

[岸电系统]

船舶接用岸电系统的技术方案

文/华能广东海门港务有限责任公司 杨庆生 许健波

结合船舶岸电系统建设项目庞大、用电需求较大等特点，概括总结了岸电系统的主体结构情况以及接用岸电系统的技术要点，基于实际案例探索了接用岸电系统的技术方案以及主要技术要求，旨在为同类型项目提供参考。

长期以来，港口是连接世界经济的重要节点，在带动全球经济快速发展以及保障社会健康运转上发挥了积极作用。但同时船舶所带来的污染问题，也成为了当前海洋治理的一大难题。根据调查研究表明，船舶停靠港口时，为了保证装卸和运输等相关工作正常运行，绝大部分的船舶均会使用自身的柴油机发电系统来实现供电，所产生的碳排放量达到了港口的40%~70%，而同时伴随而来的有毒有害污染物可扩散到1 000 km以外。在全球加强生态环境治理的大形势下，国内外均认识到了港口船舶排放问题的严峻性，我国对此先后出台了《船舶大气污染物排放控制区实施方案》《关于进一步共同推进船舶靠港使用岸电工作的通知》等相关文件，旨在促进船舶岸电系统建设，减少港口过度能耗以及解决泊位排放等问题。为此，在岸电系统建设的必然趋势下，提出科学合理的船舶接用岸电系统技术要点与方案成为关键。

岸电系统主体结构

码头岸电系统主要包含岸基船舶供电系统、船岸接口和船舶受电系统三个部分，具体如图1所示。

1) 岸基船舶供电系统主要根据船舶的实际情况，提供与其距离最近的岸电电源点，可实现变频、变压和集中配置等相关措施。

2) 船岸接口主要实现船舶受电系统与岸基船舶

供电系统的快速对接，这是负荷以及电源的中间部分，包含了设备连接和电缆连接等。

3) 船舶受电系统在船舶上装配相应岸电介入系统或者在船舶原供电系统基础上实施改造，通常发电机可分为低压与高压两大类。

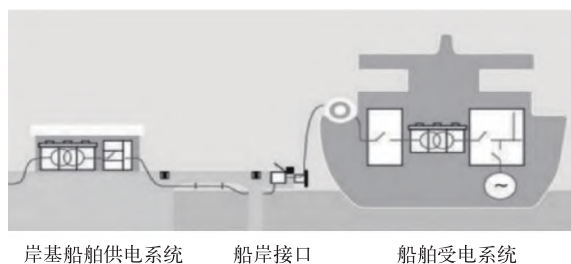


图1 码头岸电设施构成

船舶接用岸电系统的技术要点

1. 电缆管理系统

当船舶停泊之后，必须配合电缆“软连接”来实现与岸基供电部分的相互连接，但港口的不同以及船只特性不同，故电缆管理系统的配置也必然有着较大差异。

(1) 电缆管理系统装设于船舶

该类型电缆管理系统已经在世界范围得到了全面推广运用，主要将其装设在船只靠近码头侧，连接插头以及电缆等相关设备均配置在该系统内部，随潮汐变化自动收放电缆。在船舶停靠到港口之后，及时将电缆绞车上高（低）压电缆输放到码

头,插接到码头岸电箱对应的插座位置,即可实现船只与岸基供电系统的对接,船舶获得岸电供电。该技术方案无须占据码头有限的空间,但要求每一艘船都必须配备相应的电缆管理系统,使船只的承载负担加重,并缩小了船舶甲板的使用空间。

(2) 电缆管理系统装设于驳船

该技术方案是,设置专门的电缆管理驳船,需要同时配置变压器,普遍称之为“低压上船”,即选用440 V/690 V船舶来实现船舶高压岸电电源的相互连接,这种设计方案是洛杉矶港口最先使用的岸电系统。船舶在进入港口之后,只需要移动驳船,即可实现岸电箱与船舶电缆的连接。

(3) 电缆管理系统装设于岸边

该方案是将电缆管理系统装设在码头边缘,船只停靠之后需要将其与岸电电源相互连接,从码头边的电缆管理系统中释放出来,随后配合人力或者起重机械即可实现与船舶的连接。这种处理方案尽管同样能够最大程度不占船舶空间,但会增加码头空间,同时需要配置大型设备。

