

团 体 标 准

T/CSNAME 091—2024

大型波浪能发电平台拖带作业规程

Towing operation regulation for large wave energy generation platform

2024 - 03 - 26 发布

2024 - 06 - 26 实施

中国造船工程学会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 拖带条件 2

 4.1 文件资料 2

 4.2 环境条件 2

 4.3 平台 3

 4.4 拖轮 3

5 作业流程 3

 5.1 平台拖带作业步骤 3

 5.2 拖曳设备安装 4

 5.3 作业前准备 5

 5.4 接拖 2

 5.5 起拖 5

 5.6 换拖 9

 5.7 内河拖带 11

 5.8 海上拖带 12

 5.9 海上解拖 13

6 关键节点检查 17

7 应急处置 18

附 录 A （资料性） 大型波浪能发电平台拖带作业关键节点检查记录表..... 19

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：广东中远海运重工有限公司。

本文件主要起草人：韦汉群、胡列潭、庄瑞民、黄旭方、敖武平、刘向文、刘习贤、马闯、陆晓晖、李娟、任丽、王清平、朱进喜、王培生、陈耿楠、刘志爱、虞新富、王成。



大型波浪能发电平台拖带作业规程

1 范围

本文件规定了大型波浪能发电平台（以下简称“平台”）拖带作业中的接拖、起拖、换拖、内河拖带、海上拖带、海上解拖等作业流程和要求。

本文件主要适用于功率大于1 MW的大型波浪能发电平台拖带作业，如大型三角形波浪能发电平台或其他类似浮式结构的拖带作业。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

平台 platform
大型波浪能发电平台、类似浮式结构及其他水上漂浮物。

3.2

拖曳设备 towing equipment
拖船和平台上专为拖曳作业而设置的设备，包括拖船上的拖缆机、拖钩、拖索拱架、拖索滚筒、拖缆孔、缆绳架、地令、拖销、鲨鱼钳等以及平台上的拖力点（拖力眼板或拖桩）、拖缆孔等。

3.3

拖曳索具 towing gears
拖船和平台上专为拖曳作业而使用的索具，包括主拖缆、备用拖缆、龙须缆（链）、短缆、三角眼板、拖曳环、卸扣和应急拖缆等。

3.4

主拖缆 main towline
用于主拖船与平台的拖带连接缆。

3.5

短缆 short pennant
三角板或龙须缆（链）与拖船拖缆连接的一段缆索。

3.6

拖力点 towing point
平台上专门用于连接拖缆或龙须缆（链）的设施，包括拖力眼板或拖桩。

3.7

接拖 tow connecting
拖轮至平台所在的码头或港口，按拖带方案连接拖轮与平台间的拖曳索具等。

3.8

起拖 start tow

用拖轮将平台拖离靠泊的港口码头，并进入航道达到下一步拖带状态的作业过程。

3.9

换拖 change tow

拖带过程中，对主拖轮配置调整的作业。

注：因航道及拖轮或环境等因素限制可能需要调整主拖轮配置，一般为港作拖轮、内河拖轮及海洋拖轮之间的互换。

3.10

解拖 tow disconnecting

解开拖轮与平台间的拖曳索具。

3.11

拖带 towage

用拖轮将平台从原位置拖移至目的地的作业过程，包括接拖、起拖、拖带航行、解拖等。

3.12

内河拖带 river towing

在内河区域，从指定港口间或水域沿航线的拖带作业。

注：内河拖带应考虑气象条件。

3.13

海上拖带 ocean towing

从指定避风港口间或沿航线安全锚地间的拖带作业。

注：海上拖带应考虑气象条件。

3.14

主拖轮 main towing tug

在拖带作业中从事拖带平台航行的拖轮。

3.15

辅拖轮 assistant towing tug

在拖带作业中从事人员和货物运输、护航、清道以及协助平台起抛锚和定位作业、调整航向并在特定条件下需具备拖带能力的拖轮。

4 拖带条件

4.1 文件资料

拖带前应准备以下文件资料：

- a) 平台的适拖证书；
- b) 拖带作业计划和作业方案及应急拖带计划及方案；
- c) 计算报告（平台及拖曳设备及索具等，强度、稳性计算）；
- d) 航线资料、气象资料。

4.2 环境条件

拖带时的环境条件应满足以下要求：

- a) 拖带航线、锚地及港口风速不大于 20 m/s；

b) 拖带航线、锚地及港口波高及流速：有义波高不大于 5 m，流速不大于 2 m/s；

注：潮流潮高如可获取可信资料或实测数据，经验算满足拖带条件也可接受。

c) 拖带航线、锚地及港口能见度不小于 2 km；

d) 航线水域的水深满足在拖曳作业期间平台、拖曳设备吃水要求，水底净空不小于 1 m。

4.3 平台

平台应满足以下要求：

- a) 相关证书及文件资料（平台拖带稳性、整体强度、拖带阻力计算等）完整有效；
- b) 活动设备及物料系固满足强度计算，如平台入级则按对应船级社相关强度规范要求，未入级或未指定则强度计算安全系数按 2 倍；
- c) 结构强度计算满足平台对应船级社强度规范要求；
- d) 密性满足平台对应船级社密性规范要求；
- e) 完整稳性、破损稳性满足对应船级社要求；
- f) 防进水措施满足对应船级社要求；
- g) 排水和泄水设备设施配置齐全；
- h) 锚泊设备配备并处于可用状态；
- i) 号灯、号型与发出声响信号设备配备完整；
- j) 登乘设施配备完整；
- k) 拖力点的拖曳眼板、拖缆桩、导缆孔等拖曳设备计算满足需求并检查确认；
- l) 按计划方案配置值班人员。

4.4 拖轮

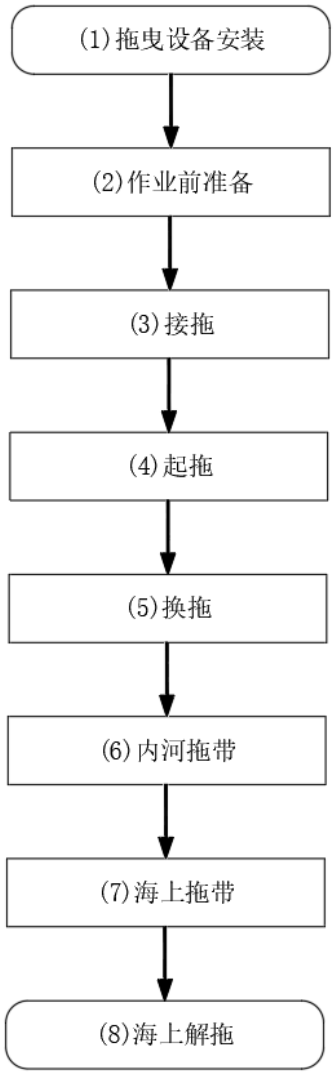
主拖轮及辅拖轮应满足以下要求：

- a) 主拖轮系柱拖力及拖缆机拉力符合计算要求；
- b) 船舶证书有效；
- c) 拖曳设备及拖曳索具及应急备件证件合格、保养记录完备；
- d) 拖曳设备及拖曳索具强度满足拖带需求，缆索一般破断拉力为系柱拖力 2 倍，连接卸扣、三角板、拖力眼板、拖缆桩、平台结构等为系柱拖力 3 倍；
- e) 主拖轮及辅拖轮的主拖缆及备用拖缆强度满足拖带需求，一般破断拉力为系柱拖力 2 倍；
- f) 人员输送设备配备完整；
- g) 燃料、淡水、食品及其他备品储备等，满足整个拖带作业预定时间周期使用需求；
- h) 验算的拖带速度不小于 5 kn/h；
- i) 通讯设备及救生设备配置完整；
- j) 按计划方案拖轮人员配置及资质及作业证齐全有效。

5 作业流程

5.1 平台拖带作业步骤

平台拖带作业应按图1所示步骤进行。



注：其中第（5）步，换拖作业适用于在码头时利用港作拖轮进行接拖，如在码头时用海洋拖轮接拖，则不需要进行换拖作业；第（7）步后下一步，如再次靠港，则参照第（3）步及第（4）步逆过程进行。

图1 平台拖带作业步骤

5.2 拖曳设备安装

- 5.2.1 按平台相关参数（如拖带阻力大小、拖力点结构强度、拖曳索具破断力及安全系数等）及拖曳需求，进行拖曳设备及拖曳索具设计，并经强度验算及安装检验。
- 5.2.2 拖曳设备及索具强度应满足以下要求：
- a) 主拖缆、短缆：2 倍拖船系柱拖力；
 - b) 连接卸扣、三角板：3 倍拖船系柱拖力；
 - c) 拖力点的拖力眼板、拖缆桩、平台结构：3 倍拖船系柱拖力。
- 5.2.3 平台拖曳设备及索具布置如图 2 所示（尾部左右拖带设备布置与首部一致）。

