

[电力入户]

电力入户工程费用影响因素研究

文/东南大学电气工程学院 陈昕儒 吴奇珂

近年来，越来越多的用户需要接入电网，电力需求日益增加，但我国电力工程造价费用的预估到目前为止仍没有一个统一的标准。旨在探讨和分析用户接入工程费用的影响因素，从而为未来我国制订一套切实可行的费用量化模型奠定基础。

目前，伴随着我国社会经济的发展，电力建设的发展速度也随之逐步加快。对于电力企业发展来说，要提高电力工程相关企业的效益，除了严抓管理等工作外，降低和严格控制电力工程的造价也是很重要的环节。为了使电力工程的支出降低，应做好电力工程项目前期的规划，同时也应做好竣工后的财务决算，为下次的电力工程估价作参考。因此，在建立电力入户工程费用量化模型前，应当综合考虑其多方面的影响因素，以建立一个准确的模型奠定基础。

有文章指出，投资和决策阶段对电力建设工程的影响最大，最大可占到工程总费用的75%以上；设计阶段最大可占到了35%以上；接下来才是施工阶段，占比为5%至35%，竣工决算阶段对整个工程的造价影响大致为0%至5%。另有文章提出，构建一个关于开发项目总成本的模型时，应满足众多决策者的要求，该模型应该可以用于估计项目所需要的总现金支出，更重要的是在成本估算时，同时应考虑通货膨胀率，使用未来价值概念。还有文章提出，在对项目成本进行分析时，成本中的一些不确定的项目是造成分析过程较为复杂的原因。成本不确定性分析的目的是帮助决策者了解模型未必能预估到的风险所可能带来的影响，最终对项目成本进行合理的估计。成本不确定性分析有将项目分解成固定需要的成本和项目中可能出现的其他费用，许多项目之间存

在相互关联，如果考虑不当可能会影响成本估算的准确性。然而这些关联之间目前很少有理论和实践相结合的建模。

由此看出，在电力工程开始进行建设之前很有必要对其进行费用上的规划，因此对于费用影响因素的研究至关重要。

电力入户工程现状

目前我国的电力入户工程存在着流程环节较多、时间较长、收费透明度较低以及缺乏相应监督和考核机制等缺陷，同时由于电力入户工程所需费用的变化因素多，以及许多技术上存在着相对落后的问题，我国电力入户工程的管理体系在对工程造价管理的有效评估上存在着许多不足，不能及时反馈其造价管理的相关信息并及时改进工程造价的管理。电力工程造价预估的重点时间段应在工程开始实施前，即设计阶段和投资决策阶段。材料、设备的选择、电缆长度、配变容量和工程选址等都会影响到电力入户工程费用的评估，而这些因素之间又会相互影响，若评估出现失误，则可能出现物质上的浪费和经济上的损失，甚至因为竞标价格过低而造成无法按期完工、未能通过招标方的检验或投标方出现重大亏损等问题。因此，无论是投标方还是招标方，在对电力入户工程的费用进行评估时都应慎之又慎，对于影响到电力入户工程费用的评估的因素更应该重点研究。

影响因素

电力入户工程费用的影响因素较多，主要针对对电力入户工程整体建设周期中可能对总造价产生影响的因素进行分析。

1. 施工管理

虽然我国的电力市场已经日趋成熟，电力工程的建设已经取得了长足发展，但许多施工企业在施工过程中，没有足够的能力对施工材料进行实际而有效的掌控，对于完成一个电力工程所需使用的材料数量无法进行准确预估，因此在购买材料时常会购买比实际需要的数量更多的材料，导致了材料、资金的浪费。

为此，施工企业可以派遣有良好职业素质的资深工程师负责设计电力入户工程；同时，也要求有一定管理经验、专业知识过硬的人员对设计的过程进行全方位质量跟踪，对施工的整个过程和工程建设的质量进行严格监督和掌控也是非常必要的；应落实责任到个人，防止不负责任的工人对于材料的浪费，这些是避免浪费的重要途径。在进行材料购买时，应充分了解当前材料市场的价格，尽量选购质优价廉的材料来进行工程建设，以上措施均可一定程度上降低施工管理没有到位所造成的损失，从而减低用户接入工程的总费用。

2. 施工风险

在进行电力工程的施工时，由于施工周期长并且工程较为复杂，设计人员对施工阶段可能面临的风险因素的估计存在着不足。施工过程中可能存在人为因素和自然因素造成的双重风险。人为因素即施工阶段的作业人员不专业、缺乏经验等因素导致的材料浪费、时间浪费等。自然因素则为工程的建设阶段可能遇到的各种不可控的自然灾害，这些灾害都可能导致工程不能按时完工，导致电力入户工程的总体费用的提高。

对此，可以加强施工前的风险评估，风险评估即是对电力入户工程从开工的阶段到竣工阶段可能出现的风险因素进行评估。可以将人力浪费、自然灾害等因素均归入风险评估中，将这些可能存在的费用影响因素都计算到预算中，防止超支、预算不足的现象出现。同时，可以考虑采取一些措施来避免或减小风险因素带来的后果，例如加强对施工作业人员的培训、加强监督，对施工进度不利的雨雪天气等，可以采取对施工现场的材料使用油膜纸覆盖等措施来进行保护等。

