

焊条电弧焊

张勇 主编



电子科技大学出版社



★ 国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果

★ 西南安装高级技工学校

焊条电弧焊

张 勇 主 编

电子科技大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

焊条电弧焊 / 张勇主编. -- 成都 : 电子科技大学出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5647-1663-9

I. ①焊... II. ①张... III. ①焊条—电弧焊 IV. ①TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 115887 号

焊条电弧焊

张 勇 主 编

出 版：电子科技大学出版社（成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编：610051）
策划编辑：吴艳玲
责任编辑：张 鹏
主 页：www.uestcp.com.cn
电子邮箱：uestcp@uestcp.com.cn
发 行：全国新华书店经销
印 刷：四川嘉华印业有限公司
成品尺寸：185mm×260mm 印张 13 字数 330 千字
版 次：2014 年 6 月第一版
印 次：2014 年 6 月第一次印刷
书 号：ISBN 978-7-5647-1663-9
定 价：49.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话：(028) 83202323, 83256027。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误，请寄回印刷厂调换。

前 言

为了进一步贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的文件精神，加强职业教育教材建设，满足中职院校推广一体化教学改革对教材建设的要求，根据中职教育对焊接技能训练的重点突出，依据行业主导、校企联合制定的《焊接制造岗位职业标准》，参考国际焊工培训标准和中华人民共和国劳动及社会保障部制定的《焊工国家职业标准》，由国家示范性中职院校教师和企业专家共同编写。

本教材主要内容有：金属的切割下料、工字梁的制造、吊装架的制造、泵管法兰的焊接四个典型的学习任务，每个典型的学习任务都包括接受工作任务，制定工作计划、备料、装配、焊接、矫正与检验、成果展示六个典型的焊接生产工艺流程，实现焊接专业技能训练与产业、企业、岗位对接、专业一体化课程内容与职业标准对接、学习过程与生产实践过程对接的目标，推进中职焊接人才培养模式的改革。焊接技能的训练是中职焊接专业学习的核心目标，本教材以任务驱动教学，对焊条电弧焊的操作技能按照制造业焊接接头实际生产过程和教学规律，将焊接接头按照平、立、横、仰四种空间位置，由浅入深、循序渐进的编排教学内容，在相关训练项目中以“关键技术点拨”和“工程实践及应用案例”等形式，采集编入了企业专家在多年实践中总结提炼出的焊接技能绝招和精粹，以帮助学生快速提高技能水平，拓展工程应用能力；本教材强调培养良好职业素养、安全教育、团队合作精神，以期达到“教书”和“育人”的双重目的。

在编写过程中，参阅了有关同类教材、书籍和网络资料，并得到参编高职院校和企业的大力支持，在此一并致以深深的谢意！

由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

学习任务 1 金属的切割下料	1
学习活动 1 气割的认知	3
学习活动 2 气割安全教育	5
学习活动 3 气割设备工具使用	8
学习活动 4 气割	13
学习活动 5 工作总结、成果展示、经验交流	18
学习任务 2 工字梁的制造	26
学习活动 1 接受工作任务，制定工作计划	28
学习活动 2 工字梁的备料	33
学习活动 3 工字梁的装配	39
学习活动 4 工字梁的焊接	46
子学习活动 1 平敷焊技能训练	51
子学习活动 2 板对接平焊技能训练	67
子学习活动 3 平角焊技能训练	76
学习子活动 4 工字梁的焊接	86
学习活动 5 工字梁的矫正与检测	92
学习活动 6 工作总结、成果展示、经验交流	98
学习任务 3 吊装架的制造	103
学习活动 1 接受工作任务，制定工作计划	106
学习活动 2 吊装架的备料	130
学习活动 3 吊装架的装配	133
学习活动 4 吊装架的焊接	136
子学习活动 1 V形坡口的立对接焊技能训练	137
子学习活动 2 V形坡口的横对接焊技能训练	148
子学习活动 3 吊装架的焊接	154
学习活动 5 吊装架的矫正与检测	158
学习活动 6 工作总结、成果展示、经验交流	163

学习任务 4 泵管法兰的焊接	168
学习活动 1 接受工作任务，制定工作计划	171
学习活动 2 泵管法兰的备料	174
学习活动 3 泵管法兰的装配	177
学习活动 4 泵管法兰的焊接	180
子学习活动 1 水平固定管焊接技能训练	180
子学习活动 2 骑坐式管板焊接技能训练	185
子学习活动 3 泵管法兰的焊接	189
学习活动 5 泵管法兰的矫正与检测	194
学习活动 6 工作总结、成果展示、经验交流	196

