

## 九、氧气切割问题

### 9.1 氧气切割工艺

1、切割一般厚度的钢板时所采用的气体压力和割嘴尺寸是多少？

由表 2 可见，0 号割嘴使用得最多。

表 2 切割钢板时的气体压力和割嘴尺寸

钢板厚度/mm	气压/Pa		割嘴代号	割嘴孔径/mm
	氧 气	乙 炔		
3.2~6.4	170	35	00	0.8
10~16	240	55	0	1.0
19~25	310	70	1	1.2
25~38	345	80	2	1.5
51~64	380	80	3	1.8
76~102	410	105	4 或 5	2.1 或 2.5

2、引起切割质量不好最主要的原因是什么？

割嘴不清洁。将割嘴从割炬中取下并采用割嘴清洁器对割嘴进行清理，确保所有的孔道通畅并没有残存的碳。清理过程中，注意不要将割嘴孔道尺寸扩大或将孔道扩大成喇叭形，否则将损坏割嘴。然后将割嘴在精细的金刚砂布上垂直地来回打磨数次（砂布应放在光滑的平面上），这样有利于去除孔道上的毛刺和割嘴表面残存的碳，如图 105 所示。

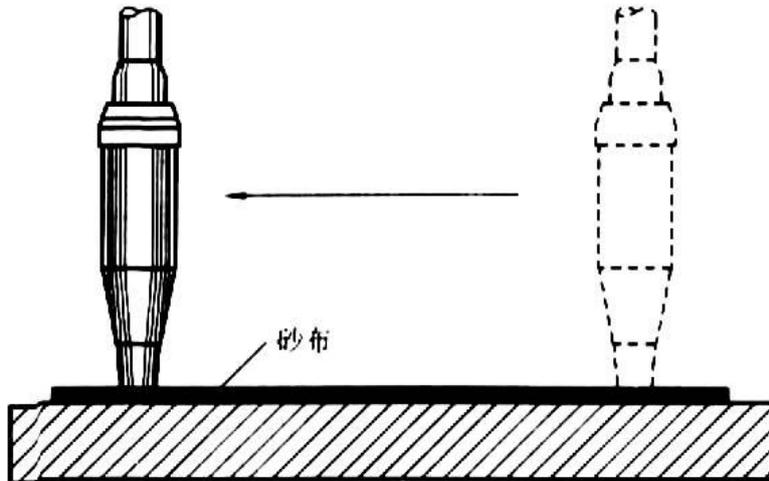
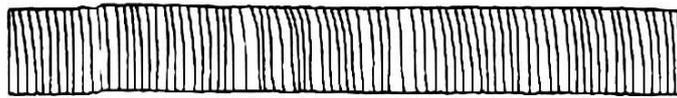


