

重型单片液压升降台的设计与研制*

孙新青

(兰州理工大学, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 针对大载荷、大行程升降台的发展要求, 从液压驱动、剪刀撑结构入手, 结合当前舞台设备的发展需要, 阐述了重型单片液压升降台的设计研制, 其设计满足各种演艺场所中对升降台面越来越大、升降载荷越来越重的要求。

关键词: 舞台设备; 液压驱动; 剪刀撑; 大载荷

中图分类号: TH211+.6

文献标识码: B

文章编号: 1007-4414(2005)06-0075-02

随着我国文化艺术事业的发展和人民艺术欣赏力的不断提高, 对文化设施的需求迅速增长, 各种剧场、娱乐厅、展示厅、会议室、体育馆等场所除了演出形式不断创新外, 对舞台机械设备的功能、性能、品种、结构等也提出了越来越高的要求。深入研究各类舞台机械的设计特点提高设备水平, 满足社会需求是舞台机械设计及其研制人员的首要职责。

升降台是演艺场馆中乐池或舞台的升降设备, 可使乐池或舞台根据给定的载重和行程升起或降下。重型单片液压升降台是为满足各种演艺场所中对升降台台面的要求越来越大、升降载荷越来越重, 且舞台上水箱、泳池和大型景物的要求而设计研制的一种舞台机械装置^[1]。

1 总体方案设计思路

1.1 基本结构设计

根据多年的研究, 借鉴国内外先进经验, 研制开发的重型升降台采用液压驱动, 选用大功率、大排量的液压泵站^[2], 满足重型载荷的要求; 采用液压双锁结构, 使自锁性更可靠; 采用滚轮导轨, 使升降台升降有导向, 减少水平偏摆量; 采用重型撑梁、单片剪刀撑结构, 焊接式底座和台面梁, 保证台面垂直升降, 运行平稳, 行程大^[3]。

液压驱动泵站选用意大利 ATOS 公司生产的液压元件, 泵站电机功率 45kW, 大流量泵, 足够驱动重型台如图 1 所示。

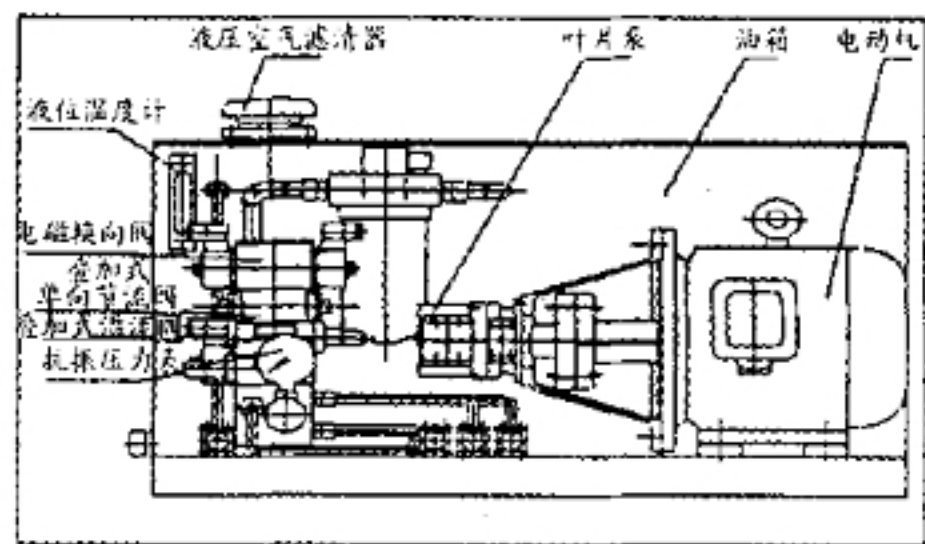


图1 液压泵站的结构简图

剪刀撑结构将内外支架体连接成剪刀叉状, 剪刀叉开合撑起或降下台面梁, 该结构是单层升降台中最常用、最可靠、也最容易实现的结构^[4], 它通过选用不同功率不同流量的泵站, 布置不同数量的液压缸, 设计不同大小的内外支架撑梁体, 采用不同片数的支撑等, 可实现不同载荷、不同行程、不同

