

焊工上岗指南

新版

电焊工入门

王滨涛 代景宇 等编著



领你上岗——信步踏上焊工之岗
带你入门——快速迈进焊工之门



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



焊工上岗指南

新版 电焊工入门

王滨涛 代景宇 张政兴 维庆桐 编著



机械工业出版社

本书是为上岗、转岗、再就业、农村劳动力转移焊工设计的一条通往焊工岗位的通途,同时也是为适应“工学结合,校企合作”培养模式的要求,提高职业学校学生的操作技能、满足就业需要而编写的技能培训类用书。

本书以介绍焊工上岗必备的焊工安全知识、焊接基本知识、焊接基本操作技能为主;辅之以焊工应知的机械识图基本知识、气焊知识、冷作知识等相关知识;拓展了新时代焊工应学会的手工钨极氩弧焊和 CO₂ 气体保护焊操作技能。

本书可供中等职业学校、技工学校、青年技工以及上岗、转岗、再就业、农村劳动力转移焊工作为焊工初级技能培训教材使用,也可供焊工自学,还可供焊接技术人员及有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

新版电焊工入门/王滨涛等编著. —北京:机械工业出版社, 2011. 1
(焊工上岗指南)

ISBN 978 - 7 - 111 - 28702 - 5

I. ①新… II. ①王… III. ①电焊 - 基本知识 IV. ①TG443

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 092701 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策划编辑:何月秋 责任编辑:何月秋 版式设计:霍永明

责任校对:樊钟英 封面设计:姚毅 责任印制 杨曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2011年9月第1版第1次印刷

148mm×210mm·13印张·423千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 28702 - 5

定价:29.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑:(010)88379732

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

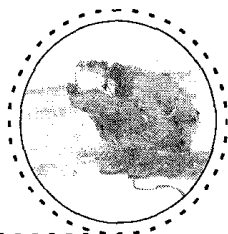
教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

编辑热线:(010)88379732

新版前言



焊接技术被广泛应用于车辆工程、机械制造、建筑工程、桥梁、航空航天、电站、锅炉、压力容器、石油化工、矿山、起重机械以及国防等各个行业。我国焊接行业经过多年的发展壮大，目前已形成了一批有一定规模的企业，焊接已经从一般传统的热加工发展到集结构力学、自动化技术等多门类学科为一体的综合工程学科，我国焊接行业的发展充满了机遇和挑战。

为帮助广大技术工人，特别是青年工人、军转民工人、农民工等提高焊接操作技能，掌握相关的焊接知识，我们1998年编写出版了《上岗之路——电焊工入门》第1版，第1版出版13年多来，先后重印18次，销售10多万册。现在，根据最新《国家职业标准 焊工》和读者的反馈意见对第1版进行了修订，去除落后的技术内容，加入新的技术知识，推出了《新版电焊工入门》，使全书与当前的焊接技术发展同步，更富有时代感。

本书是依据最新《国家职业标准 焊工》的要求，按照岗位培训需要的原则编写的，本书在编写时遵循实用性、针对性原则，对焊条电弧焊、CO₂气体保护焊、氩弧焊的操作方法和焊接工艺进行了详细的介绍。

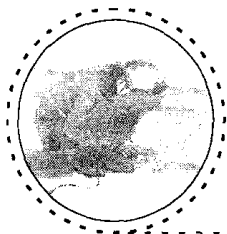
本书第二、三章由张政兴编写，第一、九、十、十二章由代景宇编写，其余章节由王滨涛和雒庆桐编写，全书由王滨涛、雒庆桐统稿。

