



中国船舶工业总公司指导性技术文件

CB/Z 230—86

船舶上层建筑整体吊装技术要求

1986 - 06 - 27 发布

中国船舶工业总公司 批准

船舶上层建筑整体吊装技术要求

本文件适用于大、中型货船，钢质短桥楼上层建筑的整体吊装。其他类型的船舶可参照使用。

船舶上层建筑整体吊装工艺（以下简称整吊）是将上层建筑作为一个或几个总段，整体吊运到船上安装的方法。

1 吊点设置要求

- 1.1 尽可能对称于整吊总段的重心而布置。
- 1.2 尽量减小整吊总段的变形。
- 1.3 应在纵、横连续强构件的汇交点上，并于左右围壁或前后端壁的延伸部分。
- 1.4 应使吊索与甲板水平面间的夹角大于 60° 。
- 1.5 应便于吊环的装焊和拆除。

2 双吊钩吊索长度计算（见图1）

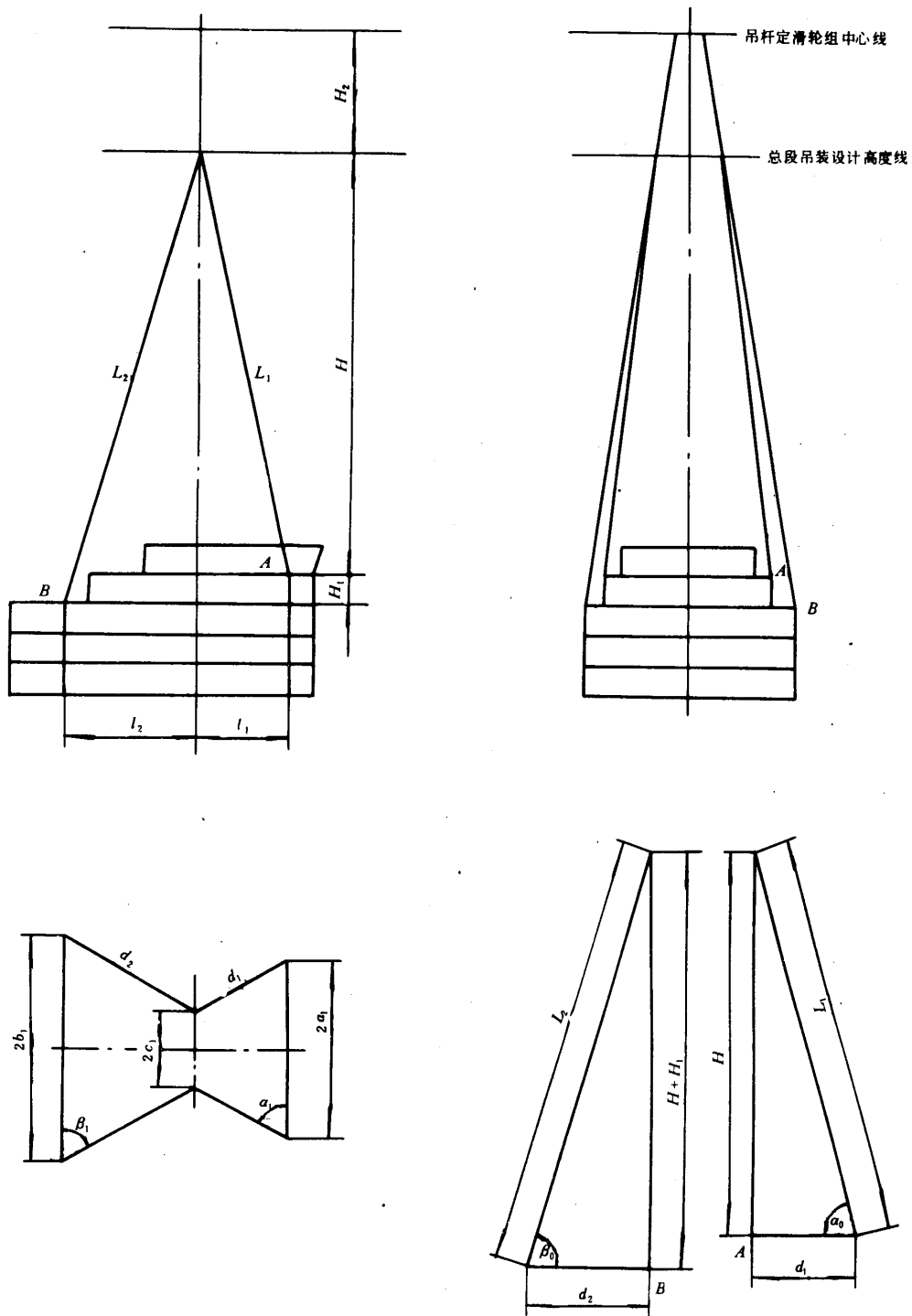


图 1 吊索计算示意图

$$d_1 = \sqrt{(a_1 - c_1)^2 + l_1^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$d_2 = \sqrt{(b_1 - c_1)^2 + l_2^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$L_1 = \sqrt{d_1^2 + H^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$L_2 = \sqrt{d_2^2 + (H + H_1)^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中： l_1 、 l_2 ——分别为艏、艉吊点与总段重心横剖面之距，m；