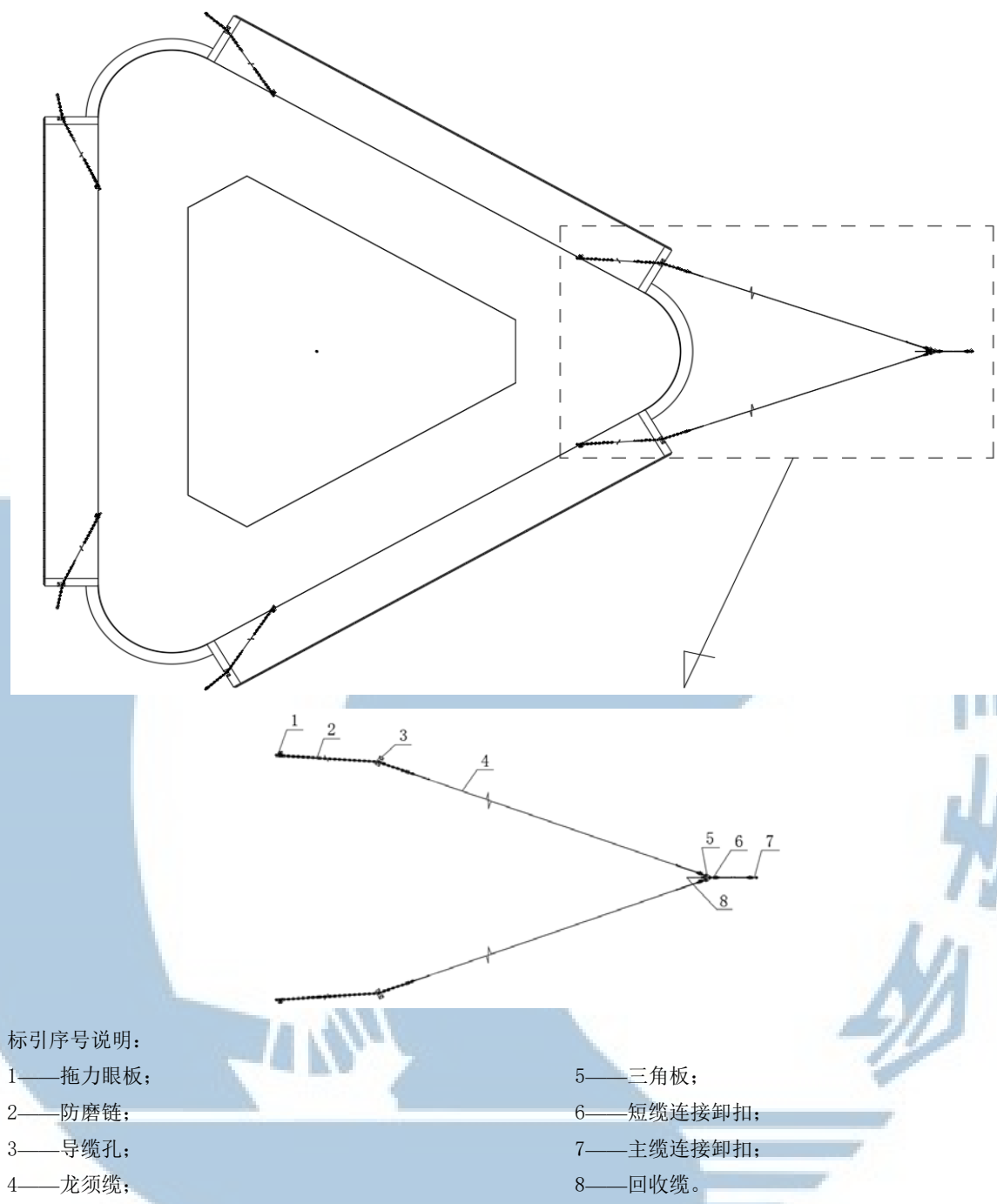


图2 波浪能发电平台拖曳设备及索具布置

5.3 作业前准备

- 5.3.1 平台物主或代理向监管部门办理进出港及拖带海事审查及报备手续。
- 5.3.2 拖曳设备、拖曳索具、备用拖缆及应急拖缆等满足 4.3 及 4.4 要求。
- 5.3.3 主拖轮及辅拖轮应满足 4.4 要求，并通过船级社检验。
- 5.3.4 平台应满足 4.3 要求，并通过船级社检验。
- 5.3.5 完成应急作业的演练。

5.3.6 应指定拖带指挥人员和操作人员，每一步操作完成后应由操作人员向指挥人员报告确认结果，指挥人员确认各项流程合格后方可进行各种拖带作业，包括接拖、起拖、换拖、拖带、解拖等流程。

5.4 接拖

5.4.1 通用要求

- 5.4.1.1 根据港口码头作业环境条件及拖带经济及安全等因素来确定主拖选择港作拖轮（内河拖轮）还是海洋拖轮。如作业环境满足海洋拖轮安全作业要求，则优先选用海洋拖轮，可省略下一步的拖带中途接拖作业。
- 5.4.1.2 参与作业人员应熟悉作业程序及要求，核实拖带计划及准备情况与风险管控措施落实情况。
- 5.4.1.3 拖曳索具及设备应检验无误。
- 5.4.1.4 环境和水深应满足 4.2 要求。
- 5.4.1.5 航线水域的水深应满足 4.2 要求。

5.4.2 港作拖轮接拖

- 5.4.2.1 港作拖轮（内河拖轮）接拖应采用双主拖和双辅拖方式，并按以下流程进行：
 - a) 将龙须缆、三角板、短缆、卸扣与平台上拖力点连接及检验确认，收至平台甲板放置备用；
 - b) 双主拖轮主缆连接平台上拖力缆桩；
 - c) 双辅拖轮依次到位并将拖带缆绳连接到平台的拖力点（缆桩或拖力眼板）上；
 - d) 全部连接完成，调整各个拖轮位置及拖缆长度，确认所有连接构件处于适拖状态。
- 5.4.2.2 港作拖轮接拖方式如图 3、图 4 所示，图 3 为平行码头方向行驶接拖方式，图 4 为垂直码头方向行驶接拖方式。

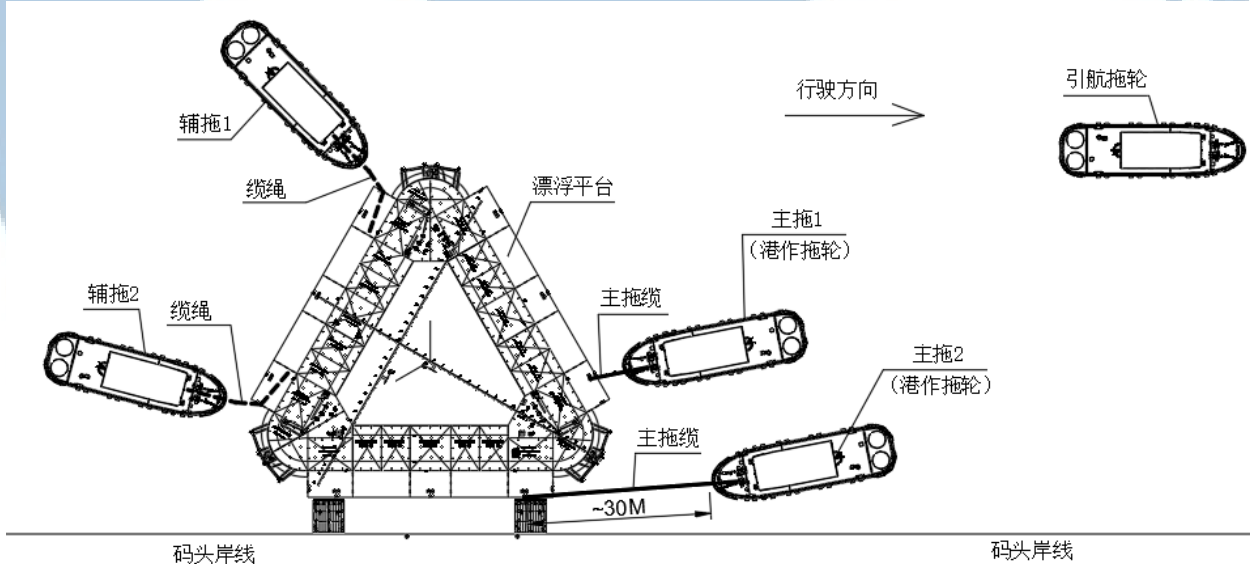


图3 平行码头方向行驶接拖

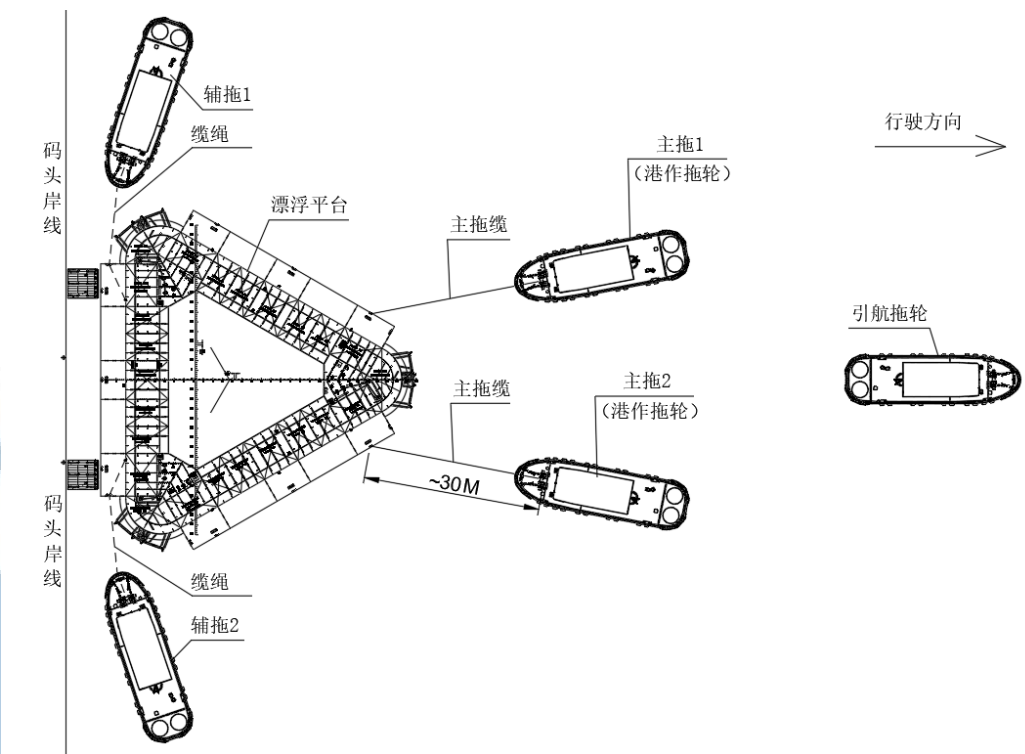


图4 垂直码头方向行驶接拖

5.4.3 海洋拖轮接拖

- 5.4.3.1 海洋拖轮接拖应采用单主拖和双辅拖方式，并按以下流程进行：
- a) 将龙须缆、三角板、短缆、卸扣与平台上拖力点连接及检验确认；
 - b) 用卸扣连接主拖轮的主拖缆与短缆；
 - c) 双辅拖轮依次到位并将拖带缆绳连接到平台的拖力点（缆桩或拖力眼板）上；
 - d) 全部连接完成，按可操作水域调整各个拖轮位置及拖缆长度，确认所有连接构件处于适拖状态。
- 5.4.3.2 海洋拖轮接拖方式如图 5、图 6 所示，图 5 为平行码头方向行驶接拖方式，图 6 为垂直码头方向行驶接拖方式。

