



钢结构产品焊接工艺评定标准对比

周武强

(中化二建集团有限公司 太原 030021)

摘要: 对比分析了 JB4708、GB50236、《蒸汽锅炉安全技术监察规程》、SHJ509、SY/T0452、JGJ81 六种焊接标准各自特点及相互差异, 综合分析认为 JB4708—2000 内容较详尽, 评定规则科学。涉及 JGJ81 标准钢结构产品, 使用 JGJ81 标准进行焊评。

关键词: 钢结构产品 焊接工艺评定 标准

Abstract: It is think comprehensively that the regulations of JB4708—2000 is substantial and scientific after Contrasted analyzing characters and differences of six kinds of welding standard in JB4708、GB50236、《Supervise specification for steam boiler in safe technical》、SHJ509、SY/T0452、JGJ81. Use JGJ81 to qualify steel structure whenever refer to products of steel structure.

Key words: Product of steel structure, Welding procedure qualification, Standard

0 前言

钢结构以其自重轻、基础造价低、适用于软弱地基、安装容易、施工快、周期短、投资回收快、施工污染环境少及抗震性能好等优点, 并以其优越的结构性能和良好的综合经济效益, 在国内房屋、桥梁、塔桅、管道、储罐、压力容器及水工等方面得到了广泛的应用。

钢结构产品焊接已成为重要的加工工艺之一。目前, 我国用于焊接工程的材料, 其焊接性已被掌握, 要确保焊接工程质量, 施焊单位应具备一定的技术能力、装备水平和建立健全焊接质量体系。

焊接工艺评定是用以评定施焊单位是否有能力焊出符合相应规程、规范和产品技术条件所要求的焊接接头, 同时, 通过焊接工艺评定来验证施焊单位制定的焊接工艺指导书是否合适。

1 我国安装工程焊接工艺评定现行标准

我国对焊接工艺评定管理工作, 同世界先进国家一样, 把它也纳入了标准化管理, 并随着与国际标准化接轨日趋完善。但我国行业管理在国民经济中还占较大的比重, 各行各业就各自焊接工程的特点, 对焊接工艺评定制定了相应的标准。

本文对安装工程焊接作业涉及的焊接工艺评定标准(以后简称“标准”, 常用的标准见表1)进行对比分析, 谈谈焊接工艺评定(以后简称“焊评”)管理建议和焊接工艺评定报告



(以后简称“报告”)。

表 1 钢结构产品焊接作业常用焊接工艺评定标准

标准号	JB4708—2000	GB50236—1998		SHJ509—1988	SY/T0452—2000	JGJ81—2002
名称	《钢制压力容器焊接工艺评定》	《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》第 4 条：焊接工艺评定	《蒸汽锅炉安全技术监察规程》附录 I 焊接工艺评定	《石油化工工程焊接工艺评定》	《石油天然气金属管道焊接工艺评定》	《建筑钢结构焊接技术规范》第 5 条：焊接工艺评定
批准部门	国家机械工业局、国家石油和化学工业局发布。由“全国压力容器标准委员会”负责解释	中华人民共和国建设部和国家技术监督局联合发布	中华人民共和国劳动部	中国石油化工总公司	国家经济贸易委员会	中华人民共和国建设部
适用范围	钢制压力容器的气焊、焊条电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、钨极气体保护焊、电渣焊、耐蚀层焊的焊接工艺评定 需评定的焊缝： 1) 受压元件焊缝 2) 与受压元件相焊的焊缝 3) 上述焊缝的定位焊缝 4) 受压元件表面堆焊、补焊	工程建设中施工现场设备和工业金属管道焊接工程的碳素钢、合金钢、铝及铝合金、铜及铜合金、工业纯钛、镍及镍合金的气焊、焊条电弧焊、氩弧焊、CO ₂ 气体保护焊、埋弧焊，焊接工艺评定“设计压力不大于 42MPa，设计温度不超过材料允许使用温度的管道工程” 不适用于锅炉、压力容器、核装置的专用管道、矿井专用管道、长输管道	用于承压的以水为介质的固定式蒸汽锅炉及锅炉范围内的管道制造、安装焊接工艺评定或汽水两用锅炉的焊接工艺评定。不适用于容量小于 30L 的固定式承压蒸汽锅炉和原子能锅炉 需评定的焊缝： 1) 受压元件之间的对接接头。 2) 受压元件之间或者受压元件与承载的非受压元件之间连接要求全焊透的 T 形接头或角接头	用于石油化工常压容器、工业管道和特殊的钢结构施工采用气焊、焊条电弧焊、钨极氩弧焊、熔化极气体保护焊、埋弧焊等焊接方法的焊接工艺评定	适用于陆上石油天然气工程（不含炼油工程）中各类金属管道的气焊、焊条电弧焊、熔化极气体保护焊、自动及半自动自保护管状药芯焊丝焊、埋弧焊及它们的组合等焊接方法的焊接工艺评定	适用于桁架或网架（壳）结构、多层和高层梁-柱框架结构等工业与民用建筑和一般构筑物的钢结构工程中，钢材厚度大于或等于 3mm 的碳素钢和低合金高强度结构钢的焊接。适用的焊接方法包括焊条电弧焊、气体保护焊、自保护焊、埋弧焊、电渣焊、气电立焊、栓钉焊及相应的焊接方法的组合
本文中标准名称简称	JB4708 标准	GB50236 标准	《蒸规》	SHJ509 标准	SY/T0452 标准	JGJ81 标准

