

天然气场站防雷防静电系统设计

□ 广东博意建筑设计院有限公司 (528212) 李业福

摘要: 指明了天然气各类场站设计过程中防雷接地系统的重要性,详细论述了防雷接地系统的常规做法;分析了天然气各类场站设计过程中罩棚防雷、气化器防雷、断接卡安装、绝缘接头防护、接地电阻取值等普遍存在的问题,并对此提出了一些解决措施。

关键词: 天然气场站 防雷 防静电 绝缘接头 接地电阻

Lightning Protection and Anti-Static System Design of all Kinds of Natural Gas Terminal

Elite Architectural Co.,Ltd Li Yefu

Abstract: The article points out the importance of lightning protection grounding system in the design of all kinds of natural gas terminal. The article details the general practice of the lightning protection grounding system in detail. This article analyzes the the lightning protection of the tent, the lightning protection of the Gasification, the installation of the breakout card, the protection of the insulation joint, the value of the grounding resistance and other problems existing generally in the design of all kinds of natural gas terminal.

Keywords: natural gas terminal lightning protection anti-static insulation joint grounding resistance

1 引言

天然气是一种世界公认的经济环保、安全高效的绿色能源,大力发展天然气事业,对于优化能源结构、推进节能减排、保障改善民生、促进社会可持续发展具有重要意义。近年来,随着我国“西气东输”项目的展开、海上天然气登陆和沿海地区LNG进口,中国天然气行业发展已进入快车道,各种天然气场站如雨后春笋般不断兴起。因为天然气场站属于易燃易爆的场合,一旦发生雷击事故极易发生人员伤亡与重大经济损失,所以必须做好各类天然气场站的防雷防静电工作。以下作者就天然气场站的防雷防静电系统

设计常见问题与大家做一些探讨与交流。

2 防直击雷

根据《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010规定,加气站、门站、调压站内的工艺罩棚、压缩机间等工艺构筑物均属于2类防雷建筑物,站内的站房、辅房属于3类防雷建筑物。在压缩机间屋面上用 $\Phi 12$ 热镀锌圆钢敷设不大于 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 或 $12\text{m} \times 8\text{m}$ 的避雷网格,四角做接闪短杆。工艺罩棚一般为双层彩钢板屋面,中间为阻燃物,很多设计员认为即使罩棚遭受雷击,只要彩钢板厚度大于 0.5mm ,闪电只会击坏罩

棚而不会危及罩棚下的工艺装置和人员的安全,所以直接利用罩棚作接闪器。但这种思路却忽略了对罩棚本身的防护,罩棚顶部被击坏后维修比较困难,并且罩棚被击坏后雨水渗入会对罩棚的钢结构造成腐蚀,缩短罩棚的使用寿命。所以在罩棚顶部也应用 $\Phi 12$ 热镀锌圆钢布置成不大于 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 或 $12\text{m} \times 8\text{m}$ 的避雷网格,并在四角做接闪短杆。

LNG场站中LNG储罐的壁厚大于 10mm ,即使遭受雷击也不会被击穿,一般将LNG储罐本体直接作为接闪器。气化器和增压器管道壁厚不大于 4.0mm ,有可能被闪电击穿而发生爆炸事故,所以必须对场站内的气化器和增压器做好防雷措施。气化器和增压器的防雷有两种方法,一种是采用避雷塔对站区内的所有工艺装置进行整体的防护,另外一种是在气化器和增压器上单独设置小型避雷针或避雷带。因为LNG场站一般比较大,所以若采用避雷塔,则避雷塔的高度必须非常高,基础也非常大,在进行总平面图设计时必须考虑避雷塔的影响。避雷塔在竣工验收及以后的运行过程中均需要当地的气象防雷部门进行专门检测,而且避雷塔的造价及运行维护成本均非常高,所以采用避雷塔会给设计、施工、运行维护都带来许多的不便,不推荐采用。当在气化器及增压器上设置小型的避雷针或避雷带时需要特别注意,因为气化器和增压器都属于内含危险物质的特种设备,为避免现场施工

对设备造成损坏,也便于发生事故后的责任划分,一般要求气化器和增压器厂家在工厂内将小型避雷针或避雷带及其引下线安装完成,现场施工只负责接地,所以电气设计人员在甲方进行设备采购阶段时就应该与甲方进行详细的沟通说明。

