

国内第一本全面、系统
总结电力焊接技术管理的书籍

电力焊接 技术管理

张佩良 张信林 编著

(第二版)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TG4

1039.1

TG4
1039.1-1



NUAA2013072698

电力焊接 技术管理

张佩良 张信林 编著

(第二版)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

2013072698



近年来,我国新建的大型机组广泛选用了大容量、高参数超临界、超超临界机组,锅炉及管道普遍采用新型高含量耐热钢材,对焊接、热处理工艺的要求更加严格,保证焊接接头的使用寿命及机组投产运行后的长期稳定性显得更加突出。

本书全面、详尽介绍了电力建设焊接技术管理工作。全书共8章,分别是:火电建设焊接工作的发展历程、焊接施工管理、焊接工艺评定管理、焊工培训管理、焊接质量管理、焊接工程验评管理、焊接热处理管理和焊接工程监理等。

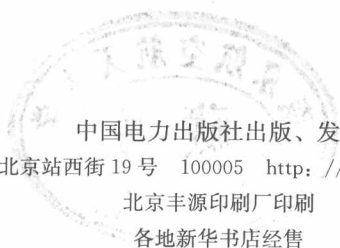
本书适用于初涉焊接技术管理的人员、各级焊接主管、焊接质量检查人员和其他参与电力焊接管理工作的各类焊接人员。

图书在版编目(CIP)数据

电力焊接技术管理/张佩良,张信林编著. —2版. —北京:
中国电力出版社,2013.10
ISBN 978-7-5123-4924-7

I. ①电… II. ①张…②张… III. ①焊接—技术管理
IV. ①TG4

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第219829号



中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京丰源印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

2006年3月第一版
2013年10月第二版 2013年10月北京第三次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 19印张 467千字
印数6001—9000册 定价60.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

▼ 前 言

随着国民经济的持续、稳定发展,人民生活水平日益提高,对电力供应的需求愈来愈大,这就促使电力工业必须做到适度超前,以适应国民经济前进及人民生活用电的需求。

目前,我国火力发电机组多以燃煤、燃气为主要能源,提高机组的热效率、满足环境保护要求、减少有害气体排放污染成为努力奋斗的目标。为此,近年来我国新建的大型机组广泛选用了大容量、高参数超临界、超超临界机组,锅炉及管道普遍采用新型高含量耐热钢材,对焊接、热处理工艺的要求更加严格,保证焊接接头的使用寿命及机组投产运行后的长期稳定性显得更加突出。

经过长期实践的积累,电力工业在焊接技术管理方面已经形成了“以质量管理为核心,以贯彻规程标准为主线”的全面管理,并在实际管理过程中实行了以“严格工艺纪律、规范操作过程”统一认识和行为,规范了焊接过程的监控及质量验收和评价工作。

本书自2006年出版以来,经过近8年的应用,已被电力行业焊接专业举办的焊接质检人员培训班使用,对提高人员素质起到了一定的作用。近年来,由于多部规程的修订和出版,尤其是焊接质量验评新规程的出版,修订本书显得更为迫切。为此,在广泛征求意见和收集资料的基础上,对第六章焊接工程验评管理和第八章焊接工程监理做了重点修订,对其他各章做了适度的修改,对原错误之处做了勘误和修正,对不足之处做了必要的补充。

另外,由于焊接技术不断地进步,电力行业相关标准陆续修订,为及时使用或参照新标准、新规程,对在本书中涉及的标准、规程明确了使用原则,即凡是不注明发布年号的,使用时应采用最新版本。

由于编者水平所限,修订后仍会存在不足之处,敬请焊接同仁不吝指正。

编者

2013年5月

第一版前言

为适应电力工业发展和满足广大焊接工作者需要,中国电机工程学会电站焊接专业委员会从1996年开始策划、收集资料、拟定编写本书大纲和选定编写人员组织编写,至2001年完成了初稿。经电力焊接质检人员、焊接热处理人员培训班试用,在听取意见并作了认真分析和调整后,于2003年完成第二稿。在进一步广泛征求意见的基础上,并贯彻“以人为本、人才强国”战略思想,以尽快提高广大焊接工作者管理水平为目的,针对电力形势发展需要和电力焊接工作特点,于2005年又作了调整和完善,增补了新内容,现正式出版。

编写中以电力建设焊接技术管理工作为基础,涉及范围较广,既提出了技术管理的内容,又介绍了工作方法,且强调了应做到什么程度,对参与电力焊接技术管理工作的各类焊接人员都有重要参考价值,同时,对深入发展和健全完善焊接技术管理工作能起到一定作用。

本书由张佩良、张信林主编,并邀请焊接工程施工经验丰富和具有专长的人员提供技术资料,他们是齐绪伯、齐向前、尚承伟、廖传庆、严正等。

本书是以总结施工管理经验为基础,以指导电力焊接技术管理工作为目的而编写的,且以初涉焊接技术管理的技术人员、各级焊接主管、焊接质量检查人员和其他焊接人员为应用对象。故编写中采用了实用手法,文字上力求深入浅出,简洁易懂;内容上尽量多地吸收规程、标准和管理制度规定,并以其为主线;结构上按施工顺序编排,目的是让应用者对焊接技术管理工作的内容和做法有较全面了解,使从事该项工作人员有所借鉴。