图 105 割嘴端部清理的示意

3、当割炬已经被清理，但在切割时仍然存在问题，该如何处理？

将切口与图 106 所示的图样进行对比来确定产生切割问题的原因，针对不同的原因采取措施。



(a) 氧-乙炔切割厚度 24mm 碳钢板的良好切口，板边平直，后拖量几乎垂直



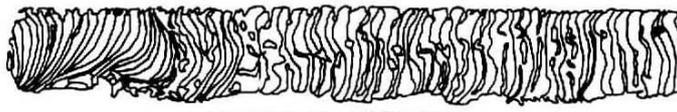
(b) 预热火焰太小，切割速度太慢，割口底部产生不良的凹槽



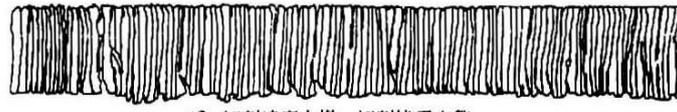
(c) 预热火焰太大，顶部熔化过量，切口边缘不规则



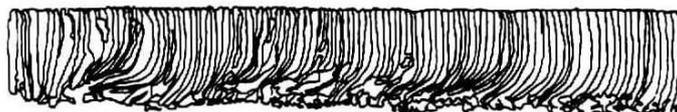
(d) 氧气压力太低，切割速度太慢，致使上边缘熔化过量



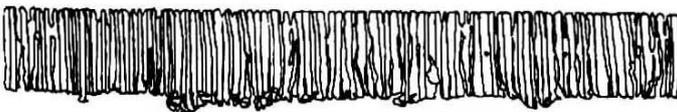
(e) 氧气压力过高，割嘴尺寸过小，切割过程失去控制



(f) 切割速度太慢，切割线不完整



(g) 切割速度太快，割口有明显的未切透，切割不规则



(h) 割炬运动不稳定，切口波纹不规则



(i) 切割太慢，再引燃不当，造成再引燃处切割不良

图 106 切割问题及产生原因

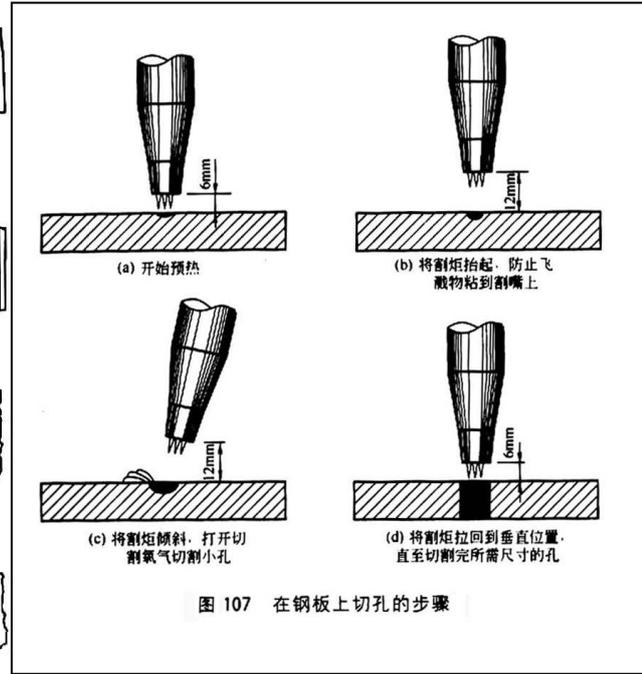


图 107 在钢板上切孔的步骤

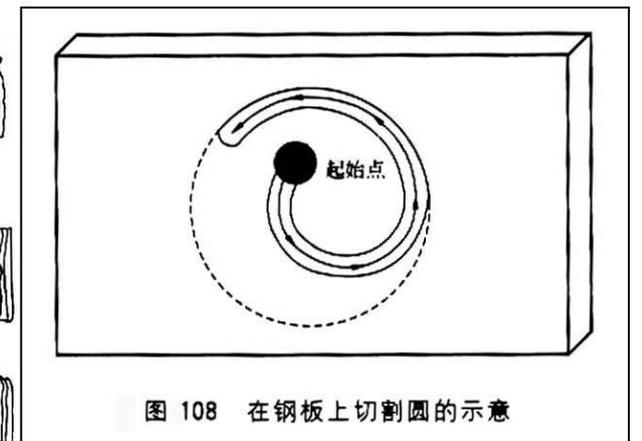


图 108 在钢板上切割圆的示意

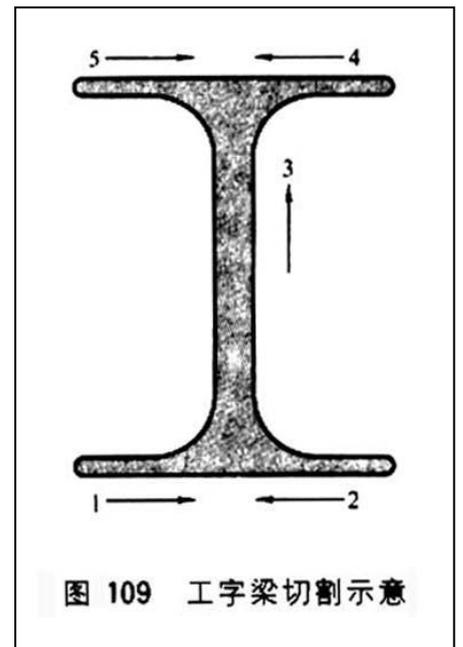


图 109 工字梁切割示意

4、在钢上切孔的步骤是怎样的？

在钢板上切孔的步骤如图 107 所示。(编者注：割炬倾斜角度很大，超过 45 度，越是厚板，倾斜角度越大。割炬倾斜目的是让熔渣有流动的出路，如果割炬始终垂直向下，产生的熔渣无处可去，向上飞溅足以导致割炬回火)

5、从钢板上切割圆时的最好方式是什么？

在圆的内部切穿钢板，然后将割嘴移向外部到圆的边界处。切割过程开始后，按螺旋线形式向外延伸切口并开始切割圆，如图 108 所示。当切割较小的圆时，在圆的中心钻一个直径 6mm 的孔，以这个孔作为切口的起点，然后逐渐向外螺旋切割到圆的边界，直至完成切割过程，这样可以防止在切割过程中破坏已完成的边界。

6、切割一定长度的工字梁的最简单的方法是什么？

按照图 109 所示的切割顺序进行切割。垂直向上切割腹板可以防止落下的渣堵塞割嘴，最后切割顶部可以确保工字梁被稳定支撑，直到与主体脱离。

7、采用手持割炬如何准确而平稳地完成工字梁切割？

利用切割引导装置，如图 110 所示。在梁的顶部和底部采用 T 形引导装置，再用切割定位引导装置来切割腹板，可以确保在工字上获得直切口。这种切割定位引导装置具有圆形的边界，可以和腹板紧密结合。有些引导装置制作得很厚，可以使割炬的螺母沿引导装置移动，这就使操作者在切割过程中不必再调整割炬的高度。

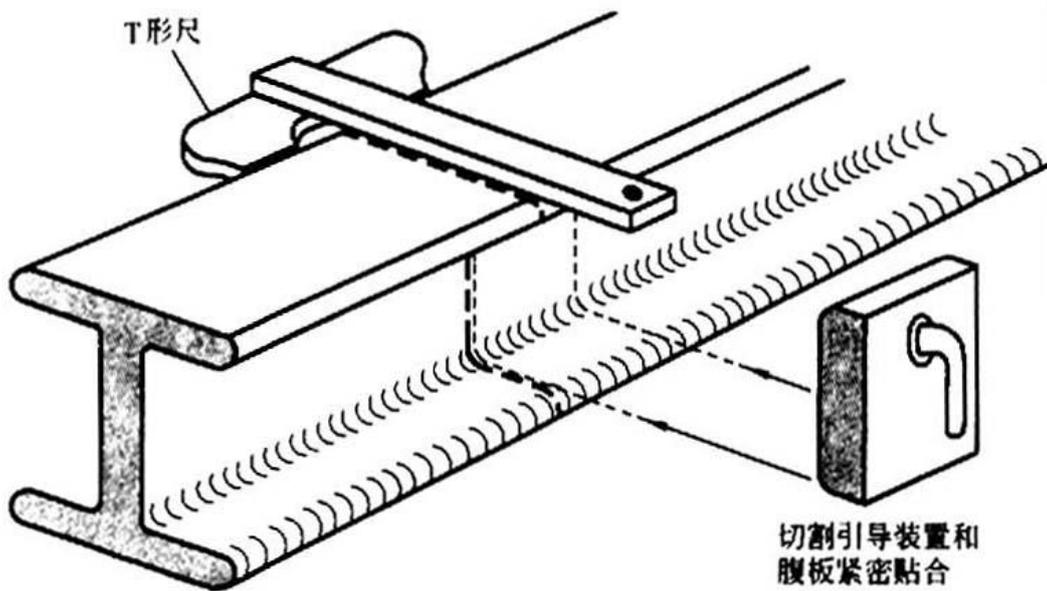


图 110 切割工字梁的引导装置示意

8、如何将卡住的螺母从螺栓上去除而不破坏螺纹？

① 将螺母水平放置，采用最小尺寸的割炬和最小的氧气压力，对六边形螺母的一个棱角进行加热，如图 111(a)所示。

② 当棱角处金属变红时，喷射氧气开始切割。同时，调整割炬的方向使割炬与螺纹线方向平行，可以防止切割火焰破坏螺纹，如图 111(b)。

③ 继续进行切割可以在螺母上形成槽状切口，当恰好切割到螺纹时停止切割。

④ 快速加热并吹走残余的螺母金属。如果螺纹没有被加热到红热状态则不会受到破坏，如图 111(c) 所示。

⑤ 将螺母或螺栓翻转 180°，重复以上步骤，如图 111(d)、(e) 所示

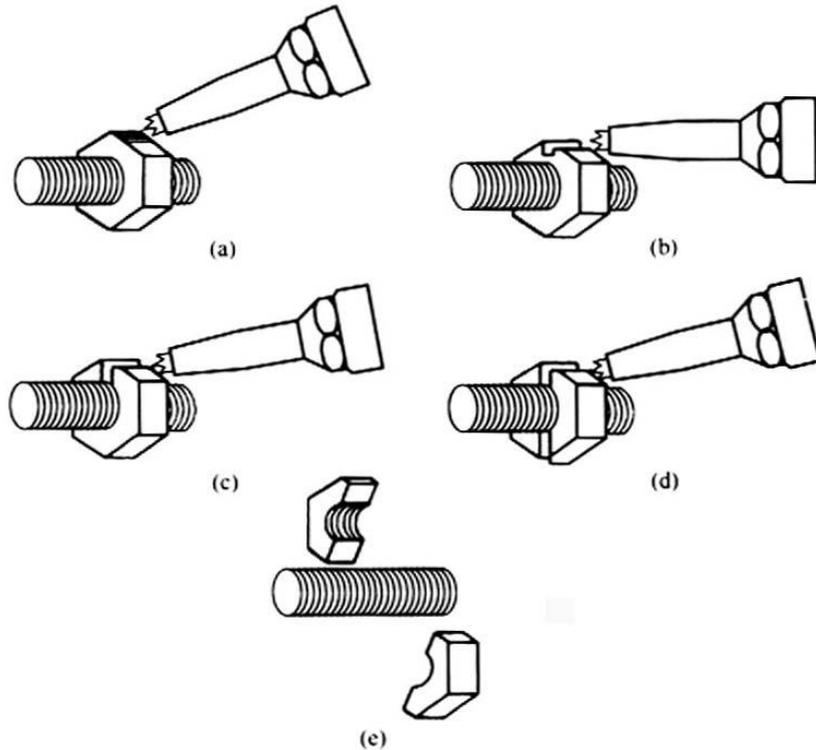


图 111 切割去除卡住的螺母

## 9.2 氧矛和燃烧棒

1、什么是氧矛，其作用是什么，工作原理是什么？

典型的氧矛装置包括：

① 氧气源，可以是集合氧气瓶，也可以是带蒸馏器的液化氧气瓶，氧气瓶用来提供切割所需的大量氧气，单个氧气瓶不能满足使用要求；

② 在 **1MPa** 气压下 **6800L/h** 以上输出能力的大容量氧气减压器；

③ 氧矛导管，直径不小于 **10mm**；当导管长度超过 **30m** 时，导管直径为 **13mm**；

④ 氧矛，典型的 **40** 号黑钢管，根据需要氧矛直径为 **4.7~25.4mm**；氧矛管的长度一般约为 **3m**，并可在 **1~7m** 之间调整；

