

文章编号:1671-251X(2015)05-0055-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.05.014
柏思忠.瓦斯抽放管道设备 ia 等级防爆型式探讨[J].工矿自动化,2015,41(5):55-57.

瓦斯抽放管道设备 ia 等级防爆型式探讨

柏思忠

(中煤科工集团重庆研究院有限公司,重庆 400039)

摘要:分析了瓦斯抽放管道设备的 ia 等级防爆型式要求,从并联限压电路、串联限流电路、隔离电路方面给出了 ia 等级管道设备的实现方案;针对瓦斯抽放监控系统中电源供电回路和信号传输链路的设备连接提出了电源全回路 ia 等级、分站级设备 ib/ia 转换、增加 ib/ia 转换器的设计方案。现场应用情况验证了该方案的可靠性。

关键词:瓦斯抽放;管道设备;防爆;监控系统

中图分类号:TD684/76 文献标志码:A 网络出版时间:2015-04-30 08:40

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150430.0840.014.html>

Discussion on ia grade explosion-proof type of gas drainage pipeline equipment

BAI Sizhong

(CCTEG Chongqing Research Institute, Chongqing 400039, China)

Abstract: Requirements of ia grade explosion-proof type of gas drainage pipeline equipment were analyzed, and realization scheme of ia grade pipeline equipment was gave from aspects of parallel pressure limiting circuit, series current limiting circuit and isolating circuit. In view of equipments connection of power supply circuit and signal transmission link in gas drainage monitoring system, design schemes of power supply circuit with ia grade, substation level equipment with ib/ia conversion and adding ib/ia converter were proposed. The field application verifies reliability of the schemes.

Key words: gas drainage; pipeline equipment; explosion proof; monitoring system

0 引言

GB 3836.14—2000《爆炸性气体环境用电气设备 第14部分:危险场所分类》根据爆炸性气体环境出现的频率和持续时间把危险场所分为0区、1区和2区。瓦斯抽放管道内部属于爆炸性气体环境连续出现或长时间存在的场所,满足0区定义。当瓦斯抽放管道设备能保证管道内部与管道外部气路物理上完全隔离时,管道外部属于2区范畴,但气路完全隔离和设备无故障均无法从根本上得到保证。2012年安标国家矿用产品安全标志中心认定瓦斯抽放管道设备应作为0区内的电气设备进行管理,

要求管道中使用的相关电气设备和电路应符合GB 3836.4—2010《爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备》中 ia 等级本质安全型(以下简称本安)的要求。《2012 防爆电气产品安全技术研讨会会议纪要》第7条更明确提出:“管道中使用的抑爆装置及瓦斯输送监控系统中置于瓦斯管道内的设备应符合保护级别 EPL Ma 的要求,与管道内设备存在本安关联的电源及信号设备的本安电路部分应满足 ia 的要求。”本文从瓦斯抽放管道设备和瓦斯抽放监控系统中管道设备连接2个方面探讨了满足 ia 等级防爆型式规定的设计方案。

收稿日期:2014-10-20;修回日期:2015-03-19;责任编辑:盛男。

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2014BAC17B00);中煤科工集团重庆研究院有限公司自立项目(CQ1406)。

作者简介:柏思忠(1978—),男,四川阆中人,助理研究员,硕士,主要从事煤矿井下瓦斯抽放、监测监控等方面的研究工作,E-mail:bsz3188@163.com。

1 ia 等级管道设备设计要求和方案

1.1 ia 等级管道设备设计要求

瓦斯抽放管道设备自身的防爆型式必须达到 Exia I Ma^[1], 管道配接设备可分 2 种情况满足要求: ① 整体防爆型式为 Exia I Ma; ② 整体防爆型式为复合防爆型式 Ex[ia Ma] ib I Mb, 设备整体符合保护级别 EPL Mb 的要求, 用于连接管道设备的部分电路满足 ia 等级的要求。

1.1.1 Exia I Ma 电气设备设计要求

防爆型式为 Exia I Ma 的电气设备在电路设计方面除了满足防爆型式为 Exib I Mb 的电气设备相关规定和要求外, 还应满足 GB 3836.4—2010 中关于 ia 等级电路的规定和要求:

(1) 5.2 条规定正常工作和施加 2 个计数故障加上最不利条件下的非计数故障应不能引起点燃。

(2) 6.2.1 条规定端子保护电压 ≥ 550 V 时, 相比漏电起痕指数^[2]为 275。

(3) 6.5 条规定在连接装置带有接地电路并且接地电路与防爆型式有关时, 对于 ia 等级电路, 连接装置至少应由 3 个完全独立的连接元件组成。

(4) 7.4.8 条规定可充电式电池在充电电路中应设置阻塞二极管, 对于 ia 等级应使用 3 只二极管。

(5) 7.5.2 条规定并联限压器可用 3 只可控硅。

(6) 7.5.3 条规定串联限流器允许使用 3 只串联型阻塞二极管, 为了限制功率也可使用由可控和不可控半导体器件组成的串联限流器。但是特别注明: 对于 ia 等级设备, 使用半导体和可控半导体器件作为限流器限制火花点燃是不允许的。

(7) 9.1 条规定仅装有 2 只二极管或 2 组二极管组件的 ia 等级的安全栅, 如果二极管已经按 11.1.2 条的规定做了例行试验, 则应认为是符合 8.6 条规定的可靠组件。

1.1.2 Ex[ia Ma] ib I Mb 电气设备设计要求

整体采用 ib 等级设计, 应用在 Mb 等级环境中, 和防爆型式为 Exia I Ma 的电气设备相连部分的电路必须按照 ia 等级设计。设计的关键点在于 ib/ia 转换部分, 其分为电源转换、信号转换和安全间距 3 部分:

(1) 电源转换部分主要包括并联限压和串联限流, 分别按照 GB 3836.4—2010 中 7.5.2 和 7.5.3 条规定进行设计。

(2) 信号转换部分涉及不同本安电路之间的电

隔离元件, 参照 GB 3836.4—2010 中 8.8 条的要求进行设计。

(3) 安全间距应根据 GB 3836.4—2010 中 6.3 条不同本安电路之间的要求进行设计。

1.2 ia 等级管道设备设计方案

1.2.1 并联限压电路

采用三级晶闸管电路实现并联限压, 如图 1 所示。 U_{0+} 和 U_{0-} 之间电压过压时, 经过稳压二极管 (齐纳二极管) D_1 — D_3 产生触发信号, 触发信号经过一级 RC 滤波, 滤除现场瞬间干扰, 防止电路误保护, 然后开启晶闸管 Q_1 — Q_3 , 拉低 U_{0+} 和 U_{0-} 之间电压形成保护。稳压二极管 D_1 — D_3 的标称电压为 $1.1U_0$ (U_0 为正常工作电压), 精度为 5%; 设晶闸管 Q_1 — Q_3 的开启电压为 U_T , 则电路的最大保护电压 $U_{0max} = 1.1U_0(1+5\%) + U_T$ 。

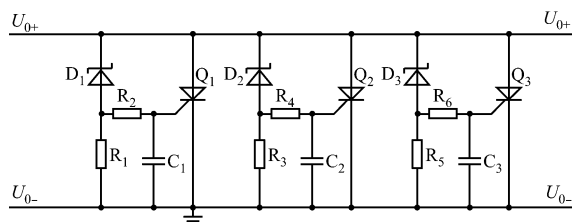
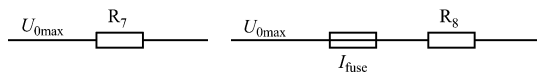


图 1 并联限压电路

1.2.2 串联限流电路

采用电阻电路实现串联限流, 如图 2(a) 所示, 其中 R_7 (阻值为 R , 精度为 1%) 选用金属膜电阻。串联限流电路的电流 $I_{0max} = U_{0max} / [(1-1\%)R]$, 考虑 1.5 倍安全系数, 电阻最小功率 $P_{Rmin} = 1.5U_{0max}^2 / [(1-1\%)R]$ 。当负载电流增大时, 电阻功率急剧增大, 需串联熔断器作为 R_8 (阻值为 R , 精度为 1%) 的保护元件, 如图 2(b) 所示。从本安性能考虑, 串联限流电路的电流不变, 但由于有保护元件, 通过电阻的电流为 $1.7I_{fuse}$ (I_{fuse} 为熔断器额定电流), 电阻最小功率 $P_{Rmin} = 1.5(1.7I_{fuse})^2(1+1\%)R$ 。



(a) 电阻限流电路 (b) 电阻串联熔断器限流电路

图 2 串联限流电路

1.2.3 隔离电路

信号隔离采用电隔离方式, 选用光耦元件或磁耦元件实现, 如图 3(a) 所示。隔离电压必须达到 500 V 以上, 原边和副边限流电阻必须满足 1.5 倍安全系数的要求。不同接地之间的隔离选用 3 只安规电容串联实现, 如图 3(b) 所示, 容值选用 nF 数量级。