电力工业焊接专业技术管理资料过去没有系统、全面地总结,这对发展和开拓焊接工作很不利,本书在这方面是第一本,其所涉及的内容比较全面,基本上包括了电力工业焊接技术管理工作的各个环节,是一本有利于焊接工作发展的技术管理书籍。

但由于水平所限和参考资料缺少,尚存不足。本书如能对大家有所启发和帮助或起到“抛砖引玉”作用,引起广大电力焊接工作者注意,将使更多经验总结出来,使更多从事电力焊接技术管理工作的同行受益,熟练地开展工作,实行严格管理,确保焊接工程质量,就达到了编者的初衷。

编者

2005年6月

▼ 目 录

前言

第一版前言

第一章 火电建设焊接工作的发展历程	1
第一节 焊接队伍的概况.....	1
第二节 焊接技术的成就.....	3
第三节 焊接技术管理体系的形成和任务.....	5
第四节 1981~2001 年火电工程焊接质量概况	15
复习题	26
第二章 焊接施工管理	27
第一节 施工准备	27
第二节 工程管理	49
第三节 竣工移交和总结	72
复习题	74
第三章 焊接工艺评定管理	75
第一节 焊接工艺评定的概念和程序	75
第二节 焊接性试验	78
第三节 焊接工艺评定的各项规定	85
第四节 评定试件检验和标准	96
第五节 焊接工艺评定环节和管理.....	111
复习题.....	124
第四章 焊工培训管理	125
第一节 培训任务及培训机构.....	125
第二节 培训前期管理.....	133
第三节 教学管理.....	144
第四节 考试及合格证管理.....	163
第五节 技术档案及质量回访.....	178
复习题.....	186
第五章 焊接质量管理	187
第一节 焊接质量管理的概念.....	187
第二节 质量责任制.....	190
第三节 焊接过程质量管理.....	195
第四节 焊接质量控制.....	203

第五节 工程质量事故的管理·····	213
复习题·····	217
第六章 焊接工程验评管理·····	219
第一节 焊接工程分类·····	219
第二节 焊接工程质量检查、检验和数量·····	222
第三节 焊接工程质量验收及评价工作的总体要求·····	226
第四节 焊接工程质量评定·····	233
第五节 焊接工程验评资料的内容和管理·····	250
复习题·····	252
第七章 焊接热处理管理·····	253
第一节 焊前预热和层间温度·····	253
第二节 后热和焊后热处理·····	256
第三节 焊接热处理的管理工作·····	264
复习题·····	270
第八章 焊接工程监理·····	272
第一节 概述·····	272
第二节 监理的组织机构及监理的基建程序·····	277
第三节 工程建设监理·····	282
第四节 监理常用的记录表格·····	293
附 监理工作守则·····	295
复习题·····	296

第一章

火电建设焊接工作的发展历程

电力是国民经济的基础产业之一，是国家历来发展的重点工业。1949 年新中国成立初期，我国发电容量仅有 185 万 kW，到 2012 年我国装机容量达到 11.4 亿 kW，是新中国成立初期的 616 倍。电力工业的发展对提高我国的综合国力和人民生活水平起到了极为重要的作用。

在火电建设中，焊接工作是一项重要的安装工艺，它直接关系到工程质量、建设速度以及投产以后的安全运行。现在各级领导越来越清楚地认识到焊接工作的重要性，因而在工作中给予了很大的关注。电力行业的广大焊接工作者爱岗敬业、勤奋学习，不仅很好地完成了工程建设任务，而且在科研、技术进步、队伍建设和技术管理等方面也取得了很大成绩。回顾火电建设焊接工作走过的历程，对今后焊接工作的发展会很有裨益。

第一节 焊接队伍的概况

1949 年新中国成立初期至 1952 年，是国民经济三年恢复时期。这个时期主要是修复旧中国遗留的残缺发电设备，主要依靠电厂的检修队伍来完成。1953 年我国开始第一个五年计划，国民经济进入发展时期，为适应火电建设工作的需要，陆续在东北、华北、华东、西北、中南组成了专业的火电建设队伍。1953 年开工建设的黑龙江富拉尔基热电厂是苏联援建的第一座高温高压火力发电厂，1955 年第一台机组发电，并由此奠定了电力焊接事业发展的基础。

一、焊接队伍的建立和发展

富拉尔基热电厂建设过程中，通过工程实践和技术培训班，培训出了我国第一代高压焊工和焊接技术人员。后来，这些人多数成为全国各地电建单位的技术骨干和带头人。可以说，富拉尔基工程是我国电力焊接技术人员和高压焊工的摇篮。与此同时开工的太原第一发电厂（360 工程）是苏联援建的中温中压电厂，通过工程建设和培训，为华北、西北地区培养出一批中压焊工。电力部基本建设总局（后为电力建设总局）分别于 1956 年在吉林、1957 年在兰州集中举办了三期高压焊工培训班，为全国各地培训出了 100 多名合格高压焊工。

到第一个五年计划完成时，我国已建成适合现代化建设的施工队伍。到 1965 年底，全国有 24 个独立的火电建设公司（处），从事焊接专业工作的约有 2000 人，其中：合格高压焊工 600 人左右，焊接技术人员 150 人左右。