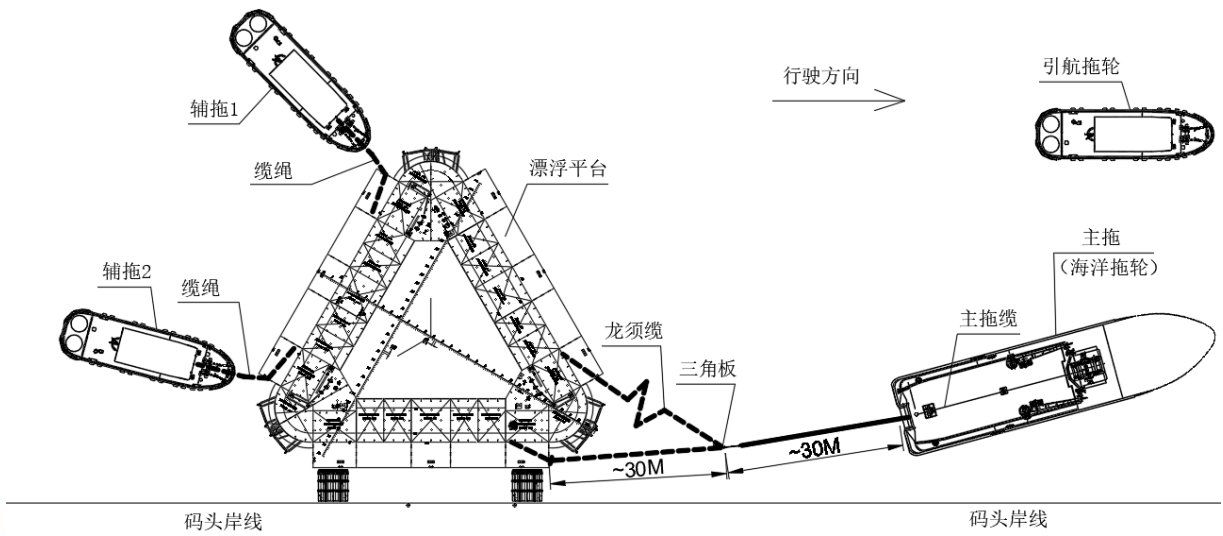


图5 平行码头方向行驶接拖

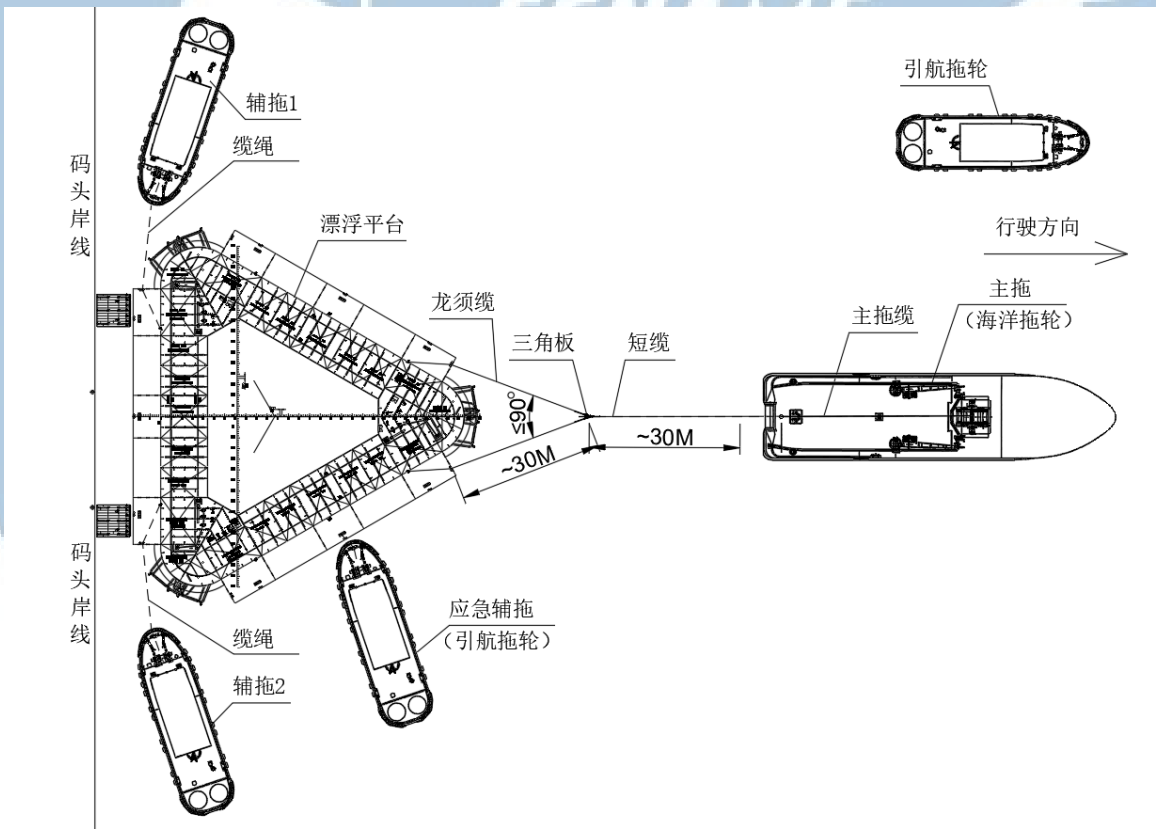


图6 垂直码头方向行驶接拖

5.5 起拖

5.5.1 通用要求

环境（风速、流速、浪高等）及航线水深应满足4.2要求。

5.5.2 港作拖轮起拖

5.5.2.1 港作拖轮起拖应按以下流程进行：

- a) 确认接拖各个缆绳连接及平台状态后，收紧两个辅拖缆绳及外侧主拖主缆，稳住平台状态；
- b) 解除平台与码头系泊缆，根据潮流方向，利用辅拖及外侧主拖缓慢将平台脱离码头约 20 m；
- c) 平台拖离码头进入航道，作业时间宜为平潮时段，如在涨退潮阶段，尽量选择水流为拖带行驶的反方向；
- d) 收紧内侧主拖轮主缆；
- e) 调整辅拖轮及主拖轮位置，按行驶方向调整平台方向；
- f) 按可操作水域范围，调整各辅拖轮缆绳长度和主拖轮位置，使两拖轮处于并行状态；
- g) 两个主拖轮同步收紧缆绳及加车，分 5 段（每段约 0.5 m/s）加速按拖带方向行驶。

5.5.2.2 平台起拖方式如图 7、图 8、图 9 所示。图 7 为起拖步骤 1，离码头和解系泊缆；图 8 为起拖步骤 2，平台转向；图 9 为起拖步骤 3，加车起拖。

