

已审核-IHEP

河南省科学院高能物理研究中心
CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量
生产方法研究装置项目

合同文本

项目名称：河南省科学院高能物理研究中心CEPC真空盒NEG镀膜与
加热层喷涂批量生产方法研究装置项目

合同编号：HT-CHEP-CEPC-0040/2024-Z

甲 方：河南省科学院高能物理研究中心

乙 方：北京天玛智控科技股份有限公司

签 订 地：河南省郑州市

签订时间：2024年12月

通过公开招标并根据河南省科学院高能物理研究中心CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置项目（项目编号：豫财招标采购-2024-1338）招标文件、乙方的投标文件及中标通知书，依照《中华人民共和国民法典》及其他有关法律、行政法规，遵循平等、自愿、公平和诚实信用的原则，双方就“河南省科学院高能物理研究中心CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置项目”经协商一致，签订本合同书。

1. 项目内容

甲方委托乙方完成CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置研制，主要包括1套加热涂层自动化喷涂系统、1套自动化NEG镀膜系统、1套安全防护系统、1套电气控制系统等的采购以及相关配套设施的采购、安装、调试、验收及质保售后服务等工作；要求乙方在合同规定期限内，完成该生产线的设计、制造、安装、调试，及招标人要求的相关测试、验收等工作；负责承担包装、运输、保修及售后服务等工作内容以及相关费用。

CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置的功能实现真空盒智能装配，满足批量真空盒NEG镀膜与加热层喷涂的要求。通过引入机器人、传感器、视觉系统等技术，高质高效的替代人工完成工作，实现生产过程的自动化控制和智能优化，起到节省成本、提升效率、提高生产可靠性的目的，并且要满足以下关键技术指标：

- (1) 加热层喷涂节拍：<8h/根；
- (2) NEG镀膜组装节拍：<4h/批次；
- (3) 绝缘层耐压>500DCV；
- (4) 最高加热温度>300℃；
- (5) 总厚度 $500 \pm 50\mu\text{m}$ ；
- (6) 涂层构成：依次为过渡层，绝缘层，电阻层，绝缘层；
- (7) 电阻层最大长度>11100mm；
- (8) 满足工件尺寸为：直径范围50-70mm，长度范围1m-11.5m真空管表面加热层喷涂；
- (9) 采用直流磁控溅射方法在真空盒内壁进行NEG镀膜；
- (10) 满足工件尺寸为：内径56mm，长度 $\geq 11.5\text{m}$ 的真空盒内表面NEG镀膜；
- (11) NEG薄膜覆盖度>95%；
- (12) 能够通过机械手自动完成真空盒的上下料，密封圈安装与配合，法兰密封；自动完成NEG镀膜；
- (13) 真空盒法兰（工作时在真空炉内，由机械手自动完成组装与检漏）漏率 $< 1 \times 10^{-6} \text{mbar} \cdot \text{L/s}$ ；
- (14) 镀膜腔室法兰漏率 $< 1 \times 10^{-10} \text{mbar} \cdot \text{L/s}$ ；
- (15) 低真空炉法兰漏率 $< 1 \times 10^{-9} \text{mbar} \cdot \text{L/s}$ ；
- (16) 场地限制：小于长×宽×高:80m×20m×7m（不含室外）。

2. 主要技术指标及要求

详见附件1。

3. 进度计划

项目节点	要求完成时间	备注
设计与工艺评审	合同签订后2个月内	2025. 2
各系统核心设备的制造与调试	合同签订后8个月内	2025. 8
系统总成并开始联合调试	合同签订后9个月内完	2025. 9
出厂验收	合同签订后11个月内完	2025. 11
现场安装及调试	合同签订后15个月内完	2026. 3
设备最终验收	完成现场安装及调试后6个月内	2026. 9

注：（1）此表时间要求在合同签订时应根据乙方在投标文件中的响应承诺进行填写。

（2）在合同履行阶段，甲方可能根据现场安装条件对现场安装及调试的实际进度进行适当调整，如遇调整甲方应提前两周通知乙方。如果甲方不具备安装条件，延迟交货6个月内不得收取存放费用。

4. 双方协作内容

4.1 甲方

甲方提供的技术要求（详见招标文件第五章）。甲方提出的技术要求主要包括以下内容：

- （1）场地布局限制；
- （2）生产线生产能力与产品性能要求；
- （3）生产线系统组成；
- （4）各系统生产流程与配置要求；
- （5）电气系统设计的要求；

- (6) 安全要求规范；
- (7) 设备选型规范等其他要求。

4.2 乙方

(1) 乙方对甲方提供的技术文件 and 设计图纸进行核实，如果发现任何不明确或矛盾之处，需及时与甲方沟通，确认无异议后方可进行生产线的制造。甲方对设计细节、技术要求等有权做出修改，并将以书面形式通知乙方。乙方应按照修改后方案进行制造。

(2) 乙方在投入制造前需制定质量控制计划，质量控制计划须得到甲方审核书面认可，乙方应严格按质量控制计划要求进行制造和质量监控。

(3) 乙方按照质量控制计划制定检验规程并建立质量跟踪档案。所有检验和测量结果应如实记录在质量跟踪档案中。待产品完工时，将质量跟踪档案提供给甲方。

(4) 合同签订后日内乙方提供按“进度计划表”时间要求制定的详细设备制造时间表。甲方依据该时间表和质量控制计划，可随时到乙方设计制造现场进行监督检查，了解设备的设计制造、质量保证、生产进度等情况。乙方应每两周向甲方提供阶段性进展报告，说明实际进展及设备制造计划执行情况。

(5) 生产线所需的一切零部件以及外购设备均由乙方负责采购或制造，在调试阶段产生的损耗件也由乙方负责采购或者制造，费用已包含在本合同总金额内。乙方负责提供主要部件、设备的质量与合格证明，并对其质量负责。

(6) 在生产线调试时，根据实际需要，乙方负责采购试生产CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置所需的所有物料以及损耗件，费用已包含在本合同总金额内；甲方可以从技术方面作协助和监督。乙方负责提供主要部件、设备的质量与合格证明，并对其质量负责。

(7) 乙方负责完成设备制造过程中所要求的各项检测，达到所要求的设计性能，其间所需要的各种检测设备均由乙方提供。

(8) 乙方需完成整个生产线的安装与调试，并保证CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置符合设计指标。