a_1 、 b_1 ——分别为艏、艉吊点与总段重心纵剖面之距，m；

H ——总段吊装设计高度，m；

H_1 ——艏、艉吊点的高度差，m；

H_2 ——总段起吊裕度，m；

c_1 ——吊钩与总段重心的投影距离，m；

L_1 ——艏吊索的长度，m；

L_2 ——艉吊索的长度，m。

在提升高度允许范围内，应尽量放长吊索的长度，以改善吊点的受力状态。

当 $c_1 = 0$ 时，即为单吊钩。

3 双吊钩吊索夹角计算（见图 1、图 2）

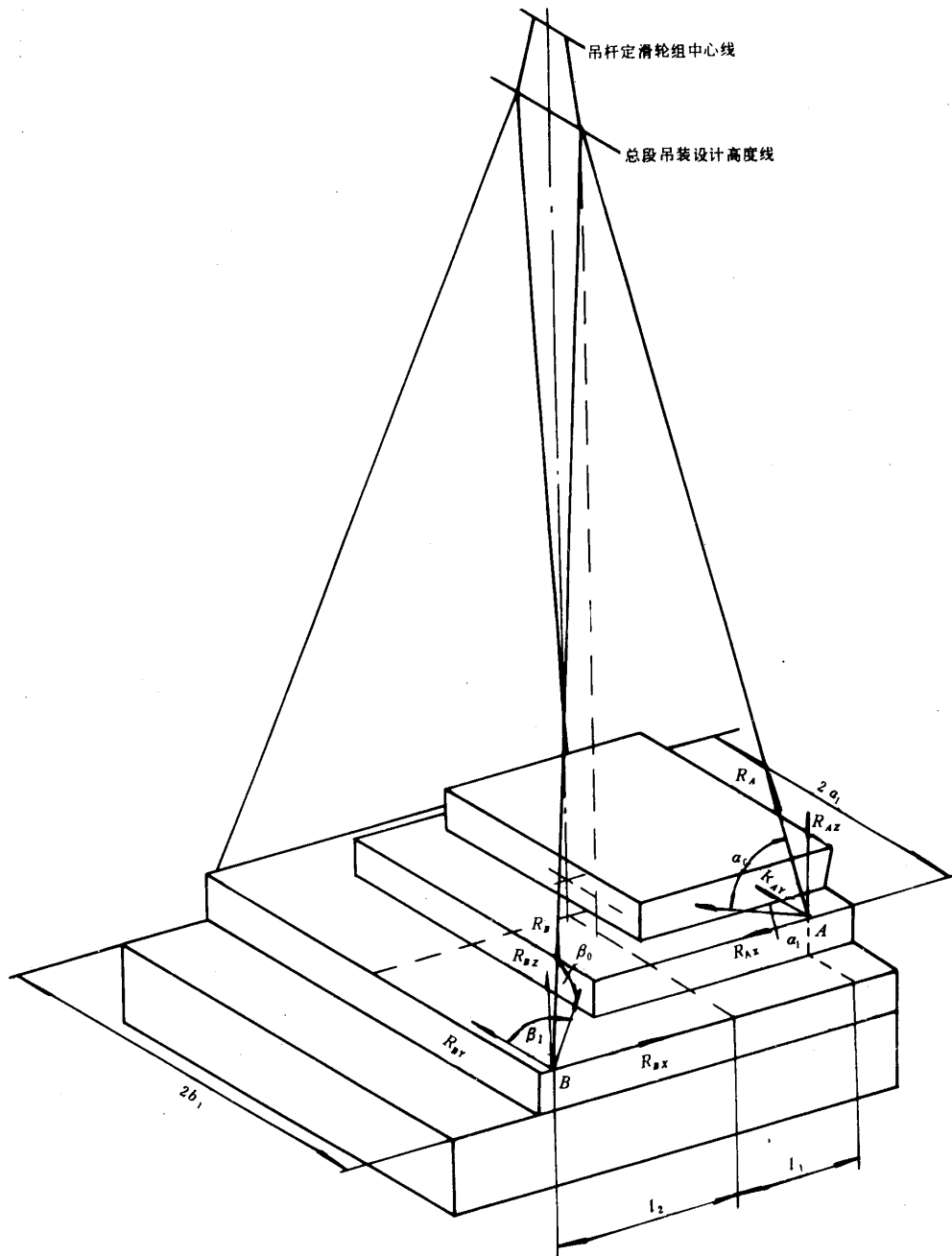


图 2 整吊受力计算示意图

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{H}{L_1} \quad (5)$$

$$\beta_0 = \arcsin \frac{H + H_1}{L_2} \quad (6)$$

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{l_1}{d_1} \quad (7)$$

$$\beta_1 = \arcsin \frac{l_2}{d_2} \quad (8)$$

式中: α_0 ——艏吊索与甲板平面的夹角, ($^\circ$);
 β_0 ——艉吊索与甲板平面的夹角, ($^\circ$);
 α_1 ——艏吊索投影与首吊点连线的夹角, ($^\circ$);
 β_1 ——艉吊索投影与尾吊点连线的夹角, ($^\circ$);
 d_1 ——艏吊索的投影长度, m;
 d_2 ——艉吊索的投影长度, m;
 l_1 、 l_2 ——分别为艏、艉吊点与总段重心横剖面之距, m。

4 吊点受力计算 (见图 2)

