西安职业技术学院
双高计划专业实训室建设（二）项目

供 货 合 同

项目编号：LZBA2026-609

合同编号：

买　　方：西安职业技术学院

卖　　方：陕西华兴通盛航空科技有限公司

2026 年 8 月

供货合同

一、供货合同格式

西安职业技术学院双高计划专业实训室建设（二）项目（采购包：）(项目编号：LZBA2026-609)，在西安市财政局政府采购管理处的监督管理下，由 西安职业技术学院 组织依法招标。 西安职业技术学院 (以下简称“买方”)确定 陕西华兴通盛航空科技有限公司 （以下简称“卖方”）为成交供应商，其规模为 小型企业 。

依据《中华人民共和国民法典》和《中华人民共和国政府采购法》等规定，买方通过依法采购接受了卖方以价格（大写）：人民币 玖拾捌万伍仟陆佰捌拾元整（￥985680）(以下简称“合同价”)提供的货物及配套服务、施工，买方经办人 李佳 ,联系电话 13519144064 ；卖方经办人 石振龙 ,联系电话 18700199617 。

本合同在此声明如下：

1、本合同中的词语和术语的含义与合同条款中定义的相同。

2、下述文件是本合同的一部分，并与本合同一起阅读和解释：

1）合同条款

2）合同条款附件

附件 1—货物清单（必须提供）

附件 2—质量保证承诺（必须提供）

附件 3—售后服务方案（必须提供）

附件 4—培训计划（若需培训，必须提供）

3）成交通知书

4）买方招标文件

5）卖方投标文件

3、考虑到买方将按照本合同向卖方支付货款，卖方在此保证全部按照合同的规定向买方提供货物和服务，并修补缺陷。

4、考虑到卖方提供的货物和服务并修补缺陷，买方在此保证按照合同规定时间和方式向卖方支付合同价或其他按合同规定应支付的金额。

5、付款方式：

5.1 合同签订后，待货物送达采购方指定地点后，达到付款条件起 10 个工作日内，支付合同总金额的 40.0%，人民币：394272 元；

5.2 安装调试完成且验收合格后无任何质量问题，卖方持《验收合格单》原件及全额发票在买方处办理货款支付手续，买方收到乙方提供的合格增值税发票后 10 个工作日内向乙方支付剩余全部货款。

6、交货期：自合同签订后 25 个日历日。

交货地点：西安职业技术学院指定地点

7、本合同壹式柒份，其中，买方伍份，卖方壹份，代理机构壹份每份均具有同等法律效力。

8、本合同由买卖双方法定代表人/授权代表共同签字并加盖公章/合同专用章之日起生效。

（此页无正文）

买方名称：西安职业技术学院

地址：西安市雁塔区鱼斗路 251 号

法定代表人/授权代表签章：

盖章：

2026 年 8 月 1 日

卖方名称：陕西华兴通盛航空科技有限公司

地址：陕西省西咸新区沣西新城西部云谷一期 E3 楼 4 层 412 室

电话：17392765583

开户银行：中国建设银行股份有限公司西安天台路支行

账号：61050110962900001580

法定代表人/授权代表签字：

盖章：

2026 年 8 月 1 日

二、合同条款

1、定义

本合同下列术语应解释为：

1-1、“合同”系指买卖双方及鉴证方签署的、合同格式中载明的买卖双方所达成的协议，包括所有的附件、附录和招、投标文件所提到的构成合同的所有文件。

1-2、“合同价”系指根据本合同规定卖方在正确地完全履行合同义务后买方应支付给卖方的价款。

1-3、“货物”系指卖方根据本合同规定须向买方提供的一切产品、部件或其它材料。

1-4、“配套服务”系指根据本合同规定卖方承担与供货有关的辅助服务如运输、保险以及其它的伴随服务，例如调试、提供技术援助、培训和合同中规定卖方应承担的其它义务。

1-5、“配套施工”系指根据本合同规定卖方承担与供货有关的辅助施工，例如布线、装饰装修、修缮和合同中规定卖方应承担的其它义务。

1-6、“项目现场”系指本合同项下货物安装、运行的场地。

1-7、“合同条款”系指本合同条款。

1-8、“买方”是指购买货物及配套服务的单位即西安职业技术学院。

1-9、“卖方”是指提供本合同内的货物及配套服务的公司或其它实体即陕西华兴通盛航空科技有限公司。

1-10、“天”指日历天数。

2、使用合同文件和资料

2-1、没有买方事先书面同意，卖方不得将买方或代表买方提供的有关合同或任何合同条文、规格、计划、图纸、模型、资料提供给与履行本合同无关的任何其他人，即使向与履行本合同有关的人员提供，也应注意保密并限于履行合同必须的范围。

2-2、没有买方事先书面同意，除了履行本合同之外，卖方不应使用合同条款第2-1条所列举的任何文件和资料。

2-3、除了合同本身以外，合同条款第2-1条所列举的任何文件是买方的财产。

如果买方有要求，卖方在完成合同后应将这些文件及全部复制件还给买方。

3、专利权

卖方应保证,买方在使用该货物或货物的任何一部分,免受第三方提出的侵犯(其专利权)、商标权、著作权或其它知识产权的起诉。

4、技术规格

本合同下交付的产品必须等同或优于本项目招标文件《技术规格与要求》所述的标准。若卖方在其投标文件中承诺的技术标准优于本项目招标文件《技术规格与要求》所述标准的，按投标文件的承诺执行。

5、检验和测试

5-1、买方或其代表应有权检验和测试货物及其部件，以确认所供货物是否符合合同规格的要求，并且不承担额外的费用。买方要求进行的检验和测试，以及在何处进行这些检验和测试，以书面形式通知卖方。检验标准和方法应包括但不限于以下内容：[/]。

5-2、检验和测试在买方指定的交货地点进行。

5-3、如果任何被检验或测试的货物或部件不能满足招标文件及合同的要求，买方可以拒绝接受该货物或部件,卖方应在收到买方通知后10个工作日内更换被拒绝的货物或部件，或者免费进行必要的修改以满足规格的要求。

5-4、在交货前，卖方应让制造商对货物及其部件的质量、规格、性能、数量和重量等进行详细而全面的检验，并出具一份证明符合合同规定的检验证书，检验证书是验收文件的一个组成部分，但不能作为有关质量、规格、性能、数量和重量的最终检验，制造商检验的结果和细节应附在质量检验证书后面。

5-5、如果在货物使用寿命期内，根据检验结果，发现货物的质量或规格与合同要求不符，或被证实有缺陷，包含潜在的缺陷或使用不合适的材料，买方应向卖方提出索赔。

6、包装及运输

6-1、卖方负责货物到达交货地点前的所有包装、运输、装卸及保险事项，相关费用应包括在合同价中。

6-2、卖方应提供货物运至合同规定的最终目的地所需要的包装，以防止货物在运转中损坏。这类包装应采取防漏、防晒、防腐蚀、防震动及防止其它损坏的必要保

护措施。卖方应承担由于其包装或其防护措施不妥而引起货物锈蚀、损坏和丢失的任何损失责任和费用。

6-3、货物的运输方式由卖方自行选择，但包装必须满足货物运输和装卸的要求，保证买方收到的是无任何损伤的货物。否则，因此造成的损失由卖方自行承担。

7、伴随服务

7-1、卖方必须在合同生效后三十 (30)天内向买方提交所供货物的技术文件（中文技术文件）包括但不限于：货物说明、图纸、操作手册、使用说明、维护手册和/或服务指南等。如卖方未能在规定时间内提供上述文件，买方有权要求卖方支付违约金，违约金金额为合同价的1%。

7-2、卖方应向买方提供下列所有服务，包括但不限于本项目招标文件“商务条款”与“技术规格与要求”中规定的附加服务（如果有的话）：

（1）实施或监督所供货物的现场组装和试运行，具体时间为合同生效后[25]天内；

（2）提供货物组装和维修所需的工具，具体时间为合同生效后[25]天内；

（3）为所供货物的每一适当的单台货物提供详细的操作和维护手册，具体时间为合同生效后[25]天内；

（4）在双方商定的一定期限内对所供货物实施运行进行监督、维护、修理，但前提条件是该服务并不能免除卖方在合同保证期内所承担的义务；

（5）卖方或制造厂在项目现场就所供货物的组装、试运行、运行、维护和修理、软硬件升级对买方人员进行培训。具体时间为合同生效后[25]天内。如卖方未能在规定时间内提供上述服务，买方有权要求卖方支付违约金，违约金金额为合同价的1%。

7-3、卖方应提供本项目招标文件“商务条款”和“技术规格与要求”中规定的所有服务。为履行要求的伴随服务的报价或双方商定的费用应包括在合同价中。

7-4、如果卖方或制造厂提供的伴随服务的费用未含在货物的合同价中，双方应事先就其达成协议，但其费用单价不应超过卖方向其他人提供类似服务所收取的现行市场价。

8、备品备件

8-1、卖方可能被要求提供下列与备品备件有关的材料、通知和资料：

（1）买方从卖方选购备品备件，但前提条件是该选择并不能免除卖方在合同保证

期内所承担的义务；

（2）在备品备件停止生产的情况下，卖方应至少提前60天书面事先将要停止生产的计划通知买方使买方有足够的时间采购所需的备品备件；

（3）在备品备件停止生产后，如果买方要求，卖方应免费向买方提供备品备件的蓝图、图纸和规格。如果卖方未能及时通知买方备品备件停止生产，或未能免费提供备品备件的蓝图、图纸和规格，卖方应承担由此给买方造成的全部损失。

8-2、卖方应按照本项目招标文件“商务条款”和“技术规格与要求”中的规定提供所需的备品备件。

9、质量保证

9-1、质量保证期为终验合格之日起 36 个月。

9-2、卖方应保证合同项下所供货物是合同规定厂家制造的、全新的、未使用过的，并完全符合合同规定的质量、规格和性能要求的合格货物。货物应符合【具体的国家标准、行业标准或企业标准】。卖方应保证其货物在正确安装、正常使用和保养条件下，在其使用寿命期内应具有满意的性能。在货物的质量保证期内，卖方对由于设计、工艺或材料等的缺陷而产生的故障负责。

9-3、根据检验结果或者在质量保证期内，如果货物的数量、质量或规格与合同不符，或证实货物是有缺陷的，包括潜在的缺陷，买方应尽快以书面形式向卖方提出所发现的缺陷。

9-4、卖方收到通知后应在招标文件规定的时间内以合理的速度免费维修或更换有缺陷的货物或部件。如卖方未能在规定时间内响应维修请求，买方有权要求卖方支付违约金，违约金金额为合同价的1%。

9-5、如果卖方收到通知后在招标文件规定的时间内没有及时修补缺陷，买方可提出索赔，并可采取必要的补救措施，但其风险和费用将由卖方承担，买方根据合同规定对卖方行使的其他权力不受影响。

10、索赔

10-1、如果卖方对偏差负有责任，而买方在安装、调试、验收和质量保证期内提出了索赔，卖方应按照买方同意的下列一种或几种方式结合起来解决索赔事宜：

（1）卖方同意退货并用合同规定的货币将货款退还给买方，并承担由此发生的一切损失和费用，包括利息、银行手续费、运费、保险费、检验费、仓储费、装卸费以

及为看管和保护退回货物所需的其它必要费用。

（2）根据货物的偏差情况、损坏程度、以及买方所遭受损失的金额，经买卖双方商定降低货物的价格。

（3）用符合合同规定的规格、质量和性能要求的新零件、部件和/或货物来更换有缺陷的部分和/或修补缺陷部分，卖方应承担一切费用和风险并负担买方蒙受的全部直接损失费用。同时，卖方应按合同条款第9-1条规定，相应延长所更换货物的质量保证期。

10-2、如果在买方发出索赔通知后三十（30）天内，卖方未作答复，上述索赔应视为已被卖方接受。如卖方未能在买方发出索赔通知后三十（30）天内或买方同意的延长期限内，按照买方同意的上述规定的任何一种方法解决索赔事宜，买方将从未付货款中扣回索赔金额。若索赔金额超过未付货款的，卖方必须用已收货款进行弥补。

11、变更指令

11-1、买方可以在任何时候书面向卖方发出指令，在本合同的一般范围内变更下述一项或几项：

（1）本合同项下提供的货物是专为买方制造时，变更图纸、设计或规格；

（2）运输或包装的方法；

（3）交货地点；

（4）卖方提供的服务。

11-2、如果上述变更使卖方履行合同义务的费用或时间增加或减少，将对合同价或交货时间或两者进行公平的调整，同时相应修改合同。卖方根据本条进行调整的要求必须在收到买方的变更指令后七（7）天内提出。

12、合同修改

除了合同条款第11条的情况，不应对合同条款进行任何变更或修改，除非双方同意并签订书面的合同修改书。

13、转让

未经买方事先书面同意，卖方不得部分转让或全部转让其应履行的合同义务。

14、卖方履约延误

14-1、卖方应按照本项目招标文件“商务条款”中规定的交货时间交货和提供服务。

14-2、在履行合同过程中，如果卖方遇到妨碍按时提供服务的情况时，应及时以书面形式将拖延的事实、可能拖延的时间和原因通知买方。买方在收到卖方通知后，应尽快对情况进行评价，并确定是否同意延长交货时间以及是否收取误期赔偿费。延期应通过修改合同的方式由双方认可。

14-3、除合同条款第19条规定的情况外,除非拖延是根据合同条款第14-2条的规定取得同意而不收取误期赔偿费之外，卖方延误交货，将按合同条款第16条的规定被收取误期赔偿费。

15、验收

15-1、项目验收分初验和终验：

初验：货物到达交货地点后，由使用单位（买方）根据合同对货物的名称、品牌、规格、型号、产地、数量在 3 个日历日进行检查。具体验收标准和方法包括但不限于：

1. 货物的外观无损坏，无明显瑕疵；

2. 货物的包装完整，无破损；

3. 货物的数量与合同约定相符；

4. 货物的品牌、规格、型号与合同约定相符；

5. 货物的产地与合同约定相符。检验机构【如有】为【具体检验机构名称】，检验方式为【抽样检验/逐一检验】，检验期限为【3】个日历日。

终验：所有货物安装完毕之日起 10 个日历日后，由采购人（买方）、使用单位进行验收，合格后签发《验收合格单》。具体验收标准和方法包括但不限于：

1. 货物的外观无损坏，无明显瑕疵；

2. 货物的功能符合合同及招标文件的要求；

3. 货物的性能指标达到合同及招标文件规定的标准；

4. 货物的安装、调试符合合同及招标文件的要求；

5.货物实现正常使用目的；

6. 货物的文档资料齐全，包括但不限于操作手册、维护手册、质量保证书等。检验机构为【如有，具体检验机构名称】，检验方式为【抽样检验/逐一检验】，检验期限为【7】个日历日。

15-2、验收不合格的成交供应商，必须在接到通知后7个日历日内确保货物通过验收。如接到通知后7个日历日内验收仍不合格，采购人（买方）可提出索赔或取消其供货合同。采购代理机构将把成交资格授予评审排序下一名的成交供应商，或终止合同。

15-3、验收依据

（1）合同文本及合同补充文件（条款）。

（2）产品的合法来源渠道证明文件。

（3）买方招标文件。

（4）成交供应商的投标文件。

（5）合同货物清单。

（6）生产厂家的企业资质、货物的执行标准。

16、误期赔偿费

除合同条款第19条规定的情况外，如果卖方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，买方应在不影响合同项下的其他补救措施的情况下，从合同价中扣除误期赔偿费。每延误一周的赔偿费按合同价的0.5%计收，直至交货或提供服务为止。误期赔偿费的最高限额为合同价格的百分之五（5%）。一旦达到误期赔偿费的最高限额，买方可考虑根据合同条款18条的规定终止合同。

17、违约终止合同

17-1、在买方对卖方违约而采取的任何补救措施不受影响的情况下，买方有权向卖方发出书面违约通知书，提出终止部分或全部合同：

（1）如果卖方未能在合同规定的期限内，即2026年9月30日前，或买方根据合同条款第14-2条的规定同意延长的期限内提供部分或全部货物；或误期赔偿费达到最高限额时，买方可以选择终止合同。

（2）如果卖方未能履行合同规定的其它任何义务，则应承担合同约定价20%的违约金。

（3）如果买方认为卖方在本合同的竞争和实施过程中有腐败和欺诈行为。为此目的，定义下述条件：

“腐败行为”是指提供、给予、接受或索取任何有价值的物品来影响买方在采购

过程或合同实施过程中的行为。

“欺诈行为”是指为了影响采购过程或合同实施过程而谎报或隐瞒事实，损害买方利益的行为。

17-2、如果买方根据上述第17-1条的规定，终止了全部或部分合同，买方可以依其认为适当的条件和方法购买与未交货物类似的货物或服务，卖方应承担买方因购买类似货物或服务而产生的额外支出。但是，卖方应继续执行合同中未终止的部分。

18、不可抗力

18-1、签约买卖双方任何一方由于不可抗力事件的影响而不能执行合同时，履行合同的期限应予延长，其延长的期限应相当于事件所影响的时间。不可抗力事件系指买卖双方在缔结合同时所不能预见的，并且它的发生及其后果是无法避免和无法克服的事件，诸如战争、严重火灾、洪水、台风、地震等。

18-2、受影响一方应在不可抗力事件发生后尽快用书面形式通知对方，并于不可抗力事件发生后十四（14）天内将有关当局出具的证明文件用特快专递或挂号信寄给对方审阅确认。一旦不可抗力事件的影响持续一百二十天（120）天以上，双方应通过友好协商在合理的时间内达成进一步履行合同的协议。

18-3、因合同一方迟延履行合同后发生不可抗力的，不能免除迟延履行方的相应责任。

19、因破产而终止合同

如果卖方破产或无清偿能力，买方可在任何时候以书面形式通知卖方，提出终止合同而不给卖方补偿。该合同的终止将不损害或影响买方已经采取或将要采取的任何行动或补救措施的权力。

20、因买方的便利而终止合同

20-1、买方可在任何时候出于自身的便利向卖方发出书面通知全部或部分终止合同，终止通知应明确该终止合同是出于买方的便利，并明确合同终止的程度，以及终止的生效日期。

20-2、对卖方收到终止通知后十（10）天内已完成并准备装运的货物，买方应按原合同价格和条款予以接收，对于剩下的货物，买方可：

（1）仅对部分货物按照原来的合同价格和条款予以接受；

（2）取消对所剩货物的采购，并按双方商定的金额向卖方支付部分完成的货物

和服务以及卖方以前已采购的材料和部件的费用。

21、争议的解决

因执行本合同发生的一切争议，双方应首先友好协商解决。经协商不能解决，应向买方所在地人民法院提起诉讼。因诉讼产生的诉讼费、律师费、保全费、保全担保费、鉴定费、评估费等费用均由违约方承担。在诉讼期间，除必须在诉讼过程中进行解决的问题外，合同其余部分应继续履行。

22、适用法律

本合同应按照中华人民共和国的现行法律进行解释。

23、通知

23-1、本合同一方给对方的通知应用书面形式送到合同专用条款中规定的对方的地址。传真要经书面确认。

23-2、通知以送到日期或通知书的生效日期为生效日期，两者中以晚的一个日期为准。

24、税款

24-1、按照中华人民共和国税法和有关部门的规定，买方需交纳的与本合同有关的一切税费均应由买方负担。

24-2、按照中华人民共和国税法和有关部门的规定，卖方需交纳的与本合同有关的一切税费均应由卖方负担。

25、合同生效

本合同由买卖双方法定代表人/授权代表及鉴证方共同签字并加盖公章/合同专用章之日起生效。

附件 1—货物清单

货币及单位:人民币/元

品目号	序号	货物名称		规格型号	品牌	产地	制造商名称	单价（元）	数量	总价
1-1	1	飞行器控制设计与应用系统（**核心产品**）	集群开发仿真平台	HX-FZPT	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	8000	19 套	152000
1-1			飞行控制板卡	TH-3	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	2900	19 套	55100
1-1			遥控器	ET10	天地飞	广东省深圳市	深圳市天地飞科技开发有限公司	400	19 套	7600
1-1			基于模型设计（飞控设计）课程（软件仿真部分）	HXTS-RJFZ	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	100	1 套	100
1-1			基于模型设计（飞控设计）课程（硬件仿真部分）	HXTS-YJFZ	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	100	1 套	100
1-1			基于模型设计（飞控设计）课程（真机实验部分）	HXTS-ZJSY	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	100	1 套	100
1-1			自动驾驶无人机开	SY-R01-SN	华兴通盛	陕西省	陕西华兴通盛航空	65000	1 套	65000

			发平台			西安市	科技有限公司			
1-1			激光无人车开发平台	SY-C01	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	25000	1套	25000
1-1			配套场景	HXTS-PTCJ	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	3000	1套	3000
1-1			附加场景	HXTS-FJCJ	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	1000	1套	1000
1-1			激光无人机开发平台备件库	SY-R01-SN-PJK	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	530	1套	530
1-1			电源管理模块	UP8	飞腾模型	广东省深圳市	深圳市飞腾模型科技有限公司	2000	1套	2000
1-1			扩展套装	HXTS-KZTZ	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	500	1套	500
1-1			无线路由器	BE 7200	TP-LINK	广东省深圳市	普联技术有限公司	1500	1套	1500
1-1	2	无人机虚拟仿真实训系统	行业应用多场景虚拟仿实训平台	HXTS-SXPT	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	11800	19套	224200
1-1			3D视觉交互终端	Neo 3-Enterprise	PICO	山东省青岛市	青岛小鸟看看科技有限公司	4300	19套	81700
1-1			实训电脑	E50H	联想	北京市	联想开天科技有限公司	7000	19台	133000

1-1	3	综合布线集成改造	教学显示终端	LED 显示屏	SN3112	希沃	广东省广州市	广州视睿电子科技有限公司	70000	1 套	70000
1-1				处理器	FCON600	希沃	广东省广州市	广州视睿电子科技有限公司	9000	1 套	9000
1-1				接收卡	N31-SW	希沃	广东省广州市	广州视睿电子科技有限公司	3000	1 套	3000
1-1				电源	定制	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	1000	1 套	1000
1-1				配电柜	定制	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	3000	1 套	3000
1-1				辅材	定制	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	3000	1 项	3000
1-1				钢结构	定制	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	2000	1 套	2000
1-1				讲桌	TSD07Y	希沃	广东省广州市	广州视睿电子科技有限公司	10000	1 套	10000
1-1				音响	SS30B	希沃	广东省广州市	广州视睿电子科技有限公司	6000	1 套	6000
1-1			教室用实训桌椅	多人拼接实训桌椅	900*6	萱迈	陕西省西安市	陕西萱迈家具有限公司	3700	6 套	22200
1-1				实训椅	340*240*450	萱迈	陕西省	陕西萱迈家具有限	100	36 套	3600

							西安市	公司			
1-1				教师椅	560*600*1000	萱迈	陕西省西安市	陕西萱迈家具有限公司	850	1套	850
1-1				实验桌	2400*1200*780	萱迈	陕西省西安市	陕西萱迈家具有限公司	3800	2套	7600
1-1				交换机	RG-S2910V2-48GT4XS-L	锐捷	福建省福州市仓山区	锐捷网络股份有限公司	4000	1套	4000
1-1			综合布线集成改造		定制	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	82000	1项	82000
1-1			文化墙		定制	华兴通盛	陕西省西安市	陕西华兴通盛航空科技有限公司	6000	1项	6000

交货期：自合同签订后 25 个日历日内

注：该项目招、投标文件为本合同的附件：详细技术参数详见该项目招、投标文件。

附件 2—质量保证承诺

我公司对所提供的货物及服务做出如下承诺：

1、保证设备包装符合防潮、防雨、防锈、防腐及防震要求，标识清晰无误，使物品安全、及时运抵现场。

2、优质、快捷的技术服务

为更好地保证设备的正常运行，及时解答用户提出的疑问，帮助用户解决问题，公司的售后中心，负责各地的维护和技术咨询等服务。售后中心由专职工程师负责随时为客户免费提供技术咨询服务。

3、定期巡检

公司组织每年对运行的设备巡检不少于两次。公司巡检工程技术人员为主，有设计人员参与。并听取用户维护人员反映的问题及建议。

4、质保期

质保期：合同项下所有设备保修期为终验合格后 36 个月保修期内(除天灾及人为损害外)部件、原件费用、出差费用均由供方承担。

5、建立用户档案，完善产品质量

公司售后中心除开展用户技术咨询服务外,还负责受理和收集用户投诉咨询信息，保证用户提出的问题和要求能得到及时处理，并对处理情况进行跟踪和验证。同时建立用户档案记录产品使用情况，为今后产品的质量改进提供依据。我们将不断努力，精益求精，为顾客提供最满意的服务。

附件 3—售后服务方案

3.1 售后服务承诺和服务内容

3.1.1 质保期内免费维修和零配件更换承诺

致：西安职业技术学院

贵方提供的无人机模拟仿真实训室项目招标文件和相关资料等全部内容收悉，我公司郑重承诺如下：

（1）质保期期限与适用范围：自设备验收合格之日起 3 年内，为本项目所有设备提供免费维修及零配件更换服务。具体覆盖设备包括飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统、3D 视觉交互终端、实训电脑、教学显示终端、教室用实训桌椅以及综合布线集成改造相关设备。

