

徐州生物工程职业技术学院 生物装备学院实训设备采购项目合同

项目编号：JSZC-320300-XZGX-G2025-0025

项目名称：徐州生物工程职业技术学院生物装备学院
实训设备采购（采购包 5）

甲 方：徐州生物工程职业技术学院

乙 方：徐州领源医疗科技有限公司

签订时间：2025年10月27日

合同通用条款

目录

第一条	定义
第二条	合同范围
第三条	价格
第四条	支付
第五条	交货
第六条	包装和标记
第七条	技术资料
第八条	安装
第九条	验收
第十条	售后服务和技术培训
第十一条	索赔
第十二条	不可抗力
第十三条	合同的终止
第十四条	争议的解决
第十五条	适用法律
第十六条	权利保证
第十七条	保密
第十八条	合同生效及其他

合同通用条款

第一条 定义

除本合同上下文中另有规定外，下列各词语定义如下：

- 1.1 “甲方”见《合同专用条款》。
- 1.2 “己方”见《合同专用条款》。
- 1.3 “工作现场”见《合同专用条款》。
- 1.4 “合同标的”见合同附件 4。
- 1.5 “技术资料”是指与合同标的的安装、试运行、验收、操作以及维修有关的技术指标、规格、图纸和文件。
- 1.6 “技术培训”是指在合同标的的安装、试运行、验收、操作、维修以及其他方面己方给予甲方的培训。
- 1.7 “安装”是指有关合同标的、备件和材料的安装工作。
- 1.8 “试运行”是指为验明合同标的的技术性能，在安装完毕后对合同标的进行的测试。
- 1.9 “验收”是指根据合同附件 2 的规定进行的，用以确定合同标的是否达到合同附件 2 所规定的技术性能的检验，以及合同标的在达到合同附件 2 规定的技术性能之后，甲方对合同标的的接受。
- 1.10 “合同货币”见《合同专用条款》。
- 1.11 “合同价格”见合同附件 4。
- 1.12 “合同生效日”见《合同协议书》（合同附件 1）第 5 条。
- 1.13 “日”是指日历天数。
- 1.14 “月”是指日历月数。
- 1.15 “采购需求”见合同附件 6。

第二条 合同范围

- 2.1 甲方同意从己方购买、己方同意向甲方出售和提供的合同标的以及相关售后服务、技术培训和技术资料。
- 2.2 数量：见招标文件第六章《采购需求》中“三、数量要求”。

第三条 价格

- 3.1 合同总价见《合同专用条款》。
- 3.2 合同总价是固定价格。

第四条 支付（采购资金的支付方式、时间、条件）

- 4.1 甲方应按照《合同专用条款》的规定进行支付。如果己方未能按照《合同专用条款》的要求提交支付文件，由此产生的所有责任和发生的所有费用，均由己方承担。
- 4.2 己方有义务根据合同的规定向甲方支付违约金和/或赔偿金时，甲方有权从任何一笔应付款中予以扣除。

第五条 交货（货物、服务提供的时间、地点、方式）

- 5.1 交货期限、批次和交货条件见《合同专用条款》。
- 5.2 交货地点见《合同专用条款》。

5.3 在《合同专用条款》规定的期限内,已方应将合同号、合同标的的名称、数量、金额、包装件数以及交货的时间以书面方式通知甲方。

5.4 已方应按下列规定交付合同标的:

5.4.1 已方负责将合同标的送至《合同专用条款》规定的交货地点。

5.4.2 甲方出具的收据日期是合同标的的实际交货日期。

5.5 如果已方未能按照合同规定的交货期限交货,已方应按《合同专用条款》的规定支付违约金或提供其他救济。

第六条 包装与标记

6.1 除非合同中另有规定,合同标的应保持产品制造企业原包装完好。

6.2 在合同标的的每件包装中都应附有下列单据:

A. 装箱明细单;

B. 质量合格证;

C. 技术资料。

6.3 凡由于对合同标的包装不当或采取防护措施不充分致使合同标的损坏或丢失时,已方均应负责修理、更换或赔偿。如果因已方在包装和标记方面发生的错误或混淆不清造成合同标的的误运,已方应承担由此发生的额外费用。

第七条 技术资料

7.1 技术资料交付的期限和方式见《合同专用条款》。

第八条 安装

8.1 合同标的的安装期限见《合同专用条款》。

8.2 项目实施方案见合同附件 7。

第九条 验收

9.1 合同标的的试运行、验收见《合同专用条款》。

9.2 如果合同附件 2 所规定的所有技术性能在验收中都已经达到,双方应在验收合格后 5 日内签署验收书。

9.3 验收标准(验收要求、验收标准和程序):见合同附件 5。

第十条 售后服务和技术培训

10.1 售后服务和技术培训见合同附件 3。

第十一条 索赔

11.1 如果合同标的在安装、试运行和验收中已方未能履行其在本合同项下承担的义务,甲方有权向已方提出索赔并寻求《合同专用条款》中规定的救济方式,救济方式包括:

A. 已方替换不符合合同规定的合同标的。

B. 按质量低劣的程度、甲方受损害的程度及损失的数额对合同标的进行降价。

C. 拒收合同标的。

D. 赔偿由已方违约引起的其他损失。

11.2 如果己方在收到甲方索赔要求后未在《合同专用条款》规定的期限内作出书面回复,该索赔要求将被视为已被己方接受。如己方未能在甲方发出索赔要求后《合同专用条款》规定的期限内或甲方同意的延长期限内,按照甲方选择的救济方式解决索赔事宜,甲方有权从合同总价中扣除索赔金额。

第十二条 不可抗力

12.1 如果合同任何一方受诸如战争、严重的火灾、台风、地震、洪水以及任何其他不能预见、不能避免且不能克服的不可抗力事件的影响而无法履行合同项下的任何义务,受影响的一方应将此类事件的发生以书面方式通知另一方并应在不可抗力事件发生后 14 日内将有关部门或机构出具的证明文件提交给另一方。

12.2 受不可抗力事件影响的合同一方对于不可抗力事件导致的任何合同义务的迟延履行或不能履行不承担责任。但该方应尽快以书面方式将不可抗力事件结束或其影响消除的情况通知另一方。

12.3 合同双方应在不可抗力事件结束或其影响消除后立即继续履行其合同义务,如果不可抗力事件的影响持续超过《合同专用条款》规定的期限,合同任何一方均有权发出书面通知终止合同。

第十三条 合同的终止

13.1 如果己方有下述违约行为之一或《合同专用条款》中规定的其他违约行为,在不妨碍甲方采取其它救济手段的情况下,甲方可以向己方发出书面违约通知,全部或部分地终止合同。

A. 己方在合同规定的交货期限后未能按《合同专用条款》中规定的最终期限交付合同标的和/或技术资料;

B. 合同标的未能达到合同附件 2 规定的技术性能;

C. 己方未能履行合同项下任何其它义务,并且在收到甲方违约通知后未能按《合同专用条款》中规定的期限对其违约行为作出补救。

13.2 如果一方破产或发生资不抵债的情况,合同另一方有权在任何时候发出书面通知终止合同。此种情况下合同的终止不妨碍或影响行使任何可能的其它救济手段。

13.3 如果甲方认定己方在投标或执行合同中有腐败或欺诈行为,甲方有权在任何时候发出书面通知终止合同。

A. “腐败行为”系指在招标、采购和合同执行等过程中,为谋求利益、影响相关人员而提供、给予、接受或索取任何有价物的行为。

B. “欺诈行为”系指为了影响招标、采购和合同执行等过程而隐瞒事实,从而给甲方造成损害的行为,其中包括投标人之间的串通行为。

13.4 在甲方全部或部分终止合同的情况下,己方应按《合同专用条款》的规定对甲方给予补偿。

第十四条 争议的解决

14.1 因执行本合同所发生的或者与本合同有关的一切争议由合同双方通过友好协商解决,如果不能协商一致,按《合同专用条款》规定的方式解决。

第十五条 适用法律

15.1 本合同的执行和争议的解决适用中华人民共和国的法律并按中华人民共和国的法律进行解释。

第十六条 权利保证

16.1 已方应保证甲方在使用合同标的时不受第三方提出侵犯其专利权、版权、商标权或其他权利的起诉。一旦出现侵权,已方承担全部责任。

第十七条 保密

17.1 已方在本合同履行过程中,或为履行本合同的需要,从甲方所获得的、有关甲方和/或属于甲方的任何信息包括甲方工作方式方法与资料、技术资料、用户名单、发展战略及其他被认为是甲方的信息,都是甲方的秘密,已方不得泄露给任何第三方。

17.2 上述秘密,已方只能用于本合同,而且只能由已方相应的人员使用;没有必要接触的已方人员,不得接触。

17.3 已方应当采取适当有效的方式保护所获取的上述秘密。

17.4 已方违反本合同所规定的在保密方面的义务,应按合同总价的 50%承担违约金或按照实际损失支付赔偿金;甲方有权选择以上两种方式之一要求已方承担违约责任。本违约金和赔偿金的支付义务独立于其它违约义务。

第十八条 合同生效及其他

18.1 本合同在合同协议书(合同附件 1)规定的条件全部满足后生效。

18.2 合同项下全部权利义务履行完毕后,本合同自动失效。合同履行期满后,合同项下任何尚未了结的债权和债务不受合同履行期的影响,债务人仍应向债权人履行其义务。

18.3 合同双方各自承担与本合同有关的应负税费。

18.4 合同双方除非《合同专用条款》另有规定,所有合同文件及相关的修订和合同双方之间的书面联络,应使用中文书就并按中文解释。

18.5 对本合同的任何补充、增添或修改以书面方式进行。

18.6 没有另一方的事先书面同意,合同任何一方不得将合同项下的任何权利和义务转让给第三方。

18.7 任何一方在执行任何合同条款和条件时准予对方的放松、宽容、延迟、放纵或时间,不得损害、影响或限制该方在合同之下的权利;任何一方对合同的任何违背、任何免责也不应导致对任何后面或延续的合同的免责或弃权。

18.8 合同条款中的标题和边注仅供参考使用,不应视为合同的一部分,也不影响本文的解释。

18.9 合同构成甲方和已方之间就合同主要内容方面的完整协议,并且取代合同签订前所有关于这方面的通讯、协商、协议(不论是书面的,还是口头的)。

18.10 甲方应当自政府采购合同签订之日起 2 个工作日内,将政府采购合同在省级以上人民政府财政部门指定的媒体上公告,但政府采购合同中涉及国家秘密、商业秘密的内容除外。

18.11 合同双方之间的一切联络往来应以书面形式按《合同专用条款》中规定的通讯地址发往合同另一方。有关重要事项的传真应及时用挂号信或快件确认。

合同专用条款

甲方（甲方）：徐州生物工程职业技术学院

乙方（己方）：徐州领源医疗科技有限公司

《合同专用条款》中的条款项号是与《合同通用条款》中的条款项号对应的，其增加的内容和条款，是对《合同通用条款》的补充、修改和完善，如果有矛盾的话，以《合同专用条款》为准。

依照《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国产品质量法》、《医疗器械监督管理条例》等法律法规的相关规定，遵循平等、自愿、公平和诚实信用的原则，双方就设备采购相关事宜达成一致意见，特签订本合同，以明确双方的权利、义务，确保合同双方共同执行。

1. 合同标的

1.1 产品名称、型号、规格、数量及价款

产品名称	型号	单价 (元)	单位	数量	金额 (元)	备注
助行机器人	迈步 /MAX-M1	32000	套	1	32000	无
三千步下肢外骨骼机器人	迈步 /WAL-D2	56000	套	1	56000	无
眼控一体机	七鑫易维 /surfacePr	35000	套	1	35000	无
眼控仪	七鑫易维 /A8	25000	套	1	25000	无
智能导盲帽	和宁永远 /H1	6500	套	1	6500	无
电子助视器	聚茂源 /EYE-RS500	1200	套	1	1200	无
养老服务机器人	艾雨文承 /A1	25000	套	1	25000	无
合计（大写）：人民币 <u>壹拾捌万零柒佰元整</u> <u>180700.00</u> （含税 <u>3</u> %、含运费）						

本合同采用固定总价合同，包含：设备主材费、辅助材料费、包装费、运费、保险费、装卸费、安装调试、检测、培训、利润、税金等验收合格交付使用之前及保修期内保修服务与备用物件等以及配套器材等所有其他有关各项的含税费用，及合同实施过程中应预见和不可预见费等完成本采购内容所需的一切费用。该总价为验收合格交货价，且不做调整。产品详细配置清单等见附件，附件与本合同有同等法律效力。

1.2 本合同所采购的货物在合同中未有注明参数要求的，均以生产厂家标准配置为准。乙方的销售、安装技术方案必须满足清单中的所有设备、材料、配件和软件等的数量要求，完善配置方案，保证系统功能的完整性，甲方不再为此另行支付任何费用。

1.3 本项目所有设备应包含所有有关互连所需的相关配件，保证其能正常运行，甲方不再为此另行支付任何费用。

2. 交货方法、交货期限、到货地点及风险转移

2.1 交货期：自本合同签订生效之日起 30 日内送达甲方指定地点，并安装调试完毕并投入使用。

2.2 本合同项下货物的运输及保险全部由乙方负责。乙方须采取适于安全、准时完成本合同项下义务的运输措施，将货物运至甲方指定的到货地点；对本合同项下的货物进行全面保险，包括但不限于购买或者要求承运人购买货运保险及任何第三者责任险，并对其在项目现场提供服务、培训的人员进行保险。

2.3 甲方指定的到货地点：甲方指定地点。

2.4 在乙方将货物交付甲方指定的交货地点和人员前，货物的毁损、灭失风险完全由乙方承担。

3. 货物包装及质量保证

3.1 乙方所供货物必须为生产商原厂包装，且采用国家或专业标准的保护方式进行包装，应使包装适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防粗暴装卸，确保货物安全无损运抵甲方指定的到货地点。由于包装不适当所引起的货物锈蚀、损坏和损失均由乙方承担。每件包装箱内应附一份详细装箱单、货物说明书、质量合格证及其它与本合同项下货物有关的任何单证和资料。

3.2 乙方保证所供货物的设计、制造必须符合中华人民共和国的相关国家标准、行业标准或企业标准（如有）的强制性规定，并满足本合同规定的规格、参数、质量、价格、有效期、售后服务等要求。乙方保证所供设备型号是最新的，且是用上等材料 and 工艺制成，并严格保持原包装，否则造成的一切损失由乙方负全部责任。

3.3 乙方应保证本合同货物和服务或其任何一部分享有合法专利权、版权、商标权和工业设计权等知识产权，或经第三方合法授权。一旦出现侵权，由乙方负全部责任。

3.4 乙方保证提供的设备在正确安装、正常使用和保养条件下,具有良好性能。货物验收后,在质量保证期内,乙方对由于涉及、工艺或者材料的缺陷所发生的任何不足或故障承担责任,所产生的费用和损失由乙方承担。

3.5 乙方保证所提供设备的技术规格符合甲方采购需求,符合国家有关部门最新颁布的标准及规范。

4. 交货物验收、异议

4.1 货物到达甲方指定到货地点后 10 日内,甲、乙双方共同进行验收、测试。

4.2 验收标准:(1) 货物外形、包装完好;(2) 数量无误;(3) 货物符合合同要求及标准,产品说明书对货物有质量说明的,也应符合该质量说明;(4) 设备均具有食品药品监督管理局颁发的医疗器械注册证。

4.3 乙方交付设备时须将设备的装箱清单、用户手册、原厂保修卡、随机资料及配给、随机工具、软件密码等交付甲方;乙方未完整交付本款规定单证和工具等的,视为未按照合同约定交货,乙方负责补齐,并视为逾期交货,由乙方承担相关违约责任。

4.4 双方在验收中,如果发现货物的品种、型号、规格、数量、质量与本合同附件规定不符,双方应签署书面文件,甲方有权拒付不符合合同规定部分的货款,并在货物验收十五日内向乙方提出书面异议和处理意见;如货物与合同货物不一致,甲方有权拒付全部货款,并解除合同,乙方并承担合同价款 20% 的违约金责任。

4.5 如甲方未按规定期限提出书面异议的,视为所交货物符合合同规定,但货物存在隐蔽瑕疵或者对质量保证期另有规定的除外。

4.6 乙方在接到甲方书面异议后,应在三日内提出处理意见,否则,即视为默认甲方提出的异议和处理意见,乙方应照此执行。

5. 安装、调试与验收

5.1 设备到货验收后,乙方 3 日内派具备符合国家规定的具备相应资质的人员到达现场负责设备的免费安装和调试。设备安装时,乙方必须事先与甲方的设备科联系,并与设备科共同参与,否则引起的一切责任由乙方承担。

5.2 乙方提供设备安装和维修所需的专用工具和辅助材料。

5.3 乙方在安装过程中，必须服从甲方的计划安排和整体协调，遵守甲方有关制度，文明施工。乙方必须充分考虑现场的安装难度及安全性，做好施工现场的安全防护、文明施工工作。安装过程中发生的一切责任及费用由乙方负责，如对其他物品或结构造成损坏必须照价赔偿，甲方有权直接从合同款项中予以扣减。

5.3 乙方必须提供设备安装、集成及调测服务，安装、调试必须按照国家标准和行业规范进行，并确保调试完成后，设备能够正常运行，达到甲方可正常使用状态。调试的原始记录须经双方签字后作为验收的文件之一。

5.4 甲方对设备试用后进行验收，乙方派工程师到达现场共同验收工作。乙方需提供设备的出厂检验报告、合格证书、装箱单，并且预先提供验收标准，填写验收报告书，供双方最终确认所用。

5.5 验收标准依次序对照适用标准为：1、货物为原制造商制造的全新产品，无污染，无侵权行为、表面无划损、无任何缺陷隐患，在中国境内可依规安全合法使用；2、符合中华人民共和国国家安全质量标准、环保标准或行业标准；3、符合采购文件和响应承诺中甲方认可的合理最佳配置、参数及各项要求；4、货物来源生产方标准，且必须是有关生产方发布的最新版本的标准。

5.6 设备安装、调试产品正常运行后，各项指标和参数应符合验收标准。甲方有权委托中国有资格单位或机构对设备性能、精度进行校核。甲方签字确认的《验收合格证明》为验收合格的唯一凭证。

5.7 乙方免费提供全套技术资料（产品使用手册、维修说明书、操作说明书等），如技术资料不全，甲方有权不支付货款。

5.8 如乙方提供的设备设有维修软件密码，乙方应保证无条件地为甲方永久免费打开。

5.9 验收中如果发现设备有短缺，损坏、有质量、技术等不符合本合同规定的情形，双方做出详尽的现场记录，并由双方签署确认，由乙方负责解决所出现的问题。乙方应在五日内，按照甲方的要求，采取补足、更换或退货等处理措施，并承担由此发生的一切损失和费用。

5.10 乙方所供设备如验收不合格，根据甲方的要求，乙方必须无条件换货或退货，由此引起的一切损失由乙方承担。

6. 付款方式

6.1 本合同总金额为人民币大写金额壹拾捌万零柒佰元（小写金额：180700元）。

6.2 经双方协商一致，选择以下第一种付款方式：

付款方式一：提交预付款保函的

合同总价的百分之四十(40%)即¥72280.00，大写：人民币柒万贰仟贰佰捌拾元整，在双方签订合同后 15 个工作日内，已方向甲方出具等额预付款保函后，由甲方办理政府采购资金结算手续，经审核后支付给已方。

合同总价的百分之六十(60%)即¥108420.00，大写：人民币壹拾万零捌仟肆佰贰拾元整，合同标的全部交付并安装完毕验收合格后 15 个工作日内，由甲方办理政府采购资金结算手续，经审核后支付给已方。

付款方式二：不提交预付款保函的

合同总价的百分之三十（30%）即¥ ，大写：人民币 元整，在双方签订合同后 15 个工作日内，由甲方办理政府采购资金结算手续，经审核后支付给乙方。

合同总价的百分之七十（70%）即¥ ，大写：人民币 元整，合同标的全部交付并安装完毕验收合格后 15 个工作日内，由甲方办理政府采购资金结算手续，经审核后支付给乙方。

6.3 乙方需提交的申请支付文件包括：

（1）乙方出具的全额正式发票；

（2）甲方出具的验收合格证明

6.4 合同约定的乙方收款账户：

开户银行：中国建设银行股份有限公司徐州永安支行

银行帐号：32050171833600004731

7. 质量保证期及售后服务

7.1 质量保证期：质保叁年，从验收合格之日的次日算起，终身维护。

7.2 质保期内免费上门维修，质保期外免收维修费，仅收维修配件费；

7.3 乙方应按照国家有关法律法规规章和“三包”规定以及合同约定提供售后服务。质保期间如属产品质量引起的配件损坏，乙方将免费提供更换件。质保期间如属甲方操作不当引起的配件或耗材的损坏，乙方将提供免费维修，但更换配件的费用则由甲方负责。

7.4 如设备发生故障，乙方在接到甲方报修电话后 2 小时内予以响应，24 小时内到达现场解决问题。如有特殊情况，乙方应立即电话通知甲方不能响应的理由，在获得甲方同意后，才可推迟响应时间。

7.5 质保期内，设备如因故障维修超过 2 天，按 1:2 延长质保期（具体时间，按天数算）。

7.6 无论在质保期内还是质保期外，乙方必须上门维修，乙方工程师来甲方维修本设备，必须事先与甲方设备科取得联系，并与甲方工程师共同完成维修工作。乙方未尽到维修质保义务的，甲方可以委托第三方维修，由此产生的费用甲方有权向乙方追偿。

8. 技术培训

在安装过程中或安装结束后，乙方工程师或有关人员有义务对甲方工程师人员进行设备的基本结构、性能、主要部件的构造及处理，日常操作使用、日常维护和保养方法、常见故障的排除、安全注意事项及紧急情况的处理等内容的培训，并提供该设备的操作手册（一套）、维修手册（一套）交设备管理处，确保甲方能够对设备、系统有足够的了解，能够独立进行日常操作、管理和维护。所有的培训费用包括差旅、食宿、教材、资料等由乙方负责，均计入合同价中。

9. 知识产权

9.1 乙方必须保证，甲方在中华人民共和国境内使用投报货物、资料、技术、服务或其任何一部分时，享有不受限制的无偿使用权，如有第三方向甲方提出侵犯其专利权、商标权或其它知识产权的主张，该责任由乙方承担。

9.2 本合同价包含所有应向所有权人支付的专利权、商标权或其它知识产权的一切相关费用。

9.3 系统软件、通用软件必须是在中国境内的合法使用权或版权的正版软件，涉及到第三方提出侵权或知识产权的起诉及支付版税等费用由乙方承担所有责任及费用。

9.4 乙方需对所有成果、产品的知识产权负有瑕疵担保责任，因使用未被授权使用的技术、组件、系统软件、通用软件等知识产权问题引起的纠纷所产生的所有责任及费用由乙方自行承担。

10. 违约责任

10.1 乙方的违约责任：

10.1.1 乙方所交货物品种、型号、规格、质量不符合合同规定的，如果甲方同意使用，应当按质论价；如果甲方不同意使用，应根据货物的具体情况，由乙方在 15 个工作日内负责更换为符合合同要求的货物，并承担因调换、运输而产生的全部费用。乙方不能在前述时间内完成调换，或者调换后的货物仍不符合合同规定的，甲方有权退货，并要求乙方按合同总货款的 20% 承担违约金。

10.1.2 乙方逾期交货的，每逾期 7 天（不足 7 天的，按 7 天计算），按总货款的 0.5% 支付违约金；逾期交货超过 1 个月的，甲方有权立即解除本合同，由此给甲方造成的一切损失由乙方承担。乙方提前交货的，甲方接货后，仍可按合同规定的交货时间付款。乙方逾期交货的，应在发货前书面通知甲方，与甲方协商，甲方仍需要的，乙方应继续交货，并按每逾期一日支付合同价款的 0.1% 承担逾期交货违约责任；甲方不再需要的，乙方应当在接到通知后合同即解除，并按合同总金额的百分之十向甲方支付违约金，并赔偿因此造成的损失。

10.1.3 乙方不能按本合同要求提供货物的保修服务的，应向甲方偿付合同总价款的 5% 的违约金并赔偿甲方的损失。如果此等违约造成本合同项下货物的使用目的无法实现的，甲方有权解除合同并主张除违约金以外的损害赔偿。

10.1.4 乙方不能按本合同要求提供培训服务的，应向甲方偿付合同总价款的 5% 的违约金。如果此等违约造成本合同项下货物的使用目的无法实现的，甲方有权解除合同并主张除违约金以外的损害赔偿。

10.1.5 乙方不能按本合同要求提供所承诺的服务人员的，应向甲方偿付合同总价款的 5% 的违约金。如果此等违约造成本合同项下货物的使用目的无法实现的，甲方有权解除合同并主张除违约金以外的损害赔偿。

10.1.6 如果发生声称本合同项下货物侵犯他人专利、版权、商标权或商业秘密等权利而针对甲方提起索赔或诉讼仲裁的情况，乙方应支付由此而产生的全部费用及赔偿金、律师费用。

10.1.7 合同规定应该偿付的违约金、赔偿金和各种经济损失，应当在明确责任后 30 日内付清，逾期按应支付金额的日万分之五计收利息。依据本合同乙方应向甲方支付前述款项的，甲方有权自行从应付合同总价款中扣除充抵。

10.2 甲方违约责任：

10.2.1 非乙方供货质量问题，甲方中途不得退货，否则甲方应按合同总额的百分之十向乙方支付违约金。

11. 不可抗力

甲乙任何一方由于不可抗力原因不能履行合同时,应及时向对方通报不能履行或不能完全履行的理由,并在合理期限内提供有关机构出具的证明,以减轻可能给对方造成的损失,并根据情况可部分或全部免于承担违约责任。

12. 争议解决方法

甲、乙双方因履行本合同发生争议时,应友好协商;协商不成时,向甲方所在地人民法院提出诉讼。

13. 其它

13.1 本合同自双方法定代表人或者授权签字人签字并加盖公章之日起生效。本合同未尽事宜,由甲乙双方另行签订补充协议,补充协议是本合同的组成部分,与本合同具有同等法律效力。

13.2 本合同壹式 4 份,甲方执 2 份,乙方执 1 份,备案 1 份。

14. 合同附件

(下页为合同签署页)

甲 方: 徐州生物工程职业技术学院

法定代表人:

委托代理人:

地址: 徐州市西三环路 297 号

电 话:

签订日期:

乙 方: 徐州领源医疗科技有限公司

法定代表人: 郑琦

委托代理人: 郑琦

地址: 江苏省徐州经济技术开发区大
黄山街道王可乐村综合楼 307 室

电 话: 17353681550

开 户 行: 中国建设银行股份有限公司徐州永安支行

账 号: 32050171833600004731

签订日期: 2025.10.27

合同附件

目录

合同附件 1：合同协议书

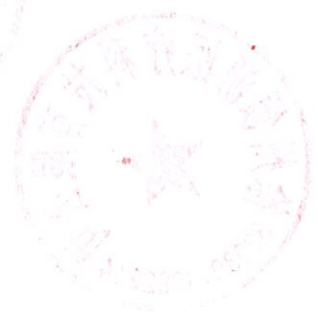
合同附件 2：技术规格和技术性能
(要求见招标文件《采购需求》)

合同附件 3：售后服务和技术培训
(要求见招标文件《采购需求》；合同见己方投标文件

合同附件 4：供货范围和价格清单
(要求见招标文件《投标文件相关格式》中《开标一览表》和《分项价格表》；
合同见己方投标文件中《开标一览表》和《分项价格表》。)

合同附件 5：验收标准（验收要求、验收标准和程序）

合同附件 6：采购需求
(见招标文件《采购需求》。)



合同附件 1:

合同协议书

合同编号: _____

签字日期: _____

签字地点: 江苏徐州

徐州生物工程职业技术学院 (甲方名称) (以下简称“甲方”) 已接受 徐州领源医疗科技有限公司 (已方名称) (以下简称“已方”) 对 徐州生物工程职业技术学院生物装备学院实训设备采购 (项目名称) (项目编号: JSZC-320300-XZGX-G2025-0025) 的投标。甲方和已方共同达成如下协议。

1. 本合同协议书中的词语和术语的含义与合同条款中定义的相同。
2. 以下文件应构成甲方和已方之间达成的合同, 若各文件之间存在含糊不清或互相冲突之处, 优先顺序应按下列文件顺序解释。

- (1) 合同协议书
- (2) 中标通知书
- (3) 合同专用条款
- (4) 合同通用条款
- (5) 除合同附件 1 外的合同附件
- (6) 其他文件

3. 考虑到甲方将按照本合同向已方支付合同价款, 已方在此保证全部按照合同的规定向甲方提供合同标的、技术资料、售后服务及技术培训。

4. 考虑到已方将按合同规定提供合同标的、技术资料、售后服务及技术培训, 甲方在此保证按照合同规定的时间和方式向已方支付合同价款。

5. 本合同在下列条件全部满足后生效, 生效日期以下列条件全部满足的最晚日期为准:

(1) 双方加盖公章或合同专用章;

(2) 履约保证金金额为中标金额的百分之五 (5%) 大写: 人民币玖仟零叁拾伍元 (小写: ¥9035 元), 履约保证金存放期间不计利息。履约保证金形式: 履约保证金应当以支票、本票、汇票、电汇或金融机构、担保机构出具的保函, 电汇等非现金形式提交。履约保证金退还: 验收合格后, 结算违约赔偿 (如有) 后 30 日内无息退还给乙方; 乙方需出具甲方提供的验收证明, 如未提供, 履约保证金不予退还。

6. 合同一式 4 份, 具有同等法律效力, 甲方 2 份, 已方 2 份。

7. 本合同其他未尽事宜及与采购文件有矛盾之处, 以采购文件 [项目编号: JSZC-320300-XZGX-G2025-0025] 为准。

甲方和已方由其正式授权代表于上述所写日期和地点签订本合同。

甲方 (签章): 徐州生物工程职业技术学院

法定代表人或授权代表 (签名): 王训

已方 (签章): 徐州领源医疗科技有限公司

法定代表人或授权代表 (签名): 郑为

技术规格和技术性能

序号	产品名称	招标文件的要求	投标文件中的内容
1	下肢外骨骼机器人	1. 设备包括主机和充电器。 2. 主机采用电动驱动方式, 有 6 个可活动关节, 包含 2 个带独立电机驱动的髋关节、2 个带独立电机驱动的膝关节及 2 个被动踝关节。 3. 主机的关节运动单元应具有能测量位姿信息的传感器。 4. 控制方式: 设备使用控制面板和手持遥控器控制, 控制面板由 7 寸触摸显示屏组成。 5. 康复训练功能模式包括: 被动训练模式、原地训练模式、主动训练模式、后退训练模式、燃脂训练模式。 6. 设备有预留开发接口, 可进行二次开发。 7. 控制系统应单独设置电源开关和急停开关。按下急停装置后, 设备停止运行, 并保持当前运动姿态。 8. 控制系统应具有显示正常运行或故障的指示灯。 9. 设备主要防护带(腰部绑带)应能承载 1000N 载荷, 卸载后应能牢固连接, 并无任何损坏。 10. 信息监测功能: 机器人应具有与受训者之间运动信息的监测功能, 监测信息应包括运动轨迹。 11. 软件具有训练模式选择、训练速度、助力等级选择、训练时间显示、训练轨迹、电量显示、错误提示信息、系统设置等功能。 12. 在软件主界面可以显示运动状态, 包括实时显示用户的训练模式、训练速度、助力大小、训练时间、训练轨迹、电量显示等功能。 13. 数据分析功能: 训练时设备各个关节运动轨迹, 与参考轨迹实时对比, 体现训练状态。 14. 机器人开机后, 机器人应有自检报错	1. 设备包括主机和充电器。 2. 主机采用电动驱动方式, 有 6 个可活动关节, 包含 2 个带独立电机驱动的髋关节、2 个带独立电机驱动的膝关节及 2 个被动踝关节。 3. 主机的关节运动单元应具有能测量位姿信息的传感器。 4. 控制方式: 设备使用控制面板和手持遥控器控制, 控制面板由 7 寸触摸显示屏组成。 5. 康复训练功能模式包括: 被动训练模式、原地训练模式、主动训练模式、后退训练模式、燃脂训练模式。 6. 设备有预留开发接口, 可进行二次开发。 7. 控制系统应单独设置电源开关和急停开关。按下急停装置后, 设备停止运行, 并保持当前运动姿态。 8. 控制系统应具有显示正常运行或故障的指示灯。 9. 设备主要防护带(腰部绑带)应能承载 1000N 载荷, 卸载后应能牢固连接, 并无任何损坏。 10. 信息监测功能: 机器人应具有与受训者之间运动信息的监测功能, 监测信息应包括运动轨迹。 11. 软件具有训练模式选择、训练速度、助力等级选择、训练时间显示、训练轨迹、电量显示、错误提示信息、系统设置等功能。 12. 在软件主界面可以显示运动状态, 包括实时显示用户的训练模式、训练速度、助力大小、训练时间、训练轨迹、电量显示等功能。 13. 数据分析功能: 训练时设备各个关节运动轨迹, 与参考轨迹实时对比, 体现训练状态。 14. 机器人开机后, 机器人应有自检报错

功能：若机器人存在故障，机器人将不能正常工作。 15. 机器人各个运动关节具有机械限位，防止关节运动部件有超出运行范围限定的过冲。 16. 机器人具有移动支架防止倾翻。 17. 运动速度：设备最大行走速度为每分钟 42 步，误差：±1 步。 18. 关节运动角度 (1) 髋关节矢状面活动范围：-30° ~ +90°，允许±5°； (2) 膝关节矢状面活动范围：0° ~ +110°，允差±5°； (3) 踝关节矢状面活动范围：0~+30°，允许±5°。 19. 行走速度调节：在被动训练模式、主动训练模式和后退训练模式下，可以手动调节行走速度，调节范围：12-42 步，调节间隔为 6 步；在原地行走模式下，可以手动调节行走速度，调节范围：4-24 步，调节间隔为 4 步。 20. 轨迹监测：被动训练模式、原地训练模式、主动训练模式、后退训练模式、燃脂训练模式可以实时监测关节运动轨迹。 21. 设备充电时间：设备放电至 5%电量后充电时长应不大于 5h。 22. 设备工作时间：设备充满电，设备工作至 5%电量，时长应大于 6h。 23. 设备可移动方向：支架安装有万向轮，可在平整的地面任意方向移动。 24. 设备的启动力：空载时，在平整的地面启动力不大于 50N。 25. 设备的制动力：当支架轮子的刹车踩下后，空载时，制动力不小于 500N。	功能：若机器人存在故障，机器人将不能正常工作。 15. 机器人各个运动关节具有机械限位，防止关节运动部件有超出运行范围限定的过冲。 16. 机器人具有移动支架防止倾翻。 17. 运动速度：设备最大行走速度为每分钟 42 步，误差：±1 步。 18. 关节运动角度 (1) 髋关节矢状面活动范围：-30° ~ +90°，允许±5°； (2) 膝关节矢状面活动范围：0° ~ +110°，允差±5°； (3) 踝关节矢状面活动范围：0~+30°，允许±5°。 19. 行走速度调节：在被动训练模式、主动训练模式和后退训练模式下，可以手动调节行走速度，调节范围：12-42 步，调节间隔为 6 步；在原地行走模式下，可以手动调节行走速度，调节范围：4-24 步，调节间隔为 4 步。 20. 轨迹监测：被动训练模式、原地训练模式、主动训练模式、后退训练模式、燃脂训练模式可以实时监测关节运动轨迹。 21. 设备充电时间：设备放电至 5%电量后充电时长应不大于 5h。 22. 设备工作时间：设备充满电，设备工作至 5%电量，时长应大于 6h。 23. 设备可移动方向：支架安装有万向轮，可在平整的地面任意方向移动。 24. 设备的启动力：空载时，在平整的地面启动力不大于 50N。 25. 设备的制动力：当支架轮子的刹车踩下后，空载时，制动力不小于 500N。
--	--