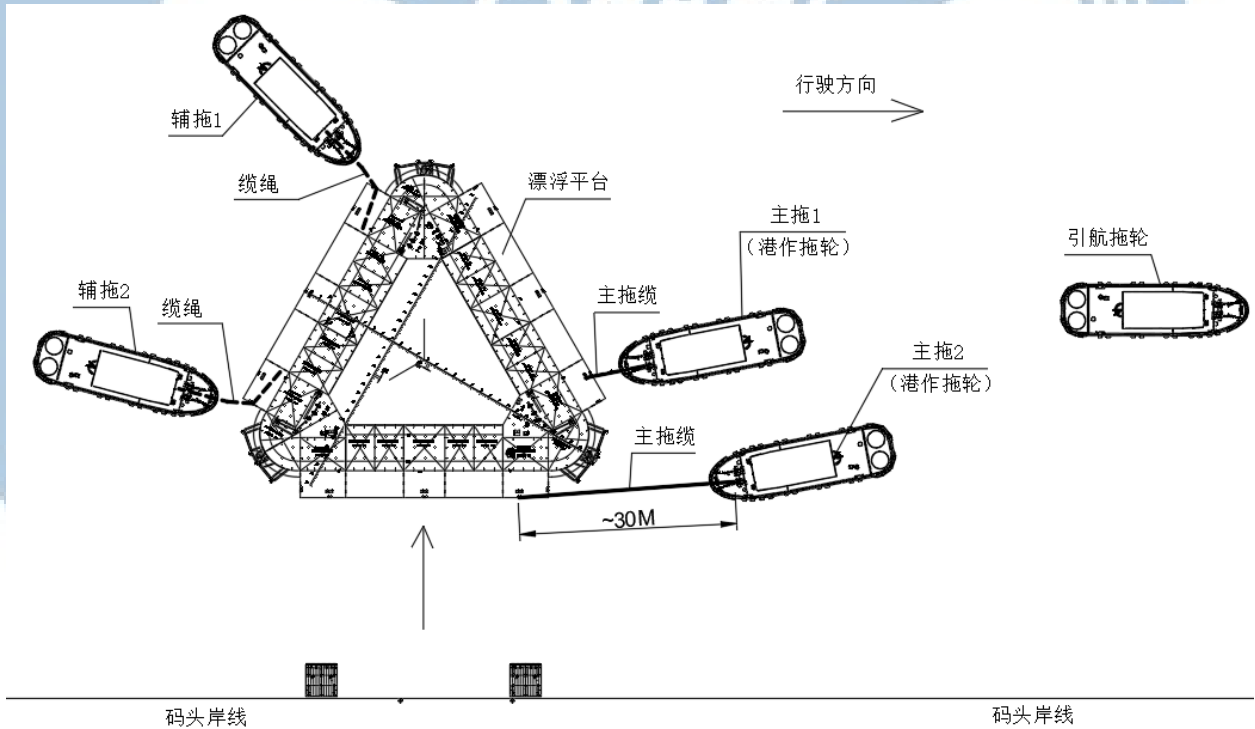


图7 起拖步骤 1

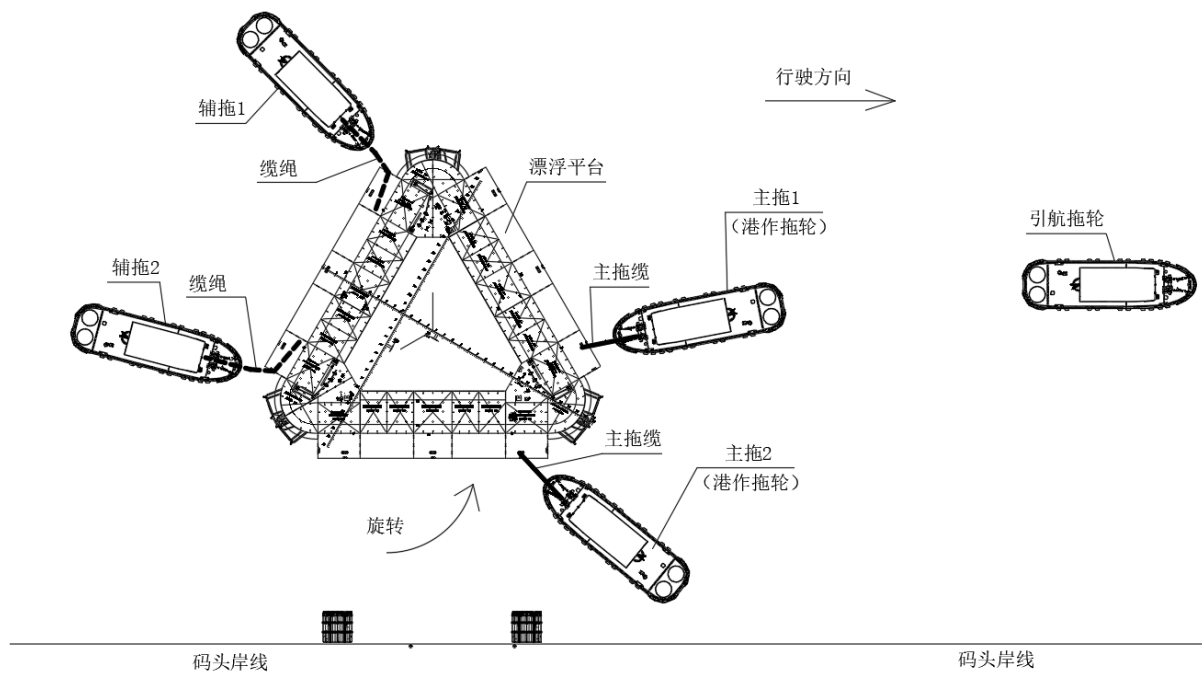


图8 起拖步骤 2

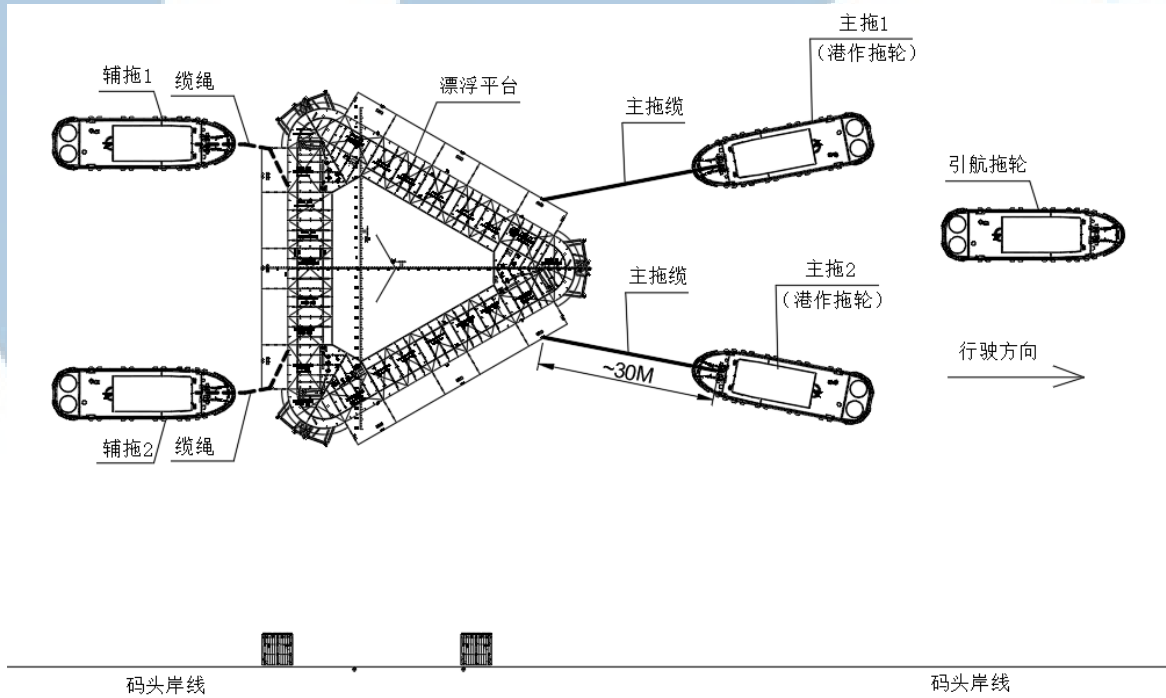


图9 起拖步骤 3

5.5.3 海洋拖轮起拖

5.5.3.1 海洋拖轮起拖应按以下流程进行：

- a) 确认接拖各缆绳连接及平台状态后，收紧两个辅拖缆绳及应急辅拖协助（按需），稳住平台状态；
- b) 解除平台与码头系泊缆，根据潮流方向，利用辅拖缓慢将平台脱离码头约 20 m；
- c) 平台拖离码头进入航道，作业时间宜为平潮时段，如在涨退潮阶段，尽量选择水流为拖带行驶的反方向；
- d) 调整辅拖轮位置，按行驶方向调整平台方向；
- e) 按可操作水域范围，调整各辅拖轮缆绳长度，调整主拖轮位置；
- f) 主拖轮逐渐收紧缆绳及加车，分 5 段（每段约 0.5 m/s）加速按拖带方向行驶。

5.5.3.2 平台起拖方式如图 10、图 11、图 12 所示。图 10 为起拖步骤 1，离码头和解系泊缆；图 11 为起拖步骤 2，平台转向；图 12 为起拖步骤 3，加车起拖。

