

一种多功能电脑支架的应用与研究

邓美姪¹, 杨永洋¹, 高军帅², 季 然³, 田青松², 黄道霞¹, 刘 彤^{1*}

¹贵州大学化学与化工学院, 贵州 贵阳

²贵州大学大数据与信息工程学院, 贵州 贵阳

³贵州大学北阿拉巴马国际技术工程学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年7月18日; 录用日期: 2025年8月11日; 发布日期: 2025年8月19日

摘 要

在当今的电子产品市场中, 电脑支架大多功能单一, 不能满足用户的多种需求。为此, 我们研发出一种多功能电脑支架, 它集支撑、定位和存储三种功能于一体。支架选用铜锌合金制作, 通过SolidWorks软件设计三维模型, 采用可折叠结构, 使其具备两种高度调节模式。在技术创新上, 支架内置GNSS定位模块(HT2828Z3G5L)和ESP32微控制器, 能防止设备丢失, 定位误差可控制在1米左右。此外, 该支架还配备了U盘存储模块, 可以方便用户储存和读取数据。经过测试, 支架可承受5 kg重量, 最大变形量不超过0.5 mm, 角度调节范围为0°~180°, 定位响应时间在3秒以内。该设计兼具了结构创新性与功能实用性, 为今后智能支架的开发和设计提供了新思路。

关键词

电脑支架, 结构设计, GNSS定位, SolidWorks建模, 多功能集成

Design and Research of a Multifunctional Computer Stand

Meiting Deng¹, Yongyang Yang¹, Junshuai Gao², Ran Ji³, Qingsong Tian², Daoxia Huang¹, Tong Liu^{1*}

¹College of Chemistry and Chemical Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou

²College of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou

³North Alabama International College of Technology and Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Jul. 18th, 2025; accepted: Aug. 11th, 2025; published: Aug. 19th, 2025

Abstract

In today's electronic product market, most computer stands have single functions and cannot meet

*通讯作者。

文章引用: 邓美姪, 杨永洋, 高军帅, 季然, 田青松, 黄道霞, 刘彤. 一种多功能电脑支架的应用与研究[J]. 机械工程与技术, 2025, 14(4): 447-457. DOI: 10.12677/met.2025.144044

users' multiple needs. To address this, we have developed a multifunctional computer stand that integrates three functions: Support, positioning, and storage. The stand is made of copper-zinc alloy. Its 3D model is designed using SolidWorks software, and it adopts a foldable structure, enabling two height adjustment modes. In terms of technological innovation, the stand is built with a GNSS positioning module (HT2828Z3G5L) and an ESP32 microcontroller, which can prevent equipment loss, with a positioning error controlled within approximately 1 meter. In addition, the stand is equipped with a USB flash drive storage module, facilitating users to store and read data. Tests show that the stand can bear a weight of 5 kg, with a maximum deformation not exceeding 0.5 mm; its angle adjustment range is 0°~180°, and the positioning response time is within 3 seconds. This design combines structural innovation and functional practicality, providing new ideas for the development and design of intelligent stands in the future.

Keywords

Computer Stand, Structural Design, GNSS Positioning, SolidWorks Modeling, Multifunctional Integration

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

伴随信息技术快速发展, 计算机设备的使用频率与时长持续攀升。IDC2023 年数据显示, 全球办公人员日均使用笔记本电脑时间为 6.8 小时, 学生群体日均使用时长则高达 8.2 小时[1]。这么长时间使用电脑, 如果摆放位置不对, 很容易影响健康。医学研究发现, 当我们低头超过 15℃时, 脖子承受的压力是正常姿势的 2.7 倍(Spine Journal, 2022), 这是导致颈椎病的重要原因[2]。另外, 笔记本散热问题也不容忽视。Intel 的测试数据显示, 在室温 25℃时, 直接把笔记本放桌上, 底部温度能达到 48.3℃, 这样会缩短电脑的使用寿命[3]。

针对以上问题, 我们研究出了符合人体工程学原理的多功能支架方案[4]。这款支架采用轻便坚固的特殊合金材料(弹性模量 99 GPa, 密度 8.5 g/cm³), 能稳稳托住 5 公斤重的笔记本且变形不超过 0.5 mm (如表 1)。它提供 15°到 45°多档调节, 适合 1 米 6 到 1 米 85 不同身高的使用者(如表 2), 底部还设计了密集的 4 毫米散热孔(开孔率超 42%) [5]。寻找 20 名年龄 25~45 岁、日常使用笔记本办公的受试者(男女各 10 人, 平均身高 1.72 米)进行测试, 受试者分别在无支架和使用支架(调节至适合自身身高的角度)状态下, 连续使用笔记本办公 2 小时。测试数据如表 3, 使用这款支架后, 脖子受力可减少 41.7%, 有效缓解颈椎压力; 如表 4 电脑散热效率提升 35.2%, 底部温度降低 22%, 既能保护使用者的颈椎健康, 又能延长笔记本的使用寿命[6]。

