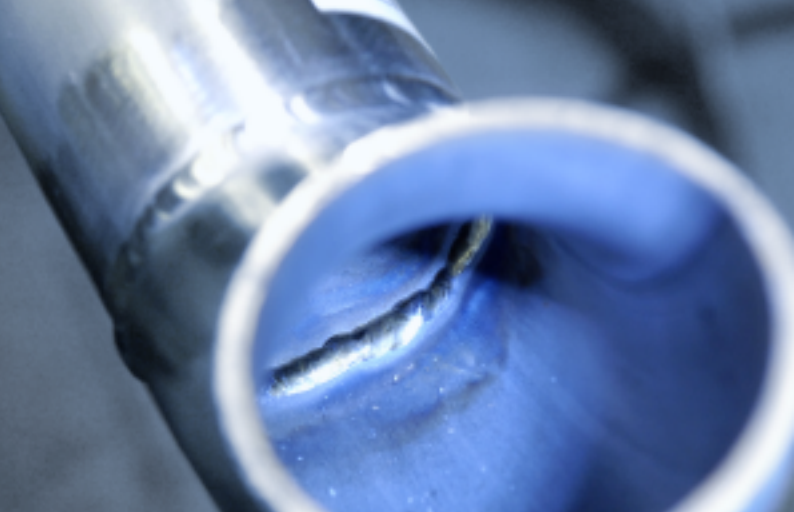


焊缝成形保护中的气体应用技术

焊缝成形保护和根部保护技术为完美焊缝保驾护航





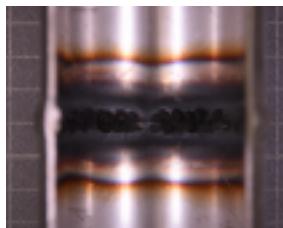
从焊缝成形保护中获益

40多年的应用历史已经验证了焊缝成形保护和根部保护技术在焊接中的价值。它们提升焊缝质量，降低焊后处理成本，这里我们关注的是返工成本、酸洗成本、相关的运输成本、对环境的影响，以及不可忽视的工时浪费。除此之外，要求盖面焊道同样也免返工免打磨免酸洗的需求也在增长。这是在趁焊道还处于高温时持续向其输送保护气体进行冷却保护来实现。通过分别用保护气体保护熔池正面和背面以及焊缝根部，并对冷却中的焊道表面持续进行气体保护，就可以获得免返工或只需少量返工的焊缝。

焊缝成形保护和根部保护

焊缝根部保护指的是用保护气体屏护焊缝根部和热影响区，同时置换这些区域内的空气，尤其是置换其中的氧气（参见DVS德国焊接协会数据表0937）。将这项技术用在管道和罐体上就称为焊缝成形保护技术。这项技术主要用于焊接对气体敏感金属材料——例如高合金不锈钢，目的是保护材料的耐腐蚀能力。

如果不用焊缝成形保护技术，焊缝根部和热影响区会被空气里所含的氧气氧化，导致焊缝外观和质量都受损。有时碳钢管道焊接也会用到焊缝成形保护技术，目的是提高焊缝根部的焊接质量。离开了这项保护技术，诸如钛、锆、钼或镁等对气体敏感的材料根本无法焊接。



