

高层建筑机械抹灰施工工艺研发

王超 李智颖 龚凯

五矿二十三冶建设集团有限公司

摘要：经过万境蓝山四期项目和乾升雅苑项目现场实践机械抹灰工艺，对原材料配比、施工工艺、作业条件、施工控制要点、操作人员等分析对比及对样板施工存在问题进行研究，根据作业现场条件不断优化工艺，掌握各类机械抹灰施工参数，为后续机械抹灰的推广应用提供经验与指导。

关键词：机械抹灰；喷浆；配合比；预拌砂浆

一、引言

随着城市化迅速发展，我国建筑行业也获得长足发展。目前，我国绝大部分建筑都需要进行内外墙面的抹灰作业，工程量巨大。传统抹灰方法以人工运输、上墙抹灰操作为主，劳动强度大、施工效率低、工地扬尘污染、施工周期长和人工成本居高不下等问题一直困扰着开发商和承包商。相比，机械化抹灰优势明显。机械喷涂抹灰可显著提高墙面抹灰层的整体性、稳定性、耐久性与可靠性，空鼓开裂现象极少，劳动强度低，机械化施工效率高，达到“零”灰尘、“零”垃圾、“零”污染，符合文明施工要求，达到建筑节能环保以及职业健康安全标准，具备推广意义。经过分析研究，为机械抹灰施工提供相关建议。

二、工艺实施背景

（一）实施项目背景

选取具有代表性的住宅项目进行试点施工，选择地点为五矿万境蓝山项目和美的乾升雅苑项目部高层住宅。

（二）工艺实施背景

目前，机械抹灰施工工艺并未普遍使用，该工艺相比传统抹灰，在控制墙面粉刷平整度、垂直度、空鼓率以及施工效率方面均有一定的优势。

三、技术分析

（一）作业面条件

抹灰部位的主体结构、砌体结构均已验收合格；门、窗框及需预埋管道已安装并检查合格；混凝土墙面要求平整，疏松、麻面位置处理完毕；施工前，根据施工面积计算材料数量，抹灰厚度控制在15mm左右。

（二）施工工艺

3.2.1工艺流程：墙面清洁→基层处理→放线→墙面喷浆甩毛→冲筋→挂网→喷涂→墙面抹平→成品养护。

3.2.2基层处理：进行机喷抹浆之前，工作面要求平整，清理干净基层表面伴随的浮尘等杂质；在管线贯穿的墙洞等地方，需将残留附着物及时清理，并且采用相应强度的砂浆做好封堵措施，就未明装在墙面的线盒而言，要做好封堵措施，避免砂浆进入其中。

3.2.3放线：使用红外线水平仪进行整版墙面抹灰厚度控制。

3.2.4喷浆甩毛：采用P50喷浆机喷射干粉砂浆上墙，制造甩浆毛面，配合比按M10砂浆配备，重量比为水泥：中砂：水为1：5.09：1，为增加毛面粘结性，将二分之一水换成聚乙烯醇胶液，配合比即水泥：中砂：水：胶=1：5.09：0.5：0.5。

3.2.5冲筋：筋条模具采用铝合金模具，刚度有保障，可循环利用。在每条预先定位出来的冲筋位置固定好铝合金模具条，以预先放线出来的射钉钉帽为基准校准好夹具，然后采用机械喷射的方式对夹具内进行喷射砂浆，此砂浆材料即为大面抹灰砂浆，喷射完砂浆后进行简单收面，拆模时间为只要保证

筋条不因拆模而变形即可拆模，拆除模具后及时对冲筋进行垂直度与平整度的复核，若不符合要求及时调整；就竖标筋之间的距离而言，控制在1.3米到1.6米之间，比作业刮尺短20cm左右。

3.2.6挂网：结合设计实际，如果交接位置属于不一样材料，要进行铁丝网的固定，特别注意水电线槽部位一定要挂网，并控制好和两侧墙体之间的搭接宽度。

3.2.7砂浆喷涂：（1）喷涂准备：组装设备完毕并且将相关配套连结好，使得马达处于正转相位，将水管连接完毕，行排气步骤；在搅拌进料口将相应的砂浆材料倒入，将设备启动起来，对材料的浓稠度进行测试，并且将加水比例做好相应调整；将设备启动后，倒入砂浆后不断的进行搅拌，结合相关要求和规范，不断动态调整，使得喷嘴的相关工作参数符合施工的要求，保证成效。（2）面层喷涂：待底层喷涂砂浆初凝后（约2h），按s形路线巡回喷涂面层砂浆，并且稍微高于标筋，在表面微干时将其残留的砂浆清除。（3）墙面喷涂顺序和路线：喷涂时，先过道，然后楼梯；若室内进行，就要从门这边进，另一边出；若喷涂的材料不同且在一个房间中进行，需要先喷具有较小吸水性的，然后喷具有较大吸水性的；如果交界面正好是阴阳角，需要不停喷涂和墙面同时完成。

