

第二十三章 热加工

23.1 序

23.1.1 做过风险评估后，必须因应评估的结果，采取适当的监控措施，使受影响的人受到保障。本章指出进行热加工时须要注意的事项。

23.2 概论

23.2.1 在工场以外进行烧焊与火焰切割工作，应循「工作许可证」制度进行（见第十六章）。

23.2.2 操作员须能胜任这项工作，熟悉所用设备，并获悉应采取的特别预防措施。

23.2.3 如须使用手提灯照明，切勿手持灯具，应夹稳或以其它方法系稳，引线亦应远离工作区域。

23.2.4 在镀锌油漆及其它保护物料上进行有关操作时，会产生有危害性的烟雾。使用气体切割设施时可能会降低空气中的含氧量，烧焊或切割时更可能产生有毒气体。所以在封闭场所内进行烧焊或火焰切割时，须特别注意保持空气充分流通，并每隔一段时间测试空气流通程度，若有需要，应考虑使用排气通风设备。在密闭空间内，更须配戴呼吸器。

23.2.5 点燃及关火程序的建议见附件 23.1。

23.3 个人防护装置

1995 年 EN
第 470 号：
「烧焊及接
头程序使用
的保护衣物」

23.3.1 为免受炽热金属粒或熔渣灼伤，以及眼睛和皮肤被紫外线或热辐射所伤，操作员应穿戴符合英国标准规格或同等标准的保护设备；如有需要，协助工作者亦要穿戴。

23.3.2 操作员一般须穿上下述配备：

(a) 烧焊头盔或烧焊护目罩，头盔和罩上的有色滤镜的形状符合 EN 第 169 号。护目罩只在气焊和火焰切割时方建议使用；

(b) 皮质工作手套；

(c) 皮质围裙（在适当情况下）；

(d) 长袖的天然纤维锅炉服，或其它获认可的保护衣物。

1992 年 EN
第 169 号：
「烧焊及同
类操作时配
戴的个人护
目设备所用
的滤镜规格」

23.3.3 衣物上不得沾有油污或其它可燃物质。

23.4 使用装备前检查

23.4.1 使用烧焊及火焰切割装置前，应由合格人士检查，以确保其适宜使用。

23.4.2 在寒冷天气里，困在气烧设备中的湿气可能会结冰，令阀门等零件失灵。应将该设备以布包裹并泡进热水里使冰融化，切勿以明火解冻。

23.5 预防火警与爆炸

23.5.1 在进行烧焊、火焰切割或其它热加工前，应仔细检查，确保工作区域内、区域下面或周围，并无任何可燃固体、液体或气体。切勿在外表上油脂、油污或其它可燃物品的物体上进行烧焊或热加工。如有需要，应于开始工作前将可燃物品及垫料移往安全地方，工作场地要通畅。

23.5.2 在舱口盖附近烧焊时，应放置适当的屏障，以防火花跌进舱口或船舱通风器中。

23.5.3 孔口舷窗或其它可让火花掉进的开口在可能范围内要尽量关上。

23.5.4 在舱壁、甲板、天花板或上述地方附近作热加工时，应检查隔板的另一边，以防有物料会受热燃烧，以及有电线、管道或其它设施会受到热力影响。

23.5.5 液货舱、燃料舱、货舱、管道、泵等场地，要是曾经载过易燃物体，必须肯定再无易燃气体才可以开始进行维修工作。测试范围应包括附近的场地、双层底、隔空舱等。测试须定期进行，在停工后重新开始热加工前亦须进行。在油轮或同类船舶进行准备工作时，所有液体舱柜、货物泵及管道须彻底清理；不能以船用泵直接冲洗的管道更要特别小心，应让液体自行流干，再清理干净。

23.5.6 进行烧焊及火焰切割工作时必须有适当的监督，亦须定期巡视。适用的灭火器应放置一旁，以备随时使用。在烧焊员视线范围外但有可能受影响的地方，也应派人配备适当的灭火器站岗，以备不时之需。

