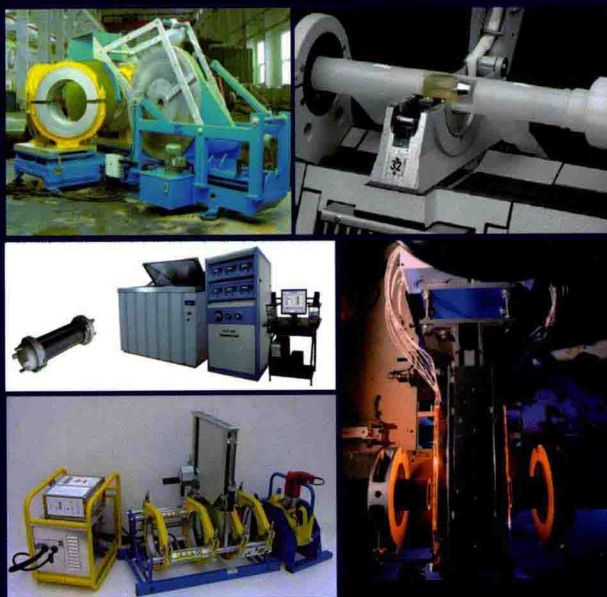


国家特种设备作业人员培训丛书
非金属材料焊工培训教材

塑料焊接技术

SULIAO HANJIE JISHU

中国腐蚀与防护学会高分子管道和容器专业委员会 组织编写
郑伟义 陈国龙 陈志刚 等编著



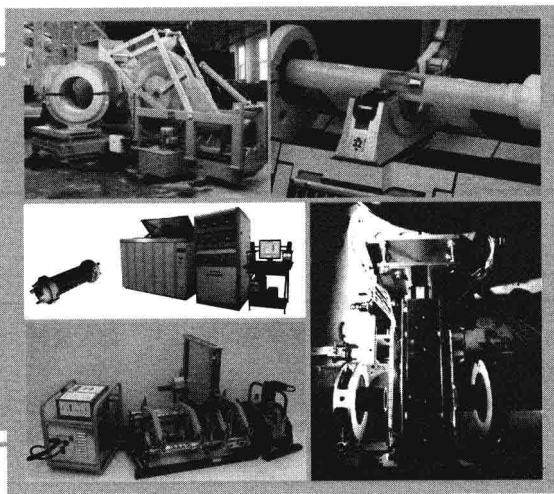
化学工业出版社

国家特种设备作业人员培训丛书
非金属材料焊工培训教材

塑料焊接技术

SULIAO HANJIE JISHU

中国腐蚀与防护学会高分子管道和容器专业委员会 组织编写
郑伟义 陈国龙 陈志刚 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

《塑料焊接技术》是国家特种设备作业人员培训丛书中的非金属材料焊工培训教材,是依据国家质检总局安全技术规范 TSG Z6002—2010《特种设备焊接操作人员考核细则》中关于“特种设备非金属材料焊工考试范围、内容、方法和评定”的精神要求、行业标准 HG/T 4280—2011《塑料焊接工艺评定》等系列标准的内容编写的。全书重点介绍了与塑料焊接相关的特种设备法规,焊接用塑料材料基本知识,塑料焊接基本原理和操作技术,塑料焊接机具,塑料焊接工艺评定和质量检验方法,塑料焊接的缺陷与质量控制,塑料焊接施工、验收与施工安全等内容,每章均附有相关的复习思考题。

《塑料焊接技术》主要用作塑料焊工培训机构、职业技能鉴定培训机构的培训教材,也可作为技校、职业院校的教学用书。同时,作为一本塑料焊接专业图书,也是专业读者非常好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料焊接技术/中国腐蚀与防护学会高分子管道
和容器专业委员会组织编写;郑伟义等编著. —北
京:化学工业出版社,2015.7

