

Exploration of Epoxy Resin Floor Paint Construction and Robot Application

Jiming Luo

Power China Municipal Construction Group Co., Ltd., Tianjin, 300392, China

Abstract

With the improvement of life quality, epoxy resin floor is favored in ground engineering because of its superior performance such as acid and alkali resistance, wear-resistance and anti-static resistance. Intelligent construction is the requirement of The Times to promote the high-quality development of China's construction industry, and is a major measure of the transformation of China's construction industry to intelligence, information and digital. Intelligent construction robot and floor paint construction combined and give full play to the role, obvious advantages. A garage floor project of Zhongke Park in Jinan adopts epoxy resin floor, and uses intelligent construction robot to assist the construction, in order to solve the problems of high manual construction cost and difficult to guarantee the construction quality. Epoxy resin floor paint construction and intelligent building robot application technology has become increasingly mature, strictly follow the construction technology and quality control requirements, can build a comfortable, ideal floor, and the construction quality is controllable, efficiency is improved. With the acceleration of urbanization and infrastructure construction, the construction industry has improved its requirements for efficiency and quality, and the epoxy floor combined with intelligent construction robot construction has a broad market prospect and is worth promoting.

Keywords

epoxy resin flooring; intelligent construction; robot; construction technology; benefit

环氧树脂地坪漆施工及其机器人应用探索

罗继明

中国电建市政建设集团有限公司, 中国·天津 300392

摘要

随着生活品质提升,环氧树脂地坪因其具有耐酸碱、耐磨、防静电等优越性能在地面工程中备受青睐。智能建造是推动中国建筑业高质量发展的时代要求,是中国建筑业向智能化、信息化和数字化转型的一项重大措施。智能建造机器人与地坪漆施工相结合并充分发挥作用,优势明显。济南中科园某车库地坪工程采用环氧树脂地坪,并应用智能建造机器人辅助施工,以解决人工施工成本高、施工质量难以保证等问题。环氧树脂地坪漆施工及智能建筑机器人应用技术已日趋成熟,严格遵循施工工艺及质量控制要求,可建造出舒适、理想的地坪地面,且施工质量可控、效率提高。随着城市化和基础设施建设加快,建筑行业对效率和质量要求提高,环氧地坪结合智能建造机器人施工具有广阔市场前景,值得推广。

关键词

环氧树脂地坪; 智能建造; 机器人; 施工技术; 效益

1 引言

随着居住环境的改善与生活品质的提升,人们对地坪的质量要求日益严格。环氧树脂地坪凭借其独特的优越性,在车间、车库及商场等地面工程中愈发受到青睐。与此同时,我国社会老龄化问题日益突出,人口红利逐渐消退,建筑业面临高人力成本、高危险性、低生产效率等问题。济南中科园某项目地下车库环氧树脂地坪工程,施工规模较大,为有效化解这些问题,项目应用智能建造机器人辅助施工。

为此,环氧树脂地坪漆究竟有哪些特点,如何控制施

工工艺及重量,智能建造机器人应用能发挥多大作用、产生多大效益,针对这些疑问,本文依托于济南中科园某项目车库地坪工程的实战经验,精炼总结环氧树脂地坪的施工技术,并彰显了智能机器人在施工中的应用成果,为同类工程提供参考与借鉴。

2 环氧树脂地坪漆施工技术

环氧树脂地坪是由环氧树脂为主材、固化剂、稀释剂、溶剂、分散剂、消泡剂及某些填料等混合加工而成的环氧地坪漆涂料,结合特定施工工艺,现场施工分底、中、面三层分别涂敷到地面基体上而成的一类地坪。环氧地坪涂料对地面基体起到封闭、粘结、精平、防护、美化等作用^[1]。