(9) 如乙方拟在设备上放置或刻制铭牌，铭牌的内容和位置需提前征得甲方书面同意。

(10) 本合同履行阶段甲方的认可和参加的任何监督、审查、测试及审阅资料并不负有任何技术方面的责任。

5. 交货地点及包装运输要求

5.1 交货地点：河南省郑州市。

5.2 乙方承担本合同所有设备的包装、标记和运输工作，并承担相应费用。包装应满足国家和行业有关规定，满足设备装卸和运输要求，除合同另有规定外，乙方提供的全部货物的包装均应牢固，并标明专用标记。这类包装应适应远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸，尤其对设备关键部分进行防尘、防磕碰处理，以确保货物安全无损运抵交货地点；包装箱外部应设置合理的吊点与装车固定点，以满足包装箱的起吊与装车固定要求；包装箱应配置相应的吊具以方便转运，预留叉车/地牛接口，包装箱底面离地高度约100mm；在包装箱上标明产品名称、代号、编号、箱体重量（空载/满载）、箱体尺寸等参数。

5.3 如乙方办理托运，必须承交给有资质的专业运输单位，并签有保险合同（保险费由乙方承担）。如发现货物在运输中出现缺陷、损伤或其他质量问题，乙方应负责及时处理，包括对货物采取补救措施和与运输公司、保险公司的联系洽商和办理索赔事宜。如有必要，乙方须派专人押运。

5.4 设备运抵交货地点时乙方应提交的技术文件有：

- 1) 设备合格证；
- 2) 设备装箱清单；

3) 外购配套产品原厂出厂合格证和技术资料;

4) 设备使用手册、软件说明书。

前述各类文件应提供纸质版两份，并提供电子版。

6. 验收

除非在技术规格中另有说明，所有仪器、设备和系统按下列要求进行验收：

6.1 验收标准

(1) 验收标准以招标文件、乙方投标文件中所响应的指标以及合同内容为准。验收时如发现乙方在投标时存在虚假指标响应情况，甲方将取消合同并依法追究乙方的责任，乙方必须承担由此给甲方带来的一切经济损失。

(2) 验收由甲方、乙方及相关人员依国家有关标准、合同及有关附件要求进行，验收完毕由甲方代表及乙方代表在验收报告上签字。

6.2 验收内容与方式

包括设备部件指标验收，总体指标验收。采取现场与录像资料相结合的方式。

6.3 出厂验收

(1) 乙方在发货前两周应书面通知甲方进行设备出厂验收。

(2) 设备完成组装及内部调试后，双方在乙方场地按采购需求检验设备出厂的功能和技术指标，达到指标要求后设备方可完成出厂检验。部分指标按下列要求验收：

1) 具备可喷涂长度为1米加热涂层的能力，其性能满足0加热涂层技术指标要求；

2) 满足工件尺寸为：内径56mm，长度 \geq 11.5m的真空盒镀膜的能力；

3) 能够通过机械手自动完成真空盒的上下料，密封圈安装与配合，法兰密封；自动完成NEG镀膜；

4) 由机械手自动完成真空盒法兰组装与检漏，漏率 $<5 \times 10^{-6}$ mbar · L/s。

(3) 设备出厂检验内容（包括但不限于以下内容）：

- 1) 设备配置和外观；
- 2) 重要指标：安全性、可靠性等设备相关指标；
- 3) 理论培训和安装操作及维护保养、故障处理等培训；
- 4) 乙方对设备自检的记录及设备定期维护保养项目表；
- 5) 设备在运输过程中做好防雨防潮及整体防护。

6.4 到货验收

(1) 设备到达乙方指定地点后，乙方指派有经验的技术人员2名到场，双方共同进行确认签收。

(2) 如未按时到货，产生的损失由乙方承担。

(3) 乙方对设备的安装、调试质量负责。验收时发现短缺、破损，甲方有权拒绝接收或要求乙方负责更换。如因安装、调试不慎造成设备及其零备件损坏，乙方应当承担因此而造成的甲方经济损失赔偿责任。

(4) 设备到场后，甲方提供干燥的室内存储环境作为设备存放区。

(5) 设备的打包装车、设备吊装安装均由乙方承担。

6.5 最终验收

待系统软硬件系统在甲方场地安装调试完毕后，按招标文件、乙方投标文件中所响应的指标以及合同内容，进行运行后验收；确保各功能模块能够协同顺利完成总体技术目标，生产线的生产能力与产品性能均能达到设计指标，并正常运行3个月后（由于甲方原因无生产也视为同等条件），完成设备的最终验收。最终验收包括：

6.5.1 加热涂层性能验收

(1)由甲方提供试片，采用单阴极大气等离子喷枪和商业MCrAlY和Al₂O₃粉末进行涂层喷涂试验，涂层总厚不低于0.3mm，涂层结合强度大于30MPa，Al₂O₃层HV0.3平均硬度值大于600。

(2)对于金相检测，可根据乙方提供的制样和检测规范检测，最终检测结果需符合本项目技术要求。

(3)甲方提供外径62mm，长度11~11.5m的试验真空盒，其涂层指标符合0加热涂层技术指标要求。

6.5.2 NEG镀膜验收

甲方提供内径56mm，长度11~11.5m的试验真空盒，其指标符合ONEG镀膜技术指标要求。

6.6 需提供的相关文件

序号	名称	数量
1	设备使用说明书	
2	外购件、配套件使用说明书及出厂合格证或质量认证证明，标准元器件提供使用说明书	
3	提交最终的需由甲方认可的3D动画演示文件，要求含配音、中英文字幕，高清晰版，可反映真实生产场景	
4	最终的安装设备图、基础图、平面图、剖面图	
5	最终的设备总图、部件装配图、易损件图等	

6	最终的与实际一致的管线安装图、电气原理图、接线图、元器件布置图、电缆表、元器件规格型号清单等纸质和电子版文件，其中应有一份为对用户开放的可修改的电子文件，另一份为pdf格式电子文件	
7	机器人软件、控制系统编程软件、监控软件、参数设置软件安装盘及使用手册	纸质1份或电子版1份
8	最终的对用户开放的可修改的用户控制程序（有完备的符号表和注释，符号表和注释必须为中文或英文加注中文注释）和监控程序的备份；变频器、伺服控制器、工业相机等电子控制器件的参数或用户程序备份；工控机、PC机系统调试完毕后的系统GHOST镜像备份和安装软件所在盘符的GHOST镜像备份；机器人等调试完毕后的系统镜像备份	
9	气路图、润滑说明、管道示意图及说明，液压元件的型号、规格明细表（其中包括液压缸密封明细）	
10	检测标准、产品合格证或质量认证证明	
11	设备的装箱清单	
12	公用资料，包括压缩空气用量、冷却水用量、通风系统风量、能源动力用量等参数及接口尺寸	
13	培训技术资料	
14	乙方认为需要的，而上述没有列举的其他资料	

