

第六届全国焊接学术会议 论文选集

第 7 集

1990 年 5 月 8 日至 12 日 西安



中国机械工程学会焊接学会



第六届全国焊接学术会议 论文选集

第 7 集

1990年5月8日至12日 西安



中国机械工程学会焊接学会

经各专业委员会评审的 A 类论文 468 篇, 其中 12 篇论文放弃刊登, 《第六届全国焊接学术会议论文选集》共收集了 456 篇 A 类论文, 分七集出版。除大会发言专题报告安排在第一集外, 其它各集所包括的专业委员会如下:

第一集: I_a、I_b、XVII

第二集: IX_a

第三集: II、V、IX_b

第四集: X、XV

第五集: I_c、XII、XVIII、XIX

第六集: VIII、XII_a、XII_b

第七集: III_a、III_b、III_c、IV_a、IV_b、IV_c、IV_d、XI、XIV、XVI

目 录

《焊接冶金》实验教学改革的体会	于启湛	7—1
关于中德联合进行焊工理论培训的初探	王麟书	7—5
就焊工考试中有关问题统一认识的论述	郭寿汾	7—9
锅炉压力容器焊工培训技术及档案微机管理的初探	刘政军等	7—13
深冷装置施工前的现场焊工培训与考核	郭其安等	7—18
HRGD—I型点焊机器人焊接系统研究	赵熹华等	7—23
计算机仿真技术在焊接中的应用	王士元等	7—28
超声波焊机磁致伸缩换能器的 CAD 优化方法	齐志扬等	7—33
光栅测热膨胀位移点焊质量实时控制装置研制	姜以宏等	7—37
对大型直流脉冲点焊机的焊接质量监视与自适应控制	贺宗德等	7—42
电阻焊质量的单片微处理机控制	聂淦生等	7—48
储能焊机电容恒流充电回路的研究	李荫煌等	7—55
逆变点焊机的发展与我国应用的展望	马福临	7—60
铜钨粉末烧结电极和导电嘴	贺中义	7—65
车身装配焊接设备故障监控及管理系统(IBM-M84PC 计算机网络 的试制)	林 东等	7—68
阻焊热量控制方式的理论分析及可行性研究	崔维达等	7—73
D(F)WK-II型点(缝)焊微机微型控制箱的研究	罗亚平等	7—77
电阻焊大电流测试仪的研究	薛大黎	7—81
含磷高强汽车板点焊性—机械性能与破坏类型—	于尔靖等	7—85
45Si2Cr 钢高温性能与其闪光对焊焊接性的关系及顶锻量 确定方法的研究	崔维达等	7—90
中频感应压力焊的接合本质及“白斑”形成机制研究	张新平等	7—95

铝合金点焊焊胡须组织的研究	毕惠琴等	7—100
低碳钢板镀铅层在电阻点焊过程中的行为	张 义等	7—105
高强度铸铝合金闪光对焊规范的研究	孙仁德等	7—109
电阻点焊质量红外监控的研究	毕惠琴等	7—114
热量控制——一种新的电阻焊过程控制法及其实践	朱 东等	7—119
链条接触对焊技术现状	李鸿谋	7—124
粉末电阻热烧结焊的初探	田利盛等	7—129
电阻点焊动态电阻自适应控制检测方式的研究	谭建宏等	7—134
点焊质量动态阈值法自适应控制的研究	李树槐等	7—139
闪光过程的瞬时条节	崔维达等	7—144
摩擦焊 Mt 控制法的研究	王士元等	7—149
大型连续驱动摩擦焊机的微型计算机时闭环控制系统研究	刘金合等	7—154
铝—铜薄壁管的摩擦焊	李学昌等	7—159
冷压焊中原子扩散行为的试验研究	李致焕等	7—164
再生钻杆摩擦焊接头异常断口形成机制及力学行为的探讨	雷永平等	7—169
斜盘式柱塞泵中空柱塞摩擦焊工艺技术	丁成法等	7—174
电子束扫描频率对 LD11R 铝合金焊接熔池凝固前沿溶质浓度 分布的影响	陈晓风等	7—178
高效专用电子束焊接机电子枪可靠性的研究(上)—电子光学 与结构设计问题	林 达等	7—183
厚板 1/100ATM·电子束焊接工艺的研究	宁斐章等	7—188
微机控制薄板电子束自动熔透及焊缝跟踪的研究	魏 伦等	7—193
单电源等离子—MIG 焊方法和装置	周大中等	7—198
等离子双弧的研究	吴仁育等	7—203

球铁的微束等离子弧精密堆焊	沈式希等	7—208
方波交流等离子弧立焊成形规律的研究	王其隆等	7—213
大电流等离子弧焊缝自动跟踪系统的研制	杨金孝等	7—218
水等离子弧切割的研究	余建明	7—223
脉冲微束等离子焊接电弧的高频效应	胡绳荪等	7—228
马口铁罐身的激光焊研究	肖 敏等	7—232
激光快速加热时焊接热影响区的组织形态	陈忠孝	7—237
电机定子铁芯激光焊接的研究	熊腊森等	7—242
脉冲激光切割铝合金的工艺研究	徐庆鸿等	7—247
激光焊中的净化效应研究	肖 敏等	7—252
三相可控硅式 CO ₂ 气体激光器电源的研制	唐霞辉等	7—256
CO ₂ 激光器连续 / 脉冲电源的研究《能量自适应电源》	何钦详等	7—261
30J 钹玻璃脉冲激光焊接机模拟冲电电路	何钦详等	7—266
激光—电弧焊新工艺研究	赵家瑞等	7—270
用激光表面合金化处理改善材料耐蚀性的研究	董俊明等	7—275
关于铜钢复合板的焊接性的试验研究——用于十万吨真空制盐		
蒸发室	武春芝等	7—280
爆炸焊接参数下限和冶金机理探讨	张振逵等	7—285