2	助 行 机 器 人 1. 左髋关节活动范围: $-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$, 误差 $\pm 10^{\circ}$; 2. 右髋关节活动范围: $-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$, 误差 $\pm 10^{\circ}$; 3. 腰部宽度: $270 \sim 410\text{mm} \pm 10\text{mm}$; 4. 腿部活动范围: $-100^{\circ} \sim +100^{\circ}$, 允差: $\pm 10^{\circ}$; 5. 产品主机的重量为 3kg, 允差 10%; 6. 腰部防护带宽度应不小于 80mm; 7. 软件具有系统登陆、蓝牙连接、模式选择、助力等级选择、阻力等级选择、参数校准、训练时间显示、训练步数显示、电量显示功能; 8. 手机软件具有模式选择功能; 9. 所有训练模式可通过软件选择助力等级, 助力等级共 5 档; 10. 在软件主界面可以显示运动状态, 包括实时显示用户的训练时间, 在双腿助力模式、左助力、右助力、阻力模式下可记录行走步数; 11. 设备采集患者训练步态数据, 通过软件分析处理后输出训练步态的评估报告; 12. 性能效率: 软件采集完患者数据, 并完成评估所需的时间不大于 10s, 分析过程中软件不能进行其它操作; 13. 设备遇故障重启后可自动通过蓝牙连接上一次连接的设备, 连接设备后可实时显示当前设备的运行状态以及训练参数; 14. 功能模式: 具有双腿助力模式、左助力模式、右助力模式、阻力模式; 15. 助力等级: 设备在双腿助力模式、左助力模式和右助力模式三种模式时, 有五个助力等级, 从 1 档到 5 档的最大力矩对应是 6.0N·m、7.5N·m、9.0N·m、10.5N·m、12.0N·m; 16. 阻力等级: 设备在阻力模式时, 有五个阻力等级, 从 1 档到 5 档的最大力矩对应是 2.5N·m、3.5N·m、4.5N·m、6N·m、7.5N·m; 17. 充电时间: 低电量提醒后关机开始充	1. 左髋关节活动范围: $-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$, 误差 $\pm 10^{\circ}$; 2. 右髋关节活动范围: $-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$, 误差 $\pm 10^{\circ}$; 3. 腰部宽度: $270 \sim 410\text{mm} \pm 10\text{mm}$; 4. 腿部活动范围: $-100^{\circ} \sim +100^{\circ}$, 允差: $\pm 10^{\circ}$; 5. 产品主机的重量为 3kg, 允差 10%; 6. 腰部防护带宽度应不小于 80mm; 7. 软件具有系统登陆、蓝牙连接、模式选择、助力等级选择、阻力等级选择、参数校准、训练时间显示、训练步数显示、电量显示功能; 8. 手机软件具有模式选择功能; 9. 所有训练模式可通过软件选择助力等级, 助力等级共 5 档; 10. 在软件主界面可以显示运动状态, 包括实时显示用户的训练时间, 在双腿助力模式、左助力、右助力、阻力模式下可记录行走步数; 11. 设备采集患者训练步态数据, 通过软件分析处理后输出训练步态的评估报告; 12. 性能效率: 软件采集完患者数据, 并完成评估所需的时间不大于 10s, 分析过程中软件不能进行其它操作; 13. 设备遇故障重启后可自动通过蓝牙连接上一次连接的设备, 连接设备后可实时显示当前设备的运行状态以及训练参数; 14. 功能模式: 具有双腿助力模式、左助力模式、右助力模式、阻力模式; 15. 助力等级: 设备在双腿助力模式、左助力模式和右助力模式三种模式时, 有五个助力等级, 从 1 档到 5 档的最大力矩对应是 6.0N·m、7.5N·m、9.0N·m、10.5N·m、12.0N·m; 16. 阻力等级: 设备在阻力模式时, 有五个阻力等级, 从 1 档到 5 档的最大力矩对应是 2.5N·m、3.5N·m、4.5N·m、6N·m、7.5N·m; 17. 充电时间: 低电量提醒后关机开始充
---	--	---

	电至充满，时长不大于 3.2h； 18. 工作时间：设备充满电，设备工作完全放电时长大于 3h； 19. 按键功能：设备有 2 个按键，右侧按键为开关电源按键，左侧按键为功能按键； 20. 安全性能摔倒提醒：启用摔倒提醒功能后，患者摔倒设备会持续发出语音提示并停止电机输出，同时关节可以自由活动； 21. 低电量时设备会发出低电量语音提示：电池电量低，请及时充电。	电至充满，时长不大于 3.2h； 18. 工作时间：设备充满电，设备工作完全放电时长大于 3h； 19. 按键功能：设备有 2 个按键，右侧按键为开关电源按键，左侧按键为功能按键； 20. 安全性能摔倒提醒：启用摔倒提醒功能后，患者摔倒设备会持续发出语音提示并停止电机输出，同时关节可以自由活动； 21. 低电量时设备会发出低电量语音提示：电池电量低，请及时充电。
--	---	---

3	眼 控 一 体 机	一、功能：平板电脑与眼控仪结合的高精度、遥测式沟通辅具产品，使用者无需穿戴任何设备，只要通过眼部运动就可以实现对计算机系统的非接触式控制，佩戴眼镜、呼吸面罩、头部歪斜、侧躺均可以正常使用。提供开发者工具包即 sdk 接口。内置软件，可实现文字拼写及发音朗读、语音求助、身体感觉、照片浏览、音乐欣赏等功能。 二、硬件指标： 1. 屏幕尺寸：≥13 英寸 2. 处理器：12 代 i5 处理器 3. 内存：≥8GB 4. 储存：≥256GB 5. 工作距离：40~70cm 6. 眼球追踪帧率：≥60hz 7. 准确度：≤0.5° 8. 操作系统：Windows 11 9. 输入方式：眼控，十点触控 三、软件功能： 1. 文字书写：支持全键盘、九宫格、中英文输入 2. 发音朗读：具备清脆女声朗读功能 3. 语音求助：内置常用词汇，且支持自定义编辑 4. 沟通标志：包含内场常用图片，支持自定义编辑 5. 身体感觉：可定位身体部位以表达当前感觉，如疼、痛、麻等 6. 全能桌面：支持通过眼睛控制鼠标和虚拟键盘，实现对电脑的操作 7. 照片浏览：支持 jpg、bmp、png 格式 8. 视频浏览：支持 wmv、avi、mp4 格式	一、功能：平板电脑与眼控仪结合的高精度、遥测式沟通辅具产品，使用者无需穿戴任何设备，只要通过眼部运动就可以实现对计算机系统的非接触式控制，佩戴眼镜、呼吸面罩、头部歪斜、侧躺均可以正常使用。提供开发者工具包即 sdk 接口。内置软件，可实现文字拼写及发音朗读、语音求助、身体感觉、照片浏览、音乐欣赏等功能。 二、硬件指标： 1. 屏幕尺寸：≥13 英寸 2. 处理器：12 代 i5 处理器 3. 内存：≥8GB 4. 储存：≥256GB 5. 工作距离：40~70cm 6. 眼球追踪帧率：≥60hz 7. 准确度：≤0.5° 8. 操作系统：Windows 11 9. 输入方式：眼控，十点触控 三、软件功能： 1. 文字书写：支持全键盘、九宫格、中英文输入 2. 发音朗读：具备清脆女声朗读功能 3. 语音求助：内置常用词汇，且支持自定义编辑 4. 沟通标志：包含内场常用图片，支持自定义编辑 5. 身体感觉：可定位身体部位以表达当前感觉，如疼、痛、麻等 6. 全能桌面：支持通过眼睛控制鼠标和虚拟键盘，实现对电脑的操作 7. 照片浏览：支持 jpg、bmp、png 格式 8. 视频浏览：支持 wmv、avi、mp4 格式
---	-----------------------	--	--

4	眼 控 仪	一、功能: 便携遥测式眼动仪, 通过 USB3.0 接口轻松连接电脑, 无需额外连接电源, 小巧轻便, 性能稳定; 不限制受试者固定头动和实验环境, 提供开发者工具包即 sdk 接口, 可以输出实时且丰富的眼动数据。 二、硬件指标: 硬件尺寸: $\leq 300*16*18\text{mm}$ (长*宽*高) 硬件重量: $\leq 80\text{g}$ 操作系统: win7/8/10/11 连接方式: USB3.0 支持屏幕尺寸: ≥ 24 英寸 追踪技术: 角膜反射法 准度: $\leq 0.5^\circ$ 使用范围: 55~85cm 头动范围: 不小于 28*28@50cm; 38*38@65cm; 58*58@80cm 频率: $\geq 60\text{Hz}$ 追踪恢复时间: $< 45\text{ms}$ 眼动追踪传感器数量: 1 个 三、控制计算机配置: 1. 处理器:i5-13420H 运行内存:16G 及以上 硬盘:512GB 及以上, 固态硬盘 显卡: 集显 2. CPU 核心线程:8 核 12 线程(4 性能核+4 能效核) 性能核心基频/睿频:2.1GHz~4.6GHz 能效核心基频/睿频:1.5GHz~3.4GHz 缓存:12M 及以上 3. 屏幕:16 英寸 2.5K 分辨率	一、功能: 便携遥测式眼动仪, 通过 USB3.0 接口轻松连接电脑, 无需额外连接电源, 小巧轻便, 性能稳定; 不限制受试者固定头动和实验环境, 提供开发者工具包即 sdk 接口, 可以输出实时且丰富的眼动数据。 二、硬件指标: 硬件尺寸: $\leq 300*16*18\text{mm}$ (长*宽*高) 硬件重量: $\leq 80\text{g}$ 操作系统: win7/8/10/11 连接方式: USB3.0 支持屏幕尺寸: ≥ 24 英寸 追踪技术: 角膜反射法 准度: $\leq 0.5^\circ$ 使用范围: 55~85cm 头动范围: 不小于 28*28@50cm; 38*38@65cm; 58*58@80cm 频率: $\geq 60\text{Hz}$ 追踪恢复时间: $< 45\text{ms}$ 眼动追踪传感器数量: 1 个 三、控制计算机配置: 1. 处理器:i5-13420H 运行内存:16G 及以上 硬盘:512GB 及以上, 固态硬盘 显卡: 集显 2. CPU 核心线程:8 核 12 线程(4 性能核+4 能效核) 性能核心基频/睿频:2.1GHz~4.6GHz 能效核心基频/睿频:1.5GHz~3.4GHz 缓存:12M 及以上 3. 屏幕:16 英寸 2.5K 分辨率
5	智 能 导 盲 帽	1. 新产品满电状态下, 可支持主要功能使用时间不少于 6 小时; 2. 具备语音播报操控功能: 文字、物品等智能识别、探障防撞提示功能、卫星定位和地图导航、具有收音机、网络电台、无障碍电影、技能课程、帮助残疾人工作、生活、学习等功能。3. 文字识别率不小于 90%; 4. 具备通过远程音视频协助视力残疾人独自出行的导盲功能(明确应用场景和安全风险); 5. 可头部穿戴设备; 6. 供应商应根据中标设备产品性能和使用场景, 制订安全评估标准, 在配送前配合开展安全评估。评估应从使用者及其家	1. 新产品满电状态下, 可支持主要功能使用时间不少于 6 小时; 2. 具备语音播报操控功能: 文字、物品等智能识别、探障防撞提示功能、卫星定位和地图导航、具有收音机、网络电台、无障碍电影、技能课程、帮助残疾人工作、生活、学习等功能。3. 文字识别率不小于 90%; 4. 具备通过远程音视频协助视力残疾人独自出行的导盲功能(明确应用场景和安全风险); 5. 可头部穿戴设备; 6. 供应商应根据中标设备产品性能和使用场景, 制订安全评估标准, 在配送前配合开展安全评估。评估应从使用者及其家

		属等方面综合评价使用者安全出行的能力，应提交评估的标准和流程； 7. 提供后台服务器和软件终身升级服务。	属等方面综合评价使用者安全出行的能力，应提交评估的标准和流程； 7. 提供后台服务器和软件终身升级服务。
6	电子助视器	1. 采用定制高端镜头，大视野大景深，显示更多文字，保障连续完整阅读，1080P30（看远）720P60（看近）设计，无卡顿，无拖影，高清流畅；专业级图像处理 DSP，真实还原色彩和细节；采用智能图像增强算法；智能适应图像场景，放大后细节可再现。凹文双色按键设计，高对比，触摸手感清晰； 2. 具备拍照回放、图像平移、语音控制提示功能， 2. 屏幕≥ 5.0 寸，具备防眩晕功能； 3. 分辨率$\geq 800 \times 480$，图像传感器≥ 800 万，双 SONY，自动对焦。 4. 双自动对焦设计，从 5cm~无穷远全程景深覆盖（可选）； 5. 2X~32X 无极放大，2X 智慧变焦，有效像素/清晰度提高 4 倍； 6. 折叠支架设计，屏幕与桌面成 40 度夹角，阅读舒适，手写流畅； 7. 可旋转手柄设计，任意位置悬停，手持舒适；可拆卸手柄设计，轻松适用左手或右手使用习惯； 8. 色彩模式≥ 26 种；色彩模式定制功能科定制，可任意组合增强模式，个性化定制，画面冻结，方便近距离观看。	1. 采用定制高端镜头，大视野大景深，显示更多文字，保障连续完整阅读，1080P30（看远）720P60（看近）设计，无卡顿，无拖影，高清流畅；专业级图像处理 DSP，真实还原色彩和细节；采用智能图像增强算法；智能适应图像场景，放大后细节可再现。凹文双色按键设计，高对比，触摸手感清晰； 2. 具备拍照回放、图像平移、语音控制提示功能， 2. 屏幕≥ 5.0 寸，具备防眩晕功能； 3. 分辨率$\geq 800 \times 480$，图像传感器≥ 800 万，双 SONY，自动对焦。 4. 双自动对焦设计，从 5cm~无穷远全程景深覆盖（可选）； 5. 2X~32X 无极放大，2X 智慧变焦，有效像素/清晰度提高 4 倍； 6. 折叠支架设计，屏幕与桌面成 40 度夹角，阅读舒适，手写流畅； 7. 可旋转手柄设计，任意位置悬停，手持舒适；可拆卸手柄设计，轻松适用左手或右手使用习惯； 8. 色彩模式≥ 26 种；色彩模式定制功能科定制，可任意组合增强模式，个性化定制，画面冻结，方便近距离观看。

1. 功能用途: 跌倒预警、自主寻人、安全提醒、远程分身、值守服务、提醒助手、一键视频、自动回充、紧急呼叫、语音交互、自动避障、主动巡逻、随心自拍、自动升级、交友聊天、勿扰模式、主动问候、天气预报、音乐笑话、实时新闻、相声戏曲、一键投屏等近百项功能。

2. 长者意外摔倒: 机器人在巡逻过程中发现有人摔倒, 机器人会自动进行识别并预警至客户端(家属端)和值班中心, 并自动进行识别并预警至手机客户端和PC端后台, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

3. 定时巡逻查房: 机器人根据实际设置的时间去每个房间查看长者和环境的状况, 并拍照上传作为记录, 工作人员可通过手机客户端或者PC端后台查看机器人巡查的图片记录。

4. 长者呼救: 当机器人在巡逻过程中发现有人采用语音或者按键的方式进行呼救, 机器人会识别并预警至客户端(家属端)和值班中心, 并识别到预警至手机客户端和PC端后台, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

5. 隐私空间异常: 当长者在隐私空间(卫生间, 卧室等), 在机器人看不到长者且不允许进入隐私空间的情形下, 机器人会通过询问和声音回复进行识别并预警至客户端(家属端)和值班中心, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

6. 室内无人: 当长者不在机器人陪护视线内或者外出, 机器人会自动启动巡逻模式, 巡逻后未发现长者, 机器人进行预警至客户端(家属端)和值班中心, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

7. 一键呼叫值班中心: 长者可语音或者点击方式, 通过机器人呼叫值班中心寻求相应的帮助。

8. 远程分身: 手机客户端和PC端后台可以通过远程分身功能控制机器人移动查看长者和周围环境的状况。

9. 视频通话: 长者可语音或者点击的方式, 通过机器人与手机客户端工作人员或

1. 功能用途: 跌倒预警、自主寻人、安全提醒、远程分身、值守服务、提醒助手、一键视频、自动回充、紧急呼叫、语音交互、自动避障、主动巡逻、随心自拍、自动升级、交友聊天、勿扰模式、主动问候、天气预报、音乐笑话、实时新闻、相声戏曲、一键投屏等近百项功能。

2. 长者意外摔倒: 机器人在巡逻过程中发现有人摔倒, 机器人会自动进行识别并预警至客户端(家属端)和值班中心, 并自动进行识别并预警至手机客户端和PC端后台, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

3. 定时巡逻查房: 机器人根据实际设置的时间去每个房间查看长者和环境的状况, 并拍照上传作为记录, 工作人员可通过手机客户端或者PC端后台查看机器人巡查的图片记录。

4. 长者呼救: 当机器人在巡逻过程中发现有人采用语音或者按键的方式进行呼救, 机器人会识别并预警至客户端(家属端)和值班中心, 并识别到预警至手机客户端和PC端后台, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

5. 隐私空间异常: 当长者在隐私空间(卫生间, 卧室等), 在机器人看不到长者且不允许进入隐私空间的情形下, 机器人会通过询问和声音回复进行识别并预警至客户端(家属端)和值班中心, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

6. 室内无人: 当长者不在机器人陪护视线内或者外出, 机器人会自动启动巡逻模式, 巡逻后未发现长者, 机器人进行预警至客户端(家属端)和值班中心, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。

7. 一键呼叫值班中心: 长者可语音或者点击方式, 通过机器人呼叫值班中心寻求相应的帮助。

8. 远程分身: 手机客户端和PC端后台可以通过远程分身功能控制机器人移动查看长者和周围环境的状况。

9. 视频通话: 长者可语音或者点击的方式, 通过机器人与手机客户端工作人员或

者家属视频通话。

10. 智能闹铃:机器人端可以使用语音或者点击机器人屏幕提醒功能,给长者用药以及其他易忘记的事情做提醒,客户端(家属端)可以给机器人同步设置相应长者需要的提醒。

11. 互动娱乐:长者可以和机器人语音对话,机器人机智的回答为长者排忧解难;长者想知道新闻,天气,歌曲等都可通过机器人获得全网信息;机器人的每个长者用户可通过机器人互加好友,丰富娱乐生活。

12. 主动问候:早中晚时段第一次看到长者,机器人会主动打招呼并播报天气或者新闻。

13. 康养监测:机器人巡逻过程中,机构床位如配备对应的床带,机器人会把床位长者的心率、呼吸、在床、离床等信息随巡逻图片同步上传至手机客户端和管理台。

14. 智能设备互动:如卧室床头配备对应的智能设备(如:SOS拉绳),卧室门上安装对应的开门器,卧室门在关闭的情形下,长者有紧急情况触发SOS拉绳,卧室门会自动打开并且机器人会自动前往卧室拍照,并预警至客户端提醒相关人员及时处理。

15. 智能中控:用语音指令的方式命令机器人打开灯光或者窗帘,更多的智能设备支持对接。

16. 自动回充智能避障:机器人在没有看护任务,或接收到充电指令,或处于低电量的情形下会自动前往充电桩充电,以保持充沛的电量;在巡逻或者行走过程中碰到障碍物会自动避开,前往自己的目标点。

17. 一键巡逻:工作人员可以通过手机客户端一键巡逻按键,命令机器人按照设定好的路线去巡逻。

18. 看门守护:机器人在不处于巡逻的时段(如夜间),可以让机器人前往某个目标点进行看门守护,有人进入时会拍照预警至手机客户端。

19. 机器人尺寸:350*350*780mm;

者家属视频通话。

10. 智能闹铃:机器人端可以使用语音或者点击机器人屏幕提醒功能,给长者用药以及其他易忘记的事情做提醒,客户端(家属端)可以给机器人同步设置相应长者需要的提醒。

11. 互动娱乐:长者可以和机器人语音对话,机器人机智的回答为长者排忧解难;长者想知道新闻,天气,歌曲等都可通过机器人获得全网信息;机器人的每个长者用户可通过机器人互加好友,丰富娱乐生活。

12. 主动问候:早中晚时段第一次看到长者,机器人会主动打招呼并播报天气或者新闻。

13. 康养监测:机器人巡逻过程中,机构床位如配备对应的床带,机器人会把床位长者的心率、呼吸、在床、离床等信息随巡逻图片同步上传至手机客户端和管理台。

14. 智能设备互动:如卧室床头配备对应的智能设备(如:SOS拉绳),卧室门上安装对应的开门器,卧室门在关闭的情形下,长者有紧急情况触发SOS拉绳,卧室门会自动打开并且机器人会自动前往卧室拍照,并预警至客户端提醒相关人员及时处理。

15. 智能中控:用语音指令的方式命令机器人打开灯光或者窗帘,更多的智能设备支持对接。

16. 自动回充智能避障:机器人在没有看护任务,或接收到充电指令,或处于低电量的情形下会自动前往充电桩充电,以保持充沛的电量;在巡逻或者行走过程中碰到障碍物会自动避开,前往自己的目标点。

17. 一键巡逻:工作人员可以通过手机客户端一键巡逻按键,命令机器人按照设定好的路线去巡逻。

18. 看门守护:机器人在不处于巡逻的时段(如夜间),可以让机器人前往某个目标点进行看门守护,有人进入时会拍照预警至手机客户端。

19. 机器人尺寸:350*350*780mm;

	20. 运行内存: 2G ; 存储: 16G ; 30. 屏幕: 10 寸 IPS1280*800; 31. 拾音话筒: 5mic 环形阵列+1 主 mic; 32. 激光雷达: 8 米激光雷达; 33. 机器人支持 WIFI 802.11 b/g/n (2.4G/5G) ; 34. A2 设备当前只支持 2.4G WIFI 4 的无线网络; 35. 电池: 18650 8 节 17600mAh 锂电池; 36. 摄像头: 安防摄像头+视频通话摄像头。	20. 运行内存: 2G ; 存储: 16G ; 30. 屏幕: 10 寸 IPS1280*800; 31. 拾音话筒: 5mic 环形阵列+1 主 mic; 32. 激光雷达: 8 米激光雷达; 33. 机器人支持 WIFI 802.11 b/g/n (2.4G/5G) ; 34. A2 设备当前只支持 2.4G WIFI 4 的无线网络; 35. 电池: 18650 8 节 17600mAh 锂电池; 36. 摄像头: 安防摄像头+视频通话摄像头。
--	--	--

合同附件 3:

1.1 售后服务方案

1.1.1 设备维修保养服务

1.1.1.1 定期巡检维护

①每月对下肢外骨骼机器人开展专项检查,重点验证 6 个可活动关节的运行顺滑度,通过专用仪器检测髋关节、膝关节电机驱动精度,确保髋关节矢状面活动范围维持在 $-30^{\circ} \sim +90^{\circ}$ 、膝关节在 $0^{\circ} \sim +110^{\circ}$ 的标准区间,同步校验传感器对位姿信息的采集准确性,防止因机械间隙导致的轨迹监测误差。

②每季度针对助行机器人进行系统性维护,包括腰部防护带承载性能测试(施加 800N 静载荷持续 15 分钟验证牢固性)、蓝牙连接稳定性检测(连续 24 小时数据传输中断次数需 ≤ 1 次),以及软件系统日志分析,重点排查助力模式切换延迟、阻力等级输出偏差等潜在问题。

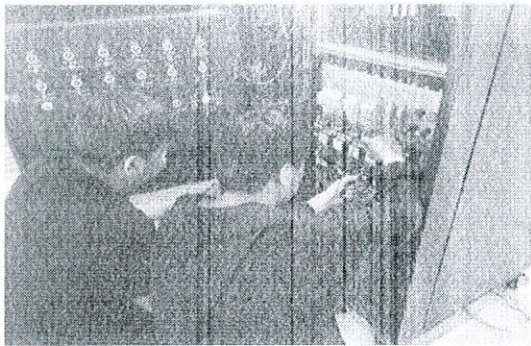
③每半年对养老服务机器人执行功能校准,模拟 10 种典型跌倒场景验证预警响应时间(≤ 3 秒),测试自主寻人算法在 50 m²复杂环境中的定位精度(误差 ≤ 0.5 m),同时检查自动避障传感器对直径 5cm 障碍物的识别距离(≥ 1.5 m),确保巡逻路径规划的安全性。

1.1.1.2 故障快速修复

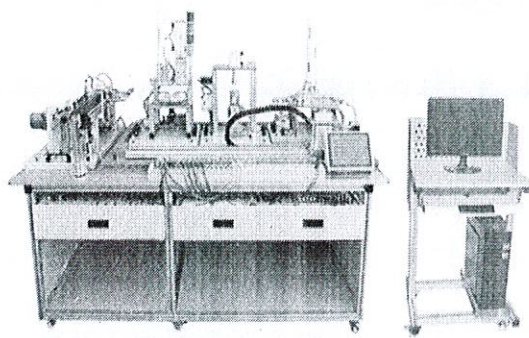
①建立三级响应机制:一级故障(如眼控一体机屏幕无响应)30 分钟内远程诊断,2 小时内到达现场;二级故障(如下肢外骨骼机器人电机卡滞)1 小时内技术团队介入,4 小时内完成部件更换;三级故障(如养老服务机器人系统崩溃)立即启动应急预案,同步调配备用设备。

②配备专用维修工具包,针对电子助视器内置 800 万像素双 SONY 传感器,携带定制化镜头校准仪确保维修后图像分辨率维持 $\geq 800 \times 480$;对智能导盲帽的语音识别模块,现场配置噪声环境测试数据集,保障文字识别率修复至 $\geq 90\%$ 。

③实施故障修复验证流程:硬件维修后进行 3 次连续满负荷运行测试(如下肢外骨骼机器人以 42 步/分钟速度持续行走 1 小时),软件修复后通过 200 条指令集验证功能完整性,测试数据实时上传至服务管理平台存档。



设备故障快速修复



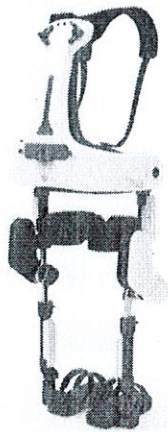
校准调试服务

1.1.1.3 更换损坏部件

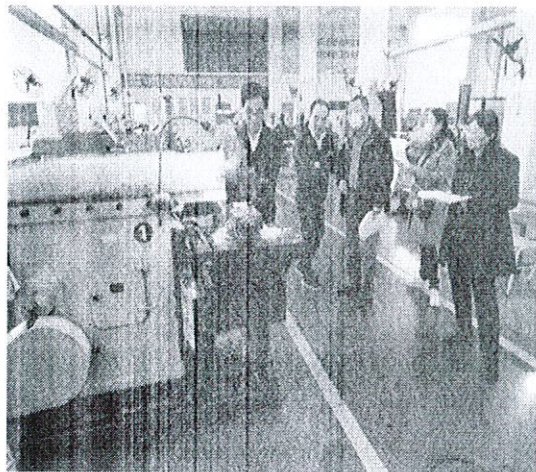
针对本项目各类实训设备的易损部件,建立原厂配件直供体系。下肢外骨骼机器人的髋关节电机采用同型号定制款,更换时需通过扭矩扳手精确调整预紧力至 $12\text{N} \cdot \text{m}$, 确保与原有关节运动单元的兼容性;助行机器人的腰部防护带选用宽度 $\geq 80\text{mm}$ 的医疗级尼龙材质,接口处采用一体成型工艺,卸载 1000N 载荷后无塑性变形。眼控仪的 USB3.0 数据传输模块更换前需通过信号完整性测试,保证眼动追踪数据传输延迟 $\leq 45\text{ms}$;电子助视器的折叠支架铰链采用钛合金材质,更换后进行 1000 次开合疲劳测试,确保任意角度悬停精度误差 $\leq 2^\circ$ 。所有更换部件均提供原厂质量证书,安装后同步更新设备唯一标识对应的部件更换记录至售后服务系统。

1.1.1.4 设备清洁保养

制定分类清洁规程:智能导盲帽采用无尘布蘸取 75%医用酒精沿纹理方向擦拭传感器表面,避免液体渗入麦克风开孔;电子助视器的防眩晕屏幕使用专用防静电清洁剂,配合超细纤维布以画圈方式清洁,清洁后通过光泽度仪检测表面透光率 $\geq 95\%$ 。下肢外骨骼机器人的关节轴承部位每 200 小时运行后加注特种润滑脂,用量严格控制在 $0.5\text{ml}/\text{轴承}$,防止油脂溢出污染传感器;养老服务机器人的巡逻轮组需拆卸清理轮毂内异物,检查万向轮阻尼系数维持在 $0.3 \pm 0.05\text{N} \cdot \text{m}$ 。清洁过程中对眼控一体机的摄像头模组实施防尘保护,清洁完成后进行功能校验,确保眼球追踪帧率稳定 $\geq 60\text{Hz}$ 、准确度 $\leq 0.5^\circ$ 。



下肢外骨骼机器人巡检



现场技术指导

1.1.1.5 软件系统更新

建立软件生命周期管理机制,每月收集助行机器人的5档助力等级输出数据,通过算法迭代优化力矩控制曲线,使1-5档助力输出误差从 $\pm 0.5\text{N}\cdot\text{m}$ 降至 $\pm 0.3\text{N}\cdot\text{m}$;每季度为眼控一体机推送 Windows11 系统安全补丁,同步升级文字输入模块,新增方言语音包支持。下肢外骨骼机器人的训练模式软件每半年更新一次,基于用户运动轨迹大数据优化参考轨迹生成算法,使主动训练模式下轨迹匹配度提升15%;养老服务机器人的跌倒识别模型采用增量训练方式,每月更新特征库,将逆光环境下的识别准确率从88%提高至95%以上。所有更新包通过数字签名验证,支持断点续传,更新后自动生成包含功能变更日志、性能测试报告的验收文档。

1.1.1.6 设备性能检测

采用专业检测设备按季度开展全参数验证:下肢外骨骼机器人通过步态分析系统测试最大行走速度42步/分钟时的步频稳定性(误差控制在 ± 1 步),使用角度测量仪验证踝关节矢状面活动范围 $0\sim +30^\circ$ 的准确度(允差 $\pm 5^\circ$);助行机器人在双腿助力模式下,通过扭矩传感器检测5档助力对应的最大力矩输出($12.0\text{N}\cdot\text{m}$ 档误差 $\leq 0.3\text{N}\cdot\text{m}$)。眼控仪的性能检测包括在55-85cm工作距离内随机选取10个测试点,验证眼球追踪准确度 $\leq 0.5^\circ$,连续追踪30分钟无漂移;智能导盲帽的卫星定位功能在开阔环境下测试定位精度 $\leq 3\text{m}$,文字识别模块采用

标准字符集测试识别率 $\geq 90\%$ 。所有检测数据自动生成趋势分析报告，当某项指标连续两次接近允差阈值时触发预警。

1.1.1.7 校准调试服务

①下肢外骨骼机器人每运行 500 小时进行关节角度校准，使用激光跟踪仪建立坐标系，对髋关节、膝关节、踝关节的 12 个运动参数进行逐一标定，确保矢状面活动范围偏差控制在 $\pm 3^\circ$ 内，同步校准控制面板 7 寸触摸屏的触摸精度，点击误差 $\leq 1\text{mm}$ 。

②助行机器人的蓝牙连接模块每月校准一次，通过信号发生器模拟 -85dBm 至 -40dBm 的接收信号强度，调整天线匹配参数使通信距离稳定维持在 10m，数据传输丢包率 $\leq 0.1\%$ ；阻力模式下通过动态扭矩传感器校准 5 档阻力输出，确保 $7.5\text{N}\cdot\text{m}$ 档的实际输出误差 $\leq 0.2\text{N}\cdot\text{m}$ 。

③电子助视器的镜头对焦系统每季度调试，使用 ISO12233 分辨率测试卡，在 5cm ~无穷远范围内选取 8 个距离点，调整自动对焦算法参数，使各距离段图像清晰度均达到 720P60 标准，无拖影现象；色彩模式通过标准色卡校准 26 种预设模式的色域覆盖率，确保 sRGB 色域占比 $\geq 98\%$ 。

1.1.1.8 维修记录存档

建立设备全生命周期电子档案，每次维修保养均记录 12 项核心信息：维修日期精确到分钟，故障现象描述包含设备运行参数异常值（如下肢外骨骼机器人急停响应延迟 2 秒），故障定位过程附电路图标注，更换部件型号及序列号与原厂出库单绑定，维修前后性能测试数据形成对比曲线。眼控一体机的维修记录需特别注明屏幕亮度校准值、摄像头白平衡参数；养老服务机器人则需记录巡逻路径调整前后的避障成功率变化。所有记录通过区块链技术存证，支持按设备编号、故障类型、维修人员等多维度检索，存档期限自设备停用后延长 5 年，确保追溯性符合医疗器械管理规范要求。

1.1.2 技术支持服务

1.1.2.1 电话技术咨询

提供 7×24 小时不间断电话技术支持，配置 3 级客服团队。一级客服负责解答基础操作问题，如电子助视器的色彩模式切换方法、智能导盲帽的语音指令列

表等，响应时间 ≤ 15 秒；二级工程师处理进阶问题，包括助行机器人蓝牙连接故障排查、眼控一体机输入法设置等，平均解决时长 ≤ 10 分钟；三级专家团队针对复杂技术难题，如下肢外骨骼机器人传感器校准参数调整、养老服务机器人算法逻辑异常等，提供一对一专线支持。通话过程自动录音存档，形成问题解决知识库，常见问题响应准确率 $\geq 95\%$ ，复杂问题4小时内提供书面解决方案。

1.1.2.2 远程协助解决

服务类型	适用场景	技术手段	操作流程	验证标准
软件配置	眼控一体机输入法切换	远程桌面控制	1. 获取临时授权码 2. 调整注册表参数 3. 重启验证	中英文输入切换响应 ≤ 1 秒
参数调整	助行机器人助力等级校准	专用调试软件	1. 读取当前力矩曲线 2. 修正PID参数 3. 负载测试验证	5档助力输出误差 $\leq 0.3\text{N}\cdot\text{m}$
日志分析	养老服务机器人预警误报	云端日志提取	1. 下载72小时运行日志 2. 定位误报触发条件 3. 优化识别阈值	误报率降低至 ≤ 1 次/周
系统恢复	下肢外骨骼机器人程序崩溃	镜像还原工具	1. 进入安全模式 2. 执行系统还原 3. 功能模块逐项测试	开机自检通过率100%
数据导出	电子助视器训练记录提取	FTP文件传输	1. 建立加密连接 2. 导出CSV格式数据 3. 完整性校验	数据完整率100%，无字段缺失

1.1.2.3 现场技术指导

针对复杂操作场景提供驻场技术指导，技术人员携带便携式检测设备到达现场后，首先进行设备运行状态评估，如下肢外骨骼机器人的关节活动度检测、助行机器人的步态数据采集等，形成个性化指导方案。对于养老服务机器人的巡逻路线规划，采用实地测绘结合模拟仿真的方式，优化路径节点设置，使全覆盖巡逻时间缩短15%；指导眼控一体机使用者进行眼球追踪校准训练，通过渐进式目标点练习，将注视准确率从初期的70%提升至90%以上。现场指导过程中同步编制《设备操作难点手册》，包含12类常见问题的图文解决步骤，指导结束后组织操作考核，确保使用者掌握设备核心功能的操作要领，考核通过率需达到100%。

