

doi: 10.7690/bgzdh.2013.03.001

机电式自动调平系统

李广伟, 许新芳

(驻广元地区军事代表室, 四川 广元 628017)

摘要: 针对传统水平基准采用人工手动调平存在的不足, 对机电式自动调平系统进行研究。通过对自动调平原理和方法的分析研究, 在三点自动调平的基础上, 提出实现四点自动调平的新思路, 并在工程实际中进行应用。应用结果表明: 该方法可减少自动调平的时间, 提高调平精度, 可推广应用于四点以上的多点自动调平系统。

关键词: 机电式自动调平; 三点支承; 四点支承; 重心

中图分类号: TJ810.3 **文献标志码:** A

Electromechanical Automatic Leveling System

Li Guangwei, Xu Xinfang

(PLA Military Representative Office in Guangyuan District, Guangyuan 628017, China)

Abstract: Aiming at the shortages of traditional manual leveling of horizontal base, research electromechanical automatic leveling system. Through analysis research of automatic leveling theory and method, based on three-point automatic supporting, put forwards a new method of four-points automatic leveling, and apply it in project. The application results show that the method can reduce automatic leveling time, improve leveling precision, and apply it to multi-points automatic leveling system.

Key words: electromechanical automatic leveling; three-points supporting; four-points supporting; center of gravity

0 引言

面对现代车载机动雷达自动化和高机动性的需求, 迫切需要能快速架设和撤收的雷达天线车, 并能快速自动地实现较高精度水平基准的调整。对于水平基准的调整, 过去往往采用人工手动调平方式, 依靠人眼观察基准水泡, 经反复调整才能达到水平要求, 调平时间较长, 而且调平精度受到人为因素干扰较大。

许多雷达天线车在要求较高稳定性时, 均采用四点或多点的支承方式。在实际工程中, 超过三点的多点机电式自动调平系统的应用越来越多, 方式方法也越来越灵活多变, 但大多存在控制程序复杂, 成本相对较高的问题; 因此, 笔者提出一种四点自动调平的新思路, 既简化了系统设计, 又缩短了调平时间, 提高了调平精度。

1 雷达天线车平台支承

如图 1 所示, 雷达天线车平台的支承一般采用 ABE 三点式或 ABCD 四点式支承。三点式支承使用 3 个调平支承腿, 能够方便地实现平台自动调整, 但因为支承点少, 其稳定性和抗倾覆能力较差, 为此必须增大支承点之间的间距。而采用四点式支承, 在同样的空间内, 因抗倾覆力臂 $OO'' \gg OO'$;

所以, 四点支承的抗倾覆力矩(稳定矩) $M_1 = G \cdot \overline{OO''}$, 远大于三点支承的抗倾覆力矩(稳定矩) $M_0 = G \cdot \overline{OO'}$ [1]。并且, 因为支承点的增多, 可显著地提高平台的支承刚度。

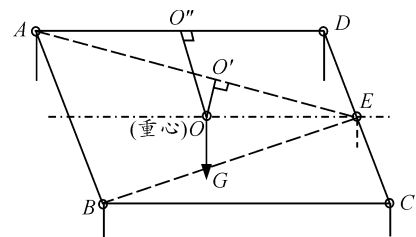


图 1 雷达车体抗倾覆能力示意

2 四点自动调平原理分析

众所周知, 3 个点或 2 条相交直线确定一个平面, 所以要使雷达天线车体支承平面达到水平, 可在车体支承平面内 2 个交叉方向上布置 2 个水平传感器或一个双轴水平传感器, 如图 2 所示。根据在 2 个交叉方向上水平传感器测得的水平倾斜角, 就可以判断各个支承点的相对高低, 从而驱动支承腿电机运动, 当分别使 2 个方向上的水平传感器同时调整到水平时, 即实现了雷达天线车体支承面的水平调整 [2]。

