



焊工革新者丛书

赫伐斯多諾夫著

气 割

机械工业出版社

苏联 Н. Г. Хвастунов 著 'Газовая резка' (Ленинград
1954 年第一版)

* * *

著者: 赫伐斯多諾夫 譯者: 孙 輝

NO. 1816

1958 年 11 月第一版 1958 年 11 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/32$ 字数 20 千字 印張 $15/16$ 0,001—8,300 册
机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业
許可証出字第 008 号

統一書号 T15033·1442
定 价 (9) 0.12 元

出版者的話

这套丛书是苏联列宁格勒科学技术推广所和全苏焊接技术工程学会列宁格勒分会編輯出版的。这套丛书系統地叙述焊接的各种方法，工艺规范和苏联在焊接方面的新成就，可以帮助我国熟練焊工和焊接人員进一步提高技术水平，所以我們决定把这套丛书翻譯出版。

本丛书一共有18本。它們是 [苏联焊接發展史和近代焊接法]、[焊接时發生的过程]、[低碳鋼的手工电弧焊接]、[手工电弧焊的高生产率方法]、[半自动焊接]、[自动电弧焊接和电渣焊接]、[接触焊接]、[气焊]、[气割]、[金屬的钎焊]、[合金鋼的焊接]、[有色金屬及其合金的焊接]、[鑄鉄焊接]、[金屬結構的装配和焊接順序及防止弯曲的方法]、[焊接質量檢查]、[焊接生产中的技术定額和劳动組織]、[焊接生产中的劳动保护和安全技术]、[参考文献目录]。其中最后一册 [参考文献目录] 因跟工人同志的关系不大，所以不翻譯出版。

本書是丛书的第九册。

目 录

緒論.....	3
1. 气割原理	3
2. 設備、机具和装备	8
3. 决定切割質量的因素	17
4. 气割工艺。切割規範的选擇	21
5. 預防金屬在切割时变形的 方法	25
6. 提高气割生产率的方法	26
1) 和切口表面成前傾角的切割	27
2) 降低氧气压力的切割	28
3) 用气道形状特別的噴嘴切割	29

緒 論

在苏联工业中机器气割得到广泛的应用是因为这种方法比其他金屬加工方法显得有效，特别是对于几何形状复杂的零件，以及具有供手工焊接和自动焊接用的坡口边缘的零件。

生产革新者对于机器气割技术和工艺的改进作出了巨大的贡献，有助于机器切割应用范围的扩大、劳动生产率的增長和金屬加工成本的降低。

这本小册子出版的目的是希望对工厂工作人员，首先是气割工、气割工段工長和車間工艺員在提高切割件質量和在生产中扩大机器气割的应用范围方面有所帮助。

1 气割原理

气割的原理是根据鉄在預先加热到一定溫度时能在氧气流中强烈地氧化（燃烧），这时，能产生大量热量。

鉄在燃烧后所形成的液体氧化物被氧气流的压力排除出去了。从切割專用的設備（割槍）的气道里噴出来的氧气流按照一定的綫路在板料上或棒料上移动而就能切出狹窄的割縫来，这样就将金屬分成两部分或使金屬具有一定的形状。

这样可以将大厚度的金屬板或直徑达 $1\frac{1}{2}$ ，甚至2公尺的棒料切割成小塊。

气割过程是这样的（圖1）：自割槍噴嘴里噴出来的氧气和可燃气体的混合物燃燒着，形成火焰，这是开始时將金屬預热到燃

点 ($1000 \sim 1200^{\circ}$) 和繼續保持切割区的加热所必需的。当被加工金屬达到所需的温度时，在喷嘴的中央气道里开始供应氧气，它与鉄发生化学反应，使金屬燃烧。鉄在燃烧时所产生的热量（每 1 公斤鉄产生 1580 仟卡）加热了下面的一層金屬。氧气又与这層金屬作用而使其燃烧，这样，金屬的燃烧过程迅速地在金屬的整个厚度上扩展开来，結果就形成了切口，氧气流经过这个切口由另外一面喷出，将金屬燃烧的产物——氧化物一塊带走。