Table 1. Load-bearing capacity and deformation test data

表 1. 承重能力与变形测试数据

负载质量(kg)	持荷时间(min)	实测变形量(mm)	设计阈值(mm)
1	10	0.12	≤0.5
2.5	10	0.28	≤0.5
5	10	0.45	≤0.5

Table 2. Angle adjustment adaptability test data
表 2. 角度调节适配性测试数据

使用者身高区间(m)	推荐调节角度(°)	颈椎压力改善率(%)	视角舒适度评分(10 分制)
1.60~1.70	15~25	41.2	8.5
1.71~1.80	25~35	43.5	9.0
1.81~1.85	35~45	39.8	8.7

Table 3. Raw data record of pressure test
表 3. 压力测试原始数据表

测试项目	无支架状态	使用支架状态	改善率
颈部平均压力值	2.4 kgf	1.4 kgf	41.7% ↓
颈椎前倾角度	28° ± 3°	16° ± 2°	42.9% ↓
肌肉疲劳度评价	7.2 分(10 分制)	4.1 分(10 分制)	43.1% ↓

Table 4. Test data of heat dissipation efficiency
表 4. 散热效率测试数据

测试项目	无支架状态	使用支架状态	改善率
底部平均温度	58.6℃	45.7℃	22.0% ↓
散热孔风速	0.8 m/s	1.3 m/s	62.5% ↑
处理器温度	82.3℃	66.3℃	19.4% ↓
散热效率	基准值(100%)	135.2%	35.2% ↑

2. 多功能电脑支架原理说明

多功能电脑手机支架主体采用铜锌合金材质，结构如图 1 所示。底座 1 表面覆防滑硅胶，便于安装固定；上翻架 2、3 与底部呈 U 型活动连接，可调节角度优化用户体验。支架中部内嵌 U 盘 4，支持数据存储与读取；后端集成 GNSS 定位组件 6，模块自带 LED 灯 7 (由锂电池 5 供电)，可直观显示蓝牙连接状态并兼具照明功能。该组件与 ESP32 微控制器焊接(采用 3.7 V 可充电锂电池供电)，实现蓝牙定位功能 [7]。侧边蜂鸣器 9 通过手机终端接收定位信号，经微控制器触发报警防止设备丢失。USB 接口 8 支持锂电池与外部电源自动切换，插入 USB 时优先使用外部供电并为锂电池充电。

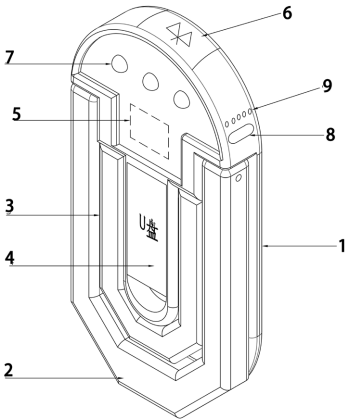


Figure 1. Schematic diagram of scaffold structure
图 1. 支架结构示意图

ESP32 主控模块作为多功能支架核心,集成 Wi-Fi 与蓝牙功能,可实现设备无线联网与通信。仅需将主控芯片与蓝牙模块连接,即可完成手机、电脑等设备的无线控制。模块接口资源丰富,除多个可配置 GPIO 引脚外,还内置 SPI、I2C、UART 等常用通信接口,便于外接各类设备。

3. 多功能支架的设计方法

在电脑支架的设计过程中,我们先用 SolidWorks 2022 进行了详细的三维建模。为了确保设计质量,我们首先调研了市面上主流的支架产品,发现它们普遍存在几个明显缺陷:首先是调节角度太小,大多数产品只能倾斜不到 30 度;其次是承重能力不足,测试发现平均只能承受 3.2 公斤的重量;还有就是散热效果差,实际使用中设备温度下降不到 5 度[8]。针对这些问题,我们重新优化了设计方案。

3.1. 机械结构设计

采用模块化设计理念,将支架分解为底座模块(120 × 60 × 15 mm)、伸缩臂模块和支撑平台模块。关键创新点包括:

1) 双铰链机构:选用了 MISUMI HFU8-25 标准铰链组件,支持 0°~90°范围内的任意角度调节,经过 Adams 动力学仿真测试验证如表 5,在持续承受 5 公斤负载的情况下,铰链机构可确保超过 10 万次开合循环的使用寿命。