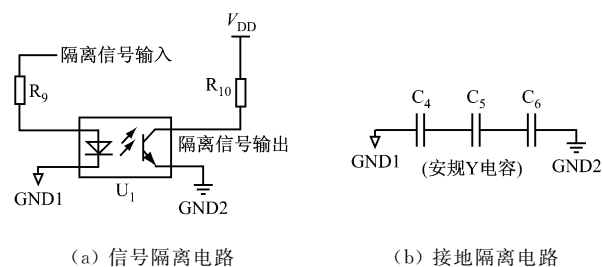


图3 隔离电路

2 瓦斯抽放监控系统设计要求和方案

2.1 瓦斯抽放监控系统设计要求

瓦斯抽放监控系统中有关 ia 等级电气设备的接入主要涉及电源供电回路和信号传输链路 2 个方面:电源供电回路相关设备包括隔爆^[3]电源箱、分站级设备和管道传感器;信号传输链路相关设备包括管道传感器、分站级设备、交换机/数据接口和上位机。

2.1.1 电源供电回路设计要求

(1) 全回路 ia 等级设计。隔爆电源箱直接输出 ia 等级电源,分站级设备传递 ia 等级电源为管道传感器供电,管道传感器防爆型式为 Exia I Ma。

(2) 部分 ia 等级设计。隔爆电源箱输出 ib 等级电源,管道传感器防爆型式为 Exia I Ma, ib/ia 转换分 2 种情况:① 在分站级设备内部实现;② 分站级设备传递 ib 等级电源,分站级设备采样前端增加 ib/ia 转换器,输出 ia 等级电源为管道传感器供电。

2.1.2 信号传输链路设计要求

整个瓦斯抽放监控系统除了管道设备外,还有很多数据采集和传输设备,无论从现场需求还是成本考虑,不可能全部采用 ia 等级设计。管道传感器防爆型式采用 Exia I Ma,其他设备防爆型式采用 Exib I Mb,因此在整个信号传输链路中必须存在不同等级信号转换。信号转换分为在分站级设备内部和分站级设备采样前端增加 ib/ia 转换器 2 种实现方式。

2.2 瓦斯抽放监控系统设计方案

2.2.1 电源全回路 ia 等级设计方案

1—2 路输出的隔爆电源箱设计为全 ia 等级本安电源输出,3 路及以上输出的隔爆电源箱设计为 2 路 ia 等级、其余 ib 等级本安电源输出;分站级设备设计为具有 2 路 ia 等级、其余 ib 等级本安端口,

管道传感器直接连接分站级设备的 ia 等级本安端口。该方案的优点是设备数量少,不需要额外增加 ib/ia 转换器;缺点是现场已有系统升级改造不便,隔爆电源箱和分站级设备必须重新设计送检。

2.2.2 分站级设备 ib/ia 转换设计方案

隔爆电源箱设计为全 ib 等级本安电源输出;分站级设备设计为具有 2 路 ib 等级转 ia 等级、其余 ib 等级本安端口,管道传感器直接连接分站级设备的 ia 等级本安端口。该方案的优点是设备数量少,不需要额外增加 ib/ia 转换器,隔爆电源箱不需要重新设计送检;缺点是现场已有系统升级改造不便,分站级设备必须重新设计送检。

2.2.3 增加 ib/ia 转换器设计方案

隔爆电源箱设计为全 ib 等级本安电源输出;分站级设备设计为具有全 ib 等级本安端口,分站级设备采样前端增加 ib/ia 转换器,直接连接管道传感器。该方案的优点是现场已有系统升级改造方便,只需在分站级设备和管道传感器之间增加 ib/ia 转换器;缺点是设备数量较多,需要额外增加 ib/ia 转换器。

3 结语

给出了 GB 3836.4—2010 中关于 Exia I Ma 和 Ex[ia Ma] ib I Mb 防爆型式设备的设计要求,提出了并联限压电路、串联限流电路、隔离电路的设计方案;结合瓦斯抽放监控系统实际设备连接,将系统中管道设备的连接分为电源供电回路和信号传输链路,针对电源和信号的设备连接提出了电源全回路 ia 等级、分站级设备 ib/ia 转换、增加 ib/ia 转换器的设计方案,并给出了各自的优缺点,为管道设备提供了系统的解决方案,并在现场进行了实际应用,取得了较好的应用效果。

参考文献:

- [1] GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第 1 部分:设备 通用要求[S].
- [2] 李龙飞,陈伟杰,吴小连,等. 相比漏电起痕指数(CTI)测试影响因素探析[J]. 印制电路信息, 2013(8): 46-49.
- [3] GB 3836.2—2010 爆炸性环境 第 2 部分:由隔爆外壳“d”保护的装置[S].