預热火焰的作用并不总是在整个切口深度上傳布的，特别是在被割金屬厚度大时。这时，鉄燃烧反应所放出的热量比从預热火焰中所得到的热量要大好几倍。但是也不能不用火焰預热切口处，因为金屬在氧气中燃烧的热量是在板料表面層以下放出的，而由于热量大量的散失在金屬中和热量輻射的关系，切割过程开始变弱，直到最后完全停止。

在下列情况下，切割过程也会停止：

1) 对于某一厚度的金屬所应用的氧气压力太高，氧气对于切口区域的冷却作用变得很大时（从割槍喷嘴里噴出来的氧气一般是冷的，因为从瓶內压力变成工作压力时压力大大地降低了）；

2) 当切割大厚度的板料和棒料时，所应用的喷嘴的喷射切割气流噴孔的直径太小。这时和鉄化合的氧气的数量是不够

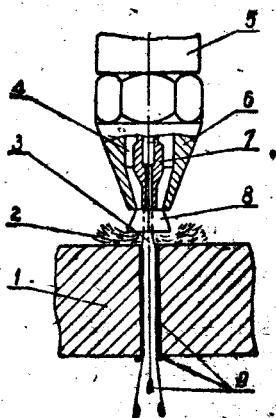


圖 1 气割过程簡圖：

1—切割金屬；2—火焰；3—切割氧气流；4—可燃气体混合物；5—割槍头；6—外噴嘴；7—內噴嘴；8—預热火焰的發光焰心；9—氧化物。

的，它被上層金屬全部消耗掉了；

3) 当所形成的氧化物很粘时，氧化物膜層妨碍了氧氣和加熱了的金屬相接觸，难于將氧化物从切口区域内排除出去。

滿足下列条件的金屬和合金可以进行气割：

1) 金屬應該在不熔化状态下在氧氣中燃燒，这就是金屬的燃点应低于它的熔点（例如，鑄鐵不能切割，因为它是在熔化状态下在氧氣中燃燒的，因此氧氣作用过的表面是不平整的）。含碳量在 0.8% 以下的鋼完全能够滿足这个条件；

2) 金屬氧化物的熔点應該低于被割金屬的熔点，否則，由于有难熔氧化物層存在，氧氣不可能和金屬相接觸而使它燃燒。

由于这个原因，不能用普通方法来切割鋁、高鉻鋼、高合金奧氏体鋼和其他的鋼以及鑄鐵；

3) 氧化物应有流动性并易于从切口槽上去除。例如，含硅量大于 0.4% 的鋼，切割很困难，因为氧化物很粘；

4) 金屬燃燒的結果應該产生足够維持切割过程的溫度。因此，例如像銅就由于不能滿足这个条件而不能切割；

5) 金屬應該具有低的导热性，以免从燃燒区域散失大量的热。由于这个原因，像銅、鋁、黃銅等金屬和合金就不能用普通方法来切割。

只有含碳量小于 0.8% 的铁碳合金——鋼能够完全符合上述条件。

因此，在工业中所应用的大部分低碳鋼、中碳鋼和低合金鋼可以进行气割。

有特种的切割方法切割高碳合金鋼、鑄鐵和有色金屬，这些方法是由于向切口引入特种熔剂或低碳鋼絲来提高燃燒区域的溫度而實現的，它們保證得到滿意的切口。

但是这种切割方法目前在工业上还没有广泛地传播。

氧气的纯度决定了切割的质量和生产率以及气体消耗量。机器气割用的氧气的标准纯度定为它所含的杂质（氮、水蒸汽）不超过百分之一。

应用纯度大于 99% 的氧气能提高切割速度和降低氧气消耗量。

当氧气的纯度是 98% 时，切割速度会减低 10~15%，氧气消耗量增加 20~30%。

乙炔最常用作形成割枪预热火焰的可燃气体。这是由于乙炔和氧气燃烧时发热量大（每 1 立方公尺 11470 卡），而且火焰温度很高（3300°C）。因此，在切割过程开始时，金属的预热时间是很短的，而在切割过程中乙炔在氧气中燃烧时所产生的热量甚至显得过剩，因为它会使切口的上边缘熔化。

