

目录

1 绪论	1
1.1 课题内容概述	1
1.1.1 课题背景	1
1.1.2 课题技术参数	1
1.1.3 课题具体工作	1
1.1.4 课题方案介绍	1
2 7000T 浮吊总体设计	2
2.1 浮吊总述	2
2.2 浮吊特点	2
2.3 浮吊结构组成及各参数	2
2.3.1 结构组成	2
2.3.2 技术参数	3
2.4 本章小结	3
3 浮吊臂架搁架的总体计算	4
3.1 搁架的作用	4
3.2 搁架受力分析	4
3.3 选材	5
3.4 横梁受载荷	6
3.5 斜梁受力及稳定性	9
4 浮吊的三维数字化实体建模	11
4.1 三维建模软件 NX 7.5 的特点介绍	11
4.2 臂架搁架的建模	11
4.2.1 绘制草图	11
4.2.2 特征操作与零件建模	12
5 总装工艺	16
5.1 主要构件拼装及吊装	16
5.1.1 旋转下支撑拼装及吊装	16
5.1.2 回转底盘拼装及吊装	16
5.1.3 桁框架拼装及吊装	17
5.1.4 人字架拼装及吊装	17
5.1.5 臂架拼装及吊装	17
5.2 其它构件吊装	18
5.2.1 主机构平台	18
5.2.2 配重箱	18
5.2.3 油缸顶升装置	18
5.2.4 变幅平台	18
5.2.5 臂架搁架	18
6 结论	19
参考文献	20
致谢	21
附录	22

绪论

课题内容概述

1.1.1 课题背景

本课题来源于生产实践，研究对象是浮吊，它又称起重船吊，大型起重机械装备，广泛应用于海上打捞、深海施工、集装箱搬运等。载有起重机的浮动平台，它可以在港口内移至任何需要的地方，或是靠泊，或是移到锚地使货物转船。浮吊通常可以起吊超重货物。船上有起重设备，吊臂有固定式和旋转式的。起重量一般从数百吨至数千吨。也可用作港口工程船。用于港口装卸、水工作业、造船及海洋工程、桥梁建筑、水下救捞等。小型的一般为非自航，也有自航的。起重船上装有吊机、定位系统、动力设备及上层建筑等。大型的起重船通常为自航式，起重机为全回转式。世界上最大的浮吊是荷兰Heerma公司的Thialf和意大利Saipem公司Saipem 7000浮吊，起重量均为14200吨，世界上最大的全回转自航浮吊是上海振华港机制造的7500吨“蓝鲸号”。

1.1.2 课题技术参数

整机具有起升、变幅、 360° 回转等功能，其最大起重量在固定时为7000t \times 45m，全回转时为3500t \times 40m。机上主要配有2个起重量为3500t的主钩和1个起重量为1600t的副钩。此外机上还设有3个起重量为50t的小钩、4个货物钩、3个索具钩、2套系固装置和2套顶升机构。

1.1.3 课题具体工作

(1) 根据机电一体化系统设计的一般原则，具体分析配加工的要求，拟定设计总体方案，进行7000t浮吊的总体结构设计。

(2) 设计7000t浮吊臂架搁架部分设计，并协调完成总体设计。绘制全部零部件图。

1.1.4 课题方案介绍

浮吊是海上起重机，主要起重机械部分由人字架，臂架，搁架三部分。具备自动导航功能的大型起重工程船，可航行于无限航区，并可在指定区域作业。该浮吊的最大起重量为7500t \times 45m（固定状态下），全旋转时为4000t \times 40m。该机主钩为双钩，额定的起重量为3750t \times 2。空载时水上最大起重高度达110m，7500t起重量时至旋转中心的最大幅度为均起升速度约为1125m/min，空钩平均速度约为10m/min，旋转速度约为0112圈/min。该浮吊设有副45m，舷外为16m。满载时的平钩，副钩为四爪型单钩，额定起重量为1600t^[1]。

