

船舶电缆自动敷设及长度计算的应用插件设计

田凌, 曹爱杰

(沪东中华造船(集团)有限公司, 上海 200129)

摘要: 电缆表册是用来显示全船电缆参数信息的数据统计表, 表册中包含了电缆的编号、型号、线径、长度、经过的节点路径、始末设备位置等信息, 供工人敷设电缆用。本文介绍一款基于 AutoCAD 软件通过二次编程开发的应用插件^[1], 在绘制全船电缆表册时, 实现电缆的自动敷设及长度计算。

关键词: 插件; 路径; 节点; 自动敷设; 电缆

中图分类号: U66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 11—0083—03

什么是电缆敷设路径? 电气设备 A 与电气设备 B 之间的连接电缆, 通过敷设在电缆导架通道上, 电缆的两端将 A 与 B 设备连通, 就像开车从地点 A 去地点 B, 选择最短最优的路线到达, 电缆导架通道就是“公路”, 电缆就像车流量。如何能让“公路顺畅不堵车”, 且“汽车行驶不绕路”就显得尤为重要了(见图 1)。

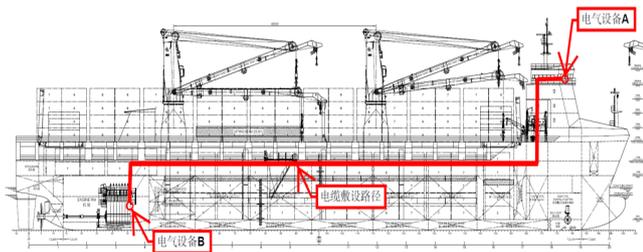


图 1 电缆敷设路径示意图

1 插件的使用方法

1.1 插件参数初始化设置

一艘立体船舶上的所有部件, 都应该有一个相对的三维坐标值, 即 X、Y、Z, 为了便于电缆的敷设测量, 我们把立体的船舶展开在一张平面的图纸上, 就像船舶总布置图一样, 然后用插件为每层甲板定义一个相对坐标点, 例如: 顶甲板的 FR190 号肋位, 我们只需要在插件中选择顶甲板, 输入 FR190, 然后选择顶甲板平面布置图中的 FR190 船艏位置, 点击确认即可, 在后期电缆敷设测量时, 插件就会自动根据需要测量的电气设备所在位置, 映射到平面图中所在甲板的相对位置了。由于有很多电缆是穿甲板敷设的, 从一层甲板到达另一层甲板, 这就牵涉到计算 Z 值了, 所以我们还需要为每

(1) 方案同时兼顾了板桩结构和重力式结构改造的特点, 并将二者统一结合, 满足了装卸工艺和船舶停靠等要求。

(2) 板桩结构改造方案后方轨道梁桩基既是轨道梁的基础, 又兼具挡墙功能。

(3) 改造方案对原设计结构改动小, 新建结构与原有结构通过植筋连接, 最大化利用原有结构, 节省投资。

(4) 改造方案充分考虑施工可行性和便利性, 方案施工工序少, 主要工序为灌注桩沉桩, 相比于水上施工, 陆上沉桩相对容易, 受风浪影响较小, 工期短。

参考文献:

[1] 边树涛, 宓宝勇. 重力式码头结构加固改造设计探讨[J]. 中国港湾建设, 2014(08):23-26.

[2] 冯光华, 刘志威. 重力式老码头前沿 PHC 桩沉桩施工的影响[J]. 水运工程, 2021(03):202-207.

[3] 孟晓宁, 边树涛. 高桩码头结构加固改造常用方案[J]. 水运工程, 2015(04):120-125.

[4] 蒋国栋, 张颖, 罗天一. 前板桩后低桩承台结构在板桩码头改造中的应用[J]. 水运工程, 2016(07):46-50+53.

[5] 张志明. 海港码头结构物加固和升级改造关键技术研究. 北京市, 中交水运规划设计院有限公司, 2015-08-27.

[6] 顾宽海, 李增光, 程泽坤, 赵研. 码头结构加固改造方法和施工技术[J]. 水运工程, 2016(06):174-182.

[7] 中交水运规划设计院有限公司. 海港总体设计规范: JTS165-201:[S]. 北京: 人民交通出版社, 2014.

