



2019年中国技能大赛
——第三届全国智能制造应用技术技能大赛

无线电调试工
(智能飞行器数字化设计与制造)
职工组 (含教师) / 学生组

实操题
(样题)

全国组委会技术工作委员会
2019年9月

重要说明

1. 比赛时间300分钟，180分钟后，选手可以弃赛，但不可提前离开赛位场地，需要在赛位指定位置，与比赛设备隔离。

2. 比赛共包括8个任务，总分100分，见表1。

表1：比赛任务及配分

| 序号 | 名称 | 配分 | 说明 |
|----|----------------|-----|----|
| 1 | 任务1：电池电机的选型设计 | 6 | |
| 2 | 任务2：关键零件的数字化设计 | 10 | |
| 3 | 任务3：抓取机构的设计 | 12 | |
| 4 | 任务4：零件的数控加工 | 13 | |
| 5 | 任务5：抓取机构的3D打印 | 10 | |
| 6 | 任务6：飞行器的数字化装配 | 19 | |
| 7 | 任务7：飞行器调试 | 13 | |
| 8 | 任务8：飞行器的飞行验证 | 17 | |
| | 合计 | 100 | |

3. 大赛提供FDM和光固化3D打印机各一台，选手可以根据打印的特点和打印的工作量自行选择。

4. 比赛采用过程评判，评判的节点在任务中有提示，完成相应的任务后请示意裁判进行评判，各任务裁判只验收1次。只限制各任务评判顺序，并不限制各任务完成顺序，选手在实际比赛过程中要根据自身实际情况进行操作。

5. 比赛场地分两部分，任务1到任务7在智能飞行器数字化设计与制造区比赛，任务8在智能飞行器竞技飞行区进行，前面7个比赛任务不能在飞行区进行。

6. 任务8中照片拍摄由裁判负责完成。
7. 比赛过程中，若发生危及设备或人身安全事故，立即停止比赛，将取消其参赛资格。
8. 3D打印后处理必须在后处理区域完成，严禁移动至其他区域，严禁烟火。
9. 参赛选手在竞赛过程中，严禁携带任何通讯设备、存储设备及技术资料，不得使用自带的U盘，如有发现，立即取消参赛资格。
10. 选手不得擅自离开自己工位、与其他选手交流或大声喧哗，影响赛场秩序，如有发生，立即取消参赛资格。
11. 选手必须及时保存自己的文档及材料，防止意外断电及其他情况造成的资料丢失。如有意外断电，选手自己碰掉插座、开关等，不给补时。
12. 选手必须认真填写各类文档，竞赛完成后，所有文档按页码排序整理，上交，任何物品不得带离赛场。
13. 比赛中除各任务要求上传PDM系统中外，需要在电脑中备份，选手需在计算机指定文件夹E:\2019QZ4\中对应文件夹（例如1DS01, 1为第一场次；DS01为赛位01号；各具体任务在其底下再建文件夹，1RW01, 1为任务1, 01为工位号）。
14. 选手请按操作规程安全规范操作，离场前请清理现场；现场清理计入职业规范分。

一、竞赛任务书

本竞赛是智能制造大赛的一部分，要求在赛项三模具中加工出的一个连接零件应用到本赛项的智能飞行器中。

具体任务场景是这样，某公司经过市场调研与论证，决定立项开发一款应用于物流的智能飞行器。要求结合赛项三提供的连接件、公司智能飞行器产品库，选配合适的电机、螺旋桨、电池；设计智能飞行器的电机座、并进行编程、数控加工；根据货物尺寸设计抓取机构，使用 3D 打印机完成抓取机构零件的打印；利用选配出来的零配件和加工出来的电机座、抓取机构进行智能飞行器装配调试，使用调试软件对飞控模块进行检测、设置与调参；最后选手利用装配调试好的智能飞行器，完成货物的定点搬运。

具体工作任务如下：

第一阶段：智能飞行器数字化设计

（一）任务 1：电池、电机的选型设计

任务描述：利用大赛提供的电池、电机综合测试平台，从 8 块电池芯中选择 6 块相同的电池芯，并进行组装。测试电机参数，测试报告上传到 PDM 系统指定路径下。

1. 测试电机

利用大赛提供的电池、电机综合测试平台，对电机进行测试；

- （1）测试电机工作电压、工作电流、电机磁极数、最高转速；
- （2）计算电机的 KV 值；
- （3）填写纸质电机检测报告；
- （4）上传到 PDM 指定的文件夹中。

表 2: 电机检测报告

| 序号 | 编号 | 工作电压 (V) | 工作电流 (A) | 磁极数 | 转速 | KV 值 | 备注 |
|----|----|----------|----------|-----|----|------|----|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

2. 测试电池

- (1) 测试动力电池的初始内阻、循环次数、电池容量;
- (2) 选出匹配的电池芯;
- (3) 完成电池组装, 检查并充电;
- (4) 填写纸质电池检查报告;
- (5) 上传到 PDM 指定的文件夹中。

表 3: 电池检测报告

| 序号 | 编号 | 初始电压 (V) | 初始内阻 (Ω) | 循环次数 (pcs) | 电池容量 (Amh) | 备注 |
|----|----|----------|-------------------|------------|------------|----|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