本书通俗易懂、实用性强，是焊工工作中的好帮手。本书可供初、中级焊工培训和自学之用，也可作为技工学校、中等职业技术学校的生产实习教学用书。

本书在编写过程中参考了大量文献，在此向所有文献的作者表示衷心的感谢和崇高的敬意！

因编者水平有限，加上时间仓促，书中难免有误和不妥之处，恳请读者批评和指正。

编者



目 录



新版前言

第一章 焊接安全知识	1
第一节 焊接安全用电	1
第二节 焊接安全检查	4
第三节 特殊环境焊接的安全技术	6
第四节 焊接安全卫生及劳动保护	8
第二章 机械识图基本知识	12
第一节 识图基础知识	12
第二节 焊接图	23
第三章 焊接基本知识	42
第一节 概述	42
第二节 焊接电弧	45
第三节 焊接冶金基础	52
第四节 焊接接头的组织和性能	55
第四章 焊条电弧焊技术	65
第一节 概述	65
第二节 焊条电弧焊常用工具和量具	66
第三节 焊条电弧焊的焊接接头形式和焊接位置	72
第四节 焊条电弧焊焊接参数的选择	78
第五节 焊条电弧焊的基本操作技术	80
第六节 不同焊接位置焊条电弧焊的基本操作方法	88
第七节 焊条电弧焊的定位焊	106
第八节 焊条电弧焊的单面焊双面成形操作技术	107
第九节 薄板的焊条电弧焊	114
第十节 焊条电弧焊焊接接头常见缺陷的分析	116

第十一节 焊接检验知识	124
第五章 焊条	133
第一节 焊条的组成及作用	133
第二节 焊条的分类、型号及规格	135
第三节 焊条的选用原则	143
第四节 焊条的检验和保管	143
第五节 高效专用焊条简介	146
第六章 弧焊电源及设备	148
第一节 弧焊电源的种类及其基本要求	148
第二节 弧焊电源的型号及技术特性	154
第三节 常用弧焊电源	156
第四节 弧焊电源的选择与维护	172
第五节 常用弧焊设备	181
第七章 常用金属材料的焊接	192
第一节 常用钢材	192
第二节 金属材料的焊接性	195
第三节 碳素钢的焊接	197
第四节 低合金结构钢的焊接	201
第五节 珠光体耐热钢的焊接	204
第六节 奥氏体不锈钢的焊接	207
第七节 铸铁补焊	212
第八节 不锈复合钢板的焊接	214
第八章 CO₂ 气体保护焊	221
第一节 概述	221
第二节 CO ₂ 气体保护焊的焊丝及气体	224
第三节 CO ₂ 气体保护焊的焊接参数	230
第四节 CO ₂ 气体保护焊的基本操作技术	234
第五节 不同焊接位置 CO ₂ 气体保护焊的基本操作方法	240
第六节 CO ₂ 气体保护焊中厚板单面焊双面成形操作技术	255
第九章 钨极氩弧焊	263
第一节 概述	263
第二节 钨极氩弧焊的焊接材料	265
第三节 钨极氩弧焊焊接参数的选择	270

第四节	钨极氩弧焊的操作技术	275
第五节	手工钨极氩弧焊 (TIG) 的基本操作方法	283
第六节	钨极氩弧焊单面焊双面成形操作技术	292
第七节	钨极氩弧焊焊接接头常见缺陷分析	302
第十章	其他常用焊接与切割方法简介	305
第一节	埋弧焊	305
第二节	等离子弧焊与切割	314
第三节	碳弧气刨	318
第四节	气焊与气割	322
第十一章	焊接应力和变形	342
第一节	焊接应力和变形产生的原因	342
第二节	焊接应力及其控制	345
第三节	焊接变形及其控制	348
第十二章	结构件的冷作加工	357
第一节	钢材的基本知识	357
第二节	钢材的矫正	361
第三节	划线、号料放样及展开	363
第四节	钢材的切割与成形	397
第五节	结构件的装配	399
第六节	连接	403
参考文献	409

第一章

焊接安全知识

焊工在工作时要与电、易燃易爆气体或液体、压力容器等接触。在焊接过程中还会产生一些有害气体和烟尘，以及弧光辐射、热源高温等。如果焊工不遵守安全操作规程，就可能引起触电、灼伤、火灾、爆炸、中毒等事故，直接影响焊工及其他工作人员的人身安全，造成经济损失。

第一节 焊接安全用电

所有用电的焊工都有触电的危险，必须懂得安全用电常识。

一、电流对人体的危害

1. 电对人体危害的形式

电对人体有三种类型的危害，即电击、电伤和电磁场生理伤害。

(1) 电击 电流通过人体内部，破坏心脏、肺部或神经系统的功能叫做电击。

(2) 电伤 指电流的热效应、化学效应或机械效应对人体外部组织造成的局部伤害。

(3) 电磁场生理伤害 指在高频电磁场作用下，使人产生头晕、乏力、记忆力衰退、失眠多梦等神经系统的症状。

2. 电流对人体伤害的影响因素

(1) 流经人体的电流 电流引起人的心室颤动是电击致死的主要原因。电流越大，引起心室颤动所需时间越短，致命危险越大。

能使人感觉到的电流为：交流约 1mA，直流约 5mA，交流 5mA 能引起轻度痉挛；人触电后自己能摆脱的电流为：交流约 10mA，直流约 50mA，交流达到 50mA 时在较短的时间内就能危及人的生命。