二、焊接技术人员的培养

第一个五年计划期间，我国的高等院校和中等专业学校基本上没有焊接专业毕业生，焊

接技术人员都是从其他专业改行过来的。为了解决焊接专业人员不足和水平不高的问题,电力建设总局于1957、1959年在北京良乡电力建设研究所举办了两期焊接技术人员培训班,有近100名具有中专、大学学历的人参加。经过系统的专业理论培训、考核,培训出一批焊接专业人员,并分布到全国各地火电建设队伍。

“文化大革命”期间,由于高等学校和中等专业学校停办,补充焊接技术人员没有来源。到了20世纪70年代初期,机组的安装工作遇到了新的问题:由于引进了法国、日本、意大利、苏联的机组,再加上我国生产的大型机组,各地普遍感到焊接技术人员数量不足和水平不高,对电力建设工程有所影响。水利电力部基建司于1975、1976年委托西安交通大学机械系焊接专业举办了两期时间为8个月的焊接专业短训班,有90多人参加,为各电建单位补充了一批急需的焊接技术人员。

改革开放以来,为适应电力工业发展形势引进大机组,通过这些大机组的安装,锻炼了队伍,培养了人才,但同时感到焊接人员不足的问题仍较突出,因而必须考虑培养适合电力系统需要的金属焊接人员。1978年以后,在电力部武汉水利电力大学机械系建立了金属焊接专业,其毕业生分布在电力系统的各个工作岗位上,同时也注意到在职焊接金属人员的培训和再教育。

三、大力开展焊工培训和考核

长期以来,电站焊接施工主要是手工电弧焊和手工钨极氩弧焊。其质量是靠焊工的技艺来保证的。从20世纪50年代开始,电力系统就很重视焊工的培训和考核工作,所有的焊工均需经过基础培训,练就了良好的基本功。

为保证发电机组安装质量,对所有的中压焊工、高压焊工坚持经考试合格才能上岗工作。即使在十年动乱期间,各电建单位也未放弃焊工培训和考核。“文化大革命”以后,为适应大机组安装工作的需要,对焊工的培训和考核提出了更高的要求。由于焊接队伍的扩大,焊工人数的剧增,原来“以考为主,以培为辅”的分散培训和考核,既不经济,也不先进,已不能适应发展的需要,为此,转向了“以培为主,以考为辅”的集中管理模式。各单位按“培训机构审验办法”要求,成立固定的焊接培训中心,经原电力部审核,至今已陆续批准成立了72个一级焊接培训中心(其中火电系统单位有69个)。为了搞好培训工作,相继出版了焊工培训教学大纲、焊工技术问答、焊工培训教材(焊工培训基础教材和焊工培训实用教材)、氩弧焊培训教材和焊工比赛理论试题库等。

目前电力系统的焊工在管道焊接方面处于国内领先水平,安装焊工的技能水平,可以说达到了国际水平。

四、其他焊接人员的培养

为保证焊接质量,仅靠焊工的自检是不够的,必须有行之有效的质量管理和监督。1992年颁发的电力建设施工及验收技术规范(火力发电厂焊接篇)明确提出:焊接各类人员(焊工、焊接质检员、焊接检验人员、热处理人员和焊接技术人员),必须经过培训和考核,做到持证上岗。

1. 无损检验人员的培训和考核

早在1979年,原电力部在国内首先提出无损检验人员的培训和考核办法。据此,对电力系统的无损检验人员分级进行了培训和考核。之后,劳动部门也颁发了无损检验人员的考核办法。

火电建设单位的高、中级无损检测人员（射线、超声波）均做到持电力、劳动两部门颁发的证件上岗。

2. 焊接质量检查人员的培训和考核

焊接质量除焊工自检外，还必须进行专业检查。专职的焊接质量检查员必须经过培训，做到持证上岗。电力部基建司在 1986 年开始委托部焊接信息网承办焊接质检员的培训考核工作，经过严格的理论考试和答辩通过者方能取得中级、高级质检员资格证书。目前火电建设 49 个公司都有持证的焊接质检员。

焊接质检员培训和考核工作，电力行业首开国内先例。

3. 光谱人员的培训和考核

为了防止错用钢材、焊材，光谱分析工作十分重要。原水电部基建司于 1988 年以来委托浙江火电建设公司、江苏电建一公司和新天光仪公司湖州分公司联合举办了光谱中、高级人员培训班，参加人员基本上覆盖了电力工业系统基建、生产和修造部门。

4. 热处理人员的培训和考核

焊后热处理是否严格按照规范要求作业，关系到消除焊接接头的残余应力、改善焊缝组织和性能，特别是对合金耐热钢尤为重要。1988 年以来，东北电力试验研究院为电力系统举办了热处理培训考核班，火电建设系统内有关单位均有持证的热处理人员。

第二节 焊接技术的成就

自 20 世纪 50 年代起，我国注意引进技术的消化吸收工作，博采各国焊接技术之长，建立科研基地，创新焊接工艺，同时研制焊接材料。

一、科研基地的建立和新技术的应用

1. 建立焊接科研基地，积极开展研究工作

1956 年，在水电部电力建设研究所设置焊接室，于十年动乱时下放解体，1978 年重建。各大区及一些省市的电力试验研究所（院）内也设立了焊接室（组），各电建单位均设有金属焊接试验室。这样就在电力系统内形成了一个科研网。由各科研机构针对电站焊接中产生的问题进行研究，保证了电力建设顺利进行。