备注：以上所有技术文件除在表格中已作特殊要求的以外均使用公制单位，使用中文或英文。

7. 培训及售后服务

7.1 培训

(1) 培训对象和次数：包含甲方核心操作人员，提供操作技术培训和相关的技术资料。培训不少于周，确保用户能够实现系统正常运转，具备自行配置开发能力。乙方至少免费提供3人次/年（累计3年）厂家培训（包含安全、使用、维护等内容），若收费，请注明收费标准；

(2) 培训内容：设备的基本原理、操作功能、故障处理方式、使用方式、数据处理、保养维修等。

(3) 培训目标：要求对不同使用人员进行统一培训及针对性培训，保证使用人员快速地掌握相关设备的完整使用。

(4) 培训方式：不限于集中培训、个人培训等。

(5) 培训人员：乙方应派有相关专业能力能胜任此次培训的工作人员进行免费培训工作，具有详细的培训团队人员规划，培训团队具有培训支撑能力。

7.2 售后服务

乙方应保证所供货物是严格按照双方认可的工艺生产的，并完全符合合同规定的质量、规格和性能的要求。乙方应保证生产线在正确安装、正常使用和保养条件下，在其使用寿命期内应具有达到设计要求的性能。

7.2.1 质保期内售后服务要求

(1) 由于设备本身质量原因造成的损坏，由乙方负责更换或赔偿，不得再加收其他费用。

(2) 乙方需提供每周7天，每天24小时，每年365天的免费电话及远程服务支持；

(3) 乙方提供每年次免费巡查保养，巡查保养执行时间双方协商决定；

(4) 软件系统故障、宕机或系统出现BUG等，必须在2小时内响应问题；

(5) 质保期内，由设备故障造成的损失，乙方需要赔偿上述条款之外造成的所有损失，此方面由甲方发起，甲方有最终解释权；

(6) 甲方从乙方采购的设备，自双方验收之日起，乙方负责2年质保。

(7) 如因乙方原因导致设备保修异常，产生的损失由乙方承担；

(8) 乙方应配备派遣具有实践经验、可胜任此项工作的售后服务人员对甲方提供专业售后服务。具有针对紧急情形下详细的维修措施安排，真正做到为甲方排忧解难。

7.2.2 质保期外售后服务要求

(1) 在系统设备使用寿命期内，乙方仍应按甲方的要求及时提供维修服务以及维修中所需的各种零部件，条件由双方议定；

(2) 乙方承诺为提供的产品终身技术支持，按甲方的需求提供设备改造、软件升级、修改、完善等技术支持，条件由双方议定；

(3) 如需乙方对所甲方设备定期进行检查和保养，条件由双方议定。保修期外乙方终身提供维修服务，并提供全面优惠的备件支持。

7.2.3 技术服务

质保期内，乙方需提供免费的技术支持。常规技术支持贯穿整个系统运行期间。乙方需指定1名技术人员，提供技术支持。在甲方发出技术服务需求后，乙方响应时间不超过2小时，工程师到达现场时间不超过24小时。

7.2.4 关键说明

(1)设备本身部件存在定期更换或加工的易损件，厂商提供全套的易损件清单（包括易损件设计图纸）；易损件清单须确认，需明确各消耗品名称、规格及型号、供应厂家、更换周期、单次更换数量等信息。

(2)厂商提供予甲方的所有易损件、备品备件应为设备的新制品，与已经安装在设备上的相应部件能够互换，具有相同的规格、材质和质量。

(3)提供所有易损件、随机备品备件、主要元器件的数量、规格型号、厂家、单价、更换周期等信息。

(4)在设备最终验收前提供易损件明细，并且清单内容需要与甲方确认。

8. 合同价款及支付方式

8.1 本合同总价款为：（大写）壹仟零柒拾捌万元整，（小写）¥10780000.00元。

8.2 付款方式采用分期支付方式。

分四次付款：

(1) 第一次付款：合同签订后，由乙方提供本合同金额30%的预付款保函（银行保函形式、有效期应超过第二次付款时间），甲方收到预付款保函后20个工作日内，支付合同总额的30%作为预付款给乙方；

(2) 第二次付款：完成设计与工艺方案评审后15个工作日内，支付合同总额的20%；同时退还乙方预付款保函；

(3) 第三次付款：全部设备完成出厂验收20个工作日内，甲方向乙方支付合同总额的30%；

(4) 第四次付款：全部设备在甲方最终验收合格后20个工作日内，甲方向乙方支付合同总额的20%。

注：因甲方单位性质，需要按照国家、省级项目资金支付规定执行，乙方应对此清楚知晓，甲方尽量保证按照本协议约定履行义务，如因以上原因导致无法按时支付款项的，乙方承诺不追究采购人违约责任。

如果甲方不具备安装条件，延迟交货6个月内不得收取存放费用。

8.3 乙方应在每次付款前向甲方开具相应金额的增值税发票。

9. 专利权和非专利技术成果

9.1 专利权

本项目专利申请权归甲方所有。

乙方应保证甲方在使用该货物或其任何一部分时免受非甲方原因造成的第三方提出侵犯其专利权、商标权或工业设计权的起诉。

9.2 非专利技术成果

甲方向乙方提供的任何技术资料，乙方有义务为甲方保密，在履行任何本项目以外的任何目的时，不得使用甲方提供的任何图纸、资料。

本项目的非专利技术成果的使用权、转让权归甲方所有，乙方负保密责任。未经甲方书面同意，乙方不得私自使用、转让或用于为第三方生产，亦不得进行同类产品的研发。

10. 违约责任

10.1 乙方违约责任

(1) 本项目技术开发风险由乙方承担。

(2) 乙方应按照合同规定的“生产进度表”开展工作，按期交付合格产品，如乙方无正当理由迟延履行，应向甲方支付误期赔偿金，误期赔偿金按本合同总价款0.5%/周计收，不足一周按一周计。误期赔偿金由甲方从货款中直接扣除。如果拖期超过一

个月，乙方应向甲方支付相当于本合同总金额5%的违约金，甲方有权选择要求乙方继续履行合同、或解除合同。

(3) 在履行合同过程中，如果乙方遇到可能妨碍按时交货的情况时，应及时以书面形式将情况通知甲方。甲方在收到乙方通知后，应尽快对情况进行评价，确定是否酌情延长交货时间。

