

船舶焊接综合实训

● 主编 李 伟



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

船舶焊接综合实训

第二版



大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要讲授船舶结构的焊接生产实训内容,共分为5个项目,内容包括气割与气焊实训、焊条电弧焊实训、CO₂气体保护焊实训、氩弧焊实训、埋弧自动焊实训,共19个实训任务。全书在内容、结构上都做了新的尝试,采用项目引导的方式将需要掌握的知识点、技能点融入各学习模块,突出训练学生对于各类焊接工艺的焊接实施、焊缝检验等的操作能力。

本书内容完全满足船舶焊接工艺、焊接实训等课程的教学大纲要求,可作为高等教育船舶工程技术、船舶智能焊接技术等专业的教材,也可供从事焊接工作的科研、工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

船舶焊接综合实训 / 李伟主编. -- 北京: 北京理工大学出版社, 2023.5 (2023.6 重印)
ISBN 978-7-5763-1971-2

I. ①船… II. ①李… III. ①造船—焊接工艺 IV.
① U671.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 258680 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 河北鑫彩博图印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 13.5

字 数 / 302 千字

版 次 / 2023 年 5 月第 1 版 2023 年 6 月第 2 次印刷

定 价 / 42.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 毛慧佳

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

按照《国家职业教育改革实施方案》部署,本书是国家级示范性高等职业院校“十二五”重点建设规划教材的修订版,主要依据教育部于2019年公布的《高等职业学校焊接技术与自动化专业教学标准》编写,同时参考了2020年“1+X”特殊焊接技术职业技能等级标准和《焊工国家职业技能标准(2018年版)》。

本书在教学项目中融入职业资格标准的具体内容,结合实际任务开展案例项目式分析,以项目、实训任务为依托的编写方式,由浅入深、循序渐进地编排教学内容。本书的侧重点在于基本动手能力的培养和焊接操作技术的训练,依据实际项目的考核要求进行技能操作训练,让学生按照操作的规范进行实训,有助于提升教学效果。

本书开发工作的重点主要有以下几个方面:

第一,以行业企业调查为引导,强调实践和理论并重。依据企业的实际需要编写,本书的教学任务来源于企业的岗位需求,具体内容也尽可能体现生产实际过程,在较大程度上为学生营造了真实的工作情景,有助于提高学生的实际工作能力。

第二,以国家职业标准为依据,以焊接工作流程的实施为主线,以相关专业知识为支撑,以任务引入为切入点,增强岗位针对性,提高学生学习兴趣,增强学习效果。

第三,体现职业教育改革,适应工作式实训要求。本书在适应船舶行业教学实际条件的基础上,采用项目化教学的方式设计实训过程,在实训中强化技能训练,强化安全意识,使学生养成遵守安全规程的职业素养,力求将认知基本概念和原理、选择工艺参数、培养具体操作技能等环节融合成一个有机整体。

本书由九江职业技术学院李伟担任主编,由九江职业技术学院徐海青、大连航运职业技术学院史晨明、九江职业技术学院陈炯担任副主编。另外,九江职业技术学院吴振勇、武汉船舶技术学院孙淑侠、中船九江海洋装备(集团)有限公司孙俊峰也参与了本书的编写。其中,徐海青编写项目1,李伟编写项目2,陈炯编写项目3,史晨明编写项目4中的实训任务4.1~4.3,孙淑侠编写项目4中的实训任务4.4,吴振勇编写项目5中的实训任务5.1和5.2,孙俊峰编写项目5中的实训任务5.3。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录 / Contents

01	项目 1 气割与气焊实训	1
	实训任务 1.1 手工气割	1
	实训任务 1.2 平板对接气焊	12
	实训任务 1.3 T 形材火焰矫正	23
	实训任务 1.4 铜管对接火焰钎焊	32

02	项目 2 焊条电弧焊实训	44
	实训任务 2.1 平敷堆焊	44
	实训任务 2.2 板对接平焊	55
	实训任务 2.3 板对接立焊	68
	实训任务 2.4 管对接横焊	79
	实训任务 2.5 板对接仰焊	88

03	项目 3 CO₂ 气体保护焊实训	97
	实训任务 3.1 平板件 V 形坡口对接焊	97
	实训任务 3.2 插入式管板平角焊	112
	实训任务 3.3 钢管 CO ₂ 环对接焊	125

04

项目 4 氩弧焊实训 140

实训任务 4.1 薄铝板角接平焊 140

实训任务 4.2 水平转动管对接氩弧焊 149

实训任务 4.3 薄壁容器钨极氩弧焊 156

实训任务 4.4 小直径铜管垂直固定焊 162

05

项目 5 埋弧自动焊实训 172

实训任务 5.1 埋弧自动平对接焊 172

实训任务 5.2 T 形构件平角埋弧焊 181

实训任务 5.3 对接环缝双面焊 193

参考文献 210

实训任务 1.1 手工气割

实训目标

1. 学习气割的基本原理；
2. 学习气割的基本操作技术；
3. 熟悉气割设备、辅助工具及其使用方法；
4. 熟知割炬和割嘴型号的选择方法，以及气割参数的调整方法；
5. 掌握中厚板直线、圆及曲线气割的操作技能；
6. 具备严谨、认真的工作作风与爱岗敬业的工作态度；
7. 具备安全意识与精益求精的工匠精神。

