

农村青年职业技能学习丛书



NONGCUN QINGNIAN ZHIYE
JINENG XUEXI CONGSHU

新编

气焊与电焊 实用技术

主编：周荣华



湖南科学技术出版社

新编

气焊与电焊 实用技术

主 编：周荣华

副主编：胡 霞

参 编：屈殿银 肖新华 宁秋雅

薛福林 赵二勇



湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

新编气焊与电焊实用技术 / 周荣华主编. — 长沙 :
湖南科学技术出版社, 2010. 10

(农村青年职业技能学习丛书)

ISBN 978-7-5357-6451-5

I. ①新… II. ①周… III. ①气焊—青年读物②电焊—青年读物 IV. ①TG446-49②TG443-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 190673 号

农村青年职业技能学习丛书

新编气焊与电焊实用技术

主 编: 周荣华

责任编辑: 杨 林 龚绍石

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 84375808

印 刷: 长沙健峰彩印实业有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市张公岭亚大路

邮 编: 410015

出版日期: 2010 年 11 月第 1 版第 1 次

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 8.25

字 数: 203000

书 号: ISBN 978-7-5357-6451-5

定 价: 16.50 元

(版权所有 · 翻印必究)

《农村青年职业技能学习丛书》编辑工作委员会

NONGCHUN QINGNIAN ZHIYE
JINENG XUEXI CONGSHU



主 任:	陈宗兴	汪金营	卢祥之		
副主任:	马俊哲	胡 霞	屈殿银		
委 员:	王琳静	王 穗	诸 刚	李书华	易运池
	李国兴	闫 蔚	周荣华	李春亭	张庆霞

前 言

建设社会主义新农村是农业生产发展的需要。我国土地资源稀缺，人均可耕地面积仅占世界平均水平的 $2/5$ ，同时人口众多，而且还将继续增加，人地关系将长期处于紧张状态。在这种形势下，提高农业生产效率，保障国家粮食安全，满足全体人民食物需求，将主要依靠农业科技进步。

高素质的农民接受新技术的能力强，对新技术的反应敏捷，是加快技术扩散速度和范围，对农业的贡献更大提高的重要关键。另外，高素质农民将形成对农业新技术要素的持续旺盛需求，刺激和推进农业新技术的研究和发明，扩大供给，从而保证农业生产的长期持续发展。

事实上，我国新农村建设还面临着农业产业结构调整 and 农村产业结构（发展第二、第三产业）调整的艰巨任务，产业结构调整意味着就业结构和职业结构的改变，这种改变对劳动力的技术水平要求更高。唯有较高素质的农民才能学习新技术掌握新技能，也才能根据市场变化适时主动地调整产业产品结构。

青年农民是农业生产力中最活跃、最具创造力的因素，而对农民进行培训，最主要的途径是：（1）学校正规教育；（2）职业技能培训。有计划地对即将变为城市人口的农民进行培训，为农民身份的改变创造就业机会，增加技能储备，这是我们策划、构思、编写本套《农村青年职业技能学习丛书》的初衷。

本套丛书的编写宗旨是围绕国家“阳光工程”的实施目标，在于提高农村劳动力素质和就业技能，促进农村劳动力向非农产

业和城镇转移，实现稳定就业和增加农民收入，推动城乡经济社会协调发展；围绕提高我国广大农村青年进城务工必须掌握就业的基本知识和技能的时代要求，帮助他们通过自学掌握从农民向技术工人转变所必需的知识和技术，适应社会多领域的就业需求，获得职业入门指导。

本书编委会

目 录

第一章 焊接安全技术与劳动保护	1
第一节 焊接安全操作技术	1
第二节 电焊工劳动保护	8
第二章 焊条电弧焊焊接技术	14
第一节 焊条电弧焊的构成	14
第二节 焊条电弧焊基本操作技术	31
第三节 平焊(平敷焊)	48
第四节 平对接焊	57
第五节 平角焊	76
第六节 立对接焊	87
第七节 立角焊	96
第八节 横对接焊	101
第九节 仰焊	109
第十节 水平固定管焊(全位置或吊焊)	115
第三章 气焊与气割实用技术	122
第一节 气焊与气割安全技术	122
第二节 气焊实用技术	133
第三节 手工气割实用技术	201
第四章 焊接变形与控制技术	238
第一节 焊接变形的产生及形式	238
第二节 焊接变形的工艺控制	244
第三节 焊接变形的矫正方法	249
参考文献	254

