

工业电气工程高压输电线路的施工及防雷装置设置探讨

虎云珩

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

【摘要】电气工程高压输电线路是指从电厂输出的220kV以下的高压电力，通过高压输电线路输送到更远的地方，以满足更多人和企业的需求。随着社会经济的不断转型和发展，全社会用电量不断增加，尤其是工业电气工程建设过程中，对工业电气设备的需求越来越多。因此，在工业电气工程建设过程中，电气工程企业必须特别重视高压输电线路的日常维护和检修，同时特别重视雷击对高压输电线路造成的不可逆损害，这对电气工程的整体供配电服务质量尤为为重要。一般来说，高压输电线路的施工现场一般都在室外，容易受到外界环境的影响和非从业人员的故意破坏。比如风吹、雨淋、日晒等。或由于操作人员的不规范操作和外界非工作人员的故意破坏，都可能造成高压线不同程度的损坏，严重影响工业电气工程中高压输电的质量和效率，进而对不同企业的生产经营和人们的日常生活工作造成不利影响。因此，在工业电气工程建设过程中，要特别注意对高压输电线路进行严格的检修和维护，并采取各种防雷措施，确保工业电气工程的输配电服务质量。

【关键词】工业电气工程；高压输电线路；施工；防雷装置设置

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.02.1202

工业电气工程包括配电装置、变压器、旋转电机安装以及输配电线路施工和防雷、接地装置安装等内容。重点讲述常见输配电架空线路的施工技术和安装要求，正确的电气工程安装技术，能保证电气工程的安装质量，保证供电和用电的安全可靠。

一、工业电气工程高压输电线路施工以及防雷击可能发生的事故类型

首先，电气工程高压输电线路的永久性故障。永久性故障就是指高压输电线路由于受到外界强压力的作用，例如，受到狂风以及暴雨等外界自然环境的破坏，导致高压输电线路中的一个或者多个元器件导体之间发生电路短接，对高压线路造成不可逆的机械损伤，也不可能重新闭合高压线路保护闸，导致电气工程高压线路发生永久性的故障，对高压输电线路的运行以及供电服务造成严重的破坏。其次，电气工程高压输电线路的瞬时性故障。瞬时性故障大多数都是由于雷电袭击而造成的暂时性的高压输电线路的短路，这类伤害发生的时候，会对高压输电线路造成严重的破坏，对施工人员以及电气工程企业内部的施工机械和设备都造成严重的事故后果。而这一类由于雷电袭击造成的瞬时性的故障类型，又可以划分为以下两类。第一，由于电气工程企业内部施工和管理人员并不能及时地对高压线路接地保护装置进行检查和维护，导致接地装置受到外部环境而发生腐蚀和生锈的情况，从而使得高压线路的接地保护装置的内阻不断增大，导电性不断减小，使得高压线路的雷电接地保护装置失效，安全性能降低，不能更好地满足电气工程的安全需求。第二，由于在实际的电气工程高压线路施工以及防雷措施中，施工人员较少关注合理设置保护角的重要性，进而使得高压线路保护角在实际的事故过程中受到多方面的因素影响，使得保护角不断地增加，从而使得高压输电线路发生雷电袭击的可能性不断地增加。第三，电气工程高压线路的绝缘击穿事故。绝缘击穿事故大多是由于高压线路使用寿命过长、遭到

外界冰雪覆盖等自然环境以及瞬时性过电压的破坏等原因，从而导致高压线路某一点的绝缘性能降低，发生高压线路击穿现象。一般来说，高压输电线路在较低电压的情况下，发生电路击穿的可能性相对较小，高压线路在正常的运行电压下，会发生电路击穿现象，导致高压线路内部电路结构短路，使得高压线路的重合闸不能成功闭合。