应该指出，乙炔和空气、氧气的混合物是有爆炸危险的。例如，当乙炔和空气的混合物中含有 2.8~65% 的乙炔时，或和氧气的混合物中含有 2.8~92% 的乙炔时，混合物在受热或受到爆炸时会爆炸。

所以当在乙炔发生器中制造乙炔时，和在割枪中使用乙炔来形成预热火焰时，必须严格地遵守安全技术规则。

点燃割枪时，在打开预热氧气和乙炔后必须迅速地用打火机或火柴来点燃，不允许积聚大量的爆炸性气体混合物。乙炔和氧气或空气的混合物的燃点等于 428°C。

气割还可以应用其它可燃气体。这些可燃气体是高温分解气体、灯用煤气、煤油蒸气或它和汽油的混合物以及一些主要是具有地区性的气体（甲烷、炼焦煤气、丁烷-丙烷-丙烯分馏气等）。

高温分解气体的发热量是每立方公尺 6800~11000 卡。火焰

溫度是 $2100 \sim 2700^{\circ}\text{C}$ 。

用高溫分解氣體來切割金屬時應用普通的割槍。不過所用的噴嘴要比用乙炔時的大一號。

利用氧氣-高溫分解氣體預熱火焰時的切割速度要比用氧氣-乙炔時稍微慢一些。在開始切割時，金屬邊緣的預熱時間增加得特別多（達 200 %）。

火焰溫度比較低使得切割焊接用的坡口時很困難。但是在蘇聯工業中，高溫分解氣體在許多工廠里廣泛地應用於分離切割，這是因為它很便宜（1 立方公尺氣體約值 1 盧布，而 1-立方公尺乙炔值 6 盧布 45 戈比）。應該指出，在利用高溫分解氣體-氧氣混合氣體作為預熱火焰時，切口邊緣比氧-乙炔火焰時的光潔。用這種方法可以進行厚度達 $150 \sim 200$ 公厘板料的切割。

燈用煤氣（日用煤氣）也是值得注意的，某些工廠利用它作為金屬氣割用的燃料。

在利用天然氣（達夏夫氣、薩拉托夫氣）和頁岩油氣時的主要工藝特性和高溫分解氣體的相類似。

在工業和建築上極其廣泛地利用液體燃料（煤油蒸汽或它和汽油的混合物）來進行切割。汽油-煤油蒸汽的發熱量為 $11000 \sim 15000$ 卡/公升³，火焰溫度為約 2600° 。

用液體燃料來切割時，需要特種割槍，它具有將液體燃料轉變成蒸汽狀態的附加設備（氣化器）。在這種情況下，切口的光潔度要比在氧炔切割時高。切割金屬的極限厚度為 300 公厘。

在使用煤油-汽油混合物時有失火的危險，這在使用它們時應該考慮的一點。

2 設備、机具和裝備

在任何氣割機上完成金屬切割的主要工作部分就是割槍。

機器割槍和手工割槍在作用原理方面沒有什麼不同，不過它在構造上多半是形成圓柱形筒狀的，在這裏面有氧氣管道和混合氣體管道。圓筒的上半部連接着帶有開關、噴射器和混合室的活門室，而圓筒的下端是安裝着噴嘴或噴管（一個兼有內噴嘴和外噴嘴的噴嘴，圖2）的割槍槍頭。這樣構造的割槍依靠安裝在割槍管子（圓筒）上的齒條和夾持器上的齒輪可以方便地在夾持器里作垂直移動。但是在許多種型式的固定式和移動式切割機上應用着帶有螺旋或齒輪送進的燕尾槽式支架來使割槍作垂直和水平移動。在這種情況下就不需要圓柱形筒體，而割槍本身有着各種各樣的形狀，這是根據它的用途、機器和夾持器的構造等來決定的。