(4) 在甲方验收过程中，由于乙方提交的产品质量等原因导致的甲方验收工作拖期，按乙方迟延履行计，乙方承担违约责任，承担方式见本合同“10.1(2)”条款。

(5) 本合同签订后，乙方不履行合同义务、或履行合同义务不符合合同约定的（不包括迟延履行的情况）、最终验收时自动化生产线生产的超过四分之一的产品达不到设计指标的，乙方应承担违约责任，向甲方支付相当于本合同总金额10%的违约金，甲方有权选择要求解除合同、或要求乙方采取补救措施继续履行合同。

(6) 甲方依据以上情形和条件决定解除合同时，如果违约金不足以弥补甲方实际损失，乙方应赔偿甲方所有实际损失。

10.2 甲方违约责任

(1) 甲方应按合同约定时间付款，如甲方无正当理由迟延付款，且经乙方催付后仍不付款的，应向乙方支付延期付款赔偿金，赔偿金按迟延付款总额0.5%/周计收，不足一周按一周计。如果迟延付款超过一个月，甲方应向乙方支付相当于合同总金额5%的违约金，乙方有权选择要求甲方继续履行合同，或解除合同。如果违约金不足以弥补乙方实际损失，甲方应赔偿乙方所有的实际损失。

(2) 在履行合同过程中，如果甲方遇到可能妨碍按时付款的情况时，应及时以书面形式将情况通知乙方。乙方在收到甲方通知后，应尽快对情况进行评价，确定是否酌情延长付款时间。

11. 不可抗力

一方因不可抗力不能或延迟履行合同的，可根据不可抗力的影响，部分和全部免除责任。但该方应及时通知对方，以减轻可能给对方造成的损失，并应当在合理的期限内提供证明。有关不可抗力的其他相关事宜双方协商解决，或按《中华人民共和国民法典》规定执行。

12. 争端的解决

在履行合同时，若发生与合同有关的任何争议，甲方、乙方双方应友好协商解决。如果双方协商没有达成协议时，任何一方有权向人民法院提起诉讼，本合同约定甲方所在地有管辖权的人民法院为诉讼法院。在诉讼期间，除正在进行诉讼的部分外，本合同的其他部分应继续执行。

13. 转让和分包

本项目不允许关键性工作委托外协。如乙方拟对部分非关键性工作委托外协的，须事先经甲方书面同意。乙方如违反上述约定，应向甲方支付相当于本合同总金额20%的违约金，且甲方还有权解除合同。

14. 其他

14.1 本合同附件

附件1: CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置技术指标及要求。

附件2: CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置布局图。

14.2 本合同经双方代表签字并加盖公章（或合同章）即生效。

14.3 本合同一式五份，甲方三份，乙方二份。

14.4 未尽事宜参照本项目招标文件。

甲方	单位名称	河南省科学院高能物理研究中心	合同章
	住所	河南省郑州市郑东新区崇实里 228 号	

已审核-IHEP

	法定代表人	韩宇辉	年 月 日
	甲方代表	(签名)	
	联系人及电话		
	甲方开票信息如下： 统一社会信用代码 12410000MB0868037J 河南省科学院高能物理研究中心 河南省郑州市郑东新区崇实里228号 邮编：450046 账号：4116 1199 9011 0048 1247 0 开户银行：交通银行股份有限公司郑州纬五路支行		
乙方	单位名称	北京天玛智控科技股份有限公司	合同章 年 月 日
	住 所	北京市顺义区林河南大街 27 号（科技创新功能区）	
	法定代表人	刘治国	
	乙方授权代表	霍炜 (签名)	
	联系人及电话	18911166642	
	开户银行	中国工商银行股份有限公司北京和平里支行	
	帐 号	0200004209200003176	

附件1：CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置技术指标及要求。

序号	名称	技术要求	备注
1	技术参数要求	(1) ★绝缘层耐压>500DCV。	
2		(2) ★最高加热温度>300℃。	
3		(3) ★总厚度500±50um。	
4		(4) ★涂层构成：依次为过渡层，绝缘层，电阻层，绝缘层。	

5		(5) ★电阻层最大长度>11100mm。	
6		(6) ★满足工件尺寸为：直径范围50-70mm，长度范围1m-11.5m真空管表面加热层喷涂。	
7		(7) #对真空管外表面喷砂，去除氧化层并获得更适合的表面粗糙度。需设置单独的喷砂房，喷砂过程全自动。	
8		(8) #对真空管外表面分别喷涂缓冲层、陶瓷层、金属电阻层、陶瓷层。需设置单独的喷涂房，喷涂过程全自动。	
9		(9) ★采用PLC+PC，能对喷涂系统进行全自动闭环控制。	
10	操作台	(10) ★操作台采用彩色液晶显示屏，不小于15寸（带触摸功能），对所有喷涂参数包括但不限于喷枪进出水温度，冷却水流量、等离子电压，等离子电流、总功率，喷枪功率，冷水机功率以及各种工艺气体的进气压力、载粉气体的压力和流量、送粉盘的转速、粉末搅拌器的开度等（包括但不限于送粉线出口压力等）进行显示及操控。	
11		(11) #能至少同时控制2路送粉单元。	
12		(12) #应具备设备状态数据和运行参数的记录、保存和打印输出功能；具有数据输入功能，存储喷涂配方等功能。	
13		(13) #应具有远程编译软件和系统故障诊断功能。	
14		(14) #设备故障报警和警告显示，具有各部分设备的安全互锁功能和整套系统的紧急停止装置；具备完全的自我防护功能，即当设备出现诸如供工艺的进气压力太低、送粉盘转速偏差太大、冷却水的流量或温度超程等报警时，设备将自动停机，并将故障内容显示在操作系统。	
15		(15) #操作语言为中文或英文，可相互转换。	
16		(16) #设备控制系统可满足运行包括但不限于F4、F6、9MB	

		、F1、F7、P2等等离子喷枪。	
17	等离子部分	(17) #系统至少包含Ar、H2等2路工作气体，所有气体采用质量流量计计量，并能进行闭环流量控制。	
18		(18) ★各工作气体流量最大量程和控制精度满足 Ar:100NLPM; H2:20NLPM; 气体流量质量控制精度优于±2%(最大量程的)。	
19		(19) ★各送粉器配备独立的载气质量流量计，测量范围满足：Ar:1-15NLPM，控制精度优于±2%(最大量程的)。	
20		(20) #可对每条送粉线的出口压力进行检测和控制，并可以设备出口压力极限值，以保证在堵粉时可及时报警提示。	
21		(21) #配备两条用于工件冷却的压缩空气控制线路，以实现喷涂对工件进行冷却和吹扫的目的。各线路格都配备减压阀，便于调整冷却压力。	
22		(22) #各种工艺气体线路，包含压缩空气线路，在进气端配备气体过滤器，以避免粉尘污染质量流量计；所有的工艺气体管路配备压力计。	
23		(23) ★最大等离子喷涂功率：≥55kw。	
24		(24) #控制柜应包含完整的电气电子控制组件，控制柜内装有空调，并留有足够的设备扩展空间。	
25		(25) #为保证使用过程中的安全性，气体控制柜必须是独立的柜体，且等离子工艺气体均应采用质量流量计控制。	
26		(26) #气体控制柜内安装的组件,应可以独立地控制等离子喷涂工艺的所有气体线路。	
27	(27) #应为金属气体管道(非塑料管)。		
28	(28) #可燃气体管路应含防回火器，管路应含不锈钢气体		

