

重载地坪金刚砂耐磨地面关键施工技术研究

文 / 张诗洋 中铁建设集团有限公司

摘要：针对重载场景下金刚砂耐磨地面的质量需求，本文以长沙中联重科项目为依托，系统梳理基层处理、疏水板安装、混凝土浇筑、金刚砂施工等全流程关键技术，明确原材料标准与质量控制要点，解决疏水板保护、铠甲缝分仓等核心问题，形成适配重载地坪的施工体系，为同类工程提供参考。

关键词：重载地坪；金刚砂耐磨地面；疏水板；铠甲缝；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.014

引言

在重载工业场景中，地面工程的质量直接影响设备运行安全与使用寿命。传统施工方法常因基层处理不当、分仓设计不合理或材料性能不足，导致地面出现空鼓、开裂、排水不畅等问题，严重影响使用功能。长沙中联重科起重机械智慧制造项目的地下车库地面需承受重型设备碾压，同时需兼顾疏水板排水构造，平整度要求极高（2m内起伏 $\leq 2\text{mm}$ ）。针对这些技术难点，本文结合项目实践，系统研究基层处理、疏水板安装、混凝土浇筑、金刚砂施工等关键环节，优化施工工艺，确保地面强度、抗裂性和耐久性满足重载需求。通过试点施工验证，形成一套科学、高效的施工体系，为类似工程提供可借鉴的技术经验，推动重载地坪施工技术的标准化发展。

一、工程概况

长沙中联重科起重机械智慧制造项目其办公区地下车库地面需同步设置疏水板排水构造，以应对地下空间积水问题。本项目地面施工核心技术要求如下：

- (1) 平整度：每2m范围内起伏度 $\leq 2\text{mm}$ ；
- (2) 承载力：适配起重机械、运输车辆等重载需求，混凝土强度等级不低于C30；
- (3) 疏水性能：地下车库疏水板需满足抗压强度 $\geq 300\text{kPa}$ 、抗拉强度 $\geq 600\text{kPa}$ ，确保长期排水通畅；
- (4) 抗裂性：通过铠甲缝分仓、加强筋设置等措施，避免地面出现放射性裂纹或结构性裂缝。

项目前期通过试点施工，优化疏水板保护、金刚砂撒布时机等关键工序，形成成熟的施工技术流程，为后续大面积施工提供保障。

二、关键施工技术控制要点

(一) 基层验收及处理

基层质量直接决定地面结构的稳定性，需从标高复核、表面清理两方面严格管控：

1. 标高与平整度复核：采用水准仪复测基层标高，用2m靠尺检测平整度，若误差超过20mm，需对高点进行剔凿、低点用找平砂浆修补；复核合格后，联合建设单位、监理单位、总包单位办理工作面移交手续，签署移交记录。
2. 基层清理：清除基层表面浮灰、油污、空鼓层，采用高压水枪冲洗基层，确保表面干净、无杂物；检查垫层完整性，若存在破损需及时修补；基层处理完成后，

由建设、监理单位共同验收，合格后方可进入疏水板安装工序。

(二) 疏水板安装

疏水板是地下车库地面排水的核心构件，需严格遵循设计要求控制安装质量：

1. 材料标准：选用全新料白色滤水板，重量 $\geq 1500\text{g}/\text{m}^2$ ，杯体高度10-15mm、杯口直径50-100mm、杯体间距 $\leq 20\text{mm}$ 、厚度 $\geq 1.2\text{mm}$ ，且须具备耐酸碱性能，抗压强度 $\geq 300\text{kPa}$ 、抗拉强度 $\geq 600\text{kPa}$ 、断裂延伸率 $\geq 25\%$ 。
2. 安装要点：疏水板短边搭接长度 $\geq 100\text{mm}$ ，搭接处采用热熔焊接，确保焊缝严密无渗漏；铺设前需检查集水井、排水沟周边1m范围内坡度，确保坡度 $\geq 5\%$ ；圆孔上方需填充M30砂浆，防止后期砂浆浇筑时漏浆堵塞排水孔。