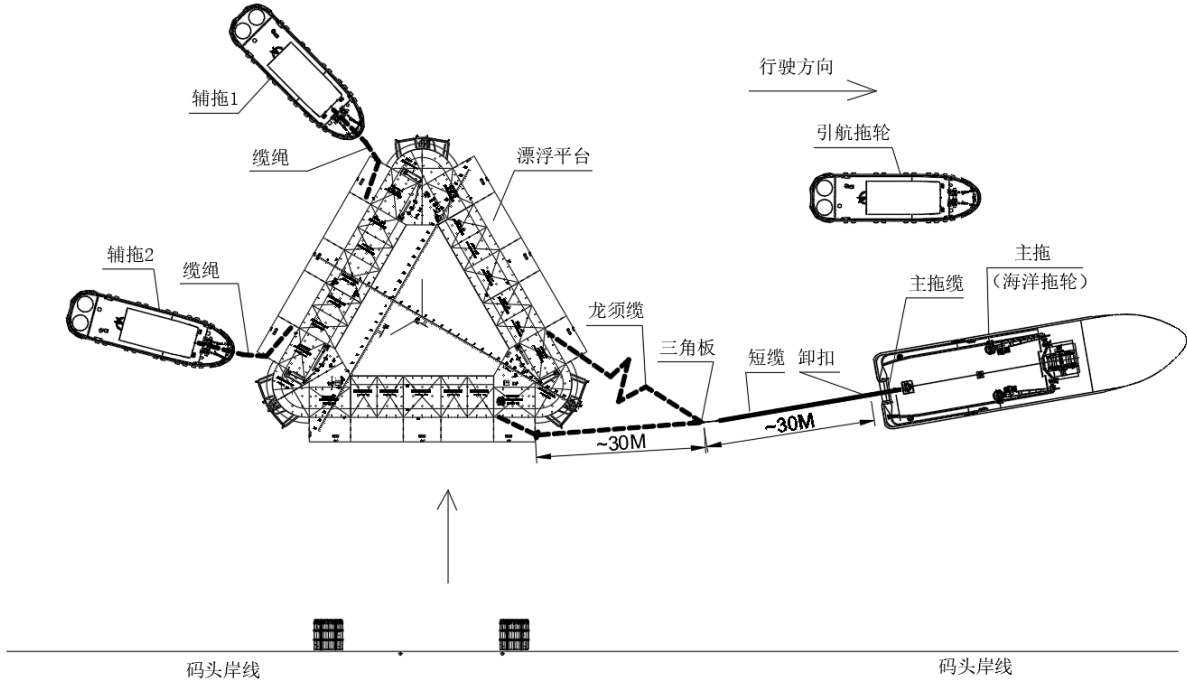


图10 起拖步骤 1

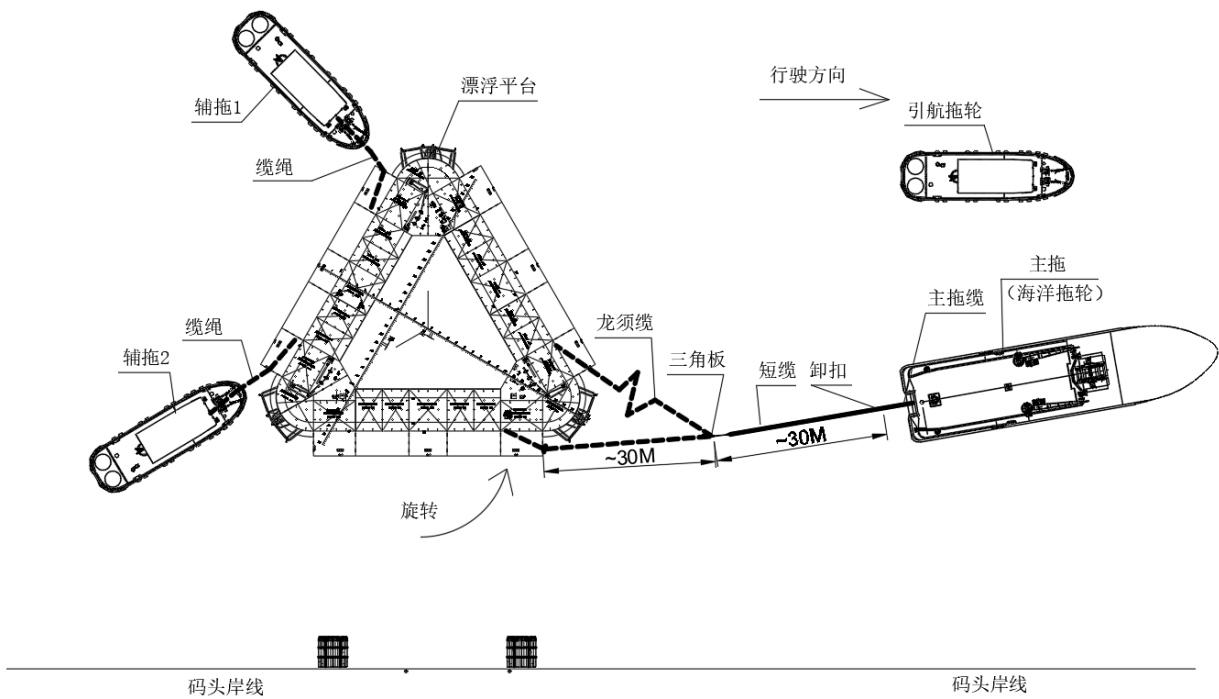


图11 起拖步骤 2

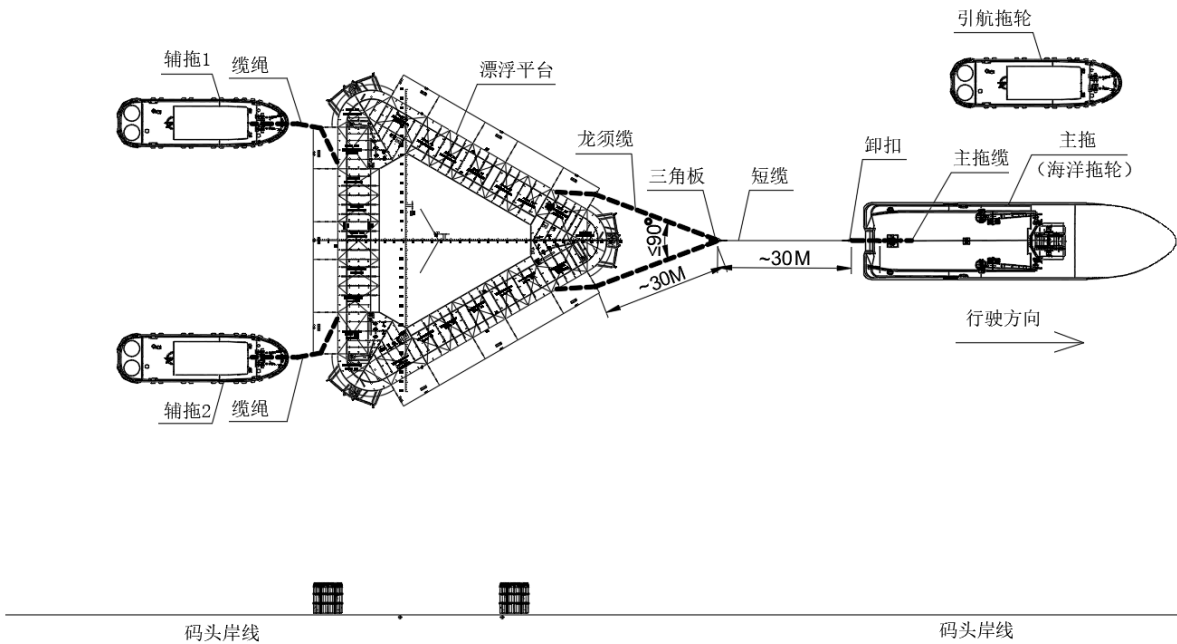


图12 起拖步骤 3

5.6 换拖

5.6.1 换拖应按以下流程进行：

- a) 确认换拖水域环境是否满足 4.2 要求；
- b) 确认换拖时间，换拖作业时间宜为平潮时段，如在涨退潮阶段，尽量选择水流为拖带行驶的反方向；
- c) 海洋拖轮预先抵达换拖水域并做好接拖准备；
- d) 港作拖轮将平台拖带进换拖水域，根据水流，辅拖轮稳住平台位置；
- e) 所有港作拖轮收缩缆绳，两个主拖轮往两侧摆位，让出海洋拖轮位置，并将平台缓慢推移并贴近海洋拖轮尾部；
- f) 海洋拖轮放下主缆，并与平台甲板上的短缆卸扣连接；
- g) 海洋拖轮主缆与短缆连接后，海洋拖轮缓慢前移并收缆，短缆卸扣收至主拖轮甲板上，直至龙须缆、三角板、短缆等拉紧处于拖带状态；
- h) 解除两个主拖轮（港作拖轮）主缆与平台的连接并远离平台；
- i) 调整海洋拖轮位置及主缆长度（约 30 m），加车收紧缆绳并缓慢前进，完成换拖。

5.6.2 换拖方式如图 13、图 14、图 15、图 16 所示。图 13 为换拖步骤 1，平台靠近海洋拖轮；图 14 为换拖步骤 2，平台拖曳索具连接海洋拖轮；图 15 为换拖步骤 3，拖曳索具拉放；图 16 为换拖步骤 4，解除主拖（港作拖轮）。