23.5.7 为免因使用烧焊工具或燃烧器具而可能发生的迟发性火灾，在工作停止后起码两个小时内仍须不断巡视。

23.6 电焊设备

23.6.1 为减低烧焊人员触电的危险，船上电焊用的电源应为最低波长的直流电，电压输出不超过 70 伏特。有关直流电源的详情见第 23.6.11 段。

23.6.2 若船上没有直流电设备，亦可使用交流电源，但须内置限压设备，确保闲置电压（即在电焊条与工件出现电弧之前，电焊条与工件之间的电压）不会超过 25 伏特均方根电压。灰尘和湿气均会影响设备，故每次使用烧焊装置前，应测试设备的效能。有些限制电压的设备会受垂直倾角所影响，因此应按制造商所指示的位置来安装和使用。如海上情况恶劣，这项规定可能会受到影响。

23.6.3 烧焊装置应利用两条焊线形成一个「去程—回路」系统；回路焊线须稳固地夹在工件上。

23.6.4 将工件接地，可以在烧焊变压器的内在绝缘功能失灵时提供安全保障工件接地，可

以在绝缘失灵时，令至保护装置（例如保险丝）发挥作用并截断主电源。若烧焊电路未能完全与接地的总接地绝缘（即并非按附件 23.2 所列的标准建立），应将工件接地。烧焊装置的回路焊线以及每件工件应个别接上船身。尽量不要单用一条焊线接上船身作为「回路」。工件用接地导线的坚固程度须足以承受机械损毁力，并以接线头或螺丝夹将工件稳固地连接到接地端子上。

注：有些制造商建议以接地作为降低电干扰的其中一个做法。这不是一个安全的做法，但应遵从制造商的建议。

23.6.5 若使用另一种在弧焊变压器绝缘失效时提供保护的方法，不将工件或烧焊回路焊线接地，也可减少杂散焊接电流所致的危险。使用自给式电焊装置，和符合附件 23.2 所列标准的烧焊电源，无须将工件接地。不过，为安全起见，其它连接工件的设备（例如并非根据附件 23.2 的标准的烧焊装置，或一些电预热系统）则可能需要接地，以策安全。

23.6.6 为免电压在传导过程中降低，回路焊线的长度应按工作所需尽量缩短，半径亦要适中。

23.6.7 使用焊线前应作检查，不要使用绝缘体受损和传导性能欠佳者。

1992 年
EMN 第
60529 号：
「由隔离器
提供保护程
度的规格」
(IP 守则)

23.6.8 焊线接头在连接后须全面绝缘，并应经适当设计和装配，以便在接头分离后，其带电部分仍有足够的绝缘保护。

23.6.9 电焊钳应完全绝缘，带电部分不可外露，以防被触碰地，同时，应尽可能配上护罩，以防有人意外接触带电的焊条，亦可免焊屑或火花溅射。

23.6.10 工作空间应设有现场开关或其它适当配备，以备操作员在遇到困难时立刻截断电流，并在更换焊条时将电流断路。

23.6.11 由电源输出的直流电不应超过 70 伏特，由电源输出的波长不应超过下表的数值。波长大小是以直流电的百分比显示，而波长的峰值则与直流电的极性相同。

波长频率 (赫)	50/60	300	1200	2400
最高均方根开路电压波长 (%)	5	6	8	10
最高峰开路电压波长 (%)	10	12	16	20

23.6.12 附有整流子的直流发电机及由附有三相桥式整流器于三相 50/60 赫电源操作的整流器电源，都符合第 23.6.11 段所表列的条件。切勿使用电源低于 50 赫的整流器。

23.6.13 若需要使用波长大小超过上表所列的直流电输出的电源，例如单相整流器电源，

则应在电源中加入限压设备，使惰性电压不会超过 42 伏特。

1989 年 BS
7193:「附衬
里轻便橡胶
套鞋及套靴
的规格」(或
同等标准)

23.7 使用电弧焊时应采取的预防措施

23.7.1 烧焊员除了应穿着第 23.3.2 段所指定的保护衣物，还应穿上符合 BS 7193 所列的不导电安全鞋。衣服应尽量保持干爽，以免触电。湿皮肤是良好的导体，因此必须戴上干爽的手套。

23.7.2 进行烧焊工作时，应有一名助手在旁戒备，他要提高警觉，在操作员意外触电时，立即截断电源，发出警号，同时施以人工呼吸。若工作是在困难的环境中进行，最好能加派多名助手。