在比较干燥的情况下，人体电阻约为 1000 ~ 1500Ω，通过人体不引起心室颤动的最大电流可按 30mA 考虑，则安全电压 $U = 3 \times 10^{-3} \times (1000 \sim$

1500)V = 35 ~ 45V, 我国规定为 36V; 对于潮湿情况, 人体电阻仅为 500 ~ 650Ω, 则安全电压 $U = 3 \times 10^{-3} \times (500 \sim 650) \text{V} = 15 \sim 19.5 \text{V}$, 我国规定为 12V; 若通过人体的电流按不引起痉挛的电流 5mA 考虑, 则安全电压 $U = 5 \times 10^{-3} \times (500 \sim 650) \text{V} = 2.5 \sim 3.75 \text{V}$ 。

(2) 人体触电的方式 根据人能触及的电压, 可将触电分成两种情况:

1) 单相触电 当人站在地上或者其他导体上时, 身体其他部位碰到一根火线引起的触电事故叫做单相触电。若此时碰到的电压是交流 220V, 是比较危险的。

2) 两相触电 当人体同时接触两根火线时引起的触电事故叫做两相触电。若碰到的电压是交流 380V, 触电的危险会更大些。

(3) 通电时间 电流通过人体的时间越长, 危险性越大, 人的心脏每收缩扩张一次, 中间约有 0.1s 间歇, 这段时间心脏对电流最敏感。若触电时间超过 1s, 肯定会与心脏最敏感的间隙重合, 危险性增加。

(4) 电流通过人体的途径 通过人体的心脏、肺部或中枢神经系统的电流越大, 危险越大, 因此人体从左手到右脚的触电事故最危险。

(5) 电流的频率 现在使用的工频交流电是最危险的频率。

(6) 人体的健康状况 人的健康状况不同, 对触电的敏感程度也不同, 凡患有心脏病、肺病和神经系统疾病的人, 触电伤害的程度都比较严重, 因此一般不允许有这类疾病的人从事电焊作业。

二、焊接作业用电特点

不同的焊接方法对焊接电源电压、电流等参数的要求不同, 我国目前生产的焊条电弧焊电源的空载电压限制在 90V 以下, 工作电压为 25 ~ 40V; 电弧焊电源的空载电压为 70 ~ 90V; 电渣焊电源的空载电压一般是 40 ~ 65V; 氩弧焊、二氧化碳气体保护焊电源的空载电压是 65V 左右; 氢原子焊电源的空载电压为 300V, 工作电压为 100V; 等离子弧切割电源的空载电压高达 300 ~ 450V。所有焊接电源的输入电压均为 220V/380V, 都是 50Hz 的工频交流电, 因此触电的危险是比较大的。

三、焊接操作时造成触电的原因

1. 直接接触

1) 在更换焊条、电极和焊接的过程中, 焊工的手或身体接触到焊条、焊钳或焊枪的带电部分, 而脚或身体其他部位与地或工件间无绝缘

防护,当焊工在金属容器、管道、锅炉、船舱或金属结构内部施工,或当人体大量出汗,或在阴雨天或潮湿的地方进行焊接作业时,特别容易发生这种触电事故。

2) 在接线、调节焊接电流或移动焊接设备时,易发生触电事故。

3) 在登高焊接时,碰上低压线路或靠近高压电源引起触电事故。

2. 间接触电

1) 焊接设备的绝缘烧损或机械损伤,使绝缘损伤部位碰到机壳,而人碰到机壳引起触电。

2) 焊机的火线和零线接错,使外壳带电。

3) 焊接操作时人体碰上了绝缘破损的电缆、刀开关带电部分等。

四、预防触电的措施

1) 焊工操作时必须按规定穿戴防护工作服、绝缘鞋和防护手套,并注意以下几点:

① 工作前应先检查电源有无接地及接零装置,各接线点接触是否良好,焊接电缆的绝缘有无破损等。

② 更换焊件时一定要戴皮手套,禁止用手和身体随便接触二次回路的导体,身体出汗衣服潮湿时,切勿靠在带电的钢板上或坐在焊件上工作。

③ 在金属容器内或在金属结构上焊接时,触电的危险性更大,必须穿绝缘鞋、戴皮手套,垫上橡胶板或其他绝缘衬垫,以保障焊工身体与焊件间绝缘,并应设有监护人员,随时注意操作人员的安全动态,遇有危险时立即断电进行救护。

