

交流380V电动执行机构电源电缆选型分析

季震宇

震旦企业管理服务（山东）有限责任公司，山东 济南 250000

DOI:10.61369/EPTSM.2026040019

摘 要： 交流380V电动执行机构电源电缆的选型，应以安全运行与经济性为双重导向。选型应遵循国家标准，以载流量、电压损失、热稳定性和机械强度为核心依据，综合考虑额定电流、启动特性、敷设环境修正系数等因素进行计算。针对长距离、频繁启停等不同工况，需合理调整截面并选用适宜导体、绝缘及铠装结构。完整选型流程涵盖信息收集、初步选择及逐项校验，最终在满足技术约束的前提下兼顾投资与运行成本，实现可靠性与经济性的平衡。

关 键 词： 载流基准；压降约束；工况适配；流程校验

Selection Analysis of AC 380V Power Cables for Electric Actuators

Ji Zhenyu

Zhenchan Enterprise Management Services (Shandong) Co., Ltd. Jinan, Shandong 250000

Abstract： The selection of AC 380V power cables for electric actuators should be guided by both safe operation and economy. The selection should follow national standards, with the load capacity, voltage loss, thermal stability, and mechanical strength as the core basis. Consider factors such as rated current, starting characteristics, and environmental correction coefficients for comprehensive calculation. For different working conditions such as long distances and frequent start-stop, the cross-sectional area needs to be reasonably adjusted and suitable conductors, insulation, and armor structures selected. The complete selection process includes information collection, initial selection, and item-by-item verification. Ultimately, it should balance reliability and economy while meeting technical constraints, taking into account investment and operation costs.

Keywords： current carrying standard; voltage drop constraint; working condition adaptation; process verification

引言

电动执行机构电源电缆选型直接影响设备安全运行与系统经济性。不当选型易引发电缆过热、电压骤降甚至停机，而合理选型则需兼顾投资与运行损耗。实际工程中，仅按额定电流选型、忽视启动压降及敷设环境校正等误区尤应注意。正确选择低压电线电缆的载流量是电气工程设计中的一项基本且至关重要的任务。它直接关系到低压电器设备的选择以及短路、过负荷保护的整定值计算，对于预防电气火灾和其他潜在事故具有重要意义。例如，在工业环境中，如果电线电缆的载流量选择不当，可能会导致电流过大，进而引起电缆发热甚至引发火灾。

一、电缆选型的核心依据与原则

（一）遵循的规范与标准

《电力工程电缆设计标准》（GB50217）是开展交流380V电动执行机构电源电缆选型的基础性技术规范，该标准针对电缆导体的材质、绝缘类型、载流量校正系数以及敷设方式等技术要素作出了明确规定。在选型的过程当中，应该把国家标准所确立的各项强制性要求当作不可跨越的技术底线，任何有关电缆截面、电压降控制以及热稳定校验的判定，都需要在这个标准的框架范

围之内完成。除了GB50217之外，还需要结合《低压配电设计规范》（GB50054）等配套标准里面关于配电线路保护、开关设备配合的相关条款，从而形成完整的规范依据体系。严格依照上述规范，能够确保电缆选型在安全性以及合规性方面具备充分的技术支撑^[1]。

（二）选型的基本原则

电动执行机构电源电缆进行选型需要遵循三项基本的原则。第一，载流量应不低于负载长期工作电流，同时需涵盖短时过载工况，确保电缆在正常及短时过载运行条件下，不会因发热过度

而加速绝缘老化。第二，电压损失必须控制在允许的范围之内，重点校验执行机构启动瞬间的端子电压水平，避免因压降过大而造成启动转矩不足或者接触器释放，从而影响设备正常投运。第三，热稳定以及机械强度应该满足短路故障以及敷设安装的实际要求，也就是在系统发生短路的时候，电缆导体能够承受短路电流所产生的热效应而不会损坏，同时其结构强度足够应对敷设过程当中的拉伸、弯曲以及运行当中可能遭受的外力作用^[2]。上述三项原则相互关联，共同构成选型工作的技术基准。

二、关键参数分析与计算

（一）电流参数的确定

电动执行机构电流参数的确定包含两个层面的考量。第一，额定电流的确定需要依据执行机构的工作制进行区分。对于连续工作制（S1）的设备，电缆载流量应该以额定电流作为基准，考虑长期持续运行时的发热积累；而对于短时工作制（S3）的设备，则需要根据负载持续率折算等效电流，避免按照额定电流简单选型导致截面选取偏大或者偏小。第二，启动电流特性是选型当中的关键影响因素。交流380V电动执行机构大多采用异步电机驱动，其启动电流通常是额定电流的6至8倍，持续时间虽然短，但是如果电缆截面选取不足，启动瞬间的线路压降将直接影响执行机构的启动转矩和接触器保持性能^[3]。准确获取上述电流参数，是后续开展载流量校验与电压损失计算的基础。