二、工业电气工程高压输电线路施工

1. 铁塔基础。在工业电气工程高压输电线路中，铁塔与电杆作为常用的线路架设设施，施工者需要在架设线路之前，做好铁塔与电杆的组装，并处理好电杆与铁塔的基础，保障杆塔的稳固性。在铁塔基础建设中，施工者应先按照杆塔明细表中，“洞底标高”项目内容，来设置基础挖掘深度，同时，将转角塔的受压基础，设置在线路转角内侧，受拉基础设置在线路转角外侧。之后，待平基施工完毕，施工者要按照设计图纸的要求，进行混凝土浇筑，以确保钢筋保护层厚度达到标准。在此过程中，施工者必须一次浇筑完毕，并在回填时及时排除坑内积水，而且在夯实施工时，严禁造成基础的位移和倾斜。此外，在回填时，还可以向回填土中加入适量的碎石，但务必清除其中的草根、树根，且不能使用耕植土、淤泥回填。如果回填土为软土土质，那么还要注意，需将防沉层的高度设为高于地面500mm，以深入优化铁塔的稳定性。

2. 铁塔安装。一般来说，工业用高压输电线路中，人们对铁塔安装的主要要求是螺栓紧固、构件齐全、整齐美观。为此，在安装过程中，施工者需要先核查铁塔用混凝土基础的强度，待该强度达到了80%以上，即可进行立塔，等到强度达到100%后，才可以进行整体组装。在实际施工中，为了避免铁塔设施出现形变或损坏，施工者通常需要采用由下到上的顺序进行安装，同时，如果在安装过程中，遇到了连接构件厚度小于等于无扣螺栓长度时，应更换螺栓，或加设垫圈，以保障螺栓的紧固。

3. 铁塔架线施工。在铁塔架线施工中，施工者通常采用从上到下、从左到右的顺序进行挂线、锚线、紧线操作，将线路逐相、逐回地架设在铁塔上，完成高压输电线路结构框架施工。在此过程中，施工者需要注意，锚线时，应尽量减小对地夹角，保持在 20° 以内为宜。如果此次工业用高压输电线路施工为耐张塔架线施工，那么施工者在锚线和紧线时，就都需要打临时拉线。通常情况下，临时拉线的对地夹角应在 30° 以下，方向与导线方向相同。但若临时拉线的对地夹角无法保持在 30° 以下，施工者则需采取特殊处理措施，严禁不打临时拉线。待拉线完毕后，施工者需要进行紧线操作，并将引绳的对地夹角保持在 20° 以下，同时，在计算紧线张力时，还要考虑施工误差、过牵引等因素，保证架线施工效果。

4. 电杆基础埋设。在工业电气工程的高压输电线路施工中，施工者应先按照设计图纸，进行基坑的定位，并将竖向定位误差控制在1%以内，横向定位误差控制在50mm以内，同时，针对分支杆，应确保其顺路线方向的竖向定位误差在50mm以内。之后，即可进行基坑开挖。在基坑开挖时，施工者要将坑深误差保持在 $(+100\text{mm}, -50\text{mm})$ 区间内，如果此次为双杆高压输电线路施工，那么施工者还要确保两处基坑之间的中心偏差在 $+30\text{mm}$ 以内。就目前来看，工业用的高压输电线路通常采用底盘、拉盘两种基础。在底盘施工中，施工者就需要按照底盘圆槽与电杆垂直的基准位置形式，找准底盘设置位置，然后进行回填夯实，直至底盘表面。在拉盘基础施工中，施工者需要注意，放置拉盘之前，必须将拉盘下部土壤进行夯实处理，并且要将深度偏差保持在 $+50\text{mm}$ 以内。

