

六吨地效翼船液压系统设计分析

张爱红

(中国船舶科学研究中心, 江苏无锡 116 信箱 214086 电话: (0510)5555373)

中图分类号: TH 137 文献标识码: B 文章编号: 1000-4858(2001)01-0002-03

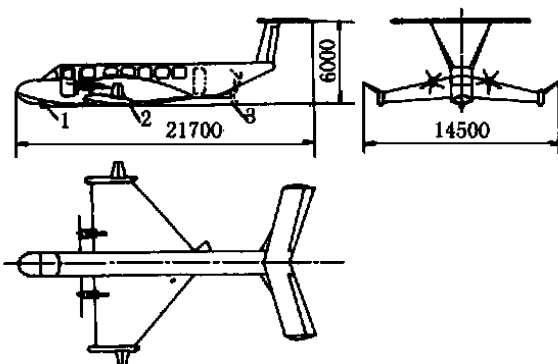
地效翼船是一种新型的高性能船舶, 在水中起降, 紧贴水面飞行, 它的速度介于飞机和常规船舶之间, 安全性大大优于飞机, 因而具有广阔的市场前景。众所周知: 地效翼船的设计既不同于一般的船舶设计, 又不同于一般飞机设计, 因而设计具有自身的特殊性。我中心从事地效翼船的设计研究已达 30 余年, 成功设计了一系列地效翼船并积累了丰富的设计经验。例如: 在成功设计了一吨位、四吨位的基础上, 六吨位地效翼船又获得长江试航成功。根据该船总体设计要求, 需要有登陆能力, 它的登陆系统首次采用了液压操纵转弯和收放, 克服了以往气动操纵上的缺陷。

1 六吨地效翼船概况

1.1 主要技术参数

- 总长: 21.70 m
- 总宽: 14.50 m
- 总高: 6.00 m
- 总重: 6 t
- 前后轮距: 12.95 m

六吨地效翼船示意图见图 1:



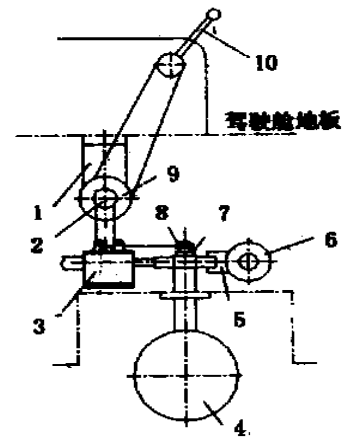
1. 前轮 2. 侧轮 3. 后轮

图 1 六吨地效翼船示意图

1.2 登陆装置

六吨地效翼船登陆轮布置在主浮舟龙骨线上, 呈自行车式。前后主轮支撑船体大部分重量, 两侧辅轮起横侧平衡作用; 前轮架安装在驾驶舱地板下, 后轮架安装在后舱内, 地面载荷通过航空橡胶机轮、轮轴、支柱、法兰、液压缸等传递到船体结构上, 由于载荷集中和船

前行时惯性力的存在, 对杆件、船体结构的强度、刚度要求较高, 故所有的构件都采用 30CrMnSiA 高强度钢($\sigma_s = 1200 \pm 100 \text{ MPa}$)。通过有限元分析计算得出: 杆件、船体结构的强度、刚度都能满足使用要求。图 2 为前登陆轮安装简图, 图 3 为后登陆轮收放原理图。



1. 转弯分配器 2. 小滑轮 3. 中立机构
4. 机轮 5. 摇臂与连杆 6. 液压缸
7. 支柱 8. 反馈盘 9. 大滑轮 10. 操纵手柄

图 2 前登陆轮安装简图

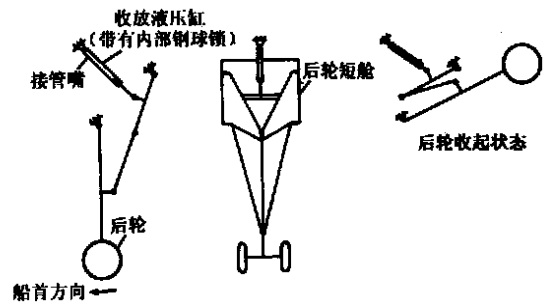


图 3 后登陆轮收放原理图

2 实船液压系统

2.1 关键液压件

前轮随动转向系统、后轮收放系统共用一个液压源(ZB-27 液压泵), 主要考虑到带动该泵的电机功率

收稿日期: 2000-06-26

作者简介: 张爱红(1971—), 男, 江苏盐城人, 工程师, 主要从事机械、液压系统设计、制造、试验等方面的研究

比较小(900W 左右),而整套系统转向与收放又不会同时使用,这样可以减小泵源,降低对电气系统的负荷,最终提高了系统的使用效率。但是由于转向、收放压力流量不同,需在收放系统中增加单向可调节流阀来调节流量增加液压缸背压,控制后轮收放的速度,使收放速度基本一致,实现了对船身结构无冲击,满足了后轮平缓收放的使用要求。