学习任务 1 金属的切割下料

学习目标

1. 能说出气割特点及主要任务。
2. 能正确说和使用气割的设备，能严格遵守铆工场地安全规章制度，能按要求规范穿戴劳动保护用品。
3. 能看懂产品的备料图纸，能看懂技术要求。
4. 能查阅相关资料，解释常用材料的牌号及其意义。
5. 能读懂备料工艺步骤，能使用专业术语进行交流。
6. 能熟悉切割的安全操作规程。
7. 能使用手动割枪进行火焰切割操作，完成中级工标准的工件下料工作。
8. 能使用半自动火焰切割机进行切割作业，完成中级工标准的工件下料工作。
9. 能根据备料材料、加工条件选用割嘴，并能安装使用割嘴完成切割作业。
10. 能根据备料材料种类、材料厚度、工件几何形状等参数进行切割工艺参数的调整与选择。
11. 能正确使用钢板尺、卷尺、角尺、游标卡尺等检测工具对工件进行检测，并能将所使用的检测工具按要求进行保管与保养。
12. 能根据检测结果与图样进行比较，判别工件是否合格。
13. 能根据现场管理规范要求，清理现场，归置物品。
14. 能按环保要求处理废弃物。
15. 能写出工作总结并进行产品的展示。

建议学时 40 学时

任务描述

钢结构制造车间要加工一批矩形板料，图纸资料如图 1-1 所示，技术要求按钢结构制作规范进行，请根据图纸资料和技术要求，利用车间的资源，制订出板料的下料工艺流程，并按制订的工艺流程实施，完成板料的气割过程。

产品图纸



图 1-1 矩形板料

任务流程与活动

在焊接结构制造中，气割焊接结构制造的备料基本工艺流程，因此，能制订并实施气割工艺流程是作为其他钢结构备料的基础，是进行其他复杂结构备料的前提。在接受学习任务后，应首先了解学习场地的环境、设备管理要求，穿着符合劳动保护要求的工作服，在老师的指导下，读懂图纸、分析出备料工艺步骤、正确使用各种设备、工具及辅具，按图样要求，使用量具：钢卷尺、钢直尺、水平尺、90°角尺、焊接检验尺等进行检测，以学习小组为单位，合作完成板料的气割工作，并能够按照现场管理规范要求清理场地，归置物品，按照环保要求处理废弃物。

学习活动 1 气割的认知（2 学时）

学习活动 2 气割安全教育（6 学时）

学习活动 3 气割设备工具使用（4 学时）

学习活动 4 气割（24 学时）

学习活动 5 工作总结、成果展示、经验交流（4 学时）

学习活动 1 气割的认知

学习目标

1. 能说出气割的工作原理和条件。
2. 能说出气割的优点和缺点及应用范围。
3. 能按要求规范穿戴劳动保护用品。
4. 能写出气割的工作特点及主要任务。
5. 能说出 7S 管理规范的主要内容。

建议学时 2 学时

一、气割原理

气割是利用气体火焰的热能，将工件切割处预热到一定温度后（燃点），喷出高速切割氧流，使其燃烧并放出热量，并利用切割氧的高压吹走燃烧产物，从而实现切割的加工方法。

1. 氧气切割的三个过程

- (1) 预热用预热火焰将切割处金属加热到燃点。
- (2) 燃烧向被切割处金属喷射切割氧，使其燃烧。
- (3) 吹渣金属燃烧生成氧化物熔渣并产生反应热，熔渣被切割气流吹走。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。

2. 氧气切割的条件

- (1) 金属在氧气中的燃点应低于它的熔点。
- (2) 金属气割时形成氧化物的熔点应低于金属本身的熔点。
- (3) 金属在切割氧射流中燃烧应该是放热反应。
- (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的可淬性的杂质要少。含碳、铬、硅等要少，随着含碳量的增加，气割变得困难。

二、气割的特点

1. 优点

- ①切割效率高，切割钢的速度比其他机械切割方法快。

- ②机械方法难以切割的截面形状和厚度，采用氧—乙炔焰切割比较经济。
- ③切割设备的投资比机械切割设备的投资低，切割设备轻便，可用于野外作业。
- ④切割小圆弧时，能迅速改变切割方向。切割大型工件时，不用移动工件，借助移动氧—乙炔火焰，便能迅速切割。
- ⑤可进行手工和机械切割。