		过滤器，为每种工艺气体配备可以更换的滤芯，带可燃气报警系统。	
29		(29) ★等离子电源系统，为在单电极状态下工作的喷枪提供连续工作 ≥ 2 小时的稳定电流（要求电流在设置值和实际值之间误差小于2%）；喷涂过程中，电源电压波动在 $\pm 2V$ 范围内；电源具有对等离子喷枪启动和短路保护的控制装置。	
30		(30) ★电源为恒流，电流要经过二次滤波处理，调节（从0-100%）平滑无波动，最大输出功率能满足喷枪在50kW功率下连续工作2小时的需要；电源效率和功率因素以及电磁屏蔽符合国际IP67电气标准。	
31		(31) ★持续电流(100%空载) 1000A/100V，0A/150V到1000A/100V连续控制运行，应根据电磁能标准进行连续无故障运行，应通过动态消波器获得更平整的电流，电压和电流波形的承载范围应在0-100% (0A-1000A) $< 1\%$ ， $\cos \Phi \leq 0.95$ 。	
32		(32) #水电转接单集成等离子喷枪所需的所有水、电、气的供应，在操作台上可以进行冷却水流量、温度、压力等的监控；具有对水流量、水压和水温过高或过低时对喷枪的保护控制装置。	
33		(33) #2路送粉单元，送粉器能满足粒度为2-200微米的金属粉末、陶瓷粉末等稳定送粉要求。	
34		(34) ★送粉盘转速的设定值和实际值偏差不超过5%；送粉罐容量 ≥ 5.5 升；送粉器能够和喷涂系统联机操控；送粉器的送粉转数可以编程连续可调，方便梯度涂层的制备；粉斗应方便换粉，易清洁，易维护保养；配备输送不同类型粉末的粉盘和滑块；粉盘转速应采用伺服电机控制粉盘转速应能显示(设定值/实际值)，粉筒内含有搅拌器，搅拌器开度（设定值为%）： $\geq 0-100\%$ 。	

35		(35) ★送粉罐应具有送粉盘电机手动电动按钮，方便拆卸后的粉罐重新装入送粉器。送粉器的每个送粉线路应具有回压反馈监测功能，可以在线路堵粉时通过压力监测发出报警提示信息。	
36		(36) ★等离子喷枪应带快速换枪功能，喷枪分为前枪体和后枪体，前、后枪体具有无螺纹连接并可快速拆卸的功能，以达到便捷更换喷嘴、电极的能力。	
37		(37) ★喷砂室设计尺寸： $\geq 3.5\text{m}$ (长) $\times 3.5\text{m}$ (宽) $\times 3\text{m}$ (高)，确保有足够内部空间。方便快捷的进行设备维护保养。	
38		(38) #喷砂房有良好的隔音效果，距房体一米处噪声低于85分贝。喷砂房的进排风口配置有消音器。	
39		(39) #无工件喷砂状态下以及正在喷砂工件时，机械手、喷枪和工件的各种状态下，砂粒及气体有导向的离开喷砂核心区域、送到吸尘管道，喷砂场所不能形成扰流扬尘影响。蜂窝式喷砂房的砂料回收及粉尘回收的出气口全部安排在蜂窝吸砂地板的下面，气流及粉尘应始终是自上而下。	
40	喷砂系统	(40) ★喷砂房外应配置满足12米零件轨道车运行的缓冲舱体（舱体具有隔音功能，舱体上方具有自动开启机构，用于真空盒吊装），以避免喷砂时噪声和沙砾溢出喷砂房。	
41		(41) ★喷砂房配置防尘且防爆的照明灯，光照度大于300勒克斯。	
42		(42) #具备旋风分离功能，对丸、尘分离和筛选，将满足回用指标16~100目左右的砂粒落入下部的高效喷砂机进行回用。	
43		(43) #蜂窝吸砂地板的回砂模块采用不锈钢制作，回砂模块覆盖除轨道车外的整个喷砂房，回砂模块设置不锈钢制格栅以供操作人员行走。回砂模块与喷砂房的结合部配置不锈	

		钢导砂板以防止砂粒驻留。	
44		(44) #喷砂枪固定在喷砂房房顶，可具有上下调节高度的和左右调节角度的能力，以实现对整个管体的覆盖，喷砂枪数量不少于2把，喷砂枪出口直径 $\geq 8\text{mm}$ 。	
45		(45) #喷砂罐上应设上料位检测开关，实现砂料的上限报警，砂料位于下限时应通过补砂信号控制上罐直接给下罐补砂，同时与喷砂罐上的旋转加料阀联锁，控制喷砂罐的加砂过程。料位开关采用接触式料位开关，开关应具有检测灵敏度高、性能稳定可靠、安装调整方便。	
46		(46) ★喷砂工作压力范围：0.25~0.6MPa。喷砂砂流调整范围：1~3Kg/min。用于砂粒粒径范围和砂子种类：16~80(号)棕刚玉或白刚玉。采用总容积不小于0.4m ³ 的不锈钢制过渡储砂缸及喷砂压力工作缸。	
47		(47) #采用吸风除尘系统，不低于16芯除尘器。表面涂装防腐漆。	
48		(48) #回砂系统所配置的风机满足回砂顺畅，配置 $\geq 22\text{KW}$ 风机。	
49		(49) #自动喷砂集成控制系统配置包括自动喷砂集成开关柜、集成控制柜及触摸屏操作界面集成操作台的集成控制系统。应能对喷砂罐、除尘器等实现集中控制，对全套系统具备安全操作连锁功能。	
50		(50) ★喷涂隔声房外一米处的噪音 ≤ 85 分贝。	
51	喷涂房与除尘系统	(51) ★喷涂房内尺寸： $\geq 6000\text{mm} \times 5000\text{mm} \times 3000\text{mm}$ （长 \times 宽 \times 高），分成三个功能区：绝缘层喷涂区、机械手行走区域、金属涂层区域，避免材料交叉污染。绝缘层和金属层喷涂区之间设计清洁隔离区采用气枪吹扫+强烈吸风组成。	