《焊接冶金》实验教学改革的心得

大连铁道学院

于启湛

摘 要

我院从1984年对81级学生开始进行“焊接冶金”实验教学改革,它以提高学生能力为目标,突破那种约定俗成,常年不变地由教师定方案,学生作实验,验证课堂教学的方法,改为在教师指导下,由学生定方案,自己作实验的方法,从而发挥了学生的主观能动作用;将过去孤立地作几个实验,改变为以焊条研制为主线,对其性能作较全面的测试,并对金属材料焊接性进行研究;将过去孤立地一个实验一个报告,改为撰写综合的系统的研究论文;将过去为课程的实验,改变为以焊条和金属焊接性的讲评为先导,以实验为特色的独立的一门课。这一改革调动了各方面的积极性,使学生的独立工作能力有了提高。受到了同学们的欢迎。

一、历史的回顾

我院“焊接冶金”和“材料焊接”两门课程的实验教学,根据1977年全国焊接专业材料编写会议编写的教学大纲的规定,共作焊条配制,45℃甘油法测氢,气孔实验,焊接接头金相组织分析,小铁研实验及铸铁焊接等六个实验,共12学时。无疑这些实验的开设对重整被“十年浩劫”破坏了的教學秩序,完善实验室建设;对于巩固课堂理论教学,理论联系实际,培养具有工程师素质的专业人才,起了很大的积极作用。

随着教学改革的深入发展,1983年焊接教研室提出了改革“焊接冶金”教学的方案。主张压缩课堂理论教学学时,增加实验教学学时,开设大型综合性“焊接冶金”实验课教学,以加强实验性教学环节,培养学生理论联系实际,分析问题和解决问题的能力。经过认真的准备,1984年首先对81级学生,在不增加实验课学时的条件下,进行了“焊接冶金”实验教学改革的尝试。将传统的教师规定实验方案,由学生孤立地单个地进行的实验方法,改革为由学生自己制定实验方案,以气孔实验为中心的实验方法,以发挥学生的主观能动性。这一改革,受到了学生的欢迎,得到了领导的赞扬和同志们的好评。继而,我们又对这一届学生的“材料焊接”的实验教学进行了改革。大大地增加了实验课学时,集中地进行了以合金钢冷裂敏感性测试为中心的金属焊接性试验。取消了铸铁焊接实验,代之以插销实验,从而第一次将这一先进方法引入我们的实验教学。着眼于使学生掌握金属焊接性试验教学改革取得了初步的成功。

在这一改革的基础上,我们又将这门课的实验教学联系起来,单独设立了“金属材料可焊性测试技术”(以下简称“可焊性测试”)课。并由全组人员通力合作写出了讲义,为课程开设提供了教材。在这门课中,将“焊接冶金”中“焊条研制”一章及“材料焊接”中“金属可焊性及试验方法”一章从上述两门课中删去,移入新课“可焊性测试”中。实验内容也作了调整,共包括七个实验:将焊条研制改为焊条研制,根据时间安排作2~3个周期,以调整工艺性能为主;用45℃甘油法测氢,以对后续实验提供数据和对焊条研制进行冶金性能评价;与45℃甘油法测氢相同的目的由气相色谱法测定焊缝金属中气体,气孔实验,为综合分析气孔实验结果,这一实验所用焊条,都进行45℃甘油法测氢相同的目的,由气相色谱法测定焊缝金属中气体;气孔实验,为综合分析气孔实验结果,这一实验所用焊条,都进行45℃甘油法测

氢和气相色谱法测焊缝气体(氧、氢、氮);焊接接头金相组织观察;另外,还用学生自己研制的焊条进行小铁研和插销等两种方法对选定的钢种进行冷裂敏感性试验。这些试验以焊条研制为中心,对焊条性能进行较全面的测试。所有实验都用学生自己的焊条来完成。其中气相色谱法测焊缝金属中气体实验的开设在国内尚属少见。此外,插销实验要求作出曲线,得出临界应力。

二、实验单独设课推动了实验教学的改革

焊接专业的实验教学历来就处于理论教学的从属地位,是为验证课堂所学理论而设置的,单独设课无疑改变了这种从属地位。这一改变无论对教师,学生和实验室工作人员,都是一种精神力量,引起了很大的重视。特别是对学生,过去由于实验教学从属于理论教学,学生就难免有重理论,轻实验的现象。实验做完,写个报告就算了事。实验成绩不计入课程考核成绩。有时也说作为成绩考核的参考,但还是只计理论考核成绩,实验好坏与学习成绩评定无关。因此学生普遍地对实验课重视不够。可是单独设课,单独评定成绩,学生对实验课重视了,关心自己的实验成绩了。如有的学生对如何写报告,如何分析问题,如何整理数据,多次向教师发问,这在以前的实验教学中是少见的。

单独设课也对教师和实验工作人员提出了更高的要求。作为一门课程,必须自成体系,具有一定的系统性,各实验之间要有有机的联系,并具有一定的完整性。这要求教师不能简单地将过去的实验集中在一起,而应加以改造,使之围绕某一中心,结合为一个整体。为此就必须对实验项目作一些调整,更新;就必须将实验内容,实验技巧,仪器性能和使用方法,实验现象的观察、记录、实验结果的归纳整理,数据的分析处理等进行系统的讲述。这对实验工作人员的素质也提出了更高的要求。他们必须适应新的系统性实验的需要,提高实验精度和成功率,实验数据要经得起综合分析的考验,要能够开出新的实验。实验教学单独设课后,增加了脉冲气相色谱测定焊缝金属中的气体和插销试验等。此外,为了满足系统化的需要,对原有的实验,有了新的要求,实验内容,实验程序都必须相应地作出调整。比如,原来的焊条实验,只是教师给几个配方,由学生控制。现在改为焊条研制,就要对其工艺性能及某些冶金性能进行测试。这自然要比以前搓几根焊条提出了更高的要求,付出更多的劳动。过去的实验,可以作表演性实验,可以给学生假想的数据,让学生分析,写出报告。可现在各实验构成一个有机的整体,就必须是实实在在的实验结果,才能不失为一个整体,才能有一个综合的结论,写出有分析性的实验报告。

三、实验教学的系统化提高了学生独立工作能力

改革以后的实验以焊条研制为中心,以焊条性能测试为主要内容,从而使实验内容与“焊接冶金”和“材料焊接”课程的内容相呼应。一方面实验安排系统化了。各实验以焊条为主,有机的联系为一个整体,使学生对“焊接冶金”课程的内容,所要解决的问题,解决的方法,从实践和理论的结合上更加明确。另一方面,实验内容的系统化,也使学生学到了从事焊接材料研究及材料焊接性测试的技术,有利于学生能力的培养。