浮吊总体设计

浮吊总述

浮吊,载有起重机的浮动平台,它可以在港口内移至任何需要的地方,是靠泊,是移到锚地使货物转船。浮吊通常可以起吊超重货物^[2]。

浮吊特点

用于水上起重作业的工程船舶,又称浮吊、浮式起重机,多为非自航式,也有自航式。船上起重设备有旋转式和固定式。自航旋转式起重船用于调迁频繁的工地,一般配有副钩,杆可以变幅。固定式起重船一般用于吊重大件货物,有副钩,起升高度和幅度依作业需要而定。一般起升高度可达80米,幅度可达30米,可以变幅。有的吊杆可以放倒,便于拖带。船舶移位时用绞机移动船体。例如“蓝鲸”号7500吨级全回转起吊船,全长241米,宽50米,型深20.4米相当于一个足球场的面积,高度超过7层楼;吨64110吨,起重吊梁高98.1米,最大起重能力7500吨。它既可以将吊具深入水下150米,又可以将重物提升到水上125米。它的一大特点就是起重臂可以放倒或旋转,十分灵活。由于海上环境瞬息万变,普通的固定臂式起重机因其起重臂不能放倒,遇上恶劣的海况,起重臂常会变形损坏或折断。7500吨全回转浮吊的诞生,就能自如对付恶劣环境,大大扩展了我国海事工程和求助打捞事业可涉猎的海域。蓝鲸号起重船也可兼做大型大跨距桥梁预制件吊装、打捞及水上重大件吊装之用。“蓝鲸”顶点最高130米,相当于40多层楼高,最高起重高度可达110米;整个浮吊船可同时容纳300人食宿作业,设有直升机停机坪,航速度达到11个节级。从设计到制造完成只用了两年半左右的时间,至少有10项独创的技术在“蓝鲸”上实施应用^[3]。

浮吊结构组成及各参数

2.3.1 结构组成

浮吊结构包括:置放被起重物的船体;与船体连接的起重机主体;安装在起重机主体上的升降装置,升降装置上装有起重臂,起重臂上装有抓手,抓手与水平布置在起重臂上的水平驱动油缸连接,抓手由掌心和爪子相互铰接构成,爪子与开闭液压油缸连接;中锚定装置由不少于3个立柱构成,根立柱穿过船体,在立柱穿过船体的部位有数组侧滚轮装配构成的导向装置,根立柱与立柱升降机构连接,以将船体顶出水面。本水上起重机能够紧紧地整台海上风力发电设备整体抓取进行升降、倾转、回转等运动,并到在安装好的基础上,快、稳、准地安装^[4]。