23.7.3 若除操作员外，还有其它人员会被电焊的有害辐射或火花所伤，则应设置屏障或以其它有效方法保护有关人员。

23.7.4 若操作员要在狭窄空间内工作，可能会触碰到船体，或在正常移动时会接触到船身，应使用干绝缘垫或板保护自己。

23.7.5 操作员在潮湿及高温下烧焊，会更易触电。体汗及湿衣服会将人体的电阻能力大为降低。因此，须暂延工作，直到回复安全条件后才再进行。

23.7.6 操作员站在水中，或身体任何部分泡在水里时，不得进行烧焊。

23.7.7 取出用过的焊条或换上新的焊条时，

应先将电焊钳的电源截断。此项预防措施是必须的，因为有些焊条外层的电阻极低。就算已有焊剂外层，可在正常情况下绝缘，但在流汗的手中也会变得潮湿，成为潜在的危險。

23.7.8 烧焊工作完成或暂停时，应将焊条从电焊钳中取出。

23.7.9 炽热的焊条头应放进适当的容器里，不应徒手处理。

23.7.10 备用焊条应放置在其容器内，保持干爽，需要时才拿出来。

23.8 高压气筒

23.8.1 高压气筒不论是空是满，都要小心处理。应适当地系稳，并保持直立。系稳气筒的设备必须可以轻易地快速拆除，以便在火警等事故发生时容易搬走。尽可能用气筒手推车搬运气筒。

23.8.2 如果气筒的设计可在掣阀加上保护盖，在不使用或在搬运时，应将筒顶掣阀的保护盖旋紧。如果气筒设计不能在筒阀加上保护盖，要小心在意不要让筒阀有大意的碰撞。在气筒用空时，应将筒阀关上。

23.8.3 国际海上危險品(IMDG)守则规定载有不同气体的气筒须予隔离存放，存放舱要空气流通而不受极端温度影响。若气体属易燃性，

不可存放在有电力装置或其它热源的舱内，入口处及舱内应长期张贴显眼的「不准吸烟」标志。空筒须与满载筒分开，并加以注明。气筒舱须按附件 28.1 的标准，标示适当的安全标记。

23.8.4 处理高压气筒时，应采取以下的预防措施：

- (a) 筒阀及调压装置上不得沾上油类、油脂或油漆。若双手沾有油污，切勿操作调压装置；
- (b) 气筒未装上正确的调压器，不得使用；
- (c) 若气筒漏气而无法关上，应立即将气筒移至露天甲板，及远离任何热源或火头，待气体慢慢泄进大气中。

23.8.5 气筒的标记见第 28.5 节。

23.9 气体烧焊及切割

23.9.1 本节虽然以氧气和乙炔为主，但在使用其它燃气时，也应采取类似的预防措施。

23.9.2 烧焊用氧气的气压必须大于乙炔，以防乙炔进入氧管中。

23.9.3 烧焊时，乙炔的压力不应高于 1 个大气压力，因为若压力过大，即使没有混入其它空气，也会发生爆炸。

23.9.4 喷灯上的氧气及乙炔供气阀，应为止回装置。

23.9.5 在氧气及乙炔供管中，应装置防焰罩，通常安装在调压器低压力的一边，虽然在喷灯上也可能会重复装上。

23.9.6 若发生回火（即火焰转入吹管，继续在管颈或混气室中燃烧），应先关上吹管的氧气阀，以防在管内燃烧，然后立刻关上燃气阀。然后可执行附件 23.1 所载关闭步骤的第 3 至 6 点。找出回火的原因后，先纠正毛病，待吹管冷却后可再点燃吹管。

23.9.7 若在软喉及设备里发生回火，或软喉着火或爆炸，或在调压器或出口口起火，应先将氧气阀和燃气阀关上，但只限于安全可行的情况下才可以这样做。其后应依照船舶火警演习时所订下的规定执行。

23.9.8 应留心乙炔气筒的情况，确保筒身不会过热。若筒身发热，即表示乙炔开始分解，爆炸的危险大增。应立即关上乙炔气筒的停气阀；这样只会局限或减慢分解，但无法阻止分解进行。因此仍应采取紧急措施，例如撤离该范围、将气筒泡在大量水中，以延长冷却的时间等。虽然搬动气筒会加速分解，也可以考虑将气筒抛出船外。搬动时仍应继续冷却筒身。任何怀疑过热的乙炔气筒都要小心处理，因为撞击会导致筒内燃烧而引致爆炸。