(三) 疏水板灌浆

疏水板安装验收合格后，对其圆孔杯口内灌注找平砂浆：采用人工摊铺方式将找平砂浆填入杯口，确保砂浆饱满、表面平整，避免因砂浆不平整导致后续PE膜铺设出现褶皱或破损；灌浆完成后需静置养护24h，待砂浆强度达到设计要求（ $\geq \text{M15}$ ）后进入下道工序，如下图1。



图1 疏水板灌浆

(四) 铺设PE膜

PE膜作用为防潮、防滑移，需严格控制铺设质量：

1. 材料要求：选用0.2mm厚聚乙烯（PE）膜，确保无破损、无杂质，进场时需提质量检测报告。
2. 铺设规范：PE膜单层铺设，两张膜搭接长度 $\geq 200\text{mm}$ ，搭接处需压实；施工过程中若发现PE膜破损，需用同材质膜片补贴；在墙边、柱边等部位，PE膜

需向上翻折，翻折高度 \geq 混凝土浇筑厚度（通常为100-150mm），防止混凝土浇筑时浆液渗入基层。

（五）安装铠甲缝或金属分割条

铠甲缝分仓是控制地面裂缝的关键措施，需结合浇筑计划与重载场景需求设计：

1. 分仓原则：采用80mm高铠甲缝分仓，单仓面积 \leq 800 m^2 ；车道与车位之间用铠甲缝分隔，避免车辆碾压导致的车道边缘破损。

2. 特殊部位处理：车道拐弯处需定制圆弧铠甲缝，内圆弧与外圆弧直径根据实际拐弯半径适配，确保分仓连续、无应力集中；柱根、设备基础周边需增设金属分割条，分割条高度与混凝土浇筑厚度一致，防止边角出现放射性裂纹。



图2 铠甲缝安装

（六）钢筋加工、绑扎

钢筋骨架为地面提供抗裂支撑，施工中需兼顾强度与PE膜保护：

1. 钢筋加工：根据分仓尺寸进行钢筋机械调直、切断，采用 $\phi 6@200\text{mm}$ 单层双向钢筋，钢筋接头采用绑扎连接，搭接长度 $\geq 30d$ 。

2. 绑扎要点：绑扎时需轻拿轻放，避免钢筋戳破PE膜；若不慎破损PE膜，需及时补贴修复；在墙柱阳角位置增设加强筋（每侧 ≥ 5 根，间距100mm），加强筋长度 $\geq 500\text{mm}$ ，采用人工绑扎固定，防止墙柱边出现放射性裂纹，如图3。

验收要求：钢筋绑扎完成后，检查钢筋间距、保护层厚度（ $\geq 20\text{mm}$ ），验收合格后方可进入混凝土浇筑工序。



图3 柱边加强筋布置

（七）混凝土浇筑

地面起伏度要求每2m小于2mm，设备基础、柱脚部位采用3m刮尺进行整平，使用扫平仪确保标高与平整度，确保整个地面的平整度。

（八）金刚砂耐磨材料施工

金刚砂撒布与收光是决定地面耐磨性能的核心工序，需严格控制时机与操作流程：

1. 施工时机：混凝土浇筑3-5h后，当人员脚踩下沉 $\leq 5\text{mm}$ 时，使用单盘/双盘抹光机进行第一遍机械提浆，确保混凝土表面浆液均匀。

2. 金刚砂撒布：分两次撒布，第一次撒布总量的2/3，采用机械+人工配合布料，优先对墙柱边、失水较快区域人工补料；撒布后用铝合金靠尺、推拉尺精找平，低洼处补金刚砂，高点刮除多余材料。第二次撒布总量的1/3，撒布方向与第一次垂直，重点处理失水快区域，避免后期龟裂、起壳。

3. 机械收光：第二次撒布后立即用抹光机收光，先“井”字形运动，再沿对角线运动，确保表面光泽均匀；收光次数 ≥ 3 遍，每遍需沿垂直方向各1次，直至地面出现明显光泽。

