

机舱管系的综合布置与施工

罗国荣

(广船国际造船事业部)

提 要:机舱管系统综布是机装设计的核心,作者对多年管系综布实践进行总结,介绍其技巧,有利于管系综布与施工质量提高。

关键词:船舶机舱 管系综布 施工方法

机舱管路系统是全船管系最集中的场所,系统的完整性、正确性直接影响船舶推进装置的正常工作。管路系统还担负着船舶不沉性、安全性、防火、防污以及为满足船舶运行和旅客生活的需要等任务。

现代大型船舶的机舱管系有 30 多个系统,管子数量在 15000 根左右。值得注意的是:管子制装在整个舾装工程中占了 20% 以上的工作量。同时废返率占管子总数的 8% ~ 15%。因此,如何提高综合布置设计质量与施工质量是管系设计施工工作的最重要的任务。

1 机舱综合布置设计的内容

旧的管系设计制装生产模式是根据原理图到船上弯样棒回车间弯管、上船点焊法兰、再拆回车间焊法兰、试压,然后再上船安装。如今的预制装是通过综合布置设计,单元或模块组装、分段预装、盘舾装等管系生产设计以后才形成的。而这个改革过程在我公司整整花了 20 多年的时间。

1.1 综合布置是机装生产设计的核心

机舱管系综布是将机舱区全部机械设备通过管系,有机地联接起来,发挥各设备预定的功能。它规划了设备的合理布置,使管系走最合理和最少的“路”。它还必须考虑现场制装的方便性、安全性。综布设计应包含下列内

容:

- (1) 机舱设备位置的最后确定;
- (2) 单元划分(包括管束单元)的确定;
- (3) 模块确定;
- (4) 各层之间及隔舱壁开孔位置的确定;
- (5) 结构风管的走向确定;
- (6) 海底门、海水总管位置的确定;
- (7) 主辅机排气管走向确定;
- (8) 全部管子的制装数据及附件清单的提供。

目前除了完成上列工作外,还为设备及舾装件提供确切的安装位置坐标。因此,机舱管系综布直接影响着整个机装生产设计,还对初步设计的“机舱布置图”进行调整。

1.2 机舱管子综合布置设计必须考虑的问题

由于机舱管系综合布置是机装生产设计的重点,因此,在整个设计的进程中,它必须是全面、综合及正确的实施系统原理和有关的规则、规范要求。

(1) 综布是对管系原理的审核

当前的情况是设备订货以及工作图的提供往往滞后于管系详细设计,为按计划送审,原理图不可避免地会出现各种各样的问题,如:不符合设备厂推荐的系统原理、管系口径不符管内液体流速的要求等,还有大量的管系附件要逐一落实。

(2) 综布是机舱设备位置的最后落实

首先是设备尺寸位置是否布置得下,原理图上一个小块的设备实际上可能是庞然大物,机舱布置图上看来布置得十分理想,但实际上可能很难布置,还有设备进出口的位置、自动化仪表探头的逐一落实等。

(3) 综布与其它专业的协调

机舱管系综布与船体结构、内外装、电装都有直接的联系,协调好各专业之间的关系,是能否顺利进行设计工作的关键。

考虑单元进舱的可能性、协调机舱开口尺寸。

海底门的位置、数量及开孔尺寸是否符合规范和管路计算的要求:

协调入孔、污水井的位置、管隧道开口位置的确定。

结构箱柜位置、烟囱油雾箱位置的确定。

结构风管走向、位置的确定。

管子走向与电器设备布置的协调统一。

机舱底层花钢板以上各层甲板船体结构的油水舱、柜的位置是否满足通道要求,是否都有足够的位置来布置有关的管子、附件、温度探头、高低位报警及液位指示等部件。

2 管系综布技巧

要在一个相对狭小的机舱舱容里,正确、合理、有序地布置众多的设备、管子及其附件、确实不是一件易事。为此,先由资深工程师、技师,进行综布构思是必要的,它基本上规划好管子的走向,落实单元、模块的设置等,当然他需要有丰富的经验和技巧。

2.1 尽量考虑合成模块单元

同系统、同功能的设备要尽量调整布置在一起,并尽量考虑合成标准模块单元,如:化学清洗泵应布置在化学清洗柜上,组成标准单元;OC 滤器及 OC 油柜组成标准模块;凸轮轴与凸轮滑油柜及其冷却器布置在一起组成标准模块;分油机、分油机加热器、供给泵及其管子的电器设备组成标准模块等等共有 10~15 个模块。