上传 PDM “企业知识库-个人文件区” 中对应的文件夹内。

完成任务 1 中 1-2 后, 举牌示意裁判进行评判并签字确认

(二) 任务 2: 电机座的数字化设计

智能飞行器的铝合金电机座共 6 个,公司现在只有 5 个,要求根据任务 1 选择的电机尺寸、电机座的功能要求,充分考虑电机座的加工条件与装配配合要求,创新设计一个电机座;将设计的电机座三维模型、渲染图、工程图上传到 PDM 系统指定路径下。

1. 电机座创新设计

- (1) 测量电机安装配合尺寸;
- (2) 参考现场提供的 5 个铝合金电机座结构;
- (3) 完成电机座的创新结构设计;
- (4) 要求:结构可靠,强度足够,能满足电机安装功能,能方便安装到飞行器上,重量与其余 5 个机座相当,必须使用 5 轴加工。

2. 电机座三维数字建模

- (1) 根据大赛提供的三维软件,根据自己创新设计的电机座结构和尺寸,创建电机座三维数字模型;
- (2) 保存 1 份原文件;导出 1 份.STP 格式文档,保存到相应文件夹下。
- (3) 根据大赛提供的软件,对电机座三维模型进行渲染,使电机座具有真彩效果。
- (4) 出一张.jpg 格式的渲染图,保存到相应的文件夹下。

3. 电机座工程图制图

- (1) 根据制图国标,对三维软件制图功能进行国标功能定制;
- (2) 应用电机座三维模型,导出电机座二维工程图,视图布置符合国标;
- (3) 合理标注尺寸和公差;
- (4) 填写标题栏;
- (5) 完成后保存到相应的文件夹下。

完成任务 2 后，不提交裁判确认，等任务 4 完成后一起举牌提交裁判确认。任务 2 中的设计文档上传到 PDM 中。

(三) 任务 3: 抓取机构的数字化设计

任务描述：要求根据货物的尺寸飞行器的结构尺寸，设计抓取机构。大赛提供舵机及相应配件（详见附件 2）、无人机云台底板及脚架图（详见附件 3）。货物是 150mm*150mm*150mm 正方体，重量为 1.5KG 的物流箱。

1. 抓取机构的设计

- (1) 识读抓取机构的装配示意图；
- (2) 识读附件 2 舵机及相应配件图；
- (3) 识读附件 3 无人机云台底板及脚架图；
- (4) 观察物流箱，考虑抓取方案；
- (5) 设计抓取机构，结构合理，运动无干涉，能够实现抓取动作，质量要轻，3D 打印制作控制在 2 小时内。

2. 抓取机构的三维数字化建模

- (1) 根据完成的抓取机构设计方案，完成机构的三维数字模型；
- (2) 将三维数模原文件保存到相应文件夹下；
- (3) 将设计模型拆解成 3D 打印模型，3D 打印时间控制在 2 小时以内；
- (4) 将模型数据转化为 .stl 格式，保存到相应文件夹下。

3. 抓取机构的三维虚拟装配

- (1) 应用抓取机构的三维模型进行三维虚拟装配；
- (2) 保存虚拟装配到相应文件夹下；
- (3) 将装配模型另存为 .stp 格式。

4. 生成智能飞行器产品 BOM 表

应用 PDM 系统中的智能飞行器产品库，选配其他合适的零配件，在 PDM 中形成最终的产品 BOM 表，把 BOM 表输出到 EXCEL 格式文档，并把 EXCEL 格式 BOM 表上传到 PDM 系统指定路径下。

- (1) 抓取机构三维模型导入 PDM 对应位置中；
- (2) 在 PDM 系统中生成正确的产品 BOM；
- (3) 把产品 BOM 输出到 EXCEL 中。