在金屬加工工業中應用了大量各種型式的固定式和移動式氣割機。蘇維埃的氣割技術正在繼

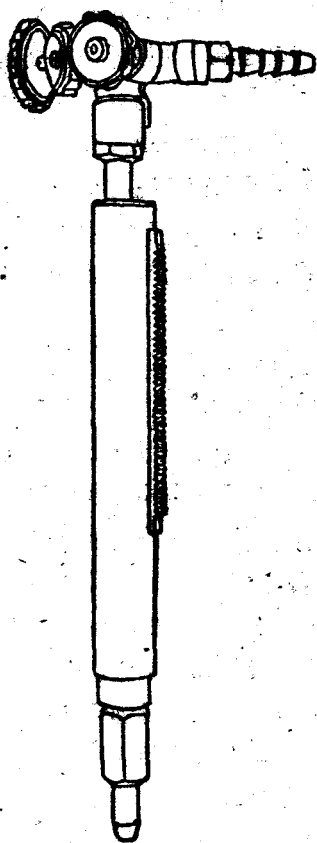


圖2 機器割槍。

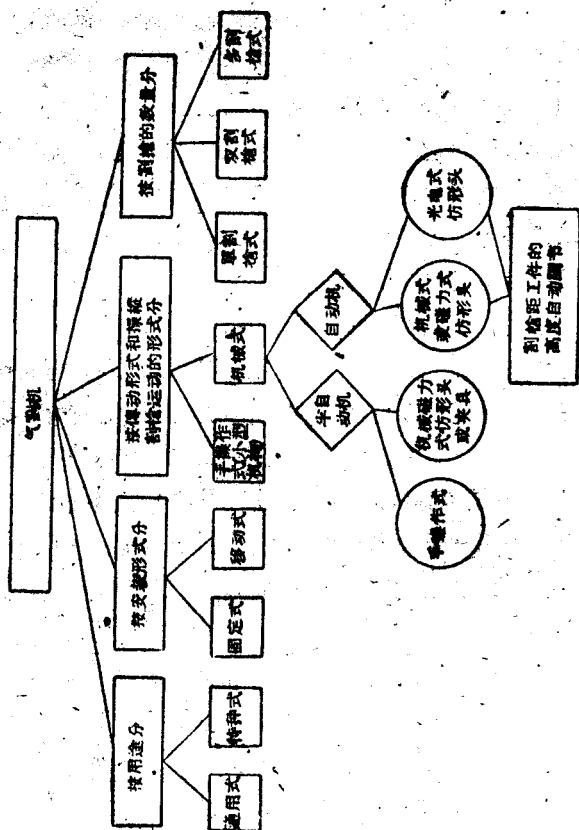


图 3 气割设备的分类。

續不斷地增長着和改進着。

現有的氣割機可以分成下列幾類（圖3）。

固定式切割機可以利用按照靠模、划綫或圖紙移動的機械式、磁力式或光電式仿形頭來切割任何幾何形狀的零件。要加工的金屬應送到切割機上。

移動式切割機的重量一般是不大的（13.0~30公斤）它能切割外形不複雜的零件。這種切割機是被拿到被切割的板料上，它借助於滑動導板而在板料上或沿着導軌移動，只有將割槍瞄準划綫的綫條的工作是由手工進行的。移動式切割機在完成焊接用的V形和X形坡口時有着廣泛的應用。

從構造上來講，氣割機可以做成：

1) 固定式——有可動托架的雙車系統懸臂式或龍門式切割機，托架可以在兩個互相垂直的方向上移動，這樣使割槍可以在水平面內任何方向移動；

2) 固定式——有鉸鏈系統的切割機，這個鉸鏈系統一方面與支柱相連接，而另一方面與割槍和使割槍運動的傳動機構（仿形裝置）相連接。鉸鏈系統有着作圓形移動的工作部分，它使割槍可以在水平面內運動；