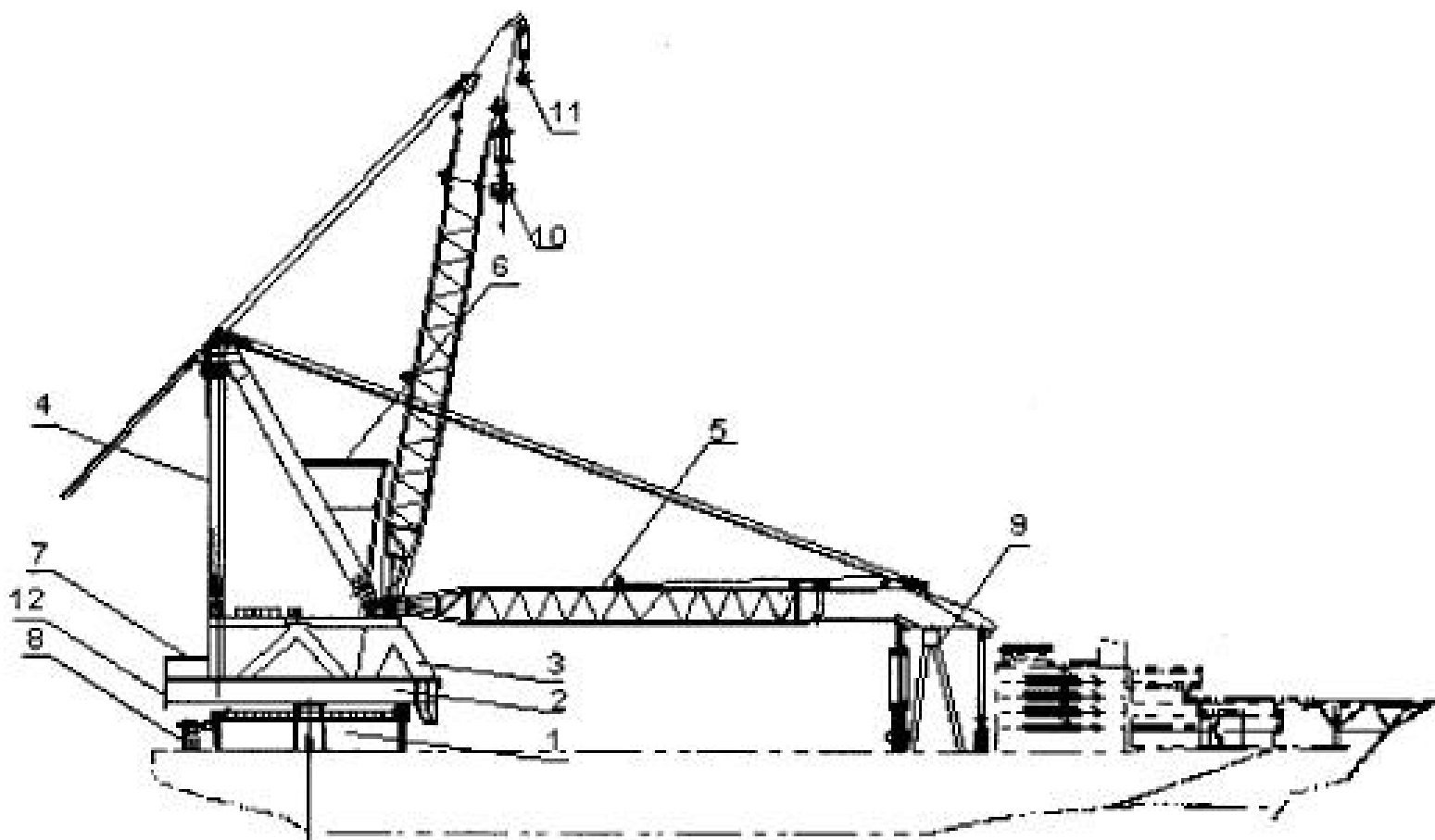


图 1-1 浮式起重机整体结构图

2.3.2 技术参数

(一) 船体部分

1. 船体尺寸“船长：239 米，宽：50 米，深：20.4 米，水：13.4 米(起重作业)
2. 航速：航速：11 km/h
3. 住宿 床位：300 张，船员：102 人，施工人员：198 人

(二) 起重机部分

1. 主钩（双钩）

固定工况：额定起重量：7000 吨，至回转中心的最大幅度：45 米（与 7500 吨对应），舷外幅度：16.2 米

回转工况：额定起重量：4000 吨，至回转中心的幅度：40 米（与 4000 吨对应），舷外幅度：15m，起升高度（水面上）：110 米，速度：满载：1.25 米/分钟

空钩：10 米/分钟(含机械和电气调速)

2. 副钩（单钩）

额定起重量：1600T，起升高度（水面上）：125 米，（水面下）：150 米

速度：满载：3.5 米/分钟，空钩：14 米/分钟(含机械和电气调速)

(三) 重量参数：

空船总重量：44000 吨，起重机：12000 吨，船体：32000 吨

本章小结

本章重点是了解和熟悉浮吊的工作原理，分析其组成和工作参数，明白搁架在整体系统中的作用。

浮吊臂架搁架的总体计算

搁架的作用

当浮吊起重机部分处于非工作状态的时候，臂架整体需要横卧，它的前端就是摆放在搁架上。搁架，前后对称，巧妙地利用了船体布局的特殊性。它提高起重机的安全性，充分利用了空间的闲置部分。搁架的设计要和船体风格一致，突出并展示其功能。

搁架受力分析

臂架估重 $G1500$ 吨，搁架求支座反力 $F=Gg/2=7500\text{KN}$
 搁架摆放在船体前端，由支撑架，横梁，坐垫组成，重点研究支撑架与横梁。