（九）切缝施工

切缝需及时进行，避免混凝土收缩产生裂缝：

1. 切缝时机：混凝土浇筑后12~24h，夏季可适当提前，冬季可延迟至36h内。

2. 切缝参数：切缝宽度4-6mm，深度 \geq 混凝土板厚的1/3，间距 $\leq 6\text{m}$ ，禁止出现L形切缝；柱边需按设计切菱形缝，如图4。

3. 操作要求：采用无尘切缝机切缝，切缝后及时清理缝内碎屑，避免堵塞。

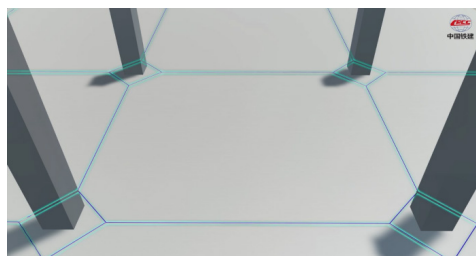


图4 柱边菱形切缝

（十）养护施工

养护是确保混凝土强度发展、防止早期开裂和提高地面耐久性的关键环节。针对重载地坪的特殊要求，必须建立完善的养护体系，严格控制养护时机、方式和持续时间。

1. 养护时机：在机械收光完成、混凝土初凝后终凝前（通常浇筑后终凝前（通常浇筑后8-12小时）即应开始养护。此时混凝土表面已具备一定强度，但内部仍处于水化反应关键期，及时养护可有效防止塑性收缩裂缝产生。对于大面积地坪，应采取分段养护方式，随收光进度及时跟进养护作业。

2. 养护方式：采用“双重养护”工艺，先均匀喷洒水性养护剂形成封闭膜，再覆盖400g/ m^2 土工布进行保湿养护。土工布铺设时应平整压实，搭接长度 $\geq 100\text{mm}$ 并用胶带固定，避免接缝处失水不均导致色差。养护期间需保持土工布24小时湿润状态，安排专人定时检查并补充水分，重点监控边角部位。养护时间不少于7天，

期间严禁任何车辆或重物碾压，并设置明显警示标识。对于特殊气候条件（如高温、大风天气），应增加养护频次或搭设临时遮阳棚，确保养护质量。

（十一）弹性聚氨酯树脂填缝

填缝施工是确保地坪整体性、防水性和耐久性的关键环节，需严格控制施工工艺，防止后期因填缝不密实导致渗水、杂物堆积或裂缝扩展。具体施工要点如下：

1. 切缝清理：在混凝土养护完成后，采用无尘切缝机对所有预设缝（包括铠甲缝、切缝及柱边菱形缝）进行二次勾缝处理，彻底清除缝内残留的混凝土碎屑、浮浆及灰尘，确保缝壁平整、无松动颗粒。

2. 缝内清洁：使用工业级大功率双马达吸尘器对切缝进行深度吸尘，重点清理缝底及边角部位，确保缝内无粉尘、油污及水分。若缝内潮湿，需采用热风枪烘干或自然晾干，保证填缝材料与混凝土粘结牢固。

3. 树脂灌注：选用高弹性、耐老化的聚氨酯树脂，采用专用注胶枪沿缝长方向匀速灌注，控制灌注高度与地面平齐，避免溢浆污染周边地坪。灌注时需连续作业，减少接头，确保填缝饱满无气泡。

（十二）固化剂抛光面层

固化剂施工可提升地面硬度与光泽度，需按步骤进行研磨与渗透：

1. 基面要求：混凝土与金刚砂地面养护 ≥ 14 天后，方可施工锂基混凝土密封固化剂。

2. 清洗研磨：先用清洗机械清除地面灰尘，再用研磨抛光机从50目至150目粗磨开面，确保表面平整、无浮浆。

3. 固化剂渗透：地面表干后，用喷水壶/滚筒均匀涂布固化剂，保持地面浸泡湿润 $\geq 2h$ ，期间若局部变干需补涂；2h后清除多余未渗透固化剂，避免残留结晶影响美观。