1.1.2.4 操作培训服务

构建三级培训体系，基础培训面向设备操作人员，通过理论授课（4 课时）与实操演练（8 课时）结合的方式，掌握下肢外骨骼机器人的 5 种训练模式切换、助行机器人的 4 种功能模式选择等基础操作，培训后进行 10 项实操考核，合格率需达 100%。进阶培训针对技术维护人员，重点讲解眼控仪的 USB3.0 接口协议、电子助视器的图像传感器工作原理等专业知识，安排 4 次故障模拟维修实操，确保能独立完成常见部件更换。高级培训面向管理人员，内容包括设备生命周期管理、维修成本控制、性能优化策略等，通过案例分析与数据报表解读，提升设备管理效率，培训后提供包含考核成绩、技能评估的培训结业证书。



操作培训服务

1.1.2.5 技术升级建议

①基于设备运行数据统计分析，当下肢外骨骼机器人累计运行超 5000 小时，建议升级髋关节电机驱动模块，将最大输出扭矩从 $12\text{N} \cdot \text{m}$ 提升至 $15\text{N} \cdot \text{m}$ ，同时更新控制系统固件，使行走速度调节间隔从 6 步优化为 3 步，提升训练适应性。

②针对助行机器人使用满 2 年后的性能衰减，建议实施传感器阵列升级，新增 2 个足底压力传感器，结合 AI 算法优化步态评估模型，使步态数据采集维度从 8 项扩展至 12 项，评估报告准确率提升 20%。

③眼控一体机在 Windows11 系统支持周期内，每年提供 2 次硬件扩展建议，包括内存升级至 16GB 以提升多任务处理能力、加装 4G 模块实现移动网络接入，同时推荐适配的第三方沟通辅助软件，扩展文字转语音的方言种类至 15 种以上。

1.1.2.6 软件使用指导

编制全系列软件操作指南，针对下肢外骨骼机器人的控制面板软件，详细说明 7 寸触摸屏的 5 种训练模式参数设置方法，包括被动训练模式下速度调节范围（12-42 步/分钟）的梯度选择策略，主动训练模式中助力等级与患者肌力的匹配原则。助行机器人手机 APP 指导包含蓝牙配对的 8 步操作流程、5 档助力等级的临床应用场景建议，以及训练数据导出的 CSV 格式字段说明。眼控一体机的软件指导重点讲解眼球追踪校准的 9 个关键点、虚拟键盘的 3 种输入模式切换技巧，以及自定义语音求助短语的编辑方法，同步提供 10 分钟快速入门视频教程，确保用户能在 30 分钟内掌握核心功能操作。

1.1.2.7 故障诊断分析

建立多维度故障诊断体系，硬件层面采用红外热成像仪检测下肢外骨骼机器人电机温度分布，当某相绕组温度超过 85℃ 时判定为潜在故障点；使用示波器测量助行机器人电池充放电曲线，通过电压波动特征识别电芯老化程度。软件层面开发专用诊断工具，实时抓取养老服务机器人的 CPU 占用率、内存泄漏数据，当连续 3 次巡逻周期内存占用增长率超 5% 时触发预警；对眼控仪的眼动数据进行频谱分析，识别因摄像头脏污导致的特征频率异常。系统层面构建故障树模型，将智能导盲帽的语音识别失败问题分解为麦克风灵敏度下降、噪声过滤算法失效等 12 个子因素，通过贝叶斯网络计算各因素的故障概率，定位准确率 $\geq 92\%$ 。

1.1.2.8 技术资料提供

交付完整的技术资料包，包含设备设计白皮书（含下肢外骨骼机器人的 6 关节动力学模型、助行机器人的力矩控制算法原理）、安装调试手册（附带电子助视器的光学系统校准光路图、眼控仪的 USB3.0 接口引脚定义图）、维修手册（详细标注养老服务机器人的 28 个易损部件更换步骤、智能导盲帽的传感器校准参数表）。所有资料采用 PDF 格式加密存储，支持关键词检索，其中维修手册特别包含故障代码速查手册（覆盖 128 种常见故障代码的含义及解决方案）、电路图集（按系统分为电源、控制、传感器等 6 个子系统），技术参数表精确到小数点后两位（如电子助视器的分辨率 800x480、眼控仪的追踪帧率 60Hz），确保数据准确性与可读性。

1.1.3 配件供应服务

1.1.3.1 充足配件储备

设备类型	配件名称	储备数量	存储条件	质保期限	更换周期
下肢外骨骼机器人	髋关节电机	2 台	温度 15-25℃，湿度≤60%	12 个月	≤2 小时
下肢外骨骼机器人	腰部绑带	5 条	避光干燥存放	6 个月	≤30 分钟
助行机器人	蓝牙模块	3 个	防静电包装	12 个月	≤1 小时
助行机器人	锂电池组	4 组	温度 20-25℃，每月充放电 1 次	18 个月	≤45 分钟
眼控一体机	触摸屏	2 块	防压缓冲包装	12 个月	≤2 小时
眼控仪	红外摄像头	3 个	氮气密封保存	12 个月	≤1.5 小时
智能导盲帽	语音模块	2 个	常温干燥	9 个月	≤1 小时
电子助视器	镜头模组	2 套	防潮箱存储（湿度 40-50%）	12 个月	≤2 小时

1.1.3.2 配件质量保证

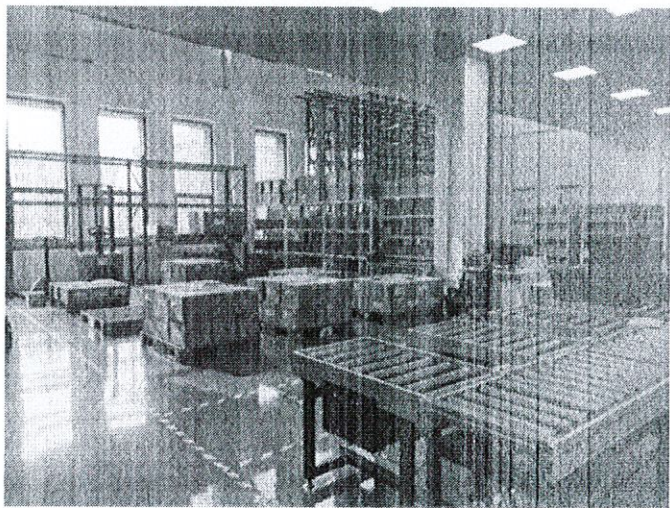
①所有配件均通过原厂认证，下肢外骨骼机器人的髋关节电机需提供出厂检测报告，包含空载电流（≤0.5A）、堵转扭矩（≥15N·m）、绝缘电阻（≥100MΩ）等 12 项参数；腰部绑带执行 1000N 载荷测试，卸载后连接强度衰减率≤5%，无裂纹或变形。

②助行机器人锂电池组采用医疗级电芯，通过 UN38.3 安全认证，循环充放电次数≥500 次，容量保持率≥80%，充放电过程中温度升高≤10℃，短路保护响应时间≤10ms，确保使用安全性。

③眼控仪红外摄像头模组经过-40℃至+70℃高低温循环测试(10 个循环), 镜头透光率≥92%, 在 55-85cm 工作距离内, 图像传感器的动态范围≥60dB, 确保不同光照环境下的眼动追踪稳定性。

1. 1. 3. 3 快速配件配送

建立区域配件配送中心, 配置专用冷链运输箱(维持 20-25℃恒温)用于锂电池等敏感部件配送, 采用 GPS 定位系统实时监控运输状态, 确保配件送达时间误差≤30 分钟。针对紧急订单启动航空加急通道, 下肢外骨骼机器人的关键部件(如电机、控制系统)可实现 12 小时跨省送达, 市内订单 2 小时内响应、4 小时送达现场。配送包装采用防震动缓冲设计, 内置配件清单与安装指南二维码, 收货时通过扫描二维码即可验证配件真伪及保修期, 签收后系统自动触发安装预约流程, 确保配件到货后 24 小时内完成更换。



配件储备配送

1. 1. 3. 4 配件更换安装

配件名称	安装工具	操作步骤	关键参数	测试标准	安全注意事项
------	------	------	------	------	--------

下肢 外骨 骼机 器人 电机	扭矩扳手 (精度 ±1%)	1. 断电拆卸关节护罩 2. 断开编码器连接线 3. 拧下固定螺栓 (扭矩 12N·m) 4. 安装新电机并复紧	编码器零位 偏差≤0.5°	空载运行噪 音≤65dB	佩戴绝缘手 套, 电容放 电≥5 分钟
助行 机器 人锂 电池	绝缘螺丝 刀	1. 关闭电源开关 2. 拆卸电池仓盖板 3. 断开正负极插头 4. 装入新电池并扣紧	初始电压 3.7V±0.1V	充电至满电 时间≤3.2h	禁止金属工 具同时接触 正负极
眼控 一体 机触 摸屏	吸盘工 具、静电 手环	1. 拆卸屏幕边框螺丝 2. 分离屏幕排线 3. 清洁安装面 4. 连接新屏幕排线并固定	触摸响应灵 敏度≤50ms	点击准确率 100% (10 点测 试)	接地电阻 ≤4Ω, 防止 静电损坏
电子 助视 器镜 头模 组	光学校准 仪	1. 拆卸镜头固定环 2. 拔出图像传感器排线 3. 安装新镜头并旋紧 4. 连接校准仪进行对焦调试	自动对焦时 间≤0.3s	图像分辨率 ≥800x480	避免手指接 触镜头镀膜 面

1. 1. 3. 5 配件库存管理

①实施智能库存预警机制,通过物联网传感器实时监测库存水平,当下肢外骨骼机器人电机库存低于 2 台、助行机器人锂电池组低于 3 组时,系统自动触发采购订单,采购周期严格控制在 7 个工作日内,确保安全库存充足率 100%。

②建立配件生命周期管理台账,按生产日期先进先出 (FIFO) 原则发放,对距保质期不足 3 个月的配件进行重点标记,如智能导盲帽语音模块提前 2 个月启动替换计划,避免过期配件投入使用,库存周转率维持在每月≥1 次。

③采用条形码追溯系统,每个配件赋予唯一识别码,记录入库检验、存储位置、出库记录、安装设备编号等全流程信息,支持扫码查询配件履历,库存数据每日自动对账,确保账实相符率≥99.9%。

1.1.3.6 特殊配件定制

针对用户个性化需求提供定制化配件服务，如下肢外骨骼机器人的腰部绑带可根据用户体型数据定制尺寸（调节范围 270-410mm±10mm），采用透气蜂窝结构设计，接触压力分布均匀性提升 30%；助行机器人的手柄可定制防滑纹理与握持角度（±15° 调节），适配不同手掌尺寸的使用者。眼控仪的固定支架支持定制化安装接口，满足特殊场景下的多机位部署需求；智能导盲帽的头带可根据头围尺寸（52-62cm）定制弹性系数，确保佩戴稳定性的同时降低压迫感。定制配件需经过 3 轮功能验证与 20 次穿戴测试，15 个工作日内完成设计、生产与交付，同步提供定制参数的详细技术文档。

1.1.3.7 配件价格合理

①建立成本透明化定价机制，配件价格由原厂基准价、物流损耗率（≤3%）、服务加成（≤5%）构成，定期（每季度）发布价格调整通知，调价幅度不超过原厂同期价格变动范围，确保价格稳定性。

②针对长期合作客户提供批量采购折扣，单次采购 5 万元以上配件享受 9.5 折优惠，年度采购额超 20 万元升级为 VIP 客户，额外获得免费配件检测服务（价值 5000 元/年），降低整体维护成本。

③提供配件租赁服务，对于下肢外骨骼机器人的备用电机、助行机器人的控制系统等高价配件，可按日租赁（租金为配件总价的 0.1%/天），解决临时应急需求，租赁期满可选择购买或归还，灵活控制资金占用。

1.1.3.8 配件使用指导

为每种配件提供详细的使用指导文档，下肢外骨骼机器人电机的安装手册包含编码器相位对准的 5 个关键步骤，标注每颗固定螺栓的拧紧顺序与扭矩值（ $12\text{N} \cdot \text{m} \pm 0.5\text{N} \cdot \text{m}$ ），运行前需进行 3 次正反转点动测试，确认无卡顿现象。助行机器人锂电池的使用指南明确充电环境要求（温度 0-40℃，湿度≤85%），首次使用需激活充电至 100%并持续浮充 2 小时，日常使用避免电量低于 20%后充电，以延长循环寿命。眼控仪摄像头模组的指导文档包含镜头清洁方法（使用专用镜头纸顺时针擦拭）、安装高度校准参数（距地面 1.2-1.5m），以及常见成像问题（如偏色、模糊）的排查流程图，确保用户正确使用并维护配件。

1.1.4 应急响应服务

1.1.4.1 紧急故障响应

①设立7×24小时应急指挥中心，配备5名资深工程师轮班值守，接到紧急故障通知后（如下肢外骨骼机器人急停失效、养老服务机器人跌倒预警失灵），15分钟内完成故障等级判定，一级故障（危及安全）立即启动备勤工程师奔赴现场，市区1小时、郊区2小时内到达。

②携带应急维修工具箱，包含下肢外骨骼机器人的备用急停开关（响应时间 ≤ 0.1 秒）、助行机器人的应急电源模块（支持连续工作2小时）、眼控一体机的备用显示屏等关键部件，到达现场后实施“先更换后维修”策略，确保设备4小时内恢复基本功能。

③建立多部门协同机制，技术部门负责故障排除，物流部门同步调配备用设备（如下肢外骨骼机器人备用机2小时内送达），客服部门每30分钟向用户通报进展，故障解决后24小时内提交包含根本原因分析、纠正措施的应急报告。

1.1.4.2 节假日服务保障

①法定节假日提前7天制定值班计划，安排技术人员、配件仓库、物流配送3类岗位双岗值守，值班人员配备专用通讯设备（保持24小时畅通），配件仓库实行预约领料制，确保紧急配件15分钟内完成出库。

②春节、国庆等长假前开展设备全面巡检，重点检查下肢外骨骼机器人的关节制动系统、养老服务机器人的电池续航能力（满电工作时间 ≥ 6 小时），为智能导盲帽等便携设备提供备用电源，降低节假日故障风险。

③建立节假日应急预案，如遇突发停电，备用发电机确保服务热线与数据中心供电；遭遇极端天气（暴雨、暴雪）时，启动无人机应急配送通道（针对小型配件），保障50公里范围内2小时送达，偏远地区协调就近服务点支援。

1.1.4.3 备用设备提供

①配置2台下肢外骨骼机器人备用机，预装最新版训练模式软件（包含被动、主动、后退等5种模式），关节活动范围、行走速度等参数校准至标准值，满电状态存放于恒温库房，接到调用指令后2小时内送达现场，安装调试时间 ≤ 30 分钟。

②储备 1 台助行机器人备用机，已完成蓝牙配对测试（与常用手机型号兼容性 $\geq 95\%$ ），5 档助力等级输出误差 $\leq 0.3\text{N}\cdot\text{m}$ ，电池满电续航 ≥ 3 小时，随设备配备完整的绑带组件与充电适配器，确保即到即用。

③眼控一体机备用设备预装 Windows11 操作系统及全套辅助软件，眼球追踪准确度校准至 $\leq 0.5^\circ$ ，屏幕亮度、对比度等参数调至标准值，配备 1.5 米延长数据线与便携支架，满足临时替代使用需求，备用机响应时间 ≤ 4 小时。

1.1.4.4 应急预案制定

编制 12 类专项应急预案，针对下肢外骨骼机器人的电机过载故障，明确断电隔离、负载卸载、备用电机更换的标准化流程，关键步骤配备操作示意图；养老服务机器人网络中断应急预案包含本地模式切换方法（保留跌倒预警、紧急呼叫核心功能）、4G 备用网络自动切换逻辑。智能导盲帽定位失效预案规定通过语音提示引导用户前往已知安全点，同步启动远程人工导航；电子助视器图像黑屏预案列出 3 级排查步骤（电源检查 $\rightarrow$ 排线连接 $\rightarrow$ 主板替换），每个步骤设定明确的判断标准与处理时限，预案每半年组织评审修订，确保与设备迭代同步更新。

1.1.4.5 应急演练实施

①每季度开展 1 次桌面推演，模拟下肢外骨骼机器人关节卡滞、助行机器人软件崩溃等 8 类常见紧急场景，检验应急指挥流程的响应效率，记录各环节耗时（目标：故障判定 ≤ 10 分钟，资源调配 ≤ 20 分钟，现场到达 ≤ 60 分钟），形成改进清单。

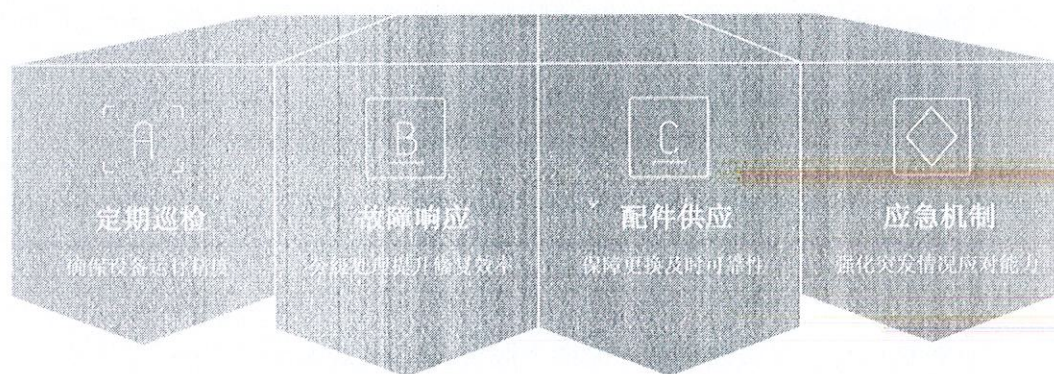
②每半年组织 1 次实战演练，使用备用设备模拟真实故障环境，考核技术人员的配件更换速度（下肢外骨骼机器人电机更换 ≤ 45 分钟）、备用机部署效率（养老服务机器人开机自检至投入使用 ≤ 20 分钟），演练后开展复盘分析，优化工具摆放位置、操作步骤顺序等细节。

③每年联合用户单位进行联合演练，模拟节假日期间多设备同时故障场景，测试跨部门协同能力（如用户方配合人员引导、我方技术团队分组处置），验证应急通讯渠道的稳定性，演练结果纳入年度服务质量评估体系。

1.1.4.6 与用户的沟通协调

建立多渠道沟通机制，应急响应启动后，通过专属服务微信群实时推送故障处理进展（包含技术人员位置、预计到达时间、配件调配状态），每 30 分钟更新 1 次文字简报，重要节点（如故障定位、配件更换完成）同步发送现场照片。针对养老服务机器人等涉及安全的设备故障，主动与用户安全负责人召开视频会议，共同评估风险等级，制定临时替代方案（如增加人工巡查频次）。故障解决后 24 小时内提交纸质版《应急处理报告》，包含故障原因分析、采取措施、预防建议等内容，并安排技术经理进行电话回访，确认用户满意度 ≥ 95 分（百分制）。

设备运维体系



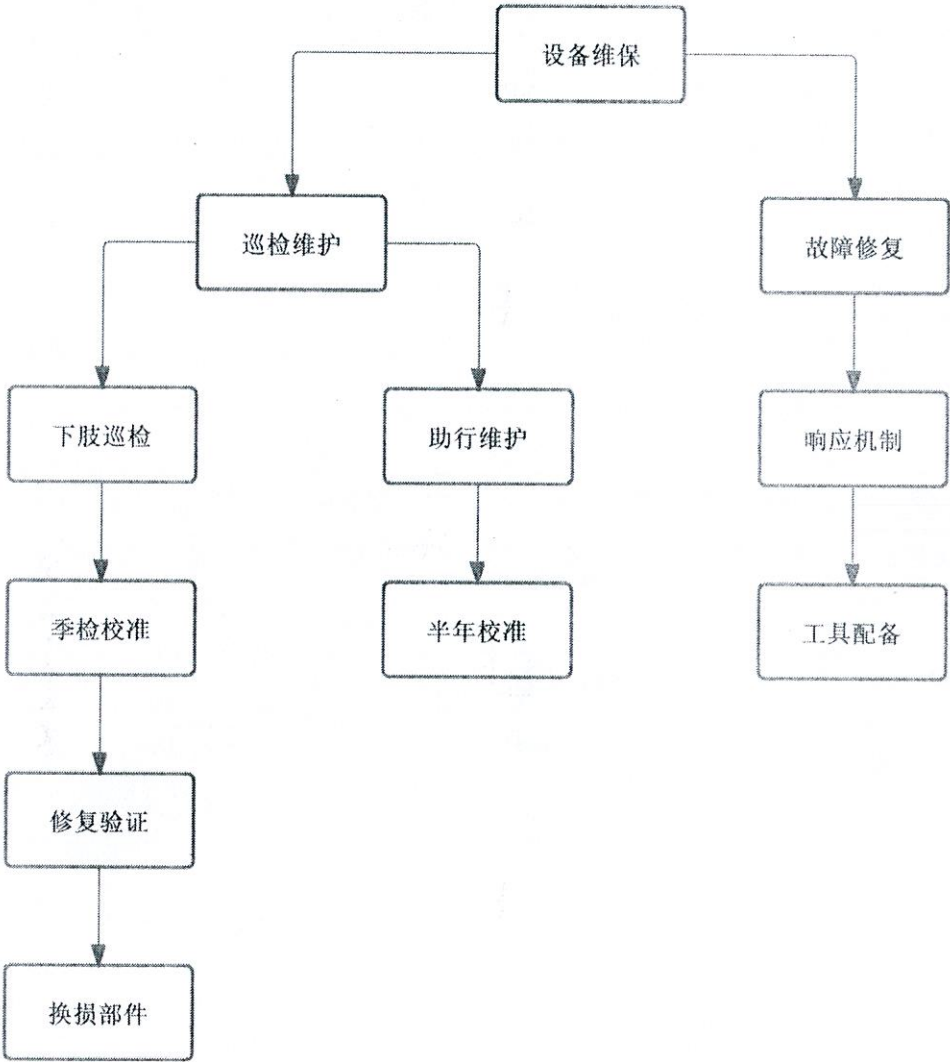
1.1.4.7 应急资源调配

构建全国应急资源网络，在华北、华东、华南设立 3 个区域备件库，储备下肢外骨骼机器人、助行机器人等设备的关键部件，通过智能调度系统实时监控各库库存，当某区域出现配件短缺时，自动计算最优调配路径（优先选择高铁/航空运输），确保配件 4 小时内跨区域调拨到位。技术人员资源实行网格化管理，每个服务半径 50 公里内配置 2 名认证工程师，紧急情况下可通过调度平台跨区域支援，支援响应时间 ≤ 2 小时。与 3 家第三方物流公司签订应急运输协议，保障节假日及特殊天气条件下的配件配送，物流延误率控制在 $\leq 0.5\%$ /年。

1.1.4.8 应急处理总结评估

每次应急事件处理完毕后，组织技术、客服、物流等部门开展三级评估，技术部门提交《故障分析报告》，从硬件失效模式（如电机轴承磨损）、软件漏洞（如算法逻辑缺陷）等维度定位根本原因；客服部门汇总用户反馈，评估沟通及

时性与信息透明度；物流部门分析配件配送效率，识别运输瓶颈。形成《应急处理评估报告》，包含 12 项量化指标（如响应时间达标率、一次性修复率、用户满意度），针对得分低于 90 分的指标制定改进措施（如优化调度算法、增加备用配件储备），改进效果跟踪验证周期为 3 个月，确保同类问题重复发生率 $\leq 5\%$ 。



1.2总体项目实施方案

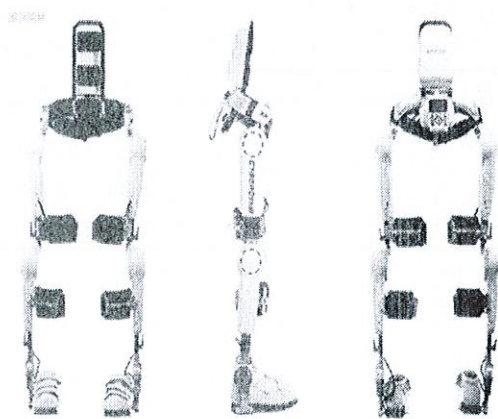
1.2.1 下肢外骨骼机器人部署计划

1.2.1.1 设备进场运输安排

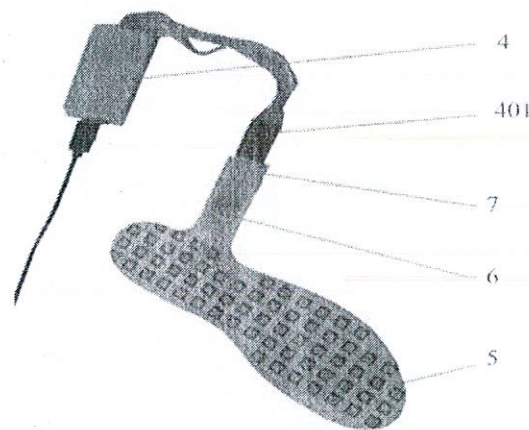
运输方式选择

车辆选择标准

运输车辆需具备良好的减震性能，以减少在运输过程中因颠簸对下肢外骨骼机器人主机及充电器造成的损坏，特别是对设备 6 个可活动关节（2 个腕关节、2 个膝关节、2 个踝关节）及传感器等精密部件的影响。车辆内部空间应宽敞，能够为设备提供足够的独立放置空间，避免与其他物品相互挤压，同时需配备固定装置，防止设备在运输途中发生位移。



下肢外骨骼机器人主机



震动传感器

运输路线规划

提前规划合理的运输路线，优先选择路况平整、交通流量相对较小的道路，以缩短运输时间并降低设备因持续震动受损的风险。同时，对运输路线进行实地勘察，避开施工路段、颠簸路面及限高限宽区域，并制定详细的备用路线方案，确保在突发交通状况下仍能保障设备按时送达。

运输时间安排

1) 根据项目整体进度计划，确定设备进场运输的具体日期，并提前与接收方确认卸货时间及场地准备情况，确保运输衔接顺畅。

2) 选择在工作日的非交通高峰期（如早晨 6:00-8:00 或傍晚 18:00-20:00）进行运输，减少道路拥堵对运输时间的影响，保障设备按时抵达。

3) 预留至少 2 小时的缓冲时间，以应对运输途中可能出现的车辆故障、道路临时管制等突发情况，确保不影响项目后续安装调试进度。

设备包装保护

主机包装方式

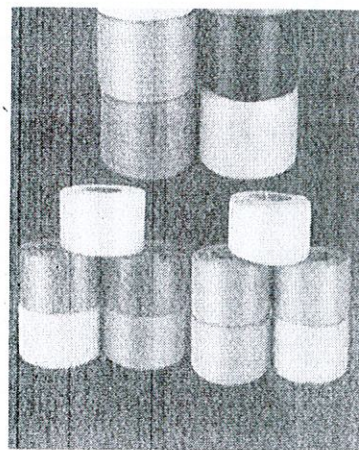
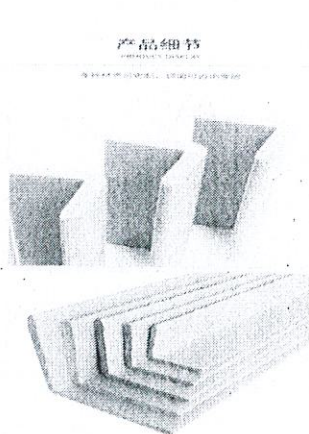
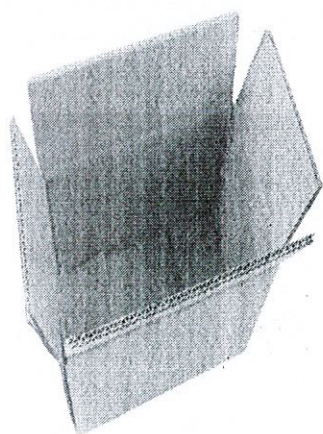
将下肢外骨骼机器人主机放置在定制的专用防静电包装盒内，包装盒内部采用高密度 EVA 泡沫根据主机外形进行精确切割，对 6 个可活动关节（髋关节、膝关节、踝关节）及控制面板等关键部位进行单独分隔和填充，确保主机在运输过程中无晃动。包装盒外部标注设备名称、型号、数量、向上标识、易碎标识及“请勿重压”等警示信息，并粘贴设备出厂编号及运输单号。

充电器包装要求

充电器使用防静电塑料袋进行双层包裹，以防止静电对内部电路造成损坏，然后放入内衬珍珠棉的专用小包装盒内，盒内填充海绵缓冲材料，确保充电器在运输过程中不会因晃动发生碰撞。小包装盒外部标注“充电器”字样及对应的主机设备编号，以便与主机进行匹配。

整体包装加固

将包装好的主机和充电器共同放入一个外层为五层瓦楞纸箱的外包装箱内，在外包装箱的四周及角落使用 L 型硬纸板进行加固，增强包装的抗压能力。使用高强度打包带对包装箱进行十字交叉捆扎，确保包装牢固。包装箱封口处使用防水胶带密封，并在外表面覆盖防雨塑料膜，防止运输途中遇水受潮。



五层瓦楞纸箱

L 型硬纸板

高强度打包带

运输过程监控

GPS 定位跟踪

在运输车辆上安装 GPS 定位系统，实时获取车辆的行驶轨迹、当前位置、行驶速度及预计到达时间等信息，并将数据实时传输至项目监控中心。监控中心安排专人 24 小时监控运输状态，当车辆偏离预定路线或行驶速度异常时，立即与运输人员联系确认情况，确保设备运输过程可全程追溯。

震动传感器监测

在设备包装内部安装高精度震动传感器，实时监测运输过程中的震动频率、振幅及冲击加速度等参数。当监测到震动超过设备允许的安全阈值（振幅不超过 0.5mm，冲击加速度不超过 5g）时，传感器立即通过无线信号向监控中心发出警报，提醒运输人员降低行驶速度或检查包装是否松动，防止设备因过度震动受损。

运输状态反馈

1) 运输人员每 2 小时向项目团队通过专用通讯软件发送一次运输状态报告，内容包括当前位置、行驶路况、设备包装完好情况及预计剩余运输时间。

2) 当运输途中遇到特殊情况（如车辆故障、道路堵塞、恶劣天气等）时，运输人员需立即向项目团队报告具体情况及预计影响时间，以便项目团队及时调整后续工作计划。

3) 设备到达目的地后，运输人员第一时间拍摄包装外观照片发送至项目团队，确认无明显破损后再进行卸货交接。

1.2.1.2 安装空间与场地准备

空间尺寸要求

长度与宽度要求

安装空间的长度和宽度应根据下肢外骨骼机器人的最大伸展尺寸确定，考虑到设备在被动训练模式、主动训练模式等不同功能模式下的运动范围，安装空间长度应不小于设备最大伸展长度（髋关节至踝关节完全伸展状态）的 1.5 倍，宽度应不小于设备最大伸展宽度（双髋关节完全外展状态）的 1.2 倍，确保机器人在各个方向运动时均有足够空间，避免与周围物体发生碰撞。

高度要求

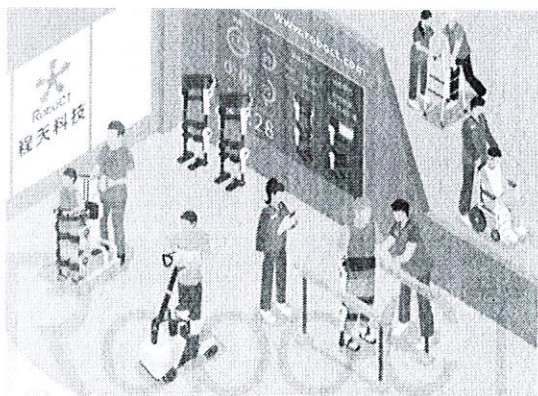
1) 安装空间的净高度应不小于下肢外骨骼机器人的最大站立高度（包含使用者佩戴后的整体高度）加上 0.5 米的安全余量，确保设备在运动过程中的起伏和摆动不会受到空间限制。

2) 同时，需检查安装空间顶部是否有横梁、灯具、通风管道等障碍物，若存在此类物体，其底部距离地面高度应高于设备最大运动高度 0.3 米以上，防止设备运动时发生剐蹭。

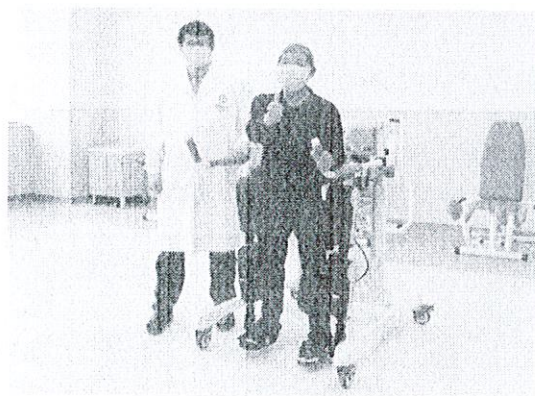
3) 对于安装空间内的立柱、墙角等突出结构，需在距离地面 1.5 米范围内进行软包处理，进一步提升使用安全性。

空间布局规划

合理规划安装空间的功能区域，将机器人操作区、充电区、存放区及辅助工作区进行明确划分。操作区设置在空间中心位置，面积不小于设备最大运动范围的 1.5 倍，地面采用防滑耐磨材料铺设；充电区靠近电源插座，设置专用充电支架，确保设备充电时方便且安全；存放区位于操作区一侧，设置防潮储物柜，用于存放备用配件及清洁工具；辅助工作区配备工作台及座椅，用于设备日常检查和数据记录。



操作区



辅助工作区

场地环境条件

温度要求

1) 安装场地的环境温度应控制在 10°C 至 35°C 之间，此范围符合下肢外骨骼机器人的正常工作温度要求，可确保设备的电机、传感器及控制系统等部件性能稳定。

2) 场地内配置温度监测仪，实时显示环境温度，当温度超过 35℃时，启动通风降温设备；当温度低于 10℃时，开启加热装置，避免温度异常对设备造成影响。

3) 同时，避免将设备安装在阳光直射、空调出风口或暖气旁等温度变化剧烈的位置，防止局部温度过高或过低导致设备故障。

湿度要求

环境湿度范围	控制措施	监测频率	处理标准
30%-60%	自然通风	每 4 小时一次	湿度保持在该区间内，无需额外处理
60%-80%	开启除湿机	每 2 小时一次	湿度降至 60%以下时关闭除湿机
低于 30%	使用加湿器	每 2 小时一次	湿度升至 30%以上时关闭加湿器
高于 80%	停止设备运行并加强除湿	持续监测	湿度降至 70%以下方可重新启动设备

清洁卫生要求

清洁项目	清洁频率	清洁工具	清洁标准
地面清洁	每日一次	无尘拖把、中性清洁剂	地面无可见灰尘、污渍，无积水
设备表面清洁	每使用后一次	防静电抹布、75%酒精	设备外壳、控制面板无指纹、油污，传感器表面无遮挡物
空气净化	持续运行	空气净化器（HEPA 滤网）	空气中颗粒物浓度 $\leq 0.5\text{mg}/\text{m}^3$
角落清洁	每周一次	吸尘器、毛刷	墙角、设备底部无灰尘堆积，无蛛网

电力供应保障

电源插座选择

选择符合国家标准三相五线制电源插座，额定电压为 $220V \pm 10\%$ ，额定电流不小于 10A，以满足下肢外骨骼机器人及充电器的功率需求。插座需具备防漏电保护功能（漏电动作电流 $\leq 30mA$ ），并安装在距离地面 1.2 米高度处，方便设备充电操作。插座外壳采用阻燃材料，具有良好的绝缘性能，确保用电安全。

电线规格要求

1) 根据设备功率（主机功率约 300W，充电器功率约 50W）及电源插座与设备安装位置的距离（不超过 5 米），选择截面积为 $2.5mm^2$ 的铜芯电线，确保在传输过程中电压降不超过 5%，满足设备正常工作的电力需求。

