

### 3.1 下部结构施工

栈桥桥台尺寸为宽 2m, 长 6m, 基础采用钢管桩基础。桥台及桥台至施工便道两侧设 1:1 护坡, 采用沙袋堆砌护坡。钢管桩施工中需先使用 GPS 测量仪器定位<sup>[6]</sup>, 安装导向架后即可采用“钓鱼法”施工, 用吊车配合振动锤施打钢管桩。吊车停放在已安装好的便桥上, 打入便桥基础钢管桩, 测量组确定桩位与桩的垂直度符合要求后, 开动振动锤振动, 在振动过程中要不断的检测桩位与桩的垂直度, 发现偏差要及时纠正。每根桩的下沉应一气呵成, 中途不可有较长时间的停顿, 以免桩周土扰动恢复造成沉桩困难。钢管桩不够长时需接长。振动锤沉桩完成后需按设计顶标高切除。钢栈桥一个墩位处钢管桩施工完成后, 立即进行该墩钢管桩间斜撑、平联、牛腿施工。现场技术员及时检查工作质量, 合格后进行下步工作。钢管桩顶横梁采用双拼 I25a 工字钢, 工字钢与钢管桩采用弧形连接板连接。每排桩施工完毕, 经检查合格, 即可安装桩顶主梁及桩间连接系。

### 3.2 上部结构施工

钢栈桥主梁采用贝雷梁, 贝雷梁在架设前先根据图纸提前在加工场地拼接成长 3m 倍数的单层排架体, 使用吊车现场安装。钢栈桥分配梁规格为 I25 号工字钢按照 83cm、67cm 间距交叉布设于贝雷梁上方, 通过专用夹具固定安装, 单根分配梁安装 4 个夹具横向。支钢栈桥分配梁规格为 I25 号工字钢按照 75cm 间距布设于贝雷梁上方, 通过抱箍固定安装, 单根分配梁安装 2 个抱箍。

### 3.3 桥面系安装

桥面系自下而上由三部分组成: 横向分配梁 I25a 工字钢, 纵向分配梁 I12 工字钢, 8mm 花纹钢面板。整体装配式桥面板为纵向小纵梁 I12 及 d=8mm 的花纹钢板组合而成, 由吊车吊至材料运输车上运输至前场安装。贝雷梁安装完成后, 首先在其上铺设横向分配梁 I25a 工字钢, 然后在横向分配梁 I25a 工字钢上铺设专用桥面板, 桥面板和分配梁之间采用专用卡具连接。桥面系铺设完成后, 架立钢栈桥防护栏杆。

### 3.4 钢栈桥及钻孔平台拆除

钢栈桥拆除时, 先在钢栈桥上使用履带吊拆除支钢栈桥、钢平台, 拆除材料通过未拆除的钢栈桥运出。拆除完成后, 逐跨拆除钢栈桥。钢栈桥拆除从河岸一侧向另一侧依次拆除。钢栈桥的拆除工作同搭设工作顺序基本相反, 依次拆除桥面附属设施、桥面板、型钢分配梁、贝雷、桩顶分配梁及钢管桩, 拆除方法基本与搭设方法相同。采用钓鱼法, 后退到起点的拔出方式进行拆除,

边拆除, 边利用原钢栈桥运送材料到指定的位置。

## 4 结论

在青田巨浦大桥拓宽工程中, 钢栈桥及钻孔平台的设计与施工展现出良好的适应性和结构性能。平台上部结构采用上承式双排贝雷梁系统, 通过连接构件与桥面板组成稳定的承重体系, 具备良好的整体刚度与运输能力。下部结构以  $\Phi 630\text{mm} \times 8\text{mm}$  钢管桩为基础支撑, 结合合理的桩间距与锚固深度布设, 满足了平台在施工期间的承载需求与水流稳定要求。附属结构中, 设置分配梁、工字钢主梁以及标准模块桥面板, 不仅提升了受力效率, 也方便了快速装配和拆除。

在结构性能方面, 基于 MIDAS 模型的受力分析覆盖了恒载、车辆荷载、风荷载、水流压力等多种工况组合, 对弦杆、斜杆、分配梁及钢管桩的应力和变形进行了全面校核。分析结果显示, 平台结构在最大设计荷载下的各项应力与变形均满足规范要求, 钢管桩强度和稳定性均有足够裕度, 平台整体抗倾覆与抗滑移能力良好。

此外, 钢栈桥与平台采用模块化构件设计, 便于后期的拆除与转运, 材料可多次重复使用, 降低施工资源浪费, 符合绿色施工和可持续发展的要求。结合本工程实践, 钢平台体系在跨河施工中表现出较强的工程适应性与经济性, 为类似项目提供了可借鉴的技术路径。

#### 参考文献:

- [1] 甄志超. 基于重载条件的钢栈桥设计验算及加固措施探究 [J]. 中国公路, 2023, (21): 101-3.
- [2] 李灵. 装配式钢栈桥及钢平台施工关键技术 [J]. 价值工程, 2016, 35(30): 83-5.
- [3] 李文迪. 新雅江大桥钢栈桥及钢平台的设计与施工工艺技术 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(24): 136-9.
- [4] 喻佳. 钢栈桥、平台施工技术应用研究 [D]. 长安大学, 2017.
- [5] 曾建新, 刘井义, 王凯, 等. 复杂海域环境下钢栈桥的设计与验算 [J]. 价值工程, 2022, 41(02): 129-31.
- [6] 张福群. 北江特大桥钢栈桥和施工平台的设计、施工与使用 [J]. 四川水泥, 2023, (12): 223-7.