未经保护的焊缝根部



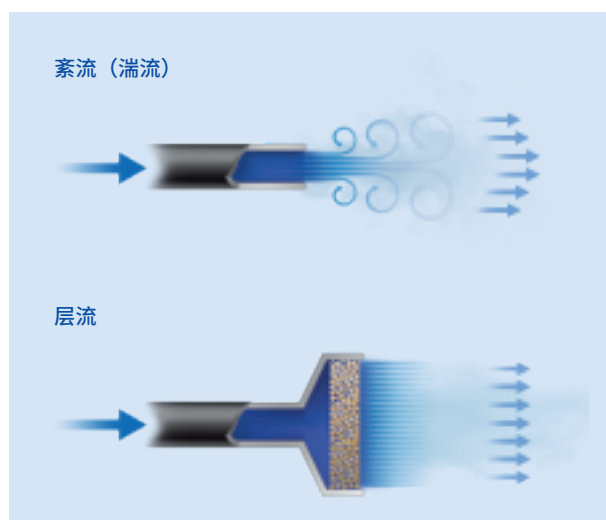
经过梅合金保氢5型气体保护的焊缝根部

层流，而不是紊流

为了获得高质量和经济的保护效果，有几条基本规则必须得到贯彻。最为重要的一条是关于如何将保护气体输送到焊缝区域。这个输送过程绝对不可处于失控状态。最佳的保护气体输送方式应是层流气流。而相反如果是紊流(又称湍流)气流方式，则气流漩涡(涡流)会将周围的空气卷入保护气氛内，与保护气体混合后形成一种有害的混合气体。

层流气流借助一个散流器来实现。散流器出气口的截面积比小口径皮管或硬管要大很多倍，因此能显著降低气流的流速。此方式能将较大数量的保护气体以层流形式输送到需要保护的区域。

散流器通常由硬管、板材或模压成型烧结材料制备。其他低成本的替代方案有钢丝棉或穿孔板。



层流和紊流(湍流)

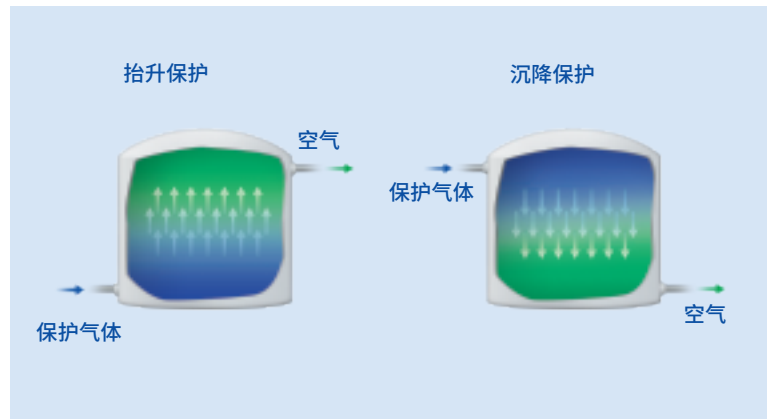
容器和储罐的焊缝成形保护

当压力容器和储罐的焊接生产应用焊缝成形保护技术时，需要特别关注保护气体相对于空气的比重。按照保护气体比重轻于空气还是重于空气，保护技术可被分为两类：

- 沉降保护（保护气体比空气轻）
- 抬升保护（保护气体比空气重）

如果保护气体比空气重，采取抬升保护方式：保护气体从容器底部通入其中，并在容器顶部设有排气口以排出被置换的空气。如果不设置排气口，容器内的压力会增压，迫使气体从焊缝间隙处逸出。如果保护气体比空气轻，采取沉降保护方式：保护气体从容器顶部通入其中，并在容器底部设置排气口。下图解释了这两种保护方式的差别。

选择何种方式取决于可用的保护气体种类。另外，当焊接大型产品时，可根据焊缝所处位置选择特定的保护方法。



管道的焊缝成形保护和根部保护

当焊接小口径管道时，常用的焊缝成形保护和根部保护方法是管道内完全彻底地充满成形保护气体。大多是使用一种手指状的成形保护装置并配合一个橡皮塞来实现保护的。

对于大口径管道来讲，管道内全部充满气体将导致非常巨大的气体消耗，这非常不划算。此时推荐使用一种专门的保护装置来限制需要保护区域的面积。

在具有复杂形状的管路系统中，当成形保护气体的比重与空气差异较大时，容易发生由于成形保护气体与空气相互混合而导致的各种问题。为防止发生此类问题，应尽可能使用与空气密度接近的混合气体作为成形保护气体。这些气体一般是氩气含量可调的氩/氮/氢或氩/氮/氢混合气体。

