**ICS 91.120.30**

**中国建筑业协会团体标准 团体标准**

**P 32**  T/CCIAT xxxx— 20xx

建筑内墙抹灰机器人

施工技术规程

（征求意见稿）

Technical Specification For Interior Wall Plastering Construction Of Plastering Robots

**20xx— xx—xx 发布　　　2024—xx —xx 实施**

**中国建筑业协会 发布**

中国建筑业协会团体标准

建筑内墙抹灰机器人

施工技术规程

（征求意见稿）

Technical Specification For Interior Wall Plastering Construction Of Plastering Robots

T/CCIAT xxxx— 20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx年xx月xx日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

前言

根据中国建筑业协会《关于印发<第八批中国建筑业协会团体标准编制工作计划>》的通知》（建协函[2023]54号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程的主要技术内容是： 1．总则；2．术语；3．机械设备；4.材料控制；5.抹灰施工；6.质量要求与检验；7.安全与环保措施。

本规程由中国建筑业协会负责管理，由中建八局科技建设有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，总结实践经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中建八局科技建设有限公司（地址：上海市浦东新区高科西路889号；邮政编码：200125）

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：×××、×××

本标准主要审查人员：×××、×××

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc12151)

[2 术 语 2](#_Toc24727)

[3 机械设备 3](#_Toc6614)

[3.1 性能要求 3](#_Toc2995)

[3.2 作业环境 4](#_Toc4995)

[4 材料控制 5](#_Toc330)

[4.1 进场检验 5](#_Toc4098)

[4.2 砂浆存储 6](#_Toc25762)

[4.3 干混砂浆拌合 7](#_Toc2457)

[5 抹灰施工 8](#_Toc665)

[5.1 一般规定 8](#_Toc11935)

[5.2 施工准备 8](#_Toc14702)

[5.3 泵送 9](#_Toc12424)

[5.4 抹灰 9](#_Toc30743)

[5.5 季节性施工要求 9](#_Toc130)

[6 质量要求与检验 11](#_Toc22763)

[6.1 质量要求 11](#_Toc3552)

[6.2 检查验收 11](#_Toc15077)

[7 安全与环保措施 12](#_Toc31964)

[7.1 安全措施 12](#_Toc5588)

[7.2 环保措施 12](#_Toc16512)

[附录A 机器人抹灰砂浆进场检验 13](#_Toc26928)

[附录B 抹灰机器人相关参数 14](#_Toc6321)

[附录C 抹灰机器人精度标定方法 15](#_Toc25197)

[C.1 提升精度标定步骤 15](#_Toc15791)

[C.2 抹灰头定位精度标定步骤 15](#_Toc32508)

[本标准（规范、规程）用词说明 16](#_Toc3212)

[引用标准名录 17](#_Toc20326)

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc12151)

[2 Terms 2](#_Toc24727)

[3 Mechanical Equipment 3](#_Toc6614)

[3.1 Performance Requirement 3](#_Toc2995)

[3.2 Working Environment 4](#_Toc4995)

[4 Material Control 5](#_Toc330)

[4.1 Entry Inspection 5](#_Toc4098)

[4.2 Mortar Storage 6](#_Toc25762)

[4.3 Dry Mixed Mortar Mixing 7](#_Toc2457)

[5 Plastering Construction 8](#_Toc665)

[5.1 General Requirements 8](#_Toc11935)

[5.2 Preparations For Construction 8](#_Toc14702)

[5.3 Mortar Pumping 9](#_Toc12424)

[5.4 Plastering Construction 9](#_Toc30743)

[5.5 Seasonal Construction Requirements 9](#_Toc130)

[6 Quality Checking and Inspection 11](#_Toc22763)

[6.1 Quality Requirements 11](#_Toc3552)

[6.2 Checking and Inspection 11](#_Toc15077)

[7 Safety and Environmental Protection Measures 12](#_Toc31964)

[7.1 Safety Precautions 12](#_Toc5588)

[7.2 Environmental Protection Measures 12](#_Toc16512)

[AppendixA Entry Inspection of Robot Plastering Mortar 13](#_Toc26928)

[AppendixB Parameters of The Plastering Robot 14](#_Toc6321)

[AppendixC Precision Calibration Method of Plastering Robot 15](#_Toc25197)

[C.1 Improve The Accuracy Calibration Step 15](#_Toc15791)