完成任务 3 后，不提交裁判确认，等任务 5 完成后一起举牌提交裁判确认。完成任务 3 后，把任务 3 文件夹上传到 PDM 规定文件夹中。

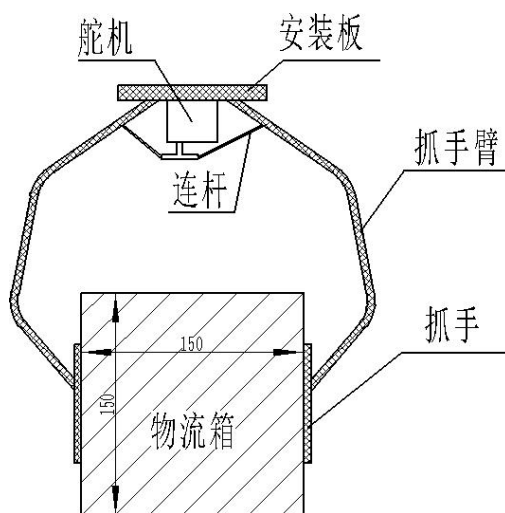


图 1 抓取机构示意图

第二阶段：智能飞行器数字化制造

(四) 任务 4：电机座的数控加工

任务描述：完成电机座的数控编程与加工。

1. 制定数控加工工艺

- (1) 在 PDM 中提取任务 2 完成的三维数字模型；
- (2) 根据大赛提供机床、毛坯及刀具，选择刀具，制定电机座

加工工艺；

- (3) 填写数控加工工艺过程卡；
- (4) 将工艺卡上传到PDM指定的文件夹中。

2. 操作数控机床完成电机座加工

(1) CAM软件编制数控加工轨迹，进行仿真验证，生成NC代码程序；

- (2) 操作数控机床进行电机座零件的加工；
- (3) 选手检测并记录加工零件正确性，
- (4) 将检测结果上传到PDM系统指定位置中。

完成任务4中1-2后，举牌示意裁判进行评判，连同任务2一起评判并签字确认。

表 4: 电机座加工工序卡

| 第三届全国智能制造应用技术技能大赛无线电调试工赛项 | | 数控加工工序卡片 | | 产品名称 | | 零件名称 | 材料 | 工位号 |
|---------------------------|------|----------|------------|---------------|----------------|-----------|----|-----|
| | | | | | | | | |
| 工步号 | 工步内容 | 刀具号 | 刀具规格 mm | 主轴转速 r/min | 进给速度 mm/min | 吃刀量 mm | 备注 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

表 5: 电机座检测报告

| 序号 | 项目名称 | 尺寸 | 备注 |
|----|--------|----|----|
| 1 | 套管安装尺寸 | | |
| 2 | 电机座键槽孔 | | |
| 3 | 穿线孔位 | | |

(五) 任务 5: 抓取机构的 3D打印

任务描述: 在PDM中提取任务3中设计的STL模型数据, 应用大赛提供的3D打印设备及切片软件, 完成模型的切片, 操作3D打印机完成制件的3D打印, 取出3D打印制件, 进行去除支撑和后处理。

1. 3D 打印切片处理

- (1) 在 PDM 中提取任务 3 中设计的抓取机构 STL 模型数据;
- (2) 合理选择 3D 打印机和切片软件;
- (3) 载入要打印抓取机构 STL 模型数据;
- (4) 合理摆放抓取机构模型位置;
- (5) 合理设计支撑;
- (6) 合理设置打印参数;
- (7) 进行切片处理, 保存到大赛指定文件夹下。

2. 操作 3D 打印机完成制件

- (1) 清理打印槽、矫正打印平台、装卸或添加打印耗材等打印机打印前调整;
- (2) 调入打印程序;
- (3) 执行打印程序进行打印制件;

3. 3D 打印后处理

- (1) 完成打印后，使用合适的工具取出打印件；
- (2) 去除支撑；
- (3) 应用酒精等清洗液清洗工件；
- (4) 放入固化箱进行固化后处理；
- (5) 取出工件进行打磨等后处理；

完成任务 5 中 1-3 后，举牌示意裁判进行评判，连同任务 3 一起评判并签字确认。

(六) 任务 6: 飞行器的数字化装配

利用大赛提供的螺旋桨测试平台及两套螺旋桨，进行测试，完成测试报告，选择更高效率的螺旋桨；同时利用数控加工的电机座、3D 打印的抓取机构、赛项三提供的连接配件、智能飞行器整机测控平台内的无人机配件进行智能飞行器的整机装配。2 名选手合作完成全部机械零件和飞行控制器等的装配、连线。

1. 螺旋桨测试

- (1) 利用比赛指定的智能飞行器部件检测装配调试平台，对大赛提供的两套螺旋桨进行参数测试，包括：螺旋桨的拉力、起始温度、负载温度、负载转速等，最终选定效率相同的桨；
- (2) 完成螺旋桨测试报告；
- (3) 将测试报告上传到 PDM 中指定的位置。

表 6: 螺旋桨测试报告

| 序号 | 编号 | 拉力 (Kg) | 起始温度 (° C) | 负载峰值温度 (° C) | 负载峰值转速 (转/min) | 备注 |
|----|----|------------|---------------|-----------------|-------------------|----|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

2. 智能飞行器整机装配

- (1) 智能飞行器机架结构的装配;
- (2) 主电源, 电子调速器及分电板连接;
- (3) 动力单元电机的安装以及连接线的整理;
- (4) 飞行控制器的安装与通信线路的正确连接;
- (5) 赛项三提供的模具配件的装配;
- (6) 应用载荷装置(抓手)的装配。

完成第二阶段任务6后, 举手示意裁判进行评判!

第三阶段: 智能飞行器数字化应用

(七) 任务 7: 飞行器调试

应用大赛提供的调试软件对飞控模块进行检测, 按要求完成智能飞行器的基本参数调试; 并进行遥控器解锁后的无桨试飞, 同时完成智能飞行器动力单元的检测。完成后再进行应用载荷装置的图形化编程以及机载计算机对飞行器的通讯和控制调试。通过 SDK 文档和图形化编程平台完成智能飞行器飞行验证任务的图形化搭建。

- (1) 利用大赛提供的智能飞行器调参软件进行基本参数调试;
- (2) 进行遥控器解锁, 确定电机转向, 无桨试飞;
- (3) 完成智能飞行器动力单元的检测;
- (4) 应用视觉相机参数的校准与标定;
- (5) 应用载荷装置的图形化编程;
- (6) 机载计算机对飞行器的通讯和控制的调试;

(7) 验证飞行任务的图形化搭建。

完成任务 7 后，举手示意裁判进行评判!