尽量将系统元件包括在单元之内,注意配齐设备与各系统的联接管。

注意留下拆检空间便于清洗,尤其对于靠壁放置的单元设备是否可拆,如供油单元上的回油筒、加热器等。

须经常观察读数的仪表应在方便工人容易观察的位置上,如流量计、液位计等。

考虑单元、模块吊装重心平衡及吊装支架设置。

2.2 管子排列

管子间距:管子与管子、设备、附件之间要以最短距离连接,确保拆装方便,并尽量使之形成管束,管子的排列应避免交叉布置,应与船首、艉方向,左右舷方向平行。

布管空间:根据通道空间、入孔空间以及设备必须的拆检、维修空间来确定。

在机舱通道及工作区,根据人体最适宜的操作位置范围(正常行走高度、横向进出的最小间距以及下蹲行走的最小高度等)定出通道空间、通道高度。还应考虑舱、柜入孔前必须的人孔空间等等。避开了这些才能进行布管,在布管时还应确保管与管之间留有间隙,管子与甲板、外板、扶梯等都应留有标准距离。

开孔位置:在板缝线、分段线不允许开孔,若在无法避免时允许对正分段线开孔,但必须采用套管或焊接贯通补强,并要求该管子为现场管。从现场施工中船东、船检对于管子开孔会提出不少意见并常为此返工。

2.3 预制弯头的选用

在无法以 3 倍管径为弯曲半径的情况下,普遍采用预制弯头,但每根管不允许设置两个预制弯头,否则中间段无法打磨。与预制弯头连接的短管长度,均应按标准选取。

2.4 倾斜管的设置

透气管、不允许有水平管段,更不能倒倾,因为实船安装和运行不可能保持水平,若成为倒倾,则一旦存在液体就会影响透气功能。还有泄油管、尾管滑油供油管,甲板疏排水管均应设计为倾斜管。

2.5 舷侧管开孔

有温度(如锅炉吹洗)、大排量(海水冷

却水、压载水)、有污染(如污水处理装置、舱底水)的排出口、布置在轻载水线以下 300 ~ 500mm。

其它疏排水口,可布置在满载水线之下约 200 ~ 300mm。

排出口离板缝线至少 100 ~ 150mm。

在舷梯、救生艇起落处所,避免布置排出口。

舷旁加厚短管、加强肋板、复板以及安装形式需经船级社认可。

锅炉上下吹洗管出口要加保护圈。

2.6 上、下平台船体结构箱柜(油、水柜)附件

在现场施工时,会发现报警座板,甚至舱柜内梯子漏装,若该舱柜已试压、加油完成后那是非常麻烦的事,因此结构箱柜附件布置必须十分仔细地进行。

(1) 首先将机舱船体结构外型绘出,包括底层,下平台或上平台。

(2) 对照系统原理及自动化有关要求核实下列内容。

滑油柜平板液位计及液位标尺。

燃油柜液位遥测。

高低位报警座板。

温控阀探头。

温度计座板、压力式指示温度计。

梯子、安装用耳板等。

(3) 将舱柜上的入孔位置绘出、避免相碰。

(4) 应注意避开船体的扶强材。

(5) 在焊接附件座板时要考虑该箱柜是否需包绝缘,要校核尺寸。

2.7 阀件安装原则

在众多的阀件中,直通截止阀数量最多,一般要求阀杆尽量向上,也允许侧装、倒装,以方便操作为原则。截止止回阀,只能向上安装,不允许侧装和倒装。

花钢板下的阀件,尽量不布置在通道上,手轮的高度以全开状态时阀杆手轮位于花钢板下 80mm 或延伸到花钢板上 200mm

(通道旁)。

阀件设在甲板上时,手轮高度正装,侧装最宜 800 ~ 1200mm,倒装时高度约为 1700mm,应保证操作方便。

当箱内设透气管时,为消除阀内空气滞留,应将阀按水平流向逆向安装。

装在真空式辅冷凝器上的冷凝水进口截止阀通常要逆流向安装。

消防阀不要装在格栅处,以免漏水影响下层。

2.8 漏水口及透气管的设置

漏水口及透气管的设置,即使图纸已通过船东、船检认可,但在实际布管时建议仍需与船东再协商征求意见,以免现场仓促增添,影响进度。

2.9 关于通风管及通风口布置

一般在通风系统设计的,对通风量的分配大致是:

机舱围井约 5%,供辅锅炉燃烧用;

机舱上平台 50%供主机燃烧用空气;

机舱下平台 30%供柴油发电机用空气、分油机、燃油加热器等冷却用。

机舱底部 15%。

在生产设计中,由于出现包括影响通道高度及避开电缆设备(行车)而自行其事的修改截面或修改走向,此时,往往很少考虑风量分配和风管阻力等因素,不觉之中造成通风效果不理想。要注意通风主要是供设备需用新鲜空气,其次才是设备散热。所以,若将通风口均对准散热部位的设计是错误的。

3 现场施工中出现返工的原因分析

以我公司建造的 28000t 货轮为例,机舱区共 31 个系统,除 5 个小口径系统外,其余 26 个系统放样管共 5794 根,在图纸请晒之后修改管共 994 根,其中 199 根是赶在加工生产之前修改的。由此粗略计算放样错误率为 13.7%。

(下转第 7 页)

保持在 $75^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间,就可以认为是满足强度要求,无需增大纵骨的剖面模数(已经得到 LR 船级社的认可)。DNV 规范亦作了明确的规定,外板与肋骨(扶材)复板的安装角度为不小于 75° 。因此,我们在一个分段上,对某一根纵骨设计一个角度,使其分段的前、后端的一个肋位上的纵骨复板与外板的交角在 $75^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间;这样,在同一分段的每一根纵骨都可以保持一个相同的水平角度,因此避免了曲加工的问题(即仅对纵骨进行水平面方向的加工)。而分段合拢时只要对纵骨接口适当的加工对齐或在强肋骨上断开,用肘板连接。我们经过该两种类型船建造过程中的实践,已证明是十分成功的。

(3) 我们在从事首部结构优化设计中,把结构的形式作为设计变量来加以研究,进行了纵骨架与横骨架式的两个方案的比较,我们的目的不仅仅限于这两种结构形式或再加上纵、横混合结构形式的研究上,我们希望能

起到抛砖引玉的作用,展开对其他结构形式的研究,例如:展开对桁架结构形式、网络结构形式的研究。近几年来,中远广州分公司对桁架结构已经作了多方面的研究,起了一个好的开端,但是对于任何一种新的结构形的诞生,都是要经过整个行业(设计、科研、航运、船级社、造船厂)的共同努力才能实现的。我们期望在进入新的 21 世界的不久的将来,在造船界的新、老一代科技人员的共同努力下,一定会把我国的船舶设计与建造水平,提高到一个新的台阶。

参考文献

- 1 肖熙. 船舶结构优化设计. 上海交通大学出版社.
- 2 戎嘉隆. 丰安山轮船体钢板不锈原因分析和对现有船舶结构的建议. 造船技术资料汇编. 1999, 11
- 3 罗展贤. 船舶结构优化设计方法的应用与探索. 广东造船. 1993, (3)
- 4 戎嘉隆. 船舶结构的定性分析.

(收稿日期:2000 - 08 - 28)

(上接第 18 页)

另外的一个例证是在整个施工期间,管系方面的联系单共 214 份,设计修改内容有 96 份,占 48%。这种情况在首制船是普遍存在的。

公司对废返的原因进行多次分析,但要落实到实处,还是非常困难的。

(1) 原理图因素。主要是由于原理图送审阶段设备工作图未到或到公司后未能及时发现修改,如分油机进油管为 DN25,而设备为 DN40,造成现场较大的返工,还有各层漏水口,也是临时大量增加。

对高温排水口(锅炉上下排污水)原理图与规格书不符,排出口太高,造成现场修改。

再如 922 产品,高压水泵轴承冷却水、分油机水箱等,在图上均未表示有水供给,消音器也没有放泄管等等。

(2) 放样差错。管子与船体结构、电缆座

架碰撞。如 28000t SL31P 分段错误废返达 26%。原因是责任心不够强造成的。

(3) 订货不当。如 922 产品高压空气接头重复返工多次。

4 几点建议

管系现场施工出现返工,除了上述原因外,还有协调因素,人员素质等。要提高施工质量。

(1) 做好协调工作,加强专业之间的沟通。

(2) 建立完善的图纸审校制度,尤其对设备订货的工作图要详细审核。

(3) 加强设计人员的培训,增强责任心,提高设计人员的专业业务技术水平,使设计、施工质量更上一个台阶。

(收稿日期:2000 - 07 - 27)