(4) 可移动式电缆管理系统

针对岸边所配置的电缆管理系统来实施改造处理,当船舶需要与岸边供电部分连接时,只需要对电缆管理系统进行移动,即可保障供电需求。这种处理方式能够提升岸电接用的整体灵活性,提升码头布局合理性。其与驳船有一定的相似性,同样需要配置相应的变压器。

结合船只的具体需求以及码头的具体情况,合理选择电缆管理系统的装设,提升“因地制宜”效果。

2. 电缆绞车

电缆绞车是船舶接用岸电系统的核心部分,而驱动器是控制电缆收放张力的核心部件。驱动方式可以分为电动机驱动、气动驱动等多种类型。不同的驱动方案有不同的特征,其中机械驱动车的动力主要来源于液力耦合器,能够节省电能,同时实现长时间稳定运行,但存在准确度较差和不容易安装的缺陷。液压绞车与气动绞车具有较高的相似性,主要是配合进油口或者进气口来实现绞车转动,均具有较高的安全性,输出的转矩相对较大。电动机驱动是不同方案中准确度最高的一种电缆绞车,在电动机控制技术日益发达的今天,已经能够稳定地实

现正反转调节和调速。不管采取何种方案,都必须重视防水、防潮等标志,否则潮湿的工作环境就会引发漏电风险。

3. 电缆绞车恒张力控制

电缆绞车使用期间,必须确保电缆拉力始终控制在极限范围内,且电缆长度保持较高一致性,以免发生电缆拉紧或者松弛等情况。针对张力控制主要有全变频控制、直接转矩控制及磁滞联轴控制三种方案,常规情况下,需要同时配合驱动电动机来实现。

全变频控制方式主要从电动机稳态模型出发,通过反馈电缆高度、长度和速度等对应量,来实现对电缆电动机转矩以及收放速度的合理计算,以便实现电动机转动速度和电流的控制,从而取得更好的限速或者转矩管控效果。

直接转矩的控制方式均是基于电动机动态模型层面上的,通过对电缆绞车的瞬时参数进行检测并反馈给PLC,计算电动机磁链控制参数,随后即可完成电流转矩的调整,此种控制方式具有更好的动态效果,且输出转矩更加的有限。

磁滞联轴控制是在转矩和速度基础上来实现管控,例如,需要放松电缆时,通过吊具给予电缆拖拽力,避免磁滞联轴器产生磁场效力,电缆能够从卷盘上迅速释放;需要回收电缆时,就必须停止吊具并施加相应的拖拽力,实现回收电缆的目的。在进行电缆收放期间,电缆的张紧度控制是由磁滞联轴器中的磁耦合来实现的。

船舶接用岸电系统的技术方案

1. 项目概况

以江苏省连云港市灌云县燕尾港镇项目为例,在其西侧与燕尾作业区域码头二期相靠近的位置为码头二期工程。该项目建设规模为:两个5万t级通用泊位,其中一个主要用于各种散货和杂货的装卸运作,一个主要用于散粮以及植物油的装卸运作。码头泊位的总体长度为550 m,宽度为35 m,共需要配置3座引桥来实现与陆地区域连接,码头的年吞吐量大约为465万t。

2. 项目接用岸电系统的技术方案

1) 通过配电房放出70 mm²铠装铜电缆延伸到前沿配电柜中。

2) 前沿所配置的电缆柜中设置一个总开关和三个分开关。

3) 前沿所配置的电缆柜面向东面放出 50 mm^2 铠装铜电缆, 延伸到第1岸电箱(总功率控制在 50 kW 以内); 经由第1岸电箱面向第2岸电箱(总功率控制在 15 kW), 随后即可放出 35 mm^2 的铠装电缆。东侧两岸电箱均为 $380\text{ V}/50\text{ Hz}$, 零线则无须实现进漏电开关。不同的箱子只需要连接一个接线端子排。