[8] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司. 港口工程荷载规范: JTS144-1-2010. 北京: 人民交通出版社, 2010.

[9] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司. 码头结构设计规范: JTS167-2018. 北京: 人民交通出版社有限公司, 2018.

一层甲板设置层高参数（见图2），在电缆敷设测量时，插件会根据电缆所走节点路径信息，识别节点代号中的甲板代号信息，自动将相邻两层甲板的高度数据，并入到电缆的总长度数据当中。



图2 甲板层高设置界面

1.2 主干电缆线路图的绘制

主干电缆线路图是在船舶总布置图的基础上，根据电缆导架、贯穿件等电舱件的实际布置位置，及电气施工工艺、船级社规范要求，绘制的一份电缆敷设路径示意图，供工人敷设电缆时，按电缆表册中节点路径来敷设电缆用的，主干电缆线路图就像汽车导航的地图。在绘制主干电缆线路图时，需要先从我司的东欣船舶产品设计软件数据库中（以下简称SPD），将每层甲板或区域的电舱件，导出成一份AutoCAD图纸，然后将图纸中的电舱件合并成一个块，并带基点复制到主干电缆线路图中，相应甲板或区域的实际位置上，接着用本插件将图中的电缆导架通道用线段来表示（见图3），每条线段都有它的长度属性，用于后期电缆长度计算。再将所有穿舱件用节点来表示，每一个节点都有唯一的编号，是插件根据穿舱件所在甲板及位置，自动生成并编号的，便于区分和查找。有些路径的交汇点不一定有穿舱件，或者我们认为会有很多电缆经过某一点，这时我们可以手工在此处添加一个虚拟节点，便于附近的电气设备连接这个节点，以及后期统计经过这个节点的电缆数量，就像监测道路车流量一样，节点就像一个路口，代号就是路径名称。每一个节点代号都有它的位置属性，例如：WH166S2，W代表位于本层甲板的节点，H代表顶甲板，166代表船舶肋位FR166，S代表右舷，2代表节点排序为第2个。向上或向下穿甲板的贯穿件也有节点代号，并加上指向箭头，例如：A198M，A代表上面一层A甲

板，198代表船舶肋位FR198，M代表船舳位置。



图3 电缆线路图绘制工具界面

1.3 电气设备位置数据库的导入

主干电缆线路图绘制完成后，就相当于“导航地图的街道路径绘制完成”，后面就需要将全船电气设备三维位置数据，导入到主干电缆线路图中，相当于“把地图中的建筑地址导入”，这样就是“一幅完整的地图了”。本司的船舶放样平衡设计，都是在SPD三维设计软件中全船建模的，所以全船的电气设备位置数据就有现成的了，只需要在插件中设置相应船号工程项，并将全船的电气设备位置数据表，从SPD数据库中导出到电脑桌面后。再用插件一键导入即可。

1.4 插件的算法

插件的算法，即电缆自动敷设的计算公式，就像汽车的自动导航功能。本插件是在迪杰斯特拉算法^[2]基础上，根据实际需要优化的算法。迪杰斯特拉算法是典型的最短路径算法，用于计算一个节点到其他节点的最短路径，形象的比喻就像在绝对水平的迷宫中，从任一点开始注水，水会顺着迷宫的通道，向四面八方匀速蔓延开来，最先到达指定位置的水流，所走的路径即为最短路径。全船的节点网络就是这个“迷宫”，电缆就是“水流”。

1.5 电缆的自动敷设

计算过程是先用插件读取电缆表册中，某根电缆的始设备A和末设备B的设备代号（见图4），插件会自动在设备库中查找相对应的设备，然后在主干电缆线路图中体现A、B设备的位置，接着A、B设备所在位置，会自动生成乳白色电缆线段，并连接离它们最近的两个

节点，插件会根据计算公式，自动选择这两个节点之间最近的路径，生成黄色电缆线段（见图5、6），同时插件会自动将始设备A和末设备B之间的最短路径线段长度汇总，并加上穿甲板的层高高度，得出电缆总长度，与此同时，插件还会自动编写从始设备A至末设备B，所走路径经过的节点，导入电缆表册中去，整个自动敷设及计算过程耗时仅2秒钟，大大提高了计算效率。由于插件自动敷设的电缆走线路径，只是最短路径，并不一定是最合理的路径，有些时候，甚至会违背规范要求，电缆穿过了一些不该进入的场所，或者是较多电缆都走在同一分支路径上了，而主干路径上的电缆又相对较少的情况，这时候就需要人工干预了，在插件中设置一个或多个强制节点，让电缆所走路径，必须经过这些强制节点，达到“故意绕路”的效果，以规避这些不合理的走线情况。

