

中国石化总公司在线质量分析
仪 表 研 讨 会

过程分析仪讲座资料

BENKE INSTRUMENT&ELEKTRO GMBH&CO.

(Ⅲ 后续部分)

奔克公司

兰炼自动化研究院译

中国石化总公司自动化科技情报站
一九九三年·兰州

4、5、5 提要/信息(提给投标者使用的)

在每一个国家在有爆炸危险的区域中使用电气设备都是由工厂监督部门按照公法管理的,都规定了标准的(二级防爆措施)或者用公认的安全技术(一级防爆措施)。

对于烃加工工业中,此处纯物质,加工得到的气体混合物,或者加工得到的液体混合物的蒸汽可与空气中的氧的混合物是可燃的,但是到今天为止,关于防爆而言还未有世界性的统一认识。

对于二级防爆措施自1978年起有一个有限的国际标准(地区性限制)它是由CENELEC(电气标准委员会)建议,将欧共体成员国的法律加以协调后制定的。已经协调到,被引入有关国家的政府文件中(在德国为DIN EN)。在形成欧洲标准过程中,也考虑了有国际意义的IEC技术委员会的建议(IEC,国际电工协会,TC31负责电气设备的防爆。图4、5-1所示为这些机构的相互关系。

不久便可期望,今天仅在德国采用的一级防爆措施,定义为ExV将会被欧洲标准平等地采用。在这种情况下,欧共体成员国将协调这些措施并为成为各国的国家标准。

德国的有关防爆规则的主要要求是以CENELEC建议为基础的,即ExV(在危险地区电气安装法令01, 07, 1980, 中的有关法律条文和一般规定),达成的结果为:

*爆炸危险区域region(封闭的空间或露天)按区Zone分类(区的次分subdivision或分区,见IEC79-10),它是按照位置在出现危险性爆炸大气的机率来划分的,也就是说,空气和可燃性气体、蒸汽和雾的停滞的混合物的一个危险数量,(大约为10升)它在大气条件下引燃后便能使燃烧散布出去(爆炸)。

*人们所谓的一级防爆措施是指应用普遍认同安全技术规范去防止或限制,生成危险数量的能爆炸的大气的各种措施,

*限制数量或浓度

例子:在管件或设备的外面,由于可能渗漏而生成爆炸性大气便可用通风和监视气体来防止之(门槛为爆炸低限的50%)典型应用:以气吹拂分析器防护罩内部并同时保持稍许正压,以排除四周含烃大气引燃。

·用惰性气充压以监视设备内部的氧含量。表4、5、5-1列出了惰性气的最低克分子比(对氨气和空气而言)的信息。

表4、5、5-1 在大致为20℃ 及1巴的总压下使可燃气体或
蒸汽惰性化的极限值。来源-ExRL

可燃物质	部分惰性化				全惰性化	
	氧浓度极限(分子分数), 在以下述惰性组分使物质 /空气混合物惰性化 N ₂ CO ₂		惰性气(N ₂ 或CO ₂)与 空气(A)的最小克分 子比(加入任何可燃 物质均保证安全		惰性气(N ₂ 或CO ₂)与 可燃物质(B)的最小 克分子比(加入任何 量空气均保证安全	
	C最大 O ₂ [%]	C最大 O ₂ [%]	N ₂ /A —	CO ₂ /A —	N ₂ /B —	CO ₂ /B —
	1	2	3	4	5	6
苯	11.2	13.9	0.79	0.45	21	13
丁二烯	10.4	13.0	0.89	0.51	19.5	13
丁烷	12.1	14.5	0.7	0.39	17	9.5
环丙烷	11.7	13.9	0.75	0.45	15.5	8
乙烷	11.0	13.3	0.82	0.49	13	7.5
乙烯	10.0	11.7	1.0	0.67	16	9
乙撑氧	—	—	—	—	17.2	15.5
己烷	12.1	14.5	0.72	0.41	25	14
一氧化碳	5.4	5.4	2.13	1.13	4	2.2
甲烷	12.1	14.6	0.61	0.34	6	3.3
戊烷	11.6	14.4	0.75	0.41	22	12
丙烷	11.8	14.2	0.75	0.43	15	8
丙烯	11.5	14.1	0.75	0.43	14.5	8
汽化器燃料	-11.8	-14.5	-0.72	-0.41	-24	-14
氢	5.0	5.0	3.0	1.56	17	10