第一章 焊接安全技术和劳动保护

第一节 焊接安全操作技术

一、安全用电操作

通常焊接设备的网路电压为 220 V 或 380 V，焊机的空载电压一般也都在 60 V 以上，因此，电焊工在操作电焊机时，必须注意防止触电事故的发生，应采取以下措施：

(1) 做到持证上岗，杜绝无证人员进行焊接切割作业。

(2) 焊接切割设备要有良好的隔离防护装置，并设有独立的电器控制箱。

(3) 操作时，不能穿有铁钉的鞋或布鞋，绝缘手套不得短于 300 mm，制作材料应为柔软的皮革或帆布。潮湿环境中，应使用绝缘橡胶手套。

(4) 焊接作业前，应先检查焊机外壳接地（或接零）是否可靠，电缆接线是否良好，否则，不得合闸作业。

(5) 推拉电源闸刀开关时，应戴干燥皮手套且侧偏头部，以防面部被电火花灼伤。

(6) 焊接作业时，切忌身体依靠被焊工件（尤其夏季易出汗使衣服潮湿的情况下）。在金属容器内或狭窄工作场所施焊，应采用橡胶或其他绝缘衬垫，以保证人体与工件间良好绝缘，并要求两人轮换作业，以便相互照顾，容器内的焊接防护如图 1-1 所示，更换焊条应戴好手套。

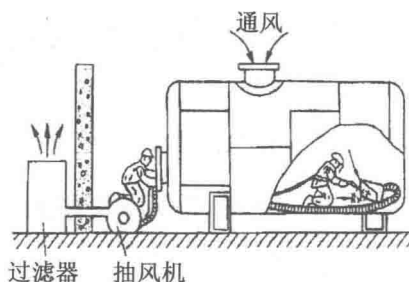


图 1-1 容器内的焊接保护

(7) 焊接电缆必须完整、绝缘可靠，其连线接头不得超过两个，且要求接头的包扎形式、绝缘程度应符合电气安全要求，作业时要注意避免电弧高温、炽热焊缝金属或碾压等情况发生，以便保护电缆绝缘层。如发现电缆、焊钳有所损坏，必须立即进行检修或更换。