1.1.1 任务导入

本任务是用 G01-100 型割炬设备在钢板上进行火焰气割操作训练。将一块 Q235 型钢板表面清理干净，放置于气割平台上，完成如图 1-1-1 所示形状的气割操作。通过点火、气割和熄火的训练，学生可以掌握火焰气割的基本操作技能，熟悉手工气割设备的使用与调试方法。

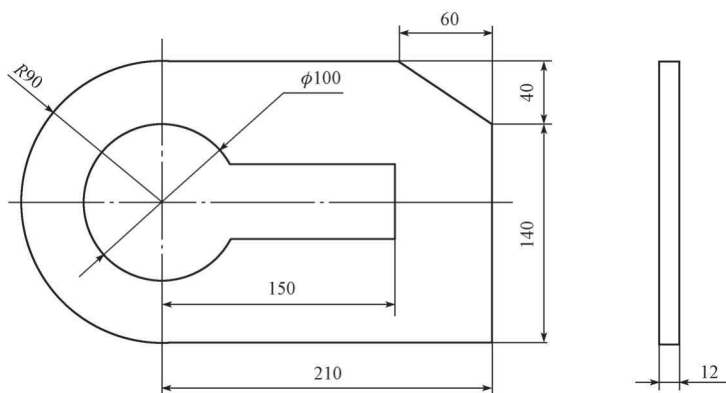


图 1-1-1 平板气割实例

任务分析

厚度在 20 mm 以下的钢板气割一般难度不大，可选用 G01-100 型割

炬设备，割嘴至割件表面的距离为焰心的长度加上 $2 \sim 4 \text{ mm}$ ，气割氧流长度超过工件板厚的 $1/3$ ，气割的钢板越厚，后倾角应越小，割嘴向后倾斜 $15^\circ \sim 30^\circ$ 。

1.1.2 相关知识

1. 气割原理

气割是指利用气体火焰的热能，将工件气割处预热到一定温度后（燃点），喷出高速气割氧流，使其燃烧并放出热量，并利用气割氧气的高压吹走燃烧产物（图 1-1-2）的一种加工方法。