【作者简介】罗继明(1978-),男,中国湖北孝感人,本科,高级工程师,从事建筑施工技术及管理研究。

2.1 环氧树脂地坪的特点

环氧树脂起源于本世纪初的欧美发达国家，已广泛应用于建筑、电子、轻工等领域。随着我国建筑水平和对生态环境要求的日益提高，环氧地坪在我国的使用越来越广泛。

环氧树脂是一种性能优良的树脂，具有极好的粘结强度、机械强度、极高的断裂韧性、极佳的耐磨性能，能够抗强酸碱和许多强溶剂的腐蚀。以环氧树脂为核心材料涂敷的环氧树脂地坪具有附着力强、耐强酸碱、耐磨、耐压、耐冲击、防霉、防水及防静电、电磁波等特性。它采用一次性涂覆工艺，能够大面积施工，形成无缝整体地面。同时色彩多样艳丽、观感效果好、易于维护、施工周期短，是一种优良的长效地面材料。环氧地坪广泛用于工厂、车间、医院、实验室、超级市场、地下停车场等表面涂装。

2.2 环氧树脂地坪漆施工工艺流程

环氧树脂地坪漆涂装在混凝土地面基体上，混凝土地面基体本文简称基层。环氧地坪漆施工工艺流程：基层处理→基层打磨→底涂层施工→中涂层施工→中涂层打磨→面涂层施工→成品保护。

2.3 关键技术及操作要点

基层处理。基层处理主要是进行基层清理、缺陷修补、伸缩缝设置。

清除基层表面混凝土残渣、浮尘、松散颗粒、粘接剂、油腻等污染物，清理切割钢筋头、多余埋件等附着物。

对坑洞、空鼓等局部缺陷，先进行打凿切割，然后用环氧砂浆填充充实。对细小裂缝，需将裂缝切割为1cm以上V字形缝后用环氧砂浆填充密实。

根据车库内柱网、车道、建筑物的布置，合理设置基层混凝土伸缩缝，缝间距不应大于6m，柱子周边可采用菱形方式割缝，伸缩缝的深度为混凝土层厚度的1/3。缝宽3~5mm，缝内先塞入背衬条，然后用填缝胶封闭。基层伸缩缝是否设置合理，直接关系到地坪面完成后是否出现开裂，须严格认真对待并妥善处理。

基层打磨。基层打磨主要是为了除去基层混凝土表面浮浆，以及油污等残留物，保证环氧地坪漆与基层有足够的附着力，使环氧地坪形成一个良好的整体。基层打磨采用智能建造地坪研磨机器人进行，具体内容下一节智能建造机器人辅助施工详述。

基层打磨前新浇混凝土不得少于3周，混凝土含水率应小于9%，含水率的测定可采用塑料薄膜法、无线电频率测试法等方法。地库施工初期，一般都长时间潮湿，为加快进度，可采取通风、加热、除湿等方法除去空气中的水汽。

底涂层施工。底涂层主要起封闭隔离作用，对基层和上部面层有较高的附着力和黏结力，封闭基材中的有害物质，防止其上渗影响面涂层，相当于上部面层的保护层。

环氧树脂涂料由双组份A与B按照产品说明书比例现场配置，A组分主要成分为环氧树脂，B组分主要成分为固

化剂。

底层涂料配制比例A：B=6：1（该数据为本工程应用实例。其它材料遵守说明书要求），严格按比例进行精确计量。在处理好的基层上按产品说明书要求涂刷，在相互垂直的方向上各涂刷一遍，第一遍干燥后方可涂第二遍，两遍间隔时间不小于60分钟。涂刷均匀，不得有遗漏。底涂剂参考用量0.15~0.2kg/m²。

环氧树脂地坪漆涂刷采用地坪漆涂敷机器人进行，具体内容下一节智能建造机器人辅助施工详述。

底涂层施工前，确保基层混凝土干燥，混凝土含水率宜小于6%。涂刷施工期间及养护时间内管制人员进出，养护时间不少于8小时。

中涂层施工。中涂层是过渡层，起到增厚、增加遮盖、增加抗渗透的作用。

中层涂料双组分配制比例A：B=5：1，A、B双组分混合拌匀后，再加入混合涂料2~3倍的80~120目石英砂搅拌均匀形成环氧砂浆，人工使用镬刀均匀批刮，整体满刮1~2遍，无明显刀痕。中涂层厚1~1.5mm，涂剂参考用量0.7~0.8kg/m²。