(8) 焊接地线电缆与工件的连接必须可靠，严禁使用厂房的金属结构、管道、导轨或其他金属物体作为焊接回路导线。

(9) 在光线不足的较暗环境下作业，必须使用手提照明灯。照明灯电压一般不得超过 36 V，在潮湿、金属容器等危险环境下，照明灯电压不得超过 12 V。

(10) 焊钳应有良好绝缘和隔热能力。

(11) 改变焊接切割设备接头或更换焊件需改变二次回路，以及转移工作地点、更换熔断器或焊接切割设备发生故障须检修时，必须在切断电源后进行。

(12) 焊接完毕后应将焊钳置于可靠地方后再切断电源，以免焊钳与工件间产生短路而烧毁焊接设备。

(13) 焊接设备的安装、检修，须由电工切断电源后进行，焊工不得私自拆卸或检修。

(14) 触电抢救措施：

① 切断电源。遇到有人触电时，不得赤手去拉触电人，应

先迅速切断电源。如果远离开关，救护人可用干燥的手套、木棒等绝缘物拉开触电者或者挑开电线。千万不可用潮湿的物体或金属件作防护工具，以防自己触电。

② 人工抢救。切断电源后如果触电者呈昏迷状态，应立即使触电者平卧，进行人工呼吸，并迅速送往医院抢救。

二、焊条电弧焊安全技术

焊条电弧焊的安全操作，主要是防止弧光和烟尘对焊工的影响。

1. 对焊接设备的安全要求

(1) 电焊机应符合有关标准规定的安全要求。

(2) 电焊机工作环境应符合电焊机说明书的规定。

(3) 要防止电焊机受到碰撞或剧烈振动。

(4) 电焊机应有独立的电源开关，当超负荷时，应能自动切断电源。

(5) 电源应装在方便操作处，周围要有安全通道。

(6) 电焊机一次线长度不宜超过 2~3m。不得将电缆拖在地面上。

(7) 电焊机一次接线带电部分，必须有防护罩。

(8) 电焊机不允许超负荷使用。

(9) 应注意对各种整流式电焊机的保护和冷却。

(10) 禁止在电焊机上放置任何物品和工具。

(11) 启动电焊机时，焊钳和焊件不能短路。

(12) 电焊机电缆与接线柱应接触良好，保持螺母紧固状态。

(13) 电焊机必须经常保持清洁，定期检查保养。

(14) 工作完毕或离开现场时，及时切断电焊机电源。

2. 焊条电弧焊操作安全技术

(1) 焊工应接受安全教育，并经体检合格。

(2) 焊工操作，应严格执行安全操作规程。

(3) 焊接作业时必须按有关规定穿戴好工作服、鞋、帽、手套、眼镜等防护用品，不允许卷起衣袖、敞开衣领或将上衣扎在裤内。

(4) 焊接操作时必须使用适用、可靠且镶有特制滤光镜片的防护面罩。滤光镜片对强可见光、红外线、紫外线应有良好的吸收或反射能力，并根据焊工视力和焊接电流的强度加以选择。

(5) 为防止焊接弧光伤害他人，可在焊接作业场地周围设置具有耐火、隔热性能的防护屏风，操作引弧时要注意避闪周围人员。

(6) 焊接盛装过易燃、易爆及有毒物料的容器时，应按规定采取安全措施，并获得本单位消防管理部门的动火证后，才能进行焊接或切割作业。

(7) 非经安全部门批准，不得在带电、带压力的设备上进行焊接。

(8) 登高焊接时，安全措施要完善。

(9) 仰焊时，为防止火星、熔渣从高处飞落到头部和肩上，焊工应有相应防护措施。

(10) 如发生因电弧光引起电光性眼炎，一般可采用奶汁点治法、凉物敷盖法、凉水浸敷法和火烤治疗法进行治疗或去医院就医。

(11) 焊工劳动保护，应符合国家标准规定。

(12) 焊工作业点，应配备足够有效的灭火器材。

(13) 焊工作业完毕，应及时清理现场，彻底清除火种。

三、特殊环境安全技术

比正常状态下危险性大，容易发生火灾、爆炸、触电、坠落、中毒、窒息等事故以及各种其他伤害的环境称为特殊环境。包括易燃、易爆、有毒窒息焊接环境、有限空间场所焊接作业环境和高处焊接作业环境等。特殊环境焊接作业既有焊接作业一般

环境的特点，又有焊接作业特殊环境的特征。

1. 电焊工高空作业安全措施

离地 2 m（含 2 m）以上的作业称为高空作业。在高空进行焊接作业，比在平地上作业具有更大的危险性，必须遵守下列安全操作规则：

（1）在高空焊接作业时，电焊工必须戴上安全帽，要系上带弹簧钩的安全带，并把身体可靠的系在构架上，以防碰伤或坠落。

（2）高空焊接作业时，焊工使用的攀登物、脚手架、梯子必须牢固可靠。梯子要有专人扶持，焊工工作时应站稳把牢，谨防失足摔伤。

（3）高空作业时，焊接电缆要紧绑在固定处，严禁绕在身上或搭在背上工作。应使用头盔式面罩，不得用手持式面罩代替盔式面罩。辅助工具如钢丝刷、手锤、錾子及焊条等，应放在工具袋里。更换焊条时，焊条头不要随便往下扔。

（4）高空作业的下方，要清除所有的易燃、易爆物品。

（5）在高空焊接作业时，不得使用高频引弧器，预防触电、失足坠落。高空作业时应有监护人，密切注意焊工安全动态，电源开关应设在监护人近旁，遇到紧急情况立即断电。

（6）遇到雨、雾、雪、阴冷天气和干冷时，应遵照特种规范进行焊接工作。

（7）患有高血压、心脏病等的工人不宜从事高空焊接作业。

2. 内有易燃、易爆介质的容器与管道的焊补作业

内有易燃、易爆介质的容器（包括罐、塔等）与管道在使用中经常出现裂缝和蚀孔，在生产过程中要进行抢修。容器与管道的焊补要在高温、高压、易燃、易爆、有毒的情况下进行，稍有疏忽，就会发生爆炸、着火、中毒，造成严重事故。容器与管道焊补作业属于特殊焊接作业，除遵守焊接作业安全技术要求外，还须采取切实可靠的防爆、防火和防中毒安全技术措施。焊补内

有易燃、易爆介质的容器与管道的方法有两种：置换法和带压不置换法。

(1) 置换焊补的安全技术：就是在焊补前用惰性介质将原有的可燃物彻底排出，使容器内的可燃物含量降到不能形成爆炸性混合物的条件，以保证焊接操作安全。置换法通常采用蒸汽蒸煮，接着用置换介质（常用介质有氮气等）吹净容器内部的可燃物质和有毒物质。为了确保安全，置换焊补必须采取下列安全措施：