23.9.9 并用乙炔气筒时，各气筒的气压必须相若。

23.9.10 固定装置上的歧管应标明内藏的气体。

23.9.11 歧管与软喉之间的入口及出口的连接，须确保其软喉的类型，不能与燃气及氧气的歧管交替使用。

23.9.12 连接氧炔吹管与气源之间的软喉，必须是专为烧焊及切割工作的软喉。

23.9.13 曾发生回火的软喉必须弃掉。

1996 年 EN 1256：「烧焊、切割及接头程序用设备的软喉装置规格」

23.9.14 软喉与吹管之间的接头，以及软喉与软喉之间的接头，应以符合英国标准 EN 1256 的配件装妥。[附件 23.3 载有软喉接头及装置的详细指引]。

23.9.15 软喉的摆放方式应尽量避免扭结、纠缠、使人绊倒、被人切断，或被其它移动物体或跌落的金属熔渣或火花所伤。突然拉动软喉会导致吹管自操作员手中拉脱，或使气筒倒地，或软喉接头脱落。置于通道上的软喉应加以覆盖，以免绊倒别人。

23.9.16 只可以用肥皂水测试软喉有无漏气。若有漏气而又未能制止住，应截断供气，将有漏气的部件更换或修理。若出现漏气隙的

地方是气筒阀或调压器（「外圆角」）接口，应将气筒移至露天的安全地方。若泄漏的是燃气筒，应将之移至并无火头的地方。

23.9.17 切勿在筒阀杆或调压器的六角螺帽施加过猛的力度去止住泄漏，在特为密封而设计的金属相接面有漏气时亦不可使用封带或其它种类的填料。若在氧气筒上这样做，会触发金属氧的起火。

23.9.18 应以专门的打火机、固定的导火或其它安全方法点燃吹管。

23.9.19 若吹管的火嘴堵塞，只可用专用工具清洁。

23.9.20 更换吹管前，应先关闭在减压调节器处的气源。

23.9.21 完工后而一段时间内不会使用时，应将气筒或气源的供应阀上紧。拆除吹管、软管及其它喉管，放入箱柜中，箱柜应有开口通向露天甲板，以防有毒气体或烟雾积聚。

23.9.22 切勿以氧气作吹风、冷却或吹走衣服上的尘埃之用（见第 20.7 节）。

23.10 其它数据

23.10.1 选用热加工设备的详尽须知及标准，载于 HSE 指引说明：「高压气体在烧焊、火焰切割及接头程序的安全使用法」（HS(G) 第 139 号）。

附件 23.1

热加工、点燃与关闭程序

以下程序适用于氧炔燃气设备，略作修改后，也适用于抽气吹管。

点燃程序

1. 使用设备前确保已作检查。
2. 检查调压器的出口是否已关闭，即调压器的调压螺丝已经朝逆时针方向完全扭开。
3. 检查是否已经关上吹管阀。
4. 缓缓打开气筒阀（或供气点止截阀），以免设备气压突然增加。
5. 将调压器校正至准确出口气压。或者检查配气管道的气压是否已经与设备配合，并适宜用作热加工。
6. 打开吹管的氧气阀，让氧气将空气逐出*氧气软喉和设备。如有需要，应重新调校调压器，确保取得准确的施工时燃气压力。
7. 关闭吹管的氧气阀。
8. 打开吹管的燃气阀，将燃气软喉和设备中的空气驱出*。如有需要，重新再调校调压器，确保取得准确的施工时燃气压力。
9. 立即点着燃气。最好以火花式打火机点火。
10. 打开吹管的氧气阀，调校氧气阀和燃气阀的开关，直至取得所需的火焰。

* 「将空气驱出」是很重要的步骤，可将软喉和设备里的可燃混合气体清除，否则点燃吹管后这些气体会爆炸起火。将空气驱出的过程应在空气流通的地方进行，至于要用多少时间清除，则应根据软喉的长度和气体流动的速度而定，由数秒至超过一分钟不等。