下列混合气体与空气的密度非常接近：

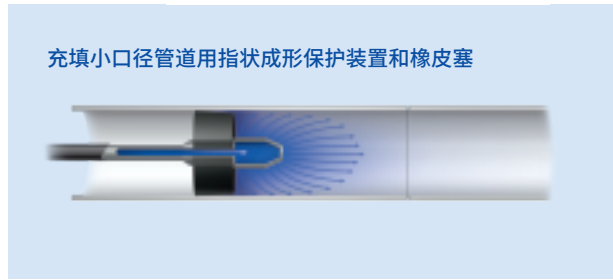
- 75% 氩气 + 23% 氮气 + 2% 氢气，主要用于食品和医药行业用含钛奥氏体不锈钢的焊接；
- 69% 氮气 + 29% 氩气 + 2% 氢气

上述这些混合气体具有还原性、不易燃，能够均匀地填充复杂形状的管路。这些与空气密度相同的混合气体还可应用在具有多个出口的复杂形状容器的成形保护上，因为这些容器的复杂形状使得无法为其在沉降保护和抬升保护中选择合适的保护方式。

为了让管线里充满足够数量的保护气体，必须在焊前充分地吹扫管路。哪怕很少量的残留氧都会导致焊后出现不受欢迎的退火色，这种退火色标明材料被氧化，耐腐蚀性能和寿命都受损。预吹扫持续时间要在考虑管道直径和所选的气体流速后确定。

