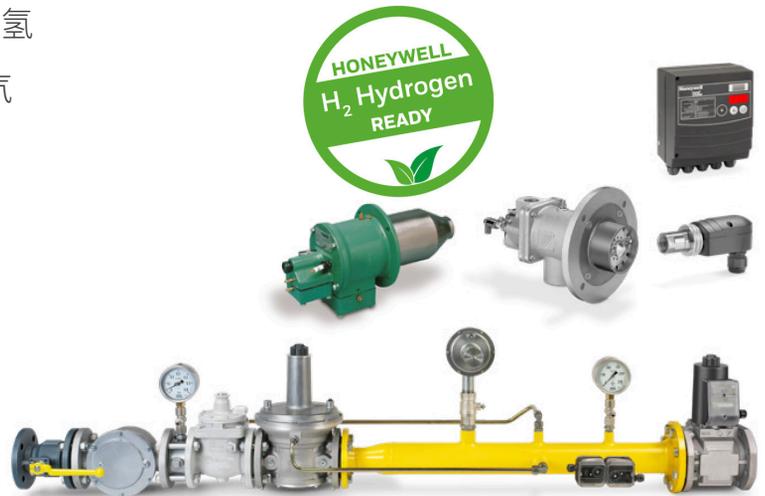


氢气燃烧解决方案

技术信息

- 几乎所有控制部件均适用于100%纯氢
- 多数燃烧器支持浓度高达50%的氢气
- 可用于旧设备的升级改造



目录

目录.....	2
1.氢气的使用.....	3
2.认证.....	4
3.氢气兼容性.....	5
3.1.控制部件和配件.....	5
3.2.燃烧器.....	6
4.气密性.....	7
5.计算标称尺寸.....	8
6.项目规划信息.....	9
6.1 天然气掺氢的燃烧原理.....	9
6.2 改造现有燃烧器系统.....	9
6.3 氢气燃烧器的监控.....	10

1 氢气的使用

随着环保意识的增强，氢气作为绿色燃料的地位日益突出。

霍尼韦尔热能解决方案 (HTS) 能为氢气燃烧过程提供合适的控制部件和燃烧器。

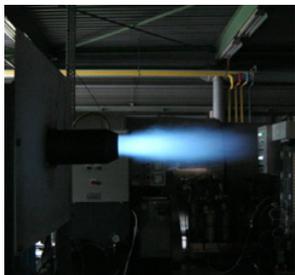
氢是元素周期表中最小和最轻的元素。氢通常以H₂的分子形式出现，是一种无色无味的气体。在某些化学反应中，氢会偶尔以氢原子的形式出现，其反应活性远超H₂分子。氢原子在高压、高温、振动和酸性等条件下会渗入金属内并在金属内部再结合成分子，进而引发氢脆现象。本技术信息公告所载产品能有效防止这一现象。

氢气的密度小于天然气，更容易发生泄漏，比如在连接处。

有关适合氢气燃烧应用的所有控制部件和燃烧器的详细信息，请参见第5页“氢气兼容性”。

有关气密性的更多信息，请参见第7页“气密性”。

使用ThermJet TJ燃烧器（额定功率为213 kW， $\lambda = 1.15$ ）燃烧不同气体的火焰对比



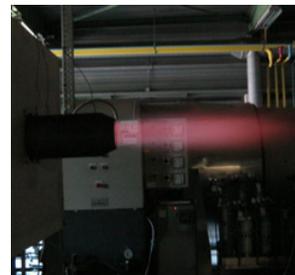
100%天然气



天然气/氢气比为40/60的混合气体



天然气/氢气比为20/80的混合气体



100%氢气

2 认证

现行的燃气器具法规 (GAR) (EU) 2016/426并未提供任何使用氢气进行燃烧测试的依据。

不过，霍尼韦尔正在积极参与并协助CEN TC58（欧洲标准化技术委员会）调整现有标准以涵盖H₂作为介质（如EN 161标准关于安全阀的规定）。

工业热处理设备的现行适用标准ISO 13577和EN 746，或适用于强制通风燃气燃烧器的标准EN 676和ISO 22967均不包含任何关于氢气的参考基准。不过，目前正在就高氢含量的燃料气体进行法规修订讨论。

3 氢气兼容性

3.1 控制部件和配件

类型	名称	100% H ₂
手动阀门和过滤器		
AKT	手动阀	√
TAS	超温切断装置	√
GFK	燃气过滤器	√
调压器		
J78R	燃气调压器	√
GDJ	燃气调压器	√
VGBF	燃气调压器	√
JSAV	安全截止阀	√
VSbv	泄压阀	√
VAR	循环压力控制和泄压调节器	√
GIK, GIK..B	空燃比控制部件	√
GIKH	可变空燃比控制部件	√
电磁阀和蝶阀		
VAS	燃气电磁阀	√
VCS	双电磁阀	√
VAD	带电磁阀的调压器	√
VAG	带电磁阀的空燃比控制部件	√
VAH	带电磁阀的流量调节器	√
VRH	流量调节器	√
VAV	带电磁阀的可变空燃比控制部件	√
VBY	旁通阀	√
VMV	微调阀	√
VMO	测量孔板	√
VMF	过滤器组	√
VGP	燃气电磁阀	√
VG	燃气电磁阀	√
VAN	电磁放散阀	√

