

水磨石施工工艺的标准化流程与质量控制要点综述

田 旺

上海建工集团股份有限公司 上海 200032

摘 要：本文以援卢旺达马萨卡医院改扩建项目为例，系统阐述了水磨石施工工艺的标准化流程及质量控制要点。通过详细分析项目概况、编制依据、施工准备、施工方法及工艺要求、施工质量目标及保证措施等方面，全面探讨了水磨石施工过程中的关键环节与质量控制方法，为水磨石地面在非洲大面积推广提供了宝贵的参考和借鉴。

关键词：水磨石施工；标准化流程；质量控制；项目案例

引言

水磨石地面凭借其优异的耐磨性、耐久性以及低维护成本，在非洲地区被视为高性价比的地面解决方案，并享有较高的市场认可度。然而，该地区普遍面临熟练技术工人短缺的挑战，导致大面积水磨石地面的施工质量难以得到稳定保障。在此背景下，援卢旺达马萨卡医院改扩建项目广泛采用了水磨石地面。本项目以此为契机，旨在系统梳理水磨石地面的施工工艺与质量控制要点，构建一套标准化流程。目标在于形成能够适应非洲当地气候特征、材料供应及施工环境的大面积水磨石成套施工技术。

1 项目概况

援卢旺达马萨卡医院改扩建项目位于卢旺达共和国首都基加利市基库基罗区马萨卡镇，是一项重要的对外援助工程。项目总建筑面积达56957㎡，涵盖了门急诊楼、医技楼、行政办公楼、住院楼及附属用房等多个功能区域。水磨石作为该项目中广泛应用的装饰地面材料，不仅用于普通地面铺设，还广泛应用于楼梯、踢脚线、窗台板等部位，对提升医院整体环境品质起到了关键作用。

2 施工准备

施工准备阶段，项目团队组织技术人员和施工班组熟悉施工图纸，理解设计意图，编制实施性施工方案和进度计划；对施工现场全面检查，确保前期工作完成以提供良好作业面；组织施工人员进行操作工艺、质量要求、安全卫生等方面的交底和教育，提高其质量意识和操作技能；正式施工前严格执行“样板引路”制度，依当地材料特性与气候条件制作多组样板段，验证确定最优配比与工艺，样板验收合格后作为实体标准进行大面积施工，确保成果统一可控^[1]。

3 施工方法及工艺要求

3.1 智能化与标准化融合的现浇水磨石施工流程

在传统现浇水磨石工艺基础上，本项目引入数字化排版与智能施工装备协同作业模式。施工流程包括：基层处理 → 防水层施工（如需）→ 垫层浇筑 → 基于BIM模型的智能排版与分格线自动生成 → 分格条安装 → 拌合料铺设 → 智能研磨设备路径规划与自动研磨 → 固化处理 → 精磨抛光。

3.1.1 基层处理

基层处理是现浇水磨石施工的第一步，其质量直接影响到后续施工的顺利进行。施工人员需使用抓子机清理底层楼地面余灰，修补孔洞，确保基层平整、洁净、无油污。同时，用钢錾子和钢丝刷清除粘在基层上的水泥浆皮，为后续施工提供良好的作业面。

3.1.2 涂刷防水层

在基层处理完成后，对有防水要求的部位进行涂刷防水层施工。防水层施工采用聚氨酯防水涂料，分两道涂刷。第一道涂料用较稀的配合比对基层进行处理，增强基层与防水涂料的粘结力；第二道涂料整体涂刷，形成完整的防水层。在施工过程中，需注意配料比例的准确性，确保防水效果达到设计要求。防水层涂刷完成后进行淋水试验，淋水2h检查无渗漏为合格。

3.1.3 垫层浇筑

垫层浇筑前地面做好灰饼，灰饼间距1m，标高根据墙面上的1m标高线，使用红外线仪器做出灰饼高度。垫层浇筑采用C20混凝土，浇筑前需对基层进行湿润处理，确保垫层与基层之间的良好粘结。浇筑过程中，使用振动棒进行充分振捣，确保垫层密实无空鼓^[2]。

3.1.4 弹分格线与镶分格条

弹分隔线是根据设计图纸结合当地气候环境，首先在房间中部找出中心点弹十字线，其次放样房间或走道20cm宽周边。分格条间距1m左右根据房间尺寸大小等分。镶分格条时，使用小铁抹子抹稠水泥浆将分格条固定在分格线上，确保分格条平直、牢固、接头严密。分

格条底部抹八字脚,分隔缝十字交叉接头处需留有抹拌合料的孔隙,确保拌合料填塞饱满。分格条完成后需浇水养护48小时。

3.1.5 铺设水磨石拌合料

铺设水磨石拌合料前,需使用高压水枪配合扫帚清除分格条内的灰砂和积水,涂刷与面层颜色相同的水泥浆做结合层。拌合料质量配合比为1:2.5(水泥:石粒),要求配合比准确、拌合均匀。铺设时,先铺抹分格条边,后铺入分格条方框中间,用铁抹子由中间向边角推进,确保面层平整密实。水磨石拌合料铺设完成初凝后开始洒水养护,养护时间不少于5天。