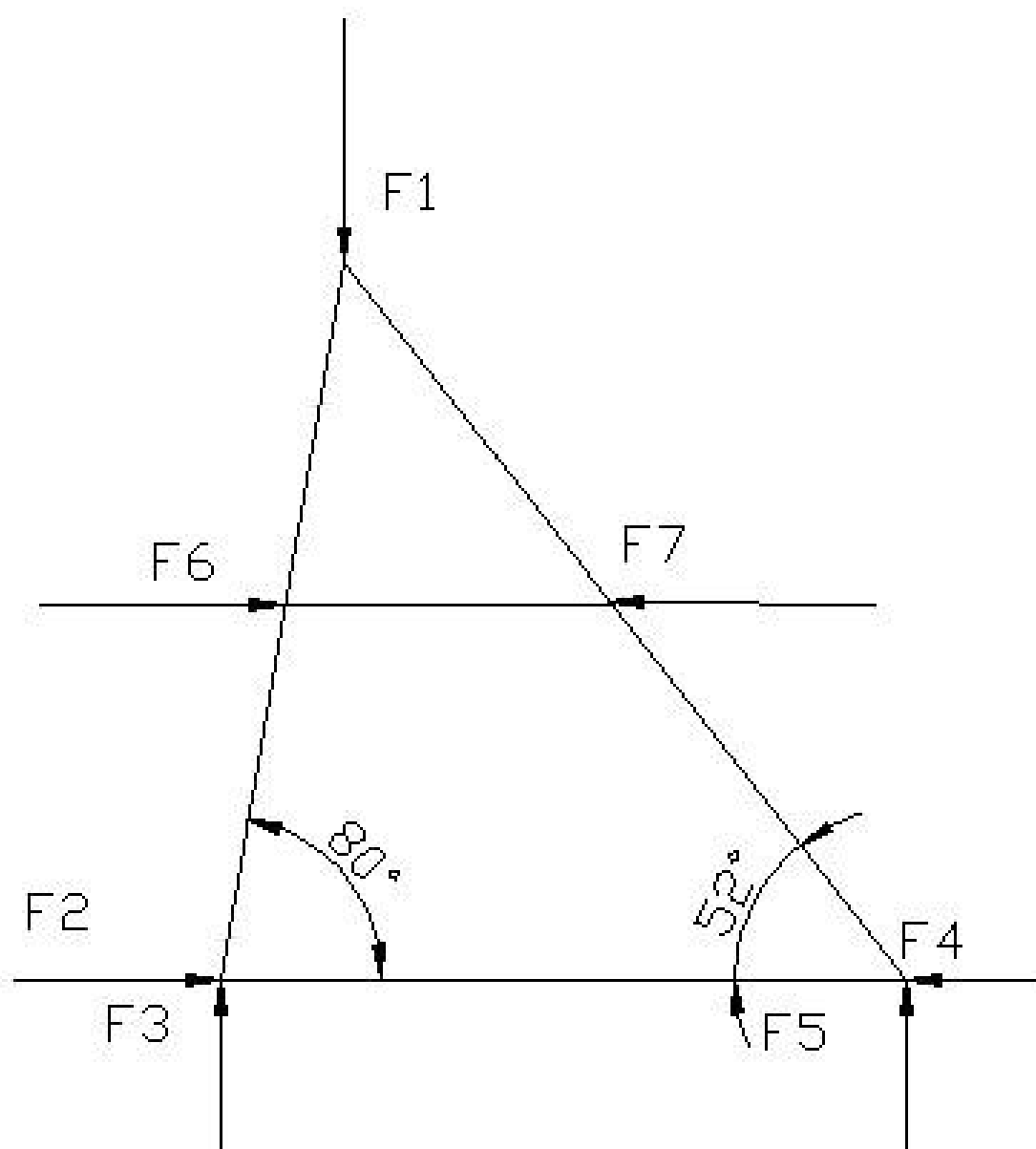


图 3-1 搁架侧视图力分析

因为有 6 个支撑架

$$F1=F/3=2500\text{KN}$$

$$F1=F3+F5$$

$$F2=F4$$

$$F3/F2=\tan 80^\circ$$

$$F5/F4=\tan 52^\circ$$

$$F3=5.7F2$$

$$F5=1.3F4$$

$$\text{所以 } F2=F4=F6=357\text{KN}$$

$$F3=2036\text{KN} \quad F5=464\text{KN}$$

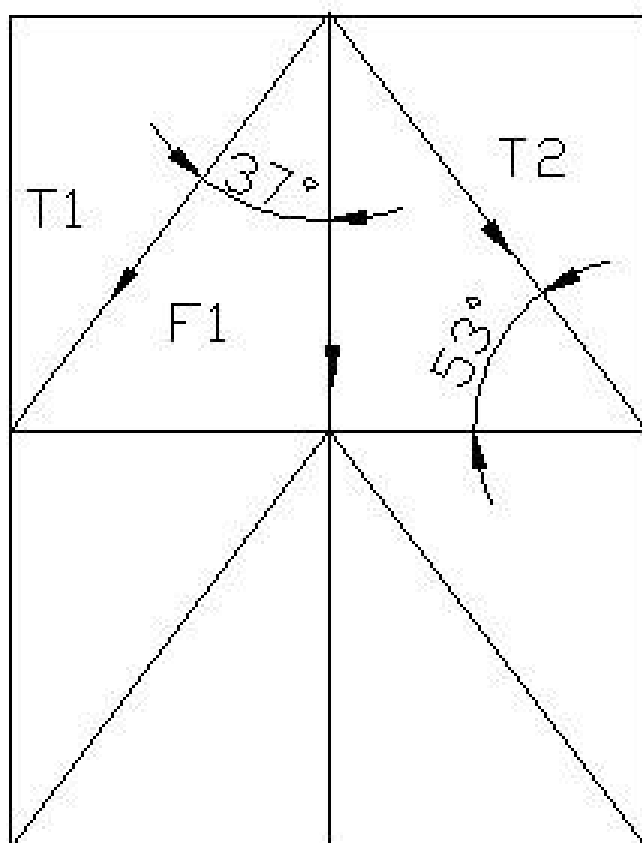


图 3-2 主视图力分析^[5]

$$F1=2500\text{KN}$$

$$T1=783\text{KN}$$

$$T2=841\text{KN}$$

选材

材料的选用是产品设计与制造工作中重要的基础环节，至始至终地影响了整个设计过程。选材的核心问题是在技术和经济合理的前提下，保证材料的使用性能与零件的设计功能相适应。掌握各类工程材料的特性，正确选用材料及相宜的加工方法是对所有的从事产品设计与制造的技术人员的基本要求。