（1）氧气气割的三个过程。

1) 预热，即用预热火焰将气割处的金属加热到燃点。

2) 燃烧，即向被气割处的金属喷射气割氧气，使其燃烧。

3) 吹渣，即金属燃烧生成氧化物熔渣并产生反应热，用高压氧气吹走熔渣。

（2）氧气气割的条件。

1) 金属在氧气中的燃点低于它的熔点。

2) 金属气割时形成氧化物的熔点低于金属本身的熔点。

3) 金属在气割氧射流中的燃烧是放热反应。

4) 金属的导热性不应太高。

5) 金属中阻碍气割过程和提高钢淬透性的杂质要少，如碳、锰、硅等元素的含量应较低，因为随着含碳量的增加，气割将变得困难。

2. 气割设备及工具

气割所用的设备及工具包括气体储存设备、气割工具及气割辅助工具等。气割设备及工具连接如图 1-1-3 所示。

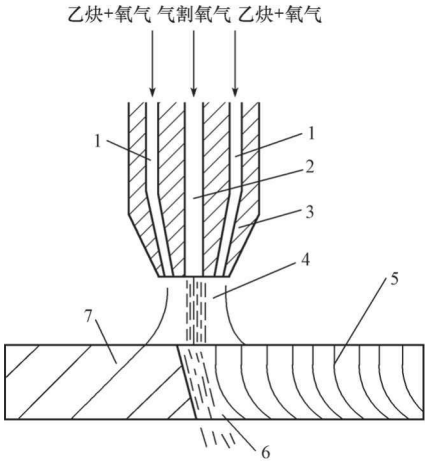


图 1-1-2 气割原理

1—混合气体通道；2—气割氧气通道；3—割嘴；
4—预热火焰；5—气割纹道；6—氧化铁熔渣；7—割件

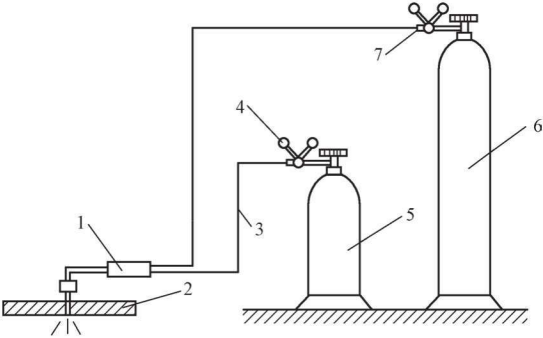


图 1-1-3 气割设备及工具连接

1—割炬；2—工件；3—胶管；4—燃气减压器；5—燃气瓶；6—氧气瓶；7—氧气减压器

(1) 割炬。割炬的作用是将可燃气体与氧气以一定的比例和方式混合后，形成具有一定热量和形状的预热火焰，并在预热火焰的中心喷射气割氧气进行金属的气割。

按可燃气体与氧气混合方式的不同，割炬分为射吸式割炬和等压式割炬，目前常用的是射吸式割炬，如图 1-1-4 所示。

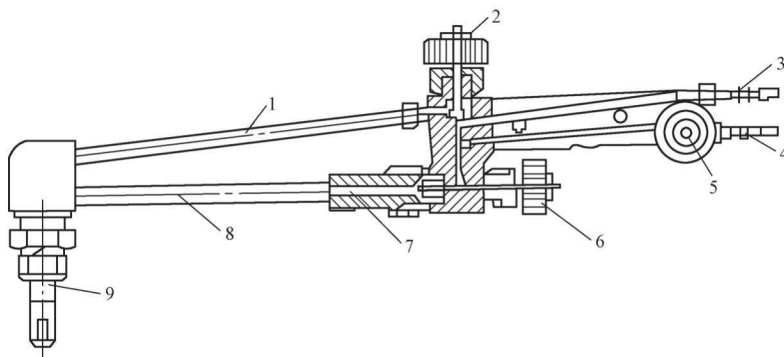


图 1-1-4 射吸式割炬

1—气割氧气管；2—气割氧阀；3—氧气管；4—乙炔管；5—乙炔调节器；
6—氧气调节器；7—射吸管；8—混合气管；9—割嘴

每种型号的割炬都配有 3 ~ 4 个不同孔径的割嘴。割嘴按结构分为环形（组合式）和梅花形（整体式）两种，如图 1-1-5 所示。

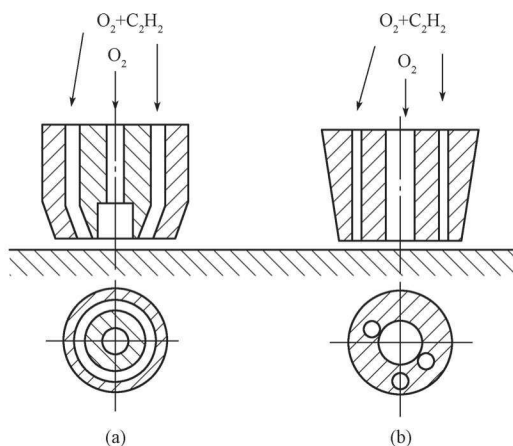


图 1-1-5 割嘴的形状

(a) 环形；(b) 梅花形

(2) 气割辅助工具。

1) 橡胶管。氧气管为蓝色，乙炔管为红色。氧气管允许的工作压力为 1.5 MPa，乙炔管允许的工作压力为 0.3 MPa，两者的强度不同，严禁交换使用。橡胶管的长度不得小于 5 m，以 10 ~ 15 m 为宜。通常，氧气管的内径为 8 mm，乙炔管的内径为 10 mm。

2) 护目镜。护目镜主要用于保护眼睛不受亮光的刺激和防止金属粒溅伤人。镜片的颜色和深浅用色号区分，一般宜用 3 ~ 7 号的黄绿色镜片。

3) 点火枪。使用点火枪点火最为安全和方便。当使用打火机和火柴时，必须将火种

从割嘴（或焊嘴）的后面送入，以免被烧伤。

（3）其他工具。

- 1) 清理切口的工具有钢丝刷、锤子、锉刀。
- 2) 连接和启闭气体通路的工具有钢丝钳、金属丝、皮管夹头、扳手等。
- 3) 钢制通针用于清理焊缝和割嘴，以便清除堵塞。

3. 气割的工艺参数

气割的工艺参数包括气割氧气的压力、预热火焰的性质与能率、割嘴与工件表面的距离、气（切）割速度及割嘴与工件的倾角等。工艺参数应根据工件的厚度选择。

（1）气割氧气的压力。气割氧气的压力在一定范围内是随着工件厚度的增加而增加的，或随着割嘴号码的增大而增大。若选择的压力过高，过剩的氧气有冷却作用，使工件的预热时间变长，浪费氧气，还会产生气割表面粗糙、气割速度变慢和切口加大的不良后果。如果选择压力过低，金属不能迅速、充分地燃烧，从而降低了气割速度，并会在气割背面产生很难清理干净的挂渣，严重时会出现割不透的现象。