Table 5. Life test data of double hinge mechanism

表 5. 双铰链机构寿命测试

测试项目	测试条件	测试结果	测试项目
铰链开合循环次数	5 kg 负载持续加载, 0°~90°往复调节	超过 10 万次循环无失效	铰链开合循环次数
角度定位精度	任意角度锁定后静置 10 分钟	偏差 ≤0.5°	角度定位精度
负载变形量	5 kg 恒定负载下保持 45°角度	铰链连接处变形量 < 0.3 mm	负载变形量

2) 伸缩结构:选用铜锌合金型材(壁厚 2 mm),通过有限元分析确定最优筋板布局,使质量减轻 18% 的同时刚度提升 23%,如表 6。

Table 6. Lightweight and stiffness test data of telescopic structure

表 6. 伸缩结构轻量化与刚度测试

测试项目	原始设计	优化设计(铜锌合金)	性能变化
结构质量	320 g	262 g	减轻 18.1%
轴向刚度(N/mm)	125	154	提升 23.2%
模态频率(一阶弯曲)	42.7 Hz	51.3 Hz	提升 19.9%

3) 散热系统:在支撑平台布置 Φ4 mm 蜂窝孔阵列(开孔率 42%),实测如表 7 可使笔记本底部温度降低 8.2℃(室温 25℃工况)。

Table 7. Test of cooling effect of heat dissipation system (Room temperature 25℃)

表 7. 散热系统降温效果测试(室温 25℃)

测试项目	无蜂窝孔平台	Φ4 mm 蜂窝孔(开孔率 42%)	温度差值
笔记本底部中心点温度	56.5℃	48.3℃	8.2℃ ↓
散热孔出风温度	33.5℃	33.5℃	5.2℃ ↓
热成像平均热流密度	2.4 W/cm ²	1.8 W/cm ²	25.0% ↓

3.2. 功能集成设计

- 创新性地将存储模块与支架结合：
- 1) USB3.0 接口构造：模块尺寸为 $36 \times 10 \times 4 \text{ mm}$ ，我们选用了 304 不锈钢来制作弹簧卡扣结构，这种材料的屈服强度能达到 205 MPa，既保证了耐用性，又确保了反复插拔时的稳定性。
 - 2) 定位精准度：通过三坐标测量仪检测，U 盘插拔操作的重复定位误差小于 0.1 mm。
 - 3) 防脱落设计：内置 5 N 磁力吸附部件，经 5~500 Hz 振动测试，可保证 U 盘在震动环境下稳固不脱落(表 8)。

Table 8. Vibration test scheme
表 8. 振动测试方案

测试阶段	频率范围	振动方式	加速度	持续时间	检测重点
低频段	5~50 Hz	正弦扫频	10 m/s ²	30 分钟	卡扣初始咬合稳定性
中频段	50~200 Hz	随机振动	20 m/s ²	1 小时	磁力吸附抗共振能力
高频段	200~500 Hz	正弦定频	30 m/s ²	15 分钟	高频振动下接口形变情况

4. 多功能支架的设计过程

4.1. 定位系统电路设计

4.1.1. 设计任务要求

实现 ESP32 与 GNSS 定位模块 HT2828Z3G5L 之间的稳定通信，使 ESP32 能够获取 HT2828Z3G5L 的定位数据，并进行后续处理与传输[9]。

4.1.2. 单元电路设计

ESP32 与 HT2828Z3G5L 的电源电路设计需重点关注稳定性。ESP32 支持 USB 接口直供与外部 3.3V 电源两种供电方式[10]，为保证电源质量，在其电源输入引脚附近配置 100 nF 滤波电容，可有效滤除高频噪声干扰。HT2828Z3G5L 直接从 ESP32 的 3.3V 引脚取电，同样在电源引脚处部署滤波电容，以降低电源波动对芯片工作的影响。

通信电路：在电路板配置文件中，HT2828Z3G5L 与 ESP32 通过 UART 接口实现数据传输[11]。连接方式如下(参考表 9)：HT2828Z3G5L 的 TX 引脚接 ESP32 的 UART_RX 端(推荐 GPIO16)，RX 引脚接 ESP32 的 UART_TX 端(推荐 GPIO17)。通信参数配置为：波特率 9600 bps、8 位数据位、1 位停止位、无校验位且不启用硬件流控制。该引脚连接与参数配置可确保两设备以稳定速率、统一格式实现可靠异步串行通信。

Table 9. Connection table
表 9. 连线表

串口类型	串口号	数据位	波特率	停止位	流控制	校验位
UART	2	8	9600 bps	1	禁用	无

调试级别调整为仅显示错误信息，同时禁用交互式解释器。

天线电路：HT2828Z3G5L 模块需配置适配天线以保障卫星信号接收。实际安装时，应选用符合模块规格的天线并连接至模块天线接口，同时确保天线处于无遮挡环境，以优化卫星信号接收效果。