# 基于 SolidWorks 软件的气胀式救生筏释放装置优化设计研究

赵树培

(武警海警学院, 浙江 宁波 315801)

**摘要:** 本文利用 Solidworks 软件对一款气胀式救生筏释放装置进行三维建模, 结合该装置实际使用中易出现的问题和隐患进行分析研究, 提出一种多功能救生筏释放装置的设计思路, 可以在有效解决某个救生筏故障时确保其他救生筏能正常释放, 并且在释放时省时省力, 最大程度地减少海上险情事故发生, 为海上人命安全提供技术支持。

**关键词:** Solidworks 软件; 救生筏释放装置; 优化设计

中图分类号: U667.6 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2025) 21—0087—04

## 1 引言

船舶救生筏是依据国际海事安全规范设计, 用于船舶遇险时紧急撤离人员并提供海上生存保障的标准化设备。救生筏的性能和状况是全球各海事组织、港口国、船级社重点关注的对象, 据海事机构不完全统计, 重力斜抛式释放装置导致的人员伤亡事故比救生筏还要多。气胀式救生筏具有一定的浮力, 配有防浪御寒的篷帐和供求生人员食用的干粮与淡水及其他属具, 具有存放体积小、设备简单、施放容易、成型迅速、稳性好、保温性好等优点。气胀式救生筏一般为手动开启, 紧急时会自动胀起, 高质量的救生筏是海上应对险情、救人命于危难的关键设备。

本文利用 Solidworks 软件对一款气胀式救生筏释放装置进行三维建模和优化设计, 结合救生筏实际使用中出现的问题进行技术分析, 研究如何减小救生筏释放时发生故障的概率, 最大程度地减少海上险情事故发生。

## 2 船舶救生筏分类和组成

气胀式救生筏具有一定的浮力, 配有防浪御寒的篷帐和供求生人员食用的干粮与淡水及其他属具, 具有存放体积小、设备简单、施放容易、成型迅速、稳性好、保温性好等优点。但只能在海上待救, 没有自航能力。一是抛投式气胀式救生筏一般采用 TPU 涂层尼龙布/氯丁橡胶复合材料, 折叠存放于玻璃钢筏架, 落水后 30~60 秒自动充气成型, 配备独立气室 ( $\geq 2$  个), 主要用于商船 (90% 以上市场占有率)、客滚船、远洋渔船。二是可吊式救生筏配备专用吊放装置 (如重力式降放设备), 适用于干舷高度  $> 4.5$  米的大型船舶, 承载

能力 25~150 人, 主要用于集装箱船、液化天然气运输船。充胀成型的救生筏外形由于额定乘员和生产厂家不同而有所区别, 其结构主要由筏体、篷柱、篷帐、筏底四部分以及一些附属设备组成。

(1) 筏体: 救生筏的筏体是由互相独立且又上下重叠的两个浮胎组成, 上下浮胎各为单独的气室, 其中一个损坏漏气, 另一个不受影响, 仍能支持额定乘员浮于水面, 在上浮胎内有两个单向阀通向篷柱。

(2) 篷柱: 主要功能是用于支撑篷帐, 亦是以单向阀进气, 因此当与之相连接的上浮胎发生漏气, 也不会干扰其保持直立。

(3) 双层筏底: 主要功能是一方面是确保筏体的水密性, 另一方面双层筏底利用自身的气密空间, 形成一个独立的隔离气室, 夏天, 海上求生人员将筏底的空气释放一部分, 使筏底充分接触海水, 能进一步降低温度; 冬天, 海上求生人员将筏底的充入适当空气, 使筏底与海水充分隔离, 防止热量进一步流失。

(4) 篷帐: 是用尼龙橡胶布制成, 粘贴在浮胎和篷柱上, 避免救生筏内的求生人员直接暴露在自然环境中, 起避雨、防浪、挡风、御寒和防晒作用。外表颜色为橙黄色, 易于被发现。篷帐上设有 2 个对称的进出口, 并装有防浪御寒带拉链的两副门帘。在篷帐上设置两条雨水沟, 沟内有橡皮管通向筏内悬挂的积水袋, 下雨时用来收集雨水。

(5) 其他附属设备: ①平衡水袋, 主要用于增加筏的阻力, 提高救生筏在海上漂流的稳性和平衡, 防止救生筏翻覆。②筏底的扶正带, 从钢瓶一侧向两边引伸, 成“V”字形或“Y”字形、“H”字形, 用于扶正翻覆