2) 电线需穿管敷设，采用 PVC 阻燃管沿墙面或地面暗装，避免明线暴露，防止电线被踩踏或损坏，同时提升场地整洁度。

3) 电线连接接头处使用绝缘胶带及热缩管双重绝缘处理，确保连接牢固、绝缘可靠，杜绝漏电隐患。

备用电源设置

1) 在安装场地配置不间断电源（UPS），其额定功率不小于 500VA，备用时间不小于 30 分钟，以应对突发停电情况，保障设备在停电时能够安全关机，避免因突然断电导致控制系统数据丢失或硬件损坏。

2) UPS 电源需与设备主电源线路连接，设置自动切换功能，当主电源中断时，UPS 能在 0.1 秒内切换供电，确保设备运行不受影响。

3) 定期对 UPS 电源进行充放电测试（每月一次），检查电池容量及切换功能是否正常，确保备用电源在关键时刻可靠运行。

1.2.1.3 系统调试与试运行流程

硬件调试步骤

部件连接检查

1) 检查主机与充电器的连接线路是否牢固，插头插座无松动、氧化现象，线缆无破损、扭曲；控制面板（7 寸触摸显示屏）与主机的通讯线缆连接是否正常，接口处无信号干扰。

2) 手持遥控器与主机的无线连接是否稳定, 在有效控制距离内 (不小于 10 米) 信号强度不低于 90%, 无延迟或断连现象; 各个关节电机的供电线路连接正确, 相序无误。

3) 传感器连接线束 (关节位姿传感器、运动轨迹传感器等) 插头插入到位, 紧固螺丝已旋紧, 线缆走向合理, 无拉扯或挤压情况, 确保数据传输准确。

关节运动测试

对主机的 6 个可活动关节 (2 个髋关节、2 个膝关节、2 个踝关节) 进行运动测试, 通过手持遥控器控制各关节单独运动, 检查髋关节矢状面活动范围是否达到 $-30^{\circ} \sim +90^{\circ}$ (允差 $\pm 5^{\circ}$), 膝关节矢状面活动范围是否达到 $0^{\circ} \sim +110^{\circ}$ (允差 $\pm 5^{\circ}$), 踝关节矢状面活动范围是否达到 $0 \sim +30^{\circ}$ (允差 $\pm 5^{\circ}$)。同时, 测试关节运动的灵活性和稳定性, 运动过程中无卡顿、异响, 制动时位置准确, 无明显晃动。

传感器校准

1) 使用专用校准工具对关节运动单元的位姿传感器进行校准, 通过控制面板输入校准指令, 使传感器采集初始位置数据, 并与标准值进行对比, 误差超过 $\pm 0.5^{\circ}$ 时进行调整。

2) 对运动轨迹传感器进行校准, 让设备在预设轨迹上完成标准动作, 传感器记录运动数据, 与理论轨迹对比, 确保轨迹监测误差不超过 2%, 保证训练时运动轨迹监测的准确性。

3) 校准完成后, 进行三次重复测试, 验证传感器数据的一致性和稳定性, 校准结果需保存至设备控制系统, 作为后续运行的基准参数。

软件调试内容

功能模块测试

对软件的各项功能模块进行系统性测试, 包括被动训练模式、原地训练模式、主动训练模式、后退训练模式、燃脂训练模式等训练模式的切换是否顺畅, 无卡顿或程序崩溃现象; 训练速度调节功能是否正常, 在被动、主动及后退模式下可在 12-42 步/分钟范围内按 6 步间隔调节, 原地模式下可在 4-24 步/分钟范围内按 4 步间隔调节; 助力等级选择功能是否有效, 不同等级对应的助力输出符合设计要求。

数据传输测试

1) 测试软件与硬件之间的数据传输实时性, 在设备运行过程中, 软件应能实时接收关节运动角度、训练速度、助力大小等数据, 传输延迟不超过 100ms, 确保显示信息与设备实际状态一致。

2) 检查数据传输的准确性, 通过模拟不同训练参数 (如速度 24 步/分钟、助力等级 3 档), 软件显示数据与硬件输出数据的误差应小于 $\pm 1\%$, 保证数据可靠。

3) 测试多模块数据并发传输稳定性, 在同时监测运动轨迹、训练时间、电量等多项数据时, 软件运行流畅, 无数据丢失或错乱现象。

系统兼容性测试

测试软件与设备硬件及操作系统的兼容性, 在设备自带的控制系统上安装软件后, 检查软件启动速度 (不超过 30 秒)、界面显示 (无花屏、卡顿) 及功能响应 (操作指令执行延迟不超过 0.5 秒) 是否正常。同时, 测试软件与预留开发接口的兼容性, 通过接口发送控制指令, 设备能准确响应, 确保后续二次开发可顺利进行。

试运行操作规范

操作人员培训

对参与试运行的操作人员进行全面培训, 内容涵盖设备的基本构造 (包括 6 个活动关节、控制面板、传感器等核心部件)、工作原理 (电动驱动方式、运动控制逻辑)、操作界面 (7 寸触摸显示屏的功能布局、按键含义) 及安全注意事项 (急停开关的位置及使用方法、异常情况处理流程)。培训采用理论讲解与实际操作相结合的方式, 确保操作人员熟悉设备的各项功能及操作规范, 具备独立操作能力。

试运行参数设置

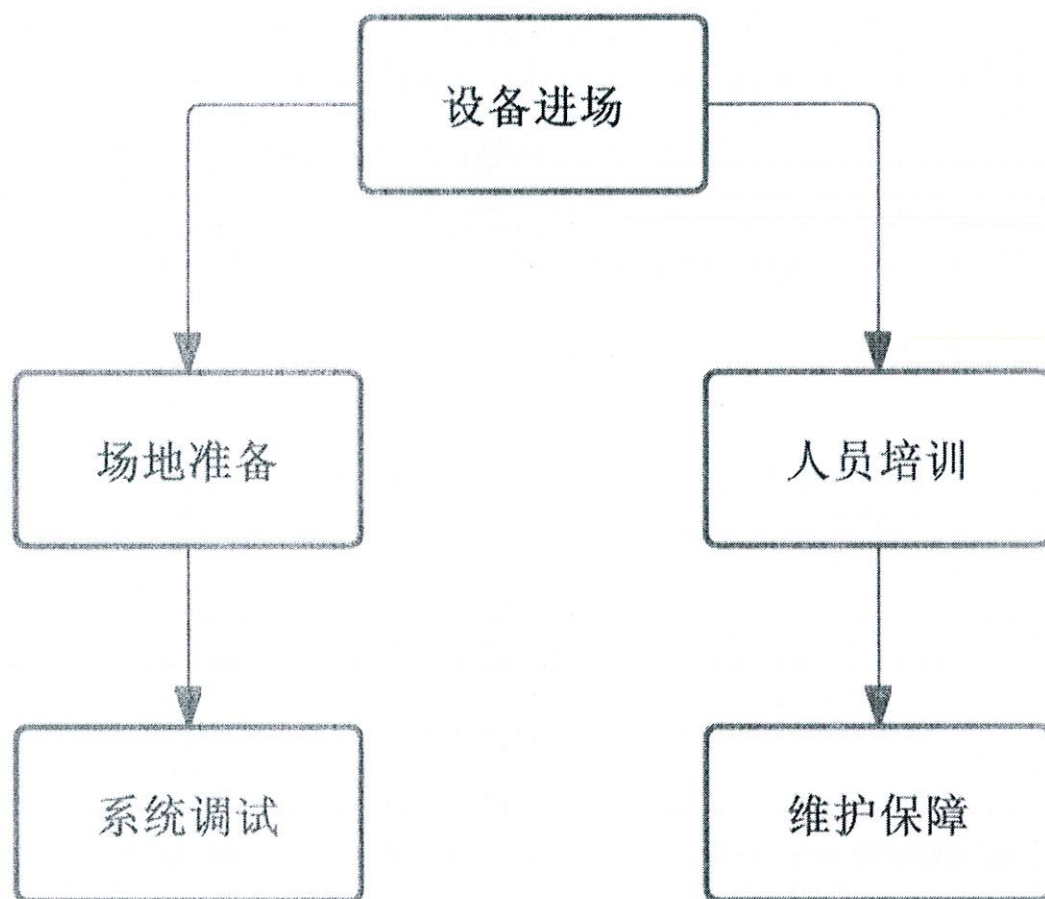
根据设备试运行要求, 设置合理的运行参数。训练模式初始选择被动训练模式, 训练速度设置为 24 步/分钟, 助力等级设置为 2 档, 训练时间设置为 30 分钟。在试运行过程中, 逐步调整参数 (如速度提升至 36 步/分钟, 助力等级调整至 4 档), 观察设备在不同参数下的运行状态, 记录各项性能指标, 为正式运行参数优化提供依据。

运行数据记录与分析

1) 在试运行过程中, 安排专人使用设备自带的记录功能及外部记录表格, 实时记录关节运动轨迹(髋关节、膝关节、踝关节的角度变化曲线)、训练速度(实际速度与设定速度的偏差值)、助力大小(各关节输出力矩)等数据。

2) 记录训练时间(累计运行时长、单次训练时长)、电量消耗(初始电量、运行结束后电量、单位时间耗电量)及错误提示信息(出现的故障代码、发生时间、现象描述)。

3) 对记录的数据进行汇总分析, 评估设备运行的稳定性(连续运行无故障时长)、准确性(参数控制误差)及能耗情况, 形成试运行报告, 为设备正式投入使用提供数据支持。



1.2.1.4 操作人员培训计划

培训内容设计

设备原理讲解

向操作人员讲解下肢外骨骼机器人的核心工作原理，包括电动驱动系统的组成（电机类型、驱动电路）、6个可活动关节的运动控制机制（髋关节、膝关节的独立电机驱动及踝关节的被动活动原理）、传感器系统的工作方式（位姿传感器如何采集关节角度信息、运动轨迹传感器的数据传输流程）。同时，介绍设备的安全保护机制（机械限位装置、急停开关的作用原理），使操作人员深入理解设备的工作机制，为正确操作和故障判断奠定基础。

操作方法培训

1) 详细培训设备的开机与关机流程，包括电源开关的操作顺序（先开总电源，再开控制系统电源）、开机自检的正常状态判断（指示灯显示绿色且无报错提示）及关机前的准备工作（将设备复位至初始位置）。

2) 教授控制面板（7寸触摸显示屏）的操作方法，包括训练模式选择（被动、主动、原地等模式的切换步骤）、参数设置（训练速度、助力等级的调节方法）、数据查看（训练时间、运动轨迹的显示位置）及系统设置（语言、亮度等个性化调整）。

3) 指导手持遥控器的使用技巧，包括控制范围确认、按键功能识别（启动/停止训练、紧急制动）及无线连接故障的处理方法，确保操作人员能熟练进行远程控制。

维护保养知识

向操作人员传授设备的日常维护保养知识，包括设备表面清洁方法（使用柔软湿布擦拭，避免水分进入接口）、关节部位的检查要点（有无异响、松动，运动是否顺畅）、充电器的使用规范（充电时间不超过5小时，充满电后及时断电）。同时，讲解电池的保养技巧（避免过度放电，长期不使用时每月补充充电一次）及常见小故障的排除方法（如控制面板无响应时检查连接线是否松动），帮助操作人员延长设备使用寿命。

培训方式选择

理论讲解培训

通过课堂教学的方式开展理论培训，使用PPT课件、设备结构示意图、工作原理动画等教学资料，系统讲解设备的基本构造、工作原理、操作规范及安全注意事项。培训过程中设置提问互动环节，解答操作人员的疑问，并结合设备实物

进行部件识别教学，使抽象的理论知识更加直观易懂，帮助操作人员快速掌握相关理论内容。

实际操作演示

1) 由专业技术人员进行设备实际操作演示，按照标准操作流程，逐一展示开机自检、模式选择、参数设置、训练启动、紧急停止等操作步骤，边演示边讲解操作要点及注意事项（如选择训练模式时需确认设备处于初始位置）。

2) 操作人员在技术人员指导下进行分组练习，每人独立完成至少 3 次完整操作流程，技术人员在旁观察并及时纠正错误操作（如参数调节顺序错误、急停开关使用不当等）。

3) 设置模拟故障场景（如传感器连接松动导致报错），演示故障判断及处理方法，让操作人员熟悉应急处理流程，提升实际操作能力。

模拟训练与案例分析

模拟训练场景	训练目的	操作步骤	案例分析要点
被动训练模式切换	掌握模式选择及参数设置	1. 开机自检完成后，点击控制面板“模式选择”；2. 选择“被动训练模式”；3. 设置速度 24 步/分钟，助力等级 2 档；4. 点击“启动”	案例：误选“主动训练模式”导致无法启动，分析原因是未正确识别模式图标，强调模式选择前需确认当前状态
紧急停止操作	熟悉急停开关使用方法	1. 在设备运行中，按下控制面板急停开关；2. 观察设备是否立即停止并保持当前姿态；3. 旋开急停开关，重启设备	案例：急停后未旋开直接重启导致报错，分析原因是未按复位流程操作，强调急停后的正确处理步骤
低电量报警处理	掌握充电操作及流程	1. 设备发出低电量提示时，停止训练并复位；2. 连接充电器至电源插座及设备充电接口；3. 观察充电指示灯状态（红灯充电，绿灯充满）	案例：未及时充电导致设备自动关机，分析原因是忽略电量提示，强调日常操作中需关注电量显示

培训效果评估

理论考试评估

通过闭卷理论考试检验操作人员对设备知识的掌握程度，考试内容涵盖设备原理（电动驱动方式、传感器工作原理）、操作规范（开机流程、模式选择步骤）、安全知识（急停开关作用、故障处理原则）及维护保养（清洁方法、电池保养）等方面。考试题型包括选择题、填空题及简答题，满分 100 分，合格分数线设置为 80 分，考试成绩作为培训效果评估的重要依据，未达标者需进行补训补考。

实际操作考核

考核项目	考核标准	评分细则	合格要求
开机与自检	操作流程正确，能判断自检状态	流程正确得 10 分，自检状态判断准确得 10 分，共 20 分	得分 ≥16 分
模式选择与参数设置	能正确选择指定模式并设置参数	模式选择正确得 10 分，参数设置准确得 15 分，共 25 分	得分 ≥20 分
紧急停止操作	操作迅速，处理流程规范	急停操作及时得 15 分，后续处理正确得 10 分，共 25 分	得分 ≥20 分
设备复位与关机	复位操作正确，关机流程规范	复位到位得 10 分，关机流程正确得 10 分，共 20 分	得分 ≥16 分

问卷调查反馈

通过问卷调查收集操作人员对培训的反馈意见，问卷内容包括培训内容的实用性（设备原理讲解是否清晰、操作方法培训是否到位）、培训方式的有效性（理论讲解是否易懂、实际操作演示是否直观）、培训讲师的专业水平（解答问题是否耐心、指导是否到位）及培训安排的合理性（时间安排是否合适、练习时间是否充足）等方面。根据反馈意见，对培训计划进行针对性调整和改进，提升后续培训质量。

1.2.1.5 运行维护保养机制

日常维护计划

清洁维护工作

每日对下肢外骨骼机器人进行清洁维护，使用柔软的防静电抹布蘸取 75%酒精擦拭设备表面（包括主机外壳、控制面板、手持遥控器），去除灰尘和指纹，特别注意清洁传感器表面及镜头，确保无遮挡物影响数据采集。充电接口每周使用专用毛刷清理一次，防止灰尘堆积导致接触不良。清洁过程中避免使用含有腐蚀性的清洁剂，防止损坏设备表面涂层及电子元件。

检查维护要点

每日开机前对设备进行全面检查，查看各关节连接是否牢固，有无松动或异响；控制面板显示是否正常，触摸功能是否灵敏；手持遥控器电池电量是否充足，无线连接是否稳定。检查电源开关、急停开关是否功能正常，按下急停开关后设备能否立即停止并保持当前姿态。同时，检查设备主要防护带（腰部绑带）是否完好，承载性能是否符合要求（能承载 1000N 载荷且无损坏），确保设备处于安全运行状态。

润滑维护要求

按照设备使用说明书要求，每月对髋关节、膝关节的活动关节部位进行润滑维护，使用专用食品级润滑油，用量控制在每个关节点 2-3 滴，涂抹后手动活动关节 3-5 次，确保润滑油均匀分布。润滑过程中避免润滑油滴落到传感器、电机等部件上，防止影响设备正常工作。润滑完成后，清理多余油污，保持设备清洁。

故障维修流程

故障报告机制

当设备出现故障时，操作人员应立即停止使用设备，按下急停开关，防止故障扩大。通过专用故障报告表单详细记录故障发生时间、具体现象（如报错代码、异响部位、显示异常等）、当时的运行模式及参数设置等信息，并第一时间提交给维修人员。维修人员接到报告后，对故障信息进行初步分析，确定是否需要现场处理或远程指导，确保故障得到及时响应。

故障诊断方法

维修人员根据故障报告信息，采用“先软件后硬件”的诊断方法。首先检查设备控制系统是否有报错代码，通过系统日志分析故障原因；若无明显代码，则检查软件参数设置是否正确，进行系统重启或恢复出厂设置尝试排除故障。软件排查无果后，对硬件进行检查，使用万用表测量电机供电电压、传感器信号输出

是否正常，检查连接线束是否松动或接触不良，通过逐步排查确定故障部件及原因。

维修方案制定与实施

根据故障诊断结果制定维修方案，明确维修所需的零部件（如电机、传感器、连接线束等）、工具（螺丝刀、万用表、校准设备等）及具体维修步骤。维修过程中，严格按照设备拆装规范操作，避免损坏其他部件。更换零部件时，确保使用原厂配件，安装完成后进行功能测试（如关节运动测试、传感器校准），验证故障是否排除。维修完成后，填写维修记录，包括故障原因、处理措施、更换部件型号及维修后状态，存档备查。

配件供应保障

配件库存管理

配件名称	库存数量	最低库存量	补货周期	存放要求
髋关节电机	2 个	1 个	7 天	常温干燥，防静电包装
膝关节电机	2 个	1 个	7 天	常温干燥，防静电包装
控制面板触摸屏	1 个	1 个	10 天	防震包装盒，避免挤压
传感器连接线束	3 套	2 套	5 天	密封袋包装，防潮
腰部防护带	2 条	1 条	5 天	悬挂存放，避免折叠

供应商选择与合作

选择设备原厂及具备相关资质的授权供应商作为配件供应合作方，对供应商的生产能力、产品质量、供货周期及售后服务进行严格评估，签订长期合作协议，明确配件质量标准、交货时间、价格及售后服务承诺。定期（每季度）对供应商进行考核，评估其配件供应的及时性、质量稳定性及服务响应速度，确保配件供应的可靠性和持续性。

配件紧急采购机制

1) 建立配件紧急采购绿色通道，与核心供应商约定紧急订单处理流程，当库存配件低于最低库存量或出现突发故障需紧急更换时，供应商需在 24 小时内响应，48 小时内完成配件发货。

2) 预留供应商技术支持热线, 当采购的紧急配件需现场安装指导时, 供应商需在 2 小时内提供远程技术支持, 必要时派遣技术人员到现场协助。

3) 对常用易损配件(如传感器连接线束、防护带), 与本地配件商建立应急供应关系, 确保在极端情况下能实现配件的快速调配, 缩短设备故障停机时间。

1.2.2 助行机器人实施流程

1.2.2.1 设备运输与包装要求

包装材料选择

泡沫缓冲设计

塑料泡沫依据助行机器人的外形进行定制切割, 紧密贴合机器人各个部位, 确保主机与关节等关键组件处于稳固状态。在髋关节、膝关节等高精密活动部件处增加泡沫厚度至原设计的 1.5 倍, 形成双重缓冲保护层, 以吸收运输过程中可能产生的冲击力。同时, 泡沫内部预设凹槽结构, 用于固定设备的控制面板及手持遥控器, 防止因晃动造成按键损坏或线路脱落, 整体包装完成后需通过 1 米高度跌落测试, 确保内部组件无位移或功能异常。

木箱结构加固

木箱采用高强度多层实木板制作, 板材厚度不低于 15mm, 箱体框架采用榫卯结构拼接并辅以金属角码加固, 提升整体承重能力。箱内设置与机器人轮廓匹配的木质支撑框架, 通过可调节尼龙绑带对设备进行多点固定, 绑带固定点分布于腰部防护带连接位及主机底部, 确保运输过程中设备无横向或纵向位移。箱体外层覆盖防水帆布, 接缝处使用密封胶条处理, 底部安装耐磨橡胶轮, 便于装卸过程中的短距离移动, 同时在箱体侧面标注“精密仪器”“向上”“禁止堆叠”等警示标识, 字体高度不小于 5cm。

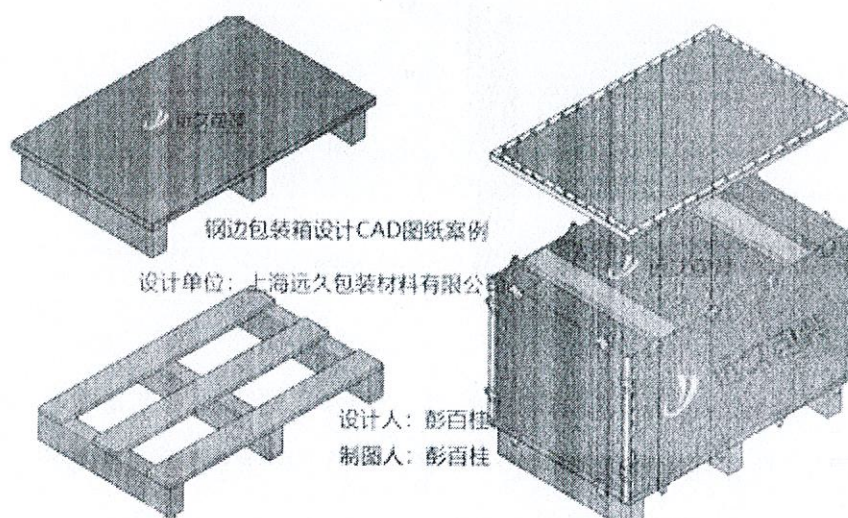
包装密封处理

1) 包装完成后, 使用宽度不小于 50mm 的高强度纤维胶带对木箱接缝处进行“井”字形缠绕密封, 胶带重叠部分不低于 20mm, 确保箱体整体密封性。

2) 在木箱内部放置湿度指示卡及干燥剂包, 干燥剂重量不低于 50g, 且通过透气布袋封装, 防止粉末状干燥剂直接接触设备表面。

3) 箱体顶部开设直径 5mm 的透气孔, 内置防尘滤网, 在保证空气流通的同时避免灰尘进入, 透气孔数量根据箱体体积每立方米设置不少于 4 个。

4) 密封完成后, 在箱体外部粘贴设备信息标签, 注明设备名称、型号、重量、包装日期及防潮、防震等防护等级, 标签采用防水材质制作并通过透明胶带覆盖保护。



助行机器人木箱包装

运输方式确定

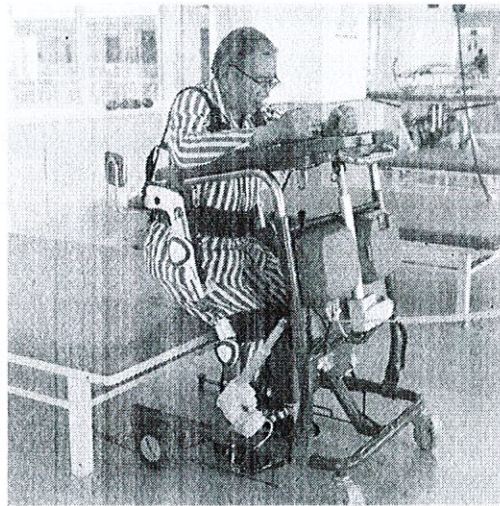
物流资质审核

1) 对物流运输公司的营业执照、道路运输经营许可证进行查验, 确保其经营范围包含“精密仪器运输”类目, 且注册资本不低于 500 万元人民币。

2) 审核运输公司近三年内的类似设备运输案例, 要求提供至少 3 份与助行机器人同类型医疗设备的运输合同复印件及客户反馈证明, 案例中需体现运输过程的温控、防震措施实施情况。

3) 核查运输车辆的行驶证及改装证明, 确认车辆配备独立悬挂系统、GPS 定位装置及温湿度监控设备, 车载防震装置的最大缓冲系数需达到 10G。

4) 要求运输公司提供驾驶员的从业资格证及特种设备运输培训证明, 确保驾驶人员具备应对精密仪器运输突发状况的处理能力。



助行机器人用户培训

运输路线规划

运输路线优先选择高速公路及一级公路，避开三级以下乡村道路及施工路段，通过专业物流规划软件模拟运输路径，计算各备选路线的平均通行速度及拥堵概率，最终确定的路线需满足全程无连续 3 公里以上颠簸路段的条件。路线规划中设置 3 个应急停靠点，每个停靠点距离不超过 150 公里，且具备室内仓储条件，以便在极端天气情况下临时避险。运输前 24 小时通过气象部门获取沿途天气预报，遇暴雨、大雾等恶劣天气时提前调整出发时间，确保运输时段内道路能见度不低于 100 米，路面温度控制在 -5°C 至 35°C 之间。

运输保险购买

1) 为助行机器人购买货物运输一切险，保险金额按照设备采购价的 120% 确定，保险责任覆盖运输过程中的自然灾害、意外事故、盗窃及装卸失误等风险。

2) 保险条款中明确约定设备损坏后的赔偿标准，包括维修费用、零部件更换费用及设备贬值损失，其中维修费用需包含原厂工程师的上门服务费。

3) 与保险公司签订补充协议，约定保险事故发生后的勘察响应时间不超过 2 小时，定损完成时限不超过 3 个工作日，赔偿款支付周期不超过 7 个工作日。

4) 运输全程保留 GPS 轨迹记录及温湿度监控数据，作为保险理赔的辅助凭证，数据保存期限不少于 90 天。

运输过程保护

震动监测系统

在车厢内部安装三轴加速度传感器，采样频率设置为 100Hz，实时监测运输过程中的纵向、横向及垂直方向震动加速度，当任一方向震动超过 5G 时，系统自动触发声光报警装置，并通过蓝牙模块向随车押运人员的手机 APP 推送预警信息。传感器数据每 5 分钟存储一次，生成震动趋势曲线图，若连续 3 次监测到震动值超过 3G，押运人员需立即停车检查设备固定情况。监测系统配备独立备用电源，确保在车辆熄火状态下仍能持续工作不少于 8 小时，数据存储容量不低于 16GB，可满足单次运输全程数据记录需求。

温湿度控制

控制参数	目标范围	监测频率	调节方式	预警阈值
温度	15℃-25℃	1 次/30 分钟	车载空调分区控温	低于 10℃或高于 30℃
相对湿度	40%-60%	1 次/30 分钟	除湿机/加湿机联动	低于 30%或高于 70%
空气洁净度	≤10 万级	1 次/2 小时	车载空气净化器	颗粒物浓度>0.5mg/m³
气压	86kPa-106kPa	1 次/1 小时	自然通风	低于 70kPa 或高于 120kPa

紧急处理预案

- 1) 当运输车辆发生交通事故时，押运人员立即启动车载应急电源，断开设备主电源开关，使用随车配备的应急缓冲垫包裹设备，防止二次碰撞造成损坏，并在 15 分钟内联系保险公司及原厂技术支持团队。
- 2) 遇道路拥堵导致运输延误超过 4 小时，需将设备转移至沿途预设的应急停靠点，启用备用电源维持设备内部电池电量，同时通过远程监控系统向客户通报延误情况及预计到达时间。
- 3) 若监测到温湿度超出预警阈值，立即开启备用温控设备，通过强制风冷或加热方式将环境参数控制在安全范围内，必要时联系就近服务网点调配备用运输车辆。

4) 发生设备被盗或遗失情况时，押运人员立即报警并启动 GPS 定位追踪，同时通知保险公司启动理赔程序，配合警方开展调查取证工作。

1.2.2.2 现场安装对接标准

安装场地要求

地面平整度检测

使用 2 米靠尺配合塞尺对安装场地地面进行检测，测量点按 50cm×50cm 网格分布，每个检测点的最大间隙不超过 2mm，整体平面度误差控制在±3mm/2m 范围内。对于地面接缝处及凹陷区域，采用环氧树脂砂浆进行找平处理，找平层厚度不小于 5mm，固化后表面硬度需达到邵氏 D80 以上。检测完成后绘制地面平整度分布图，标注各区域误差值，确保助行机器人行走轨迹范围内无明显凸起或凹陷，避免因地面不平整导致设备运行时产生异常震动或卡滞现象。

环境温湿度控制

环境参数	运行要求	测量位置	调控设备	监测设备
环境温度	18℃-28℃	设备周围 1m 范围	变频空调	数字温湿度计
相对湿度	35%-65%	设备顶部 50cm 处	工业除湿机	温湿度记录仪
环境噪音	≤60dB (A)	操作人员位置	隔音屏障	声级计
光照强度	300-500lux	设备操作面板	LED 照明系统	照度计

场地清洁与消毒

安装前对场地进行彻底清洁，使用无尘抹布蘸取 75%医用酒精擦拭地面及周边设备表面，清除灰尘、油污及其他污染物，清洁面积扩展至设备安装位置外 1.5 米范围。对于墙角、缝隙等卫生死角，采用真空吸尘器配合专用吸嘴进行清理，确保无可见颗粒物残留。清洁完成后进行紫外线消毒，消毒时间不少于 30 分钟，消毒区域覆盖整个安装空间，消毒结束后通风换气 20 分钟，使空气中酒精浓度降至 0.05%以下。场地入口处设置防尘垫及消毒脚垫，所有进入安装区域的人员需更换专用洁净服及防滑鞋，防止二次污染。

1.2.2.3 功能测试与验收流程

测试项目与标准

关节活动范围检测

关节名称	活动范围	允许误差	测量工具	测试方法
左髋关节	$-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$	$\pm 10^{\circ}$	数显角度仪	被动活动测试
右髋关节	$-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$	$\pm 10^{\circ}$	数显角度仪	被动活动测试
腿部活动范围	$-100^{\circ} \sim +100^{\circ}$	$\pm 10^{\circ}$	关节角度规	主动活动测试
腰部调节范围	270mm~410mm	$\pm 10\text{mm}$	游标卡尺	手动调节测试

软件功能验证

对助行机器人的软件功能进行系统性验证,首先测试系统登陆功能,确保管理员账户与普通用户账户权限划分清晰,密码修改及找回功能正常。蓝牙连接测试中,分别在3米、5米、10米距离下验证设备与手机APP的连接稳定性,连接成功率需达到100%,断连后自动重连时间不超过10秒。模式选择功能测试涵盖双腿助力、左助力、右助力及阻力模式,每种模式切换响应时间不超过2秒,且界面显示与实际运行状态一致。助力等级与阻力等级调节测试中,从1档至5档逐级切换,验证力矩输出是否符合6.0N·m至12.0N·m(助力)及2.5N·m至7.5N·m(阻力)的设计标准,同时检查软件界面参数显示是否实时更新。

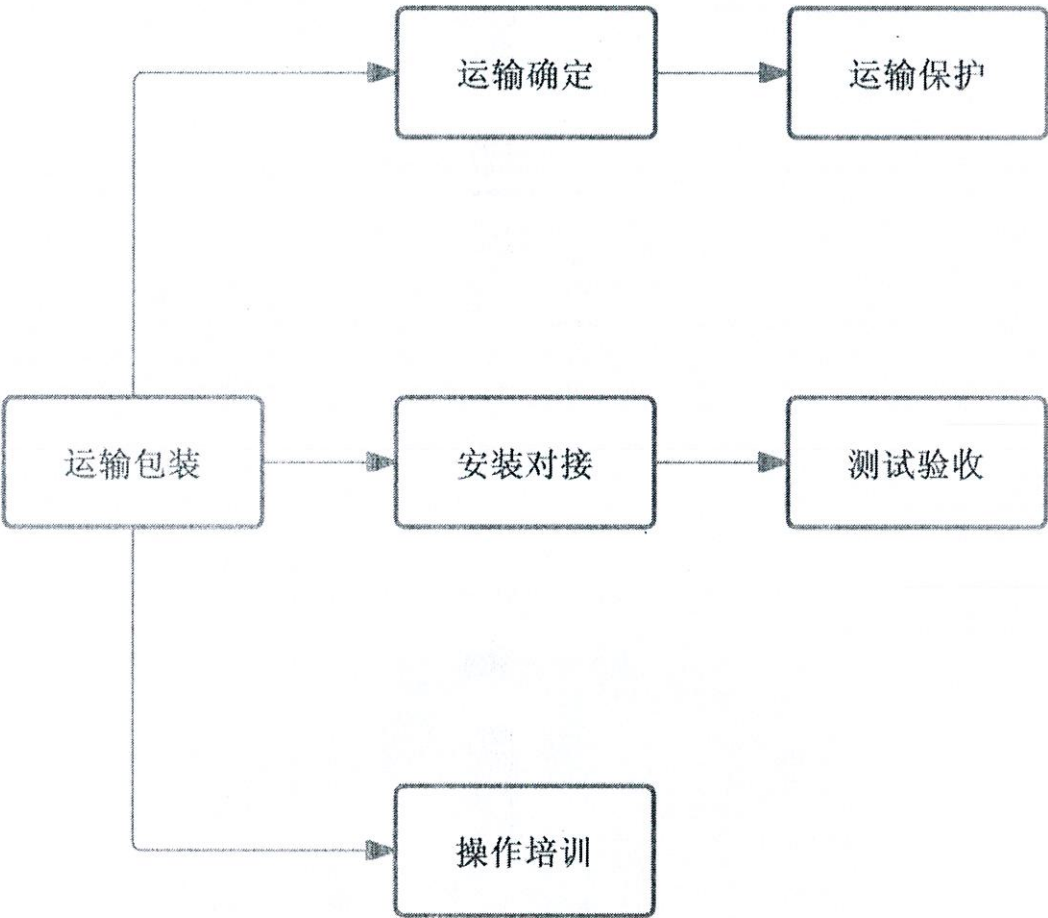


助行机器人功能测试

安全性能测试

安全性能测试首先验证摔倒提醒功能,模拟使用者前倾 45° 、侧倾 30° 及后仰 20° 三种摔倒姿态,设备需在0.5秒内发出持续语音提示并停止电机输出,

关节同时切换为自由活动状态。低电量语音提示测试中，将电池电量消耗至 20%、10%、5%三个节点，设备均应发出清晰的“电池电量低，请及时充电”语音提示，提示音量不低于 65dB（A）。按键功能测试验证电源开关及功能按键的响应灵敏度，连续按压 500 次后无卡滞或失灵现象，按键行程保持在 0.5mm±0.1mm 范围内。此外，还需测试设备在突发断电情况下的应急处理能力，确保关键数据不丢失且关节锁定机构能可靠工作。



1.2.2.4 用户操作培训方案

培训目标与对象

操作技能提升

培训模块	技能目标	考核标准	课时安排	教学方式
设备开关机	独立完成开机自检及关机流程	100%操作正确率	0.5 课时	示范教学

模式选择	准确切换四种运行模式	模式切换响应时间<3秒	1 课时	分组练习
参数调节	熟练设置助力/阻力等级	参数设置误差≤1 档	1 课时	实操演练
APP 连接	独立完成蓝牙配对及数据同步	连接成功率 100%	0.5 课时	案例教学

应急处理能力

培训用户掌握助行机器人突发情况的应急处理能力，首先模拟设备运行中出现异响的场景，指导用户立即按下急停开关，检查关节连接部位是否松动，通过听声定位法判断异响来源，并根据故障排除流程图进行初步排查。针对机器人意外摔倒情况，培训用户如何安全扶起设备，先切断主电源，解除腰部防护带固定，保持设备与地面呈 30° 夹角缓慢扶起，避免二次损伤。电池突发断电时，指导用户启用备用电源模块，保存当前训练数据，并联系技术支持人员进行检修。此外，还需培训用户识别常见故障代码，如 E01（电机故障）、E02（传感器异常）等，掌握通过设备显示屏查询故障原因及临时解决方案的方法，确保在专业人员到达前能采取正确的应急措施。