4.1.3. 最小系统解释

ESP32 最小系统由四大核心模块组成(如图 2): 芯片本体(如图 3)、晶振、复位电路及电源电路。晶振提供 40MHz 稳定时钟信号, 保障芯片内部模块同步工作; 复位电路支持手动按键触发与电压异常自动复位, 可将系统恢复初始状态(如图 4); 电源电路将 5 V 输入(USB 或外部电源)转换为 3.3 V 稳定电压, 配合滤波电容滤除噪声, 避免电压波动影响芯片运行。

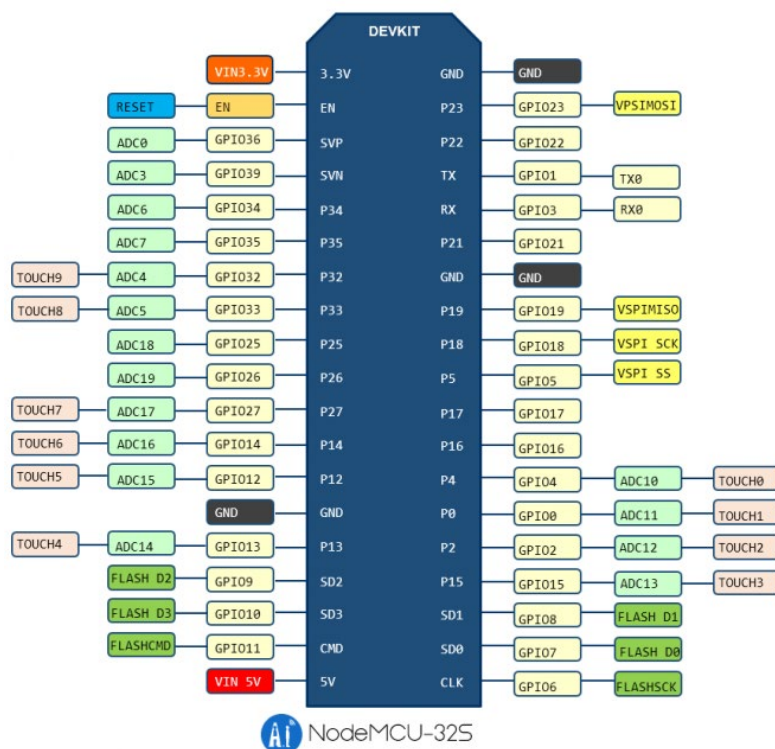


Figure 2. Pin diagram of Ai-Thinker ESP32-S

图 2. 安信可 ESP32-S 管脚图

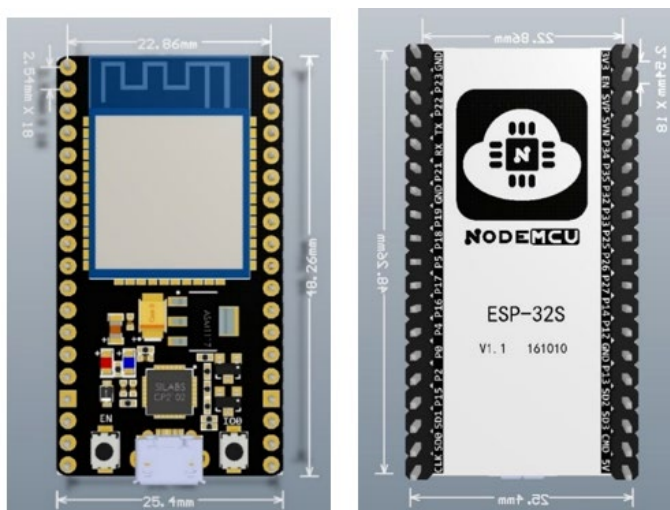


Figure 3. Front and back views of Ai-Thinker ESP32-S

图 3. 安信可 ESP32-S 正反面图

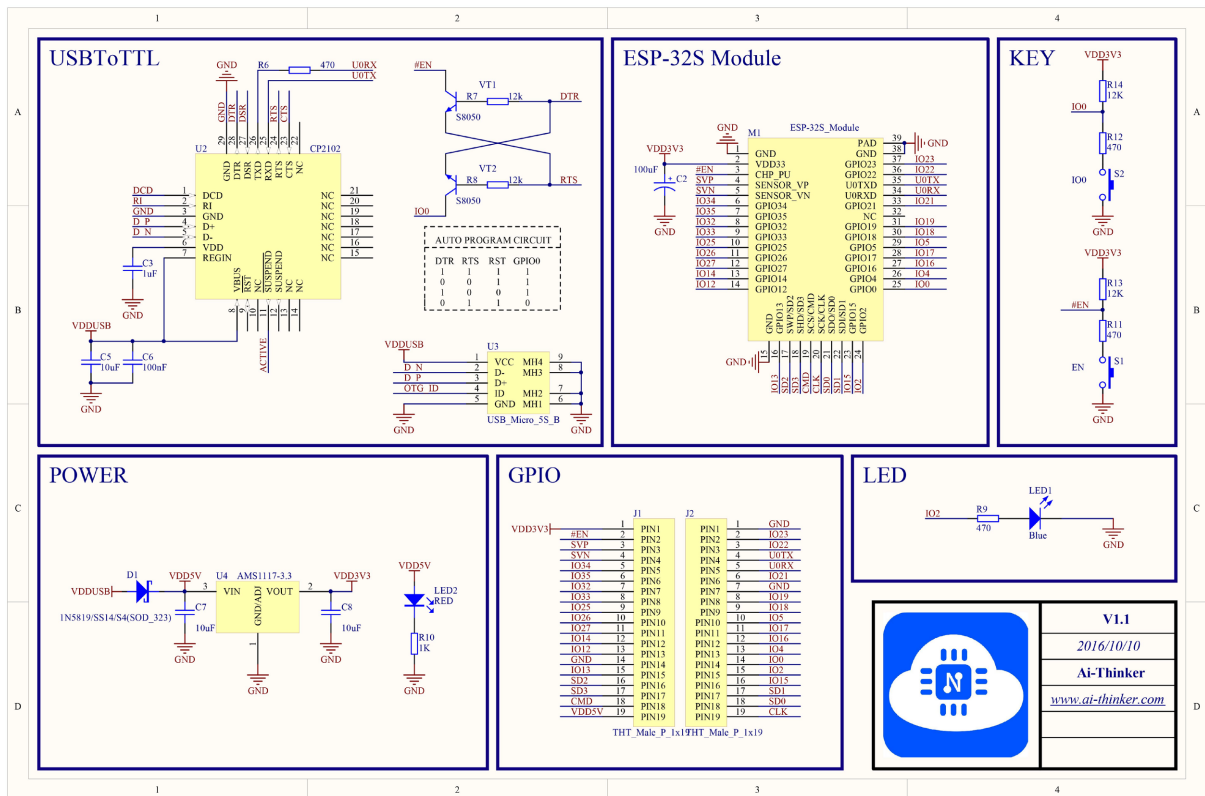


Figure 4. Schematic diagram of ESP32-S

图 4. ESP32-S 原理图

HT2828Z3G5L 最小系统：由 HT2828Z3G5L 芯片、天线和电源电路组成。天线负责接收卫星信号，它的质量好坏直接关系到定位模块接收卫星信号的强弱。选择匹配的天线，能够大幅提升信号接收效率。电源电路则为 HT2828Z3G5L 芯片供应稳定电压，确保芯片稳定工作，从而实现卫星信号的处理与计算[12]。