三、工业电气工程高压输电线路防雷装置设置

1. 接地线选用。在高压输电线路施工中，为了防止雷击引发线路故障，施工者需要对工程施工所用杆塔逐一进行防雷接地设置，以保障工业用高压输电线路的使用性能。在此过程中，针对距变电站2km范围内的杆塔来说，施工者可以采用 4×5 的高强石墨引下线，结合 40×5 的石墨基柔性接地体，并以压接形式，将两者相互连接，以便于将接地电阻保持在 10Ω 以下。在此过程中，施工者应根据所处土壤环境情况，来设置埋设深度。通常情况下，常规地区的接地线埋设深度为0.6m，如果施工现场为水田就应埋设0.8m深，若为岩石地区且土壤电阻率为 $2000\Omega\cdot\text{m}$ ，则需将埋深设置为0.3m，其中埋设用沟宽度皆为0.4即可。对于设置在其他区域的工业用高压输电线路杆塔，施工者采用准12的热镀锌圆钢作为引下线，准10圆钢作为接地体即可，其在岩石土壤、干旱土壤、水田土壤中的埋深分别为0.3m、0.6m、0.8m。此外，在雷雨季节或土壤干燥情况下，施工者还要检查杆塔工频接地电阻是否满足现行的防雷保护规定，并及时发现和及时处理其中存在的问题。

2. 防雷接地优化施工。在我国，工业生产规模较大、分布较广，因此，在配套高压输电线路施工中，施工者通常会遇到土壤电阻率较高的情况，此时，就要考虑采用特殊的优化措施，来降低高电阻率土壤，对防雷设施运行效果的影响。在此过程中，施工者可以采用换土或加长射线的措施，来优化接地设施的性能，但针对个别电阻率极高的地区，施工者还需增添接地模块，以增强防雷接地设施的运作效果。

3. 连接金具选用。就目前来看，在工业用的高压输电线路中，其防雷装置主要包含引下线与绝缘子，其中绝缘子作为增加爬电距离的重要结构，能够耐受电压与机械应力，以强化杆塔本身的防雷击能力，确保高压输电线路在雷雨等特殊天气的稳定运作。现阶段的绝缘子结构主要包含两个部分，即绝缘子件与连接金具，施工者需要先做好连接金具的选择工作，然后才能利用绝缘子件进行绝缘子串的组装，以完成绝缘子安装工作。在金具选择中，施工者需要先计算出金具的强度设计安全系数，然后基于此，来选择金具的类型和数量。一般来说，施工者应按照最大使用荷载情况，以及断线、断连情况，进行设计安全系数的取值，同时需注意，直接与杆塔相连接的金具，应比其他金具的安全系数大一级。此外，在金具选择中，施工者还要严格按照现行金具分册中提出的规定，对金具的选用进行确认，以保证防雷保护设施建设能够达到标准。

4. 绝缘子串组装。在工业用高压输电线路建设中，绝缘子串在用途上分为悬垂串、跳线串、耐张串等类型，其在材质上则分为陶瓷串、玻璃串等类型。现阶段人们在杆塔建设中应用的绝缘子都会在历经一段时间的使用后，其表面都会附着一些污垢，影响其正常发挥作用，因此，在实际操作中，施工者需要考虑防污问题，并结合当地环境，来选择绝缘子，以确保组装完毕的绝缘子串具有更加优质的使用性能。就目前来看，玻璃绝缘子具有较好的防污能力，所以在杆塔防雷施工中被广泛应用。针对玻璃绝缘子，此外，如果遇到了高度在40m以上的杆塔，则高度每增加10m，施工者在组装绝缘子串时，就要增加一片绝缘子。

总之，提高输电线路施工、防雷装置安装水平，能够增强工业电气工程建设效果。在高压线路施工中，施工者通过规范化各项程序操作，可以保障高压输电线路结构的可靠性。在防雷装置安装中，施工者设置好接地线与绝缘子，有助于降低输电线路雷击故障发生的概率，提高工业电气运作的稳定性。

参考文献

- [1]常学岩. 高压输电线路施工过程管理浅析[J]. 农村电气化, 2019(6): 80.
- [2]李纪辉. 如何加强电力工程施工安全管理探讨[J]. 建材与装饰, 2019(16): 212-213.