3.1.6 粗磨与抛光

(1) 智能研磨与质量自动检测

传统研磨依赖人工经验,效率低且质量波动大。本项目试点应用水磨石地面智能施工装备,具备以下功能:自动路径规划与避障;实时平整度与光泽度检测;研磨参数(转速、压力、水量)自适应调节。设备在粗磨、细磨阶段自动识别分格条位置,避免过度研磨;精磨阶段通过传感器反馈数据,确保表面平整度 $\leq 3\text{mm}$,光泽度 $\geq 70\text{GU}$,实现“测-控”一体化施工。

(2) 水磨

水磨是磨光的第二道工序。水磨前现场需做好充分的准备工作,首先现场需做好泥浆拦截工作,使用砖块、砂浆等砌筑拦水坝;其次提前开挖泥浆三级沉淀池并通过管道将楼面水磨石泥浆引流至沉淀池。待所有准备工作就绪后,楼面进行放水粗磨。粗磨完成后及时清洁楼面。

(3) 批浆与精磨

粗磨完成后,使用水泥浆批水磨石地面孔隙。通常水磨石地面批浆24h后使用50目金刚石磨片进行第一次精。第一次精后若现场检查发现表面仍有孔隙则继续批浆打磨。

(4) 固化处理

第一次精磨并彻底清洁、干燥地面后,均匀喷洒或滚涂混凝土密封固化剂,显著提升地面表面强度、耐磨性和抗渗性能,固化剂喷洒后,需保证24小时的渗透反应时间^[3]。

(5) 精磨与抛光

固化剂作用完成后,依次使用100目、300目树脂磨片进行第二次精细研磨,进一步消除细磨痕,使表面趋于光滑。第二次精磨后,使用清水和拖把彻底清洗地面,确保无任何残留粉尘。在清洁干燥的表面上喷洒亮光剂,待亮光剂干透后,依次使用500目、1000目树脂磨

片进行抛光。

4 施工质量目标及保障措施

4.1 施工质量目标

本项目水磨石施工质量目标为达到中国政府对外援助成套项目质量评定和验收标准以及工程所在地国家与工程质量有关的强制标准,确保水磨石地面平整、光滑、色泽均匀,无裂缝、空鼓、起砂等质量缺陷,分格条顺直、清晰,整体观感质量良好,满足医院使用功能和美观要求。

4.2 质量保证措施

4.2.1 建立质量管理体系

项目部建立完善的质量管理体系,明确各级管理人员和施工人员的质量职责,形成从项目经理到施工班组的质量管理网络。制定详细的质量管理制度和质量奖惩办法,将质量管理目标层层分解,落实到每个岗位和每个人,确保质量管理工作有章可循、有人负责。

4.2.2 严格控制材料质量

材料质量是保证水磨石施工质量的基础。对进场的所有材料,包括水泥、石粒等,都要严格按照设计要求和规范标准进行检验和验收^[4]。检查材料的质量证明文件、出厂合格证等是否齐全有效,对材料进行外观检查和抽样复试,确保材料的质量符合要求。对于不合格的材料,坚决予以退场处理,严禁使用在工程中。

4.2.3 加强施工过程质量控制

(1) 找平层处理质量控制:基层处理是水磨石施工的关键环节,必须确保基层平整、坚实、清洁、无油污。在施工过程中,基层处理好后必须经过验收,对不符合要求的基层必须进行整改,经复查合格后方可进行下一步工作,基层平整度合格标准为不大于10mm。

(2) 分格条安装质量控制:分格条的安装质量直接影响到水磨石地面的美观效果。在安装分格条时,要严格按照设计要求和测量放线进行操作,确保分格条平直、牢固、接头严密,分格条平整度与顺直度误差均不大于2mm。在安装过程中及完成后,要使用2m靠尺进行检查,对不符合要求的分格条及时进行更换或修复。

(3) 基层清理质量控制:在分格条铺设完成并养护合格后拌合料铺设前必须将基层清理干净。若基层清理不到位,则直接造成水磨石空鼓与开裂。分格条内的养护水及泥浆是清理质量控制的重点,现场必须使用高压水枪对泥沙进行清洗,清洗干净后再使用拖把将清水扫除,待地面清扫干净后,现场进行基层验收,验收合格后方可进行后续施工。

