

基于IEC 60364-4-44浅析石化企业仪电 “安全共地”抗干扰的应用

赵 瑛, 刘学敏, 吕大海

(中国石油工程建设公司北京设计分公司, 北京 100083)

摘要: 随着石化企业自动化程度的不断提升, 仪表自控系统设备作为石化企业的神经中枢, 其灵敏性对故障状态下仪表接地的抗干扰能力要求越来越高。另外, 石化企业的爆炸危险环境也不允许仪电接地之间存在危险的干扰电位。因此, “安全共地”作为抗干扰的一种措施正在被业内人士所重视, 但如何“安全共地”抗干扰成了摆在石化企业电气技术人员面前的主要问题。因此, 笔者拟从IEC 60364-4-44对干扰防护的国际标准入手, 通过“降低干扰电位”的理念, 深入研究“安全共地”抗干扰的应用, 从等电位“安全共地”抗干扰角度为石化企业仪表接地提供一些有益的借鉴和参考。

关键词: 抗干扰; 干扰电位; 电磁干扰; 等电位联结; 共地

Analysis of the anti-disturbance application of safety common grounding between instrumentation and electricity for petrochemical enterprises based on standard IEC 60364-4-44

ZHAO Ying, LIU Xuemin, LV Dahai

(Beijing Design Branch of and China Petroleum Engineering Construction Corporation, Beijing 100083, China)

Abstract: With the development of petrochemical enterprises automation level, the sensitivity of instrumentation automatic control system, as the head and brain center of petrochemical enterprises, shall require the higher anti-disturbance ability of instrumentation grounding in conditions of electricity grounding fault. In addition, dangerous “disturbance voltage” between the instruments and electrical grounding is forbidden in the explosive hazardous environment for petrochemical enterprises. Therefore, “safe common ground” as a measure of anti-disturbance is being paid attention. Furthermore, how to make sure “safe common ground” and anti-disturbance has been becoming the main view point of electric technicians for petrochemical enterprises. The author intends to start with the international standard of IEC 60364-4-44 for disturbance protection, through the concept of “reducing disturbance voltage”, deeply studying of the application of “safe common ground” for anti-disturbance, and based on the point of equipotential safe common ground for anti-disturbance, to provide some better reference for instrument and electricity grounding for the petrochemical enterprise.

Key words: anti-disturbance; voltage disturbance; electromagnetic disturbance; equipotential bonding; common grounding

0 引言

随着石化企业自动化程度的不断提升, 仪表自控系统设备作为石化企业的神经中枢,

其灵敏性对仪表接地的抗干扰能力要求越来越高。事实上, 控制室用电负荷一般采用TN-S系统供电。由于供电的联系, 仪表之间不可避免地

存在电压干扰(骚扰)和电磁干扰(骚扰)。另外,当仪表系统中的信号、供电电源或设备本身出现问题时,为了保证有效的接地系统能干扰(骚扰)并可以迅速将干扰(骚扰)电流导入大地,同时接地系统也能够为整个系统提供公共信号参考点(即参考零电位),保证仪表供电可靠性,对这类系统的接地进行研究显得十分有必要。

同时,石化企业的爆炸危险环境也不允许仪表系统和低压电气系统电接地之间存在危险的干扰电位。因此,完善、可靠和正确的接地,是仪表系统和电气系统同时能够安全、可靠和良好运行的关键。

笔者拟从IEC 60364-4-44对干扰防护的国际标准入手,通过“降低干扰电位”的理念,深入研究“安全共地”抗干扰的应用,从等电位“安全共地”抗干扰角度为石化企业仪表接地提供一些有益的借鉴和参考。

1 基于欧姆定律对降低“干扰电位”和“安全共地”的理解

为了更好地理解“干扰电位”,引入了电工学理论中最基本的欧姆定律。当仪表系统中的信号、供电电源或设备本身出现问题时,故障状态下,故障电流通过导体的欧姆定律简单描述如图1所示。由图1可以看出,只要两个接地点之间有距离或者阻抗 L_f 存在,干扰电位 V_f 就必然存在。

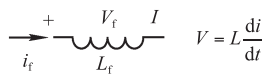


图1 交流“故障电流”或电磁环境下的欧姆定律

Fig. 1 Ohm's law under AC fault current or electromagnetic environment

因此,等电位联结因为可以在理论上假定距离为“零”或者阻抗为“零”,被认为是降低干扰电位的首选措施。例如在生产实际中,通过等电位联结端子板将等电位导体联结的情况,如图2所示。

