T/CECS XXX—202X

中国工程建设标准化协会标准

建筑机器人地坪施工及验收标准

Standard for construction and acceptance of floor of construction robot

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

建筑机器人地坪施工及验收标准

Standard for construction and acceptance of floor of construction robot

T/CECS XXX-20XX

主编单位：广东博智林机器人有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年 X 月 X 号

中国计划出版社

20XX 北　　京

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2021〕20 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 7 章和 1 个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、地坪研磨施工、地坪涂料涂敷施工、地面划线施工、成品保护等。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑机器人专业委员会归口管理，由广东博智林机器人有限公司负责具体内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给广东博智林机器人有限公司（地址：广东省佛山市顺德区北滘镇泮浦路 1 号，邮政编码：528306，邮箱：　）

主编单位：广东博智林机器人有限公司

　　中国建筑标准设计研究院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目　　次

1 总　　则 1

2 术　　语 3

3 基本规定 5

4 地坪研磨施工 7

4.1 一般规定 7

4.2 机器人性能和功能 8

4.3 施工准备 9

4.4 施工及质量控制 11

5 地坪涂料涂敷施工 16

5.1 一般规定 16

5.2 机器人性能和功能 17

5.3 施工准备 17

5.4 施工及质量控制 19

6 地面划线施工 23

6.1 一般规定 23

6.2 机器人性能与功能 24

6.3 施工准备 25

6.4 施工及质量控制 26

7 成品保护 28

7.1 一般规定 28

7.2 渗透型液体硬化地坪、普通水磨石地坪 28

7.3 环氧树脂地坪 29

附录 A 地坪施工机器人常见施工工艺流程 300

用词说明 34

引用标准名录 35

Contents

1 General provisions 1

2 Terms 3

3 Basic Requirements.....5

4 Floor Grinding Construction..... 7

4.1 General Requirements..... 7

4.2 Robot Performance and Functions..... 8

4.3 Construction Preparation..... 9

4.4 Construction and Quality Control..... 11

5 Floor Coating Construction.....16

5.1 General Requirements..... 16

5.2 Robot Performance and Functions..... 17

5.3 Construction Preparation..... 17

5.4 Construction and Quality Control..... 19

6 Floor Marking Construction..... 233

6.1 General Requirements..... 23

6.2 Robot Performance and Functions..... 24

6.3 Construction Preparation..... 255

6.4 Construction and Quality Control..... 266

7 Protection of Finished Products.....288

7.1 General Requirements..... 288

7.2 Liqiuid Hardening Floor, Terrazzo flooring.....28

7.3 Resin Floor..... 29

Appendix A Common Construction Process of Floor Construction Robot.....30

Explanation of Wording..... 34

List of Quoted Standards.....35

1 总　　则

1.0.1　为了规范建筑机器人在地坪施工中的应用，保证工程质量，推进智能建造产业链的协同发展，制定本标准。

1.0.1【条文说明】为贯彻住房和城乡建设部 2022 年 1 月印发的《“十四五”建筑业发展规划》“要加快建筑机器人研发和应用……积极推进建筑机器人在生产、施工、维保等环节的典型应用”制定本标准。本条明确了编制目的。

随着人口红利的逐渐消失，工人年龄老化、用工成本攀升等系列难题不断涌现。中国建筑业协会统计数据显示，2019 年我国建筑业从业人数比上年末减少近 136 万人。建筑业从业人数占全社会就业人员总数的 7.01%，比上年降低 0.16 个百分点。

过去 40 年，建筑行业传统粗放式、手工业的生产方式并没有根本性改变，施工安全风险大、生产效率低、建设成本高、科技含量少，行业对年轻一代的吸引力越来越弱，“招工难”“用工荒”现象加剧。

特别是新冠疫情影响下，传统建筑企业的开工和生产面临较大困难，而零接触、智能化生产的优势也因此得到凸显。因此，加快研发应用智能建造机器人，像生产汽车一样准确地建房子，不仅可以让建筑工地实现零伤亡、高标准、好效益，而且能从根本上解决房子的安全和质量问题，大大提高劳动生产率，节约大量成本。

随着国内经济不断发展，工业厂房、大型广场、体育场、停车场等大面积场地的建设需求越来越多。这类场地大多使用混凝土现场浇筑地基，然后再覆盖地砖或地坪漆，因此对基础层的平整度提出了很高的要求。传统的混凝土地坪施工方法是人工找平，然后使用抹光机抹光。这种方式需要大量的人工，施工过程质量不受控制，需要人工多次修正，反复测量调整正在施工的地面，且效率不高。近年来市面上出现了一些人工操作的机器，一定程度上减少了工人工作量和工作强度，但普遍存在精度不足、机身尺寸过大、重量超重、无全自动 等问题，混凝土施工“危繁脏重”的问题没有得到根本改善。

地坪施工建筑机器人主要包括：地坪研磨机器人、地坪涂料涂敷机器人以及地面划线机器人，产品的特点如下：

1　地坪研磨机器人搭载全自动研磨系统，具有手动研磨和自动研磨功能，集成激光建图、自主定位及导航、自动吸尘、电缆收放、双动力切换于一体，可广泛应用于去除地坪混凝土表面浮浆。

2　地坪涂料涂敷机器人具有涂敷底漆、中涂漆、面漆功能，集成激光建图、自主

定位及导航行走、自动搅拌、快速充电、自检及实时信息显示等功能，可实现全自动导航施工，解决传统施工环境恶略、效率低下、质量不稳定及安全隐患等问题。

3　地面划线机器人可实现自动喷涂划线技术，核心为全自动喷涂划线系统，同时兼容定位器打孔系统、电控制系统、AGV 底盘系统等模块，具备自动喷涂划线和打孔等主要核心功能，同时具备自动定位、导航、报警等辅助功能。可使工人远离有毒气体环境，营造绿色施工环境，具有智能划线路径规划、自动喷涂能力，相比传统人工滚刷，其效率和质量显著提升。

从行业前景看，建筑机器人的市场潜力不可小觑。根据 Tractica 预测，建筑机器人日益增长的需求将推动市场收入从 2018 年的 2270 万美元增加到 2025 年的 2.26 亿美元。在此期间，全球将部署 7000 多台建筑机器人，以执行各种建筑和拆除任务。

从发展现状来看，我国建筑机器人发展虽已具备了一定的技术、环境等条件，但依然面临不少困难。我国建筑行业要加速应用建筑机器人产品和技术，亟需解决当前政策体系不完善、建筑机器人工程施工行业标准体系未建立、监管机制不健全等主要问题。

因此，完善建筑机器人研发、制造和应用全流程的政策支持体系，“鼓励地方先行先试与推动全国市场准入方面制定统一的制度规范，为建筑机器人的推广创造条件。”

其次，完善建筑机器人工程施工行业标准体系，健全监管机制。行业权威机构或龙头企业牵头，联合行业研究团队、专家学者、骨干企业等力量，尽快建立建筑机器人建造的产品技术、施工规范、验收检验等标准体系，加速建筑机器人的市场化应用。

1.0.2　本标准适用于建筑机器人在建筑室内、外地坪工程中的研磨、涂料涂敷和划线施工及质量验收。

1.0.2【条文说明】本标准确定了使用地坪研磨机器人、地坪涂料涂敷机器人、地面划线机器人进行地坪施工时所应达到的技术要求和质量验收标准。

1.0.3　建筑机器人地坪施工除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

1.0.3【条文说明】本条明确了本规程与其他相关标准的关系，除强制性标准必须遵守外，应与其它标准相协调，这些标准主要包括：现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》（GB 50325）、《环氧树脂自流平地面工程技术规范》（GB/T 50589）、《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209）和现行行业标准《自流平地面工程技术标准的规定》（JGJ/T 175）等。

2 术　　语

2.0.1　地坪研磨施工　floor grinding construction

利用机械设备或工具对地坪表面进行打磨来去除疏松表层以及饰面层研磨和抛光。

2.0.2　地坪涂料涂敷施工　floor coating construction

通过刮抹、辊涂等方式将地坪涂料按工艺要求均匀摊铺在施工面，满足地坪涂料功能特性的作业。

2.0.3　地面划线施工　floor marking construction

对已经完成地坪表层施工的地面进行车位、车道标志及标线等划线作业。

2.0.4　地坪研磨机器人　floor grinding robot

具有全自动研磨系统，兼具除尘集尘系统、电控制系统、AGV 底盘系统等模块，能在无人为干预的情况下，实现自动地坪研磨及除尘集尘等作业的自动化设备机器人。

2.0.5　地坪涂料涂敷机器人　floor coating robot

用于建筑地面涂敷地坪涂料的场景，能在无人为干预的情况下，自主涂敷底涂、中涂、面涂的机器人。

2.0.6　地面划线机器人　floor marking robot

用于地面划线施工，能在无人为干预的情况下，进行地面标线作业、对停车位挡车器安装孔进行打孔的机器人。

2.0.7　地坪工程　flooring engineering

由地坪材料构成的地坪表层、地坪结合层、地坪基层的整体构造及其施工过程。

2.0.8　地坪表层　flooring coating layer

由地坪材料固化形成的表面构造层。

2.0.9　基层　base

支撑地坪的构造层，包括填充层、隔离层、找平层、垫层和基土等。

[来源：JC/T 2540—2019，6.1]

2.0.10　面层　urface course

直接承受各种物理和化学作用的建筑地面表面层。

[来源：GB 50209—2010，2.0.2]

2.0.11　渗透型液体硬化剂　liquid hardener for concrete

应用于水泥基材料表面，通过渗透与表层水泥水化产物发生反应来填补水泥基材料

表层孔隙，提高水泥基材料表层硬度和耐磨性的液体型材料。

[来源：JC/T 2158—2021，3.1]

2.0.12 粗磨 coarse grinding

使用金刚石磨头对地坪地面进行研磨，去除表面浮浆等疏松面层，磨出地面基层轮廓，一般用于原浆地面、找平层地面、金刚砂地坪、水磨石地坪的粗磨施工。

2.0.13 细磨 fine grinding

消除表面粗磨和修补留下的痕迹、进一步提高表面平整度和光泽度的研磨过程。

[来源：JC/T 2540—2019，7.10.4]

2.0.14 抛光 polishing

利用机械、化学等方法处理使其光滑并达到预期光泽度的过程。

[来源：JC/T 2540—2019，7.10.8]

3　基本规定

3.0.1　建筑机器人地坪施工前应进行基层检查、验收，编制施工方案，并按施工方案进行技术及安全交底。大面积施工前宜选择适当位置进行一定面积的局部施工打样，对所用的材料、施工工艺及施工质量等进行验证。

3.0.1　**【条文说明】**鉴于地坪种类繁多、使用功能不同，基层的情况比较复杂，施工前需要对基层进行现场检查、确认并编制施工方案。施工前进行技术交底，施工中按施工方案实施。

3.0.2　地坪施工应在主体结构及地坪基层、线槽等隐蔽工程验收合格后进行。应在上一道工序完成并检验合格后进行下一道工序施工。各道工序应有完整施工检查记录。

3.0.3　施工前应做好施工准备，施工过程应严格遵守本文件要求，施工后做好现场清理、养护及成品保护。

3.0.2～3.0.3　**【条文说明】**对机器人地坪施工要求作出一般说明。

3.0.4　【禁止使用环境】机器人地坪施工严禁在下列环境下使用：

1　可燃性环境。

2　爆炸性环境。

3　存在大量辐射的环境。

4　水中或恶劣天气的环境。

3.0.4　**【条文说明】**特殊环境可能会引起人员受伤或者机器损坏。地坪涂料本身在可燃环境、爆炸环境、水等存在危险或无法达到施工效果，机器人本身做成防爆等级会仍无法施工，且机器人成本会大幅增加。大量辐射环境会导致机器人线路的信号不稳定，无线传输信息尤其明显。

