

内部文件
严禁外传

JNS

江南造船(集团)有限责任公司标准

JNSR42-017-2001

代替 JNS42-002-1997

船舶上层建筑整体吊装生产设计规范

本标准经总工程师批准

2002.07 实施

江南造船(集团)有限责任公司标准化委员会 发布

目 次

前言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 定义	3
4 设计依据	3
5 设计准则	3
6 设计内容和设计程序	3
7 设计方法	5
附录 A(资料性附录) 起重船的主要参数	20
附录 B(规范性附录) 吊马强度校核	23
附录 C(规范性附录) 起吊钢丝绳倾斜和受力计算(以向阳红 4 号为例)	24

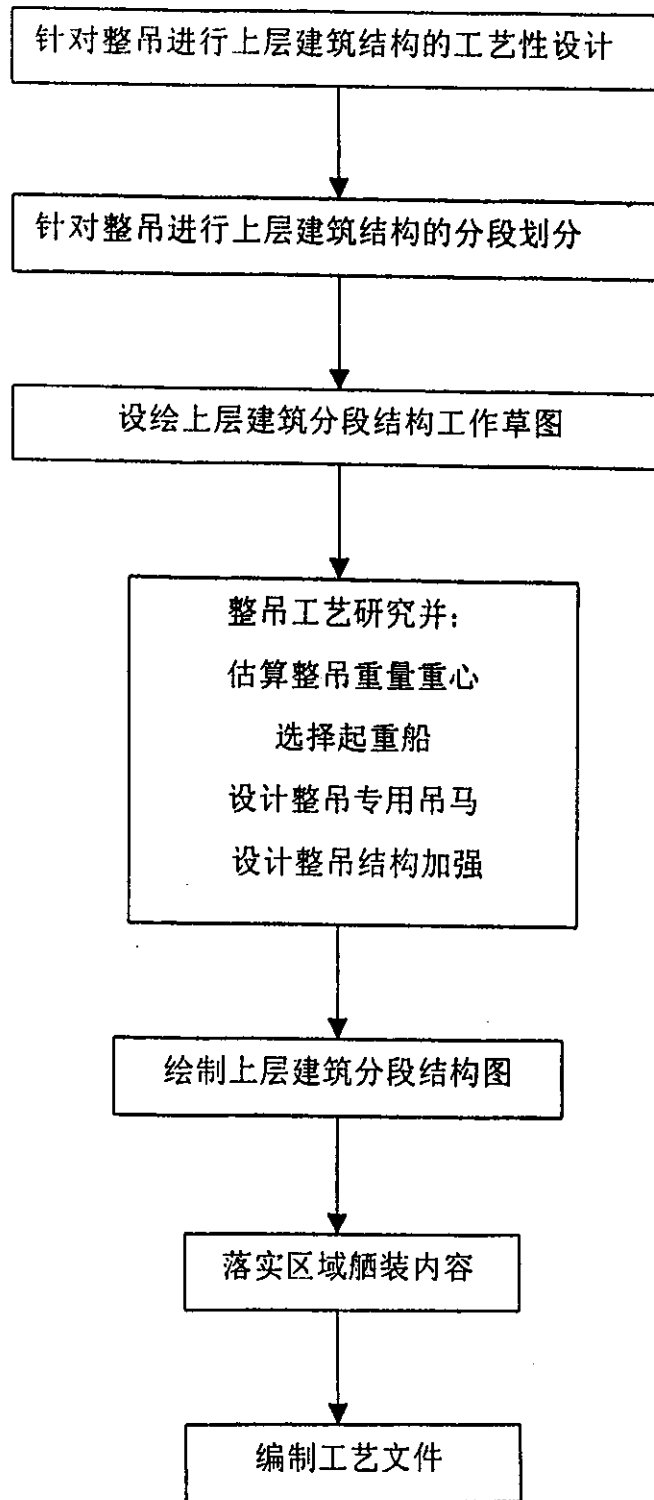


图 1 上层建筑结构整吊的工艺性设计程序

7 设计方法

7.1 针对整吊进行上层建筑结构的工艺性设计

在进行上层建筑结构送审设计时，除考虑常规的使用功能、结构强度以外，还应兼顾整吊的工艺要求，主要包括：

a) 上层建筑结构应具备较好的上下连续性

由于整吊重量较大，而上层建筑结构板材相对较薄，整吊吊马区域受力较为集中，所以宝塔形的上层建筑不利于整吊工艺的采用。因此为保证上层建筑层间受力有效传递，减少结构变形和损坏，应采用适合整吊实施的上层建筑的总段外形，如图 1。