（2）预热火焰的性质与能率。氧乙炔焰气割时的预热火焰采用中性焰或轻微氧化焰，要随时注意火焰性质的调节。碳化焰会给切口处增碳，使气割的效果变差，所以不能采用。

预热火焰的能率与工件的厚度有关。一般厚度越大，火焰能率越大；反之，火焰能率应越小。气割厚钢板时，由于气割速度较慢，较大的火焰能率会使切口的上缘熔化，这时可采用较小的火焰能率。气割薄板时，若气割速度较快，则可选择稍大些的火焰能率，只要使割嘴与工件的距离稍大些，并保证一定的角度，也可得到质量较好的切口。

（3）割嘴与工件表面的距离。割嘴与工件表面的距离要根据预热火焰的长度和工件的厚度确定。中心焰火焰温度最高的范围是离焰心 $2 \sim 4 \text{ mm}$ 处，所以割嘴与工件的距离 $h=L+2 \text{ mm}$ （ L 是焰心的长度）。若距离过小，则预热不充分，导致气割氧气的流动能力下降，使排渣困难；若距离过大，飞溅时易堵塞割嘴而造成回火。

（4）气（切）割速度。气割速度与工件的厚度和割嘴的形状有关。工件越厚，气割速度越慢；反之，气割速度越快。具体气割速度的选择是根据气割后拖量确定的。所谓后拖量，是指气割面上气割气流轨迹的始点与终点在水平方向上的距离，如图 1-1-6 所示。气割的后拖量是不可避免的，但应以切口产生的后拖量较小为原则来选择气割速度。当后拖量为割板厚度的 $1/10$ 时，为正常气割速度。环形割嘴比梅花形割嘴的气割速度快。

（5）割嘴与工件的倾角。割嘴与工件的倾角可根据工件的厚度来确定，它直接影响气割速度和后拖量。

当割嘴沿气割相反方向倾斜一定角度时，能使氧化燃烧产生的熔渣吹向气割线的前缘。直线气割时，应充分利用燃烧反应产生的热量来减小后拖量，从而提高气割速度。气

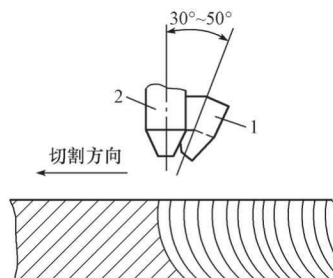


图 1-1-6 气割示意

1—厚度小于 10 mm；2—厚度大于 10 mm

割倾角大小随割件厚度变化的情况见表 1-1-1。

- 1) 当工件厚度为 4 ~ 20 mm 时，割嘴可沿气割相反方向倾斜 5° ~ 10° 。
- 2) 当工件厚度为 20 ~ 30 mm 时，割嘴应垂直于工件。
- 3) 当工件厚度为 30 mm 以上时，开始气割时应将割嘴沿气割方向倾斜 5° ~ 10° ；割穿后，割嘴应垂直于工件；快割完时，割嘴逐渐沿气割的相反方向倾斜 5° ~ 10° ，熔渣被气割气流吹走。在吹渣的同时，火焰仍在进行着预热、燃烧的过程，直至将金属逐渐割穿，形成分离。

表 1-1-1 气割倾角大小随割件厚度变化的情况

割件厚度 /mm	4 ~ 20	20 ~ 30	>30		
			起割	割穿后	停割
倾角方向	后倾	垂直	前倾	垂直	后倾
倾角度数 / (°)	25 ~ 45	0	5 ~ 10	0	5 ~ 10

1.1.3 任务实施

1. 安全文明生产

- (1) 穿戴好规定的劳保用品进行操作。
- (2) 根据工件的厚度和受力等情况，选用适当大小的焊条并调整适当大小的电流。
- (3) 清理工件表面焊接处的腐蚀层，保证焊接质量。
- (4) 工作时，必须穿戴好绝缘服和防护面具，严禁穿戴化纤服装，防止熔渣飞溅灼伤。
- (5) 雨天要避免露天作业，当无法避免时，要搭防雨棚，穿戴绝缘用具，再行施工。
- (6) 敲打熔渣时，不可用力过猛，以免熔渣飞溅，损伤眼睛。
- (7) 在停止工作或暂时离开工作岗位时，必须切断电源。
- (8) 作业点火时，应先开乙炔阀，熄火时顺序相反。开、关动作不可过猛，点火时发出响声，是回火的象征，应立即熄火，关闭阀门。不准割枪、焊接器带火放下。
- (9) 根据工件厚度，调整适当火力并选用适当的割、焊炬。
- (10) 割、焊工件时，应先除去铁锈层，防止在割、焊操作中铁锈飞溅，造成灼伤。
- (11) 工作人员要暂时离开工作岗位时，必须熄火，不允许割、焊炬带火放下。
- (12) 工作完成后，切断电源，整理好电焊钳线，熄火，关闭气阀门，拆除管带，整理并收好工具和工件。
- (13) 检查工作场地周围有无火灾隐患，如有，应及时清除火源后方可离开，防止发生火灾。

