

第二十三章 熱加工

23.1 序

23.1.1 做過風險評估後，必須因應評估的結果，採取適當的監控措施，使受影響的人受到保障。本章指出進行熱加工時須要注意的事項。

23.2 概論

23.2.1 在工場以外進行燒焊與火焰切割工作，應循「工作許可證」制度進行（見第十六章）。

23.2.2 操作員須能勝任這項工作，熟悉所用設備，並獲悉應採取的特別預防措施。

23.2.3 如須使用手提燈照明，切勿手持燈具，應夾穩或以其他方法繫穩，引線亦應遠離工作區域。

23.2.4 在鍍鋅油漆及其他保護物料上進行有關操作時，會產生有危害性的煙霧。使用氣體切割設施時可能會降低空氣中的含氧量，燒焊或切割時更可能產生有毒氣體。所以在封閉場所內進行燒焊或火焰切割時，須特別注意保持空氣充分流通，並每隔一段時間測試空氣流通程度，若有需要，應考慮使用排氣通風設備。在密閉空間內，更須配戴呼吸器。

23.2.5 點燃及關火程序的建議見附件 23.1。

23.3 個人保護裝置

1995 年 EN
第 470 號：
「燒焊及接
頭程序使用
的保護衣物」

23.3.1 為免受熾熱金屬粒或熔渣灼傷，以及眼睛和皮膚被紫外線或熱輻射所傷，操作員應穿戴符合英國標準規格或同等標準的保護設備；如有需要，協助工作者亦要穿戴。

1992 年 EN
第 169 號：
「燒焊及同
類操作時配
戴的個人護
目設備所用
的濾鏡規格」

23.3.2 操作員一般須穿上下述配備：

(a) 燒焊頭盔或燒焊護目罩，頭盔和罩上的有色濾鏡的形狀符合 EN 第 169 號。護目罩只在氣焊和火焰切割時方建議使用；

(b) 皮質工作手套；

(c) 皮質圍裙（在適當情況下）；

(d) 長袖的天然纖維鍋爐服，或其他獲認可的保護衣物。

23.3.3 衣物上不得沾有油污或其他可燃物質。

23.4 使用裝備前檢查

23.4.1 使用燒焊及火焰切割裝置前，應由合資格人士檢查，以確保其適宜使用。

23.4.2 在寒冷天氣裡，困在氣燒設備中的濕氣可能會結冰，令閥門等零件失靈。應將該設備以布包裹並泡進熱水裡使冰融化，切勿以明火解凍。

23.5 預防火警與爆炸

23.5.1 在進行燒焊、火焰切割或其他熱加工前，應仔細檢查，確保工作區域內、區域下面或周圍，並無任何可燃固體、液體或氣體。切勿在外表上油脂、油污或其他可燃物品的物體上進行燒焊或熱加工。如有需要，應於開始工作前將可燃物品及墊料移往安全地方，工作場地要通暢。

23.5.2 在艙口蓋附近燒焊時，應放置適當的屏障，以防火花跌進艙口或船艙通風器中。

23.5.3 孔口舷窗或其他可讓火花掉進的開口在可能範圍內要盡量關上。

23.5.4 在艙壁、甲板、天花板或上述地方附近作熱加工時，應檢查隔板的另一邊，以防有物料會受熱燃燒，以及有電線、管道或其他設施會受到熱力影響。

23.5.5 液貨艙、燃料艙、貨艙、管道、泵等場地，要是曾經載過易燃物體，必須肯定再無易燃氣體才可以開始進行維修工作。測試範圍應包括附近的場地、雙層底、隔空艙等。測試須定期進行，在停工後重新開始熱加工前亦須進行。在油輪或同類船舶進行準備工作時，所有液體艙櫃、貨物泵及管道須徹底清理；不能以船用泵直接沖洗的管道更要特別小心，應讓液體自行流乾，再清理乾淨。

23.5.6 進行燒焊及火焰切割工作時必須有適當的監督，亦須定期巡視。適用的滅火器應放置一旁，以備隨時使用。在燒焊員視線範圍外但有可能受影響的地方，也應派人配備適當的滅火器站崗，以備不時之需。

