

# “防爆安全技术”讲座

## 第7讲 本质安全基本知识

徐建平

(上海仪器仪表自控系统检验测试所,上海 200233)

### 1 本质安全基本知识

#### 1.1 本质安全技术的发展过程

本安防爆技术起源于英国。1913年,英国南威尔士(South Wales)煤矿发生了一场爆炸事故,439人丧生。这场灾难性爆炸事故是由电铃设备产生的电火花点燃甲烷(沼气)引起的。

在1915~1916年间,英国内政部实验站与达拉谟(Durham)大学的阿姆斯壮(Armstrong)学院合作,对电铃系统进行了进一步的调查和分析。结果证明:断路火花的能量是由电铃的电感线圈产生的,但只要将电源电压限制在25V以内,并用一个无感电阻适当限制电铃激励电流就能使该电铃系统的断路火花能量减少到安全水平。后来,英国内政部根据这些调查得出的规定,试验认证了一些类似的设备,于1917年起将类似电铃系统应用于英国矿井。实践证明这些规定确实是安全的,因此,这些规定逐渐被人们所认识和承认,并把这一技术叫做“本质安全”(Intrinsic Safety-IS)。

大约在1936年,英国的工厂鉴定员认证了第一个可适用于可能出现除甲烷以外的危险性气体的工厂环境的设备。1945年,英国颁布了代号为BS1259:1945的世界上第一个关于本质安全防爆技术的正式标准。标准定义了“本质安全”术语,规定了操作、试验和认证本质安全设备的规则。1958年,英国对该标准进行了修订,并把大量常用的可燃性气体按其火花点燃的难易程度进行了分类。

1956年,美国国家电气规范(NEC)认可了“本质安全”这一概念;美国仪表学会(ISA)出版了关于本质安全技术的规范ISA RP12.2。同年,德国也将这一技术纳入了VDE0171标准中。遗憾的是当时英国BS标准和美国NEC标准中都只考虑了电火花的引爆作用,而没有涉及热表面产生点燃的机理,只有美国仪表学会的ISA RP12.2(1965)中认可了这一概念。事实上,

这一概念是德国在IEC79-8(1969)标准终审时提出的,英国到1971年才将这一概念纳入BS4683. Part1:1971正式文本中。

由于20世纪四五十年代半导体的发明和晶体管、二极管等器件的出现,过程测量和控制仪表体积大大缩小、价格便宜,性能比以前的产品更加可靠,仪表功率大大降低,本质安全技术的过程控制中的全面推广和应用成为可能。

这里还值得一提的是,1961年在英国Summer学校举行的“爆炸性危险场所用仪表设计”学术会议上提出了熔断器保护式齐纳安全栅这一概念。安全栅技术的出现,不仅大大地简化了本安设计及认证过程,而且使得处于安全场所的记录仪、控制仪、显示仪和其他控制室仪表不需认证成为可能,并使本安技术的应用更加简单灵活,为本安防爆技术的发展奠定了基础。因此,世界上各国仪表制造商,特别是欧洲仪表制造商,从20世纪60年代开始纷纷用本安技术替代传统的隔爆技术来设计、制造防爆仪表产品。

我国的本安防爆技术发展较晚,大约在20世纪60年代初才有比较成熟的矿用本安产品问世,而且产品的品种和应用范围都十分有限。1977年,我国正式颁布了本安防爆技术的标准《安全火花型防爆电气设备制造检验暂行规定》。1983年,颁布了GB 3836.4-1983《爆炸性环境用防爆电气设备本安型电路和电气设备“i”》,1992年起,全国防爆电气设备标准化技术委员会对该标准进行进一步的修订。于2000年颁布的GB 3836.4-2000标准在技术内容上完全等效于IEC60079-11:1999,标准名称改为“爆炸性气体环境用电气设备第4部分:本质安全型‘i’”。

#### 1.2 本安防爆技术的基本原理及特点

电火花和热效应是引起爆炸性危险气体爆炸的主要点燃源,本安就是通过限制电火花和热效应两个可能的点燃源的能量来实现的。试验表明,对于各种爆炸性危险气体都有其最小点燃能量(例如,氢气