1.2.3 眼控一体机部署方案

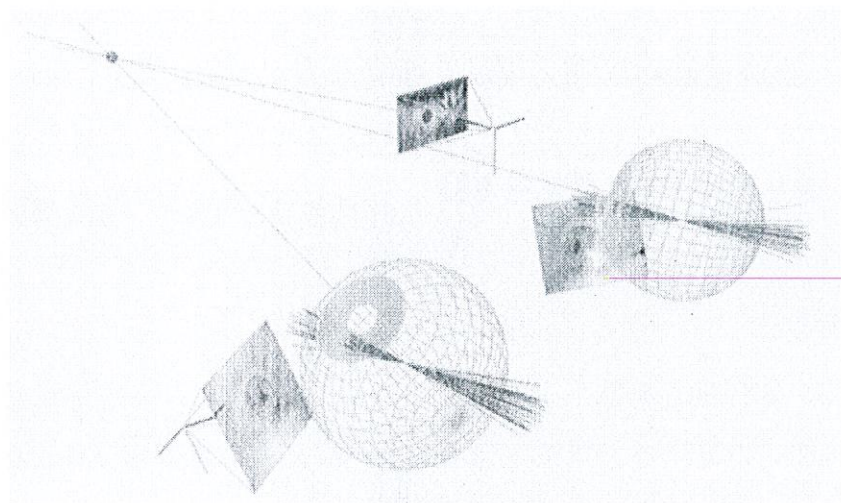
1.2.3.1 设备技术参数匹配验证

参数规格核对

核心参数验证

眼控一体机的核心参数验证工作将严格依据技术规范展开，重点检测眼球追踪帧率是否达到≥60Hz 的标准，这一指标直接决定设备对眼部运动捕捉的流畅性，确保使用者视线移动与屏幕响应之间无明显延迟。准确度需控制在≤0.5° 的范围内，通过专业校准工具在标准测试环境下进行多点采样验证，保障光标定位精度满足文字输入、界面操控等精细操作需求。工作距离验证将覆盖 40~70cm 的全区间，在不同距离下测试追踪稳定性，确保使用者在坐姿、半躺等多种使用姿态下均能维持有效追踪。屏幕尺寸需实测确认≥13 英寸，搭配 12 代 i5 处理

器、 $\geq 8\text{GB}$ 内存及 $\geq 256\text{GB}$ 储存的硬件配置，通过压力测试验证系统运行的流畅性，避免因硬件性能不足导致功能卡顿。



眼球追踪帧率测试

软件功能检查

眼控一体机内置软件功能检查需涵盖文字书写模块，验证全键盘、九宫格输入模式下中英文切换的流畅性，字符识别准确率及纠错功能的有效性。发音朗读功能需测试女声音色的清晰度、语速调节范围及文本断句的合理性，确保语音输出自然易懂。语音求助功能重点检查常用词汇库的覆盖度，自定义编辑界面的操作便捷性，以及求助信息发送的及时性与准确性。沟通标志功能需确认内置图片库与日常需求的匹配度，自定义图片上传、分类管理及快速调取功能的完整性。身体感觉模块需验证身体部位定位的准确性，疼痛、麻木等感觉词汇的丰富度，以及使用者通过眼部操作快速表达自身状态的可行性。

功能完整性测试

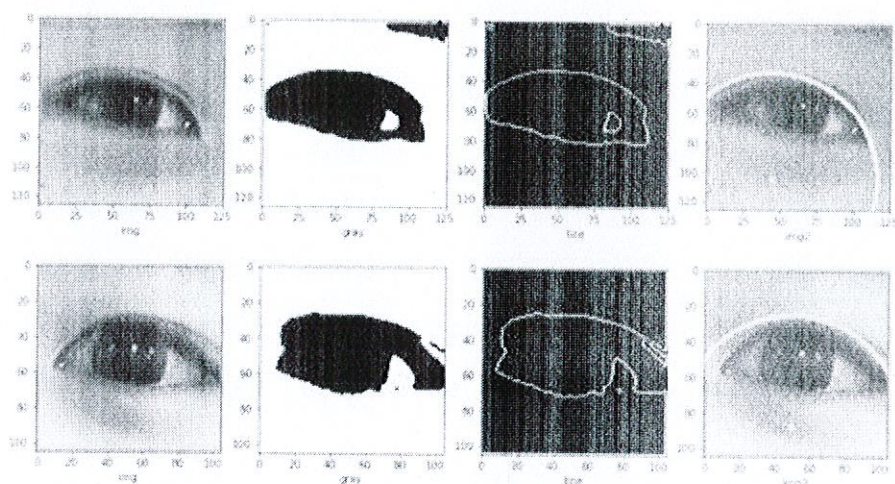
操作流程验证

1) 开机启动流程验证需从设备通电开始，记录系统启动至进入眼控模式的总时长，检查开机自检程序是否能自动完成屏幕校准、摄像头初始化等步骤，确保无人工干预情况下顺利进入工作状态。

2) 用户登录环节需测试眼部虹膜识别或密码输入的响应速度，验证多用户账户切换功能的稳定性，以及不同用户个性化设置（如光标大小、追踪灵敏度）的保存与加载效果。

3) 核心功能串联测试需模拟完整使用场景, 从文字输入、语音合成到文件保存、分享的全流程操作, 检查各功能模块之间的衔接是否顺畅, 数据传递是否存在丢失或延迟现象。

4) 系统退出与休眠模式测试需验证眼部指令触发关机、重启的准确性, 以及低电量自动休眠、唤醒后的状态恢复能力, 确保设备在各类操作场景下均能保持稳定运行。



眼部虹膜识别

特殊情况模拟

特殊情况模拟测试将覆盖多种复杂使用场景, 首先验证佩戴普通近视眼镜、老花镜时眼球追踪的准确性, 通过调整摄像头焦距补偿镜片折射影响, 确保光标定位偏差不超过标准范围。针对呼吸面罩佩戴场景, 需测试面罩反光、遮挡对眼部特征捕捉的干扰程度, 通过算法优化降低面罩边缘阴影造成的追踪中断概率。头部歪斜角度测试将从 $\pm 15^\circ$ 、 $\pm 30^\circ$ 等不同倾斜状态下评估设备适应性, 确保使用者头部自然放松时仍能维持有效控制。侧躺姿势模拟中, 需调整屏幕角度与摄像头高度, 验证在非水平视线条件下的追踪稳定性, 同时测试设备在光线不均匀环境下的抗干扰能力, 保障特殊使用场景下的功能可用性。

接口兼容性检测

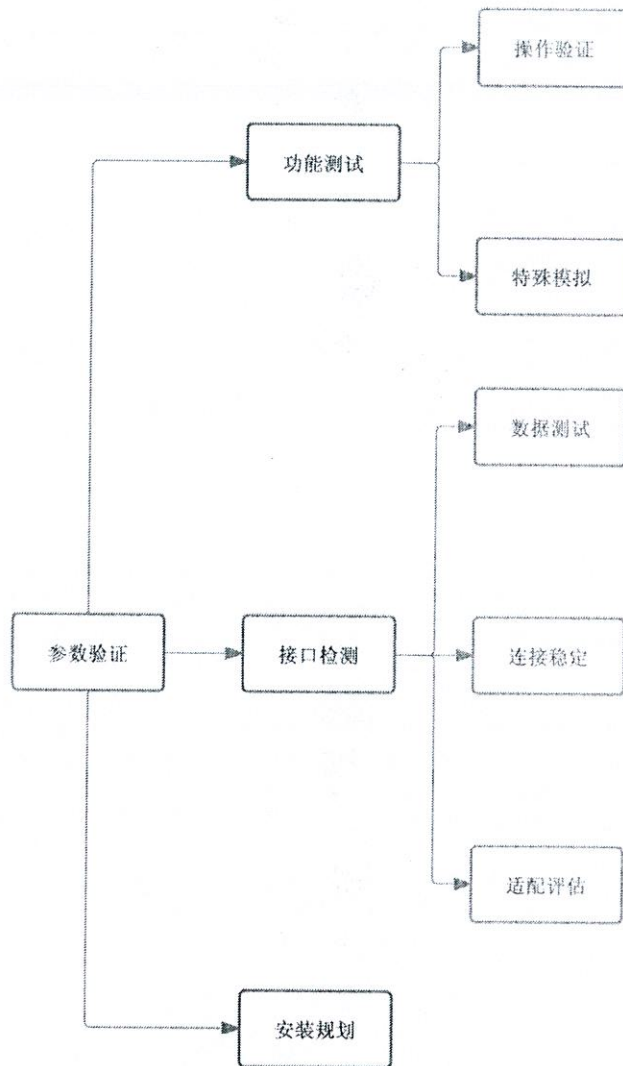
数据传输测试

数据传输测试将通过眼控一体机的 USB 接口连接外部存储设备, 进行单个大文件 ($\geq 1\text{GB}$) 与多文件批量传输的速度测试, 记录平均传输速率并与理论值对

比，确保实际传输效率不低于标称值的 90%。网络接口测试需在有线连接状态下进行持续 24 小时的大流量数据下载，监测网络连接稳定性及数据丢包率，丢包率需控制在 0.1% 以内。蓝牙连接测试将配对常用辅助设备（如蓝牙耳机、打印设备），验证连接建立速度、传输距离及多设备同时连接时的抗干扰能力，确保语音数据、打印指令等关键信息传输无延迟或中断。

设备连接稳定性

设备连接稳定性测试需在实验室环境下对各类接口进行连续 72 小时的满负载运行监测，USB 接口连接外部键盘、鼠标等外设，模拟日常频繁插拔操作，记录接口响应时间及连接成功率，成功率需达到 100%。HDMI 接口连接外部显示器时，测试不同分辨率切换的流畅性，以及长时间显示静态、动态画面时的信号稳定性，确保无闪屏、黑屏现象。网络接口在持续数据传输过程中，需监测端口温度变化及网络吞吐量波动，温度升高幅度不超过环境温度 20℃，吞吐量波动范围控制在 $\pm 5\%$ 以内，保障长时间高负荷运行下的连接可靠性。



1.2.3.2 安装位置与接口配置

安装位置规划

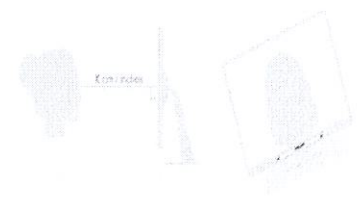
视野与操作便利性

评估维度	标准要求	实现方式	验证方法
屏幕可视范围	水平视角 $\geq 120^\circ$ ，垂直视角 $\geq 80^\circ$	采用可调节支架，支持 $\pm 30^\circ$ 旋转与 $15^\circ \sim 45^\circ$ 倾角调节	使用角度测量仪在不同坐姿下检测可视范围覆盖率
操作无障碍空间	设备前方 1.5m 内无遮挡物，左右两侧预留 0.5m 操作空间	安装位置避开墙角、家具等障碍物，采用壁挂或独立支架固定	模拟使用者日常活动轨迹，检查是否存在肢体碰撞风险

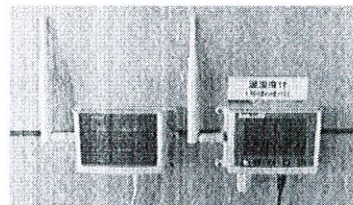
触控与 眼控协 同区域	屏幕中心区域与眼部追踪最佳区域重合度 $\geq 90\%$	根据使用者平均眼高定位屏幕中心，偏差不超过 $\pm 5\text{cm}$	通过眼动仪记录视线分布热点，与触控高频区域比对
设备维护通道	后部接口区域预留 $\geq 0.3\text{m}$ 操作空间，支持接口插拔与散热	采用后向式接口布局，支架设计预留维护通道	模拟日常维护操作（如插拔数据线、清洁散热孔）评估便利性

环境因素考量

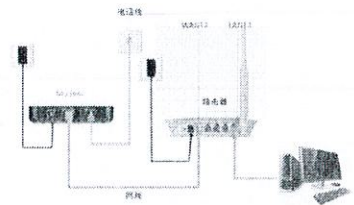
安装位置的环境因素评估需优先考虑温度条件，设备运行环境温度需控制在 $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 之间，避免阳光直射或空调出风口直吹导致局部温度剧烈变化，通过安装环境温度监测仪实时监控，超出阈值时自动触发报警。湿度控制需维持在 $30\%\sim 70\%$ 的相对湿度范围，潮湿环境下需配备除湿装置，干燥环境则通过加湿器调节，防止静电积累对电子元件造成损害。设备安装需远离强电磁干扰源（如大功率电机、变压器），距离不小于 2m ，同时避免与其他电子设备共用同一电源插座，减少电磁耦合干扰，确保眼球追踪传感器信号采集不受环境噪声影响。



眼控一体机安装位置规划



温湿度传感器



有线连接配置

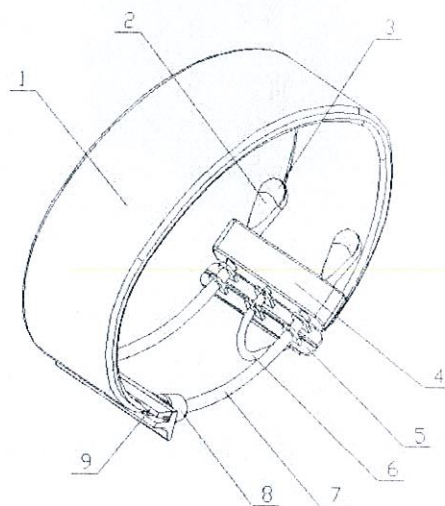
接口布局设计

接口标识清晰

接口标识设计需采用双色注塑工艺制作标识牌，主色为高对比度的蓝色背景搭配白色图标，确保视觉障碍者通过触摸也能识别接口类型。每个接口旁需同时标注中文名称（如“USB 数据接口”“HDMI 显示接口”）、国际通用符号及防误插提示（如“仅支持 USB3.0 设备”），文字高度不小于 8mm ，字体选用黑体确保清晰可辨。接口排列顺序遵循“常用在前、专用在后”原则，USB、音频等高频使用接口放置于设备正面或侧面，HDMI、网络等固定连接接口布置在后部，同时通过物理形状差异（如 USB 接口采用防呆设计）进一步降低误插风险。

接口保护措施

- 1) 所有闲置接口需配备硅胶防尘塞，防尘塞与设备主体通过弹性绳连接，防止丢失，塞体表面设计防滑纹路，便于使用者通过触摸操作插拔。
- 2) 外部暴露接口加装金属防护环，增强物理抗压能力，防护环高出接口平面 1.5mm，避免线缆插拔时对接口引脚造成直接撞击。
- 3) USB、HDMI 等常用接口配备防水溅挡板，挡板采用铰链式设计，非使用状态下自动闭合，闭合时防护等级达到 IPX4 标准，有效阻挡液体泼溅。
- 4) 电源接口设置过载保护装置，当输入电流超过额定值 1.5 倍时自动切断供电，保护内部电路免受损坏，故障排除后可手动复位恢复供电。



金属防护环

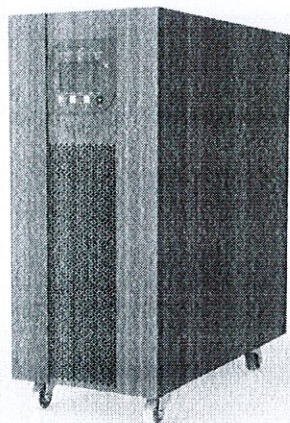
连接线路规划

线路长度控制

- 1) 电源线路长度严格控制在 1.5m~2m 范围内，选用截面积 $\geq 1.5\text{mm}^2$ 的铜芯线缆，确保供电稳定性，避免过长线路导致的电压降问题，电压降值需控制在额定电压的 5%以内。
- 2) 数据传输线路（如 USB、HDMI）长度不超过 3m，对于超过 3m 的传输需求，采用带信号放大功能的延长器，确保信号衰减率 $\leq 10\%$ ，满足眼控数据实时传输要求。

3) 网络线路采用超五类以上非屏蔽双绞线, 单段长度不超过 90m, 中间接头数量不超过 2 个, 通过测试仪器验证线路串扰衰减值 $\geq 40\text{dB}$, 保障网络数据传输质量。

4) 音频线路选用带屏蔽层的双绞线缆, 长度控制在 5m 以内, 屏蔽层覆盖率 $\geq 95\%$, 有效降低电磁干扰对音频信号的影响, 信噪比需达到 $\geq 85\text{dB}$ 。



在线式 UPS

线路固定与整理

1) 桌面线路采用带背胶的半开式线槽固定, 线槽宽度 20mm、高度 15mm, 内部设置分隔板将强电、弱电线路分离, 防止信号干扰, 线槽表面采用磨砂处理, 避免反光影响视觉体验。

2) 地面线路使用防踩耐压型地槽, 地槽抗压强度 $\geq 500\text{kg}$, 表面纹理设计防滑系数 ≥ 0.8 , 安装后与地面高度差 $\leq 2\text{mm}$, 确保通行安全, 地槽接口处采用圆弧过渡处理, 避免线缆磨损。

3) 墙面线路通过明装 PVC 线管敷设, 线管直径根据线缆数量选择, 填充率控制在 40%~60%之间, 便于后期维护更换, 线管固定间距 $\leq 50\text{cm}$, 转弯处采用圆弧弯头, 弯曲半径 $\geq$ 线管直径的 6 倍。

4) 线路末端预留 15cm~20cm 冗余长度, 采用魔术贴扎带进行整理, 扎带间距 10cm~15cm, 松紧度以不压迫线缆为标准, 确保散热良好且线缆无明显形变。

1.2.3.3 运行环境适配性评估

物理环境评估

温度与湿度监测

1) 在设备顶部、底部及后部散热孔附近各安装 1 个温湿度传感器, 采样频率设置为 1 次/分钟, 监测数据实时传输至管理系统, 形成温度变化曲线, 便于趋势分析。

2) 温度预警阈值设置为: 上限 35°C 、下限 15°C , 超出阈值时系统自动启动三级报警机制, 一级报警 ($35^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$) 触发屏幕提示, 二级报警 ($38^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$) 启动风扇强冷, 三级报警 ($\geq 40^{\circ}\text{C}$) 自动进入休眠保护。

3) 湿度控制采用双阈值管理, 当相对湿度低于 30% 时, 联动加湿器开启, 湿度高于 70% 时启动除湿装置, 湿度调节精度控制在 $\pm 5\%$ 以内, 避免湿度过低产生静电或过高导致元件受潮。

4) 每月生成温湿度监测报告, 分析环境变化规律, 结合设备运行状态调整通风策略, 确保设备在最优温湿度区间内运行, 延长使用寿命。

电源环境评估

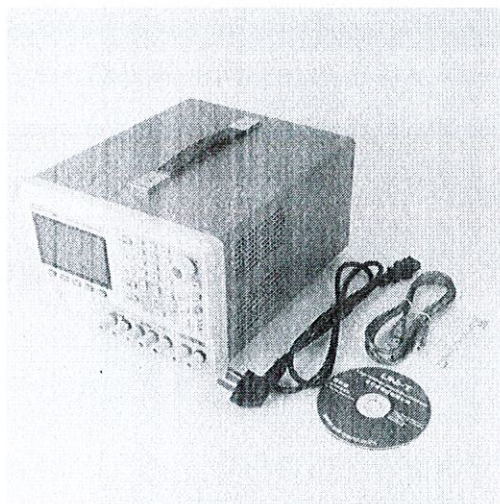
电源质量检测

1) 使用高精度电源分析仪对输入电压进行连续 24 小时监测, 记录电压波动范围, 确保电压稳定在 $220\text{V} \pm 10\%$ 以内, 频率保持在 $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$, 电压波形畸变率 $\leq 5\%$, 避免谐波干扰。

2) 测试电源纹波系数, 在额定负载条件下, 纹波电压峰峰值需 $\leq 100\text{mV}$, 使用示波器检测不同频率段的纹波分量, 100kHz 以下频段纹波控制在 $\leq 50\text{mV}$, 确保对敏感电子元件无干扰。

3) 进行突波耐受测试, 模拟电源线上可能出现的 $\pm 2\text{kV}$ (差模)、 $\pm 4\text{kV}$ (共模) 瞬态过电压, 验证设备内置浪涌保护器的有效性, 确保设备在突发电压波动时不受损坏。

4) 接地电阻测试需使用专用接地电阻测试仪, 测量值应 $\leq 4\Omega$, 零线与地线之间电压差 $\leq 2\text{V}$, 确保保护接地系统可靠, 降低触电风险与电磁干扰。



高精度电源分析仪

备用电源方案

备用电源类型	容量配置	切换时间	供电时长	维护要求
在线式 UPS	1kVA/800W	$\leq 5\text{ms}$	满负载 ≥ 30 分钟	每季度充放电一次，电池寿命 3~5 年
锂电池备用模块	12V/50Ah	$\leq 10\text{ms}$	低负载 ≥ 2 小时	每月检查电量，每 2 年更换电池组
自动切换开关	32A 双电源切换	$\leq 200\text{ms}$	取决于备用市电	每半年检查切换机构，清洁触点
应急启动电源	24V/300W	手动切换	关键功能 ≥ 1 小时	存放于设备旁，每月检查电量

网络环境评估

网络速度测试

1) 使用专业网络测速工具在不同时段（高峰/平峰/低谷）进行带宽测试，要求下载速率 $\geq 100\text{Mbps}$ ，上传速率 $\geq 20\text{Mbps}$ ，抖动值 $\leq 20\text{ms}$ ，确保满足眼控数据传输与在线功能使用需求。

2) 进行局域网内延迟测试, 通过 ping 命令连续发送 1000 个数据包, 数据包大小为 1500 字节, 平均延迟需 $\leq 10\text{ms}$, 丢包率 $\leq 0.1\%$, 保障本地资源访问的实时性。

3) 测试 DNS 解析速度, 解析常用域名 (如系统服务器、更新服务器) 的平均耗时 $\leq 200\text{ms}$, 配置备用 DNS 服务器, 当主 DNS 解析失败时自动切换, 切换时间 ≤ 3 秒。

4) 模拟多用户并发访问场景, 在 5 个设备同时连接网络的情况下, 测试眼控一体机的网络响应速度, 页面加载时间 ≤ 3 秒, 视频流播放 (720P) 无卡顿、缓冲现象。

网络稳定性监测

网络稳定性监测将通过部署网络性能管理系统实现, 对关键网络指标进行 7×24 小时持续监控, 包括网络延迟、丢包率、带宽利用率等参数。系统设置多级告警阈值, 当延迟超过 50ms 或丢包率达到 1%时, 触发初级告警并通知网络管理员; 当带宽利用率持续 30 分钟超过 80%时, 启动流量分析模块, 识别占用带宽较大的应用并进行优先级调整。每周生成网络质量报告, 分析网络波动规律, 结合设备使用高峰时段优化网络资源分配, 同时建立网络故障应急预案, 明确故障排查流程与责任人, 确保网络中断后恢复时间 ≤ 30 分钟, 最大限度减少对设备使用的影响。

1.2.3.4 数据连接与系统集成

数据连接方式选择

有线连接配置

有线连接配置将采用千兆以太网接口, 支持 IEEE802.3ab 标准, 通过超五类屏蔽双绞线连接至核心交换机, 网络接口配置固定 IP 地址, 子网掩码与网关参数根据局域网规划进行设置, 确保网络层通信稳定。TCP/IP 协议栈参数优化包括调整接收缓冲区大小至 65535 字节, 启用 TCP 滑动窗口机制, 提高大数据包传输效率; 设置 ARP 缓存超时时间为 30 分钟, 减少地址解析请求频率。为保障数据传输安全, 有线连接启用 802.1XXX 身份认证, 配合 MAC 地址绑定策略, 仅允许授权设备接入网络, 同时通过 VLAN 技术将眼控一体机划分至独立网络 segment, 与其他设备逻辑隔离, 降低网络攻击风险。

无线连接设置

无线连接设置将优先采用 Wi-Fi 6 (802.11ax) 标准, 工作在 5GHz 频段以减少干扰, 支持 2x2 MIMO 技术, 理论速率 $\geq 1.2\text{Gbps}$ 。无线参数配置包括设置 SSID 隐藏, 采用 WPA3-PSK 加密方式, 密码长度 ≥ 16 位并包含大小写字母、数字及特殊符号, 定期每 90 天更新一次密码。接入点选择采用信号强度与信道质量双重评估机制, 自动连接信号强度 $\geq -65\text{dBm}$ 、信道利用率 $< 60\%$ 的接入点, 当信号强度低于 -75dBm 时触发漫游切换, 切换时间 $\leq 50\text{ms}$, 确保语音、视频等实时业务不中断。无线连接启用流量控制功能, 限制单设备最大带宽占用为总带宽的 30%, 防止网络拥塞影响使用体验。

系统集成方案设计

数据接口对接

1) 采用 RESTful API 接口与后台管理系统对接, 支持 HTTP/HTTPS 协议, 数据交换格式为 JSON, 接口调用采用 Token 身份认证, Token 有效期设置为 2 小时, 超时自动刷新, 确保接口访问安全。

2) 与康复评估系统对接通过 HL7/FHIR 标准实现医疗数据互操作, 数据传输前进行脱敏处理, 去除患者敏感信息, 仅保留评估所需的眼控操作数据、训练时长等关键指标。

3) 文件共享功能集成 SMB 协议, 支持访问局域网内共享文件夹, 通过设置访问权限控制列表 (ACL), 限制对不同文件夹的读写权限, 确保数据共享安全可控。

4) 设备状态监控接口采用 MQTT 协议, 实时上报设备运行参数 (如 CPU 使用率、内存占用、网络状态), 上报频率可配置 (1~60 秒/次), 异常状态触发即时上报机制。

功能协同测试

1) 进行跨系统数据同步测试, 在眼控一体机录入训练记录后, 验证后台管理系统是否能在 5 分钟内完成数据同步, 数据字段 (如训练模式、时长、错误次数) 匹配度需达到 100%, 无数据丢失或字段错位现象。

2) 测试语音求助功能与应急响应系统的协同性，触发求助指令后，验证应急平台是否能在 30 秒内接收到求助信息（包含位置、用户信息、求助类型），并自动生成工单分配至责任人。

3) 评估多媒体播放功能与辅助设备的兼容性，连接外接投影仪、音响设备时，测试视频输出分辨率自适应能力（支持 1080P/720P 自动切换）及音频同步性（音画延迟≤100ms）。

4) 模拟多系统并发访问场景，当 5 个用户同时通过眼控一体机访问数据库时，测试系统响应时间（≤2 秒）及数据查询准确性，确保高并发下功能稳定性。

数据安全保障措施

访问权限管理

用户角色	权限范围	认证方式	操作限制	审计记录
普通用户	使用基础功能（文字输入、语音朗读、娱乐功能）	眼部虹膜识别	禁止修改系统设置、访问其他用户数据	记录登录时间、功能使用时长
管理员	设备参数配置、用户管理、数据备份	虹膜+密码双因素认证	配置修改需二次确认，单次会话最多修改 3 项参数	记录所有配置变更、用户操作日志
维护人员	系统更新、故障诊断、硬件检测	临时授权码+指纹认证	仅在维护模式下操作，超时自动退出	记录维护时长、操作内容、故障代码
访客	演示模式（功能限制）	无需认证	禁止保存数据、修改个人设置，会话时长≤30 分钟	记录访问时间、使用功能模块

1.2.3.5 使用培训与操作手册

培训内容规划

基础操作培训

1) 设备开机与关机流程培训,详细讲解电源键位置、长按开机(3秒)与长按关机(5秒)的操作规范,以及低电量自动关机前的预警提示(屏幕闪烁+语音提醒)及应急处理方法。

2) 眼部追踪校准培训,指导用户完成9点校准、中心定位、灵敏度调节等步骤,讲解校准失败的常见原因(如光线过强、眼部遮挡)及解决办法,确保校准后光标跟随误差 $\leq 1\text{mm}$ 。

3) 基本界面导航培训,介绍主界面布局(功能区、状态栏、快捷菜单),通过眼部凝视选择、眨眼确认等基础操作实现界面切换,练习常用功能(如返回主界面、调出键盘)的快速调用。

4) 电源管理培训,讲解电池电量指示含义(100%~20%绿色、20%~10%黄色、<10%红色),充电方法(原装充电器连接方式、充电时长约2小时)及充电过程中的使用注意事项。

高级功能讲解

高级功能讲解将围绕文字书写模块展开,详细演示全键盘与九宫格输入模式的切换方法,通过眼控凝视选择字母、空格键及删除键的操作技巧,介绍联想词功能的启用方式(长按确认键2秒)及个性化词库的添加方法(在设置-输入法-词库管理中操作)。发音朗读功能培训包括语速调节(通过滑动条设置5级语速)、音色选择(内置3种女声)及文本段落标记(通过凝视标点符号实现断句)的使用技巧。语音求助功能重点讲解常用求助短语的快速调取(通过手势或快捷键),自定义求助内容的录制步骤(按住录音键说话,松开保存),以及求助信息的发送对象设置(家属、管理员、紧急联系人三级选择)。

培训方式选择

现场培训组织

1) 现场培训采用小班教学模式,每组学员不超过5人,配备1名主讲教师与1名助教,确保每位学员均能获得充分指导,培训场地选择采光良好、安静无干扰的教室,配备投影设备与备用眼控一体机。

2) 理论讲解环节控制在30分钟内,采用PPT结合实物演示的方式,重点突出操作步骤与注意事项,讲解后安排10分钟答疑时间,解答学员对设备原理、功能用途的疑问。

3) 实操训练环节设置基础任务（如完成一段文字输入）与进阶任务（如发送语音求助），学员在教师指导下独立完成，教师巡回指导并记录学员操作难点，针对性进行纠正。

4) 培训结束前进行考核评估，通过操作评分表（含校准速度、输入准确率、功能调用熟练度等指标）检验培训效果，考核合格者颁发培训结业证书，不合格者安排 1 对 1 补课。

操作手册编写

手册结构设计

1) 手册采用模块化结构设计，分为基础篇、功能篇、故障排除篇及附录四大部分，基础篇包含设备介绍（外观图、接口说明）、安全须知（电源安全、使用环境）、安装指南（开箱检查、连接步骤）三个章节。

2) 功能篇按操作流程编排，依次为开机与校准、基础操作（界面导航、输入方法）、核心功能（文字书写、语音朗读、求助系统）、高级设置（参数调节、个性化配置），每节包含操作步骤、示意图及注意事项。

3) 故障排除篇采用问题导向结构，将常见故障（如追踪失效、无法充电、语音无声）分类编排，每个故障条目包含现象描述、可能原因（列表形式）、排查步骤（流程图辅助）及解决方法，便于快速查阅。

4) 附录部分收录技术参数表（硬件配置、性能指标）、快捷键说明（眼部手势、物理按键）、常见问题解答（FAQ）及售后服务信息（联系方式、保修政策），采用小字号排版以节省篇幅。

1.2.3.6 运行状态监测机制

监测指标设定

硬件指标监测

硬件模块	监测指标	正常范围	预警阈值	数据采集频率
处理器	使用率、核心温度	使用率 $\leq 70\%$ ，温度 $\leq 80^{\circ}\text{C}$	使用率 $\geq 85\%$ 持续 5 分钟，温度 $\geq 85^{\circ}\text{C}$	1 次/秒

内存	占用率、可用空间	占用率 $\leq 60\%$, 可用空间 $\geq 2\text{GB}$	占用率 $\geq 80\%$ 持续 10 分钟, 可用空间 $< 1\text{GB}$	1 次/5 秒
硬盘	存储空间使用率、读写速度	使用率 $\leq 75\%$, 读取速度 $\geq 100\text{MB/s}$	使用率 $\geq 90\%$, 读取速度 $< 50\text{MB/s}$ 持续 3 次	1 次/30 秒
摄像头	帧率、图像清晰度	帧率 $\geq 60\text{fps}$, 清晰度 $\geq 1080\text{P}$	帧率 $< 45\text{fps}$ 持续 10 秒, 清晰度 $< 720\text{P}$	1 次/2 秒
电源	电池电量、充电电流	电量 $\geq 20\%$, 充电电流 $\geq 1\text{A}$	电量 $< 10\%$, 充电电流 $< 0.5\text{A}$ 持续 5 分钟	1 次/10 秒

1.2.4 智能导盲帽实施策略

1.2.4.1 设备调试与功能验证

基本性能调试

电量检测操作

将智能导盲帽连接专用充电器进行满电充电, 充电完成后断开电源并开启设备所有主要功能, 包括文字识别、探障防撞提示、卫星定位、地图导航、收音机及网络电台等模块, 连续运行并记录电量变化数据。通过设备内置的电量监测系统实时追踪剩余电量百分比, 当电量降至 5% 时停止计时, 确保单次满电状态下主要功能持续使用时间达到 6 小时及以上, 满足用户日常出行及多场景使用需求。

文字识别测试

选取印刷体书籍、手写体便签、公共标识牌、电子屏幕显示文本等不同类型文字资料, 涵盖宋体、黑体、楷体等常见字体及 5 号至 2 号字不等字号, 在室内自然光、夜间灯光及室外阴天等多种光照条件下, 使用智能导盲帽进行文字识别操作。对识别结果进行逐字比对, 统计正确识别字数占总识别字数的比例, 确保文字识别率稳定达到 90% 以上, 保障用户对各类文本信息的有效获取。

功能稳定性验证

为确保智能导盲帽在长期使用过程中的功能稳定性, 对设备各项核心功能进行持续运行测试, 测试数据如下表所示:

功能模块	测试时长	测试环境	异常情况记录	稳定性判定
------	------	------	--------	-------

文字识别	4 小时	室内常温	无识别延迟或错误	稳定
探障防撞提示	3 小时	复杂障碍物环境	无漏报或误报	稳定
卫星定位	5 小时	室外开阔区域	定位偏差 ≤ 5 米	稳定
语音播报	6 小时	安静及嘈杂环境	语音清晰无卡顿	稳定
网络电台	2 小时	4G 网络环境	播放流畅无中断	稳定

性能参数校准

依据智能导盲帽技术规格书，对设备核心性能参数进行系统性校准。针对探障防撞功能，通过调整传感器探测角度及灵敏度阈值，确保对 0.5 米至 5 米范围内障碍物的准确识别；针对卫星定位模块，利用专业定位校准工具进行坐标修正，使定位精度控制在 3 米以内；针对语音播报系统，调节音量输出范围及语速参数，保证在不同环境下语音信息的清晰传达。所有参数校准完成后进行二次测试验证，确保设备达到最佳工作状态。



智能导盲帽语音播报测试

特色功能验证

语音播报测试

通过录制包含常用指令（如“查询天气”“打开导航”“识别前方文字”等）的标准语音样本，在不同分贝背景噪音环境下（30dB 安静环境、60dB 日常交谈环境、80dB 嘈杂街道环境）对智能导盲帽进行语音指令响应测试。记录每次指

令的响应时间及播报内容准确性，要求语音播报清晰无杂音，指令识别准确率达到 95%以上，响应时间控制在 1 秒以内，确保用户通过语音交互高效操控设备。

定位导航验证

在城市街道、室内商场、公园绿地等不同环境场景下，对智能导盲帽的卫星定位和地图导航功能进行实地验证。测试包括起点至终点的路径规划合理性、行进过程中的实时位置更新频率、转弯及路口等关键节点的语音提示准确性。在开阔室外环境，要求定位误差不超过 3 米，路径规划准确率达到 98%；在室内复杂环境，通过辅助定位技术确保导航连续性，保障用户在各类场景下的顺利出行。

