

浅谈大型海水淡化设备吊装技术

张国利^{1, 2} 张 莉²

(1.西南交通大学, 成都 610031)

(2.中铁一局集团有限公司, 兰州 730000)

摘 要: 本文以首钢京唐钢铁联合有限公司海水淡化项目为背景, 针对海水淡化主体设备蒸发器的结构特点, 对吊装设备选用及其工况进行了探讨, 结合吊装现场要求, 对索具、卸扣、吊耳提出了要求, 并详细论述了吊装全过程的技术细节, 对我国大型海水淡化设备吊装技术提出了自己的看法。

关键词: 海水淡化; 设备; 吊装

Simple Discussion on Large-scale Seawater Desalination Equipment Hoisting Technology

ZHANG Guo-li^{1, 2} ZHANG Li²

(1.Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031)

(2.China Railway No.1 Engineering Group Co.,Ltd, Lanzhou 730000)

Abstract: This article take the seawater desalination project of Shougang Jingtang Iron and Steel Joint Co., Ltd. as a background, in view of the structural characteristics of the main seawater desalination equipment—evaporator, carried on the discussion on the selection and the operation mode of the hoisting equipment, take out the request to the rigging, unscrew, shackle in lighting of hoisting scene requestion, elaborated the technical detail during the entire hoisting process, and proposed its own view to the large-scale seawater desalination equipment hoisting technology in our country.

Key words: seawater desalination; equipment; hoisting

目前, 全球海水淡化日产量约 3500 万立方米左右, 其中 80% 用于饮用水, 解决了 1 亿多人的供水问题。全球有海水淡化厂 1.3 万多座, 海水淡化作为淡水资源的替代与增量技术, 愈来愈受到世界

上许多沿海国家的重视; 全球直接利用海水作为工业冷却水总量每年约 6000 亿立方米左右, 替代了大量宝贵的淡水资源^[1]。而我国沿海地区的地理位置和气候条件, 使得海水淡化成为该地区解决淡水

中推广。

参考文献

- [1] 亨利奇 J. 爆炸动力学及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [2] 贾光辉, 等. 爆炸过程中的应力波 [J]. 爆破器材, 2001, 30 (1): 1-4.
- [3] 肖绍清, 等. 炮孔复合装药结构的功能和设计要求 [J]. 工程爆破, 2003, 9 (2): 12-15.
- [4] 陈先锋, 王玉杰. 不同装药结构对孔壁压力影响的分析 [J]. 工程爆破, 2003, 9 (2): 16-18.

- [5] 尚嘉兰, 等. 粗粒花岗闪长岩中应力波的传播衰减规律 [J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 20 (2): 212-215.
- [6] 肖绍清. FAE 燃料分散及其控制 [D]. 北京理工大学博士学位论文, 1999.
- [7] 北京工业学院八系《爆炸及其作用》编写组. 爆炸及其作用 (上册) [M]. 国防工业出版社, 1979.
- [8] 惠君明, 陈天云. 炸药爆炸理论 [M]. 江苏科学技术出版社, 1995.
- [9] 张守中. 爆炸与冲击动力学 [M]. 兵器工业出版社, 1993.

资源短缺问题的现实选择，并对海水淡化装置提出了大型化的要求。其中影响工程顺利实施的关键环节在于大型海水淡化设备的吊装技术。

1 工程概况

首钢京唐钢铁联合有限公司海水淡化项目，日海水处理能力为 25000m³，是目前亚洲最大的海水淡化项目。项目涉及各种机电设备 1100 多套，其中海水淡化主体设备蒸发器是海水淡化的核心，采用法国 SIDEM 专有海水淡化热法处理技术，中国监造，工艺复杂，制造周期长，该主体的安装直接影响首钢京唐钢铁厂的顺利投产，意义重大。

海水淡化主体设备蒸发器为两组，每组三件，详见表 1。

蒸发器安装工作具有单件重量大、安装精度要求高、安装场地狭小等特点。海水淡化主体设备钢结构支架高度 3.8m，轴线宽度 5m，长度 33.7m。

表 1 蒸发器数量表

编号	尺寸（长×宽×高）/mm	重量/t
Module1	10179×10739×8850	160
Module2	14550×9985×8850	205
Module3	12083×11072×10450	200

2 吊装设备选用

本工程采用德国 CC2500-1 履带式吊车进行吊装，履带吊履带横距为 9m，履带长度为 11m，转盘中心距离吊装高度为 2.4m，地面起重机重臂杆长度为 42m，采用超起方式，具体技术参数见表 2。

表 2 超起方式技术参数表

半径/m	超起配重/t	
	100	150
14	298	347
15	276	322
16	256	299
17	238	280

本吊装工程采用工况如下：

(1) 工况 1。起吊重量 200t，采用直径 65 钢丝绳 4 根，长度为 8m，钢丝绳与吊耳的夹角为 72°。卸扣为 55t 的 4 个，其每个安全倍数为基准