④ 下列操作应在断电后进行:改变电源接头、改接二次回路线、搬动焊接电源、更换熔丝、检修焊接电源。

⑤ 焊工在切断和闭合刀开关或接触带电物体时,必须单手进行。因为双手切断和闭合刀开关或接触带电物体时,如果发生触电,会通过人体心脏形成回路,造成触电者迅速死亡。

2) 焊接电缆软线(二次线)外皮烧损超过两处,应更换检修再用。

3) 在容器内部施焊时,照明电压采用12V,登高作业不准将电缆线缠在焊工身上或搭在背上。

4) 所有交、直流电焊设备的外壳都必须可靠接地。

5) 焊接电源应安装自动断电装置,使电源空载电压降至安全电压范围内,既能防止触电,又能降低空载损耗,具有安全和节电的双重作用。

6) 焊机工作负荷不应超出规定,即在允许的负载持续率下工作,不得任意长时间超载运行。电源应按时检修,保持绝缘良好。焊钳及焊枪应有良好的绝缘性能和隔热能力。焊接电缆应具有较好的导电能力和绝缘外层,绝缘电阻不得小于 $1\text{M}\Omega$ 。焊接电缆的截面积应根据焊接电流的大小来选用,以保证电缆不致过热而损坏绝缘层。

第二节 焊接安全检查

一、电焊设备安全技术要点

1. 电焊机

- 1) 焊机外壳应接地,绝缘应完好,各接点应紧固可靠。
- 2) 一般弧焊电源空载电压:直流 $\leq 100\text{V}$,交流 $\leq 80\text{V}$;等离子弧切割电源空载电压高达 400V ,应尽量采用自动切割,并加强防触电措施。
- 3) 焊机带电的裸露部分和转动部分必须有安全保护罩。
- 4) 电压 $\geq 20\text{kV}$ 时(如电子束焊设备)应有铅屏防护或遥控操作。
- 5) 应防止焊机受到碰撞或剧烈振动。
- 6) 禁止多台焊机共用一个电源开关。
- 7) 应平稳地安放在通风良好、干燥的地方,不准靠近高热、易燃、易爆危险的环境,室外使用时应有防雨、雪设备。
- 8) 焊机上禁止放任何物件,启动前电焊钳与焊件不能短路。
- 9) 焊机发生故障时,必须切断电源后由电工修理。

2. 焊接电源

- 1) 电缆必须按规定选用。电缆外皮必须完整、绝缘良好、柔软,绝缘电阻不小于 $1\text{M}\Omega$,用高频引弧或稳弧时,焊接电缆应有铜网编织的屏蔽套。
- 2) 一次电源线电缆长度不宜超过 3m ;焊机与焊钳应用软电缆线连接,长度不宜超过 20m 。
- 3) 焊接用电缆禁止搭在气瓶、乙炔瓶或其他易燃物品的容器和材料上。
- 4) 禁止利用厂房金属结构、轨道、管道、暖气设施或其他金属物体搭接起来,作焊接电缆。
- 5) 禁止与油脂等易燃物接触。

3. 焊钳

- 1) 焊钳的手柄要有良好的绝缘层和隔热能力。

- 2) 焊钳与焊接电缆的连接应简单可靠, 接地良好。
- 3) 焊钳使用起来操作灵便, 能夹紧焊条, 并能安全方便的更换。
- 4) 焊钳质量应不超过 600g。

二、气焊、气割安全技术要点

气焊、气割安全技术的一般要求如下:

- 1) 乙炔最高工作压力禁止超过 1.47MPa。
- 2) 禁止使用纯铜、纯银或铜的质量分数超过 70% 的铜合金制造与乙炔接触的仪表、管子、零件、工具。
- 3) 乙炔瓶、回火防止器、氧气瓶、减压器等均应采取防冻措施, 应用热水解冻, 禁止用明火或棍棒敲打解冻。
- 4) 乙炔系统的检漏可用涂抹肥皂水的方法进行, 严禁用明火检漏。
- 5) 电石和乙炔混合气着火时, 应采用干沙、CO₂ 或干粉灭火器灭火。