（二）电缆载流量的修正

环境温度是首要修正因素，标准载流量以环境温度40℃为基准，实际温度偏离时按修正系数折算，高温下载流量降幅明显。多回路并列敷设时，各回路热量叠加导致散热条件恶化，需根据回路数量与间距引入降容系数，避免密集敷设引发的热积累。敷设方式对散热性能影响显著：穿管敷设时散热受限，载流量降幅最大；桥架敷设若有盖结构，散热效果弱于无盖明敷；直埋敷设则需考虑土壤热阻系数。上述修正系数相互关联，共同决定电缆在实际工况下的允许载流量，忽略任一因素均可能导致选型偏差^[4]。

（三）电压损失的计算

电压损失是电缆选型的关键校验环节。稳态运行时，电源电缆的电压降一般控制在额定电压的5%以内，以保证供电质量及执行机构出力与效率。启动瞬间的电压降校验更为严格，交流380V电动执行机构启动电流为额定电流的6至8倍，允许压降一般为10%至15%，超出可能引致接触器线圈释放或启动转矩不足，导致启动失败^[5]。对于长距离回路，应采用力矩法或负荷矩法计算不同截面下的电压损失，反向校核所需最小截面，使电压降始终处于允许范围内。

三、不同工况下的选型策略

（一）常规工况下的截面选择

常规工况之下的截面选择通常是遵循两步校验法。第一步，根据执行机构的额定电流以及工作制，再结合环境温度、敷设方

式等多种修正系数，计算出电缆实际所需要的最小载流量，然后依据这个从载流量表中初步选定电缆截面。第二步，以初步选定的截面作为基础，进行电压损失复核，重点校验稳态运行时的电压降是否控制在5%以内，同时核算启动瞬间的压降是否满足10%至15%的允许范围。对于供电距离较短、敷设条件单一的常规回路，载流量往往是决定性的因素，电压损失一般不会构成制约；但是当供电距离超过一定范围的时候，电压损失有可能成为控制条件，需要适当放大截面来满足启动要求。通过上述载流量与电压损失的双重校验，最终确定的截面就是该工况之下的经济截面，能够在保障可靠运行的同时避免截面选取过大所造成的投资浪费^[6]。

（二）长距离供电时的特殊处理

在长距离供电时，电压损失往往会成为制约电缆选型的主要因素，常规电缆截面通常难以满足启动瞬间的压降要求。最为直接的应对办法是把电缆截面增大，通过让单位长度的阻抗降低来让线路压降减小，不过需要注意在截面增大以后，电缆的成本、敷设的空间以及施工的难度都会相应地增加，存在经济性的边界情况。当供电的距离过长、只是单纯地放大截面所起到的效果有限或者成本过高的时候，可以对增设就地无功补偿装置的可行情况进行评估，通过把功率因数提高来降低线路电流，从而让电压损失减小；对于极端长距离或者重要的负荷情况，也可以考虑采用升压变压器的方案，把电源电压提升到660V或者更高的等级来进行传输，在执行机构的前端把电压降低到380V来进行供电。上面所说的方案各自有适用的边界，需要结合供电的距离、负荷的容量、投资的预算以及现场的条件进行技术经济方面的比较之后来确定。

（三）频繁启停或重载工况的考量

在频繁启停或者重载的工况之下，电缆的热积累效应成为选型过程当中需要重点考量的因素。执行机构频繁启停时，电机反复承受启动电流的冲击，该电流虽持续时间较短，但多次累积产生的热量若未能及时散失，将导致电缆绝缘层长期处于较高温度区间，加速绝缘老化^[7]。在重载工况之下，电缆运行的电流长时间接近或者达到载流量的上限，发热量和散热条件处于临界的平衡状态，一旦出现短时过载或者环境温度波动的情况，很容易突破安全裕度。针对上面所说的工况，可以采取两种应对的策略：一种是适当地放大电缆截面，通过增加导体的截面积来降低单位长度的电阻，减少发热量，同时增大热容量来提升抗热冲击的能力；另一种是选用交联聚乙烯（XLPE）绝缘电缆，它允许工作的温度以及短路耐受的温度都明显高于普通聚氯乙烯（PVC）绝缘电缆，在同等载流量的情况下具备更强的热耐受裕度^[8]。两种措施可以根据工况的严酷程度单独或者组合采用。

四、电缆结构与选型的关联

（一）导体材质与截面

导体材质的选择直接对电缆的载流量、电压损失以及长期运行的可靠情况产生影响。铜芯电缆导电率大约是铝芯电缆的1.6倍，在同等截面的情况下载流量更大、线路压降更小，并且抗拉

强度和抗弯折性能都比铝芯要好，特别适合用于需要经历安装敷设拉伸以及运行振动的电动执行机构供电的场景。铝芯电缆虽然具有成本方面的优势，但是它的抗氧化性能比较弱，接头的地方容易因为蠕变或者氧化导致接触电阻增大，在长期运行的过程当中存在过热的隐患。从工程实践来看，交流380V电动执行机构电源电缆普遍选用铜芯导体，主要原因在于执行机构功率等级相对较小、供电距离通常较远，铜芯在满足电压降要求时可选用较小截面，综合敷设成本与运行维护成本后仍具有经济性。除此之外，对于户外或者腐蚀性的环境，铜芯导体在抗氧化和耐腐蚀方面的优势进一步显现出来。所以，导体材质的选择需要在满足电气性能的前提之下，结合使用的环境和全寿命周期的成本进行综合的权衡^[9]。