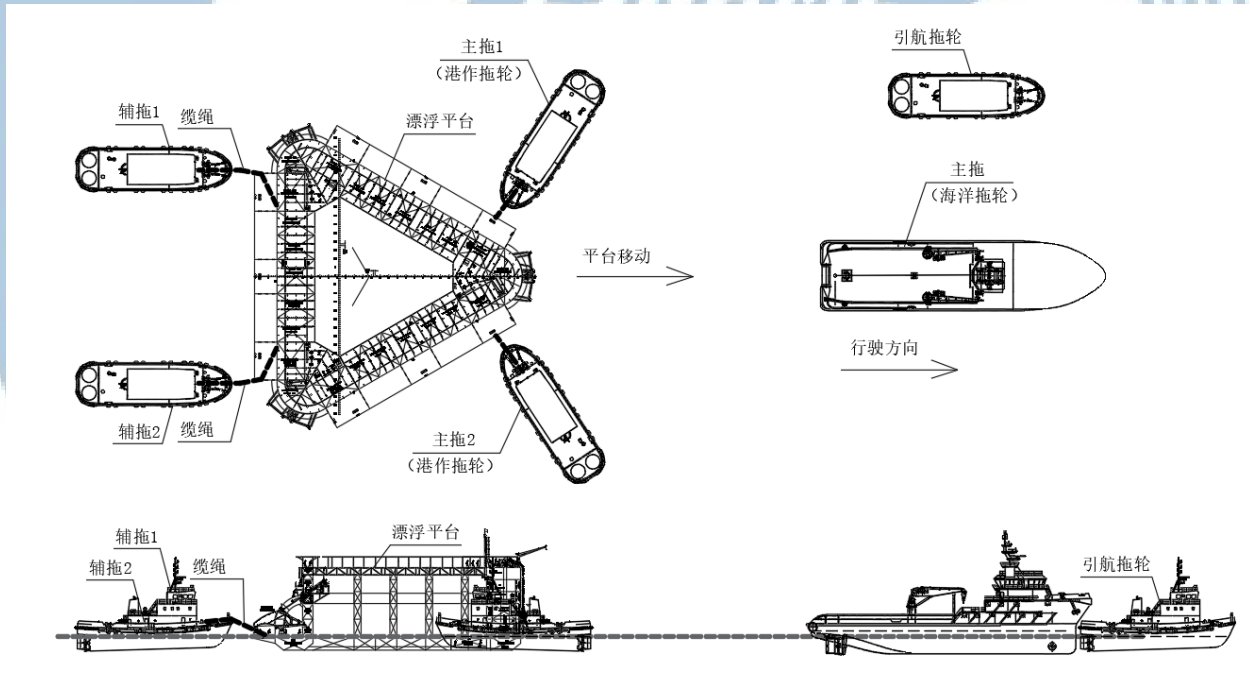


图13 换拖步骤 1

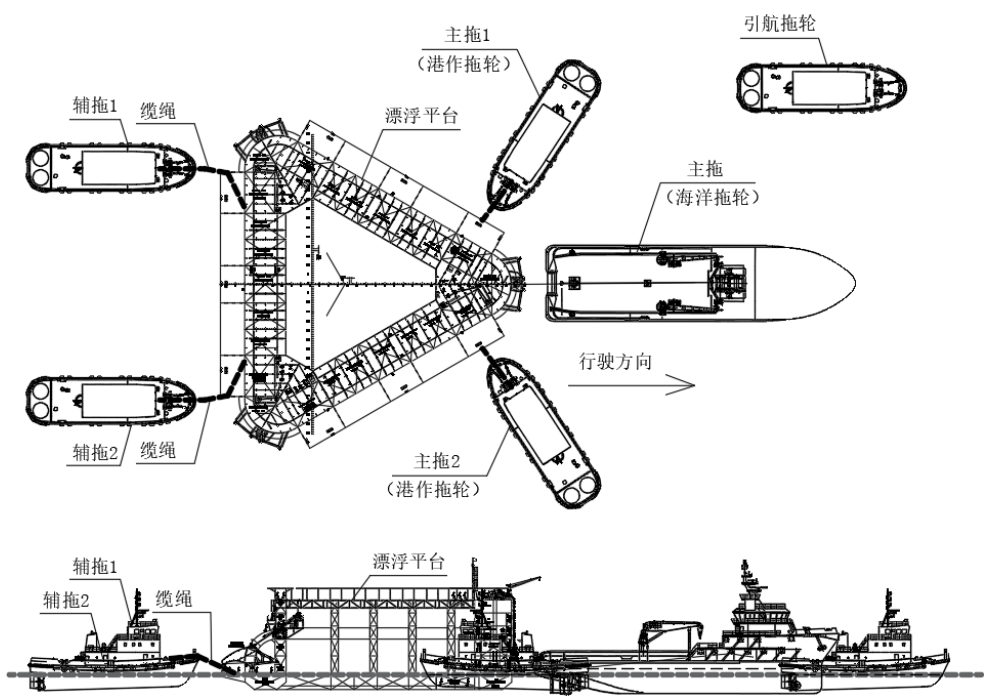


图14 换拖步骤 2

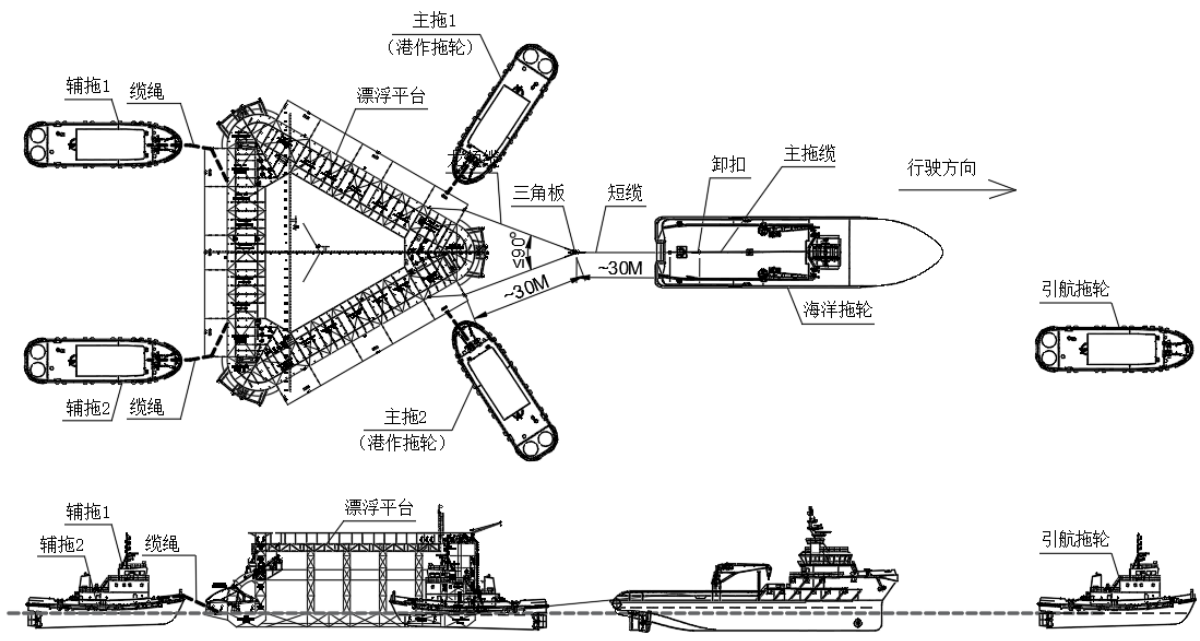


图15 换拖步骤 3

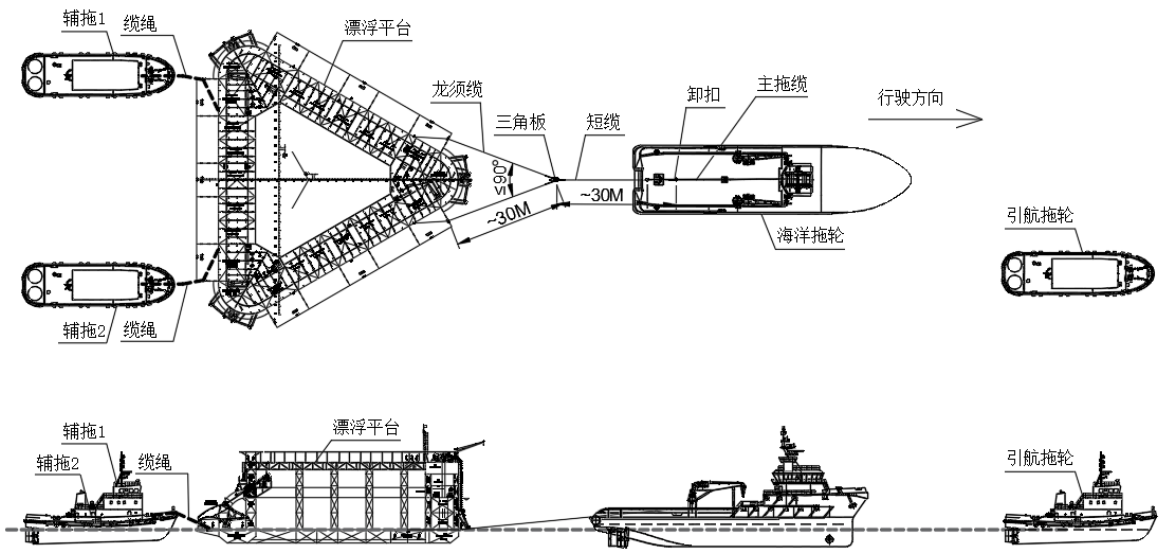


图16 换拖步骤 4

5.7 内河拖带

5.7.1 换拖后，如需在内河进行拖带，应按照以下流程进行：

- a) 确认内河水域环境（风速、流速、浪高等）、航线水深是否满足拖带作业要求；
- b) 调整主拖轮主拖缆长度（约 30 m）；
- c) 调整辅拖轮缆绳，缆绳正常处于松弛状态；

5.7.2 内河拖带方式如图 17 所示。

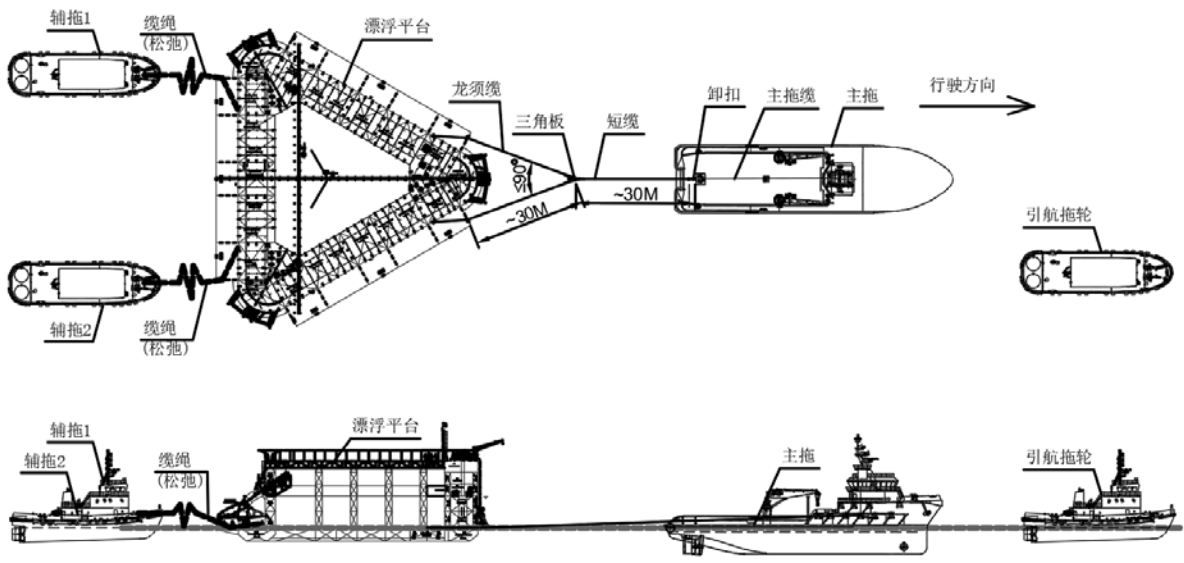


图17 内河拖带

5.8 海上拖带

5.8.1 海上拖带应按以下流程进行：

- 确认海域环境（风速、流速、浪高等）、航线水深是否满足拖带作业要求；
- 进入海域前，选择合适水域进行辅拖轮解拖；
- 收紧辅拖轮缆绳，稳住平台状态；