由于以前的实验是孤立的实验,各实验中使用焊条不尽一致。虽然学生对焊条的某些性能,如扩散氢含量及产生气孔倾向有一定认识,但对具体焊条的性能并没有一个全面的了解。因为采用的焊条不一样,因此对产生气孔倾向与焊条配方和焊条的熔敷金属中气体含量之间,以及焊条的冶金性能和工艺性能之间的关系是不明确的。而今,由于采用同一焊条进行较全面的实验,就使学生对于焊条性能了解的更加全面了。这就使学生学到的“焊接冶金”知识系统化了,构成一个有机的整体。此外,由于着眼

于焊条的研制,使学生学到了新产品研制的方法,性能测试技术,质量评定等。这在以前的实验中是不可能学到或者没有如此深入学习过的。由于以前是使用现成的市售焊条,只知牌号,不知配方,当然无从比较其工艺性能的好坏,无从了解工艺性能变化的规律。就是对于冶金性能也只能从焊条类型上进行粗略的分析,对于同类焊条的冶金性能的变化规律也无法认识。不仅如此,对焊条的冶金性能,比如对焊缝中气体含量与气孔之间的关系等,就没有深刻的理解。改革后的实验,由于增加了气相色谱测定焊缝中气体的实验,因此对产生气孔的条件,各种气体含量随变化与药皮配方之间的关系有机的联系了起来。这就不仅起到了验证课程上所学理论的作用,而且将“焊接冶金”的这部分内容结合为一个整体。这一点对学生是很重要的。通过这种实验,就可以提高学生综合分析问题的能力,防止片面性。

另外,这种实验课不仅是一次实验,还具有实验研究的性质,实际上就是一个简单的焊条研究课题。学生在经历了这门课程的学习后,就受到了一次进行实用科学研究的训练,学习了进行科学研究的方法。比如在进行焊条配方时,不少学生都采用多因素变化,少量调整的方法,这样是得不出规律性的东西的。实验从一开始就由学生自己主动进行,焊条配方的提出及对配方的改进是由学生自己确定的,实验程序和内容是根据焊条性能测试的要求制定的,实验都是实实在在的。通过这些实验,学生学到了焊条研制及性能测试的方法,这就使他们受到了一次利用自己所学知识,对于一个实际问题进行研究,解决的训练,而以前的实验仅是一次次孤立地实验而已。

四、撰写综合报告是培养学生能力的重要环节

改革前,由于是孤立的互不相干的实验,又主要是验证课堂理论教学,因此实验报告是缺乏分析性的,充其量也只是分析这个实验本身。学生惯于从两类焊条来进行分析。而今在焊条配制中需从多个配方中选出一个最佳配方,就必须对各个配方的性能进行分析比较,这比笼统地分析两大类焊条要深入得多。因此要写好实验报告,就要进行深入的分析,细心地观察,对有关实验进行综合分析才有可能。

要写出有分析力、符合客观规律的综合报告,必须严格地进行实验,实验必须是实实在在的数据是可靠的。这就提高了学生的责任心。比如焊条的控制质量对整个实验的可靠性起着关键的作用。一般来说,控制焊条质量较差,性能就不稳定。同学们精心操作,基本推出了质量较高,满足实验要求的焊条。教师最担心控制焊条做插销实验不能得出预想的结果,84级学生的实验,由于控制焊条质量高,测氢数据较稳,插销实验效果良好,仅用6~7根插销就作出一条曲线,得出一个临界应力。对 $15MnCrVCu$ 耐候钢插销实验的数据与83级毕业设计的数据吻合。

撰写实验报告的过程是个总结实验结果,使实践升华为理论的重要环节。对学生来说,有一个理论与实践结合,使具体的实验数据抽象为理论的过程。这是一个学习过程,也是一种归纳总结实验结果的艺术。没有对实验数据的整理,去粗取精,找出它们之间内在联系的加工过程,摆在面前的就是一堆枯燥乏味的数字。学生往往只是在毕业设计后撰写毕业论文时,才能得到这种训练。现在用撰写论文的要求来总结实验结果,使学生受到了训练,提高了实验报告的水平。如82级学生,由于在实验课中得到了训练,毕业论文水平普遍有所提高。82-1班有位女同学,将实验课的实验报告加工整理,在86年大学生科学报告会上获奖。她的毕业论文写的较好,受到老师的称赞。

五、问题和建议

提高学生能力，是我们改革的目标。虽然我们的实验课在改革后比以前在培养学生的能力上收到了一定效果，但仍待进一步改进。比如，在提出实验方案和调整焊条配方中，大多数学生不知从何做起，一部分学生不能按要求提出和调整配方。主要原因是他们不会提方案。一方面由于他们对有些药皮组成物性能不了解，对焊条药皮配方的前人经验不熟悉；另一方面也是对科学研究的基本方法没有掌握。这是必然会出现的。比如，不少学生在调整焊条药皮配方时，不知道应有规律、有目的加以改变，而往往同时改变几个因素，而改变的幅度有时又很小。这样做，很难得到有规律的东西，收不到预期的效果。在撰写实验报告中，进行综合分析的能力也差。大部分学生不会根据配方——气体含量——气孔来分析，即根据配方的不同，来分析焊缝金属中的气体含量的差异，进而对产生气孔的条件和类型进行综合分析，虽然在这些问题上任课教师也曾零星的，多次给以简单讲述，收效不够理想。

再有成绩考核不易掌握。现在的成绩考核是以实验报告为主要依据。但学生在撰写实验报告中有抄袭现象，若仅根据实验报告，则可能出现抄袭者得到好成绩的局面。

因此，这一改革还应深入下去，着眼于两个方面，即抓两头。一是抓学生试验方案的制定，抓焊条配方调整方法的训练，在讲课中介绍各主要药皮组成物性能、作用及使用范围的知识，及焊条药皮配方的艺术。二是抓试验结果的分析，加强试验数据归纳整理技术的训练，结合典型例子讲述。将这些写入讲义，纳入教学内容，作为提高学生能力的一个途径。并指定学生参阅焊接学术刊物上发表的某些论文。