3.0.5　机器人在施工作业时，除操作人员外禁止其他人员在机器人作业范围内停留、交叉作业等。施工现场应配置满足施工要求的照明、场地标识牌，作业区域应设置安全警示线。

3.0.5　**【条文说明】**为确保人机安全，对机器人施工区域和施工作业提出要求。

3.0.6　噪音、粉尘、有害物质、一般固体废弃物、危险废弃物处理应按国家及地方法律、法规及标准规定进行。

3.0.7　地坪材料宜优先选用绿色环保材料，不得使用国家明令禁止淘汰的材料。地坪材料有害物质含量应符合现行国家标准《室内地坪涂料中有害物质限量》（GB 38468）

的规定，并符合下列规定：

3.0.7 【条文说明】本条结合现行国家标准《室内地坪涂料中有害物质限量》(GB 38468）制定。

1 地坪材料应具有质量证明文件及有资质检测部门的检测报告，其质量不得低于国家现行有关标准的规定。

1 【条文说明】地坪工程材料的优劣是工程质量好坏的决定因素之一。为防止不合格材料或不符合设计要求的材料用于工程施工，本条规定工程所用材料必须提供产品质量证明文件。

2 地坪涂料应有产品名称、执行标准、技术要求、使用说明和产品合格证，品种、颜色应符合设计要求，并应有产品性能检测报告。

2 【条文说明】本条结合现行国家标准《住宅装饰装修工程施工规范》（GB 50327—2001）中13.2.1制定。

3 应将地坪涂料存放在专用库房，应按品种、批号、颜色分别存放。存放地点必须有防火设施，并应满足国家有关的消防要求。材料应存放于阴凉干燥且通风的环境内，其储存温度应控制为5 ℃～40 ℃。

3 【条文说明】地坪涂料的备料和存放需符合下列规定：

1) 为保证涂料色泽一致，本条文强调涂料的备料应按设计选定的品种、颜色(色卡号)、工艺要求，结合施工面积和材料单耗准确计算用料，施工时应根据单耗及时自检，控制用料；

2) 因为涂料的颜色用文字表达较困难，故用色卡及其编号作为选定采购依据，如超越色卡范围时，以颜色实样作为采购涂料的标准；

3) 工程管理人员应对原包装开封后的涂料进行验收。工程管理人员验收时，应验证相关的准用证明。如：颜色、品牌、出厂质量保证书等；

4) 溶剂型涂料应按易燃易爆品的储存方法，注意防火，满足消防要求，其库房建筑须满足国家消防要求，并配备消防设施；对水性涂料按常规产品储存，但需防冻和曝晒；

5) 为避免混淆，不同品种、不同颜色、不同批号的涂料应分别堆放。

4　地坪研磨施工

4.1　一般规定

4.1.1　【地坪研磨机器人施工方案】使用地坪研磨机器人进行施工时，应根据地坪类型、质量要求制定地坪研磨施工方案，内容应包括：

1　机器人选型及配置。

2　施工磨头/磨片目数及磨头/磨片使用顺序。

3　施工现场准备。

4　人员配置方案。

5　地坪施工工序及质量控制。

6　施工安全管理。

7　施工进度计划等。

4.1.2　【使用温湿度要求】地坪研磨机器人的施工宜在温度 0℃～40℃，相对湿度在35%～85%的条件下进行。

4.1.2　**【条文说明】**施工温度和相对湿度取决于地坪研磨机器人的电气元件，超过此范围可能会引起机器人的损坏。

4.1.3　【对面层混凝土强度的要求】混凝土面层或细石混凝土面层的强度等级不应小于 C20；耐磨混凝土面层或耐磨细石混凝土面层的强度等级不应小于 C30。

4.1.3　**【条文说明】**依据现行国家标准《建筑地面设计规范》（GB 50037—2013）中 3.1.8 条第 2 款的规定制定，标准原文为：混凝土面层或细石混凝土面层的强度等级不应小于 C20；耐磨混凝土面层或耐磨细石混凝土面层的强度等级不应小于 C30；底层地面的混凝土垫层兼面层的强度等级不应小于 C20，其厚度不应小于 80 mm；细石混凝土面层厚度不应小于 40 mm。

4.1.4　【地坪面层应满足的条件】使用地坪研磨机器人进行施工的地坪面层应验收合格，并应符合下列规定：

1　面层与下一层应结合牢固，不应有空鼓和开裂现象。

2　面层表面应洁净，不应有裂纹、脱皮、麻面、起砂等缺陷。

3　面层表面的坡度应符合设计要求，不应有倒泛水和积水现象。

4　面层的表面平整度应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209）的规定及工程设计要求，其允许偏差和检验方法应符合表4.1.5的规定。

表 4.1.5　整体面层的允许偏差和检验方法

项目	允许偏差（mm）			检测方法
	水泥混凝土面层	水泥砂浆面层	硬化耐磨面层	
表面平整度	5	4	4	用 2 米靠尺和楔形塞尺检查

4.1.4　【条文说明】机器人不能自动提高平整度，只有在面层满足规定的表面平整度下，使用地坪研磨机器人施工方可达到相应的平整度要求。整体面层的铺设标准参考现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）第 5 章的相关规定。

4.1.5　【坡度限制条件】机器人施工区域内，地面坡度应不超过 10°，在转场时的地面坡道条件应满足产品使用说明书的规定。

4.1.5　【条文说明】施工场地坡度和转场坡度需满足地坪研磨机器人相应使用和性能要求。

4.1.6　施工现场不应有甲、乙、丙类火灾危险物质的存储场所；施工现场禁止烟火，并配备有相应消防器材，如泡沫灭火器、二氧化碳灭火器、干粉灭火器等。

4.1.6　【条文说明】地坪研磨机器人是靠电力驱动，需隔离易燃易爆类的火灾危险物质，同时需要配置相应的消防措施。

4.2 机器人性能和功能

4.2.1　地坪研磨机器人应符合现行中国工程建设标准化协会标准《地坪研磨机器人》（T/CECS XXXX-2022）的规定。

4.2.2　地坪研磨机器人应具备以下功能：

1　自检功能，包含正常开机自检、制造故障及其他故障的开机自检。产品开机后自检所各模块功能状态，并能显示和反馈机器人当前的状态信息；故障重启时，能重新响应命令。

2　信息实时显示和记录功能，实时显示产品的运行模式、运行状态、蓄电池剩余电量及故障报警信息等。

3　实时记录运行参数并存储运行时间、蓄电池剩余电量、变频器信息：研磨电机转速、扭矩、激光雷达检测信息、地图显示、作业路径、触发急停状态显示、报警记录等信息。

4　具备手动研磨和自动研磨功能，手动研磨模式下，可通过遥控设备控制产品研磨作业；产品具备可编程的研磨作业系统，自动模式下，可按设定路径自主完成研磨作业。

5　同步吸尘功能，产品在研磨过程中，具有大功率同步吸尘功能，并能反馈收集灰尘的重量是否超过阀值。

6　自主定位与导航作业功能，产品内置激光雷达导航定位模块和运动控制系统，可按照设定的路线，自主导航行走和精确定位，完成预定作业。

7　障碍物检测功能，能感知障碍物，自动控制停车，防止撞击，起到保护设备和人员作用。

8　钢筋头探测功能，当探测到钢筋头时，产品自动停止行走，研磨盘停止转动。

9　建图功能，可通过扫描作业区域，分析作业路径，并能保存路径地图。

10　当产品施工或转场时，具备收放电缆功能，且收放电缆平稳无卡滞。

11　异常工作情况下的报警功能。

4.3 施工准备

4.3.1　【人员配置要求】地坪研磨机器人的人员配置应符合下列规定：

1　应配置1名机器操作人员，应为经培训合格的人员，负责机器人的操作和日常维护、管理。

2　应配置1名质量检测员，负责对待研磨和研磨完成的区域进行质量检查。

3　机器操作人员在施工过程中应穿戴好劳动保护用品；劳动保护用品应包括：安全帽、反光衣、劳保鞋、防尘口罩。

4.3.1　**【条文说明】**培训合格的人员具备熟练掌握机器人的操作及应用、维护保养等相关技能。

4.3.2　【地坪研磨机器人施工前的场地准备】地坪研磨机器人进场施工前，应对地面前置条件进行处理并符合下列规定：

1　应将与地坪施工无关的设备、建筑材料、建筑垃圾等全部清理干净并移出施工场地。

2　应保证地面干净、无积水、无漏水、无杂物堆积，无外漏的钢筋头。

3　靠近墙、柱边缘的地面应清理干净，不应有混凝土块等遗留残迹。

4　应盖好施工范围内的集水井、排水沟等部位，并采取措施保证地面平整。

4.3.2　【条文说明】地面前置条件处理：

1　将建筑材料、建筑垃圾等清理出场地，使用地面清洁机器人清扫地面，保持场地干净、清洁、无杂物堆积；同时确保良好的照明条件。

2　若地面存在积水也应清理干净，确保地面不渗水、顶面不漏水。

3　若存在混凝土块、高低差的地面以及坑洼等地面条件时，需进行表面处理、清理干净并进行修补至表面平整。

4　若地面局部存在裸露的钢筋头，应切除并修补；若地面存在大面积的钢筋头网面裸露，应地面整体再次浇筑细石混凝土进行覆盖，确保建筑整体机构稳固可靠。

4.3.3　【耗材准备】施工前，应根据地坪的类型及质量要求、面积大小等，合理配置地坪研磨机器人施工的相关耗材，宜包括：集尘袋、金刚石磨头、树脂磨片等。

4.3.3　【条文说明】地坪研磨机器人推荐使用表 4.3.3 列出的耗材，磨头/磨片的选用原则如下：

1　当地面需磨削去除表面浮浆等表层时，可根据地面实际硬度和是否需要深度研磨来确定金刚石磨头的目数，如环氧树脂地坪前置研磨、混凝土密封固化地坪、金刚砂地坪、普通水磨石地坪的粗磨。

2　当地面表层要求光滑、细腻时，应使用目数较低的树脂磨片进行研磨，如环氧地坪中涂砂浆层的研磨、混凝土密封固化地坪、金刚砂地坪、普通水磨石地坪的固化施工前的细磨；

3　当地面表层要求光滑、细腻且有一定光泽度时，应使用目数较高的树脂磨片进行抛光，如混凝土密封固化地坪、金刚砂地坪、普通水磨石地坪固化施工后的抛光；

表 4.3.3　地坪研磨机器人常用耗材

序号	材料名称	单位	标配数量	配置说明	建议型号
1	集尘袋	个	1	用于灰尘收集	90 cm（宽度）×100 cm（长度）
2	金刚石磨头	个	12	耗材，粗磨地面	30#磨头
3	金刚石磨头	个	12	耗材，粗磨地面	60#磨头
4	金刚石磨头	个	12	耗材，粗磨地面	120#磨头
5	树脂磨片	片	12	耗材，细磨地面	50#磨片
6	树脂磨片	片	12	耗材，细磨地面	150#磨片
7	树脂磨片	片	12	耗材，细磨地面	300#磨片

8	树脂磨片	片	12	耗材，抛光地面	500#磨片
9	树脂磨片	片	12	耗材，抛光地面	1000#磨片
10	树脂磨片	片	12	耗材，抛光地面	2000#磨片
11	树脂磨片	片	12	耗材，抛光地面	3000#磨片