19 μJ、乙烯 60 μJ、丙烯 200 μJ、甲烷 280 μJ),在正常工作和故障状态下,当仪表可能产生的电火花或热效应的能量小于这个能量时,仪表将不可能点燃相应的爆炸性危险气体而产生爆炸。因此,本安型防爆仪表的设计,必须从限制能量入手,可靠地将电路中的电压和电流限制在一个允许的范围内,以保证仪表在正常工作或发生短接和元器件损坏等故障情况下产生的电火花和热效应不致于引起其周围可能存在的危险气体爆炸。

本安防爆技术实际上是一种低功率设计技术。通常对于氢气(II C)环境,必须将电路功率限制在 1.3 W 左右。由此可见,本安技术能很好地适用于工业自动化仪表。与其他任何防爆型式相比,采用本安防爆技术可给工业自动化仪表带来以下技术和商务上的特点:① 本安仪表具有结构简单、体积小、重量轻和造价低的特点,建立一个本安型和隔爆型开关传输回路的费用之比约为 1:4。② 可在带电工况下进行维护、标定和更换仪表的部分零件等。③ 安全可靠,本安仪表不会因为紧固螺栓的丢失或外壳接合面锈蚀、划伤等人为原因而降低仪表的安全可靠性。④ 由于本安防爆技术是一种“弱电”技术,因此,本安仪表的使用可以避免现场工程技术人员的触电伤亡事故的发生。⑤ 适用范围广。本安技术是唯一可适用于 0 区危险场所的防爆技术。⑥ 对于像热电偶等简单设备,不需特别认证即可接入本安防爆系统。

综上所述,对于自动化仪表而言,本安防爆技术是一种比较理想的防爆技术,它也必将被广泛应用于现场总线智能化仪表及其系统的设计。

### 1.3 本安仪表的分类

本安仪表的分类,实际上都是基于危险场所分类、气体分组和气体自燃温度组别划分的。

#### 1.3.1 本安仪表类别

基于国家标准 GB 3836.1《爆炸性气体环境用电气设备第 1 部分通用要求》规定的电气设备分类原则,本安仪表可分为 I 类矿用(mining industry)和 II 类工厂用本安仪表(surface industry)两类。

对于 II 类工厂用本安仪表,与气体分组一样,可进一步分为 A、B、C 三级。适用于爆炸性粉尘和纤维环境的 III 类防爆电气设备,暂无本安防爆形式。

#### 1.3.2 本安仪表级别

本安仪表及关联设备,按其使用场所或相连场所的安全程度可分为 ia 和 ib 二个级别。ia 级是指在正常工作、一个计数故障和二一个计数故障情况下均不能

点燃爆炸性气体混合物。ib 级是指在正常工作和一个计数故障情况下不能点燃爆炸性气体混合物。ib 级本安仪表的安全程度要比 ia 级仪表差,它与隔爆和增安等防爆型式的仪表一样只适用于 1 区和 2 区危险场所。相应地,ib 级本安关联设备可与 1 区和 2 区危险场所的本安仪表或设备相连接。而 ia 级本安仪表可用于危险等级最高的 0 区危险场所;ia 级本安关联设备可与 0 区危险场所的本安仪表或设备相连接。ia 级本安设备是所有防爆型式安全程度最高的一种。

#### 1.3.3 本安仪表温度组别

按照 GB 3836.1 标准,II 类本安仪表的温度组别与其使用危险区域的爆炸性气体混合物的温度分组一样可分为 T1~T6 六个组别。

### 1.4 安全系数

安全系数是指最小点燃电流(或电压或能量)与本安电路的电流(或电压或能量)相比的倍数,即:

$$\text{安全系数} = \frac{\text{最小点燃电流(或电压或能量)}}{\text{本安电路的电流(或电压或能量)}}$$

通常,安全系数施加在电路的电流或电压上,但也有将安全系数施加在能量上的。我国国家标准 GB 3836.4-2000《爆炸性气体环境用电气设备第 4 部分:本质安全“i”》和大多数 IEC 成员国标准一样,规定将安全系数施加在电流或电压上。

#### ① ia 级安全系数

正常工作和施加产生最不利条件的那些非计数故障时,安全系数为 1.5;施加一个计数故障,并考虑产生最不利条件的那些非计数故障时,安全系数为 1.5;施加两个计数故障,并考虑产生最不利条件的那些非计数故障时,安全系数为 1.0。假如仅可能出现一个计数故障或不可能出现计数故障,并且它们能满足“ia”等级试验要求,那么都可认为是符合“ia”等级。