任务8：飞行器的飞行验证

利用调试好的智能飞行器，按照任务要求完成飞行器的手动基本飞行；按照任务书要求在物流应用场景下进行自主飞行运输任务的航线规划，包括定点起飞、起降抓取，自主飞行、精准避障、实现货物精准投递，完成飞行验证。

1. 手动基本飞行

(1) 除 GPS 模式状态下起飞，要求从起飞点垂直直线起飞（目测不能偏移出划定区域），在离地高度 3 米 ~ 4 米范围内悬停 10 秒；

(2) 悬停期间要求完成一个倒三角飞行动作；

(3) 最后降落在起飞点（起降点的中心圆区域），降落时飞机机身部位除桨叶外其他均不能压上黄色区域。

2. 自主飞行

规划自主飞行航线（路径随机抽取），机载计算机控制飞行器从起飞点起飞，前往抓取点并通过视觉辅助抓取物流箱，然后按规划路径进行货物的搬运，飞行过程中需要避开障碍区域并到达指定投放点进行精准投放，投放完毕后自主飞行到起飞点降落。

(1) 验证任务飞行线路规划与坐标测量；

(2) 并导入图形化编程系统，生成 Python 文件，再把 Python 文件导入机载计算机；

(3) 确保安全后示意安全员进行起飞前准备，得到裁判指令后起飞；

(4) 抓取货物，飞越障碍物，投放货物；

(5) 安全返航，精准降落。

完成任务8后，举手示意裁判进行评判！裁判记录每架飞机总飞行时间、成功越障个数、飞行航线和飞行过程中的稳定性、投放位置进行评分。

在任务8执行前选手需检查并确认飞机状态试飞后方可进行飞行操作。飞行过程中因为选手飞机出现不安全因素安全员直接接管飞行器控制权，出现坠机现象该任务为零分。

二、提交的成果与资料

所有文档资料要求上传到 PDM 系统指定路径下。提交的明细见下面表格。整个竞赛时长为 5 小时，包括数字化设计、数字化制造、数字化应用三个环节，共 8 个比赛任务，需要提交的成果如下：

表7：提交成果

| 序号 | 需提交的文件或作品 | 备注 |
|----|---|----|
| 1 | 电池测试报告（doc）、电机测试报告（doc） | |
| 2 | 电机座三维模型（stp）、渲染图（jpg） | |
| 3 | 抓取机构零件模型（stl）、装配模型（stp）、装配工程图(pdf)、装配渲染图（jpg）、产品 BOM 表（xls） | |
| 4 | 电机座加工工艺卡（doc） | |
| 5 | 加工的电机座、抓取机构打印件 | |
| 6 | 电机座尺寸检测报告（doc） | |
| 7 | 螺旋桨测试报告（doc） | |
| 8 | 完整飞行器：完成全部装配调试的智能飞行器（含抓取机构） | |

三、附录文件

附件1：赛场提供刀具清单

| 序号 | 名称 | 规格 |
|----|----------|--|
| 1 | 平底铣刀 | $\Phi 10 \times 30 \times 75$ |
| 2 | 平底铣刀 | $\Phi 8 \times 25 \times 75$ |
| 3 | 平底铣刀 | $\Phi 6 \times 20 \times 50$ |
| 4 | 平底铣刀 | $\Phi 4 \times 12 \times 50$ |
| 5 | 平底铣刀 | $\Phi 2 \times 8 \times D4 \times 50$ |
| 6 | 平底铣刀 | $\Phi 2 \times 20 \times D4 \times 50$ |
| 7 | 球头铣刀 | R2x8x50 |
| 8 | 45 度倒角铣刀 | $\Phi 6 \times 10 \times 50$ |
| 9 | 丝锥（铰杆自带） | M3 |

附件2：选手自带的仪器、工具等物品

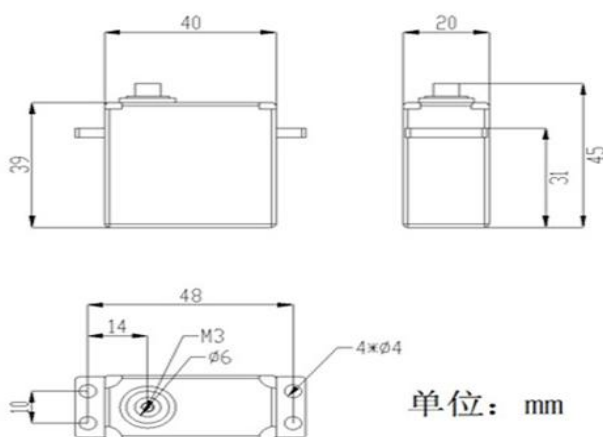
| 序号 | 名称 | 建议型号 | 数量 |
|----|-------|---------|----|
| 1 | 百分表 | 杠杆式 | 1 |
| 2 | 百分表表架 | 磁性 | 1 |
| 3 | 内六角扳手 | 7件套 | 1套 |
| 4 | 活动扳手 | 6吋 | 1把 |
| 5 | 十字螺丝刀 | 3×75 | 1把 |
| 6 | 十字螺丝刀 | 5×150 | 1把 |
| 7 | 一字螺丝刀 | 3×75 | 1把 |
| 8 | 一字螺丝刀 | 5×150 | 1把 |
| 9 | 锉刀 | 什锦锉 | 1套 |
| 10 | 砂纸 | 自定 | 若干 |
| 11 | 游标卡尺 | 0-150mm | 1把 |
| 12 | 外径千分尺 | 0-25mm | 1把 |
| 13 | | 25-50mm | 1把 |

| | | | |
|----|-----------|---------|----|
| 14 | 内径千分尺（两爪） | 5-30mm | 1把 |
| 15 | | 25-50mm | 1把 |