但是在实际的电气应用中,还有一种类似的

情况,造成了两个接地之间有金属导体联系,确实距离不为“零”或者阻抗不为“零”的情况,比如常见的通过金属构架跨接的情况,或者接地网不同接地点的情况。这些情况下只能称之为等电位连接,或者说辅助等电位连接。

联结(Bonding)和连接(Connection)从降低干扰电位的角度看,是完全不同的两个词,不应予以混淆。在等电位联结基础上的等电位接地则是本文所述的“安全共地”,即干扰电位 V_f 为零的接地形式。

2 电压干扰与电磁干扰产生的机理和危害(结果)

为了方便对IEC 60364-4-44 Electrical installations of buildings - Part 4-44: Protection for safety-protection against voltage disturbance and electromagnetic disturbance的理解,笔者引用了与该国际标准等同的中国国家标准GB 16895.10-2010《低压电气装置》第4-44部分。

GB 16895.10-2010《低压电气装置》第4-44部分重点突出了上述干扰(骚扰)的影响(结果)。虽然该规范并没有直接描述低压电气系统和仪表系统之间的干扰,但其核心的机理以及干扰产生的危害,相关措施与对电气系统、仪表设备之间干扰(骚扰)有极大的共性,所以用以借鉴到本文以论述电气系统和仪表系统的“安全共地”。

另外,GB 16895.10-2010《低压电气装置》第4-44部分:安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护把IEC 60364-4-44 Electrical installations of buildings - Part 4-44: Protection for safety-protection against voltage disturbance and electromagnetic disturbance中“disturbance”标题异译成“骚扰”且正文异译成“干扰”。