台面规格的任意单层升降台如图 2 所示。

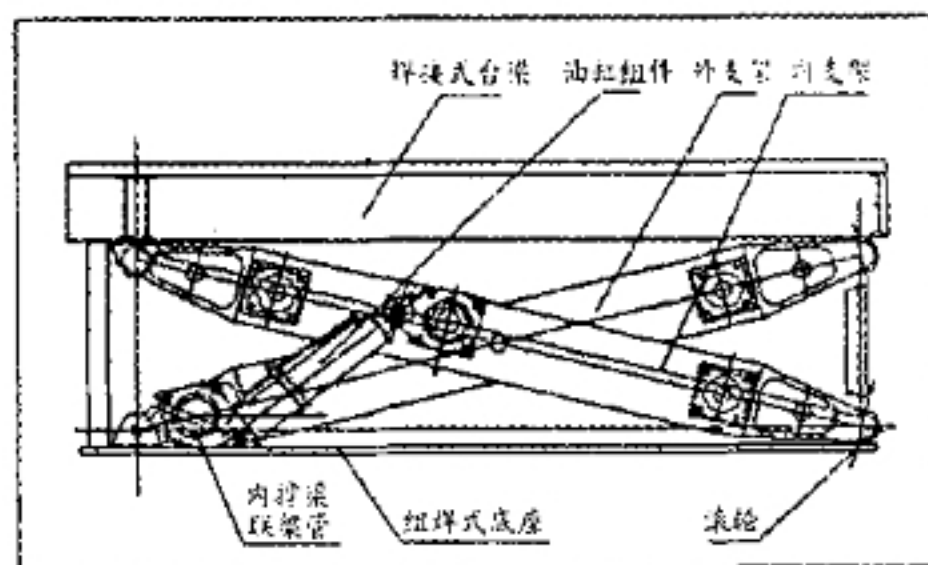


图2 重型单片液压升降台剪刀撑结构简图

内支架由 2 根重型撑梁体, 两端各由 1 根端梁管连接成矩形框架, 中间连接 1 根中梁管, 作为液压缸的支撑梁。外支架是 2 根重型撑梁体, 两端各由一个端梁管连接成矩形框架。内、外支架套在一起由中间轴连接成剪刀叉状。内支架撑梁体的一端以铰链形式联结于上台梁, 另一端安装走轮, 以便在底座轨道上行走。外支架的一端以铰链形式联结于底座, 另一端安装走轮, 以便在上台梁下平面的轨道上行走。4 根液压油缸通过油缸支耳并排安装在外支架固定在底座一端的端梁管上, 油缸的另一端通过活塞杆支耳安装在内支架中梁管上。底座上和上台梁下平面装有水平导轨, 当液压油缸伸缩时, 拉动两剪刀叉内外支架撑梁体上下 2 组走轮在轨道上水平运动, 撑起或降下台面梁, 既起导向作用, 也实现了升降台上升和下降的目的。