国家特种设备作业人员培训丛书非金属材料焊
工培训教材

ISBN 978-7-122-24002-6

I. ①塑… II. ①中…②郑… III. ①塑料-焊接工艺-技术
培训-教材 IV. ①TQ320.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 104401 号

责任编辑:段志兵

文字编辑:孙凤英

责任校对:吴 静

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 20½ 字数 394 千字 2015 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:88.00 元

版权所有 违者必究

《塑料焊接技术》编委会

主 任：郑伟义 陈国龙 陈志刚

委 员：郑伟义 陈国龙 陈志刚 李茂东 马建萍 应仁爱
谷亚新 周 健 赵 锋 王新华 肖玉刚 成光涛
林 伟 于少平 赵新建 田 力 刘 智 姜奎书
冯德富 陈建平 钟 海 杨 虎 陈 帆 陈 招
郑汪萍 林春桃 张诗光

《塑料焊接技术》审稿人员

主 审：高继轩 何 芑 钱知勉

参 审：王 晴 梁国安 卢丹亚 张术宽 林华义 张建平
何家军 张 勇 王 焱 陈定岳 李 俊 曹稼斌
冯志强 张俊科 桑临春 赖志红 李雪锋

《塑料焊接技术》技术支持单位

1. 国家质检总局特种设备安全监察局
2. 国家塑料制品质量监督检验中心（福州）
3. 温州赵氟隆有限公司
4. 广州特种承压设备检测研究院
5. 温州市质量技术监督检测院
6. 沈阳建筑大学
7. 江苏理工学院
8. 江苏省特种设备安全监督检验研究院
9. 西安塑龙熔接设备有限公司
10. 佑利控股集团有限公司
11. 大连市锅炉压力容器检验研究院
12. 国家化学建材质量监督检验中心
13. 长春特种设备检测研究院
14. 贵州燃气（集团）有限责任公司
15. 山东省特种设备检验研究院潍坊分院
16. 承德市精密试验机有限公司
17. 上海市特种设备监督检验技术研究院
18. 山东省质量技术监督教育培训中心
19. 哈尔滨市锅炉压力容器检验研究院
20. 湖北省特种设备检验检测研究院荆门分院
21. 湖北钟格塑料管有限公司
22. 四川理工学院机械工程学院
23. 广州市星亚塑料管道有限公司
24. 河南省锅炉压力容器安全检测研究院
25. 宁波市特种设备检验研究院
26. 四川省特种设备检验研究院

目 前 言

通过全国从事非金属焊接的专家们两年多的努力，在得到中国科学技术学会的核准、国家民政部的批准之下，2013年12月28日，终于在广州宣告成立了“中国腐蚀与防护学会高分子管道和容器专业委员会”。《塑料焊接技术》是委员会精心策划、严密组织、努力编写的结晶。

塑料通常比金属具有更加优良的耐腐蚀性以及清洁、环保、寿命长的特性，故塑料管道和设备等特种设备在石油、化工、制药等腐蚀环境下得到了越来越广泛的应用。近年来，随着我国改革开放的不断深入和国家对基础设施建设的加大投入，国内对塑料管道的需求一直保持着年均15%以上的增长速度，另一方面，大型工业项目的相继上马，也带动了非金属及非金属衬里设备的使用和研发。设备数量井喷式的增加，必然存在着技术、标准、产品质量、安装质量等方面的滞后或缺陷，尤其是塑料焊接的专著很少，因此高分子管道和容器专业委员会成立伊始，就马上组织专家编写本书。

本书的特点是新颖、实用、全面。虽然全面，但限于篇幅；本书又不能面面俱到，对一些内容进行重点介绍。如：塑料焊接工艺重点介绍了热风焊、挤出焊、热熔焊和电熔焊的内容；焊接机具重点介绍了热风焊枪、挤出焊枪与焊机、热熔焊、电熔焊机；塑料材料重点介绍了聚氯乙烯（PVC，包括氯化聚氯乙烯 PVC-C、硬质聚氯乙烯 PVC-U）、聚丙烯（PP，包括嵌段共聚聚丙烯 PP-B、均聚聚丙烯 PP-H、无规共聚聚丙烯 PP-R）、聚乙烯（PE，包括高密度聚乙烯 PE-HD、中密度聚乙烯 PE-MD、低密度聚乙烯 PE-LD）、聚偏氟乙烯（PVDF）、改性聚四氟乙烯（PTFE-TFM）、丙烯腈/丁二烯/苯乙烯塑料（ABS）、聚酰胺（PA）等热塑性塑料和塑料合金的管材和板材。这无疑给从事这方面的技术人员带来方便。