注:乙撑氧-Ethylene Oxide

这两种防护措施均无实施标准。所以要在工厂(如炼厂)操作人员和其工厂检查监督部门之间寻求共识。

*当无法实施上述的初级防爆措施时, 人们宁愿采用二级防爆措施, 即是在同时存在危险性可爆大气及有效的引火源采用二级防爆。人们又按以下原则细分这些措施。

**防止引燃危险性大气的措施

***避免火花, 电弧, 能引起点燃的温度。

EEx "i" 本质安全型

EEx "e" 增加安全度型

***排除由已存在的火花, 电弧或温度而点燃

EEx "o" 油浸

EEx "q" 充粉末

EEx "m" 包胶 encapsulation

EEx "p" 使设备处于正压下(不允许使用在含可燃物质的分析器中)。

**防止机壳内的爆炸传到四周可爆炸的大气的措施。

***EEx "d" 防爆(隔爆)机壳。

当被分析的物质被加热到其闪点温度以上时, 防点燃措施还要求在所有进入或引出机壳的管线上都装批准使用的阻火器(隔火栓)。

在欧洲标准中, 有这些二级防爆艺术(art)的详细说明。到现在为止还没有一个经协调一致的在爆炸危险区域中安装电气设备的标准。所以在德国, 能用的国家标准为:

DIN 57165/VDE0165

该标准详述了:

——一般要求

——有关触点保护和电位平衡的细则

——保护电路和监视设备

——使用的电缆和电线

——有关本质安全电路的安装要求

——对冷凝器、加热器, 灯光, 开关设备和就地设备的单独定则

——对安装在0区(Zone 0)的要求

——技术安全特性

*二级护爆艺术的电气设备只有在经认可的测试机构颁给样机测试证书(合格证)后才能投入使用。

例外:

——对仅暴露于低于其额定绝缘温度下的电缆和电线(可是不能是加热电缆),亦即低于气体,蒸汽和云雾的点燃温度。但是这一例外情况不适用于进入EEx“d”和EEx“e”型机壳的电缆(电缆垫料压盖衬套),它们需经批准。

——电气性质数据(电容,电感)及自行发热性质是已知的,本质安全电路中的无电源的无源(Passive)电气设备。电气设备—电缆和电线除外—只能在40℃以下的环境温度下使用。

——电压 ≤ 1.2 伏,电流 ≤ 0.1 安,热能 ≤ 2 微焦耳或加热电力 ≤ 25 微瓦的电气设备。

经认可的测试机构:

——INIEX(比利时)

——DEMKO(丹麦)

——CERCHAIR LCIL(法国)

——BASEEFA SIRA(大不列颠,即英国)

——LOM(西班牙)

——PTB(德国)

设备的制造者保证(用一个中有Ex的六角形记号)此设备与已经获得样机测试证书(合格证)的完全等同。(此规定不适用于在2区Zone 2中使用的设备,因为现在对此尚缺乏详细的结构规定)。

未来的结果会怎么样?

很显然,由于带有众多的各种电气组件,经批准的分析仪和整个分析系统的制造厂必须按照他所在地和地区的标准进行生产。我们的情况便是欧洲标准(EN)和协同的国家标准(DIN, EN)。这一点很重要,因为欧共体以外的许多地点还没有详细的国家标准,而宁愿采用按EN标准批准的电气设备。

于是买方必须决定报价规格,如果

*他宁愿采取一级防爆(这并不排斥对某些安装在充惰性气的机壳外的设备项仍按照二级防爆标准的防点燃型发货。

*或者他宁愿采用按照二级防爆标准制作的典型设备,他也许会要求供应已经有样机测试证书(合格证)的设备。在这种情况下他必须接受的一点是制造商发出的元件和设备是满足迄今能找到的欧洲标准的那些设备和元件。(对结构类型和安装方法均为如此)。

自然买方仍有可能(由他自行负责)摒弃某些标准条款而解除制造商从交付“经批准的”设备的责任。

如果买方喜爱二级防爆措施,则它必须为报价者作出某些让步,这是由于经济方面的理由,人们以相应的应用领域对电气设备分类,人们按照以下情况来区别应用在爆炸危险区域中的电气设备:

——适用于所规定的区Zone的组别Division

——爆炸类别Group

——温度级别Class

区别代表最大要求的归纳并且对正确选择足够的防爆措施是极为重要的。

*区的分组 Zone Subdivision

对一个设备制造商而言,这意味着他的设备是在以下各区使用的

——2区, Zone2: 操作上不预期会有引燃源

——1区, Zone1: 除了2区的条款之外,要避免由于操作干扰而引起的引燃源

——0区, Zone0: 除了1区的条款之外,要避免由于因稀有(rare)操作干扰而引起的引燃源;在0区中,仅允许使用本质安全型EEx“i”设备。

如在开头已解释过的,爆炸危险区是以区的细分来限定的。在4、5、3节中已给出了区的含义。

过程分析的例子:

——取试样的地点

——试样返回到过程的地点

——分析器和分析器防护室四周的环境

——分析器防护室内部的情况

——在大气中敞口的油罐(试样回收罐中的物品)

关于应该是哪一区Zone决策(决定爆炸危险程度)要由加工厂的安全专家和/或它的工厂监察部门决定的。决策准则为:

——欲分析的物质性质

——操作条件/加工状态

——物质的安全技术特性

——地点和操作关系,空间关系

——物质的密度(大多数可燃气体/蒸汽-空气混合物都比空气重(例外:乙炔,乙烯,甲烷,氢,一氧化碳,氢))

——液体的闪点温度

——最大的预期释放量(>10 升气体?)

*爆炸类别(Group)

可燃气体/蒸汽的分类,是以爆炸类来划分的,它分为两部分:

**按照DIN EN 50014/VDE 0171第1部分,人们按以下来区分电气设备的类别:

第I类 Group I:应用在疑有着火矿井瓦斯的矿场上的电器(本文不讨论)。

第II类 Group II:应用在矿场外面的爆炸危险区的设备。

**按照DIN/VDE 0165(结构规则)

对上述第II类又可细分为:

——依据试验得到的安全缝隙宽度(即透过按照EN 50018 EEx “d”防爆机壳的气体/蒸汽的渗透率)来细分可燃气体/蒸汽。它就是“最大的试验安全间隙(MESG, Maximal Experimental Safe Gap)

例子:

爆炸类	间隙宽度 毫米	MESG 毫米
11A	>0.9	$0.9 < \text{MESG}$
11B	$0.5 - 0.9$	$0.5 < \text{MESG} < 0.9$
11C	<0.5	$\text{MESG} < 0.5$

——按所谓的最小点燃电流(MIC—Minimum Ignition Current)
来细分，即本质安全防爆EEx “i” 的由火花点燃的可能性

物 质 类 型	最小点燃能 [毫瓦秒]	爆炸类别	测试气体
CH ₄ 甲烷	0. 28	11A	丙 烷
C ₃ H ₈ 丙烷	0. 26	11A	
C ₄ H ₁₀ 正丁烷	0. 25	11A	
C ₅ H ₁₂ 环己烷*	0. 24	11A	
C ₆ H ₁₂ 环己烷	0. 22	11A	
C ₆ H ₆ 苯	0. 20	11A	
C ₄ H ₆ 1-3 苯丁二烯	0. 13	11B	乙 烯
C ₂ H ₂ 乙炔	0. 018	11C	氢
H ₂ 氢	0. 019	11C	氢
CS ₂ 二硫化碳	0. 009	11C	氢

*原文为C₅H₁₂ nHexane 疑有误一存疑 译者注

对上述分类，适用以下标准：

	按 DIN/VDE 0165	11类 按 DIN/EN 50014	测试气体
爆炸类*	11A	A	丙 烷
爆炸类	11B	B	乙 烯
爆炸类	11C	C	氢

*EX group

按照可选用的数据(DIN/VDE 0165)，的炼厂的传统产品的类别
和分级(Subdivision)如下：

	Ex Group. 爆炸类
奥托 Otto燃料 / 汽油	IIA
苯	IIA
柴油	IIA
喷气燃料	IIA
取暖用油 EL, L, M, S	IIA

来源: DIN VDE 0165 1991, 2月, 附录A

*温度级别

点燃点(Ignition Point)-DIN 51794-是物质在炽热物体上点燃的趋势的一种度量。也就是说, 这是一个最低温度, 在此温度下, 一个与空气混合的可燃物质在无外部引火的条件便能点燃的。人们就称此点为点燃温度。矿物油烃类约在150℃到650℃的范围内点燃。