52		(52) ★喷涂房外应配置满足12米零件轨道车运行的缓冲舱体（该舱体具有隔音功能，舱体上方具有自动开启机构，用于真空盒吊装），以避免喷涂时噪声和粉尘溢出喷涂房。	
53		(53) #在喷涂房侧面适当位置另设置双层观察窗，窗尺寸大小 $\geq 600\text{mm} \times 900\text{mm}$ 。	
54		(54) #隔音间里面开设吸风斗，通过消声通道引导至隔音间背面再外接除尘风道系统。	
55		(55) #隔音间内部顶壁靠适当位置加装防爆型日光灯，室内光照度不小于300LUX。	
56		(56) ★配置防粉尘爆炸和火星捕捉的部件；提供除尘器底部的粉尘收集桶，废粉处理简便易行。处理风量 $\geq 23,000\text{m}^3/\text{h}$ ，滤筒数量 ≥ 36 芯，出口含尘浓度 $\leq 20\text{mg}/\text{m}^3$ ，过滤风速 $\geq 0.52\text{m}/\text{mi}$ ，过滤效率 $\geq 99.9\%$ ，风机功率 $\geq 30\text{kW}$ 。	
57		(57) ★操作方便，可示教、离线编程、保存多套程序；最大承重能力： $\geq 45\text{kg}$ ，臂展： ≥ 2.5 米；轴数 ≥ 6 轴；防护等级：标准IP67。	
58	喷涂机器人手与真空盒夹持运动机构	(58) ★可与机器人联动。能长时间运动无卡顿。负载： ≥ 1.5 吨，重复定位： $\leq \pm 0.1\text{mm}$ ，最大运行速度： $\geq 0.5\text{m}/\text{s}$ ，限位：配置有光电限位和物理限位。超负荷报警：当发送阻力和碰撞时应具备自动报警并系统停止保护功能。	
59		(59) #机器人控制柜，控制硬件：多处理器系统；备份电源控制软件；防护等级：不低于IP54编程单元；便携式防爆型示教盒，具备操纵杆和键盘；屏幕菜单可自行设置；紧急停止、自动模式停止、测试模式停止等；断电记忆：机器人具有断电记忆功能，断电启动时不需要做归零操作。	

60		(60) ★真空盒夹持运动机构具有将真空盒进行夹持固定的功能。	
61		(61) ★小车运行时应发出闪烁的警报声光以提醒工作人员注意。整体的运动控制采用外置触摸屏控制，可以对小车的运行速度，加减速，变位角度进行控制。小车最大运行速度： $\geq 0.5\text{m/s}$ ，夹紧方式：气动夹紧，夹紧部位：真空管的方形冷却管，变位角度： $\pm 60^\circ$ ，变位精度： $\pm 0.5^\circ$ ，载重： $\geq 100\text{KG}$ 。	
62		(62) #自动存枪支架配合相应的机械手连接支架一起使用，具有感应枪头是否存放，是否存放到位等功能。如果机械手没有将枪头存放到位，将发出报警以便人员排除问题。	
63		(63) #整体控制系统采用PLC+触摸屏+电气柜组成。电气柜应放置于喷涂房外，避免粉尘污染。整体控制系统主要用于控制整个产线工艺流程，小车的运动。在自动模式下可实现，一键启动，实现生产全流程。	
64	整体控制系统	(64) #触摸屏上应具备显示各个系统的工作状态以人机界面友好的状态显示出来。具备生产进度显示功能；系统应具备生产统计的数据功能，能将当前生产的数量，和单日生产的工件数量进行统计。预留接口：预留接口用于前后制程通讯联动。	
65		(65) #为了确保人身安全和工件、设备的安全，外围设备与喷涂设备需安装安全连锁机构，将在异常情况下触发整套系统的急停。	
66	技术参数	(1) ★采用直流磁控溅射方法在真空盒内壁进行NEG镀膜。	
67	数要求	(2) ★满足工件尺寸为：内径56mm，长度 $\geq 11.5\text{m}$ 的真空盒内表面NEG镀膜。	

68	(3) ★NEG薄膜覆盖度>95%。	
69	(4) ★能够通过机械手自动完成真空盒的上下料，密封圈安装与配合，法兰密封；自动完成NEG镀膜。	
70	(5) ★真空盒法兰（工作时在真空炉内，由机械手自动完成组装与检漏）漏率。	
71	(6) ★镀膜腔室法兰漏率 $<1 \times 10^{-10}$ mbar · L/s。	
72	(7) ★低真空炉法兰漏率 $<1 \times 10^{-9}$ mbar · L/s。	
73	(8) ★满足同时为4~6组真空盒NEG镀膜的能力。	
74	(9) #真空盒组装、镀膜过程需要严格保证环境洁净，避免油污、水分、颗粒物进入真空系统。	
75	(10) 低温真空炉主要用于在真空盒NEG镀膜过程中为真空盒提供烘烤加热，同时提供低真空环境，以降低真空盒法兰自动化组装难度。其中镀膜腔体A内侧面充当一侧炉门，镀膜腔体B外侧面与真空炉炉门结合，形成真空炉闭合真空空间。	具体技术指标见表1。
76	(11) NEG镀膜真空腔体用于待镀膜铜真空盒和阴极靶的连接、固定，腔体上开有多个CF刀口法兰，用于安装真空盒、真空泵、真空规等设备。A、B腔体由中央支柱连接定位，固定于导轨平台上，通过导轨进出低真空炉。C腔体位于真空炉后方，镀膜前通过波纹管与B腔体连接。三个腔体与真空盒共同组成真空密闭环境。所有法兰采用国标，加工时为保证获得超高极限真空，加工材料表面应进行必要电抛光等工艺处理，加工过程中应保证环境清洁，接触腔体内壁需佩戴干净的橡胶手套，采用合理的焊接工艺避免产生夹气等影响超高真空度获得的不利因素。	具体技术指标见表2。
77	(12) #真空烘烤与NEG镀膜过程需保持阴极靶、真空炉充分	