（2）免费维修服务内容：在质保期内，针对非人为损坏的设备故障，提供上门维修服务;对系统软件故障进行排查修复,对硬件部件故障进行检测与更换，同时对综合布线线路故障进行排查修复。

（3）免费零配件更换范围：包括但不限于飞行器控制板卡、3D 视觉交互终端显示屏、实训电脑国产芯片、教学显示终端 LED 模组、教室用实训桌椅五金配件以及综合布线网线及模块。

（4）维修响应与实施流程：接到故障申报后 1 小时内响应，一般性问题通过远程支持解决；需现场处理的问题，2 小时内上门维修，维修完成后 24 小时内跟踪设备运行状态，确保无遗留问题，并将维修记录存档备查。

（5）零配件更换保障措施：常用零配件已在西安本地仓库储备，特殊零配件可保证 72 小时内调配到位，且所有更换零配件均为原厂正品，更换后零配件质保期顺延。

（6）免责条款说明：对于因人为损坏或不可抗力因素导致的故障，不包含在本承诺范围内，但需用户提供非人为损坏的相关证明材料。

（7）服务监督与投诉渠道：设立专属服务监督电话，定期回访确认服务满意度，所有投诉将在 24 小时内处理并反馈结果。

3.1.2 质保期外有偿维修服务承诺

致：西安职业技术学院

贵方提供的无人机模拟仿真实训室（项目名称）招标文件和相关资料等全部内容收悉，我公司针对质保期外的有偿维修服务，郑重承诺如下：

（1）有偿维修服务覆盖范围

我公司提供的有偿维修服务将严格限定于质保期届满后的设备故障，涵盖实训室内的所有品类设备，包括但不限于飞行器硬件、模拟软件及相关配套设施。

（2）透明化收费机制

我们将公开所有服务项目的收费标准，并严格执行报价确认流程。在实际维修前，我公司将向贵方提供详细的服务报价单，确保无隐形收费，维护双方权益。

（3）原厂配件供给保障

对于需要更换的配件，我们保证使用原厂配件，确保与出厂标准一致。同时，我们在本地设有充足的库存，以快速响应维修需求。更换后的配件将享有 3 个月的质保服务。

（4）标准化维修响应流程

一旦收到报修请求，我们将立即登记并跟踪处理。远程技术支持将在 1 小时内响应，2 小时内抵达现场进行故障排查。维修完成后，我们将出具正式的维修报告，确保全流程透明可控。

（5）维修质量追溯机制

维修完成后，我们将对设备性能进行严格的核验，确保恢复至正常运行状态。同时，我们将对维修部件提供质保服务，并通过定期回访存档管理，确保维修效果长期稳定。

（6）专属增值服务选项

根据贵方需求，我们可提供设备升级咨询、批量维修优惠及年度维保套餐等定制化服务，助力贵校实训室的长期高效运营。

3.1.3 技术咨询及指导服务

3.1.3.1 技术咨询服务

1.咨询服务范围：我们将为贵方提供针对无人机模拟仿真实训室设备的硬件选型、软件功能及应用环境的专业咨询，确保客户准确理解设备特性与应用场景。

2.服务响应机制：在工作日 1 小时内对贵方的技术咨询进行响应，支持通过电话、邮件以及在线支持等方式进行沟通，并保证在收到问题后的 2 小时内给予专业答复。3.服务人员资质：安排具备丰富经验及专业技术背景的工程师或技术人员负责咨询服务，确保解答内容的专业性与权威性。

3.1.3.2 设备操作使用指导服务

（1）操作培训内容将涵盖飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统、3D 视觉交互终端等主要设备的操作流程、注意事项及常见问题处理方法，确保用户能够全面掌握设备的各项功能。

（2）提供现场培训与线上培训相结合的模式，包括但不限于理论讲解、实际操作演示及互动答疑环节，以满足不同用户的培训需求。

（3）为确保培训效果，我们将提供详尽的操作手册、视频教程及课件资料，确保用户能够独立掌握设备操作技能。

3.1.3.3 系统功能应用指导服务

（1）功能应用指南：针对无人机模拟仿真实训系统，我们将提供详尽的功能应用指导。具体包括但不限于集群开发仿真、基础飞行扩展训练、地理测绘功能、植保作业功能、运载物流功能及安防救援功能的实现步骤与应用场景分析。其中，支持不少于 6 种自由飞行航拍场景切换、不少于 11 种机型虚拟飞行及不低于 40 米航线直线飞行等详细操作流程。

（2）案例分享：结合实际教学需求，我们将提供典型应用场景案例分析，涵盖输电线路巡视、配网线路巡检、地理测绘及农业植保等领域，帮助用户深入理解系统的功能价值。

（3）技术支持保障：指定专业技术人员随时跟进用户在功能应用中的疑问，提供实时指导与解决方案。确保用户能够高效掌握并充分利用系统各项功能。

3.1.3.4 常见问题解决指导服务

（1）问题分类整理：我们归纳总结了设备使用过程中可能遇到的常见问题，涵盖硬件故障、软件异常及操作失误等类别，并针对每个问题类型提供详细说明。

（2）解决方案说明：针对硬件故障，我们将通过检查连接、更换配件等方式快速恢复；对于软件异常，提供重置、更新或重新安装指导；如因操作失误导致的问题，将提供明确的操作规范和步骤指南，确保用户能够快速排查并解决问题。

（3）预防措施建议：我们将制定避免问题发生的操作规范和日常维护建议。例如，定期检查硬件接口、及时更新软件版本以及进行必要的员工培训，从而有效降低故障发生概率。

3.1.3.5 持续指导服务保障承诺

（1）在验收合格后的 3 年质保期内，我们将定期进行回访和技术支持服务，确保设备长期稳定运行。具体安排为每半年一次电话或上门回访，每年提供一次免费上门巡检与预防性维护服务，包括设备清洁、固件升级、系统优化及功能检测等内容，并向用户提交详细的维护报告。

（2）根据客户实际需求和技术发展动态，我们将适时更新操作指南和技术支持内容，持续提升服务质量。同时，针对新功能或系统升级，及时为用户提供必要的培训和指导。

（3）建立完善的用户反馈机制，畅通意见收集渠道。通过售后服务管理系统（电话、邮件、微信群等方式），我们将在 1 小时内响应用户的技术咨询，2 小时内抵达现场，确保问题得到快速有效解决。

3.1.3.6 现场技术支持服务

1）现场技术支持服务范围：我公司将为无人机模拟仿真实训室的所有标品设备（包括但不限于飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统、3D 视觉交互终端、实训电脑、教学显示终端、教室用实训桌椅）提供全面的故障排查与维修服务。同时涵盖综合布线集成改造相关设施的调试与维护工作。

2）现场技术支持响应时间：接到用户反馈的远程支持无法解决的故障后，我公司将在 1 小时内做出响应，并在 2 小时内派遣具备专业资质的工程师到达西安职业技术学院指定现场进行处理。

3）现场技术支持服务内容：具体服务内容包括设备硬件故障检测与更换、系统软件故障排查与修复、设备参数调试与优化、综合布线系统故障处理、设备操作指导及问题解答等。

4）现场技术支持工程师资质：派遣的工程师均具备无人机模拟仿真实训设备 3 年以上安装调试经验，并持有相关技术认证证书，确保服务的专业性和高效性。

5）现场技术支持服务流程：从故障信息确认与记录开始，经过工程师派遣与行程安排，现场故障诊断与处理，最终完成设备测试与验收，并向用户提供详细的服务记录与反馈。

6）现场技术支持服务保障：每次服务将携带常用维修工具及备用零配件，确保快速解决问题；同时提供现场服务过程中的安全防护措施，并在服务完成后提供详细的服务报告。

3.1.4 设备故障排查和诊断服务

3.1.4.1 故障排查诊断范围

（1）飞行器控制设计与应用系统故障排查范围

针对飞行器控制设计与应用系统的核心模块进行故障排查，包括集群开发仿真平台、飞行控制板卡及基于模型设计课程软件的性能检测。对于集群开发仿真平台，检测其是否提供不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型，确保支持多种编队形式及传感器模型功能。检查飞行控制板卡 PWM 接口数量是否满足≥14 个，并验证集成一体化航空插头的兼容性。同时，对基于模型设计课程软件的 PPT 内容、视频时长及实验项目进行全面核查，确保满足或超出技术参数要求。

（2）无人机虚拟仿真实训系统故障排查范围

无人机虚拟仿真实训系统的故障排查涵盖行业应用多场景虚拟仿真、基础飞行扩展训练、无人机装调、巡检、安防救援、地理测绘、植保作业及运载物流等功能模块。具体而言，需检测行业应用多场景虚拟仿真平台是否支持不少于 6

种场景切换及 11 种机型虚拟飞行；基础飞行扩展训练是否支持难易等级不同的三类无人机资质扩展训练；无人机装调是否包含不少于 6 种无人机的拼装与拆解；巡检功能是否支持输电线路典型塔型巡检；地理测绘是否支持不少于 4 种场景训练；植保作业是否支持多种农作物场景；运载物流是否具备上货、挂载、卸货训练及降索收索功能。

（3）3D 视觉交互终端故障排查范围

3D 视觉交互终端故障排查重点在于分辨率及显示功能相关问题。设备分辨率需确保达到或超过 2800*1700 的标准，视场角需达到或超过 90°，刷新率需达到或超过 90HZ。此外，还需检测其屏幕尺寸、电池续航能力及连接方式是否符合采购需求中的规定。

（4）实训电脑故障排查范围

实训电脑故障排查主要涉及国产 8 核芯片性能、操作系统兼容性以及实训运行环境相关问题。CPU 需选用国产芯片 8 核，基础频率 3.0GHz，三级缓存 16MB；硬盘容量不低于 1TB-SSD；显卡不低于 GT730，4GB；内存不低于 16GB；显示器尺寸不低于 23.8 英寸，分辨率达到或超过 1920×1080。预装的国产正版授权操作系统需确保与硬件配置完全兼容。

（5）教学显示终端故障排查范围

教学显示终端故障排查包括 LED 显示屏、处理器、接收卡、电源及配电柜等硬件及其连接和显示效果相关问题。LED 显示屏像素点间距需≤1.86mm，模组尺寸需为 320mm*160mm，刷新率需≥3840Hz；处理器需支持≥5 类视频输入接口及千兆网口输出；接收卡需支持常规芯片实现高刷新、高灰度、高亮度；电源输出直流电压需为 5V，额定功率 200W；配电柜需具备手动控制和自动控制切换功能，支持温控器及多种保护功能。

（6）教室用实训桌椅故障排查范围

教室用实训桌椅故障排查主要关注结构稳定性及安装适配性。多人拼接实训桌椅边长需≥900mm，拼接后对角≥1800mm，桌面材质需采用≥25mm 厚 E1 级三聚氰胺板；实训椅规格需左右≥340mm*前后≥240mm*上下≥450mm，凳面需为≥25mm 实木颗粒双贴面板；教师椅靠背需采用 PA 尼龙工程塑料背框，座板需采用

高密度定型海棉；实验桌规格需≥2400*1200*780mm，台面需采用≥30mm 厚密度板，专用防静电台面。

（7）综合布线集成改造故障排查范围

综合布线集成改造故障排查涵盖装饰装修质量、综合布线功能、文化墙展示效果、无人机展台及窗帘安装牢固性、原有设备搬运拆除清运等内容。轻钢龙骨隔墙面积需达 76㎡，墙面刮白面积需达 160㎡，铝方通吊顶面积需达 96㎡；插座数量需达 12 个，动力电源线需铺设 100 米，照明电源线需铺设 200 米，网线需布设 2 箱千兆六类非屏蔽网线；文化墙主题制作需完成 3 处，无人机展台定制需完成 6 套，窗帘定制需完成 3 套；实验室工作台、铁架及多媒体工作台需分类拆除并清理垃圾外运。

3.1.4.2 故障排查诊断方式

（1）现场检测方式

使用示波器、信号发生器等专业工具对飞行器控制设计与应用系统中的硬件部分进行实时检测。重点检查飞行控制板卡的 PWM 接口、航空插头连接是否正常，记录参数偏差情况并进行校正。确保设备性能指标满足集群开发仿真平台提供无人智能体载具 3D 模型和运动模型≥6 个的要求。

（2）远程分析方式

通过调试电脑连接至无人机虚拟仿真实训系统，采集日志数据并分析其可能存在的软件或配置问题。重点核查行业应用多场景虚拟仿实训平台支持的≥6 种自由飞行航拍场景切换功能是否正常运行，并定位潜在问题点。

（3）对比测试方式

将 3D 视觉交互终端与其他已验证正常设备进行分辨率、显示效果对比测试。确保该设备分辨率≥2800*1700 且视场角≥90° 的参数达标，同时检查是否存在显示异常现象。

（4）压力测试方式

对实训电脑在高负载环境下运行特定任务，观察是否存在性能下降或死机现象。测试过程中，确保 CPU 选用国产芯片 8 核的基础频率达到 3.0GHz，硬盘容量不低于 1TB-SSD，显卡不低于 GT7304GB，内存不低于 16GB 的技术要求得到满足。

（5）模拟环境测试方式

利用教学显示终端模拟不同教学场景，检查是否出现异常显示或连接问题。重点检查 LED 显示屏像素点间距≤1.86mm、刷新率≥3840Hz、白平衡亮度≥600 坎德拉每平方米等关键参数是否符合标准。

（6）结构检查方式

实地查看教室用实训桌椅及综合布线集成改造工程中各部件安装是否符合规范要求。重点检查多人拼接实训桌椅的边长、桌面材质以及实训椅的尺寸、结构是否达标，同时确认综合布线改造中的强弱电分离、线路规划合理性和保护措施的有效性。

3.1.4.3 故障排查诊断流程

（1）故障报告接收

在接到客户反馈后，售后服务人员应立即记录故障详情，包括具体表现、发生时间及环境条件。所有信息需准确无误地录入故障报告单，并进行分类整理，以便后续分析和处理。

（2）初步判断

依据接收到的故障报告内容，结合专业知识与技术资料，对可能的故障类型及范围进行初步评估。此过程需参考设备的技术参数手册及常见问题解决方法，确保判断依据充分可靠。

（3）安排技术人员

1）根据初步判断结果，派遣具备相应技能资质的技术人员前往现场或远程介入调查。

2）技术人员需携带必要的工具设备清单，包括但不限于示波器、信号发生器、调试电脑等，以确保能够高效开展检测工作。

3）对于需要定期校准的工具设备，核查其最近一次校准日期是否在有效期内，确保检测结果准确无误。

（4）执行检测

1）按照既定方式和技术规范逐一排查可疑部位，重点检查飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统的核心部件。

2）使用专业设备收集故障数据，包括电压、电流、信号强度等关键指标，确保数据完整且可追溯。

3）将检测过程中发现的所有异常情况详细记录于检测报告中，为后续分析提供依据。

（5）分析原因

1）汇总检测结果，结合设备运行环境、历史记录及技术资料，深入分析故障产生的根本原因。

2）形成诊断结论并记录至故障报告中，明确指出问题的具体位置及可能的影响范围。

3）确保分析过程逻辑清晰，依据充分，避免主观臆断。

（6）制定解决方案

1）依据诊断结论提出具体的修复措施，包括更换零部件、优化软件设置或调整硬件配置等内容。

2）将解决方案书面化并向客户说明后续行动计划，确保客户了解处理步骤及预计完成时间。

3）解决方案需经过内部审核确认后再实施，确保方案合理可行且符合成本效益要求。

3.1.5 软件升级和功能优化服务

3.1.5.1 软件升级服务

（1）升级范围

我们承诺对飞行器控制设计与应用系统和无人机虚拟仿真实训系统提供全面的软件升级服务，涵盖但不限于以下功能模块：

1)集群开发仿真平台:提供不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型，支持固定翼、多旋翼、直升机等多种类型无人机及行业应用设备；支持导入自定义模型，具备二次开发能力。

2）基础飞行扩展训练：覆盖难易等级不同的三类无人机资质扩展训练，支持航道显示与多种视角切换，并强化飞行至定点悬停技能。

3）行业应用多场景虚拟仿真实训平台：支持森林、海滨、街道、山地等不少于6种自由飞行航拍场景，兼容不少于11种机型进行虚拟飞行，具备天气设置功能以还原真实抗风等级。

（2）升级频率

我们将根据教学实训需求制定合理的版本更新周期，确保每季度至少发布一次功能性优化及重大漏洞修复的升级包，同时针对用户反馈的问题及时响应并处理，保障系统的持续稳定与高效运行。

（3）技术支持

在软件升级过程中，若用户遇到任何问题，我们提供全天候远程协助服务，必要时可派遣专业技术人员进行现场指导。具体支持方式包括但不限于电话咨询、在线视频指导以及上门维护等，确保所有问题能够快速解决。

3.1.5.2 软件升级实施流程

（1）需求确认

在软件升级前，我们将与西安职业技术学院相关负责人进行充分沟通，明确需要升级的具体功能点及技术要求。此阶段包括收集现有系统运行中的问题、用户反馈以及新增功能的需求，并形成详细的需求文档以供后续开发参考。同时，我们还会对现有系统的版本号、运行环境等信息进行全面记录，确保升级过程具备针对性和可追溯性。

（2）方案制定

根据已确认的升级需求，我司将组织研发团队制定详细的软件升级实施方案。该方案主要包括以下内容：确定升级的技术路线（如是否保留原数据库结构、是否需要迁移数据等），明确所需资源（如服务器配置、网络带宽等），规划时间计划（包括测试阶段、正式升级阶段的时间安排）。此外，我们将指定专人负责协调各环节工作，确保方案执行过程中责任明确、任务清晰。

（3）测试验证

在正式升级前，我司将在内部测试环境中部署新版本软件，进行全面的功能测试和兼容性测试。测试内容涵盖集群开发仿真平台的各项功能指标（如无人智能体载具模型数量、视角切换、天气类型支持等）以及无人机虚拟仿真实训系统的各个模块（如行业应用多场景切换、基础飞行扩展训练、装调功能等）。通过

严格的测试流程，确保新版本软件稳定可靠，无明显缺陷或异常情况后，向用户提交测试报告并通知正式升级时间。



内部测试环境中技术人员开展软件测试

（4）正式升级

按照既定方案，我司技术人员将前往西安职业技术学院指定地点执行软件升级操作。升级过程中，我们将严格按照操作规范逐项完成升级步骤，包括但不限于备份原始数据、安装新版本程序、调整相关配置文件等。同时，实时记录关键操作日志，以便后续查阅和分析。整个升级过程将保持与校方相关负责人的密切沟通，确保任何突发问题能够得到及时处理。

（5）后续确认

软件升级完成后，我司将协助西安职业技术学院进行验收测试，确保所有功能点均符合预期要求。我们将提供一份完整的验收标准清单，涵盖各项技术参数和性能指标，由双方共同确认无误后签字认可。此外，升级后的系统还将进入为期一周的观察期，在此期间如有任何异常情况发生，我司承诺第一时间派遣技术人员到场解决，确保不影响正常教学活动。

3.1.5.3 功能优化服务内容

（1）性能提升

对现有系统运行效率进行全方位优化，通过降低响应时间提升用户体验。具体措施包括但不限于对核心算法的重构，优化数据传输效率，减少不必要的计算

负载，确保系统整体运行更加稳定可靠。所有优化工作将严格遵循相关技术规范，确保操作的科学性和有效性。

（2）新增功能

根据教学需求，持续扩展系统的功能模块。在集群开发仿真平台中新增不少于6种无人智能体3D载具模型和运动模型，涵盖无人机、直升机、无人车、无人船等多种类型。同时支持自定义翼展、起飞重量等参数配置，提供不少于15个集群仿真示例，满足大规模高精度的无人智能体集群仿真需求。新增功能将按照用户反馈逐步迭代完善，确保符合实际教学需要。

（3）界面改进

优化用户界面交互体验，调整菜单布局以提高操作便捷性，增加提示信息帮助用户更高效地完成任务。新界面设计充分考虑用户习惯，使用直观的图标和简洁的文字说明，确保各年龄段用户均能轻松上手。同时支持快速切换视角及场景设置，让用户能够根据需求灵活调整系统状态。

（4）兼容性增强

确保系统与实训室各类硬件设备保持良好兼容性，特别是3D视觉交互终端（分辨率≥2800*1700）、实训电脑（CPU为国产8核芯片）等关键设备。针对不同硬件型号进行适配测试，制定详细的兼容性清单，并定期更新驱动程序以解决潜在问题。此外，系统支持跨平台运行，确保在Windows、Linux等主流操作系统下均能正常工作。

3.1.5.4 升级与优化保障措施

（1）团队保障

为确保软件升级和功能优化服务的顺利实施，我方组建了一支由工程技术人员、售后服务人员组成的专项保障团队。该团队成员均具备丰富经验，其中负责人拥有至少5年教育实训设备安装及维护经验，确保所有升级与优化工作按需完成，并提供高效支持。

（2）工具支持

在实施升级与优化过程中，我们将配备必要的工具以确保工作顺利推进。具体包括高性能调试电脑、网络测试设备（如网线测试仪、信号发生器）、布线工

具等，确保升级操作准确无误，同时避免对现有系统造成任何不必要的干扰或损害。

（3）应急预案

1）针对可能出现的突发状况，我方制定了完善的应急方案。例如，在软件升级失败时，将启动回滚机制，恢复至原版本状态，确保系统运行稳定。

2）我们还准备了备用服务器，一旦主服务器出现异常，可立即切换至备用服务器，保证实训室教学活动不受中断。

3）在实施前进行充分的风险评估和模拟演练，进一步降低潜在风险的发生概率。

（4）培训安排

为帮助西安职业技术学院的教师及管理人员快速掌握新功能的使用方法，我们将提供全面的培训服务。培训内容涵盖软件升级后的新增功能、操作流程、常见问题处理等，并结合实际案例进行详细讲解。同时，我们会根据反馈调整培训计划，确保每位参与者能够熟练应用升级后系统。

3.1.6 损坏设备补发或更换服务

（1）损坏设备补发或更换服务范围界定

我方提供的损坏设备补发或更换服务范围涵盖无人机模拟仿真实训室内的所有标品设备及综合布线集成改造相关配件。其中包括飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统、3D 视觉交互终端、实训电脑、教学显示终端以及教室用实训桌椅等标品设备。对于综合布线集成改造，服务范围包括电线布置、插座安装、装饰装修材料（如石膏板、铝方通吊顶、塑胶地板）、文化墙制作所需的灯带和射灯等配件。

（2）质保期内损坏设备补发或更换服务

在验收合格后的三年质保期内，因非人为因素导致的设备损坏，我方提供免费的补发或更换服务。针对此类需求，我们承诺自故障确认后 5 个工作日内完成补发或更换，并提供与原设备同型号、同规格的全新设备。具体流程包括：接收甲方损坏设备报告并安排技术人员远程或现场确认损坏情况；内部审批流程在 1 个工作日内完成；通过公司生产库存或紧急生产机制调配所需设备及配件，并采

用西安本地仓储快速发货，确保 3 个工作日内送达指定地点；最后由安装调试人员现场更换设备并调试至正常运行状态。

（3）质保期外损坏设备补发或更换服务

质保期外，我方提供有偿补发或更换服务。明确设备及配件的价格清单后，自订单确认起 7 个工作日内完成补发或更换，保证设备及配件的兼容性和质量。为确保服务质量，我们继续遵循严格的内部审批流程，并利用公司现有资源进行设备及配件调配，同时确保物流配送及现场更换与调试环节的专业性。

（4）损坏设备补发或更换流程

损坏设备补发或更换流程分为以下步骤：



损坏设备补发或更换流程

1）故障申报与确认：接收甲方损坏设备报告，2 小时内响应并安排技术人员远程或现场确认损坏情况。

2）补发或更换申请审批：1 个工作日内完成内部审批流程。

3）设备及配件调配：利用公司生产库存或紧急生产机制调配所需设备及配件。

4）物流配送：采用西安本地仓储快速发货，确保 3 个工作日内送达指定地点。

5）现场更换与调试：安排安装调试人员现场更换设备并调试至正常运行状态。

（5）损坏设备补发或更换质量保障

补发或更换的设备及配件均经过出厂检验，符合国家相关质量标准，提供 3 个月的质量保证期。我们将严格把控产品质量关，确保补发或更换的设备能够满足甲方的教学实训需求。

（6）损坏设备回收处理

对更换下来的损坏设备进行回收，按照环保要求进行处理，避免环境污染。我们将依据相关法律法规及行业标准，妥善处置废弃设备，确保其不会对环境造成任何不良影响。

3.2 应急措施

3.2.1 关键设备故障应急响应流程

3.2.1.1 故障分级标准

（1）一级故障

一级故障定义为直接影响实训教学的核心系统故障。例如，飞行器控制设计与应用系统无法启动或无人机虚拟仿真实训系统崩溃等情况。此类故障需在接到报告后立即响应，并在最短时间内派遣专业技术人员赶赴现场处理。同时，应优先启动备用设备以确保教学活动的正常进行。