新版《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 5.2.6条和新版《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB50601-2010 5.1.2条对避雷带和专设引下线的支架高度做了明确的规定,要求避雷带及专设引下线的固定支架的高度不宜小于 150mm 。但常规做法及《建筑物防雷设施安装》99(07)D501-1均要求支架高度为 100mm ,与现行规范不符,设计及施工时应特别注意改正。

屋面避雷带及接闪短杆均与建筑物钢筋混凝土立柱内主筋相焊接,钢筋混凝土立柱内(两根不少于 $\Phi 16$)主钢筋做引下线(引下线采用绑扎连接),与接地网作可靠电气连接。作引下线的立柱应沿建筑物四周均匀布置,间距不得大于 18m 。很多设计员在距地面 $0.3\text{m} \sim 0.5\text{m}$ 的立柱上设断接卡与站内的人工接地网相连接,但压缩机间、工艺罩棚立柱周围都处于防爆区,在防爆区内直接设置断接卡存在很大的安全隐患,所以防爆区内引下线断接卡应采用防爆接线盒安装,并用防爆胶泥密封,或者是设置在地面上,用干沙填实。尤其是LNG场站更需注意,因为LNG泄漏后

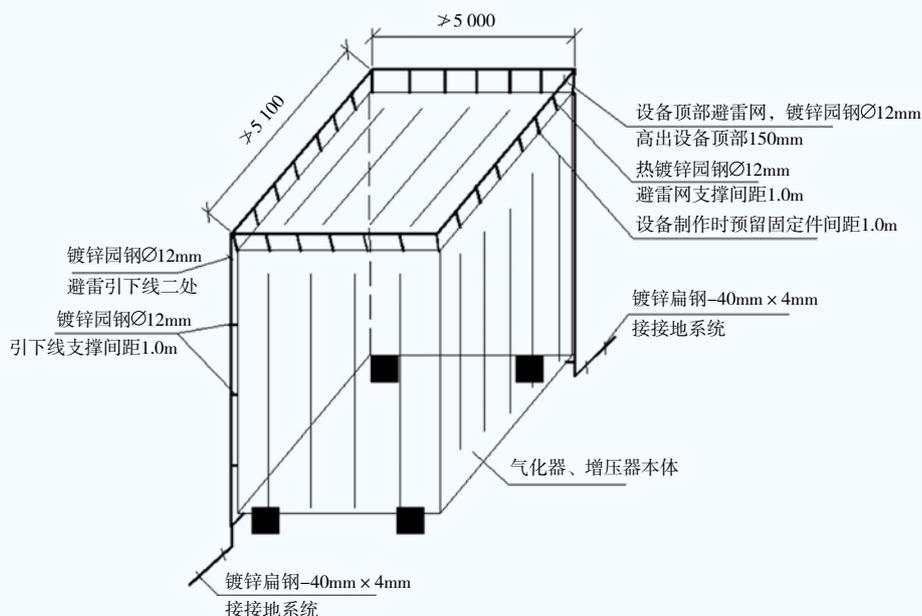


图1 气化器、增压器顶部安装避雷网示意图

迅速气化而形成的低温气体比重较大，会聚集在地面附近，遇到断接卡放电时极易发生爆炸。

3 防感应雷

天然气场站内所有金属体均应就近接于接地装置上，架空和直接埋地的金属管道在进出建筑物处应就近与防雷接地装置相连。天然气场站内各种工艺设备必须通过断接卡与接地系统可靠双相连，所有放散管均加设阻火器后通过断接卡与接地系统可靠进行双连接。站区平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物，平行间距小于0.1m时应采用金属线跨接，跨接点间距30m，交叉净距小于0.1m时交叉处也应跨接。电缆穿钢管部分，钢管要两端接地；电缆的铠装金属外皮要两端接地；信号电缆的屏蔽层在仪表间或控制室内单端接地。

《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010规定：

“当长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 0.03Ω 时，连接处应用金属线跨接。对有不少于5根螺栓连接的法兰盘，在非腐蚀环境下，可不跨接。”但施工现场对阀门、法兰的过度电阻很难准确测量，规范也未对“非腐蚀环境”给出确切的定义，存在较大的分歧，所以在设计时可要求站内所有的阀门、法兰连接处均采用铜编织带进行跨接。