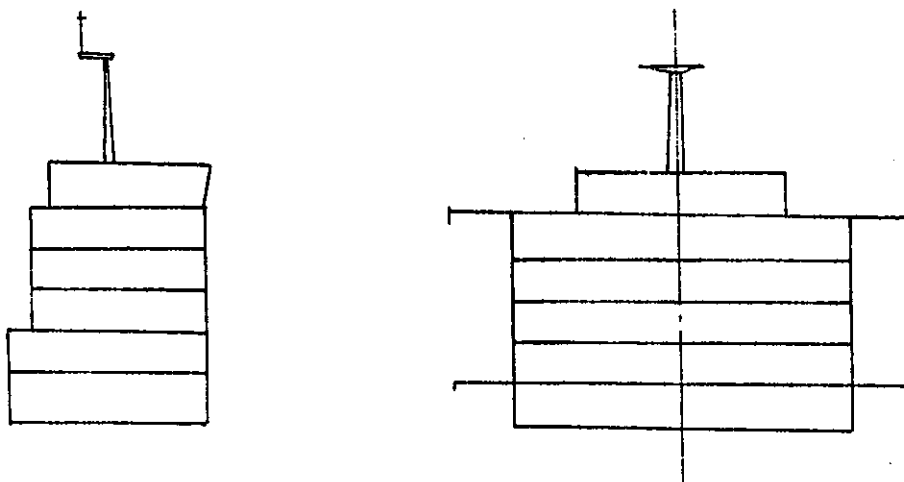


图 1 适合整吊的上层建筑

b) 甲板板架结构形式应有利于吊马水平分力的传递

上层建筑分段重量分布左右基本对称，而重心靠近船体中心线，根据结构情况，整吊吊马适合布置在总段左右舷外围壁处，这样，由于钢丝绳夹角会造成吊马沿水平方向产生较大的分力，因此要求相应的甲板有较好的横向结构支撑。如果由于特殊原因要求吊马布置在首尾外围壁处，则甲板应有相应足够的纵向结构支撑。合理的甲板板架结构有利于节省整吊加强。

7.2 针对整吊进行上层建筑的分段划分

如果整吊总段为孤立的上层建筑，分段划分无需作特殊处理，如果整吊总段与烟囱或非整吊上层建筑的甲板或舱壁相连，那么把它们划分开来的时候，要遵循以下几条原则，才能使总段整吊定位一次到位。

a) 上、下几层甲板的横向大接头要依次作阶梯状布置，如图 2。

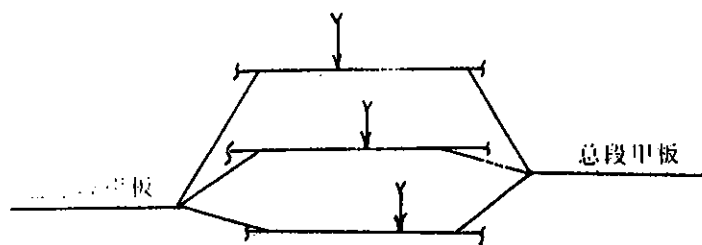


图2 上下层甲板阶梯状大接头

- b) 纵向围壁作嵌补，嵌补范围应超出甲板大接头，且至少为 300mm，见图 3。
图中阴影线区域为嵌补段。

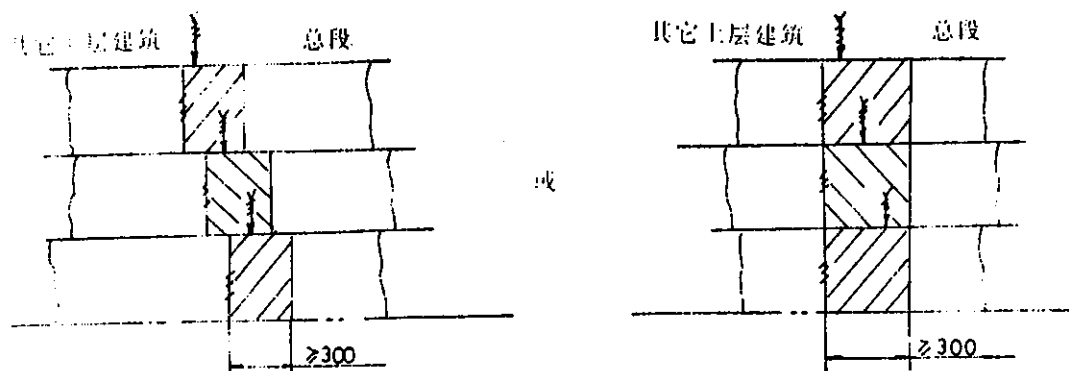


图3 纵向围壁的嵌补

- c) 甲板纵向构件（纵骨、纵桁）应作大于 300mm 的嵌补，见图 4。

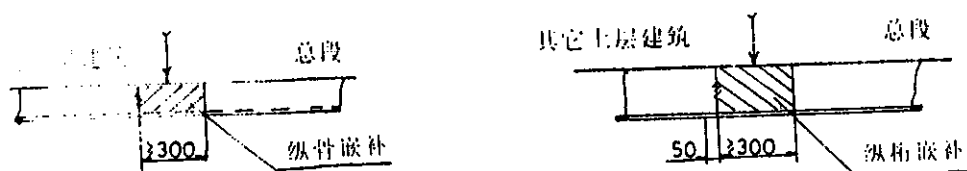


图4 甲板纵向构件的嵌补

7.3 绘制上层建筑分段结构工作草图

根据上层建筑送审结构图绘制分段结构工作图，并计算出分段重量供整吊计算。

7.4 整吊工艺研究

7.4.1 估算整吊总段的重量、重心

根据每个分段的重量、重心计算出总段结构的重量、重心，见表 1。

表 1 总段结构的重量、重心计算表

分 段 名	重量 (t) $W'i$	重 心		重 力 矩	
		$X_i(m)$	$Y_i(m)$	$M_{xi}(tm)$	$M_{yi}(tm)$
Σ	W'	X	Y	M_x	M_y

表中： $W' = \sum_{i=1}^n W'i$

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n W'i \cdot X_i}{W'}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n W'i \cdot Y_i}{W'}$$