关于中德联合进行焊工理论培训的初探

哈尔滨焊接研究所 王麟书

摘 要

本文就中德联合进行焊工理论培训中的问题进行探讨,首先讨论联邦德国焊接学会的焊工培训教材的课程安排及特点,并与我国的焊工理论培训教材进行对比,就中方教员进行教学时遇到的困难提出解决办法,阐述了中德联合培训的优点。最后对我国焊工理论培训提出几点建议。

前 言

1984年以来,我国已正式邀请联邦德国焊接学会的焊工教师先后四次来我国进行焊工及焊工教师培训。除第一次全部由德方教师上课外,其它几次均为中德教师联合培训。笔者所参加的两次中德联合进行焊工或焊工教师培训均采用中方教员按联邦德国焊接学会的培训教材进行授课,由德方教员考试验收的方法。不但为国家节省了大量外汇,而且提高了参加培训的学员的学习成绩,收到了良好的效果。现就中德联合培训中所出现的问题及解决办法进行探讨,并针对我国焊工的理论课培训提出几点意见,望进行焊工培训理论教学的同行们讨论。

一、联邦德国焊接学会手工电弧焊(焊条)培训教材的特点

联邦德国焊接学会手工电弧焊(焊条)培训教材十二个单元,每个单元又分为比较独立的4至16小节,每一小节讲一或二个基本概念。全书图文并茂,十分直观,非常注意实用性⁽¹⁾⁽²⁾。下面我们看看该教材的课程设置:

前两章为焊接电源、参数及其它。这部分内容是以焊工主要是使用设备,而不是修理和改造设备为出发点的。因为在联邦德国,焊工不允许接触与一次线有关的部分,就是设备与电网连接的插头也不允许焊工连接。所以这两章把重点放在了讲解铭牌与焊接参数、暂载率、电流调节,电焊机附件及维护要求,焊接导线的允许长度、焊接设备的正确连接方法及不同焊接方法对焊机外特性的要求等方面的问题。而对电路基本参数及概念、焊接电源的工作原理等等一带而过,因为这些对焊工的实际行动用处不大。而且由于我国焊工文化水平相对讲比较低,又没有进行过专业基础课培训,故理解也是很困难的。

第三章为操作技术及钢的焊接性,这部分讲授电弧的引燃并重点解释了磁偏吹及其防止措施。钢中含碳量对强度、硬度及延伸率的影响,并对普通结构钢的焊接性,近缝区的硬化倾向作了讲解。而焊接材料这章重点讲授焊条的适用范围及选择原则。焊条药皮的用途、熔敷率、标注数字等方面的内容。这部分与联邦德国工业标准密切相连,这也是这本教材的又一特点。

这本书的重点是第五章“安全操作和事故预防”。联邦德国工业标准“钢焊工考核”中规定,对电弧焊工提出问题应该包括下列范围:事故和烧伤的预防,焊接工具与设备的使用,焊接工作所必要的准备工作,焊接时缺陷的避免与消除,电弧长度、电流强度、熔渣流动性及电弧偏吹的作用,极性对焊接操作的影响。考试用钢材,焊接材料的名称与使用规则,工作范围内的标准焊接图示与符号的意义。而在复试中规定采用口试,仅仅考事故预防和烧伤的知识⁽³⁾。由上可见安全与事故预防对焊工培训是多么重要。这章共有十一节,主要涉及电流对人的危害作用,焊接电路及焊接电源中具有可能触电危险的部位。防止触电的措施、电弧辐射的危害、电弧焊时的有害物质,焊工防护用品,焊工工位的要求,室内焊接的安全工作,在容器和狭窄空间内的焊接工作等方面的内容,重点指出对上述危险的预防措施。这章图示很多、十分直观,在有危险的地方焊接时可能出现的问题均有图示,并附加有预防措施后的图片,一目了然,学员反应非常强烈。

第六章是火焰切割,分二个小部分,前一部分讲述混合气体的爆炸极限,焊接及切割气体的分类、气体的贮存及车间的气体供应。后一部分阐述了火焰切割、适用于火焰切割的材料、割炬及喷嘴、割口质量等内容。同时也对火焰气刨、电弧气刨,等离子弧切割及缺陷产生原因和预防措施作了介绍。参加第一阶段培训的焊工仅进行前六章内容的学习,而参加第二阶段学习的焊工则还需再进行后六章的培训。

第二阶段以扩宽焊工的知识面为主,第七章主要讲授钢的偏析、时效及钢中各元素对焊接的影响,重点讲解钢的标注代号及各种钢的焊接性。同时介绍一点钢的生产知识,而第八章以介绍各种焊接方法为主,

通过形像的图片反应各种焊接方法的组成部分及电弧、熔滴过渡的特点，并且介绍了各种焊接方法的经济的使用范围。

第九章为焊接接头的准备加工和焊缝的标注代号，这章的内容主要来自联邦德国工业标准DIN1912，在这章里对坡口形状的选择、不同材料、形状、板厚的坡口加工作了说明，并讲述了焊接位置的标注代号，焊接接头的图示及角焊缝的焊缝厚度计算等内容。第十章焊缝缺陷及检验方法，在这里系统的讲述了各种内部、外部缺陷的命名、产生原因及防止措施，着重讲述焊工在操作时从规范选择、施焊顺序到操作手法上进行预防缺陷的办法。还介绍了各种检验方法和应用范围。在第十一章中除介绍一些有关热的物理概念外，重点讲授应力与变形的产生原因、影响及它们之间的关系，并专门分出三节来讲述防止变形，焊接内应力的措施及焊后处理。这部分也是从焊工操作出发具体说明在不同的情况下，应力和变形的预防措施。第十二章是对联邦德国工业标准DIN8560“钢焊工考核”的说明。

从上述可见这套教材的课程设置是以焊工在实际工作中所遇到的问题出发，来进行理论方面的讲解。每节内容均由多年从事焊接工作及焊工培训实际教学的焊工教师编写，故内容十分明了，实用。和我国现有的一些教材比较起来看还是有一定的优点的。我国的一些焊工培训教材的内容有点像大学焊接专业课的缩编，各方面内容都有，在教材中牵扯大量电工、金属学及物理、化学等基本概念。而焊工大多数都没有学过这些专业基础课，学习起来非常困难，在实际工作中用处也不大，这是我们的教材的不足之处。例如：在有的教材中仅用几百字写述了包括晶格种类及焊接金相显微组织等大量金属学概念，这对于没有学过金属学的学员来说是无法理解的。另外我们的教材对国家工业标准介绍较少，标准是工业的法律，它与工人工作有十分密切的关系。所以应该加强对焊接标准的讲解。从这方面说我们也应吸收联邦德国教材的经验。