点燃温度并不是一个物理化学常数, 可是是一个很重要的数值, 它依赖于某些条件。按照DIN/VDE 0165, 可燃性气体/蒸汽是按照它们的所谓的点燃温度的次序来分等的。在最高环境温度为40℃及正常的大气条件下(在较高的压力下, 点燃温度会下降), 可用下表。

温度级别	允许的最大表面 温度 ℃	雾 / 气体 / 蒸汽的 点燃温度
T1	450	高于允许的极限温度
T2	300	
T3	200	
T4	135	
T5	100	
T6	85	

例子:(来源:Nebert / Schon表格手册)		
物 料	温度级别	点燃温度, ℃
二硫化碳	T6	95
乙醚	T4	170
汽油, 喷气燃料	T3	220
奥托燃料	T3	220
柴油, 取暖用油	T3	220
乙炔	T2	305
氢	T1	560

*另外，还要向报价人/制造商申述以下事项：

**由于也许要用阻火器，欲分析的物质闪点温度。

**预期的安装技术(供电，信号线)

——电缆/电线是否装在密闭的管子中(导管系统)?

——电缆/电线是否装在敞口槽中?

——它们是否直接接到一个EEx “d” 阻火器中。

——或者它们是经由一个EEx “e” 型预燃室(antechamber)
接入

——使用的电缆/电线类型的结构信息(导体种类，内/外绝缘类型)

——电缆尺寸信息

有了这些详细信息，报价者便能向客户提供合适的连接技术。

安全技术特性

在有关防爆国家和/或标准中，规定了安全技术指标。这些指标不是物理常数，代之的是由试验查明的物质性质的定量说明，用它们来判断这些物质的危险程度。它们是从安全技术观点来对物质加以分类：

依据的标准有：

— VbF

— IEC 79/12

— DIN-VDE 0165

而对以下特性我们给出了有关的参考表

— 沸程(馏程)从初馏点到终馏点

— 密度(15℃时的液体密度)

— 闪点温度

— 空气中的爆炸极限(爆炸低限LEL，爆炸上限UEL)，体积%

— 点燃温度

— 温度级别(Class)

— 爆炸类别(Group)

用一个例子来说明汽油(奥托燃料)的安全技术特性的信息内容：

— 馏程：20℃(初馏点)，馏出95%体积，为200℃

- 密度: 0.72到0.785a与类型(牌号)有关 - 夏用 / 冬用。
- 闪点温度: -20°C
- 爆炸极限: 0.6到0.8体积%
- 点燃温度: 220°C
- 温度级别: T3
- 爆炸类别: 11A

4、5、6 充惰性气系统的微机控制

引言

在有可能存在爆炸性大气的地点，充惰性气是一种一级防爆措施。如果能消除爆炸性气体，那么便不会发生爆炸危险。吹惰性气的目的是用一种惰性气包围可燃物质的潜在源头以消除可爆炸大气的存在，而且始终保持这种条件，从而排除能引起爆炸足够的氧或空气。从显而易见的实际理由，这一般在密闭的机壳内进行。当用惰性气吹扫机壳来降低其中的氧含量时，那么始终要使该物质保持在其爆炸低限之下。对于全惰性化而言，惰性气对可燃气体的体积分数必须大于25%，在这一比例下，如4、5、5中图4、5、5-1所示甚至在无限量的空气与(稀释)的气体或蒸汽混合时也不会形成爆炸大气。实施全惰性化要伴随严格的监视。部分惰性化比较实际，从图可以看出这只要使氮对空气的比率保持在规定的极限之上。以下的讨论叙述部分惰性化的方法，即如何去满足这些要求。

在使用惰性化防爆方法时，不可避免地要假设一种情况，即要对设备进行以下保护监视：

- 惰性气的浓度、压力、吹扫量，漏损

- 监视氧浓度(N₂中的O₂)

对这些监视而言，必然要有一些保证安全的措施和设施。

- 报警

- 紧急关停功能(如冷却/关掉炽热的表面)