式中： W' ——总段结构重量；

X ——总段结构重心 X 轴方向坐标；

Y ——总段结构重心 Y 轴方向坐标；

$W'i$ ——各分段结构的重量；

X_i ——各分段结构的重心 X 轴方向坐标；

Y_i ——各分段结构的重心 Y 轴方向坐标。

在计算总段重量、重心时，应尽可能把属整吊范围的大型舾装件如雷达桅、挡风板等计入其中，以提高估算精度。

7.4.2 总段重量的分析和控制

上层建筑整吊通常租用向阳红 4 号 (起重能力为 500t), 所以应及时对整吊重量作出预测和控制。当总段结构重量超过 350t 时, 应提请有关部门决定是否缩减整吊范围、控制区域舾装重量或租用起重能力更大的浮吊。

7.4.3 起重船的选择

7.4.3.1 起重能力的确定

$$P \geq W \times 1.1$$

P——起重船的起吊能力 t;

W——整吊总段总重 t。

7.4.3.2 起吊高度的确定, 见图 5。

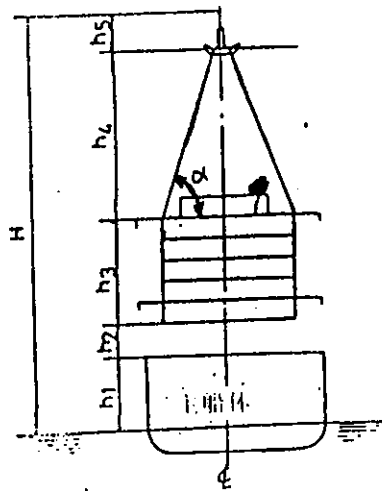


图 5 起吊高度

$$H \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

式中: H——起重船主钩至水面的高度 m;

h_1 ——总段安装甲板至水面高度 m;

h_2 ——总段下缘与其安装甲板的距离 m; (一般为 2.5m~3m)

h_3 ——吊点至总段下缘高度 m;

h_4 ——起重船主钩至吊点高度 m;

h_5 ——提升裕度 (一般为 2m~3m);

α ——钢索与水平面的夹角, $\alpha \geq 60^\circ$ 。

7.4.3.3 起吊跨距的确定

7.4.3.3.1 总段起吊时，跨距的确定，见图 6。

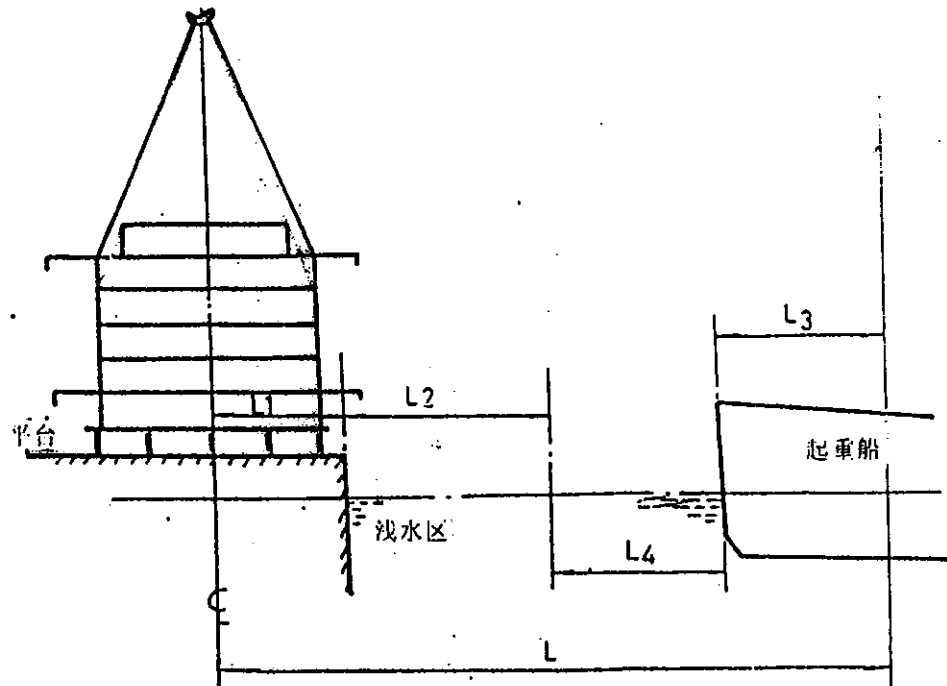


图 6 起吊跨距

$$L \geq L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

L ——起重船的起吊跨距 m ;

L_1 ——总段重心离开平台外侧距离 m ;

L_2 ——浅水区宽 (一般约 $18m$);

L_3 ——起重船本身吊杆中心线距其船舷的距离 m ;