（2）二级故障

二级故障定义为部分功能受限但仍可维持基本教学的故障。例如，3D 视觉交互终端分辨率下降或实训桌椅硬件损坏等问题。对于此类故障，应在 2 小时内做出响应，并在 24 小时内完成修复工作，以减少对教学活动的影响。

（3）三级故障

三级故障定义为不影响正常教学的轻微问题。例如，教学显示终端亮度调节异常或窗帘安装松动等情况。对于此类故障，应在 8 小时内安排维护并修复，确保实训室环境保持最佳状态。

3.2.1.2 故障上报流程

（1）故障发现

西安职业技术学院教职工或学生在发现无人机模拟仿真实训室设备出现故障时，可通过电话、邮件或现场反馈的方式报告故障详情。报告内容需包括时间、地点、设备名称及具体问题描述，确保信息完整准确，以便售后服务人员及时处理。

（2）初步记录

售后服务人员在接到故障信息后，第一时间对故障情况进行详细记录，包括发生时间、具体位置、涉及设备名称以及故障现象等关键信息。所有记录将统一录入售后服务管理系统，为后续诊断和维修提供依据。

（3）流转至技术部门

记录完成后，售后服务人员立即将故障信息流转至工程技术人员进行进一步诊断。此过程中，确保信息传递的及时性和准确性，避免因信息遗漏或错误导致延误。同时，售后服务管理系统将自动跟踪处理进度，并向报修人员实时反馈当前状态。

3.2.1.3 故障初步判定与响应启动

（1）故障信息审核

售后服务人员在接到故障报修后，需对上报的故障信息进行全面分析。具体包括检查用户提供的设备序列号、故障描述及发生时间等关键信息。通过调取技术资料和使用记录确认故障可能性，并根据既定标准判断故障等级。此过程旨在确保后续资源调配的精准性，避免不必要的浪费。

（2）资源调配与准备

根据故障等级，确定负责处理的技术人员及其所需的工具配备。对于低等级故障，安排熟悉远程支持的初级技术人员；对于高等级故障，则派遣具备现场维修经验的高级工程师。同时准备好相关工具，例如示波器、信号发生器、调试电脑及其他专用检测设备。所有工具均需经过校准并保持良好状态，以确保问题得到高效解决。

（3）响应启动流程

在完成信息审核和资源调配后，通知相关人员立即启动响应程序。按照承诺的服务响应时间，电话响应在 1 小时内完成，远程支持须在两小时内介入。如果需要现场支持，将在 2 小时内抵达。同时，通过售后服务管理系统（如电话、邮件或微信群）及时记录、跟踪并反馈处理进度，确保用户全程了解情况。



故障响应启动流程

3.2.1.4 远程故障排查与处理

（1）技术支持接入

为确保无人机模拟仿真实训室的稳定运行，我方提供全天候技术支持服务。当用户发现设备故障时，可通过拨打售后服务热线或发送邮件的方式联系技术支持团队。技术专家将通过远程桌面连接工具快速接入故障设备，借助网络调试工具获取实时数据进行分析。在连接过程中，我们将确保网络安全，防止未经授权的访问。

（2）问题定位

1）通过系统日志分析，我们能够快速定位故障发生的根源。技术人员将读取设备运行日志，检查是否存在异常记录，例如错误代码、中断信息或性能下降提示。

2）针对飞行器控制设计与应用系统中的集群开发仿真平台，我们将核对不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型是否正常加载，并验证集群仿真示例是否正确运行。

3）对于无人机虚拟仿真实训系统，重点检查行业应用多场景虚拟仿真实训平台的设置是否准确，包括天气参数、机型适配及传感器配置。

4）利用软件更新检查功能，确认系统版本是否为最新状态，排除由于过期版本导致的问题。

（3）实施修复

1）根据问题定位结果，技术人员将通过远程操作完成软件升级、参数调整或重新配置等修复措施。

2）针对 3D 视觉交互终端分辨率不足的情况，我们将调整显示设置以确保分辨率不低于 2800*1700，并优化刷新率至 90HZ 以上。

3）如需更换固件或驱动程序，我们将上传经过测试的官方版本至目标设备，确保更新过程安全可靠。

4）修复完成后，技术专家将再次验证系统功能，确保所有问题均已解决并记录修复详情，以便后续参考。

3.2.1.5 现场应急处置流程

（1）到达现场

在接到故障通知后，我方将立即启动应急响应机制。根据合同约定及前期人员安排，派遣经验丰富的技术人员按约定时间抵达西安职业技术学院指定地点。为确保效率，技术人员将在出发前携带必要的安装调试工具和性能检测设备清单中的工具，例如电钻、网线钳、布线工具、示波器、信号发生器以及调试电脑，并逐一核验其完好性与校准有效期。

（2）现场诊断

技术人员抵达现场后，将首先通过观察、测试和询问详细了解故障情况。具体操作包括：检查设备外观是否受损、运行状态指示灯是否异常、电源连接是否正常以及网络连接是否稳定。同时，与西安职业技术学院场地检查人员沟通，确认环境条件是否符合设备运行要求，包括电源电压、电流配置，网络覆盖稳定性等。对于复杂问题，通过系统日志分析进一步定位故障点。

（3）实施维修

根据现场诊断结果，技术人员将采取针对性的维修措施。若为硬件故障，将及时更换损坏部件，如飞行器控制板卡、3D 视觉交互终端或其他相关设备；若为软件故障，则重新配置系统参数或进行固件升级。对于涉及综合布线集成改造的问题，工程技术人员将调整线路布局或重新布线，确保强弱电分离且符合安全规范。维修过程中，严格遵守施工现场安全管理规定，设立安全警示标识，配备专业防护设备，保障施工人员人身安全及设备安全。

（4）故障验证与恢复

维修完成后，技术人员将对设备进行全面的功能验证，确保所有指标恢复正常并达到技术要求。具体步骤包括上电测试、功能验证及常见问题排查，依据已整理归档的技术参数手册和操作指南逐一核对。质量检验人员将记录各项检测结果，形成详细的验收报告。如需进一步调整，将立即执行直至设备完全恢复正常运行。随后，向西安职业技术学院相关人员汇报故障处理过程及结果，确保信息透明。

3.2.1.6 备用设备启用流程

（1）确认需求

当核心设备发生一级故障且短时间内无法修复时，立即启动备用设备替换计划。根据采购需求中关于无人机模拟仿真实训室的详细要求，明确需替换的核心设备包括飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统等关键组件。

（2）设备调配

从公司库存中调取相同型号的备用设备运抵现场。具体操作步骤如下：由配送人员在收到故障通知后 24 小时内，从公司仓库提取相应的备用设备。确保备用设备的技术参数与原设备完全一致，例如飞行器控制设计与应用系统的自动驾驶无人机开发平台数量为 1 套、激光无人车开发平台数量为 1 套、配套场景数量为 1 套。使用专用运输工具（如小型货车）将备用设备安全运输至西安职业技术学院指定地点，并采取防震、防潮措施确保设备运输过程中的安全性。

（3）安装调试

由安装调试人员完成备用设备的部署，并确保其正常运行。具体流程包括：对备用设备进行开箱检查，核对设备清单，确保无缺件或损坏情况。按照《安装调试手册》的要求，使用电钻、网线钳、布线工具等专业工具完成设备固定及综合布线。利用调试电脑配置系统参数并验证功能是否正常，同时通过示波器和信号发生器进行性能检测。全程记录安装调试过程中的关键数据和技术指标，形成完整的验收报告，确保备用设备的各项功能符合招标技术要求。



备用设备启用流程图

3.2.1.7 故障修复与系统验证

（1）故障修复实施

根据既定维修方案，安排专业售后服务人员前往现场进行设备恢复工作。首先确认故障原因及影响范围，制定具体修复措施。对于硬件故障，按照标准化操作流程更换损坏部件；对于软件故障，通过远程或现场调试解决配置或程序问题。确保所有修复操作符合相关技术规范和安全要求，并记录修复过程中的关键步骤和参数调整情况。

（2）系统功能验证

1）测试无人机模拟仿真实训室的各项功能模块，包括飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统及教学显示终端等核心设备。针对每个模块的功能指标进行全面检测，例如飞行控制板卡的 PWM 接口连接稳定性、3D 视觉交互终端分辨率是否达到≥2800*1700 的要求、虚拟仿真实训平台支持≥6 种场景切换的能力等。同时检查各系统之间的兼容性和集成效果，确保整体运行平稳无误。

（3）系统验证报告提交

完成故障修复与功能验证后，整理生成系统验证报告，详细记录修复过程、测试结果及相关数据分析。将报告提交给西安职业技术学院采购方，邀请其对修复后的系统进行验收确认。积极配合采购方提出的意见或建议，及时解决可能存在的遗留问题，直至获得最终验收合格确认。

3.2.2 备用设备和零配件储备清单

3.2.2.1 核心设备备用清单

（1）飞行器控制设计与应用系统备用清单

集群开发仿真平台提供 1 套备用板卡及航空插头等关键部件，确保在主设备故障时可快速替换。自动驾驶无人机开发平台包含桨罩 2 套、三叶桨 4 对、起落架 1 套（4 根）、雷达保护罩 1 套、螺丝 1 包、减震球 8 个、魔术扎带 2 根、绑扎带 1 包、螺纹胶 1 瓶、包装箱 1 个作为备用件。电源管理模块准备 1 套备用件，输入电压范围为 AC100-240V 或 DC9.0-30.0V，最大充电电流 16.0A×2，显示器类型≥3.5 英寸，分辨率≥480*320。

（2）无人机虚拟仿真实训系统备用清单

虚拟仿真服务器提供 1 套备用设备，保证多场景教学的连续性。行业应用场景切换模块包含不少于 6 种场景切换功能的备用模块。

（3） 3D 视觉交互终端备用清单

1）备用显示接口和电源适配器各 1 套，避免因单一组件损坏影响实训。

（4）实训电脑备用清单

1）准备国产 8 核芯片主板、内存条、硬盘等核心硬件作为备用件，确保设备维修效率。

（5）教学显示终端备用清单

1）包含 LED 显示屏的关键模组、接收卡、电源模块的备用清单，支持快速维护和更换。

3.2.2.2 常用零配件储备清单

（1）飞行器控制设计与应用系统零配件储备清单

1）为保障日常维护和调试需求，我方提供飞行控制板卡备用数量为 19 套。每套板卡采用高性能主控芯片，集成三轴陀螺仪、三轴加速度计、气压计等传感器，支持 SD 卡飞行记录，开放源代码支持二次开发；支持四旋翼、固定翼、垂直直降无人机、无人车、无人船等多种无人平台；日志存储：SD 卡；遥控器输入：≥1 个；PWM 接口：≥14 个；GPS 接口、北斗接口：≥1 个；IIC 口：≥1 个；电源接口：≥1 个；USB 接口：Type-C；集成 RGBLED；尺寸：约 90mm*55mm*25mm；重量：≤120g；集成一体化航空插头。

2）激光无人机开发平台备件库包含桨罩≥2 套、三叶桨≥4 对、起落架≥1 套（4 根）、雷达保护罩≥1 套、螺丝≥1 包、减震球≥8 个、魔术扎带≥2 根、绑扎带≥1 包、螺纹胶≥1 瓶、包装箱≥1 个。

3）扩展套装包含 USBHUB、microHDMI 线、HDMI 线、typeCUSB 线、转接头、SD 卡读卡器、BB 响（电压检测器）、工具袋。

（2）无人机虚拟仿真实训系统零配件储备清单

为确保学生正常实训，提供场景切换控制器、操作手柄等零配件，具体型号及参数以实际使用为准。

（3） 3D 视觉交互终端零配件储备清单

提供备用 USB 数据线、HDMI 线缆等连接配件，用于解决突发问题，所有线缆均符合国家相关标准。

（4）实训电脑零配件储备清单

提供键盘、鼠标、显示器线缆等常见易耗品，提升维护效率，确保教学活动不受影响。

（5）教学显示终端零配件储备清单

提供备用灯泡、信号传输线缆、配电柜熔断器等配件，保障教学显示系统的稳定性。辅材包含电源连接线、长排线、短网线、分线轧带等，详细参数规格以实际交付为准。

3.2.3 应急维修工具和测试设备配置

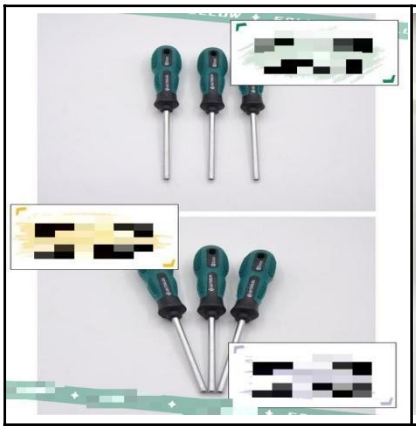
3.2.3.1 设备拆装工具配置

（1）电烙铁

为确保电子元器件焊接与修复质量，我方配备专业级别的电烙铁。该电烙铁适用于多种焊接场景，能够精确控制温度，避免因温度过高或过低导致的连接不良问题，从而确保焊接点牢固且符合技术规范要求。

（2）螺丝刀

我方提供多种规格的螺丝刀，包括一字型、十字型以及六角扳手等类型，以满足不同设备组件安装与拆卸的需求。螺丝刀的手柄采用人体工学设计，并经过防滑处理，有效提升操作效率和安全性。

		
十字型螺丝刀	一字型螺丝刀	六角扳手

（3）万用表

为了检测电路电压、电流及电阻值是否正常，我方配备了高精度万用表。该万用表具有自动量程切换功能，能够在复杂环境下准确测量电气参数，保障设备电气性能符合标准要求。



高精度万用表

（4）装配工作台

为提高设备组装过程中的操作效率，我方提供稳定可靠的装配工作台。该工作台设计合理，具备足够的承重能力和抗振性能，可为设备组装提供一个平稳的工作环境，同时配有必要的固定夹具，防止操作过程中零部件发生位移。

3.2.3.2 系统测试设备配置

（1）示波器配置

为确保无人机模拟仿真实训室中飞行控制系统输出信号的稳定性，我们将配备高精度示波器。该设备将用于分析信号波形特性，并验证系统的输出信号是否符合技术参数要求。具体操作流程包括：将示波器连接至飞行控制板卡的 PWM 接口（不少于 14 个），并实时监测其输出波形的频率、幅度以及稳定性。同时，通过对比实际波形与设计规范中的标准波形，快速定位可能存在的异常问题，保障系统运行的可靠性。

（2）信号发生器配置

为了全面测试无人机虚拟仿真实训系统的响应能力及兼容性，我们将引入高性能信号发生器。该设备能够模拟各种输入信号类型，支持对集群开发仿真平台进行多场景测试。具体实施步骤如下：首先，利用信号发生器生成指定频率和幅值的标准信号；其次，将这些信号输入到无人机虚拟仿真实训系统中；最后，采集并分析系统输出数据，验证其响应特性是否满足技术要求。此过程将覆盖不少

于 6 种无人智能体载具模型和运动模型的测试需求，确保系统的稳定性和准确性。



高性能信号发生器

（3）设备性能测试平台配置

针对无人机虚拟仿真实训系统的整体性能评估，我们将部署专用的设备性能测试平台。该平台将对实训系统进行全面的功能和性能检测，包括但不限于以下方面：



设备性能测试流程

具体而言，测试平台将逐一验证实训系统中的功能模块，如行业应用多场景虚拟仿真实训平台支持的≥6 种场景切换、≥11 种机型虚拟飞行等功能。同时，该平台还将检查基础飞行扩展训练、无人机装调、巡检、地理测绘、植保作业等核心功能是否达标。所有测试结果将以清晰的报告形式呈现，便于后续优化与调整。

3.2.3.3 故障诊断工具配置

（1）网线测试仪配置

为确保实训室网络布线的稳定性和可靠性，我方将配备高性能网线测试仪。该设备能够检查网络布线连接状态，快速识别并排除通信链路故障。通过使用网

线测试仪，可以有效定位短路、断路及接触不良等问题，保证无人机虚拟仿真实训系统的正常运行。

（2）调试电脑配置

为实现对无人机模拟仿真实训室相关设备的深度诊断，我方将提供专用调试电脑。该调试电脑基于国产 8 核芯片，预装正版授权操作系统，硬件配置满足高负荷计算需求，包括不低于 1TB-SSD 硬盘、4GB 显卡和 16GB 内存。调试电脑将安装专业软件，用于分析系统日志、监测硬件状态及定位异常问题，确保设备在任何情况下都能稳定运行。

（3）多功能检测仪配置

为提升故障诊断效率，我方将配备多功能检测仪。该设备可综合检测飞行器控制设计与应用系统中各硬件模块的工作状态，如飞行控制板卡的三轴陀螺仪、三轴加速度计、气压计等传感器。通过快速扫描，多功能检测仪能够识别故障源并提供具体参数信息，辅助维护人员进行精准维修。



多功能检测仪

3.2.4 应急通讯联系方式和升级机制

（1）应急通讯联系方式清单

为确保西安职业技术学院无人机模拟仿真实训室设备故障的快速响应，我方将明确以下应急通讯联系方式：

我方项目负责人，24 小时电话畅通，并组建微信/企业微信实时沟通群，群成员包括甲方联络人、我方项目组和技术团队；技术支持团队由具备相关技术方向的专业人员组成，涵盖飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统等领域，提供 24 小时技术支持；零配件调配负责人，专门负责备用设备及零配件的调配；应急维修工程师团队中包含擅长硬件故障排查和软件问题处理的成员，保证故障定位和修复效率。

（2）应急通讯渠道保障

为保障应急通讯的高效性，我方设立以下措施：开通 24 小时售后服务热线，确保无占线、转接顺畅；建立微信/企业微信实时沟通群，用于与甲方实时互动；设置邮件紧急报备通道，用于记录故障详情及处理进展；为所有应急人员配备备用手机及充电宝，确保在任何情况下通讯畅通。

（3）问题升级触发条件

针对可能发生的复杂问题，设定以下升级触发条件：远程技术支持超过 1 小时未能解决问题；现场维修 2 小时内无法定位故障原因；关键设备（如飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统）出现故障导致实训室无法正常教学；同一故障重复出现 3 次及以上；或收到甲方明确要求升级处理的通知。

（4）问题升级流程

当触发升级条件时，将启动以下问题升级流程：故障首次上报后，我方技术支持团队立即响应；若未能解决，则升级至项目负责人协调资源；仍未解决则进一步升级至公司技术总监，调动跨部门技术力量；最终升级至公司总经理，协调优先调配备用设备或零配件，并建立与甲方的专属升级沟通通道，确保处理结果及时反馈。

（5）升级后的资源协调机制

在升级过程中，公司将采取以下资源协调机制：技术总监统筹研发、生产、售后等部门的技术支持；总经理负责调配优先级高的备用设备和零配件；同时，建立与甲方项目负责人或院系领导的直接沟通渠道，保障升级处理的透明性和时效性；并实施升级处理结果的实时反馈机制，确保每一步骤均向甲方汇报。

（6）应急通讯及升级记录管理

每次应急通讯的时间、内容、参与人员均进行详细记录；问题升级的触发原因、升级层级及处理结果也会完整存档；所有记录将以电子版和纸质版形式保存，便于后续查阅和评估；定期对应急通讯及升级流程的有效性进行评估与优化，确保持续改进服务水平。



问题升级流程图

3.3 维修管理响应时间、响应速度及响应方式

3.3.1 接到故障报告后的响应时间

（1）故障类型及分级响应时间承诺：对于核心设备（飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统），故障发生后 1 小时内响应，2 小时内到达现场；对于重要设备（3D 视觉交互终端、教学显示终端），故障发生后 1.5 小时内响应，3 小时内到达现场；对于辅助设备（实训电脑、实训桌椅），故障发生后 2 小时内响应，4 小时内到达现场。

（2）故障报告渠道及响应时效承诺：通过电话渠道报修，我们保证在 5 分钟内接听并记录故障信息，并于 15 分钟内反馈初步处理方案；通过微信/企业微信渠道报修，我们保证在 10 分钟内回复故障信息，并于 20 分钟内反馈初步处理方案；通过邮件渠道报修，我们保证在 30 分钟内回复故障信息，并于 1 小时内反馈初步处理方案。

（3）特殊场景响应时间承诺：在教学时段（工作日 8：00-18：00），所有故障响应时间缩短 20%；在节假日或夜间发生故障时，我们将保证在 1 小时内响应，并于 3 小时内到达现场；对于批量设备故障（≥3 台核心设备同时故障），我们将启动应急响应机制，在 1 小时内到达现场。

（4）响应确认与反馈时效承诺：在收到故障报告后 5 分钟内发送确认短信或消息；维修响应进度每 30 分钟向甲方反馈一次；现场维修人员出发前 10 分钟告知预计到达时间。

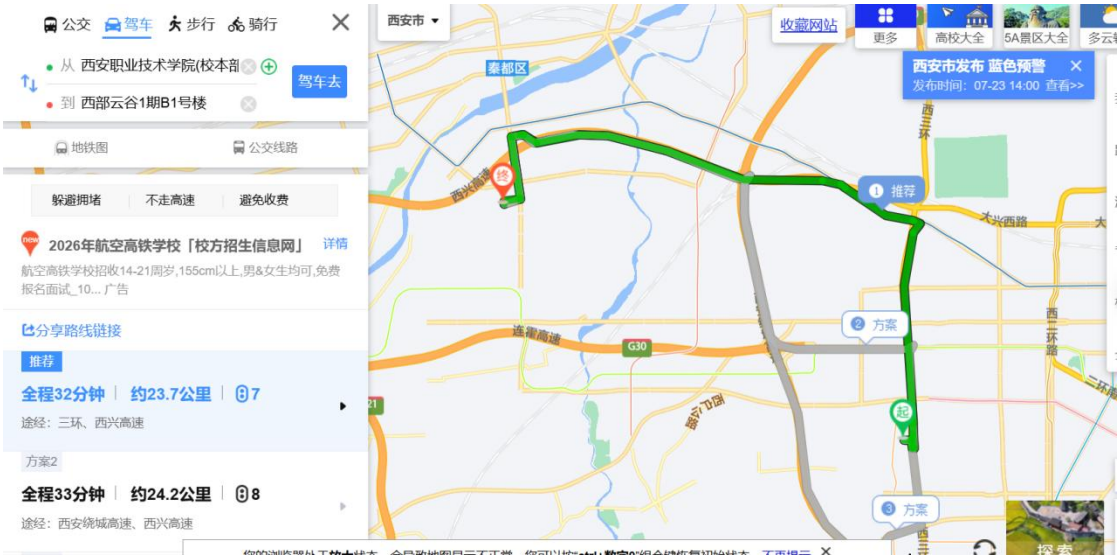
3.3.2 现场维修的响应方式

3.3.2.1 常规故障现场维修响应

（1）响应时限

接到常规故障报告后，我方承诺在工作时间内 1 小时内通过电话或远程支持进行初步响应，并对问题进行分析与定位。对于需要现场处理的故障，2 小时内抵达现场。

路线图：



（2）人员安排

派遣具备专业技能的售后服务人员前往现场处理故障问题。所有售后服务人员均经过系统培训，熟悉无人机模拟仿真实训室相关设备的技术参数及操作流程，能够快速诊断并解决各类常见故障。

（3）工具准备

售后服务人员将携带必要的维修工具及备件前往现场，包括但不限于电烙铁、万用表、调试电脑等。同时，针对可能涉及的设备问题，还会准备相应的备件，如接口组件、线路板等，确保现场维修工作的顺利开展。

（4）初步诊断

到达现场后，售后服务人员将按照标准化流程对设备进行初步检查与故障定位。具体步骤包括检查电源连接是否正常、设备运行状态是否异常、硬件是否存在明显损坏等。通过这些步骤，迅速确定故障类型及可能原因。

（5）维修措施

根据故障类型采取具体维修措施。对于硬件故障，如线路老化或接口损坏，将及时更换相应部件；对于软件故障，如系统配置错误或程序冲突，将重新配置系统参数或恢复默认设置。维修完成后，向用户提供详细的维修报告，并由用户确认维修结果。

3.3.2.2 关键设备故障现场维修响应

（1）优先级设定

对于关键设备故障，我方承诺将其列为最高优先级处理事项。一旦接收到故障报修通知，售后服务部门将在 1 小时内启动响应机制，通过电话、邮件或微信群等方式与用户确认问题详情，并安排具备相关经验的技术工程师前往现场进行处理。

（2）技术团队安排

为确保快速高效解决问题，我方将派遣具备丰富经验的技术工程师前往故障现场。这些工程师均经过专业培训，熟悉飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统等关键设备的技术参数及操作流程，能够精准判断并解决各类复杂故障。

（3）应急备件准备

针对关键设备的核心部件，如飞行控制板卡（数量：19 套）和激光无人机开发平台备件库（数量：1 套），我方提前储备了充足的应急备件。这些备件均存放在本地仓储中心，确保在接到报修通知后能够迅速调用，实现快速更换，最大限度减少设备停机时间。