材料的选择具有普遍性，注意体现在：①新产品设计；②更新现有产品零件的材料，以提高产品的各种功能或降低成本；③防止零件的实效，经分析需要重新选择材料和工艺；④其他情况，如工艺装备设计、非标准件的设计等。充分认识选材的普遍性和重要性，掌握选材过程与方法的要领，是正确选材、合理用材的重要保证。现今的产品设计，工程师多采用类比法或经验法来套用而非选用材料，更有甚者是随意取用材料，带有浓厚随意性、盲目性甚至是危险性的色彩，是极不科学的。故应首先认识到这种传统做法造成的不良后果，更重要的是应学习并掌握科学合理选材的思路与方法。

普通碳素结构钢又称普通碳素钢。含碳量小于 0.38%，以小于 0.25% 最为常用。属于低碳钢，每个金属牌号表示该钢种在厚度小于 16mm 时的最低屈服点。与优质碳

素钢相比，对含碳量、性能范围以及磷、硫和其他残余元素含量的限制较宽。我国和某些国家根据交货的保证条件，把普通碳素钢分为三类：甲类钢（A类钢），只保证力学性能，不保证化学成分，乙类钢（B类钢），只保证化学成分，不保证力学性能；特类钢（C类钢），既保证化学成分，又保证力学性能。特类钢常用于制造较重要的结构件。用于制作工程结构件的碳素结构钢。它一般在供应状态下使用，钢中硫、磷含量较高，分别允许达 0.050% 和 0.045%。钢的总产量中此类钢占很大的比例。此类钢可由氧气转炉、平炉或电炉冶炼，一般热轧成钢板、钢带、型材和棒材。钢板一般以热轧（包括控制轧制）或正火处理状态交货。钢材的化学成分、拉伸性能、冲击功和冷弯性能应符合有关规定。

在中国国家标准 GB700-88 中此类钢按屈服点数值分为 5 个牌号，并按质量分为 4 个等级。其牌号由代表屈服点的字母 Q、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等 4 个部分按顺序组成。此类钢的应用范围非常广泛，其中大部分用作焊接、铆接或栓接的钢结构件，少数用于制作各种机器部件。强度较低的 Q195、Q215 钢用于制作低碳钢丝、钢丝网、屋面板、焊接钢管、地脚螺栓和铆钉等。强度较高的 Q255、Q275 钢用于制作各种农业机械，也可用作钢筋和铁路鱼尾板。

根据一些工业用钢的特殊性能要求，对普通碳素结构钢的成分稍加调整而形成一系列专业用钢，如铆螺钢、桥梁钢、压力容器钢、船体钢、锅炉钢。专业用钢除严格控制化学成分、保证常规性能外，还规定某些特殊检验项目，如低温冲击韧性、时效敏感性、钢中气体、夹杂和断口等。

Q235 钢具有中等强度，并具有良好的塑性和韧性，而且易于成形和焊接。这种钢多用作钢筋和钢结构件，另外还用作铆钉、铁路道钉和各种机械零件，如螺栓、拉杆、连杆等。搁架设计将选用 Q235 作为材料^[3]。

横梁受载荷

横梁指绕平衡支点刀刃运动的杠杆或梁体。

起重机设计手册规定起重机的计算载荷常分为以下三种载荷情况：

①寿命计算载荷（或称第 I 类载荷）这是用来计算零部件或金属结构的疲劳（耐久性）、磨损或发热的计算载荷。

②强度计算载荷（或称第 II 类载荷）这是用来计算零部件或金属结构的强度、稳定性以及起重机的整体稳定性与轮压的计算载荷。确定这类载荷时，应选取可能出现的最不利的载荷组合。

③验算载荷（或称第 III 类载荷）

任何物体受载荷作用后其内部质点都将产生相对运动，从而导致物体的形状和尺寸发生变化，称为变形。物体的变形可分为两种：一种是当载荷去除后能恢复原状的弹性变形；另一种是当载荷去除后不能恢复原状的塑性变形。工程中绝大多数物体的变形是弹性变形，相应的物体称为弹性体。如果物体的弹性变形大小与载荷成线性关系，则称为线弹性变形，相应物体的材料称为线弹性材料。大多数金属材料当载荷在一定范围内产生的是弹性变形。

搁架是用于臂架的平卧，它的基本变形可分为：

(1) 轴向拉伸或压缩 直杆受到一对大小相等、方向相反、作用线与轴线重合的外力作用时，杆件的变形主要是轴线方向的伸长或缩短，这种变形称为轴向拉伸或压缩。

(2) 剪切 杆件受到一对大小相等、方向相反、作用线相互平行且相距很近的外力作用时，杆件的变形主要是两部分沿外力作用方向发生相对错动，这种变形称为剪切。

已知：梁材料为 Q235 型钢，取许用应力值：110KN/mm²。额定载荷：7500KN，梁自重不计，M 为最大弯距，P 为最大载荷 7500KN，L 为梁长，通过查阅工具书查得：M=PL，所以 P=M/L^[6]