数的 4 倍，采用 4 点吊装，其安全系数为 1.3 倍，满足国家吊装规范要求，其作业半径为 15m，采用杆长为 42m，另加超起配重 100t，其作业工况为起重量 276t，安全系数 1.38>1.3，满足吊装规范要求（见图 1）。

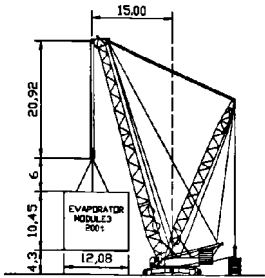


图 1 工况 1 示意图

(2) 工况 2。起吊重量 205t，采用直径 65 钢丝绳 4 根，长度为 8m，钢丝绳与吊耳的夹角为 65°。卸扣为 55t 的 4 个，每个安全倍数为基准数的 4 倍，采用 4 点吊装，安全系数为 1.3 倍，满足国家吊装规范要求，作业半径为 14m，重臂杆长为 42m，另加超起配重 100t，半径 14m 作业工况为起重量 298t，安全系数为 1.45>1.3，满足吊装规范（见图 2）。

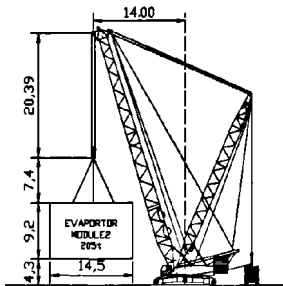


图 2 工况 2 示意图

(3) 工况 3。起吊重量 160t，采用直径 65 钢丝绳 4 根，其长度为 8m，钢丝绳与吊耳的夹角为 69°。卸扣为 55t 的 4 个，其每个安全倍数为基准数的 6 倍，采用 4 点吊装，其安全系数为 1.3 倍，满足国家吊装规范要求，其作业半径为 16m，采用杆长为 42m，另加超起配重 100t，其作业工况为起重量 256t，安全系数为 1.6>1.3，满足吊装规范要求（见图 3）。

每个吊件设四个吊点，采用 4 点吊装，钢丝绳长度为 8m，工件吊点距离最大为 6.93m，根据吊装角度计算，大于 60°，其吊具的力符合吊装规

范。主机配重 160t，中心配重 40t，超起配重 100t。

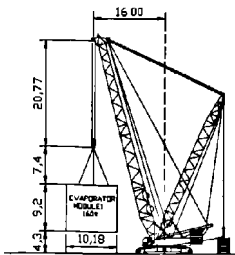


图 3 工况 3 示意图

3 吊装现场要求

吊车进场后按照平面布置图的要求进行站位布置，要求吊装前对履带站位处地基进行分层夯

实，地耐力必须达到 20t/m² 以上，吊车支腿下支垫承载平台。

臂杆组对主机组场地要求：500t 履带吊车向回转中心为长 60m、宽 20m 范围内无障碍物，地面平整坚实，满足组装杆时 25t 汽车吊的配合行走和作业条件，500t 吊车超起提升配重托盘，从始吊到位的旋转过程中所经过的半径为 18m，弧形范围内无设备基础及建筑物等障碍物。

4 索具的选择

本次吊装中采用了两种规格的索具，分别为 $\sigma=170\text{ kg/mm}^2$ 、6×37 钢丝绳和 $\sigma=187\text{ kg/mm}^2$ 、8×61 钢丝绳。这两种钢丝绳的破断拉力的安全受力见表 3、表 4。

表 3 $\sigma=170\text{ kg/mm}^2$ 、6×37 钢丝绳安全受力表 (单位: kg)

直径/mm		破断拉力	工作拖拉绳 (K=3)	工作跑绳 (K=5)	工作绳扣			
钢丝绳	钢丝				K=8		K=6	
					1绳	1圈	1绳	1圈
56.0	2.6	164000	54667	32800	20500	30750	27333	41000
60.5	2.8	190240	63413	28048	23780	35670	31707	47560
65.0	3.0	218530	72843	43706	23716	40974	36421	54632

表 4 $\sigma=187\text{ kg/mm}^2$ 、8×61 钢丝绳最小破断力表 (单位: kN)

钢丝绳公称直径		钢丝绳近似重量 kg/100m			最小破断力				
/mm	天然纤维芯	合成纤维芯	钢芯钢丝绳	钢丝绳公称抗拉强度		钢丝绳公称抗拉强度		钢丝绳公称抗拉强度	
				纤维芯	钢芯	纤维芯	钢芯	纤维芯	钢芯
64	1460.0	1430.0	1700.0	1860.0	2190.0	1970.0	2320.0	2080.0	2450.0
66	1550.0	1520.0	1810.0	1970.0	2330.0	2090.0	2470.0	2210.0	2610.0
68	1650.0	1610.0	1920.0	2100.0	2470.0	2220.0	2620.0	2350.0	2770.0