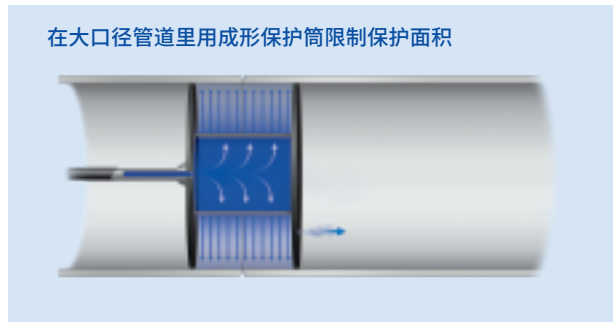


金属粉末烧结制成的手指状成形保护装置用在管道焊接的成形保护上



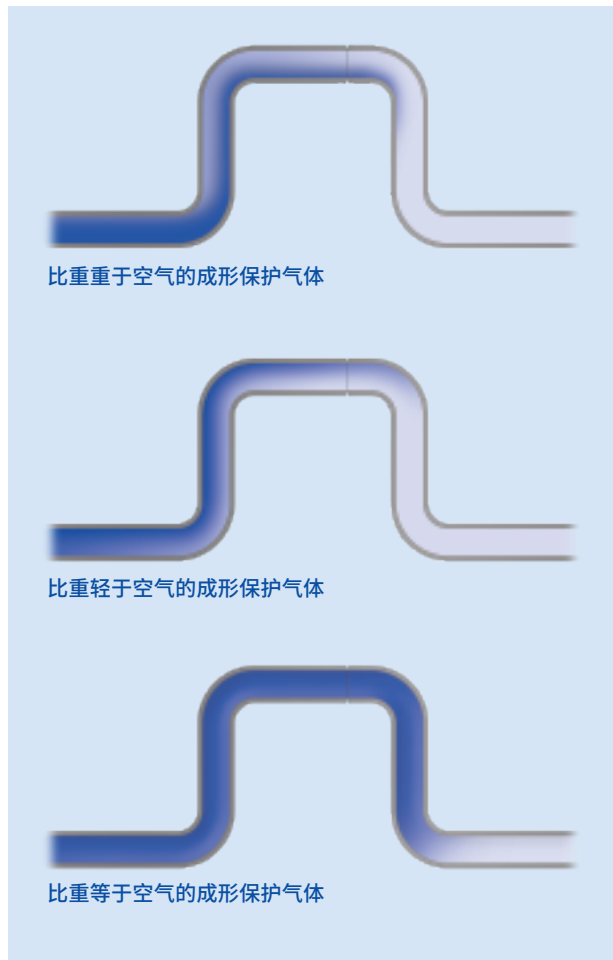
充填小口径管道用指状成形保护装置和橡皮塞

小口径管道用指状成形保护装置



在大口径管道里用成形保护筒限制保护面积

大口径管道用成形保护筒



比重大于空气的成形保护气体

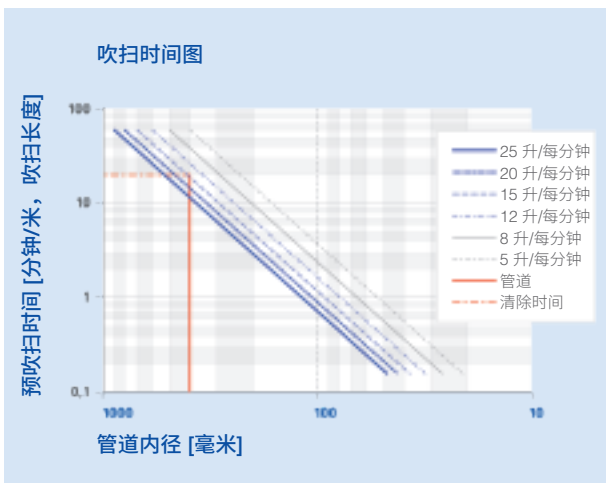
比重轻于空气的成形保护气体

比重等于空气的成形保护气体



确定预吹扫时间

当按照正确的操作程序进行吹扫，各种形状的产品所需要的预吹扫时间仅取决于所要求的残留氧含量。也就是说，越是对气体敏感的材料需要的吹扫时间越长。对于板材和不规则形状的容器和罐体，可以用检测残留氧含量的方式或是凭经验确定吹扫时间。对于管道的焊缝成形保护，可以借助DVS德国焊接协会数据表0937里的相关图表确定充足的吹扫时间。根据管道直径，可以很方便地找到对应直径的每米管道所需要的吹扫时间。



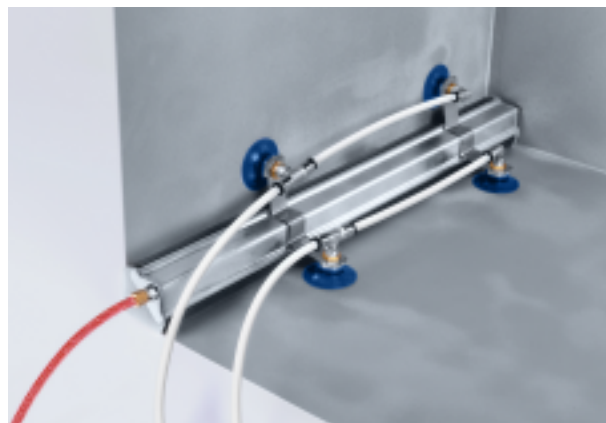
吹扫气体需求量一般是按容器或管道里需要吹扫区域容积的两或三倍来计算。当然这种计算的前提条件是能够以细心稳妥的方式实施吹扫，并且计算结果也只能作为近似参考值。

要判断待焊部件内是否有残留氧，可以用测量方法，或者焊一个试件来验证。

板材焊接的焊缝根部保护

板材焊接的根部区域通常具有可达性，即能够从外部接近，因此可以在其上面贴装保护装置。这种方法适合对接接头，也适合T形接头和角接头。保护装置里的由金属粉末烧结或其他类似材料制成的散流器输出均匀、无湍流的保护气流罩住焊接区域。保护装置需要完全覆盖焊缝根部和热影响区。

焊接施工完成后，还必须时刻测量工件的表面温度，只有当温度降至足够低的程度（不锈钢类高合金钢要降到150°C以下）才能移走保护装置。否则依旧很热的焊缝过早暴露在空气中会让它很快氧化。