[C.2 Plter Head Positioning Precision Calibration Step 15](#_Toc32508)

[Explanation of Wording in This Specification 16](#_Toc3212)

[List of Quoted Standards 17](#_Toc20326)

Addition: Explanation of Provisions

# 总 则

1. 为规范抹灰机器人内墙抹灰作业，做到技术先进、经济合理、安全适用、质量可靠，制定本规程。
2. 本规程适用于新建、改建、扩建和既有建筑室内墙柱面的抹灰机器人一般抹灰工程的施工及质量验收。
3. 本规程规定了建筑内墙抹灰机器人施工的抹灰砂浆性能及内墙抹灰施工的基本技术要求。当本规程与国家法律、行政法规的规定相抵触时，应按国家法律、行政法规的规定执行。
4. 建筑内墙抹灰机器人施工除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 术 语

**2.0.1** 抹灰机器人 plastering robot

在建筑行业，具备自行完成泵送上料、砂浆上墙、抹平的行走式智能机器人。

**2.0.2** 提升机构 lifting mechanism

由链条、卷筒、导向装置、传送和操作装置等组成，用于驱动抹灰头工作的机构。

**2.0.3** 抹灰头 Plastering Actuator

同时具备上料和抹平功能的机构。

**2.0.4** 机器人抹灰 plastering by plastering robot

采用抹灰机器人进行作业的抹灰工艺。

**2.0.5** 机器人抹灰砂浆 robot plastering mortar

适用于抹灰机器人施工的预拌抹灰砂浆，分为机器人湿拌砂浆和机器人干混砂浆。

**2.0.6** 机器人湿拌砂浆 robot wet-mixed mortar

适用于抹灰机器人施工的湿拌砂浆。

**2.0.7** 机器人干混砂浆 robot dry-mixed mortar

适用于抹灰机器人施工的干混砂浆。

**2.0.8** 拍浆 roughing wall surface

使用拍浆拍子蘸取水泥浆液，人工拍到墙上，形成底粗上尖的毛刺，以加强基层与抹灰层粘结的施工工艺。

# 机械设备

##  性能要求

* + 1. 抹灰机器人应具备3D环境读取、路径规划、遥控或全自动完成内墙抹灰作业的功能。
		2. 抹灰机器人构造应与图1相符，应包含抹灰头、提升机构、底盘、激光导航、视觉组件、料管、泵机等。抹灰机器人的性能参数可参考附录B。

1



7

6

4

2

3

8

5

标引序号说明：

1——抹灰头；2——提升机构；3——激光导航；4——视觉组件；5——底盘；6——料管；7——吸浆口； 8——泵机。

**图1 抹灰机器人构造**

* + 1. 抹灰机器人应具备自保护功能，其安全性能应符合GB/T 38260（所有部分）中的规定。
		2. 抹灰机器人的整机防护等级应不低于GB/T 4208规定的IP54要求。
		3. 抹灰机器人整机宽度、高度和重量应充分考虑现场垂直运输设备、支承面承载力、机器人行走通道尺寸情况。
		4. 抹灰机器人宜进行万向行走，并应具备爬坡性能和越障性能，爬坡坡度不宜低于10°，越障高度不宜低于20mm。
		5. 抹灰机器人宜采用电池供电，每块电池容量应确保抹灰机器人持续作业时间不少于5h。泵机宜采用380V交流电供电。
		6. 机器人在正常运行时所产生的噪声应不高于65dB(A)。
		7. 抹灰机器人在5~40℃环境温度条件下使用时，应能正常工作。
		8. 抹灰机器人的抹灰头对砂浆上墙的压强不应小于2KPa。
		9. 每次作业前应检查提升机构的提升精度及抹灰头的定位精度，提升精度应为±1mm/3m，抹灰头的定位精度应为±0.5mm。抹灰机器人精度标定方法应按附录C执行。
		10. 每年或抹灰面积达到5万㎡后应进行设备检查校核。。