气焊、气割安全技术的具体要求详见第十章第四节。

三、焊接、气割现场的防火、防爆

1. 焊接现场发生爆炸的可能性

焊接时能发生爆炸的几种情况如下:

(1) 可燃气体的爆炸 工业上大量使用的可燃气体(如乙炔、天然气等)与氧气或空气均匀混合达到一定限度, 遇到火源便发生爆炸, 这个限度称为爆炸极限, 常用可燃气体在混合物中所占的体积分数来表示。例如: 乙炔与空气混合爆炸极限为 2.2% ~ 81%; 乙炔与氧混合爆炸极限为 2.8% ~ 93%; 丙烷或丁烷与空气混合爆炸极限分别为 2.1% ~ 9.5% 和 1.55% ~ 8.4%。

(2) 可燃液体或可燃液体蒸气的爆炸 在焊接场地或附近放有可燃液体时, 可燃液体或可燃液体的蒸气达到一定浓度, 遇到焊接火花即会发生爆炸(例如汽油蒸气与空气混合, 其爆炸极限仅为 0.7% ~ 6.0%)。

(3) 可燃粉尘的爆炸 可燃粉尘(例如镁、铝粉尘, 纤维素粉尘等)悬浮于空气中, 达到一定浓度范围, 遇到火源(例如焊接火花)也会发生爆炸。

(4) 焊接密闭容器的爆炸 对密闭容器或正在受压的容器进行焊接时, 如不采取适当措施也会产生爆炸。

2. 防火、防爆措施

- 1) 焊接场地禁止放置易燃、易爆物品, 场地内应备有消防器材, 保

证足够的照明和良好的通风。

2) 焊接场地 10m 内不应储存油类或其他易燃、易爆物质的储存器皿或管线、氧气瓶。

3) 对受压容器、密闭容器、各种油桶和管道、沾有可燃物质的工件进行焊接时, 必须事先进行检查, 并经过冲洗, 除掉有毒、有害、易燃、易爆物质, 解除容器及管道压力, 消除容器密闭状态后, 再进行焊接。

4) 焊接密闭空心工件时, 必须留有出气孔; 焊接管子时, 两端不准堵塞。

5) 在有易燃、易爆物的车间、场所或煤气管、乙炔管(瓶)附近焊接时, 必须取得消防部门的同意。操作时采取严密措施, 防止火星飞溅引起火灾。

6) 焊工不准在木板、木砖地上进行焊接操作。

7) 焊工不准在手把或接地线裸露的情况下进行焊接, 也不准将二次回路线乱接乱搭。

8) 气焊、气割时, 要使用合格的电石、乙炔发生器及回火防止器, 压力表(乙炔、氧气)要定期校检, 还要应用合格的橡胶软管。

9) 离开施焊现场时, 应关闭气源、电源, 并将火种熄灭。

第三节 特殊环境焊接的安全技术

所谓特殊环境, 是指在一般工业企业正规厂房以外的地方, 例如高空、野外、水下、容器内部等。在这些地方焊接时, 除遵守上面介绍的一般安全技术外, 还要遵守一些特殊的规定。

一、容器内的焊接

1) 在容器内进行气焊时, 点燃和熄灭焊炬的操作应在容器外部进行, 以防止有未燃的可燃气聚集在容器内发生爆炸。

2) 在容器内焊接时, 容器内部尺寸不应过小, 外面必须设人监护, 或两人轮换工作, 容器内应有良好的通风措施, 照明电压应采用 12V。禁止在已进行涂装或喷涂过塑料的容器内焊接, 严禁用氧气代替压缩空气在容器内进行吹风。