⑤ 球形阀门和其他构件，组成氧矛的手柄将阀门与氧矛管连接起来，有时需设有防热和防火花装置，氧矛和燃烧棒的结构示意如图 112。

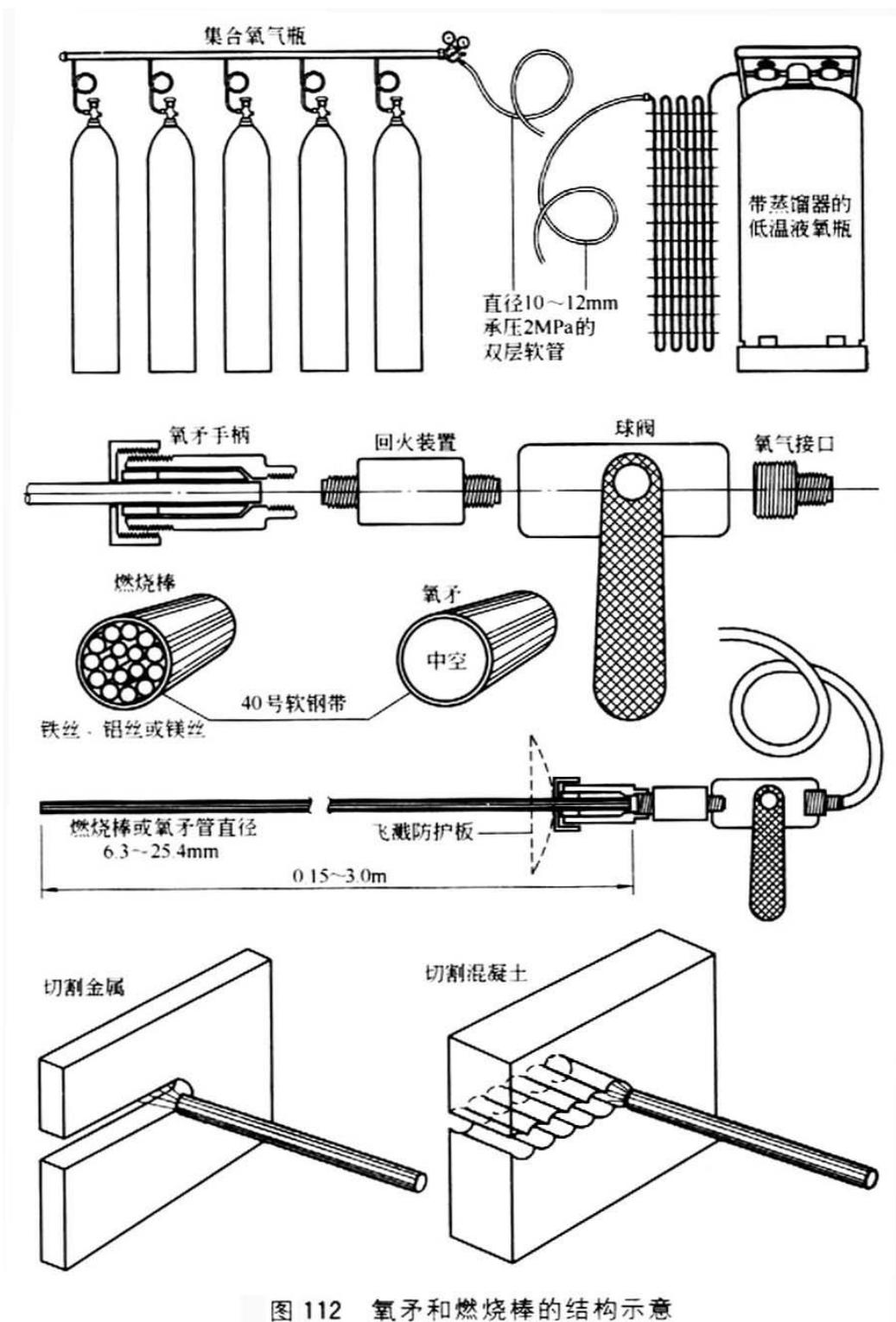


图 112 氧矛和燃烧棒的结构示意

氧矛切割经常应用在铸造厂和钢铁厂中铸铁件和铸钢件的切割，这些场所有大量需要切割的工件，由于工件已经处于红热状态，因此不需要预热就可进行切割。氧矛切割还可以应用在铸造厂和钢铁厂其他生产和维修方面。例如，当铸造过程中机器发生故障，金属在铸筒中冷却、凝固而无法取出时，可以采用氧矛切割将已经凝固的金属切割下来，然后分成几部分取出。

当要切割的工件没有处于红热状态时，通常采用氧—乙炔割炬对切割起始点进行预热。当切割起始点达到红热状态后，将氧矛置于预热点的上方并打开氧气阀门开始切割。氧矛钢管在氧气中燃烧，产生的热量会熔化并点燃工件切口，同时氧矛和工件燃烧时会产生烟气和熔渣，熔渣被氧气流排除形成切口。

**2、氧矛和燃烧棒的区别是什么？**

氧矛采用中空的钢管输送氧气流，并通过钢管的燃烧向工件提供热量。燃烧棒（更准确地应该称为放热燃烧棒）是在钢管内部添加铁丝、铝丝或镁丝，这些金属丝可以为工件提供更加充足的热量并且切割速度更快，可以切割所有金属、混凝土和其他高熔点物质（如耐火砖）。燃烧棒的输出温度可达 **3650~4430℃**，某些高性能燃烧棒的输出温度甚至能达到 **6650℃**，表 3 列出了煅烧棒和切割材料的熔点。

表 3 燃烧棒和切割材料的熔点

燃烧棒和切割材料	熔点/℃	燃烧棒和切割材料	熔点/℃
放热燃烧棒	<b>3650~4430</b>	铜合金	<b>1084</b>
放热高温燃烧棒	<b>6650</b>	镍合金	<b>1455</b>
钢	<b>1565</b>	混凝土	<b>2870</b>

同一台氧气供应设备既可为氧矛供氧，也可以为燃烧棒供氧，但燃烧棒切割所需的氧气压力高达 **1.7MPa**，因此燃烧棒切割需要特制的双层氧气导管及与之相对应的 **2.1Mpa** 的工作压力。一般情况下，氧矛切割对红热状态的铸铁或钢工件切割效果较好，而燃烧棒切割对次序金属或混凝土切割效果较好。