注：没有收集到 DL/T868—2004《焊接工艺评定规程》、《液化石油气钢瓶焊接工艺评定》文本。



2 各“标准”条款分析

我们在不同的安装工程中，会有相应的规程、规范、标准要求，从国家标准化要求，各行业标准将会统一，从表 1 中不同的“标准”内容来看，都是从一般规定、评定规则、试验与评定三个主要方面对“焊评”提出要求。

2.1 一般规定

JB4708、GB50236、SHJ509、JGJ81 四个标准中作出了一般规定，《蒸规》没有明显列出，但第 1~9 条内容与三个标准一般规定相一致，都以不同方式规定了：进行“焊评”的条件是已确认了材料焊接性，进行“焊评”时间是产品焊接前。对“焊评”过程所用设备、仪表、钢材、焊接材料及焊工提出了基本要求。GB50236 标准中第 4.1.7 条：“在同一个质量体系内的不同施工单位，当满足无损探伤人员是由国家授权的专业考核机构考核合格人员担任，并按考核合格项目及权限，从事焊接检测和审核工作时，对同一项焊接工艺评定可不必重复进行。”它是参照了美国机械工程师协会标准 ASME—IX (9)，并结合我国工程建设集团化发展，也就是说由多个单位组成同一质量管理体系，在这个质量体系内的单位，就没有必要重复进行同一项“焊评”。

SY/T0452 标准第 2.0.8 条：“经业主同意，压力管道施工资质相同的各单位之间，可互相利用按本标准评定合格的报告。作为编制工艺规程（指导书）的依据，但事先应经评定单位授权许可和本单位焊接责任师批准。”在其他的标准中没有明确。该条不能满足：焊接工艺评定验证施焊单位拟定的焊接工艺的正确性，并评定施焊单位的能力。

JGJ81 标准第 5.1.2 条规定了应由钢结构制作、安装企业完成焊评，也说明同一个质量体系。较其他标准要求更高的是：“……按本规程的规定施焊试件、切取试样并由国家质量技术监督部门认证资质的检测单位进行检测试验。”

其实，在 JB4708、SHJ509、《蒸规》三个标准中的“施焊单位、施工单位”都隐含在同一个质量体系范围。

各“标准”都规定了“焊评”程序，施焊单位应结合本企业情况，依据“标准”制定本单位的“焊评”程序。

JGJ81 标准有项特别要求：第 5.1.7 条“焊接工艺评定试验完成后，应由评定单位根据检测结果提出焊接工艺评定报告，连同焊接工艺评定指导书、评定记录、评定试样检验结果一起报工程质量监督验收部门和有关单位审查备案。……”

2.2 评定规则

在表 1 中列出的六个“标准”，均以焊接工艺因素对焊接接头力学性能的影响程度，作为是否需要重新评定焊接工艺的依据，并规定出焊接工艺评定规则、替代范围。

在影响焊接力学性能的工艺因素不变情况下，每一项合格“焊评”都能满足一定范围（材质、规格、焊接位置、接头形式）产品，这些产品被施焊前，都可以依据被覆盖的“报告”，制定焊接作业指导书，施焊单位也就没有必要重复工作，可以减轻“焊评”工作量。

- (1) 重要因素 是指影响焊接接头抗拉强度和弯曲性能的焊接工艺因素。
- (2) 补加因素 是指影响焊接接头冲击韧度的焊接工艺因素。
- (3) 次要因素 是指对要求测定的力学性能无明显影响的焊接工艺因素。



