

洁净气体——卤代烷气体 替代物的命名法则与举例说明

公安部上海消防科学研究所 唐祝华

再序

近几年来,各地部分设计院、若干消防支队,以及几家拟新上气体灭火系统工程设计、施工或/和系统组件及气体灭火器生产的气体消防厂商的工程技术人员、领导层的管理人员、用户(甲方)的决策人员等,仍有许多来信、来电和来访,有时都询问同一个问题:即洁净气体——卤代烷的气体替代物的命名和判别方法,为何一种替代物会有若干个称呼,也就是说几个不同的名称或代码为何实际上指的是同一个替代物;还有少数人员在技术交流时甚至在学术论文中出现对替代物的名称和代码张冠李戴的混乱情况。

另外,1997年在我发表的《卤代烷及其替代物的命名法则》一文中,曾提出了我也并不甚明了的一个问题。即该文中的第6节未知符号:对HFC227ea中的ea的确切含义尚不了解,希望知晓者能通过编辑部转告。1998年,我请教了浙江省化工研究院姜维良高工,并收到了姜总的传真解答,在此一并录写下来,编为本文的第7节,介绍给同行们参阅。

虽然本文内容并非什么高新技术问题,但1997年和今年更新发表本文的目的主要还是为我个人节省时间考虑:一旦关心者和提问者有机会看了本文,而且能够基本理解,并能辨别和运用替代物的代码与名称,那么我就省下了许多时间,就不必在一段时期如一个季度内,就同一个问题,去回答十几个电话(消防部队的朋友们通常习惯打电话提问),或者回复十几封信(设计院的同行们通常习惯写信提问)。

原序

近十几年来,随着哈龙替代物从1987年初提到九十年代初陆续推出,关心这些候选哈龙替代物的各种命名法则的人员很多,不仅有气体消防系统的工程设计、施工调试和消防部队的监督管理、工程验收等人员,尚有从事消防教学、科研的人员,编著、翻译、印刷出版有关消防科技书籍、词典、杂志、论文的人员,以及从事消防标准、工程规范和产品检测、生产、营销等专业技术人员、消防同行们,经常有人提出许多中外文献中有

关哈龙及其替代物的各种命名法则的比较与对照,包括其缩写、化学名称、分子式、商标代号等,即如何根据文献中的某一种命名法则的代号数码,就能快速、准确地判定其是哪一种物质等问题。

本文拟根据作者多年的学习和理解,简要介绍几种常用的命名法则及其之间的对照关系,并举例说明为何某种替代物会有几个不同的名称或代码的原由,以供有关专业人员或关心此专业的同行们参考。

1 洁净气体的由来与分类

1.1 由来

保护人类生态环境,包括保护人类赖以补水生存的饮食源的水质,保护人类赖以吸气生存的空气质量等等都很重要,而保护大气臭氧层则系可使人类免于感染皮肤癌等致命病症的关键的预防措施之一,亦是为了子孙万代的健康成长和幸福生活而必须及时办理的重要事务之一。因此,保护大气臭氧层既是我国目前的基本国策,也是当今世界各国的共同责任。

鉴于已在世界各国广泛应用长达半个世纪多的卤代烷灭火剂,诸如哈龙1301、1211、2402等,被发现对大气臭氧层具有明显的破坏作用,因而联合国环境署(UNEP)和世界银行(WB)自1990年以来组织世界各国的环保部门和消防部门的工程技术人员与政府官员极力探索、筛选和研制不破坏臭氧层而且温室效应亦较小的替代哈龙用的气体灭火介质——洁净气体。

1.2 分类

过渡性或永久性替代哈龙的气体、液化气体类的候选哈龙替代物——洁净气体,在国际上通常可划分为如下几类:

HBFC——氢溴氟代烷	PFC——全氟代烷
HCFC——氢氯氟代烷	FIC——氟碘代烷
HFC——氢氟代烷	IG——惰性气体
CFC——氯氟代烷	

卤代烷的各种气体替代物的命名法则主要有:氟里昂、HCFC、FE、哈龙等命名方法。为便于读者阅读本文,易于识别,下文将这几种命名法则的要点,比较对照,以及若干常见气体替代物的多个‘称呼’的由来均作举例解说。

2 氟里昂命名法则

氟里昂(Freon)制冷剂(Refrigerant)的命名法则如表1及表1注所示。该命名法则应用时间较长,应用范围较广,世界通用。氟里昂制冷剂的名称代码由F(常用),或R,或FR(不常用)等字母开头,后加数字组成。