类型	名称	100% H ₂
VK	电动阀	√
BVG, BVGF	燃气用蝶阀	√
VFC	线性流量控制部件	√
VR4xx	燃气控制组合	√
VRB	燃气控制组合	√
V4730, V8730	燃气控制组合	√
RV	控制阀	√
压力开关		
DG	燃气压力开关	√
C6097	燃气压力开关	√
C60VR	燃气压力开关	√
DGM, DWR	燃气压力开关	√
点火和监控组件		
UVS	UV 传感器	√
UVC 1	UV 火焰探测器	√
配件		
KFM, RFM	压力表	√
GEH, GEHV	流量调节旋钮阀	√
DH	手动旋钮阀	√
DMG	电气压力计	√
EKO	不锈钢波纹管	√
ES	不锈钢软管	√
GRS, GRSF	单向燃气阀	√

DM和DE适用于氢气比例为20%的燃气。

氢气兼容性

3.2 燃烧器

类型	名称	50% H ₂ *	30% H ₂
ZAI	点火燃烧器	√	√
ZMI (C)	点火燃烧器	√	√
ZKIH	点火燃烧器	√	√
ZIO 40	点火燃烧器	√	√
ZT 40	点火燃烧器	√	√
ZTA	点火燃烧器	√	√
ZTI	点火燃烧器	√	√
BIO, BIC, BLOW, BICW	燃烧器	√	√
BIOA, BICA	燃烧器	√	√
ZIO, ZIC, ZIOW, ZICW	燃烧器	√	√
BIO(W), BIC(W)	带点火燃烧器	√	√
ZIO(W), ZIC(W)	带点火燃烧器	√	√
BIC..MB	燃烧器		
BICR	燃烧器	√	√
GLG, GLA, GLH	用于罩式退火炉的燃烧器	√	√
ECOMAX	自身预热式燃烧器	√	√
ThermJet	燃烧器	√**	√**
Wide Range	燃烧器		√
Uni-Rad-Vilvoorde	燃烧器	√	√
PrimeFire FH (下一代)	燃烧器	√	√
OxyTherm 300	燃烧器	√	√
OxyTherm LE	燃烧器	√	√
PrimeFire 100	燃烧器	√	√
OxyTherm FHR	燃烧器	√	√
OxyTherm Titan	燃烧器	√**	√**
NP-RG	燃烧器	√**	√**
LV Airflo	燃烧器	√**	√**

类型	名称	50% H ₂ *	30% H ₂
Combustifume	燃烧器	√**	√**
HC Airflo	燃烧器	√	√
OvenPak 400	燃烧器		√**
OvenPak 500	燃烧器		√
ValuPak II	燃烧器		√**
UnoPak	燃烧器		√**
MegaFire HD	燃烧器		√**
Kinemax	燃烧器	√	√

* 可应要求提供适合更高氢气浓度的型号

** 燃烧器经过微调或获得批准后，可燃烧氢气体积浓度在指定范围内的燃气。

4 气密性

由于氢气 (H_2) 的分子较小且更小的动力粘度，因此泄漏率不同于甲烷 (CH_4)。

内部和外部气密性须符合 EN 13611 标准

燃气器具须具有适当的气密性，并且空气泄漏率须符合 EN 13611 标准的规定。

标称尺寸	介质	内部气密性 [cm ³ /h]	外部气密性 [cm ³ /h]
DN < 10	空气	≤ 20	
10 ≤ DN ≤ 25	空气	≤ 40	
25 ≤ DN ≤ 80	空气	≤ 60	
80 ≤ DN ≤ 150	空气	≤ 100	≤ 60
150 ≤ DN ≤ 250	空气	≤ 150	≤ 60

若 H_2 浓度 < 10%，则泄漏率符合 EN 13611 标准的规定。

下表为 100% 氢气 (H_2) 的泄漏率：

标称尺寸	介质	内部气密性 [cm ³ /h]	外部气密性 [cm ³ /h]
DN < 10	氢气 (H_2)	≤ 25	
10 ≤ DN ≤ 25	氢气 (H_2)	≤ 80	
25 ≤ DN ≤ 80	氢气 (H_2)	≤ 120	
80 ≤ DN ≤ 150	氢气 (H_2)	≤ 200	≤ 120
150 ≤ DN ≤ 250	氢气 (H_2)	≤ 300	≤ 120