2. 缺点

- ①切割的尺寸公差，劣于机械方法。
- ②预热火焰和排出的赤热熔渣存在发生火灾以及烧坏设备和烧伤操作工的危险。
- ③切割时；燃气的燃烧和金属的氧化，需要采用合适的烟尘控制装置和通风装置。
- ④切割材料受到限制（如铜、铝、不锈钢、铸铁等）不能用氧—乙炔焰切割。

三、气割的应用范围

气割的效率高，成本低，设备简单，并能在各种位置进行切割和在钢板上切割各种外形复杂的零件，因此，广泛地用于钢板下料、开焊接坡口和铸件浇冒口的切割，切割厚度可达 300mm 以上。

由于金属的切割性能，目前，气割主要用于各种碳钢和低合金钢的切割。其中淬火倾向大的高碳钢和强度等级较高的低合金钢气割时，为避免切口淬硬或产生裂纹，应采取适当加大预热火焰功率和放慢切割速度，甚至割前对钢材进行预热等措施。

学习活动 2 气割安全教育

学习目标

1. 能熟记气割的安全规章制度。
2. 能说出气割工作场地的设备，能严格遵守气割场地安全规章制度。
3. 能按要求规范穿戴劳动保护用品。
4. 能写出气割的安全特点及主要安全隐患。
5. 能说出 7S 管理规范的主要内容。

建议学时 6 学时

一、焊割现场发生火灾、爆炸的可能性

1. 火灾、爆炸的基础知识

燃烧是一种发光放热的化学反应，它必须有可燃物、助燃物和火源三个基本条件的相互作用，缺一不可。在焊接时常遇到的可燃物有乙炔、液化石油气、汽油、棉纱、油漆、木屑等易燃物有空气、氧气等，火源有火焰、电弧、灼热物体、电火花、静电火花及金属飞溅等，所以焊割现场很容易引起火灾。

爆炸是物质发生急剧的物理和化学变化，能在瞬间释放出大量能量的现象。它能摧毁建筑物并能造成严重的人员伤害。

爆炸一般按爆炸能量来源的不同分为物理爆炸和化学爆炸。物理爆炸：由物理变化（温度、体积和压力等因素）引起的爆炸。

化学爆炸：物质在极短的时间内完成的化学反应，生成新的物质并产生大量气体和能量的现象。

在焊割现场发生爆炸可能性最大的是化学爆炸，化学爆炸也必须同时具备三个条件：足够韵易燃易爆物质；易燃易爆物质与空气等氧化剂混合后的浓度在爆炸极限内；有能量足够的火源。

2. 焊割现场发生火灾、爆炸的种类

(1) 可燃气体的爆炸：工业上大量使用的可燃气体，如乙炔（ C_2H_2 ）天然气、液化石油气[主要成分：丙烷（ C_3H_8 ）和丁烷（ C_4H_{10} ）]等，它们与氧气或空气均匀混合达到一定极限，遇到火源便发生爆炸，这个极限为爆炸极限。常用可燃气体在混合物中所占体积的百分比来表示，如乙炔与空气混合爆炸极限为 2.2%~81%，乙炔与氧气混合爆炸极限为 2.8%~93%；液化石油气与空气混合爆炸极限为 3.5%~16.3%，与氧气混合爆炸极限为 3.2%~64%，且易产生混合爆炸。

(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，遇到电焊火花，即会发生爆炸。

(3) 可燃粉尘的爆炸：可燃粉尘（如镁、铝粉尘，纤维粉尘等）悬浮于空气中，达到一定浓度范围遇到火源（如电焊火花等）也会发生爆炸。

(4) 焊接直接使用可燃气体的爆炸：如乙炔，若操作不当而发生回火时，会发生爆炸。

(5) 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，如不采取适当的措施，也会发生爆炸。

二、防火、防爆的安全措施

1. 气焊场地内应无易燃易爆物品，必须清理干净或进行有效隔离后方可动火；穿戴好劳保用品。

2. 每套减压器上只能安装一把焊枪，新胶管使用前必须清理干净里面的灰尘及杂物，保证畅通。使用时防止胶管沾上油脂或接触红热的金属。

3. 氧气瓶与乙炔瓶应间隔 5 米以上，气瓶距明火的距离必须保持 6~10 米，并避免在阳光下暴晒和剧烈碰撞。

4. 减压器（主要是氧气减压器）在冬天使用时，温度太低的情况下易结冰，此时，不能用明火烤或榔头敲击，可用热水捂化或水蒸气进行处理。

5. 用气焊焊接油箱或其他易燃易爆介质的储存容器时，必须将容器上的孔盖全部打开，并先用碱水冲洗干净，再用水蒸气或压缩空气吹干后方可施焊。或将容器内充满水后进行施焊。