新中国成立以来，焊接科研取得了大量成果，如：铜铝焊接接头、焊制高压三通、汽缸补焊、汽包补焊、小口径全位置自动焊、耐热钢焊接性研究、焊接工艺评定、中频热处理等。

2. 形成电站专用焊条系列

新中国成立初期，我国电站用焊条主要依靠从苏联、民主德国、捷克等国家进口。一直到 1958 年，由当时水电部电力建设总局在上海建立了自己的焊条厂——上海电力备品厂（现上海电力修造总厂）。上海电力修造总厂（电力牌）具有多个生产品种，质量稳定，基本上满足了电站焊接的需要，此外，还可以为电站焊接生产特殊用途的焊条。20 世纪 70 年代，为了推广氩弧焊接的需要，该厂与上海电力建设局科研所合作专门研制了 TIG 焊丝系列来替代进口焊丝，为国家节省了外汇。该焊丝的研制成功，系国内首创，填补了国内氩弧焊丝生产的空白。

3. 积极推广计算机在焊接技术管理上的应用

从 20 世纪 80 年代开始,一些电力建设单位开始使用计算机,仅限于数据统计、表格打印等简单应用。到了 20 世纪 90 年代,开发了一些管理方面的软件,对提高工程的焊接管理水平、监控工程质量起到了很大的作用。其中东北火电一公司开发的焊接技术管理软件较好,是结合我国焊接施工经验以及科学管理方法而制定的,它具有覆盖面广、简便、快速、容量大、能绘图等特点,且容易学,好掌握;浙江火电建设公司金属试验室开发的 MISS 系统实用、快捷。以上两个单位开发的软件不同程度在电力建设单位推广。同时,其他一些电建单位也结合自己的情况,积极开展计算机软件的开发和应用。火电建设单位在焊接技术管理和金属试验室的管理上不同程度地推广了计算机的应用。

二、焊接工艺的更新和完善

1. 掌握了中、高合金耐热钢焊接和热处理技术

我国火力发电设备使用的钢材,10 万 kW 及以下机组以碳钢、铬钼钢和铬钼钒钢为主,经过 30 多年逐步过渡到大容量高参数机组,以合金钢为主。目前常用的合金钢号达 20 多个,合金钢中,合金含量范围在 0.5%~12% 之间,另有少量的奥氏体不锈钢。按金相组织划分则有珠光体、贝氏体、马氏体及奥氏体耐热钢。由于合金元素含量的增加,对焊接技术要求更高。为交流沟通大机组焊接技术经验,1974 年和 1979 年水电部召开了两次大机组焊接技术会议,每次都有 100 多人参加。1990 年在北仑 60 万 kW 机组工程现场专门召开了一次引进大机组焊接技术研讨会,并出版了大机组焊接技术专辑,使各单位普遍掌握了大机组的焊接要点。

为了掌握 P91 钢的焊接工艺,国家电力公司火电建设部于 1999 年在日照、2000 年 5 月在邯峰工程现场召开 P91 钢焊接专题研讨会,交流经验。在焊接篇未修订前,出版了 P91 钢焊接暂行技术规定(后为工艺导则)。

20 世纪 70 年代以前,焊接接头焊后热处理以电阻炉、电感应加热为主,个别也有氧—乙炔火焰加热,以上几种方法均为手工操作和控温记录,因而热处理质量不够稳定。20 世纪 70 年代以后,焊后热处理工作普遍采用工频、中频感应加热和远红外线加热方法、自动控温和自动记录,不但减轻了劳动强度,而且提高了热处理质量。

2. 全国推广氩弧焊接工艺

通过多年来的电站焊接工作,掌握了不同类型的焊接工艺和操作方法。最初学习苏联管道带垫圈以酸性焊条为主的工艺,之后吸取东欧一些国家的焊接特点,采用不带垫圈的根部“击穿熔透法”,以及碱性焊条的“连弧焊法”等。带垫圈根部焊层易出现裂纹,目前已被淘汰。而“击穿熔透法”和“连弧焊法”焊工较难掌握,易出现“内凹、烧穿、焊瘤”缺陷,尤其是焊根处的药渣很难清除掉,影响汽水品质。

随着机组容量的增大,安全要求日益提高,为确保管道焊缝质量,在 20 世纪 70 年代中期开始采用氩弧焊打底、电焊盖面的新工艺。由于这一工艺的优质高效,很快在全国电建部门推广使用。为推广氩弧焊工艺,曾于 1975 年在上海闸北电厂、1979 年在天津电力建设公司举办了三期氩弧焊工培训和考核,为全面推广奠定了基础。20 世纪 90 年代以后,很多电力建设单位对小径管焊接采用了全氩弧焊接工艺。在采用氩弧焊的过程中,不断发展和创新了氩弧焊工艺方法,有内加丝、外加丝和摆动摇滚法等工艺手法,解决了焊缝成型和困难位置的焊接问题。可以认为,我国电站焊接的焊条电弧焊和手工钨极氩弧焊的水平已经达到世