**3、氧矛切割和燃烧棒切割是连续工作的吗？**

氧矛和燃烧棒在切割金属时都是连续切割，但在切割混凝土、砖石建筑和高熔点材料时，要像链状钻孔一样在材料上熔化出一系列的长孔来完成切割，如图 112 所示。

**4、一根典型的 3m 长的燃烧棒的熔化速度是多少，需要消耗多少氧气，能切割多少混凝土？**

**3m** 长的燃烧棒可在 **4~4.5min** 之内熔化完，消耗 **2832L** 氧气（通常情况下氧气的消耗速度是 **34000L/h**）。一根直径 **10mm** 的燃烧棒每分钟可熔透厚度 **300mm** 的混凝土，或钻出深度 **0.6~0.76m**、直径 **50mm** 的孔。

**5、一根 3m 长的燃烧棒可切割多少钢板？**

能切割厚度 **50mm** 的碳钢板 **5.2m** 或厚度 **75mm** 的不锈钢板 **4.3mm**。

**6、混凝土中的钢筋会降低燃烧棒的切割性能吗？**

不会，实际上混凝土中的钢筋会加快切割过程，因为钢筋燃烧时产生的热量有利于切割的进行。

**7、燃烧棒切割混凝土时，影响切割能力的因素是什么？**

小颗粒的混凝土比大颗粒的混凝土容易切割。

**8、氧矛切割（或燃烧棒切割）在切割钢、铜或混凝土时有什么不同？**

切割铸铁或钢工件是将铸铁或钢氧化并将氧化物以熔渣的形式吹除完成切割,其他材料(如铜或混凝土)则是将其熔化然后将熔化的液态材料吹离切割区。

### 9、氧矛切割和放热燃烧棒切割的优缺点是什么?

优点是高速切割且无机械振动,有利于切割和维修工件。某些情况下,对于大量需要切割的材料是很有效的方法。缺点是氧矛切割和燃烧棒切割消耗大量的氧并有大量的热、光、电火花和烟尘产生。在重工业生产中,氧气是大批量买进的,因此相对较便宜,所以氧气的消耗不是主要的问题。

### 10、燃烧棒切割比氧气切割速度快吗?

一般情况下是这样的。例如,直径 **1.1m** 的铸钢机轴需要被切割为 **1.0m** 长的几段以便于装卸。氧—乙炔切割需要 **14h** 才能完成一段,而放热燃烧棒切割只需要 **45min** 即可完成。每一段切割需要 **9** 根直径 **23mm**、长 **3.2m** 的燃烧棒,氧气的消耗速度为 **2300L/min**。不论从用时还是从费用方面考虑,燃烧棒切割在很多情况下都比氧气切割速度快,是较理想的切割方式。

### 10、燃烧棒切割还有其他的应用形式吗?

有。有些燃烧棒可以进行水下切割,还有一些甚至能进行水下焊接。

### 11、进行氧矛切割和燃烧棒切割时需要哪些安全防护装置?

- ① 防护眼镜;
- ② 带面罩的硬质防护帽(4号或5号色镜);
- ③ 火焰防护服,包括夹克工作服、裤子和靴子;
- ④ 防护手套。

### 12、操作氧矛和燃烧棒时,主要的安全注意事项有哪些?

- ① 穿着合适的防护服装,防止皮肤和眼睛被热量、紫外线辐射和火花所伤;
- ② 保持适当的氧气压力和体积;
- ③ 当减压器或导管冻结时停止操作;
- ④ 不要单独使用设备;
- ⑤ 应有火灾警戒员或安全员在身边;
- ⑥ 保证有充足的新鲜空气供应给操作人员,避免操作人员暴露在切割烟尘中;
- ⑦ 检查所有的氧气处理设备,确保氧气不被油污阻塞并能顺利输出;所有的氧气装置必须由专门的氧气设备制造厂提供;
- ⑧ 在清洁的地方放置氧气装置并不得有油脂;
- ⑨ 不用时关闭供氧设备防止灰尘等进入;
- ⑩ 提供大量氧气时,氧气减压器可能会冻结,这时应中断切割。

## 十、工程结构紧固件

### 10.1 紧固件分类及应用

#### 1、常用的螺纹紧固件分为哪五类？

常用的螺纹紧固件见表 4。

紧固件分类	制定规格的组织	典型应用
商业紧固件	通常没有，但可能被错误认为是汽车工程协会	家庭用品，木制品，不太重要的场合：使用时应小心
汽车紧固件	汽车工程协会（ <b>SAE</b> ）	汽车，非铁路交通工具
结构钢紧固件	美国材料测试协会（ <b>ASTM</b> ）	建筑物
航天器紧固件	美国军方	航天器，导弹，高性能赛车和赛艇
通用紧固件	美国机械工程协会（ <b>ASME</b> ），国际标准化组织（ <b>ISO</b> ），汽车工程协会（ <b>SAE</b> ），美国材料测试协会（ <b>ASTM</b> ）	美国汽车业，欧洲大部分行业广泛使用

表 4 螺纹紧固件分类、规格（标准）及应用

#### 2、什么是商业紧固件？

商业紧固件包括螺母、螺栓和垫圈，在普通的五金器具店中就可以买到。商业紧固件是价格最便宜、最低等级的紧固件。商业紧固件可能存在以下几种情况：

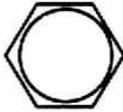
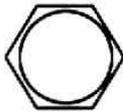
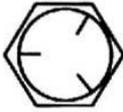
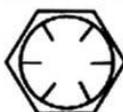
- ① 不符合任何规格；
- ② 带有汽车工程协会（**SAE**）的等级标志，但却不符合汽车工程协会（**SAE**）等级规格；
- ③ 带有汽车工程协会（**SAE**）的等级标志并且符合汽车工程协会（**SAE**）等级规格。

因此，从普通五金器具店中购买的商业紧固件在使用时应该非常谨慎，并且只能应用在不太重要的场合，商业紧固件的失效是不可预知的。

#### 3、汽车工程协会（**SAE**）规格是如何对螺纹紧固件进行分类的？

在汽车工程协会（**SAE**）规格中，螺纹紧固件被分为 **1~8** 级，级别越高说明紧固件的强度越高。表 5 为不同等级螺栓头的形状特点，给出相应的螺栓和螺钉的尺寸、强度。

表 5 汽车工程协会 (SAE) 规格中的螺栓头形状特点与相应螺栓和螺钉的尺寸、强度

螺栓头形状特点	规格	材 料	螺栓和螺钉尺寸 /mm	标准载荷 /MPa	最小拉伸强度 /MPa
	SAE1 级	低碳或中碳钢	6.35~38.1	230	410
	SAE2 级	低碳或中碳钢	6.35~19.05 22.23~38.1	380 230	510 410
	SAE3 级	冷加工中碳钢	6.35~38.1 12.7~15.88	590 550	760 690
	SAE5 级	淬火、回火低碳或中碳钢	6.35~25.4 28.58~38.1 38.1~76.2	590 510 380	830 720 620
	SAE5.1 级	带防松垫圈的淬火、回火低碳或中碳钢	≤9.53	590	830
	SAE5.2 级	淬火、回火低碳马氏体钢	6.35~25.4	590	830
	SAE7 级	淬火、回火中碳合金钢	6.35~38.1	720	920
	SAE8 级	淬火、回火中碳合金钢	6.35~38.1	830	1030