3) 移動式——帶有支承着切割裝置和具有前進運動作用的自動送進托架，通常托架是在水平面內運動的；

4) 特種用途的移動式——通常具有為了完成各種結構形狀的各種空間位置的工作的手工傳動裝置。

化學工業部氧氣管理局所屬工廠出產的、在蘇聯工業上各工廠中最流行的氣割機是：

АСП-1型（圖4）——它屬於有可動托架的雙車系統通用式固定切割機一類，它能借助磁力式仿形頭而在板料上切割出各種幾

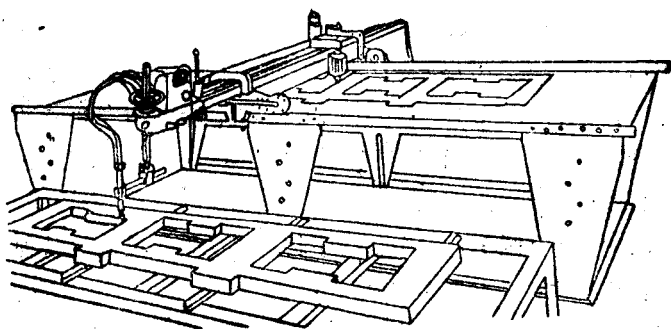


圖 4 ACP-1 型固定式气割机。

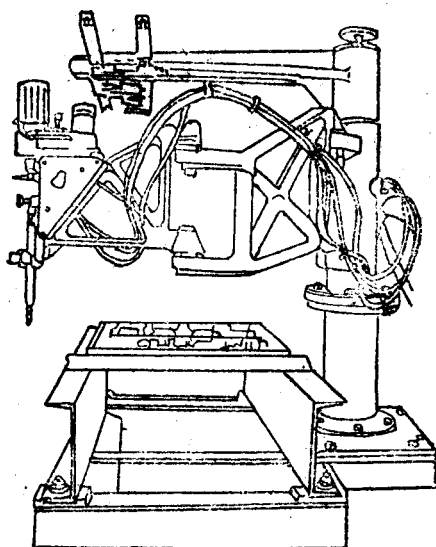


圖 5 ACIII-1 型固定式气割机。

何形状的零件。

ACM-1-2型(圖5)——它屬於通用式鉸鏈型固定切割機一類，它能夠借磁力式仿形頭按照靠模切割複雜外形的零件。

ПЛ-1型(圖6)——它屬於帶有自動送進托架的通用移動式氣割機一類，它能夠從板料上切割幾何形狀不複雜的零件和按照劃線加工焊接用的坡口。

TP-1型(圖7)——它屬於帶有手工傳動裝置的特种移動式氣割機一類，它用於切割管子。

在帶着兩部小車系統的 movable 托架的通用式固定切割機類型中，有一種托架是借助於磁力式仿形頭或光電系統按照1:2和1:5的比例仿形原理工作的，氧氣管理局出產的МДМ-1型比例—遠距氣割機(圖8)就是按照這個原理工作的。

在氣割機上可以用各種不同的方法來實現仿形工作，但最通行的是磁力式的和機械式的。僅在最近時期，在個別工廠內開始出現了光電式的氣割機。

磁力式仿形原理是以電動機帶動的磁力式仿形頭上的滾子對靠模工作邊緣的電磁吸力為基礎的(圖9)。

從一個靠模的工作外形過渡到另外一個去時，磁力滾子有可能垂直地升起。磁力仿形頭和割槍剛性地連系着，磁力滾子按照一定的靠模的運動使割槍复制出外形。

借磁力式仿形頭進行的切割所用的靠模，是由厚度為5~8公厘的整塊全金屬材料或由正方形或長方形斷面(8×8~10×14公厘)的杆料組成的構架所制成。機械式仿形中有一種形式是應用一種帶刻痕滾盤的裝置，滾盤可在切割機的靠模台面上滾動(圖10)。