## 作业环境

* + 1. 抹灰机器人通道坡度不宜大于10°，若行走坡度超过10°，应采用叉车进行运输，防止机器人产生倾覆。
		2. 抹灰机器人宜进行万向行走，越障高度不宜超过20mm，若障碍超过该高度，应设置过渡板越障。过渡板坡度不应大于10°，且承载力应满足要求。
		3. 机器人抹灰作业前，作业人员应充分识别作业环境的风险源。当出现危及人身安全的情况时，应立即停止作业，并及时处置。
		4. 抹灰机器人施工的基层垂直度（2m）误差允许范围应≤10mm，平整度（2m）误差允许范围应≤8mm；当基层垂平度超过允许范围时，应对超限范围进行适当剔凿、修补，以满足机器人一次上墙厚度的规定范围。

# 材料控制

## 进场检验

* + 1. 机器人抹灰砂浆分为机器人湿拌抹灰砂浆和机器人干混抹灰砂浆。
		2. 机器人湿拌砂浆性能应符合表1的规定。抗压强度、保塑时间应符合GB/T 25181的规定。

**表4.1-1 机器人湿拌砂浆性能指标**

|  |  |
| --- | --- |
| **指标名称** | **规定数值** |
| 稠度 | 80~100 |
| 保水率/％ | ≥92.0 |
| 压力泌水率/％ | ＜40 |
| 14d拉伸粘接强度/MPa | ≥0.20 |
| 28d收缩率/％ | ≤0.20 |

* + 1. 机器人干混砂浆性能应符合表2的规定。抗压强度应符合GB/T 25181的规定。

**表4.1-2 机器人干混砂浆性能指标**

|  |  |
| --- | --- |
| **指标名称** | **规定数值** |
| 保水率/％ | ≥92.0 |
| 2h稠度损失率/% | ≤30 |
| 压力泌水率/％ | ＜40 |
| 14d拉伸粘接强度/MPa | ≥0.20 |
| 28d收缩率/％ | ≤0.20 |

* + 1. 机器人抹灰砂浆进场时，供方应按规定批次向需方提供质量证明文件。质量证明文件应包括产品型式检验报告和出厂检验报告等。型式检验的要求应符合GB/T 25181的规定。
		2. 机器人抹灰砂浆的出厂检验项目应符合表3的规定。

**表4.1-3 机器人抹灰砂浆出厂检验项目**

|  |  |
| --- | --- |
| **品种** | **出厂检验项目** |
| 机器人湿拌抹灰砂浆 | 稠度、保水率、保塑时间、压力泌水率、抗压强度、拉伸粘结强度 |
| 机器人干混抹灰砂浆 | 保水率、2h稠度损失率、压力泌水率、抗压强度、拉伸粘结强度 |

* + 1. 机器人抹灰砂浆进场时应进行外观检验，并应符合下列规定：

——湿拌砂浆应外观均匀，无离析、泌水现象。

——散装干混砂浆应外观均匀，无结块、受潮现象。

——袋装干混砂浆应包装完整，无受潮现象。

* + 1. 湿拌砂浆应进行稠度检验，且稠度允许偏差应符合表4的规定。

**表4.1-4 机器人湿拌抹灰砂浆稠度偏差**

|  |  |
| --- | --- |
| **规定稠度****mm** | **允许偏差****mm** |
| 80、90、100 | ±10 |

* + 1. 机器人抹灰砂浆外观、稠度检验合格后，应按本规程附录A的规定进行进场复验。

## 砂浆存储

* + 1. 不同品种的散装干混砂浆应分别储存在散装移动筒仓中，不应混存混用，并应对筒仓进行标识。筒仓数量应满足砂浆品种及施工要求。更换砂浆品种时，筒仓应清空。
		2. 筒仓应符合现行行业标准SB/T 10461的规定，筒仓宜具备防离析装置，并应在现场安装牢固。
		3. 袋装干混砂浆应储存在干燥、通风、防潮、不受雨淋的场所，并应按品种、批号分别堆放，不应混堆混用，且应先存先用。配套组分中的有机类材料应储存在阴凉、干燥、通风、远离火和热源的场所，不应露天存放和曝晒，储存环境温度应为5℃~35℃。
		4. 湿拌砂浆现场宜配备湿拌砂浆储存容器，并应符合JGJ/T 223-2010中4.2的规定。不同品种、强度等级的湿拌砂浆应分别存放在不同的储存容器中。
		5. 湿拌砂浆在储存和使用过程中不应加水。