3. 地质

在架设电缆、架空线时，不同电力工程会遇到的地质问题不尽相同。对输变电工程的地质条件有充分而正确的认识并正确地处理相应的地质问题，方能顺利地进行施工、安全运营。

若需要在有一定坡度的山坡上架设线路，那么杆塔和杆塔之间会形成一个高度差，而这个高度差会导致工程需要更长的导线，从而导致输电线路方面的投资增加。若在丘陵地带建设接入工程，则应尽量选择平坦、少弯曲的路线以减少在输电线、杆塔方面的支出。

若输电线路经过的地段中有淤泥、沙地，由于淤泥地松软、易于塌陷，沙地的强度也比较小，在淤泥、沙地一般需要采用架空线，杆塔则需要加大地基建设方面的费用投入。杆塔的基础有直柱大板式和挖掏式两种，挖掏式的施工过程比较简单，对钢材、混凝土和土石方的用量都较少，但只能运用在比较坚硬、条件较好的地段。在地质为淤泥、沙地时，应选择大板式，因为大板式虽然需要消耗较多的钢材，费用较为昂贵，但比较坚固。同时尽量购买和使用较轻材质的杆塔如金属杆塔，金属杆塔虽然用于运输的费用会降低，但是用于原材料购买的费用会升高。

4. 风速

大风是损害电力入户工程输电线路等柔性结构的一个重要的自然现象。当输变电工程线路使用架空线路而非电缆时，需要考虑到风载荷。可通过计算基本风速来确定风速对用户接入工程造价的影响。对风速进行正确的估算可以提高输电线路的抗灾能力，减少运行维护成本及不必要的浪费。

选定基本风速后，应根据计算出来的基本风速进行杆塔和杆塔的基础材料的选择，确保杆塔在面对30或50年一遇的风速最大值时不会发生倾斜或者倒塌等现象。同时也需要购买更耐用、能够抵御大风的用于连接和固定导线的绝缘子等，这些举措均会加大接入工程的投资费用。

5. 覆冰

天气寒冷时，雨滴若与不高于0℃的架空输电线路接触，易导致架空输电线表面被冰覆盖，若在一定范围的输电线路内，冰将线路全部包裹、覆盖，则会导致线路覆冰。覆冰厚度可大于10 cm，导线可能不堪重负，最后导致线路短路、断线或造成相关设备损坏，甚至是杆塔损毁。

线路覆冰曾导致许多供电故障甚至严重灾害事件。为了消除覆冰带来的影响,在海拔较高、冬季严寒等可能导致覆冰的地方应对杆塔及杆塔的地基进行加固,设计单位可以在设计时加大对杆塔、绝缘子和金具与导线的投入,例如在选用绝缘子时,应保证绝缘子具有足够高的电气强度,同时应坚固耐用,具防潮能力。杆塔的材质有木制、金属制和水泥制,水泥杆塔的费用比木制杆塔费用更高,但也更坚固,且比起金属杆塔在材料上的花费会比较小,但是由于其重量很重,会导致运输费用的大幅增加。可根据工程评估,选用适宜的杆塔,一般情况下,可选用坚实耐用的水泥杆塔,用于防止杆塔由于无法承受线路覆冰的重量而发生倒塌。

考虑到低温与覆冰的重量和破坏性,采用的施工材料要安全优质,对覆冰有一定的耐受能力,因此在可能发生覆冰现象的地方,对于接入工程的投资会显著增加。

6. 配变容量

供配电工程配变容量,即计算负荷,包括主变电容量、无功补偿总容量等。供配电工程配变容量为假设的连续负荷,其值并不恒定,而是随着时间的变化而变化,正常情况下,变化范围在一个稳定的区间内。

若用户接入工程的输电容量较大,通常意味着电压等级较高,对建设投资、输电距离、接线方式、金属消耗量以及用于选购电气设备的费用等都有直接的影响。为了确保足够的流通密度、减少电晕放电的出现,输电线需要有足够大的曲率半径,而购买较粗的输电线所需的费用也较高昂。输电容量高也会对设备的绝缘能力及容量有更高的要求,选购大容量设备也会使输电线路的总费用提高。若电气设备容量过小,可能会导致线路损失增大、热绝缘损坏等后果。若采用架空线路,则还需要选择较为坚固的杆塔用于支撑较粗的输电线。这样杆塔及其基础材料的投入(运输及原材料的购买、人工费用)以及绝缘子等的费用会大幅增加。

7. 电压等级

电压等级的概念被应用于电力系统与其电力设备,反映了额定电压的级别。电力系统与其电力设备的额定电压即为其事先被规定好的正常运行电压,也就是与一些运行特性相关联的标称电压。

在输电线上施加的电压等级越高,线路上能够传输的容量就越大,线路损耗也会比较小,运行费用也能因损耗减小而降低。

然而设备的绝缘问题与输电线路的电压等级息息相关,出于安全性的考虑,线路的电压越高,就需要耗费更多金钱用于绝缘设备的购买。总的来说,电压等级越高则工程的费用会越高。