（4）远程支持诊断

在前往现场前，我方技术团队将通过远程连接手段，如调试电脑、示波器、信号发生器等工具，初步分析故障原因，收集相关数据并制定详细的解决方案。这一过程不仅有助于提高现场维修效率，还能有效避免不必要的资源浪费。

（5）恢复计划实施

根据故障具体情况，我方将制定完善的恢复计划，涵盖备份数据、拆卸设备、修复或更换部件的具体操作步骤。所有操作均严格按照技术规范执行，确保设备功能恢复正常。每次维修完成后，我方将向用户提供详细的维修报告，并由用户确认维修结果。



关键设备故障维修流程

3.3.2.3 系统集成类故障现场维修响应



（1）整体评估与现场检查

到达现场后立即对无人机模拟仿真实训室进行全面检查，确认涉及的子系统及其相互关系。重点检查布线系统、显示终端、虚拟仿真实训平台等关键区域，记录所有可能影响系统正常运行的异常情况。通过逐一排查接口连接状态、网络配置和设备参数设置，初步判断故障范围及其可能原因。

（2）模块定位与断点分析

根据整体评估结果，精确定位故障发生的具体模块或接口。例如，针对综合布线集成改造部分，采用分段排查法逐步定位可能导致系统集成故障的具体断点或冲突区域。对于无人机虚拟仿真实训平台，重点检查其行业应用多场景虚拟仿实训功能是否因配置错误或数据丢失导致问题。通过对比实际运行状态与技术参数手册中标准值，进一步缩小故障范围。

（3）协同作业与问题解决

在明确故障模块后，协调安装调试人员与售后服务人员共同参与解决方案制定与执行。安装调试人员负责硬件层面的修复工作，包括重新布线、更换损坏部件或调整连接方式；售后服务人员则侧重于软件及系统层面的优化，如恢复系统配置、更新驱动程序或升级固件版本。确保各子系统联动正常，实现无缝协作。

（4）功能验证与恢复确认

完成维修操作后，进行系统功能验证以确保所有子系统恢复正常运行状态。具体步骤包括：启动无人机虚拟仿真实训系统，验证其行业应用多场景虚拟仿实训平台支持不少于 6 种自由飞行航拍场景切换的功能；测试基础飞行扩展训练功能是否满足不低于 40m 航线直线飞行要求；检查无人机装调、巡检、地理测绘等功能模块的稳定性和准确性。同时记录各项指标的实际表现，确保符合采购需求和技术规范。

3.3.2.5 紧急故障现场维修响应

（1）即时响应启动程序

在接到西安职业技术学院的紧急故障通知后，我们承诺 30 分钟内启动响应程序。具体措施包括：通过售后服务管理系统记录报修信息、分析故障类型并调配相关资源；同时派遣技术团队前往指定地点进行处理。所有响应步骤将在电话或在线平台中进行实时跟踪，并及时向用户反馈进展。

（2）临时替代设备提供

针对可能影响实训室正常教学的紧急故障，我们将根据实际情况提供临时替代设备或解决方案。例如，若核心设备如无人机虚拟仿真实训系统出现故障，我们将迅速调拨备用设备至现场，确保教学活动不受中断。临时替代设备的质量和技术参数均符合合同要求，且使用前会由技术人员完成调试与验证。

（3）加急备件供应保障

为应对紧急故障需求，我们建立了快速备件供应链机制。对于无人机模拟仿真实训室中的关键部件（如飞行控制板卡、3D 视觉交互终端等），常用备件将存储于本地仓储中心，特殊备件则承诺在 2 个工作日内响应并完成调配。备件运输过程中采用防震、防潮包装，并全程监控物流状态以确保准时送达。

（4）全天候技术支持服务

我们为西安职业技术学院提供7×24小时的紧急维修服务，配备轮班制的技术支持团队以应对突发状况。用户可通过24小时售后服务热线随时联系我方，技术团队将在1小时内响应并提供远程指导；如需现场支持，将在2小时内抵达，其他地区按约定时间到达。每次维修完成后，我们将出具详细报告并由用户确认结果。

（5）风险防控与安全操作

在紧急故障维修过程中，我们将严格遵循安全操作规程，避免因不当操作引发二次故障或损坏。维修人员需佩戴防护装备并使用专用工具，对涉及的核心设备实施多重保护措施。维修完成后，还将进行全面的功能测试与性能验证，确保设备恢复至正常运行状态并符合技术指标要求。

3.3.3 维修工程师的派遣机制

3.3.3.1 故障等级匹配派遣机制

（1）故障等级对齐说明

为确保故障处理的高效性，我公司沿用前置章节中定义的核心设备、重要设备和辅助设备的故障分级标准，并将这些分级统一对应至严重故障、一般故障和轻微故障。具体如下：核心设备（如飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统）发生故障时，视为严重故障；重要设备（如3D视觉交互终端、教学显示终端）发生故障时，视为一般故障；辅助设备（如实训电脑、实训桌椅）发生故障时，视为轻微故障。此分级规则将作为后续派遣工程师等级匹配的重要依据。

（2）等级匹配派遣规则

根据故障等级的不同，我公司将派遣相应级别的维修工程师进行处理。具体派遣规则如下：

对于轻微故障（辅助设备），派遣具备基础维修技能的初级工程师前往现场或提供远程支持；对于一般故障（重要设备），派遣具备丰富经验的中级工程师进行现场处理；对于严重故障（核心设备），派遣技术能力突出的高级工程师直接参与故障排查及修复工作。所有派遣工程师均需通过严格的专业培训并获得相应资质认证，以确保能够高效解决各类故障问题。

（3）派遣触发规则

在接到故障报告后，我们将严格按照以下派遣触发规则启动响应流程：

1）对于核心设备（严重故障），在收到故障报告后的 1 小时内响应，并于 2 小时内派遣高级工程师到达现场；

2）对于重要设备（一般故障），在收到故障报告后的 1.5 小时内响应，并于 3 小时内派遣中级工程师到达现场；

3）对于辅助设备（轻微故障），在收到故障报告后的 2 小时内响应，并于 4 小时内派遣初级工程师到达现场。

此外，在教学时段（工作日 8：00-18：00）内，所有故障响应时间缩短 20%；在节假日或夜间发生故障时，我们承诺在 1 小时内响应，并于 2 小时内派遣工程师到达现场。对于批量设备故障（≥3 台核心设备同时故障），我们将立即启动应急响应机制，确保在 1 小时内派遣高级工程师团队到达现场。

3.3.3.2 派遣流程规范

（1）故障报告接收

在收到西安职业技术学院的故障报告后，我们将严格按照以下流程操作：

1）记录设备类型、具体故障现象、发生时间以及故障发生的地点。

2）确认信息完整性，确保所有关键数据均被准确记录。

3）生成唯一的故障工单号，并将其反馈给报修人员以备后续查询使用。

4）将故障信息录入公司内部管理系统，启动后续任务分配机制。

（2）任务分配步骤

根据记录的故障信息和等级划分，我们将按照以下步骤进行工程师派遣任务分配：

1）根据故障设备类型匹配具备相应技术能力的维修工程师。

2）结合工程师当前工作状态及地理位置，选择最合适的人员。

3）通过系统通知选定的工程师，包含工单号、设备位置、故障描述及预计到达时间。

4）确保工程师在接到任务通知后 5 分钟内确认，并开始准备相关工具和备件。

（3）现场服务要求

维修工程师到达现场后，需严格按照以下流程开展维修工作：

1）与甲方现场联系人对接，了解故障具体情况并核对工单信息。

2）进行全面检查，确认故障原因，并及时向甲方反馈初步诊断结果。

3）如需更换配件，使用本公司提供的原厂备件进行修复。

4）完成维修后，向甲方演示设备运行状态，确保其恢复正常功能。

5）填写维修日志，记录维修过程中的关键操作，并由甲方签字确认。



派遣流程图

3.3.3.3 派遣记录与跟踪

（1）记录内容明细

为确保每一次故障处理过程可追溯，我公司将建立完善的派遣任务记录机制。记录内容将涵盖以下关键字段：故障等级分类结果、报修时间、派单时间、工程师接单时间、出发时间及预计抵达时间等。通过这些详细信息，我们能够全面掌握每一次派遣任务的执行情况，同时便于后续优化服务流程。

（2）跟踪工具介绍

我公司依托售后服务管理系统实现派遣任务全链路可视化追踪。当收到故障报告后，系统会自动生成工单并分配至对应维修工程师，随后实时记录各环节时间节点。维修人员在到达现场前，每 30 分钟通过短信或消息向甲方更新当前位置及预计到达时间。此外，系统支持历史数据查询功能，方便双方随时调取相关记录以核对服务细节。

（3）数据应用方向

基于派遣过程中积累的数据，我们将持续优化排班策略，合理调整工程师的工作安排，确保响应时效符合承诺要求。通过对历史派遣数据的分析，我们能够识别高发故障区域和时间段，提前部署充足的技术力量以应对潜在需求。同时，

这些数据也将作为评估服务质量的重要依据，帮助我们不断提升服务水平，满足西安职业技术学院的教学实训需求。

3.3.4 维修进度跟踪和反馈机制

3.3.4.1 维修进度跟踪机制

（1）跟踪机制设计

制定基于时间线和任务节点的维修进度跟踪计划，明确各阶段时间节点及负责人。具体步骤包括：首先由售后服务人员根据设备故障情况评估维修周期，将整个维修过程划分为故障诊断、维修材料准备、实际维修操作、功能测试四个主要阶段。每个阶段设定明确的时间节点，并指定对应的责任人。例如，故障诊断阶段应在接收报修信息后 2 小时内完成初步评估；维修材料准备阶段需在 48 小时内确保所需配件到位；实际维修操作需在材料到齐后的 3 日内完成；功能测试阶段则安排在维修完成后 1 日内完成验收。所有时间节点均记录在案，便于后续追溯与考核。

（2）数据记录要求

在维修过程中需严格记录关键数据，以确保维修进度的透明化与可追溯性。具体记录内容包括：设备故障点详情（如飞行控制板卡接口损坏、传感器失灵等）、维修材料使用量（如更换的零部件型号及数量）、维修人员工时（精确到小时）。同时，记录表单需包含维修前后的对比照片或视频资料，以便直观展示维修效果。所有数据通过本公司内部维修管理系统实时录入并更新，确保数据的准确性和一致性。

（3）异常处理流程

为应对维修进度延误或异常情况，建立应急处理机制。一旦发现维修进度偏离预期，立即启动异常处理流程。具体措施包括：通知直接责任人查明原因并提交书面报告；若因维修材料短缺导致延误，优先从本公司库存调配，必要时联系供应商紧急补货；若维修难度超出预期，及时组织技术专家团队介入会诊，并调整维修方案。在整个应急处理过程中，保持与甲方单位的实时沟通，确保其了解问题进展及解决方案。

3.3.4.2 维修进度反馈机制

（1）反馈频率设定

为确保用户及时了解维修进展，我方将按照以下频率进行维修进度反馈：对于一般性维修任务，每 24 小时更新一次维修状态；对于复杂或重大维修任务，每 12 小时更新一次维修状态。所有更新均会在约定的时间内完成，并确保反馈信息的准确性和完整性。

（2）反馈内容标准

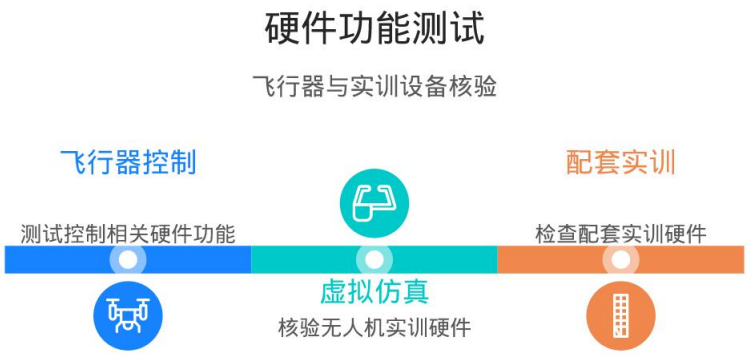
每次维修进度反馈将包含以下内容：当前维修状态描述、已完成的具体维修任务清单、未完成任务的原因分析及解决措施、预计最终完成时间。同时，对于涉及关键部件更换的情况，我们将提供部件的详细信息，包括型号、规格和更换原因，确保用户对维修过程有全面了解。

（3）沟通渠道选择

为便于用户接收维修进度反馈信息，我方提供多种沟通渠道：通过电子邮件发送正式书面报告，确保信息记录可追溯；通过电话进行实时沟通，解答用户疑问并确认维修细节；利用企业微信或项目管理软件（如钉钉），建立专属沟通群组，实现高效、便捷的信息传递。用户可根据自身需求选择最合适的沟通方式。

3.3.5 维修完成后的测试验收流程

3.3.5.1 硬件设备功能测试



（1）飞行器控制相关硬件测试

为确保飞行器控制设计与应用系统的正常运行，我们将对集群开发仿真平台和飞控板卡进行全面测试。具体包括验证集群开发仿真平台的无人智能体 3D 载

具模型及运动模型是否准确加载至系统，以及支持软件/硬件在环仿真、地面站和云端集群等功能的实际表现。同时，我们还将检查飞行控制板卡的各项参数，如 PWM 接口数量是否满足≥14 个的要求，是否具备集成一体化航空插头等关键指标。测试过程严格按照技术参数逐项核验，并记录测试数据以备后续确认。

（2）无人机虚拟仿真实训硬件测试

针对无人机虚拟仿真实训系统中的硬件设备，我们将重点测试以下内容：

首先，验证 3D 视觉交互终端的分辨率是否达到≥2800*1700 的标准，视场角是否符合≥90°的技术要求，刷新率是否稳定在≥90HZ 范围内。

其次，对实训电脑进行性能测试，包括国产 8 核芯片的基础频率、三级缓存容量，硬盘、显卡和内存配置是否达标，并确保预装操作系统能够兼容各项实训任务。

所有测试结果将通过标准化表格记录并存档。

（3）配套实训硬件核验

根据已准备的设备台账清单，我们将逐一核验配套实训硬件的运行状态。主要包括遥控器的功能完整性，无人机展台的安装固定情况以及其他相关辅助设备的实际运行情况。



硬件设备功能测试流程

3.3.5.2 软件系统功能测试

（1）集群开发仿真平台功能测试

对集群开发仿真平台进行独立功能的合规性测试。核验不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型的可用性，包括无人机、直升机、无人车、无人船等。

验证固定翼仿真模型支持自定义配置翼展、起飞重量、气动参数等功能，确保自动计算重力加速度、空气阻力系数等数据的准确性。确认支持导入自定义模型文件并实现二次开发功能。检验三维实景显示是否与仿真模型姿态、位置、速度保持实时同步，并支持多视角快速切换。进一步验证仿真环境中固定翼/多旋翼无人机模型的姿态、位置、速度、加速度等数据显示功能。确保集群仿真环境支持软件在环仿真、硬件在环仿真以及地面站和云端集群功能，并提供不少于 15 个集群仿真示例。测试传感器模型包含可见光、红外、激光雷达等类型，并验证不少于 8 个无人系统跟随控制示例及飞控仿真实例的完整性。

（2）无人机虚拟仿真实训系统全模块测试

1）验证无人机虚拟仿真实训系统的各项功能模块。检查是否支持森林、海滨、街道、山地、废墟、商场等不少于 6 种自由飞行航拍场景的切换功能，确保不少于 11 种机型可进行虚拟飞行操作。测试天气设置功能是否支持风向、风速等级、光照调整，还原真实无人机抗风能力及不同气象条件下的飞行表现。进一步验证雨、雪、雾、尘等多种天气模式对飞行的影响效果，确保各场景切换流畅且功能正常。

（3）基于模型设计教学软件资源核验

全面核验基于模型设计（飞控设计）课程配套教学软件资源的完整性。确认 PPT 课件资源是否包含实验背景、目的、原理等内容，并满足课时≥48 的要求。检查视频教学资源分辨率是否不低于 1920*1080，视频总时长是否≥360 分钟，其中数字人教学视频时长是否≥180 分钟。进一步验证实验指导书是否涵盖实验背景、步骤、常见问题等内容，确保总页数≥80 页。所有资源需符合合同约定的质量要求，并可通过实际使用测试确认其完整性和可用性。

3.3.5.3 系统集成联调测试



（1）软硬件通信联调

在系统集成联调测试阶段，我们将验证各硬件模块与对应软件系统的数据互通和指令响应兼容性。具体实施步骤如下：逐一检查所有硬件设备的通信接口是否符合技术规范；通过专用调试工具模拟各类指令传输场景，确保硬件与软件之间的信号传递准确无误；针对发现的任何潜在问题，立即进行优化调整，确保所有软硬件功能协同运行稳定。

（2）综合布线联动测试

为保证实训室内全室网络及强弱电线路的运行稳定性，我们将开展全面的综合布线联动测试。使用专业检测仪器对已布设的千兆六类非屏蔽网线进行信号质量检测，确保网络通信性能达到设计要求；测试各终端设备在网络环境下的连接可靠性，包括实训电脑、教学显示终端以及其他相关设备；核验强弱电线路布局是否合理，避免电磁干扰影响设备正常工作。

（3）全场景教学链路联调

为了验证从仿真实训、操作演示到终端显示的全教学链路运行流畅性，我们将执行以下操作：启动无人机虚拟仿真实训系统，模拟多种教学场景，并验证其与飞行器控制设计与应用系统的交互功能；检查 3D 视觉交互终端的分辨率是否满足≥2800*1700 的技术指标，同时测试其与其他教学设备的同步显示效果；重点检验教学显示终端 LED 显示屏的各项参数，包括像素点间距、刷新率、色温调节等，确保满足教学需求。最后，我们将根据测试结果进一步优化系统配置，确保整体链路无故障运行。



实训室内技术人员启动无人机虚拟仿真实训系统

3.3.6 维修记录和档案管理

（1）维修记录内容规范

维修记录将严格按照以下内容进行记录与管理。故障报告信息需包括故障发生时间、涉及设备名称及型号、故障现象的详细描述；维修过程记录则涵盖维修工程师姓名（工号）、维修开始及结束时间、具体采取的维修措施以及更换零配件明细；测试验收结果应记录维修后设备性能测试数据及其验收结论；用户确认信息以用户签字形式确认维修完成情况，确保每一步骤均有据可查。

（2）档案分类与存储管理

档案管理按设备类型分类，飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统、3D 视觉交互终端等分别归档。同时按时间分类，年度维修档案与月度维修档案相互补充。电子档案存储于公司售后管理系统中，纸质档案归档至公司档案室，存储期限与设备质保期同步，质保期结束后延长 3 年，确保资料长期可用。

（3）档案查阅与使用机制

内部查阅流程要求售后人员凭工号申请，技术部门在分析故障时可调取相关档案。用户如需查阅，需提交书面申请，经审核后提供电子或纸质副本。故障分析方面，定期统计故障类型及频率，为产品质量优化提供依据；服务优化方面，基于维修记录调整售后服务策略，提升服务质量。

（4）档案安全与保密管理

电子档案采用 AES 加密技术存储，确保数据安全性；纸质档案存放于配备监控及门禁系统的档案室，防止非法访问。明确档案管理人员的保密义务，严格禁止泄露用户设备信息，保障用户隐私与权益。

（5）档案更新与销毁流程

每次维修完成后，档案须在 24 小时内更新完毕，确保信息时效性。每年年底对过期档案进行审核，销毁需经部门负责人审批，并记录销毁清单以备查。整个流程严谨高效，确保档案管理的规范化与科学化。

3.3.7 维修效果评估

（1）维修质量评估

为确保设备维修质量，我方将对无人机模拟仿真实训室的设备故障进行复现验证，并对维修后的部件性能及系统功能完整性进行全面测试。具体包括：

1）通过专业检测工具对维修部件性能进行测试，确保其符合技术参数要求；



无人机模拟仿真实训室维修工程师用检测工具测试维修部件

2）逐一检查系统功能是否恢复至正常状态，避免因维修导致的功能缺失或异常；

3）对设备运行稳定性进行持续监测，确保在一定时间内的无故障运行，验证维修效果的可靠性。



无人机模拟仿真实训室维修工程师监测设备运行稳定性

（2）维修效率评估

为了提升维修效率，我方将从多个维度进行评估和优化：

1）核对故障响应的及时性，确保接到报修后在承诺时间内启动响应，并记录每次响应的具体时长；

2）统计维修时长达标率，分析每个维修任务的实际耗时是否符合标准；

3）评估备件调配效率，确保常用备件本地仓储，特殊备件在 2 个工作日内完成调配；

4）验证维修人员到场的及时性，2 小时内抵达现场，保障维修工作迅速开展。

（3）客户满意度评估

客户满意度是衡量维修服务质量的重要指标，我方将从以下方面收集用户反馈并进行评估：

1）由用户对维修服务态度进行评分，考察维修人员的专业性和沟通能力；

2）了解问题解决的彻底性，确认维修后是否存在遗留问题；

3）评价维修过程中的沟通及时性，确保信息传递流畅；

4）审核服务流程规范性，确保每一步操作均符合相关标准要求。

（4）维修记录完整性评估

完善的维修记录管理是后续改进的基础，我方将严格审查维修报告及相关档案的完整性：

1）检查维修报告内容的准确性，确保所有维修细节均被如实记录；

2）审核故障原因分析的合理性，确认分析结果与实际问题相符；

3）核查维修操作步骤的规范性，确保每一步均按照既定流程执行；

4）验证维修档案归档的完整性，确保所有资料分类清晰、易于检索。

（5）维修改进建议收集

通过多渠道收集维修改进建议，不断优化售后服务流程：

1）定期整理客户使用体验反馈，发现潜在问题并制定改进措施；

2）汇总维修人员在现场遇到的问题及建议，针对性调整维修策略；

3）分析设备常见故障趋势，提前预警并采取预防性维护措施；

4）结合用户需求和服务实践，优化售后服务流程，提高整体服务水平。

3.4 定期回访及维护

3.4.1 定期回访的频次安排

3.4.1.1 质保期内分层回访安排

（1）回访层级划分

根据无人机模拟仿真实训室设备的重要性和使用频率，我们将回访划分为三个层级：基础设备回访、核心系统回访及综合布线集成改造回访。其中，基础设备包括实训电脑、教学显示终端和教室用实训桌椅；核心系统涵盖飞行器控制设计与应用系统和无人机虚拟仿真实训系统；综合布线集成改造涉及装饰装修、综合布线改造及文化墙等项目。此分类方式有助于更有针对性地开展回访工作，确保每一部分设备均得到充分的关注与维护。

（2）回访时间安排

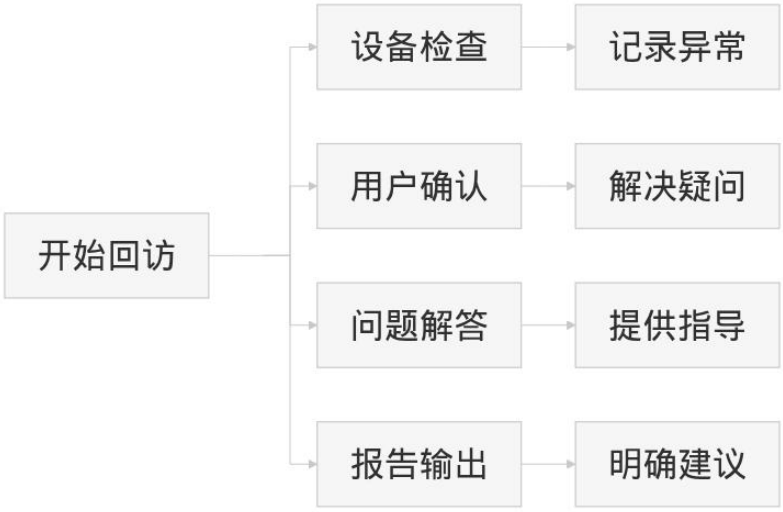
在质保期内，我们制定详细的回访计划以确保设备长期稳定运行。具体安排如下：基础设备每季度进行一次回访；核心系统每半年进行一次回访；综合布线集成改造每年进行一次回访。每次回访都将在约定的时间内完成，并由专业人员提供全面的检查与维护服务。

（3）回访人员配置

为保证回访质量，我们将指派不同岗位的专业人员负责不同层级的回访任务。具体配置如下：安装调试人员负责基础设备回访，重点检查设备硬件状态及表面清洁度；工程技术人员负责综合布线集成改造回访，着重排查线路状况和环境适应性；售后服务人员负责核心系统回访，深入检测软件功能及系统性能。所有参与回访的人员均已完成相关培训，能够熟练操作并解决各类问题。

（4）回访内容概述

每次回访将遵循以下步骤执行：首先对设备运行状态进行表面检查，记录任何异常情况；其次确认用户使用过程中是否存在困难或疑问，并当场予以解答或指导；最后向用户提供一份详细的检查报告，明确标注设备当前状态及后续维护建议。此外，针对发现的问题及时采取措施，必要时启动应急方案，如调拨备件或派遣技术团队现场支持。