## 干混砂浆拌合

* + 1. 干混砂浆应按产品说明书的要求加水或其他配套组分拌合。
		2. 干混砂浆拌合水应符合现行行业标准JGJ 63中对混凝土拌合用水的规定。
		3. 干混砂浆应采用机械搅拌，搅拌时间除应符合产品说明书的要求外，尚应符合下列规定：

——采用连续式搅拌器搅拌时，应搅拌均匀，并应使砂浆拌合物均匀稳定。

——采用手持式电动搅拌器搅拌时，应先在容器中加入规定量的水或配套液体，再加入干混砂浆搅拌，搅拌结束后，应及时清洗搅拌设备。

* + 1. 机器人抹灰砂浆拌合物应在砂浆可操作时间内用完，且应满足工程施工的要求。当砂浆拌合物出现少量泌水时，应拌合均匀后使用。

# 抹灰施工

## 一般规定

* + 1. 应根据施工现场情况和进度要求，科学合理选定抹灰机器人、确定内墙抹灰作业面。
		2. 抹灰机器人应由专人操作和管理，操作人员应接受过岗位技能及安全技能培训，并取得合格证书。
		3. 机器人抹灰应在主体结构质量验收合格后进行。
		4. 机器人抹灰应一遍成活，厚度宜为5mm~20mm。当抹灰厚度大于35mm时，应采取与基层粘结的加强措施。不同基层交界处加强网的设置应符合JGJ/T 220-2010中3.0.17的规定。
		5. 环境温度低于5℃或高于35℃不宜进行抹灰作业。
		6. 机器人抹灰砂浆应采用机械搅拌，搅拌时间应自加水开始计算，搅拌时间不宜小于180s。

## 施工准备

* + 1. 机器人抹灰前应对基层进行处理，基层应平整、坚固，表面应洁净。上道工序留下的沟槽、孔洞应填实修整。机电线盒及预留孔洞应采取临时封堵措施。
		2. 在混凝土、蒸压加气混凝土砌块、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰等基层上抹灰时，应采用配套的界面砂浆对基层进行处理。
		3. 基层应采用拍浆的方式，拍浆颗粒凸起高度宜在4~8mm范围，净距不宜超过20mm，颗粒手掰不掉方可进行抹灰作业，确保砂浆与基层的粘结效果。
		4. 机器人抹灰前，宜对作业区域进行三维建模，根据现场情况修正模型，进行抹灰机器人路径及作业信息规划。
		5. 机器人抹灰前，根据开间、进深、方正性、设计要求厚度确定抹灰完成面位置，作业人员应在地面弹出抹灰作业线，抹灰作业线应与理论抹灰完成面呈平行关系，作业线与完成面的放设距离应与抹灰机器人厂家确认。
		6. 机器人每日抹灰前，应进行抹灰头及提升机构的标定，标定精度应符合4.1.11的规定，以保证提升过程中抹灰的垂平度。

## 泵送

* + 1. 泵机开机前应按产品说明书检查安全装置的可靠性、管道及接头密封性。
		2. 作业前应按操作要求对泵机的泵送性能进行检测，砂浆泵送流量应不低于60~70L/min。
		3. 泵机内砂浆拌合物每次搅拌时间不应低于180s，搅拌间隔时间不应超过30min，并应保证砂浆液面高于吸浆口上沿20mm以上。
		4. 砂浆泵送宜连续进行。如需长时间中断，应间歇启动泵送设备，使管内砂浆流动，启动间隔时间不宜超过30min，否则应立即清洗设备和管道。
		5. 泵送过程中，当表压急剧升高并超过额定工作压力时，应立即停机卸压。故障排除前，输送泵不应再度启动。

## 抹灰

* + 1. 抹灰作业时抹灰头提升速度应根据砂浆性能、抹灰墙面表观质量、抹灰墙面的垂平度设置。
		2. 抹灰作业时应保持每幅连续施工，如因故不能连续完成单幅作业，应由人工及时完成。
		3. 抹灰作业时前后幅搭接宽度应不少于50mm，阴阳角位置应预留不少于50mm人工抹灰。
		4. 抹灰作业完成后，应及时清理被砂浆覆盖的机电线盒、预留孔洞，并修补整齐。
		5. 抹灰作业完成后，应检查最后一幅墙面的平整度、垂直度。
		6. 机器人每日抹灰作业时，应检查前两幅墙面的垂直度和平整度。每作业完成50m2应复核墙面的垂直度和平整度，并根据检测情况校正抹灰机器人参数。