4、最常用的结构钢紧固件有什么规格？

结构钢紧固件的规格是针对大型的六角螺栓、螺母和垫圈制定的。这些螺栓、螺母垫圈的材料通常是碳钢、时效钢和镀锌钢，直径范围为 **12~23mm**，根据表 6 中美国材料测试协会的规格制造。

表 6 结构钢紧固件及规格

部 件	规 格	说 明
螺栓	<b>ASTM A325</b>	钢结构中普通高强度六角螺栓
	<b>ASTM A490</b>	比 <b>ASTM A325</b> 螺栓强度稍高
	<b>ASTM F1852</b>	旋转型拉力控制螺栓（强度与 <b>ASTM A325</b> 相同并且形状相似）

螺母	<b>ASTM 563</b>	六角螺母
垫圈	<b>ASTM F436</b>	硬化钢垫圈
直接拉力指示器 (DTI)	<b>ASTM F490</b>	直接拉力可压缩垫圈

**5、结构钢紧固件的主要生产规格有哪些？**

主要生产两种规格的结构钢紧固件：

- ① 拉伸强度 **830MPa** 的 **ASTM A325** 结构钢紧固件；
- ② 拉伸强度 **1030MPa** 的 **ASTM A490** (碳钢、时效钢、镀锌钢) 结构钢紧固件。

另外，还有与 **ASTM A325** 和 **ASTM A490** 结构钢紧固件相配套的螺母。由于配套使用螺母和螺栓是很严格的，因此，结构钢紧固件上通常都有一定的标志以表明它们的规格和制造商，见表 7 和表 8。例如，螺栓头和螺母上小“n”标志表明制造商是 **Nucor** 钢紧固件公司。

**表 7 结构钢螺栓形状、材料、尺寸及规格**

螺栓头形状特点	规格	材料	螺栓尺寸 /mm	最小拉伸强度/MPa
	ASTM A325 I 类	淬火、回火中碳合金钢	12~25 29~38	830 720
	ASTM A325 III 类	淬火、回火时效钢	12~25 29~38	830 720
	ASTM A490 I 类	淬火、回火合金钢	6~38	1030
	ASTM A490 III 类	淬火、回火时效钢	6~38	1030
	性能等级 8.8S ASTM A325M I 类 ISO 7412	公制 ASTM A325 I 类	M20 M22 M24	830

螺母面形状特点	规格	材料	螺栓尺寸 /mm	标准载荷 /MPa
	ASTM A325 I 类 C 级	合金钢	12~25 <25	830 720
	ASTM A563 III 类 C3 级	含 Cu、Ni、Cr 的时效合金钢	12~25 <25	830 720
	ASTM I 类 DH 级	合金钢	12~25	1200
	ASTM A563 III 类 DH3 级	含 Cu、Ni、Cr 的时效合金钢	12~25	1200

### 6、航空器类紧固件与商业紧固件及 SAE 类紧固件的区别是什么？

以下是它们的主要区别：

- ① 航空器紧固件按照美国政府部门或美国军方标准制造而不是商业或汽车标准；
- ② 航空器紧固件通常要贵得多；
- ③ 航空器紧固件的制造材料包括耐腐蚀、抗疲劳合金钢，铝和钛等；
- ④ 航空器紧固件中的螺栓在 **860MPa** 或更高的压力下进行热处理；
- ⑤ 许多航空器紧固件上钻有防松孔，防止在振动时发生松动；
- ⑥ 制造尺寸范围很大，设计形式多种多样，包括螺栓头为六角螺栓、内扭转螺栓、外扭转螺栓、受剪螺栓、**U** 形螺栓、中心螺栓；
- ⑦ 具有不同种类的垫圈、螺帽及抗振螺帽；
- ⑧ 螺栓头部有 “**ID**” 标志；
- ⑨ 航空器紧固件规格以 **AN**、**NAS** 及 **MS** 开头。

### 7、如何表示通用紧固件？

以 **M20×60** 的紧固件，性能等级 **10.9** 为例：**M** 表示通用紧固件，**20** 表示螺栓的名义直径（**mm**），**60** 表示螺栓的长度（**mm**），性能等级 **10.9** 表示螺栓的拉伸强度和屈服强度。

### 8、通用紧固件螺栓头上的标志代表什么？

螺栓头上的标志表明制造商及螺栓的性能等级（螺栓的拉伸强度和屈服强度），见表 **9**。

表 9 通用紧固件螺栓头标记及其意义

左边数字 10 代表拉伸强度/100MPa	右边数字 9 代表 0.9×拉伸强度=屈服强度/MPa
10×100=1000MPa	1000MPa×0.9=900MPa
转换系数=145 1000MPa×145=145000psi	转换系数=145 900MPa×145=130500psi

9、通用螺栓紧固件，特别是对结构钢紧固件的生产规格有哪些要求？

表 10 列出通用紧固件的性能等级、螺栓头型号、尺寸范围及规格。表 11 所列为通用紧固件的性能等级、公称尺寸、材料、屈服强度、拉伸强度及螺栓头标志。

表 10 通用紧固件的性能等级、螺栓头型号、尺寸范围及规格

紧固件数据				
基本产品	产品种类和螺栓头类型	尺寸范围	螺纹及尺寸数据	力学性能数据
通用螺栓	六角	<b>M5~M100</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.3.5M</b>	<b>ASTM F# 568 ASTM F# 486M ASTM F# 738</b>
	重型六角	<b>M12~M36</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.3.6M</b>	
	重型六角结构	<b>M12~M36</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.3.7M</b>	
	六角传动件	<b>M16~M24</b>	<b>IFI 541</b>	
通用螺钉	六角	<b>M5~M100</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.3.1M</b>	<b>ASTM F# 568 ASTM F# 468M ASTM F# 738</b>
	重型六角	<b>M12~M36</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.3.3M</b>	
	六角突缘	<b>M5~M16</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.3.4M</b>	
	重型六角突缘	<b>M10~M20</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.3.9M</b>	
通用螺母	六角 1 类	<b>M1.6~M36</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.4.1M</b>	<b>ASTM A# 563M ASTM F# 467M ASTM F# 836M ASTM A# 194M</b>
	六角 2 类	<b>M3~M36</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.4.2M</b>	
	槽缝六角	<b>M5M36</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.4.3M</b>	
	重型六角	<b>M12~M100</b>	<b>ANSI/ASME B18.2.4.6M</b>	

表 11 通用紧固件的力学性能要求

设计性能等级	产品尺寸	材料及处理方式	力学性能要求		性能等级代号
			最小屈服强度/MPa	最小拉伸强度/MPa	

4.6	M5~ M100	低碳或中碳钢	240	400	4.6
4.8	M1.6~ M16	低碳或中碳钢， 完全或部分退火	340	420	4.8
5.8	M5~M24	低碳或中碳钢，冷处理	420	520	5.8
8.8	M16~ M72	中碳钢，淬火、回火	660	830	8.8
A325M 1 类	M16~ M36				A325M 8S
8.8	M16~ M36	低碳或中碳钢，淬火、回 火	660	830	8.8
A325M 2 类	M16~ M36	耐大气腐蚀钢，淬火、回 火	660	830	A325M 8S3
A325M 3 类	M16~ M36	耐大气腐蚀钢，淬火、回 火	660	830	A325M 8S3
9.8	M1.6~ M16	中碳钢，淬火、回火	720	900	9.8
9.8	M1.6~ M16	低碳含硼钢，淬火、回火	720	900	9.8
10.9	M5~M20	中碳含硼钢，淬火、回火	940	1040	10.9
10.9	M5~ M100	中碳合金钢，淬火、回火	940	1040	10.9
A490M 1 类	M12~ M36				A490M 10S
10.9	M5~M36	低碳含硼钢，淬火、回火	940	1040	10.9
A490M 2 类	M12~ M36				A490M 10S
A490M 3 类	M12~ M36	耐大气腐蚀钢，淬火、回 火	940	1040	A490M 10S3
12.9	M1.6~ M1000	合金钢，淬火、回火	1100	1220	12.9