远程导盲测试

1) 模拟视力残疾人独自出行至陌生交叉路口场景，启动智能导盲帽远程音视频协助功能，检查设备与远程协助端的连接稳定性、视频画面清晰度及音频传输流畅度，确保协助人员能清晰观察周围环境并提供准确指引。

2) 模拟障碍物密集区域通行场景，测试远程协助端对实时画面中障碍物的标注功能及语音指导同步性，验证用户能否根据远程指令安全规避障碍。

3) 模拟突发天气变化场景（如突降小雨），测试设备在外界环境干扰下远程导盲功能的稳定性，确保音视频连接不中断、关键信息传递准确无误。



智能导盲帽远程导盲测试

功能组合测试

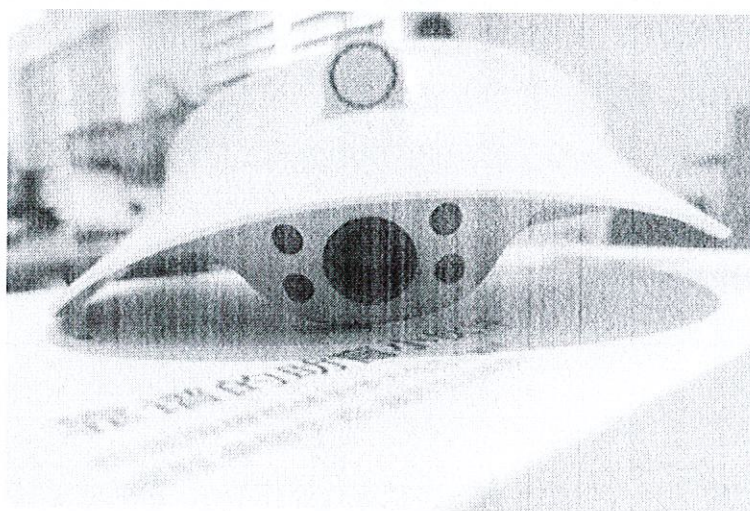
在模拟日常出行场景中，同时启用智能导盲帽的多项功能进行协同运行测试。例如，在开启卫星定位导航的同时，同步运行文字识别（识别路边指示牌）和探

障防撞提示功能，观察各功能模块之间是否存在运行冲突或性能干扰。测试过程中重点监测 CPU 占用率、内存使用情况及电池功耗变化，确保多功能并行时设备运行流畅，无卡顿、延迟或功能失效等现象，保障用户复杂场景下的综合使用体验。

安全评估执行

评估标准遵循

依据预先制定的《智能导盲帽安全评估标准》，从设备硬件安全、软件功能安全及用户使用安全三个维度进行全面检查评估。硬件安全方面，重点检查设备结构稳固性、电池防过充过放保护、充电接口安全性等；软件功能安全方面，验证紧急呼叫功能响应速度、数据加密传输可靠性、故障自动报警机制等；用户使用安全方面，评估佩戴舒适度、操作便捷性及误操作防护措施等。各项评估指标均需达到标准规定的合格阈值，确保设备安全性能符合使用要求。



智能导盲帽安全评估

使用者能力评估

1) 通过与使用者及其家属进行深度访谈，了解使用者的视力障碍程度、日常出行习惯、既往辅助设备使用经验及对智能设备的接受程度，形成初步能力评估报告。

2) 观察使用者在模拟环境下对智能导盲帽基本操作（如开关机、功能切换、语音指令发出）的掌握情况，评估其动手能力及学习能力。

3) 设置不同难度等级的出行任务（如室内定向、短距离室外行走、复杂路口通行），测试使用者在设备辅助下的独立完成能力，综合评价其安全出行的实际操作水平。

风险因素识别

对智能导盲帽在实际使用过程中可能存在的安全风险进行系统性识别与分析。硬件方面，考虑电池续航不足导致中途断电、传感器故障引发探障失效等风险；软件方面，关注定位信号丢失、远程协助连接中断、语音识别错误等潜在问题；环境方面，评估恶劣天气（暴雨、强光）、复杂地形（凹凸路面）对设备性能的影响。针对每项识别出的风险因素，制定相应的防范措施，如备用电源方案、多传感器冗余设计、环境适应性算法优化等，降低风险发生概率。

评估报告提交

将安全评估过程中收集的各项数据、测试结果及风险分析情况进行整理汇总，编制成《智能导盲帽安全评估报告》。报告内容包括评估目的、评估范围、评估方法、各项指标测试数据、使用者能力评估结果、风险识别与防范措施建议等。报告需经技术负责人审核确认后，正式提交给相关部门备案，作为设备交付使用及后续安全管理的重要依据。

1.2.4.2 用户适应性培训安排

基础功能培训

操作方法演示

培训人员现场使用智能导盲帽实物进行操作演示，详细展示设备的开机流程（长按电源键 3 秒直至指示灯亮起）、关机步骤（同时按下电源键和音量减键 2 秒）及充电操作（使用专用充电器连接充电接口，观察充电指示灯状态变化）。演示过程中配合语音讲解，重点说明操作要点及注意事项，如充电时需使用原装充电器、开机前需确保设备电量充足等，让用户通过直观观察快速掌握基本操作方法。



智能导盲帽特色功能培训

功能讲解说明

1) 文字识别功能：用于识别书籍、标识牌等各类文本信息，使用时需将设备摄像头对准目标文字，保持 30-50 厘米距离，语音指令“开始识别”即可启动，识别结果将通过语音播报输出。

2) 探障防撞提示功能：通过传感器实时探测前方障碍物，当距离障碍物 1-3 米时发出语音预警，提醒用户注意避让，使用时需确保设备传感器无遮挡。

3) 卫星定位功能：自动接收卫星信号实现定位，配合地图导航可规划出行路线，定位精度受环境影响，室内或高楼密集区域可能略有偏差。

4) 紧急呼叫功能：长按设备侧面紧急呼叫键 3 秒即可触发，自动联系预设紧急联系人并发送定位信息，日常使用中需定期检查紧急联系人信息是否准确。

用户实践操作

在培训人员指导下，让用户亲自进行智能导盲帽的基本操作实践。从开机、关机开始，逐步过渡到充电操作、功能菜单切换、语音指令发送等。用户操作过程中，培训人员全程观察，对出现的错误操作（如按键时间不足、指令发音不标准等）及时给予纠正和指导，并耐心解答用户提出的疑问。通过反复练习，帮助用户熟悉设备操作逻辑，提高操作熟练度，确保能够独立完成基本功能的使用。

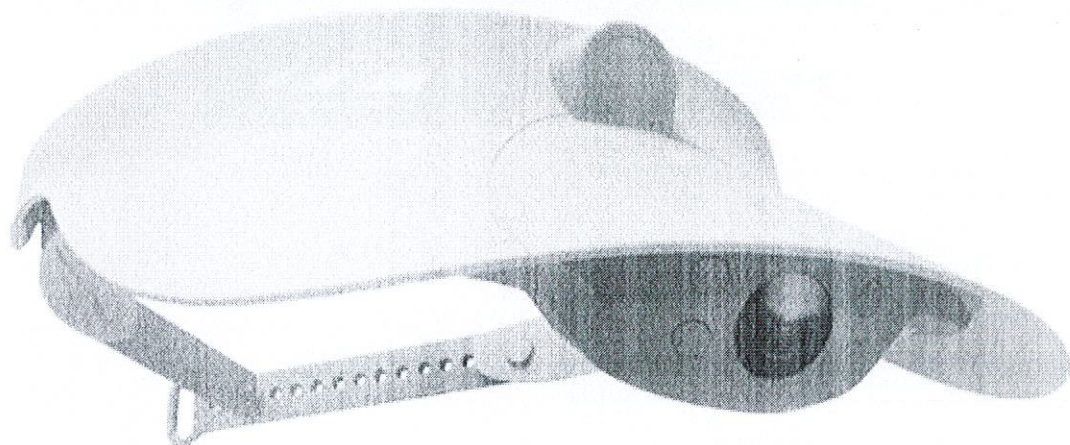
常见问题解答

1) 设备无法开机时，首先检查电池电量是否充足，若电量低则进行充电；若电量充足仍无法开机，尝试长按电源键 10 秒进行强制重启。

2) 文字识别不准确可能是由于光线不足或目标文字不清晰导致,可调整设备与文字的距离或改善光照条件,确保摄像头清晰对焦。

3) 语音指令无响应时,检查麦克风是否被遮挡,尝试提高音量或靠近麦克风重新发出指令,同时确认网络连接是否正常(部分功能需联网支持)。

4) 充电时指示灯不亮,检查充电器与设备连接是否牢固,更换充电器尝试,若问题依旧则可能是充电接口故障,需联系技术支持处理。



智能导盲帽基本性能调试

特色功能培训

定位导航培训

详细介绍智能导盲帽卫星定位和地图导航功能的使用场景,包括日常通勤、外出购物、就医等。讲解操作流程时,重点说明如何通过语音指令“设置目的地”启动导航,如何选择推荐路线或规避拥堵路线,以及行进过程中“前方左转”“即将到达目的地”等语音提示的含义。指导用户练习目的地搜索、路线规划及导航状态切换等操作,确保用户能够根据导航指引顺利到达目标地点,提升独立出行能力。

远程导盲教学

1) 连接远程设备:在设备主菜单中选择“远程协助”功能,通过语音指令“呼叫协助人员”或手动选择联系人列表中的预设协助人员,发起音视频连接请求,等待对方接受即可建立连接。

2) 与协助人员沟通: 连接建立后, 可通过设备麦克风与协助人员实时通话, 描述当前所处环境及需求, 协助人员通过设备摄像头观察周围情况并提供语音指导。

3) 结束协助连接: 出行任务完成或无需协助时, 通过语音指令“结束协助”或按下设备侧面结束键断开连接, 确保通话内容及视频信息安全关闭。

实际场景模拟

1) 室内场景模拟: 在培训场地设置模拟客厅、卧室、厨房等室内环境, 摆放家具、障碍物等, 让用户佩戴智能导盲帽进行室内行走, 练习使用探障防撞提示功能规避障碍, 同时尝试识别室内物品标签文字。

2) 街道场景模拟: 在室外安全区域模拟城市街道环境, 设置路口、斑马线、公交站牌等元素, 指导用户使用卫星定位导航功能规划路线, 在模拟红绿灯路口练习根据语音提示判断通行时机。

3) 商场场景模拟: 模拟商场内货架、指示牌、电梯等设施, 让用户实践文字识别功能读取商品信息, 使用远程导盲功能向协助人员咨询商品位置, 提升复杂公共环境下的设备使用能力。

技巧与经验分享

分享智能导盲帽特色功能的实用使用技巧与经验, 帮助用户提升使用效率。例如, 在使用文字识别功能时, 保持设备稳定可提高识别准确率; 卫星定位信号弱时, 可尝试移动至开阔区域或靠近窗户位置; 远程导盲过程中, 清晰描述周围标志性物体(如“我在红色广告牌下”)能让协助人员更快速提供帮助。同时, 建议用户日常使用中记录功能使用心得, 定期与其他用户交流经验, 不断优化使用方法。

应急处理培训

故障处理方法

针对智能导盲帽常见故障, 培训用户掌握基本处理方法。当设备出现死机现象时, 长按电源键 10 秒进行强制重启; 若屏幕无显示但设备有声音, 检查屏幕亮度设置或尝试重启设备; 遇到传感器无响应情况, 检查传感器表面是否有遮挡物并清理干净, 若问题持续则切换至备用传感器模式。通过实际操作演示, 让用户熟悉故障排查流程, 能够独立处理简单故障, 减少对外部技术支持的依赖。

紧急情况应对

教导用户在遇到紧急情况时如何利用智能导盲帽相关功能有效寻求帮助。迷路时，启动卫星定位功能获取当前位置信息，通过“紧急呼叫”联系预设紧急联系人并发送定位；遭遇危险时，长按紧急呼叫键触发声光报警，同时自动向紧急联系人及附近求助平台发送求救信息；身体不适需要帮助时，使用语音指令“我需要帮助”启动一键求助功能，设备将播放预设求助语音并显示求助信息（如有屏幕）。通过情景模拟训练，强化用户应急反应能力。

安全风险防范

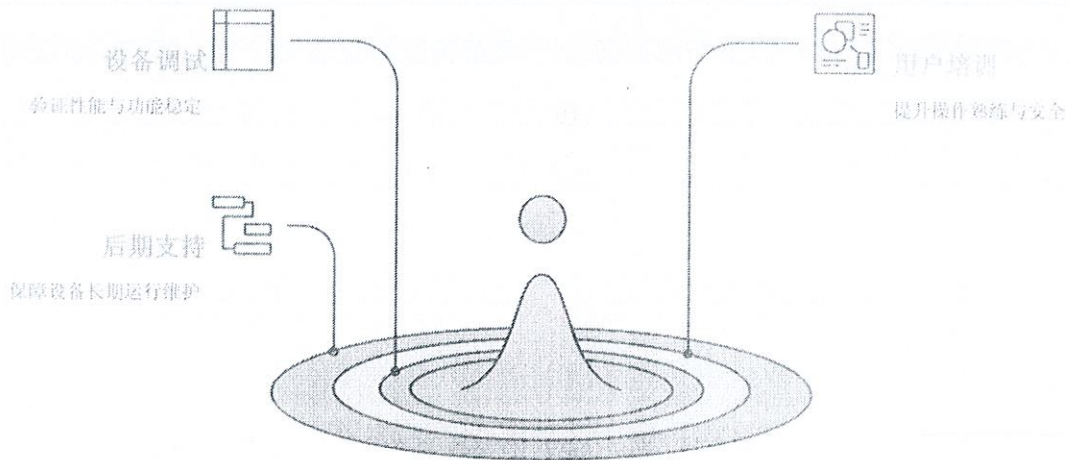
为确保用户使用智能导盲帽过程中的安全，制定以下安全风险防范措施：

风险类型	防范措施	注意事项
设备损坏 风险	日常使用时避免剧烈碰撞，不将设备放置 在高温、潮湿环境中	定期检查设备外壳及连接线 是否有破损
隐私泄露 风险	仅向信任人员开放远程协助权限，定期删 除设备内敏感数据	不随意连接公共 Wi-Fi 传输 个人信息
功能失效 风险	出行前检查设备电量及各项功能是否正 常，携带备用电源	恶劣天气（暴雨、雷电）尽量 减少室外使用
误操作风 险	熟悉各功能按键位置及操作逻辑，设置误 触防护（如按键锁定）	避免在行走过程中频繁操作 设备菜单

应急演练活动

组织用户参与智能导盲帽应急处理演练活动，模拟多种紧急场景下的设备使用。例如，模拟设备在行进中突然断电，指导用户取出备用电源并更换；模拟远程协助连接中断，练习切换至离线导航模式；模拟遭遇障碍物无法避让，训练使用紧急报警功能。演练过程中，培训人员记录用户的应急处理表现，针对薄弱环节进行重点指导，通过反复演练提升用户在实际紧急情况下的应对能力和心理素质。

智能导盲帽测试培训



1.2.4.3 后期运行支持机制

设备维护与保养

定期维护计划

- 1) 每周维护：检查设备外观是否有破损，清洁传感器及摄像头表面灰尘，测试电池充电及放电功能是否正常，确保基本功能运行良好。
- 2) 每月维护：对设备软件进行漏洞扫描及系统更新，校准探障传感器灵敏度，检查语音播报音量及清晰度，全面检测各项功能模块运行状态。
- 3) 每季度维护：联系技术人员进行专业检测，包括电池性能测试（续航能力是否达标）、卫星定位模块精度校准、内部元器件运行状态评估，及时发现潜在故障隐患。
- 4) 每年维护：进行设备全面拆机保养，更换老化部件（如麦克风、扬声器），升级核心硬件（如需要），确保设备长期稳定运行。

清洁保养方法

- 1) 外壳清洁：使用柔软的微湿布（蘸取少量清水或中性清洁剂）轻轻擦拭设备外壳，去除表面污渍，避免使用酒精、汽油等腐蚀性液体，防止外壳褪色或损坏。
- 2) 传感器清洁：使用专用镜头布或棉签轻轻擦拭传感器及摄像头镜片，清洁时避免用力按压，防止镜片刮花或位移，确保探测精度不受影响。

3) 充电接口清洁：定期检查充电接口是否有灰尘或异物，使用干燥的棉签轻轻清理接口内部，保持接口通畅，避免接触水或其他液体导致短路。

4) 存放保养：长期不使用设备时，应充满电后存放于干燥、通风、阴凉的环境中，避免阳光直射和重物挤压，每隔 1 个月开机一次并充电，防止电池亏电损坏。

部件检查更换

定期对智能导盲帽的关键部件进行检查，电池方面，观察充电时间是否延长、续航能力是否下降，若出现此类情况则需及时更换同型号原装电池；传感器方面，通过功能测试检查探测距离及灵敏度，发现异常时联系技术支持进行检修或更换；麦克风和扬声器方面，测试语音采集及播报质量，出现杂音或音量异常时进行部件更换。所有部件更换均使用原厂认证配件，确保设备性能匹配及使用安全，更换后进行全面功能测试验证。

维护记录管理

1) 建立设备维护档案：为每台智能导盲帽建立专属维护档案，记录设备型号、序列号、购买日期、交付日期等基本信息，便于全程跟踪设备生命周期。

2) 详细记录维护内容：每次进行维护保养时，准确记录维护时间、维护项目（如清洁、校准、部件更换等）、维护人员、发现的问题及处理结果，确保维护过程可追溯。

3) 定期汇总分析：每月对维护记录进行汇总分析，统计设备故障发生率、常见故障类型及部件更换频率，为优化维护计划和设备改进提供数据支持。

4) 档案保管与查阅：维护档案采用电子文档和纸质文档双重备份方式保管，设置查阅权限，方便技术人员和管理人员随时查阅设备维护历史，及时掌握设备运行状态。

软件升级服务

升级计划制定

根据智能导盲帽的技术发展趋势及用户反馈需求，制定科学合理的软件升级计划。每季度进行一次小版本升级，主要优化现有功能性能（如提升文字识别速度、优化导航算法）、修复已知软件漏洞；每半年进行一次大版本升级，增加新功能模块（如新增无障碍电影播放、技能课程学习等功能）、提升系统兼容性

稳定性。升级计划制定前充分调研用户需求，邀请技术专家进行可行性评估，确保升级内容符合用户实际使用需求。

信息通知方式

1) 设备推送通知：当有软件升级包发布时，智能导盲帽将通过语音播报及屏幕提示（如有屏幕）向用户推送升级通知，告知升级内容、所需时间及注意事项。

2) 短信通知：系统自动向用户预留的手机号码发送升级短信，包含升级版本信息、下载链接（如需手动下载）及技术支持联系方式，确保用户及时获取升级信息。

3) 邮件通知：向用户注册邮箱发送详细的升级说明邮件，包括升级功能介绍、操作步骤指南及常见问题解答，方便用户随时查阅。

4) 公众号/APP 通知：通过官方微信公众号或专属 APP 发布升级公告，用户可登录查看详细信息并进行升级预约，获取一对一升级指导服务。

升级协助服务

为确保用户顺利完成软件升级，提供全方位的升级协助服务。对于支持自动升级的设备，用户确认升级后系统将自动下载并安装升级包，过程中通过语音提示升级进度；对于需要手动操作的升级，用户可拨打技术支持热线，由技术人员通过电话指导完成下载、安装等步骤；对于操作困难的用户，可预约上门升级服务，技术人员现场协助完成升级及升级后功能测试。升级过程中如遇问题，技术支持团队将快速响应并提供解决方案，确保升级工作顺利完成。

升级效果评估

1) 功能测试评估：软件升级完成后，对新增功能和优化功能进行全面测试，验证功能是否达到设计要求，如新增的技能课程学习功能是否能正常播放课程视频、文字识别速度是否有明显提升等。

2) 性能指标评估：测试升级后设备的运行速度、内存占用率、电池功耗等性能指标，与升级前数据对比，确保系统性能未受负面影响，甚至有所优化。

3) 用户反馈收集：通过问卷调查、电话回访等方式收集用户对升级后软件的使用体验反馈，了解用户对新增功能的满意度及存在的问题和建议。

4) 问题整改优化：根据功能测试结果和用户反馈意见，对升级后存在的问题进行及时整改，发布补丁程序或在下一次升级中进行优化，持续提升软件质量和用户体验。

技术支持与反馈

技术支持热线

设立 7×24 小时智能导盲帽技术支持热线，配备专业的技术支持团队，团队成员均经过严格培训，熟悉设备各项功能及常见故障处理方法。用户拨打热线后，将由智能语音导航引导至对应服务模块，简单问题可由语音导航直接解答，复杂问题转接人工坐席，人工坐席在接听电话后 5 分钟内响应用户咨询，耐心解答技术问题、指导故障排查或提供后续处理方案，确保用户的问题能够得到及时、专业的解决。

故障报修处理

建立完善的智能导盲帽故障报修处理流程，用户可通过技术支持热线、官方 APP 或微信公众号提交故障报修信息，报修内容包括设备型号、故障现象、发生时间等。系统接收到报修信息后，自动生成报修工单并分配给对应区域技术人员，技术人员在 1 小时内联系用户了解详细情况，远程指导无法解决的故障将安排上门维修，一般故障 24 小时内修复，重大故障 48 小时内提供备用设备并完成修复，确保用户设备尽快恢复正常使用。

反馈收集渠道

1) 在线反馈表单：在官方网站及专属 APP 中设置用户反馈表单，用户可填写对设备功能、性能、使用体验等方面的意见和建议，表单支持文字描述及语音留言。

2) 用户座谈会：定期组织智能导盲帽用户座谈会，邀请不同使用场景、不同使用时长的用户代表参加，面对面交流使用心得及需求，收集改进建议。

3) 社交媒体互动：通过官方微信、微博等社交媒体平台与用户进行日常互动，关注用户在平台发布的使用评价及反馈信息，及时回复并记录有效建议。

4) 技术支持记录：技术支持团队在为用户提供服务过程中，详细记录用户提出的问题、需求及改进建议，定期汇总整理为反馈报告。

改进措施实施

根据用户反馈意见及产品优化需求，制定并实施相应的改进措施：

反馈类型	改进措施	实施方式	完成时限
功能优化需求	提升文字识别率、优化导航路线规划	通过软件升级更新算法	下季度升级版本
操作便捷性问题	简化语音指令逻辑、增加常用功能快捷键	调整软件交互界面设计	2 个月内
硬件性能反馈	增强电池续航能力、优化传感器灵敏度	研发改进型硬件部件	半年内
服务体验建议	缩短故障响应时间、增加上门培训服务	优化技术支持流程、扩充服务团队	1 个月内

1.2.5 电子助视器部署安排

1.2.5.1 设备参数配置计划

镜头参数配置

镜头规格设置

1) 电子助视器采用定制高端镜头，配置为 1080P30（看远）、720P60（看近），保障设备在不同距离下都能实现高清流畅显示，无卡顿、无拖影。

2) 利用专业级图像处理 DSP 和智能图像增强算法，真实还原色彩和细节，智能适应图像场景，使放大后的细节可再现。

视野景深调整

对镜头的视野和景深进行调整，确保其具备大视野大景深的特点，能够显示更多文字，保障连续完整阅读。通过优化光学结构设计，在保证成像清晰度的同时，扩大有效观察范围，减少阅读过程中的频繁移动，提升使用便利性。

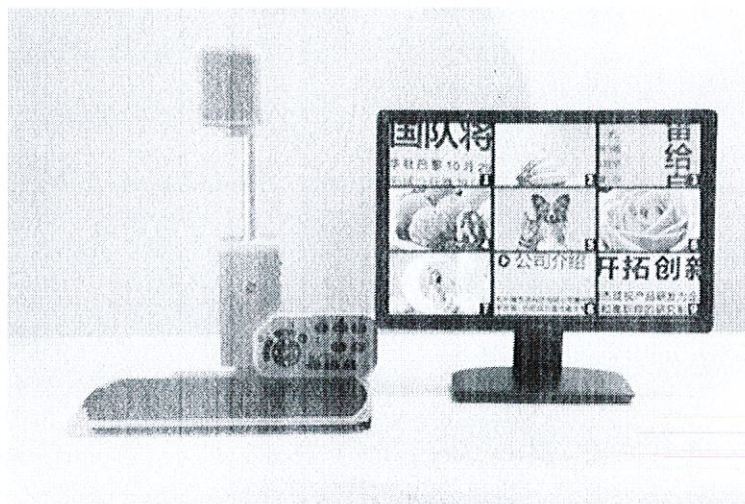
对焦功能设置

设置双自动对焦设计，实现从 5cm 至无穷远全程景深覆盖（可选），满足不同使用场景的对焦需求。该设计采用双 SONY 自动对焦模块，通过精准的算法控制，确保在近距离阅读书籍、文件与远距离观察景物时均能快速、准确对焦，提升设备的适应性和实用性。

屏幕参数设置

屏幕尺寸与分辨率

将屏幕尺寸设置为 ≥ 5.0 寸，具备防眩晕功能，分辨率 $\geq 800 \times 480$ ，图像传感器 ≥ 800 万，双 SONY 自动对焦，以提供清晰、舒适的视觉体验。防眩晕屏幕可有效减少光线反射，保护使用者视力，高分辨率与高像素图像传感器的搭配，确保显示内容细腻、逼真。



电子助视器屏幕参数设置

色彩模式配置

配置色彩模式 ≥ 26 种，开启色彩模式定制功能，可任意组合增强模式，实现个性化定制，还具备画面冻结功能，方便近距离观看。丰富的色彩模式能满足不同使用者对色彩感知的需求，定制功能则可根据具体使用场景进行优化，画面冻结功能便于对特定内容进行细致观察。

放大变焦设置

设置 2XXX-32XXX 无极放大和 2XXX 智慧变焦，使有效像素/清晰度提高 4 倍，满足不同的放大需求。无极放大可实现平滑的倍率调节，精准适配使用者的视力状况，智慧变焦技术在放大过程中能保持图像的清晰度和细节，提升放大观察效果。

功能参数调试

拍照回放功能调试

对拍照回放功能进行调试，确保设备能够正常拍照并回放图像，方便用户查看。调试过程中，将对拍照的清晰度、色彩还原度进行检测，同时验证回放操作的流畅性和便捷性，确保拍照后的图像能够准确、快速地呈现给用户。

图像平移功能测试

测试图像平移功能，保证图像能够在屏幕上平稳移动，满足用户对不同区域图像查看的需求。通过模拟不同的平移速度和方向，检测图像移动过程中的稳定性和准确性，确保无卡顿、无跳跃现象，提升用户操作体验。

语音控制提示校准

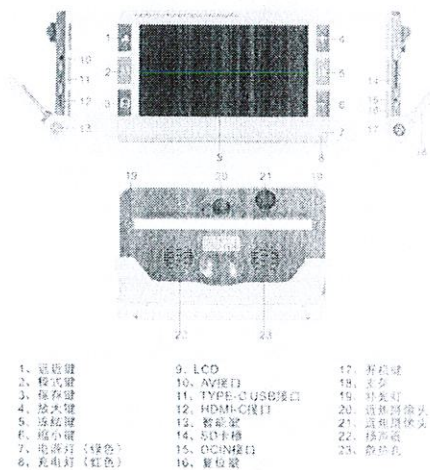
校准语音控制提示功能，使语音识别准确，提示清晰，方便用户通过语音操作设备。在校准过程中，会对不同语速、音量的语音指令进行识别测试，并优化提示音的音量和频率，确保用户能清晰获取操作反馈，提高语音控制的可靠性。

1.2.5.2 安装与调试流程

设备安装步骤

支架安装

按照折叠支架设计要求，将支架安装到设备上，使屏幕与桌面成 40 度夹角，确保阅读舒适、手写流畅。安装时需检查支架各连接部件是否牢固，调节角度是否精准，以保证使用过程中设备的稳定性和安全性，为用户提供良好的使用姿势。



电子助视器支架安装

手柄安装

1) 安装可旋转手柄，使其能够任意位置悬停，手持舒适，并根据用户左手或右手使用习惯，选择安装可拆卸手柄。

2) 安装过程中需确保手柄与设备主体连接紧密，旋转部件灵活无卡顿，以满足用户在不同使用场景下对手柄位置的调整需求。

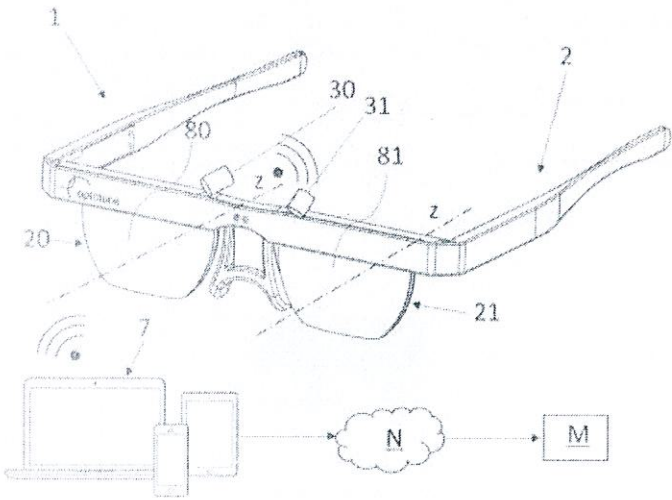
整体固定

对安装好的支架和手柄进行检查，确保连接牢固，整体设备固定稳定。检查内容包括支架的承重能力、手柄的旋转顺畅度以及各部件的螺丝紧固情况，通过晃动测试等方式验证设备在使用过程中不会出现松动或移位现象。

系统调试要点

图像显示调试

调试图像显示效果，确保图像清晰、色彩真实，无卡顿、拖影现象，满足设备的高清显示要求。调试时会分别测试不同放大倍数、不同色彩模式下的图像显示效果，对亮度、对比度等参数进行优化，以达到最佳的视觉呈现。



电子助视器系统调试

功能操作调试

对拍照回放、图像平移、语音控制提示等功能进行操作调试，保证各项功能正常运行。通过模拟用户的实际操作流程，逐一测试功能的响应速度和准确性，对发现的问题及时进行调整，确保用户能够顺利使用设备的各项功能。

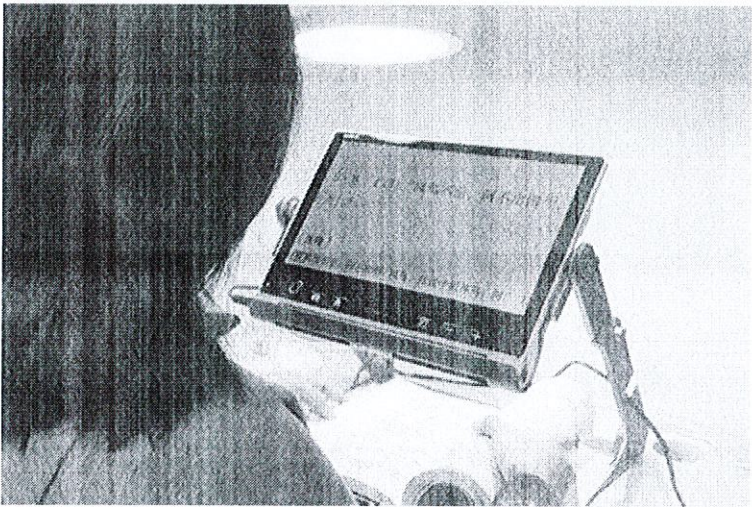
参数校准调整

校准设备的各项参数，如放大倍数、色彩模式等，使其符合预设的标准和用户需求。校准过程中会使用专业的测试工具和标准样本，对参数进行精确测量和调整，确保设备的性能指标达到设计要求，满足不同用户的个性化使用需求。

调试结果验收

功能完整性检查

检查设备的各项功能是否完整，包括拍照、回放、平移、语音控制等功能是否正常实现。通过逐项测试的方式，验证每个功能的操作流程是否顺畅，功能效果是否达到预期，确保设备能够为用户提供全面的辅助功能支持。



电子助视器调试结果验收

图像质量评估

评估项目	评估标准	评估方法
清晰度	图像无模糊、无重影，细节清晰可见	观察不同放大倍数下的文字和图像细节
色彩还原度	能够真实还原物体的原始颜色，无明显偏差	对比标准色卡和实际拍摄图像的颜色差异
放大效果	放大倍数准确，放大后图像无失真、无锯齿	测试不同放大倍数下的图像质量和稳定性

用户体验反馈

1) 收集用户对设备安装和调试后的体验反馈,包括操作便捷性、显示效果、功能实用性等方面的意见。

2) 根据反馈对设备进行进一步优化和调整,如调整按键布局、优化语音识别算法等,以提升用户的整体使用体验。



电子助视器放大效果评估

1.2.5.3 使用人员操作培训

基础操作讲解

开机与关机操作

向使用人员讲解电子助视器的开机和关机操作方法,使其能够正确开启和关闭设备。详细说明开机键和关机键的位置及操作方式,强调长按和短按的区别,以及设备在开机和关机过程中的注意事项,确保使用人员操作规范。

手柄使用方法

1) 介绍可旋转手柄和可拆卸手柄的使用方法,包括如何调整手柄位置、适应左右手使用习惯等。

2) 讲解手柄在不同使用场景下的作用,如手持移动观察、固定位置操作等,以及手柄悬停功能的使用技巧,帮助使用人员熟练掌握手柄的操作。

按键功能说明

说明凹文双色按键的功能,使使用人员了解每个按键的作用,能够通过按键进行基本操作。详细介绍电源键、放大缩小键、色彩模式切换键等常用按键的功能和操作方法,通过实际操作演示,加深使用人员对按键功能的理解和记忆。

功能使用培训

拍照与回放功能

功能模块	操作步骤	注意事项
拍照功能	1. 按下拍照按键；2. 对准拍摄目标；3. 保持设备稳定直至拍摄完成	拍摄时确保目标清晰，避免手抖影响拍摄质量
回放功能	1. 进入回放菜单；2. 选择需要查看的照片；3. 通过按键或语音指令进行放大、缩小、平移操作	回放过程中可对照片进行标记和删除，方便管理

图像放大与变焦

1) 讲解 2XXX-32XXX 无极放大和 2XXX 智慧变焦的使用方法，让使用人员能够根据需要调整图像的放大倍数。

2) 说明无极放大通过按键进行连续调节，智慧变焦可在放大过程中保持图像清晰度，指导使用人员根据观察对象的大小和细节需求选择合适的放大方式。

语音控制操作

1) 教授使用人员如何通过语音控制设备，如发出“拍照”“放大图像”“平移图像”等指令。

2) 说明语音控制的唤醒方式和指令规范，指导使用人员在安静环境下使用语音功能，提高语音识别的准确性，同时介绍常见语音指令的使用场景和操作效果。

维护与保养指导

设备清洁方法

指导使用人员正确清洁设备的方法，包括屏幕、镜头、手柄等部位的清洁，避免使用不当的清洁工具损坏设备。建议使用柔軟的微湿布擦拭屏幕和外壳，镜头需使用专用镜头布轻轻擦拭，清洁过程中避免液体进入设备内部。

电池保养注意事项

说明电池的保养注意事项，如充电时间、充电环境等，以延长电池的使用寿命。建议在设备电量低于 20% 时进行充电，充电过程中避免高温和潮湿环境，充满电后及时断开电源，避免长时间过度充电。

常见故障排除

介绍设备常见故障的排除方法，使使用人员在遇到简单故障时能够自行解决。如设备无法开机时检查电池电量和电源连接，图像模糊时清洁镜头和调整对焦，语音控制无响应时检查麦克风和网络连接等，帮助使用人员快速恢复设备正常运行。

1.2.5.4 设备运行状态监测

图像显示监测

清晰度监测

监测指标	监测频率	合格标准
文字清晰度	每日使用前	文字边缘锐利，无模糊、粘连现象
图像细节	每周一次	图像细节完整，无丢失、失真情况
静态画面稳定性	每月一次	静态画面无抖动、闪烁现象