二、中方教员进行焊工培训教学时应注意的问题

尽管联邦德国的焊工培训教材有很多优点，但在给我国焊工授课时还存在着一一些问题。

首先是我国焊工的文化水平普遍较低，学习理论课很困难，从笔者所讲授的二个中德班和五个国内班的情况看，三十五岁至四十五岁的学员文化水平多数为小学和初中。而二十五岁至三十五岁的学员文化水平虽然在初中以上，但很多物理、化学概念也不是很清楚的，仅二十五岁以下的学员多数是高中或技校毕业，由于基础较好，他们很容易接受授课的内容，学习成绩普遍较好，见表1。其中中德班因各单位比较

表1

	学员年岁	学员人数	文化水平			平均成绩
			高中(技校)	初中	小学	
中德班	25岁以下	7	7	-	-	93
	25岁-35岁	58	10	34	14	84.5
	35岁以上	15	-	5	10	75
国内班	25岁以下	76	63	13	-	94.5
	25岁-35岁	69	28	33	8	85
	35岁以上	32	2	8	22	82
合计		257	110	93	54	85.75

重视，学员多数为工厂骨干，故年岁偏大而文化水平偏低。例如，中德班两次均有数名学员提出授课时不要写 CO_2 或 $13CrMo44$ 等等，因为他们不认识英文字母，也不懂化学元素符号，所以笔者只好在课堂上写二氧化碳或13铬钼44。在联邦德国要求学习焊工之前，首先要进行一段时间的技校教育。

其次是联邦德国教材中讲授的标准均为联邦德国工业标准，和我们的标准有一定的区别。一些主要的标准、代号和我国的代号也有很多不同。故学员们接受起来是有一定困难的。很难记，用处也不大。第三，因为是中方教员授课，德方教员考试。对中方教员的心理压力很大，因为中方教员不知道可能考什么内容。心中没数，而且中外联合培训耗资较大，学员一旦理论不能通过，则立即被取消培训资格，所以中方教员思想包袱很重。

由于存在上述问题，所以我们在教学时就应采取一些措施，以便使学员能较好的接受讲课的内容。第一，针对学员文化水平参差不齐的情况，我方教员应首先对全体学员作文化水平调查，从而制定一个能让百分之九十学员在课堂上可以接受的教学大纲，像中德联合培训班，则应特别注意那些文化水平较低的学员，这时讲课要慢些，要照顾那些老焊工，并适当的给他们个别补课，而在国内班大多数是技校或高中毕业生时讲课就应快些，以免造成大多数学员厌学。为了加强学员的理解能力，也可以有目的地增加一些最基本的概念，但必须注意的是，这些概念要么不讲，要讲就一定要讲明白，千万不要面面俱到，一定要作到削枝强干，重点讲与焊工操作有关的内容，而那些主要是焊接工艺员或检查员应掌握的知识，在中外联合培训时间较紧的情况下，全都可以不讲，因为焊工的任务是焊出高质量的焊缝，而不是出工艺卡片和评定焊缝质量。第二，要参照国内标准和代号对照涉及到联邦德国工业标准和代号的地方，可以列表进行对比，这样学员就容易记住了。第三，针对中方理论教员有较大的心理压力则应采取全面辅导的方针，认真

对待每一节课,每一个概念都应讲透,同时进行课堂提问,以便及时了解学员的掌握情况。从而制定教学进度。千万不要在考试前盲目压题,因为国外考试多数采用选答题方式进行考试,而不是像我们通常采用的问答题形式,一般是每题给出3-4个答案让学员挑正确的。考试题很多(40-60)题左右,正确答案(40-80)个左右。所以只要学员能理解教材中大部分的内容,就可以取得较好的成绩。而压题后学员重点背那几道题,一旦没压上,后果就可想而知了。同时中方教员应树立自信心,因为理论课的内容是不会因国界而改变的,对于同一本教材的重点范围,中外教员的理解不会出入太大,只要认真讲好教材的内容,就一定会取得好的成绩。

最后我举一个例子,比如说讲焊接性,应从什么是焊接性,即把概念先交给学员,同时让他们知道不同的材料其焊接性是不一样的。焊接性不好的材料要采取一些措施才能焊出高质量的焊缝,重点讲授焊工操作方面的问题,像规范选择、焊接次序的选择等等及要严格遵守工艺要求。如果不这样可能产生的后果,而不是大量的讲焊接性的检测方法、试验手段及评定准则等等那些焊接技术人员应干的工作。总之一定要区别焊工培训与焊接技术人员培训之间的关系,主导思想一定要明确。不重视这个问题就不容易取得好的教学效果。尤其是在技术部门工作的大学毕业的焊工理论教师,更应注意这个问题。

三、中德联合培训焊工的优点

中德联合培训焊工或焊工教师有很多优点,第一,我们请联邦德国二名教员来华的费用仅和派出两名焊工到国外学习取证的费用相近,而德方教员来华则一次可以培养40名焊工或焊工教师,经济效益约为1:20,而且我们采用中德联合培训的方法又将德方教员来华的时间从8周降至3周,大大的节省了外汇开支。仅以理论教学为例,如完全由联邦德国教师培训考核,大约需要15天。二名教员平均每人每天仅教学费用约为700马克左右。而中德联合培训将理论教学降至三天左右。这样每次办班不算其它费用就直接节省了16000马克左右。从经济上算是非常合适的,其次从效果上看由于外方教员授课时必须由翻译进行二次讲解。这样不管这名翻译水平多高都会有一些失真。同时有效授课时间也缩短了。另外师生交流也很困难,学员因是外教上课都很拘束。外方教员对我国学员的文化水平低,应掌握的前期知识不够了解。这样上课就显得很生硬,学员接受困难,讲课效果很不理想,学员考试时非常担心,成绩也不是很好的。可谓是花钱多,收效少,得不偿失。而中方教员讲授理论课时上述问题就可以避免了。尽管后几个中德班的学员条件不如第一次全部由德方教员培训的学员好。但理论成绩却一直上升,在洛阳举办的中德联合培训班中,取得90分以上的学员有23名,80分以上的学员有14名,70-80分之间的学员仅3名。德方教员十分满意,德方教师组组长在给中方教员的题词中写到“非常感谢您在洛阳给学员讲授的卓有成效的理论课,顺致友好的祝愿”。由此可见在中外联合培训焊工或焊工教师时,理论课全部由中方教员讲授,无论从经济上,还是效果上讲都是十分有利的。