## 10.2 螺栓的应用基础

### 1、螺栓组成部分有哪些？

螺栓组成如图 113 所示。

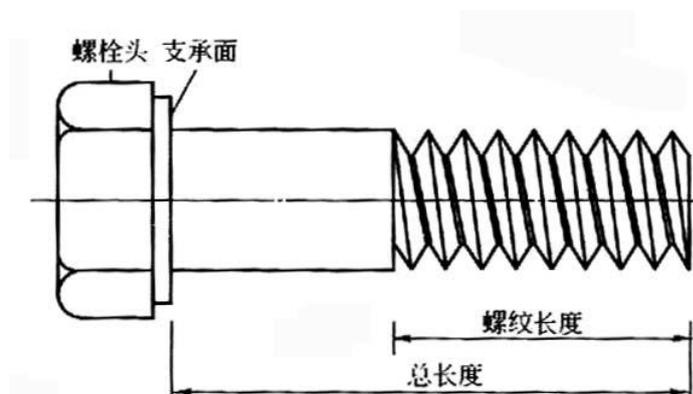


图 113 螺栓的组成示意

2、使用螺母和螺栓应遵守的一般原则是什么？

- ① 紧固件必须保持干燥、清洁；
- ② 被污染的紧固件使用时，必须进行清理并重新润滑；
- ③ 螺栓、螺母和垫圈应按组进行标记，相同类型的紧固件应按组分开，禁止不同组的紧固件混用，紧固件使用前必须进行检查；
- ④ 镀锌螺母和螺栓必须成组使用，以确保镀锌后保持合适的螺纹配合；
- ⑤ 螺纹连接必须紧密、坚固；
- ⑥ 如果需要应进行预紧；
- ⑦ 所有的钢制螺栓必须润滑，润滑最有效的方式是将润滑油涂在螺母和螺栓的螺纹上，以及靠近垫圈的螺母表面上；
- ⑧ 对于镀锌紧固件需要特制的润滑油进行润滑。

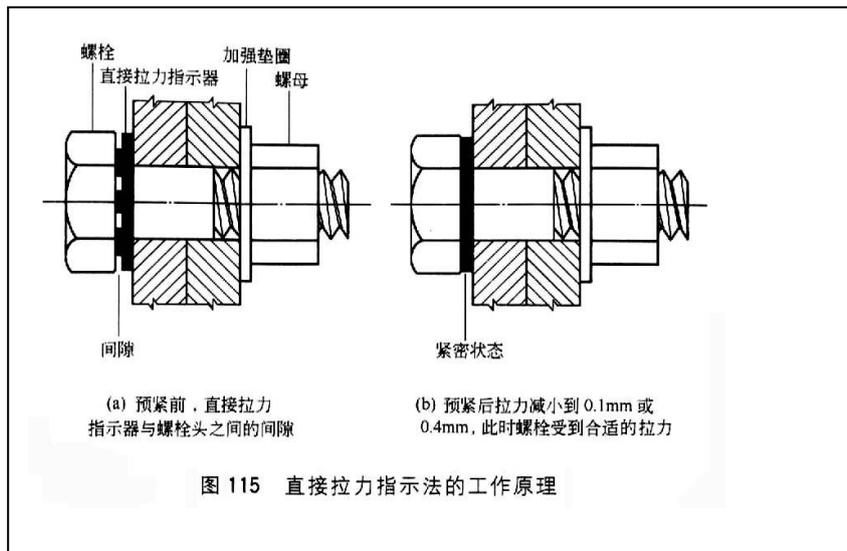
3、在用螺栓和螺母连接两层或更多层材料时（特别是在工程结构中），应遵循的原则是什么？

螺栓是被设计用来承受拉应力的，而不是用来承受剪应力的。为保持螺栓在载荷的作用下处于拉伸状态，螺栓在使用时应适当预紧。适当的预紧力能使被连接的板材压紧，并产生摩擦力，防止两板发生滑动。禁止使螺栓处于剪切状态。一般来说，螺栓不应被用作受力件或定位件。有少量特殊设计的航空器类螺栓用来承受剪应力，但这种螺栓一般不在工程结构中使用。

4、螺栓预紧是怎样完成的？

螺栓预紧有四种方法。

- ① 旋转螺栓法 取决于贴合后螺栓的拧紧程度。
- ② 力矩法 在螺栓上施加预紧的扭转力矩。
- ③ 直接拉力指示法 如图 114 所示，特制的垫圈（DTI）可以显示施加在螺栓上的拉力大小。预紧时螺栓所受的力被转移到垫圈的凹陷上，探测仪显示凹陷被压平的程度，进而直接反应螺栓所受拉力的大小。图 115 所示为没有施加预紧力时，垫圈之间的间隙为 **0.8mm**，施加最小预紧力后，垫圈之间的间隙为 **0.4mm** 或 **0.1mm**。
- ④ 折断螺栓法 具有外部驱动柄，在达到预定转矩时驱动柄在断裂点处断裂，如图 116 所示。驱动柄在驱动装置的带动下转动。



