梯安全知识，受到了与会人员的一致好评。

通过“大社会·大公益”讲坛这种活动的开展，不但使各行业协会各项事业充满活力，更增强了社会组织之间的凝聚力。我们相信，社会组织作为我国社会管理与服务的一支重要力量，不但在促进经济发展、繁荣社会事业、提供公共服务、增强社会自治等方面发挥了积极作用，也一定能够成为我国现代化建设的重要力量。