用于角接焊缝的保护气体罩

正确的胶管材料

另一个重要因素是输送保护气体的胶管。要仔细检查胶管是否有孔洞和裂纹。此外，胶管材料也至关重要。常用于压缩空气的PVC管不适用于这个用途，因为PVC材料易于吸收空气中的湿气，然后将湿气传递给里面流动的干燥保护气体。胶管长度越长、表面积越大，传递的湿气也就越多。按照EN ISO 3821标准制造并且在胶管表面标记此标准号的胶管能满足相关要求，可以用在焊接应用上。所有正规的焊割材料和设备供应商都提供这类胶管。胶管的长度不宜超出实际需求过多。

在胶管上面省钱有时反而会在以后招致更大的花费，有点得不偿失。

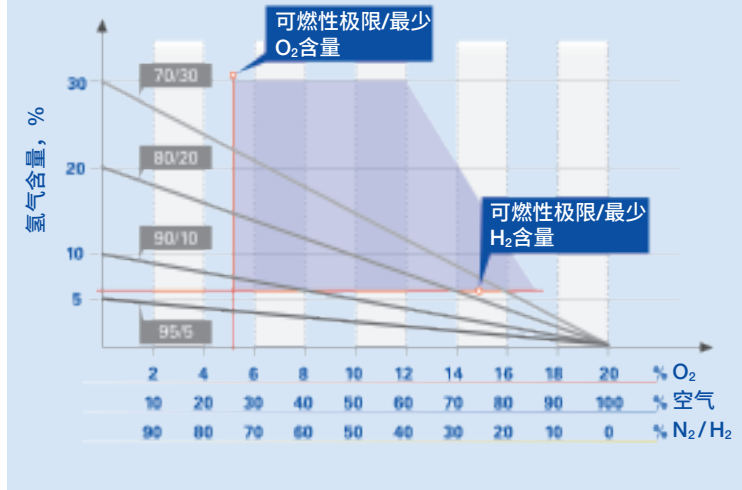
为应用挑选合适的保护气体

这里谈论的混合气体都是基于氩气或氮气。混合气体里面还会加入氢气以消除残留氧的影响。除了要考虑与空气的相对比重外，还要根据所焊材料的性质挑选适用的保护气体。

材料与气体之间可能会发生不相容的问题。例如，氮气和氢气会形成氮化物或者产生氢致裂纹，破坏材料性能。当选择保护气体时需要特别当心这些问题。选择合适的保护气体可参考DVS德国焊接协会数据表0937里的信息。下面的表格总结了梅塞尔的成形保护气体产品。

保护气体	ISO 14175 分类	组分	可燃性	与空气的比重	金属材料
氩气4.6N/5.0 N	I1	Ar	不可燃	比空气重	奥氏体不锈钢；铁素体和马氏体不锈钢；双相不锈钢；钛、锆、钼等对气体敏感材料；对氢敏感材料：高强细晶粒结构钢、铜及铜合金、铝及铝合金等
氮气4.0N	F1	N2	不可燃	比空气轻	奥氏体不锈钢；双相不锈钢；结构钢；铝及铝合金
梅管保系列	F2	N2+H2	氢气含量 5.5%以上为可燃气体	比空气轻	奥氏体不锈钢；除高强细晶粒结构钢之外的结构钢
梅合金保优选型；梅合金保氢2型、氢5型、氢7型	R1	Ar/He/H2 Ar/H2	氢气含量 3.1%以上为可燃气体	比空气重	奥氏体不锈钢；镍和镍基合金

不同组分的N2/H2 混合气体的可燃范围



不同组分的成形保护气体与空气混合后形成的混合物的可燃范围

可燃性范围

最后需要关注的问题极其重要：“我需要多少量的氢气用于保护？”成形保护气体里添加氢气的目的是“烧焯”残留氧。

根据里面所含的氢气含量，成形保护气体有可能在大气中具有可燃性。由于这个原因，具有可燃性的成形保护气体必须在完成保护任务后离开构件时快速烧焯里面的氢气后才能被排放到大气中。氢气的燃烧下限是5.5%在空气中，和3.1%在氩气里（ISO 10156）。