界水平。同时根据电站施工的特点改进了氩弧焊工具,并研制简易直流氩弧焊机,为全面推广氩弧焊创造了条件。

三、新设备的推广应用

1. 采用新型电子整流式逆变电焊机

过去电力系统使用的焊接设备主要是交流焊机和 AX 系列旋转式直流电焊机,约有 2 万台左右(火电建设单位)。从 20 世纪 90 年代开始,国家明令淘汰能耗高、技术落后的 AX 系列电焊机,逐步采用整流式逆变焊机,电力建设单位广泛选用进口和国产逆变焊机。

2. 金属试验设备的更新

为了保证电力建设的焊接质量,加强焊接质量的监督检验工作,原电力工业部质量监督中心总站对火电建设的金属试验室进行资质认证。认证内容包括质量体系、人员状况、设备品种和数量以及企业的安装业绩等。火电建设单位普遍通过一级资质金属试验室认证。

通过认证的单位为能适应 30 万 kW 及以上机组的安装,均配备先进的无损探伤仪器,如视频显微镜、金属内窥镜、金属分析仪、自动洗片机、数字式超声波探伤仪等 20 世纪 90 年代先进设备和仪器,为作好焊接、金属质量的监督工作起到有力的保证作用。

第三节 焊接技术管理体系的形成和任务

焊接技术管理工作是开展焊接工作的基础和核心,是一项专业性极强的工作,同时,它也是工程总体技术管理的重要组成部分,其实施程序对总体技术管理有极大的影响。50 多年来,从事焊接技术管理工作人员勤奋努力地工作,在上级主管部门的指导下,从人员资质培训和考核、质量控制与监督、工作的规范等多方面,都有很大的发展,尤其是在专业规程、标准编制和管理制度建立等方面做了大量工作。目前,在电力行业中,焊接技术管理已形成一套全面、完整的管理体系。

一、焊接技术管理体系形成过程

电力行业焊接技术管理是从零开始的,是在学习、分析和吸收国内、外经验的基础上发展的,忆其历程,归纳起来,可分为三个阶段。

1. 第一阶段:从解放初至 20 世纪 50 年代末

我国火电建设从第一个五年计划开始直到 20 世纪 50 年代末,基本上是安装苏联、捷克、民主德国、波兰、罗马尼亚等国家 10 万 kW 及以下发电机组。当时,锅炉、管道使用的钢材主要是碳钢、低合金钢,焊接方法是焊条电弧焊和手工气焊,使用的焊接材料也多从国外进口,执行的焊接规程、标准也是国外的。

由于大量地接触国外设备和资料,充实和丰富了专业人员的知识,提高了能力,对行业特点有了一定的认识,具备了探索形成具有行业特色的自己的管理模式和确立发展方向的条件,因此,该阶段焊接技术管理工作处于学习、积累经验,刚刚起步阶段。

2. 第二阶段:从 20 世纪 60 年代初至 20 世纪 80 年代中期

1958 年以后,我国生产了仿苏联的中压和高压发电机组,20 世纪 60 年代初期,在学习苏联等国家经验的基础上,随着积累的丰富,开始走自己的路,1962 年编制了我国火力发电厂第一套焊接技术规程,即《碳素钢、低合金钢管子电弧焊接暂行技术规程》和《碳素钢、低合金钢管子气焊暂行技术规程》。

20 世纪 70 年代开始,我国陆续兴建一批国产 12.5 万、20 万、30 万 kW 发电机组,并引进日本、法国、意大利等国家 20 万、25 万、30 万、32.5 万 kW 发电机组,同时也引进氩弧焊等新技术,除丰富了焊接工艺外,在焊接技术管理上也积累了经验。经过安装大型机组锻炼,焊接人员专业能力也得到了提高。在此基础上于 1977 年编制了《电力建设施工及验收技术规范 火力发电厂承压管子焊接篇》,随后又于 1982 年编制了《焊工技术考核规程》。

20 世纪 80 年代初期,经过对工程实践经验的总结和国外资料的分析,广泛地应用于技术管理中,同时,专业人员对焊接技术管理有了较为清晰和深刻的认识,使技术管理工作得到了完善和进一步的发展,并于 1980 年先后编制和颁发了一套焊接技术管理制度,如《焊接施工组织设计编制条例》、《焊接技术交底制度》、《火电施工焊接质量检验及评定标准》等。从此,焊接技术管理朝着一条较为规范的思路发展。回顾这个阶段,应是焊接技术管理工作奠定基础、确定发展方向的阶段。

3. 第三阶段:从 20 世纪 80 年代中期至今

20 世纪 80 年代中期,随着国产第一台 60 万 kW 以及国产和引进 50 万、60 万、66 万、80 万、90 万 kW 和 100 万 kW 等超临界和超超临界大型机组的安装,我们注重了技术引进、消化吸收,通过推广应用焊接新工艺、新技术、新材料和新设备,以及广泛地组织大型机组焊接技术研讨会、座谈会、交流会等活动,电力工业焊接工作得到了迅猛发展。在博采众长、认真总结的基础上,焊接技术管理工作,有了清晰的轮廓,理清了管理工作层次,理顺了相关环节关系,确立了管理内容,目前已经形成了具有一定规模、系统的管理模式。