- 按与时间动作的联锁作用

- 规定的启动程序

诸稿以下的内容是推敲一个如图4、5、6-1所示的机壳的内部部分惰性化系统的设计问题

此机壳是以将防爆和环保综合一起考虑的。

关于惰性化周期的考虑

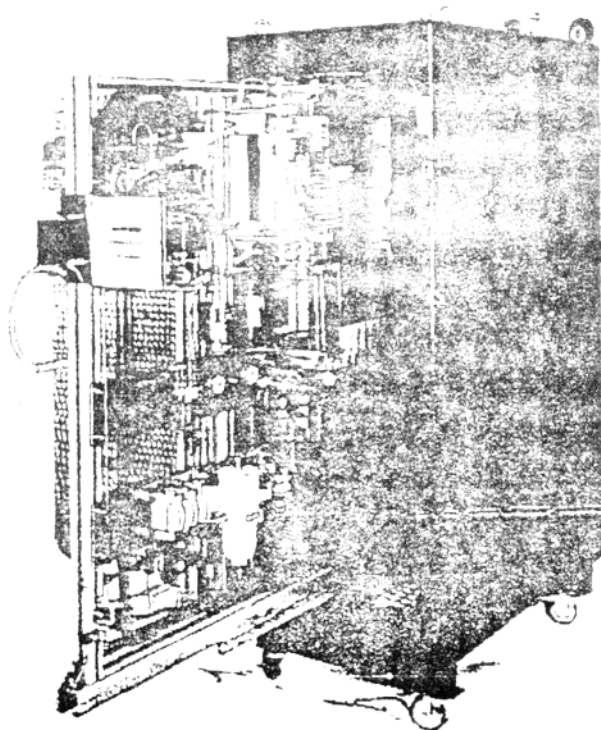


图4、5、6-1

惰性化的基本原理是用足量的氮(或其它惰性气)来稀释机壳内部的空气以防止在任何情况下燃烧。例如可以这样做,即用氮反复使机壳充压,待到达大气压力时,将气体混合物排出。此种压力一周期循环法有其简单一面的好处。另一种替代方法可以是降压,最有可能采用的便是水蒸汽抽吹文丘里喷,然压再用氮气充压方式提高其压力。这一种方法有两个明显的优点。第一,从较低的压力开始,稀释的百分比比较大。第二,这方法可使有可能于窝积氧气的空间都被打开(即都被抽掉空气)。不论那一种方法,在经过一定的充压和释压周期后都要将机壳内的氮气压力降低到一个指定的水平。

在计算充压和释压周期,以达到一定的除氧程度,必须了解气体

定律。对一个 n_1 克分子的空气 ($M_1 = 29.0$ 克/克分子) 和 n_2 克分子的氮气 ($M_2 = 14.007$ 克/克分子)*, 有:

$$n_1 + n_2 = PV / R_g T$$

式中

P = 压力 [千帕]

V = 体积 [升]

R_g = 气体常数 [焦耳/克分子 K]

T = 温度 [K]

在标准状态下:

$P_s = 101.325$ [KPa]

$T_s = 273.15$ [K]

$R_g = 8.31441$ [J/mol K]

一个克分子气体的容积为:

$$V_g = R_g T_s / P_s \\ = 22.414 \text{ [升/克分子]}$$

于是可以这样表示气体定律

$$n_1 + n_2 = V / V_g \text{ [克分子]}$$

对于惰性化而言; 感兴趣的是比率

$$r = n_2 / n_1$$

这决定了混合物中氮气对空气的比率。对要使其惰性化的机壳的初始克分子分数可以这样决定,

$$n_1 = PV / R_g T$$

$$n_2 = 0$$

*(原文为 14.007, 似为 28.014 之误—译者)

$$\text{因而: } r = n_2 / n_1 = 0$$

在充压和释压循环中, 共有两种不同的物理条件。在充压过程中, 空气的克分子数保持不变, 在释压过程中, 氮气对空气的比率保持不变。这些关系可用数学式表示之:

第一种情况: 压力由 P 充至 P' (假定 V 和 T 不变)

$$n_1' = N_1$$

$$n_1' = P'V / R_s T - n_1$$

$$r n_1' = n_1' / n_1'$$

第二种情况：压力由P降至P'（假定V和T不变）

$$n_1' = (P'V / R_s T) [1 / (1 + r_s)] = [n_1 / (n_1 + n_2)] n_1'$$

$$n_2' = (P'V / R_s T) [r_s / (1 + r_s)] = [n_2 / (n_1 + n_2)] n_1'$$

$$r_s' = n_2' / n_1'$$

式中：

$$n_1' = P'V / R_s T$$

在每一步后都可以计算出一个新的

$$r = n_2 / n_1$$

这一比率在释压时保持不变。表1中列有一个惰性化过程的计算结果的举例。这一过程包含了几次充压和释压过程。第一周期开始时都将压力释至比大气压力低2KPa，然后将压力升至比大气压力高2KPa，然后又释压到大气压力。然后便可开始另一循环，一直到空气的克分子浓度达到所要求的最低值为止。在表1中给出的简单的计算机程序是为执行上述气体计算编制的。表2所列的为上述真空/压力循环的结果的列表。这些表中也列出了所用的氮气量和除去的气体量。图4、5、6-2所示为氮气对空气的克分子比的结果。从此图可以看出，连续使用这种循环方法，便可使氮气分数增加到任一要求的数值上。

仪表配置

全惰性化系统的仪表配置必须要能够测量及监测维持惰性大气的关键环境条件，它必须能够执行诸如为防止危险大气与炽热表面接触所需的关停功能，而且它必须使某些动作联锁起来，而使惰性化系统能安全操作，如将外壳专意打开通大气。在起动和停止惰性化系统时都要采取这些措施。