在本书的出版过程中，得到了国家塑料制品质量监督检验中心（福州）、温州赵氟隆有限公司、广州市特种承压设备检测研究院、西安塑龙熔接设备有限公司、温州市质量技术监督检测院等许多单位的大力支持。大部分资料来自编者单位多年的技术课题和经验，还有一些资料来自期刊论文、网络文章或其他渠道，在此表示衷心的感谢。

中国腐蚀与防护学会高分子管道和容器专业委员会

目 录

第一章 概述 1

第一节 特种设备相关法规	1
一、特种设备法规标准体系的构成	1
二、特种设备焊接法规标准体系	5
三、我国特种设备法规标准体系发展思路	7
第二节 塑料焊接技术的发展历程	7
一、塑料焊接技术概述	8
二、塑料压力管道焊接技术现状与发展	10
第三节 塑料焊接技术培训的意义	12
一、开展塑料焊接技术培训是社会发展的必然要求	12
二、开展塑料焊接技术培训是提高焊接作业人员素质的必要途径	13
三、焊工考试机构的培训是提高焊工操作技能的重要手段	14
附录 1-1 塑料焊工考核内容和要求	15
附录 1-2 塑料焊接相关法律、法规、技术规范目录	18
复习思考题	19

第二章 可焊性塑料基本知识 22

第一节 可焊性塑料原材料基本知识	22
一、聚乙烯	22
二、聚丙烯	23
三、聚氯乙烯	25
四、ABS 塑料	25
五、氯化聚氯乙烯	26
六、聚偏氟乙烯	27
七、改性聚四氟乙烯	27
八、聚酰胺塑料	28

第二节 塑料管道	29
一、聚乙烯燃气管材	30
二、大口径输送矿浆聚乙烯管材	32
三、PVC-U 给水管材	33
四、尼龙 11 管材	34
五、PP-R 管材	34
第三节 塑料板材	35
一、塑料板材主要生产方法	36
二、几种塑料板材的主要用途	36
第四节 塑料焊条	37
一、塑料焊条的类型	37
二、塑料焊条的形状	38
三、塑料焊条的成型方法	40
四、焊条的检测	40
复习思考题	40

第三章 塑料焊接基本原理 42

第一节 塑料焊接工艺原理和分类	42
一、塑料焊接的机理、条件和过程	42
二、塑料焊接工艺分类	43
第二节 热熔焊	44
一、焊前措施	44
二、热熔焊操作基本要求	45
三、热熔对接焊	46
四、热熔承插焊	53
五、热熔鞍形焊	58
第三节 电熔焊	60
一、电熔承插焊	60
二、电熔鞍形焊	62
三、电熔焊的优缺点	63
第四节 热风焊	63
一、圆嘴热风焊	63
二、快速热风焊	66
三、热风焊工艺参数	69

第五节 挤出焊	71
一、工艺原理	72
二、工艺过程	73
三、控制要素	73
四、相关参数	74
第六节 其他塑料焊接工艺	74
复习思考题	76

第四章 塑料焊接机具 78

第一节 热熔焊机	78
一、手动热熔对接焊机	80
二、半自动热熔对接焊机	85
三、全自动热熔对接焊机	87
四、热熔承插焊机	100
五、热熔鞍形焊机	101
六、热熔多角度焊机	101
第二节 电熔焊机	104
一、电熔焊机的特点	104
二、电熔焊机分类	105
三、全自动电熔焊机	108
四、电熔承插焊的基本操作步骤	112
五、电熔鞍形焊的基本操作步骤	112
第三节 热风焊枪	113
一、适用范围	113
二、手动焊接工具	113
三、热风焊枪的相关技术参数	115
四、热风焊枪的操作方法	116
第四节 挤出焊枪与焊机	116
一、适用范围	116
二、要求	117
三、挤出焊枪的相关技术参数	119
四、挤出焊枪的操作方法	120
第五节 其他塑料焊接机具	121
第六节 焊接辅助工具	122