关闭程序

1. 关闭吹管的燃气阀。
 2. 立即关闭吹管的氧气阀。
 3. * 关闭氧气筒和燃气筒的气筒阀或供气点的止截阀。
 4. 扭动调压螺栓，关闭调压器。
 5. 把吹管上两个阀打开，减轻设备的压力。
 6. 把吹管上两个阀关闭。
- * 若不久后会再度使用该设备，则可以略过第3步不做。

附件 23.2 将弧焊系统接地

变压器箱

已接地	第一级设备
不接地	第二级设备

变压器次级线圈

接地	这种设备已弃用。在烧焊回路接口失灵时，不一定会有任何反应，从而会导致其它接地金属线路受损。
隔离	没有了烧焊回路导体，就不能进行烧焊。但烧焊装置中隔离失效，操作部件仍然带电。因此应将工件接地。
<i>BS 638</i> 「弧焊电源」(或同等标准)	用双绝缘或加强绝缘体隔离 这是这类设备的最新标准。由于已加强了绝缘，故工件无须接地。另外，为免供电系统的接地导线带有杂散焊接电流，最好不要将工件接地。设备上若附有额外的标识，指明乃根据 BS 638 的有关部分（即第 1、2 及 3 部分）制造，同时符合 1991 年英国标准守则第 7418 号，或有标准编号 EN 50.060、EN 60.974 或 IEC 974，即是采用这种电源。

空白页

附件 23.3

热加工、软喉与接头 / 装置

1994 年 EN
第 559 号:
「烧焊切割
及接头程序
用的橡胶软
喉」

1991 年 BS
3212:「用于
石油气气相
及石油气气
体装置的橡
胶软喉、橡胶
管及橡胶管
组」(或同等
标准)

1996 年 EN
1256:「烧
焊、切割及接
头程序用软
喉装置的规
格」

软喉

气体烧焊及切割通常在不理想的工作环境下进行,故较宜使用符合英国标准 EN 559 的橡胶软喉。符合这些标准的软喉已经在管外加上一层保护层加固,能抵御炽热的表面、热熔金属渣或火花,并有一层衬里,耐碳氢化合物(若用作石油气软喉)、丙酮和二甲基甲酰胺(若用作乙炔软喉),以及可抵御氧气在空气中点燃(适用于所有用途)。橡胶软喉的爆破压为 60 巴/克,最大工作压力为 20 巴/克。

符合 BS 3212 规定或同等标准的软喉,适用于与气相石油气有关的应用多于烧焊或切割。用热塑性材料所造的软喉一般不适用于烧焊或切割,因为这类软喉没有如橡胶软喉般,可抵御炽热表面和炽热碎屑。

接头

软喉接头由软喉喉咀和「外圆角」软喉接头组成,应符合 EN 1256、ISO 3253 或同等标准。这些标准列明的螺纹尺寸是以惠氏螺纹为准(Whitworth dimensions),已为不少国家普遍采用。右转螺纹用于氧气及不易燃气体,左转螺纹则用于燃气,六角螺帽上亦有刻痕,方便识别。

软喉也可以用下述的简单配对方式接头:软喉一端接上凸插头,另外在设备或气源出口的固定处装上附自动封合阀的凹接头。将凸插头塞进凹接头楔合,里面的阀即自动打开。这种接头的操作十分简便,无须再用扳手上紧螺帽。

1995 年 EN 561: [用于
烧焊、切割及
接头程序并
附关闭阀的
快速耦合]

毛病是凸插头会损耗（例如因在地上拖行，或使用过多，导致配对漏气；另亦有可能将软喉错配到另一个出气口）。若配对符合英国标准 EN 561 或 ISO 7289，则可避免这个问题。这些标准规定的凸插头须用坚硬物料制造，而所设计的尺寸可免被错误地互换接上氧气接口和燃气接口。

EN 1256

软喉装置

在英国购得的软喉长度通常已预作装合，以整套出售，接头配件已卷进软喉末端。供货商已将软喉及软喉螺纹接头的尺寸配对，确保吻合。软喉装置的建议标准是 EN 1256，明确符合了防泄漏的紧密度和轴向负载力的规定。蜗杆装置或类似的夹子都不宜用来上紧软喉。