附件3：舵机及相关配件说明

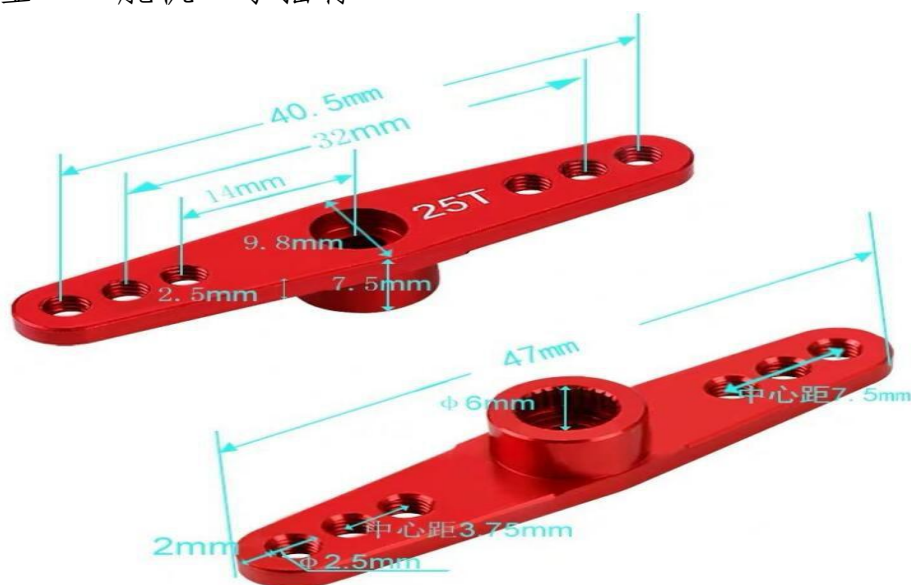
（1）舵机：提供 15-20Kg 可转角度 180-270 度舵机 3 中选择，具体参数如下：

| 基本参数 | |
|-------|----------------------|
| 产品名称： | 金属数字舵机 |
| 品 牌： | XXQY-15/15I/20 |
| 产品重量： | 60g |
| 产品尺寸： | 40.0mm*20.0mm*40.5mm |
| 转动速度： | 0.16sec/60度（6V） |
| 堵转扭矩： | 15-20Kg.cm(6.6V) |
| 舵机精度： | 0.24° |
| 齿轮齿数： | 25T |
| 齿轮类型： | 金属 |
| 工作电压： | 5-8.4V |
| 转动角度： | 180-270度（速度可调） |
| 控制方式： | PWM脉冲信号 |
| 脉冲范围： | 0.5ms-2.5ms |
| 控制周期： | 20ms |
| 空载电流： | 100mA |
| 产品线长： | 45cm |