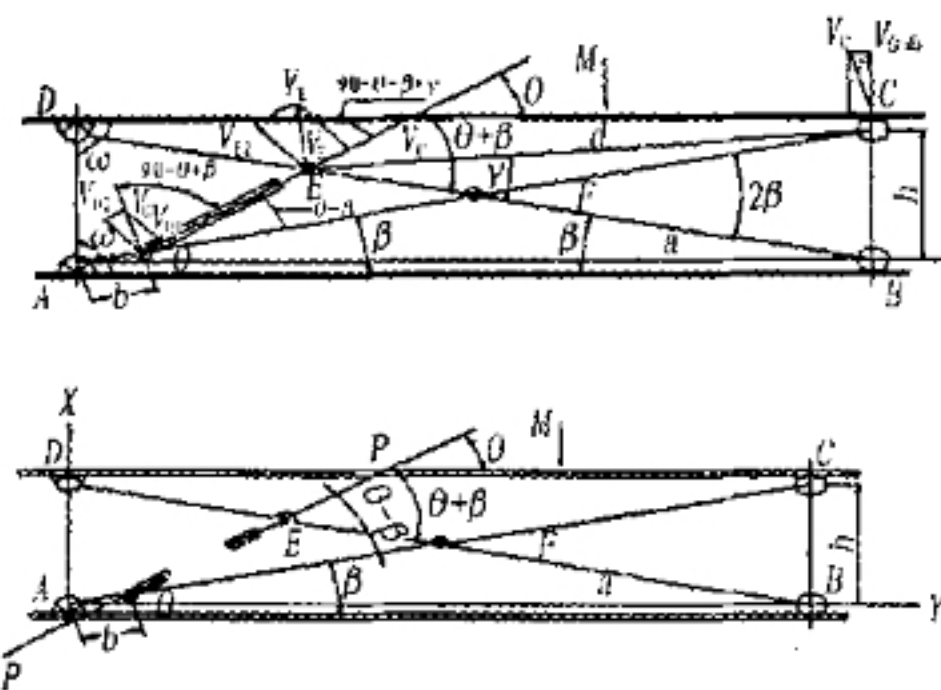


图3 动力分析机构简图

* 收稿日期: 2005-10-15

作者简介: 孙新青(1952-), 女, 陕西韩城人, 高级工程师, 现从事管理工作。

1.2 剪刀撑升降原理

液压缸驱动的剪刀撑机构具有噪声小(易于控制隔离)、行程大、举升力大、落下后自身高度小、工作平稳可靠等优点。在理论上充分考虑最小起升角,及重载条件下,刚度、稳定性等重点、难点问题研究。动力学、运动学分析如图 3 所示。

2 主要设计计算

(1) 设计基本参数

台面规格:6.6m × 3m; 台面载荷:700000 N; 升降速度:V = 0.04 m/s; 升降行程:3.3m。

(2) 油缸顶力的计算

$$P = \frac{2a \cos \beta}{(a-b)\sin(\theta-\beta) + l\sin(\theta+\beta)}$$

$$W = 3.43 \times 70 = 240 \text{ t (按 245t 计算)}$$

$$a = 3000\text{mm}, l = 840\text{mm}, b = 490\text{mm}, \theta = 38.340^\circ, \beta = 14.080^\circ$$

需缸径 $\phi 250$ 的缸 4 个, 油缸行程:1.045m, 油缸速度:0.012666 m/s; 流量: $6.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$; 计算功率:40kW; 选 Y225-4 电机,45kW。

泵站流量:148.8L/min 油箱体积:604L

(3) 台梁计算

① 强度计算

按 85t 设计计算:则 $q = 6.4\text{t/m}$

$$\sum X = 0 \quad X_a = 0$$

$$\sum Y = 0 \quad P_a + P_b - q_1 = 0$$

$$\sum M_a = 0 \quad P_b \cdot 3.65 - q_1 \cdot 2.75 = 0$$

解得: $P_a = 10.44\text{t}$ $P_b = 31.8\text{t}$

选工字钢材料为 A3, 则 $[\sigma] = 140\text{MPa}$ 。

$$W_x \geq M_{\max} / 140 = 18.3 \times 10^7 / 140 = 1.3 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

45b 的工字钢 $W_x = 1.5 \times 10^6 \text{ mm}^3$ 考虑使用及市场供货选 56b 的工字钢。

② 刚度校核

平台降到最低时撈度最大:

$$y_{\max} = (5q_1 l^4) / (384E_1) = (5 \times 6.4 \times 10^4 \times 6.64) / (384 \times 210 \times 10^9 \times 68512.5 \times 10^{-8})$$

$$= 0.01\text{m} \leq 6.6 \times 0.002 = 0.0132$$

(4) 撑梁的简单校核计算

$$F = 25 \times 10^4 \text{ N}$$

$$M = 25 \times 10^4 \times 2.91 = 72.75 \times 10^4 \text{ Nm}$$

$$\sigma = M / (3163.98 \times 10^{-6} + 0.016 \times 0.632 / 3) = 137 \text{ MPa} \leq 140 \text{ MPa}$$

(5) 轴的校核计算

① 轮轴校核计算

$$\tau = Q/A = 31.8 \times 10^4 / (2 \times 0.785 \times 10^{-2}) = 20 \text{ N/mm}^2 = 20 \text{ MPa} \leq [\tau] 45 = 180 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{jy} = P_{jy} / A_{jy} = (31.8 \times 10^4 / 2) / (30 \times 100) = 53 \text{ N/mm}^2 = 53 \text{ MPa} \leq [\sigma] Q235 - A = 100\text{MPa}$$