3.2.8磨平墙面工艺：完毕喷涂面层工作时，需要采取相应刮平措施将多余的砂浆清理干净并且使得墙面整洁且平整。若伴随不足的喷灰量要及时补充并做好压实工作。需要结合图纸对墙面的向阳角落进行设置。

3.2.9养护成品工艺：机械喷涂抹灰这项工作大都在房内进行且如果气温较高且干燥的时候需要采取一定洒水措施使得其强度得以保证，养护时间不得少于7天。

3.2.10细部结构做法：阴角部位必设一条冲筋，并且筋条与阴角墙面间隙采用喷浆填实，并采用直角抹子抹平即可；阳角处则使用铝合金压条作为模具，定位好后直接沿模具喷浆即可，200mm厚窄墙采用二次人工收面；飘窗顶面及底面等面积过小部位因磨光机不好操作，待喷浆完后需人工收面，并保证收面后效果能达到验收要求；入户门门口、窗户收口等必须进行二次收口，禁止跟大面一次完成。

（三）施工材料

本工艺总共采用两种主材，一是中砂干粉砂浆，二是细砂干粉砂（细砂干粉砂浆用于面层，保证面层光滑程度，本次施工工艺考虑面层如果太过光滑会影响后续装修层粘结性，只要垂直度、平整度、表面观感能达到要求，可省略面层施工）；本次现场作业采用的是三树干粉砂浆，主要性能指标：2小时稠度损失率≤30%，凝结时间39h，保水率≥88%，其他技术指标均应符合GBT25181-2010及GB6566-2010规定的指标要求；机喷抹灰配合比（M10为例）：水泥P042.5（20%）、石粉（4%）、粗砂（20%）、细砂（42%）、面砂（13.86%）、纤维素醚H735（0.05%）、缓凝剂（0.05%）、淀粉醚301（0.02%）、引气剂（0.01%）、触变剂602（0.01%）。（M5为水泥P042.5（17%）、石粉（7%）水泥，其余不变；M15为P042.5（23%）、石粉（1%），其余不变）；水灰比确认以现场试验为准，主要满足砂浆的和易性、强度等性能，在喷浆甩毛及冲筋采用的材料中，需要参与适量的聚乙烯醇胶液，以增加强度。

（四）施工机械

本施工工艺采用现场干粉砂浆储存罐内砂浆通过G140干粉砂浆泵干泵到楼层搅拌机内，通过D30连续搅拌机在楼层内加水搅拌成砂浆，灌入P50喷浆机内，对墙面进行砂浆喷射，本次工艺采用的干泵大大减少砂浆堵管现象，并且砂浆和易性可根据现场控制，保证砂浆工作性能。

设备说明：(1) G140气力输送系统：其专门为移动筒仓配套，可将散装干混砂浆以干粉形式气力输送至放置于建筑高层或远距离作业区的施工机器设备中，空气压缩机参数为140m³/h，最大输送压力为2bar，功率为7.5kW/15kW，输送高度可达150米，满足高层建筑高度施工。

(2) D30连续搅拌机：置于高层建筑作业面，与气力输送系统配合使用，其具有自动加水、自动搅拌、自动出料等特点，完成砂浆的搅拌工作。标准输送量约30L/min，功率为4.0kW，水源连接需求为3/4软水管，带GEKA-接头，机器运行时最小水压2.5bar。

(3) P50螺杆式砂浆泵：置于高层建筑作业面，与连续搅拌机配合使用，完成砂浆的作业面输送，以及抹灰的喷涂工序。标准输送量约30L/min，输送压力为30bar，输送高度和距离分别为40m和120m，功率为7.5kW。

(五) 项目选用专业化的预拌砂浆研发、生产及技术服务厂家

(1) 温拌砂浆稳塑剂参量：0.6-1kg/m³，砂浆可操作时间12-24h；参量1.5-2.0kg/m³，砂浆可操作时间36-48h。

(2) 温拌砂浆稳塑剂单组分水剂，化成5-8%浓度使用；参量8-10kg/m³，砂浆可操作时间12-24h；化成12-16%浓度使用；参量8-10kg/m³，砂浆可操作时间36-48h。