L_4 ——跨距裕度 (一般 $1m \sim 2m$)。

7.4.3.3.2 总段吊装时起吊跨距的确定

a) 侧向整吊起重船的起吊跨距, 见图 7。

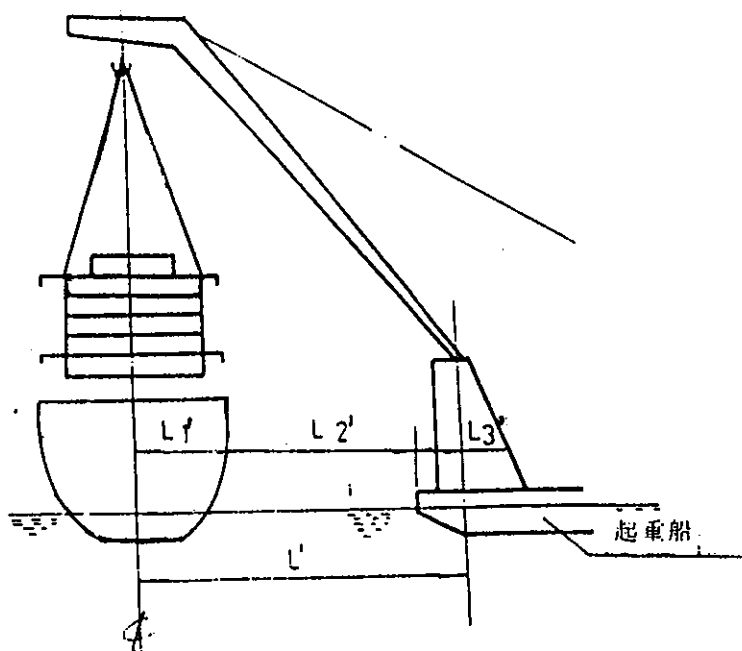


图 7 侧向起吊跨距

$$L' \geq L_1' + L_2' + L_3'$$

式中: L' ——侧向整吊工况下起重船的起吊跨距 m;

L_1' ——总段重心到主船体舷侧的距离 m;

L_2' ——起吊跨距裕度 (一般为 1m~2m);

L_3' ——起重船吊杆中心线船边距离 m。

b) 纵向整吊起重船的起吊跨距, 见图 8。

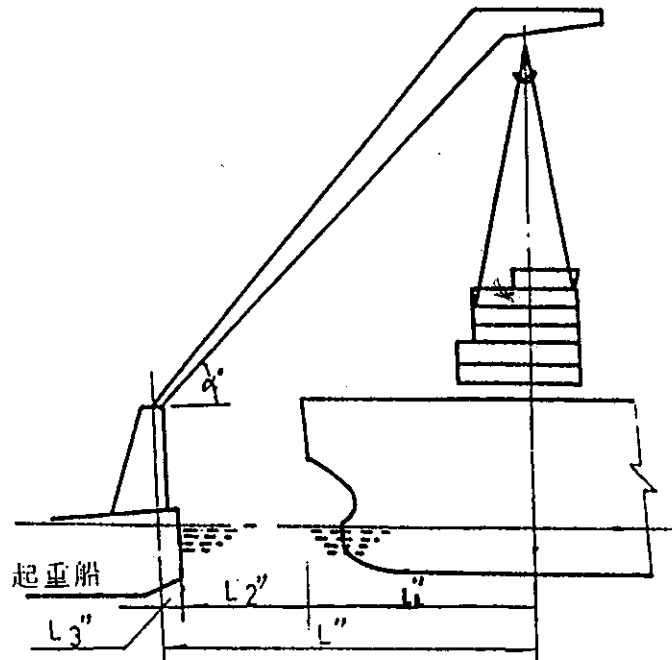


图 8 纵向起吊跨距

$$L'' \geq L_1'' + L_2'' + L_3''$$

式中: L'' ——纵向整吊工况下起重船的起吊跨距 m;

L_1'' ——总段重心到主船体艉端部的距离 m;

L_2'' ——跨距裕度 (一般为 1m~2m);

L_3'' ——起重船吊杆中心线距边距离 m。

7.4.3.4 起重船的选择, 除考虑起重能力、起吊高度和起吊跨距等技术因素以外, 还应兼顾经济性。目前工厂能租用的起重船有航起 7 号、向阳红 4 号、1000T 勇士号、2500t 大力号等, 主要技术参数见附录 A。

2500t 大力号等，主要技术参数见附录 A。

7.4.4 设计整吊专用吊马

7.4.4.1 在整吊区域舾装项目不能及时确定的情况下，允许根据总段结构的重心和约定的最大重量进行吊马的设计。

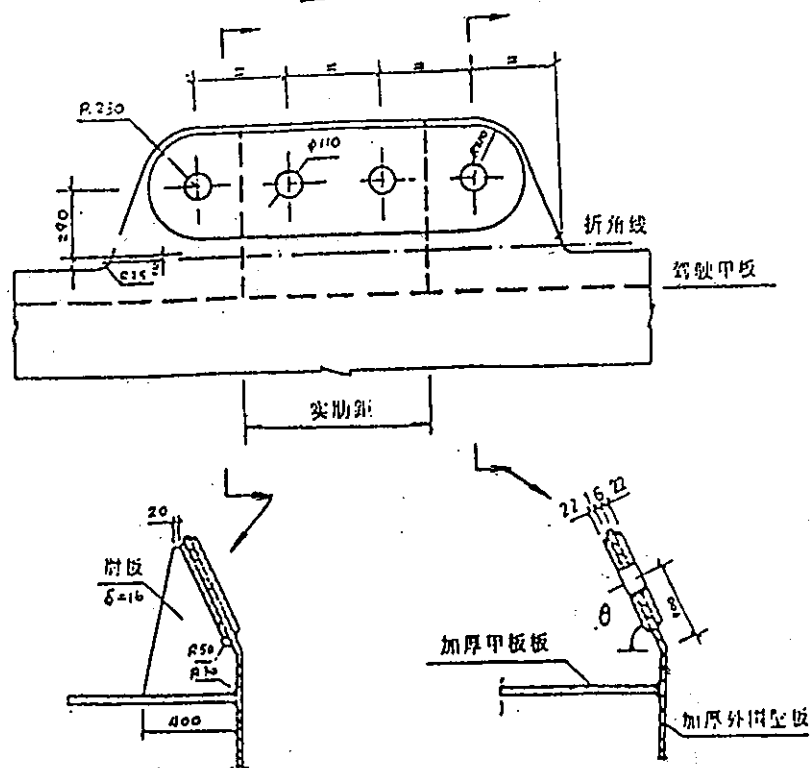
7.4.4.2 当整吊重量小于 200t 时，采用公司标准吊马，进行常规的吊马布置。