$$R_{AZ} = \frac{W l_2}{2 (l_1 + l_2)} \quad (9)$$

$$R_{BZ} = \frac{W l_1}{2 (l_1 + l_2)} \quad (10)$$

$$R_A = \frac{R_{AZ}}{\sin \alpha_0} \quad (11)$$

$$R_B = \frac{R_{BZ}}{\sin \beta_0} \quad (12)$$

$$R_{AX} = R_A \cos \alpha_0 \sin \alpha_1 \quad (13)$$

$$R_{AY} = R_A \cos \alpha_0 \cos \alpha_1 \quad (14)$$

$$R_{BX} = R_B \cos \beta_0 \sin \beta_1 \quad (15)$$

$$R_{BY} = R_B \cos \beta_0 \cos \beta_1 \quad (16)$$

式中: W ——整吊总段的实际重量(包括总段所有预舾装件与临时附设的脚手架等), kg;
 R_A 、 R_B ——分别为艏、艉吊点的受力, N;
 R_{AX} 、 R_{AY} 、 R_{AZ} ——分别为艏吊点的受力在 X 、 Y 、 Z 三个方向上的分力, N;
 R_{BX} 、 R_{BY} 、 R_{BZ} ——分别为艉吊点的受力在 X 、 Y 、 Z 三个方向上的分力, N。

5 吊环强度校核

每种型式的吊环须进行强度校核。

5.1 吊环每个眼环的工作负荷

$$P = \frac{R}{n} \quad \text{N} \quad (17)$$

式中: R ——吊点(吊索)的最大受力, N;

n ——每只吊环的眼环个数。

5.2 吊环拉应力核算 (见图 3)