沪东中华造船(集团)公司		工程编号: 01691A		主干电缆表册		1,2类		图号: 680402L	
				A甲板-各层甲板					
单号	编号	电缆		电缆长度	电缆起止点	电缆经过主要节点		电缆从何处终点	
		型号	截面			舱室	部件名称	舱室	部件名称
20	MC-16	CT86/7C	32L 5	20	02	A186S	医务室	穿过第二子种	MC-14

图4 电缆表册

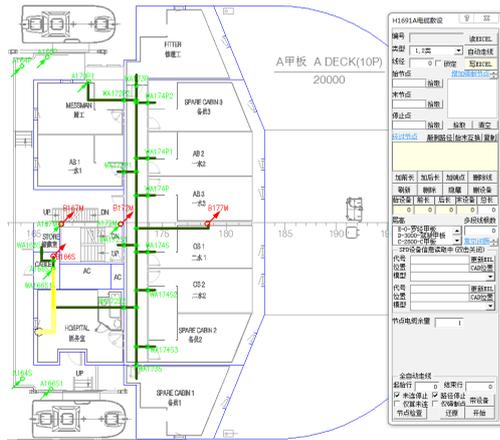


图5 电缆自动敷设及路径显示

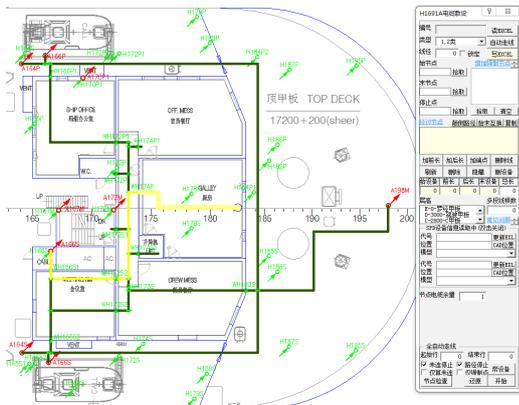


图6 电缆自动敷设及路径显示

2 结语

以往电缆表册中电缆经过的节点路径、电缆长度等信息都是手工查找、测量并输入的，费时费力。现在使用插件自动测量后，只需校对每根电缆所走路径，是否正确并加以修正即可。在自动敷设某根电缆走线路径时，插件会自动将这根电缆的敷设路径在图中显现出来，并将之前已完成的电缆敷设路径隐藏起来，直观简便，一目了然，且所有已敷设测量过的电缆敷设路径数据，能自动保存在图中，方便今后调取查阅。另外，插件还可以查询每个节点，当前的电缆占有率是多少，都走了哪些电缆，是否存在电缆导架或贯穿件“爆满”，或者一根电缆都没走的情况，并且根据当前已测量完成的数据，做到实时更新，为电缆路径设置是否合理，提供数据支持。通过这一环节的反馈，优化修改不合理的贯穿件、电缆导架的大小及走向，使得电气生产设计图纸更加合理和精细。

由于插件是在平面图纸上模拟立体的电缆敷设工况，有些地方还是存在误差的，例如有些地方的电缆导架存在借高低的情况，实际并不是一马平川的敷设电缆，这种高低差带来的波形走线情况，无法在平面图纸中真实的显现出来，所以需要根据每一船型特点，设置合理的电缆补偿余量。另外，还要考虑始末设备是壁挂设备还是落地设备，并给予合理的接线余量，这些也都是需要人工分析和设置的。还有就是个别专业设备可能未建模，接线位置信息不确定等情况，需要去查阅设备图纸资料，与相关专业人员沟通确定设备所在位置，并在图中人工连接设备至最近节点的走线路径，并补充接线余量，方可保证插件生成的电缆长度数据准确可靠。

参考文献:

- [1] 明日科技. Visual Basic 从入门到精通 (第4版) [M]. 清华大学出版社, 2017.
- [2] 科尔曼(美). 算法导论 [M]. 机械工业出版社, 2013.