环氧砂浆层完全干燥，采用地坪研磨机器人进行打磨。

中涂层打磨。中涂层打磨工艺与混凝土基层打磨施工相同，都采用地坪研磨机器人打磨，不同的是打磨混凝土基层采用金刚石磨片、打磨环氧树脂砂浆中涂层采用树脂磨片。

面涂层施工。面涂层主要作用是承担抵抗外界腐蚀介质（光、氧、水、有害化学物质）侵害，进一步起到美化装饰作用。

面层涂料双组分配制比例A：B=4：1，另外根据需要增加适量环氧色膏，配制出不同色彩的环氧树脂面漆。面漆涂刷采用地坪漆涂敷机器人施工，整体1遍，厚0.5~1.5mm，涂剂参考用量0.4~0.5kg/m²。

成品保护。环氧地坪面漆施工后24小时可上人，72小时方可沉压，一周内不可用水、油、碱、酸等化学物涂粘。在未达到使用条件时应拉设警戒线，禁止无关人员及车辆进入。

3 智能建造机器人辅助施工

3.1 研磨机器人混凝土基层研磨施工

地坪研磨机器人是用于地坪地面研磨的自动化设备，分三部分组成，包括研磨机架，研磨盘，电缆卷盘，并自带配套平板电脑及操控系统。研磨盘里面安装的研磨片，可根据需要在不同材质（金刚石、树脂等）不同粗细程度之间及时更换或更新^[1]。

地坪研磨机器人具有自动作业功能，通过与其配套的平板电脑进行操作，在登录对接机器人的app后，首先应对机器人的作业状态进行检查，待确认状态无误后由操作人员将平面图纸CAD文件导入系统中，系统会自动规划机器人施工路径，合理划分施工区域，规划施工顺序，操作人员只

需按实际情况对作业的起始位置与机器人当前位置进行匹配,待操作界面右上角显示“定位成功”后,机器人将根据系统规划好的作业路径自动作业。

除导入图纸外,机器人还可自动生成地图。在正式施工前由操作人员带机器人绕作业区域进行巡逻,通过使用其顶部搭载的二维导航激光雷达对作业区域进行水扫描,可在APP内获得对应的地图。

施工前要选择合适的作业起始位置和电缆卷盘位置,电缆卷盘应设置于起始位置的上部,避免机器人行走过程中碾压卷盘内甩出的电缆,同时单次作业距离也要充分考虑卷盘内电缆的长度,以及卷盘距离供电箱的距离,避免因考虑不周影响施工范围。

使用地坪研磨机器人对基层进行打磨时,研磨盘采用金刚石磨片,对于研磨盘打不到的地方,应采用人工辅助的形式,用手磨机打磨或用砂纸、钢丝刷处理等方法达到打磨效果。

地坪研磨机器人装备有吸尘桶,桶内安放有吸尘器与滤芯,桶下连接有可自由拆卸的扬尘收纳袋,在地坪研磨的同时将研磨过程中产生的大量粉尘进行收集,操作人员需注意扬尘收纳情况,收纳袋满载后应及时清理更换。

3.2 研磨机器人环氧地坪漆涂层研磨施工

与基层研磨施工相同,环氧地坪漆涂层研磨同样采用地坪研磨机器人施工,但磨盘由金刚石铁磨片替换为树脂磨片。涂层本身厚度较薄,涂层上部将进行环氧地坪面层施工,无需用铁磨片过度打磨,使用树脂磨片施工效果更好。

3.3 涂敷机器人环氧地坪底漆涂敷施工

环氧地坪涂敷是本施工工艺中最重要的工序,底涂层、面涂层均采用地坪涂敷机器人施工。与研磨机器人一样,地坪涂敷机器人也可扫描导入地图并使用激光雷达进行定位导航,智能路径规划,然后自动完成环氧地坪的涂敷施工。