2. 气割任务准备

(1) 材料准备。

1) 板料 1 块，材料为 Q235 钢，体积为 $500\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ ；

2) 将工件表面的氧化皮、铁锈、油污等脏物用钢丝刷、砂布或砂纸清理干净。

(2) 气割用具。

1) 设备和工具。乙炔瓶、氧气瓶、减压器、射吸式割炬。

2) 辅助器具。护目镜、点火枪、通针、钢丝刷、300 mm 钢直尺、石笔、划规、样冲、小锤、橡胶软管等。

3) 劳动保护用品。气焊眼镜、工作服、手套、胶鞋等。

(3) 工作场地、设备及工具检查。气割前要认真检查工作场地是否符合安全生产和气割工艺的要求，检查整个气割系统的设备和工具是否正常，检查乙炔瓶、回火防止器工作状态是否正常。使用射吸式割炬时，应将乙炔胶管拔下，检查割炬是否有射吸力，若无射吸力，不得使用。将气割设备连接好后，开启乙炔瓶瓶阀和氧气瓶瓶阀，调节减压器，将乙炔和氧气压力调至需要的压力。

3. 焊接实施

(1) 用钢丝刷将割件表面的铁锈、氧化皮和脏物等清理干净，并布置好割件的垫块。割件垫平，其下应留有一定的间隙，以利于氧化熔渣的顺利吹出，也可防止氧化铁飞溅灼伤操作者，必要时可以加挡板。

(2) 依据图样的实际尺寸画线，在板料上用石笔画出气割线（虚线），如图 1-1-7 所示。

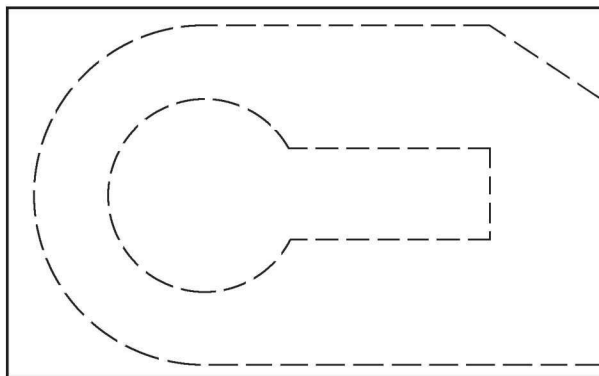


图 1-1-7 画线示意

(3) 检查割炬的射吸能力，并用通针修复和调整喷嘴内外的同轴度，使气割氧气流线的形状（风线形状）形成笔直而清晰的圆柱体，在选择正确的气割工艺参数后，点燃割炬。

气割时右手握住割炬手把，并以右手大拇指和食指握住预热氧调节阀（便于调整预热火焰能率，且一旦发生回火能及时切断预热氧），左手大拇指和食指握住气割氧调节阀（便于气割氧的调节），左手其余三指平稳地托住射吸管，使割炬与工件保持垂直。气割时手的姿势如图 1-1-8 所示。

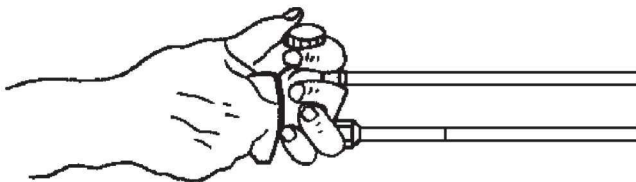


图 1-1-8 气割时手的姿势

(4) 点燃割炬、调好火焰之后就可以进行气割。气割操作姿势如图 1-1-9 所示。双脚呈外八字形蹲在工件的一侧，右臂靠住右膝盖，左臂放在两腿中间，这样便于气割时移动。无论是站姿还是蹲姿，都要做到重心平稳，手臂肌肉放松，呼吸自然。端平割炬，双臂依气割速度的要求缓慢移动或随身体移动，割炬的主体应与被割物体的上平面平行。

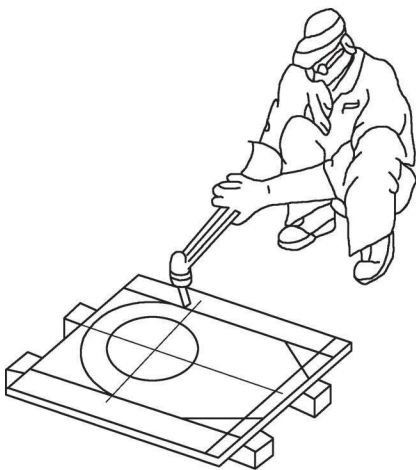


图 1-1-9 气割操作姿势

(5) 开始气割时，对于中厚钢板应由割件边缘棱角处开始预热，将割件预热至气割温度，逐渐加大气割氧气的压力，并将割嘴稍向气割方向倾斜 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。当割件边缘全部割透时，再加大气割氧气流，并使割嘴垂直于割件。根据割件厚度以适当的速度进入正常气割过程。为充分利用预热火焰和提高效率，气割时可根据被气割钢板的厚度将割嘴向后倾斜 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，且钢板越薄，角度应越大，如图 1-1-10 所示。