四、关于焊工理论培训的几点建议

(一)、随着对外开放的发展,我国焊工也面临着国际市场的挑战,涉外工程及出国劳务日益增加,要求焊工具有国际间认可的证书,所以和国外联合培训的机会会越来越多。但在与国外联合培训时一定要注意,焊工的理論课由中方教员讲授不但可以节省大量的外汇,而且培训效果也会大大的改善。

(二)、统一教材,国内现培训班的理论教材很多,但多数是从大学或中专的焊接专业书中缩编而成,这种教材对焊工培训后改作车间工艺员较适用。另外各系统自成体系,各有各的章法,均不利于焊工的规范化培训。比如在初级班学时课程比较深,到另一个高级班课程又较浅。这样不利于我国焊工理论培训向着系统化、正规化发展。有关部门如能在全中国范围内进行协调时,最好请有多年焊工操作经验又上过大学或自修达到大学水平的焊接工程师执笔,征求各行业意见,写出一本我国的焊工培训教材。因为单纯请技术部门的老师写很难避免发生焊接专业教科书缩编现象。而完全由焊工师付写,从我国的现况来看,由于历史原因他们的文化水平也是不太能适应写书的需要的。

(三)、应当增加和强加的几部分内容

1、增加我国标准的讲授,在一般的国内教材中除劳动部门的教材涉及“锅炉压力容器焊工考试规则”外。很少讲授国标,而有些标准是焊工操作时常常遇到的,增加这部分内容对于提高焊工素质,保证产品质量,加速标准化进程都有积极作用。

2、增加职业道德课,焊工是直接从事焊接生产的操作者。手工焊工能否保证焊接质量的关键在于焊工的技术和劳动态度。焊接生产有自己的特殊性。其一,手工焊工在工作时必须始终如一地细致地观察熔池和渣池中迅速出现的通常难以区分的过程,通过敏捷的动作加以调整,既使在困难的条件下也必须保持

久工作的能力,只有这样才能保证焊接质量,由此可见焊接的手工操作性比较突出。其二,是焊接质量的重要性和不直观性。比如说车工车大或车小一根轴,就是检查员漏检,在装配时也一定能发现,后果仅为废一根轴。而由于焊工操作马虎使一条焊缝中存在缺陷时,它的可发现性就比车工小得多,如未能发现,在使用中出现问题往往会使整个构件报废。像一处焊接缺陷毁掉一条船或一个容器的例子在焊接史上是不难找到的。所以焊工的职业道德观的标准应该高于其它工种。在讲授理论课时,从焊接的特殊性出发告诫焊工在操作时端正劳动态度要比空洞的强调加强劳动纪律好的多。

3、加强安全与卫生方面的教育,在联邦德国的焊工理论培训中安全占有十分重要的地位,就在两年之后的复试中口试必须加考安全知识,而不再考其它的理论课内容。焊工的成熟期一般要三至五年。由于弧光、粉尘、中毒等方面的原因,缩短了焊工的有效工作时间,很多焊工在40至50岁之间就感觉手、眼协调能力大大下降,使技术水平从顶峰期快速下降,大约比其它工种早10年左右。讲授这部分内容的目的是使焊工引起重视,克服一些不良习惯,这对提高焊工的有效工作年限是有帮助的。同时讲课时还应强调焊接过程可能引起的触电、爆炸、火灾等事故的发生原因和预防措施,这对保障焊工安全有着十分重要的意义(4)。

参 考 文 献

- (1) 陈勇尔、侯贤中、王麟书 “手工电弧焊工培训与考核教程”机械工业出版社·1988年10月
- (2) WORKING GROUP“INSTRUCTION AND QUALIFICATION”OF THE EDUCATIONAL COMMITTEE OF DVS “GUIDELINES FOR WELDING COURSES” DVS 1985
- (3) 联邦德国工业标准 DIN 8560 “钢焊工考核” 1982
- (4) 陈剑虹、徐天福、唐伯钢等。“焊接卫生与安全”机械工业出版社 1987年11月

就焊工考试标准中有关问题统一认识的论述

全国焊接标准化技术委员会秘书处

哈尔滨焊接研究所

郭寿汾

摘

要

本文就焊工考核职能、焊工职责、焊工考核的组织、考试变量和检验目的及方法等问题进行了分析。认为焊工考核属于资格认可，试件有通用性。焊工的职责是遵循工艺指令，进行正确的操作以获得致密的焊缝。加强焊工考核的组织还应该加强对考试委员会的资格审核和职能规定，应加强考试变量和生产实际的联系，同时也要明确焊工考核试件的检验目的，以简化考试工作量，从而以节约不必要的浪费。文章希望就提出的问题引起广泛的讨论，以便为制定焊工考核国家标准建立基础。

引

言

焊工考核是焊接构件质量保证体系中的一个重要环节。我国自强化焊工考核以来，的确对焊接质量的提高起到了促进作用。但当前各行业纷纷制订行业标准，甚至在一个部内还制订了几项焊工考试标准，这便造成了标准繁多、互不协调、互不相认的局面，对企业造成了负担。

焊接标委会秘书处几年来为协调焊工考试标准，除对有些行业标准的制订提出建议外，还就先进工业国家的各类焊工考试标准作了分析对比，指出了各国标准的协调性及行业标准与国家标准基本对应的事实。

本文是在收集并分析对比了国内劳动部压力容器焊工考试规则以及船检、航空、能源、城建及铁道各部的焊工考试标准及规则的基础上，就标准中较普遍存在的问题进行论述。以期引起广泛地讨论，为我国制订国家焊工考试标准打下基础。