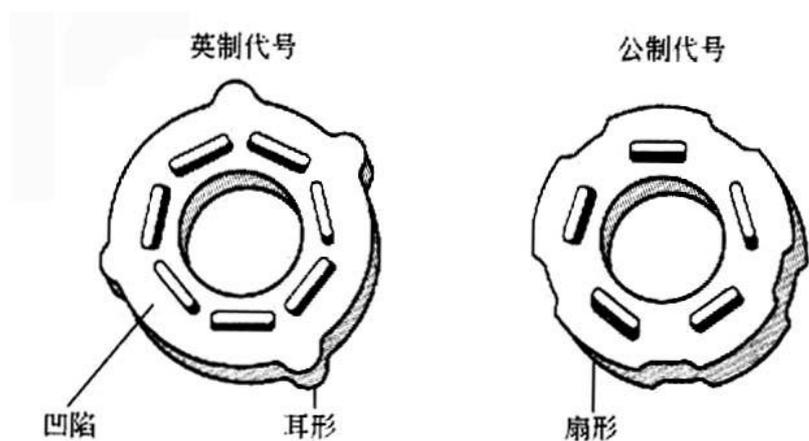


图 114 直接拉力指示法对英制及公制尺寸都有效

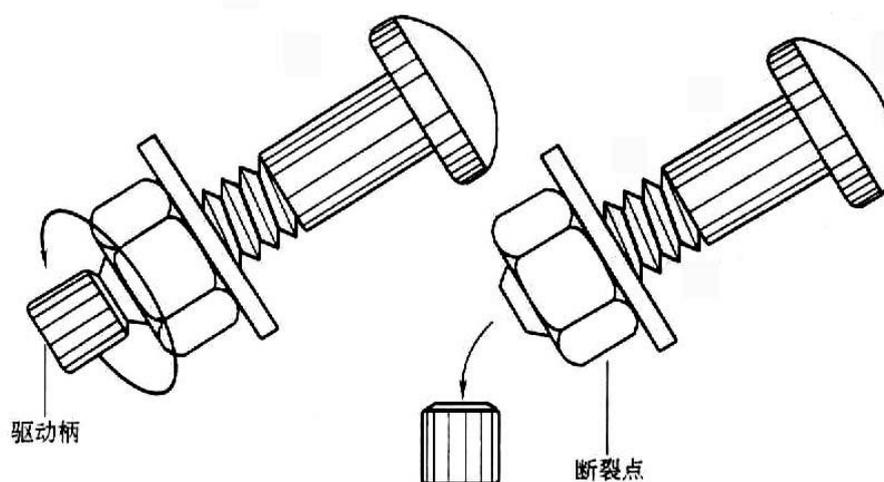


图 116 折断螺栓具有外部驱动柄并在转矩的作用下折断

#### 5、四种螺栓预紧方法的目的是什么？

所有结构用螺栓进行预紧的主要目的，是在螺栓上施加最小的预紧力，一般约为 **275MPa**。

#### 6、四种螺栓预紧方法中每种方法的优势是什么？

旋转螺母法和力矩法取决于 **S-W** 螺栓拉力指示器的测定结果。这些测定工作每天都必须在实际工作条件下进行，以确定达到合适的预紧力需要旋转的角度或施加的力矩。

旋转螺栓法取决于通过测定所建立的螺母旋转角度与螺栓所受拉力的关系。

施加力矩法的主要缺点是大约有 **90%** 的力矩用来抵消螺母与垫圈间及螺纹间的摩擦力，只有 **10%** 的力矩被用来预紧。尽管螺栓拉力指示器的测量精确度在 **1%** 以内，但这种方法完全取决于螺母与垫圈间及螺母与螺栓螺纹之间的摩擦系数。

直接拉力指示法是四种预紧方法中惟一能准确测定螺栓所受拉力的方法。有些直接拉力指示器凹陷的内部具有能见度很高的橙色硅树脂化合物，当螺栓所受接力达到合适值时，这种化合物就被挤出。

折断螺栓法的主要缺点是这种方法取决于所受扭转力矩的大小，而不是螺栓所受拉力的大小。螺母、螺栓及垫圈面之间摩擦力的变化将使预紧力的大小产生波动，这种螺栓无需人工预紧，因此使用非常方便。

### 10.3 钎焊导嘴及铸件

#### 1、当特制的手持割炬使用后没有安全、方便的地方放置时，该如何处理？

利用淬火的钢带制成氧气瓶和割炬的放置架，如图 117 所示。放置架能使操作者方便地调节减压器旋钮并可防止氧气瓶翻转和滑落。

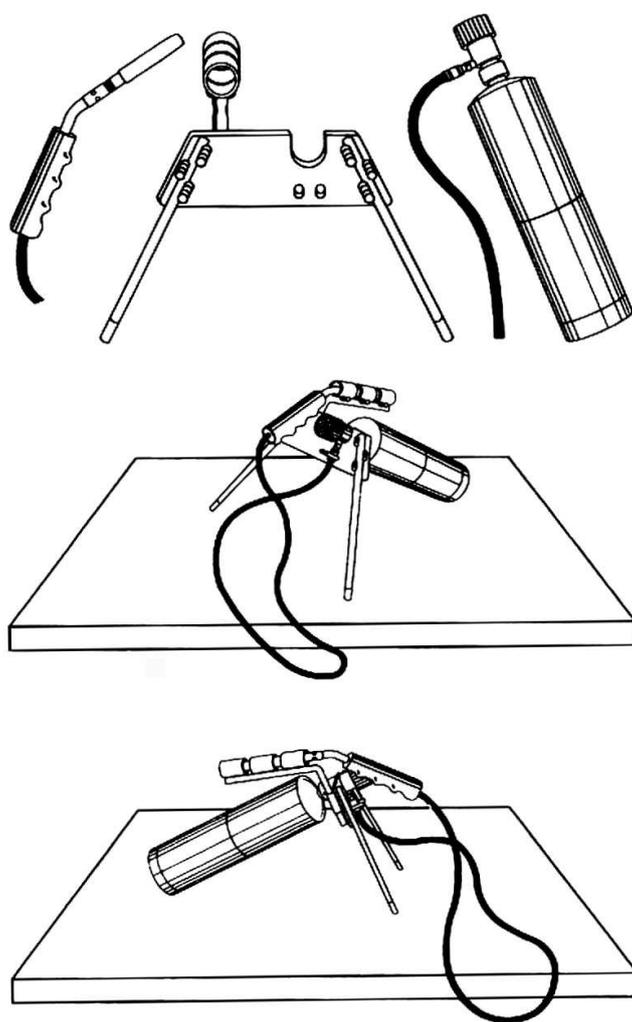
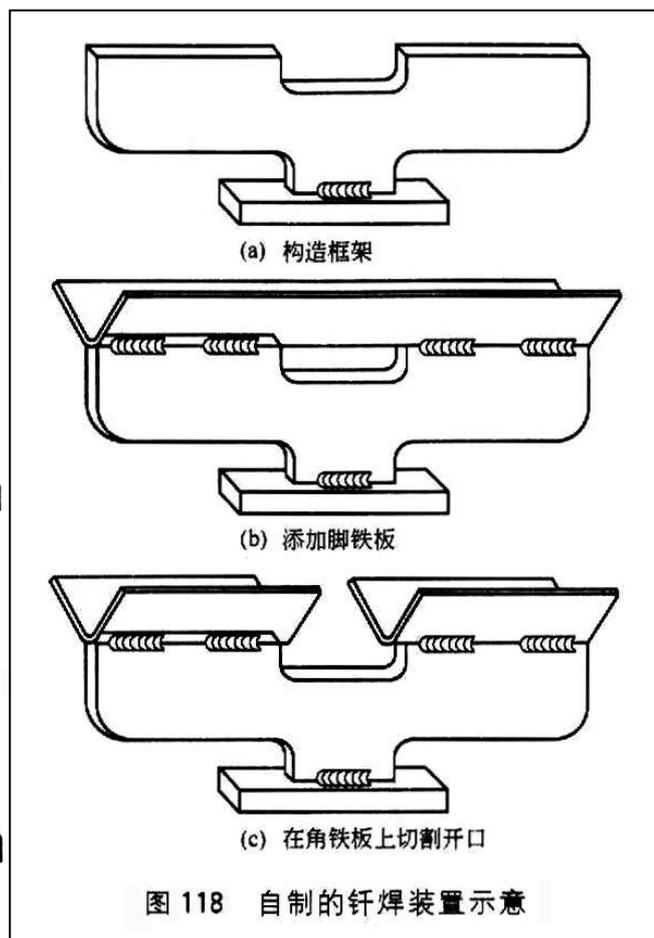