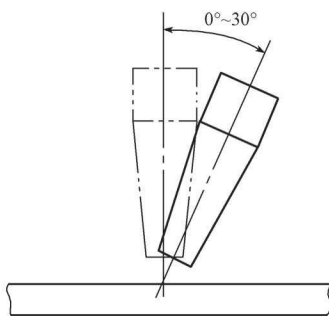


图 1-1-10 割嘴向后倾斜

(6) 在正常气割过程中，为了保证切口质量，割炬移动速度要均匀，割嘴离割件表面要保持一定距离。要注意观察，如果气割的火花向下垂直飞去，则表示速度合适；若熔渣和火花向后飞，甚至上返，则表示速度太快致使后拖量增大，甚至导致割不透；若切口两侧棱角熔化，边缘部位产生连续珠状钢粒，则表示气割速度太慢。气割中，若身体需要更换位置，应先关闭气割氧调节阀，待身体位置调整好后，再重新预热、起割。在中厚钢板正常气割过程中，割嘴要始终垂直于割件，可以稍做横向月牙形或之字形摆动，移动速度要切慢，而且要连续进行，尽量不中断气割，避免割件温度降低。

(7) 在临近终点时，割嘴应略向后方倾斜，以便钢板的下部提前割透，使切口在收尾处平直整齐。停割后，先关闭气割氧调节阀，再关闭乙炔调节阀熄火，最后关闭预热氧调节阀。气割中厚钢板如果发生割不透的现象，允许停割，并从割线的另一端重新起割。

(8) 气割操作结束后，仔细清理气割熔渣，检查切口质量，并将废料、熔渣清理干净，将工具等摆放整齐。

1.1.4 任务评价

实训任务质量检验前要将工件表面的熔渣及飞溅物清理干净，应保持原始状态。平板气割考核评分方法见表 1-1-2。

表 1-1-2 平板气割考核评分办法

序号	检查项目	评判等级				得分
		I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	
1	切口边缘直线度 /mm	0 ～ 2	2 ～ 3	3 ～ 4	<0 或 >4	
		10 分	7 分	5 分	1 分	
2	切口边缘垂直度 /mm	<1	1 ～ 2	2 ～ 3	>3	
		10 分	7 分	5 分	1 分	
3	割件的尺寸精度 /mm	<±1	>±1	>±2	>±3	
		10 分	7 分	5 分	1 分	
4	直径与半径偏差 /mm	<±1	>±1	>±2	>±3	
		10 分	7 分	5 分	1 分	
5	缺口与内凹	0 处	1 处	2 处	>2 处	
		10 分	7 分	5 分	1 分	
6	外观成形	成形美观，切口处均匀、细密	成形较好，切口处均匀、平整	成形尚可，切口倾斜过大	切口倾斜过大，上、下缘熔化	
		25 分	15 分	5 分	0 分	
7	安全文明	优	良	中	差	
		25 分	10 分	5 分	0 分	
汇总（100 分）						
注：若试件气割未完成；表面修补及切口处呈现珠链状钢粒；该件做 0 分处理						

1.1.5 任务拓展

1. 气割所用材料

(1) 氧气。氧气在常温和标准大气压下是无色、无味的气体，密度为 1.43 kg/m^3 ，比空气密度略大。当温度降到 -183°C 时，氧气变成淡蓝色液体。气焊和气割对氧气的要求是纯度越高越好。一般工业用气体氧的纯度分为两级：一级纯度的质量分数不低于 99.5%，常用于质量要求较高的气焊（气割）；二级纯度的质量分数不低于 98.5%，常用于没有严格要求的气焊（气割）。

(2) 乙炔。乙炔在常温和标准大气压下为无色气体，是一种带有特殊臭味的碳氢

化合物，其在标准状态下的密度为 1.179 kg/m^3 ，比空气略轻。工业用的乙炔主要由水分解电石而得到。乙炔是可燃性气体，与空气混合燃烧时所产生的火焰温度为 $2\ 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，与氧气混合燃烧时产生的火焰温度为 $3\ 000\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 3\ 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，因此，足以迅速熔化金属而进行焊接和气割。

乙炔是一种具有爆炸性的危险气体，当压强为 0.15 MPa ，温度达到 $580\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时就会自行爆炸，乙炔长期与钢或银接触后会生成爆炸性化合物。