一、热熔对接焊专用辅助工具	122
二、电熔焊的辅助工具	123
三、热风焊和挤出焊专用辅助工具	125
第七节 机具的安全使用与维护保养	126
一、电熔焊机、热熔焊机	126
二、热风 and 挤出焊枪	132
复习思考题	134

第五章 塑料焊接工艺评定 135

第一节 塑料焊接工艺评定概述	135
一、基本概念	135
二、工艺评定总则	136
第二节 热熔焊工艺评定	142
第三节 电熔焊工艺评定	143
第四节 热风焊工艺评定	145
第五节 挤出焊焊接工艺评定	146
第六节 塑料焊接工艺评定的表格	147
复习思考题	151

第六章 塑料焊接的缺陷与质量控制 152

第一节 塑料焊接缺陷的概念	152
第二节 热熔焊典型缺陷	153
一、未熔合	153
二、孔洞	154
三、熔合面夹杂	154
四、工艺缺陷	155
五、焊接外观缺陷	157
第三节 电熔焊接典型缺陷	158
一、熔合面缺陷	158
二、孔洞缺陷	159
三、金属丝错位	161

四、冷焊缺陷	162
五、事故案例	163
第四节 热风焊典型缺陷	167
第五节 挤出焊典型缺陷	168
第六节 塑料焊接过程质量影响因素	170
一、热熔焊质量影响因素	170
二、电熔焊接口质量影响因素	171
三、热风焊过程质量影响因素	171
四、挤出焊的质量影响因素	172
第七节 塑料焊接质量控制与评价	172
一、塑料焊接质量控制	172
二、塑料焊接质量检验与评价	177
三、热熔焊、电熔焊质量检验	182
复习思考题	184

第七章 塑料焊接操作技术 185

第一节 聚乙烯的焊接	185
一、聚乙烯热熔焊	185
二、聚乙烯电熔焊	189
三、聚乙烯热风焊	191
四、聚乙烯挤出焊	193
第二节 聚丙烯的焊接	196
一、聚丙烯热熔焊	196
二、聚丙烯的圆嘴热风焊	196
三、聚丙烯的快速热风焊	197
四、聚丙烯的挤出焊	198
第三节 聚氯乙烯和氯化聚氯乙烯的焊接	199
第四节 聚偏氟乙烯的焊接	200
第五节 改性聚四氟乙烯的焊接	200
一、焊前措施	201
二、热熔焊接的操作	202
第六节 塑料合金及其他塑料的焊接	202
复习思考题	203

第八章 塑料焊接质量检验方法 205

第一节 概述	205
一、焊接检验的目的	205
二、焊接检验方法分类	206
三、各种焊接质量检验方法的选择	206
四、典型的聚乙烯管材焊接接头检测方法比较	207
五、与塑料焊接性能相关的国内、国外部分试验方法标准	208
六、焊接性能测试	212
第二节 外观及尺寸	213
一、外观检验	213
二、切下卷边	214
三、卷边背弯试验	215
第三节 塑料焊接试样拉伸检测方法	216
一、概述	216
二、术语和定义	216
三、试验原理	216
四、试验设备	217
五、检测方法	217
六、影响因素与讨论	225
第四节 塑料焊接试样弯曲检测方法	225
一、概述	225
二、术语和定义	226
三、试验原理	226
四、试验设备	226
五、检测方法	227
六、影响因素与讨论	234
第五节 剥离试验	234
一、概述	234
二、拉伸剥离试验	235
三、挤压剥离试验	237
四、撕裂剥离试验	240
五、T形剥离试验	242
第六节 耐内压试验	242
一、定义和范围	242