4.3.4 【电源核查】现场的供电应满足机器人产品使用说明书的要求。

4.3.5 【其他区域的保护措施】对已经完工的墙、柱的底部应进行覆膜保护，避免影响已施工完成的区域。

4.3.6 【安全方面】施工区域应设置警戒线及安全警示牌，避免非施工人员进入现场。

4.3.6 **【条文说明】** 施工区域应拉起警戒线，并在警戒线外围边缘设置安全警示牌。

4.4 施工及质量控制

4.4.1 【地坪研磨机器人进场方式】地坪研磨机器人可采用遥控进场或运载进场等方式并符合下列规定：

1 当采用遥控进场时，应采取措施保证进场通道通畅。

2 当进场通道存在阻碍时，可协调车载吊机、塔吊等设备，整体吊装机器人进入施工场地。

4.4.1 **【条文说明】**进场通道通畅指进入施工场地的通道地面基层硬实、平整、宽阔，无污泥、无物体阻挡，且地面条件满足机器人越障、越沟、爬坡能力，或可通过施工电梯进入施工场地，则需要进出施工电梯的通道硬实、平整宽阔，无过大的高低差，确保地面条件满足机器人的越障、越沟、爬坡能力。

4.4.2 **【路径规划】**使用地坪研磨机器人进行地坪研磨施工前，应进行路径规划并符合下列规定：

1 路径规划应获取施工场地平面图，可采取机器人现场扫描功能或通过BIM模型导入的方法：

1） 当采用机器人现场扫描获取施工场地平面图时，可遥控地坪研磨机器人在场地行走扫描场地周围的形态，应保证机器人行走路线无死角、可全面扫描施工场地的平面轮廓；

2） 采用BIM模型导入时，应保证BIM模型与实际场地保持一致。

2 获取施工场地平面图后，应通过人工划定施工区域，并将施工路径发送至机器人。

3　施工前应将机器人移动到划定的施工区域，当雷达光束和周围建筑不平齐时，应手动操作指引机器人确定它当前的实际位置。

4.4.2　【条文说明】操作人员通过打开操作平板的机器人操作软件上的激光建图功能，即可通过机器人搭载的激光雷达实时获取场地的轮廓，控制机器人在场地里面行走，即可将场地里面的墙柱面相对位置信息全部扫描出来形成一个完整的施工场地的平面轮廓。这就是现场扫描的功能。另外一种方式通过BIM工程师导入现场建筑图纸生成BIM模型，从而获取现场的施工地图。在以上任何一种方式产生的地图上，再通过平板上操作软件上的路径规划功能，即可在地图上生成指定区域、制定方向的施工路径。以上即是地坪研磨机器人的现场扫描和路径规划功能。

4.4.3　【粗磨施工】当使用地坪研磨机器人进行粗磨施工时，应根据施工现场地面的实际情况和机器人使用说明书，确定粗磨地面所选用的的金刚石磨头的目数和研磨的遍数，设定研磨转速和行走速度，并应符合下列规定：

1　首次研磨施工时，当地面强度很高、需要深度研磨时，宜采用低目数的粗磨的金刚石磨头，并根据实际研磨效果适当增加研磨遍数。

2　对于需要进行硬化处理的地坪，应采用选定的金刚石磨头按照目数由低向高目数依次进行研磨，不应跳级研磨；可根据实际研磨效果适当增加研磨次数。

3　每次研磨结束后，应及时清扫干净场地，宜使用地面清洁机器人进行地面清洁；并应及时检查地面基层，对坑洼、钢筋头、高低差比较大的地方应进行修补；待修补位置硬化后，可使用地坪研磨机器人进行局部研磨处理。

4　粗磨工序结束后应检查粗磨后的基面平整度和表面观感度，应做到无遗漏，表面应无松散且无明显接缝线。

5　对自动研磨区域遗留下来的未研磨区域，可手动遥控研磨；对于机器人无法进行施工的区域，应由人工进行打磨处理；应确保接缝处无差异。

4.4.3　【条文说明】使用地坪研磨机器人粗磨施工用的金刚石磨头推荐使用表4.3.3列出的地坪研磨机器人常用耗材。在原浆地面研磨作业中，隐藏在混凝土浮浆下面的钢筋头一直以来是普通研磨机最大的威胁，地坪研磨机器人搭载有钢筋头探测装置，当探测到钢筋头时，产品自动停止行走，研磨盘停止转动，能有效预防磨盘因打磨到钢筋头而损坏。

4.4.4　【细磨施工】当使用地坪研磨机器人进行细磨施工时，应根据地坪粗磨后的质量情况和机器人使用说明书，以及地坪施工所要达到的质量标准，确定初始细磨的次数

并选择适宜的细磨树脂磨片，设定研磨转速和行走速度，并应符合下列规定：

1　细磨时选用的树脂磨片应按照施工工艺和推荐使用的目数，逐级由低目数往高目数进行研磨施工作业，不得跳级研磨施工。

2　每次细磨结束后，应将地面清扫干净，宜使用地面清洁机器人进行地面清洁。

3　细磨结束后应检查基面平整度和表面观感度，应做到手感光滑、观感平整、无剥落、无起壳、无凸起。

4　对自动研磨区域遗留下来的较大面积未研磨区域，可手动遥控研磨。

5　对于机器人无法进行施工的区域，应由人工进行打磨处理，应确保接缝处无差异。

4.4.4　【条文说明】使用地坪研磨机器人细磨施工时推荐使用表4.3.3列出的常用耗材选用对应目数的磨片依次进行相应细磨施工。

4.4.5　【抛光】当使用地坪研磨机器人进行抛光施工时，应采用适宜的抛光用树脂磨片。抛光后的地面应做到手感光滑，观感平整、无明显打磨痕迹，无起灰、起砂现象。

4.4.4　【条文说明】使用地坪研磨机器人抛光施工时推荐使用表 4.3.3 列出的常用耗材选用对应目数的磨片依次进行相应抛光施工。固化地坪抛光时，地坪研磨机器人的具体行走速度和研磨电机转速需根据地面实际情况进行设置相应的数值。每遍研磨结束后，需将地面清扫干净并进行质量自检，确保质量合格后再进入到下一道工序。

4.4.6　【环氧树脂地坪前置研磨施工】当使用地坪研磨机器人进行环氧树脂地坪前置研磨施工时，应符合下列规定：

1　施工工序宜符合表4.4.6的规定。

2　地坪研磨施工完成后，应做到无遗漏，地面观感平整，地面研磨后无表皮松散且无明显接缝线。

3　表面平整度允许偏差不应大于4 mm/2 m。

表 4.4.6　环氧树脂地坪前置研磨施工工序

序号	工序	要求
1	施工准备	按照本标准 4.3.1~4.3.6 的规定进行施工准备
2	粗磨	按照本标准 4.4.3 的规定进行粗磨施工

4.4.6　【条文说明】检验数量按现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）第 3.0.21 条规定的检验批检查。

4.4.7　【混凝土密封固化地坪施工】使用地坪研磨机器人进行混凝土密封固化地坪施工时，应符合下列规定：

1　施工工序宜符合表4.4.7的规定。

2　地坪施工完成后，应做到无遗漏、抛光均匀、无明显色差、不发花、无漏色、光泽均匀，且表面无明显打磨痕迹、无划伤印。

3　表面平整度允许偏差不应大于4 mm/2 m。

表 4.4.7　混凝土密封固化地坪施工工序

序号	工序	要求
1	施工准备	按照本标准 4.3.1~4.3.6 的规定进行施工准备
2	粗磨	按照本标准 4.4.3 的规定进行粗磨施工
3	细磨	按照本标准 4.4.4 的规定进行细磨施工
4	喷涂渗透型液体硬化剂	将兑水配比后的硬化剂，人工利用喷壶均匀的喷或者涂在地面上，确保地面能充分浸透和吸收硬化剂。
5	抛光	按照本标准 4.4.5 的规定进行抛光施工

4.4.7　**【条文说明】**检验数量按现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）第 3.0.21 条规定的检验批检查。

4.4.8　【金刚砂地坪施工】使用地坪研磨机器人进行金刚砂地坪施工时，应符合下列规定：

1　施工工序宜符合表4.4.8的规定。

2　地坪研磨施工完成后，应做到金刚砂颜色均匀、无明显色差、不发花、无漏色、光泽均匀，且表面无明显打磨痕迹、无划伤印。

3　表面平整度允许偏差不应大于4 mm/2 m。

表 4.4.8 金刚砂地坪施工工序

序号	工序	要求
1	施工准备	按照本标准 4.3.1~4.3.6 的规定进行施工准备
2	粗磨	按照本标准 4.4.3 的规定进行粗磨施工
3	细磨	按照本标准 4.4.4 的规定进行细磨施工
4	喷涂渗透型液体硬化剂	将兑水配比后的硬化剂，人工均匀的喷或涂在地面上，确保地面能充分浸透和吸收硬化剂。
5	抛光	按照本标准 4.4.5 的规定进行抛光施工

4.4.8　**【条文说明】**金刚砂地坪一般都需要进行喷涂渗透型液体渗透剂在地面上进行密封固化施工。检验数量按现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209—2010 第 3.0.21 条规定的检验批检查。

4.4.9　【普通水磨石地坪施工】使用地坪研磨机器人进行普通水磨石地坪施工时应符

合下列规定：

1　施工工序宜符合表4.4.9的规定。

2　地坪研磨施工完成后，应做到磨石表面光滑、平整、无漏磨、无明显色差、不发花、无漏色、光泽均匀，且表面无明显打磨痕迹、无划伤印。

3　表面平整度允许偏差不应大于3 mm/2 m。

表 4.4.9 水磨石地坪施工工序

序号	工序	要求
1	施工准备	按照本标准 4.3.1~4.3.6 的规定进行施工准备
2	粗磨	按照本标准 4.4.3 的规定进行粗磨施工
3	细磨	按照本标准 4.4.4 的规定进行细磨施工
4	喷涂渗透型液体硬化剂	将兑水配比后的硬化剂，人工利用喷壶均匀的喷或者涂在地面上，确保地面能充分浸透和吸收硬化剂
5	抛光	按照本标准 4.4.5 的规定进行抛光施工

4.4.9 **【条文说明】**普通水磨石地坪也可以通过干磨实现，再进行相应的固化施工。检验数量按现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）第 3.0.21 条规定的检验批检查。

5　地坪涂料涂敷施工

5.1　一般规定

5.1.1　【地坪涂料涂敷机器人的施工方案】使用地坪涂料涂敷机器人进行施工时，应根据地坪质量、涂料工艺要求制定地坪涂料涂敷机器人施工方案。内容包含：

1　机器人选型及配置。

2　施工区域的涂料类型和配色方案。

3　施工现场准备。

4　人员配置方案。

5　地坪涂料施工工序及质量控制。

6　施工安全管理。

7　施工进度计划等。

5.1.1　**【条文说明】**地坪涂料涂敷机器人适用于现行国家标准《建筑地面设计规范》（GB 50037—2013）表 3.1.12 中列出的树脂类整体面层的施工，不适用水泥类整体面层、板块面层、木竹面层等。

5.1.2　【使用温湿度要求】施工宜在温度 5℃～35℃，相对湿度不大于 80%下的条件下进行，基层表面温度应高于露点温度 3℃以上。

5.1.2　**【条文说明】**宜用温度取决于地坪材料，环境应符合材料使用说明情况。环氧树脂或聚氨酯材料在基层表面温度 5℃以下黏度增大，流平性较差，且固化极慢，导致最终综合性能变差。在施工环境湿度 80%以上时易引起环氧树脂或聚氨酯自流平表面产生油面、发白等现象。