骚扰和干扰都可以用英文“disturbance”表达。有观点表明,电磁干扰是指由于电磁骚扰所引起的器件、传输通道或系统性能的劣化,

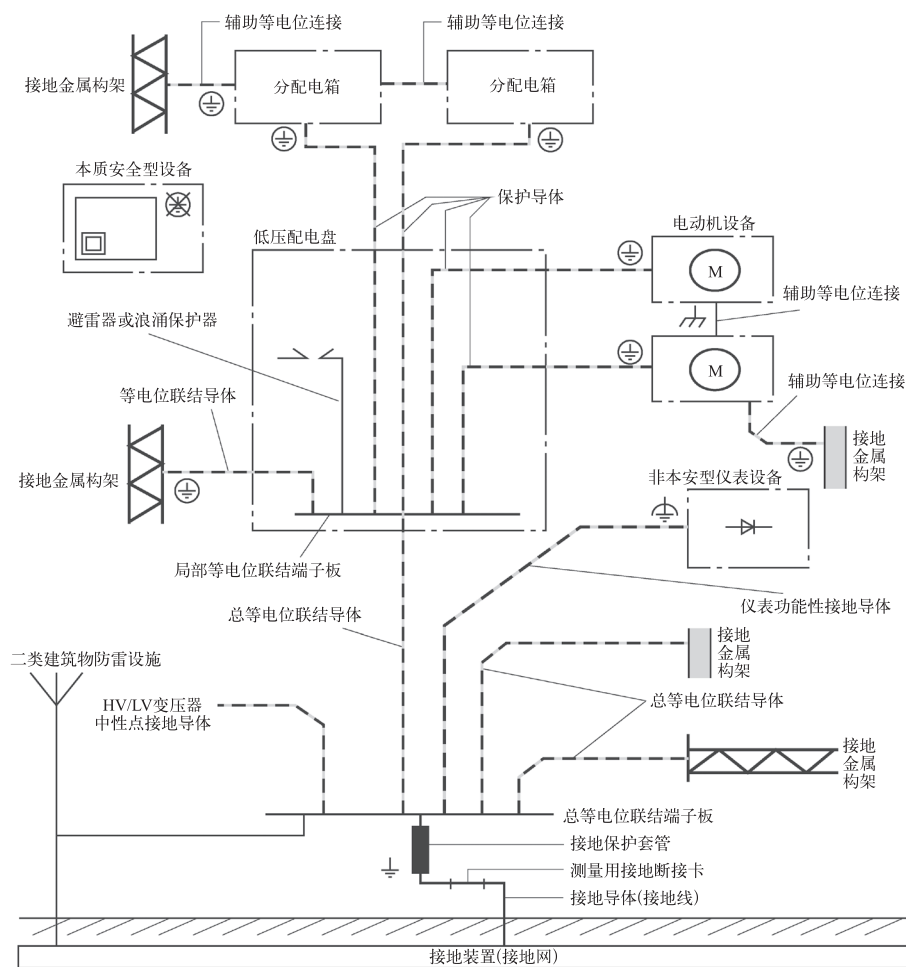


图 2 等电位联结与等电位连接并接地

Fig. 2 Equipotential bonding and equipotential connection grounding

“骚扰”和“干扰”分别代表原因和结果。

但站在安全防护应用结果的角度, 本文采用“干扰”来说明问题, 对“骚扰”不再赘述。

IEC 60364-4-44 英文原文和 GB 16895.10—2010 认为电压干扰主要来源于内部过电压以及外部过电压。

(1) 内部过电压

内部过电压包括因高压系统接地故障和低压系统故障引起的低压装置暂时过电压。

- 1) 为低压系统供电的高压系统与地之间的故障。
- 2) 低压系统中性导体中断。
- 3) 线导体与中性导体短路。
- 4) 低压IT系统线导体非正常接地。

(2) 外部过电压

- 1) 大气过电压或者雷电过电压。
- 2) 操作过电压。

简单地说，电压干扰是电压/电流产生不必要的变化（内部过电压或者外部过电压），这种变化通过导线将故障电流经电源系统直接传递给其他设备，造成功能“地”电位升高危害，电压干扰实质是一种传导干扰。

另外，由于电压/电流变化而产生的电磁波通过空间传播到其他设备中，在电路或导线上产生不必要的电压/电流，造成功能“地”电位升高危害，形成电磁干扰，又可以叫辐射干扰。

综上所述,可以看出不论电压干扰还是电磁干扰,均是通过故障电流形成故障电压造成的干扰,干扰的结果有功能“地”电位升高,换句话说就是给功能“地”增加了干扰电位,

造成非基准电位和危险电压等。

这里，功能“地”又称参考“地”，就是零电位的参考点，也是构成电路信号回路的公共端。功能“地”通常分为信号回路接地、屏蔽接地和本质安全仪表接地。

干扰电位引起的功能零电位升高以及非基准电位会导致上述“功能地”非零，从而导致系统误动作，严重时可能造成系统瘫痪，现实中的案例很多，不胜枚举，在此不再赘述。

危险电压在爆炸危险环境下可能会导致电火花引起的爆炸。由于防雷接地和防电触击外壳保护接地（含仪表设备外壳）在其他文献上均有广泛记载，所以详细分类及做法在本文不再赘述，根据前后文逻辑关系仅作简单介绍。

3 浅析“降低干扰电位”对电压干扰与电磁干扰的防护有效性

通过对电压干扰与电磁干扰产生的机理和危害（结果）的描述，可以得出对干扰防护的抑制过电压、加强隔离和降低干扰电位（等电位联结、连接及接地）等措施。

根据IEC 60364-4-44英文原文和GB 16895.10—2010，对这些措施概括描述如下。

（1）抑制过电压

例如采用欠电压保护、增加浪涌保护器或者避雷器等。

（2）加强隔离

采用回路隔离措施，例如24 V继电器隔离、安全栅隔离和电缆回路隔离等。

（3）降低干扰电位

例如等电位联结并接地。

在早期的仪表供电系统中，为了加强隔离，业内采用了多点接地系统，如图3所示，即电气的接地系统与仪表的接地系统多点接地。

事实上，由于仪表和电气系统有着千丝万缕的联系，加强隔离很困难，稍有不慎，就会引入“干扰电位”。所以最近几年，业内对“一点接地”有了更认可的态度，对相应规范也进行了修订，但深入研究并知晓其机理的技

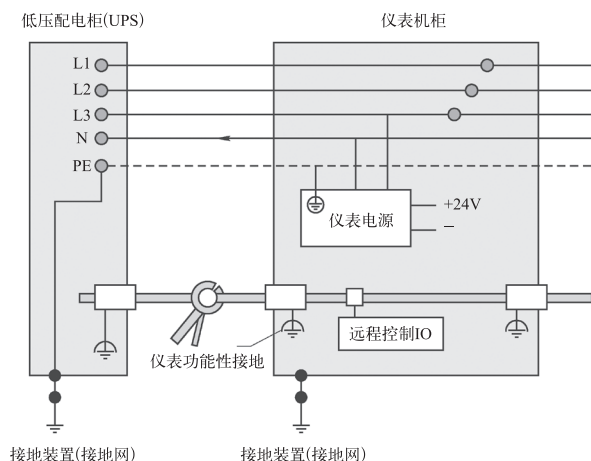


图3 仪表供电TN-S系统（多点接地）

Fig. 3 TN-S system for Instrumentation power supply (multiple point grounding)

术人员并不多，如果不能深入理解这个问题，在应用中势必会带来不小的困惑。

降低干扰电位（等电位联结、连接及接地）一直是行业内讨论的焦点，也是本文的重点。因为最理想状态是降低干扰电位为零，从本文前面叙述的内容来看，如图4所示的“一点接地”降低干扰电位是最根本的一种举措或者说一种“治标治本”的好办法，而且有非常直接的效果。