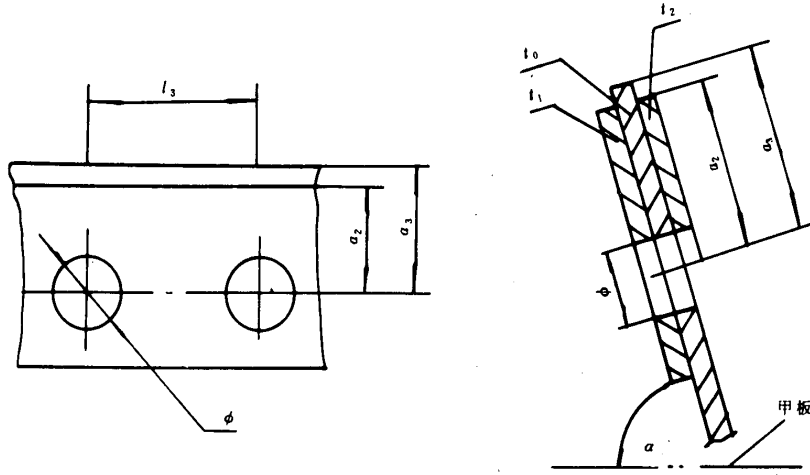


图 3 吊环结构型式示意图

$$\sigma_{\max} = \frac{C_2 P}{F_{\min}} < [\sigma] \text{ Pa} \dots\dots\dots (18)$$

$$F_{\min} = (l_3 - \phi) \times (t_0 + t_1) \text{ m}^2 \dots\dots\dots (19)$$

式中: P ——每个眼环的工作负荷, N ;
 C_2 ——不均匀系数, $C_2 = 1.2 \sim 1.5$;
 F_{\min} ——两眼环间的最小受拉面积, m^2 ;
 l_3 ——两眼环之间的最小距离, m ;
 ϕ ——眼环的孔径, m ;
 t_0 ——吊环本体的板厚, m ;
 t_1 ——吊环内复板的板厚, m 。

$$\text{许用抗拉应力 } [\sigma] = \frac{\sigma_s}{K_1} \text{ Pa} \dots\dots\dots (20)$$

式中: K_1 ——安全系数, 取 $K_1 = 2.5 \sim 3.0$;
 σ_s ——吊环材料的屈服极限, Pa 。

5.3 吊环的剪切应力核算

$$\tau_{\max} = \frac{C_2 P}{A_{\min}} < [\tau] \text{ Pa} \dots\dots\dots (21)$$

$$A_{\min} = 2 \times \left[\left(a_3 - \frac{\phi}{2} \right) \times t_0 + \left(a_2 - \frac{\phi}{2} \right) \times (t_1 + t_2) \right] \text{ m}^2 \dots\dots\dots (22)$$

式中: A_{\min} ——吊环最小受剪面积, m^2 ;
 a_2 ——眼环孔中心至外复板顶缘的高度, m ;
 a_3 ——眼环孔中心至吊环本体顶缘的高度, m ;
 t_2 ——吊环外复板的板厚, m 。

$$\text{许用剪切应力 } [\tau] = 0.6 [\sigma] \text{ Pa} \dots\dots\dots (23)$$

5.4 吊环的挤压应力核算

$$\sigma_p = \frac{C_2 P}{F} < [\sigma_p] \text{ Pa} \dots\dots\dots (24)$$

$$F_p = \phi \times (t_1 + t_2 + t_0) \quad \text{m}^2 \dots\dots\dots (25)$$

式中: F_p ——吊环每个眼环的挤压面积, m^2 。

$$\text{许用挤压应力 } [\sigma_p] = 1.5 [\sigma] \quad \text{Pa} \dots\dots\dots (26)$$