二、原理	243
三、设备	244
四、试验方法	245
五、影响因素与探讨	249
第七节 其他检验方法	250
一、长期拉伸蠕变试验	250
二、拉伸蠕变试验的强化试验	251
三、用于评判承插焊的剪切蠕变试验	251
四、摆锤冲击试验	251
五、拉伸冲击试验	252
六、电熔接头的双悬臂梁试验	252
七、适用性试验	253
八、负压试验	254
九、扭剪试验	254
十、径向剥离试验	255
十一、超声波试验及 X 射线	255
十二、高电压法或电火花法	256
复习思考题	257

第九章 塑料焊接施工、验收与抢修 259

第一节 塑料焊接施工准备	259
第二节 塑料管道的施工、试验与验收	261
一、刚性管道和柔性管道	261
二、地上塑料管道工程	262
三、埋地管道工程	263
四、管道的试验（按规程要求）	266
五、管道工程竣工验收	270
第三节 塑料设备的焊接施工、试验与验收	271
一、塑料设备的焊接施工	271
二、塑料设备的试验与验收	273
第四节 塑料焊接抢修安全技术	278
一、塑料焊接抢修基本安全技术要求	279
二、燃气用聚乙烯管道抢修安全要求	280
复习思考题	284

第十章 塑料焊接施工安全 286

第一节 易燃、易爆、腐蚀性流体安全知识	286
一、燃气的分类及用途	286
二、燃气的基本性质	289
三、燃气的燃烧和爆炸	290
四、燃气事故及危害	292
五、燃气安全技术	293
六、燃气输送管道	295
七、腐蚀性流体安全	297
第二节 防静电的基础知识	298
一、静电的产生和积累	298
二、静电防护	299
三、静电的危害	301
四、防护措施	302
五、塑料焊接过程中静电的防护措施	302
第三节 焊接施工过程中用电安全知识	303
一、安全用电措施	303
二、塑料管道焊接过程用电安全	304
三、焊接的电气安全技术	304
第四节 焊接施工过程中其他安全知识	305
一、焊接现场的安全事项	305
二、特殊环境下焊接作业	305
三、恶劣气象条件下的焊接作业安全	306
复习思考题	306

参考文献 307

第一章

概述

塑料(plastics)是一种高分子化合物(macromolecules),具有优越的成型加工性能,在工程材料中仅次于钢铁材料,居第二位。塑料原料来源丰富,成本低廉,质量轻、摩擦力小、耐腐蚀、易加工,具有金属和其他材料所不能比拟的特殊物理和化学性能,越来越受到人们的重视。

在塑料制品的广泛应用中,如何操作简单的连接材料使之满足制品使用性能的要求已成为一个关键问题。除了机械紧固和粘接等连接手段,塑料焊接技术在工业界、研究界也已得到越来越广泛的重视。

本书先从“远”处着笔,开篇从管辖“塑料压力管道”的特种设备法规谈起,引出后续的原材料的基础部分,然后紧扣焊接主题工艺部分(工艺原理、机具),接着叙述操作和试验部分(操作技术、检验方法),最后提出焊接生产组织与安全问题。为此,本章首先简要介绍特种设备有关法规、规范和标准,然后阐述塑料焊接技术发展历程,附录中介绍塑料焊接培训考核基本知识与要求。

第一节 特种设备相关法规

特种设备是国民经济建设的重要基础设备和人们生活的重要基础设施,同时又是国家公共安全的重要组成部分。特种设备安全法规体系是保障特种设备安全运行的法律保障。我国特种设备法规标准体系的建设和发展是随着我国社会经济的不断发展变化而发展的,其间也汲取了工业发达国家的经验和做法,经过几十年的努力,目前已基本建立了“以法律法规为依据、以安全技术规范为主要内容、以技术标准为基础”的较为完善的法规标准体系,实现了对特种设备安全监督管理工作的有法可依、有章可循。本节主要介绍我国特种设备有关法规标准体系以及有关焊接方面法规标准。