JB4708 标准、GB50236 标准和《蒸规》SY/T0452 标准都将影响焊接力学性能的工艺因素分为重要因素、补加因素和次要因素。以上标准列出的重要因素（焊接方法、热处理、母材厚度和熔敷金属厚度、焊材、保护气体、衬垫）除母材分类分组存在差异外均一致，并以不同方式列出了补加因素，内容相同。只有 JB4708 标准列出次要因素。

SHJ509 标准列出的重要因素，除前面四个标准列出的内容外，增加了焊接位置（除平焊位置改变为全位置；管状试件水平转动改为水平固定位置焊接；管状试件水平固定位置和垂直位置的评定适用于板材全位置焊接以外）、层间温度、热输入，清根改为不清根，双面焊改为单面焊列入了重要因素。这些增加的重要因素，在其他标准中列入了补加因素。SHJ509 标准没有说明并列补加因素、次要因素改变对评定要求。

JGJ81 标准评定规则从焊接方法、钢材、接头形式、试件厚度、热处理及焊接参数等方面做出了规定。没有划分重要因素、补加因素和次要因素。

对于“标准”中未列出补加因素和次要因素，可参考 JB4708 标准中表 1(或 GB50236 标准中表 4.2.6) 实施。

为了减少焊接工艺评定数量，各“标准”根据母材的化学成分、力学性能和焊接性能进行分类分组，由于各“标准”涉及产品范围不一样，各自所列母材分类分组也有区别。《蒸规》标准中附录 1 第 10 条第 2 款把母材钢号分 4 类，没有再分组，仅涉及碳素钢、低合金结构钢和耐热钢，对同类钢号评定合格范围(替代)规定不具体、操作不方便。但对其他“标准”正文中没涉及到的国外钢材，也做出了具体规定。

JB4708 标准和 SHJ509 标准中，母材钢号分类分组基本一致，区别在于类别号对应钢号顺序排列，在 JB4708 标准中 Cr5Mo 钢单独列为一类，列出 8 类 14 组 52 种钢材牌号；SHJ509 标准 Cr5Mo 钢列入了耐热合金钢类别单独一组，共计 7 类 19 组 58 种钢材牌号。另外，有色金属铝及铝合金、铜和铜合金单独分列为两类。但这些不同之处，在母材替代方面没有矛盾。

GB50236 标准中表 4.2.3 对母材分类分组更全面细致，分列了 23 类 28 组 64 种牌号钢材，除铝、镁、铜及其合金外，增列了镍合金和钛，对耐热钢和不锈钢又细分出分类号，它主要依据美国机械工程师协会标准 ASM—IX 分类分组。在替代范围上较其他“标准”放宽，体现在：

1) P3+P3(12CrMo+12CrMo)可替代 P3+P2A(16Mn\16MnR\16MnRc\15MnV\15MnNR 等)、P2B(16MnDR\09Mn2VD\09MnVDR)或 P1(Q235—A、B、C\20R\20G\20HP\10\20\25)组成的异种钢焊接接头；P4+P4(15CrMo+15CrMo)可替代 P4+P2A、P2B 或 P1 组成的异种钢焊接接头；P5A+P5A(12Cr2Mo+12Cr2Mo)可替代 P5A+P2A、P2B 或 P1 组成的异种钢焊接接头。但这三种情况适用性不强，因为 P3、P4、P5A 各自同类钢评定合格，各自与低合金钢、碳素钢组成异种焊接，焊条牌号前三位（或焊丝钢号）要改变，属于改变重要因素，必须重新进行“焊评”。对于未列入“标准”中钢号，各“标准”都给予了一致的规定。

2) JB4708 标准中有一项独特内容，即耐蚀层堆焊的评定规则。

3) JGJ81 标准鉴于我国目前焊接参数条件规范化执行程序和质量标准的贯彻严格程度不够，有些产品还缺乏重大工程项目长期应用实践考核；许多钢结构制作、安装企业建立伊始，缺乏焊接专业和实践经验，质保体系运行不够健全。焊评规则比其他标准要求苛刻。比如钢材替代方面，JGJ81 标准第 5.2.2 条……。①不同类别钢材的焊接工艺评定结



果不得相互代替。② I、II类同类别钢材中当强度和冲击韧度级别发生变化时，高级别钢材的焊接工艺评定结果可代替低级别钢材；III、IV类同类别钢材中的焊接工艺评定结果不得相互代替。不同类别的钢材组合焊接时应重新评定，不得用同类钢材的评定结果代替。” JGJ81 标准中表 5.1.6—2 常用钢材的分类（见表 2）。