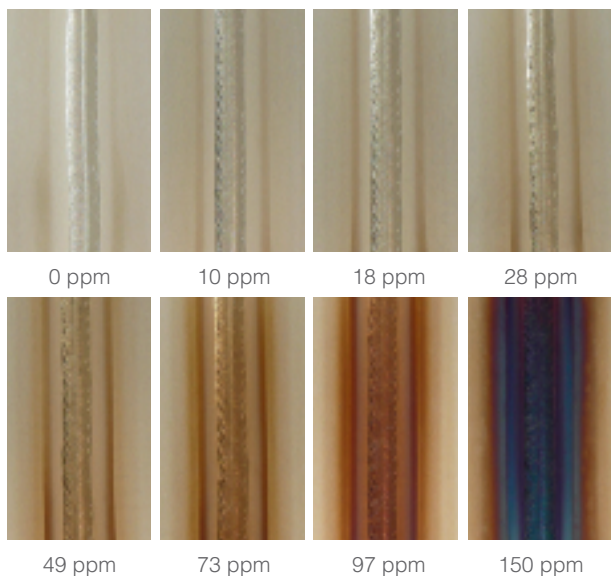
氢气超过10%的混合气体必须用火焰燃烧方式处理里面的氢气（DVS德国焊接协会数据表0937）。这里面分为可自燃和不可自燃两种气体，其处理方法有很大区别。推荐用一个引燃火焰处理不可自燃混合气。

使用具有可燃性的成形保护气体存在发生爆燃的风险。这种风险一般发生在，当焊接开始时依然还有可燃气体与空气混合，即吹扫不充分的情况下。此时，保护气体与空气形成的混合物的组分会持续不断地变化着，有时可能会进入可燃范围内，需要特别当心。

当成形保护措施得到认真执行，并且工件里的残留氧含量足够低，保护气体里只需有2%的氢气就足以胜任保护工作。

残留氧

向罐体或管道内充入保护气体时，不可避免地会在里面多多少少混入一些空气。在焊接过程中，混入空气里的残留氧会让焊缝表面发生氧化，呈现出某种退火色。随着吹扫过程的进行，罐体内的残留氧含量逐步减少。根据所焊接的材料种类，焊接开始前的残留氧含量必须降到足够低。对大多数应用来说，这个数值通常在20 - 50 ppm级别。一个合适的测量仪器可以测出残留氧含量。如果是批量化生产的低制造成本产品，可以通过反复试验的方法凭经验确定最佳的吹扫持续时间。

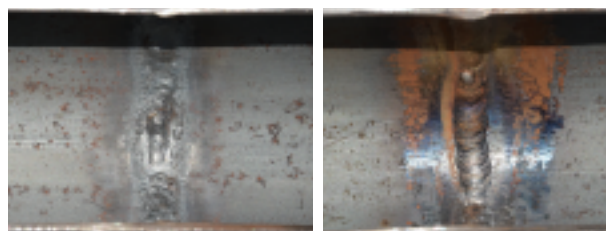


不同的残留氧含量与因此产生的退火色

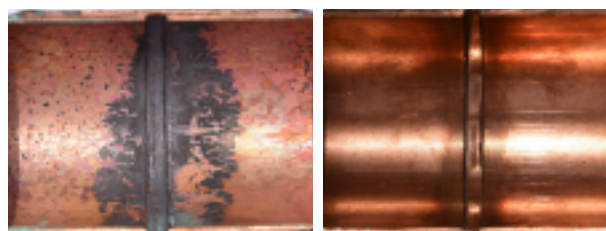
不同材料的焊缝成形保护

焊缝成形保护应用在不锈钢等高合金钢焊接上已是成熟工艺，将这个工艺用在碳钢管焊接、铝管焊接或铜管钎焊上也可以取得不错的效果，其好处与不锈钢相同，即防止氧化或起氧化皮，以及防止产生日后一旦脱落会损坏下游设备的颗粒物等。当焊接结构钢时，焊缝成形保护对焊