5 卸扣的选择及使用

根据索具的尺寸，选用 55t “D” 型卸扣，卸扣在使用中不允许发生横向的受力情形。“D” 型卸扣如图 4 所示。卸扣的正确使用方法如图 5 所示。

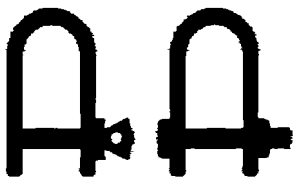


图 4 “D” 型卸扣

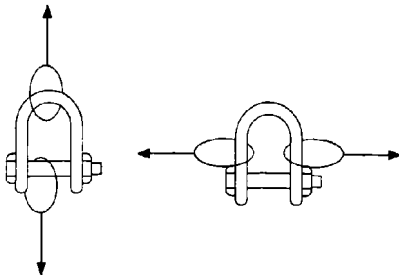


图 5 卸扣使用示意图

6 吊耳

吊耳由设备制造厂家提供。为配合吊装，在设备制造中根据大件重心平衡加设的四个吊点，在现场吊装时关于吊耳的安全性按合格考虑。

7 吊装作业

7.1 吊装前的准备工作

7.1.1 基础轴线测量放线完成

设备吊装就位前，采用全站仪对钢支架顶部纵横轴线进行精确测量，在中心点上用墨线标注，在横梁端头做好明显的标识。水准仪测量高程后，用垫块在设备吊装前找平。

7.1.2 吊装前检查核实工作

设备在吊装前，必须做好全面仔细的检查核实工作。检查设备安装基准标记、方位线标记是否正确；检查设备的吊耳是否符合吊装要求，在各项检查均符合要求的情况下，签发吊装命令书。

7.1.3 试吊

试吊前检查确认；吊装总指挥进行吊装操作交底；布置各监察岗位进行监察的要点及主要内容；起吊放下进行多次试验，使各部分具有协调性和安全性；复查各部位的变化情况等^[2]。

7.2 吊装顺序及作业流程

自东向西依次吊装，即：先吊装 200t 工件，200t 工件按设计位置定位后，再进行 205t 工件，最后进行 160t 工件的吊装。从码头卸船后，运输顺序也按此进行，吊装作业流程如图 6 所示。

7.3 吊装就位

因为场地狭小，三个大件由码头运过来之后，205t 及 160t 大件停放在吊装区域外，200t 大件先进场停放在指定位置，500t 吊车开始挂超起配重，大约需要二十分钟完成。检查各岗位到岗待命情况，并检查各指挥信号系统是否正常；各岗位汇报准备情况，并用信号及时通知指挥台；正式起吊，大件底部提升高度距运输车车厢底部 300mm 时停止作进一步检查，各岗位应汇报情况是否正常；在各方面情况正常时运输车出场，继续起吊，设备吊离运输车辆后，在设备底端做好轴线标识，待设备吊至支架顶面 100mm 上方时，用固定在大件四周的风绳，人和吊机配合使轴线

重合，用水准仪测量高程，用垫块找平，吊车脱钩，用 25t 汽车吊配合将配重拆除，吊车开始移位到第二个大件的占车位，第一段吊装完成；二、三段设备的吊装同第一段的吊装，三段全部吊装完成后用倒链进行对口间隙的细微调整（设备支座表面放置特氟龙垫块，摩擦系数很小）^[3]。

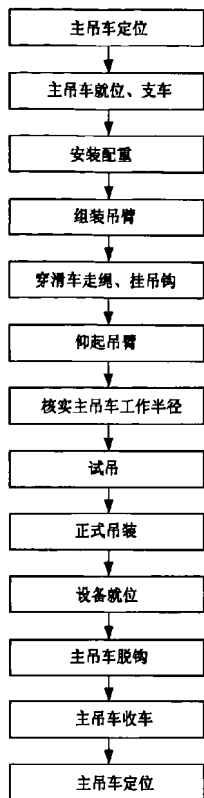


图 6 吊车吊装工艺流程图

8 结语

在大型海水淡化设备吊装过程中，必须结合工程实际情况，合理选择吊装设备，详细分析其作业工况，科学选择索具、卸扣及吊耳，并制定可行的吊装流程，严谨的吊装方案，才能保证吊装质量。

参考文献

- [1] 王世昌. 海水淡化工程 [M]. 化学工业出版社, 2003.
- [2] 樊兆馥. 重型设备吊装手册 [M]. 冶金工业出版社, 2006.
- [3] 罗顶瑞, 朱兆华. 大型吊装组织设计与方案实例分析 [M]. 化学工业出版社, 2008.