3) 在容器内进行氩弧焊时, 焊工应戴专用面罩, 以减少臭氧及粉尘危害, 不应在容器内部进行碳弧气刨。

4) 若在已使用过的容器或储存器皿内部进行焊接时, 必须将原来内部残留的介质、痕迹进行仔细清理。若该介质是易燃、易爆物质, 还必

须进行严格的化学清理并经检验确实无危险的，才能进行焊接。

5) 应打开被焊容器的人孔、手孔、清扫孔和散热管等，方可进入容器内进行焊接。

6) 在容器内焊接时，焊工要特别注意加强个人防护，穿好工作服、绝缘鞋，戴好皮手套，在有可能的情况下，最好垫上绝缘垫。焊接电缆、焊钳的绝缘必须完好。

二、高空作业焊接

1) 高空作业时，焊工应系安全带，地面应有人监护（或两人轮换作业）。

2) 高空作业时，手把线要绑紧在固定地点，不准缠在焊工身上，或搭在背上。

3) 更换焊条时，应把热焊条头放在固定的筒（盒）内，不准随便往下扔。

4) 焊接作业周围（特别下方），应清除易燃、易爆物。

5) 不准在高压电线旁工作，不得已时，应切断电源，并在电闸盒上挂牌，设专人监护。

6) 高空作业时，不准使用高频引弧器。

7) 高空作业或下来时，应抓紧扶手，走路小心。除携带必要的小型器具外，不准背着带电的手把软线或负重过大（一切重物均应单独起吊）。

8) 雨天、雪天、雾天或刮大风（六级以上）时，禁止高空作业。

9) 高空作业遇到较高焊接处，而焊工够不到时，一定要重新搭设脚手架，然后进行焊接。

10) 高空作业前（第一次），焊工应进行身体检查，发现不利于高空作业的疾病（如心脏病等），不宜进行。

11) 下班前必须检查现场，确认无火源才能离开，以免引起火灾。

三、露天或野外作业的焊接

1) 夏季在露天工作时，必须有防风雨棚或临时凉棚。

2) 露天作业时应注意风向，注意不要让吹散的液态金属及熔渣伤人。

3) 雨天、雪天或雾天时不准露天电焊，在潮湿地带工作时，焊工应站在铺有绝缘物品的地方，并穿好绝缘鞋。

4) 应安设简易屏蔽板，遮挡弧光，以免伤害附近人员或行人眼睛。

5) 夏天露天气焊时,应防止氧气瓶、乙炔瓶直接受烈日曝晒,以免气体膨胀发生爆炸。冬天如遇瓶阀或减压器冻结时,应用热水解冻,严禁用火烤。

第四节 焊接安全卫生及劳动保护

一、焊接、切割操作中的注意事项

1) 焊工应经过安全教育,经考试合格并持有上岗证书。

2) 从事电焊的工作人员,应了解所操作焊机的结构和性能,能严格执行安全操作规程,正确使用防护用品,掌握触电的急救方法。

3) 焊接、切割盛过易燃、易爆物料、强氧化物或有毒物料的各种容器、管道、设备时,必须遵守安全规定,采取安全措施,并获得企业和消防管理部门的允许证明。

4) 工作地点应有良好的天然采光和局部照明。

5) 禁止在带压力或带电以及同时带压带电的容器、罐、柜、管道、设备上焊接或切割工作。

6) 焊接、切割现场禁止把焊接电缆、气体胶管、钢绳混绞在一起。

7) 直接在水泥地面上切割金属材料时,应有防伞花喷射造成烫伤的措施。

8) 露天作业遇到6级大风或下雨时,应停止焊接、切割工作。

9) 工作地点环境机械噪声值不超过85dB。

10) 焊工施焊的位置和姿态应该正确,以利于身体健康和提高生产率。

二、焊接劳动保护

1. 佩戴个人防护用具的意义

焊接过程中产生有害因素是多方面的,如有害气体、焊接烟尘、强烈弧光辐射、高频电磁场,以及放射物质和噪声等。这些有害因素对人体的呼吸系统、皮肤、眼睛、血液及神经系统都有不良影响。

所谓个人防护用品,即为保护工人在劳动过程中的安全和健康所需要的、必不可少的个人预防性用品。在各种焊接与切割中,一定要按规定佩戴防护用品,以防止上述有害气体、焊接烟尘、弧光等对人体造成危害。

2. 个人防护用具

(1) 面罩 焊接面罩是一种为防止焊接时的飞溅、弧光及其他辐射

对焊工面部及颈部损伤的一种遮盖工具。最常用的面罩有手持式面罩和头戴式面罩两种。

(2) 焊接防护镜片 焊接弧光的主要成分是紫外线、可见光和红外线。而对人体眼睛危害最大的是紫外线和红外线。防护镜片的作用是适当地透过可见光,使操作人员既能观察熔池,又能将紫外线和红外线减弱到允许值(透过率等于0.0003%)以下。防护镜片由滤光玻璃(用于遮蔽焊接有害光线的黑玻璃)和防护白玻璃(为保护黑玻璃不受飞溅损坏而罩在其外的一种无色透明玻璃)两部分组成。