一、焊工考试的职能

英、美焊工考核标准都以“Qualification of Welder”命名，即焊工通过一定考核试件的考查从而获得相对应的适当范围的操作资格。国际标准化组织近年来对这种考核所进行的试验方法标准称为“Approval Testing of Welders”即“焊工的认可试验”，其实质也是资格认可。

资格认可所用的试件是抽象化、典型化了的，既不直接使用产品焊缝，也不使用模拟试验，而是具有产品共同结构特征的典型试件。试件本身是具有通用性的，国外基本都有相同的准则，国内各行业基本上也遵循这一原则。虽然，有的标准也使用或设计了个别特定的限位试件，但这些标准也仍属于资格认可的范围，因此，统一焊工考核基本试件的规定及试件的认可范围，在技术上应该是可行的，且也不应受到产品类别的限制。

但我国现行的一些焊工考核标准中，却往往超越资格认可的范围，对焊工考核给予过高的要求，把焊接质量的好坏完全归责于焊工，这显然是不全面的。

片面地提高焊工的作用，表面上看似是视焊工，但实质上却反应了放松对焊接技术人员职责要求的一种倾向，从而也放松了焊接质量管理。这种倾向在现行焊工考核标准中较普遍存在。因此，有必要在统一焊工考核职能的同时，明确焊工的职责。

二、焊工的职责

除劳动部的容器焊工考试规则及能源部新近制订的钢结构焊工考试标准外，所有其他标准都没有提到考试试件的焊接工艺参数应该有谁提交，而其实质却是要有焊工承担操作责任及焊接工艺的责任。

国外所有焊工考试标准都明确规定应向考试焊工提交考核材料的焊接技术参数。这表明焊工只应承担由操作失当或不遵循工艺要求而产生的质量事故的责任，至于焊接工艺是否确当，这不由焊工决定，而应由焊技术人员负责。因此，焊工的职责应该是遵循焊接工艺的指令，完成获得致密焊缝的操作。这样说法是否轻视了焊工的作用，回答应是否定的。事实上从进行工艺评定试验直至制订生产工艺的过程要进行大量的试验工作，生产焊工不可能都从事这一过程，因此不可能、也不应该要焊工来提出工艺参数。如果把焊接中所有的技术问题都交焊工承担，那么还要焊接技术人员何用？近年来所发生的许多质量事故证明企业焊接工艺人员的素质不高起着主要的作用，故现在也应开展加强对工艺人员的培训。再则焊工操作本身也确实要有相当的技能难度，所有工艺评定试验都要求有熟练焊工进行操作这说明了操作技能的重要性。

而且,焊工所需的基本知识中还有许多内容(如安全知识、图样识别、材料代号、坡号符号、设备、材料的使用维护,检验分敏概念,质量要求标志以及包括缺陷生成的一般基础知识等)需要熟记。

行业焊工考试标准中对这一职责的不明确,实际上正是当前工艺管理混乱、工艺纪律不严的一种反应。城建部的焊工考试标准中还把“焊工考试工艺评定”作为标准补充件列于焊工考试标准中,更典型的说明了这一点。

由于对焊工考核职能及焊工职责的不明确从而使我国现行焊工考核标准中有关焊工考核变量的定义不清,检验目的不明的情况较多存在,这也说明统一我国焊工考试标准不仅是形式上的要求,的确还存在着技术含意的统一。

三、焊工考试的组织

我国现行焊工考试标准都规定了由焊工考试委员会组织和实施的条例。但正如前所述,由于绝大多数标准都未明确焊接工艺的责任承担者,因而标准中也均不能明确焊工考试委员会所应承担的技术责任。

由于对考试组织者缺少明确的技术责任,也就很难限定考试委员会的认可范围,其结果必然对焊工的认可范围也难以确切限定。

压力容器焊工考规中明确了钢材是主要的基本变量之一,对于焊工要有能适应的钢种范围的规定,但这首先要核定考试委员会本身能具有那些钢种的工艺制订能力,这就应该对组织者首先进行认定。

据我们了解,相当数量的考试委员会,甚至包括相当数量的培训中心,都只以碳钢的焊接操作技能对焊工进行培训和考核。相当数量的焊工还没有建立起遵循工艺的习惯,甚至在一些手册中也把碳钢操作技能说成是通用技能,如对12mm厚V型坡口对接的最佳规范,目前流行的介绍是三层焊满,这显然不符合调质细晶粒钢尤其是低合金控轧高强度钢的要求。

因此,要确实组织好焊工考核,不仅要明确对被考者的要求,同样也要明确组织考核者的责任。

组织焊工考试中需要指出的另外一个问题就是应以生产需要为前提。

企业是产品质量的法律责任人。也只有企业才最熟悉本企业的产品对象及所涉及的范围,因此,焊工考核按理应该尽量由企业组织考核为主。但我国目前也的确存在一大批企业缺乏必要的技术力量,没有能力成立考试委员会,按标准规定,可以由其他成立考试委员会或培训中心考核。但企业本身就不具备足够的技术力量,对其许可的焊接产品范围就应该有所限制,同理,在组织对这些企业的焊工培训和考核时也应该有一定的限度,任何超越企业制造能力的培训和考核都是浪费财力的行为。

国内、外所有焊工考试标准几乎都认定焊工取得认可的项目如有半年以上停止操作,则该认可项目自半年起即停止生效。焊工操作是一项技能性很强的技术,必须连续实践才能保持操作技能的熟练,一旦停止操作,手的运用能力就会生疏,久之就不能保证操作自如。但也正由于这点,组织焊工考核更应该结合生产的需要,不应片面追求考核项目之多少。

一些标准规定了考核认可的有效期(目前都在向三年有效期过渡)也规定了停止操作半年就自动失效。可又不问是否需要,在标准中订了一些必考项目,如果必考核项目正好是焊工不需操作的项目,岂不白白浪费。

如果考试委员会只组织考试,日常焊工操作情况没有人记载,持证焊工管理不善,最终将使考核工作只流于形式。

因此,焊工考核标准,不仅应规定考核项目及认可范围,而且应该对考核的组织,持证焊工的管理,日常的监督都应有明确的限定,对有能力考核、有能力监督的企业和没有能力考核,也难进行日常监督的企业,焊工证件有效期不应等同,认可范围也应有限制。