另外，有观点表明，以接地极为中心，杂散电流干扰半径约为20 m，源自本文欧姆定律推断，杂散电流经梯度削减后，20 m处干扰电位为零。在能够保证距离在20 m的这种情況下，加强隔离或许是一种好办法，否则“一点接地”更安全。

4 对石化企业仪电“安全共地”抗干扰的应用探讨

那么是不是可以把等电位联结并接地作为“安全共地”的唯一原则呢？通过前面对干扰的描述，很显然答案是否定的，最终的判定条件应该是能否保证“干扰电位”为零。

“安全共地”的设置原则是，应首先站在干扰的角度，充分考虑电气仪表系统之间、电气仪表系统与其他系统之间的非安全扰动问题。

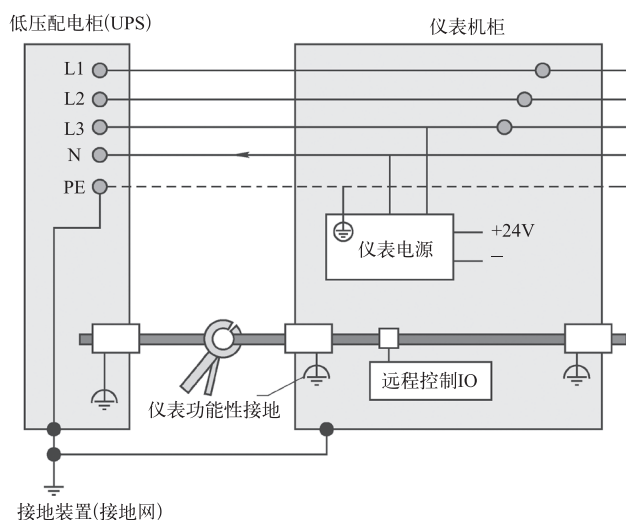


图4 仪表供电 TN-S 系统（一点接地）

Fig. 4 TN-S system for Instrumentation power supply (one point grounding)

一般来说，降低“干扰电位”最优的选择是等电位联结并接地，也就是图4的一点接地。但是，由于石化企业爆炸危险环境的特殊性，绝对不允许引入危险电位（干扰电位），所以并不是所有的接地系统都适合等电位联结（连接），例如：

1) 本安型电缆接地要根据仪表专业要求联结。

2) 阴极保护系统不应联结。

另外，石化企业的“安全共地”还要注意一些容易混淆的地方，例如：

1) 已经在金属构架上接地的电气设备还应该接地。

2) 爆炸危险2区内除照明外的设备应采用专用接地线，这里专用接地线在一些规范中已经明确不是跨接线。

在爆炸危险区域钢结构框架二层设备的接地，很多人以为这个钢结构是接地极，无须另外接引接地线，事实是该钢结构的属性是“应该被接地的部分”，通过“应该被接地的部分”进行的跨接接地，由于干扰电位的存在其实已经不安全了。

再者，也不排除因设备厂家要求而不能联

结的情况，主要依据相关规范和仪表厂家的规定来做，目的就是确保仪表设备工作正常。通常所说的接地电阻，也是以仪表接地电阻限值为基准的。

对不能联结的接地，需要考虑抗干扰的距离，或者隔离（见前述第3节内容），或者在多点接地的情况下，考虑大地杂散电流约20 m的影响。即以接地极为中心，杂散电流干扰半径约为20 m，源自本文欧姆定律推断，杂散电流经梯度削减后，20 m处干扰电位为零。

5 结束语

由于石化企业与其他不同企业生产环境的差异，对仪表接地的理解和应用也存在差异，甚至两个专业之间存在着不同的理解。这些差异对仪表供电的可靠性甚至某些涉爆企业的仪表供电安全都有重大的影响，必须引起重视。因此，笔者拟从IEC 60364-4-44对干扰防护的国际标准和相关国家标准出发，通过“降低干扰电位”的概念，深入理解等电位联结、连接和接地的差异以及其对“安全共地”的影响，为上述场所的合理“安全共地”抗干扰提供一些有益的借鉴和参考。

目前，电气和仪表关于接地确实在规范和规程上有差异，比如等电位连接或者跨接。但是如果两个专业的人员能站在“干扰”清除的角度考虑问题，在细节上会形成统一的看法，对今后规程的科学编制有很好的借鉴意义。

作者简介



赵 瑛

赵瑛，男，硕士，高级工程师，从事电气工程设计工作。

(收稿日期：2019-09-26) EA