这阶段是电力行业焊接工作大发展和技术管理工作稳步发展时期。管理工作方向已经明确,管理工作内容已经清晰,全面、规范的管理系统已经形成,已建立了层次清楚、条理分明的管理体系和网络,按照电力行业焊接技术管理规律制定了许多制度、规定和要求,指导着电力行业焊接工作。因此,这一阶段是焊接技术管理工作向着全面、完善方向发展的阶段,也是不断总结、不断提高的阶段。

二、焊接技术管理的任务和核心

电力建设中,焊接是个较小的专业,是配角,但又是一个对工程质量影响极大的专业,具体上既被人们重视,而在总体上又很难处理好相关的问题,焊接工作者必须了解这一特殊性,才能在确定的岗位上,竭尽全力地完成所承担的工作。

按焊接工作特点、规律和工程施工阶段不同,焊接技术管理工作有不同的重点和内容,但焊接工作者首先必须了解焊接技术管理的任务,对总体管理工作有清晰的概念,明确的目标,以使技术管理工作沿着正确的轨道发展。根据对多年积累经验的总结,在实施管理活动中,电力行业焊接技术管理工作现在已形成了“以质量管理为核心,以贯彻规程、规范、标准为主线”的管理体系,并以此为基础开展焊接工作。

1. 电力工业焊接工作特点

(1) 随着发电设备单机容量增大、参数增高,使用的钢材品种多、合金成分复杂、含量高。特别是近 20 多年来,引进了很多国外机组,其钢材、焊材更为繁杂,因而对焊接工艺提出了更高的要求,焊接技术管理工作复杂。

(2) 机组容量、参数的提高,势必使设备和管道的规格(管径、壁厚)相应变大,致使焊接应力加大,连续焊接时间加长,焊工劳动强度越来越大。

(3) 焊接结构复杂,各种空间位置的焊接接头数量巨大,施工条件和环境难度增加,在目前仍以手工焊为主的施焊方法下,焊工操作困难,极易出现焊接缺陷,焊接质量易受人为因素干扰,对焊工技术能力提出了更高要求。

(4) 施工过程中,焊接期限短,需用焊工量大,检验数量增加,对焊工的调配、使用提出了更高的要求。

同时,在焊接工程施工组织中,还具有阶段性、被动性、紧迫性和规范性等特征。

从以上特点可以看出,焊接工程质量是电力建设总体质量的一个重要环节,它直接影响电厂的安全运行,因此焊接工作必须树立“质量第一”的思想,贯彻“以防为主,以治为辅”的方针,实施全过程的质量控制、质量检验和质量监督。

2. 焊接技术管理的任务

(1) 熟悉、掌握、正确贯彻党、国家对电力行业的一系列方针政策,按电力建设规律和焊接工程特点组织施工,优质、高效完成电力建设任务。

(2) 保证发电设备的总体质量和焊接质量,不遗留隐患,为发电设备投产运行,经济、安全、稳定地发供电奠定良好基础。

(3) 准确地理解和贯彻电力建设的有关规程,焊接质量必须符合专业规程质量标准,焊接各项施工组织工作必须符合相关规范的规定。

(4) 注重焊接各类人员的培训与考核,坚持持证上岗,采取措施努力提高其素质,保证技术能力的稳定,注意改善施焊环境,确保焊接人员身心健康。

(5) 焊接工程尽可能地采用新技术、新材料、新工艺、新设备,科学地开展焊接各项活动,巩固成果,注重总结,不断提高焊接队伍的技术水平。

明确了焊接技术管理任务和了解电力工业发电设备焊接特点后,就能确立焊接技术管理的方向和重点,为编制各类焊接规程、规范和管理制度奠定基础。

3. 确立以质量为焊接技术管理的核心

焊接质量是焊接专业各项工作质量的综合反映,也是衡量焊接专业技术水平和管理水平的主要标志。目前,发电设备的安装,几乎百分之百采取焊接工艺方法连接,使其组成一体,焊接已成为电力工业设备安装的重要专业之一。“百年大计,质量第一”在焊接工作中得到了充分体现,保证焊接质量历来都是焊接工作者为之全力奋斗的目标。在焊接技术管理中,更把保证质量视为生命线,从多方面制定管理制度,并切实加以贯彻。同时,在施工管理指挥上,对焊接质量也施行强有力的全面控制和监督。

现行的焊接技术管理体系不是立即就建立的,也是经历了漫长的时间,逐步积累、总结、分析,发展形成的。

回顾焊接形成“以质量管理为核心”的历史,归纳起来有两个阶段。

第一阶段:为20世纪80年代以前,当时安装的多为中小型发电机组,设备结构简单,且工作量少,钢材品种少,合金成为含量低,比较起来焊接工作难度较小,焊接技术管理的目标是对汽水管道的焊接要达到技术条件和规程要求的标准,对输送烟、风、煤、灰等结构,焊接要消灭“七漏”。此阶段无论是管理制度制定或技术管理工作开展,都围绕这个目标进行。

第二阶段:为20世纪80年代以后,此时,随着大型机组的兴建和国外设备的引进,焊接工作有了很大变化。由于发电设备结构复杂,焊接安装工作量大,钢材品种繁多,合金成

分复杂且含量增大等,焊接技术难度急剧增加,单纯从杜绝几不漏和最低质量标准要求为目标的管理是不能保证焊接质量的,于是提出“从人员素质提高、材料质量控制、焊接设备优选、工艺过程监督”等全面的管理目标。此阶段确立了技术条件和质量标准保证外,还必须保证焊接接头的结合性能和使用性能综合的管理目标。