工艺专业一般都在加气站、门站、调压站等场站的进出站管道上设有绝缘接头。绝缘接头的功能主要有两个，一是将阴极保护电流限制在站外管道上，防止阴极保护电流通过站内工艺装置的接地系统流失，

二是将站内设备的杂散电流隔绝在站内，防止杂散电流流到站外长输管道或者城市管网上造成杂散电流干扰腐蚀。但绝缘接头只能作为隔绝管道阴极保护电流及站内杂散电流用，而不能作为过电压的安全防护措施用，站内及管道上因雷击产生的高电压、站内设备故障产生的高电压、管道上因气流摩擦而产生的静电、长输管道的感应过电压等都会将绝缘接头损坏。绝缘接头一旦损坏就会对长输管道或者城市管网的阴极保护系统造成严重影响，甚至使阴极保护系统失效，所以必须为绝缘接头添加防护措施。绝缘接头的防护装置主要有避雷器、电解接地电池、极化电池及二极管保护器，目前应用最广泛的是接地电池。接地电池是用来提供一个低电阻通道，排放强电电涌但不泄漏阴极保护直流电流的一种装置，通常采用锌材料制作^[1]。

在各级配电柜/箱及信息系统线路上安装相应级别的电涌保护器（SPD），以把雷电流及电气系统故障电流尽可能地泄入大地，保护用电设备的安全。为使SPD安装处呈现的最大电涌电压足够低，SPD两端的引线应做到最短（两端引线总长度不宜大于0.5m），并且要避免形成过大环路，以获得最佳保护效果。当引线较长而产生的引线寄生感应电压较大时，可采用图4中（c）、（d）的接线，以转移和补偿引线的寄生电感，从而改善保护电路的性能^[2]。