		水冷。	
78		(13) #由桁架机械手将真空盒抓取并放置于NEG镀膜系统台架，机械手抓取无氧铜密封圈置于真空盒法兰与镀膜腔室相连的波纹管法兰之间。	
79		(14) ★采用自动机构将阴极靶水平，且保持与真空盒同心地送入插入真空盒，以及过渡波纹管等内部。完成法兰连接后阴极靶、镀膜腔体A、镀膜腔体B、真空盒、过渡波纹管组成真空盒镀膜腔体组合体。	
80		(15) ★阴极靶在平移过程中需得到充分的支撑和导向，避免在移动和插入真空盒的过程中出现弯曲、绕转等变形情况。	
81		(16) #平移机构应具有到位检测，固定位置的功能。	
82		(17) #真空盒镀膜过程中涉及到的需要反复拆卸的法兰均需机械手自动完成无氧铜密封圈更换、定位，螺钉转配与拧紧，并自动检漏。由地轨机械手实现法兰对准、螺钉拧紧。需要该机械手拧紧的法兰包括真空盒两端CF法兰、镀膜腔体B与C之间的CF法兰。地轨机械手实现镀膜腔体B与C之间的CF法兰自动拧紧。可自动拆卸镀膜真空腔体—B外侧真空封堵。	
83		(18) #采用自动机构将真空盒镀膜腔体组合体送入低真空炉内部，镀膜腔体A外部端板作为真空炉A侧炉门，由自动机构进行锁紧。镀膜腔体B外部端板与真空炉B侧炉门接口由螺钉进行锁紧，螺钉采用机械手自动拧紧。	
84		(19) #真空盒在抓取和转运过程中采用分段支撑的形式，避免真空盒过长在抓取和转运过程变形。	
85		(20) ★阴极靶、镀膜腔体装配的移动均需机械机构自动实现。并在移动过程中避免相互碰撞、刮蹭等现象出现。有类	

		似风险时需有触发信号与机械机构进行及时预判与干涉。	
86		(21) #镀膜真空腔体—A左侧预装阴极靶组件，且阴极靶组件法兰真空密封安装于镀膜真空腔体—A左侧。预装阴极靶组件可平稳移动。	
87		(22) ★可自动抽真空，检测漏率，漏率小于 1×10^{-10} mabr · L/s；可自动记录检漏轨迹，并显示模拟曲线，方便判断漏点。	
88		(23) ★设置分段顶升机构，在对真空盒组起到分段支撑作用的同时亦可作为真空盒组的导轨使用，接驳真空炉内预设导轨，利于真空管组导向进入真空炉内部。分段顶升机构负载： $\geq 1t$ ；总长： $\geq 11.5m$ ；速度 $\geq 0.3m/s$ 。	
89		(24) ★将镀膜真空腔体—A左侧预装阴极靶组件需在平移机构平行移动，方便阴极靶装入真空管内侧，并整体平移至真空炉内。重复定位精度： $\pm 1mm$ ；速度： $\geq 0.5m/s$ ；负载： $\geq 1t$ 。	
90		(25) #阴极靶水冷管需要驱动机构实现稳定可靠的往复移动功能，水冷管移动行程需要 $\geq 11.5m$ 。	
91		(26) ★自动实现阴极靶水冷、镀膜电极快插。	
92		(27) #装配拆卸机器人，满足装配拆卸真空管，取放密封铜垫片，检测漏率，快换工装等动作。操作方便，可示教、离线编程、保存多套程序；最大承重能力： $\geq 25kg$ ，臂展： $\geq 1.73m$ ；轴数： ≥ 6 轴；防护等级：本体IP54，腕部轴IP67；重复定位精度（RP） $\leq 0.05mm$ ；安全性：具备过载保护功能。通讯协议：TCP/IP、PROFINET等。非通讯机型I/O点数：输入不小于10点，输出不小于10点。机器人内部集成电路气路，并配套手臂处和底部用户外部插头。机器人内嵌碰撞检测功能。机器人动作应有自动动作、手动动作分解功	

		能和零点回归功能,具有故障、断电时防止工件坠落的保护功能。支持通过与SCADA集成,采集机器人启停状态、报警等信息。	
93		(28)#机器人控制柜,控制硬件:多处理器系统;备份电源控制软件;防护等级:不低于IP54编程单元;便携式防爆型示教盒,具备操纵杆和键盘;屏幕菜单可自行设置;紧急停止、自动模式停止、测试模式停止等;断电记忆:机器人具有断电记忆功能,断电启动时不需要做归零操作。	
94		(29)#机器人地轨可搭载装配机器人,沿真空管左右移动,完成真空管装配拆卸工作;可与机器人联动。能长时间运动无卡顿。负载:≥1.5吨,长度:≥28.5m;重复定位:≤±0.1mm,最大运行速度:≥1m/s,限位:配置有光电限位和物理限位。超负荷报警:当发送阻力和碰撞时应具备自动报警并系统停止保护功能。	
95	冷却水、压缩空气、工艺气体技术要求	(1)★冷却水由采购人平台提供,投标人需考虑接入各用水系统。满足单阴极大气等离子喷枪在高功率(≥70kw),长时间(≥2h)连续工作下能够保证整套大气等离子喷涂系统正常工作的水冷却器;NEG镀膜阴极靶,真空炉,电源等冷却,功率(≥70kw)。	
96		(2)★压缩空气(干燥、干净、无油无水),动态压力≥0.6MPa,流量≥10.0m ³ /min。需要将压缩空气管道(最好是不锈钢管道,内壁抛光处理)输送到喷涂设备的气体控制柜旁,并配备阀门。	
97		(3)#氩气,纯度≥99.999%。动态压力≥0.8MPa。需要将氩气管道(最好是不锈钢管道,内壁抛光处理)输送到喷涂设备的气体控制柜旁,并配备3/8的“正螺纹接口和阀门。	
98		(4)#氢气,纯度≥99.999%,动态压力≥0.8MPa。需要将氢	

		气管道（最好是不锈钢管道，内壁抛光处理）输送到喷涂设备的气体控制柜旁，并配备¼”的反螺纹接口和阀门。	
99		(5)★建造室外气体房，用于存放H ₂ 、Ar等气体。	

表 1-低温真空炉主要技术指标

名称	序号	项目	技术指标	备注	备注
低温 真空 炉	#1	基本类型	内热式/卧式/电阻加热		
	★2	有效加热区尺寸	φ 500×12000mm	加热管所围直径≥ φ 750mm	
	#3	单次装炉量	六根铜真空盒组件重量约 1.2吨		
	#4	最高温度	600℃		
	★5	常用工作温度	200~300℃	测温点大于6个	
	#6	炉温均匀性	±5℃	测温范围200℃~300℃	
	#7	升温速率	20~30℃/h		
	#8	极限真空度	<5×10 ⁻² Pa		
	★9	工作真空度	<1×10 ⁻¹ Pa	带负载时	
	#10	真空泄漏率	<1×10 ⁻⁹ mbar. L/s;		
	★11	抽气速率	50min大气压抽至5x10 ⁻² Pa	空载	
	#12	炉体泵接口	3个，均布	预留两个CF200接口，备用	
	#13	机械泵配置	3台/无油		