(3) 防护眼镜 防护眼镜包括滤光玻璃(黑色玻璃)和防护白玻璃两层,焊工在气焊或气割中必须佩戴,它除与防护镜片有相同的滤光要求外,还应满足不能因镜框受热造成镜片脱落,接触人体面部的部分不能有锐角,接触皮肤的部分不能用有毒材料制作三个要求。

(4) 防尘口罩及防毒面具 焊工在焊接、切割作业时,当采用整体或局部通风不能使烟尘浓度降低到卫生标准以下时,必须选用合适的防尘口罩或防毒面具。

(5) 噪声防护用具 国家标准规定若噪声超过85dB时,应采取隔声、消声、减振和阻尼等控制技术。当采取措施仍不能把噪声降低到允许值以下时,操作者应采用个人噪声防护用具,如耳塞或防噪声头盔等。

(6) 安全帽 在高层交叉作业现场,为了预防高空和外界飞来物的危害,焊工应配戴安全帽。

(7) 防护服 焊接用防护工作服,主要起隔热、反射和吸收等屏蔽作用,以保护人体免受焊接热辐射或飞溅物伤害。

(8) 焊工手套、工作鞋及护脚 为了防止焊工四肢触电、灼伤和砸伤,避免不必要的伤亡事故发生,要求焊工在任何情况下操作,都必须佩戴好规定的焊工手套、胶鞋及护脚。

(9) 安全带 为了防止焊工在登高作业时发生坠落事故,必须使用符合国家标准的安全带。

三、焊接安全卫生

由于焊接种类很多,可产生各种职业性有害因素。焊工劳动条件也很不同,有室外、室内、水下、高空、密闭环境等,因而焊工在作业过程中,也会受到不同程度的危害。为此焊工必须熟悉自己工作的环境和条件,了解医学知识,从而避免或减少自己职业的危害。

1. 焊工尘肺

焊条电弧焊时，焊条药皮、焊芯和被焊金属在电弧高温下熔化并激烈过热、蒸发和氧化，产生大量金属氧化物及其他烟尘，呈气溶胶状逸散于空气中，烟尘粒度一般为 $0.04 \sim 0.4\mu\text{m}$ ，呈球形，相互凝集为尘埃。

焊工长期吸入高浓度电焊烟尘，可导致在肺内蓄积，引起焊工尘肺。尘肺发病期缓慢（一般在10年以上），临床表现为：早期轻度干咳，合并肺部感染时则咯痰；晚期咳嗽加剧，有时胸闷、胸痛、气短，甚至咯血。

2. 臭氧对呼吸道的危害

当氩弧焊或碳弧气刨时，空气中的氧（ O_2 ），由于电弧发出的紫外线辐射，而引起光化学反应，产生臭氧（ O_3 ）。

臭氧是无色气体，具有特殊腥味。臭氧的氧化能力很强，对眼结膜、呼吸道和肺有强烈的刺激作用。臭氧中毒的临床表现为：当人体吸入较高浓度（ $\geq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ）的臭氧较长时间后，会有明显的呼吸困难、胸痛、胸闷、咳嗽、咯痰，严重时引起肺水肿。

3. 电光性眼炎

电光性眼炎系眼部受紫外线过度辐射所引起的角膜结膜炎。临床表现为：轻则眼部有异物感，重则眼部有烧灼感和剧痛，并伴有高度畏光、流泪和脸痉挛。

4. 锰中毒

焊条药皮与焊芯中均含有不同数量的锰，在电弧高温下均以氧化锰的形式进入烟尘。据测定，电焊作业周围空气 MnO_2 浓度在 $0.3 \sim 47\text{mg}/\text{m}^3$ ，焊工不注意，长期吸入含 MnO_2 高的烟尘，会引起锰中毒。

锰中毒临床表现为：精神萎靡、淡漠、头晕、头疼、疲乏、四肢酸疼、注意力涣散、记忆力减退、睡眠障碍，并伴有食欲不振、恶心、流涎增多、心悸、多汗等。严重时，会出现锰中毒性帕金森综合征，患者四肢僵直、动作缓慢笨拙，说话含糊不清，甚至会出现精神失常。

5. 氟中毒

由于低氢型焊条药皮中加有萤石（氟化钙），因此焊接烟尘中还含有氟化物（氟化钾、氟化钠、氟化氢）。焊工长期过量吸入氟化物，可对眼、鼻、呼吸道黏膜产生刺激，引起流泪、鼻塞、咳嗽、气急、胸疼，并使腰背、四肢关节疼痛，严重时会引起氟骨症。