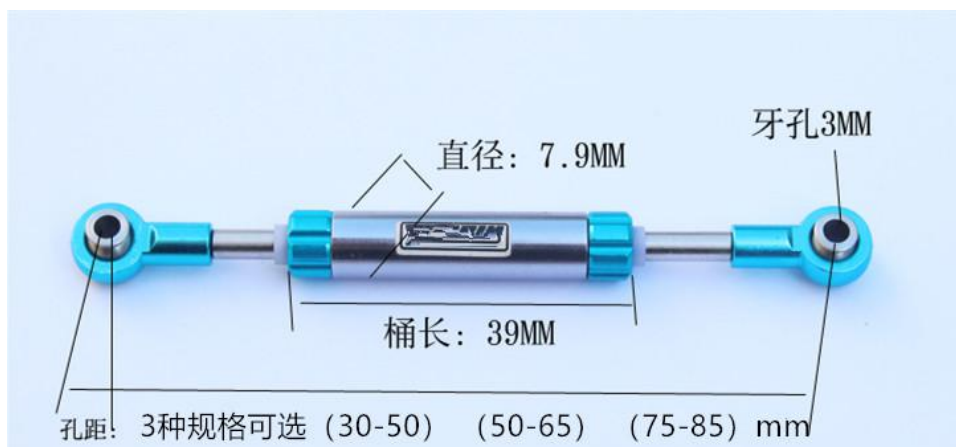


单位：mm

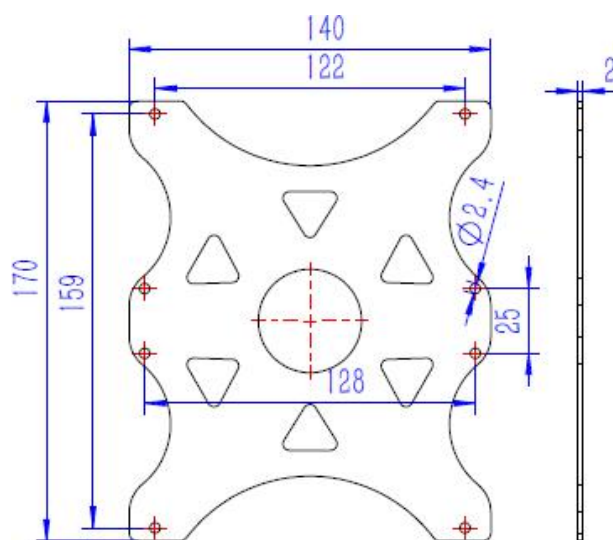
（2）提供配件如下：
铝合金 25T 舵机一字摇臂



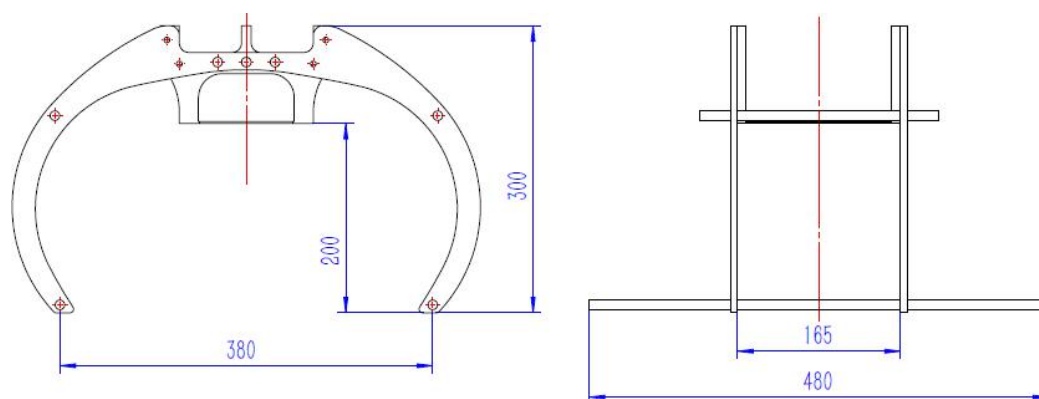
可调节舵机拉杆（三种规格）



附件4: 无人机云台底板及机架图



无人机云台底板示意图

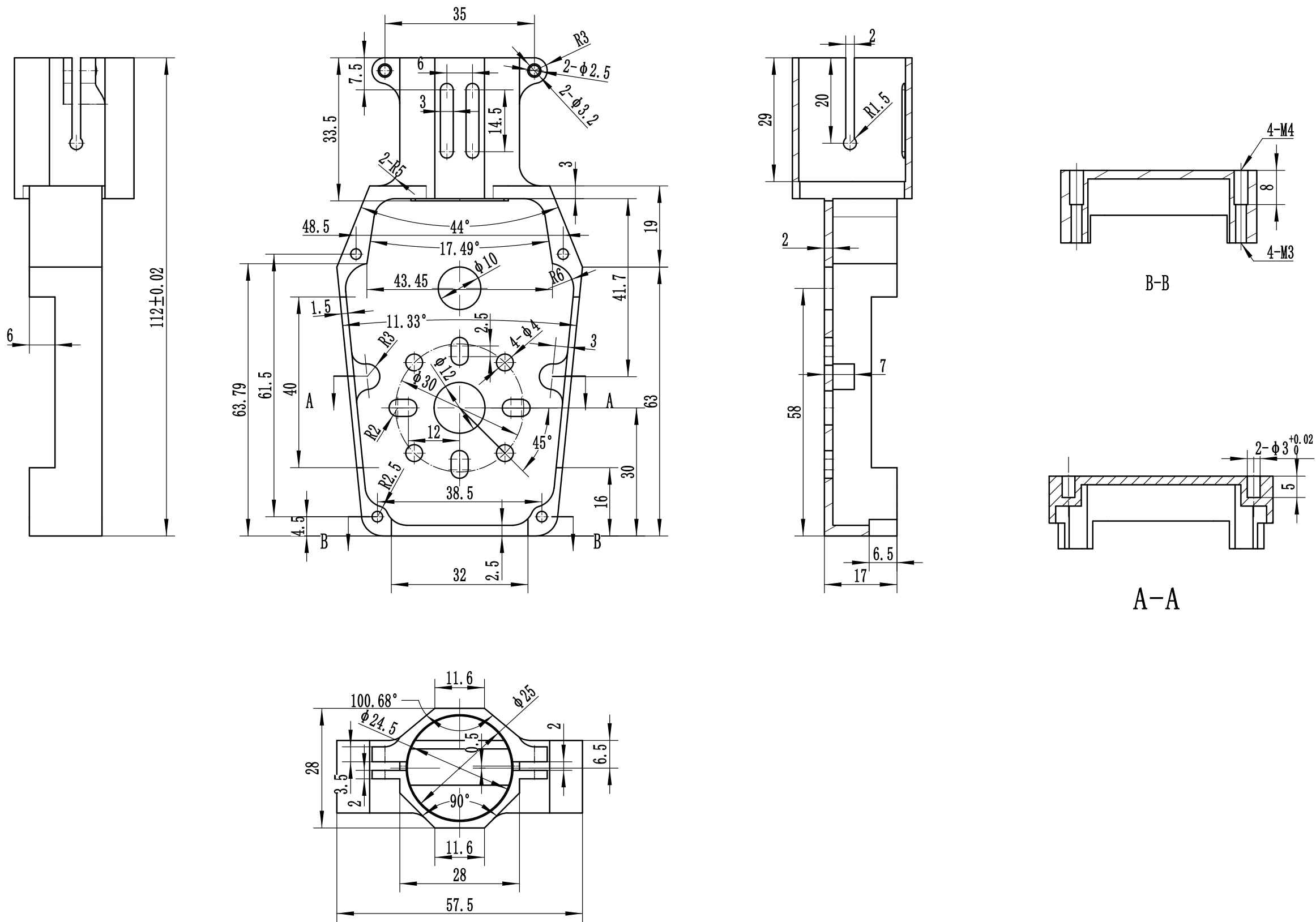


脚架示意图


附件5：

无线电调试工（智能飞行器数字化设计与制造）