7.4.4.3 当整吊重量超过 200t 时，一般不允许采用公司的标准吊马，而要设计整吊专用吊马，并满足以下要求：

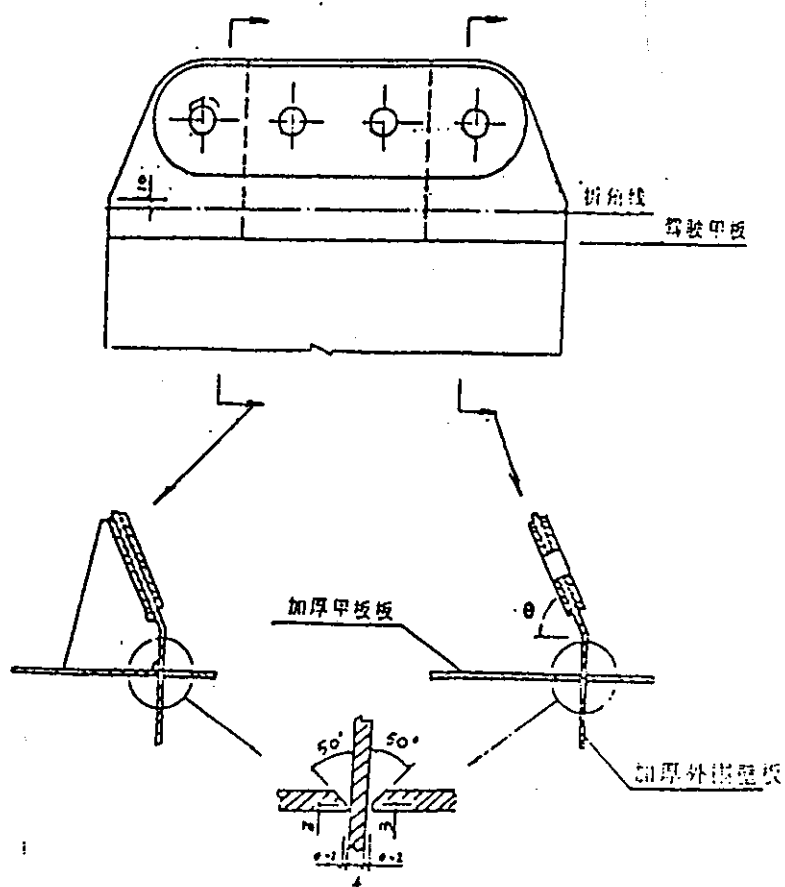
- a) 吊马一般为左、右舷各 2 个，根据总段重心，布置在肋位硬档，并使每个吊马受力均匀。
- b) 吊马不允许直接以角接形式设置在甲板上，应设置在加厚的围壁延伸板上。
- c) 采用连续型 4 眼吊马，长度约为 2.5 倍肋距，并设置两道肘板。肘板对准结构硬档。
- d) 吊马要向内倾斜，与起重船及钢丝绳匹配。倾斜角度的计算方法见附录 C。
- e) 吊马处的甲板要作加厚处理，加厚区域长度约为吊马长度的 1.5 倍，宽度约为 100mm。与吊马眼板延伸相连的围壁板加厚板高度 $\geq 1.5\text{m}$ 。
- f) 沿吊马水平分力方向增设构件（如短横梁），或在甲板上表面用槽钢作临时加强。

7.4.4.4 整吊重量为 500t 时的专用吊马见图 9。

型式 A



型式 B



9 整吊专用吊马

7.4.4.5 吊马强度校核按附录 B。

7.4.5 索具的配备

7.4.5.1 起吊钢丝绳长度的选用应满足以下要求：

- 钢丝绳不宜太长，以保证起重船的吊高。
- 钢丝绳不宜太短，以保证钢丝绳与水平面夹角 $\geq 60^\circ$ 及保证索具不碰到总段结构。

7.4.5.2 起吊钢丝绳由上、下两部分组成。上部直径为 $\phi 78\text{mm}$ ，30m/根，共 4 根，对环使用；下部直径为 $\phi 56\text{mm}$ 或 $\phi 60.5\text{mm}$ ，共 8 根，长度可作特殊要求(一般为 20m)，对环使用。