#### ② ib 级安全系数

正常工作和施加产生最不利条件的那些非计数故障时,安全系数为 1.5;施加一个计数故障,并考虑产生最不利条件的那些非计数故障时,安全系数为 1.0;假如不可能出现计数故障,并且它们能满足“ib”等级试验要求,那么可认为是符合“ib”等级。

美国工厂联合会 FMRC(factory mutual research corporation)的本安标准 FM3610 规定的安全系数在数值上与我国完全一致。FMRC 规定的安全系数通常是施加在能量上。但在客户的特别请求下,FMRC 也可以将安全系数施加在电流或电压上。由于电流(或电

压)安全系数 = (能量安全系数)<sup>1/2</sup>。因此,从这个角度出发,FM 基于能量安全系数检验认可产品的安全裕度要求比我国和其他 IEC 国家都低。

## 2 最新本安现场总线系统认证技术

“参量认证”是基于这样一个假设,即将本安系统所用电缆的分布电容和电感视为集中参数,并忽略对电缆电阻的考虑。尽管研究已经表明实际电缆对点燃性能的影响程度要比按其集中参数的影响程度小得多,但是这样的简化尚未明显地牵制包括现场总线在内的系统本安防爆的实现。因此,德国联邦物理技术研究院(PTB)曾对现场总线系统本安防爆的实现和优化问题进行了专项研究,研究工作基于总线特征要求和一定的规定了各种可能的实际因素,其中最重要的是将电缆按其实际等效模型考虑。研究发现,电缆对系统本安性能不产生不利影响。即在已被试验研究的电缆长度范围(对于“ib”类型,电缆最大长度达 5 km)以内,其安全性不会受到本安要求的任何限制。这就是所谓的现场总线本质安全概念,即 FISCO(fieldbus intrinsically safe concept) 概念的核心内容。

这一全新的概念有利于现场总线系统的特征体现和优化配置,从根本上发展了“参数认可”技术。

经过过去近十年的发展,FISCO 概念已为世界各国所接受。特别是伴随着 FISCO 国际标准 IEC60079-27 的形成,其安全参数被不断优化,为现场总线仪表和系统在爆炸危险场所的安全应用创造了十分有利的条件。

### 2.1 早期 FISCO 概念

表1和表2分别给出了 Exib II C/ II B 和 Exia II C 的 FISCO 模型应用参数范围的极限值。这些数值范围是在 PTB 早期的试验研究结果加上从安全技术观点推论得出的。表1与表2中的参数范围构成了早期的 FISCO 安全参数。

#### 2.1.1 Exib II C/ II B FISCO 模型应用的参数范围

##### ① 供电单元

近似矩形输出特性  $U_s = 14 \sim 24$  V(本质安全最大值),  $I_k$  根据 PTB ThEx-10 文件确定。PTB ThEx-10 文件系线性和非线性组合本安电路。

例如:对于  $U_s = 15$  V,最大可达 128 mA( II C)、280 mA( II B)

##### ② 电缆(每公里参数)

$R' = 15 \sim 150 \Omega$ (回路电阻)

$L' = 0.4 \sim 1$  mH

$C' = 80 \sim 200$  nF(包括屏蔽)

如果总线电路浮空(平衡),则

$$C' = C'_{\text{导体/导体}} + 0.5C'_{\text{导体/屏蔽}}$$

如果屏蔽与供电单元的一个极相连,则

$$C' = C'_{\text{导体/导体}} + C'_{\text{导体/屏蔽}}; \text{电缆最大长度可达}$$

5 000 m,也不受安全相关的限制。

##### ③ 终端器

RC 组件,  $R = 90 \sim 100 \Omega$ ;  $C = 0 \sim 2.2 \mu\text{F}$

主干电缆的两个端部允许各接一个终端器,电阻器被设计成可靠元件。

#### 2.2.2 Exia II C FISCO 模型应用的参数范围

##### ① 供电单元(梯形输出特性)

$U_s = 14 \sim 24$  V(本质安全最大值),  $U_0 \geq 2U_s$ ,  $I_k$  根据 PTB ThEx-10 文件确定。

例如:对于  $U_s = 15$  V,最大可达 125 mA( II C)

