

大型海洋工程项目电缆路径设计过程管理

郭晓波

上海中远船务工程有限公司 上海 200231

摘要: 海洋工程项目中电缆数量庞大,设计周期长,过程中修改量较多,基于以上特点,本文从电缆册格式和修改规则制定,电缆路径设计的输入文件管理,电缆敷设要求和长度预估原则等方面讲述了电缆路径设计的基本方法,另外讲述了电缆托架和MCT的容量的核算方法,以及在海工项目中如何通过数据的自动处理替代大量重复耗时人工计算来满足项目周期和保证设计的可靠性。

关键词: 电缆册格式; 电缆路径设计; 长度预估原则; 容量的核算

中图分类号: U665.13

1 引言

在海洋工程项目电气设计过程中,电缆册和电缆路径设计在整个电气设计周期中是占比较长的环节,尤其在海洋工程改装项目中,因整个项目周期非常短,存在设计未完全固化就开始施工的情况,电缆册在整个建造过程中会存在反复修改,增减。这些变更将会使电缆册和电缆路径的设计变得更为复杂耗时,本文将从电缆路径设计过程中对电缆册的管理以及电缆路径设计要素等方面来分析,尽可能提升设计效率和设计的正确率。

2 电缆路径设计的要点

2.1 电缆册标准格式制定

通常各船厂,设计公司,或是船东都有标准的电缆

册格式,电缆册中包含电缆的基本信息,例如起始设备编号,描述,位置,电缆型号,电缆外径信息,相应系统图号,接线图号等,这些基本信息在电缆册录入成册时即会完成。在不同的项目中,根据项目工作界面划分,可以在电缆册中增加列,比如相邻界面的电缆接口Tie-in点,不同界面分包商所负责的电缆路径以及长度等。以上基本信息要在项目初始阶段就要制定好,保证不同分包商,供应商电缆册保持格式统一,以便于汇总。

除上述基本格式外,还需要在项目之初确定电缆册如何修改,以及根据不同系统的设计进度来管理是否满足下一步工作的条件。

序号	电缆册修改要素
1	电缆册中第一列为序号列,且序号在后期设计过程中不能做任何修改,序号将作为每一根电缆的唯一身份编号,这是为了防止在设计过程中电缆编号修改导致无法追踪的问题。
2	新增电缆只能在最后一列顺序添加,不可以在中间插入行,这是为了保证序号的连续性和使用软件自动比对不同版本修改内容时,软件对文件格式的要求。
3	电缆册中的任何修改,修改标记只能高亮出修改内容,不可以标记整行,以便于查阅人员快速了解具体修改内容。
4	需要增加一列表示每根电缆的状态(Active/Deleted)。注意删除的电缆状态改为Deleted,同时打删除线。不可以仅打删除线,更不可直接删除。
5	电缆册中需要有专门一列(Yes/No)来表示该电缆状态是否已达到继续电缆路径和长度设计的条件,尽可能避免路径和长度设计完成后,因电缆删减或基本信息修改导致的工时浪费或返工。

2.2 电缆路径设计的输入文件管理

电缆路径设计是指为电缆找到合适的路径,并将路径和预估长度录入到电缆册中。电缆路径设计需要的必要输入文件有两套图纸,一是设备布置图,二是电缆路径图,这两份图纸的完整度直接决定了电缆路径设计的效率。

设备布置图,要包含所有电缆册中出现的设备,且布置位置要准确,尽量避免在路径设计过程中因找不到

电缆起始设备引起的时间浪费。在三维软件高速发展的今天,为了尽可能的模拟出实船效果,船东会要求在模型中建成所有设备或材料。在这里,模型一定程度上可以取代设备布置图。但电气在建模过程中的习惯是只需要电气专业安装的设备,对于轮机设备上的带电部件或者管子上的带电仪表等通常不再额外建模。然而轮机或管系专业建的模型命名规则同电气不同,所以即使模型中存在这些设备,但因编号不同,在电缆路径设计过

程中,亦会存在找不到设备的情况。基于此考虑,所有电缆册中出现的设备都需要建模,如果该设备位于轮机设备组块上,或管子上,建出带设备编号的虚拟点即可。

电缆路径图,作为电缆路径设计过程中的地图,需要确保路径通畅,从起始设备到终止设备要有可以联通的路径。路径图绘制原则如下:

- 路径图中上下层贯穿件要完整显示,便于不同区域人员对接;