①安全隔离。在现场检修时，先要停止燃料容器与管道工作，并与整个生产系统前后环节隔离好。安全隔离的最好办法是在厂区或车间内划定一个安全作业区，将要焊补的设备、管道运到作业区内焊补。作业区必须符合以下防火、防爆要求：一是作业区10 m范围内无可燃物管道和设备；二是室内作业区要与可燃物生产现场隔离开；三是正在生产的设备由于正常放空或一旦发生事故时，气体和蒸汽不能扩散到安全作业区；四是要准备足够数量的灭火工具和设备；五是禁止使用各种易燃物质；六是作业区周围要划定界限，悬挂防火安全标志。

②严格控制容器内可燃物含量。置换时应考虑到置换介质之间的密度关系，当置换介质的密度大时，从容器最低部进气，从最高点向外排放。以着手焊补前0.5 h取得的样品分析为准，在焊补过程中还要不断取样分析。未经置换处理或虽经处理但未取样分析的可燃容器均不得动手焊补。

③清洗容器的技术要求。注意清洗容器内表面积垢或外表面的保温材料中吸附和潜存的可燃气体，它们难以被彻底置换。这样在焊补过程中，因受热可燃气体陆续散发出来，导致爆炸着火事故。油类设备、管道的清洗可用火碱水溶液清洗，但应先加水后放碱。在容器里灌满清水也可保证安全，以缩小容器内可能形成爆炸性混合物的空间。

④空气分析的监测。焊补过程中还要一直用仪表监视容器内外的气体成分，一旦发现可燃气体含量上升，应立即寻找原因，

加以排除，当可燃气体含量上升到接近危险浓度时，要立即停止焊补，再次清洗到合格。

⑤严禁焊补未开孔洞的密封容器。

(2) 带压不置换焊补的安全技术：应严格地控制容器的含氧量，使可燃气体的浓度大大超过爆炸上限，从而不能形成爆炸性混合物。在正压的条件下，让可燃气体以稳定不变的速度从容器的裂纹处扩散溢出，与周围空气形成一个稳定燃烧系统，点燃气体后，再进行补焊。为了确保安全，带压不置换焊补燃料容器及管道时，必须采取严格的安全防范措施：

①严格控制容器内含氧量，焊补过程中，要加强气体成分的分析，当发现含氧量超出安全值时，应立即停止焊补。

②正压操作，焊补前和焊补过程中，容器内必须连续保持稳定的正压，这是关键，一旦出现负压，空气进入正在焊补的容器中必然引起爆炸。正压大小要控制在 $0.02 \sim 0.067$ MPa 之间。此外，应设置水压计，专人看管。

③严格控制工作地点周围可燃气体的含量必须小于该可燃物爆炸下限的 $1/3$ 或 $1/4$ ，否则不得施焊。

④焊补操作的安全技术要求：一是焊工应避开点燃的火焰，防止烧伤；二是预先调好焊接工艺参数，焊接电流太大，会在介质的压力作用下，产生更大的熔孔，造成事故；三是遇到周围条件发生变化，如系统内压力急剧下降或含氧量超过安全值等，都要立即停止焊补；四是焊补过程中，如果发生猛烈喷火时，应立即采取消防措施，但火未熄灭以前不得切断可燃气体来源，不能降低系统压力，以防止容器吸入空气形成爆炸性混合物；五是焊补前应先弄清楚焊补部位的情况，如形状、大小及补焊范围。

四、现场安全作业

焊工除了进行金属构件的焊接外，往往经常要进行检修、抢修工作，由于检修和抢修工作现场具有一定的特殊性和复杂性，

如果忽视现场安全作业，则容易出现安全事故。因此，焊工必须了解这方面的安全常识。

(1) 需要焊接切割的构件处于禁火区，必须按禁火区的管理规定申请动火证。操作人员按动火证上规定的部位和时间动火，不准超越范围和时间，发现问题应停止操作并研究处理。