对于使用 100% H_2 或燃气中 H_2 浓度 > 10% 的应用，考虑到氢气的密度较低和更小的动力粘度，无法保证泄漏率符合 EN 13611 标准的规定。因此，必须通过风险评估来验证应用是否适用于氢气浓度 ≥ 10% 的天然气和氢气混合物。

压力开关和调压器的呼吸孔须符合 EN 13611 标准

带隔膜的燃气器具中的呼吸孔（无排气管接头）的设计必须遵循以下原则：若隔膜损坏且燃气入口压力达到最高时，空气逃逸不能 ≥ 70 dm³/h。发生事故时，70 dm³/h 的空气逃逸相当于 100 dm³/h 的天然气 (CH_4) 或 270 dm³/h 的氢气 (H_2) 泄漏率。

爆炸极限

气体混合物	下限 [% v/v]	上限 [% v/v]
H_2	4.0	77
CH_4	4.4	16.5

在使用氢气的应用中，达到爆炸极限下限的速度更快。

流量计算

在由呼吸孔等因素引发的“湍流”情况下，可通过密度比计算流量：

密度比换算系数（以空气密度作为参考值）：

介质	密度 [kg/m ³]	换算系数
空气	1.29	1
天然气	0.81	1.3
H_2	0.09	3.79

调试前必须测试系统的气密性，包括设备本身，以及螺纹和法兰连接处。

5 计算标称尺寸

计算标称尺寸时，可使用www.adlatus.org网站上的在线应用程序。

手动输入氢气或氢气-天然气混合物的适当密度即可。

6 项目规划信息

6.1 天然气掺氢的燃烧原理

天然气-氢气混合物的热值会随着掺入 H_2 体积的增加而显著下降，意味着需要提高流量才能获得相同的热容量。由于氢气的密度较低，沃泊 (Wobbe) 指数的下降幅度反而要小得多，不过燃气压力必须 $\geq 65\%$ 才能获得相同的热容量。天然气的推荐流量范围为20至30m/s，如果氢气掺入，我们更应该关注流速。

氢气的层流火焰传播速度明显高于天然气。然而，天然气掺氢后，很多燃烧器上的可见火焰长度变化却很小。只是高火焰传播速度可能会引起共振并产生噪音，具体取决于燃烧器的设计。

随着掺氢量的增加，混合燃气对助燃空气的需求会下降，也即是说：在现有燃烧系统中掺氢，不会因为燃气过量而引发额外风险。但是，若不改变燃烧器的设置，将会导致高达45%的过量空气，因此须检查燃烧器，确认其能否在掺入更多 H_2 的情况下稳定运行。

随着掺氢量的增加，绝热燃烧温度（亦称“火焰温度”）会随之升高，从而会加剧产生 NO_x ，并且 NO_x 的排放量会呈指数增加，尤其是当掺氢量 $\geq 50\%$ 的时候。鉴于此，我们需要采取额外的措施来减少 NO_x ，比如增加过量空气或选用合适的低 NO_x 燃烧器。

6.2 改造现有燃烧器系统

若在天然气中掺入10-20%的氢气，通常只需调整燃烧器，尤其对于能精确调节空燃比的低 NO_x 的解决方案，调整会更简单。

若掺氢量不断变化，则须额外添加空燃比控制部件。

若掺氢量较高，则必须选择适用的燃烧器类型。

6.3 氢气燃烧器的监控

由于物理原理，电离式火焰检测器无法控制纯氢气或掺氢量 $\geq 95\%$ 的天然气的火焰，只能使用UV传感器。

由于氢气的爆炸极限明显高于天然气，因此检查时需要先关闭（关闭自动截止阀）并吹扫燃烧器之后，逐一检查截止阀和燃烧器之间的气体管路。某些情况下，燃烧器和截止阀之间可能会形成易燃混合物，并且在重新启动燃烧器时在燃气管道中发生回火现象。鉴于此，任何情况下使用氢气，都应将截止阀尽可能靠近燃烧器安装，以最大限度减少潜在易燃混合物的危险。

扫码掌握最新资讯



码上获取专属人工服务



霍尼韦尔热能解决方案

霍尼韦尔热能解决方案 (Honeywell Thermal Solutions) 专注并领跑工业及商业燃烧行业上百
百年，拥有业内领先的创新技术和全价值链产品线，为相关应用提供标准产品、工程定制系
统以及服务等，为广泛的行业应用提供更为安全、可靠、可持续的综合解决方案，满足全球
客户对更加清洁、精准和高效的热量传输需求。

北京办公室

北京市朝阳区酒仙桥路14号兆维工业园甲1号

上海办公室

上海市浦东新区环科路555号

苏州办公室

苏州市工业园区胜浦分区银胜路136号1幢

Honeywell

krom
schroder