4.1.4. ESP32 与 GNSS 定位模块连接

硬件连接如图 5 所示。

Table 10. Serial port configuration table

表 10. 串口配置表

模块	引脚	连接对象	备注
esp32	3.3V	HT2828Z3G5LVCC	供电连接
esp32	GND	HT2828Z3G5LGND	接地，保证电位参考一致
esp32	16 (UART_RX)	HT2828Z3G5LTX	UART 通信，接收定位数据
esp32	17 (UART_TX)	HT2828Z3G5LRX	UART 通信，发送控制指令
HT2828Z3G5L	天线接口	匹配天线	接收卫星信号

1) 确定引脚：先明确 ESP32 和 GNSS 定位模块的引脚功能(参考表 10)。ESP32 一般有多个通用输入输出引脚(GPIO)，以及串口引脚(UART)等。GNSS 模块通常有电源引脚、接地引脚、数据发送引脚(TX)和数据接收引脚(RX)等。

2) 连接电源：将 GNSS 模块的电源引脚连接到 ESP32 的合适电源输出引脚或外部电源，确保提供稳

定的电压，一般为 3.3 V 或 5 V，具体依模块要求而定，同时连接接地引脚。

3) 连接串口：把 GNSS 模块的 TX 引脚连接到 ESP32 的 RX 引脚，将 GNSS 模块的 RX 引脚连接到 ESP32 的 TX 引脚，这样二者就能通过串口进行数据通信(如图 5 所示)。