23.5.7 為免因使用燒焊工具或燃燒器具而可能發生的遲發性火災，在工作停止後起碼兩個小時內仍須不斷巡視。

23.6 電焊設備

23.6.1 為減低燒焊人員觸電的危險，船上電焊用的電源應為最低波長的直流電，電壓輸出不得超過 70 伏特。有關直流電源的詳情見第 23.6.11 段。

23.6.2 若船上沒有直流電設備，亦可使用交流電源，但須內置限壓設備，確保閉置電壓（即在電焊條與工件出現電弧之前，電焊條與工件之間的電壓）不會超過 25 伏特均方根電壓。灰塵和濕氣均會影響設備，故每次使用燒焊裝置前，應測試設備的效能。有些限制電壓的設備會受垂直傾角所影響，因此應按製造商所指示的位置來安裝和使用。如海上情況惡劣，這項規定可能會受到影響。

23.6.3 燒焊裝置應利用兩條焊線形成一個「去程—回路」系統；回路焊線須穩固地夾在工件上。

23.6.4 將工件接地，可以在燒焊變壓器的內在絕緣功能失靈時提供安全保障。工件接地，可

以在絕緣失靈時，令至保護裝置（例如保險絲）發揮作用並截斷主電源。若燒焊電路未能完全與接地的總接地絕緣（即並非按附件 23.2 所列的標準建立），應將工件接地。燒焊裝置的回路焊線以及每件工件應個別接上船身。盡量不要單用一條焊線接上船身作為「回路」。工件用接地導線的堅固程度須足以承受機械損毀力，並以接線頭或螺絲夾將工件穩固地連到接地端子上。

註：有些製造商建議以接地作為降低電干擾的其中一個做法。這不是一個安全的做法，但應遵從製造商的建議。

23.6.5 若使用另一種在弧焊變壓器絕緣失效時提供保護的方法，不將工件或燒焊回路焊線接地，也可減少雜散焊接電流所致的危險。使用自給式電焊裝置，和符合附件 23.2 所列標準的燒焊電源，無須將工件接地。不過，為安全起見，其他連接工件的設備（例如並非根據附件 23.2 的標準的燒焊裝置，或一些電預熱系統）則可能需要接地，以策安全。

23.6.6 為免電壓在傳導過程中降低，回路焊線的長度應按工作所需盡量縮短，半徑亦要適中。

23.6.7 使用焊線前應作檢查，不要使用絕緣體受損和傳導性能欠佳者。

1992 年
EMN 第
60529 號：
「由隔離器
提供保護程
度的規格」
(IP 守則)

23.6.8 焊線接頭在連接後須全面絕緣，並應經適當設計和裝配，以便在接頭分離後，其帶電部分仍有足夠的絕緣保護。

23.6.9 電焊鉗應完全絕緣，帶電部分不可外露，以防被觸碰地，同時，應盡可能配上護罩，以防有人意外接觸帶電的焊條，亦可免焊屑或火花濺射。

23.6.10 工作空間應設有現場開關或其他適當配備，以備操作員在遇到困難時立刻截斷電流，並在更換焊條時將電流斷路。

23.6.11 由電源輸出的直流電不應超過 70 伏特，由電源輸出的波長不應超過下表的數值。波長大小是以直流電的百分比顯示，而波長的峰值則與直流電的極性相同。

波長頻率 (赫)	50/60	300	1200	2400
最高均方根開路電壓波長(%)	5	6	8	10
最高峰開路電壓波長(%)	10	12	16	20

23.6.12 附有整流子的直流發電機及由附有三相橋式整流器於三相 50/60 赫電源操作的整流器電源，都符合第 23.6.11 段所表列的條件。切勿使用電源低於 50 赫的整流器。

23.6.13 若需要使用波長大小超過上表所列的直流電輸出的電源，例如單相整流器電源，

則應在電源中加入限壓設備，使惰性電壓不會超過 42 伏特。

1989 年 BS 7193:「附襯裡輕便橡膠套鞋及套靴的規格」(或同等標準)

23.7 使用電弧焊時應採取的預防措施

23.7.1 燒焊員除了應穿著第 23.3.2 段所指定的保護衣物，還應穿上符合 BS 7193 所列的不導電安全鞋。衣服應盡量保持乾爽，以免觸電。濕皮膚是良好的導體，因此必須戴上乾爽的手套。

23.7.2 進行燒焊工作時，應有一名助手在旁戒備，他要提高警覺，在操作員意外觸電時，立即截斷電源，發出警號，同時施以人工呼吸。若工作是在困難的環境中進行，最好能加派多名助手。