- 路径图中节点编号尽量包含系统、区域、勒位号,左右舷信息,不要仅用数字,便于后期查找路径;

- EIT路径若不可以公用,必须分页显示,以免电缆混放。若可以公用,尽量显示在同一布置图中,保持路径的连续性。

- 路径节点设置要合理,节点设置不可过多,以免影响路径设计效率,也不可过少,以免影响电缆托架载荷计算。

2.3 电缆敷设要求

在电缆路径设计之前要和参与设计人员交底电缆基本敷设要求,并对主干电缆路径设计思路交底,形成可传阅文件,尽量减少不必要的错误。

海工项目中电缆敷设主要要求如下:

- 高压电缆、低压电缆、控制电缆和仪表电缆不应安装在同一电缆梯架或托盘上。在空间不足的情况下,用于低压、控制和仪表的电缆可以安装在同一托盘上,但不能绑扎在同一电缆束中。

- 本安电缆和非本安电缆敷设时需要至少50mm的间距,除非这些电缆采用铠装、金属护套或屏蔽。但通常根据船东规格书要求,本安电缆和非本安电缆需要敷设在不同的托架上,若敷设在同一托架上,需要增加隔板并保证50mm间距分隔。严格按照规范,如果所有电缆为铠装则不需要考虑分隔问题,但所有不能完全按照船东规格书执行的项,建议在执行之前和船东澄清并获得认可,以避免不必要的争议。

- 单芯电缆建议参考IEC品字形敷设,每束电缆之间间距为两倍电缆外径。三相项电缆长度需要相等,三相尽量走在同一路径上。

- 当电缆服务于在着火条件下依旧需要工作的系统时,且穿过高危失火区,A类机械区但不服务于该区域时,电缆需要为耐火电缆,在布置电缆路径时,如果电缆不是耐火电缆,要注意不穿过高危失火区。

- 互为冗余的电缆,PAG A路和B路电缆,火警回路中进和出同一区域的电缆要分开敷设,尽量远离。

- 应急消防泵的电

力和原动机的机械空间。

- 应急发电机启动相关的电缆只能布置在应急发电机间内部,不可穿出房间外。

- 电缆不可穿过防撞舱壁。

以上几点电缆敷设要求为结合船级社规范,IEC标准整理出的部分关键要求,作为电缆路径设计过程中基本指导要求,更为详细的要求还需查看规范或挂旗国具体要求。

2.4 电缆长度预估原则

电缆长度的预估在路径设计过程中是一个非常重要的环节。预估长度作为采购电缆,预裁电缆的依据,其准确性决定了采购量是否足够,预裁是否成功,那么统一所有设计人员在电缆路径设计过程中的预估原则是保证电缆预估长度准确性基本要求,已下几点为根据项目实际总结出的预估原则:

- 测量电缆时如遇到弯头,有下图两种测量方式,若选用A方法测量,需要根据弯曲半径不同增加0.5~1米余量,若选用B方法测量,不需要增加余量,在项目执行过程中,通常会要求技术人员选择算法B直接测量的方式去预估电缆长度。

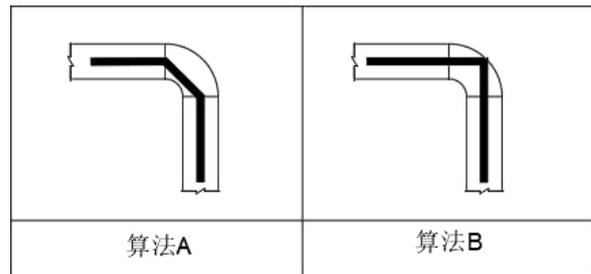


图1 弯头处电缆长度的两种计算方法

- 主干电缆穿过每层甲板时,所穿的层高加一起后统一增加0.5m余量

- 设备余量:灯具:电缆计算到灯具的填料函位置,再留1m余量;配电板:电缆计算到分屏进线口位置,留4m余量;配电箱,仪表箱:电缆计算到分屏进线口位置,留2m余量;仪表电缆:电缆计算到仪表位置留3m余量。

- 超过百米以上的长距离电缆,在算完所有区域电缆后,酌情在增加些2~5米余量,注意此处长度增加是在电缆册中统一增加,各区域计人员只需按照以上原则测量自己负责区域内的电缆长度即可。

3 电缆托架和 MCT 容量复核

在为每根电缆设计路径和长度之前,已经完成了电缆托架布置图和电缆路径布置图,电缆托架和电缆路径的规划是基于船舶上设备布置,以及设备之间的电缆连接完成的。电缆托架和路径规划是否合理,是否能够