对于 ABE 三点式支承, 可分别控制和调整 A、

收稿日期: 2012-09-08; 修回日期: 2012-10-29

作者简介: 李广伟(1982—), 男, 吉林人, 大学本科, 工程师, 从事雷达产品质量监督研究。

B 、 E 三点的高低, 得到一个唯一的水平支承面。而对于 $ABCD$ 四点式支承, 结构上出现了一次超静定问题, 在进行调平时, 必然就会有一个支承腿未能实际着地而处于不受力的悬空状态, 即产生了虚腿现象。为解决这一超静定平台调平问题, 目前已衍生多种解决方法: 1) 在精度要求不是特别高的情况下, 可以采用普通交流电机进行驱动, 同时在 4 个支承点上设置压力传感器, 根据水平传感器和压力传感器的检测信号^[3], 通过一个逻辑控制, 反复调整 4 个支承点的高低, 保证在 4 个支承点都完全着地并均匀承力的情况下达到水平, 但其调平方法控制复杂, 加之电机速度不变因而调平时间很长, 调平精度不是特别理想。这种方法的优点是成本较低。2) 采用交流伺服电机驱动, 电机速度可控, 并且交流伺服电机具有力矩检测功能, 可以对支承腿的受力情况进行检测, 从而实现各支承腿受力均衡, 此方法调平时间短、调平精度较高, 但相对成本较高。3) 采用复杂的对称式对角升降调平方法, 调平时间短, 控制精度高, 但控制程序复杂, 价格成本也比较高。

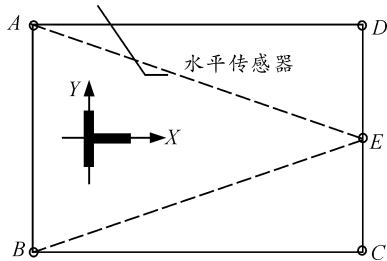


图 2 自动调平原理示意

3 机电式四点自动调平方案设计

在四点支承自动调平时, 理想的状况应当是在 4 个支承点上都有压力检测能力, 以保证在 4 个支承点都能着地受力。但是, 在 4 个支承点上增加压力检测, 将使调平系统的结构设计及控制逻辑变得复杂。

考虑到雷达天线车体的重心不可能完全与其几何中心重合, 必然存在于其中 3 点所确定的范围(如图 3 中的 ABC 三点所确定的范围)内, 于是可将 ABC 三点作为固定的实腿, 将距车体重心 O 最远的支承点(即受力最小的点) D 作为固定的虚腿。这样, 即可只在一个固定的虚腿 D 上设置压力传感器或仅在该支承腿上使用交流伺服电机来对该点进行压力检测和判断。

因此, 在自动调平时, 首先利用成熟的三点自动调平原理将 ABC 三点调整水平, 然后控制 D 点

虚腿的运动, 并判断其着地压力, 使其承受一定载荷, 而又不能破坏由 ABC 三点确定的水平基准面, 从而消除了虚腿现象^[4], 达到四点支承调平的目的。

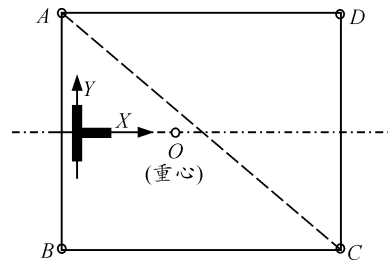


图 3 电动自动调平原理示意

根据以上的自动调平原理分析, 在雷达天线车总体结构设计时, 应注意以下几点: 1) 调整车体重心及其 4 个支承点的空间位置, 使车体重心能够处于 ABC 3 个实腿的支承面内; 2) 在 ABC 3 个点伸出时, 虚腿 D 应能同时伸出, 以防止车体发生倾斜; 3) 在调整虚腿高度时, 要进行准确的分析计算和试验, 来确定其承力的大小, 通过压力传感器或者交流伺服电机的反馈信号控制虚腿的运动, 以保证其着地承力而又不破坏由其他三点所确定的水平面。

该设计思想已在几种不同雷达天线车的机电式四点自动调平系统中得到成功应用, 且应用效果理想, 在调平负载为 6~10 t, 调平行程大于 400 mm 的情况下, 系统完成支撑和调平的时间小于 5 min, 调平精度优于 3'。

4 结束语

笔者成功应用了三点自动调平的经验, 将四点自动调平的问题集中到一个虚腿的压力检测和控制问题上, 无需再检测其他三点的压力, 使过约束的超静定问题变为静定问题, 不仅简化了四点自动调平系统的结构设计和逻辑控制, 而且大大减少了自动调平的时间, 提高了调平精度。同样, 该自动调平原理和设计思想也可推广应用于四点以上的多点机电式自动调平系统设计中。

参考文献:

- [1] 盛英, 仇原鹰. 6 腿支撑液压式平台自动调平算法[J]. 西安电子科技大学学报: 自然科学版, 2002(5).
- [2] 徐灏. 机械设计手册: 3-4 卷[S]. 北京: 机械工业出版社, 1991.
- [3] 刘迎春, 叶湘滨. 传感器原理、设计与应用[M]. 北京: 国防科技大学出版社, 1997: 93-96.
- [4] 李小波, 孙志勇. 雷达天线自动调平系统设计与实现[J]. 现代雷达, 2006, 28(7): 74-76.