23.7.3 若除操作員外，還有其他人員會被電焊的有害輻射或火花所傷，則應設置屏障或以其他有效方法保護有關人員。

23.7.4 若操作員要在狹窄空間內工作，可能會觸碰到船體，或在正常移動時會接觸到船身，應使用乾絕緣墊或板保護自己。

23.7.5 操作員在潮濕及高溫下燒焊，會更易觸電。體汗及濕衣服會將人體的電阻能力大為降低。因此，須暫延工作，直到回復安全條件後才再進行。

23.7.6 操作員站在水中，或身體任何部分泡在水裡時，不得進行燒焊。

23.7.7 取出用過的焊條或換上新的焊條時，

應先將電焊鉗的電源截斷。此項預防措施是必須的，因為有些焊條外層的電阻極低。就算已有焊劑外層，可在正常情況下絕緣，但在流汗的手中也會變得潮濕，成為潛在的危險。

23.7.8 燒焊工作完成或暫停時，應將焊條從電焊鉗中取出。

23.7.9 熾熱的焊條頭應放進適當的容器裡，不應徒手處理。

23.7.10 備用焊條應放置在其容器內，保持乾爽，需要時才拿出來。

23.8 高壓氣筒

23.8.1 高壓氣筒不論是空是滿，都要小心處理。應適當地繫穩，並保持直立。繫穩氣筒的設備必須可以輕易地快速拆除，以便在火警等事故發生時容易搬走。盡可能用氣筒手推車搬運氣筒。

23.8.2 如果氣筒的設計可在掣閘加上保護蓋，在不使用或在搬運時，應將筒頂掣閘的保護蓋旋緊。如果氣筒設計不能在筒閘加上保護蓋，要小心在意不要讓筒閘有大意的碰撞。在氣筒用空時，應將筒閘關上。

23.8.3 國際海上危險品(IMDG)守則規定載有不同氣體的氣筒須予隔離存放，存放艙要空氣流通而不受極端溫度影響。若氣體屬易燃性，

不可存放在有電力裝置或其他熱源的艙內，入口處及艙內應長期張貼顯眼的「不准吸煙」標誌。空筒須與滿載筒分開，並加以註明。氣筒艙須按附件 28.1 的標準，標示適當的安全標記。

23.8.4 處理高壓氣筒時，應採取以下的預防措施：

- (a) 筒閥及調壓裝置上不得沾上油類、油脂或油漆。若雙手沾有油污，切勿操作調壓裝置；
- (b) 氣筒未裝上正確的調壓器，不得使用；
- (c) 若氣閥漏氣而無法關上，應立即將氣筒移至露天甲板，及遠離任何熱源或火頭，待氣體慢慢洩進大氣中。

23.8.5 氣筒的標記見第 28.5 節。

23.9 氣體燒焊及切割

23.9.1 本節雖然以氧氣和乙炔為主，但在使用其他燃氣時，也應採取類似的預防措施。

23.9.2 燒焊用氧氣的氣壓必須大於乙炔，以防乙炔進入氧管中。

23.9.3 燒焊時，乙炔的壓力不應高於 1 個大氣壓力，因為若壓力過大，即使沒有混入其他空氣，也會發生爆炸。

23.9.4 噴燈上的氧氣及乙炔供氣閥，應為止回裝置。

23.9.5 在氧氣及乙炔供管中，應裝置防焰罩，通常安裝在調壓器低壓力的一邊，雖然在噴燈上也可能會重覆裝上。

23.9.6 若發生回火（即火焰轉入吹管，繼續在管頸或混氣室中燃燒），應先關上吹管的氧氣閥，以防火在管內燃燒，然後立刻關上燃氣閥。然後可執行附件 23.1 所載關閉步驟的第 3 至 6 點。找出回火的原因後，先糾正毛病，待吹管冷卻後可再點燃吹管。

23.9.7 若在軟喉及設備裡發生回火，或軟喉著火或爆炸，或在調壓器或出氣口起火，應先將氧氣閥和燃氣閥關上，但只限於安全可行的情況下才可以這樣做。其後應依照船舶火警演習時所訂下的規定執行。

23.9.8 應留心乙炔氣筒的情況，確保筒身不會過熱。若筒身發熱，即表示乙炔開始分解，爆炸的危險大增。應立即關上乙炔氣筒的停氣閥；這樣只會局限或減慢分解，但無法阻止分解進行。因此仍應採取緊急措施，例如撤離該範圍、將氣筒泡在大量水中，以延長冷卻的時間等。雖然搬動氣筒會加速分解，也可以考慮將氣筒拋出船外。搬動時仍應繼續冷卻筒身。任何懷疑過熱的乙炔氣筒都要小心處理，因為撞擊會導致筒內燃燒而引致爆炸。