由如下剪刀、弯距图可知：

$$M=11250\text{KN}\cdot\text{m}$$

$$\text{经查工具书表查得：} I = \frac{1}{12} (b_2 h_2^3 - b_1 h_1^3) \quad Z = I / H / 2$$

$$h_1=270 \quad b_1=290$$

$$h_2=300 \quad b_2=300$$

相对中性面惯性矩 I 与截面系数 Z 为：

$$I = \frac{1}{12} (300 \times 300^3 - 290 \times 270^3) = 199.3 \times 10^6 (\text{mm}^4)$$

$$Z = \frac{I}{H / 2} = \frac{199.3 \times 10^6 \times 2}{300} = 132.9 \times 10^4 (\text{mm}^3)$$

$$\Rightarrow P = \frac{110 \times 132.9 \times 10^4}{11250} = 12995 \text{ KN}$$

因为 $P_F = 7500\text{KN} < 12995\text{KN}$ 。

此横梁符合受力设计要求。

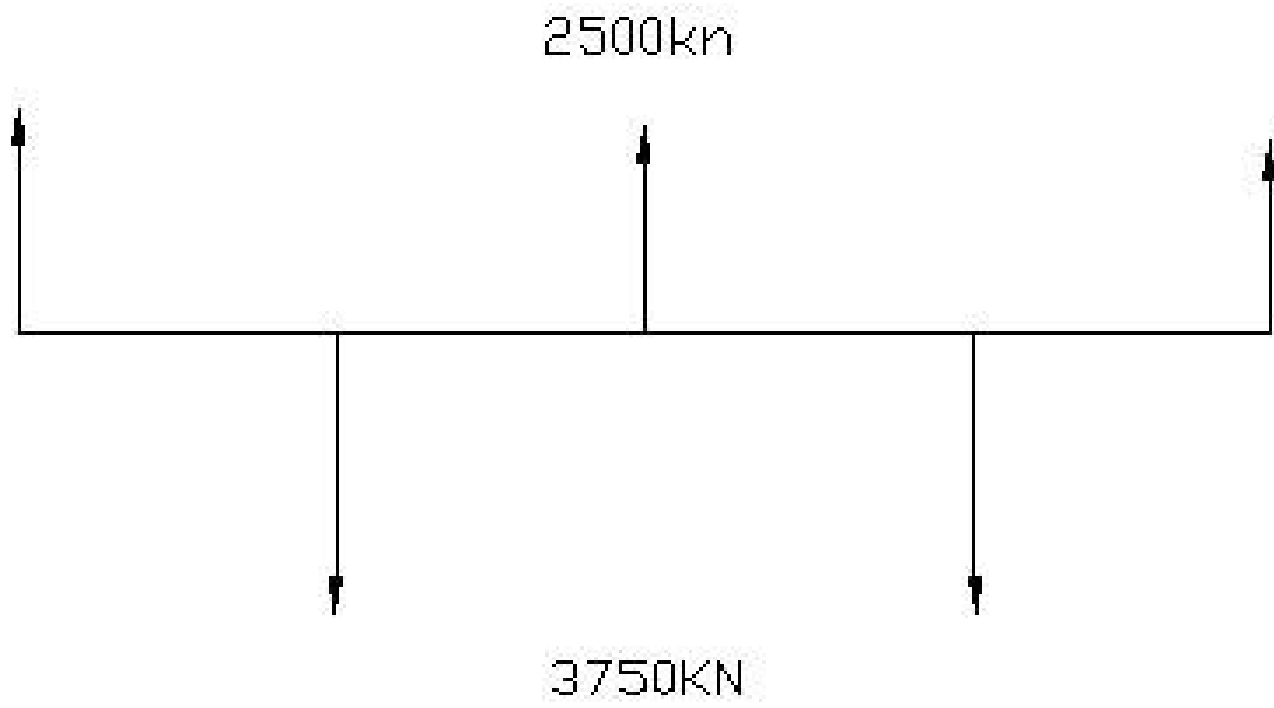


图 3-3 简支受力分析图

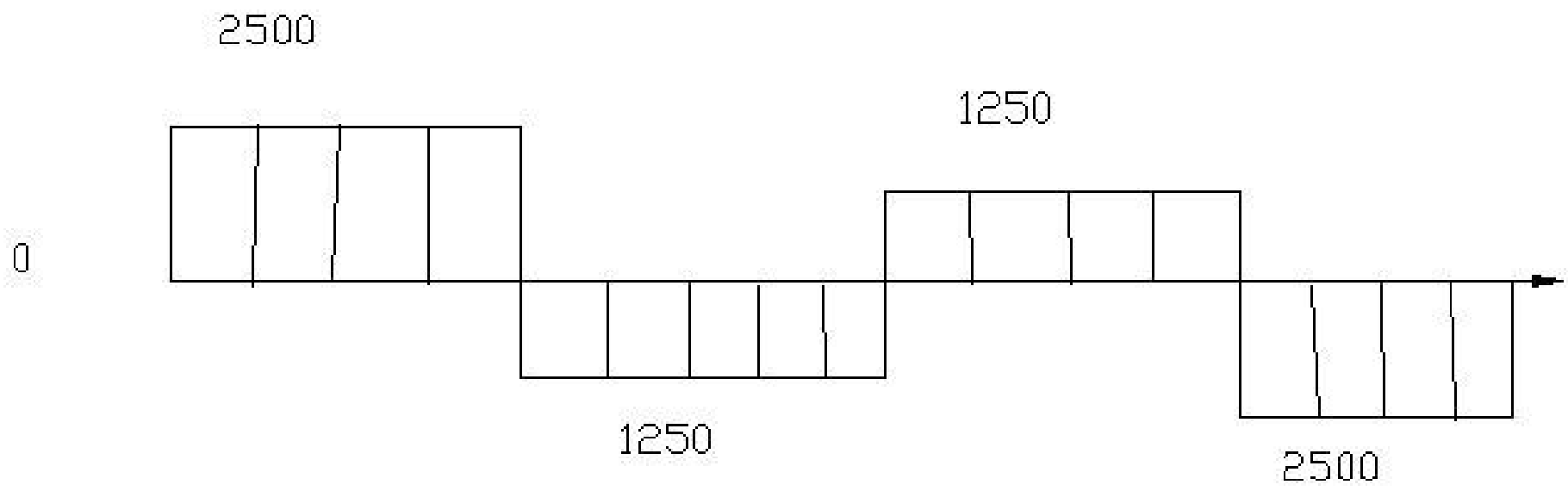


图 3-4 剪力图

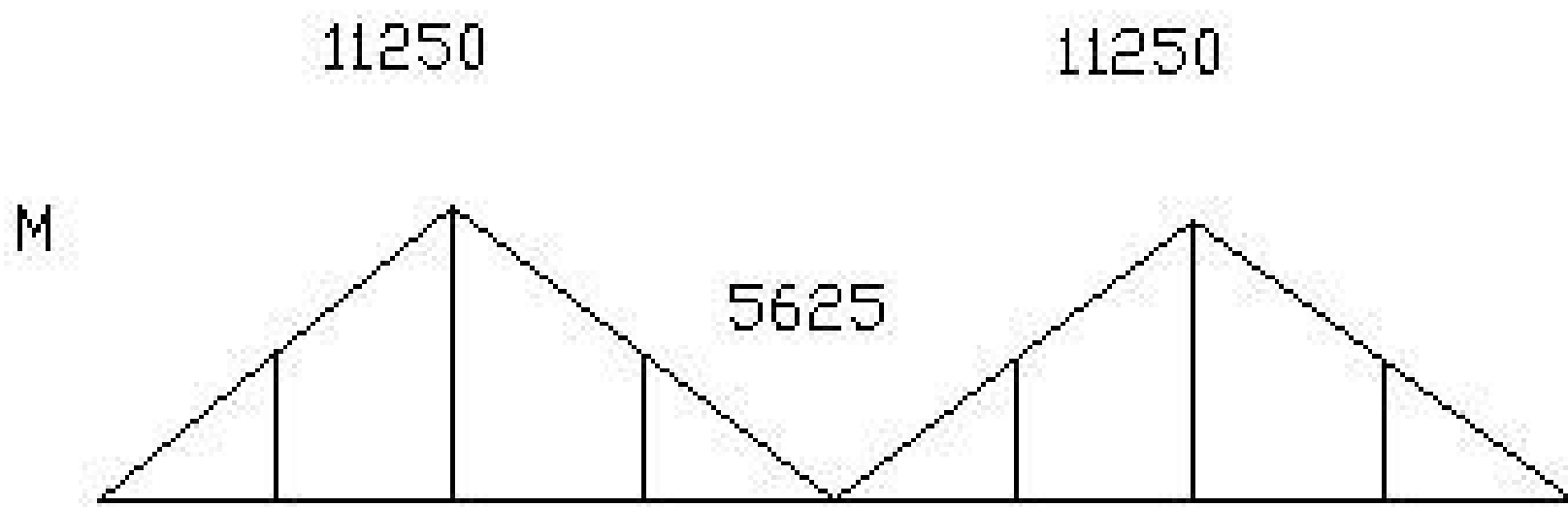


图 3-5 弯矩图

斜梁受力及稳定性



图 3-6 受力简图

$$\sigma = f/A = 2067/b \cdot h = 2067000/290 \cdot 270 = 26.4 \text{Mpa} < [\sigma]$$