## 季节性施工要求

* + 1. 冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定，并应采取保温措施。
		2. 冬期室内抹灰施工时，室内应通风换气，并应监测室内温度。冬期施工时，不宜浇水养护。
		3. 冬期施工前，作业面必须清理干净，不宜积存冰、霜、雪等，不宜用热水处理作业面或用热水消除作业面上的冰霜。
		4. 抹灰时环境温度不宜低于5℃，砂浆上墙与养护温度不应低于5℃，出机温度不应低于10℃。气温低于5℃时，砂浆搅拌时间应比常温条件延长1min以上。施工过程中，每天应测量大气、原材料、出机砂浆、砂浆上墙温度和室温，并作好记录。
		5. 施工前应提前对基层洒水润湿，墙面不应有明水，夏季施工时抹灰砂浆应随拌随用。
		6. 夏季气温高于30℃时，应对砂浆罐采取遮阳、淋水等降温措施。

# 质量要求与检验

## 质量要求

* + 1. 抹灰机器人砂浆性能、出厂及进场检验要求应符合本规程第4章及5.3的规定。
		2. 机器人抹灰工程验收时应按GB50210、JGJ/T 220、JGJ/T 223的规定执行。
		3. 抹灰层与基层之间应粘结牢固，不宜有脱层、空鼓、爆灰和裂缝等缺陷，抹灰面层表面应光滑、洁净，接缝平整。
		4. 机器人抹灰层质量的允许偏差应符合表5的规定。

**表6.1-1 机器人抹灰层质量的允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 允许偏差mm | 检验方法 |
| 1 | 立面垂直度 | 0-4 | 用2m垂直检测尺检查 |
| 2 | 表面平整度 | 0-4 | 用2m靠尺和塞尺检查 |
| 3 | 阴阳角方正 | 0-4 | 用直角检测尺检查 |

## 检查验收

* + 1. 抹灰机器人湿拌砂浆出厂砂浆拌合物的稠度、凝结时间、收缩率、保水率等性能指标应符合本标准5.3的规定，测定方法应按JGJ/T 70的规定执行。
		2. 抹灰机器人砂浆拌合物的稠度损失率、压力泌水率测定方法应按GB/T 25181的规定执行。
		3. 抹灰机器人抹灰工程质量的检查方法，应符合GB 50210中一般抹灰工程的主控项目、一般项目所规定的检验方法。
		4. 抹灰机器人抹灰工程应按GB 50300和GB 50210的规定进行验收。
		5. 当抹灰机器人内墙抹灰工程中抗压强度检验不合格时，应对现场内墙抹灰层进行拉伸粘结强度检测，并应以其检测结果为准。现场拉伸粘结强度试验方法应按JGJ/T 220的规定执行。

# 安全与环保措施

## 安全措施

* + 1. 现场搅拌作业人员应佩戴口罩、风镜等防尘用具，减少职业危害。
		2. 现场临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的规定。
		3. 抹灰机器人使用前应经设备系统自检合格，自检不合格的设备不应投入使用。
		4. 施工前，应检查输浆泵、输浆管是否固定牢固。
		5. 抹灰机器人应由专人操作、管理与保养。
		6. 非专职检修人员不应拆卸或调整安全装置。
		7. 不应在设备使用的同时进行维修；设备出现故障时，不应继续运转。
		8. 作业完成后清洗输浆泵、输浆管前，应先卸压，后进行清洗。

## 环保措施

* + 1. 砂浆搅拌场应设沉淀池，清洗设备产生的污水至少应设二级沉淀，未经处理的废水不应排放，工程所在地有更高要求的应服从其要求。
		2. 用斗车装运砂浆不宜过满，以免泼洒污染施工道路和施工现场。
		3. 抹灰前，机器人前部应设接料盘，在满足质量要求的前提下回收利用砂浆。

**附录A 机器人抹灰砂浆进场检验**

A.1 机器人抹灰砂浆进场时，应按表A.1的规定进行进场验收。

表A.1 机器人抹灰砂浆进场检验项目和检验批量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **砂浆品种** | **检验项目** | **检验批量** |
| 湿拌抹灰砂浆 | 保水率、抗压强度、拉伸粘结强度 | 同一生产厂家、同一品种、同一等级、同一批号且连续进场的湿拌砂浆，每250m3为一个检验批，不足250m3时，应按一个检验批计 |
| 干混抹灰砂浆 | 保水率、抗压强度、拉伸粘结强度 | 同一生产厂家、同一品种、同一等级、同一批号且连续进场的干混砂浆，每500t为一个检验批，不足500t时，应按一个检验批计 |