7.4.5.3 上下钢丝绳之间采用 100t 级的卸扣连接，下部钢丝绳与吊马之间采用 75t 级卸扣连接。

7.4.5.4 索具配备示意图，见图 10。

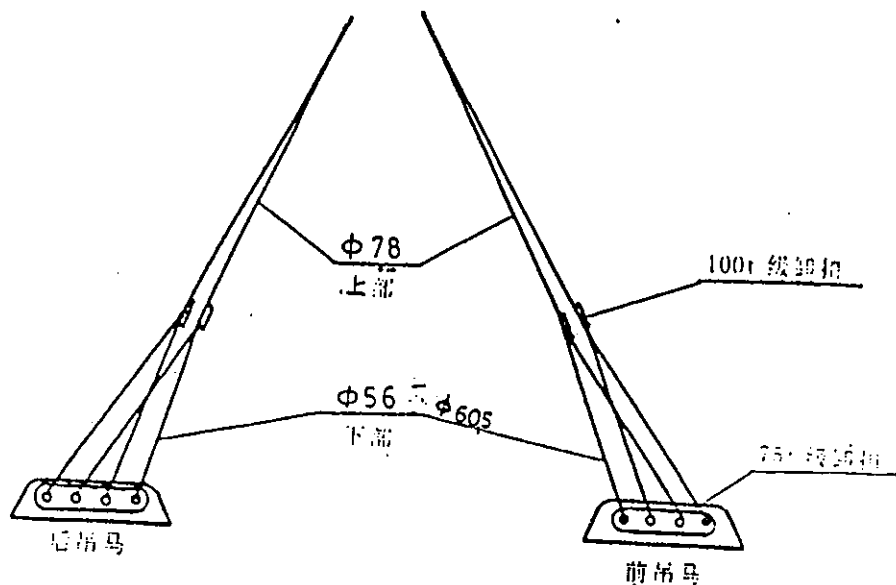


图 10 索具配备

7.4.5.5 对选用的钢丝绳进行倾斜度和受力计算，按附录 C 规定。

7.4.6 整吊可行性校核

7.4.6.1 根据总段外形、索具配备、船舶吃水，绘制整吊的横向和侧向形势图或通过计算校核：

- a) 起吊索具与上层建筑特别是罗径甲板和桅杆或其它附件，是否有足够的距离，如果发生相碰现象，应更改整吊方案。
- b) 对上层建筑总段建造场地及其吊运路线水域进行调查测量，结合租用的起重船综合考虑，务必使上层建筑总段能安全顺利地吊到下水船的甲板上。

7.4.6.2 形势图见图 6、图 7、图 8。

7.5 绘制上层建筑分段结构图

将整吊吊马、吊马区域的结构加强等要求落实到相关分段的生产设计过程中，并完成结构图的设绘。

7.6 落实区域舾装和封舱件内容

以业务联系单形式要求舾装、机装、电装专业提供整吊范围内区域舾装清单，及相应的重量、重心，并以此作为《上层建筑整吊工艺》的编制依据之一。

将《封舱件清单》中与整吊总段相关的设备重量进行汇总，得出总段的封舱件重量。

7.7 编制工艺文件

7.7.1 概述

在完成整吊工艺研究的基础上编制《上层建筑组装整吊工艺》，该专用工艺一般应包括 7.7.2~7.7.11 所规定的内容。

7.7.2 组装、整吊方案及起重船

概述总段组装范围、组装地点及所选用的起重船。

7.7.3 总段外形尺寸

以图示形式表示总段的外观形状并标明长、宽、高等必要的尺寸，如图 11。

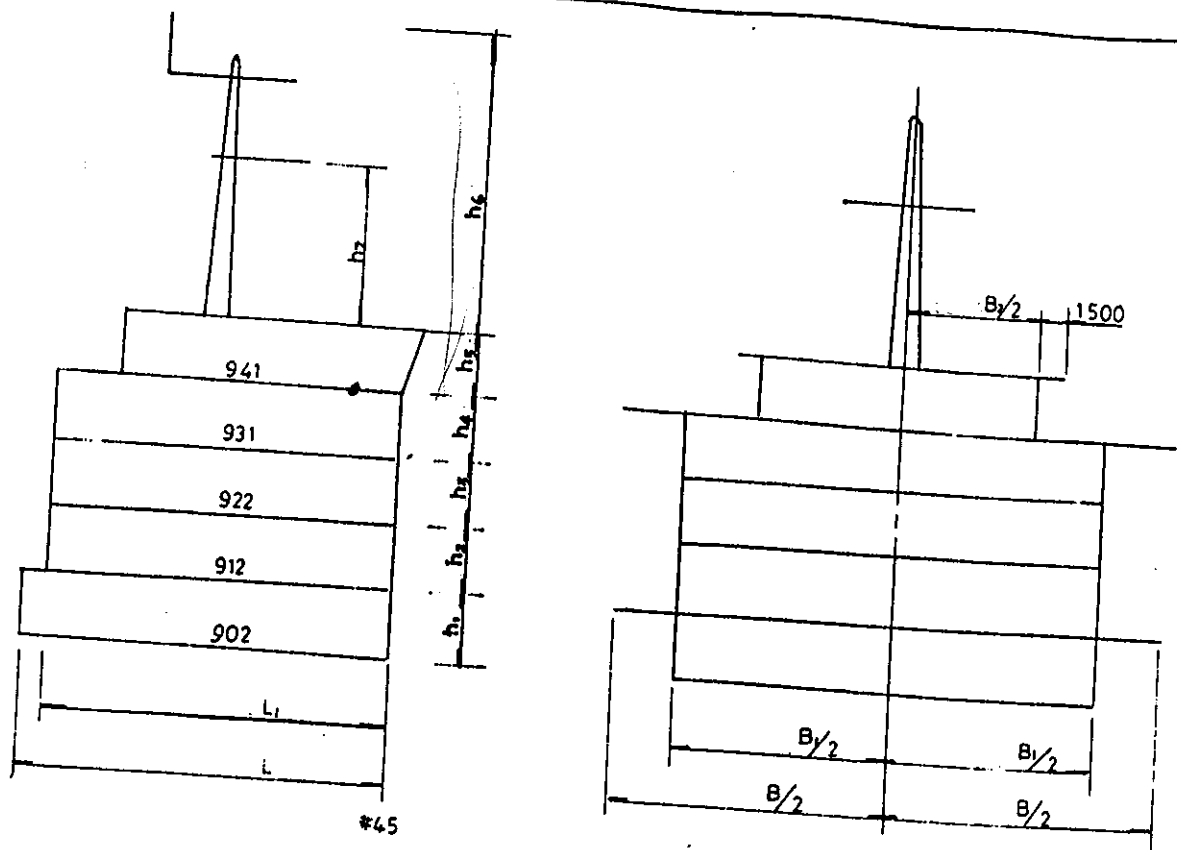


图 11 总段的外形尺寸示意图

7.7.4 总段的重量、重心计算

以列表形式汇总并计算上层建筑分段、封舱件、区域舾装件、工艺加强的总重量、重心。在设备资料不齐的情况下，允许将封舱件、区域舾装、工艺加强等重量视为均匀分布，而把船体结构重心近似为总段重心。计算按表 1。