5.1.3　【地坪涂料涂敷机器人施工地坪的坡度限制条件】机器人施工区域内，地面坡度应不超过 10°，在转场时的地面坡道条件应满足产品使用说明书的规定。

5.1.3　**【条文说明】**施工场地坡度和转场坡度需满足地坪研磨机器人相应使用和性能要求。

5.1.4　【施工保护方案】施工前应编制成品保护方案，特殊气候环境应制定专项保护方案；应制定交叉作业面的施工顺序、配合和成品保护要求。

5.1.4　**【条文说明】**与现行行业标准《建筑装饰装修工程成品保护技术标准》（JGJ/T

427—2018）中 3.0.2、3.0.3 保持一致。

5.1.5 【特别要求】当有特别平整度要求时，应事先制定特别施工方案。

5.1.5 **【条文说明】**地坪涂料涂敷后地坪表面平整度取决于原基面平整度，按照现行国家标准《建筑地面设计规范》（GB 53007—2013）表 A.0.1 中的规定，地坪涂料的厚度通常为（0.25~4）mm，此厚度在基面基础上找平能力有限，且涂料找平成本较高。如涂料地坪有平整度要求，需要提前制定施工方案。

5.2 机器人性能和功能

5.2.1 地坪涂料涂敷机器人的功能和性能应符合现行中国工程建设标准化协会标准《地坪涂料涂敷机器人》（T/CECS XXXX-2022）的规定。

5.2.2 产品应具备下列功能：

1 开机自检和报错功能。

2 手动模式和自动模式切换功能。

3 不同类型的地面适应功能，通过自适应机构，适应一定平整度的地面。

4 主涂料和固化剂配比调节功能，以适应不同品牌不同规格涂料的要求。

5 涂敷底涂、中涂、面涂的功能，宜通过切换末端执行机构来适用于不同工艺要求的地坪涂料涂敷。

6 涂料自动搅拌和连续搅拌的功能，确保涂料搅拌充分均匀、不粘结。

7 出料量可调节控制的功能。

8 异常报警、低电量报警、涂料自动检测和报警功能。

9 障碍物检测功能，自动模式下应开启，手动模式下可根据需要开启或关闭。

10 自主定位与导航行走功能，可在地库作业环境中，按照设定的路线，自主导航行走和精确定位。

11 可燃气体浓度检测报警功能，当检测到环境中可燃气体浓度高于设定值时，产品应发出声光报警信号并停止运行。

12 宜具备激光建图功能，可采集现场数据，规划作业路径，并能保存路径地图。

5.3 施工准备

5.3.1 【人员配置】地坪涂料涂敷机器人的人员配置宜符合下列规定：

1　应配置1名机器操作人员，应为经培训合格的人员，负责机器人的操作和日常维护、管理。

1　【条文说明】机器人在进场、转场时，需操作人员控制机器人移动以及开关机、发送路线任务等基本操作。机器人作业前，人工对场地进行视察确认场地适宜机器人工作。

2　每4台机器人应配置1人进行涂料添加、石英砂搅拌等辅助工作。

3　【劳保用品】机器人操作人员在施工过程中应佩戴好劳动保护用品；劳动保护用品包括佩戴防毒面具、手套、安全帽、劳保鞋、反光衣等劳保用品。

3　【条文说明】地坪涂料在施工的过程中，存在的安全隐患，需要注意溶剂型涂料含有可挥发性有机物。天那水是地坪涂料涂敷的重要原材料，具有较强的腐蚀性和易燃易爆性。因此在施工现场时禁止吸烟，需要佩戴防毒面具，注意通风，一旦发生头晕、皮肤过敏等症状，需及时就医。

5.3.2　【适配机器人的涂料性能要求】不应使用地坪涂料单组分会固化的材料；底涂材料与中涂材料同组分混合不应固化；若中涂需添加石英砂，添加后 8h 内不应有明显沉淀分层。

5.3.3　【条文说明】对地坪涂料的使用提出要求，以避免使用机器人进行地坪涂料涂敷时，对机器人造成严重损坏。部分涂料单组分接触空气会固化造成机器人管路堵塞；底涂、中涂、面漆的同组分（会放置在同一料桶内的不同涂料）不应反应固化；中涂添加石英砂后沉淀分层时间应超过使用时间（宜超过 8h），否则会堵塞管路。

5.3.3　【地坪涂料涂敷机器人施工前的场地准备】地坪涂料涂敷机器人进场施工前，应对地面前置条件进行处理并应符合下列规定：

1　地面符合本标准4.4.7条地坪研磨机器人环氧地坪前置研磨施工验收标准的规定。

1　【条文说明】与地坪研磨机器人条款中环氧前置施工条款衔接。

2　地面需清扫干净，避免粉尘杂质渗入涂料中。

2　【条文说明】地面若存在大量粉尘混入涂料中，会导致涂料与基面的粘结力下降，后期出现起皮、皱纹等质量问题。

3　地坪涂料涂敷机器人进出通道和施工区域内，地面满足坡度要求，地面无渗漏、无积水、无油污、无浮浆，盖好下水盖、排水沟道等区域。

3　【条文说明】 地坪施工环境应保证机器人的行走，其坡度、台阶、间隙、积水等不满足机器人行走时应提前处理，地面若存在渗漏、积水、油污、浮浆问题，地坪涂

料涂敷机器人无法施工，否则会导致涂料无法凝固、涂层脱落等质量问题。需前置处理合格完成后，方可施工；盖好下水盖、排水沟道等区域，确保地坪涂料涂敷机器人可通过。

4　当工地使用溶剂型涂料时，应设置危废处理区。

4　【条文说明】部分工地涂料使用的是溶剂型涂料，废料需要按危废处理。若使用水性涂料可不设置危废区。

5　施工区域用贴纸等框住边界，避免施工影响其它区域。

5　【条文说明】各个区域可能存在颜色差异分别施工，搭边区域需要使用贴纸或美纹纸张贴分界线。

5.3.4　【电源核查】现场的供电应满足机器人产品使用说明书的要求。

5.3.4　**【条文说明】**符合机器人产品的应用要求。

5.3.5　【安全方面】施工区域应设置警戒线及安全警示牌，避免非施工人员进入现场。

5.3.5　**【条文说明】**施工区域应拉起警戒线，并在警戒线外围边缘设置安全警示牌。

5.4 施工及质量控制

5.4.1　【地坪涂料涂敷机器人进场方式】地坪涂料涂敷机器人可采用遥控进场或运载进场等方式并符合下列规定：

1　当采用遥控进场时，应采取措施保证进场通道通畅。

2　当进场通道存在阻碍时，可协调车载吊机、塔吊、叉车等设备，整体吊装机器人进入施工场地。

5.4.1　**【条文说明】**进场通道通畅指进入施工场地的通道地面基层硬实、平整、宽阔，无污泥、无物体阻挡，且地面条件满足机器人越障、越沟、爬坡能力，或可通过施工电梯进入施工场地，则需要进出施工电梯的通道硬实、平整宽阔，无过大的高低差，确保地面条件满足机器人的越障、越沟、爬坡能力。

5.4.2　**【路径规划】**使用地坪涂料涂敷机器人进行地坪涂料涂敷施工前，应进行路径规划并符合下列规定：

1　路径规划应获取施工场地平面图，可采取机器人现场扫描功能或通过BIM模型导入或复制地坪研磨机器人地图的方法。

1） 当采用机器人现场扫描获取施工场地平面图时，可遥控地坪涂料涂敷机器人在场地行走扫描场地周围的形态，应保证机器人行走路线无死角、可全面扫描施工场地的平面轮廓；

2） 采用BIM模型导入时，应保证BIM模型与实际场地保持一致；

2 获取施工场地平面图后，应通过人工划定施工区域，机器人自动规划路径，人工审核施工路径是否符合要求。地坪涂料涂敷机器人施工路径应满足施工不漏涂、机器人不会碾压已作业面等要求。

3 施工前应将机器人移动到施工区域，当雷达光束和周围建筑不平齐时，应手动操作指引机器人确定它当前的实际位置。

5.4.2 【条文说明】建图及路径规划机器人方式相同，可扫图、BIM导入、复制其他机器人地图；路径规划方式机器人方式相同，路径规划的施工应满足轮子不碾压已作业面要求。

5.4.3 使用地坪涂料涂敷机器人施工前，应根据一定面积的局部施工打样确认机器人施工的工艺参数，包含涂料配比、涂料供料转速、底盘行进速度、机械臂运动速度、适配的涂敷方式等。

5.4.3 【条文说明】地坪涂料涂敷施工前需要使用机器人做样板区域，确定涂敷方式和机器人施工参数；确定涂敷方式是辊涂、刮涂、馒涂等；机器人施工的参数，比如涂料配比、石英砂适宜添加量、供料转速等。

5.4.4 【底涂施工】使用地坪涂料涂敷机器人进行底涂施工时，应符合下列规定：

1 选择机器人底涂适配的末端执行组件，可根据涂料性能及要求选择辊涂或刮涂；选择机器人施工参数，发送作业指令，机器人进行涂敷施工。

2 人工对机器人涂敷工作面进行检查，同时对机器人无法作业的墙柱边角、排水沟等区域进行涂敷。人工涂敷与机器人涂敷搭接区域应在涂料开始凝固前进行涂敷，避免产生搭接痕等问题。

3 底涂应保持涂敷均匀致密，不应出现漏涂、未成膜、漏底、发白等现象。

4 底涂未实干前，需进行隔挡防止踩踏等；实干可承重机器人后方可拆除施工隔挡进入下道工序施工。

5.4.4 【条文说明】机器人底涂施工，通常采用辊涂或刮涂，刮涂可采用机器人配备的泡棉刮板。选择底涂的施工路径发送作业，作业过程人工对边角区域进行修补，同时检查机器人作业面，存在作业面不良时人工进行修补。底涂只需形成致密的膜，防止地面

水分反渗即满足要求。只要不漏涂、涂料渗入地面等即可。

5.4.5 【中涂施工】使用地坪涂料涂敷机器人进行地坪中涂施工时，应符合下列规定：

1 中涂可采用馒涂、刮涂等施工工艺；选择机器人施工参数，发送作业指令，机器人进行中涂施工。

2 人工对施工作业面进行检查，同时对机器人无法作业的墙柱边角、排水沟等区域进行涂敷。人工涂敷与机器人涂敷搭接区域应在涂料开始凝固前进行涂敷，避免产生搭接痕等问题。

3 中涂凝固后，根据工艺要求按照本标准 4.4.4 的规定使用地坪研磨机器人进行细磨施工后清扫干净。

4 根据工艺要求，可涂敷第二层中涂。

5 中涂应涂敷均匀，表面平顺光滑、无积料、无粗颗粒、无刮刀痕、无搭边痕等。

6 中涂未实干前，需进行隔挡防止踩踏等；实干可承重机器人后方可拆除施工隔挡进入下道工序施工。

5.4.5 【条文说明】选择底涂的施工路径发送作业，作业过程人工对边角区域进行修补，同时检查机器人作业面，存在作业面不良时人工进行修补。作业面等修补有时限要求，若间隔太久，容易产生搭边痕迹。故搭边区域人工需要和机器人同步施工。中涂承载涂料体系的厚度和受力耐冲击的特点，同时中涂的平整度表面的粗颗粒独，影响面涂的观感，所以中涂要求顺平，无刮刀痕等。

5.4.6 【面涂施工】使用地坪涂料涂敷机器人进行地坪面涂施工时，应符合下列规定：

1 根据工艺需求决定面涂采用辊涂或刮涂；选择机器人施工参数，发送作业指令，机器人进行面涂施工。

2 人工对施工作业面进行检查，同时对机器人无法作业的墙柱边角、排水沟等区域进行涂敷。人工涂敷与机器人涂敷搭接区域应在涂料开始凝固前进行涂敷，避免产生搭接痕等问题。

