

天然气切割气技术与应用发展

弓燕舞 刘富海 赖元楷
(上海清泰液化天然气有限公司)

弓燕舞等.天然气切割气技术与应用发展.天然气工业,2008,28(8):117-119.

摘 要 天然气切割气具有清洁、高效、使用安全等特点。对天然气切割气性能、生产工艺、供应方式进行了介绍:①与乙炔、丙烷在燃烧速度、爆炸极限等的比较,说明了天然气切割气在清洁、安全等方面的优势。②系统介绍了天然气切割气混合生成及割具改造技术的进展,不同地区、不同需求的切割气用户可选择 LNG、CNG 和管道气等多种天然气切割气供应方式;使用效果表明,天然气切割气可为用户节省约 30% 的切割气成本。③指出了国内在天然气切割气发展过程中需要尽快解决的如气源供应保障、标准化等问题。天然气切割气发展起步较晚,技术利用上仍需不断完善,但其特殊的优势也预示着良好的发展前景。相关技术、政策问题的解决对于天然气切割气的发展起到促进作用。

主题词 天然气 火焰切割 技术 应用

一、切割气发展

相对于激光、等离子等先进切割技术的使用^[1],氧—火焰切割工艺以其投资少、易用性好等特点依然是国内外企业工业切割气的主要选择。其中,氧—乙炔切割又是氧—火焰切割工艺中最为成熟、广泛采用的方法。但是乙炔的原料电石是一种高耗能产品,耗电 3 000~3 500 kWh 和 0.5 t 标准焦碳,得到 1 t 电石。生产 1 t 乙炔要排出 3.5 t 电石渣及 CO、H₂S、SO₂ 等有害气体及污水,而且乙炔在使用过程中存在安全性差、成本高^[2]等不足。为此,工业发达国家在 20 世纪 60 年代后根据各自实际情况相继开发了丙烯、丙烷等燃气替代乙炔作为切割燃料。从 20 世纪 90 年代初起,我国也开始限制乙炔发展,积极推广环保节能工业燃气,并引进了丙烷类切割气技术^[3]。但由于国内油气资源缺乏、丙烷液化气的价格上涨较快、技术发展较慢等原因,替代乙炔切割气的进展较为缓慢。另外,丙烷气密度大于空气,不宜在船舱等密闭场所使用,在一定程度上也影响了丙烷切割气的使用推广。而天然气切割气在其清洁、经济、环保、安全等方面都有一定优势,再加上天然气在能源中比例的提高,也有了气源保障,从而成为替代乙炔的最佳选择。

二、天然气切割气特点

表 1 给出了天然气(主要成分为甲烷)、丙烷和乙炔的物性比较。可以看出,天然气在空气中的爆炸极限范围小,燃烧速度较慢。因此,发生爆炸、回火的可能性比乙炔小,安全性更高。与丙烷和乙炔不同,天然气的密度小于空气(1.29 kg/m³),泄漏时不易在车间或船舱地面形成堆积,大大减少了爆炸发生的可能性。

表 1 天然气与乙炔、丙烷物性比较表

气 体		天 然 气	丙 烷	乙 炔
体积质量(kg/m ³)		0.75	2.0	1.2
空气中的爆炸极限范围(%)		5~15	2.1~9.5	2.5~80
最低发热值(kcal/m ³)		~8 800	22 256	12 600
气体燃烧 耗氧量(m ³ /m ³)	在焊炬中	1		1~1.4
	完全燃烧	2	5	2.5
在氧气中的燃烧速度(m/s)		4.6	3.7	6.9
与氧混合的火焰温度(℃)		1 850~2 540	2 832	3 100~3 350

另外,天然气燃烧效率高、清洁,在生产和使用过程中,不会产生电石渣等污染物。特别是近年来国内外能源价格均出现了上涨,而天然气比液化石油气、汽油、柴油的价格低,且随着西气东输工程的

作者简介:弓燕舞,1976 年生,工学博士;2004 年毕业于上海交通大学制冷与低温专业;目前主要从事天然气能源方面的研究工作。地址:(200127)上海市浦东新区浦建路 145 号强生大厦 1602 室。电话:(021)58713013。E-mail:gongyanwu@ sina.com