图4、5、6-3为建议的一种基本仪表配置方案，它包括了阀门、执行机构和测量设施

图 4.5.6-2 氟气对空气的克分子比

Figure 4.5.6-2
Molar ratio of nitrogen to air

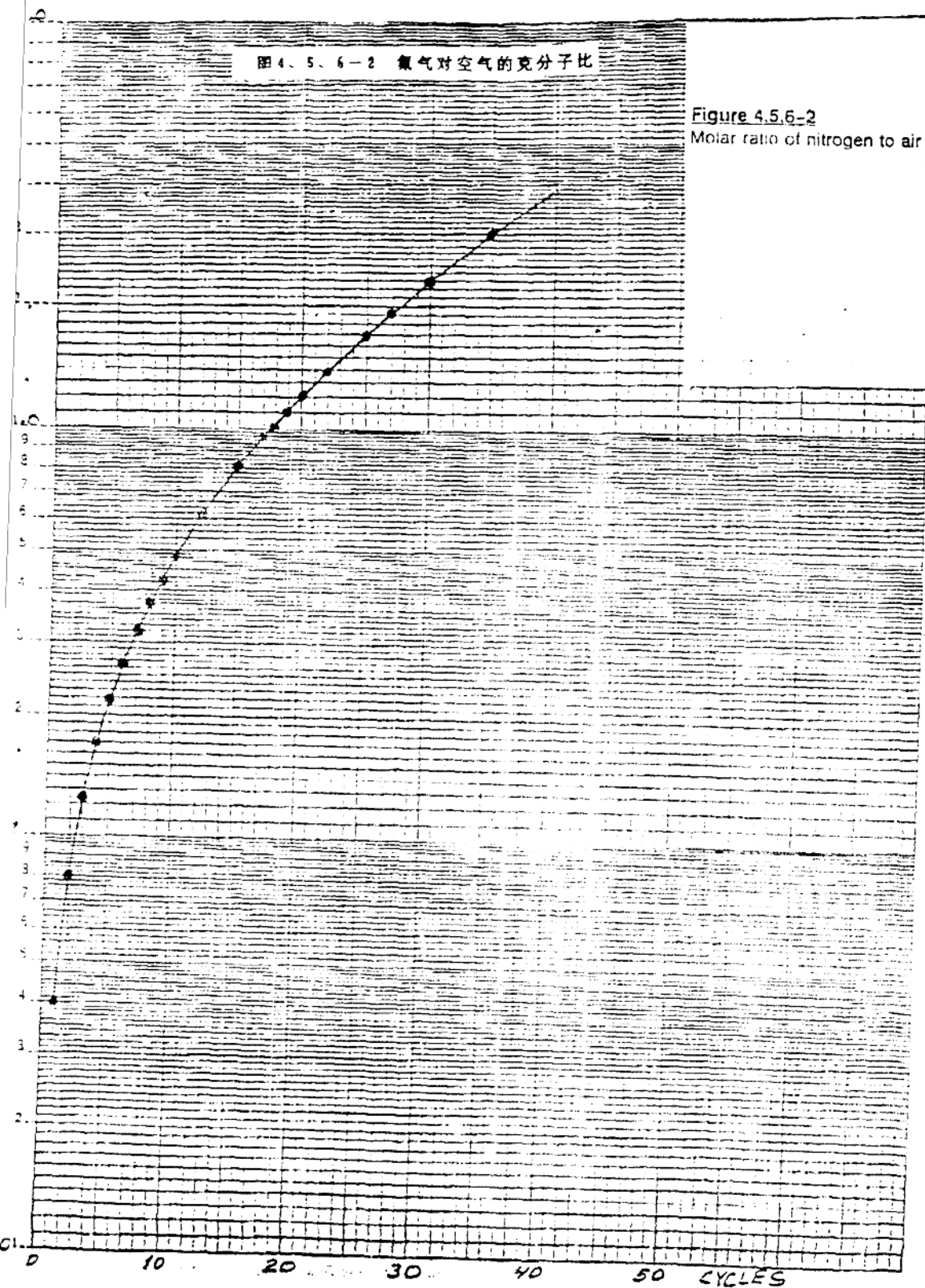


表1 惰性化过程计算结果的例子

```

1 OPEN "RESULTS.DAT" FOR OUTPUT AS #1
2 N = 3
5 DIM A(N, 3)

100 REM: *****SET INITIAL CONSTANTS*****
105 REM:      PRESS      VOL      TEMP
110 A(0, 1) = 101.325: A(0, 2) = 1000: A(0, 3) = 293.15
115 A(1, 1) = 99.325: A(1, 2) = 1000: A(1, 3) = 293.15
120 A(2, 1) = 103.325: A(2, 2) = 1000: A(2, 3) = 293.15
125 A(3, 1) = 101.325: A(3, 2) = 1000: A(3, 3) = 293.15
130 G1 = .21
135 M1 = 31.998
140 G2 = .79
145 M2 = 14.007
150 R0 = 8.31441
155 T0 = 273.15
160 P0 = 101.325
190 REM: *****

200 REM: *****COMPUTE INITIAL CONDITIONS*****
201 REM: P = PRESSURE CONDITION [kPa]
202 REM: V = VOLUME CONDITION [m³]
203 REM: T = TEMPERATURE CONDITION [K]
204 REM: N1 = MOLES OF GAS TO BE REMOVED [mol]
205 REM: N2 = MOLES OF INERT GAS [mol]
206 REM: NT = TOTAL MOLES OF GAS [mol]
207 REM: RN = RATIO OF N2 TO N1
208 REM: PA = MOL PERCENT AIR
209 REM: N2U= MOLES OF INERT GAS NOT USED [mol]
210 REM: NRM= MOLES OF GAS + N2 (ALL GASES) REMOVED [mol]
220 P = A(0, 1): V = A(0, 2): T = A(0, 3)
230 NT = P * V / (R0 * T)
240 N1 = NT
250 N2 = 0
260 RN = N2 / N1
270 PA = 100 * N1 / (N1 + N2)
280 N2U = 0: NRM = 0
290 REM: *****

400 REM: *****PRINT PARAMETERS*****
405 CLS
410 PRINT #1,
415 PRINT #1, "SEQUENCE RATIO OF AIR"
420 FOR I = 0 TO N
425 PRINT #1, "STEP "; I; TAB(10); "PRESS. = "; A(1, 1); TAB(20);
"[Pa]"; TAB(35); "Vol. = "; A(1, 2); TAB(50); "Temp. = "; A(1, 3)
430 NEXT I
435 PRINT #1,
490 REM: *****

500 REM: *****PRINT DATA COLUMN HEADER*****
510 PRINT #1,
520 PRINT #1, " CYCLE"; TAB(11); "mol Air"; TAB(20); "mol N2";
TAB(30); "mol Air"; TAB(40); "mol N2"; TAB(50); "N2 used";
TAB(60); "Gas rem"
590 REM: *****

960 PRINT #1, USING "###.###"; 0; TAB(10); N1; TAB(20); N2; TAB(30);

```