6. 乙炔能和氯或次氯酸盐等化合而发生燃烧和爆炸，因此，当乙炔燃烧发生火灾时，绝对禁止用四氯化碳灭火器灭火。

7. 发生回火时及时关闭乙炔阀门。

8. 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，必须取得相关部门的同意，焊接时采取严密措施，防止火星、飞溅引起火灾。

9. 气焊气割时要使用合格的压力表和回火防止器并定期校验；要使用合格的橡胶软管，氧气管与乙炔管不准混用。

10. 离开施焊场地，应关闭电源、气源、熄灭火种等有可能引起火灾、爆炸的隐患，确认安全后，方可离开。

三、气焊气割安全注意事项

1. 每个氧气减压器和乙炔减压器上只允许接一把焊炬或一把割炬。

2. 必须分清氧气胶管和乙炔胶管，GB9448—88 中规定，氧气胶管为黑色，乙炔胶管为红色。新胶管使用前应将管内杂质和灰尘吹尽，以免堵塞割嘴，影响气流流通。

3. 氧气管和乙炔管如果横跨通道和轨道，应从它们下面穿过（必要时加保护套管）或吊在空中。
4. 氧气瓶集中存放的地方，10m之内不允许有明火，更不得有弧焊电缆从瓶下通过。
5. 气焊气割操作前应检查气路是否有漏气现象。检查割嘴有无堵塞现象，必要时用通针修理割嘴。
6. 气焊气割工必须穿戴规定的工作服、手套和护目镜。
7. 点火时可先开适量乙炔，后开少量氧气，避免产生丝状黑烟，点火严禁用烟蒂，避免烧伤手。
8. 气割储存过油类等介质的旧容器时，注意打开入孔盖，保持通风。在气割前做必要的清理处理，如清洗、空气吹干，化验缸内气体是否处于爆炸极限之内，同时做好防火、防爆以及救护工作。
9. 在容器内作业时，严防气路漏气，暂时停止工作时，应将割炬置于容器外，防止漏气发生爆炸、火灾等事故。
10. 气焊气割过程中，发生回火时，应先关闭乙炔阀，再关闭氧气阀。因为氧气压力较高，回火到氧气管内的现象极少发生，绝大多数回火倒袭是向乙炔管方向蔓延。只有先关闭乙炔阀，切断可燃气源，再关闭氧气阀，回火才会很快熄灭。
11. 气焊气割结束后，应将氧气瓶和乙炔瓶阀关紧，再将调压器调节螺钉拧松。冬季工作后应注意将回火防止器内的水放掉。
12. 工作时，氧气瓶、乙炔瓶间距应在3m以上。
13. 气割时，注意垫平、垫稳钢板等，避免工件割下时钢板突然倾斜，伤人以及碰坏割嘴。

学习活动 3 气割设备工具使用

学习目标

1. 能说出气割的常用设备及工具。
2. 能熟练掌握气割的常用设备及工具的使用方法和操作规程，能严格遵守铆工场地安全规章制度。
3. 能按要求规范穿戴劳动保护用品。
4. 能说出 7S 管理规范的主要内容。