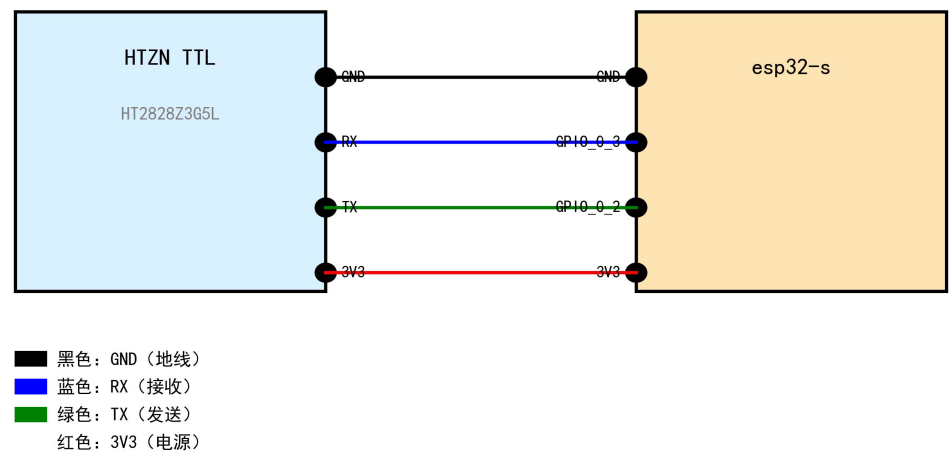


Figure 5. Connection diagram of positioning module
图 5. 定位模块连接图

4.1.5. 云平台接入

1) 云端设备创建

在物联网平台创建设备及其属性(物模型)。

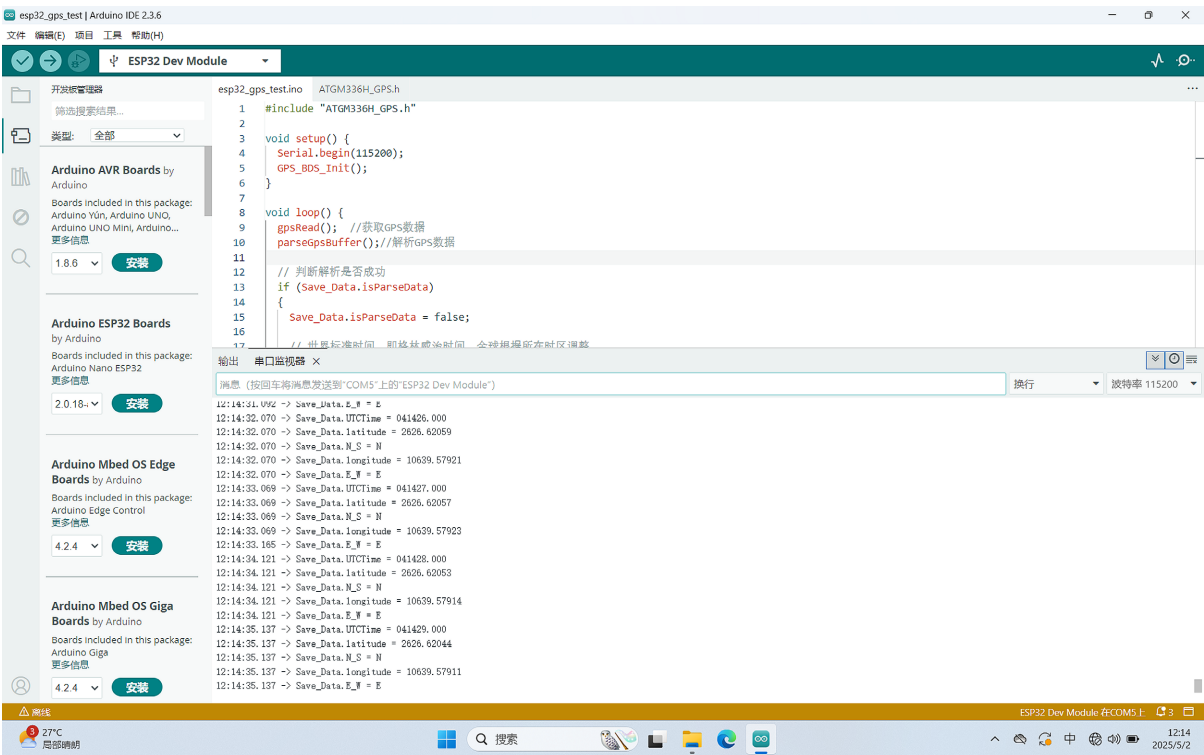


Figure 6. Positioning diagram of ESP32 system
图 6. ESP32 系统定位图

2) 设备端开发和数据上云

获取定位数据(GNSS 技术定位)与上一步骤创建的云端设备绑定, 及定位数据上传至云端。

3) WEB 应用开发

IoTStudio 实现 Web 应用(如图 6 所示)实现地理位置显示。

4.2. 外形部分

4.2.1. 设计准备阶段

通过市场现有支架产品的形态分析, 建立基础模型库, 确定基本形状; 基于人机工程学原理进行功能组件布局优化, 根据各零件的尺寸及产品的安装环境, 在基本形状的基础上进行调整, 确定最优外形尺寸组合[13]。