转向原理(见图 4):前轮的随动转向通过转弯分配器的机械操纵反馈来实现。

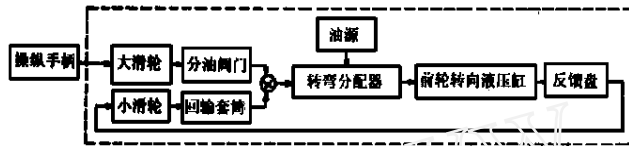


图 4 前轮转向原理图

转弯分配器有一大一小 2 个共轴滑轮,其中大滑轮为操纵滑轮,小滑轮为反馈滑轮。向前(或向后)操纵手柄时,大滑轮转动带动分油阀,系统压力油进入转向液压缸的左侧(或右侧),压力油推动外筒向左(或向右)运动,从而带动连杆和安装在轮柱上的扇形摇臂运动(对应着机轮的转动),与此同时安装在轮柱上的反馈盘将转弯量通过钢索传给反馈滑轮,带动回输套筒转动一定角度,回输套筒上的进油口、回油口重新被分油阀堵死,液压缸停止转动,前轮也就停止转动,从而保证前轮随着驾驶员的操纵而停止在所需的角度上,最终实现随动转向。它的随动反馈能力取决于分配器内部有无泄漏,笔者曾经在调试中碰到泄漏,发现使用效率明显降低,最后送厂返修,更换毡圈、胶圈,重新装配后才满足了正常使用要求。

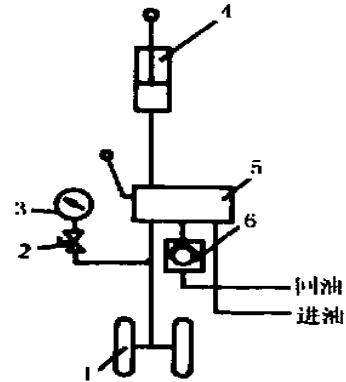
不难发现这套机液随动转向系统要比一般电液伺服系统简单、实用、可靠得多,它不但省去了一套电控系统,而且还减少了电液伺服系统对油液清洁度的过高要求,这对及时减少调试过程中许多不确定因素,缩短产品的制造周期,取得了明显的效果。

2.2 其他液压系统

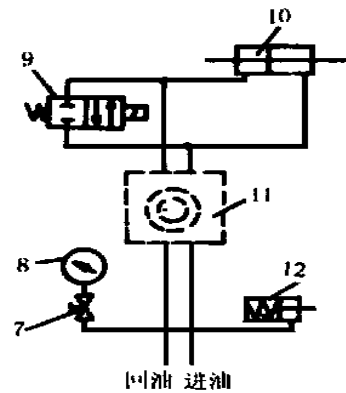
除了上述转向和收放需用液压操纵外,该艇的后轮刹车系统与中立机构也采用了液压系统。

驾驶员通过操纵在方向舵脚蹬上的刹车操纵缸 4 来控制刹车分配阀 5,双脚松刹时,机轮刹车盘内的压力油泄载,从而实现刹车与松刹。但在调试过程中发现刹车操纵缸 4 与刹车分配阀 5 之间的管路(刹车操纵油路)经常漏油,严重影响了系统的性能,后经分析:刹车操纵缸 4 内部胶圈已老化,有漏油现象。经送厂返

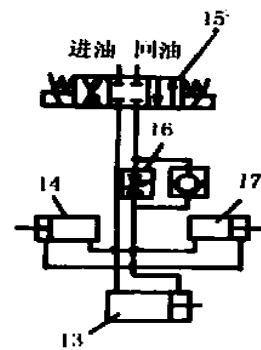
修,更换胶圈后,长江试航期间再没有发现漏油现象,并且刹车与松刹性能比先前大有提高。应急刹车只需直接操纵刹车分配阀 5 上的操纵手柄即可。其液压原理图见图 5。