（二）绝缘与护套层选择

绝缘和护套层方面的选择需要根据敷设环境的条件来确定。聚氯乙烯（PVC）这种绝缘的电缆适合用在干燥、不存在腐蚀性介质的室内常规环境当中，经济方面的性能比较好。交联聚乙烯（XLPE）这种绝缘的电缆耐热的等级比较高、电气方面的性能非常好，适合用在高温、潮湿并且存在轻微腐蚀情况的场所。橡胶护套的电缆柔韧的性能比较好、抵抗机械损伤的能力比较强，适合用在移动设备或者需要频繁进行弯曲的场合。

（三）铠装层的应用

铠装层的设置目的是为了增强电缆抵抗外部机械损伤的能力。在直埋敷设的时候，钢带或者钢丝的铠装能够有效承受土壤的压力以及地面施工所带来的冲击荷载。在电缆路径经过车辆通行区域或者存在频繁地面开挖情况的场所，铠装层能够防止外力穿刺对绝缘造成破坏。对于白蚁活动比较频繁的地区，金属铠装层能够起到物理防护的作用，避免白蚁蛀蚀护套从而引发短路故障。钢丝铠装比钢带铠装具备更强的抗拉性能，适合用在垂直敷

设或者需要承受较大拉力的场合。在进行选型的时候应该根据敷设路径实际的外部条件，来确定是否需要铠装层以及铠装结构具体的形式^[10]。

五、选型流程与校验步骤

电动执行机构电源电缆的选型流程应该遵循系统化的校验步骤。首先进行信息收集，明确执行机构的功率、额定电流、启动电流倍数、供电距离及敷设路径的环境条件，这些基础数据是后续选型的依据。在这个基础之上，依据修正之后的载流量表初步选定电缆的规格，完成初步的选型。随后进入逐项校验的阶段：校验电压降是否同时满足稳态运行和启动瞬间的允许范围，校验短路热稳定是否满足系统短路容量的要求，校验机械强度是否适应敷设安装以及运行过程中可能承受的外力作用。最终，综合上述校验的结果确定电缆的型号和规格，并且考虑适当的余量来应对未来负荷的变化或者运行工况的调整，确保选型的结果同时具备技术合理性和工程适应性。

结论：综上所述，交流380V电动执行机构电源电缆的选型，本质上是以载流量作为基础、以电压降作为关键约束、以环境修正作为必要补充的系统性技术工作。载流量决定了电缆发热的安全边界，电压降直接关系到执行机构的启动性能和运行稳定性，而环境温度、敷设方式以及并列回路等修正因素则决定了电缆在实际工况下可用的载流量。这三者相互关联，缺一不可。需要指出的是，选型并非单纯进行数据计算，在工程实践中应结合供电距离、敷设条件、投资成本及运行可靠性进行综合权衡，避免因片面追求经济性而牺牲安全裕度，也防止过度选型造成资源浪费。只有在技术可行性和经济合理性之间找到平衡点，才能够实现安全、可靠、经济的选型目标。

参考文献

- [1] 吕申龙, 高振耀, 凌云志. 算力中心不间断电源系统蓄电池直流电缆选型研究 [J]. 电气应用, 2022, 41(3): 1-5.
- [2] 贾力鸣, 魏东辉, 周跃佳. 电缆故障行波特性影响因素与脉冲电源适配性研究 [J]. 电气技术与经济, 2023, 42(5): 22-26.
- [3] 郝庆福, 高敏, 刘焱, 王贝, 宋欢. 交流380V电动执行机构电源电缆选型研究 [J]. 自动化仪表, 2024, 45(2): 30-34.
- [4] 朱黎明. 厂站交流电源系统绝缘下降机理及对电缆防火安全的影响 [J]. 办公自动化, 2022, 27(4): 12-16.
- [5] 罗海平. 电缆防火视角下厂站交流电源系统绝缘诊断技术集成与应用 [J]. 办公自动化, 2023, 28(6): 18-22.
- [6] 李传勇. 交流电源系统绝缘劣化与电缆火灾关联性分析与仿真研究 [J]. 办公自动化, 2024, 29(1): 25-29.
- [7] 王云浩, 李新星, 耿嘉胜, 等. 便携式快速放电电缆电源箱 [J]. 农村电工, 2022, 30(8): 40-43.
- [8] 刘运洋, 李博, 张雷, 等. 自动化设备常用电缆的分析 [J]. 中国设备工程, 2023, 41(2): 55-58.
- [9] MAHMOUDJMALMASRI. 海底高压电缆试验用变频串联谐振电源的设计 [J]. 大连理工大学, 2024, 52(3): 78-82.
- [10] 许闻文, 王瑞东, 徐义. 电容性耦合的干扰案例分析 [J]. 中国仪器仪表, 2022, 39(1): 33-36.