4. 精细研磨与抛光：依次用300目、500目、800目、1500目、2000目树脂磨片研磨，下道磨片需消除上道磨痕；边角用手持磨光机研磨；最后用高抛机抛光，达到全镜面效果。

三、施工注意事项与质量安全保障措施

（一）注意事项

（1）材料管控：所有原材料（水泥、金刚砂、疏水板、固化剂等）进场时需提供的质量证明文件，涉及安全、功能的材料（如混凝土、钢筋）需按规范复试，见证取样送检率100%。

（2）成品保护：各工序交接时需做好成品保护，如PE膜铺设后禁止尖锐物体碰撞，金刚砂地面养护期间禁止人员随意踩踏；工序验收前由上道工序班组负责保护，验收后移交下道工序班组。

（二）质量保证措施

（1）基层处理：基层需清理并复测标高，误差超20mm需处理；疏水板短边搭接 $\geq 100mm$ ，热熔焊接；铺设前检查集水井、排水沟1米内设5%坡度。

（2）分仓控制：混凝土分仓用成品铠甲缝，墙柱

边设10mm挤塑板隔离，单仓 $\leq 800m^2$ ；车道与车位分开浇筑，分仓采用铠甲缝。

（3）过程检测：每道工序施工中需进行过程检测，如混凝土坍落度每车检测、金刚砂撒布量每平米复核、平整度每50m²用2m靠尺检测1次，检测数据记录存档。

（4）验收标准：严格遵循项目质量验收标准（见表1），验收不合格的工序需整改至合格，方可进入下道工序。

表1 项目质量验收标准

质量节点	质量标准	检测方法
地坪平整度	$\leq 2mm$	用2m检测尺检测
地坪标高	10mm	水准仪
固化抛光面层	颜色一致，无明显色差，微露砂	观察
地坪空鼓/裂缝	无空鼓/裂缝	空鼓锤/观察

（三）安全保障措施

（1）安全防护：施工人员需佩戴安全帽、防滑鞋，高空作业（如墙柱加强筋绑扎）需系安全带；施工现场设置警示标志，禁止非施工人员进入。

（2）设备安全：激光整平机、抹光机等设备使用前需检查电路、机械部件，确保无故障；设备操作需遵循安全操作规程，禁止违规作业。

结语

本研究依托长沙中联重科项目，系统总结了重载金刚砂耐磨地面的关键技术，包括基层处理、疏水板安装、铠甲缝分仓、金刚砂撒布及固化剂抛光等核心工艺，有效解决了传统施工中易出现的空鼓、开裂、排水不畅等问题。通过严格控制材料标准、优化施工流程，确保了地面平整度（ $\leq 2mm/2m$ ）和承载力（ $\geq C30$ 混凝土），满足重型设备长期碾压需求。此外，采用PE膜防潮、弹性聚氨酯填缝等创新措施，提升了地面的耐久性和防水性能。本技术的成功应用，为工业厂房、地下车库等重载地坪工程提供了可靠的技术参考。未来可进一步研究金刚砂与固化剂的协同作用，优化材料配比，探索智能化施工设备，以提高施工效率并延长地面使用寿命，推动行业技术进步。

参考文献

[1] 张磊，王超. 地下车库疏水型金刚砂耐磨地面施工技术[J]. 施工技术, 2023, 52(S1): 89-91.
 [2] 莫慧莹，陈栩，陈俊杰. 金刚砂地坪一体成型施工缺陷分析与质量控制[J]. 广东土木与建筑, 2021, 28(09): 77-80.
 [3] 吕祥冰，李翔，许旭东，赵蒙. 高精度金刚砂耐磨地坪一次成型施工方法及成品保护措施[J]. 安徽建筑, 2020, 27(12): 70-71.
 [4] 李娟. 金刚砂地坪“一次成型”施工技术[J]. 建筑工人, 2020, 41(10): 30-31.
 [5] 刘长东. 钢结构厂房大面积金刚砂地面施工技术[J]. 广东建材, 2022, 38(03): 92-94.

作者简介：张诗洋，1990年12月，男，汉，湖北监利，本科，中级工程师，研究方向：房屋建筑。