建成、LNG 工厂、LNG 接收站的增加,国内天然气供应渠道日趋丰富,使天然气在切割工艺上的大量应用成为可能。利用天然气替代耗能大、成本高的乙炔进行钢材的切割,可以产生较好的经济效益和社会效益。

但是,由于天然气热值和火焰温度均低于乙炔,所以在替代乙炔时会遇到火焰温度低、切割速度慢等问题。为此,往往通过在天然气中添加一定比例的添加剂来提高火焰温度。实践表明,目前国内的天然气已经可以替代乙炔,能够满足切割要求。

三、天然气切割气技术

由于天然气与乙炔、丙烷在物理性质和燃烧特性上存在不同,所以在用作切割气替代乙炔时需要通过添加一定比例(约 1%)的添加剂,并对割具进行改进。

1. 添加剂的添加混合方式

目前国内有多个厂商生产天然气添加剂,并采用了不同的添加方式,主要有:

(1) 加药机形式

将添加剂按照设定的比例向天然气管线内自动加注。使用该种方式的添加剂必须具有良好的挥发性,否则将无法与天然气达到很好的混合,从而影响切割效果。

(2) 加药机+混合罐方式

与(1)相比,本方式在加药机后配置一个混合罐,以达到天然气与添加剂充分均匀混合的效果。

(3) 加药柜方式

在天然气管线上加装一个加药柜,使天然气通过添加柜时,带走挥发性较强的添加剂。与前两种相比,该方式的添加精确度较差,但是设备投资相对较低。

2. 天然气切割气工艺

根据天然气与乙炔气的燃烧性能和气体消耗量分析,天然气耗量较乙炔气耗量大,因此,在采用氧—天然气切割时须改变原乙炔割炬的混合室预热氧喷嘴孔径和射吸管孔径,同时扩大燃料气接头入口孔径,并调整氧与天然气气体比例。又由于氧—天然气火焰的燃烧速度低于氧—乙炔燃烧速度,因此,用乙炔切割炬改制成天然气割炬应加大割嘴的混合气喷出截面积,降低流出速度,使之与火焰的燃烧速度相适应,才能保证良好的燃烧^[4]。

3. 天然气切割气使用效果

目前国内已有上海、舟山^[5]等地的船厂成功使用天然气切割气替代乙炔。表 2 为某厂在自动切割机上采用天然气切割气切割钢板(厚度为 20 mm)的实验数据。

表 2 某厂天然气切割气实验数据表

切割速度 (mm/min)	燃气消耗量 (g/m)	氧气消耗量 (g/m)
500	25	200

经过与乙炔切割比较,发现切割速度相当,但是燃气和氧气的消耗量均有不同程度降低。

四、天然气切割气供应方式

天然气的供应形式主要有管道天然气、压缩天然气和液化天然气 3 种(见图 1)。表 3 给出了 3 种供气方式的特点。

从表 3 可以看出,LNG 由于生产工艺复杂和运输成本较高等原因,销售价格高于管道天然气和 CNG。但是后两者受天然气管网和气源的限制,从而使 LNG 在市场发展中更具优势,是目前船厂切割