4.2.2. 3D 打印模型的建立

采用模块化设计理念, 将系统划分为底座、主/辅支撑臂、U 盘接口及铰链机构四大模块。设计初期调研三款主流支架产品, 经结构特点分析后选定折叠式方案, 在功能性、便携性与加工难度间达成良好平衡。运用 SolidWorks 完成三维建模后, 设计团队对初版模型开展全面评审, 重点评估功能可行性与外观合理性。通过多轮虚拟仿真测试, 发现铰链转动角度、支撑臂强度等需优化问题, 经迭代改进后确定最终模型方案。

其具体设计过程如下:

(1) 概念设计阶段: 按三维草图将系统拆解为底座、主/辅支撑臂、U 盘、铰链机构四大核心组件。重点界定底座与支撑臂的尺寸比例、铰链旋转角度范围及安全圆角半径, 提前确定布局模型与各部件基准坐标、自由度约束。

(2) 详细设计与建模: 基于 SolidWorks 构建三维模型, 明确部件尺寸及装配方式。底座加工流程如下: 先经两次拉伸成型(5 mm + 10 mm), 框架采用旋转切除工艺开设均布的 5 mm 直径 × 5 mm 深信号灯孔; U 盘舱位按 120 mm × 60 mm × 15 mm 尺寸切出腔体, 所有边角倒 1.5 mm 圆角, 最终生成 U 盘存储舱(如图 7 所示)。

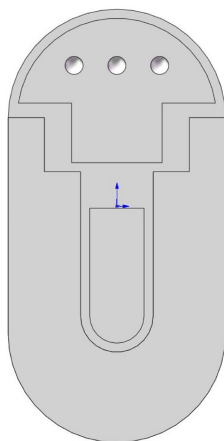


Figure 7. Base design drawing

图 7. 底座设计图

(3) 支撑臂设计

借助 SolidWorks “智能尺寸”与“几何关系”工具, 建立主/辅支撑臂的对称与共线约束, 实现尺寸

参数化驱动；通过一次拉伸成形 10 mm 高度主体框架，再经拉伸切除确定旋转角度范围及铰链安装槽，边缘倒 R2.0 mm 圆角。硅胶槽深 1 mm，预留 0.5 mm 热膨胀补偿间隙。

(4) 多组件装配

采用双重复合约束机制：通过“同轴心”“重合面”完成底座与支撑臂的几何定位；利用“高级配合-角度限制”约束铰链模块转动范围为 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 。

(5) 多功能支架多视图

生成底座、铰链等零件 1:1 比例三视图(如图 8)，标注关键尺寸完成多视图表达。

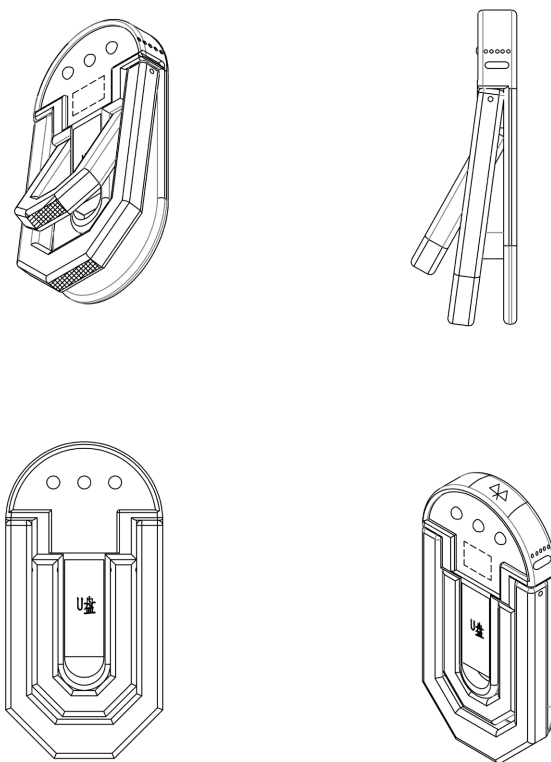


Figure 8. Multiview of the multifunctional bracket
图 8. 多功能支架多视图

(6) 电脑及手机装配图(如图 9 所示)