色彩还原度检查

检查项目	检查方法	合格指标
标准色卡还原	对比拍摄的标准色卡图像与实物色卡	颜色偏差在可接受范围内，无明显色偏
自然场景色彩	拍摄自然景物并观察色彩表现	色彩自然、真实，符合人眼视觉习惯
色彩模式一致性	切换不同色彩模式检查颜色表现	各模式下色彩稳定，无突变、跳变现象

放大效果评估

评估内容	评估方式	评估标准
放大倍数准确性	使用标准刻度尺测量放大前后的图像尺寸	实际放大倍数与设定倍数误差在±5%以内
放大后清晰度	观察不同放大倍数下的图像细节	放大后图像无明显模糊、马赛克现象

放大操作流畅性	连续调节放大倍数，观察图像变化	放大过程平滑，无卡顿、闪烁现象
---------	-----------------	-----------------

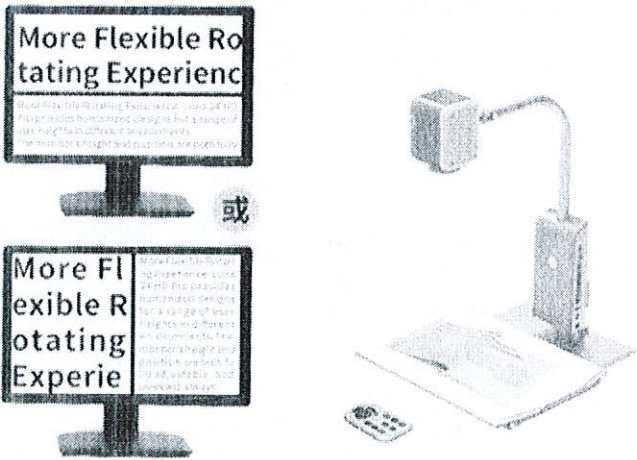
功能运行监测

拍照与回放功能检查

检查项目	检查频率	检查标准
拍照成功率	每日使用前	连续拍摄 10 张照片，成功率达到 100%
回放图像质量	每次拍照后	回放图像与拍摄时一致，无失真、损坏
存储容量状态	每周一次	剩余存储空间不低于总容量的 20%

图像平移功能测试

- 1) 测试图像平移功能，看图像是否能够平稳移动，无卡顿现象。
- 2) 分别测试水平方向和垂直方向的平移操作，检查平移速度是否均匀，图像边缘是否无撕裂，确保用户能够顺畅查看图像的不同区域。



电子助视器图像显示监测

语音控制响应监测

- 1) 监测语音控制的响应情况，确保语音指令能够被准确识别和执行。
- 2) 测试不同环境噪音下的语音识别率，以及常用指令的响应速度，要求在安静环境下识别率不低于 95%，响应时间不超过 2 秒，以保证语音控制的可靠性和实用性。

设备性能监测

电池电量监测

实时监测电池的电量，了解设备的续航情况，及时提醒使用人员充电。设备具备低电量提醒功能，当电量低于 20%时会发出提示音，同时在屏幕上显示电量信息，帮助使用人员合理安排使用时间，避免因电量不足影响使用。

运行温度监测

监测设备的运行温度，避免因温度过高影响设备的性能和寿命。设备内置温度传感器，当运行温度超过设定阈值时，会自动启动散热保护机制，确保设备在安全温度范围内运行，延长设备的使用寿命。

硬件稳定性评估

- 1) 评估设备硬件的稳定性，检查是否存在松动、异响等问题，确保设备正常运行。
- 2) 定期检查支架连接、手柄旋转部件、按键反馈等硬件部分，通过振动测试和长时间运行测试验证硬件的稳定性，及时发现并处理潜在的硬件故障隐患。

1.2.5.5 故障响应与处理机制

故障报告流程

故障发现与记录

- 1) 使用人员在发现设备故障后，应及时记录故障的现象、发生时间等信息，以便准确反馈给维修人员。
- 2) 记录内容包括故障出现时的操作步骤、屏幕显示信息、有无异常声音或气味等，为维修人员快速诊断故障提供依据。

报告渠道与方式

报告渠道	联系方式	响应时间
电话支持	400-XXX-XXX	工作时间内 15 分钟响应
在线客服	官方网站在线聊天窗口	24 小时内响应
邮件反馈	support@xxx.com	1 个工作日内响应

信息准确性要求

要求使用人员提供准确的故障信息，包括设备型号、故障表现等，以便维修人员快速定位故障。使用人员在报告故障时，应详细描述故障发生的过程和具体现象，避免模糊不清的表述，提高故障处理的效率和准确性。

故障诊断方法

远程诊断技术

诊断方式	技术手段	诊断范围
远程数据采集	通过网络获取设备运行日志和参数	软件故障、参数异常、性能指标偏离
远程控制调试	远程访问设备控制系统进行操作测试	功能响应异常、操作流程故障
图像传输分析	实时传输设备显示图像进行质量评估	图像显示故障、色彩偏差问题

现场检查流程

对于无法通过远程诊断解决的故障，安排维修人员到现场进行检查，按照一定的流程对设备进行全面检测。现场检查包括外观检查、硬件连接检查、功能模块测试、参数校准等步骤，通过逐步排查确定故障点，为后续维修提供准确依据。

故障原因分析

根据远程诊断和现场检查的结果，分析故障产生的原因，确定维修方案。故障原因分析需结合设备的工作原理、使用环境和历史故障记录，从硬件故障、软件故障、操作不当等方面进行综合判断，确保维修方案的针对性和有效性。

维修处理措施

零部件更换流程

- 1) 如果故障是由零部件损坏引起的，按照规定的流程进行零部件更换，确保更换的零部件质量合格。
- 2) 零部件更换流程包括申请更换、零部件领取、更换操作、功能测试等环节，更换过程中需遵守设备拆装规范，使用原厂配件，更换后进行全面的功能测试，确保设备恢复正常运行。

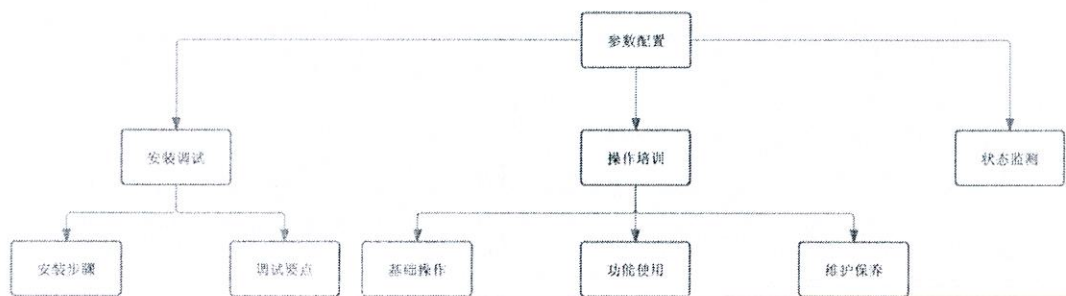
软件升级修复

对于软件故障，通过软件升级的方式进行修复，确保设备的软件系统稳定运行。软件升级前会对设备当前软件版本进行备份，升级过程中严格按照升级指南操作，升级完成后进行功能验证和兼容性测试，确保升级后的软件系统正常工作。

维修后测试验收

1) 维修完成后，对设备进行全面测试，确保故障已排除，设备各项功能正常，然后进行验收。

2) 测试内容包括图像显示、功能操作、性能指标等方面，测试合格后由使用人员签字确认验收，同时提供维修记录和保修说明，保障用户的权益。



1.2.6 养老服务机器人实施计划

1.2.6.1 设备功能适配性验证

功能完整性检查

跌倒预警功能验证

模拟长者意外摔倒的场景，机器人需在巡逻过程中自动识别并预警至客户端（家属端）和值班中心，同步上传至手机客户端和PC端后台。预警信息需包含准确的摔倒位置、时间戳及现场状态描述，确保相关人员能快速定位并响应。通过连续20次不同角度、不同光线条件下的模拟测试，验证预警触发的准确性与稳定性，单次识别响应时间需控制在3秒内，误报率不高于1%。

在验证过程中，同步检查机器人摔倒识别算法对复杂环境的适应性，包括长者卧床翻身、座椅起身等易混淆动作的区分能力。测试完成后生成详细的功能验证报告，记录每次测试的触发时间、预警内容及系统响应状态，确保功能符合设计标准且具备实际应用可靠性。



跌倒预警功能验证

自主寻人功能验证

1) 在养老服务场所的不同室内环境中设置长者目标, 包括单人房间、公共活动区、走廊拐角等场景, 机器人需基于视觉识别与路径规划算法自主完成寻人任务, 定位准确率需达到 95% 以上, 平均寻人耗时不超过 2 分钟。

2) 验证过程中检查机器人移动路径的合理性, 需优先选择无障碍通道, 遇到障碍物时能通过激光雷达与视觉传感器融合技术实现动态避障, 避障响应距离不小于 0.5 米, 转向半径不大于 0.8 米, 确保在狭窄通道 (宽度 ≥ 1.2 米) 内也能灵活通行。

3) 在人员密集 (5 人以上同时活动)、物品临时堆放等复杂环境下, 机器人需通过多目标识别与行为预测技术持续追踪目标长者, 避免因遮挡或干扰丢失目标, 连续追踪稳定性需维持 10 分钟以上, 满足实际养老场景中的寻人需求。

安全提醒功能验证

1) 设置电器未关闭、窗户未锁闭、地面湿滑等典型安全隐患场景, 机器人需通过环境传感器与图像识别技术实时检测异常状态, 并在发现隐患后 15 秒内发出语音提醒, 提醒内容需简洁明确, 音量可调节范围为 50-80 分贝, 确保长者在 3 米范围内能清晰辨识。

2) 针对不同类型的安全隐患, 验证提醒信息的准确性与差异化, 例如电器类隐患需提示“请注意, 厨房烤箱电源未关闭”, 环境类隐患需提示“走廊地面有水渍, 请注意防滑”, 避免模糊表述导致长者误解。

3) 测试提醒功能的多模态输出能力,除语音提醒外,同步在机器人屏幕显示图文提示,并向值班中心发送隐患类型与位置信息,形成“现场提醒+后台预警”的双重保障机制,确保安全隐患得到及时处理。

性能指标测试

运动性能测试

在标准室内场地中,机器人直线移动速度需达到 0.6-1.2 米/秒,且支持三档可调,以适应不同场景下的移动需求;转弯半径需控制在 0.5 米以内,确保在 90 度直角拐角处能一次性转向通过,无需多次调整。测试在瓷砖、木地板、地毯三种常见地面材质上进行,连续运行 30 分钟,记录机器人的速度波动幅度不超过 ± 0.1 米/秒,无打滑或卡顿现象。

针对养老场所常见的狭窄通道(宽度 1.2-1.5 米)和低矮障碍物(高度 5-15 厘米),测试机器人的通行能力。要求在通道内连续往返 5 次,平均通行时间不超过 30 秒,且能成功跨越高度不超过 10 厘米的门槛或地垫,底盘最小离地间隙需 ≥ 5 厘米,避免因地面凸起导致设备损坏。

语音交互性能测试

通过模拟不同年龄段长者的语音特征(语速 0.8-1.5 字/秒、音量 40-70 分贝),录制 200 条常用指令(如“播放天气预报”“呼叫值班中心”“设置明天早上 7 点提醒吃药”),测试机器人语音识别准确率需达到 92%以上,其中核心功能指令识别准确率不低于 95%。针对方言口音(如普通话夹杂粤语、川语词汇)的识别容错率需 $\geq 85\%$,满足多样化用户需求。

语音合成质量需通过清晰度、自然度、情感适配性三项指标评估:清晰度要求音节识别准确率 $\geq 98\%$,无模糊发音;自然度需达到真人语音语调起伏效果,句间停顿时间 0.2-0.5 秒;情感适配性要求在提醒、问候、紧急预警等场景下自动匹配相应语气(如提醒时温和、预警时急促)。在 60 分贝背景噪音(模拟多人交谈环境)下,语音交互功能需保持正常响应,识别延迟不超过 1.5 秒。

续航能力测试

在标准工作模式下(包含每小时 2 次巡逻、5 次语音交互、1 次数据上传),机器人从满电状态运行至电量剩余 5%时,续航时间需大于 8 小时,满足养老机

构单目（8:00-18:00）的服务需求。低电量提醒阈值设置为 20%，触发提醒后需支持继续运行 1 小时，确保有充足时间返回充电桩。

自动回充功能测试包括定位精度与对接成功率两项指标：定位精度要求机器人在距离充电桩 3 米范围内能准确识别充电基座，导航误差不超过 ± 10 厘米；对接成功率需达到 100%，从启动回充到完成对接的时间不超过 2 分钟。充电效率测试中，从 5%电量充至满电时长应不大于 3 小时，充电过程中设备无异常发热（表面温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ），保障使用安全性。

环境适应性评估

温度适应性评估

1) 在低温环境（ 5°C - 15°C ，模拟冬季无暖气房间）中，机器人需连续运行 4 小时，各项功能（运动控制、语音交互、传感器检测）无异常，电池容量衰减率不超过 10%，屏幕无结霜或显示异常现象。

2) 在高温环境（ 25°C - 35°C ，模拟夏季空调失效房间）中，连续运行 4 小时，CPU 温度需控制在 70°C 以内，风扇噪音不超过 55 分贝，锂电池充放电效率保持正常水平，无保护机制误触发导致的功能中断。

3) 在温度快速变化场景（ 10°C → 30°C ，升温速率 $5^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ ）中，设备需通过温循测试，材料无变形开裂，电子元件接触良好，确保在季节交替或空调开关频繁的环境中仍能稳定工作。

湿度适应性评估

1) 在潮湿环境（相对湿度 60%-80%，模拟卫生间附近区域）中，机器人需连续运行 8 小时，外壳防护等级达到 IP44 标准，内部电路板无凝露现象，金属部件（如轮轴、接口）经 24 小时盐雾测试无锈蚀，确保长期使用的耐久性。

2) 在干燥环境（相对湿度 20%-30%，模拟空调长时间运行房间）中，设备需通过静电防护测试，接触放电电压 $\geq 6\text{kV}$ ，空气放电电压 $\geq 15\text{kV}$ ，避免因静电积累导致传感器误报或控制模块故障，保障电子系统稳定性。

3) 在湿度交替变化场景（40%→70%→40%，每 4 小时循环一次）中，连续测试 3 个循环，机器人各项功能无异常，数据传输模块（Wi-Fi、蓝牙）信号强度波动不超过 $\pm 10\%$ ，确保在不同湿度环境下的通信可靠性。

噪音适应性评估

1) 在 40 分贝环境噪音（模拟日常交谈声）中，机器人语音识别准确率需保持在 90%以上，语音合成音量可自动调节至环境噪音+15 分贝，确保交互清晰；在 60 分贝环境噪音（模拟多人活动区域）中，核心指令（如“紧急呼叫”“停止运行”）识别准确率不低于 85%，通过麦克风阵列定向拾音技术降低背景干扰。

2) 在突发高噪音场景（80 分贝，持续 10 秒，模拟物体掉落声）中，机器人需具备噪音抑制功能，避免误触发语音指令，且高噪音结束后 3 秒内恢复正常交互状态，不出现系统卡顿或功能中断。

3) 评估噪音环境对非语音功能的影响，包括跌倒预警的图像识别准确率（需保持 $\geq 95\%$ ）、自主寻人的路径规划精度（误差 ≤ 0.3 米）、传感器数据采集稳定性（如温湿度检测误差 $\leq \pm 2\%$ ），确保整体性能不受噪音干扰。

1.2.6.2 现场部署与调试流程

场地勘察与规划

场地布局分析

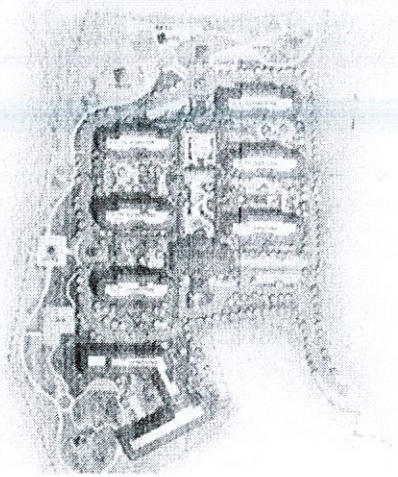
对养老服务场所进行实地测绘，采集各楼层平面图数据，包括房间尺寸（精确至 ± 5 厘米）、通道宽度、门体开启方向与尺寸、电梯轿厢规格等基础信息，使用 CAD 软件绘制 1:100 比例的场地布局图。重点标注长者卧室、卫生间、餐厅、活动室等核心区域的位置分布，以及消防通道、紧急出口的具体位置，为机器人路径规划提供基础数据。

分析场地内的静态障碍物（如固定家具、墙体凸起、台阶）和动态障碍物（如轮椅、临时堆放物品）分布特征，评估对机器人移动的影响。针对宽度 < 1.2 米的通道、坡度 $> 5^\circ$ 的地面、高度 > 10 厘米的门槛等潜在通行障碍，制定改造建议或备选路径方案，确保机器人能覆盖 95%以上的服务区域。

结合长者活动规律（如晨间在餐厅、午后在活动室），规划机器人的动态服务区域优先级，在布局图中标注高频服务点（如护理站、康复室）和重点监护区域（如卫生间、浴室），优化机器人的巡逻路线和停留时间，提升服务响应效率。

图 总平面图

养老机器人服务基地总平面图									
名称	养老机器人服务基地	比例	1:500	日期	2023.10	设计	张三	审核	李四
建设单位	XX市养老服务中心	设计单位	XX建筑设计院	监理单位	XX工程监理	施工单位	XX建设工程有限公司	监理单位	XX工程监理
工程名称	养老机器人服务基地	工程地点	XX市XX区XX路	工程规模	占地面积 10000m ² , 建筑面积 5000m ²	工程内容	土建、给排水、电气、暖通、智能化	工程投资	1000万元
设计依据	《养老机器人服务基地设计规范》	《建筑设计防火规范》	《民用建筑设计通则》	《无障碍设计规范》	《老年人照料设施建筑设计标准》	《养老机器人服务基地设计规范》	《养老机器人服务基地设计规范》	《养老机器人服务基地设计规范》	《养老机器人服务基地设计规范》
设计范围	基地内所有建筑及室外工程	设计深度	初步设计	设计阶段	初步设计	设计阶段	初步设计	设计阶段	初步设计
设计内容	建筑、结构、给排水、电气、暖通、智能化	设计内容	建筑、结构、给排水、电气、暖通、智能化	设计内容	建筑、结构、给排水、电气、暖通、智能化	设计内容	建筑、结构、给排水、电气、暖通、智能化	设计内容	建筑、结构、给排水、电气、暖通、智能化
设计说明	本设计为养老机器人服务基地初步设计，主要内容包括：基地内所有建筑及室外工程。设计依据国家现行规范和标准，结合基地实际情况进行设计。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。	设计说明	本设计为养老机器人服务基地初步设计，主要内容包括：基地内所有建筑及室外工程。设计依据国家现行规范和标准，结合基地实际情况进行设计。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。	设计说明	本设计为养老机器人服务基地初步设计，主要内容包括：基地内所有建筑及室外工程。设计依据国家现行规范和标准，结合基地实际情况进行设计。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。	设计说明	本设计为养老机器人服务基地初步设计，主要内容包括：基地内所有建筑及室外工程。设计依据国家现行规范和标准，结合基地实际情况进行设计。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。	设计说明	本设计为养老机器人服务基地初步设计，主要内容包括：基地内所有建筑及室外工程。设计依据国家现行规范和标准，结合基地实际情况进行设计。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。设计过程中，充分考虑了基地的地理位置、周边环境、交通条件等因素，力求做到设计合理、经济、美观。



场地勘察与规划

充电设施规划

1) 根据机器人续航能力 (≥ 8 小时) 和充电时间 (≤ 3 小时), 结合场地布局合理设置充电桩数量, 每台机器人配备 1 个专用充电桩, 安装位置选择在机器人巡逻路线的中点或终点附近, 确保低电量时能快速返回充电, 减少无效移动距离。

2) 充电桩安装需满足以下条件: 地面平整且承重 $\geq 50\text{kg}$, 周边 1.5 米范围内无障碍物, 电源插座为 AC220V/10A 专用回路, 具备漏电保护功能, 安装高度 (充电接口中心距地) 0.7-0.8 米, 便于机器人对接。同时, 充电桩需做好防水防尘处理 (防护等级 IP54), 适应养老场所的使用环境。

3) 在场地布局图中标注充电桩的具体位置, 并制定充电管理策略, 包括低谷时段自动充电 (如夜间 22:00-次日 6:00)、高峰期优先保障服务等, 通过后台系统远程监控充电桩状态, 确保供电稳定可靠, 避免因电力故障影响机器人运行。

网络环境评估

采用专业网络测试工具对场地内 Wi-Fi 信号强度进行全覆盖检测, 测试点间距不超过 5 米, 记录各区域的信号分贝值 (要求 $\geq -75\text{dBm}$)、带宽 (上传 $\geq 2\text{Mbps}$, 下载 $\geq 5\text{Mbps}$) 和丢包率 ($\leq 1\%$)。针对信号弱区域 (如卫生间、走廊尽头), 制定 AP 点位增补方案, 确保机器人在所有服务区域内网络连接稳定, 无断连现象。

评估网络带宽对机器人功能的支撑能力，包括视频通话（720P 分辨率下码率需 $\geq 1\text{Mbps}$ ）、图像上传（单张照片 ≤ 2 秒）、远程控制（指令延迟 $\leq 300\text{ms}$ ）等关键应用场景。通过模拟多台设备同时在线（如 10 台机器人+20 台客户端）的压力测试，验证网络带宽的冗余量，确保高峰期数据传输不受影响。

对网络安全性进行评估，包括防火墙配置、数据加密传输（采用 WPA2-Enterprise 认证和 AES-256 加密）、访问权限控制等，防止机器人数据被非法获取或篡改。制定网络故障应急预案，当主网络中断时，机器人可自动切换至备用 4G 网络（需提前配置物联网 SIM 卡），保障紧急预警功能的持续可用。

设备安装与连接

机器人安装调试

1) 将机器人放置在预定安装位置，使用水平仪调整机身垂直度（误差 $\leq 0.5^\circ$ ），确保运行时无倾斜或晃动；检查底盘固定螺丝（扭矩 $8\text{--}10\text{N}\cdot\text{m}$ ）和轮组安装情况，转动轮组无卡滞现象，轮距偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，保障移动稳定性。

2) 对机器人各部件进行功能检查：激光雷达扫描角度 360° 无死角，测距精度 $\pm 3\text{cm}$ ；摄像头图像采集清晰无畸变，夜视功能在光照 $< 5\text{lux}$ 时可正常识别人形；麦克风阵列拾音范围 360° ，有效距离 $0.5\text{--}5$ 米；扬声器音质清晰，无杂音或破音。

3) 进行初步参数配置，包括系统语言（简体中文）、时间同步（NTP 服务器校准）、网络接入（Wi-Fi/有线双模式）、设备编号（唯一识别码）等基础信息；通过后台管理系统完成机器人注册，确保能被远程监控平台识别和管理，注册响应时间 ≤ 10 秒。

设备连接检查

连接机器人专用电源适配器（输入 AC220V，输出 DC24V/5A），检查电源指示灯显示正常（绿色常亮），开机后电池图标显示电量 $\geq 95\%$ ，确认供电系统工作正常。通过网络诊断工具测试有线（RJ45 接口）和无线（Wi-Fi 802.11ac）两种连接方式，切换时间 ≤ 3 秒，网络延迟 $\leq 50\text{ms}$ ，确保通信链路稳定可靠。

测试机器人与周边智能设备的互联互通功能，包括与智能床垫（心率、呼吸监测）、SOS 拉绳、智能门磁等设备的协议对接（支持 Modbus、MQTT 标准协议），

触发 SOS 拉绳后，机器人需在 10 秒内收到报警信号并前往现场，联动智能门磁自动开启卧室门，响应准确率需达到 100%。

检查数据传输链路的完整性，包括机器人→边缘网关→云平台→客户端的数据流向是否通畅，测试关键数据（如跌倒预警信息、巡逻照片、设备状态）的上传成功率 $\geq 99\%$ ，传输延迟 ≤ 5 秒，确保管理人员能通过手机客户端或 PC 端实时获取机器人运行数据，无信息丢失或延迟现象。

数据交互测试

模拟长者触发 SOS 拉绳的紧急场景，验证机器人接收报警信号后的响应流程：10 秒内启动前往报警地点，途中自动规划最优路径，避开障碍物；到达现场后 5 秒内拍摄环境照片并上传至管理平台，同时拨打值班中心电话，语音播报“XXX 号房间发生紧急求助，请立即处理”，整个过程响应时间 ≤ 30 秒，确保紧急情况得到快速处置。

测试机器人与家属端的视频通话功能，发起通话后连接建立时间 ≤ 8 秒，视频画面分辨率 $\geq 720P$ ，帧率 $\geq 25fps$ ，无卡顿或花屏现象；双向语音清晰，回声消除效果良好，确保长者与家属能顺畅沟通。通话过程中支持切换摄像头角度（水平 $\pm 120^\circ$ ，垂直 $-30^\circ \sim +60^\circ$ ），满足不同视角需求。

验证机器人与管理平台的数据同步功能，包括实时状态（在线/离线、电量、位置）、历史记录（巡逻轨迹、报警事件、交互日志）、统计报表（每日服务次数、预警处理率）等数据的准确性和完整性。平台数据更新频率 ≤ 1 分钟，历史数据存储时间 ≥ 1 年，支持按时间、事件类型等条件查询导出，为运营管理提供数据支持。

系统调试与优化

软件功能调试

1) 逐项测试机器人的核心软件功能，包括跌倒预警（识别准确率 $\geq 95\%$ ）、定时巡逻（时间误差 ≤ 1 分钟）、语音交互（指令识别准确率 $\geq 92\%$ ）、视频通话（连接成功率 100%）、提醒助手（按时触发率 100%）等，确保各项功能符合设计要求，无逻辑错误或功能缺失。

2) 检查软件界面的显示效果，主界面图标尺寸 $\geq 50 \times 50$ 像素，文字字号 $\geq 16pt$ ，颜色对比度 $\geq 4.5:1$ ，符合老年人生理特征；操作流程需简洁直观，常

用功能点击次数 ≤ 3 次即可完成，避免复杂操作步骤；界面切换流畅无卡顿（帧率 $\geq 30\text{fps}$ ），动画过渡自然不突兀。

3) 验证软件自动更新功能，设置测试版本更新包，机器人需在空闲时段（如凌晨 2:00-4:00）自动下载并安装，更新过程不影响正常服务，更新完成后自动重启并恢复所有配置数据，确保功能迭代的便捷性和安全性，避免手动升级带来的操作风险。

参数优化调整

1) 根据场地实际环境调整运动参数：在瓷砖地面将移动速度设置为 0.8 米/秒，木地板调整为 0.6 米/秒，地毯环境降至 0.5 米/秒，确保不同地面的行走稳定性；转弯速度统一设置为 0.3 米/秒，转弯角度精度控制在 $\pm 2^\circ$ ，避免因速度过快导致侧翻风险。

2) 针对长者使用习惯优化语音参数：语音识别灵敏度设为中高等级（适应轻声说话），响应等待时间延长至 3 秒（适应语速较慢的长者），语音合成音量默认 70 分贝（可 ± 20 分贝调节），语调设为温和模式，避免尖锐或急促的语音刺激长者情绪。

3) 根据服务需求调整提醒参数：日常提醒（如吃药、用餐）提前 15 分钟触发，紧急提醒（如低电量、故障）立即触发并重复 3 次；提醒方式组合语音、灯光（蓝色闪烁）和屏幕文字三种形式，确保听力或视力不佳的长者也能感知提醒内容，提升提醒有效性。

系统稳定性测试

进行 72 小时连续满负荷运行测试，模拟日常服务场景（每小时巡逻 3 次、语音交互 10 次、数据上传 5 次、视频通话 2 次），记录系统各项性能指标：CPU 平均使用率 $\leq 60\%$ ，内存占用率 $\leq 70\%$ ，磁盘读写速度稳定（ $\geq 50\text{MB/s}$ ），无内存泄漏或资源耗尽现象。测试期间机器人需保持功能正常，无死机、重启或自动退出服务的情况。

实施多任务并发压力测试，同时触发跌倒预警、视频通话、远程控制三项高负载功能，验证系统响应能力：跌倒预警识别延迟 ≤ 2 秒，视频通话画面无卡顿（帧率 $\geq 20\text{fps}$ ），远程控制指令响应 $\leq 300\text{ms}$ ，三项功能并行运行时 CPU 峰值使

用率 $\leq 85\%$ ，确保在复杂场景下系统仍能稳定工作，不出现功能相互干扰或性能下降。

测试结束后生成系统稳定性报告，统计平均无故障运行时间（MTBF）需 ≥ 500 小时，故障恢复时间（MTTR） ≤ 30 分钟，各项指标达到养老服务机器人的行业标准，为后续正式运行提供可靠的性能保障。

1.2.6.3 用户培训与使用指导

培训需求分析

用户群体分类

将养老服务机器人的用户明确划分为管理人员、护理人员和长者三类核心群体。管理人员主要负责机器人的系统配置、运行监控和数据管理，需掌握后台管理平台的操作方法及设备调度策略；护理人员侧重使用机器人辅助日常照护工作，如协助康复训练、异常情况处理等，需熟悉机器人的实体操作和功能调用；长者作为直接服务对象，主要使用语音交互、娱乐陪伴、紧急呼叫等基础功能，对操作简便性和交互友好性要求较高。

分析不同用户群体的特征差异：管理人员通常具备一定的信息化基础，但需理解机器人的技术原理与管理逻辑；护理人员工作繁忙，培训需注重实操性和效率，快速掌握关键功能；长者普遍对新技术接受度较低，学习过程需循序渐进，避免复杂操作。针对这些特点，需设计差异化的培训内容和教学方法，确保各类用户均能有效掌握所需技能。

结合养老服务场景的特殊性，考虑部分用户可能存在视力下降、听力减退、记忆力衰退等生理特征，在培训内容设计中需融入适老化考量，如使用大字体教材、配备语音讲解、增加重复练习环节等，帮助特殊用户群体克服学习障碍，提升培训效果和用户满意度。

培训需求调研

通过问卷调查和一对一访谈相结合的方式开展培训需求调研。问卷设计涵盖用户对机器人功能的了解程度（如是否知道跌倒预警、语音交互等功能）、期望掌握的操作技能（如日常操作、故障排除、数据查看等）、偏好的培训方式（如现场演示、视频教学、手册自学等）以及预计的培训时长等内容，共发放问卷100份，回收有效问卷 ≥ 90 份，确保样本具有代表性。

针对管理人员、护理人员和长者分别进行访谈，深入了解其实际工作需求和使用痛点。管理人员关注机器人如何提升管理效率，如数据统计分析、多设备协同调度等；护理人员希望机器人能减轻工作负担，如自动巡逻、异常预警等；长者则更在意机器人的陪伴功能和使用便捷性。访谈过程中详细记录用户提出的问题和建议，作为培训重点内容的依据。

对调研数据进行汇总分析，识别培训需求的共性与差异。共性需求包括机器人基本功能介绍、安全使用规范等；差异需求如管理人员需额外培训系统管理功能，护理人员需重点掌握紧急情况处理流程，长者则侧重基础操作指导。根据分析结果调整培训方案，确保培训内容紧密贴合用户实际需求，避免不必要的内容浪费培训资源。

培训目标设定

1) 管理人员培训目标：培训结束后，管理人员需能独立完成机器人的系统配置（包括网络设置、巡逻路线规划、参数调整等），熟练操作后台管理平台进行设备监控（实时查看 10 台以上机器人状态）、数据统计（生成日报/周报/月报）和故障诊断（识别 80% 以上的常见故障），考核通过率需达到 100%，确保具备全面的管理能力。

2) 护理人员培训目标：护理人员需掌握机器人的日常操作（如启动/关闭、充电对接、模式切换）、紧急情况处理（如接收跌倒预警后 5 分钟内到达现场并处置）、基础故障排除（如网络连接异常、语音无响应等简单问题修复），实操考核合格率 $\geq 95\%$ ，确保能独立使用机器人辅助完成护理工作。

3) 长者培训目标：长者需学会使用语音指令（掌握至少 10 条常用指令，如“播放音乐”“呼叫子女”“今天天气怎么样”）和屏幕触摸（完成简单功能选择），能独立触发紧急呼叫功能，培训后 3 天内使用熟练度 $\geq 80\%$ ，提升自主使用机器人的信心和能力，减少对他人的依赖。

培训内容设计

管理人员培训内容

系统管理模块培训涵盖用户权限配置（创建不同角色账号并分配权限）、设备注册与绑定（单台设备注册时间 ≤ 5 分钟）、固件升级管理（批量/单个升级操作及回滚机制）等功能，确保管理人员能对机器人进行全生命周期管理。通过

实际案例讲解多设备协同调度策略，如根据不同区域的服务需求动态调整机器人巡逻频次，提升整体服务效率。

数据应用培训包括运行数据监测（实时查看电量、位置、任务状态）、统计报表生成（服务次数、预警事件、用户满意度等维度分析）、数据导出与共享（支持 Excel/PDF 格式导出），指导管理人员通过数据驱动决策，如优化机器人部署位置、调整服务时间安排。重点讲解异常数据识别方法，如某区域频繁触发跌倒预警可能提示该区域存在安全隐患，需及时排查。

故障诊断与远程支持培训内容包括常见故障代码解读（如 E01 表示网络故障、E02 表示传感器异常）、远程控制功能使用（通过后台接管机器人摄像头查看现场情况）、与技术支持团队的协作流程。模拟 5 种典型故障场景（网络中断、传感器故障、电池鼓包等）进行实操演练，确保管理人员能在 30 分钟内初步定位故障原因并采取应对措施。

护理人员培训内容

日常操作培训包括机器人的正确开机/关机流程（长按电源键 3 秒开机，系统提示“准备就绪”后使用；关机前需确认无任务进行）、充电对接方法（将机器人引导至充电桩前 0.5 米处，自动对接成功率 $\geq 98\%$ ，手动辅助对接步骤）、模式切换操作（通过屏幕选择巡逻模式/待命模式/充电模式，切换响应时间 ≤ 2 秒），确保护理人员能独立完成机器人的基础启停和状态管理。

功能应用培训重点讲解机器人在护理工作中的辅助作用，如协助康复训练（启动被动训练模式，调节速度和助力等级）、日常巡检（查看机器人拍摄的房间照片，确认长者状态）、语音提醒设置（为特定长者添加个性化提醒，如“李奶奶，下午 3 点该吃药了”）。通过情景模拟练习，让护理人员掌握如何结合实际工作需求调用相应功能，提升工作效率。

安全规范培训涵盖机器人使用安全（避免在湿滑地面、楼梯口等危险区域运行）、紧急情况处置（收到跌倒预警后，携带急救包在 5 分钟内到达现场，通过机器人屏幕查看实时画面并安抚长者）、设备保护措施（定期清洁机身，避免碰撞或重压，发现异常立即停止使用并上报）。培训后进行安全操作考核，确保护理人员具备风险防范意识和应急处理能力。

长者培训内容

1) 基础功能介绍以图文并茂的适老化手册和实物演示相结合的方式进行, 用“你好, 小 XXX”唤醒机器人后, 可通过语音指令实现播放天气预报 (“今天天气怎么样”)、查询时间 (“现在几点了”)、播放音乐 (“放一首红歌”) 等常用功能, 每个功能配备对应的语音示例和操作步骤, 便于长者记忆和模仿。

2) 操作界面指导聚焦屏幕触摸操作, 包括点击 (选择功能图标)、滑动 (切换页面)、长按 (调出快捷菜单) 等基础手势, 界面字体设置为 24pt 以上, 图标尺寸 $\geq 80 \times 80$ 像素, 颜色采用高对比度搭配 (如蓝色图标配白色背景), 确保视力不佳的长者也能清晰辨识。通过反复练习, 让长者能独立完成“视频通话”“紧急呼叫”等核心功能的操作。