5.5 吊环焊缝强度校核

5.5.1 连续型吊环可不进行吊环焊缝强度校核。

5.5.2 非连续型吊环可按《机械设计手册》的焊缝计算公式进行校核。

6 安装吊环的甲板局部稳定性校核, 可按《船舶结构力学手册》的方法进行计算。

7 索具的选配

7.1 钢丝绳吊索的安全系数, $K_{\text{绳}} = 5 \sim 6$ 。

7.2 根据吊索的最大受力, 应考虑受力不均匀系数选配卸扣。

8 吊环区域结构加强要求

8.1 吊环的结构型式

8.1.1 种接式吊环 (见图 4), 将吊环直接焊接在甲板上。

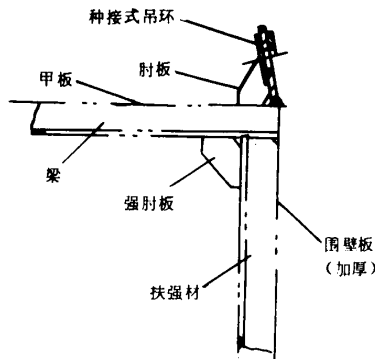


图 4 种接式吊环

8.1.2 搭接式吊环 (见图 5), 将吊环搭接在总段的外围壁上。

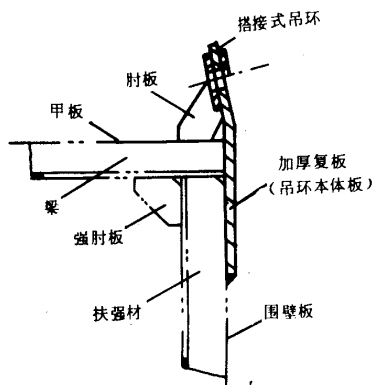


图 5 搭接式吊环

8.1.3 穿甲式吊环 [见图 6 (a)、(b)], 将吊环穿过甲板, 与甲板构件和加强构件焊接。

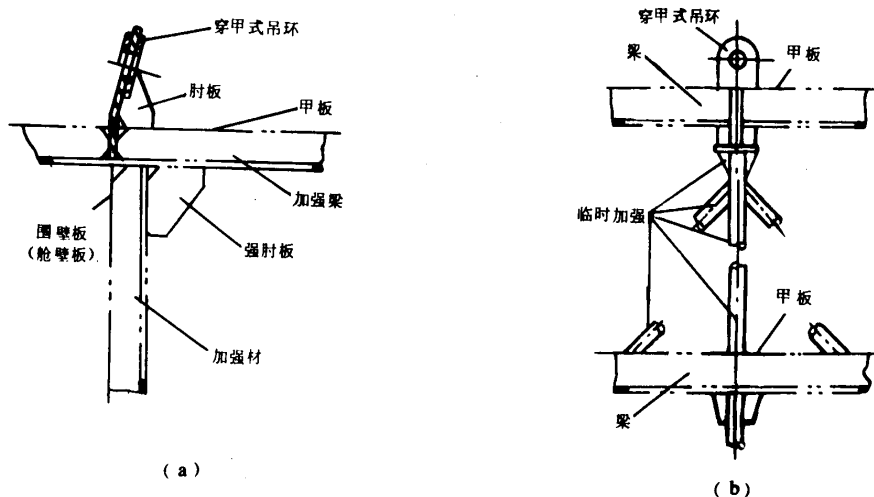


图 6 穿甲式吊环

8.1.4 连续型吊环 (见图 7), 将总段外围壁局部加厚并延伸制成的吊环。

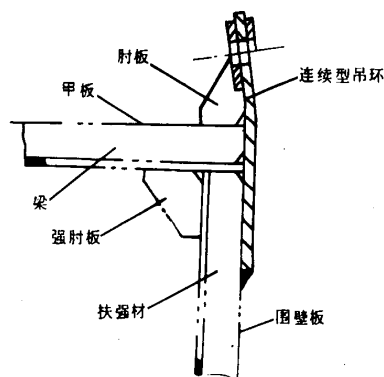


图 7 连续式吊环

8.1.5 上述四种型式中, 推荐使用连续型吊环。吊环的长度一般取 3 ~ 4 档肋距。吊环应有加强肘板与甲板有效连接。

8.2 连续型吊环区域的结构加强

8.2.1 加强的一般原则

8.2.1.1 在吊点力有效传递的前提下, 结构加强措施力求简单可靠。

8.2.1.2 尽可能在初步设计和详细设计阶段时, 就应考虑到采用上层建筑整吊时, 在结构上作适当加强的要求。