缝根部的成形有非常好的帮助。它能促进均匀良好的根部成形，并防止根部产生咬边。



左图：没有保护的钢管
右图：氮气保护的钢管



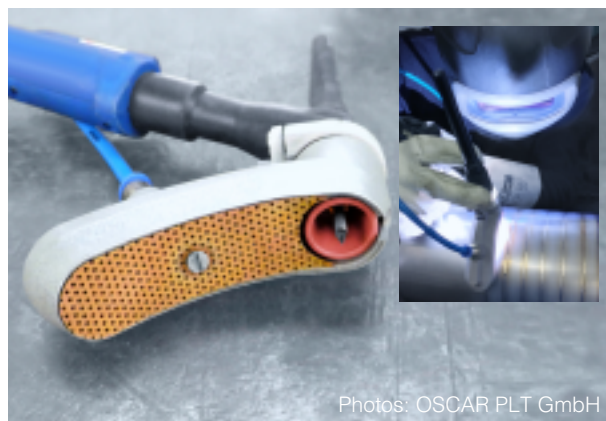
左图：没有保护的铜焊管
右图：氩气保护的铜焊管

焊缝延迟保护

除了用焊接保护气体保护焊缝正面和用成形保护气体保护焊缝根部之外，对刚结束焊接并且焊枪刚移开的焊缝，在它还处于高温时用气体持续进行保护，以防止其接触空气后被氧化，这种做法的价值正在日益得到体现。在这种场合里，保护气体经由一个拖罩喷出，持续覆盖刚焊完的焊缝。这种方法不仅用于不锈钢焊接，还用在钛、锆、镁、铌等对气体敏感材料的焊接上。这些金属材料极易与氧、氮和氢（空气中的湿气）发生反应。此时，用于不同用途的保护气体：焊接保护气体、根部成形保护气体和拖罩保护气体的组分可以存在差别。

案例：不锈钢钨极氩弧焊

- 焊接保护气体：梅合金保优选型
- 拖罩保护气体：梅合金保氢5型
- 根部成形保护气体：梅管保氢5型



带拖罩的氩弧焊焊枪

Photos: OSCAR PLT GmbH

梅塞尔在中国的服务网络

生产



储存



配送



指导



技术中心——创新之源

梅塞尔在位于德国、瑞士和匈牙利的技术中心研发焊接和切割领域的新技术。这些技术中心为创新项目以及客户演示和培训课程提供理想的条件。

专业的现场咨询——就在您需要它的地点与时机

根据您的特定应用的具体环境，我们会告诉您该如何优化您工艺的效率和质量。结合工艺研发，我们帮助您解决疑难问题和改进工艺。

气体产品库——包罗万象又条理清晰

梅塞尔供应品种广泛的气体产品，而且所提供的服务还远不止气体本身：它涵盖为每个应用挑选合适的气体，清晰的、以应用为导向的产品命名方式，以及不断引入新的混合气体以反映最新技术趋势。

成本分析——快捷高效

我们乐于帮助您分析现有工艺，提供工艺优化方案，为工艺改进提供技术支持，并与初始状态进行比较——因为您的成功就是我们的成功。

培训课程——永远与时俱进

为了充分发挥气体产品的功能，我们为您提供工艺培训，告诉您如何使用这些气体。我们的培训课程形象地揭示了不同保护气体在焊接上的用途，并解释如何安全地操控它们。这也包括气体的储存和如何安全运输少量的气体。当然，信息和针对贵厂实情的培训材料也是服务的一部分。



MESSER

Gases for Life

梅塞尔集团中国总部

Messer China Corporate Office

上海市苏虹路33号

虹桥天地3号楼203室 (201106)

Room 203, Building 3, The hub,

33 Suhong Road

Shanghai, 201106, P. R. C.

电话: +86 21 2312 6666

传真: +86 21 5221 8801

communications@messer.com.cn

www.messergroup.cn