所以斜梁符合受力设计要求。

结构的稳定性是指结构在负载的作用下维持其原有平衡状态的能力。它是结构的重要性质之一。如果一个物体的结构不能有效地抵御常见外力的作用，那么该物体是很难承受负载而保持平衡的。对于构件来说，在外力的作用下其平衡形式不能发生突然变化，如工业厂房中的支撑柱，由于本身较为细长，当承受的压力过大时，会突然变弯，使原来的直线平衡形式转变为弯曲平衡形式，导致式转变为弯曲平衡形式，导致厂房维持平衡状态的能力降低 [7]。

支撑架倾斜，这是为了进一步增大与地面接触所形成的支撑面积，增加稳定性。双脚支撑的支撑架与地面之间有两个接触点，这两点与地面的接触点构成三点支撑形式，自行车的重心落在前后支撑架构成的支撑面内，它是稳定的。

影响结构稳定性的因素有多种，主要有重心位置的高低、结构与地面接触所形

成的支撑面的大小和结构的形状等。

稳定性

1、结构的重心

独脚茶几的高度设计得比较低，底座采用较重的材料（如大理石），台面采用比底座轻的材料（如木材），使茶几的重心降低，以提高稳定性。

2、结构的底座

建筑、桥梁这类大型的固定结构，底座越大越坚实，稳定性越好。

3、结构的形状

照相机的支撑架常使用三角架而不用其他形状，是因为三角支架与地面有三个接触点，形成的三角结构使照相机的支撑架更容易稳定。

对于一个结构而言，如果重心所在点的垂线落在结构底面的范围内，就是稳定的，不会出现倾倒。

结构与地面接触所形成的支撑面越大越稳定，如高塔的共同特点都是上端小而下端大。

结构的形状不同，其稳定性也不同，如果板凳只有两条腿就不稳定，而有不在同一直线上的三条腿就有较好的稳定等。影响结构稳定性的因素是相互关联的，需要综合考虑各种因素来讨论结构的稳定性。物体在静止状态与运动状态下的稳定性的条件也是不同的。

浮吊的三维数字化实体建模

三维建模软件 的特点介绍

Unigraphics CAD/CAM/CAE 系统提供了一个基于过程的产品设计环境,使产品开发从设计到加工真正实现了数据的无缝集成,从而优化了企业的产品设计与制造。UG 面向过程驱动的技术是虚拟产品开发的关键技术,在面向过程驱动技术的环境中,用户的全部产品以及精确的数据模型能够在产品开发全过程的各个环节保持相关,从而有效地实现了并行工程。

NX 不仅具有强大的实体造型、曲面造型、虚拟装配和产生工程图等设计功能;而且,在设计过程中可进行有限元分析、机构运动分析、动力学分析和仿真模拟,提高设计的可靠性;同时,可用建立的三维模型直接生成数控代码,用于产品的加工,其后处理程序支持多种类型数控机床。另外它所提供的二次开发语言 UG/OPen GRIP, UG/open API 简单易学,实现功能多,便于用户开发专用 CAD 系统。具体来说,该软件具有以下特点:

(1) 具有统一的数据库,真正实现了 CAD/CAE/CAM 等各模块之间的无数据交换的自由切换,可实施并行工程。

(2) 采用复合建模技术,可将实体建模、曲面建模、线框建模、显示几何建模与参数化建模融为一体。

(3) 用基于特征(如孔、凸台、型腔、槽沟、倒角等)的建模和编辑方法作为实体造型基础,形象直观,类似于工程师传统的设计办法,并能用参数驱动。

(4) 曲面设计采用非均匀有理 B 样条作基础,可用多种方法生成复杂的曲面,特别适合于汽车外形设计、汽轮机叶片设计等复杂曲面造型。

(5) 出图功能强,可十分方便地从三维实体模型直接生成二维工程图。能按 ISO 标准和国标标注尺寸、形位公差和汉字说明等。并能直接对实体做旋转剖、阶梯剖和轴测图挖切生成各种剖视图,增强了绘制工程图的实用性。

(6) 以 Parasolid 为实体建模核心,实体造型功能处于领先地位。目前著名 CAD/CAE/CAM 软件均以此作为实体造型基础。

(7) 提供了界面良好的二次开发工具 GRIP (GRAPHICAL INTERACTIVE PROGRAMING) 和 UFUNC (USER FUNCTION),并能通过高级语言接口,使 UG 的图形功能与高级语言的计算功能紧密结合起来。

(8) 具有良好的用户介面,绝大多数功能都可通过图标实现;进行对象操作时,具有自动推理功能;同时,在每个操作步骤中,都有相应的提示信息,便于用户做出正确的选择。

臂架搁架的建模

4.2.1 绘制草图

绘制草图基本步骤:

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/81711410051006063>