一、特种设备法规标准体系的构成

20多年来,我国制定了一系列特种设备方面的规章和规范性文件,基本形成了法律—行政法规—行政规章—安全技术规范(TSG)和技术法规(含强制

性国家标准）—引用标准（GB、HG 等）5 个层次的法规体系结构（见图 1.1）。



图 1.1 特种设备法规体系结构图

（一）法律

法律在我国是指由全国人民代表大会及其常委会制定的规范性文件，地位仅次于宪法。法律分基本法律和基本法律以外的其他法律两大类。前者是由全国人民代表大会制定，如刑法；后者由全国人民代表大会常委会制定，如《中华人民共和国特种设备安全法》。

（二）行政法规

行政法规是法律效力低于宪法和法律的一种法的形式。在我国指最高行政机关，即国务院，根据宪法和法律或者全国人大常委会的授权，依照法定权限和程序，制定颁布的有关行政管理的规范性文件。行政法规在我国立法体制中具有重要地位，是仅次于法律的重要立法层次，一般用条例、规定、规则、办法等称谓。行政法规的制定程序依照国务院组织法的有关规定办理，由国务院总理签署，以国务院令的方式公布。地方性法规，是指法定的地方国家权力机关依照法

定的权限，在不与宪法、法律和行政法规相抵触的前提下，制定和公布在本行政区域内实施的规范性文件。

目前，全国特种设备安全监察与管理的行政法规是《特种设备安全监察条例》。此外，尚有一些地方性法规，如《浙江省特种设备安全管理条例》、《江苏省特种设备安全监察条例》等。

（三）行政规章

行政规章，是国家行政机关依照行政职权所制定、发布的针对某事件或某一类人的一般性规定，是抽象行政行为的一种。规章包括部门规章（也称部委规章）和地方人民政府规章。部门规章是指国务院各部门（包括具有行政管理职能的直属机构）根据法律和国务院的行政规定、办法、决定、命令在本部门的权限内按照规定的程序所制定的规定、办法、细则、规则等规范性文件的总称。地方政府规章是指省、自治区、直辖市和较大的市的人民政府依照法律和法规，并按照法定的程序所制定的普遍适用于本行政区域的规定、办法、细则、规则等规范性文件的总称。在我国行政管理活动中，规章作为法律、法规的补充形式，发挥着重要的作用。因为大量的法律、行政法规是由行政机关执行的，行政机关需要依据有关的法律、法规，做出相应的具体规定。同时由于法律、法规对有些问题的规定比较原则，需要通过行政规章使之进一步细化或具体化，以利于更好地贯彻实施。但行政规章的效力低于法律、法规。

特种设备方面的部门规章以特种设备安全监督管理部门负责人签署部门令的形式予以公布，并经过一定方式向社会公告。目前以“部门令”形式发布的特种设备部门规章包括《锅炉压力容器制造监督管理办法》（质检总局第 22 号令）等一系列总局令。此外还有一些地方政府规章。

（四）安全技术规范

特种设备安全技术规范（TSG）是国家质检总局依据《特种设备安全监察条例》对特种设备的安全性能和相应的设计、制造、安装、改造、维修、使用和检验检测等活动制定、颁布的强制性规定，属于规范性文件。在我国，由于强制性国家标准的存在，而且我国在加入 WTO 的谈判中一再强调了强制性国家标准，并且定义为强制性标准就是技术法规，因此，考虑这些特定的情况，在特种设备法规标准体系，将强制性标准列于规范性文件这一层次，其属性相当于安全技术规范。

特种设备安全技术规范是特种设备法规的重要组成部分，其作用是把法律、法规和行政规章原则规定具体化。安全技术规范是规定特种设备的安全性能和相应的设计、制造、安装、修理、改造使用管理和检验检测方法，以及许可、考核条件、程序的一系列具有行政强制力的文件。2009 年国家质检总局颁布实施了《特种设备安全技术规范制定程序导则》，明确要求安全技术规范名称可以用“规