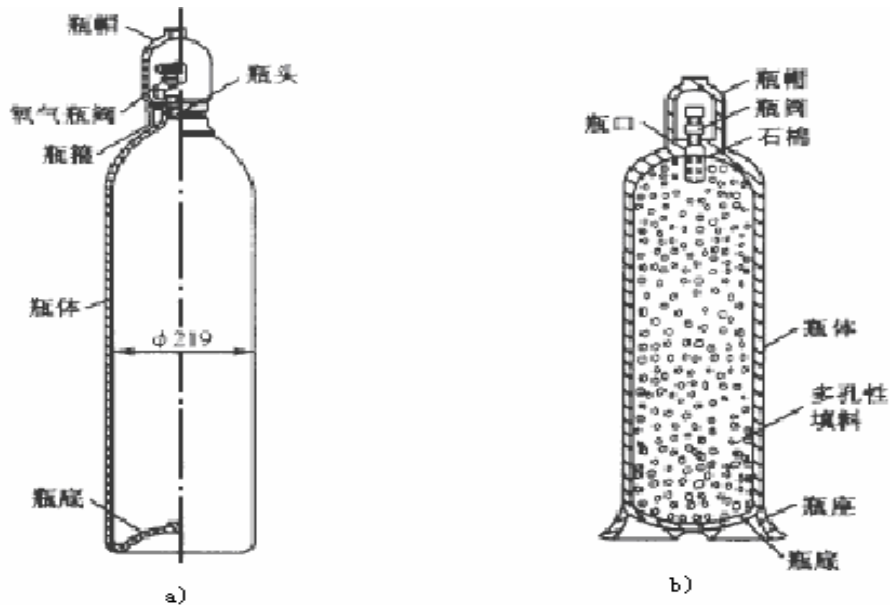
建议学时 4 学时

一、气割设备及其工具

气割的工具主要包括氧气瓶、乙炔瓶、气体减压器、回火防止器和割枪（割炬）。

1. 气瓶

(1) 氧气瓶 氧气瓶是一种用来存储和运输氧气的高压容器，如图 1-2 (a) 所示。通常将空气中制取的纯氧压入气瓶内。



(a) 氧气瓶 (b) 乙炔瓶

图 1-2 氧气瓶和乙炔瓶

由于氧气瓶的压力高，而且氧气是极为活泼的助燃气体。因此，必须严格按照气瓶安全注意事项使用。

(2) 乙炔瓶目前，在我国乙炔发生器正在被相对安全、卫生的乙炔瓶所代替。乙炔瓶是一种储存和运输乙炔的容器，如图 1-2 (b) 所示。乙炔能大量溶解于丙酮溶液中，所以乙炔瓶内装有丙酮溶液和活性炭，可使乙炔安全方便的储存、运输和使用。瓶口装有乙炔瓶阀，但阀体旁侧没有侧接头，因此，必须使用带有夹环的乙炔减压器。乙炔瓶肩部装有易熔合金保险栓，当乙炔瓶受热温度超过 $(105\pm 5)^\circ\text{C}$ 时，合金便熔化，乙炔便能缓慢逸出，以免乙炔瓶爆炸。由于乙炔是易燃、易爆的气体，因此，必须严格按照安全注意事项使用。

(3) 气瓶安全使用注意事项

1) 气瓶严禁接触、靠近油品、易燃物品，开启时身体和面部要避开出气口及减压器表盘。

2) 夏季使用、运输及储放时要防暴晒，要远离热源。空、实瓶应分开放置。

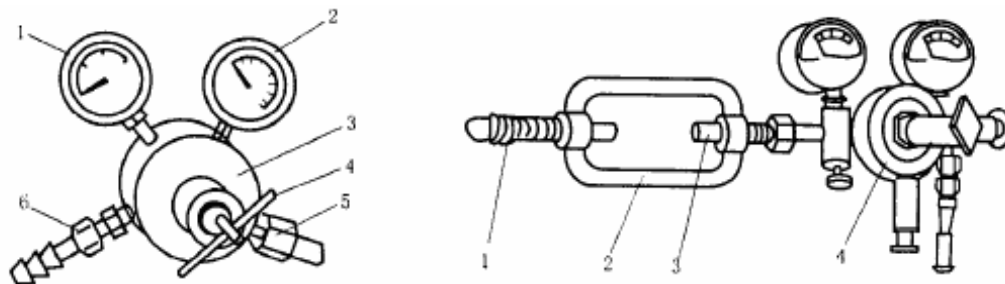
3) 现场使用的钢瓶应直立地面或放置到专用瓶架上，防止倾倒。

4) 储运时瓶阀上应戴安全帽；瓶身上应装防震圈；装、卸车及运输时，应避免撞击，要轻装轻卸。

5) 冬季使用时发生冻结或出气不畅时，严禁用明火加热，只能用热水或蒸汽解冻。

2. 减压器

减压器是将气瓶中高压气体的压力减到气焊、气割所需工作压力的一种调节装置。氧气、乙炔气减压器如图 1-3 所示。



(a) 氧气减压器

(b) 乙炔减压器

1-低压表 2-高压表 3-外壳

1-固定螺钉 2-夹环 3-连接管

4-调节螺钉 5-进气接头 6-出气接头

4-乙炔减压器

图 1-3 氧气减压器和乙炔减压器

(1) 减压器的作用与分类

1) 减压器的作用

减压作用由于储存在气瓶内的气体都是高压气体，氧气瓶内的最高压力可达 15MPa，乙炔瓶内的最高压力可达 1.5MPa，而气焊、气割工作中所需的气体工作压力一般要求氧气为 0.1~0.4MPa，乙炔气在 0.15MPa 以下，所以气焊、气割工作中必须使用减压器将压力减小至合适值。