- 调整主拖轮主缆长度（约 300 m）；
- 再次检查确认平台及主拖轮状况，如拖带索具等；
- 解除所有辅拖轮与平台的连接；
- 主拖轮收紧缆绳及缓慢加车进行海上拖带，海上拖带过程中随时关注海域水文及气象和交通环境条件。

5.8.2 海上拖带方式如图 18、图 19、图 20 所示。图 18 为海上拖带步骤 1，稳住平台；图 19 为海上拖带步骤 2，调整主缆；图 20 为海上拖带步骤 3，解除辅拖。

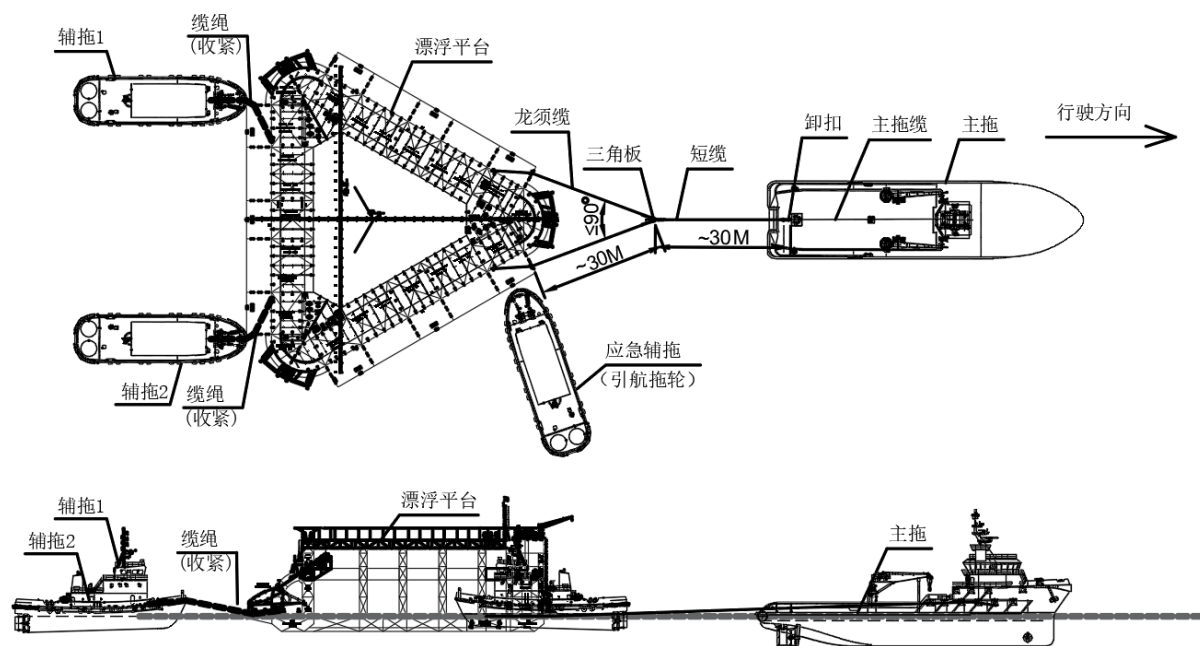


图18 海上拖带步骤 1

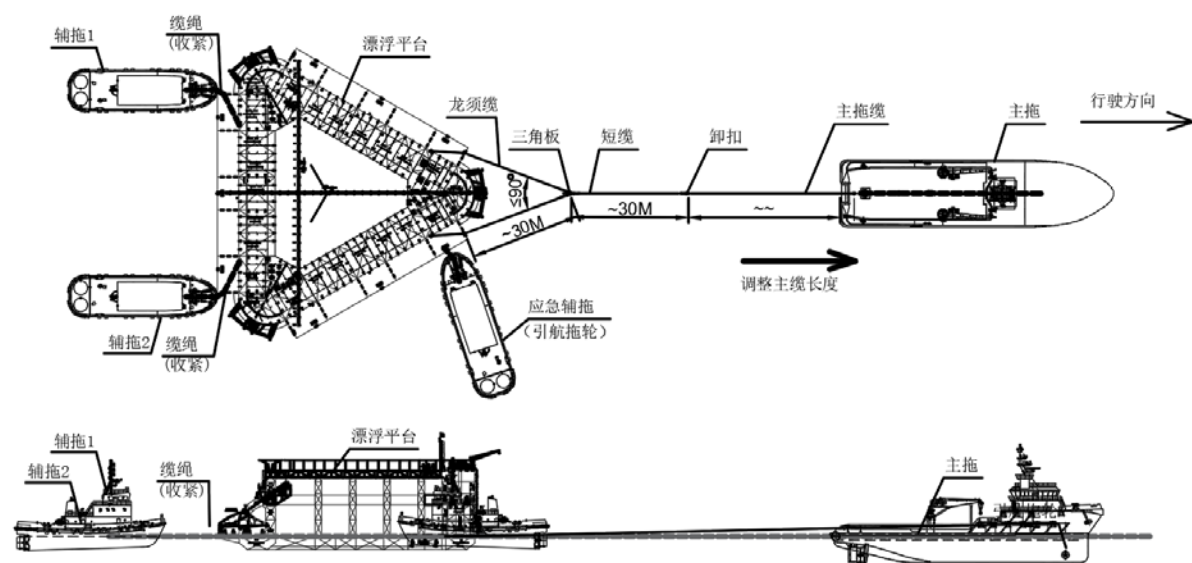


图19 海上拖带步骤 2

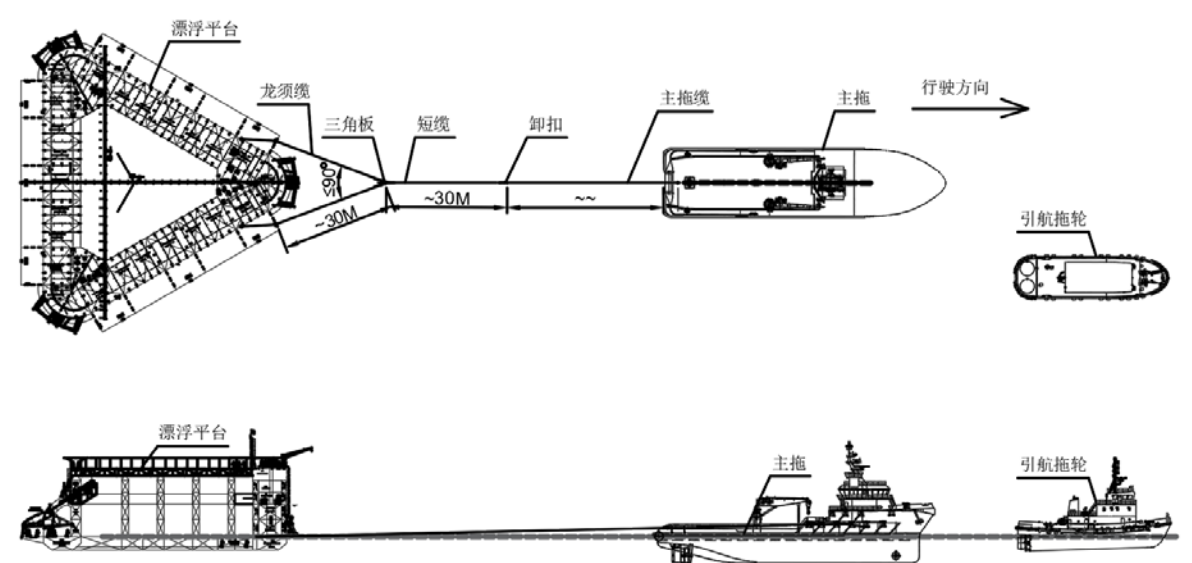


图20 海上拖带步骤 3

5.9 海上解拖

5.9.1 海上解拖应按以下流程进行：

- a) 确认解拖作业区域海况良好，海域环境（风速、流速、浪高等）满足解拖需求；
- b) 辅拖轮连接平台，稳住平台位置；
- c) 主拖轮及辅拖轮将平台移至尾右锚点位置，平台抛尾右锚（左右对称，可先抛尾左锚）；
- d) 主拖轮及辅拖轮将平台移至首锚点位置，平台抛首锚；