如 F22(CHClF_2) 等。根据这一命名法则, 可以看出: F 之后为二位数的是甲烷的衍生物, 而 F 之后为三位数的则是乙烷和丙烷等的衍生物。

表 1 氟里昂命名法则

自代号左首起的数字顺次	代表分子中某原子的数目
一	碳原子数减 1
二	氢原子数加 1
三	氟原子数

- 注: 1. 氟里昂原系杜邦化学公司的注册商标 Freon 的中译名, 现我国化工书籍均写为氟里昂。
2. 第 1 个数字若为 0 且在首位可省略。
3. 氟为 0 则不省略。
4. B 代表溴原子, 其右下注脚数字代表溴原子数。
5. 不计氯原子数, 氯原子数等于分子中除碳、氢、氟、(溴) 以外尚未满足的原子价数。

3 哈龙命名法则

哈龙, 即 Halon 的中译名, 系国际上对哈龙灭火剂 (Halogenated hydrocarbon Extinguishant) 的统一简称。哈龙命名法则如表 2 及表 2 注所示。该法则由字母 H (或 Halon) 和数字 (多为 4 位数) 组成, 命名科学, 书写简便, 易于记忆。哈龙命名法则的示例如表 3 所示。

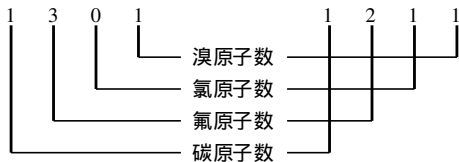
表 2 卤代烷命名法则

自编号左首起的数码顺次	代表分子中某原子的数目
一	碳
二	氟
三	氯
四	溴
五	碘

- 注: 1. 编号末尾是 0 可省略。
2. 编号中不计氢原子数。
3. 氢原子数等于第 1 个数字 (即碳原子数) 乘 2 加 2 再减其它原子数的总和。

表 3 卤代烷命名法则示例

编号	分子式	碳原子数	氟原子数	氯原子数	溴原子数
1301	CF_3Br	1	3	0	1
1211	CF_2ClBr	1	2	1	1



4 哈龙法与氟里昂法的比较与对照

如下页表 4 所示。

氟里昂致冷剂和卤代烷灭火剂 (即哈龙) 不仅在物理性能上相近, 而且以氟里昂致冷剂作原料用热溴化法生产卤代烷灭火剂则是以往世界各国常用的经济、合理的工艺流程。

5 近期兴起的各种新命名法则

5.1 FE 命名法则

FE 可理解为 Fire Extinguishant 等的缩写, 其命名法则类同于哈龙法则, 简便, 易记, 不同点在于其数字前的字母为 FE。例如 FE241 (即 H241 和 HCFC124) 等。

详见下页表 5。

5.2 HCFC 命名法则

这种命名法则包括 HBFC (氢溴氟代烷)、HCFC (氢氯氟代烷)、HFC (氢氟代烷)、CFC (氯氟代烷)、FC (全氟代烷) 和 FIC (氟碘代烷) 等, 其特点是替代物的类名和缩写字母均标出了该物质分子中的所有原子, 不仅适用于哈龙替代物的命名, 亦广泛应用于致冷剂、发泡剂、气雾剂、清洗剂、熏蒸剂等 ODS (耗损臭氧) 物质及其替代物的命名。

HCFC 命名法则的字母表征:

- H—氢原子
- B—溴原子 (但不写作 Br)
- C—(左起第二位) 氯原子 (但不写作 Cl)
- C—(末位) 碳原子
- F—氟原子
- I—碘原子

该法则除前面的字母较多之外, 其它规定包括缩写字母后的数字的确定等均等同于前文的氟里昂命名法则。如 HFC23 即 F23, CFC12 即 F12 等, 详见表 5。

6 综合举例

上述哈龙及哈龙替代物的新、旧各种常用命名法则的比较、对照和综合举例详见表 5。

7 ea 和 fa 的具体含义

HFC-227ea 和 HFC-236fa 中的 ea 和 fa 都是二个字母。

7.1 第一个字母代表中间碳的结构, 用 a、b、c 的顺序表示中间碳各原子量之和从大到小降低的序号:

表 4 卤代烷法与氟里昂法对照表

化学名称	英文名称	化学式	卤代烷法	缩写	氟里昂法
三氟一溴甲烷	Bromotrifluoromethane	CBrF ₃	1301	BT M	F13 B ₁
二氟一氯一溴甲烷	Bromochlorodifluoromethane	CBrClF ₂	1211	BCF	F12 B ₁
四氟二溴乙烷	Dibromotetrafluoromethane	CBrF ₂ · CBrF ₂	2402	DTE	F114 B ₂
三氟一氯甲烷	Chlorotrifluoromethane	CClF ₃	131*		F13
二氟二氯甲烷	Dichlorodifluoromethane	CCl ₂ F ₂	122*		F12
二氟一氯甲烷	Chlorodifluoromethane	CHClF ₂	121*		F22
二氟二溴甲烷	Dibromodifluoromethane	CBr ₂ F ₂	1202	DDM	F12 B ₂
氯溴甲烷	Chlorobromomethane	CH ₂ ClBr	1011	CB	F30 B ₁
溴甲烷	Methyl bromide	CH ₃ Br	1001	MB	F40 B ₁
四氯化碳	Carbon tetrachloride	CCl ₄	104	CT C	

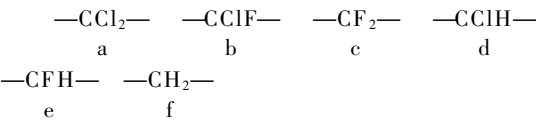
注: 带* 者属氟里昂类致冷剂, 不作灭火剂用。

氢原子数的计算: 1301: 1×2+ 2- (3+ 1) = 0

1011: 1×2+ 2- (1+ 1) = 2

表 5 卤代烷及卤代烷替代物各种命名法则对照与综合举例

物质代码 (三种哈龙之后 为 HCFC 的命名法则)	化学名称	商标代码	缩写代码	氟里昂 命名法则	卤代烷 命名法则	FE 命名法则
H 1301	三氟一溴甲烷	哈龙 1301	BT M	F13 B ₁	H1301	FE1301
H 1211	二氟一氯一溴甲烷	哈龙 1211	BC F	F12 B ₁	H1211	FE1211
H 2402	四氟二溴乙烷	哈龙 2402	DTE	F114 B ₂	H2402	FE2402
HBFC 22B ₁	二氟一溴甲烷	哈龙 1201		F22 B ₁	H1201	FE1201
HCFC 22	二氟一氯甲烷	R22		F22	H121	FE121
HCFC 123	三氟二氯乙烷	R123		F123	H232	FE232
HCFC 124	四氟一氯乙烷	FE241		F124	H241	FE241
HFC 23	三氟甲烷	FE13	TFM	F23	H13	FE13
HFC 125	五氟乙烷	FE25	FFE	F125	H25	FE25
HFC 236	六氟丙烷	FE36		F236	H36	FE36
HFC 227	七氟丙烷	FM200	SFP	F227	H37	FE37
HFC 134	四氟乙烷	R134	TFE	F134	H24	FE24
CFC 11	一氟三氯甲烷	R11		F11	H113	FE113
CFC 12	二氟二氯甲烷	R12		F12	H122	FE122
FC3-1-10	十氟丁烷	CEA410	TFB	F3-1-10	H4-10	FE4-10
FC5-1-14	十四氟己烷	CEA614		F5-1-14	H6-14	FE6-14
FIC 13I ₁	三氟一碘甲烷	Triodide	IT M	F13 I ₁	H13001	FE13001



7.2 第二个字母代表两边碳的对称性, 用 a、b、c 的顺序表示两边碳的各原子量之和的差值从小到大升高的序号, 即表示对称性从大到小的趋势。

例 1:

HFC-227_{ea} 的分子结构为: CF₃—CFH—CF₃;

其中间碳为—CFH—, 按照 7.1 的命名原则, 该分

子结构的 HFC-227 的后缀的第一个字母应为 e; 而其两边碳均为—CF₃, 两边碳的各原子量之和相等, 即其差值等于零, 最为对称, 其实该分子结构的 HFC-227 并没有第二种排列方式; 按照 7.2 的命名原则, 该分子结构的 HFC-227 的后缀的第二个字母应为 a。

因此, 分子结构为 CF₃—CFH—CF₃ 的卤代烷替代物应写为 HFC-227_{ea}。

例 2:

HFC-236_{fa} 的分子结构为: CF₃—CH₂—CF₃;

(下转第 27 页)