图 117 特制的氧气瓶和割炬的放置架



2、要将直径 6.3mm 的螺旋钻头，钎焊到直径 6.3mm 的钻杆上构成加长的钻头，应如何操作？

可以采用氧—乙炔焊炬进行钎焊，步骤如下：

- ① 制备构造如图 118(a)、(b)、(c)所示的钎焊装置；
- ② 将钻头和钻杆的钎焊面磨平；
- ③ 用砂纸清理钻头和钻杆并用丙酮或酒精擦洗干净；
- ④ 按照图 119(a)所示固定钻头和钻杆，固定时需采用夹持装置以保证钻头和钻杆不移动，钎焊接头的直径不能超过 **0.12mm**，否则接头的强度无法达到最大值；
- ⑤ 添加钎剂、银基钎料，加热并进行钎焊；
- ⑥ 冷却后，用锉刀将接头处打磨光滑。

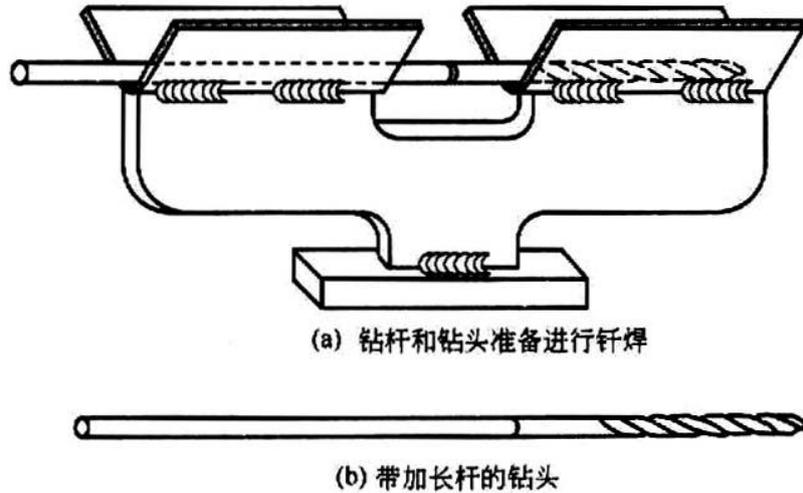


图 119 在钻头上钎焊加长杆的示意

### 3、损坏的大型铸件如何通过钎焊方法进行修复？

大型铸件的钎焊修复步骤如下（图 120 所示）：

- ① 去除断裂面及距断裂面 **50mm** 铸件表面上的油脂和杂质；
- ② 在接头的上部和底部打磨出 **V** 形坡口，**V** 形坡口的底部距铸件表面约为铸件厚度的 **1/3**；
- ③ 将铸件预热到 **260~485℃**，预热需要一个或多个焊炬，预热可以减小产生变形和裂纹的倾向；
- ④ 向接头区添加硼砂等钎剂，这样在使用含铜—锌的钎料时有利于润湿接头表面；
- ⑤ 将接头加热到暗红色状态，然后从接头一侧添加铜钎料棒，钎焊过程中应确保接头表面被完全润湿，对于厚大铸件应进行多道焊；
- ⑥ 钎焊时上下坡口应交替焊接；
- ⑦ 填充金属应高于铸件表面 **12mm**；
- ⑧ 将焊完的铸件埋置于砂中放置在保温箱中冷却，以减缓冷却速度，防止裂纹的产生；
- ⑨ 彻底清除残留在铸件上的钎剂。

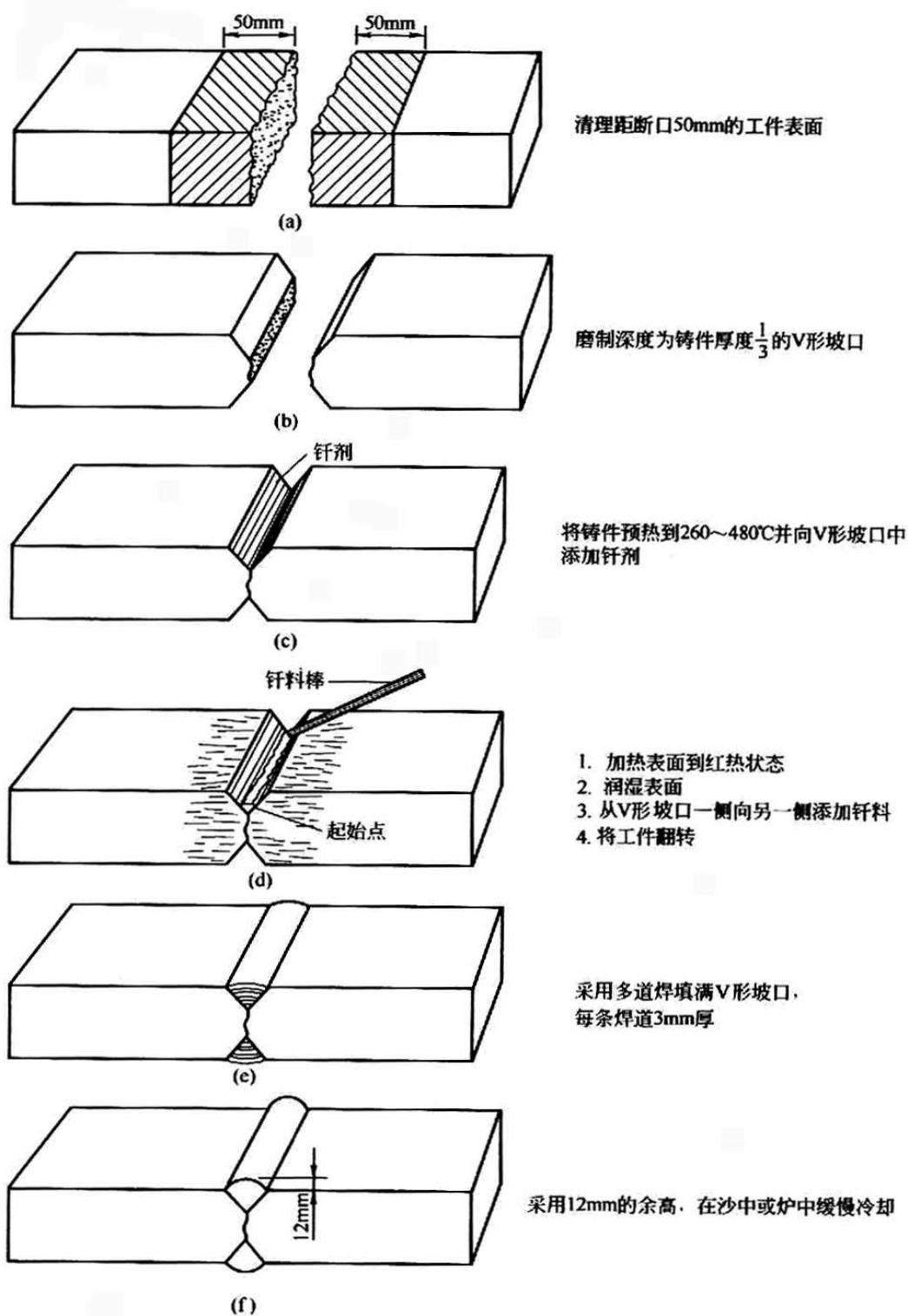


图 120 钎焊方法修复损坏铸件的步骤