A.2 当预拌抹灰砂浆进场检验项目全部符合GB/T 25181的规定时，该批产品可判定为合格；当有一项不符合要求时，该批产品应判定为不合格。

**附录B**  **抹灰机器人相关参数**

**表B.2 抹灰机器人相关性能参数**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **抹灰机器人相关参数** |
| 1 | 抹灰机器人尺寸：应满足垂直运输设备、行走通道尺寸、作业区域要求 |
| 2 | 抹灰机器人重量:应满足垂直运输设备、支承面承载力情况 |
| 3 | 抹灰机器人作业高度范围：应按照内墙高度来选择合适的抹灰机器人 |
| 4 | 抹灰机器人作业宽度：目前市面上每幅宽度为400mm~900mm |
| 5 | 抹灰机器人作业空间：室内墙面、室内柱面 |
| 6 | 供电方式：电池供电 |
| 7 | 单块电池工作最大时间：5h |
| 8 | 换电时间：3min |
| 9 | 移动方式：自主导航移动、人工遥控移动 |
| 10 | 移动方向：万向移动 |
| 11 | 爬坡、下坡能力：≥10° |
| 12 | 越障能力：≥20mm |
| 13 | 行走速度：高速≥0.4m/s，中速0.2m/s~0.4 m/s，低速0.1m/s~0.2m/s |
| 14 | 运输方式：叉车运输、塔吊运输、施工电梯运输、自行走 |

**附录C 抹灰机器人精度标定方法**

## C.1 提升精度标定步骤

C.1.1 检验激光扫平仪垂直面激光幕，精度应良好，激光线3m范围内线宽不超过2mm且线束不发散；

C.1.2 确认抹灰机器人运行范围内无危险源，方可进行下一步操作；

C.1.3 调平抹灰机器人，垂直激光线定位于抹灰头标记位置中间，观察提升机构3m提升过程中标记位置是否超出激光线；若未超出激光线范围，则垂直度标定合格；若超出激光线范围，根据提升轨迹俯仰情况对抹灰机器人进行提升精度补偿，直至轨迹符合精度要求。

## C.2 抹灰头定位精度标定步骤

C.2.1 检验激光扫平仪激光幕，精度应良好，激光线3m范围内线宽不超过2mm且线束不发散；

C.2.2 确认抹灰机器人运行范围内无危险源，方可进行下一步操作；

C.2.3 将激光线投射在视觉系统处，进行抹灰头定位；

C.2.3 使用卷尺或专用标定尺测量抹灰头刮板下缘距激光线距离，若距离在规定距离内±0.5mm时，则抹灰头定位精度合格；若超出±0.5mm，根据抹灰头水平距离及偏转角度对其进行精度补偿，直至定位精度合格；规定距离应与抹灰机器人厂家确认。

**本标准（规范、规程）用词说明**

1 为便于在执行本标准（规范、规程）条文时区别对待，对于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”。

 2 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”

**引用标准名录**

1 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

2 《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210

3 《预拌砂浆》GB/T 25181

4 《服务机器人功能安全评估》GB/T 38260

5 《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220

6 《预拌砂浆应用技术规程》 JGJ/T 223

7 《机械喷涂抹灰施工规程》 JGJ/T 105

中国建筑业协会团体标准

建筑内墙抹灰机器人

施工技术规程

Technical Specification For Interior Wall Plastering Construction Of Plastering Robots

条文说明

**制定说明**

 《建筑内墙抹灰机器人施工技术规程》（T/CCIAT xxxx— 20xx），经中国建筑业协会2023年12月15日以第54号公告批准发布。

本规程制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国工程建设抹灰方卖弄的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《建筑内墙抹灰机器人施工技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

[1 总 则 22](#_Toc185440888)

[2 术 语 22](#_Toc185440892)

[3 机械设备 22](#_Toc185440896)

[3.1 性能要求 22](#_Toc185440897)

[3.2 作业环境 23](#_Toc185440898)

[4 材料控制 23](#_Toc185440899)