无论哪个阶段,以保证质量和管理目标的做法,始终是技术管理的核心,电力行业广大焊接工作者,对此不但有深刻的认识,同时围绕这一目标,适时地、多方面地调整技术管理工作的内容和重点,做了大量的充实和完善工作,促进了焊接质量水平的提高,取得了可喜的成绩。

从多年来全国电力工业焊接质量状况和统计发布的资料中可看出,最初焊接优良品率仅为 91.6% 左右(1981 年),以后大多数年份里都保持在 95% 以上,这充分说明了“以质量管理为核心”技术管理目标的确立,意义是十分重大的。

4. 贯彻规程是技术管理的主线

电力工业焊接专业涉及的规程、规范、导则、标准很多,据不完全统计约有 70 多个,其中属电力行业火电焊接相关标准有 23 个,其他约有 50 多个,在焊接技术管理活动中,应用这些标准,开展焊接技术工作。

在诸多规程、标准中,经常应用于电力工业火电建设焊接专业的有四本规程,即:DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》(以下简称“技术规程”)、DL/T 868《焊接工艺评定规程》、DL/T 679《焊工技术考核规程》和 DL/T 5210.7《电力建设施工质量验收及评定规程 第 7 部分:焊接》。从上述四本基本规程制定目的看,它们之间有着密切的联系,并从不同角度规范着焊接工作。

分析四本规程内容,从其内在联系看,DL/T 869 是处主位的,其他三本规程是从不同角度支持或保证实现其规定和要求,并紧密相联形成一个完整的管理环。

由于 DL/T 869 全面、系统地规范电力工业焊接工作,是焊接工作的主要依据,必须严格执行,而其他三本规程又是对其支持和保证,因此,亦应严格执行。以 DL/T 869 为主位,四本规程之间的关系是:

(1) 技术规程与验评标准之间的关系。

技术规程从人员、材料、机具、工艺、检验、质量标准等全方位地对焊接工作做出规定,而验评标准仅从检验和质量标准提出实施方法。因此,技术规程是焊接工程施焊工作的依据,是基础,而验评标准则是技术规程的检验、质量标准,是进行焊接质量等级评定的办法,是管理手段。

验评标准是依据验收规范制定的,焊接工程施焊工艺规定和质量标准体现在验收规范中,焊接工程质量等级评定则依靠验评标准所规定的方法实现。因此,二者是相辅相成、缺一不可的关系,是密切相联的统一整体。

(2) 技术规程与焊工技术考核规程之间的关系。

技术规程是焊接诸规程的主位,是总纲,以部件所处的工况条件和各类钢材焊接技术难度为基础,制定的焊接工艺总体规定,其中包括了对从事以手工焊为主的焊工技术能力的要求。而焊工技术考核规程则是专门考核焊工技术能力的具体实施办法。焊工技术考核规程的所有规定都是以焊工为中心,是以验证焊工是否具备施焊各类部件的技术能力而制定的。为技术规程对焊接人员技术条件规定的实现,提供可靠的保证。因此,它们之间应是支持的

关系。

(3) 技术规程与焊接工艺评定规程之间的关系。

技术规程中的工艺规定和管理手段,均以满足电力工业承压部件焊接接头结合性能和使用寿命在一定工况条件下安全运行综合确定的,而所有的工艺规定都是在科学试验和经验总结的基础上制定的。在诸多试验中,尤以焊接工艺评定根基最为牢固,依据最为可靠。

焊接工艺评定是确定工艺参数、制定工艺方案过程中必须进行的一项重要的基础性工作,只有经过严格、细微的工艺评定才能使所制定的工艺方案、工艺规定建立在牢固的基础上,从而保证施焊工作质量。因此,焊接工艺评定是技术规程工艺规定的基础,它们之间应是承继关系。

(4) 焊工技术考核规程与焊接工艺评定规程之间的关系。

焊接工艺评定是焊工技术考核的基础,只有依据焊接工艺评定结论制定的工艺指导书施行焊工技术考核,其考核结果方认为有效,这点在焊工技术考核规程中有十分肯定和明确的规定。

过去的焊工技术考核规程尽管已意识到焊接质量与焊工技术能力的高低有着重要的关系,但是在具体实施考核中没有严格地将对材料焊接性试验和焊工技术能力鉴别分开,而是采取了较为笼统的做法。因此,考核规程的一些规定,概念是不清的,致使许多不属于焊工技术能力的内容也引入考核规程之中。新考核规程将这一类问题进行了分离,凡属于材料焊接性试验的问题均应在焊接工艺评定中去解决,而焊工考核技术规程仅规定焊工技术能力,内容做了大幅度的调整。但二者又有着密切、不可分割的关系,考核规程规定了“焊工技术考核必须在焊接工艺评定合格的基础上,以工艺指导书为依据进行”,它们之间的关系应是承继关系。

焊接技术管理核心和主线的确立,是在不断总结、提高的漫长过程中,经过电力工业广大焊接工作者共同努力、达成共识,经不断完善而形成的。在这一概念和目标指引下,电力工业焊接质量得到保证,焊接技术管理工作得到了全面的发展,并日臻完善。