23.9.9 併用乙炔氣筒時，各氣筒的氣壓必須相若。

23.9.10 固定裝置上的歧管應標明內藏的氣體。

23.9.11 歧管與軟喉之間的入口及出口的连接，須確保其軟喉的類型，不能與燃氣及氧氣的歧管交替使用。

23.9.12 連接氧炔吹管與氣源之間的軟喉，必須是專為燒焊及切割工作的軟喉。

23.9.13 曾發生回火的軟喉必須棄掉。

1996 年 EN 1256：「燒焊、切割及接頭程序用設備的軟喉裝置規格」

23.9.14 軟喉與吹管之間的接頭，以及軟喉與軟喉之間的接頭，應以符合英國標準 EN 1256 的配件裝妥。[附件 23.3 載有軟喉接頭及裝置的詳細指引]。

23.9.15 軟喉的擺放方式應盡量避免扭結、糾纏、使人絆倒、被人切斷，或被其他移動物體或跌落的金屬熔渣或火花所傷。突然拉動軟喉會導致吹管自操作員手中拉脫，或使氣筒倒地，或軟喉接頭脫落。置於通道上的軟喉應加以覆蓋，以免絆倒別人。

23.9.16 只可以用肥皂水測試軟喉有無漏氣。若有漏氣而又未能制止住，應截斷供氣，將有漏氣的部件更換或修理。若出現漏氣隙的

地方是氣筒閥或調壓器（「外圓角」）接口，應將氣筒移至露天的安全地方。若洩漏的是燃氣筒，應將之移至並無火頭的地方。

23.9.17 切勿在筒閥桿或調壓器的六角螺帽施加過猛的力度去止住洩漏，在特為密封而設計的金屬相接面有漏氣時亦不可使用封帶或其他種類的填料。若在氧氣筒上這樣做，會觸發金屬氧的起火。

23.9.18 應以專門的打火器、固定的導火或其他安全方法點燃吹管。

23.9.19 若吹管的火嘴堵塞，只可用專用工具清潔。

23.9.20 更換吹管前，應先關閉在減壓調節器處的氣源。

23.9.21 完工後而一段時間內不會使用時，應將氣筒或氣源的供應閥上緊。拆除吹管、軟喉及其他喉管，放入箱櫃中，箱櫃應有開口通向露天甲板，以防有毒氣體或煙霧積聚。

23.9.22 切勿以氧氣作吹風、冷卻或吹走衣服上的塵埃之用（見第 20.7 節）。

23.10 其他資料

23.10.1 選用熱加工設備的詳盡須知及標準，載於 HSE 指引說明：「高壓氣體在燒焊、火焰切割及接頭程序的安全使用法」（HS(G) 第 139 號）。

附件 23.1

熱加工、點燃與關閉程序

以下程序適用於氧炔燃氣設備，略作修改後，也適用於抽氣吹管。

點燃程序

1. 使用設備前確保已作檢查。
2. 檢查調壓器的出口是否已關閉，即調壓器的調壓螺絲已經朝逆時針方向完全扭開。
3. 檢查是否已經關上吹管閥。
4. 緩緩打開氣筒閥（或供氣點止截閥），以免設備氣壓突然增加。
5. 將調壓器校正至準確出口氣壓。或者檢查配氣管道的氣壓是否已經與設備配合，並適宜用作熱加工。
6. 打開吹管的氧氣閥，讓氧氣將空氣逐出*氧氣軟喉和設備。如有需要，應重新調校調壓器，確保取得準確的施工時燃氣壓力。
7. 關閉吹管的氧氣閥。
8. 打開吹管的燃氣閥，將燃氣軟喉和設備中的空氣驅出*。如有需要，重新再調校調壓器，確保取得準確的施工時燃氣壓力。
9. 立即點著燃氣。最好以火花式打火機點火。
10. 打開吹管的氧氣閥，調校氧氣閥和燃氣閥的開關，直至取得所需的火焰。

* 「將空氣驅出」是很重要的步驟，可將軟喉和設備裡的可燃混合氣體清除，否則點燃吹管後這些氣體會爆炸起火。將空氣驅出的過程應在空氣流通的地方進行，至於要用多少時間清除，則應根據軟喉的長度和氣體流動的速度而定，由數秒至超過一分鐘不等。