完全满足电缆所需空间的要求,在电缆路径设计过程中需要反复校核托架和MCT的容量,一旦发现不能满足要求,需要及时增补新的路径或者加宽原有路径。在大型改装项目中,前期设计电缆托架和路径时输入并不完整,随着项目的开展,后期可能增加或者修改的电缆的比较多,电缆托架和MCT容量的校核就尤其关键。

3.1 电缆托架容量复核

电缆托架容量校核时,我们可以根据已经设计好的电缆路径,提取出每个电缆节点通过的电缆根数,基于节点处的电缆托架宽度,电缆外径和电缆根数计算填充率。对于外径50mm或者50mm以上的电缆,通常不允许多层排放,而是选择3根或5根一捆敷设,外径小于50mm可以多册敷设,此处我们假设外径大于50mm的电缆5根一组敷设,小于50mm的电缆按照三层敷设,则可以使用以下托架容量计算公式来计算电缆托架的填充率。计算过程中,该公式可以根据实际情况调整部分参数,使其更为趋近实际情况。

$$P = \left[\frac{3}{5} \times \sum_{i=1}^n (D_{D \geq 50}) + \frac{1}{3} \times \sum_{i=1}^n (D_{D < 50}) \right] \div W \times 100\%$$

P: 电缆托架填充率

D: 电缆外径

W: 电缆托架宽度

通常,托架要求留足20%的备用空间,且电缆绑扎时成束电缆之间会留有一定空隙,故用以上公式计算出的电缆填充率P值如果超过70%,则需要重点复核。对于单芯电缆,高压电缆等有特殊敷设要求的电缆,该公式不适用。这些电缆量少,且通常会设计专用的电缆托架,一般可以通过画图法复核电缆托架是否足够。

3.2 MCT容量复核

MCT因为是通过封堵模块,不同外径电缆需要选用专用模块,且考虑到MCT封装过程中隔板和紧固件的安装,仅通过电缆外径或截面积之和同MCT框截面积之和去复核电缆外径并不合理。此处我们有两种核算方式,一是将每个MCT中穿过的电缆录入MCT计算软件中,由软件核算MCT的填充率,另一种方案是根据MCT厂家文件,将电缆外径,模块选型,MCT填充空间(即除去MCT隔板和紧固件后的净封装空间)关联起来,将通过该MCT的电缆相对应的模块界面之和同MCT填充空间截

面积之和的比值作为MCT的填充率。同样,如果填充率超过80%,需要重点复核。

3.3 托架和MCT容量复核自动化

因海洋工程项目庞大,电缆节点,MCT可能会有几千个,而托架和MCT容量需要在电缆路径设计过程中反反复复,如果人工一个个去复核,可能人力和时效都不能满足项目进度的要求。所以通过软件或小程序实现以上工作的自动化,在海工项目中就非常必要。

我们通过程序,提取出每个节点通过的电缆,对每个节点做成单张报表。在报表中,该节点的详细信息,电缆的详细信息以及计算结果需要在报表中体现。节点的详细信息包括节点名称,相应托架的宽度和高度,或MCT的名称,以及MCT的尺寸信息。电缆信息包括电缆编号,电缆型号,电缆外径。参照3.1和3.2将计算结果自动填写在报表中。

另外,该程序还可生成一张汇总表,仅包含节点和填充率,并设置为超过80%填充率后高亮显示。

通过以上程序,基本可实现在一个小时之内计算完全船节点填充率,并得到提醒托架或MCT超载的报表,便于及时核查处理。

4 结语

成功的设计需要从始至终在规范和规格书的框架下,依据设计输入和同型船的设计经验,合理的规划布置,设计过程中反复校核设计的合理性。本文基于项目经验教训总结了海洋工程项目中电缆路径设计过程管理的一些方法和注意事项,希望对以后的项目提供一定的参考价值。

参考文献

- [1]周守为,海洋石油工程设计指南[M],石油工业出版社
- [2]陈可越,船舶设计手册[M],中国交通科技出版社
- [3]IEC 60079-14 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Electrical installations in hazardous areas
- [4]IEC61892-2 2019 System design
- [5]IEC 60092-350 Electrical Installations in Ship
- [6]DNV Offshore Standard DNVGL-OS-D201_electrical installations (Jan.2021)
- [7]ABS Rules for building and classing steel vessel[S]. 2022