② 中间轴校核计算

$$\tau = Q/A = 120 \times 10^4 / 1.76 \times 10^{-2} = 68.18 \text{ N/mm}^2 = 68.18 \text{ MPa} \leq [\tau] 45 = 180 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{jy} = P_{jy} / A_{jy} = 120 \times 10^4 / 220 \times 150 = 53 \text{ N/mm}^2 = 53 \text{ MPa} \leq [\sigma] QT600 - 3 = 60 \text{ MPa}$$

其余计算从略。

3 设备结构特点

根据剧场要求及现场条件研制开发的重型单片液压升降台具有明显的特点:①重型剪刀撑结构除选用大功率、大流量泵站外,对剪刀叉撑梁体、端联梁管、中间联梁管、台梁、撑梁轴、轮轴等关键件进行了强度和刚度计算,对油缸顶力进行了计算。按足够的保险系数进行设计。②采用内装式结构,将液压缸的固定端连接在既抗弯又抗扭的内撑梁联梁管上,4 个 2 组并排分布。随着剪刀撑的合并,台梁升起,液压缸的下支点不仅旋转,而且升高,这样比常规安装提高了大约 30% 的行程,在不增加成本的前提下使升降台行程发挥到极至。③液压泵站的自锁结构采用两级液控单向阀双锁结构,使其自锁性更可靠,升降台上升定位后下沉量达到最小。④大出油口理论指导下,加大举升液缸直径,以获得大的推力达到可起升总重超过 50t 的台面载荷。⑤升降台的行程上升或下降到设定的最高位和最低位时,升降行程由行程开关控制,升降台自动停止运行。根据需要,升降台在上升或下降过程中通过按下“停止”按钮可在任意高度停车。

参考文献:

- [1] 李布白. 舞台机械与剧场建筑[J]. 甘肃工业大学学报, 1985 (3): 42-44.
- [2] 王 栋, 白 波, 孙 涛. 液压驱动舞台升降台同步控制精度[J]. 甘肃科技, 2003(4): 47-49.
- [3] 魏发孔. 舞台升降台技术诊断及整改措施[J]. 起重运输机械, 2002(4): 9-11.
- [4] 魏发孔, 高文元, 马世泉. 升降舞台结构设计优化初探[J]. 甘肃工业大学学报, 1996: 23-30.

Design and development of heavy single chip hydraulic elevator

Sun Xin - qing

(Lanzhou university of technology, Lanzhou Gansu 730050, China)

Abstract: According to the demand of elevator with primary load and large traveling range, hudraulic drive and structure of scissor - truss support were studied at first, then combining with the demand of stage equipments, heavy single chip hydraulic elevator was designed and developed which can meet with the demand of stage equipments in all stages with bigger platform and more heavy primary load.

Key words: stage equipments; hydraulic elevator; scissor - truss support; primary load

重型单片液压升降台的设计与研制

作者: [孙新青, Sun Xin-qing](#)
作者单位: [兰州理工大学, 甘肃, 兰州, 730050](#)
刊名: [机械研究与应用](#)
英文刊名: [MECHANICAL RESEARCH & APPLICATION](#)
年, 卷(期): 2005, 18(6)
被引用次数: 2次

参考文献(4条)

1. [李布白](#) [舞台机械与剧场建筑](#) 1985(03)
2. [王栋](#). [白波](#). [孙涛](#) [液压驱动舞台升降台同步控制精度](#)[期刊论文]-[甘肃科技](#) 2003(04)
3. [魏发孔](#) [舞台升降台技术诊断及整改措施](#)[期刊论文]-[起重运输机械](#) 2002(04)
4. [魏发孔](#). [高文元](#). [马世泉](#) [升降舞台结构设计优化初探](#) 1996

相似文献(1条)

1. 期刊论文 [段慧文](#). [Duan Huiwen](#) [国家大剧院戏剧场鼓筒式转台的液压驱动控制系统](#) -[演艺设备与科技](#)2006, ""(2)
摘要叙述鼓筒式转台的液压驱动系统的主要组成、驱动控制过程和功能。

引证文献(2条)

1. [谢力生](#) [剪式液压升降台相关参数的确定](#)[期刊论文]-[工程机械](#) 2008(11)
2. [王春生](#). [高振国](#) [动平衡试验台液压升降系统的设计](#)[期刊论文]-[液压与气动](#) 2007(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jxyjyyy200506038.aspx

授权使用: 北华大学图书馆(bhdxtsg), 授权号: 61e78778-a69c-455e-908a-9e4900f48288

下载时间: 2010年12月11日