回访流程图

3.4.1.2 质保期后年度回访

（1）年度回访时间安排

为确保无人机模拟仿真实训室设备长期稳定运行，我方将在质保期后的每年秋季学期开学前一个月进行一次全面年度回访。该时间点的选择旨在配合学校的教学计划，及时发现并解决设备在暑期可能因闲置或环境变化而产生的隐患，保障新学期的教学需求。

（2）回访团队组成

年度回访团队由公司内部多部门协作组建，具体包括售后服务人员、质量检验人员及工程技术人员。其中，售后服务人员负责与校方的沟通协调，了解设备使用中的实际问题；质量检验人员则针对设备性能进行全面检测，并记录相关数据；工程技术人员将根据检查结果提供必要的技术支持和维护建议。行政管理人员负责整个回访活动的统筹安排与资源调配。

（3）年度回访内容

年度回访的主要工作内容涵盖实训室内所有设备的全面检查，重点评估设备老化程度及潜在风险。具体包括：

1）对飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统等核心设备的功能性与稳定性进行全面测试；

2）检查 3D 视觉交互终端、实训电脑等配套设备的硬件状态，确保无明显磨损或故障迹象；

3）评估综合布线集成改造部分的可靠性，包括线路老化程度、接口牢固性等；

4）根据设备的实际使用情况，提出针对性的维护建议，如固件升级、配件更换等。

（4）回访成果输出

每次年度回访结束后，我们将形成一份详细的年度回访报告。报告内容包含设备状态评估、维护建议及后续服务计划等关键信息。同时，我们会将报告提交给甲方单位，以便校方掌握设备的整体状况并采取相应的管理措施。此外，我们还将建立设备档案，记录历次回访的数据与结论，为未来的维护工作提供参考依据。

3.4.2 定期回访的内容项目

（1）设备运行状态核查

对飞行器控制设计与应用系统进行硬件接口稳定性检查，包括飞行控制板卡PWM接口、航空插头等连接部位的牢固性及信号传输质量。对无人机虚拟仿真实训系统的软件响应速度进行测试，确保各类操作无明显延迟或卡顿现象。验证3D视觉交互终端的显示效果和分辨率，确认其分辨率不低于2800*1700。检测实训电脑的国产芯片及系统运行流畅度，确认CPU性能稳定且操作系统兼容性良好。检查教学显示终端LED屏的亮度和色彩一致性，确保像素点间距不大于1.86mm且亮度均匀性达到95%以上。同时，对教室用实训桌椅的结构稳固性进行评估，确保无松动或变形现象。

（2）教学应用适配性调研

收集飞行器控制设计课程软件实验项目的完成度反馈，重点关注基于模型设计（飞控设计）课程中的实验操作是否满足教学需求。调研虚拟仿真实训系统提供的不少于6种场景切换和不少于11种机型虚拟飞行是否符合教学目标。评估3D视觉交互终端在实训课程中的操作便捷性，确认是否存在操作复杂或不直观的情况。验证实训电脑的国产系统与教学软件的兼容性，特别是对于特定教学任务的支持程度。调研综合布线集成改造后网络传输的稳定性对教学的实际影响，确保教学过程中无明显网络中断或延迟。

（3）故障及问题反馈收集

统计设备使用过程中出现的硬件故障类型及频次，重点记录飞行控制板卡、无人机遥控器等相关设备的故障表现。记录软件操作中卡顿或功能异常的具体情况，包括但不限于集群开发仿真平台的功能异常、多旋翼刚体动力学统一模型适配问题等。反馈设备连接及兼容性问题，如网线接口松动或数据传输不稳定等现象。收集综合布线改造后的线路故障或信号干扰信息，尤其是针对实训室内的强弱电分离情况。统计设备配件的损耗情况及更换需求，确保及时补充易损件。

（4）操作及维护疑问解答

针对飞行器控制板卡参数调整及功能扩展提供详细的解答服务，包括参数设置方法及二次开发流程指导。为虚拟仿真实训系统场景自定义及数据导出操作提供培训支持，帮助用户熟练掌握相关技能。讲解 3D 视觉交互终端的校准方法及常见故障排查技巧，提升用户的自主维护能力。指导实训电脑国产系统的操作及软件安装方法，确保用户能够独立完成基础维护。提供教学显示终端系统升级及日常维护的培训服务，包括 LED 屏清洁、电源管理等内容。

（5）优化建议征集

收集设备功能升级需求建议，重点关注用户对于飞行器控制设计与应用系统新增功能的期望。调研教学资源库补充及更新需求，确保能够及时提供最新的实验指导书及教学视频。反馈实训场景拓展及机型增加需求，结合实际教学需求提出改进建议。征集设备操作流程简化及界面优化建议，力求提升用户体验。收集综合布线及实训室环境改进建议，优化整体教学环境布局与配置。

3.4.3 设备运行状态检查内容

（1）飞行器控制设计与应用系统运行检查

针对飞行器控制设计与应用系统，重点进行集群开发仿真平台模型加载及运动流畅性测试，确保无人智能体载具 3D 模型和运动模型不少于 6 个。检查飞行控制板卡接口连接稳定性，验证基于模型设计课程软件功能完整性，并检测自动驾驶无人机开发平台传感器数据准确性。通过启动仿真环境、切换场景以及执行模拟任务等方式完成全面检测，确保系统运行正常，各项参数符合要求。

（2）无人机虚拟仿真实训系统运行检查

对无人机虚拟仿真实训系统进行全面检查，包括多场景虚拟仿真实训平台的场景切换及机型加载测试，基础飞行扩展训练航线精度验证，无人机装调反制设

备认知功能检查，无人机巡检塔型识别及航线规划测试，地理测绘场景数据采集准确性检测，植保作业操作功能完整性验证，以及运载物流挂载及卸货功能测试。通过实际运行相关模块并记录运行结果，确保所有功能均能正常响应且满足技术指标要求。



无人机模拟仿真实训室技术人员检查实训系统功能

（3）3D 视觉交互终端运行检查

对 3D 视觉交互终端进行分辨率及显示效果检测，确保屏幕分辨率不低于 2800*1700。同时，检查触摸响应灵敏度和硬件连接稳定性，通过播放多类型视频文件、切换不同场景、调整视场角等方式验证终端性能。确保所有连接线缆无松动或损坏现象，终端整体运行稳定可靠。

（4）实训电脑运行检查

对实训电脑进行国产 CPU 运行性能测试，验证国产操作系统稳定性，并检查硬件接口连接状态。通过执行高强度运算任务、长时间运行测试程序以及反复插拔外设等方式，确保电脑在各种使用场景下的稳定性和可靠性。

（5）教学显示终端运行检查

针对教学显示终端，检查 LED 显示屏像素点及显示效果，确保处理器及接收卡运行状态良好，电源及配电柜供电稳定性达到预期。通过播放高分辨率视频、切换不同画面模式以及长时间运行测试等方式验证终端性能，保障其在各类教学场景中的正常使用。

（6）教室用实训桌椅运行检查

对多人拼接实训桌椅结构稳定性进行检查，检测实验桌及座椅磨损情况，验证交换机连接及网络传输状态。通过观察桌椅外观、承载重物测试以及检查网络连接速度等方式，确认所有设施均处于良好状态。

（7）综合布线系统运行检查

对综合布线系统的网络线路传输速度、电源线路供电稳定性进行测试，同时检查装饰装修及文化墙结构完整性，无人机展台及窗帘安装状态。通过实际测量传输速率、电压波动以及观察安装质量等方式，确保整个布线系统运行稳定，满足教学实训需求。

3.4.4 预防性维护计划

3.4.4.1 设备分类维护计划



（1）飞行器控制设计与应用系统维护计划

针对飞行器控制设计与应用系统，我方将定期对集群开发仿真平台及飞控板卡等关键部件进行检查与维护。具体包括：检查集群开发仿真平台的运行状态，确保其提供的无人智能体载具 3D 模型和运动模型数量不少于 6 个，并支持场景内不少于 6 视角切换；验证固定翼仿真模型是否支持快速选择常用无人机，并自动计算重力加速度、空气阻力系数等参数；对飞控板卡的 PWM 接口进行检测，确保接口数量不少于 14 个且集成一体化航空插头；更新软件系统源码，确保支持二次开发与自定义控制算法验证。

（2）无人机虚拟仿真实训系统维护计划

对于无人机虚拟仿真实训系统，我们将按以下步骤开展维护工作：检查行业应用多场景虚拟仿真实训平台的功能完整性，确保支持不少于6种自由飞行航拍场景切换及不少于11种机型虚拟飞行；验证基础飞行扩展训练功能，确保FPV视角、固定视角、跟随视角切换正常，并支持不低于40m航线直线飞行；对无人机装调功能进行测试，确保支持不少于6种无人机的拼装与拆解，同时提供详细的零部件认知与组装引导；检查无人机巡检、地理测绘、植保作业及运载物流等功能模块，确保各项操作流程流畅并符合教学实训需求。

（3）3D视觉交互终端维护计划

针对3D视觉交互终端，我们将重点检查其分辨率是否达到或超过2800*1700的标准。此外，将定期校准显示参数，确保画面清晰无失真；检查终端硬件连接是否牢固，避免松动或接触不良问题；并对终端软件进行升级，确保兼容最新版本的操作系统及外设驱动程序。

（4）实训电脑维护计划

实训电脑的维护工作包括以下几个方面：定期检查CPU、硬盘、显卡及内存等关键硬件的运行状态，确保满足国产芯片8核、1TB-SSD硬盘、不低于GT730显卡及16GB内存的技术要求；清理机箱内部灰尘，避免因散热不良导致硬件故障；更新操作系统补丁及驱动程序，确保系统稳定运行；备份重要数据，防止因意外情况导致数据丢失。

（5）教学显示终端维护计划

对教学显示终端中的LED显示屏及钢结构部分，我们将实施以下维护措施：定期清洁屏幕表面，避免尘埃影响显示效果；检查像素点间距是否保持在1.86mm以内，刷新率是否达到或超过3840Hz；校正色温范围（3000K-12000K）及白平衡亮度，确保画面质量符合标准；检查钢结构的稳固性，必要时进行加固处理，确保显示屏安装安全可靠。

（6）教室用实训桌椅维护计划

教室用实训桌椅的维护工作主要包括：检查多人拼接实训桌椅的拼接结构是否牢固，确保桌面材质及框架五金件无松动或损坏现象；定期清洁实训椅表面，避免长时间使用导致污损；检查教师椅及实验桌的各项功能是否正常，包括电源

插座的安全性及抽屉的灵活性；发现任何部件磨损或损坏，及时更换，确保教学环境舒适安全。

3.4.4.2 维护周期安排



（1）飞行器控制设计与应用系统维护周期

对于飞行器控制设计与应用系统，我们将实施每月一次的定期检查。具体包括集群开发仿真平台、飞控板卡接口及基于模型设计课程软件等内容。在每次维护中，重点检查集群开发仿真平台的运行稳定性，确保不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型正常运行；核查飞控板卡接口数量（PWM 接口≥14 个）及航空插头连接情况；同时验证基于模型设计课程软件仿真部分（≥48 课时 PPT、视频总时长≥360 分钟，含数字人教学视频≥180 分钟）的功能完整性以及硬件仿真部分（25 个实验项目）的可用性。

（2）无人机虚拟仿真实训系统维护周期

针对无人机虚拟仿真实训系统，我们将每季度执行一次定期维护工作。维护内容涵盖行业应用多场景切换功能（支持≥6 种场景切换）、基础飞行扩展训练模块（三类资质扩展训练、≥40m 航线直线飞行）、无人机装调模块（支持≥4 类反制设备认知）、无人机巡检模块（输电线路典型塔型巡检）以及地理测绘模块（≥4 种场景训练）。通过细致检查各功能模块的运行状态，确保系统的稳定性和操作流畅性。

（3）3D 视觉交互终端及实训电脑维护周期

对于 3D 视觉交互终端及实训电脑，我们将安排每半年一次的硬件检测与清洁工作。重点检查 3D 视觉交互终端分辨率是否保持在≥2800*1700 的标准之上，

同时对实训电脑的CPU运行状态进行评估，确认其国产8核芯片性能满足要求并预装正版授权操作系统。此外，对设备表面进行深度清洁，防止灰尘积累影响设备散热及使用寿命。

（4）教学显示终端及教室用实训桌椅维护周期

教学显示终端及教室用实训桌椅将每年接受一次全面检查与保养。具体包括LED显示屏像素点间距（≤1.86mm）的校验、电源稳定性测试以及钢结构的牢固性评估。对于教室用实训桌椅，重点排查多人拼接实训桌椅结构的稳固性、实训椅坐垫舒适度及教师椅调节功能的灵活性。同时对所有设备进行必要的涂漆防腐处理，延长其使用寿命。

3.4.4.3 维护内容细则

（1）飞行器控制设计与应用系统维护细则

定期检查集群开发仿真平台的无人智能体载具模型完整性，确保提供不少于6种无人智能体3D载具模型和运动模型正常运行。检测飞控板卡接口连接可靠性，确认PWM接口数量不少于14个且集成一体化航空插头功能完好。针对基于模型设计课程软件功能可用性进行测试，保障软件仿真部分包含不少于48课时PPT、视频总时长不少于360分钟（含数字人教学视频不少于180分钟）。在硬件仿真部分中检查包含25个实验项目的实验功能是否正常运行，并验证自动驾驶无人机开发平台飞控在主控芯片集成三轴加速度计、陀螺仪、气压计的功能状态。

（2）无人机虚拟仿真实训系统维护细则

对多场景切换功能进行流畅性测试，确保支持不少于6种场景切换功能正常运行。校验基础飞行扩展训练的航线设定准确性，确保不低于40m航线直线飞行功能无误。对无人机装调及巡检功能适配性进行全面检测，涵盖不少于4类反制设备认知、输电线路典型塔型巡检、地理测绘多种场景训练等功能模块的正常运行情况。同时，针对运载物流功能中的上货、挂载、卸货训练及降索收索功能进行实际操作测试，确保其符合预期性能。

（3）3D视觉交互终端维护细则

校准分辨率参数，确保屏幕分辨率不低于2800*1700的标准。清洁屏幕表面，防止灰尘影响显示效果。检测硬件接口稳固性，重点检查USB-C及其他连接方式

的牢固程度，确保终端运行稳定可靠。对电池续航能力进行周期性评估，及时发现并解决潜在问题。

（4）实训电脑及教学显示终端维护细则

检查实训电脑CPU芯片运行状态，确保国产8核芯片正常运作，操作系统授权有效性得到保障。检测LED显示屏像素点间距不超过1.86mm，电源电压稳定性达到标准要求。对教学显示终端中的处理器、接收卡、电源、配电柜等关键部件进行功能性检测，确保各部件协同工作正常。同时对钢结构和音响设备进行全面检查，保证整体系统的稳定性和音效质量。

3.4.4.4 维护实施流程

（1）前期准备

在每次维护工作开始前，提前一天通过正式书面通知的形式告知甲方单位具体的维护时间与安排。确保携带维护所需的必要工具，包括但不限于电烙铁、螺丝刀、调试电脑等，并确认所有工具状态良好且符合维护需求。同时，安排专业技术人员到达现场，做好维护前期的准备工作。

（2）实施过程

按照设备分类逐一进行维护操作，针对无人机模拟仿真实训室内的各类设备（如飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统等），依据设备的具体技术参数和运行要求开展检查与维护。记录每台设备的运行状态及发现的问题，对于能够现场处理的问题立即解决；对于需要进一步技术支持的问题，及时向上级汇报并制定解决方案。全程保持与甲方单位相关负责人沟通，确保维护工作的透明度和高效性。

（3）后期确认

完成维护工作后，邀请甲方单位指派的代表共同参与验收环节。在验收过程中，向甲方详细介绍维护工作的具体内容、发现问题及解决方案，并请甲方确认设备已恢复至正常运行状态。随后填写完整的维护报告单，详细记录维护日期、内容、发现的问题及处理结果，由双方签字确认作为维护记录存档。

3.4.4.5 维护人员配置

（1）售后维护团队构成

我方为本项目组建一支专业售后维护团队，团队成员由 2 名售后服务人员、1 名安装调试人员和 1 名质量检验人员组成。该团队具备丰富的无人机模拟仿真实训室设备维护经验，能够确保设备在质保期内的正常运行及故障及时处理。

所有团队成员均熟悉本项目所涉及的飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统等设备的技术参数，并接受过相关技能培训，以保证提供高效、专业的维护服务。

（2）人员职责划分

1）售后服务人员主要负责日常维护工作，包括定期巡检、清洁保养、故障排查及简单维修，确保设备处于良好状态。

2）安装调试人员协助完成复杂设备调整和深度维护任务，针对技术要求较高的维护需求提供支持。

3）质量检验人员对维护效果进行监督与验收，确保每次维护后设备性能符合国家相关验收规范“合格”标准，同时满足西安职业技术学院实训教学需求。

（3）人员资质要求

1）所有维护人员需具备至少 2 年以上职业教育实训设备维护经验，熟悉无人机模拟仿真实训室设备的工作原理和技术参数。

2）维护人员必须通过公司内部的专业培训考核，掌握设备操作规范及常见问题处理方法。

3）安装调试人员需持有相关职业资格证书，例如电工证或电子产品装调工证书，确保其具备处理高精度设备的能力。

4）质量检验人员需具备质量管理相关背景，能够依据国家验收标准对维护结果进行全面评估。

3.4.4.6 维护保障措施



（1）备件库存管理

为确保设备在使用过程中出现故障时能够快速响应和修复，我们将建立完善的备件库存管理体系。根据设备种类及易损件特性，我们对常用零配件如飞控板卡、接口线缆等进行预储备。所有备件均存放于恒温恒湿的仓储环境下，并定期检查其状态以防止老化或失效。当接到甲方单位的维护请求时，我们承诺在 2 小时内提供备件支持并安排专业人员上门更换。

（2）应急预案制定

针对可能出现的设备故障或其他突发情况，我们提前制定了详细的应急预案。具体包括：对于无人机虚拟仿真实训系统中硬件模块的损坏，我们将在 2 小时内派遣技术人员到达现场进行维修或更换；对于教学显示终端 LED 屏幕像素点故障等问题，我们将提供备用屏幕并在最短时间内完成替换；对于实训电脑操作系统崩溃的情况，我们将通过远程技术支持指导用户恢复出厂设置或重新安装系统。同时，我们会定期组织维护人员进行应急演练，确保方案实施的高效性。

（3）沟通机制建设

为实现与甲方单位之间的高效沟通，我们设立了 7×24 小时服务热线，由专门的售后客服人员值守。无论在工作日还是节假日，只要接到甲方单位的服务需求，我们都会在第一时间记录问题详情并分配给对应的技术团队处理。此外，我们还建立了线上即时通讯平台，用于日常技术咨询和问题反馈，确保信息传递的及时性和准确性。为进一步提升服务质量，我们计划每季度安排一次回访活动，主动了解设备运行状况并收集用户改进建议。

3.4.5 软件补丁和驱动程序更新

3.4.5.1 软件补丁更新管理

（1）补丁来源管理

为确保无人机模拟仿真实训室相关设备软件的稳定运行，我方将从官方渠道获取所有正版补丁。具体流程包括指定专人负责监控设备制造商及软件开发商发布的补丁信息，及时下载并验证补丁文件的真实性和完整性。所有补丁在部署前均需通过内部测试环境进行严格验证，确保无误后方可应用于实际环境。

（2）补丁分类与适用范围

1）安全补丁：针对系统漏洞和潜在威胁，用于提升整体安全性；

2）功能性补丁：解决现有功能缺陷或新增功能需求；

3）兼容性补丁：优化与其他软硬件系统的协同工作能力；

每类补丁的适用范围将由技术团队根据设备类型和功能需求明确界定，并在实施前向使用部门通报影响范围及预计效果。

（3）补丁评估策略

我方将设立专门的测试环境用于补丁评估，评估方法包括但不限于以下步骤：

1）模拟环境测试：在独立环境中安装补丁，观察其对系统稳定性的影响；

2）系统兼容性检查：评估补丁对现有软硬件系统的兼容性，确保不会引发冲突；

3）风险分析：识别补丁可能带来的负面影响，并制定应急预案；

评估完成后，形成书面报告提交至项目负责人审核，确认无异常后执行后续操作。

（4）更新频率安排

补丁更新频率依据实际需求制定，分为定期更新和紧急更新两类：

1）定期更新：每月末进行一次例行检查，若发现有可用补丁，将在次月第一周内完成部署；

2）紧急更新：当出现高危漏洞或重大功能问题时，立即启动应急响应机制，确保在 24 小时内完成补丁部署。触发条件包括但不限于设备厂商的紧急通知、用户反馈的重大故障等。

（5）记录归档制度

建立完整的补丁更新日志体系，记录内容包括但不限于以下方面：

1）更新时间：每次更新的具体日期和时间；

2）更新内容：补丁版本号及其主要修复点或新增功能；

3）影响范围：涉及的设备或系统模块；

4）效果评估：更新后的系统状态及用户反馈；

所有记录均保存至质保期结束后一年，以备后续查询和审计。

3.4.5.2 驱动程序更新管理



（1）驱动版本管理

为确保实训设备的稳定运行，我们将建立完善的驱动版本管理体系。首先，所有设备的驱动版本将统一记录在版本控制表中，明确标注每个设备对应的最新稳定驱动版本。其次，我们将定期检查设备厂商发布的更新日志，评估新版本驱动的适用性，并及时纳入版本控制表。最后，在每次更新前，确认所用驱动版本已通过内部测试流程，避免因版本不兼容导致系统异常。

具体实施步骤：

1）创建并维护驱动版本控制表，包含设备型号、当前版本、目标版本及更新时间等信息。

2）每月定期查询设备厂商官网或技术支持渠道，获取最新驱动版本动态。

3）对新版本驱动进行测试验证后，方可纳入版本控制表并通知相关技术人员执行更新。

（2）更新策略

根据实际需求和设备特性，我们采取灵活的驱动更新策略。主要分为手动更新、自动更新以及混合模式三种类型。

1）手动更新适用于关键教学设备（如无人机虚拟仿真实训系统），由专业技术人员在指定时间窗口内完成更新操作，以减少对正常教学活动的影响。

2)自动更新适用于非关键设备(如教学显示终端和实训桌椅配套电子设备),通过预设规则和时间计划实现无人值守更新，提高效率的同时降低人工成本。

3）混合模式结合了手动与自动更新的优势，针对部分特殊设备（如高性能实训电脑）设置半自动化流程，即系统提示更新但需技术人员确认后方执行，确保更新过程的安全性和可控性。

（3）兼容性测试

在驱动更新前，我们将严格执行兼容性测试流程，确保新版本驱动不会对现有硬件或系统造成负面影响。

测试步骤包括：

1）准备测试环境，使用与实际部署环境一致的硬件配置和操作系统版本。

2）安装待更新的驱动版本，观察系统是否能正常启动并运行各项功能。

3）进行稳定性测试，模拟高强度、长时间的实际使用场景，记录是否存在崩溃或性能下降等问题。

4）记录测试结果，若发现问题则退回至上一稳定版本并上报厂商寻求解决方案。

5）只有通过全部测试项的驱动版本才能被批准用于正式环境更新。

（4）回滚机制

为应对驱动更新可能引发的问题，我们设计了快速回滚方案，确保在更新失败时能够迅速恢复至之前的稳定状态。

具体措施如下：

1）在更新前备份当前使用的驱动文件及相关配置信息，存放在指定路径下以便随时调用。

2）设定更新后的观察期（通常为 24 小时），期间持续监测系统运行状况。若发现异常，则立即触发回滚操作。

3）回滚操作由技术团队按标准化流程执行，通过还原备份文件快速恢复系统功能。

4）记录每次回滚事件的原因和处理过程，定期分析以优化后续更新策略。

（5）通知机制

为保障用户知情权并减少更新引起的不便，我们将建立规范的通知机制。在每次驱动更新前，提前向西安职业技术学院的相关负责人发送更新公告，告知预计更新时间、涉及设备范围、可能影响及注意事项。

公告内容至少应包括以下要素：

1）更新目的及背景说明。

2）预计更新开始和结束时间。

3）受影响设备清单及预期行为变化。

4）用户需要配合的事项（如有）及联系支持的方式。

5）更新完成后再次发布确认通知，说明更新结果及后续安排。

3.4.6 设备性能优化建议

（1）飞行器控制设计与应用系统性能优化

针对集群仿真平台负载均衡调整，我们将基于 19 套集群开发仿真平台的并发使用场景动态分配算力资源，避免单节点负载过载。同时，针对 19 套飞行控制板卡开展信号干扰排查与固件升级操作，降低数据传输丢包率，确保信号稳定性。对于课程软件运行效率提升，我们将通过优化算法及内存管理机制，提高仿真部分和实验项目的加载速度。此外，自动驾驶开发平台传感器数据校准将通过定期标定传感器参数并优化数据处理逻辑，确保传感器输出的准确性与可靠性。

（2）无人机虚拟仿真实训系统性能优化

为了提升多场景切换响应速度，我们将针对 19 套行业应用多场景虚拟仿实训平台优化缓存机制，将多场景切换响应时延降低至 1 秒以内。针对虚拟机型飞行流畅度优化，我们将对图形渲染引擎进行深度调优，减少卡顿现象。各功能模块加载效率的提升则通过预加载核心技术文件、优化资源配置实现。同时，为降低行业场景操作延迟，我们将优化网络通信协议及数据传输路径，确保实时性要求得到满足。