3 根据工艺需求确定是否消泡或辊涂耐磨罩面。

4 面涂施工应满足无漏涂、表面平整光滑、颜色均匀一致、无浮色发花。

5.4.6 【条文说明】面涂常见薄涂或自流平，薄涂采购辊涂较多对中涂层施工面要求平整、无刮刀痕。自流平涂层厚，采用刮涂较多，可自动流平，对中涂层要求稍低。面涂的作业决定着地坪体系的观感和耐磨，所以机器人施工时，人工一定要注意同步作业，否则会产生搭边痕迹。

5.4.7 地坪涂料涂敷施工应符合下列规定：

1 地坪表层厚度应不低于设计要求。

1 【条文说明】地坪涂料的厚度检测检测以自然间、防火分区、或三方（业主、监理、乙方）商定的区域内 20～50 个点的算术平均检测值为检测结果，检测结果应不低于设计要求。厚度的检测按现行国家标准《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》（GB/T 13452.2）或按合同进行，破坏性检测完成后需要修补检测点。

2 涂料面层平整度应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）中表 5.1.7 的要求，即 2 mm/2 m。

2 【条文说明】地坪涂料涂覆机器人不能自动提高平整度，只有施工地面在符合本标准 4.4.7 条地坪研磨机器人环氧前置研磨施工验收标准规定的基础上，使用地坪涂料涂覆机器人施工方可达到相应的平整度要求。

用 2m 靠尺和塞尺进行检测平整度。检测前应清理地面灰尘，在目测靠尺与地面最大空隙处用塞尺检测空隙尺寸。平整度检测应以自然间、防火分区、或三方（业主、监理、乙方）商定的区域内 20~50 个点的检测值为检测结果，检测结果应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）中表 5.1.7 的规定。现行团体标准《整体地坪工程技术规程》（CECS 328—2012）中 9.4.2 第 2 款：一般项目应有 80%以上的监测点合格，且不合格点不得影响使用；

3 外观目视应无明显发花、泛白、鼓泡、针孔、辊痕、镘刀痕、漏涂、起皱、裂纹等现象。

3 【条文说明】结合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）中 5.9 和现行国家标准《环氧树脂自流平地面工程技术规范》（GB/T 50589—2020）中 6.1.4 编制。

5.4.8 【养护】完工后地坪表层应进行养护，养护时间应符合涂料说明书完全固化时间，验收合格后方可投入使用。养护固化期间不应放置重物；漆膜未达到要求前不得踩踏。

5.4.8 **【条文说明】**地坪施工完成后需待涂料完全固化方可投入使用。

6　地面划线施工

6.1 一般规定

6.1.1　【地面划线机器人施工方案】使用地面划线机器人进行施工时，应根据地坪类型、质量要求制定划线施工方案，内容应包括：

1　机器人选型及配置。

2　划线及打孔方案。

3　施工现场准备。

4　人员配置方案。

5　地面划线施工工序及质量控制。

6　施工安全管理。

7　施工进度计划等。

6.1.1　**【条文说明】**地面划线机器人适用于混凝土水泥地面、硬化耐磨地面以及沥青地面的的车位线和交通标线的划线与打孔施工。

6.1.2　【使用温湿度要求】地面划线机器人宜在温度 0℃～35℃，相对湿度：20%~75%之间进行施工作业。

6.1.2　**【条文说明】**地面划线机器人的工作环境温度和相对湿度受限于其机器人内部的电气元件和划线涂料的特性。

6.1.3　【坡度限制条件】机器人施工区域内，地面坡度不大于 10°，在转场时的地面坡道条件应满足产品使用说明书的规定。

6.1.3　**【条文说明】**施工场地坡度和转场坡度需满足地面划线机器人相应使用和性能要求。

6.1.4　应设置危废处理区，现场的供电应满足机器人产品使用说明书的要求。

6.1.4　**【条文说明】**在划线结束之后，需要用天那水等稀释剂进行泵的清洗，产生的危废需要处理。

6.1.5　施工现场不应有甲、乙、丙类火灾危险物质的存储场所；施工现场禁止烟火，并配备有相应消防器材，如泡沫灭火器、二氧化碳灭火器、干粉灭火器等。

6.1.5　**【条文说明】**地面划线机器人是靠电池驱动，需隔离易燃易爆类的火灾危险物质，同时划线漆和天那水都属于易燃易爆品，故需要配置相应的消防措施。

6.2 机器人性能与功能

6.2.1 地面划线机器人应具备开机自检和报错功能。

6.2.2 产品应具备可编程功能。

6.2.3 产品应具备手动模式和自动模式切换功能。

6.2.4 产品应具备不同类型的地面适应功能，通过自适应机构，适应一定平整度的地面。

6.2.5 产品应具备实时信息显示功能。至少应实时显示如下信息：

1 产品当前的运行模式及运行状态。

2 当前坐标。

3 蓄电池剩余电量。

4 报警信息。

5 柱塞泵的压力显示。

6.2.6 产品应具备实时信息记录功能，实时记录运行参数并存储运行时间、报警记录等信息。

6.2.7 产品应具备涂料自动搅拌和连续搅拌的功能，确保涂料搅拌充分均匀、不粘结。

6.2.8 产品应具备出料量可调节控制的功能。

6.2.9 产品应具备异常报警、低电量报警、涂料自动检测和报警功能。

6.2.10 产品应配备操作平板，可通过操作平板软件操控产品工作。操作软件要求如下：

1 进入操作界面设置密码，防止意外启动。

2 各按钮应设计合理，能有效避免误触碰。

3 有相关操作指引，关键操作应具备提示功能。

6.2.11 产品应具备全向移动和定位打孔的功能。

6.2.12 产品应具备障碍物检测功能，自动模式下应开启，手动模式下可根据需要开启或关闭。

6.2.13 产品宜具备自主定位与导航行走功能，可在地库作业环境中，按照设定的路线，自主导航行走和精确定位。

6.2.14 产品具备自主寻线、自主微调等功能，确保机器人能够按照要求划线的功能。

6.3 施工准备

6.3.1 【人员配置要求】地面划线机器人的人员配置应符合下列规定：

1 应配置1名机器操作人员，应为经培训合格的人员，负责机器人的操作和日常维护、管理。

2 应配置1名质量检测员，负责对待研磨和研磨完成的区域进行质量检查。

3 机器操作人员在施工过程中应穿戴好劳动保护用品；劳动保护用品应包括：安全帽、反光衣、劳保鞋、防尘口罩。

6.3.1 【条文说明】培训合格的人员具备熟练掌握机器人的操作及应用、维护保养等相关技能。地面划线在施工的过程中，存在的安全隐患，需要注意划线漆里面含有可挥发性有机物，对人体伤害验证；天那水也是划线漆重要原材料，具有较强的腐蚀性，和易燃易爆性。因此在施工现场时禁止吸烟，需要佩戴防毒面具，注意通风，一旦发生头晕、皮肤过敏等症状，需及时就医。

6.3.2 【地面划线机器人施工前的场地准备】地面划线机器人进场施工前，应对地面前置条件进行处理并应符合下列规定：

1 应将与地坪施工无关的设备、建筑材料、建筑垃圾等全部清理干净并移出施工场地。

2 作业区域地面清理干净，无浮尘、杂物、地面裸露物等可能影响机器人作业的障碍物。

3 作业区域地面无沟坎，高差应不超过 30 mm。

4 作业区域地面干燥，无积水、漏水、渗水、潮湿等情况。

5 施工范围内的集水井、排水沟等部位应盖好，并应采取措施保证地面平整。

6.3.2 【条文说明】地面前置条件处理：

1 将建筑材料、建筑垃圾等清理出场地，使用地面清洁机器人清扫地面，保持场地地面干净、清洁、坚实、无杂物堆积、无浮灰；同时确保良好的照明条件；

2 若地面存在积水也应清理干净，确保地面不渗水、顶面不漏水；

6.3.3 【耗材准备】施工前，应根据地面划线、打孔的需求以及场地面积等，合理配置地面划线机器人施工的相关耗材，宜包括：划线涂料、钻头、停车位挡车器等。

6.3.3 【条文说明】地坪划线机器人常用耗材如表 6.3.3 所示，对于道路标线材料需满足现行行业标准《路面标线涂料》（JT/T 280-2022）及《道路标线涂料》（GA/T 298-2001）

的相关规定。

表 6.3.3　地面划线机器人常用耗材

序号	材料名称名称	单位	标配数量	配置说明	建议更换周期（小时）
1	丙烯酸划线涂料	桶	1	用于地面划线	1 h
2	钻头	个	2	用于地面钻孔，安装停车位挡车器	100 h
3	停车位挡车器	个	2	/	按需

6.4 施工及质量控制

6.4.1　【地面划线机器人进场方式】地面划线机器人可采用遥控进场或运载进场等方式，并应符合下列规定：

1　当采用遥控进场时，应采取措施保证进场通道通畅。

2　当进场通道存在阻碍时，可协调车载吊机、塔吊等设备，整体吊装机器人进入施工场地。

6.4.1　**【条文说明】**进场通道通畅指进入施工场地的通道地面基层硬实、平整、宽阔，无污泥、无物体阻挡，且地面条件满足机器人越障、越沟、爬坡能力，或可通过施工电梯进入施工场地，则需要进出施工电梯的通道硬实、平整宽阔，无过大的高低差，确保地面条件满足机器人的越障、越沟、爬坡能力。

6.4.2　**【路径规划】**地面划线施工前，应进行路径规划，并应符合下列规定：

1　路径规划应获取施工场地平面图，可采取机器人现场扫描功能或通过BIM模型导入的方法。

1）　当采用机器人现场扫描获取施工场地平面图时，可遥控地面划线机器人在场地行走扫描场地周围的形态，应保证机器人行走路线无死角、可全面扫描施工场地的平面轮廓；

2）　采用BIM模型导入时，应保证BIM模型与实际场地保持一致。

2　获取施工场地平面图后，应通过人工划定施工区域，并将施工路径发送至机器人，机器人在路径规划界面自动生成一个横向和一个纵向的施工路径。

3　施工前应将机器人移动到施工区域，当雷达光束和周围建筑不平齐时，应手动操作指引机器人确定它当前的实际位置。

4　若地面划线机器人处在户外空旷的环境中施工，则需要人工在需要划线的位置，提前布置激光引导线，引导地面划线机器人进行划线施工。

6.4.2　【条文说明】操作人员通过打开平板的机器人操作软件上的激光建图功能，即可通过机器人搭载的激光雷达实时获取场地的轮廓，控制机器人在场地里面行走，即可将场地里面的墙柱面相对位置信息全部扫描出来形成一个完整的施工场地的平面轮廓。这就是现场扫描的功能。另外一种方式通过 BIM 工程师导入现场建筑图纸生成 BIM 模型，从而获取现场的施工地图。在以上任何一种方式产生的地图上，再通过平板上操作软件上的路径规划功能，即可在地图上生成指定区域、制定方向的施工路径。以上即是地坪研磨机器人的现场扫描和路径规划功能。对于室外环境，当前激光雷达无法进行机器人自我定位，需要人工在需要划线的位置上放置激光发射器，发射激光引导机器人进行划线作业。

6.4.3　【划线施工】使用地面划线机器人划线时，应根据施工现场地面的标线要求合理配置相应的喷嘴，通过机器人划线行走距离来控制标线的长度，并应符合下列规定：

1　首次进行划线施工时，应进行试机和测试划线宽度，待宽度稳定后，再进行正式划线施工。

2　所有划线应顺直、整齐，颜色鲜亮，喷涂均匀。

3　直线度偏差±5 mm/m。

4　划线宽度和车位尺寸规格应符合现行国家标准《道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线》（GB 5768.3）的相关规定；交通标志应符合现行国家标准《道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志》（GB 5768.2）的相关规定。