8.2.1.3 尽可能采取永久性加强措施。必须采用临时加强时, 应减少对预舾装和对舱室空间、装饰、管系、通风管及电缆等布置的影响。

8.2.1.4 加强构件与同层甲板的相应构件的规格相同。

8.2.1.5 在吊环区域长度内, 应增设垂向加强材和水平加强材。垂向加强材的位置应与吊环加强肘板相对应。

8.2.1.6 在吊环长度范围内, 第一层甲板间的门、窗, 一般待吊装结束后开孔。否则, 必须采取有

效的加强措施。

8.2.1.7 机舱大开口的总段，吊装前应各层开口处的搁梁安装完，或临时采用纵横连续的加强构件。

8.2.1.8 吊环甲板下、无垂向构件的大舱室，应在吊环区域内，适当增设临时垂向构件。

8.2.1.9 罗径甲板必要时，应适当增加甲板纵桁或临时垂向构件。

8.2.2 甲板平面的加强（见图 8）

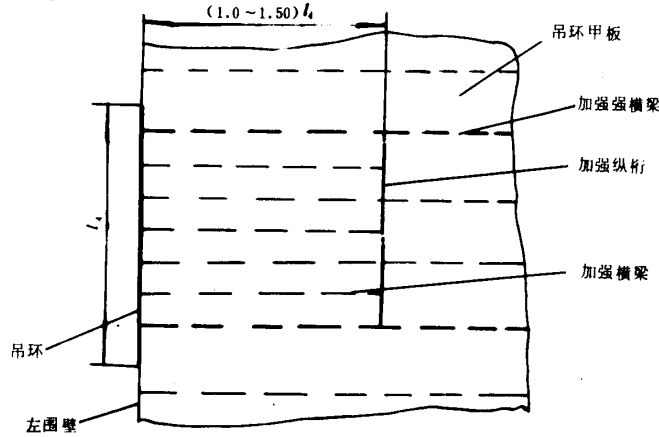


图 8 甲板平面加强的示意图

8.2.2.1 吊环设于左右外围壁时，在吊环设置区域的两强横梁之间，应增设短横梁和短纵桁。横梁的位置应与吊环加强肘板相对应。

8.2.3 围壁的加强（见图 9）

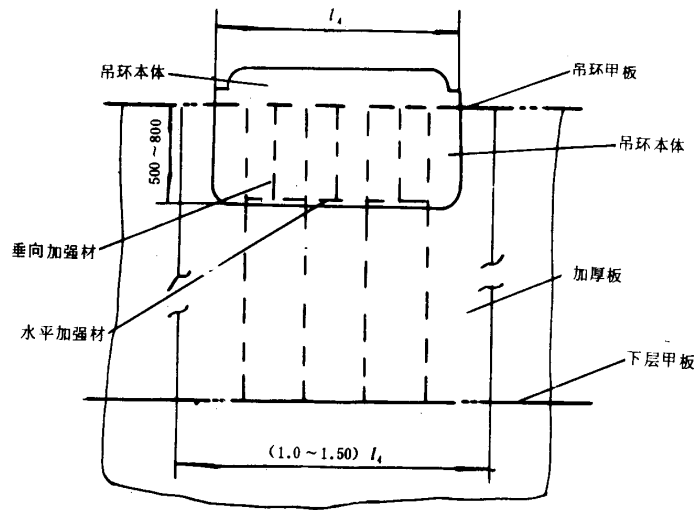


图 9 围壁加强的示意图

8.2.3.1 围壁板在吊环板长度与 \$500 \sim 800 \text{ mm}\$ 高度范围内，取吊环本体的厚度，外形应有良好的圆弧过渡。

- 8.2.3.2 在吊环区域长度内,吊环甲板与下层甲板间的围壁板,一般增厚到10mm。
 8.2.3.3 在吊环区域长度内,甲板的横向构件与围壁垂向构件之间应设加强肘板。
 8.2.4 吊环设于前后端壁时,结构加强可按上述加强措施作相应的处理。
 8.2.5 必须采用其他型式吊环时,参照上述措施加强。