状态的救生筏。③内外扶手绳，筏外上下浮胎间设有扶手绳，供人员攀扶，筏内四周扶手绳供人员在筏摇摆时使用。④登筏装置（或绳梯），设置在进出口处下浮胎水下，供人员登筏用。⑤示位灯和照明灯，示位灯在筏外顶上，在晴朗的黑夜里可见距离至少为 2nmile。照明灯安装在筏内篷柱下，配备锂电池作为电源，可连续照明 12h 以上。⑥充气钢瓶，每只筏上装有两个高压充气钢瓶，内有二氧化碳和少量氮气，瓶口附近有瓶头阀，由首缆上的充气拉索控制，分别给筏体和篷柱充气，并使其充胀成型。⑦安全阀和排气阀，救生筏的上、下浮胎各有 1 个安全阀，用于泄压和充气。

### 3 救生筏释放装置三维建模

救生筏释放装置长时间暴露在船舶甲板上，受海水、雨水等侵蚀，极易氧化生锈，在缺少维护的情况下很容易产生故障导致无法释放，从而导致逃生事故，而重力斜抛式释放装置往往会配备多个救生筏，其中一个救生筏卡死就可能会导致后续的多个救生筏也无法释放。本文针对远洋船舶气胀式救生筏的一种释放装置进行结构功能分析，如图 1 所示，并结合现有技术的现状，可以在某个救生筏故障时确保其他救生筏能正常释放，并且在释放时省时省力。



图 1 一种重力斜抛式救生筏释放装置

SolidWorks 是一款 Window 平台下的电脑软件，它是世界上第一个基于此操作系统的三维计算机辅助设计软件。SolidWorks 亦是一套机械设计自动化软件，共有三大模块，分别是零件、装配和工程图，其中零件模块中又包括草图设计、零件设计等小模块。SolidWorks 提供了强大的、基于特征的实体建模功能。通过拉伸、旋转、扫描、放样、特征的阵列等操作实现了产品的设计<sup>[1]</sup>，通过对特征和草图的动态修改，用拖拽的方式实现实时

的设计修改；SolidWorks 中提供的三维草图功能可以为扫描<sup>[2]</sup>、放样等特征生成三维草图路径<sup>[3]</sup>。创建和编辑三维实体模型时使用的是零件模块，使用参数化的零件模块来创建三维实体模型已成为 SolidWorks 最基本和最重要的功能。使用零件模块依次创建具有各种特征的实体，其实就是 SolidWorks 进行三维建模的本质。在目前大部分的 CAD 系统中，产品设计主要采用 bottom-up 的“自底向上”设计过程，即先设计零件图然后将其装配起来，它虽然有强大的零件实体造型功能以及零件装配功能，但是装配协调、功能保证等总体性问题都只得由操作者自己掌握，装配好后，若对设计结果不满意又要重新对各零件进行设计、增、删、改等繁琐的工作，修改困难，效率低。而产品的实际设计过程是一个复杂的创造性过程。可以分为功能设计、概念设计、详细设计以及设计分析等阶段，又称为“自顶向下”（Top-down）设计过程，在设计中首先从全局和整体的设计入手，然后在总体设计方案的约束下对各个部分进行详细设计<sup>[4]</sup>。本文应用自顶向下技术，以 PRO / E 为平台，实现了减速器产品的三维建模。在应用 SolidWorks 软件进行自顶向下装配设计时，首先就要建立“顶层基本骨架”，因此，必须考虑到自顶向下设计的特点，同时结合具体产品模型的特殊的装配结构，以所有零件自身的要素来进行定位<sup>[5]</sup>，如图 2 所示。在进行“顶层基本骨架”建立时，应先在装配环境下绘制出装配骨架的正面草图和侧面草图。通过这两个装配骨架的草图来确定核心零件的外形尺寸，并明确表示出零件之间的详细的装配位置以及相互关联特性等<sup>[6]</sup>。在草图的绘制过程中应该要充分地使用约束关系及尺寸之间的方程式，使整个布局草图变得简洁而又能清晰明确地表达出装配零部件的各种关系、结构功能等各种说明。这样，应用 SolidWorks 软件进行的自顶向下装配的产品模型就基本完成了，如图 3 所示。该释放装置主要由气胀式救生筏（3 个）、重力斜抛式筏架（钢结构焊接）、钢索（3 根）、JSQ 型静水压力释放器（3 个）、释放脱钩挡板组合装置（2 个）、橡皮气囊（3 个）、转动手轮（2 个）等部件组成。3 个救生筏按照顺序由低到高进行安装，并用钢索和静水压力释放器（JSQ 型）组合固定在筏架上，如图 2 和图 3 所示。安装固定存放筒的缚带，缚带的一端用卸扣连接在翻动的滑架上，穿过释放器上救生筏固定带环并拉紧后，另一端用夹具边接在筏架上。气胀式救生筏平