(2) 严禁所检修的设备在未泄压的状况下进行焊接与切割。

(3) 盛装可燃气体和有毒物质的各种容器，未经清洗，不能焊接与切割。

(4) 有电流和压力的导管、设备、器具等，在未断电、泄压前不能焊接与切割。

(5) 焊接电缆的接地不能随便乱接乱搭，以免错接在煤气管道或氧气管道等危险处，发生爆炸事故。

(6) 夏季在露天工作时，必须有防风雨棚或临时凉棚。

(7) 雨天、雪天和刮大风（六级以上）时，禁止高空作业。

(8) 雨天、雪天或雾天时，不准露天作业。

(9) 露天作业时应注意风向，防止吹散的铁水及焊渣伤人。

(10) 高空作业遇到较高焊接处，而焊工够不到时，不要勉强操作，应重新搭设平台后进行操作。

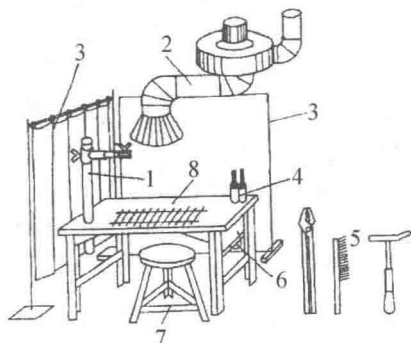
(11) 夏季使用的氧气瓶和乙炔瓶不能在烈日下暴晒，以免气体膨胀发生爆炸。冬季如遇瓶阀或减压器冻结时，应用热水解冻，严禁用火烤。

第二节 电焊工劳动保护

一、焊工常用防护工具

焊接生产单位应对从事焊接生产的人员加强安全教育，制定切实可行的安全措施，并组织有关人员对安全工作定期进行检查。焊接车间、场地，必须配备完好的防火器材、通风装置和

弧光防护等设施，电焊工的工位设施示意图如图 1-2 所示。



1. 夹具；2. 抽气机；3. 防护墙和防护幕；4. 焊条盒；5. 工具；
6. 挂钩；7. 凳子；8. 焊接工作台

图 1-2 电焊工的工位设施示意图

1. 焊接护目镜

焊接弧光中含有紫外线、可见光、红外线的强度大大超过人体眼睛所能承受的限度，因此会对人体产生很大的影响。因此，必须采用护目滤光片对眼睛进行保护。

对护目滤光片的要求：使焊工既能观察到电弧和熔池，而透过的紫外线、可见光、红外线又不致损伤焊工的眼睛。滤光片有黄色、蓝绿、黄褐等几种颜色，焊工可以根据自己对颜色的适应性来选择。护目滤光片有以下三种：

(1) 吸收式滤光片，俗称黑玻璃片。

(2) 吸收反射式滤光片，是在吸收式滤光片上镀制高反射膜，对强光具有吸收和反射的双重作用。尤其对红外线反射效果好，有利于消除眼睛发热和疼痛；

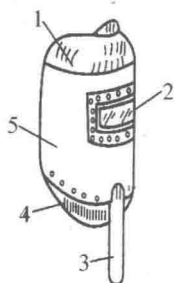
(3) 光电式镜片，是利用光电转换原理制成的新型护目滤光片。起弧前是透明的，起弧后迅速变黑起滤光作用。利用此种滤光镜片，焊工可以焊接操作全过程，杜绝电弧“打眼”，消除了盲目引弧带来的焊接缺陷。根据相关标准规定，光电式镜片的响

应时间(变黑)必须小于 0.02 s, 使用寿命大于 3 年。

2. 焊接防护面罩

常用的焊接防护面罩如手持式电焊面罩见图 1-3 和头盔式电焊面罩见图 1-4。面罩是用 1.5 mm 厚钢纸板压制而成, 质轻、坚韧、绝缘性与耐热性好。

护目镜片可以启闭的 MS 型电焊面罩见图 1-5, 手持式面罩护目镜启闭按钮设在手柄上, 头盔式面罩护目镜启闭开关设在电焊钳胶木柄上, 使引弧及敲渣时都不必移开面罩, 焊工操作方便, 得到更好的防护。



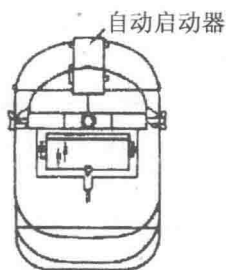
1. 上弯司; 2. 观察窗; 3. 手柄; 4. 下弯司; 5. 面罩主体

图 1-3 手持式电焊面罩

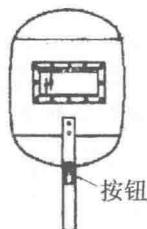


1. 头箍; 2. 上弯司; 3. 观察窗; 4. 面罩主体

图 1-4 头盔式电焊面罩



(a) 头盔式



(b) 手持式

图 1-5 MS 型电焊面罩