關閉程序

1. 關閉吹管的燃氣閥。
 2. 立即關閉吹管的氧氣閥。
 3. * 關閉氧氣筒和燃氣筒的氣筒閥或供氣點的止截閥。
 4. 扭動調壓螺栓，關閉調壓器。
 5. 把吹管上兩個閥打開，減輕設備的壓力。
 6. 把吹管上兩個閥關閉。
- * 若不久後會再度使用該設備，則可以略過第3步不做。

附件 23.2 將弧焊系統接地

變壓器箱

已接地	第一級設備
不接地	第二級設備

變壓器次級線圈

接地	這種設備已棄用。在燒焊回路接口失靈時，不一定會有任何反應，從而會導致其他接地金屬線路受損。
隔離	沒有了燒焊回路導體，就不能進行燒焊。但燒焊裝置中隔離失效，操作部件仍然帶電。因此應將工件接地。
<i>BS 638</i> 「弧焊電源」（或同等標準） 用雙絕緣或加強絕緣體隔離	這是這類設備的最新標準。由於已加強了絕緣，故工件無須接地。另外，為免供電系統的接地導線帶有雜散焊接電流，最好不要將工件接地。設備上若附有額外的標識，指明乃根據 <i>BS 638</i> 的有關部分（即第 1、2 及 3 部分）製造，同時符合 1991 年英國標準守則第 7418 號，或有標準編號 EN 50.060、EN 60.974 或 IEC 974，即是採用這種電源。

空白頁

附件 23.3

熱加工、軟喉與接頭／裝置

1994 年 EN 第 559 號：「燒焊切割及接頭程序用的橡膠軟喉」

1991 年 BS 3212：「用於石油氣氣相及石油氣氣體裝置的橡膠軟喉、橡膠管及橡膠管組」(或同等標準)

1996 年 EN 1256：「燒焊、切割及接頭程序用軟喉裝置的規格」

軟喉

氣體燒焊及切割通常在不理想的工作環境下進行，故較宜使用符合英國標準 EN 559 的橡膠軟喉。符合這些標準的軟喉已經在管外加上一層保護層加固，能抵禦熾熱的表面、熱熔金屬渣或火花，並有一層襯裡，耐碳氫化合物（若用作石油氣軟喉）、丙酮和二甲基甲酰胺（若用作乙炔軟喉），以及可抵禦氧氣在空氣中點燃（適用於所有用途）。橡膠軟喉的爆破壓為 60 巴／克，最大工作壓力為 20 巴／克。

符合 BS 3212 規定或同等標準的軟喉，適用於與氣相石油氣有關的應用多於燒焊或切割。用熱塑性材料所造的軟喉一般不適用於燒焊或切割，因為這類軟喉沒有如橡膠軟喉般，可抵禦熾熱表面和熾熱碎屑。

接頭

軟喉接頭由軟喉喉咀和「外圓角」軟喉接頭組成，應符合 EN 1256、ISO 3253 或同等標準。這些標準列明的螺紋尺寸是以惠氏螺紋為準 (Whitworth dimensions)，已為不少國家普遍採用。右轉螺紋用於氧氣及不易燃氣體，左轉螺紋則用於燃氣，六角螺帽上亦有刻痕，方便識別。

軟喉也可以用下述的簡單配對方式接頭：軟喉一端接上凸插頭，另外在設備或氣源出口的固定處裝上附自動封合閥的凹接頭。將凸插頭塞進凹接頭契合，裡面的閥即自動打開。這種接頭的操作十分簡便，無須再用扳手上緊螺帽。

1995 年 EN 561：「用於燒焊、切割及接頭程序並附關閉閥的快速耦合」

毛病是凸插頭會損耗（例如因在地上拖行，或使用過多，導致配對漏氣；另亦有可能將軟喉錯配到另一個出氣口）。若配對符合英國標準 EN 561 或 ISO 7289，則可避免這個問題。這些標準規定的凸插頭須用堅硬物料製造，而所設計的尺寸可免被錯誤地互換接上氧氣接口和燃氣接口。

EN 1256

軟喉裝置

在英國購得的軟喉長度通常已預作裝合，以整套出售，接頭配件已捲進軟喉末端。供應商已將軟喉及軟喉螺紋接頭的尺寸配對，確保吻合。軟喉裝置的建議標準是 EN 1256，明確符合了防洩漏的緊密度和軸向負載力的規定。蝸桿裝置或類似的夾子都不宜用來上緊軟喉。