地坪涂敷机器人自带漆料桶,作业前将漆料A组分与B组分按比例输送至地坪涂敷机料桶内,启动地坪涂敷机后,漆料在动态混合器内充分搅拌实现A、B组分的自动混合。作业时地坪涂敷机器人通过控制电机转速实现对料量的精准控制,通过液位传感器对料桶内材料进行实时监控,当材料低于设定值时机器自动报警提示操作人员加料。

环氧地坪不同的涂层对施工的要求各有不同,地坪涂敷机器人设置有不同的操作模式来满足不同涂层的施工要求。地坪涂敷机器人有遥控器手动控制和APP程序自动控制两种操作方式,使用者根据自己工况自行选择。

涂敷施工要求效果平整均匀,一次成形。对于墙、柱边等机械臂难以施工的部位可用人工用镟刀进行批刮作为辅助施工。

4 质量控制重点

混凝土基层缺陷处理、伸缩缝设置、基层打磨、混凝土含水率是环氧地坪质量控制中最基础性、最关键性的内容之一,直接关系到地坪后期是否有裂缝、空鼓、剥落等问

题出现,须严格遵照施工技术及工艺流程,采取合理的措施管控。

双组分环氧地坪漆现场配制,严格按照说明书进行,否则配制的漆料可能会出现早凝缓凝甚至作废情况。大规模施工前应先行进行适配,试配漆料配比及拌制,适配漆料及涂敷机器人的使用操作,全部合格后再大面积使用。使用前,材料应混合均匀。一次性配料不宜太多,有效时间内用完再配^[1]。

漆料原材料及涂层施工完成后的各项技术指标,如附着力、抗压强度、硬度等,应及时检测并满足技术规范要求。

5 机器人应用效益分析

智能建造机器人的使用,可以长时间不间断地工作,不受天气、时间等自然因素的影响,从而显著提高了施工效率。相较于传统的人工施工方式,机器人能够更快地完成任务,缩短工程周期。本次地坪研磨机器人与地坪涂敷机器人整体施工工效为传统人工1.5倍,研磨机器人8小时可完成1200m²研磨作业任务。如在柱网较少的空间或室外大面积区域作业,施工效率更将显著提升。

本工程两个地块地下车库面积总计5.3万m²,整体采用环氧树脂地坪。通过使用地坪研磨机器人、地坪涂敷机器人等智能建造机械代替人工进行施工,大大提高了施工效率,施工质量、进度、安全均满足规范要求,有效缩短了施工工期。

大规模环氧地坪应用智能建造机器人施工的成功实施,相比传统施工方法极大地改善了施工环境,保障一线作业工人的职业健康,提升了基层员工对新技术的适应能力,同时也使工程施工的机械化程度得到提高,为类似工程的施工提供了有益借鉴,具有良好的社会效益。

6 结语

环氧树脂地坪具有耐强酸碱、耐磨、耐压、耐冲击以及防静电等特性。智能建造机器人能在环氧树脂地坪漆施工的研磨和涂敷作业中充分应用并发挥显著作用。环氧树脂地坪漆施工及智能建造机器人应用技术日趋成熟,严格遵照施工工艺及质量控制要求,不仅能够建造出舒适、理想的地坪地面,而且施工质量可控、施工效率提高,具有较好的经济及社会价值。随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断扩大,建筑行业对效率和质量的要求越来越高,智能建造机器人的出现恰好满足了这一需求,具有广阔的市场前景,值得推广。

参考文献

- [1] 袁大伟.建筑涂料应用手册[M].上海:上海科学技术出版社,1999.
- [2] 翟浩博,任宝双.房建施工机器人的应用及展望[J].施工技术(中英文),2023(23).
- [3] 林远,修兴敏.建筑机器人驱动下的智能建造实践与发展研究[J].中国住宅设施,2024(8):56-58.