[4.1 进场检验 23](#_Toc185440900)

[4.2 砂浆存储 24](#_Toc185440901)

[4.3 干混砂浆拌合 24](#_Toc185440902)

[5 抹灰施工 24](#_Toc185440903)

[5.1 一般规定 24](#_Toc185440904)

[5.2 施工准备 24](#_Toc185440905)

[5.3 泵送 24](#_Toc185440906)

[5.4 抹灰 25](#_Toc185440907)

[5.5 季节性施工要求 25](#_Toc185440908)

[6 质量要求与检验 25](#_Toc185440909)

[6.1 质量要求 25](#_Toc185440910)

[6.2 检查验收 25](#_Toc185440911)

[7 安全与环保措施 25](#_Toc185440912)

[7.1 安全措施 25](#_Toc185440913)

[7.2 环保措施 26](#_Toc185440914)

# 总 则

1. 近年来随着建筑行业的高速发展，建筑机器人在施工现场的应用越来越广泛。目前市面上抹灰机器人分为内墙抹灰机器人和外墙抹灰机器人两种，外墙抹灰机器人目前推广度和成熟度均不足，内墙抹灰已在国内多个项目成功应用并积累了大量的经验，且具有生产效率高、用工成本低、施工质量高的特点，在建筑行业抹灰工程施工中具有较好的推广应用前景。目前现有的规范均未提及抹灰机器人作业，因此本规程编制的主要目的是规范内墙抹灰机器人施工，确保抹灰工程施工质量符合规范要求。
2. 本条规定的是内墙抹灰机器人的主要适用范围。
3. **、1.0.4** 本规程规定了建筑内墙抹灰机器人施工的抹灰砂浆性能及内墙抹灰施工的基本技术要求，这些要求都是基于大量的内墙抹灰机器人抹灰作业的经验，凡本规程有具体规定的，应按本规程执行；本规程未作规定的，应按照其他相关标准的有关规定。

# 术 语

**2.0.1** 抹灰机器人应具备自行完成泵送上料、砂浆上墙、抹平的功能，且应包含行走机构，有一定的越障和爬坡能力，相比机械喷涂抹灰作业更智能。

**2.0.2、2.0.3** 机械喷涂抹灰由工人操作喷枪进行砂浆上墙，喷涂点位控制及抹平作业均需要人工。抹灰机器人应具备提升机构，自动控制抹灰头的喷涂点位，抹灰头也应具备上料和抹平的功能。

**2.0.8** 为提高抹灰层与基层的粘结，经现场大量实践，应采用拍浆工艺进行基层处理，因此这里给出了拍浆的定义。

# 机械设备

## 性能要求

**3.1.1 、3.1.2** 相较于机械喷涂抹灰，抹灰机器人增加了路径规划、遥控或全自动完成砂浆上墙、抹平的功能，因此设备应具备相应的功能模块。施工单位可以按照功能模块的构成合理选定相应的抹灰机器人。

**3.1.3** 抹灰机器人属于机器人，其安全性能应符合现行相关规定。

**3.1.4~3.1.6** 施工现场作业环境比较复杂，因此抹灰机器人的防护等级应不低于IP54的要求。此外，抹灰机器人作业的覆盖率与机器人的尺寸、垂直运输的方式、走道的宽度、场地的平整度等密切相关，选择抹灰机器人时应充分考虑，以提升抹灰作业面积。

目前市面上抹灰机器人垂直运输以施工电梯为主，抹灰机器人的尺寸目前均能满足要求，但由于进电梯有一定的坡度，常规为10°，所以抹灰机器人还应具备一定的爬坡和越障能力。

**3.1.9** 按照《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的要求，抹灰时环境温度不宜低于5℃，因此本条对抹灰机器人的作业环境温度进行了限制。

**3.1.11~3.1.12** 抹灰机器人提升机构及抹灰头的定位精度直接影响了抹灰层的厚度，因此应按照本条文的要求定期标定和校核。

## 作业环境

**3.2.1~3.2.4** 为提升抹灰机器人抹灰作业的覆盖率，施工现场的作业环境需考虑机器人的越障能力和爬坡能力，必要时需对机器人行走区域进行清理。

# 材料控制

## 进场检验

**4.1.2** 机器人湿拌砂浆性能稠度、保水率、压力泌水率、14d拉伸粘接、28d收缩率参考GB/T 25181机喷抹灰砂浆性能指标，本规程稠度要求比GB/T 25181规范要求低，稠度应满足80~100要求，机器人抹灰在砂浆上墙的同时抹灰头对墙面抹灰进行抹平处理，对比机喷抹灰砂浆工艺减少了人工抹平的工序，缩短了抹灰砂浆成型的时间，稠度可以适当放宽要求；