##### ② 电缆(每公里参数)

$R' = 15 \sim 150 \Omega$ (回路电阻);  $L' = 0.4 \sim 1$  mH;  $C' = 80 \sim 200$  nF

如果总线电路浮空(平衡),则

$$C' = C'_{\text{导体/导体}} + 0.5C'_{\text{导体/屏蔽}}$$

如果屏蔽与供电单元的一个极相连,则

$$C' = C'_{\text{导体/导体}} + C'_{\text{导体/屏蔽}}$$

电缆最大长度可达 1 000 m,也不受安全相关的限制。

##### ③ 终端器

RC 组件,  $R = 90 \sim 100 \Omega$ ;  $C = 0 \sim 2.2 \mu\text{F}$

主干电缆的两个端部允许各接一个终端器,电阻器被设计成可靠元件。

### 2.2 最新 FISCO 概念

开展 FISCO 模型研究的典型系统主要由供电单元、终端器、现场设备(含手持通信器)等组成,其配置如图1所示。

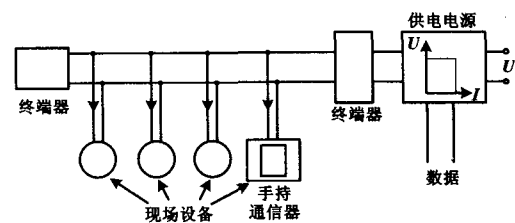


图1 典型现场总线系统

#### 2.2.1 FISCO 模型参数

##### (1) 供电电源

现场总线系统供电电源(关联设备)的输出特性可以是采用电阻限流的线性输出特性,也可以是采取其他限流方式(如晶体管限流)的梯形或矩形输出特

性。其最大输出电压  $U_0$  应在 14 ~ 17.5 V 之间。

对于具有线性输出特性的供电电源的最大输出电流  $I_0$  应依据 GB 3836.4 标准规定的要求来确定,但不应超过 380 mA。对于矩形输出特性的电源,应满足表 1 的要求。

表 1 矩形输出特性电源允许的最大输出电流

$U_0/V$	Ⅱ C 级允许的电流 $I_0/mA$ (含 1.5 倍安全系数)	Ⅱ B 级允许的电流 $I_0/mA$ (含 1.5 倍安全系数)
14.0	183	380
15.0	133	354
16.0	103	288
17.0	81	240
17.5	75	213

从最上面Ⅱ B 级的两组数据可导出,最大输出功率  $P_0$  不应超过 5.32 W。其最大未保护的残余电容  $C_i$  和电感  $L_i$  应分别不大于 5 nF 和 10  $\mu$ H。供电电源可以是对地浮空,也可以与地连接。

## (2) 现场设备

这里的现场设备是指除供电电源和终端器以外的与本质安全现场总线相连的所有其他设备,包括安装在危险场所的设备,也包括安装在安全场所的设备。但对于安装在安全区域的设备,则不必考虑温度组别。从优化角度考虑,这些现场设备应满足下列要求:

### ① 设备应具有以下最小输入参数:

$$U_i = 17.5 \text{ V} \quad I_i = 380 \text{ mA} \quad P_i = 5.32 \text{ W}$$

② 按照 GB 3836.4 的规定,在正常工作和故障条件下,总线端子应是无源的,即总线端子上除了具有不大于 50  $\mu$ A 的漏电流外,不应施加任何能量到系统中。

③ 总线端子应按 GB 3836.4 的要求实现与地的隔离。

④ 由其他附加电源供电的现场设备的总线端子应完成有效的电流隔离,以确保这些端子是无源的,并避免总线的多重接地。

⑤ 每台设备的最大未保护的残余电容应不大于 5 nF,最大残余电感应不大于 10  $\mu$ H。

⑥ 现场设备应满足 GB 3836.4 中关于Ⅱ C 级别和温度组别的要求。

## (3) 终端器

总线系统要求的终端器应由一个电阻和电容串联而成。电阻值应为 90 ~ 102  $\Omega$ ,电容应在考虑允差后电容值介于 0 ~ 2.2  $\mu$ F 之间。在实际应用中,电容值

一般为 0.8 ~ 1.2  $\mu$ F。电阻应满足 GB 3836.4 关于可靠元件的要求。其次,总线终端器应满足如下要求:

### ① 具有以下最小输入参数:

$$U_i = 17.5 \text{ V} \quad I_i = 380 \text{ mA} \quad P_i = 5.32 \text{ W}$$

② 应按 GB 3836.4 的要求实现与地的隔离。

③ 最大未保护的残余电感应不大于 10  $\mu$ H。

④ 终端器应满足 GB 3836.4 中关于Ⅱ C 级别和温度组别的要求。试验研究表明,终端器的有效残余电容对系统的本安性能的影响可以忽略不计。

## (4) 总线系统电缆

系统中使用的电缆应符合下列参数要求:

① 回路电阻  $R_c$ , 15  $\Omega/km$  ~ 150  $\Omega/km$ ;

② 回路电感  $L_c$ , 0.4 mH/km ~ 1 mH/km;

③ 电容  $C_c$ , 45 nF/km ~ 200 nF/km。

电缆参数可按 IEC 60079-14 附录 C 规定的要求测定。

## 2.2.2 FISCO 系统配置要求和评定准则

典型的总线配置系统主要由一个供电电源最大可达 32 台的现场设备以及设置在主干电缆两端的两个终端器组成。供电电源应离主干电缆一端不大于 30 m 的地方。当供电电源是通过分支电缆接入时,分支电缆长度也必须限制在 30 m 以内。其它分支电缆的最大长度应不超过 60 m。系统电缆最大长度(包括主干电缆和分支电缆),对于Ⅱ C 级是 1 km,对于Ⅱ B 级是 5 km。

如果组成系统的所有这些单元(包括电缆)均满足上述规定技术和参数要求,则该系统的本质安全性能将是足够安全的。

## 2.2.3 FISCO 应用说明

所有上述组成现场总线系统的供电电源、现场设备、终端器,甚至电缆均可由检验机构基于 GB 3836.1、GB 3836.4 标准和上述优化模型要求进行认证。认证的证书应明确指出适用于 FISCO 系统,以便用于基于 FISCO 模型配置和自评价总线系统的本安防爆安全性能。

用户在集成 FISCO 总线系统时,应形成一份安全文件资料,列出所有配置的设备,以及相关的认证证书信息。必要时,还应确认设备使用条件是否符合认证的要求,如环境温度等。

系统的防爆类别、级别和组别的评定,应基于组成系统的现场设备、终端器和供电电源等的防爆类别、级别和组别确定。如这些设备的类别、级别和组别不尽相同时,应取较低者。

这里需要补充解释的是,在核查 FISCO 系统使用电缆电容参数  $C$  时应关注电缆是否采用了屏蔽电缆。

对于非屏蔽电缆,只要确认单位长度电缆导体间分布电容值介于 FISCO 电缆电容参数范围即可。但是,对于使用屏蔽电缆的情况,如果总线电缆导体与接地屏蔽层是隔离的,或屏蔽层被连接成供电电源正负极的对称平衡点,此时我们不仅要考虑导体间的电容,还要考虑导体与屏蔽层以及屏蔽层与导体之间的电容,此时电缆单位长度的电容  $C$  应为:

$$C = C_{\text{导体/导体}} + 0.5C_{\text{导体/屏蔽层}}$$

式中: $C_{\text{导体/导体}}$  为单位长度总线电缆导体与导体之间的分布电容; $C_{\text{导体/屏蔽层}}$  为单位长度总线电缆导体与导体之间的分布电容。如果屏蔽层仅与电源的一极连接,则电缆单位长度的电容  $C$  应为:

$$C = C_{\text{导体/导体}} + C_{\text{导体/屏蔽层}}$$

最后需要指出的是,由于 FISCO 模型及其安全参数在不同时期、不同阶段有所差异,相应的检验机构认证的 FISCO 参数也各不相同,为此这里特别提醒 FISCO 总线系统集成商,在集成 FISCO 系统时应仔细核查系统配置设备的安全参数的兼容性。一般情况下,不符合同一版本的 FISCO 模型参数规定的设备不宜集成在同一个系统中。

### 2.3 FNICO 概念

伴随着“n”型 2 区防爆技术标准和应用规范的日趋完善,“n”型防爆技术正得到进一步的推广。特别是由于其中的能量限制型防爆技术“nL”跟本质安全技术一样,具有可带电维护和操作的优点,使之开始在现场总线产品及其系统中得到广泛应用。