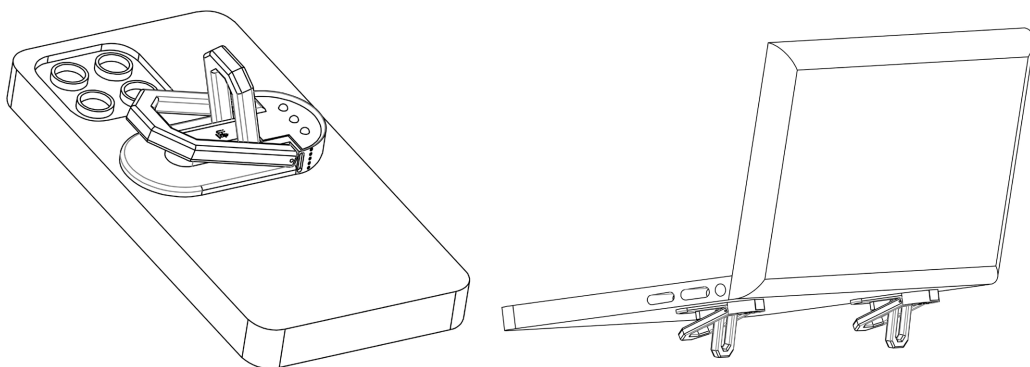


Figure 9. Assembly diagram of computer and mobile phone
图 9. 电脑及手机装配图

5. 结语

这款多功能支架的设计理念，是基于对传统支架在功能和使用体验上的深入研究与分析。它不仅仅是一件简单的支撑设备，更是一款集合了现代科技与传统美学的创新产品。该支架采用了先进的蓝牙定位技术，这是其区别于传统支架的显著特征[14]。用户只需进行简单的设备配对，就能让手机或平板电脑通过蓝牙，连接到支架上，不用担心设备丢失。

我们在支架中心特别设计了一个 U 盘专用凹槽，这个看似简单的设计在实际使用中特别方便。凹槽的尺寸经过反复测试，刚好能稳固地卡住标准 U 盘，既不会太紧难以插拔，也不会太松导致脱落。U 盘就固定在这个专属位置，需要传输数据时随手就能插拔。这使得它的实用性很强，大大提高了人们日常使用的效率，也让操作变得更加舒适[15]。

这项设计打破了传统支架设计的局限性，展现了我们对于市场需求的精准把握以及对未来行业发展的前瞻性思考[16]。我们相信这样的创新探索，势必能够为后续的设计者提供参考，引领多功能设备开发领域不断进步。

基金项目

贵州大学大学生创新创业训练计划项目《多功能电脑支架设计制作与应用研究》(项目编号: gzuxc2024049)。

参考文献

- [1] Chinoy, E.D., Duffy, J.F. and Czeisler, C.A. (2018) Unrestricted Evening Use of Light-Emitting Tablet Computers Delays Self-Selected Bedtime and Disrupts Circadian Timing and Alertness. *Physiological Reports*, **6**, e13692. <https://doi.org/10.14814/phy2.13692>
- [2] 景梦园, 郑若水. 大学生颈椎曲度与电子产品使用时间的相关性研究[J]. 现代医用影像学, 2018, 27(3): 772-774.
- [3] 宋印东, 姚寿广, 陈静. 某型号笔记本计算机散热分析[J]. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2012, 26(4): 361-365.
- [4] Puppi, D., et al. (2017) Design and Fabrication of Novel Polymeric Biodegradable Stents for Small Caliber Blood Vessels by Computer-Aided Wet-Spinning. *Biomedical Materials*, **12**, Article ID: 035011.
- [5] 姜昕昕. 新型手机支架发展趋势[J]. 智库时代, 2017(7): 94.
- [6] 温米琴, 马彩英. 俯卧位可调式面颈保护支架装置的设计制作及应用[J]. 当代护士(上旬刊), 2017(9): 131-132.
- [7] Wang, H., Wang, L. and Zhang, X. (2020) Research and Design of Integrated System of Headphone Amplifier Based on Bluetooth Technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **719**, Article ID: 012081. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/719/1/012081>
- [8] 于洪玉. 基于有限元分析的平板电脑支架设计[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福州大学, 2017.
- [9] 李小军. DXH-13.2/5 便携式本质安全型电源[J]. 工矿自动化, 2010, 36(3): 19-21.
- [10] 邓焯伟. 单片机软件模拟 UART 半双工通信的设计[J]. 电子制作, 2018(11): 49-51.
- [11] 龚文浩, 孙国良, 黄智刚. 基于 AD9361 的伪卫星信号发射器设计[J]. 现代导航, 2018, 9(1): 18-23.
- [12] 怀 洋, 邵琼玲, 路振民. 北斗/GPS 混合定位模块 UM220 应用研究[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(3): 76-79.
- [13] 文全兴. 多功能支架复杂分型面的构建[J]. 模具工业, 2009, 35(2): 60-63.
- [14] 陈喆, 毕龙, 姬权磊, 等. 新型便携式外固定支架与传统外固定支架应用实验对照研究[J]. 陕西医学杂志, 2018, 47(6): 690-692+697.
- [15] 李立甫, 李红亮, 古勇军. 基于智能手机的保密 U 盘设计与实现[J]. 电子技术应用, 2018, 44(6): 120-123+128.
- [16] 王爱军. 一种可折叠的数位板放置支架设计[J]. 太原师范学院学报(自然科学版), 2018, 17(4): 61-64.