3) 互动体验环节设置情景模拟游戏, 如“语音猜谜”“歌曲点播比赛”等, 在轻松氛围中强化长者对机器人功能的记忆和使用熟练度。针对操作中可能遇到的问题 (如语音指令不识别), 提供简单的排查方法 (“靠近麦克风说话”“说慢一点”), 并鼓励长者主动提问, 培训师现场解答, 增强其使用机器人的信心和兴趣。

培训效果评估

理论考试评估

1) 管理人员理论考试采用闭卷形式, 试卷包含单选题 (30 分)、多选题 (20 分)、简答题 (30 分) 和案例分析题 (20 分), 内容覆盖机器人技术原理 (如传感器类型、导航方式)、系统管理功能 (用户权限配置、数据统计方法)、故障处理流程 (常见故障代码及应对措施) 等培训重点, 满分 100 分, 合格线为 80 分, 考核时间 90 分钟。

2) 护理人员理论考试以客观题为主, 包括判断题 (20 分)、单选题 (30 分)、多选题 (30 分) 和简答题 (20 分), 重点考查安全使用规范 (如充电注意事项、紧急情况处置步骤)、功能操作流程 (如巡逻模式启动方法、预警信息查看)、日常维护知识 (如清洁方法、简单故障排除), 满分 100 分, 合格线为 75 分, 考核时间 60 分钟。

3) 长者理论评估采用口头问答形式, 由培训师提问 10 个基础问题 (如“如何唤醒机器人”“紧急情况下按哪个按钮”), 每个问题 10 分, 回答正确或操

作演示正确得分，总分 ≥ 80 分为合格。评估过程中鼓励长者独立思考，对回答错误的问题现场进行纠正和讲解，确保真正理解而非死记硬背。

实际操作考核

1) 管理人员实操考核设置系统配置、故障诊断、数据管理三个场景任务：系统配置需在 30 分钟内完成 2 台机器人的网络设置、巡逻路线规划和参数调整；故障诊断需在 20 分钟内识别并处理 3 个预设故障（如网络中断、传感器异常、无法充电）；数据管理需在 15 分钟内生成上周服务统计报表并导出。每个任务按完成质量和时间评分，总分 100 分，合格线为 85 分。

2) 护理人员实操考核模拟日常工作场景，包括机器人启停与充电（10 分钟内完成开机、切换至巡逻模式、引导至充电桩对接）、紧急情况处理（接收到跌倒预警后，5 分钟内到达现场并通过机器人与长者通话）、功能应用（为指定长者设置用药提醒并测试触发效果）。考核评分侧重操作规范性、响应速度和问题解决能力，总分 100 分，合格线为 80 分。

3) 长者实操考核通过完成 3 个实际任务评估使用能力：语音交互（准确发出 3 条常用指令，如“播放新闻”“明天天气”“呼叫女儿”）、屏幕操作（触摸屏幕打开相册并浏览照片）、紧急呼叫（通过语音或按键成功触发紧急呼叫至值班中心）。每个任务完成得 10 分，总分为 30 分， ≥ 25 分为合格，考核过程中允许 1 次提示机会，鼓励长者独立完成。

用户反馈收集

1) 培训结束后发放满意度调查问卷，针对培训内容（实用性、难易度）、培训方式（现场演示、手册质量、互动环节）、培训师表现（专业度、耐心程度）、培训效果（是否达到预期目标）等维度设置 5 分制评分题（1 分最差，5 分最好）和开放性意见栏，共回收问卷 ≥ 90 份，统计各维度平均得分 ≥ 4.2 分视为培训满意度达标。

2) 组织用户座谈会，邀请不同群体代表（管理人员 2 名、护理人员 3 名、长者 5 名）分享培训心得和使用体验，重点收集培训内容中存在的不足（如某些功能讲解不够清晰）、操作中遇到的困难（如语音识别不灵敏）、对后续培训的建议（如增加实操练习时间）等，座谈会时长 60 分钟，安排专人记录并整理关键意见。

3)培训后 1 周进行跟踪回访,通过电话或现场访谈了解用户实际使用情况,统计机器人功能使用率(如紧急呼叫功能触发次数、语音交互频率)和问题反馈数量,分析培训效果的持续性。根据回访结果调整后续培训计划,如针对使用率低的功能开展专项复训,对普遍反映的操作难点制作补充教学视频,持续优化培训质量。

1.2.6.4 运行支持与维护机制

日常运行监测

运行数据收集

机器人内置数据采集模块,实时记录运行过程中的关键参数,包括电量状态(每 5 分钟更新一次,精度±2%)、运动轨迹(通过 GPS 与室内定位融合技术,定位误差≤1 米,采样频率 1Hz)、功能使用频率(如语音交互次数、跌倒预警触发次数、充电次数等,精确到分钟级)、传感器数据(激光雷达扫描数据、摄像头图像特征值、温湿度检测结果)等,确保数据采集的全面性和准确性。

采用边缘计算与云端存储相结合的方式处理运行数据:边缘端(机器人本地)实时分析关键指标(如电量低于 20%触发低电量预警),并将原始数据加密压缩后通过 4G/Wi-Fi 传输至云端平台(传输频率 5 分钟/次,数据压缩率≥50%);云端平台对数据进行结构化存储(采用 MySQL 数据库),保留原始数据≥1 年,统计分析数据≥3 年,支持按设备编号、时间范围、数据类型等条件快速查询。

建立数据备份机制,云端数据每日进行增量备份,每周进行全量备份,备份文件存储在异地服务器,确保数据安全性和灾备能力。同时,对敏感数据(如长者图像、通话记录)采用 AES-256 加密存储,访问权限严格分级(管理员级、操作级、访客级),防止数据泄露,符合个人信息保护相关法规要求。

异常情况预警

异常类型	预警阈值	预警方式	责任部门	处理时限
低电量	电量≤20%	机器人语音提醒+管理平台弹窗+短信通知	护理部	30 分钟内引导充电

网络故障	断网持续 ≥ 5 分钟	管理平台红色告警+值班电话铃声提醒	信息技术部	1小时内恢复连接
传感器异常	连续3次检测数据无效	机器人屏幕故障代码显示+平台日志记录	维修部	2小时内排查原因
运动故障	原地停滞 ≥ 3 分钟或偏离路径 ≥ 0.5 米	声光报警（蜂鸣+红灯闪烁）+平台实时定位推送	现场护理人员	15分钟内现场处置
跌倒预警	识别到人体跌倒姿态	多级预警（本地语音+平台报警+家属端推送）	值班中心	5分钟内响应，10分钟内到达现场

运行状态评估

每周对机器人运行状态进行综合评估，评估指标包括功能可用性（核心功能正常运行时间占比 $\geq 99\%$ ）、服务响应效率（紧急预警平均响应时间 ≤ 5 分钟，日常服务平均响应时间 ≤ 30 分钟）、用户满意度（通过月度问卷调查，满意度评分 ≥ 4.5 分/5分）、设备健康度（电池容量衰减率 $\leq 10\%$ /年，关键部件无故障运行时间 ≥ 1000 小时），形成《周运行状态评估报告》。

每季度开展深度性能分析，对比不同时期的运行数据，识别潜在问题趋势，如某台机器人近期跌倒预警误报率上升可能提示摄像头镜头脏污或算法需要优化；充电时间延长可能预示电池性能下降。根据分析结果制定针对性的维护计划和性能优化方案，如清洁传感器、更新算法模型、更换老化部件等，确保机器人长期保持良好运行状态。

建立用户反馈闭环机制，每月收集管理人员、护理人员和长者对机器人运行状态的意见和建议，如“语音识别不够灵敏”“巡逻路线不合理”等，对反馈问题进行分类统计（功能类、性能类、体验类），明确整改措施和责任人，整改完成后再次回访用户确认效果，形成“反馈-分析-整改-验证”的闭环管理，持续提升机器人的服务质量和用户认可度。

故障维修处理

故障报修流程

建立多渠道故障报修体系，用户可通过三种方式反馈问题：一是拨打 24 小时报修热线（接通时间 ≤ 30 秒），接线员记录故障现象、设备编号、发生时间等信息；二是通过管理平台在线提交报修单（填写故障类型、上传现场照片），系统自动生成报修编号；三是机器人本地一键报修（长按机身紧急按钮 3 秒），直接触发维修请求至后台。三种方式均确保报修信息在 5 分钟内同步至维修管理系统。

维修管理系统接到报修后，根据故障类型（硬件故障/软件故障/网络故障）和紧急程度（紧急/一般/低）自动派单：紧急故障（如无法启动、跌倒预警失效）优先派单，维修人员需在 30 分钟内响应，2 小时内到达现场；一般故障（如语音识别不准、屏幕闪烁）4 小时内响应，24 小时内解决；低优先级故障（如外壳轻微划痕、非核心功能异常）1 个工作日内响应，3 个工作日内解决。派单信息通过 APP 推送至维修人员手机，包含故障详情、位置导航和联系方式。

维修完成后，维修人员需在系统中填写《故障处理报告》，记录故障原因、处理过程、更换部件型号、测试结果等信息，并由用户签字确认。系统自动将维修记录归档，形成设备维修档案，为后续故障分析和预防性维护提供数据支持。同时，对维修满意度进行回访（电话或短信），确保用户对维修结果认可，不满意项需在 24 小时内二次处理。

维修人员安排

1) 组建由 3 名专职维修工程师和 2 名技术支持人员组成的维修团队，专职工程师需具备机器人维修认证资质（如工业机器人系统运维员中级及以上证书），拥有 2 年以上服务机器人维修经验，熟悉机械结构、电子电路和软件系统的故障排查；技术支持人员负责远程协助和备件管理，确保维修资源配置合理。

2) 根据故障类型和专业领域进行分工：机械工程师负责处理运动系统故障（如轮组卡滞、底盘异响），电子工程师专注于电路和传感器故障（如电池充放电异常、摄像头无图像），软件工程师解决系统卡顿、功能异常等软件问题，通过专业分工提升维修效率和准确性，平均故障修复时间（MTTR）控制在 2 小时以内。

3) 实施维修人员培训考核机制，每月组织技术研讨会（分享典型故障案例、学习新技术），每季度开展技能考核（理论+实操，考核不合格者进行为期 1 周

的强化培训），每年参加原厂技术认证培训，确保维修团队技术能力与设备更新同步。建立维修人员绩效评价体系，考核指标包括维修及时率、一次修复率、用户满意度等，激励维修人员提升服务质量。

故障预防措施

1) 制定月度维护保养计划，内容包括机身清洁（使用专用清洁剂擦拭外壳和屏幕，去除灰尘和污渍）、机械部件检查（轮组螺丝紧固、轴承润滑、底盘平整度校准）、传感器校准（激光雷达零点校准、摄像头焦距调整、麦克风阵列灵敏度测试），每次保养需填写《维护保养记录表》，由负责人签字确认，确保保养工作规范到位。

2) 分析历史故障数据，识别高频故障点并采取预防措施：如电池鼓包故障占比高，则加强充电管理（避免过充，设置充电截止电压），并将电池更换周期从 2 年缩短至 1.5 年；传感器误报率高，则增加镜头清洁频次（从每月 1 次增至每两周 1 次），同时优化识别算法参数，降低环境干扰影响，通过主动预防减少故障发生。

3) 加强供应链质量管理，对关键备件（如电池、电机、传感器）建立严格的入库检验标准（抽检比例≥20%，性能测试通过率 100%），选择原厂或授权供应商提供的备件，确保备件质量可靠。建立备件库存预警机制，常用备件（如充电器、摄像头镜头）库存不低于 5 套，紧急备件（如主板、电池）实现 48 小时内到货，保障维修及时性。

软件升级与优化

软件升级计划

升级类型	升级周期	升级内容	升级方式	测试要求
功能优化升级	每季度 1 次	语音识别算法优化、新增服务功能（如健康数据监测）、用户界面改进	远程 OTA 升级（凌晨 2:00-4:00 空闲时段）	测试环境运行 72 小时无异常，功能测试覆盖率 100%

安全补丁升级	每月 1 次	修复已知漏洞（如网络安全漏洞、数据加密漏洞）、提升系统安全性	远程推送自动安装（无需人工干预）	漏洞修复验证通过，兼容性测试覆盖所有硬件型号
重大版本升级	每半年 1 次	核心系统架构优化、新增核心功能模块（如 AI 自主学习功能）	现场升级+远程监控（由技术人员现场操作）	全面性能测试（稳定性、兼容性、负载能力），试运行 30 天
紧急修复升级	按需（故障发生后 24 小时内）	修复导致功能失效的严重 BUG（如跌倒预警不触发、无法充电）	远程强制推送或现场紧急处理	故障复现并验证修复效果，回滚方案准备就绪

漏洞修复与安全优化

1) 建立安全漏洞监测机制，安排专职安全工程师每日关注国家信息安全漏洞库（CNNVD）和机器人厂商发布的安全公告，对涉及本项目机器人系统的漏洞信息进行等级评估（高危/中危/低危），高危漏洞需在 24 小时内启动修复流程，中危漏洞 72 小时内处理，低危漏洞纳入月度安全补丁升级计划。

2) 实施多层安全防护策略：网络层采用防火墙和入侵检测系统（IDS），过滤异常访问请求，阻止恶意攻击；应用层对所有 API 接口进行身份认证和权限校验，传输数据采用 TLS1.3 加密协议；终端层启用应用白名单机制，仅允许运行经过认证的程序，防止恶意软件植入，通过多层防护构建安全防护体系。

3) 定期开展安全渗透测试，每季度邀请第三方安全机构对机器人系统进行模拟攻击测试，测试范围包括网络接口、应用程序、数据存储等环节，重点检测是否存在未授权访问、数据泄露、远程控制等安全风险。根据测试报告中的漏洞点，制定整改方案并限期修复，修复完成后进行二次测试验证，确保安全隐患彻底消除。

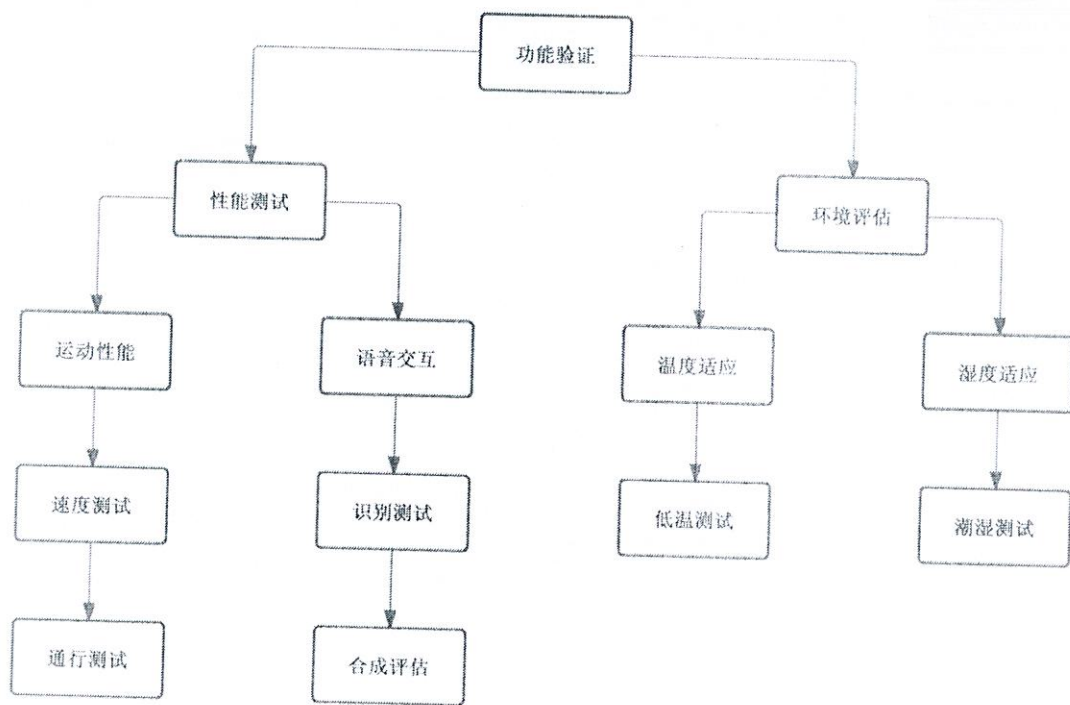
功能改进与用户反馈

建立用户反馈收集与分析机制，通过管理平台意见箱、月度用户座谈会、长者使用体验问卷等多种渠道，持续收集对机器人功能的改进建议。将反馈内容分类整理为“功能新增”（如增加方言识别）、“体验优化”（如简化操作步骤）、

“性能提升”（如加快语音响应速度）三类，每类选取 Top5 需求纳入功能改进优先级列表。

结合市场技术发展趋势和养老服务行业需求变化，每年开展一次功能规划调研，分析同类产品的先进功能（如情感陪伴 AI、健康监测传感器集成）和政策要求（如智慧养老相关标准），制定年度功能改进 roadmap。例如，根据《智慧养老服务平台建设指南》要求，新增与社区健康档案系统的数据对接功能，实现长者健康数据互通共享。

在软件升级过程中，通过“灰度发布”策略验证新功能效果：先选择 1-2 台机器人进行小范围测试，收集试用用户反馈并优化；测试通过后扩大至 30% 设备，观察整体稳定性；最终全面推送。每次升级后发布《功能改进说明》，向用户介绍新增功能的使用方法和优化点，通过线上教程、现场演示等方式帮助用户快速掌握，提升功能使用率和用户满意度。



合同附件 4:
供货范围和价格清单

开标一览表

项目编号: JSZC-320300-XZGX-G2025-0025

货币单位: 人民币元

项目名称	项目内容	总价 (小写)
徐州生物工程职业技术学院生物装备学院实训设备采购	详见投标文件	180700 元
总价 (大写):		壹拾捌万零柒佰元整

投标人公章:



(电子签章)

1.1 分项价格表

项目名称：徐州生物工程职业技术学院生物装备学院实训设备采购

项目编号：JSZC-320300-XZGX-G2025-0025

货币单位：人民币元

序号	名称	品牌、规格、型号	产品制造企业名称（全称）	单位	数量	单价	总价
1	助行机器人	迈步/MAX-M1	深圳市迈步机器人科技有限公司	套	1	32000	32000
2	三千步下肢外骨骼机器人	迈步/WAL-D2	深圳市迈步机器人科技有限公司	套	1	56000	56000
3	眼控一体机	七鑫易维/surfacePro9	北京七鑫易维信息技术有限公司	套	1	35000	35000
4	眼控仪	七鑫易维/A8	北京七鑫易维信息技术有限公司	套	1	25000	25000
5	智能导盲帽	和宁永远/H1	上海和宁永远健康科技有限公司	套	1	6500	6500
6	电子助视器	聚茂源/EYE-RS500	北京聚茂源科技有限公司	套	1	1200	1200
7	养老服务机器人	艾雨文承/A1	江苏艾雨文承养老机器人有限公司	套	1	25000	25000
总价合计：180700.00（即《开标一览表》中的“总价”）							

投标人：徐州国信招标有限公司（电子签章）

日期：2025年09月28日



注：①如果不提供详细分项报价的，将视为没有实质性响应招标文件。

②投标人对以上数据的真实性负责。

徐州国信招标有限公司有权将以上内容进行公示。

合同附件 5:

验收标准

一、验收要求:

采购人有权对产品的制造过程进行监视和监督（简称监造），我司对此给予配合和支持，但监造人员不签署任何质量证明，采购人代表参加监造既不能解除我司按合同规定承担的责任，也不替代到货后采购人对产品的检验。

采购人有权进行中间检验，但这并不因此减轻我司所有应负的责任。

我司在发货前根据技术条件要求负责对产品的有关质量、规格、性能、数量进行准确和全面的检验，并出具质量合格证书。凡未经检验和试验合格的产品不得发运，在任何情况下都只有在规定的检验和试验全部合格后才能发运。

我司将产品运送到采购人指定的交货地点后，与采购人共同进行开箱验收，依据合同对照我司提供的清单检查收到货物的数量、包装情况及运输和装卸中是否引起损坏和丢失。若采购人认为有必要进行抽样检验，将根据技术条件要求和相关标准进行抽样检验，我司有权参加检验。如果检查或检验结果不满足合同要求以及有损坏、丢失，我司根据采购人的要求进行更换，并赔偿采购人的损失。安装调试完毕，试运行正常后，按照相关规定进行验收。

二、验收标准:

以投标文件和我司（合同乙方（中标人），下同）的澄清、说明或者更正为验收标准；我司的投标文件和我司的澄清、说明或者更正不明确的，以《招标文件》相关要求为验收标准；我司的投标文件和我司的澄清、说明或者更正和《招标文件》相关要求都不明确的，按国家相关标准；以上都不明确的，以通常标准为准。

三、验收程序:

合同标的全部交付并安装完毕后，我司可向采购人书面提出验收要求，采购人在接到书面要求后进行验收，如果验收因我司原因发生迟延和在其它情况下发生额外费用，采购人有权就因迟延发生的损害和损失和任何额外费用请求赔偿。

合同附件 6: 采购需求

序号	名称	参数	规格	数量
1	下肢外骨骼机器人	1. 设备包括主机和充电器。 2. 主机采用电动驱动方式, 有 6 个可活动关节, 包含 2 个带独立电机驱动的髋关节、2 个带独立电机驱动的膝关节及 2 个被动踝关节。 3. 主机的关节运动单元应具有能测量位姿信息的传感器。 4. 控制方式: 设备使用控制面板和手持遥控器控制, 控制面板由 7 寸触摸显示屏组成。 5. 康复训练功能模式包括: 被动训练模式、原地训练模式、主动训练模式、后退训练模式、燃脂训练模式。 6. 设备有预留开发接口, 可进行二次开发。 7. 控制系统应单独设置电源开关和急停开关。按下急停装置后, 设备停止运行, 并保持当面运动姿态。 8. 控制系统应具有显示正常运行或故障的指示灯。 9. 设备主要防护带(腰部绑带)应能承载 1000N 载荷, 卸载后应能牢固连接, 并无任何损坏。 10. 信息监测功能: 机器人应具有与受训者之间运动信息的监测功能, 监测信息应包括运动轨迹。 11. 软件具有训练模式选择、训练速度、助力等级选择、训练时间显示、训练轨迹、电量显示、错误提示信息、系统设置等功能。 12. 在软件主界面可以显示运动状态, 包括实时显示用户的训练模式、训练速度、助力大小、训练时间、训练轨迹、电量显示等功能。 13. 数据分析功能: 训练时设备各个关节运动轨迹, 与参考轨迹实时对比, 体现训练状态。 14. 机器人开机后, 机器人应有自检报错功能; 若机器人存在故障, 机器人将不能正常工作。 15. 机器人各个运动关节具有机械限位, 防止关节运动部件有超出运行范围限定的过冲。 16. 机器人具有移动支架防止倾翻。 17. 运动速度: 设备最大行走速度为每分钟 42 步, 误差: ± 1 步。 18. 关节运动角度 (1) 髋关节矢状面活动范围: $-30^{\circ} \sim +90^{\circ}$, 允许 $\pm 5^{\circ}$; (2) 膝关节矢状面活动范围: $0^{\circ} \sim +110^{\circ}$, 允差 $\pm 5^{\circ}$; (3) 踝关节矢状面活动范围: $0 \sim +30^{\circ}$, 允许 $\pm 5^{\circ}$ 。 19. 行走速度调节: 在被动训练模式、主动训练模式和后退训练模式下, 可以手动调节行走速度, 调节范围: 12-42 步, 调节间隔为 6 步; 在原地行走模式下, 可以手动调节	个	1

		行走速度，调节范围：4-24步，调节间隔为4步。 20. 轨迹监测：被动训练模式、原地训练模式、主动训练模式、后退训练模式、燃脂训练模式可以实时监测关节运动轨迹。 21. 设备充电时间：设备放电至5%电量后充电时长应不大于5h。 22. 设备工作时间：设备充满电，设备工作至5%电量，时长应大于6h。 23. 设备可移动方向：支架安装有万向轮，可在平整的地面任意方向移动。 24. 设备的启动力：空载时，在平整的地面启动力不大于50N。 25. 设备的制动力：当支架轮子的刹车踩下后，空载时，制动力不小于500N。		
2	助行机器人	1. 左髋关节活动范围：$-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$，误差$\pm 10^{\circ}$； 2. 右髋关节活动范围：$-35^{\circ} \sim +115^{\circ}$，误差$\pm 10^{\circ}$； 3. 腰部宽度：$270 \sim 410\text{mm} \pm 10\text{mm}$； 4. 腿部活动范围：$-100^{\circ} \sim +100^{\circ}$，允差：$\pm 10^{\circ}$； 5. 产品主机的重量为3kg，允差10%； 6. 腰部防护带宽度应不小于80mm； 7. 软件具有系统登陆、蓝牙连接、模式选择、助力等级选择、阻力等级选择、参数校准、训练时间显示、训练步数显示、电量显示功能； 8. 手机软件具有模式选择功能； 9. 所有训练模式可通过软件选择助力等级，助力等级共5档； 10. 在软件主界面可以显示运动状态，包括实时显示用户的训练时间，在双腿助力模式、左助力、右助力、阻力模式下可记录行走步数； 11. 设备采集患者训练步态数据，通过软件分析处理后输出训练步态的评估报告； 12. 性能效率：软件采集完患者数据，并完成评估所需的时间不大于10s，分析过程中软件不能进行其它操作； 13. 设备遇故障重启后可自动通过蓝牙连接上一次连接的设备，连接设备后可实时显示当前设备的运行状态以及训练参数； 14. 功能模式：具有双腿助力模式、左助力模式、右助力模式、阻力模式； 15. 助力等级：设备在双腿助力模式、左助力模式和右助力模式三种模式时，有五个助力等级，从1档到5档的最大力矩对应是6.0N·m、7.5N·m、9.0N·m、10.5N·m、12.0N·m； 16. 阻力等级：设备在阻力模式时，有五个阻力等级，从1档到5档的最大力矩对应是2.5N·m、3.5N·m、4.5N·m、6N·m、	个	1

		7. 5N·m; 17. 充电时间: 低电量提醒后关机开始充电至充满, 时长不大于 3.2h; 18. 工作时间: 设备充满电, 设备工作完全放电时长大于 3h; 19. 按键功能: 设备有 2 个按键, 右侧按键为开关电源按键, 左侧按键为功能按键; 20. 安全性能摔倒提醒: 启用摔倒提醒功能后, 患者摔倒设备会持续发出语音提示并停止电机输出, 同时关节可以自由活动; 21. 低电量时设备会发出低电量语音提示: 电池电量低, 请及时充电。		
3	眼控一体机	一、功能: 平板电脑与眼控仪结合的高精度、遥测式沟通辅具产品, 使用者无需穿戴任何设备, 只要通过眼部运动就可以实现对计算机系统的非接触式控制, 佩戴眼镜、呼吸面罩、头部歪斜、侧躺均可以正常使用。提供开发者工具包即 sdk 接口。内置软件, 可实现文字拼写及发音朗读、语音求助、身体感觉、照片浏览、音乐欣赏等功能。 二、硬件指标: 1. 屏幕尺寸: ≥ 13 英寸 2. 处理器: 12 代 i5 处理器 3. 内存: $\geq 8\text{GB}$ 4. 储存: $\geq 256\text{GB}$ 5. 工作距离: 40~70cm 6. 眼球追踪帧率: $\geq 60\text{hz}$ 7. 准确度: $\leq 0.5^\circ$ 8. 操作系统: Windows 11 9. 输入方式: 眼控, 十点触控 三、软件功能: 1. 文字书写: 支持全键盘、九宫格、中英文输入 2. 发音朗读: 具备清脆女声朗读功能 3. 语音求助: 内置常用词汇, 且支持自定义编辑 4. 沟通标志: 包含内场常用图片, 支持自定义编辑 5. 身体感觉: 可定位身体部位以表达当前感觉, 如疼、痛、麻等 6. 全能桌面: 支持通过眼睛控制鼠标和虚拟键盘, 实现对电脑的操作 7. 照片浏览: 支持 jpg、bmp、png 格式 8. 视频浏览: 支持 wmv、avi、mp4 格式	个	1
4	眼控仪	一、功能: 便携遥测式眼动仪, 通过 USB3.0 接口轻松连接电脑, 无需额外连接电源, 小巧轻便, 性能稳定; 不限制受试者固定头动和实验环境, 提供开发者工具包即 sdk 接口, 可以输出实时且丰富的眼动数据。 二、硬件指标: 硬件尺寸: $\leq 300*16*18\text{mm}$ (长*宽*高)		

		硬件重量: ≤80g 操作系统: win7/8/10/11 连接方式: USB3.0 支持屏幕尺寸: ≥24 英寸 追踪技术: 角膜反射法 准度: ≤0.5° 使用范围: 55~85cm 头动范围: 不小于 28*28@50cm; 38*38@65cm; 58*58@80cm 频率: ≥60Hz 追踪恢复时间: <45ms 眼动追踪传感器数量: 1 个 三、控制计算机配置: 1. 处理器:i5-13420H 运行内存:16G 及以上 硬盘:512GB 及以上, 固态硬盘 显卡:集显 2. CPU 核心线程:8 核 12 线程(4 性能核+4 能效核) 性能核心基频/睿频:2.1GHz~4.6GHz 能效核心基频/睿频:1.5GHz~3.4GHz 缓存:12M 及以上 3. 屏幕:16 英寸 2.5K 分辨率		
5	智能导盲帽	1. 新产品满电状态下, 可支持主要功能使用时间不少于 6 小时; 2. 具备语音播报操控功能: 文字、物品等智能识别、探障防撞提示功能、卫星定位和地图导航、具有收音机、网络电台、无障碍电影、技能课程、帮助残疾人工作、生活、学习等功能。3. 文字识别率不小于 90%; 4. 具备通过远程音视频协助视力残疾人独自出行的导盲功能(明确应用场景和安全风险); 5. 可头部穿戴设备; 6. 供应商应根据中标设备产品性能和使用场景, 制订安全评估标准, 在配送前配合开展安全评估。评估应从使用者及其家属等方面综合评价使用者安全出行的能力, 应提交评估的标准和流程; 7. 提供后台服务器和软件终身升级服务。	个	1
6	电子助视器	1. 采用定制高端镜头, 大视野大景深, 显示更多文字, 保障连续完整阅读, 1080P30(看远) 720P60(看近) 设计, 无卡顿, 无拖影, 高清流畅; 专业级图像处理 DSP, 真实还原色彩和细节; 采用智能图像增强算法; 智能适应图像场景, 放大后细节可再现。凹文双色按键设计, 高对比, 触摸手感清晰; 2. 具备拍照回放、图像平移、语音控制提示功能, 2. 屏幕≥5.0 寸, 具备防眩晕功能; 3. 分辨率≥800x480, 图像传感器≥800 万, 双 SONY, 自动对焦。 4. 双自动对焦设计, 从 5cm~无穷远全程景深覆盖(可选); 5. 2X~32X 无极放大, 2X 智慧变焦, 有效像素/清晰度提高	个	1

		4 倍; 6. 折叠支架设计, 屏幕与桌面成 40 度夹角, 阅读舒适, 手写流畅; 7. 可旋转手柄设计, 任意位置悬停, 手持舒适; 可拆卸手柄设计, 轻松适用左手或右手使用习惯; 8. 色彩模式≥ 26 种; 色彩模式定制功能科定制, 可任意组合增强模式, 个性化定制, 画面冻结, 方便近距离观看。		
7	养老服务机器人	1. 功能用途: 跌倒预警、自主寻人、安全提醒、远程分身、值守服务、提醒助手、一键视频、自动回充、紧急呼叫、语音交互、自动避障、主动巡逻、随心自拍、自动升级、交友聊天、勿扰模式、主动问候、天气预报、音乐笑话、实时新闻、相声戏曲、一键投屏等近百项功能。 2. 长者意外摔倒: 机器人在巡逻过程中发现有人摔倒, 机器人会自动进行识别并预警至客户端 (家属端) 和值班中心, 并自动进行识别并预警至手机客户端和 PC 端后台, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。 3. 定时巡逻查房: 机器人根据实际设置的时间去每个房间查看长者和环境的状况, 并拍照上传作为记录, 工作人员可通过手机客户端或者 PC 端后台查看机器人巡查的图片记录。 4. 长者呼救: 当机器人在巡逻过程中发现有人采用语音或者按键的方式进行呼救, 机器人会识别并预警至客户端 (家属端) 和值班中心, 并识别到预警至手机客户端和 PC 端后台, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。 5. 隐私空间异常: 当长者在隐私空间 (卫生间, 卧室等), 在机器人看不到长者且不允许进入隐私空间的情形下, 机器人会通过询问和声音回复进行识别并预警至客户端 (家属端) 和值班中心, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。 6. 室内无人: 当长者不在机器人陪护视线内或者外出, 机器人会自动启动巡逻模式, 巡逻后未发现长者, 机器人进行预警至客户端 (家属端) 和值班中心, 以便及时发现并提醒相关人员及时处理预警。 7. 一键呼叫值班中心: 长者可语音或者点击方式, 通过机器人呼叫值班中心寻求相应的帮助。 8. 远程分身: 手机客户端和 PC 端后台可以通过远程分身功能控制机器人移动查看长者和周围环境的状况。 9. 视频通话: 长者可语音或者点击的方式, 通过机器人与手机客户端工作人员或者家属视频通话。 10. 智能闹铃: 机器人端可以使用语音或者点击机器人屏幕提醒功能, 给长者用药以及其他易忘记的事情做提醒, 客户端 (家属端) 可以给机器人同步设置相应长者需要的提醒。 11. 互动娱乐: 长者可以和机器人语音对话, 机器人机智的	个	1

		回答为长者排忧解难：长者想知道新闻，天气，歌曲等都可通过机器人获得全网信息；机器人的每个长者用户可通过机器人互加好友，丰富娱乐生活。 12. 主动问候：早中晚时段第一次看到长者，机器人会主动打招呼并播报天气或者新闻。 13. 康养监测：机器人巡逻过程中，机构床位如配备对应的床带，机器人会把床位长者的心率、呼吸、在床、离床等信息随巡逻图片同步上传至手机客户端和管理台。 14. 智能设备互动：如卧室床头配备对应的智能设备（如：SOS 拉绳），卧室门上安装对应的开门器，卧室门在关闭的情形下，长者有紧急情况触发 SOS 拉绳，卧室门会自动打开并且机器人会自动前往卧室拍照，并预警至客户端提醒相关人员及时处理。 15. 智能中控：用语音指令的方式命令机器人打开灯光或者窗帘，更多的智能设备支持对接。 16. 自动回充智能避障：机器人在没有看护任务，或接收到充电指令，或处于低电量的情形下会自动前往充电桩充电，以便保持充沛的电量；在巡逻或者行走过程中碰到障碍物会自动避开，前往自己的目标点。 17. 一键巡逻：工作人员可以通过手机客户端一键巡逻按键，命令机器人按照设定好的路线去巡逻。 18. 看门守护：机器人在不处于巡逻的时段（如夜间），可以让机器人前往某个目标点进行看门守护，有人进入时会拍照预警至手机客户端。 19. 机器人尺寸：350*350*780mm； 20. 运行内存：2G； 存储：16G； 30. 屏幕：10 寸 IPS1280*800； 31. 拾音话筒：5mic 环形陈列+1 主 mic； 32. 激光雷达：8 米激光雷达； 33. 机器人支持 WIFI 802.11 b/g/n (2.4G/5G)； 34. A2 设备当前只支持 2.4G WIFI 4 的无线网络； 35. 电池：18650 8 节 17600mAh 锂电池； 36. 摄像头：安防摄像头+视频通话摄像头。		
--	--	---	--	--