成都绿水科技有限公司
地址:成都市高新区府城大道中段 88 号中航城市广场 1408 室　邮编:610041
电话:028-85130135　传真:028-85195416
E-mail: jane1984@cd-greenwater.com
Http://www.cd-greenwater.com

氢气引射器设计之绝热指数的确定

范卫军

在氢燃料电池中，氢气引射器承担着供氢和回收尾气中氢气的重任。氢气引射器以其卓越的性能，如无需电能消耗、回收氢气、无故障等，奠定了自己的优势地位。

氢气引射器的设计中，涉及到许多的物性参数。绝热指数就是其中之一。

高压氢气喷射的过程，可视为绝热过程，其许多状态参数的计算，都必须依赖于绝热指数的确定。对于多种气体的混合物，如循环尾气，同样需要根据实际组分来计算其绝热指数。

根据绝热指数的定义，理想气体的定压比热容与定容比热容之比，即为其绝热指数，也叫比热容比。即：

$$k = Cp/Cv$$

而理想气体的绝热状态方程则为：

$$\frac{P}{\rho^k} = \text{Constant}$$

结合理想气体通用状态方程，可以确定亚临界流速、临界流速和超临界流速下的密度、比容、温度、压力等参数了。

要确定绝热指数，我们还需要知道一个重要的公式-----梅耶方程。

梅耶方程指明，在相同温度条件下，任何理想气体的定压比热必大于其定容比热，且两者的差值恒等于一常数。梅耶方程是研究理想气体热物理性质的重要公式之一，其表达式如下：

$$Cp - Cv = R$$

即，在一定温度下，理想气体的定压比热容与定容比热容之差为气体常数。

这样，已知某温度下气体的定压比热容，就可以计算出相应温度下的绝热指数了。

对于混合气体，则可以根据各组分的摩尔分率，计算出混合气体的摩尔定压比热容，然后就可以求得其绝热指数了。

氢燃料电池循环回收气是氢气、氮气和水蒸气等的混合气体，其绝热指数就可以按照上述方法来计算。

对于在常见温度范围绝热指数变化不大的，也可以按照查表值来使用。下表是常见气体的绝热指数。

成都绿水科技有限公司
地址:成都市高新区府城大道中段 88 号中航城市广场 1408 室　邮编:610041
电话:028-85130135　传真:028-85195416
E-mail: jane1984@cd-greenwater.com
Http://www.cd-greenwater.com

对于实际气体的绝热指数，需遵循不同的方程，将另文进行介绍。

表 2-86　某些有机、无机物气体在 1.01325×10⁵ Pa（1atm）下质量热容比 c_p/c_v[2]

化学式	中文名	英文名	t/℃	热容比 $k=c_p/c_v$	化学式	中文名	英文名	t/℃	热容比 $k=c_p/c_v$
C_2H_4O	乙醛	acetaldehyde	30	1.14	HCN	氰化氢	hydrogen cyanide	65	1.31
$C_2H_4O_2$	乙酸	acetic acid	136	1.15				140	1.28
C_2H_2	乙炔	acetylene	15	1.26				210	1.24
			−71	1.31	HI	碘化氢	-iodide	20～100	1.40
	空气	air	925	1.36					
			17	1.403	H_2S	硫化氢	-sulfide	15	1.32
			−78	1.408				−45	1.30
			−118	1.415				−57	1.29
NH_3	氨	ammonia	15	1.310	I_2	碘	Iodine	185	1.30
Ar	氩	argon	15	1.668	C_4H_{10}	异丁烷	Isobutane	15	1.11
			−180	1.76	Kr	氪	krypton	19	1.68
			0～100	1.67	Hg	汞	mercury	360	1.67
C_6H_6	苯	benzene	90	1.10	CH_4	甲烷	methane	600	1.113
Br_2	溴	bromine	20～350	1.32				300	1.16
CO_2	二氧化碳	carbon dioxide	15	1.304				15	1.31
			−75	1.37				−80	1.34
CS_2	二硫化碳	disulfide	100	1.21				−115	1.41
CO	一氧化碳	monoxide	15	1.404	$C_3H_6O_2$	乙酸甲酯	methyl acetate	15	1.14
			−180	1.41	CH_4O	甲醇	alcohol	77	1.203
Cl_2	氯	chlorine	15	1.355	C_2H_6O	甲醚	ether	6～30	1.11
$CHCl_3$	氯仿	chloroform	100	1.15	$C_3H_8O_2$	二甲氧基甲烷（俗称甲缩醛）	methylal	13	1.06
$(CN)_2$	氰	cyanogen	15	1.256					
C_6H_{12}	环己烷	cyclohexane	80	1.08				40	1.09
CCl_2F_2	二氯二氟甲烷	dichlorodiflu-ormethane	25	1.139	Ne	氖	neon	19	1.64
					NO	氧化氮	nitric oxide	15	1.400
C_6H_6	乙烷	Ethane	100	1.19				−45	1.39
			15	1.22				−80	1.35
			−82	1.28	N_2	氮	nitrogen	15	1.404
C_2H_6O	乙醇	ethyl alcohol	90	1.13				−181	1.47
$C_4H_{10}O$	乙醚	ether	35	1.08	N_2O	氧化亚氮	nitrous oxide	100	1.28
			80	1.086				15	1.303
C_2H_4	乙烯	ethylene	100	1.18				−30	1.31
			15	1.255				−70	1.34
			−91	1.35	O_2	氧	oxygen	15	1.401
He	氦	helium	−180	1.660				−76	1.415
C_6H_{14}	正己烷	hexane（n-）	80	1.08				−181	1.45
H_2	氢	hydrogen	15	1.410	C_5H_{12}	戊烷	pentane（n-）	86	1.086
			−76	1.453	P	磷	phosphorus	300	1.17
			−181	1.597	K	钾	potassium	850	1.77
HBr	溴化氢	hydrogen bromide	20	1.42	Na	钠	sodium	750～920	1.68
HCl	氯化氢	hydrogen chloride	15	1.41	SO_2	二氧化硫	sulfur dioxide	15	1.29
			100	1.40	Xe	氙	xenon	19	1.66