4 接地

天然气场站内低压配电系统的接地型式统一采用

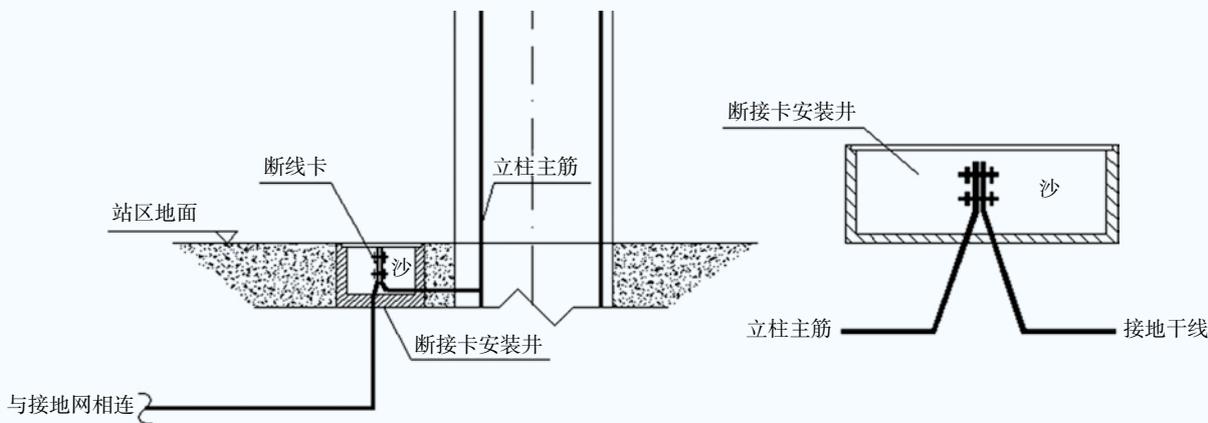


图2 防爆区断接卡安装大样图

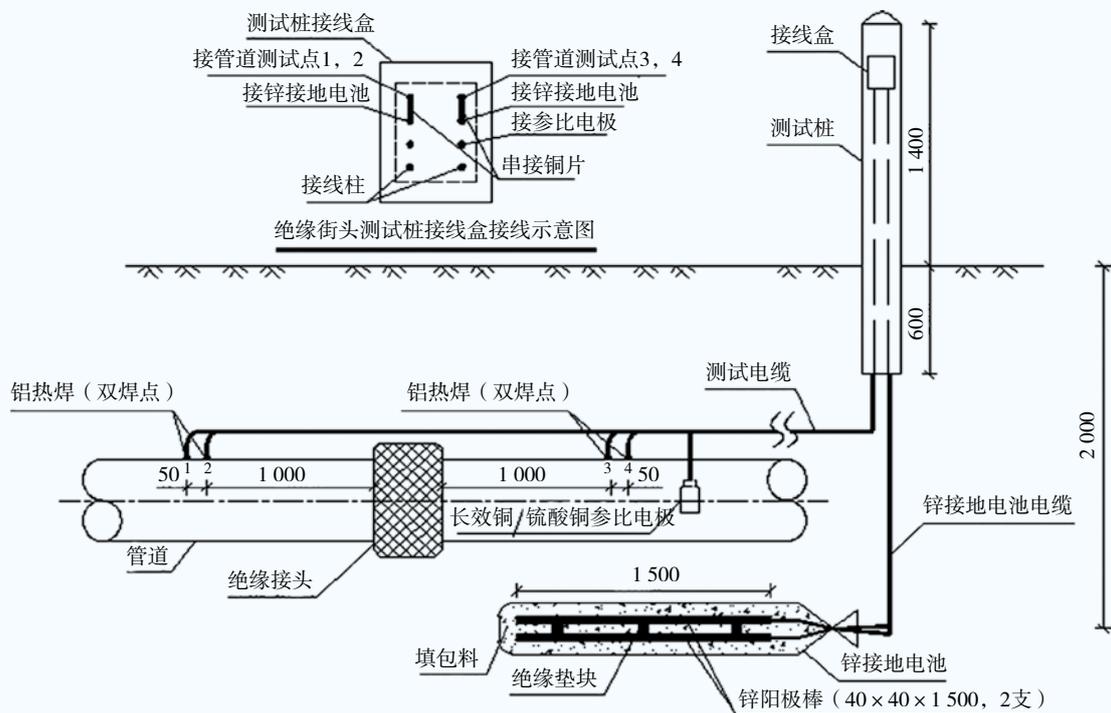


图3 绝缘接头测试桩安装图

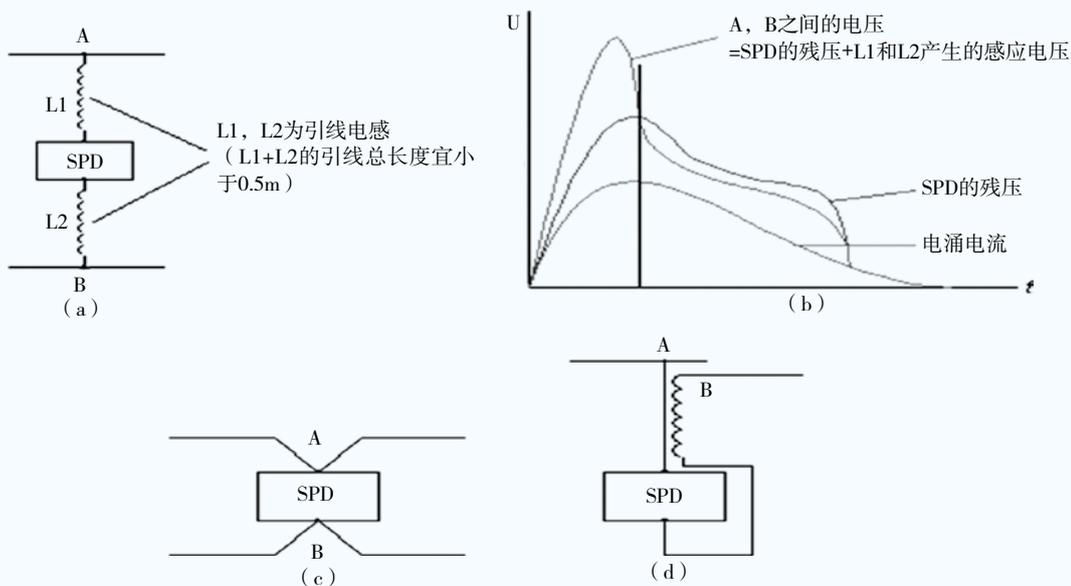


图4 SPD连接引线的影响

TN-S系统，PE线与N线分开设置。接地装置埋深要大于1m，埋设的水平接地体采用40mm×4mm的镀锌扁钢，垂直接地体采用50mm×5mm的镀锌角钢，垂直接地体的埋设间距为5m。