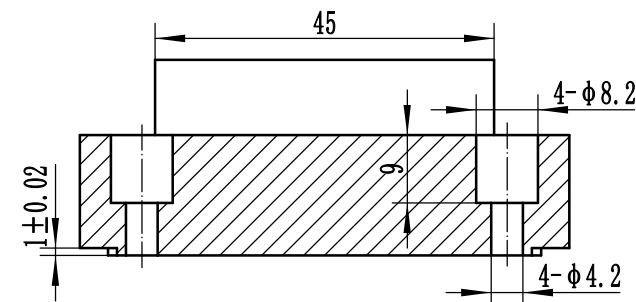
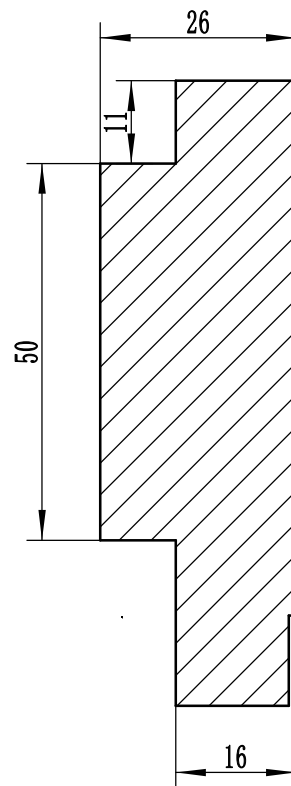
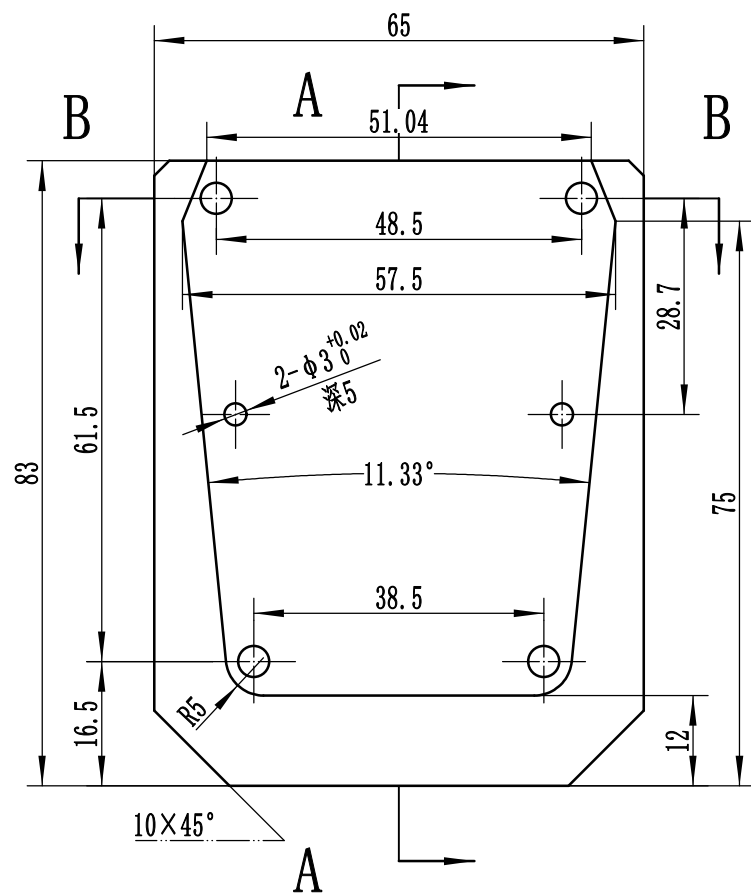
图纸



技术说明：
1. 尖棱倒钝 $0.2 \times 45^\circ$ ，未注倒角按C0.5

| | | | |
|---|--|-------|----------|
|  | | 比例 | 1:1 |
| | | 材料 | 2A12T4 |
| 姓名 | | 图号 | ZN-00-01 |
| 设备 | | 第 1 张 | 共 1 张 |
| 电机座 | | | |