7.7.5 起重船的主要参数介绍

从附录 A 中摘录所选起重船的技术参数。

7.7.5 整吊吊马的重量及加强

依据 7.4.4 以视图形式描述整吊吊马的布置和结构形式，并简要说明加强措施，如 $\times\times$ 区域的甲板加厚到 $\times\times\text{mm}$ ， $\times\times$ 甲板 $F\times\times$ ， $F\times\times$ 下面用短模梁加强。

7.7.6 起吊索具配备

依据 7.4.5，说明所需配备索具的规格尺寸及数量。

7.7.7 总段组装准备

7.7.8.1 按照专用装焊工艺进行上层建筑分段的中合拢施工，应注意：

- 吊马区域的焊接采用 SH427.01。
- 划出必要的对合线（中心线、水线、直剖线）。

7.7.8.2 上层建筑分段按要求除锈、涂装结束（分段底脚 500mm 范围除外）。

7.7.8.3 上层建筑分段反转区域舾装。

7.7.9 总段组装胎架

7.7.9.1 总段组装要设计专用胎架，并绘制胎架草图，统计胎架材料。胎架模板要对应分段围壁板，剖面形式见图 12。

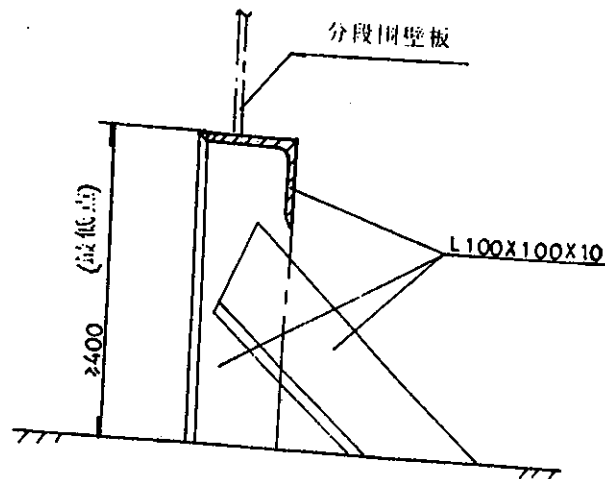


图 12 总段组装胎架形式

7.7.9.2 总段组装胎架要求有平整坚实的平台基础。

7.7.9.3 总段组装胎架布置应满足起重船吊幅要求，见 7.4.3.3.1。

7.7.10 总段组装

7.7.10.1 先定位最下一层分段，外围壁距下口约 400mm 处，用槽钢加强以免产生波浪变形，间断的内围壁也应作临时加强保证连续性。如采用总段无余量整吊，应在围壁下口加放 15mm~20mm 修割补偿量。