9 整吊工艺

- 9.1 机舱棚可分离的短桥楼甲板室,可作为一个整吊总段〔见图10(a)〕。

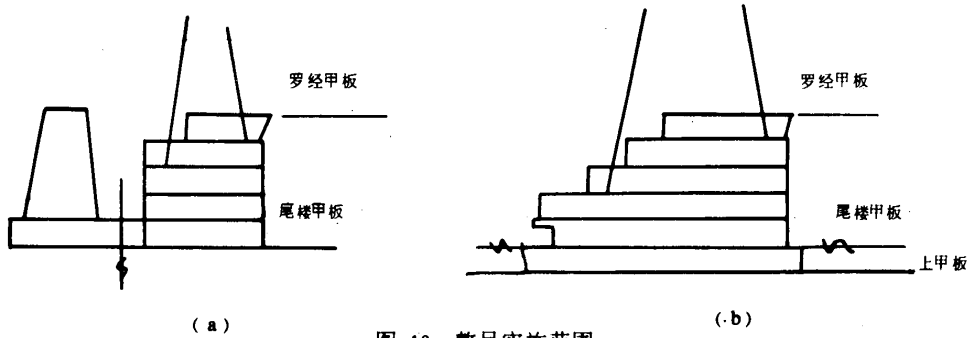


图 10 整吊实施范围

- 9.2 当尾楼甲板的宽度为船舶全宽时,可取尾楼甲板以上的甲板室为整吊总段〔图10(b)〕。
 9.3 整吊方式有在水上和船台两种。

9.4 起吊要素

- 9.4.1 起重能力应大于1.2倍整吊总段的实际重量。

9.4.2 提升高度

在水上整吊时,提升高度按下式计算(见图11)。

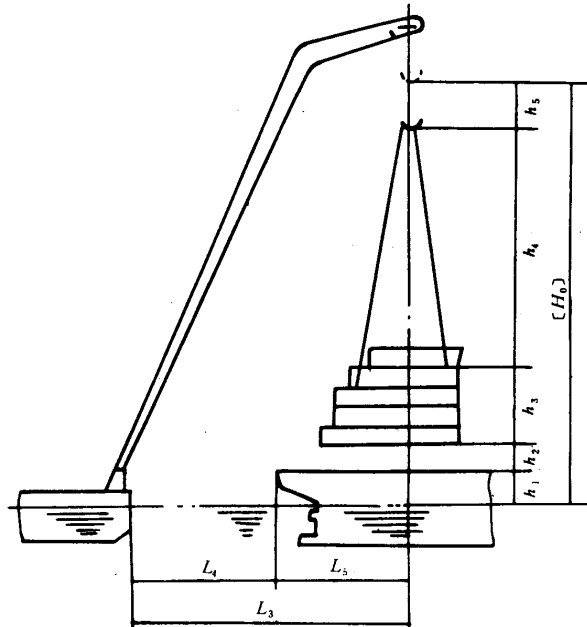


图 11 提升高度与吊装跨距核算图

$$[H_0] > (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) \dots\dots\dots (27)$$