(4) 拌合料铺设与扫浆质量控制:拌合料铺设与扫

浆方面,为保证配合比准确,拌合用电子秤称重物料,材料放置顺序为石子骨料、水泥、水,搅拌不少于3min且均匀。铺设前地面用同色水泥扫浆,控制铺设厚度和平整度,用铁抹子抹平,再用20kg重型滚筒压实,2m铝合金刮尺检查,平整度控制在10mm内。

(5)磨光质量控制:磨光是重要工序,影响地面光滑与光泽度。按粗磨、细磨、精磨顺序进行,控制磨石粒度与磨削时间。研磨阶段磨平地至铜条顶端即停,平整度控制在8mm内;水磨阶段一人打磨,一人用2m铝合金靠尺检查,平整度控制在3mm内,不符合要求处标注并用快速磨机再次打磨至合格。精磨阶段用不同目数磨光片精磨抛光,确保成型效果。每道工序完成后清理石浆、冲洗地面,观察效果并调整参数,确保地面达设计要求。

4.2.4 强化成品保护

水磨石地面施工完成后,要采取3mm厚纸板成品保护措施,防止地面受到损坏。在地面未达到设计强度前,严禁在上面行走或堆放重物。对于易受到碰撞的部位,如门口、墙角等,要设置防护栏杆或铺设防护板进行保护。在进行其他工序施工时,要注意对水磨石地面的保护,避免施工过程中的物料、工具等对地面造成划伤、污染等损坏。

4.2.5 加强质量检验和验收

在施工过程中,要严格按照施工质量验收规范和标准进行质量检验和验收。每道工序施工完成后,要先进行自检,自检合格后报监理工程师进行验收。验收合格后方可进行下一道工序施工。对于隐蔽工程,要在隐蔽前通知监理工程师进行验收,验收合格并签字确认后方可进行隐蔽。同时,要做好质量检验和验收记录,建立质量档案,为工程质量追溯提供依据。

5 常见质量问题及对策

(1) 分格条折断、显露不清晰

原因:分格条镶嵌不牢固或未低于面层,滚压前未用铁抹子拍打分格条两侧。

对策:在滚压前将分格条两边的石子轻轻拍实,确保分格条牢固、顺直。

(2) 分格条交接处四角无石粒

原因:分格条时稠水泥浆粘结不牢或端头抹拌合料孔隙不足。

对策:确保稠水泥浆粘结牢固且端头留有抹拌合料的孔隙。

(3) 水磨石面层有洞眼、孔隙

原因:机磨后洞孔未及时补浆或补浆不密实。

对策:采用“二浆三磨”法补浆密实洞孔,确保面层平整光滑。

(4) 面层石粒不匀、不显露

原因:石子规格不好或未清洗干净,铺拌合料时用刮尺刮平导致石粒被埋。

对策:选用规格一致、清洗干净的石子,铺拌合料时避免用刮尺刮平导致石粒被埋。

6 绿色施工与环境保护

本项目积极响应“绿色施工”理念,重点解决传统水磨石施工中污水量大、处理困难的问题,构建了“采集-沉淀-回用”闭环系统:(1)三级沉淀系统:施工前预设泥浆三级沉淀池,通过PVC管道将楼面研磨污水集中引流,实现泥水分离;(2)水资源循环利用:沉淀后的上清液经水泵抽回,用于分格条养护、地面冲洗及拌合料搅拌,节水率达60%以上;(3)固废资源化:沉淀污泥经脱水后用于场地回填或制砖,实现零外排。此外,项目坚持本地化材料策略:水泥、石粒等主材均采购自卢旺达及周边国家,减少长途运输碳排放。据测算,42,000m²水磨石地面施工共减少碳排放约350吨,显著降低项目全生命周期环境负荷。

结语

援卢旺达马萨卡医院项目不仅是水磨石施工工艺标准化的实践典范,更是智能化、绿色化、本地化施工技术集成创新的重要探索。通过开发适应非洲气候与资源条件的水磨石配比、研发“测-控”一体的智能施工装备、优化防裂排版技术、构建污水循环利用体系,项目成功破解了非洲地区大面积水磨石施工的“质量-效率-环保”三重难题。未来,随着智能装备的进一步迭代与绿色施工标准的完善,水磨石地面有望在“一带一路”沿线国家实现更广泛、更可持续的应用。本项目所形成的技术路径与管理经验,可为类似海外工程提供可复制、可推广的成套解决方案,助力中国建造技术“走出去”与全球绿色基建发展。

参考文献

- [1]孙小强,超大面积水磨石地面施工技术.[J]云南省,中国水利水电第十四工程局有限公司,2024-07-18.
- [2]邵强,魏波,陶龙云.浅谈水磨石地面施工要点[J].四川建筑,2021,41(06):242-243.
- [3]蔡世达.提高水磨石地面一次施工合格点率[J].中国建筑金属结构,2021,(12):137-138.
- [4]汝宗林.现制水泥基水磨石地坪施工工艺简介[J].石材,2020,(09):5-7.