表 2 JGJ81 标准中表 5.1.6—2 常用钢材的分类

类别号	钢材强度级别
I	Q215、Q235
II	Q295、Q345
III	Q390、Q420
IV	Q460

注：国内新材料和国外钢材按其化学成分、力学性能和焊接性能归入相应级别。

2.3 试验和评定

JB4708 标准、SHJ509 标准、《蒸规》对“焊评”试件的制备、检验（外观检查、射线探伤）、试样加工要求、试验方法、合格指标原则是一致的，区别在于 JB4708 标准多耐蚀层堆焊试件和试样的检验和评定；SHJ509 标准中添加了铝及铝合金、铜及其合金弯曲试验合格指标。

GB50236 标准中较三个“标准”缺少角焊缝和组合焊缝的试件、试样和检验、评定内容；弯曲试样的厚度的规定也不甚一致，但不矛盾。它规定弯曲试样（面弯、背弯）厚度为：当试件厚度 $T < 10\text{mm}$ 时，试样厚度 $t = T$ （与其他“标准”相同）。当试件厚度 $T \geq 10\text{mm}$ 时，试样厚度 $t = 10\text{mm}$ （其他“标准”为： $10\text{mm} \leq T \leq 20\text{mm}$ 时，试样厚度 $t = T$ ； $T > 20\text{mm}$ 时，试样厚度 $t = 20\text{mm}$ ）；不同材质试件弯曲试验所用的弯轴直径与其他“标准”要求不一样。同时，GB50236 标准要求弯曲角度均为 180° ，合格指标与其他“标准”相同。

JGJ81 标准对“焊评”试件和检验试样的制备、试件和试样的试验与检验作出了规定，由于该标准涉及产品的特殊性，增加了检验类别：T 形与十字形接头弯曲、宏观酸蚀及硬度。

3 标准施行讨论

3.1 各“标准”的兼容性、先进性

从第 2 条分析对照看出：表 1 中所列“标准”之间有很大兼容性，没有原则性矛盾，也就是说“标准”的进一步完善化。今后可能发展到各行业使用同一个“标准”。现在，我们面对几个“标准”情况下，不应受各“标准”规定的使用范围约束，可以在满足评定规则条件下互用。如：施焊单位已积累了符合 JB4708 标准“报告”，其中一些“报告”能按《蒸规》要求覆盖该单位将要施焊的锅炉本体焊接接头，该单位也就不用按《蒸规》要求重新进行“焊评”，可以依据已有被覆盖的“报告”制定焊接作业指导书。同样，按 GB50236 标准完成的“焊评”，在各方面因素都满足条件下，合格的焊接工艺可以作为 JB4708 标准、SHJ509 标准、《蒸规》适用范围的产品焊接作业指导书制定依据，不必要重新进行“焊评”。

JB4708 标准、GB50236 标准从产生年代和内容较 SHJ509 标准和《蒸规》具有一定的先进性，在执行后两个“标准”时，应借鉴前者有关条款。如：母材分类分组、补加因素、



次要因素的划分。

我国现行标准《钢结构工程施工及验收规范》(GB50205)规定采用锅炉压力容器的焊接工艺评定规程。由于各种高层(超高层)建筑钢结构,大容量锅炉钢结构,工业炉、窑壳体 and 工艺设备钢结构,各种大跨度场馆建筑中管-管、管-球空间网架、桁架等钢结构中采用钢材厚度大、强度高、节点形式复杂、焊接方法多样、技术难度大,所以锅炉压力容器的焊接工艺评定规程的内容和检验方法已不能适应这些结构类型的焊接工艺评定要求,JGJ81标准及时施行解决了这一问题。但是,对涉及多种行业焊接工程的企业来讲,焊接工艺评定管理难度加大。

3.2 “焊评”管理

施焊单位对“焊评”管理工作制定程序文件,参考JB4708标准中附录A来规范本单位焊接指导书和“报告”,对评定合格后签发的“报告”纳入文件化管理,定期将新报告目录向有关场所发布,便于施焊场所查询、索取。在企业有能力情况下,建议纳入计算机网络管理,以提高工作效率。

产品施焊前,该产品焊接接头不在施焊单位已评定合格的焊接工艺认可范围时,施焊单位应按产品要求的“标准”重新进行“焊评”。

4 结论

与GB50236、SHJ509、《蒸规》、SY/T0452相比较,JB4708—2000内容更较详尽,评定规则更科学、合理。如果补入其他标准未涉及的材料,该实用面将更广泛。建议尽量使用JB4708进行焊接工艺评定,减少重复工作。涉及JGJ81标准钢结构产品,使用JGJ81标准进行焊评。