(3)液化石油气。液化石油气的主要成分是丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})、丙烯(C_3H_6)等碳氢化合物。石油气在标准大气压下呈气态，当压力升到 $0.8 \sim 1.5\text{ MPa}$ 时变为液态，即液化石油气。石油气气态时略带臭味，标准状态下的密度为 $1.8 \sim 2.59\text{ kg/m}^3$ ，比空气密度大；其与空气和氧气形成的混合气体有爆炸性，但比乙炔安全。液化石油气在氧气中燃烧的速度和温度都比乙炔在氧气中燃烧的速度和温度低，其燃烧的温度为 $2\ 800\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 2\ 850\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，用于气割时的预热时间稍长，但气割质量容易保证、割口光洁。由于液化石油气价格低，比乙炔安全，质量又较好，用它代替乙炔进行金属气割较为普遍。

2. 半自动气割机

半自动气割机是一种最简单的机械气割设备，具有轻便灵活、搬运方便的特点，它是以小车的行走取代手工控制气割，主要用于气割直线及坡口。

CG1-30 型半自动气割机是目前常用的半自动气割机，其外形如图 1-1-11 所示。它适用工作量大且集中的气割工作，是一种结构简单、操作方便的小车式半自动气割机。气割时，小车带动割嘴在专用轨道上自动移动，割嘴可进行直线气割；当轨道具有一定曲率时，割嘴还可以进行一定曲率的曲线气割。

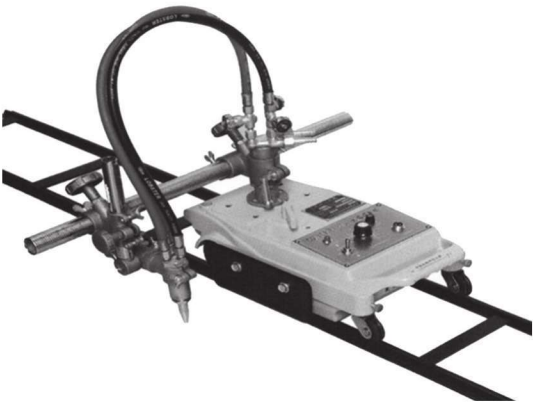


图 1-1-11 CG1-30 型半自动气割机

半自动气割机的工作原理是一台小车带动割嘴在专用轨道上自动地移动，但轨道的方向、位置需要人工调整。当轨道有一定弧度时，割嘴还可以进行一定曲率的曲线气割；如果轨道是一根带有磁铁的导轨，小车利用爬行齿轮在导轨上爬行，割嘴可以在倾斜面或垂直面上进行气割，但小车与导轨间应有扣联装置。常用的小车式气割机的型号及主要技术参数见表 1-1-3。

表 1-1-3 常用的小车式气割机的型号与主要技术参数

型号	气割厚度/mm	气割速度/ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	圆形导轨直径/mm	割炬数量/个	电源电压/V	电动机功率/W
CG1-30	5 ~ 50	0 ~ 750	200 ~ 2 000	2	220	24
CG1-75	150 ~ 350	0 ~ 750	—	1	220	24

3. 手工气割要领

在气割开始前要仔细检查工作场地是否符合安全要求，整个气割系统的设备是否能正常工作，若有故障，应及时排除。对工件表面的油污、氧化皮等应清除干净。割件应垫平，其下应留有一定的间隙，以利于氧化熔渣的顺利吹出，也可防止氧化铁的飞溅灼伤操作者，必要时可以加挡板。调节氧气和乙炔阀门的压力，使其达到要求。一切准备工作完成后方可点燃火焰，并调到合适的形状开始气割。

气割时，先点燃割炬，调整好预热火焰，然后进行气割。气割操作姿势因个人习惯而不同。初学者可按基本的“抱切法”练习，如图 1-1-12 所示。

操作时，双脚呈八字形蹲在工件一侧，右臂靠住右膝，左臂在两脚之间，以便在气割时移动方便，右手把住割炬手柄，并以大拇指和食指把住预热氧调节阀，以便调整预热火焰和当回火时及时切断预热氧气。上身不要弯得太低，呼吸要有节奏，眼睛应注视割件和割嘴，并着重注视割口前的割线。一般从右向左气割。整个气割过程中，割炬运行要均匀，割炬与工件间的距离保持不变。每割完一段移动身体时要暂时关闭气割氧调节阀。



图 1-1-12 抱切法姿势

4. 手工气割的参数与气割注意点

中等厚度钢板（12 mm）手工气割的参数见表 1-1-4。在正常气割过程中，割嘴要始终垂直于割件，做横向月牙形或之字形摆动。

表 1-1-4 中等厚度钢板手工气割参数

割件厚度 /mm	割炬型号	割嘴型号	乙炔消耗量 / (L · h ⁻¹)
12	CG1	3	310

起割时，割嘴应后倾 20° ~ 30°。先将割件画线外边缘预热到红热状态（割件发红），预热火焰的焰心与工件表面的距离应保持为 2 ~ 4 mm，缓慢开启气割氧调节阀，待氧化铁被氧气流吹掉时，可加大气割氧气流，当听到“啪、啪”的声音时表明割件已被切透。这时再根据割件厚度，灵活掌握气割速度，沿气割线前进方向施割。