统计到 2012 年电力焊接专业的焊接、热处理和检验三个方面经常应用的规程、标准有 12 本,并形成了一个较为完整的体系。其位置及作用,见图 1-1。

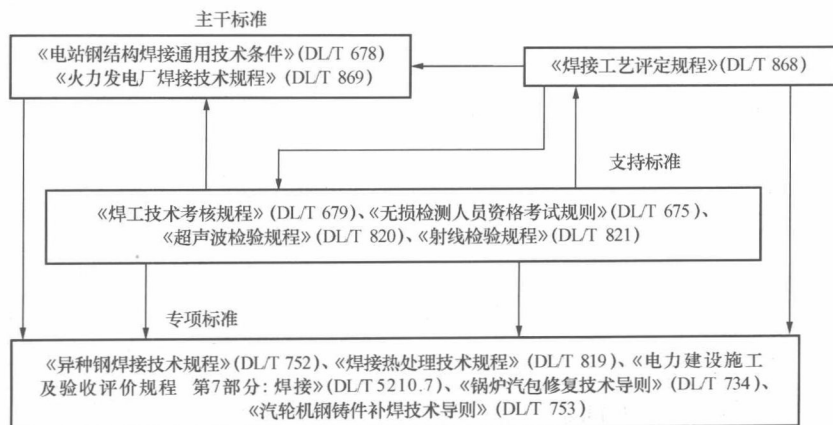


图 1-1 常用焊接标准关系图

三、焊接技术管理体系和内容

焊接技术管理体系和内容，是在长期实践中积累经验逐渐形成的。根据焊接工作的特殊性，归纳起来可以从三个方面阐述，即管理体系、焊接各项管理制度和焊接技术文件。这三个方面工作的严密配合与协调，规范着焊接技术管理活动，推动着焊接工作沿着确立的目标顺利地开展。

1. 管理体系

焊接技术管理体系是根据工程建设的需要和焊接工作的特点及规律，通过长期实践认识的。组建焊接管理机构、合理配备焊接人员、确立焊接人员职责是开展焊接技术管理工作的根本，是最重要的一件事情。一个单位的焊接最高管理机构应是焊工技术考核委员会或焊接技术管理部门，在总工程师的领导下全面负责焊接各项技术管理工作。这一机构的建立不仅是组织管理焊工考核工作，同时，也是全面规划焊接管理活动的权力机构。这一点从考核委员会建立的目的和职能在“焊工技术考核规程”中已有充分体现。组建焊接管理部门是在焊工以分散形式管理时必需的增设部门，否则，焊接工作易形成多头，发挥不出单位焊接力量合力优势，而使领导或工程管理者在焊接技术管理中造成困难，影响工程进度，质量管理也易出现弊端。

大型企业一般应设焊接专业副总工程师或专责工程师岗位，全面统筹、规划、指挥焊接技术管理工作，这一点在电力行业标准技术规程中有详尽的规定；一般小型企业也应设焊接专责工程师岗位，统一技术管理工作。

各级焊接技术人员岗位设置和不同层次技术能力焊工数量的多少，都应根据工程规模、施工组织形式，按其工作规律合理地配备。

焊接施工组织基本上有三种方式：集中、分散和局部集中。无论以哪种形式组织施工，焊接技术管理都必须实行集中管理，否则各项工作将会出现衔接不好、协调不当，严重者会造成失控。这点是多年来施工活动中的经验总结，只有按这一规律办事，才能实现“以质量为核心”的管理体系的作用，才能发挥焊接力量的优势。

在管理活动中，不但注重焊接技术人员和焊工的培养，也应注重各类焊接人员的培养，尤其应注重焊接技师的培养和使用。焊接技师不但解决焊接技术方面的疑难问题，也应参与技术管理工作，让其有充分展示才能的环境，发挥更大作用。

各类焊接人员要精通焊接技术和业务，不断学习提高专业能力和水平，还要拓宽知识面，对电力行业其他专业知识亦应学习，在提高驾驭工作的能力上下工夫。

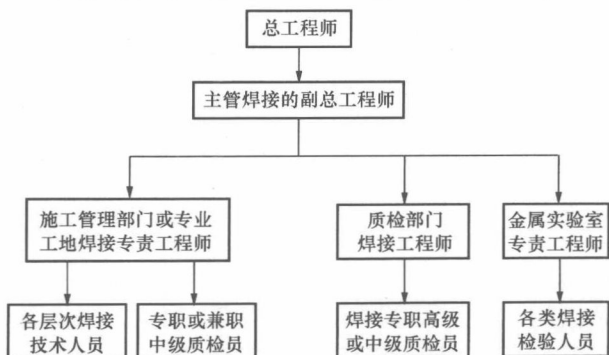


图 1-2 焊接技术管理体系图

焊接技术管理体系与形式推荐见

图 1-2。

(1) 大中型工程（200MW 及以上机组）应设焊接副总工程师岗位，协助总工程师统筹焊接工作。

(2) 焊接专责工程师岗位定在何处，应视焊工管理组织形式而定。如焊工分散管理应设在施工管理部门，全面统筹焊接工作；如焊工集中管理成立专业队伍，则应设在专业工地。