6.4.3　【条文说明】操作人员根据不同交通标线宽度，通过更换喷嘴规格和通过平板操控调节喷嘴对地高度，通过试机划线，通过测量达到相应线宽要求，再进行划线施工。

6.4.4　【停车位挡车器打孔施工和安装】待地面上的标线完全硬化之后，对于需要安装停车位挡车器的地面，应操作地面划线机器人打孔施工，打孔完毕后人工安装停车位挡车器。

6.4.4　【条文说明】通过平板上的划线机器人的操控软件，在其打孔控制模块上编辑确认需要打孔位置之后，即可实现机器人前往在指定位置去进行打孔施工。

6.4.5　【常见工艺流程】地坪施工机器人常见施工工艺流程见附录 A。

7　成品保护

7.1　一般规定

7.1.1　完工后，应将现场清理干净，并张贴警示标志防止污染。应根据天气情况做好开窗、关窗。验收移交前，其它工种不宜进入场地。必须进入时，应与责任相关方进行沟通，按作业方的防污、防损要求进行准备，方可入场。

7.1.2　地坪工程施工完毕后，应设专人负责成品保护工作，对保护的区域或部位列出清单和警示，并制订成品、半成品保护的具体职责、方法和措施。

7.1.3　室内外地坪工程完毕后，均应按规定清理干净，及时进行成品保护，不得在成品上涂写、敲击和刻划。

7.1.4　室外地坪铺设后，应及时清除建筑垃圾，并及时设置防护栏杆进行保护，直到成品强度达到规定后，方可拆除。应做好防雨淋的保护措施，不应在其上面堆放带棱角的材料或易污染楼地面的材料。

7.1.5　地坪工程验收之前，各工种的高凳架子、台钳等工具不宜进入场地。当确实需要时，应采取防污染或防止损坏地坪的措施。操作人员和其他人员必须穿软底鞋，并确认已做好成品保护防御性工作后，方可进场。

7.1.6　上道工序与下道工序之间应办理成品保护交接手续，证明上道工序完成成品无损坏后方可进行下道工序。

7.2　渗透型液体硬化地坪、普通水磨石地坪

7.2.1　不得用重物冲击面层，后续施工时应保护成品面层不被破坏。

7.2.2　施工中，当需上脚手架等施工工具时必须安装滑轮且不得直接把架体放在面层上进行拉拽，防止划伤地坪。

7.2.1【条文说明】成品保护期间，已做好的地面不能堆放垃圾、杂物、油漆涂料以及施工机具，避免造成沾污。施工完成后的地面上不能堆放垃圾、杂物、涂料等，避免造成沾污；不得用钝器、锐器击打或刻画面层。