(a) 刹车部分



(b) 转向部分



(c) 收放部分

- 1. 机轮 2. 7. 压力表开关 3. 8. 压力表
- 4. 刹车操纵缸 5. 刹车分配阀 6. 单向阀 9. 泄荷阀
- 10. 转向液压缸 11. 转弯分配器 12. 对中机构
- 13. 后轮收放液压缸 14. 17. 侧轮收放液压缸
- 15. 三位四通电磁阀 16. 可调单向节流阀

图 5 液压系统原理图

气动擦窗机器人的控制和环境检测

王 巍, 宗光华

(北京航空航天大学机器人研究所, 北京学院路 100083 电话: (010) 82318019)

摘 要: 对于采用气体驱动的擦窗机器人, 如何实现机器人位置的精确定位是实现无碰撞完全擦洗的关键, 也是一个难点, 本单位所研制的擦窗机器人采用层级控制系统, 对机器人的运动进行控制, 并利用 PWM 方法驱动, 分别使用分段 PD 以及分段模糊控制的方法来实现气缸的精确定位。文中给出了具体控制策略和实验结果。擦窗机器人所面对的是部分未知的高空作业环境, 正确、实时地检测作业环境, 是擦窗机器人安全工作的必要条件。为了识别玻璃表面不同的障碍物和重构玻璃窗框, 本文提出了一种多传感器的融合算法。

关键词: 爬壁机器人; 分段模糊控制; 分段 PD 控制; 机器人传感器

中图分类号: TH 138 文献标识码: B 文章编号: 1000-4858(2001)01-0004-04

1 简介

Washman 是本课题组为北京西客站研制的候车大厅顶棚玻璃清洗机器人, 该机器人能在平面和小于 45° 的斜面玻璃上自主运动。2 个紧密相连的、成十字交叉状的无杆气缸构成擦窗机器人的主体, 允许机器人在 X、Y 两个方向运动。在 X 和 Y 气缸的顶端有 4 个 Z 向气缸用以支持和升降机器人主体。各个 Z 向气缸下端分别固连有 2 个真空吸盘, 使得机器人能够吸附于玻璃表面。固连在 X 气缸上的刷子使得机器人在运动的同时能够完成擦洗作业。机器人的运动既可以由清洁工人遥控, 也可以由基于多传感器融合的控制系统自主控制。机器人上装有 3 种传感器: 光电传感器、超声波传感器和编码器。由于机器人和工作环境之间存在相互作用, 而且机器人的工作环境一般都远离清洁工人, 所以对于机器人而言, 能够随时检测事先未知环境, 并及时采取适当行动是重要的。

与电机相比, 气动元件在功率自重比、运动的柔顺性和安全性方面有着显著的优点。因此, 爬壁机器人广

泛地采用了气压传动^{[2]~[8]}。尽管气动机器人结构简单, 但实现气缸位置的精确定位却比较困难, 而这又是实现机器人与窗框无碰撞擦洗所必需的。为了提高控制精度和减轻机器人重量, 本文对采用 PWM 方法驱动高速开关阀的闭环控制系统进行了研究, 并分别采用分段 PD 控制算法和分段模糊控制算法对气缸进行了位置控制。这一点与文献^[1]不同, 在那里, PWM 方法被用以进行伺服控制。

检测对于移动机器人实现动作的自主规划是必需的。非接触传感器, 如摄像机、超声波传感器、光电传感器, 包括微动开关^[9]在内的接触传感器都在爬壁机器人或清洗机器人中得到了应用。为了适应非结构化的工作环境, 曾有人开发出一种具有环境适应能力的真空吸盘^[6], 该吸盘上装有 4 种不同类型的传感器, 即位

收稿日期: 2000-06-29

作者简介: 王巍(1973—), 男, 湖北宜昌人, 博士, 主要从事移动机器人和擦窗机器人的研究。

以上介绍的这套液压系统通过江阴长江试航证明完全满足使用要求。笔者认为: 对于吨位基本相同的地效翼船来说, 上述液压系统包含的面已比较广, 可作为

设计时的参考依据。对于今后搞大型地效翼船, 该六吨位地效翼船液压系统算是开了个头, 起到了抛砖引玉的作用。