**4.1.3** 出场前，供方应参照表4.1-3中项目对机器人抹灰砂浆进行检验，并在材料进场时提供相关性能检验报告，其他力学报告在试验结束后7d内提供报告，具体检验方法参考GB/T 25181机喷抹灰砂浆性能指标；

**4.1.4** 本条文引用规范JGJ/T223第4.1.1条；

**4.1.5** 根据抹灰砂浆性能指标要求，机器人抹灰砂浆出厂检验方法参考规范GB/T25181；

**4.1.6** 本条文引用规范JGJ/T223第4.1.2条；

## 砂浆存储

**4.2.1 ~4.2.5** 条文引用规范JGJ/T223第4.2.1~4.2.3、4.3.1~4.3.2条。

## 干混砂浆拌合

**4.3.1~4.3.4** 条文引用规范JGJ/T223第4.4.1~4.4.5条。

# 抹灰施工

## 一般规定

**5.1.3** 一般砌体砌筑结束28d后，其结构基本稳定，根据施工验收规范的要求，主体结构验收合格后才可以进行抹灰砂浆施工。

**5.1.4** 抹灰机器人能够一遍成活本需要人工两层抹灰的厚度，因此本条规定厚度规定结合了一遍成活薄抹灰厚度与分层抹灰厚度。

**5.1.6** 机器人抹灰砂浆的搅拌时间要求与预拌砂浆要求一致。

## 施工准备

**5.2.3** 抹灰机器人施工幅度相较人工施工时宽，因此对基层粘结要求高。采用拍浆法进行基层处理形成浆粒，增加接触面积，可保证粘结效果。

**5.2.4** 采用机器人自动导航时，需进行路径与信息规划，机器人对于偏差的自动较正有上限，因此对输入的环境信息精度提出要求。抹灰机器人施工时会在高度方向上进行大幅度动作，因此建议建立三维模型。

**5.2.5** 作业线由抹灰完成面与机器人线束确定**。**不同机器人外型尺寸略有不同，因此作业空间需求不同，因此作业线与完成面的距离位置也各有不同，需与厂家确认。

## 泵送

**5.3.2 ～5.3.3** 泵送流量应根据机器人抹灰速度进行匹配，保证砂浆连续稳定供应。搅拌时间要求符合JGJ/T220规定。

## 抹灰

**5.4.2** 本条规定是为保证施工质量。

**5.4.3** 本条规定是根据现有机器性能与施工经验确定，保证施工质量与观感。

**5.4.5** 本条规定是为了保证每次施工时机器人未有大偏差，如发现偏差可及时校准机器。

**5.4.6** 本条规定是为了保证每日机器标定数据准确。50 ㎡是根据施工经验确定，保证过程精确度。

## 季节性施工要求

**5.5.1 ～5.5.6** 季节性要求与一般抹灰一致。

# 质量要求与检验

## 质量要求

**6.1.4** 验收偏差要求与一般抹灰中普通抹灰一致。机器人抹灰施工当前仅适用于一般抹灰中的普通抹灰，因此做出此规定，本规程提及的抹灰均为普通抹灰。

## 检查验收

**6.2.5** 规定了抗压强度检测不合格时，应在现场对抹灰进行拉伸粘结强度检验，并应以其结果来评判抹灰砂浆质量。此条抗压强度检测要求根据JGJ/T 220要求增加。

# 安全与环保措施

## 安全措施

**7.1.6** 专职检修检修人员应经过培训考核上岗。

**7.1.8** 输浆管在工作后，即使输送泵停机，管道仍可能存在内压，未先卸压而清洗时，容易出现管内压力突然爆发而伤人的事故，全国各地也曾多次发生过此类事故。

## 环保措施

**7.2.3** 当前机器人在自动应用过程中，会出现砂浆掉落情况，本规程未对机器人回收装置做出规定，因此增加此条规定，保证资源利用率，减少浪费。