7.3 环氧树脂地坪

7.3.1 应防止坚硬、尖锐的物品直接摩擦地面。

7.3.2 对于溅落到地面上的腐蚀性的化学药品和溶剂应立即清除。

7.3.3 对于洒落在地面上的油脂应立刻清除。

7.3.4 坚硬的重物必须轻放。

7.3.5 机器操作台的地面、较重的原材料、半成品或成品存放区地面，应铺上一块橡胶垫或软质塑胶垫。

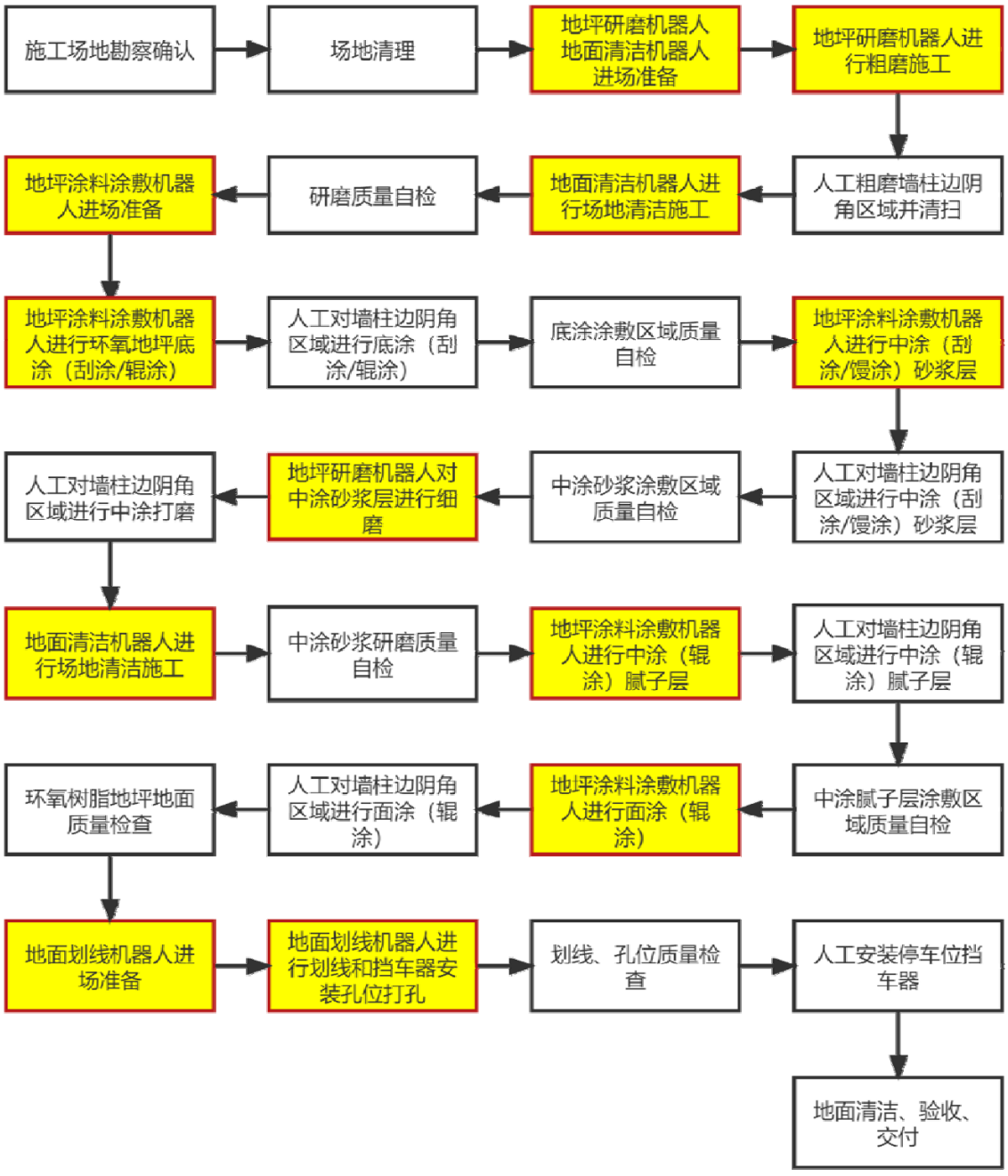
7.3.6 需要经常电焊或氧割的区域，应在地面上铺设钢板或其他耐高温隔离垫。

7.3.7 各类推车或拖车的脚轮应选用受力面较宽、具有一定弹性的高耐磨聚氨酯脚轮；日常行走时，需尽量慢速，避免急刹车或急转弯。

附录 A　地坪施工机器人常见施工工艺流程

A.1　建筑机器人环氧树脂地坪常见施工工艺流程

图 A.1 列出了使用建筑机器人进行环氧树脂地坪施工的常见施工工艺流程。

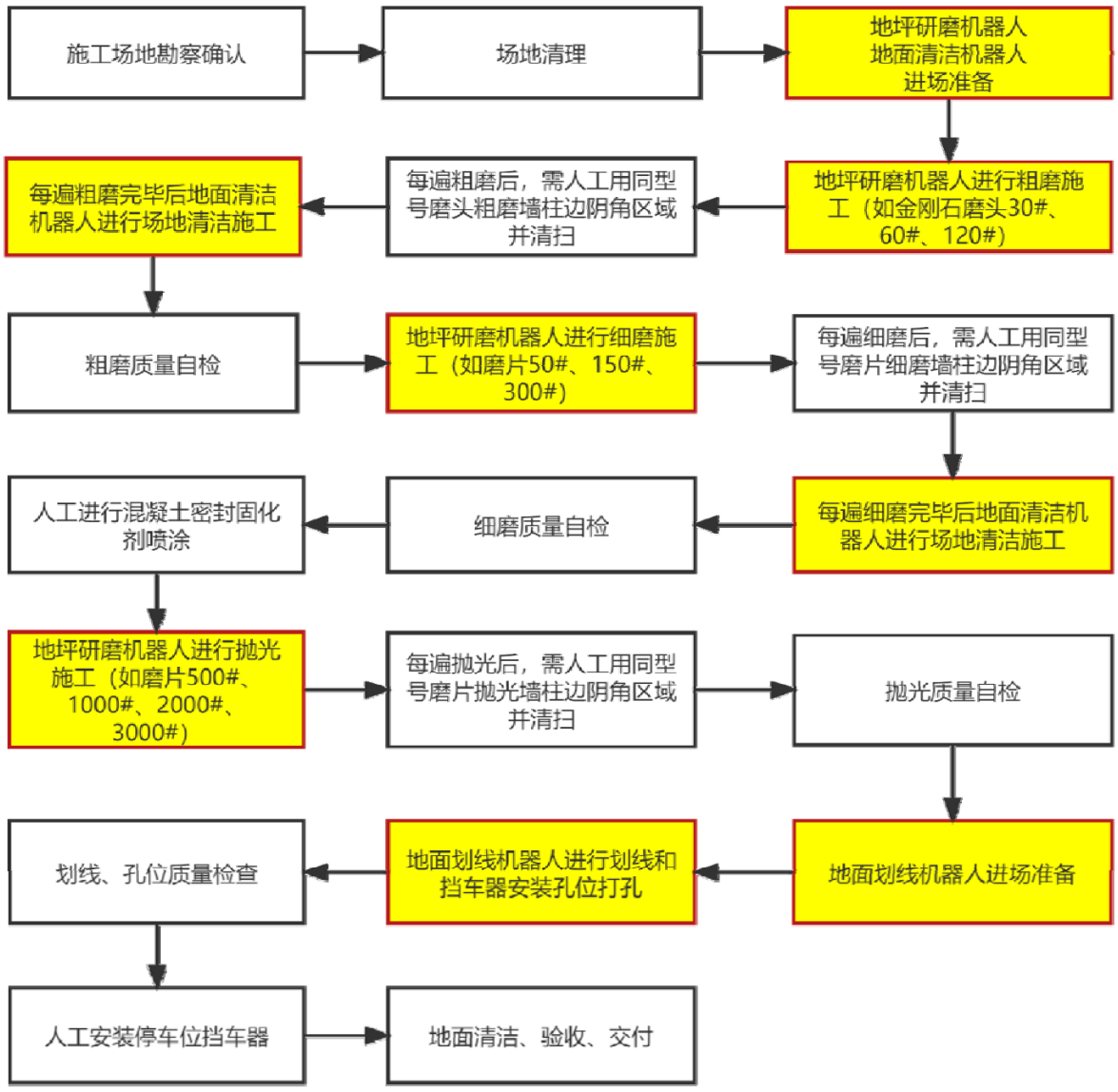


注：黄底标注的位置为机器人应用环节。

图 A.1　建筑机器人环氧树脂地坪施工常见工艺流程

A.2　建筑机器人混凝土密封固化地坪常见施工工艺流程

图 A.2 列出了使用建筑机器人进行混凝土密封固化地坪施工的常见施工工艺流程。

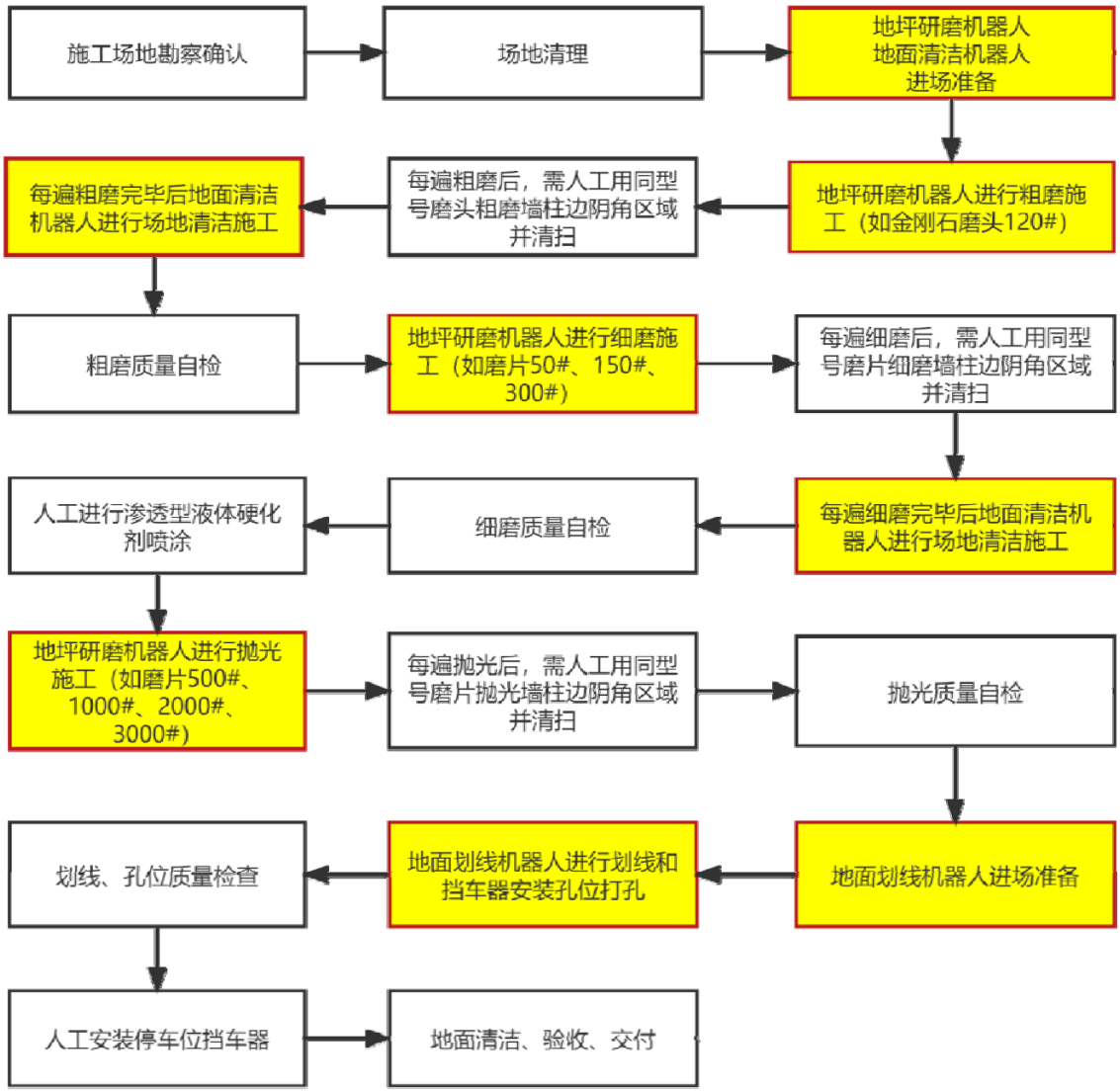


注：黄底标注的位置为机器人应用环节。

图 A.2　建筑机器人混凝土密封固化地坪常见施工工艺流程

A.3　建筑机器人金刚砂地坪常见施工工艺流程

图 A.3 列出了使用建筑机器人进行金刚砂地坪施工的常见施工工艺流程。

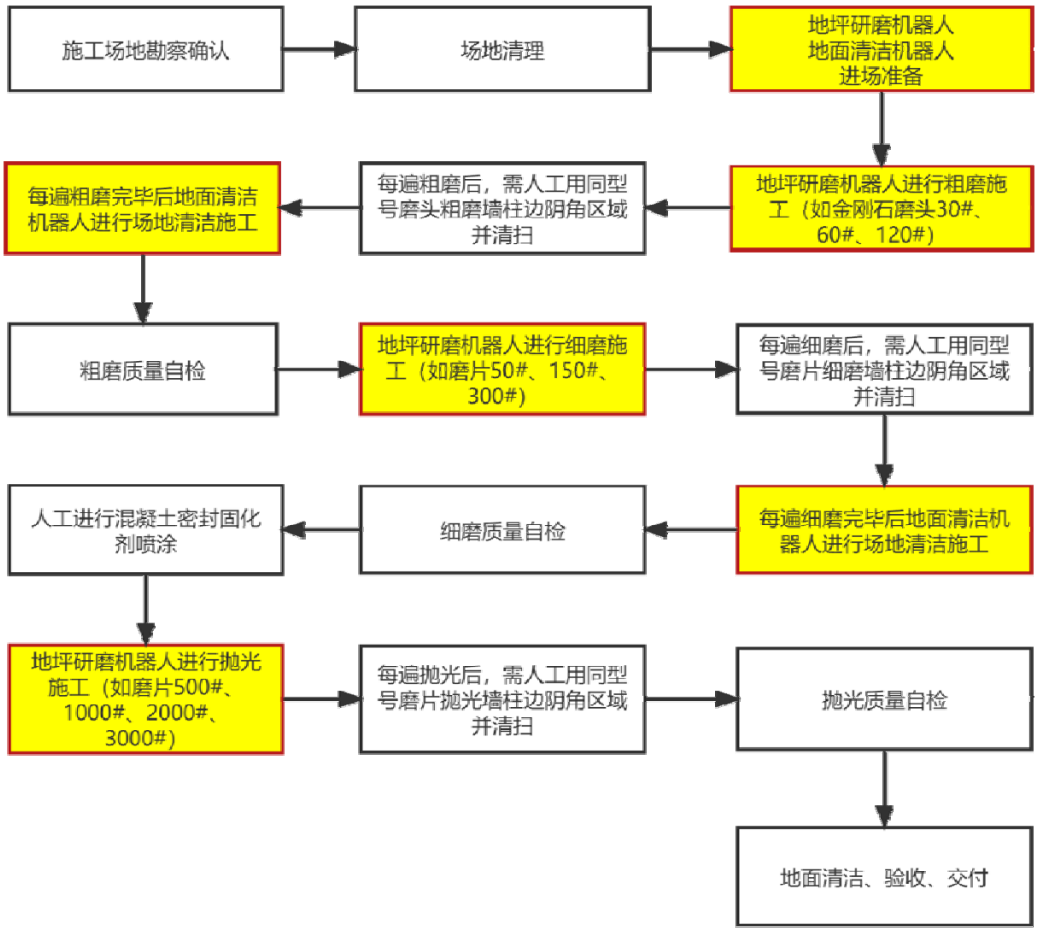


注：黄底标注的位置为机器人应用环节。

图 A.3　建筑机器人金刚砂地坪施工常见工艺流程

A.4　建筑机器人普通水磨石地坪常见施工工艺流程

图 A.4 列出了使用建筑机器人进行普通水磨石地坪施工的常见施工工艺流程。



注：黄底标注的位置为机器人应用环节。

图 A.4　建筑机器人普通水磨石地坪施工常见工艺流程

用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1　表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2　表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3　表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4　表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本标准引用下列标准，其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线》（GB 5768.3）

《道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志》（GB 5768.2）

《室内地坪涂料中有害物质限量》（GB 38468）

《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209—2010）

《地坪研磨机器人》（T/CECS XXXX-2022）

《地坪涂料涂敷机器人》（T/CECS XXXX-2022）

中国工程建设标准化协会标准

建筑机器人地坪施工技术标准

T/CECS XXX—202X

条 文 说 明

制 定 说 明

本标准制定过程中，编制组进行了深入调查研究，总结了我国工程建设地坪施工的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，如：《室内地坪涂料中有害物质限量》（GB 38468）、《建筑地面工程施工质量验收规范》（GB 50209）、《道路交通标志和标线 第 2 部分：道路交通标志》（GB 5768.2），通过实地验证及调研分析，确认了本标准内容可行性及适用性，产品经过了大量的实践验证如：地坪涂料涂敷机器人已在广东惠州潼湖科技城云创家园、惠州深荟花园、茂名城央首府、广州番禺思科智慧城、佛山碧江变电站、佛山机器人谷创研中心、佛山群力小学、浙江湖州吴兴港南、广西南宁机场等项目进行施工作业并完成交付，累计施工面积超 85,000 m^2；地坪研磨机器人已在惠州市潼湖科学城、安徽颍上印春秋、广州增城南方电网、海口碧桂园美舍仕家安居房等项目进行施工作业并完成交付，累计进场完工项目 79 个，项目分布 18 个省份，截止目前累计研磨面积超 5000,000 ㎡。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条款规定，《建筑机器人地坪施工技术要求及验收标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　　次（待调整）

1 总　　则 1

2 术　　语 3

3 基本规定 5

4 地坪研磨施工 7

4.1 一般规定 7

4.2 机器人性能和功能 8

4.3 施工准备 9

4.4 施工及质量控制 11

5 地坪涂料涂敷施工 16

5.1 一般规定 16

5.2 机器人性能和功能 17

5.3 施工准备 17

5.4 施工及质量控制 19

6 地面划线施工 23

6.1 一般规定 23

6.2 机器人性能与功能 24

6.3 施工准备 25

6.4 施工及质量控制 26

7 成品保护 28

附：参考文献 35

参 考 文 献

[1] 全国涂料和颜料标准化技术委员会《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》GB/T 13452.2[S].北京：中国标准出版社.

[2] 住房和城乡建设部.《建筑地面设计规范》GB 50037—2013[S].北京：中国计划出版社.

[3] 住房和城乡建设部.《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209—2010[S].北京：中国计划出版社.

[4] 住房和城乡建设部.《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327—2001[S].北京：中国计划出版社.

[5] 住房和城乡建设部.《环氧树脂自流平地面工程技术规范》GB/T 50589—2020[S].北京：中国计划出版社.

[6] 公安部交通管理局.《道路标线涂料》GA/T 298-2001[S].北京：中国标准出版社.

[7] 中国建筑材料联合会.《渗透型液体硬化剂》JC/T 2158—2021[S].北京：中国建材工业出版社.

[8] 中国建筑材料联合会.《地坪材料术语和定义》JC/T 2540—2019[S].北京：中国建材工业出版社.

[9] 住房和城乡建设部.《建筑装饰装修工程成品保护技术标准》JGJ/T 427—2018[S].北京：中国建筑工业出版社.

[10] 交通运输部.《路面标线涂料》JT/T 280-2022[S].北京：人民交通出版社股份有限公司.

[11] 中国工程建设标准化协会.《整体地坪工程技术规程》CECS 328—2012[S].北京：中国计划出版社.

[12] 中国工程建设标准化协会.《工程建设标准编写导则》T/CECS 1000—2021[S].北京：中国计划出版社.