- e) 调整主拖轮位置，解除主拖轮主缆与平台的连接，解除主缆与短缆的连接卸扣，利用平台上绞车回收拖曳索具；若平台上没有绞车，可解除龙须缆与拖力点的连接，将拖曳索具回收至主拖甲板上。
- f) 辅拖轮将平台移至尾左锚点位置，平台抛尾左锚；
- g) 辅拖轮将平台拖移至指定锚泊位置，收紧平台上的锚泊系统；
- h) 解除所有辅拖与平台的连接。

5.9.2 海上解拖方式如图 21、图 22、图 23、图 24、图 25、图 26 所示。图 21 为海上解拖步骤 1，辅拖连接平台；图 22 为海上解拖步骤 2，平台抛锚（尾右锚）；图 23 为海上解拖步骤 3，平台抛锚（首锚）及主拖解拖；图 24 为海上解拖步骤 4，平台抛锚（尾左锚）；图 25 为海上解拖步骤 5，平台定位；图 26 为海上解拖步骤 6，辅拖解拖。

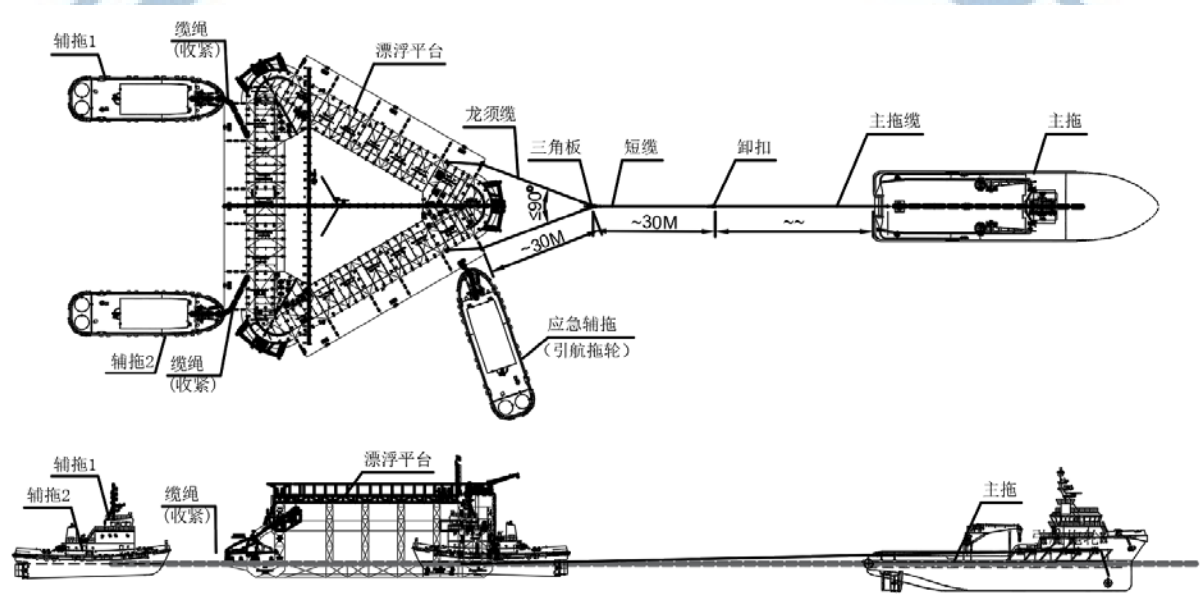


图21 海上解拖步骤 1

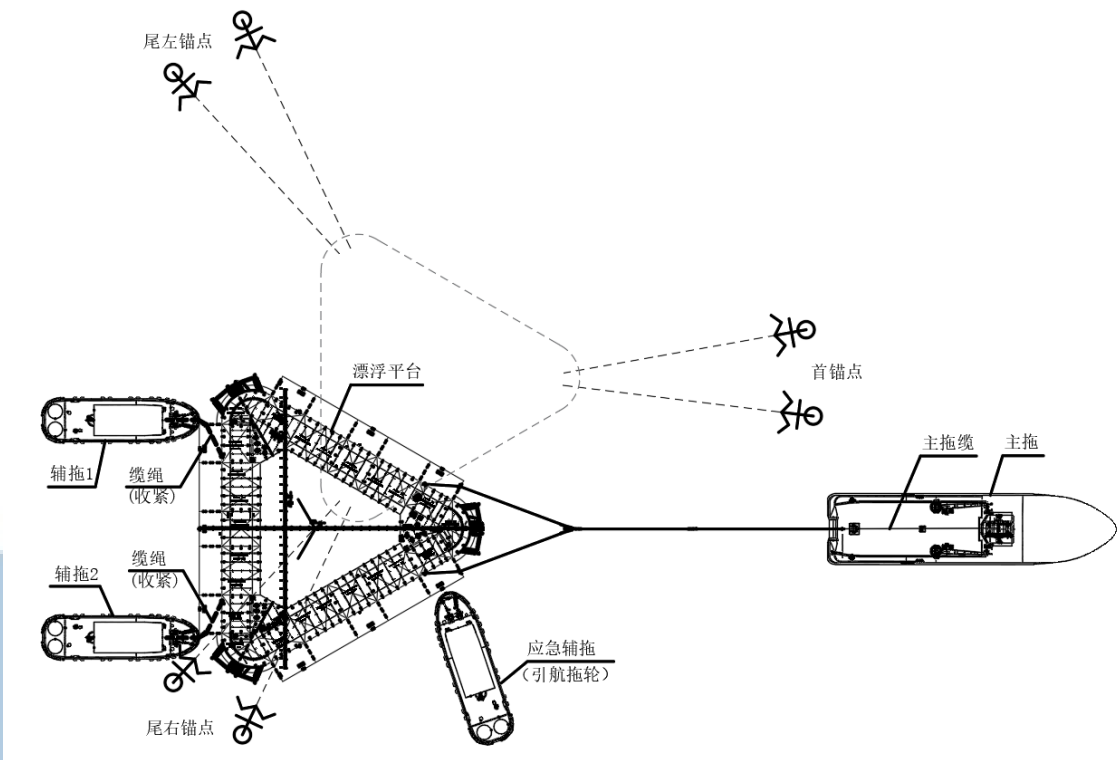


图22 海上解拖步骤 2

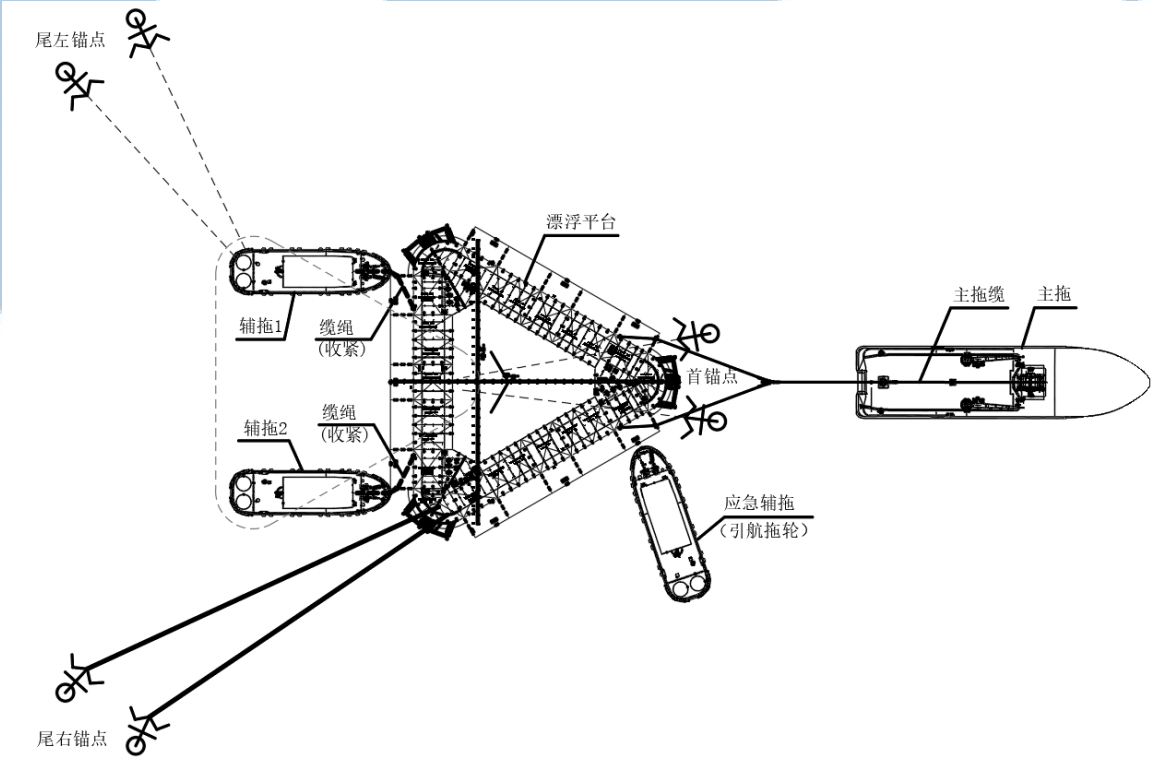


图23 海上解拖步骤 3

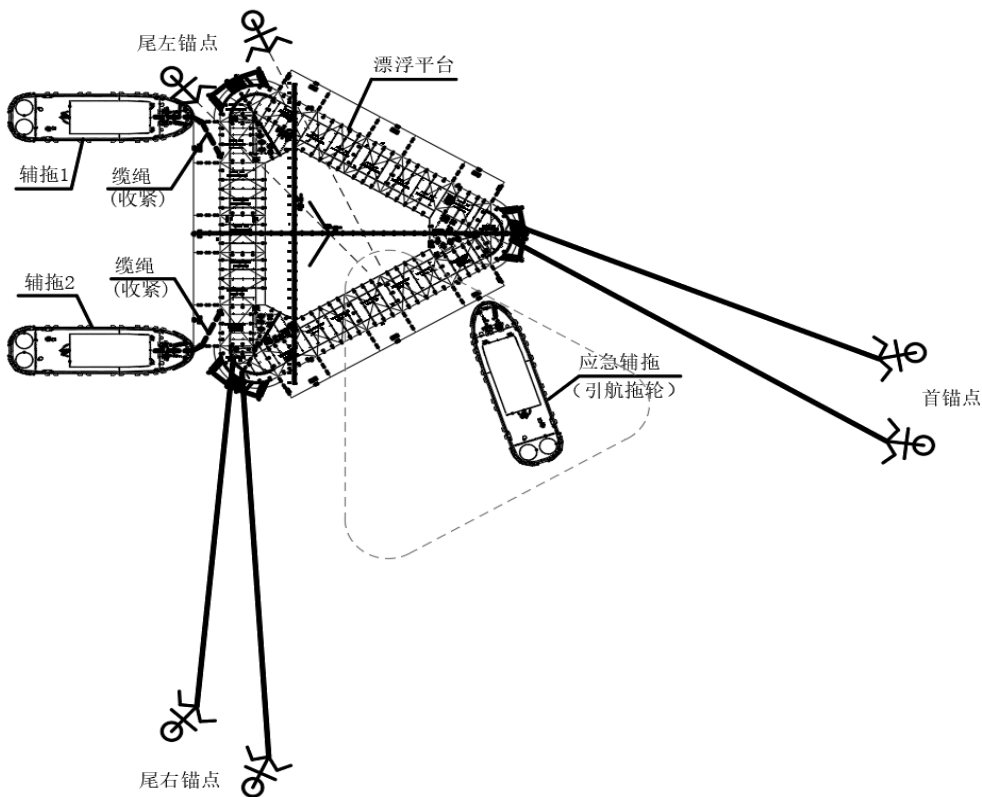


图24 海上解拖步骤 4

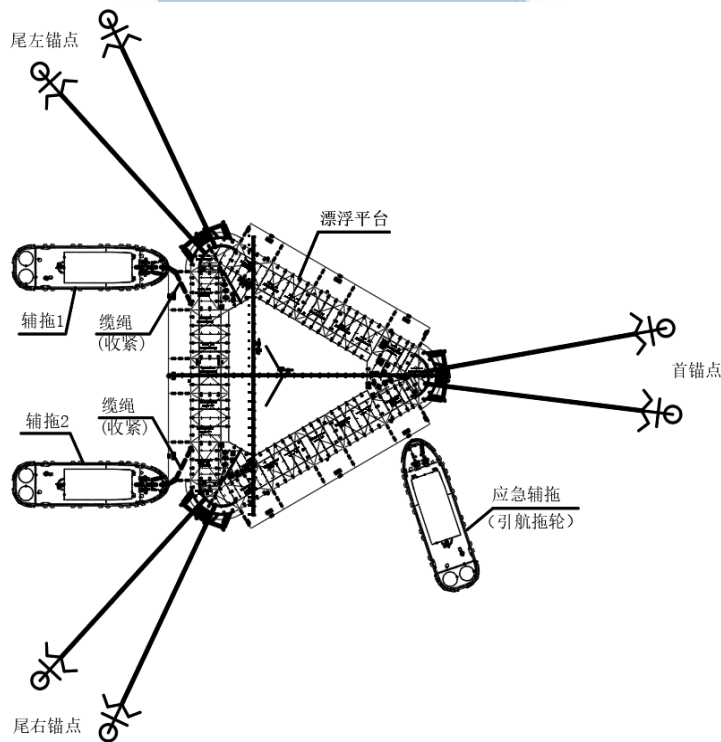


图25 海上解拖步骤 5

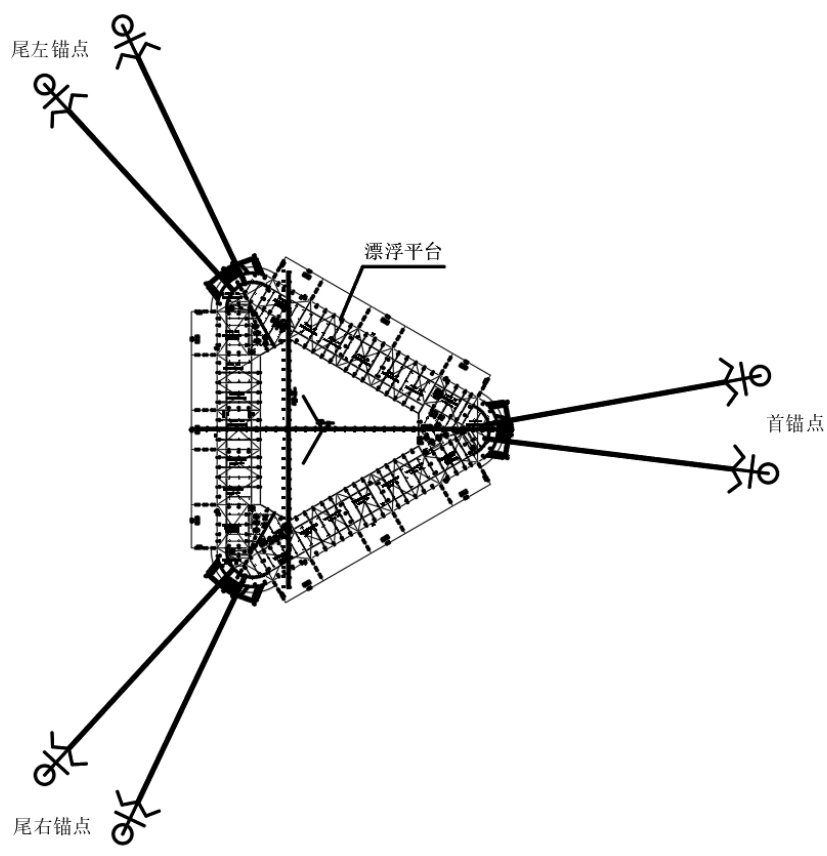


图26 海上解拖步骤 6

6 关键节点检查

- 6.1 拖带作业前，应检查平台、拖轮、拖曳设备及索具、作业人员的所有文件资料、资格证等是否齐全及在有效期内。
- 6.2 起拖前应确认为拖带作业增加配置辅助设备设施（信号、救生、灭火、防污等）是否完备。
- 6.3 起拖前应确认天气环境等是否满足拖带作业。
- 6.4 起拖前应确认平台、拖轮、拖曳索具是否按要求连接，是否处于适拖状态。
- 6.5 换拖后应检查确认拖曳设备及索具是否按要求连接并处适拖状态。
- 6.6 拖带过程中，每小时检查拖曳设备及索具是否擦伤、磨损、腐蚀、扭结、断丝等，是否处于适拖状态。
- 6.7 拖带过程中，应检查拖轮配置等是否处于适拖状态。
- 6.8 解拖前应确认天气、环境等是否满足解拖作业要求。
- 6.9 解拖前应确认平台的系泊、锚泊等设备是否完好并正常工作状态。
- 6.10 大型波浪能发电平台拖带作业关键节点检查记录表可参考表 A.1。

7 应急处置

- 7.1 平台拖带作业应急事件处置总负责人为拖带作业总指挥。如遇应急事件，拖带作业总指挥应在现场采取相应应急措施，安排人员看护现场，同时汇报监管部门及上级部门。
- 7.2 如遇平台进水，则应停止拖带，并使用排水设备排水或封堵。
- 7.3 如突发恶劣天气或自然灾害，则应按照应急预案进入预定位置躲避。
- 7.4 如实际作业环境参数与预设不符、拖轮配置不满足，则应终止作业，重新验算拖带阻力及拖曳设备、索具负荷，更换拖轮或拖曳设备、索具。
- 7.5 如拖曳索具断裂、丧失操纵，则应利用辅拖轮或护航拖轮临时稳住平台，按原方式重新连接应急备用索具。
- 7.6 如拖曳设备故障，则应使用备用设备或终止拖带作业。
- 7.7 如遇火灾，则应按火情紧急救火或至安全水域避让。
- 7.8 如遇搁浅、触礁，则应检查评估破损及进水情况，重新调压载。如可通过调整压载以排除搁浅或触礁，且平台破损或进水后的强度、稳性满足对应船级社规范要求等，则可继续拖带，否则终止拖带。
- 7.9 如遇突发不可预见情况或险情，应由拖带作业总指挥负责紧急处理，避险或停止拖带作业，并向监管部门及上级部门汇报并等待指示。

附 录 A
(资料性)

大型波浪能发电平台拖带作业关键节点检查记录表

大型波浪能发电平台拖带作业关键节点检查记录表示例见表A. 1。

表A. 1 大型波浪能发电平台拖带作业关键节点检查记录表

| 序号 | 项目 | 检查内容 | 检查结果 | 检查人 | 时间 | 备注 |
|----|-----|---------------------------|------|-----|----|----|
| 1 | 作业前 | 平台文件资料 | | | | |
| 2 | 作业前 | 拖轮文件资料 | | | | |
| 3 | 作业前 | 拖曳设备及索具文件资料 | | | | |
| 4 | 作业前 | 作业人员资格证 | | | | |
| 5 | 作业前 | 天气环境 | | | | |
| 6 | 起拖 | 天气环境 | | | | |
| 7 | 起拖 | 辅助设备设施（信号） | | | | |
| 8 | 起拖 | 辅助设备设施（救生） | | | | |
| 9 | 起拖 | 辅助设备设施（灭火） | | | | |
| 10 | 起拖 | 辅助设备设施（防污） | | | | |
| 11 | 起拖 | 平台、拖轮、拖曳索具按要求连接 | | | | |
| 12 | 换拖 | 天气环境 | | | | |
| 13 | 换拖 | 平台、拖轮、拖曳索具按要求连接 | | | | |
| 14 | 拖带 | 天气环境 | | | | |
| 15 | 拖带 | 拖曳设备是否擦伤、磨损、腐蚀、 扭结、断丝等 | | | | |
| 16 | 拖带 | 拖曳索具是否擦伤、磨损、腐蚀、 扭结、断丝等 | | | | |
| 17 | 解拖 | 天气环境 | | | | |
| 18 | 解拖 | 平台的系泊/锚泊等设备连接 | | | | |
| 19 | 其他 | | | | | |