(3) 温拌砂浆稳塑剂双组分水剂，增稠保水组分化成4%浓度的水剂，参量8-10kg/m³，保塑时间6h；缓凝组分化成20%浓度的水剂，参量1-3kg/m³，保塑时间12-24h。

(4) 干稠砂浆稠化剂，参量：0.4-0.5kg/t。

(5) 机喷砂浆添加剂，干粉参量：0.4-0.5kg/t；湿拌粉剂参量：0.5-0.8kg/m³；湿拌水剂参量：化成5-8%浓度使

用，参量8-10kg/m³。

(6) 匀质保温板母材，参量：2kg/m³。

(7) 透水混凝土增强剂，参量：6-8kg/m³，相关的保护剂及缓凝剂。

(8) 粉刷石膏及机喷石膏添加剂。

(六) 作业人员

本施工工艺作业人员需进行机械抹灰专业培训，培训合格后方能进行现场作业，并对于手工抹平部位操作人员需由经验丰富抹灰工完成。

四、新型工艺与传统工艺对比

(一) 实施效果与创新点

4.1.1 相较于传统抹灰，机械抹灰材料运输不需要施工电梯，直接以干粉状态输送至作业面，再通过恒定的加水量和搅拌质量产生新拌砂浆，降低了工人的劳动强度且施工性能优越。

4.1.2 简化施工工艺，节约劳动力，由于机械抹灰是将灰浆均匀地喷涂在墙面上，在与墙面的粘结力上要远好于普通抹灰，所以机械抹灰可以省去墙面拉毛的步骤。

4.1.3 提高工程质量，机械喷涂抹灰的喷涂压力一般在0.5MPa以上，压力大、附着力强、粘结牢固，没有空鼓、脱皮等现象，合格率可达99%以上。

4.1.4 提高效率，机械喷涂抹灰速度快、工效高，一台喷涂机配备7名工人每小时可轻松喷涂150m²，按每个工作日8小时计算，可喷涂约1200m²以上，相当于20个熟练工工作10小时的工作量。机械喷涂抹灰尤其在大面积抹灰施工中提高效率更为明显。

4.1.5 降低成本，机械喷涂抹灰比人工抹灰减少的用工量和劳务费在30%左右，由于工期缩短，施工电梯等机械使用费减少20%左右，因材料、工艺性能优越，可考虑减少抹灰层厚度，综合分析施工成本可降低20%左右。

(二) 推广应用效益

4.2.1 经济效益

表1 经济效益分析表

项目	单价	优化做法	后期维修	工期
机械抹灰	人工费4元/m ² 机械租赁费及维保费用2.6元/m ²	无基层淋水及墙面毛化处理工序	空鼓开裂率为3%以内，经测算维修费用约为0.2-0.3元/m ²	12周左右
人工抹灰	人工费7元/m ²	墙面淋水及毛化处理1元/m ²	空鼓开裂率为15%~20%，经测算维修费用约为0.9-1元/m ²	18周左右
差额	0.47元/m ²	1元/m ²	0.7元/m ²	

4.2.2 社会效益

(1) 机械抹灰能有效提高抹灰层与基层的粘结强度，显著提高墙面抹灰层的整体性、稳定性、耐久性与可靠性，空鼓开裂现象极少，观感质量也得到提升，不仅仅得到了建设方的肯定，提升了企业在行业内的认知度，同时后期易交房，投诉少，质量达到要求，令业主及社会认可满意。

(2) 干粉砂浆经由配套设备输送直接喷涂上墙，达到“零”灰尘、“零”垃圾、“零”污染，符合文明施工要求，达到建筑节能环保以及职业健康安全标准。

(3) 采用机械运输的方式为抹灰工程由繁重的劳动力施工转变为机械化施工提供了指导意义。

五、结语

机械抹灰是较为先进的一种施工工艺，它不仅能弥补人工

抹灰的不足和弊端，更能够按照科学配比对粉刷砂浆比例和数量进行有效的控制，在减少施工成本浪费的同时提高建筑工程整体质量，延长建筑使用寿命，加快施工速度，为满足施工工期提供了有效的保证。

参考文献

[1] 张剑莉. 高层建筑机械喷浆抹灰施工技术[J]. 广东土木与建筑, 2011(9):41.
 [2] 蔡丽冰. 建筑工程机械喷浆抹灰施工技术的应用[J]. 新材料新装饰, 2014(7):125.
 [3] 吴幼琴. 对建筑工程施工技术管理的思考[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2011(01):77.
 [4] 唐家鹏. 高层建筑机械喷浆抹灰施工技术的介绍[J]. 民营科技, 2015(10):410.