中国工程建设标准化协会
工程建设标准《建筑机器人地坪施工及验收标准》

编　制　说　明

一、标准编制任务来源

根据中国工程建设标准化协会〔2021〕(20 号)关于印发《2021 年第二批协会标准制订、修订计划》的通知，制定《建筑机器人地坪施工及验收标准》。由中国工程建设标准化协会建筑机器人专业委员会归口管理，广东博智林机器人有限公司、中国建筑标准设计研究院有限公司等单位负责具体的制订工作。

二、项目背景及标准编制意义、原则

1、背景

建筑行业作为国民经济支柱产业，在推动经济社会发展过程中持续发挥重要作用。国家统计局数据显示，2019 年建筑业增加值占国内生产总值比例达到了 7.16%的近十年最高点。自 2010 年以来，该比例始终保持在 6.6%以上，目前已维持连续三年增长。

中国作为世界上最大的建筑市场，2019 年中国房屋新开工面积 22.72 亿平方米，同比增长 8.5%。但建筑业大而不优，“老大难”的问题集中体现在：传统建筑业属劳动密集型行业，当前用工缺口越来越大，此外作业环境“危繁脏重”、安全生产和工程质量风险高，传统粗放式、手工生产方式下生产效率低等。

“当前我国建筑业高污染、高能耗、低效率问题依然严重，数字化转型任重道远。”2019 年《数字建筑：建筑产业

数字化转型白皮书》指出。拓展数字技术、智能手段赋能建筑业转型升级变得迫在眉睫。

2020 年的新冠肺炎疫情加速了数字经济发展，“数字”已成为新一轮经济社会生产要素。今年的政府工作报告进一步明确，将持续推动制造业升级和新兴产业发展，发展工业互联网，推进智能制造，打造数字经济新优势。

“数字化转型是推动建筑产业高质量发展的重要途径，从‘中国建造’走向‘中国智造’是我国建筑业发展的大势所趋。”中国建筑业协会副会长刘锦章表示。新基建风口下数字化、智能化与建筑施工现场深度融合，促进传统建造方式升级，提高项目管理和生产效率，助推我国建筑产业实现现代化。

随着国内经济不断发展，工业厂房、大型广场、体育场、停车场等大面积场地的建设需求越来越多。这类场地大多使用混凝土现场浇筑地基，然后再覆盖地砖或地坪漆，因此对基础层的平整度提出了很高的要求。传统的混凝土地坪施工方法是人工找平，然后使用抹光机抹光。这种方式需要大量的人工，施工过程质量不受控制，需要人工多次修正，反复测量调整正在施工的地面，且效率不高。近年来市面上出现了一些人工操作的机器，一定程度上减少了工人工作量和工作强度，但普遍存在精度不足、机身尺寸过大、重量超重、无全自动 等问题，混凝土施工“危繁脏重”的问题没有得到根

本改善。

针对建筑地面混凝土浇筑后的高精度地坪施工建筑机器人，可有效解决混凝土施工中效率低、强度大、精度不高、反复施工等问题。该机器人凭借独特的双自由度自适应系统，保证机器人能够稳定地在钢筋混凝土上施工作业；基于自主开发的 GNSS 导航系统，能够自动设定整平规划路径，实现混凝土地面的全自动无人化整平施工。经过实际施工对比，其工作效率和精度都远高于人工。

地坪施工建筑机器人主要包括：地坪研磨机器人、地坪漆涂敷机器人以及地面划线机器人，产品的特点如下：

1）地坪研磨机器人搭载全自动研磨系统，具有手动研磨和自动研磨功能，集成激光建图、自主定位及导航、自动吸尘、电缆收放、双动力切换于一体，可广泛应用于去除地坪混凝土表面浮浆。

2）地坪漆涂敷机器人具有涂敷底漆、中涂漆、面漆功能，集成激光建图、自主定位及导航行走、自动搅拌、快速充电、自检及实时信息显示等功能，可实现全自动导航施工，解决传统施工环境恶略、效率低下、质量不稳定及安全隐患等问题。

3）地面划线机器人可实现自动喷涂划线技术，核心为全自动喷涂划线系统，同时兼容定位器打孔系统、电控制系统、AGV 底盘系统等模块，具备自动喷涂划线和打孔等主要

核心功能，同时具备自动定位、导航、报警等辅助功能。可使工人远离有毒气体环境，营造绿色施工环境，具有智能划线路径规划、自动喷涂能力，相比传统人工滚刷，其效率和质量显著提升。

相比于人工操控机器人施工，地坪施工机器人重量更轻、尺寸更小，可在双层钢筋网和狭小的房间上施工；采用高精度的激光标高控制系统，集成了测量、刮平及收面三个功能，效率高于人工；整平精度高，地库施工可以在主体结构施工阶段就直接达到混凝土找平层的水平度/平整度要求，一次成型，直接省掉后续的地坪施工，加快进度、节约成本。

地坪施工机器人于 2018 年 10 月开始研发，初代样机于 2018 年 12 月完成。但经过测试，第一代样机整平精度不足，且无法进行全自动多房间施工，在经过 8 个月内十余次的迭代更新，终于在 2019 年 7 月找到了解决方案，使机器地面整平的精度从 10 毫米以上提升到 5 毫米以内，且效率同步提升 2-3 倍。

2、编制意义

1） 建筑机器人市场化加速行业的施工标准需尽快完善

国内外很多企业均以推出不同场景的地坪施工机器人，比如中国建筑集团（三局、八局）推出了地面激光整平机、地面抹平机器人、地面抹光机器人和地砖铺贴机器人；筑石科技（湖州）有限公司与哈工大机器人集团联合推出了地面

激光整平机、地面抹光机；江苏鼎思科技发展有限公司推出的激光整平机；索诺企业有限公司（美国）推出的地面激光整平机；杭州固建机器人科技有限公司推出的地砖铺贴机器人等等。

经调研，地坪施工建筑机器人的施工规范现无相关国家标准、行业标准及地方标准的规定，随着科学技术的高速发展，以及当前地坪施工建筑机器人的研发成果和应用数据，为能更好地采用高科技的手段和工具提升地坪漆涂敷作业的精度和行业水平，落实国家质量规程、规定要求的需求，亟需相关的规程条文对地坪漆涂敷建筑机器人的设备、施工方案、工程验收以及维护保养进行具体规定，填补国内地坪漆涂敷建筑机器人在施工规程的空白，以提高智能建造技术的先进性、经济性及合理性。因此建议开展《建筑机器人地坪施工技术标准》的编制工作。

2） 解决建筑行业招工难用工荒、产业升级迫在眉睫

改革开放以来，随着城镇化的推进，建筑行业迎来大发展，成为国民经济支柱产业。国家统计局数据显示，自 2010 年以来，建筑业增加值占国内生产总值比例始终保持在 6.6%以上，其中 2019 年这一数字达到 7.16%，为近十年最高。

然而，随着人口红利的逐渐消失，工人年龄老化、用工成本攀升等系列难题不断涌现。中国建筑业协会统计数据显示，2019 年我国建筑业从业人数比上年末减少近 136 万人。

建筑业从业人数占全社会就业人员总数的7.01%，比上年降低0.16个百分点。

过去40年，建筑行业传统粗放式、手工业的生产方式并没有根本性改变，施工安全风险大、生产效率低、建设成本高、科技含量少，行业对年轻一代的吸引力越来越弱，“招工难”“用工荒”现象加剧。

特别是新冠疫情影响下，传统建筑企业的开工和生产面临较大困难，而零接触、智能化生产的优势也因此得到凸显。因此，加快研发应用智能建造机器人，像生产汽车一样准确地建房子，不仅可以让建筑工地实现零伤亡、高标准、好效益，而且能从根本上解决房子的安全和质量问题，大大提高劳动生产率，节约大量成本。

3） 完善政策标准、推动行业生产方式变革

从行业前景看，建筑机器人的市场潜力不可小觑。根据Tractica预测，建筑机器人日益增长的需求将推动市场收入从2018年的2270万美元增加到2025年的2.26亿美元。在此期间，全球将部署7000多台建筑机器人，以执行各种建筑和拆除任务。

从发展现状来看，我国建筑机器人发展虽已具备了一定的技术、环境等条件，但依然面临不少困难。我国建筑行业要加速应用建筑机器人产品和技术，亟需解决当前政策体系不完善、建筑机器人工程施工行业标准体系未建立、监管机

制不健全等主要问题。

因此，完善建筑机器人研发、制造和应用全流程的政策支持体系，“鼓励地方先行先试与推动全国市场准入方面制定统一的制度规范，为建筑机器人的推广创造条件。”

其次，完善建筑机器人工程施工行业标准体系，健全监管机制。行业权威机构或龙头企业牵头，联合行业研究团队、专家学者、骨干企业等力量，尽快建立建筑机器人建造的产品技术、施工规范、验收检验等标准体系，加速建筑机器人的市场化应用。

3、原则

1）本标准的编写符合现行中国工程建设标准化协会标准《工程建设标准编写导则》T/CECS 1000—2021 的规定；

2）本标准的内容与现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037、《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209、《环氧树脂自流平地面工程技术规范》GB/T 50589 协调一致。

三、编制目的

为了规范建筑机器人在地坪施工中的应用，保证工程质量，推进智能建造产业链的协同发展，制定本标准。

四、制定标准与现行法律、法规、标准的关系

1、目前，我国现行的与建筑机器人地坪施工及验收相关的法规及标准有：

1）《建筑地面设计规范》GB 50037—2013；

2）《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209—2010；

3）《环氧树脂自流平地面工程技术规范》GB/T 50589—2020。

2、本标准的相关内容与上述标准基本一致，无冲突项目。

五 、编制工作过程

本标准由广东博智林机器人有限公司、中国建筑标准设计研究院有限公司作为牵头组织单位，并成立了标准编制工作起草小组，在此基础上明确了任务和分工，积极开展标准的研究、调研、起草、研讨等工作。

1、2021 年 10 月 29 日，经中国工程建设标准化协会批准，《建筑机器人地坪施工及验收标准》正式立项。

2、2022 年 5 月 11 日，经中国工程建设标准化协会建筑机器人专业委员会批准，在广东博智林机器人有限公司召开了编制组成立暨第一次工作会议，会议确定了编制工作分工和进度计划安排。

3、2022 年 5 月～7 月，根据首次工作会议的要求，编制组对标准文本进行了充分的讨论及修改，并于 2022 年 8 月 10 日对标准草案进行了评审。

4、2022 年 8 月～9 月，编制组每周召开对接会议，梳理机器人施工逻辑并对标准内容逐条进行讨论与修改，完成了编制组内评审稿；9 月 27 日，编制组对标准文本进行了评

审，共计12家参编单位30名编制人员参会，会议一致通过《建筑机器人　地坪施工及验收技术标准》的评审。

5、2022年9月28日，提交系统进行公开意见征集。

六、新旧标准主要技术变化（适用于修订标准）

本标准为新编标准。

七、技术难点及解决方法

无。

八、主要性能指标的验证试验

标准中规定的平整度要求及机器人施工，经大量的实地验证及调研分析，确认了其可行性及适用性，产品经过了大量的实践验证：地坪涂料涂敷机器人已在广东惠州潼湖科技城云创家园、惠州深荟花园、茂名城央首府、广州番禺思科智慧城、佛山碧江变电站、佛山机器人谷创研中心、佛山群力小学、浙江湖州吴兴港南、广西南宁机场等项目进行施工作业并完成交付，累计施工面积超85,000 ㎡；地坪研磨机器人已在惠州市潼湖科学城、安徽颍上印春秋、广州增城南方电网、海口碧桂园美舍仕家安居房等项目进行施工作业并完成交付，累计进场完工项目79个，项目分布18个省份，截止目前累计研磨面积超5000,000 ㎡。

九、重大意见分歧的处理依据和结果（如有）

无。

十、采标情况（如有）

无。建筑机器人施工目前没有国际标准和国外先进标准。