在整个气割过程中，割炬运行要均匀，割嘴离工件表面的距离应保持不变。在气割较长的工件时，每割 300 ~ 500 mm 须移动操作位置。这时应先关闭气割氧气手轮，使割炬火焰离开割件，待移动身体位置后，再将割嘴对准气割处并适当预热，然后缓慢打开气割氧继续向前气割。

气割临近终点时，割嘴应沿气割方向略向后倾斜一定角度，以利于割件下面提前割透，保证收尾时的切口质量。停割后，要仔细清除切口边缘的挂渣，以便于之后的加工。气割结束时，应先关闭气割氧气手轮和预热氧气手轮。如停止工作的时间较长，应先旋松氧气减压器，再关闭氧气瓶瓶阀和乙炔输送阀。中厚钢板如遇到割不透，允许停焊，并从割线的另一端重新开始起割。

当气割过程中割炬发生回火时，应先关闭乙炔开关，然后关闭氧气开关，待火熄灭、割嘴不烫手时方可重新进行气割。

5. 自动、半自动气割技术

同时使用 2 ~ 3 把割炬，利用自动、半自动气割机改变割炬的倾斜角度，即可气割出多种形式的焊接坡口。

(1) 单面 V 形坡口气割。加工有钝边或无钝边的 V 形坡口时，可以选用两种方法进行。第一种方法是前面一把割炬垂直于割件表面，担负气割边料的作用；后一把割炬则向板内倾斜，担负坡口气割的作用，割完后，钝边处于板的下部。此种方法主要用于厚度不太大的板料的气割。第二种方法是前面的割炬向板边倾斜，后面的割炬垂直于气割坡口的钝边，如图 1-1-13 所示。

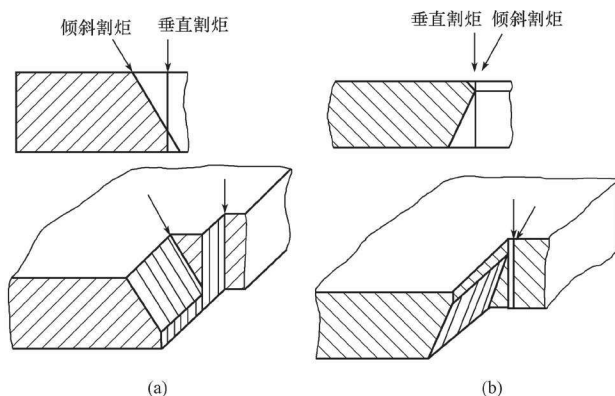


图 1-1-13 单面 V 形坡口气割

(a) 方法一；(b) 方法二

(2) 双面 V 形坡口气割。进行双面 V 形坡口气割时，可用 2 ~ 3 把割炬同时进行，如图 1-1-14 所示。气割厚度 < 50 mm 割件的坡口时，3 把割炬的安装方法如下：割炬①向外倾斜，负责气割板料底面的坡口；割炬②垂直于板料气割钝边；割炬③向割件内倾斜，可气割板料上斜坡口面。若钢板厚度 > 50 mm，进行双面 V 形坡口气割时，3 把割炬安装的倾斜位置不变，只是将割炬间的前后距离缩短。进行双面 V 形坡口气割时，割炬间距与割件厚度的关系见表 1-1-5。

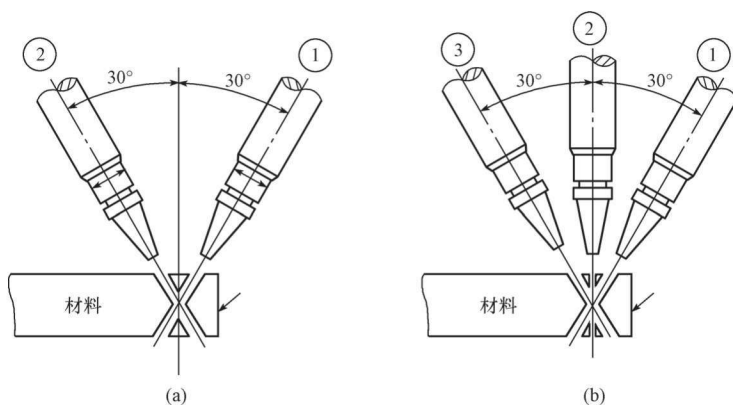


图 1-1-14 双面 V 形坡口气割

(a) 2 把割炬；(b) 3 把割炬