滾盤由電動機轉動，它可以圍繞着垂直軸旋轉360°。滾盤和靠模台表面接觸的點，也是割槍的中心點，滾盤和割槍剛性地連系

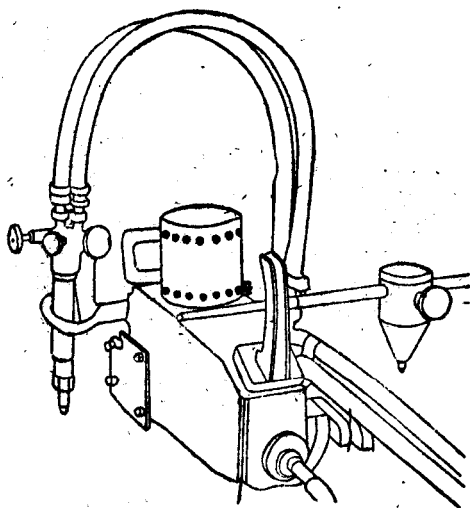


圖 6 ПП-1 型移动式气割机。

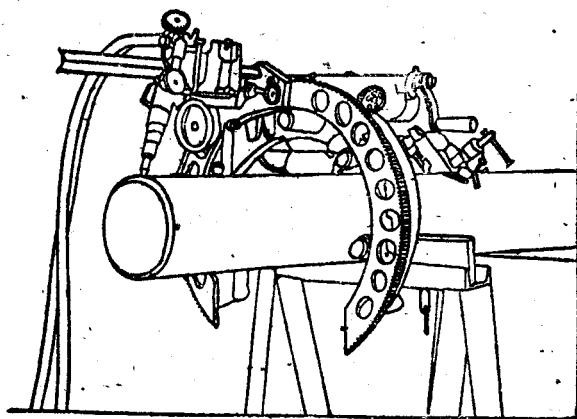


圖 7 TP-1 型气割机 (管子切割机)。

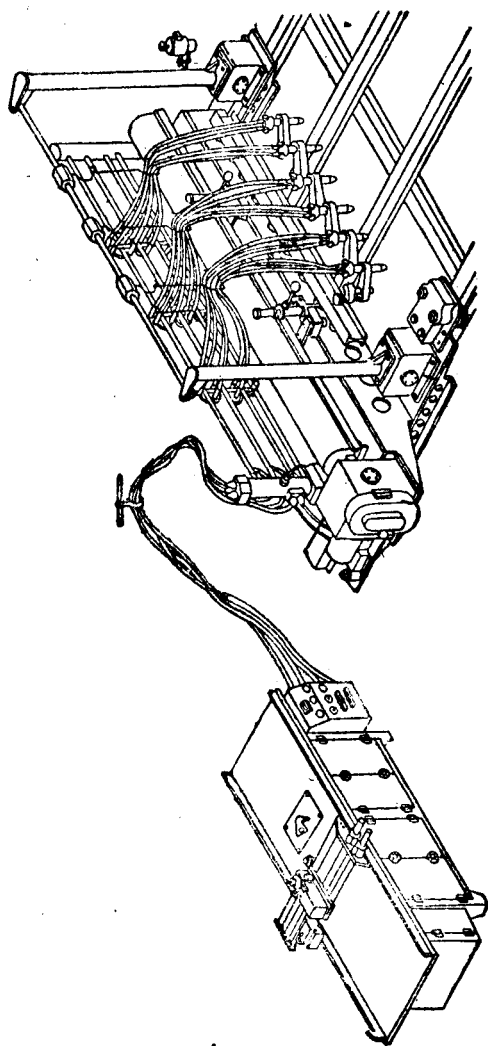


圖 8 MDM-1 型自动气霸机：左——操纵机构；右——工作部分。

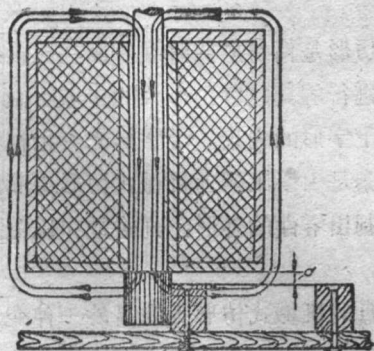


圖 9 磁力式仿形頭的作用原理。

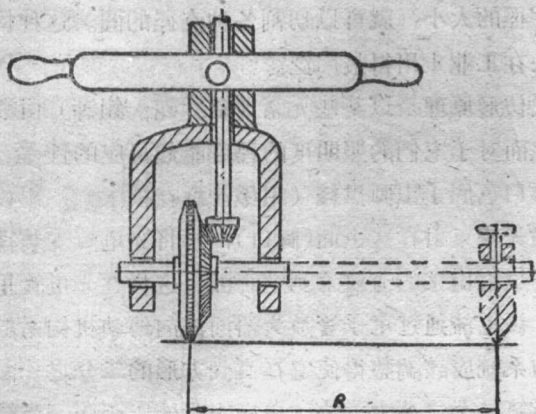


圖 10 帶有一個主動滾輪的機械式仿形頭。

运动方向



圖 11 用光电管的仿形。