其余: $\sqrt{3.2}$




B-B

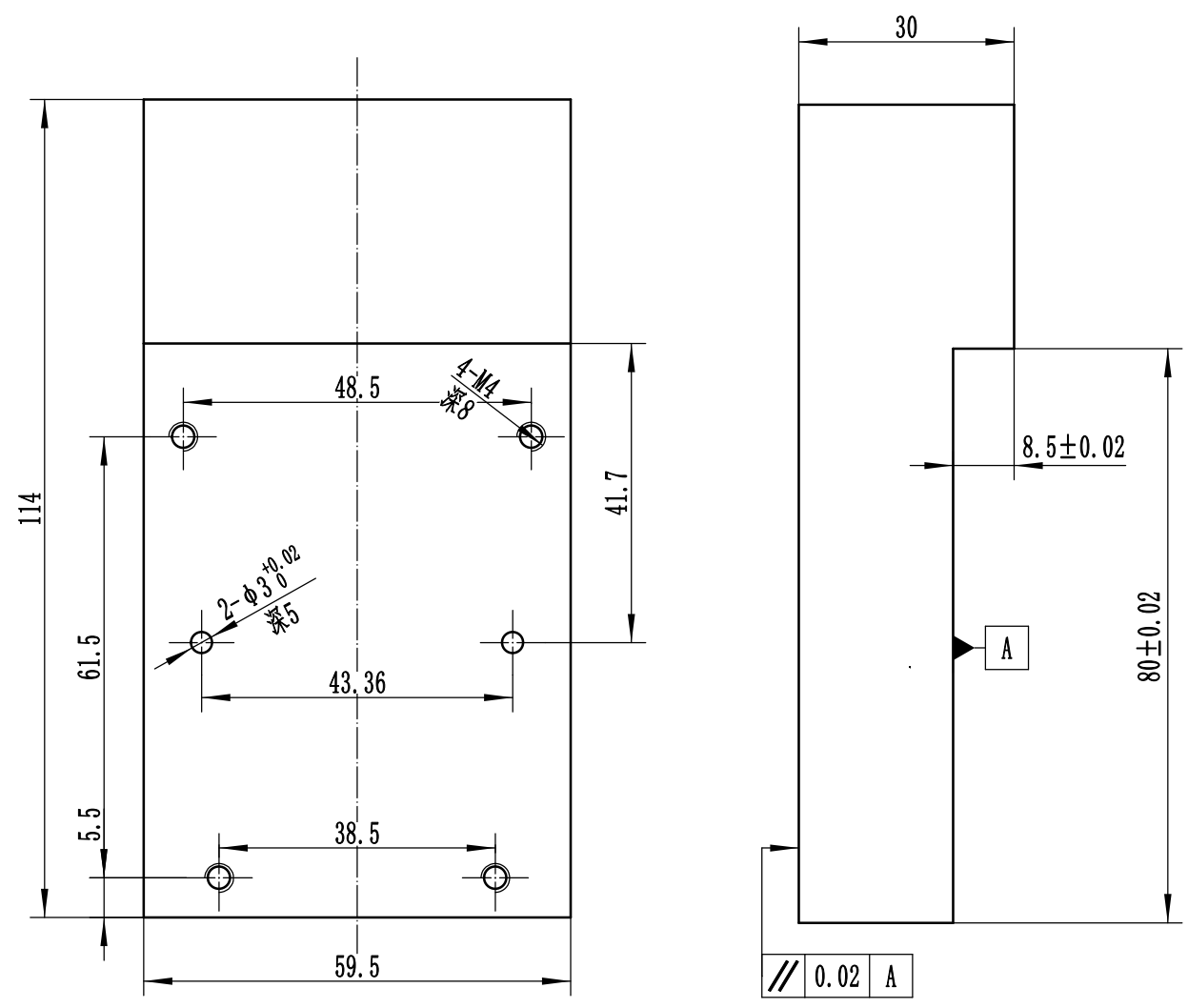
A-A

技术说明:

1. 尖棱倒钝 $0.2 \times 45^\circ$, 未注倒角为C1.
2. 此工装图只做参考。


| | | | | | |
|---|--|--------------------------------------|--|-------|--------|
|  | | 第三届全国智能制造应用技术技能大赛 智能飞行器数字化设计与制造赛项 | | 比例 | 1:1 |
| | | | | 材料 | 2A12T4 |
| 姓名 | | 图号 | | | |
| 设备 | | 工装图 | | 第 1 张 | 共 1 张 |

其余: $\sqrt{3.2}$



技术说明:

1. 尖棱倒钝0.2X45°, 未注倒角按C0.5
2. 相邻面互为垂直。

| | | | | | |
|---|--|--------------------------------------|--|-----|--------|
|  | | 第三届全国智能制造应用技术技能大赛 智能飞行器数字化设计与制造赛项 | | 比例 | 1:1 |
| | | | | 材料 | 2A12T4 |
| 姓名 | | 图号 | | | |
| 设备 | | 电机座毛坯 | | 第 张 | 共 张 |