7.7.10.2 依次逐层吊装封舱件和分段，封舱件要加以固定和保护。每层分段焊接结束后才能吊装上一层分段。

7.7.10.3 对于强度或刚度不足的总段，应进行临时加强。

7.7.10.4 总段装焊结束，提交验收。

7.7.10.5 分段的正转区域舾装可在总段组装过程中穿插进行。

7.7.10.6 在区域舾装过程中，如发现船体结构有变形或损坏，应及时进行矫正和修补。

7.7.10.7 总段的区域舾装应严格按清单或托盘表进行。

7.7.11 总段整吊

7.7.11.1 在下水船的甲板上划出围壁安装位置线。

7.7.11.2 根据总段吊装定位方向，装焊总段外围壁定位靠马。定位靠马要对准外围壁内硬档。型式见图 13。

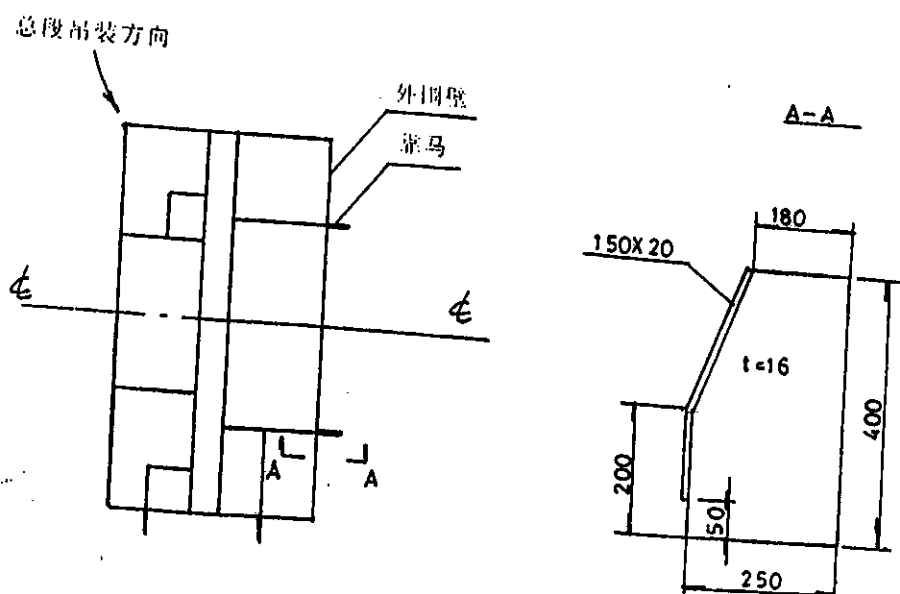


图 13 总段定位靠马

7.7.11.3 总段起吊前，清除各种杂物，排除高空坠落隐患，并确保整吊重量满足预定要求。

7.7.11.4 拆除总段与胎架的所有连接，并作认真检查。

7.7.11.5 将起重船的吊钩对准总段重心、装好起吊索具。

7.7.11.6 经有关部门检查合格后进行试吊。

7.7.11.7 对总段进行试吊。在起重船吊重显示满足要求的前提下，慢慢将总段提升至离胎架约 200mm 高度处，认真检查起吊索具受力的均匀性，吊马加强等是否有异常现象发生。若有问题应立即将总段放回胎架，进行分析调整，然后再试吊，直至确信安全可靠，方可正式吊运。

7.7.11.8 正式吊运时将总段提升至最高位置，然后按规定路线吊运至下水船的安装位置上方，缓缓下降至距甲板 400mm 处暂停，调整总段位置。安装油泵等定位工具。

7.7.11.9 修割总段下口余量，进行总段定位。对于无余量总段，允许修割围壁下口以

调整四角水平和焊接间隙。

7.7.11.10 总段四角水平，允许偏差 $\pm 5\text{m}$ ；

总段最下层高度，允许偏差 $\begin{matrix} +20\text{ mm} \\ -5\text{ mm} \end{matrix}$ 。

7.7.11.11 松掉起重船吊钩，拆除整吊索具。

7.7.11.12 整吊吊马沿折角线割除，余留部分上缘批平磨光。

7.7.11.13 为确保安全，整吊总段下方在一定范围内，不允许无关人员进入。四级以上风力不能进行整吊。

7.7.11.14 整吊必须有专人指挥。

附录 A

(资料性附录)

起重船的主要参数

A1 航起 7 号主要参数见表 A1

表 A1 主要参数

航起 7 号 最大起吊量 350t			
L=60m B=30m D=6m 满载吃水 T=3.6 m 空载吃水 T=1.3 m			
起吊重量 (t)	作业半径 (m)	吊 高 (m)	注: (1) 吊重状态浮吊不能移动, 工作水深要求 4.5m (2) 吊高为吊钩距起重船甲板的最大高度。
350	27.2	48.0	
330	28.1	47.7	
300	30.0	47.0	
260	32.6	45.7	
210	36.9	43.4	

A2 向阳红 4 号主要参数见表 A2

表 A2 主要参数

上海港务局向阳红 4 号 最大起吊量 500t			
L=60m B=26.4m D=4.5m 空载吃水 T=2.4 m			
起吊重量 (t)	吊距 (吊钩距船首的距离) (m)	吊高 (m)	注: (1) 吊钩起吊重量不小于 250t。 (2) 两主钩左右中心距为 1.8m。 (3) 吊臂不能旋转, 起吊后吊臂不能变幅。 (4) 吊高为吊钩距水面的最大高度。
500	28.0	65.90	
475	30.4	65.12	
400	36.0	60.30	
360	37.9	52.40	
320	39.6	50.70	

A3 1000T 起重船勇士号主要参数见表 A3

表 A3 主要参数

总长=80.4m 型宽=25.4m 型深=7.75m							
总吨位=3915.16t 净吨位=863.41t 吃水: 3.0 m~4.2 m							
参数项目		计量单位	主吊 (左 右)			付吊	
吊重			起吊工况			起吊工况	
		t	2×500	2×400	2×150	250	200
距船舶外 伸跨距	最大	m	12	14	22	25.5	36.5
	最小		11			24	
距水面起抓斗 吊钩起吊高度	在最大变幅时		36.5	34	28	46.3	38.5
	在最小变幅时		36			48	
入水深度				30			20
起吊 (下 放) 速度	下放 (低)	m/min	0.4			0.8	
	吊标重时 (高)		1.2			1.8	
	空钩		5.0			7.5	
吊臂变幅时间		min	15			15	

A4 2500t 大力号主要参数见表 A4

表 A4 主要参数

上海打捞局大力号 最大起吊量 2500t			
L=100m B=38.0m D=8.8m T=4.5m			
起吊重量 (t)	作业半径 (m)	吊高 (m)	注： (1)单钩起吊重量不大于 50%负重。 (2)在起吊负重不超过 500t 时，吊重状态吊臂可旋转。 (3)吊高为吊钩离起重船上甲板的高度。
270	47	42	
300	44	43	
330	43	44	
400	40	46	
500	35	48	

附录 B
(规范性附录)
吊马强度校核

B1 计算参数值:

$$\text{许用正应力} [\sigma] = 0.8\sigma_s$$

$$\text{许用切应力} [\tau] = 0.7[\sigma]$$

$$\text{许用挤压应力} [\sigma_p] = 1.7[\sigma]$$

B2 正应力: $\sigma = \frac{Q}{A} \leq [\sigma]$

切应力: $\tau = \frac{Q}{A'} \leq [\tau]$

挤压应力: $\sigma_p = \frac{Q}{A''} \leq [\sigma_p]$

式中: Q ——钢索最大张力;

A ——受拉面积;

A' ——受剪切面积;

A'' ——受挤压面积;

σ_s ——屈服应力。