四、关于考核变量

现焊工考核行业标准中明显可见下述考核变量还有待统一协调。

(一) 材料分类

1、钢材分类:现在有的考规将钢材作为考核变量,并做出了分组规定和替代顺序。但分类分组的原则并不明确,彼此也不协调。有的标准只规定了“应和焊工所要焊的产品钢种相同”。这样,如果一个焊工可能要焊接多种钢种,是否就要对每一钢种都要考核?有的只固定用碳钢或16Mn钢作为考核试件,还有的只规定了低合金钢考试合格则碳钢也即合格的原则,但不同低合金钢又该如何处理未有说明。

国际上对这一问题也有不同的态度,美国ASME和AWS规范中对钢种都不作为考核变量,理由是钢种变化并不是影响焊工操作的主要因素,但美国标准是明确规定了焊工要按照工艺要求操作的。欧洲各国

都把钢种作为基本变量,但分类也各不相同,难以说出分类依据。近年来在讨论国际焊工认可试验标准草案中,欧洲国家已获得了比较接近的观点,即对碳钢及合金钢按照热输入的不同进行分类,这就和焊工操作有了一定的联系,因为焊接工艺参数的变化,要求焊工能按工艺的要求调整电流,控制焊接速度,控制摆动或者不摆动,当只限定运用线状焊道操作时,尤其在立位焊接的确比摆动焊有更大的难度。由于我国焊工大多只习惯于大热输入焊接,故对线状焊道的操作应给予更多的重视。也有人认为,化学成分的变化,使熔化金属的流动性发生变化,从而对操作要求也有了改变。但操作实践表明,这一变化远不及焊条型号变化所造成的影响为大。

2、焊条的分类:现行标准中最多只规定了碱性焊条对酸性焊条的替代,但实际上酸性焊条也是多种多样的,尤其是纤维素型焊条由于造气剂多、吹力大、熔深深,操作上有独特的要求。国外标准大多对焊条作出较详细的分类规定,以往西德不对焊条分类,但近年来已同意了国际标准化组织ISO/TC44提出焊工考试标准草案,即也同意了焊条分类的规定。我们认为应按国际通用的规定,确定焊条取证范围。

(二)、试件的规定

1、有关试件形式的问题:我国现行标准中大都遵循着通行的替代规则,即平板坡口对接可以替代平板角接的原则取消了平板角接的试件,甚至在针对结构件为主的标准中也取消了这一试件。国外虽然也遵循相同规则,但基本上却仍然保留着平板角接试件(只日本标准除外)。BS4872中指出“虽然板坡口焊缝的考核可以获得角焊缝焊接的资格,但如对生产中主要进行角焊缝焊接的焊工。毕竟采用角焊试件考核更为有利”。但这毕竟还没有解释清楚角焊和坡口焊在操作上到底有无差别。

T形接头的焊缝有两种型式(见GB3375)一种为纯角焊缝GB3375、1.9条中序号17。这种角焊缝的焊透是指两直交板交接三角区根部要熔透,而两板平面接触区(相当于对接焊缝区)并不要求焊接。另一种则为角焊和对接焊的组合焊缝(GB3375、1.9条序号19)。后者确实和坡口焊没有实质差别,和双面焊相当。但前者在操作时出现未焊透的可能性远大于双面焊缝,且和单面焊双面成型焊也不相同,因为这种连接一般都不规定有根部间隙的。故保留角焊试件在某些以构件或桁架焊接为主的焊工的考核是有实际意义的。

目前还流行有一种说法,对焊工操作要求严格就应该都考核单面焊双面成型操作技能。固然,单面焊双面成型的操作的确有其难度,但这种操作技能并不能适用于后续焊道,其技术要领在于要掌握好保持弧前的小孔。如果单面焊操作技能可以替代后续焊道,那么考核就可更加简单,只考一道底层焊道岂不方便,这显然不能成立的。再则,单面焊双面成型大都采用不连续电弧或挑弧法施焊的。焊缝保护效果较差,成型也不可能完全满意。故设计上对这类焊缝也作了修整。在压力容器设计规定中对单面焊双面成型的焊缝系数只用到0.70(在最新修订的上报稿中还减到0.60)比加垫板的还低。

其实,就操作技能而言,目前所最感不足的却还是线状焊道的运用。几乎所有焊工考核标准中都没有得到反应。据了解,绝大多数焊工培训中心都只按低碳钢或16Mn钢的操作要求来培训焊工,有关焊接技能的介绍也大多局限于此。故目前我国焊工普遍只习惯于大热输入的焊接。而近代最新流行Ti-B细晶粒高韧性焊条焊接低温高韧性钢材时,如采用线状焊道熔敷金属的夏比冲击吸收功-40℃时可达100焦耳甚至200焦耳以下,如采用大热输入焊接,则立即要降到20焦耳以下。细晶粒控轧高韧性钢焊接时要求严格控制层数,这在国外引进技术中是常见的,但国内很不习惯,我国新焊条标准(QB5117、5118、983等)中规定的角焊工艺试验,对立、仰位焊时实际也要求采用线状焊道操作的。实践表明,不少获得压力容器焊工考证的人,却不能完成这一试验的要求。

因此,我们认为没有必要,在标准中强制规定一些不一定使用的试件作为必焊试件。

2、关于试件厚度。关于试件厚度及其适用范围,国外对厚度上限基本都统一为两倍试件厚度,下限为0.5倍试件厚度,对薄板则规定下限为和试件同厚或减1mm,只西德标准规定与此不同,试件和适用厚度都给出一个范围,这很不实用,现在西德已同意了ISO/DIS9606-1的规定,即与国际通行规定相一致了,但不限厚度(即不限定上限厚度)的试件厚度规定各国很不一致,国际标准草案也没有最后协调一致。国内容器考规中规定试件厚为3-6mm、10-16mm时适用范围分别可为2-12mm、6-50mm。我们认为这样的规定有其不合理的地方,按上述规定,焊工以6mm厚试件考试合格,就可以获得2mm薄板的焊接资格,这显然是行不通的。至于10mm厚的试件能否取得50mm厚板的焊接资格,我们只要想一下,10mm厚试件单面V型坡口在用大热输入焊接时最多焊三层就可以焊满,这很难表达多层焊(尤其厚板)的操作能力。