#14	分子泵	抽速 $\geq 3600\text{L/s}$		
#15	密封方式	跟炉体连接的所有接头法兰均采用金属密封结构		
#16	阀门控制方式	远控		
#17	自动化控制水平	采用工控机+PLC+触摸屏的控制模式，从抽真空、升降温、充氮均可实现运行自动化	需与生产线整体控制系统配套	
#18	炉体	炉体采用304不锈钢，法兰需设有冷却水套。隔热保温屏应采用全金属反射屏的形式。设计结构应防止高温膨胀变形。具体方案厂家自行设计，但其设计方案需由采购人认可。炉体底座要求设计结构合理，整体美观实用。支撑需满足工件的承重要求。		
#19	冷却系统	冷却水由总水管引入，然后分别进入到炉体、电极、真空泵等冷却水路。经循环后从总出水管引出。冷却水管各路设有水流量计，总管路上设有水温、水压检测装置，当其中的管路发生水压不足或断水时，均有电信号送入控制柜，系统根据情况做出反应，起到安全保护作用		

			。		
--	--	--	---	--	--

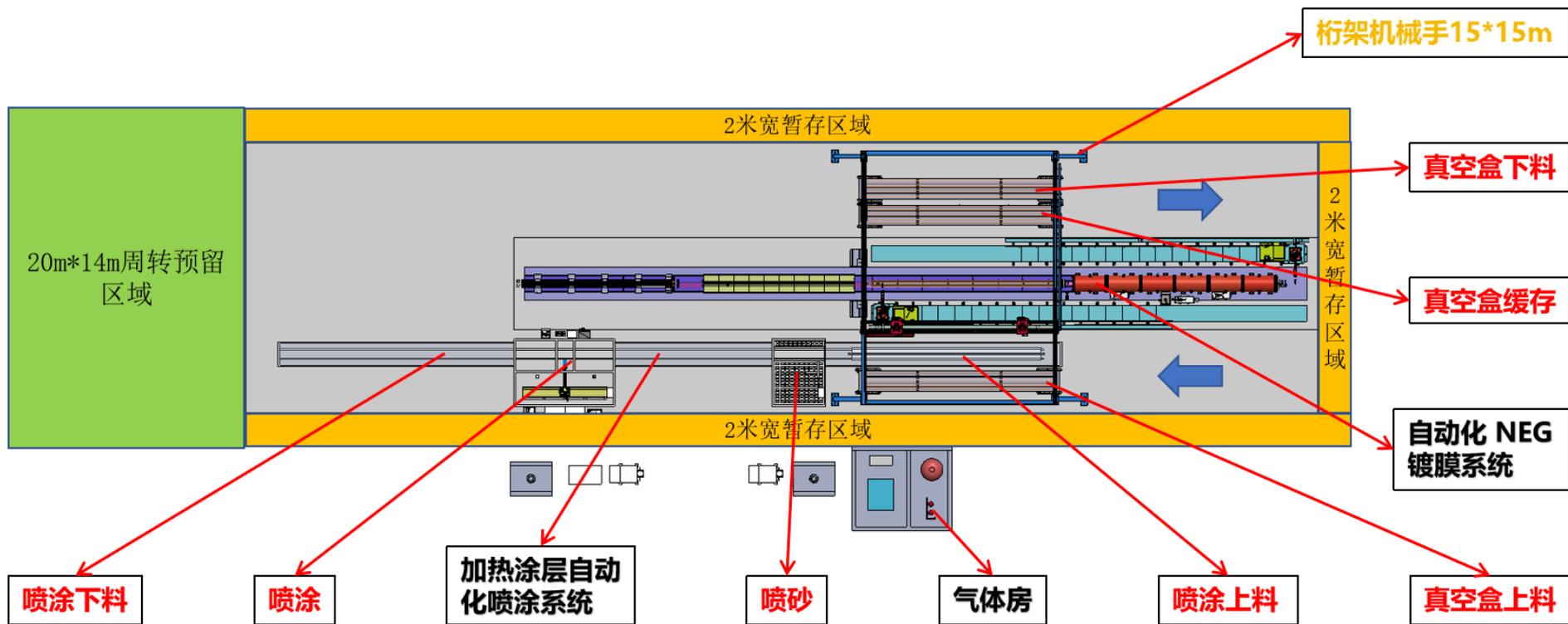
表 2-NEG 镀膜真空腔体与焊接波纹管主要技术指标

名称	序号	项目	技术指标	备注	备注
NEG 镀膜 真空 腔体 A	#1	腔体直径	≤550mm	与B腔体一致	
	#2	真空盒与阴极 靶安装法兰	顶面和底面各4~6个，中心线 同轴；	CF63/8~12个	
	#3	真空设备法兰	CF63/3个, CF35/4个, CF16/1 个。	位于侧壁	
	#4	材质	SUS304不锈钢。		
	#5	壁厚	大于3mm, 需挂单台50kg离子 泵。	共两台	
	#6	加工精度	满足规范要求		
	★7	极限真空度	≤5x10 ⁻⁸ Pa		
NEG 镀膜 真空 腔体 B	#8	腔体直径	小于550mm	与A腔体一致	
	#9	真空盒链接法 兰	CF63/4~6个，需与A腔体对应 法兰中心线同轴；		
	#10	材质	SUS304不锈钢		
	#11	壁厚	大于2mm		
	#12	加工精度	满足规范要求		
	★13	极限真空度	≤5x10 ⁻⁸ Pa		
	#14	真空设备法兰	CF100/1个	位于底面	
NEG 镀膜	#15	腔体直径	合理配置	与A腔体一致	
	#16	材质	SUS304不锈钢		

已审核-IHEP

真空腔体C	#17	壁厚	大于2mm		
	#18	加工精度	满足规范要求		
	#19	接口法兰	CF100/1个	与B腔体连接	
	#20	真空设备法兰	CF100/1个, CF35/2个, CF16/2个		
	★21	极限真空度	$\leq 5 \times 10^{-8} \text{Pa}$		
焊接波纹管	★22	CF63焊接波纹管	压缩量不小于200mm/6只	吸收铜真空盒 加热延展, 带支杆	
	#23	CF100焊接波纹管	压缩量不小于100mm/1只	B、C腔体连接, 带支杆	
	#24	极限真空度	$\leq 5 \times 10^{-8} \text{Pa}$		

附件2：CEPC真空盒NEG镀膜与加热层喷涂批量生产方法研究装置布局图。



已审核-IHEP

注：最终布局图以实际完成项目指标为准。