事实上,“nL”能量限制技术的理论基础是本质安全防爆技术,只是由于“nL”能量限制技术是专门针对 2 区应用而开发的,因此它不必像适用于 1 区和 0 区的 ib 和 ia 级本质安全防爆技术一样同时考虑正常工作和故障条件,“nL”能量限制技术只需满足电路在正常工作情况下可能产生的电火花和热效应均不能点燃规定的爆炸性混合物即可。

由于 FISCO 概念对以“多负载”为主要特征在现场总线本安系统优化配置的显著效果,很容易让人们联想到将 FISCO 概念在“nL”能量限制技术为防爆手段的现场总线系统中应用。2005 年,在著名的安全栅供应商—英国 MTL 的提议下,国际电工委员会 TC31 技术委员会对 IEC 60079-27《爆炸性气体环境用电气设备 第 27 部分:现场总线本质安全概念(FISCO)》标准进行了修订。标准在原有的 FISCO 概念基础上,增加了适用于能量限制技术“nL”的 FNICO 概念,即 Fieldbus Non-Incendive Concept (FNICO),并系统描述了 FNICO 概念的系统配置和安全参数设计要求。

FNICO 概念和 FISCO 概念都是基于本质安全理论,在技术上是基本一致,前述的 FISCO 模型和评定准则可适用于 FNICO 概念。只是因为 2 区防爆技术只需考虑正常工作情况,即“nL”电路的设计和评定不必考虑安全余度(即安全系数取 1.0),因此基于 FISCO 概念的 FNICO 概念将允许 FNICO 现场总线系统具有更大的安全参数,这为现场总线系统“多负载”特征的体现创造更有利的条件。

最新 IEC 60079-27 标准在假设 FNICO 系统具有图 1 相同的配置,并使用上述 FISCO 模型相同电缆的前提下,对构成 FNICO 系统的供电电源、现场设备和终端器的结构和参数设计作出了补充规定。

#### ① FNICO 供电电源

FNICO 系统的供电电源通常包含有限能和非限能电路,非限能电路不能对限能电路产生不利影响,我们通常将之称为关联限能设备。跟本安系统的布置一样,关联限能设备通常安装在安全场所,如果要安装在爆炸性危险场所,只能安装在 2 区爆炸性危险场所,且要求具有其它 2 区防爆型式加以保护,如将电源放置在 nA 外壳或 nR 外壳中。必要时,也可将电源放置在具有 1 区防爆型式的外壳中,如采用 Exd 外壳或 Exe 外壳,此时尽管电源装置本身可使用于 1 区和 2 区场所,但其限能电路仍只能与处于 2 区爆炸危险场所的限能设备相连。

FNICO 现场总线系统的供电电源(关联限能设备)的结构应满足 GB 3836.8 标准规定的要求,其输出特性可以是采用电阻限流的线性输出特性,也可以是采取其他限流方式(如晶体管限流)的梯形或矩形输出特性。其最大输出电压  $U_0$  应介于 14 ~ 17.5 V 范围,未被保护的最大内部电容  $C_i$  和电感  $L_i$  应分别不大于 5 nF 和 10  $\mu$ H。对于具有线性输出特性供电电源的最大输出电流  $I_0$  可基于  $U_0$  值,查最小点燃曲线并取 1.0 安全系数的方法确定;对于具有矩形输出特性的电源, $I_0$  应满足表 2 规定的数值要求。

表 2 基于 FNICO 概念的矩形输出特性电源的  $U_0$  和  $I_0$

$U_0/V$	允许的输出电流 $I_0/mA$	
	II C 级	II B 级
14.0	274	570
15.0	199	531
16.0	154	432
17.0	121	360
17.5	112	319

供电电源可以是对地浮空,也可以与地连接。

## ② 现场设备

符合 FNICO 设计要求的现场设备的总线端子必需满足无源和对地隔离的要求。设备在电路设计和结构设计方面还应符合 GB 3836.8 中对 II C 级限能电路规定的要求,且设备的最高输入电压  $U_i$  应不低于 17.5 V,设备内部最大未保护的残余电容和电感分别不大于 5 nF 和 20  $\mu$ H。