式中：[H₀]——起吊设备的工作高度（距水面），m；

h₁——水面（或船台基面）至安装整吊总段的主船甲板的高度，m；

h₂——主船甲板与整吊总段的安全高度，m；

h₃——整吊总段底部至高吊点的高度，m；

h₄——高吊点甲板至吊钩的高度，m；

h₅——提升裕度（2～4 m）。

9.4.3 起吊跨距L₃ > (L₄ + L₅)（见图11）和L₃ > (L₆ + L₇)（见图12）。

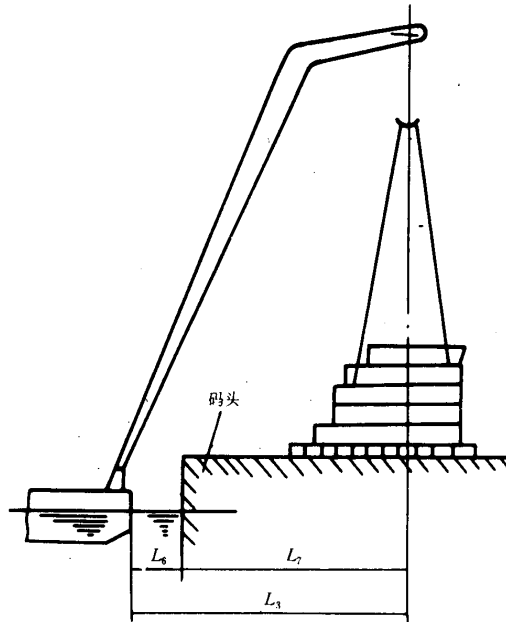


图12 吊装跨距核算图

9.5 定位装置可用安装于主船甲板的定位马，数量为2～3个。

9.6 总段预舾装原则

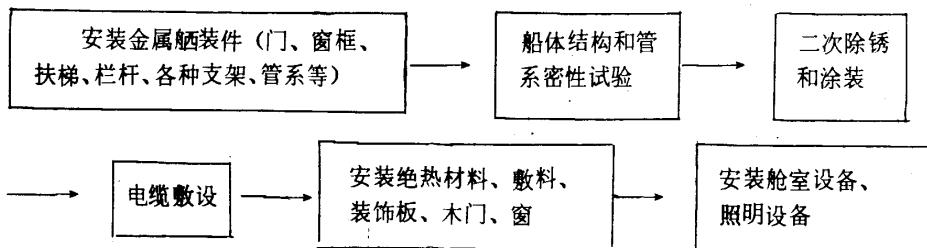
9.6.1 各专业的舾装工程量应尽量扩大，包括大型设备和单元的预吊就位。

9.6.2 易燃舾装件与总段底层、吊环及临时加强构件等相邻时，待总段整吊完成后安装。

9.6.3 应尽量采用电缆接线箱连接工艺。

9.6.4 必须按船舶基准线定位的救生艇架、桅杆及基座等设备，应在吊装前安装或试装定位。

9.6.5 预舾装程序



9.7 吊装程序和要求

9.7.1 总段预制结束后,总段外围壁的定位基准线、必需加强的构件及定位装置等也均已完成。

9.7.2 应拆除总段与胎架的连接焊缝、压板等,并经工厂有关部门认可。

9.7.3 当吊离胎架200 mm时,暂停上升,检查索具、吊环等处,经确认安全后,按规定起吊。

9.7.4 当吊到船上离甲板200 mm时,应对总段位置作微量调整,待位置正确后放下。

9.7.5 总段围壁与主船甲板的局部间隙应小于5 mm,然后按工艺文件进行对称定位和焊接工作。

9.8 安全措施

9.8.1 吊环与其他构件的连接,应按图纸要求,并采用低氢焊条焊接。角焊部位应有良好的包角。

起吊前焊接质量应经检验认可。

9.8.2 钢索、卸扣应在使用前进行检查,不准使用有缺陷的索具。

9.8.3 应撤离在总段内未经固定的设备、工具和零件等。

9.8.4 整吊工作应有专人指挥,起吊前应具体制订整吊程序,检查准备工作完成情况。

9.8.5 在整吊中应严格遵守起重吊运方面的安全守则。

9.9 实施整吊工艺时,编制下列文件项目:

- a. 总段合拢工艺;
- b. 总段组装和整吊场地布置图;
- c. 分段和总段预舾装工艺及其清册;
- d. 整吊受力计算书;
- e. 整吊工艺规程(包括整吊程序和上船安装工艺);
- f. 总段起吊索具配置图;
- g. 总段建造和整吊管理网络图。

附加说明:

本标准由造船工艺专业组提出,由中国船舶工业总公司船舶工艺研究所归口。

本标准由中国船舶工业总公司船舶工艺研究所负责起草。

本标准主要起草人郁照荣。