（3）3D 视觉交互终端、实训电脑、教学显示终端、综合布线系统性能优化

针对 19 套 3D 视觉交互终端，我们将开展系统冗余资源清理与显示适配校准工作，提升触控响应灵敏度。对于 19 台国产实训电脑，我们将实施操作系统环境清理与后台进程管控措施，确保释放可用内存达到总容量的 30%以上。教学显示终端方面，我们将针对 8.6 平方米 LED 显示系统开展色彩校准与信号链路排查，

消除画面同步延迟问题。在综合布线系统优化上，我们将对全量布线节点进行带宽动态分配与链路干扰排查，保障高峰时段网络带宽可支持 100 台以上设备的数据交互需求。

（4）整体系统协同性能优化

为实现多设备数据交互延迟优化，我们将对系统间的通信协议进行调优，并引入智能化资源调度算法。针对系统集成兼容性调整，我们将统一各设备接口规范，确保硬件与软件之间的无缝衔接。高峰使用时段性能保障方案包括增加临时算力分配、优化任务调度策略等措施，确保实训室在高负载情况下仍能稳定运行。

3.4.7 长期技术支持承诺期限

（1）长期技术支持总期限承诺

我方承诺自项目验收合格之日起提供不少于 5 年的售后专属技术支持，确保设备全生命周期内的稳定运行。此承诺完全承接 D1 章节中对于产品全生命周期的要求，为西安职业技术学院提供长期可靠的保障服务。

（2）质保期内技术支持期限及专属内容

在 3 年质保期内，我方将专注于售后端的免费响应、故障维修和技术咨询服务。针对所有非人为因素导致的设备故障，提供免费维修和零部件更换服务；同时通过电话、微信、远程协助等方式及时解答用户疑问，确保教学实训不受影响。

（3）质保期后技术支持期限及服务内容

质保期结束后，我方将继续提供不少于 2 年的延续性售后支持。服务内容包括有偿维修、零配件供应以及技术指导等。用户可随时通过官方渠道获取所需服务，确保设备持续可用。

（4）长期技术支持专属响应机制

我方建立 7×24 小时远程响应机制，确保用户故障报修能够随时接通。对于需现场处理的问题，承诺工作日 2 小时内抵达现场，并在 24 小时内解决问题；如遇重大或突发故障，将启动紧急预案，优先调配备用设备或提供备件支持。

（5）长期技术支持专属落地保障

为保障长期技术支持的有效落实，我方采取以下措施：设立本地备件储备库，常用备件随时可取，特殊备件承诺 2 个工作日内调配到位；建立完善的客户服务档案系统，实时跟踪设备使用状态；定期组织技术人员培训，提升售后服务能力。

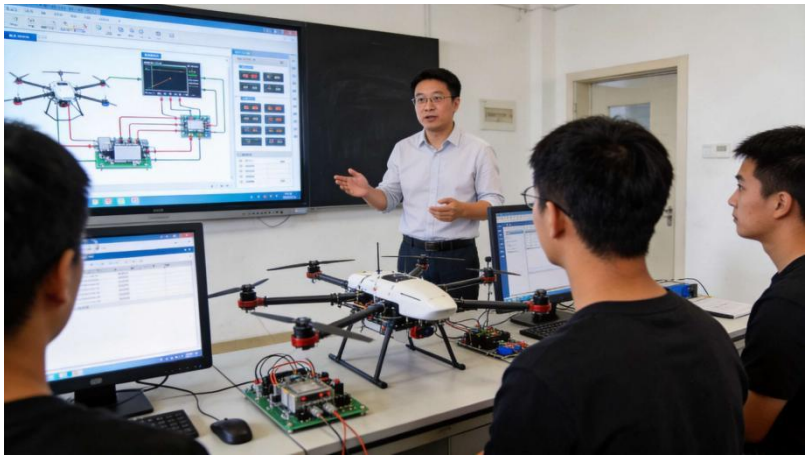
附件 4—培训计划

4.1 详细的培训内容和培训方式

4.1.1 飞行器控制设计与应用系统操作培训

（1）系统基础认知培训

向教师详细介绍飞行器控制设计与应用系统的各核心功能模块，包括集群开发仿真平台的功能及优势、硬件设备的组成及连接方式、软件界面布局及其功能分区。同时，讲解系统安全操作规范及注意事项，确保用户能够正确理解并使用系统。



实训室内教师向学员讲解飞行器控制系统

（2）集群开发仿真平台操作培训

针对集群开发仿真平台的操作进行详细说明，包括无人智能体 3D 载具模型的选择与调用方法、软硬件在环仿真模式的切换步骤、地面站与云端集群的配置流程及参数调整技巧。通过实例演示不少于 15 个集群仿真示例场景的运行过程，并指导教师熟悉场景中各类编队形式及变换功能。

（3）飞行控制板卡操作培训

1）介绍飞行控制板卡接口的功能及接线方法，重点讲解 PWM 信号输出调试的具体步骤。

2）强调航空插头连接的规范性，确保设备连接的安全可靠。

3）引导教师识别板卡状态监测及故障指示灯的基本信息，以便及时发现并解决潜在问题。

（4）基于模型设计（飞控设计）课程软件操作培训

1）提供包含实验背景、实验目的和实验原理等内容的PPT教学资源，课时总计≥48课时。

2）安排教师观看数字人教学视频，总时长≥180分钟，同步学习实验操作方法。

3）演示不少于25个实验项目的具体步骤，涵盖惯性测量单元数据获取、三轴加速度计标定等关键环节，指导教师记录并分析实验数据。

（5）自动驾驶无人机开发平台操作培训

讲解自动驾驶无人机开发平台的主要功能，包括主控芯片集成的三轴加速度计、陀螺仪、气压计等传感器的工作原理。指导教师完成飞行模式切换、参数设置及航路规划等操作，实时查看无人机飞行数据，确保掌握无人机自主避障及室内悬停等功能的实际应用方法。

（6）实操训练与考核

1）组织教师开展单设备独立操作练习，确保熟练掌握各项功能。

2）进行多设备协同仿真训练，模拟复杂场景下的操作流程。

3）总结常见操作错误及其解决方案，确保教师能够准确应对实际问题。

4）制定操作技能考核标准，对教师的操作水平进行全面评估，确保达到预期培训目标。

4.1.2 软件平台功能和应用培训

4.1.2.1 软件平台基础功能培训

（1）软件平台概述

无人机模拟仿真实训室包含的软件平台总体架构由飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统等多个模块构成。飞行器控制设计与应用系统提供集群开发仿真平台，支持不少于6个无人智能体3D载具模型和运动模型的操作，包括无人机、直升机、无人车、无人船等。该平台支持大规模、高精度无人智能体集群仿真，集群仿真类型涵盖软件在环仿真和硬件在环仿真。同时，平台支持地面站和云端集群，可提供不少于15个集群仿真示例，满足多种编队形式及空中队形变换需求。

（2）基础功能模块讲解

1）集群开发仿真平台的基础功能讲解：集群开发仿真平台提供不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型，支持导入自定义模型文件和二次开发。用户可通过平台进行固定翼、多旋翼无人机的姿态、位置、速度、加速度等数据展示，并支持六位以上 SN 码录入，确保合规飞行。

2）操作界面布局说明：平台界面清晰划分功能区域，常用工具栏位于顶部，提供快速访问各项功能的快捷键。界面中设置多种视角切换选项，支持上、下、左、右、前、后视角快速切换，便于用户灵活调整观察角度。

（3）操作界面详细说明

1）解析软件平台的操作界面布局：操作界面分为菜单栏、工具栏、工作区和状态栏四个主要部分。菜单栏提供系统设置、场景切换等功能入口；工具栏集中展示常用功能按钮，如启动仿真、暂停仿真、保存数据等。

2）介绍常用工具栏及快捷键设置：用户可通过工具栏快速执行各项操作，例如加载模型、保存配置、切换视角等。此外，平台预设多种快捷键组合，帮助用户提高操作效率，例如控制+S 用于保存当前配置，F1 用于打开帮助文档。

4.1.2.2 飞行器控制设计与应用系统软件功能培训



（1）集群开发仿真平台专属实操培训

对 19 套集群开发仿真平台进行深度实操培训，重点讲解 6 种无人智能体模型的自定义配置及集群编队二次开发操作。具体包括：根据需求选择载具类型并导入自定义模型文件；通过平台提供的多视角切换功能查看和调整姿态、位置、速度等数据；结合示例进行集中式集群、车机协同等异构集群的模拟训练，确保学员掌握大规模高精度集群仿真的操作方法。

（2）飞控课程配套资源实操指导

1）依据包含 48 课时 PPT、360 分钟视频的教学资源，演示基于模型设计（飞控设计）课程中 6 个实验项目的完整操作链路，具体为：机架设计及性能评估实验、动力系统设计及性能评估实验、四旋翼运动模型的建立和匹配、自动生成 CC++代码实验、多旋翼刚体动力学统一模型适配实验、LED 灯控制实验。

2）提供分辨率不低于 1920*1080 的数字人教学视频，涵盖不少于 180 分钟的内容，帮助学员深入理解实验原理和操作步骤。

（3）软硬结合专项实操培训

1）针对 25 个硬件仿真项目逐一进行分步实操指导，明确每个项目的操作流程及注意事项，例如：飞行器连接和检查、惯性测量单元数据获取实验、三轴加速度计标定实验等。

2）对于 3 个真机实验项目，即姿态环的 PID 参数调试实验、位置环的 PID 参数调试实验和无人机基本飞行与稳定性实验，组织学员在真实环境中完成操作，强化理论与实践的结合。

3）所有实验均配备详细的实验指导书，内容涵盖实验背景、目的、环境设置、操作步骤及常见问题解答，确保培训过程科学规范。

4.1.2.3 无人机虚拟仿真实训系统软件功能培训

（1）跨模块场景联动操作培训

指导学员掌握 6 种场景切换后的连贯操作流程。首先，演示如何从一个场景平滑切换至另一个场景，例如从森林场景切换至海滨场景时无需重启系统。其次，讲解在不同场景下如何衔接后续功能模块的操作，如完成森林场景的飞行训练后直接进入输电线路巡检任务。最后，通过实际案例展示多场景切换与功能模块联动的完整流程，并提供操作手册以辅助学习。

（2）多模块协同实训指导

1）详细说明不同功能模块间的参数互通方法，包括风速、光照等环境参数的同步调整。

2）演示数据联动的具体步骤，例如如何将基础飞行训练中的航线数据无缝集成到无人机巡检任务中。

3）提供具体案例分析，帮助学员理解各功能模块之间的逻辑关系及数据交互方式。

4）组织学员分组进行实操演练，确保每位学员均能独立完成多模块协同操作。

（3）全流程操作校验训练

指导学员完成从场景选择到实训结果输出的完整链路操作。具体步骤如下：

1）启动系统并登录主界面，选择特定场景作为实训起点。

2）根据任务需求调整相关飞行参数，并记录初始设置。

3）依次完成指定功能模块的实训任务，如基础飞行扩展训练、无人机装调认知训练等。

4）保存实训过程中的关键数据，并生成最终实训报告。

5）针对常见问题进行答疑解惑，确保学员能够补全遗漏技能，全面掌握系统功能。

4.1.2.4 软件平台教学应用培训



（1）教学资源整合

我们将协助西安职业技术学院整合软件平台中的教学资源，包括但不限于PPT 课件、视频资料等。具体措施如下：确保提供至少 120 页的 PPT 课件资源，分辨率不低于 1920*1080；同时提供视频教学资源，总时长不少于 80 分钟。所有资源将被分类整理并导入软件平台，便于教师在日常教学中调用。

重点在于将飞行器控制设计与应用系统中的课程资源(如基于模型设计的飞控设计仿真部分)以及无人机虚拟仿真实训系统的行业应用场景切换功能与实际教学需求相结合，从而提升教学效果。

（2）教学模式设计

根据无人机模拟仿真实训室的教学目标，我们将为甲方量身定制一套基于软件平台的教学模式设计方案。方案内容包括：

1）结合飞行器控制设计与应用系统中的实验项目，设计不少于25个实验教学环节，并将其融入实训课程中。

2）利用无人机虚拟仿真实训系统支持的至少6种场景切换功能，开发适用于不同专业方向的实训任务。

通过上述模式设计，确保教学内容能够紧密贴合职业教育的实际需求，提升学生的实际操作能力。

（3）实践案例分析

为了进一步展示软件平台在教学中的实际应用效果，我们将提供多个具体案例供参考。例如：

1）利用无人机虚拟仿真实训系统的多场景切换功能，完成森林环境下的输电线路巡检模拟训练，学生可以通过FPV视角进行实时观察和操作。

2）基于自动驾驶无人机开发平台的硬件仿真部分，设计包含三轴加速度计、陀螺仪等传感器的飞控调试实验，帮助学生掌握飞控原理及调试技巧。

通过这些案例分析，不仅能够验证软件平台的功能优势，还能为教师提供实际操作指导，从而有效提升教学质量。

4.1.2.5 软件平台维护与故障排查培训

（1）日常维护流程

制定全面的软件平台日常维护计划，确保系统长期稳定运行。具体包括以下工作：

1）数据备份：定期对软件平台的所有配置文件、用户数据和日志进行完整备份，并将备份文件存储于安全可靠的介质中。

2）版本更新：及时跟踪软件官方发布的最新版本，评估更新内容后制定升级计划，在不影响正常教学的前提下实施版本升级。

3）定期检查：每周对软件平台的运行状态进行全面检查，包括网络连接、硬件兼容性、功能模块是否正常等，提前发现并解决潜在问题。

（2）常见故障分析及排查方法

列举软件平台可能出现的常见故障及其原因，并提供详细的排查方法：

1）软件崩溃：可能由于内存不足或程序代码错误引起。排查时需查看系统日志，定位问题来源并清理不必要的缓存文件。

2）网络通信异常：若出现无法连接服务器的情况，应检查网络设置、防火墙规则以及 IP 地址配置是否正确。

3）功能失效：当特定功能模块无法正常使用时，需重新验证该模块的依赖项是否已正确安装，并确认相关权限设置无误。

（3）技术支持渠道

建立完善的技术支持体系，确保用户的任何技术问题都能得到快速响应和妥善处理：

1）售后服务热线：设立 24 小时售后服务电话，用户可在任意时间拨打寻求帮助。

2）远程协助：通过远程桌面工具为用户提供实时指导，快速解决简单问题。

3）现场支持：对于需要现场处理的问题，承诺 2 小时内到达现场，并在 24 小时内解决问题。同时，每次维修完成后向用户提供详细的维修报告，记录问题描述、解决过程及最终结果。

4.1.2.6 软件平台实操训练

（1）分组实操安排

根据学员数量及设备配置，我们将合理分配分组实操任务，确保每位学员获得充分的实操机会。具体分组原则为每组不超过 5 人，每组配备一台实训电脑及相应配套设备。培训期间，我们将在西安职业技术学院指定实训室内实施分组操作，确保各组学员均能独立完成指定任务。

（2）实操任务设计

实操任务将涵盖软件平台的主要功能模块，包括但不限于集群开发仿真、基础飞行扩展训练、无人机装调与巡检、地理测绘等核心功能。具体操作步骤如下：启动系统并登录至主界面；选择对应的功能模块；根据提示完成飞行参数设置、场景切换、虚拟飞行训练等任务；记录并保存飞行数据以供后续分析。同时，我们将明确考核标准，要求学员在规定时间内完成所有实操任务，并达到合格的操作精度。

（3）实操反馈总结

在实操过程中，我们将记录学员的操作情况，重点关注可能出现的问题及改进建议。例如，部分学员可能在场景切换或飞行参数调整时遇到困难，我们将及时提供指导并优化相关操作流程。实操结束后，我们将汇总学员的操作数据，形成总结报告，分析常见问题并提出针对性解决方案，进一步完善后续培训方案，确保每位学员都能熟练掌握软件平台的各项功能。

4.1.3 虚拟仿真实训系统功能培训

4.1.3.1 行业应用多场景虚拟仿真实训平台操作培训

（1）平台功能概述

本章节主要介绍行业应用多场景虚拟仿真实训平台支持的不少于 6 种场景切换及其应用场景。该平台包含森林、海滨、街道、山地、废墟、商场等自由飞行航拍场景，适用于无人机模拟飞行训练及各种实际任务演练。通过该平台，用户可以体验不同环境下的无人机飞行效果，并学习如何应对复杂环境中的任务需求。

（2）操作流程说明

在进行行业应用多场景虚拟仿真实训平台的操作时，需按照以下步骤执行：启动系统并登录至主界面；选择需要切换的场景，如森林或海滨；根据提示调整飞行参数，包括风向、风速等级、光照设置等；切换至 FPV 视角、固定视角或跟随视角，开始虚拟飞行训练；完成训练后保存飞行数据以备后续分析。每个操作步骤均附带详细图示说明，确保用户能够快速上手。



实训人员登录虚拟仿真实训平台主界面



实训人员调整虚拟飞行参数

（3）注意事项

为保证行业应用多场景虚拟仿真实训平台的操作顺利进行，需注意以下事项：场景切换时需等待系统响应完成，通常不超过 5 秒；调整飞行参数前请确认当前场景是否支持所选设置；训练过程中尽量保持设备稳定运行，避免外界干扰；如遇异常情况，请立即停止操作并联系技术支持人员。此外，在基础飞行扩展训练中，需特别关注航道显示与精准判定飞行点位的功能使用方法。

4.1.3.2 基础飞行扩展训练培训

（1）训练目标对齐

明确基础飞行扩展训练的专属能力培养目标，承接行业应用多场景虚拟仿真实训平台的基础操作能力。重点针对三类无人机资质扩展训练及不低于 40 米航线直线飞行技能进行专项培养。确保实训人员掌握航道显示、FPV 视角切换以及精准判定飞行点位等功能的实际应用方法。

（2）专属科目讲解

1）资质分级训练要点：通过模拟三类不同等级的无人机资质扩展训练，帮助实训人员逐步掌握从初级到高级的操作技能。

2）视角切换实操技巧：详细介绍 FPV 视角、固定视角及跟随视角的切换方法及其在实际任务中的应用场景，确保实训人员能够灵活切换不同视角以适应复杂环境下的飞行需求。

3）定点悬停强化方法：提供定点悬停强化训练的具体步骤和技巧，包括如何调整飞行参数、控制飞行速度及保持稳定悬停，提升实训人员的飞行操控能力。

（3）专项考核规则

为确保基础飞行扩展训练效果，制定独立考核指标，专注于考核实训人员在三类资质扩展训练、视角切换及定点悬停等专项技能的掌握情况。考核过程中，要求实训人员完成不低于 40 米航线直线飞行训练，并准确判断飞行点位。所有考核指标均与平台通用考核要求分离，确保考核结果具有针对性和有效性。

4.1.3.3 无人机装调与反制认知培训

（1）无人机装调流程培训

根据采购需求，本培训将覆盖无人机硬件组装、参数校准等关键环节。具体步骤包括：讲解无人机各部件的功能和作用，例如电池、桨叶、机臂、脚架、云台等；演示典型无人机的拼装与拆解过程，支持不少于 6 种无人机模型的组装练习；提供教室及无人机组装场地两种三维场景，帮助学员熟悉不同环境下的操作要求；通过虚拟平台记录学员的组装进度、组装时长，并高亮提示零部件放置位置；在练习和考核模式下，生成详细的组装速度、顺序以及任务完成进度报告。

（2）无人机反制设备认知培训

为满足采购需求中≥4 类反制设备的认知要求，我们将安排以下内容：详细介绍识别设备的工作原理，包括其如何探测并定位无人机信号，以及适用场景；讲解诱导设备的操作流程，说明其通过干扰或伪造信号引导无人机偏离目标区域的方式；分析拒止设备的作用机制，例如通过电磁干扰阻止无人机继续飞行；展示损毁设备的功能特点，介绍其通过物理或电子手段直接破坏无人机结构或系统的应用场景；每类设备均配有详细文字说明和高清图片，清晰阐述设备工作原理、操作流程及具体使用方法。

（3）实操练习与效果评估



实操练习流程

为确保培训效果，我们将安排学员进行实际操作，具体包括：模拟真实场景下的无人机装调任务，由学员独立完成各部件的组装与调试；针对反制设备认知，

让学员亲身体验各类设备的操作方法；系统自动记录每一次操作的过程数据，并生成详尽的评估报告，涵盖操作准确性、时间效率以及问题解决能力等方面的内容。

4.1.3.4 无人机巡检功能培训

（1）巡检场景解析

输电线路典型塔型巡检包括 220kV 耐张塔、220kV 直线塔、500kV 耐张塔、500kV 直线塔等，支持训练模式与考核模式。配网线路巡检涵盖 10kV 耐张塔、双杆台变、T 接线路直线杆、终端杆、直线杆等不少于 5 种杆塔类型，涉及不少于 8 种金具设备细节展示。通过本环节培训，学员将掌握输配电线路的典型塔型及常见设备的认知，以及如何设置动态缺陷库进行缺陷模拟。

（2）操作指南

培训内容包含任务规划、数据采集及分析的具体步骤。在任务规划阶段，学员将学习如何设定巡检路径及参数；在数据采集阶段，重点讲解拍摄照片质量检测的方法，包括成像距离、焦距、角度等参数的计算与评估；在数据分析阶段，学员需掌握如何识别并记录输电线路中常见的缺陷类型，如杆塔异物、鸟巢、绝缘子自爆或缺失等。

（3）故障处理

1）针对巡检过程中可能出现的问题，例如拍摄照片不合格或无法识别特定缺陷，提供详细的解决方案。

2）培训中将总结常见故障类型及其应对措施，包括但不限于设备参数调整失败、动态缺陷库设置错误等。

3）确保学员能够独立解决突发问题，并通过案例分析提升实际操作能力。

4.1.3.5 地理测绘功能培训



（1）地理测绘功能介绍

地理测绘功能支持不少于 4 种场景训练，包括校园、城镇、灾区和山地等。该功能支持区域天气设置，如风向、风速（1-9 级）、气象（雨、雪、雾、尘）及光照条件等，并提供场地勘测、像控点布设与测量、航向规划以及仿真数据导出等功能。通过此功能，可模拟真实的地理测绘任务环境，帮助学员掌握复杂地形条件下的测绘技能。

（2）地理测绘功能操作步骤

启动无人机虚拟仿真实训系统并登录主界面；选择地理测绘功能模块，并根据需求设定场景类型，如校园或灾区；调整天气参数，如风向、风速、气象条件及光照强度；进行场地勘测与像控点布设，完成航向规划；执行仿真飞行任务，生成地图数据并导出成果；保存训练数据以供后续分析。每一步操作均配有详细图示说明，确保用户能够顺利操作。

（3）地理测绘功能培训考核标准

为确保学员掌握地理测绘功能的操作技能，我们将制定以下考核标准：能够熟练切换不少于 4 种测绘场景，并正确设定相关天气参数；独立完成场地勘测、像控点布设及航向规划任务；准确执行仿真飞行任务，并生成完整的地图数据；成功导出仿真数据并保存至指定路径。所有学员需通过上述考核方视为达标。

4.1.3.6 植保作业功能培训

（1）植保作业场景介绍

本部分重点讲解无人机虚拟仿真实训系统中植保作业功能的应用场景。实训平台支持小麦、玉米、水稻、果树等典型农业植保场景作业，能够切换训练模式与考核模式，同时提供作业区域规划功能，并实时计算作业区域面积。用户可根据不同农作物病虫害情况选择合适的用药方案，根据区域面积和亩施药量精确计算药液剂量。此外，系统还支持不少于 4 种防护装备的选择，确保作业人员采取适当的安全措施。

（2）植保作业操作技巧

在植保作业功能培训中，我们将教授学员关键的操作技能。具体包括手动飞行中的锁定航向、一键掉头等操作训练；AB 点飞行功能中设置飞行速度、相对作物高度、作业行距等参数，生成航线并切换航向；以及多种农作物场景下的基础作业模式和增强作业模式切换。所有操作均通过交互界面实现，配备详细的图示说明，帮助学员快速掌握操作要领。

（3）植保作业安全规范

为保障植保作业的顺利进行，我们将着重强调安全注意事项及防护措施。在实际操作前，系统会引导用户完成无人机自检流程，确保设备处于正常状态。作业完成后，系统将展示作业确认书，记录作业过程的关键数据以供分析。同时，我们将详细介绍植保作业中的常见风险及其应对方法，如农药泄漏防护、突发天气应对等，以提升学员的安全意识和应急处理能力。