稳压作用气瓶内气体的压力是随着气体的消耗而逐渐下降的，但在气焊、气割工作中

的气体工作压力必须稳定不变。这就需要减压器来稳定气体工作压力，使气体工作中力不随气瓶内气体压力的下降而下降。

2) 减压器的分类

减压器按用途分氧气减压器、乙炔减压器、液化石油气减压器等；按构造分为重级式和双级式；按工作原理分为正作用式和反作用式。目前常用的是单级反作用式减压器。

乙炔减压器与氧气减压器的区别在于乙炔减压器与乙炔瓶的连接是用特殊的夹环并借助紧固螺钉加以固定的。

3) 减压器使用注意事项

① 安装减压器前，应将气瓶阀门迅速开启后关闭，将瓶口处的灰尘及污物吹去。注意瓶口不要对着人。

② 出气口与胶管连接要用专用夹具或铁丝扎紧。

③ 减压器不得沾有油和油脂。

④ 减压器停止工作时，必须把调压手柄完全放松。结束焊接工作时，应将减压器卸下妥善保管。

⑤ 在打开气瓶阀门前，必须松开减压器的调节螺杆，打开气瓶阀门时人不可站在减压器正面或背面，而应站在侧面，缓开阀门，以防高压气体损坏减压器和压力表。

⑥ 把减压器连接到气瓶出气口时，要使用尺寸合适的扳手，拧紧力不要过大，以保证设备的使用寿命。

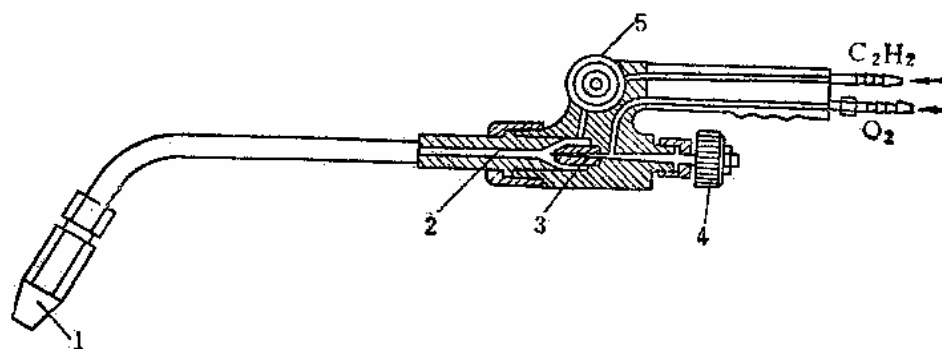
⑦ 减压器的压力表应定期检查。

3. 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切割氧气进行金属的气割。

(1) 射吸式割炬的分类

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 1-4 所示。



1-焊嘴 2-射吸管 3-喷嘴 4-氧气阀 5-乙炔阀

图 1-4 射吸式焊枪

(2) 射吸式割炬的割嘴形状

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

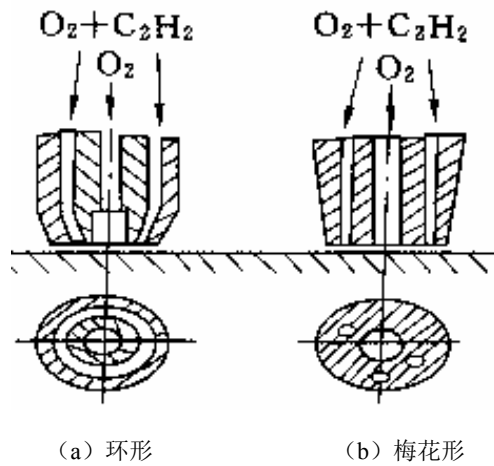


图 1-5 割嘴形状

(3) 常用手工射吸式割炬的主要技术数据如表 1-1 所示。

4. CGI-30 型半自动气割机

CGI-30 型半自动气割机是目前常用的半自动气割机，如图 1-6 所示。它适应于工作量大而又集中的气割工作，是一种结构简单、操作方便的小车式半自动气割机。切割时，小车带动割嘴在专用轨道上自动地移动，轨道的轨迹可由人工调整。当轨道是直线时，割嘴可进行直线切割；当轨道呈一定的曲率时，割嘴可以进行一定曲率的曲线气割。



图 1-6 CGI—30 型半自动气割机