## ③ 终端器

终端器应符合对地隔离的要求,其构造和温度组别需满足 GB 3836.8 中对 II C 级限能电路规定的要求,最高输入电压  $U_i$  应不低于 17.5 V,内部最大未保护的残余电感应不大于 10  $\mu$ H。

## ④ FNICO 应用说明

FNICO 的系统配置要求及其安全评定准则与 FISCO 概念基本一致。原则上,构成 FNICO 系统的所有设备(包括供电电源、现场设备、终端器和电缆)均应满足上述规定要求并取得防爆检验机构的认证。产品标志应满足 GB 3836.8 和 FNICO 设备规定参数要求,并标注“FNICO”字样。凡符合 FNICO 设备安全参数和配置要求的 FNICO 系统可实现 2 区爆炸性气体危险场所的安全应用。

但是,在实际工作实践中往往还会碰到经本质安全防爆认证或经“FISCO”认证的设备在 FNICO 系统中的应用问题。对此,我们应注意到 FNICO 和 FISCO 采用了相同的安全电压参数,即要求现场设备的最高输入电压  $U_i$  不低于 17.5 V,这为 FISCO 设备在 FNICO 系统中的兼容性应用创造了条件。具体规则如下:

① 符合上述 FISCO 要求的供电电源、现场设备和终端器可以用于 FNICO 系统。

② 未经 FISCO 认证,但被认证为符合 GB 3836.4 的本安设备(包括终端器等),只要其安全参数满足  $U_i \geq 17.5$  V,  $L_i \leq 20$   $\mu$ H 和  $C_i \leq 5$  nF 要求,可与经 FNICO 认证的供电电源构成 FNICO 系统。

注:由于“nL”设备仅考虑正常工作情况,此时设备的输入电流和功率由设备自身的电路特性所确定,因此本安认证给出的安全参数  $I_i$  和  $P_i$  与 FNICO 应用无关。

③ 未经 FNICO 认证,但被认证为符合 GB 3836.8 的限能型现场设备(包括终端器等),只要其安全参数满足  $U_i \geq 17.5$  V,  $L_i \leq 20$   $\mu$ H 和  $C_i \leq 5$  nF 要求,可用于 FNICO 系统。

这里需要特别注意的,当任何经本质安全防爆认证(含 FISCO 认证)的设备用于 FNICO 系统时,其认证的用途已经被改变。鉴于 FNICO 系统仅能保证设备在正常情况下的安全性能,在故障条件下设备可能受到不利于设备原有本安性能保持的高电压和/或大电流的冲击,因此被应用于 FNICO 系统中的本安设备(包括经 FISCO 认证的设备)除应赋予相应的标志(如,安装位号、“FNICO Ex nL 系统”等),还要求确保这些被用于 FNICO 系统的本安设备不再应用于本安系统。也正是基于这样的考虑, FNICO 系统不仅要与其它非本安电路分开布线,而且也应与本安全电路分开布线,并建议采用有别于本安系统布线电缆的颜色或色标,如采用灰色电缆或灰色套管。



## 防爆安全技术基本术语

### · 简单设备 simple apparatus

定义的电气参数与所用电路本安性能完全兼容的电气元件或结构简单的元件组合。简单设备通常是指电压不超过 1.5 V 电流不超过 0.1 A,且其能量不超过 20  $\mu$ J 或功率不超过 25 mW 的电气设备或部件。

### · 型式试验 type test

对按照某一设计而制造的一台或几台电气设备所进行的试验,以确定该设计是否符合有关标准的规定。

### · 例行试验 routine test

对每台电气设备在制造的期间或制造完工后所进行的试验,以确定其是否符合有关标准的规定。

### · Ex 元件 Ex component

不能单独使用并具有符号“U”,当与其他电气设

备或系统一起使用时需附加认证的爆炸性气体环境用电气设备的部件或组件(Ex 电缆引入装置除外)。

### · 符号“X” “X” symbol

一种加在防爆合格证编号后的表明其安全使用特定条件的符号。

### · 符号“U” “U” symbol

一种加在防爆合格证编号后的表明该产品为 Ex 元件的符号。

注:符号“X”和“U”不能同时使用。

### · 证书 certificate

用于确定设备符合标准的要求,型式试验和适应的例行试验的文件。证书可以针对 Ex 设备或 Ex 元件。