4.1.3.7 运载物流功能培训



（1）功能应用

无人机运载物流功能主要应用于模拟货物运输、挂载设备及物资搬运等实际操作。具体包括上货、挂载、卸货及降索收索等功能，能够满足不同场景下的物

流需求。该功能支持训练和考核模式，训练模式下提供步骤列表显示、炸机复位提示及任务结算，考核模式则专注于任务完成情况的评估。

（2）操作流程

1）启动系统并登录至主界面。

2）选择“运载物流”功能模块进入训练或考核模式。

3）根据提示设定目标场景，包括场地大小、货物类型及任务要求。

4）调整飞行参数以适应当前任务需求，如风向、风速及光照设置。

5）按照指引完成上货、挂载、卸货及降索收索操作。

6）训练结束后保存数据用于后续分析，并记录学员表现。在操作过程中，需确保设备稳定运行，避免外界干扰。如遇异常情况，请立即停止操作并联系技术支持人员。

（3）实操演练

为确保学员掌握运载物流功能的使用方法，我们将组织实际操作演练。具体安排如下：

1）将学员分组进行轮训，每组配备一名专业指导员。

2）指导员演示标准操作流程，强调关键步骤及注意事项。

3）学员依次完成操作任务，指导员全程监督并及时纠正错误。

4）每次演练结束后，指导员对学员表现进行点评，并提出改进建议。



运载物流功能操作流程

4.1.3.8 系统教学功能应用培训

（1）系统教学功能概述

系统教学功能主要涵盖飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统的操作及管理，以及配套的教学显示终端和实训桌椅的使用。通过该功能模块的学习，参训人员可以全面掌握无人机模拟仿真实训室各设备的操作方法及其在职业教育中的实际应用。其核心目标是让学员熟悉无人机相关课程体系，并能够独立完成实验任务及日常维护工作。

（2）教学功能的实际应用案例

我们将通过实际案例讲解系统教学功能的应用场景，例如基于模型设计（飞控设计）课程软件仿真部分的具体操作流程及技巧。在培训中，学员将学习如何利用不少于48课时的PPT资源和总时长不少于360分钟的教学视频进行课堂教学。此外，还将提供基于硬件仿真的25个实验项目的操作指南，以确保参训教师能够熟练地将理论知识转化为实践技能。

（3）培训评估标准

为保证培训效果，我们将制定详细的培训评估标准。具体包括：

1）参训人员需通过理论考核，准确描述无人机虚拟仿真实训系统的各项功能及应用场景；

2）完成不少于两次的实际操作演练，涵盖基础飞行扩展训练、行业应用多场景切换及3D视觉交互终端的操作；

3）编写一份关于系统教学功能应用的心得报告，总结培训收获及改进建议。

最终，我们将根据上述标准对每位学员的表现进行综合评价，并为合格者颁发培训证书。

4.1.4 系统故障排查和维护培训

（1）故障排查边界说明

明确参训人员可自主处理的故障范围，包括硬件设备的基础连接异常、软件系统的常规报错等。梳理需提交远程技术支持的故障类型，如涉及深度拆机或底层系统代码调试的复杂问题。统一标准化报修信息填写规范，要求提供设备型号、故障现象及已尝试的操作步骤三类核心信息，以提升后续远程支持效率。

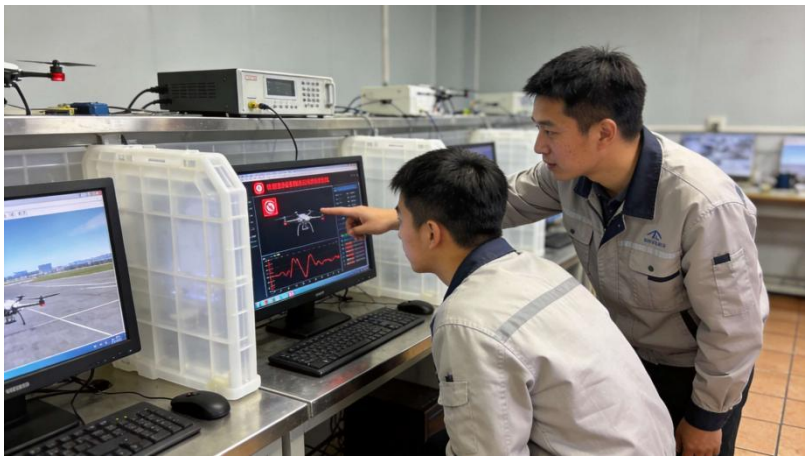
（2）硬件基础故障排查教学

针对实训电脑外设连接异常、3D视觉交互终端基础显示故障、教学显示终端常规信号异常以及综合布线端口松动等问题，提供低风险且无需拆机操作的基础排查方法。例如，检查电源线是否松脱、重新插拔接口、重启相关设备等简单操作，快速定位并解决常见硬件故障。

（3）软件常规异常排查教学

针对无人机虚拟仿真实训系统的启动报错、账号权限异常、简易参数配置错误等常规问题，教授复位排查方法。例如，通过重新设置账户权限、恢复默认参

数配置或根据提示信息修正错误选项，确保软件系统恢复正常运行状态，无需涉及底层代码调试。



实训教师指导学员排查无人机虚拟仿真实训系统异常

（4）日常自主维护技能教学

提供设备日常防尘清洁、系统运行数据定期备份及易损件简易更换的操作规范。例如，使用柔软无尘布擦拭显示屏表面、定期清理主机内部灰尘、及时备份重要数据文件以及正确更换鼠标、键盘等易耗品，降低设备故障发生率。

（5）实操训练环节

选取典型自主可处理故障场景开展模拟排查训练，例如实训电脑无法正常启动、教学显示终端信号丢失等实际问题。通过现场演练与考核，检验参训人员对运维边界的掌握程度，确保其能够独立完成常见问题的自主处理。

4.1.5 理论讲授与实际操作相结合的培训方式

（1）培训比例分配

本培训采用理论与实操相结合的方式，分为三个阶段实施，确保参训人员熟练掌握设备操作及教学应用。基础培训阶段理论占比 40%，实际操作占比 60%；应用培训阶段理论占比 30%，实际操作占比 70%；高级培训阶段理论占比 20%，实际操作占比 80%。

（2）理论讲授内容设计

理论讲授内容涵盖飞行器控制设计与应用系统原理讲解、无人机虚拟仿真实训系统功能逻辑解析、3D 视觉交互终端技术参数说明、教学显示终端操作规范理论以及综合布线系统维护知识。具体包括集群开发仿真平台操作、飞控板卡二

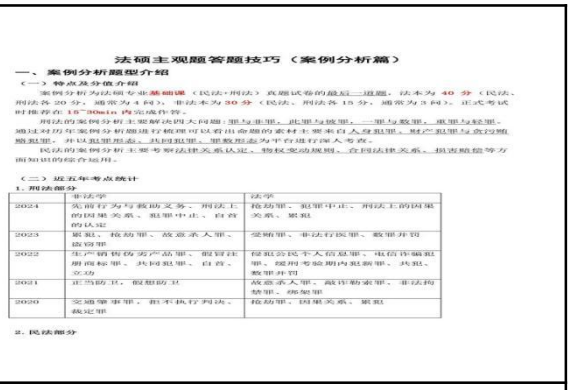
次开发、课程实验操作等核心知识点，并通过多媒体课件及视频教程进行辅助教学。

（3）实际操作场景设计

实际操作部分围绕设备的功能模块展开，包括飞行器控制设计与应用系统硬件连接实操、无人机虚拟仿真实训系统多场景飞行操作、3D 视觉交互终端手势控制实操、教学显示终端投屏及互动操作以及综合布线故障排查实操等。所有实操环节均配备实训电脑及 3D 视觉交互终端等设备，确保每位参训人员具备独立操作机会。

（4）理论与实操衔接机制

为确保理论与实操无缝衔接，每项理论讲授结束后立即安排对应模块的实操练习。在实操过程中，讲师将针对操作中的问题进行答疑，并结合案例分析验证相关知识点。此外，通过错题反馈机制关联理论知识点，强化学习效果。

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
法硕主观题答题技巧（案例分析篇）
一、案例分析题型介绍
（二）近五年考点统计
1. 刑法部分
2. 民法部分</td>
</tr>
<tr>
<td>实训讲师在无人机仿真实训室指导学员实操练习</td>
<td>实训讲师结合案例分析讲解理论知识点</td>
</tr>
</table>

（5）实操设备及环境保障

按培训分组配备实训电脑、3D 视觉交互终端及其他配套工具，搭建与真实实训室一致的操作环境。同时准备充足的耗材以满足实操需求，并安排专人负责实操设备的维护工作，确保设备运行正常。

（6）考核方式设计

考核方式采用理论笔试、实操考核和综合考核相结合的形式。理论笔试重点考核核心知识点掌握情况，实操考核评估设备操作熟练度，综合考核则检验参训人员的教学应用能力。考核结果将反馈至理论与实操优化方案中，确保培训效果持续改进。

4.2 培训时间及地点安排

4.2.1 初期集中培训时间安排

4.2.1.1 培训启动时间节点安排



（1）培训启动时间确定

项目合同签订后的第 1 日即进入培训准备阶段，从第 3 日起正式启动培训。这一时间节点的设定确保在设备安装调试完成后能够及时开展培训工作，满足项目的整体进度要求。

（2）培训准备阶段工作安排

1）培训资料整理：在合同签订后的第 1 日至第 2 日内，完成所有培训资料的编制与审核，包括课程大纲、教学课件及操作手册等。

2）培训讲师安排：在合同签订后的第 1 日内确认培训讲师人选，并与其沟通培训计划及具体要求，确保讲师能够在培训启动前做好充分准备。

3）学员名单确认及通知：在合同签订后的第 2 日内完成学员名单的收集与确认，并通过正式渠道向学员发送培训通知，明确培训时间、地点及相关注意事项。

（3）培训启动当天流程安排

1）签到环节：培训当天上午 8：30 至 9：00，所有参训人员需在指定地点完成签到手续。

2）开场介绍：上午 9：00 至 9：30，由我方技术负责人进行开场致辞，简要介绍项目背景、培训目标及重要性。

3）培训计划说明：上午 9：30 至 10：00，详细讲解本次培训的具体安排、课程内容及考核方式，确保每位学员对培训内容有清晰了解。

4.2.1.2 培训总时长及周期安排

（1）培训总时长设定

根据项目需求，初期集中培训总时长设定为 8 天，每日培训时间 6 小时，总计 48 小时。我方将严格按照此计划进行培训，确保所有学员能够充分掌握无人机模拟仿真实训室设备的相关知识与操作技能。

（2）培训周期划分

为保证培训效果，我们将 8 天的培训分为两个周期，每个周期 4 天，中间间隔 1 天作为讲师和学员的调整与反馈时间。此安排有助于巩固学员的学习成果，并及时解决学习过程中遇到的问题。

（3）周期目标设定

明确每个培训周期的目标：

1）第一周期以基础知识为主，涵盖无人机模拟仿真实训室设备的理论知识、系统架构及操作原理，帮助学员建立扎实的基础。

2）第二周期以实际操作为主，通过实操演练，让学员熟练掌握设备的具体使用方法、调试技巧及常见问题处理方法。



培训周期安排

4.2.1.3 培训内容时间分配安排

（1）理论教学时长占比

理论教学环节总时长占初期集中培训总时长的 40%，合计 19.2 小时。这一阶段主要涵盖各系统基础原理讲解，包括无人机模拟仿真实训室中飞行器控制设计与应用系统的原理、3D 视觉交互终端的操作规范等内容。通过理论教学使参训人员深入理解设备的功能特性及使用要求，为后续实操提供坚实的理论支撑。理论教学采用多媒体授课形式，结合图文资料、视频演示及专业讲师讲解进行实施，确保知识传递高效准确。

（2）实操训练时长占比

实操训练总时长占初期集中培训总时长的 50%，合计 24 小时。本阶段以全类型仿真实操项目为核心内容，涵盖飞行器控制设计与应用系统的集群开发仿真平台操作、无人机虚拟仿真实训系统的行业应用多场景切换训练、3D 视觉交互终端的实际应用等多个方面。每个实操模块均按难度逐步递进，并配备专业指导人员全程跟踪指导，及时纠正错误操作，确保每位参训人员都能熟练掌握实际操作技能。实操训练采用分组轮训方式，保障每位学员有足够动手实践机会。

（3）答疑考核时长占比

答疑考核环节总时长占初期集中培训总时长的 10%，合计 4.8 小时。分为两个部分：第一部分为阶段性答疑，贯穿整个培训过程，随时解答参训人员在学习和实操中的疑问；第二部分为最终考核，通过笔试与实操相结合的方式全面评估参训人员的学习成果。考核结果将作为反馈改进的重要依据，同时对未达标学员提供针对性补课方案，确保全体参训人员达到预期培训目标。



培训时间分配图

4.2.2 培训地点安排

4.2.2.1 主培训场地安排

（1）场地功能分区

根据实训需求，主培训场地划分为理论教学区、设备展示区和模拟操作区。理论教学区用于集中讲解飞行器控制设计与应用系统的原理及相关课程内容，配备教学显示终端进行多媒体演示。设备展示区用于展示无人机虚拟仿真实训系统

及配套设备的外观结构、技术参数，使学员对设备有直观认识。模拟操作区提供实际动手训练的机会，配备 19 套 3D 视觉交互终端与实训电脑等设备，支持多场景虚拟仿真实训。各区域面积需满足设备布置及学员活动需求，确保布局合理且互不干扰。

（2）设备布置方案

1）理论教学区：在该区域中心位置安装 1 套 LED 显示屏及其配套处理器、接收卡、电源和配电柜，确保屏幕视角覆盖全体学员；同时配置 1 套音响及无线麦克风以增强授课效果。

2）设备展示区：将飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统的硬件模块摆放在展示桌上，并通过透明防护罩保护，方便学员观察。

3）模拟操作区：按照每组 4-6 名学员的标准，均匀分布 19 套 3D 视觉交互终端和实训电脑，确保每位学员均有独立操作空间。设备之间保持适当距离，避免线路交叉或相互干扰。

（3）环境要求

为保证设备正常运行和培训效果，主培训场地需满足以下环境要求：

1）温湿度控制：室内温度维持在 18℃至 25℃之间，相对湿度不超过 60%，以防止设备受潮或过热。

2）光照条件：采用柔和的人工光源照明，避免直射光影响显示屏及 3D 视觉交互终端的画面清晰度。

3）电气布线：所有设备供电线路应经过专业电工检测，插座数量充足且分布合理；网络接口须连接稳定高速的互联网，带宽不低于 1 吉比特每秒，确保在线资源访问流畅。

4）安全措施：场地内设置明显的安全标识，配备灭火器等消防设施，并定期检查维护，保障人员与设备安全。

4.2.2.2 场地设施保障

（1）设施维护周期

为确保无人机模拟仿真实训室内的设备正常运行，我方制定了定期检查和维护计划。具体包括：每月进行一次全面的设备巡检，由工程技术人员负责检查设备运行状态、线路连接情况以及环境条件是否符合要求；每季度进行一次深度维

护，重点检查关键设备如飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统的硬件接口及软件版本是否需要更新。每次检查均需记录详细信息并存档，以便追溯和分析问题。

（2）备品备件管理

为应对设备可能出现的故障，我方建立了完整的备品备件库。储备种类涵盖实训室常用设备的关键部件，如飞行控制板卡、电源适配器、网线接头等，数量按照实训室设备总数的5%配备，并根据实际使用情况及时补充。备品备件库设专人管理，定期清点库存，确保所有备件处于可用状态。同时，对于过时或损坏的备件，将按计划进行更新替换，以保证库存有效性。

（3）突发故障应对

针对实训室可能出现的突发故障，我方设计了一套完善的应急预案。预案涵盖常见故障类型，如电源中断、网络连接异常、设备硬件故障等，明确了快速修复步骤。例如，当发生电源故障时，立即启动备用电源并检查主电源线路；当网络出现问题时，使用调试电脑逐一排查交换机、路由器及网线的状态。此外，我们提供全天候技术支持服务，确保在接到用户通知后的1小时内响应，2小时内到达现场处理问题。

4.2.2.3 场地安全要求

（1）安全管理制度

我们将制定并实施全面的场地安全管理细则，涵盖消防、用电及应急疏散等方面的规定。针对无人机模拟仿真实训室的特点，明确所有设备的操作规范与防护措施。在综合布线集成改造和设备安装过程中，严格遵守施工现场安全管理规定，设立醒目的安全警示标识；对于高空作业、强弱电布线等高风险环节，配备专业人员及必要的防护装备，确保施工人员人身安全及设备安全。同时，对实训室内的电源配置进行严格管理，确保电压、电流符合设备需求，并定期检查线路状况，防止因线路老化或短路导致的安全隐患。

（2）人员培训计划

为保障场地安全，我们安排专门的安全管理员及参训学员接受系统的安全培训课程。培训内容包括但不限于：消防器材使用方法、紧急疏散流程、电气设备安全操作规范以及常见安全隐患识别与处理技能。通过理论学习与实操演练相结

合的方式，确保每位参与人员充分掌握相关安全知识和技能，从而有效降低事故发生的概率。此外，在设备安装调试完成后，我们将向采购方提供详细的设备安全操作规程和注意事项，并通过专项培训使使用者深入理解设备的安全特性及应急处理方法。

（3）监控与巡检机制

为及时发现并解决潜在安全隐患，我们将部署全方位的视频监控系统，覆盖实训室关键区域及主要通道。系统具备实时录像功能，便于事后追溯与分析。同时，制定严格的日常巡检计划，指定专人负责每日巡查工作，重点检查消防设施是否完好、电气线路是否存在异常、设备运行状态是否正常等内容。一旦发现问题，立即采取措施进行整改，并建立完善的安全隐患记录台账，定期汇总上报，确保所有问题得到有效跟踪与闭环管理。



场地安全管理流程

4.3 培训人员资质情况

4.3.1 培训讲师产品培训经历

（1）教学资源库全链路操作培训经历

我方培训讲师具备丰富的教学资源库全链路操作培训经验，曾主导多所同类职业技术学院的教学资源库基础操作、管理规范及场景化应用全流程培训。具体包括资源库平台的操作技巧、课程资源上传与管理流程、用户权限分配及维护等关键内容。通过系统的讲解与实际演练，确保参训人员全面掌握资源库的各项功能及其在日常教学中的高效应用。

（2）无人机实训专属资源体系开发经历

我方培训讲师深度参与了无人机类实训课程资源的制作与配套实训案例库的搭建工作。独立开发了 3 个以上无人机实训课程专属教学应用案例，涵盖飞行器控制设计、虚拟仿真实训系统操作、3D 视觉交互终端使用等多个核心领域。

这些案例不仅满足了理论教学需求，还提供了丰富的实践指导内容，帮助学生深入理解并熟练掌握相关技能。

（3）教学资源库运维与故障排查培训经历

我方培训讲师在教学资源库的运维与故障排查方面具有丰富的实践经验，曾主导多场院校资源库日常运维及常见问题排查类培训。具体涉及资源库服务器性能优化、数据备份与恢复、网络故障诊断与修复等内容。通过理论与实操相结合的方式，帮助参训人员提高资源库运维效率，降低运行风险，保障资源库的稳定运行。

4.3.2 培训人员资格证书

本部分内容说明西安职业技术学院无人机模拟仿真实训室项目培训人员的资格证书情况，以确保培训团队具备专业资质和能力。具体包括以下方面：第一，培训讲师需持有专业技术资格证书，例如无人机系统工程师认证、虚拟仿真技术工程师认证以及计算机系统集成项目管理工程师证书；第二，培训讲师应具备教学资质证书，如职业院校教师资格证、企业培训师资格证以及教育技术能力证书。

4.3.3 培训团队组成结构

（1）培训团队核心成员配置

本项目培训团队由具备专业资质和丰富经验的人员组成，具体包括：项目培训负责人、技术培训讲师、教学应用培训讲师和培训助理。各成员分工明确，确保培训工作的高效开展。

-项目培训负责人：负责统筹培训计划、协调资源并监督培训进度与质量。

-技术培训讲师：承担设备操作与维护方面的授课任务，帮助参训人员掌握实训室设备的核心技术功能。

-教学应用培训讲师：专注于教学资源与课程设计的培训，助力参训教师将实训设备融入日常教学活动。

-培训助理：提供培训过程中的辅助支持，协助管理学员资料与培训现场事务。

（2）各成员职责分工

每位团队成员的职责明确且相互配合，具体如下：

-项目培训负责人主要负责培训前期需求对接、制定整体培训计划，并在培训过程中监控进度、处理突发问题；培训结束后，组织效果评估会议，总结培训成果。

-技术培训讲师通过理论讲解与实践操作相结合的方式，为参训人员深入剖析无人机模拟仿真实训室设备的操作流程与维护技巧。

-教学应用培训讲师结合实际教学场景，向参训教师传授如何利用实训设备设计课程内容及教学方法。

-培训助理负责培训期间的后勤保障工作，包括学员签到、资料分发、现场秩序维护等。

（3）团队协作机制

为了确保培训工作的顺利进行，我们建立了完善的团队协作机制：

-培训前召开需求对接会，明确参训人员的具体需求与培训目标，制定详细的培训计划。

-培训过程中保持实时沟通反馈，及时解决参训人员提出的问题，调整培训内容以适应实际需求。

-培训后组织效果评估会，收集参训人员的意见与建议，对培训效果进行全面总结与改进。



培训团队协作流程

（4）团队支撑保障

除了核心团队成员外，我们还组建了多个支撑小组以确保培训工作的全面覆盖：

-培训资料开发组负责编制详细的培训手册与视频教程，为参训人员提供丰富的学习资源。

-技术支持组随时待命，为参训人员在培训期间遇到的技术问题提供即时解答与指导。

-后勤保障组负责培训场地布置、设备调试、餐饮安排等工作，确保培训环境舒适有序。



4.4 培训内容安排情况

4.4.1 第一阶段基础培训内容

4.4.1.1 无人机模拟仿真实训室系统整体架构认知

（1）实训室整体架构概述

无人机模拟仿真实训室系统架构包含飞行器控制设计与应用系统、无人机虚拟仿真实训系统、3D 视觉交互终端、教学显示终端等核心模块。其中，飞行器控制设计与应用系统负责提供集群开发仿真平台、飞行控制板卡及配套课程资源；无人机虚拟仿真实训系统支持多场景虚拟训练功能，如行业应用训练、基础飞行训练、无人机装调训练等；3D 视觉交互终端则通过高分辨率屏幕实现沉浸式互动体验；教学显示终端包括 LED 显示屏、处理器、接收卡、音响等设备，用于集中展示教学内容和实时数据反馈。各模块之间通过网络连接实现数据互通和协同操作，确保教学过程流畅、高效。

（2）核心设备功能与组成

集群开发仿真平台提供不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型（含旋翼、固定翼、直升机、垂起、无人车、无人船），支持软件/硬件在环仿真以及地面站和云端集群功能。飞行控制板卡采用高性能主控芯片，集成三轴加速度计、陀螺仪、

气压计等传感器，PWM 接口数量≥14 个，并支持 SD 卡飞行记录。无人机虚拟仿真实训系统支持不少于 6 种自由飞行航拍场景切换，不少于 11 种机型的虚拟飞行训练，同时内置动态缺陷库用于巡检仿真培训。3D 视觉交互终端分辨率达到 2800*1700，视场角≥90°，刷新率≥90Hz，支持 VR 和 PC 模式无缝切换。教学显示终端由 LED 显示屏、处理器、接收卡、电源及配电柜构成，支持多种视频信号输入和画面调整功能，满足高质量显示需求。

（3）综合布线与集成改造说明

综合布线集成改造工程涵盖装饰装修、电线布置、插座位置规划及文化墙制作等内容。具体实施步骤如下：首先进行轻钢龙骨隔墙施工安装，面积达 76 平方米，同时对 5 平方米的窗户洞口进行石膏板封堵。接着完成墙面腻子找平及乳胶漆涂刷作业，总面积为 160 平方米；铝方通吊顶覆盖 96 平方米，石膏板造型吊顶长度为 48 米；地面铺设塑胶地板，面积为 123 平方米，厚度≥2.0mm。强弱电分离按照国家标准执行,动力电源线铺设 100 米,BV1.5mm²照明电源线铺设 200 米，千兆六类非屏蔽网线网络线路布设两箱。此外，安装嵌入式装饰灯带 80 米及射灯 20 个，并定制 3 处主题文化墙广告。无人机展台采用白色烤漆工艺配科技蓝装饰灯带，尺寸为 1 米*1 米*0.8 米，共 6 套；窗帘选用规格为 1.76 米*1.76 米的卷帘，共 3 套，用于教室遮光。搬运拆除清运服务包括分类拆除实验室工作台、铁架和多媒体工作台，并将原实验室灯具、投影、一体化黑板等设施移至指定墙面，最后完成垃圾外运。

4.4.1.2 核心设备基本功能与操作入门

（1）飞行器控制设计与应用系统功能及操作

飞行器控制设计与应用系统包含集群开发仿真平台和飞行控制板卡。集群开发仿真平台支持不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型，包括无人机、直升机、无人车、无人船等。固定翼仿真模型可快速选择常用无人机，并支持自定义翼展、起飞重量、气动参数配置以及自动计算重力加速度、空气阻力系数等。仿真环境能够实时显示多旋翼或固定翼无人机的姿态、位置、速度和加速度数据，同时支持六位以上的 SN 码合规飞行。该平台提供不少于 15 个集群仿真示例，涵盖集中式集群、车机协同等多种异构集群类型。飞行控制板卡采用高性能主控芯片，集成三轴陀螺仪、三轴加速度计、气压计等传感器，PWM 接口数量≥14 个，