8. 设备及施工材料的来源

选购优质产品是一笔比较大的开支,材料的来源为进口或者国产同样会对最终费用产生影响,一般来讲,国内的技术相对比较落后一些,但是价格远远低于国外进口产品。可以尽量搜寻国内厂家生产的优质绝缘子、杆塔、金具、变压器和导线等材料,如果国内没有满足要求的施工材料再转向国外购买。

9. 使用架空线或电缆

电缆的优点有占地较少、占用地面上的空间较少、受环境和当地气候条件的影响较小以及可靠性较高等特点,今后电缆更可能向超高压和大容量的方向发展。电缆较不易发生电击,并且维护电缆的工作量和费用都较少。高压线路都尽量多的采用电缆线路,而电力入户工程其容量都较大,所以主要输电线路尽量采用电缆作为输电材料。而电缆线路工程的造价高昂,远远高于架空线,是预算中非常重要、所占比例很高的一部分。

很多因素都会影响到电力入户工程的电缆总长度,如下表所示。

表 影响电缆长度的因素

项目名称	需要预留的长度	说明
电缆敷设长度、弯度、交叉电缆	2.5%	按全长来计算
进入建筑物	2.0 m	规程规定最小值
变电所进线、出线	1.5 m	规程规定最大值
电力电缆终端头	1.5 m	检修余量
电缆中间接线盒	两端各留2 m	检修余量
电缆进入控制及保护屏	高+宽	按盘面尺寸来计算
高压开关柜及低压配电屏	2.0 m	预留的长度用于作为盘下的进出线
电动机的电缆	0.5 m	不包含接线盒至地坪的距离

(下转第69页)

铁轭重量

$$G_y = 2 \times 7.65 \times 180 \times 75.24 / 10\,000 = 20.7 \text{ kg}$$

铁心角重量

$$G_{\Delta} = 2 \times 7.65 \times 100 \times 75.24 / 10\,000 = 11.5 \text{ kg}$$

铁心重量

$$G_{Fe} = 25.3 + 20.7 + 11.5 = 57.5 \text{ kg}$$

6. 变压器损耗计算

(1) 空载损耗计算

磁密 B 为1.44 T, 根据铁心损耗数据, 可得铁心单位损耗为0.77 W/kg。

空载损耗

$$P_0 = 1.3 \times 57.5 \times 0.77 = 57.6 \text{ W}$$

(2) 负载损耗计算

高压线圈损耗

$$P_G = 2 \times 15.792 \times 0.092\,89 = 46.3 \text{ W}$$

低压线圈损耗

$$P_D = 2 \times 2502 \times 0.000\,589\,1 = 73.6 \text{ W}$$

变压器负载损耗

$$P_K = 1.03 \times (46.3 + 73.6) = 123.5 \text{ W}$$

产品特点

变压器二次绕组额定输入电压为单相380 V交流电压, 二次绕组额定输出电压为单相12 V交流电压, 变压器二次绕组输出端端子分别引出, 可

以串联或并联连接, 从而得到不同的输出电流, 以满足不同规格导体的焊接。串联时电流小, 可以焊接较细的导体; 并联时电流大, 可以焊接较粗的导体。接线原理图如图2所示。

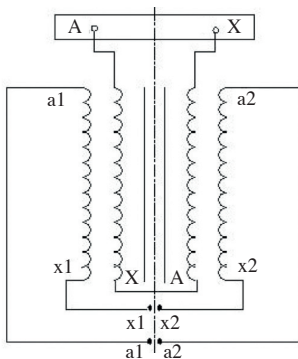


图2 变压器接线原理图

考虑了操作安全电压(小于24 V), 二次电压取12 V交流电压。另外考虑到焊接变压器熔化导体时接近短路状态, 二次绕组采用铜排直接绕制, 抗短路能力强, 散热好。本产品适用于车间焊接圆铜导线、扁铜导线、圆铝导线以及扁铝导线等, 方便实用。EA

(收稿日期: 2016.04.09)

(编辑: 刘群点)

(上接第66页)

考虑到电缆在各种不同的运行环境温度下由于热胀冷缩而引起长度变化以及在电缆连接及发生故障时可能需要切除一部分电缆, 在敷设时, 应该把电缆敷设成波浪形, 并在电缆终端头和接头附近留出备用长度。

同时, 选用二回甚至多回出线也会增加接入工程的线路总费用。

在有些特殊地形, 不方便使用电缆的, 也要使用架空线。架空线的造价较低, 在导线方面的支出远远低于电缆线路, 但是会增加杆塔、金具和避雷设备等方面的支出, 但总体来说支出会比电缆线路低一些。在本电力入户工程中, 架空线

工程的长度被当量转换为同样造价下的电缆工程的长度。

结束语

主要探讨用户接入工程的费用的主要影响因素。通过对大量用户接入工程数据进行分析, 在所探讨的因素中, 配变容量和电缆长度对接入工程总费用影响最大。因此, 在考虑用户接入工程费用时, 应当重点要考虑配变容量和电缆长度两个主要影响因素。EA

(收稿日期: 2016.03.17)

(编辑: 刘群点)