4) 前沿配电柜面向西放释放出 35 mm^2 铠装电缆并延伸到1~2号岸电箱体中, 每个岸电箱内均需要配置 10 kW 使用功率, 同时为其提供 $220\text{ V}/50\text{ Hz}$ 及 $380\text{ V}/50\text{ Hz}$ 两种电压。

5) 各个岸电箱需要根据实际使用功率来进行单位配置设计。

6) 各个岸电箱必须给予相应的漏电、带计量以及防雷等保护。

7) 箱体配置较为厚实的不锈钢材料, 有较高的坚固性, 同时还能够达到较好的防雨水效果。

8) 外接电缆必须配置相应的固定装置。

3. 项目接用岸电系统的技术要求

(1) 岸电配电箱布线要求

1) 母线的连接与绝缘导线、母线的布设必须最大程度上控制涡流所造成的影响, 若交流导体必须穿过封闭且有导磁性能的金属隔板或者框架, 必须基于电缆三相导线从相同的孔洞中穿出。

2) 母线之间连接必须确保其能够有持久的压力, 但不应采用母线进行变形处理, 温度变化和振动变化会导致母线出现收缩以及膨胀等现象, 而不至于给母线连接部位的接触性带来直接影响。

3) 母线排必须配合绝缘支持件做好相应的固定处理, 最大程度上保证母线与母线之间、母线与其他部件之间距离维持不变。母线的连接、布设以及绝缘支持件均需要承载装置额定峰值与短时电流所造成的热效应和机械应力冲击。

4) 当负荷侧或者电源侧表现出过载或者短路等情况时, 配电箱中的进出线断路器能够达到较好的保护效用。

5) 二次回路导线可以配合多股铜导线, 电压回路以及电流回路导线截面积必须达到 2.5 mm^2 以上, 接地线截面积也应当保持在 4.0 mm^2 以上, 同时必须

为黄绿双色线标。

(2) 岸电配电箱防雷与接地技术要求

1) 配电箱主体与柜门及外壳必须作为内部、外部接地的重要主接地体, 统一确定共用接地端子, 并且保证端子直径必须达到 10 mm 以上, 同时具有较强的抗氧化性和耐腐蚀性特征, 持久耐用且有较为明显的接地标识。

2) 配电箱接地端子所采取的标准必须与外部标准相一致, 连接导线截面积必须达到 16 mm^2 以上, 接地的电阻必须控制在 $4\text{ }\Omega$ 以上。

3) 配电箱的主体结构和柜门以及装设有相应元件的活动面板必须采用截面积 6 mm^2 的铜编织线将其充分绑扎, 与接地端子之间始终能够保持 $0.1\text{ }\Omega$ 以内的电阻。

(3) 岸电配电箱电气元件和测量仪表要求

1) 指示仪表以及数量配置必须保证有较高的耐震能力以及灵敏度, 测量仪表的准确度比电流互感器的精度低一级别或者相同级别。

2) 电气元件必须配置平装式, 接线的方式也要方便后期更换和维修处理。

3) 电流表所确定的测量范围必须与额定值条件仪表运行指数、电力装置回路进相一致, 能够保持在标准尺的70%左右。

(4) 岸电配电箱漏电防护要求

1) 漏电动作电流选择: 装设在配电线路避免因接地故障而导致较为严重的火灾的漏电保护器, 可以 $100\sim 500\text{ mA}$ 的漏电保护器为主; 码头沿岸的配电设备分路所采用的电流均应当为 $30\sim 50\text{ mA}$, 动作时间不得超出 0.1 s ; 必须注意控制上下级漏电保护器发生越级现象; 码头沿岸配电维护分路均需要配置相应的手电钻, 电动螺丝刀, 以及其他相应的手持电动工具, 这就需要采用电流为 $15\sim 30\text{ mA}$, 动作时间必须控制在 0.1 s 以内的漏电保护器; 装设相应的配电线路漏电保护器, 采取动作时间明显大于下一级的漏电保护器动作时间, 配备延时动作型。

2) 使用配电箱的过程中, 还必须密切关注漏电保护器是否能开关短路电流, 若无法达到预期效果, 就必须在进线侧增加相应的空气开关或者熔断器, 达到更好的后备保护效果。EA

(收稿日期: 2022-03-31)