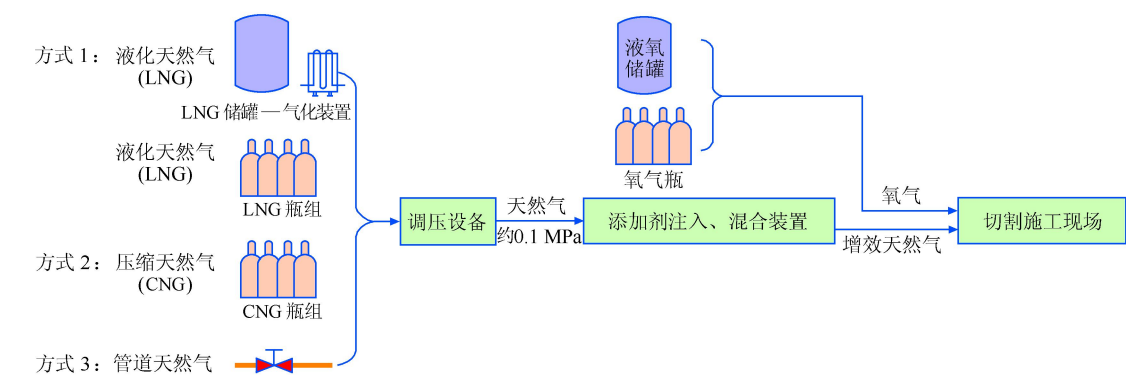


图 1 天然气切割气生成示意图

表 3 天然气供气方式比较表

供气方式	管道天然气	压缩 CNG	LNG
供气条件	适合于天然气管线可以到达的地区	现场无管线,但当地需有 CNG 气源	适合于任何地区
储存条件	无	25 MPa 高压储存	-162 ℃温度下储存(储存压力 0.1~0.3 MPa)
储存设备	—	高压气瓶	低温储罐(钢瓶)
气体单价	3.0~4.0 元/m ³	3.0~4.0 元/m ³	4.0~5.0 元/m ³
备 注	所需设备少,投资小	由于采用高压钢瓶运输,所以运输半径不宜过大,否则很不经济	用气量较大的用户,需要建设 LNG 气化站;小用户可使用 LNG 钢瓶供气,但需有稳定加气点

气的主要选择。LNG 气化站根据规模可以采用气化站和瓶组等形式。前者主要适合于船厂等工业气体大型用户;而对于小型用户,由供气厂商采用瓶装供应更为经济。

经过实际使用效果比较,1 kg 乙炔约可以被低于 1 kg 的天然气切割气所替代,而氧气使用量也可适当降低。目前乙炔的市场价格价格在 16 元/kg 以上,而天然气切割气的价格为 12 元/kg 左右。使用天然气切割气替代乙炔可在很大程度上降低切割气成本。以上海某船厂为例,该厂日消耗乙炔气 1 t,目前使用的是液化天然气切割气,每日可节约切割气成本 4 000 元,再加上氧气消耗量的降低,年节省切割费用约 200 万元。该 LNG 气化站投资也可在 2 年内收回。

五、天然气切割气发展前景与问题

天然气切割气替代乙炔、丙烷会更加安全、可靠、环保,实践证明具有良好的使用效果。但要大力推广天然气切割气,依然会遇到如下问题:

1. 天然气供应的影响

船厂往往位于沿海地区或岛屿,与管道天然气连接困难。而使用 LNG 作为气源,建设 LNG 气化站的初期投资相对较大,且需要一定的场地,使部分船厂特别是已建成船厂在是否采用天然气切割气上裹步不前。

2. 天然气切割气尚无标准

近年来,尽管国内天然气切割气有所发展,但是

还没有相应的天然气切割气标准,在不同价格品质的添加剂面前,用户容易不知所措,从而一定程度上阻碍了天然气切割气的发展。

六、结 论

(1)天然气切割气比乙炔、丙烷更清洁、环保、经济、安全,是切割气发展的方向。

(2)管道天然气、CNG、LNG 这 3 种供气方式各有优势,可根据不同规模、地区的用户而定。其中,LNG 更适合用气量较大的用户。切割气规模为1 t/d 的天然气替代项目并可在 2 年内收回投资。

(3)天然气资源供应、相关政策法规等方面问题的解决将有助于天然气切割气的发展。

参 考 文 献

[1] 梁桂芳.国外造船切割技术发展现状[J].造船技术,1995(8);33-35.

[2] 张文,陈凡.天然气代替乙炔气进行火焰切割[J].特钢技术,1997(3);60-63.

[3] 金文华.LPG 在工业切割上的应用[J].上海煤气,2001(6);30-34.

[4] 杨国辉.氧—天然气切割工艺的研究与应用[J].管道技术与设备,2004(6);31-32.

[5] 徐新.舟山中远船务切割气体改造工程初见成效[J].中国修船,2006(1);26.

(修改回稿日期 2008-07-02 编辑 赵 勤)