续表 1

原始数据						终端压力计算结果		
项目	管段号	始端压力 PSI	管长 ft	管径 in	流量 GFM	原计算结果 PSI	新程序计算结果 PSI	相对误差 %
	20	479	27.7	2.5 40T	9942	469	469	0
	喷头 1	469	27.7	1.5 40T	4971	443	444	+ 0.2
	21	479	39.8	2.5 40T	9694	473	467	- 1.3
	喷头 2	473	17.7	1.5 40T	4847	448	449	+ 0.2
	22	496	34.5	2.5 40T	9771	488	484	- 0.8
	喷头 3	488	38.8	1.5 40T	4863	457	455	- 0.4
	喷头 4	488	33.6	1.5 40T	4808	460	459	- 0.1
B	1	1018	38	0.5 40T	631	964	971	+ 0.7
	2	964	6.8	2 80T	631	967	966	- 0.1
	3	967	5.3	2 80T	1262	967	968	+ 0.1
	4	967	5.3	2 80T	1893	967	968	+ 0.1
	5	987	5.3	2 80T	2524	967	968	+ 0.1
	9	966	5.3	2 80T	5042	967	967	0
	10	965	62.1	2 80T	10706	894	905	+ 1.0
	11	894	10.8	3 80T	21451	892	888	- 0.5
	12	892	95.5	4 80T	41641	861	851	- 1.2
	13	861	13.2	4 80T	41641	856	857	+ 0.1
	14	856	2	4 80T	41641	856	857	+ 0.1
	18	437	55	3 40T	16526	425	418	- 1.5
	19	425	35.1	3 40T	14810	416	415	- 0.1
	20	416	22.1	2 40T	7018	403	405	+ 0.5
	21	403	24.3	1.5 40T	4503	382	383	+ 0.3
	喷头 1	403	24.3	1.5 40T	4503	382	383	+ 0.3
	喷头 2	403	26.5	1.25 40T	2515	391	391	0
	23	416	30.1	2 40T	7792	380	379	- 0.2
	喷头 3	395	24.3	1.5 40T	4005	380	379	- 0.2
	喷头 4	395	26.5	1.5 40T	3785	381	380	- 0.3
	24	425	21.1	1 40T	1716	406	402	- 1.0
	喷头 5	406	11.7	0.75 40T	881	397	394	- 0.8
	喷头 6	406	31.7	0.75 40T	836	383	375	- 2.0
	32	392	58.4	0.5 40T	345	357	348	- 0.2
	喷头 7	357	1.5	0.5 40T	345	357	356	- 0.1
C	1	1018	38	0.5 40T	739	943	952	+ 1.0
	2	943	6.8	2 80T	739	947	945	- 0.2
	4	947	53.2	2 80T	2955	942	945	+ 0.3
	5	942	5.2	2 80T	3694	942	943	+ 0.1
	9	908	50.6	3 80T	18469	902	891	- 1.2
	12	447	55	3 40T	16913	423	427	+ 0.9
	13	423	31.8	2 40T	8457	389	389	0
	16	399	23.8	1.5 40T	4228	386	382	- 1.1
	喷头 1	386	8.0	1.5 40T	4228	380	381	+ 0.2

从上表可见,用我们提出的沿程损失计算方法计算得到的结果和外国公司的设计计算书中所给出的数据相对比,二者对不同管径和管长的所有管段的计算结果几乎完全相同。通过大量对比计算可以认定:除极个别数据的相对计算误差达到 3.5% 外,绝大多数数据的相对计算误差在 1.2% 以内。如果假定外国某公司的设计计算数据完全准确时,从实用角度讲,我们提出的设计计算方法也无需再进行实验验证,完全可以直接应用于实际工程设计中。

3 结束语

我们根据理论研究独立开发并具有自主知识产权的 IG-541 灭火系统的沿程损失计算方法是非常准确的。它完全打破了 IG-541 灭火系统设计计算方法被个别外国公司所垄断的局面,不仅为我国快速发展 IG-541 灭火系统奠定了坚实的技术基础,而且为我国建设单位参与国外工程竞标提供了技术保证。

根据当前国内外的实际情况,目前还不宜公开发表这一计算方法的具体内容。但是,为了加速推广 IG-541 灭火系统的应用和大幅度提高我国企业在此领域中的市场占有率,我们愿与 IG-541 灭火系统的生产及设计单位合作,并欢迎需要这一技术的单位直接和我们联系。

地址:天津市华苑产业区火炬大厦 邮政编码:300384 电话:022- 23384845

(上接 30 页)

其中间碳为—CH₂—,按照 7.1 的命名原则,应当用 f 代表分子结构为 CF₃—CH₂—CF₃ 的替代物 HFC-236 的后缀的第一个字母;同第一例的道理,可以认定其后缀的第二个字母亦应当写作 a。

因此,分子结构为 CF₃—CH₂—CF₃ 的卤代烷替代物应写为 HFC-236fa。

由于多年来部、所、学会等给我的科研项目和管理业务的分量都太重,而且相当杂乱,因而原学专业有点荒疏和淡忘了。请愿读此文的化学化工专家特别对本文第 7 节的不当之处给予指正。