

船底结构开孔探讨

应扬苹

(宁波市航运管理处 宁波 315040)

〔摘要〕 对船舶建造中船底结构开孔问题进行分析,归纳出合理的开孔大小、布置要求和结构弥补方式。

〔关键词〕 船舶建造;开孔;探讨

背景:在船舶的设计和建造过程中,因各种需要我们会在船体上开设多种开口;船体开口按其分布部位可分为船体表面开口(如甲板上的货舱、机炉舱开口等等),和船体结构内部开口。然而大多数的船体开口其实集中在船体结构内部,特别是在船底结构中。据统计一艘普通货船中船体结构的内部开口数量占整个船体开口数量的90%以上,而船底结构的开孔数量又占了整个主船体结构开口数量的2/3之多。对船体表面开口的处理一般在技术设计图纸上均有明确表达,按图施工和检验即可;对于船体结构内部开口在技术设计图纸上一般难以清楚表达,且其相对尺寸较小,重要性往往容易被忽视,但又极易导致结构的破坏。笔者结合对我市乡镇造船厂进行船舶建造检验的实例,就船底结构内部开孔的种类、布置和结构弥补等方面进行分析和探讨。

1 船底结构内部开孔的种类:根据开孔的作用不同大致可分为以下几类

1.1 减轻孔(如图1):一般开在肋板、旁桁材和舳肘板等较大构件中间的圆形孔,其作用是在确保构件强度情况下,通过开孔减小构件重量,进而达到减小船壳自重,降低造船成本的目的。

1.2 人孔(如图1):顾名思义是一种供人员进出的开口,一般开设在肋板及旁桁材中间,多为椭圆形孔(尺寸不小于320mm×450mm)。人孔的布置和大小、高度应能使检查人员能方便地进出船底任一局部,并能方便地检查、维修,人孔沿船长、船宽方向应尽可能直线排列。

1.3 流水孔和透气孔(如图1):

流水孔通常开设在单层底的船底肋板、旁内龙骨和双层底实肋板、旁桁材、船底纵骨底部,一般为半圆形小孔。流水孔的布置和大小应考虑泵的抽唧率使舱底的积水能通过各流水孔自由流入吸口,

减小自由液面对船舶稳性影响。

透气孔则开设在相应构件的顶部,一般也是半圆形小孔。透气孔的布置和大小应使船舶在压水或装油时舱内的空气能通过透气孔自由流入舱柜透气管中,确保水压满、油装足,减小自由液面对船舶稳性影响。

1.4 骨材贯穿孔(如图1):当船体主骨材穿过强构件时,为确保主骨材的连续性和得到强构件有效支撑,我们需要在强构件的腹板上开设骨材贯穿孔。骨材贯穿孔的形状根据主骨材外形而定,通常有R型、倒U型等。

1.5 管系(电缆)穿孔:是当船舶管系穿过强构件时,在构件的腹板上开设的圆形或椭圆形孔。管系穿过水密构件时应使用水密通舱件。

1.6 通焊孔(如图1):分对接焊缝通焊孔和角焊缝通焊孔两种。

对接焊缝通焊孔是当船体板材的对接焊缝与其内部构件角接焊缝交叉时,为确保其中板材对接焊缝的焊透,而在内部构件的角焊缝处开设的工艺开孔,通常为半圆形小孔。

角焊缝通焊孔是当船舶内部的纵横两构件交叉时,为确保其中连续构件与板材角焊缝也连续,而在中断构件的装配角处开设的工艺开口,通常是一1/4圆孔也可采用三角切口。

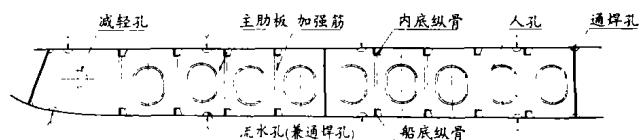


图1 流水孔和透气孔

1.7 止漏孔:当船舶主骨材(如纵骨或横梁)穿过水密舱壁(或水密肋板)时,除须在舱壁(或肋板)上设水密补板外,在骨材距舱壁(或肋板)左右各100mm处开应开止漏孔,孔的趾部至舱壁(或肋

板)须用包角焊加以焊密,止漏孔通常为小的半圆孔。

2 船底结构开口的尺寸和布置:

2.1 开孔的尺寸:

2.1.1 减轻孔、人孔等较大开口的尺寸条件:

2.1.1.1 在肋板、旁桁材上开口的高度一般不大于板材高度的 50%,在船中 0.75L 区域外中桁材上高度应不大于 40% 板材高。

2.1.1.2 在舭肘板上,减轻孔大小应达到孔边缘距肘板任何地方的边缘均不小于舭肘板宽度的 1/3。

2.1.1.3 对油轮、散化船、液化气船在肋板与旁桁材上的人孔均要求不小于 600mm×800mm,且开孔下边缘离船底外板的高度不大于 600mm,否则应设踏步或其他等效措施。

2.1.2 对透气孔、流水孔、通焊孔等小开口尺寸条件:

开孔的高度一般不超过板材高度的 25%,最大不超过 75mm。

2.1.3 骨材贯穿孔的尺寸条件:

主骨材贯穿强构件时要求强构件的腹板高度大于贯穿孔高度的 1.6 倍。

2.1.4 管系(电缆)贯穿孔的尺寸条件:

开孔高度应不超过板材高度的 25%,开孔宽度一般不超过板材高度;且开孔至构件边缘的距离不小于腹板高度的 40%。

2.2 开孔的布置要求:

2.2.1 肋板上的人孔、减轻孔以及透气孔、流水孔等同一类开孔位置在船长方向应尽量按直线排列。

2.2.2 同一构件上的不同种类的开孔(如流水孔与透气孔、人孔、减轻孔等)位置应交错布置,不宜处于同一截面内。

2.2.3 不应开口的位置:一般承受较大总纵应力的构件或承受较大局部应力的结构部位或结构突变处、结构过渡处等易产生应力集中部位不应开设大的开口,比如。

2.2.3.1 单层底的肋板,中内龙骨上一般不准开减轻孔;双层底船中部 0.75L 区域的中桁材上不应开设人孔或减轻孔。

2.2.3.2 结构加强处(如双层底箱脚下,立柱下)的肋板和旁桁材不应开设人孔或减轻孔。

2.2.3.3 结构突变处、过渡处或其他应力急中部

位不应开孔,如肋板的两端各一道纵骨间距内不应开设人孔或减轻孔;横舱壁两边各一道肋距内的旁桁材上不应开设人孔或减轻孔;纵骨上流水孔或透气孔距肘板趾端的距离一般应不小于 200mm 等等。

3 对开孔的结构弥补:

船体构件上的开孔不仅减小了构件的横剖面积,降低了结构强度,还将在开孔处产生应力集中。通过弹性理论分析和光弹试验,对小的圆形开孔一般当板材高度与圆孔开孔直径比 ≥ 5 时,圆形开孔拉伸时最大应力 σ_{\max} (为平均拉应力 σ_0 的 3 倍(即应力集中系数 $K = \sigma_{\max}/\sigma_0 = 3$),对于小椭圆形开孔其应力集中系数 $K = 1 + 2a/b$ (a/b 为椭圆长短轴比),即应力集中系数随着椭圆长短轴比增大而增加,最大应力发生在长轴的两端。所以在船舶建造时一方面要尽量避免大开口,长开孔,同时对开口表面进行磨光处理,以减小应力急中;另一方面应对结构的长大开口、承受高应力的开口和易产生应力集中的开口采取焊接加强、加装补强板等一些措施来弥补由开口引起的构件强度损失。如:

3.1 对人孔、减轻孔、管系(电缆)贯穿孔等较大的开孔边缘打磨光滑并使其具有良好的圆角。

3.2 对所有流水孔、透气孔、通焊孔等半圆形、半椭圆形开孔或三角切口的趾端采用包角焊,包角焊长度(L)当母材板厚 $t \leq 12\text{mm}$ 时, $L \geq 50\text{mm}$;当 $t \geq 12\text{mm}$ 时, $L \geq 75\text{mm}$ 。

3.3 因特殊原因若人孔高度超过母材高度的 50%(对中桁材为 40%)须在开孔边缘加焊一圈面板或在开孔两侧加设扶强材加强。

3.4 骨材贯穿孔处的主骨材腹板与强构件腹板应有效焊接,当开口宽度较大或在受力较大的部位使用补强板,补强板的厚度应与被补强的强构件的腹板厚度相同。

4 结论

船体内部结构开口的合理与否,不仅直接影响船体建造质量,关系船舶造价、船舶载重量等主要经济指标,还关系到船舶日常的检查和维修方便。所以合理的船体结构内部开口的设计和运用,也至关重要。