《液化天然气（LNG）汽车加气站技术规范》NB/T1001-2011第8.2.3条规定：“站内建筑物防雷装

置的接地、静电接地、电气和电子信息系统等接地应共用接地装置，其接地电阻不应大于4Ω。”老板规范《汽车加油加气站设计与施工规范》GB50156-2002（2006年版）第10.2.2条规定：“加油加气站的防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等，宜共用接地装置，其接地电

阻不应大于 4Ω 。”但新版的《汽车加油加气站设计与施工规范》GB50156-2012第11.2.2条规定：“防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等，宜共用接地装置，其接地电阻应按其中接地电阻值要求最小的接地电阻值确定。”虽然《液化天然气（LNG）汽车加气站技术规范》NB/T1001-2011对站内的整体接地电阻做了比较明确的规定，但《汽车加油加气站设计与施工规范》GB50156-2012的级别更高、要求也更严格，所以加油加气站的接地电阻应该以后者的要求为准。

在各种接地中防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地和保护接地规范规定的比较明确，防雷接地电阻值一般不大于 10Ω ，防静电接地电阻值不大于 30Ω ，电气设备的工作接地和保护接地不大于 4Ω ，但对信息系统接地电阻值规范规定的不是十分明确。

《电子信息系统机房设计规范》GB50174-2008第8.4.2条规定：“保护性接地和功能性接地宜共用一组接地装置，其接地电阻应按其中最小值确定。”

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343-2004第5.2.5条规定：“防雷接地应与交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地共用一组接地装置，接地装置的接地电阻值必须按接入设备中要求的最小值确定。”《石油化工仪表接地设计规范》SH/T 3081-2003第7.3条规定：“仪表及控制系统的接地电阻为工频接地电阻，不应大于 4Ω 。”《仪表系统接地设计规定》HG/T20513-2000第6.0.3条规定：“仪表系统的接地电阻不应大于 4Ω 。”《计算机场地通用规范》GB/T2887-2011第4.8.2.2条规定：“计算机设备没有明确要求时，场地的接地电阻不应大于 1Ω 。”

《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008 12.7.1条第3款规定：“电子设备接地宜与防雷接地系统共用接地网，接地电阻不应大于 1Ω 。”21.7.2条第1款规定：

“保护接地的接地电阻值，单独设置接地体时，不应大于 4Ω 。采用共用接地网时，不应大于 1Ω ；”《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB50198-2011第3.5.4条第3款规定：“采用综合接地网时，其接地电阻不得大于 1Ω 。”

但《计算机场地通用规范》GB/T2887-2011适用于大型的计算机中心机房，计算机中心集中了大量的

微电子产品，对雷电、静电、电磁辐射等极为敏感，一旦遭受破坏，将导致整个地区的计算机网络信息系统瘫痪，给社会造成难以估计的损失。《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008和《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB50198-2011明确注明只适用于民用系统，不适用于天然气场站等工业系统。民用领域考虑到目前高层建筑日益增多，高层建筑的基础钢筋网规模很大，整个建筑的接地系统接在基础钢筋网上以后接地电阻已经很小，往往在 0.5Ω 以下，所以要求接地电阻不大于 1Ω 很容易实现。天然气场站内主要的计算机系统为PLC控制系统，PLC控制系统本身有一定的防雷、防电磁干扰性能，对环境要求较低，根据规范接地电阻不大于 4Ω 即可满足要求。天然气场站内建构物一般不会超过3层，建构物的基础都比较小，必须靠额外的人工接地体才能将接地电阻控制在较小范围内，笔者以往接触的工程竣工时实测接地电阻也基本在 $1\Omega\sim 4\Omega$ 之间（笔者接触的工程大都在北方地区），要小于 1Ω 非常困难。所以在进行天然气场站的设计时信息系统的接地电阻值不大于 4Ω 即可，站内的防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统接地共用接地装置，其接地电阻不应大于 4Ω 。

5 结论

在天然气场站的防雷防静电系统设计中，需要重视和研究的问题还很多，在此笔者只是对在工作过程中发现的一些比较重要的问题进行了简单的论述，希望能引起大家的重视，以减少安全隐患。随着天然气行业的快速发展，天然气必将为我们的生活提供越来越多的好处与便利。

参考文献

- 1 胡仕信. 阴极保护工程手册[M]. 第二版, 北京: 化学工业出版社, 1999: 179
- 2 任元会. 工业与民用配电设计手册[M]. 第三版, 北京: 中国电力出版社, 2012: 842~843