并配备一体化航空插头以确保连接稳定性。用户可通过调试电脑进行系统参数配置和功能验证，具体操作步骤包括连接设备、加载驱动程序、运行仿真软件并调整各项参数设置。

（2）无人机虚拟仿真实训系统功能及操作

无人机虚拟仿真实训系统支持森林、海滨、街道、山地、废墟、商场等不少于6种自由飞行航拍场景切换，兼容不少于11种机型的虚拟飞行。基础飞行扩展训练模块支持三类资质扩展训练，航线直线飞行距离不低于40米，强化无人机定点悬停技能。系统内置多种视角切换模式（FPV、固定视角、跟随视角），支持精准判定飞行点位。无人机装调功能支持不少于6种无人机的拼装与拆解，涵盖电池、桨叶、机臂、脚架、云台等部件的认知和组装引导，同时记录组装时长和进度信息。无人机巡检功能针对输电线路典型塔型提供巡检仿真培训，内置不少于12种动态缺陷库，允许用户灵活设置缺陷类型。使用实训电脑进行模拟操作时，可以实时切换场景、调整天气参数并观察无人机飞行状态。

（（3）3D视觉交互终端与实训电脑功能及操作

（（3）3D视觉交互终端分辨率≥2800*1700，视场角≥90°，刷新率≥90Hz，支持VR和PC模式无缝切换。终端内置不少于6种飞行场景，用户可在森林、海滨、街道等环境下完成基础飞行训练和组装调试任务。实训电脑配备国产8核芯片CPU，基础频率3.0GHz，显存不低于4GB，内存不低于16GB，显示器分辨率≥1920×1080，预装国产正版授权操作系统。实训电脑用于配合3D视觉交互终端运行虚拟仿真软件，具体操作步骤包括启动系统、加载虚拟场景、调整飞行参数及保存训练数据。此外，实训电脑还支持教学视频播放和实验指导书查阅，为用户提供全面的学习资源支持。



（（3）3D视觉交互终端操作流程

4.4.1.3 安全操作规范培训

（1）操作前准备事项

在进行无人机模拟仿真训练前，必须完成各项准备工作以确保安全操作。具体包括对设备进行全面检查，确认所有硬件连接稳固无误；检查场地环境是否符

合要求，例如地面平整、电源稳定、网络连接正常；清理实训室内的多余物品，为设备布置提供充足空间；同时，要求所有参与人员穿戴适当的防护装备，如绝缘手套和防滑鞋，确保人身安全。

（2）安全操作流程

对于各类设备的安全操作规程，我们将进行重点讲解。例如，飞行器控制板卡的正确连接方式需按照说明书步骤执行，避免短路或接触不良；虚拟仿真实训系统运行时应先检查散热装置是否正常工作，并保持周围环境通风；3D 视觉交互终端使用前需校准分辨率，确保显示效果清晰准确。此外，强调不得擅自更改系统参数或超负荷运行设备，以防意外发生。

（3）应急处理措施

针对可能发生的常见问题，我们将详细介绍对应的应急处理措施。例如，当设备出现过热现象时，应立即断电并排查散热系统故障；若虚拟仿真实训系统无法正常启动，则检查电源线连接及软件配置文件完整性；遇到紧急情况，如火灾或触电事故，应迅速启动应急预案，包括切断总电源、使用灭火器材以及及时疏散人员。通过培训，确保使用者能够从容应对各种异常状况。

4.4.1.4 基础故障预防与应急处理

（1）常见故障类型及成因分析

在无人机模拟仿真实训室中，可能出现的基础故障包括硬件接口松动、软件配置错误、网络连接异常等。硬件接口松动多由设备长期使用或频繁搬运引起；软件配置错误通常源于系统升级或参数调整不当；网络连接异常可能是由于网络设置不正确或物理链路损坏导致。为确保实训室设备的正常运行，需对这些基础故障进行针对性预防和处理。

（2）基础故障预防措施

1）定期检查设备接口是否紧固，尤其是飞行控制板卡的 PWM 接口以及其他关键硬件连接点，建议每季度进行一次全面检查。

2）及时更新软件版本，确保所有设备的操作系统和应用软件处于最新状态，并备份重要数据以防丢失。

3）加强环境管理，保持实训室内的温湿度适宜，避免灰尘进入设备内部影响性能。

4）规范操作流程，提供详尽的操作指南并组织用户培训，减少人为失误引发的故障。

（3）应急处理流程

1）当硬件接口松动故障发生时，立即停止相关设备的运行，重新固定松动的接口，随后重启设备验证问题是否解决。

2）对于软件配置错误，先尝试恢复至默认配置，再逐步调整至正常工作状态，必要时联系我方技术支持人员协助排查。

3）网络连接异常时，优先检查物理链路是否完好，确认无误后重新设置网络参数，测试连接稳定性。

4）若故障无法通过上述方法解决，用户可通过 24 小时售后服务热线报修，我方承诺在接到通知后 1 小时内响应并提供远程技术支持，2 小时内派员到达现场，确保故障在 24 小时内得到妥善处理。

4.4.2 第二阶段应用培训内容

4.4.2.1 飞行器控制设计与应用系统详细操作培训

（1）系统教学侧组成介绍

针对授课场景，讲解飞行器控制设计与应用系统的软硬件模块逻辑。本系统包含集群开发仿真平台、飞行控制板卡及基于模型设计课程软件等核心模块。其中，集群开发仿真平台支持不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型，包括多旋翼、固定翼、直升机、垂起、无人车、无人船等类型。飞行控制板卡提供不少于 14 个 PWM 接口，并集成一体化航空插头。基于模型设计课程软件仿真部分包含不少于 48 课时的 PPT 资源和不少于 360 分钟的教学视频，确保教师能够全面掌握系统功能并进行有效教学。

（2）教学场景操作流程

1）讲解面向班级授课的系统启动、分组切换、实训任务下发及成果收集的完整教学操作步骤。教师需首先启动集群开发仿真平台，加载对应无人智能体 3D 模型后，可为学生分配不同的实训任务，如三轴加速度计标定实验或姿态控制器设计实验。通过分组切换功能，教师可以实时监控各组学生的进度，并在任务完成后通过系统收集学生的实训成果，确保整个教学过程高效有序。

（3）集群仿真教学操作

说明集群开发仿真平台面向实训场景的操作方法。教师可在仿真环境中加载不同类型的无人智能体模型，进行集群编队演示操作。支持软件在环仿真和硬件在环仿真,同时兼容地面站和云端集群功能。教师可通过仿真窗口查看详细信息，包括无人智能体的姿态、位置、速度、加速度等数据，还可对场景进行天气设置和地图切换，提供多样化的教学视角，增强学生的实操体验。

（4）配套教学实验指导

针对内置的 25 个实验项目提供授课环节的具体分组演示和学生指导操作指南。例如，在实验 1_飞行器连接和检查中，教师需指导学生逐步完成硬件设备的连接检测；在实验 7_地面站航线绘制实验中，学生需学习如何利用地面站绘制精确的飞行航线。每个实验均配备详细的 PPT 课件和教学视频，确保教师能够精准引导学生完成各项实训任务，提升教学质量。

4.4.2.2 无人机虚拟仿真实训系统功能应用培训

（1）系统教学功能概述

针对无人机虚拟仿真实训系统的教学管理功能，我们将重点讲解多场景切换、机型虚拟飞行及实训任务批改等特性。通过实际案例演示，确保教师能够熟练掌握系统操作流程，包括但不限于不同专业课程下的场景设置、任务下发及考核评估等功能。

（2）场景教学操作

在场景教学环节,我们将详细介绍如何根据专业课程需求快速切换至对应虚拟场景，并实现实训任务的一键下发。例如，森林、海滨、街道等多种自由飞行航拍场景的切换操作，支持不少于 6 种虚拟场景的选择与配置。同时，将提供不少于 11 种不同机型的虚拟飞行训练操作指导，确保教师能够灵活运用该系统满足教学需求.

（3）实训考核指导

针对系统内置的基础飞行、装调考核模块，我们将详细讲解其配置方法及评分导出流程。具体包括基础飞行扩展训练的操作设置、多种农作物场景下的植保作业参数调整、输电线路典型塔型巡检仿真训练等内容。并配合示范操作，展示如何高效完成实训考核任务，确保学生的学习成果能够被准确记录与评估.

（4）行业应用教学演示

为了帮助教师更好地掌握行业应用场景下的教学方法，我们将重点介绍无人机巡检、地理测绘、植保作业等方面的快速演示技巧。例如，在无人机巡检场景中，可通过系统模拟实现对输电线路典型塔型的精细化巡检；在地理测绘场景下，可完成不少于 4 种场景的训练任务；在植保作业中，可支持多种农作物场景的手动飞行训练及锁定航向等操作。上述内容将在培训过程中以实际案例形式进行操作演示，确保教师能够熟练掌握各行业应用的教学方法.

4.4.2.3 教学资源库与软件平台深度应用培训

（1）资源库结构解析

本阶段将详细介绍教学资源库的内容构成，包括基于模型设计课程软件仿真部分的 48 课时 PPT 和总时长不低于 360 分钟的教学视频（其中数字人教学视频时长不低于 180 分钟）。具体而言，资源库涵盖以下内容：

1）针对飞控设计课程的实验项目，提供至少 6 个实验项目的完整指导材料，包含实验背景、实验目的、实验原理等内容。

2）提供高质量的 PPT 课件资源，确保每课时 PPT 课件包含实验的具体步骤及常见问题解答。

3）制作分辨率为 1920*1080 或以上的教学视频，确保视频内容覆盖所有实验操作过程，以辅助用户直观理解实验要求。

4）编写详细的实验指导书，其内容不少于 80 页，为用户提供从实验准备到结果分析的全流程支持。

（2）平台操作指南

在本环节中，我们将讲解软件平台的基本操作方法，确保用户能够熟练掌握系统功能：

1）用户登录：介绍如何通过身份验证进入系统，并说明权限管理规则，确保每位用户拥有专属的操作界面。

2）资源检索：演示如何快速定位目标教学资源，利用关键词搜索和分类导航功能提升查找效率。

3）内容导入：详细说明如何将外部资源导入平台，包括视频文件、文档资料等，确保导入过程便捷高效。

4）数据同步：指导用户完成集群开发仿真平台与无人机虚拟仿真实训系统的数据交互配置，确保两系统间的数据实时同步无延迟。

（3）深度应用实例

结合实际案例，展示教学资源库与软件平台的综合应用，帮助用户深入理解系统功能：



飞控设计课程实施流程

1）以飞控设计课程为例，详细说明如何利用教学资源库中的PPT课件及教学视频进行课堂展示，并通过实验指导书引导学生完成实验操作。

2）演示如何将飞行器控制设计与应用系统中的硬件仿真部分与软件仿真部分结合使用，确保理论与实践相结合。

3）提供成功案例分享，例如某高校利用本系统完成多旋翼刚体动力学模型适配实验的具体过程，强调资源库与平台协同工作的优势。

4.4.2.4 常见问题解决与教学优化培训

（1）常见问题分类及解决方案

在无人机模拟仿真实训室的使用过程中，可能会遇到设备连接异常、软件运行错误等问题。针对这些问题，我们将其分为以下几类并提供具体解决方案：

1）设备连接异常：例如飞行器控制设计与应用系统与虚拟仿真实训系统的数据交互中断。解决方案为检查硬件接口是否松动或损坏，并重新插拔相关线缆；同时确认网络配置正确，必要时重启设备以恢复通信。

2）软件运行错误：如虚拟仿真实训系统在特定场景切换中出现卡顿或崩溃。解决方案为清除缓存文件、更新至最新版本软件，或者通过系统复位功能重置设置。

3）性能不足：实训电脑在运行高负载任务时可能响应迟缓。解决方案为优化系统资源分配，降低非必要程序占用的CPU和内存，同时确保显卡驱动处于最新状态。

（2）教学优化策略

为提升教学效果，我们提出以下优化建议：

1）调整实验顺序：将基础操作训练前置，确保学生掌握基本技能后再进入复杂任务，从而提高学习效率。

2）增加互动环节：通过小组讨论和实操比赛等形式激发学生兴趣，增强课堂参与感。

3）引入案例教学：结合实际应用场景讲解知识，例如在地理测绘模块中展示真实的地形数据采集流程，帮助学生更好地理解理论与实践的联系。

4）定期评估反馈：建立定期考核机制，及时了解学生掌握情况，并根据反馈调整教学计划。

（3）问题排查与支持服务

为保障实训室正常运行，我们将提供以下支持服务：



问题处理流程图

1）问题上报：用户可通过拨打售后服务热线或提交工单的方式报告遇到的问题。

2）初步诊断：售后团队依据上报信息进行远程分析，尝试快速定位故障原因。

3）技术支持介入：若问题无法远程解决，则派遣工程师上门服务，携带必备工具及配件。

4）解决方案实施：现场排查并修复问题，确保设备恢复正常运作。

5）结果反馈：完成维修后向用户详细介绍处理过程及后续注意事项，同时记录存档以供参考。

4.4.2.5 教学应用案例实操与分享

（1）案例选择标准

为确保教学应用案例的典型性和代表性，我们将依据以下标准进行选择：案例需覆盖无人机模拟仿真实训室的主要功能模块；案例应具备明确的教学目标，能够体现实训室在实际教学中的应用价值；案例需来源于真实的教学场景或行业实践，确保其真实性和可操作性。通过以上标准筛选出的案例将作为重点讲解和分享的内容。

（2）实操过程详解

前期准备：根据选定的教学应用案例，提前准备好所需的设备、软件及教学资料，并确保所有设备处于正常工作状态。具体实施步骤：以飞行器控制设计与应用系统为例，首先介绍集群开发仿真平台的基本功能及操作方法，随后引导学员完成不少于 6 种无人智能体载具模型及其运动特性的加载与调试。接着，结合基于模型设计课程资源，指导学员完成硬件仿真部分的 25 个实验项目。后期总结：组织学员对实操过程中的关键点进行回顾与总结，记录常见问题并提出解决方案。

（3）经验总结分享

在教学应用案例的实施过程中，我们总结了以下成功经验和常见问题：成功经验包括合理规划教学进度、注重师生互动以及充分利用实训室的多场景切换功能；常见问题主要包括学员对复杂功能模块的理解不足、设备间数据交互偶尔出现延迟等。针对这些问题，我们建议加强前期培训、优化设备调试流程，并提供详细的用户手册和技术支持服务。

4.4.3 第三阶段高级培训内容

4.4.3.1 系统维护深度培训

（1）日常维护理论

为确保无人机模拟仿真实训室设备长期稳定运行，我们将针对技术管理人员进行系统的日常维护理论培训。培训内容涵盖实训室已安装调试完成设备的运行底层逻辑、日常巡检要点。具体包括飞行器控制设计与应用系统的核心硬件结构及工作原理，如高性能主控芯片、三轴陀螺仪、加速度计等传感器的功能及作用；无人机虚拟仿真实训系统的多场景切换机制及数据交互原理；3D 视觉交互终端

的分辨率、视场角及刷新率的技术指标意义。通过理论学习，使管理人员深入了解设备运行机制，为后续的运维奠定基础。

（2）日常运维工具使用

介绍日常巡检过程中常用的调试工具，如万用表、信号发生器、网线测试仪的基础操作方法。重点讲解如何利用这些工具检测电路通断、信号强度及网络连通性。异常排查工具方面，将详细介绍故障诊断仪的使用技巧，包括快速定位硬件接口故障、软件功能异常的方法。通过实际操作演示，确保技术管理人员能够独立使用上述工具完成日常检查任务，及时发现并处理潜在问题。

（3）常见教学场景故障解决

列举教学场景下高频出现的设备小故障及软件操作异常的快速排查处理方案。针对飞行器控制设计与应用系统，如飞行控制板卡 PWM 接口信号输出异常，提供具体的检查步骤：确认航空插头连接是否牢固，逐一排查接口接触不良情况。对于无人机虚拟仿真实训系统，如场景切换延迟或机型适配错误，建议重启系统软件或更新最新驱动程序。3D 视觉交互终端显示异常时，需检查分辨率设置是否正确，视场角及刷新率参数是否符合技术要求。通过以上案例分析，提升管理人员的实际故障处理能力。

（4）日常运维流程规范

制定常态化的设备日检、周检、月检标准流程，保障教学场景稳定运行。日检：重点检查设备电源连接状态、散热系统运行情况，记录当天使用过程中的异常现象。周检：对核心模块进行功能性验证，如飞行器控制设计与应用系统的无人智能体模型加载、无人机虚拟仿真实训系统的多场景切换功能。月检：进行全面性能测试，包括集群开发仿真平台的协同运行能力、教学显示终端的亮度及对比度参数。所有检查结果均需记录在案，形成标准化文档，便于后续跟踪和改进。

4.4.3.2 故障排查实战培训

（1）日常故障诊断方法

我们将向技术人员传授日志快速分析法与局部排除法等高效问题定位手段，确保在不影响系统运行的情况下进行故障排查。具体包括：通过系统日志文件快速定位异常发生的时间段及可能的触发源；以模块化方式逐步排查可疑部分，缩

小问题范围，避免对正常教学活动造成干扰。这些方法将帮助用户快速识别并解决实训室设备运行中的潜在问题。

（2）教学场景故障案例解析

基于真实实训室运行中可能出现的典型故障案例，我们将对学员进行深入解析与演练。例如：无人机虚拟仿真实训系统中出现的画面卡顿现象，讲解其可能原因（如网络延迟或显卡驱动不兼容）及应对措施；教学显示终端信号中断时的排查步骤，包括检查传输线缆连接状态、重新配置接收卡参数等。所有案例均选取无破坏性操作的实际场景，确保不影响后续正常教学使用。

（3）常用排查工具应用

为提高故障排查效率，我们将详细介绍并演示常见排查工具的规范使用方法，包括但不限于示波器和信号检测仪。示波器用于监测关键接口信号的质量，可及时发现波形失真等问题，并指导用户调整相关参数；信号检测仪用以验证数据传输链路的稳定性，确保各设备之间通信畅通。同时，我们提供实操演练环境，使学员能够熟练掌握工具的操作技巧。

（4）应急响应演练

组织学员模拟教学过程中突发故障的快速处置流程，提升其应对突发事件的能力。设置多种常见故障情景，如实训电脑操作系统崩溃、网络中断等，要求学员按照既定预案进行处理；设计临时教学预案切换演练，例如当主要教学设备无法正常工作时，迅速启用备用设备或调整教学计划以保障课程进度。整个演练过程注重实际操作能力培养，确保学员能够在面对类似情况时从容应对。

4.4.4 每个培训模块课时安排

4.4.4.1 第一阶段基础培训模块课时安排

（1）飞行器控制设计与应用系统基础知识讲解及操作

本模块以飞行器控制设计与应用系统的理论知识和实际操作为核心，重点掌握集群开发仿真平台、无人智能体载具 3D 模型及运动模型、飞行控制板卡 PWM 接口等内容。总课时数为 48 课时，具体安排如下：讲解集群开发仿真平台的功能指标，包括不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型和运动模型的加载与操作。演示并实践无人智能体集群载具模型类型，包含质点模型和六自由度模型，并进行

三种以上空中队形变换功能训练。详细介绍飞行控制板卡参数，验证其 PWM 接口数量是否达到≥14 个以及集成一体化航空插头的使用方法。所有课程均配备相关实验项目，确保学员能够熟练掌握关键技能。

（2）无人机虚拟仿真实训系统基础功能介绍及使用

本模块针对无人机虚拟仿真实训系统的基础功能进行讲解与实操训练，涵盖行业应用多场景虚拟仿真实训平台、基础飞行扩展训练等功能。总课时数为 36 课时，具体安排如下：学习行业应用多场景虚拟仿真实训平台，支持森林、海滨等不少于 6 种自由飞行航拍场景切换。熟悉不少于 11 种机型的虚拟飞行功能，并进行难易等级不同的三类无人机资质扩展训练。实践基础飞行功能，包括不低于 40m 航线直线飞行、FPV 视角切换等操作，强化无人机飞行至定点悬停的技能。通过上述内容的学习，确保学员能够独立完成基础功能的操作。

（3）3D 视觉交互终端的基本操作与维护

本模块围绕 3D 视觉交互终端的基本操作与维护展开，重点掌握分辨率设置及相关参数调整。总课时数为 12 课时，具体安排如下：检测 3D 视觉交互终端屏幕分辨率是否达到≥2800*1700 的标准，视场角是否不小于 90° 且刷新率不低于 90Hz。讲解内置电池使用注意事项，确保设备正常续航。演示不同连接方式（蓝牙、Wi-Fi、USB-C）的正确使用方法，避免因错误操作导致设备损坏。提供日常维护技巧，延长设备使用寿命。通过理论与实践相结合的方式，确保学员能够独立完成终端设备的基本操作与维护。

4.4.4.2 第二阶段应用培训模块课时安排

（1）基于模型设计（飞控设计）课程软件仿真部分的应用实例分析

本阶段重点围绕基于模型设计（飞控设计）课程的软件仿真部分展开，包含 PPT 教学、视频演示及实验项目实施。具体安排如下：

首先进行理论讲解，结合至少 48 课时的 PPT 课件资源，涵盖实验背景、实验目的和实验原理等内容。随后播放教学视频，总时长不少于 360 分钟，其中数字人教学视频不低于 180 分钟，确保学员充分理解操作细节。

实验项目实施部分安排 72 课时，覆盖至少 6 个实验项目，包括但不限于机架设计及性能评估实验、动力系统设计及性能评估实验、四旋翼运动模型的建立

和匹配等。实验指导书提供详细步骤说明，总页数不低于 80 页，确保学员能够独立完成各项实验任务。

（2）自动驾驶无人机开发平台飞控的实际操作及故障排除

针对自动驾驶无人机开发平台飞控的实际操作，安排 40 课时进行深入培训。培训内容涵盖主控芯片集成三轴加速度计、陀螺仪等硬件调试，通过实际操作帮助学员掌握关键技能。

具体培训环节包括设备连接与检查、惯性测量单元数据获取、三轴加速度计标定及参数分析、地面站航线绘制以及飞行日志分析等实验项目。共计 25 个实验项目，每个项目配备详细的 PPT 课件，总页数不低于 260 页，并提供完整的视频教学资料，视频分辨率不低于 1920*1080，总时长不少于 120 分钟。同时，针对常见故障进行模拟演练，提高学员的故障排查能力。

（3）实训电脑及教学显示终端的应用培训

为确保学员熟练使用实训设备，安排 32 课时进行实训电脑及教学显示终端的应用培训。

实训电脑采用国产 8 核芯片 CPU，预装正版授权操作系统。培训内容包括系统配置优化、显卡性能测试、硬盘空间管理以及显示器分辨率调整等操作。特别强调国产芯片的运行稳定性，通过长时间运行测试验证其可靠性。

教学显示终端方面，重点培训 LED 显示屏的参数设置，包括像素点间距、亮度、色温和对比度等指标。确保学员能够熟练操作 LED 显示屏，满足不同教学场景的需求。所有培训内容均配备详细的 PPT 课件和操作手册，确保学习效果达到预期目标。

4.4.4.3 第三阶段高级培训模块课时安排

（1）高级集群开发仿真技术与云端集群实践

1）集群仿真示例解析：针对不少于 6 种无人智能体 3D 载具模型（含无人机、直升机、无人车等）进行集群仿真示例教学，涵盖集中式集群、车机协同等异构集群类型，提供不少于 15 个集群仿真示例解析，支持二次开发。

2）软硬件在环仿真演练：通过软硬件在环仿真环境，训练学员完成多旋翼/固定翼飞控仿真示例≥10 个/≥5 个，并支持用户自定义控制算法验证。同时，

结合仿真实验创建与管理模块，指导学员构建基于软/硬件在环的实验项目，包括实验管理、仿真配置等功能操作。

总课时数为 60 课时。

（2）无人机巡检、地理测绘及植保作业的高级功能应用

1）典型塔型巡检：对输电线路典型塔型（如 220kV 耐张塔、500kV 直线塔等）进行巡检仿真培训，支持训练模式和考核模式，内置动态缺陷库，可设置不少于 12 种输电线路典型缺陷。

2）地理测绘场景训练：涵盖校园、城镇、灾区、山地等不少于 4 种场景训练，支持区域天气设置（风向、风速、气象等），并提供场地勘测、像控点布设与测量、航向规划等功能。

3）植保作业操作：针对小麦、玉米、水稻等农作物场景进行植保作业训练，支持手动基础作业模式和增强作业模式选择，确保作业区域面积计算准确，根据不同病虫害情况选择用药方案。

总课时数为 56 课时。

（3）运载物流及挂载设备的高级操作技巧

1）上货、挂载、卸货训练：通过虚拟仿真实训系统，还原无人机上货、挂载、卸货的操作流程，支持训练/考核模式切换，提供步骤列表显示、炸机复位提示等功能。

2）降索收索功能优化：模拟无人机降索、收索的实际操作流程，支持训练任务结算，提升学员对实际操作的理解和掌握。

总课时数为 48 课时。