

重载荷工业厂房环氧地坪施工工法

周典生

安徽安兴装饰工程有限公司

摘要：环氧地坪作为一种强度高、耐磨损、观感好的地面装饰材料，具有良好的抗碾压性、耐磨性、防渗透性和耐腐蚀性；其优异的抗压能力及附着能力，保证了表面涂层不易龟裂、脱落，外观平滑整洁，易于清洁维护；近年来常常被应用作各类工业厂房、地下车库及其他大型空间楼地面的涂装。

关键词：环氧地坪；荷载；工法；工艺；施工质量

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.09.015

和普通的民用建筑相比，工业厂房的楼地面所要承受的荷载更大，荷载类型更为复杂，需要考虑的因素更多，对楼地面装饰施工的要求也更高。工业厂房的环氧地坪在较大的局部压应力及振动荷载的长期作用下，特别是在各种车辆（如汽车、叉车等）的碾压以及车辆制动时车轮对地坪表面会造成磨损或破坏，会使环氧地坪出现表面不平整、开裂、空鼓、起壳、涂膜起皱、局部破损等现象，使楼地面的承载能力明显下降，使用寿命大大缩短。为了解决上述质量问题，从根本上提高环氧地坪的抗拉强度和抗压强度，增加其承载能力和抗冲击力，满足重型荷载对地坪的要求，我公司经不断探索、总结，形成本工法。

本工法以合肥青龙潭路标准化厂房环氧地坪工程为研究对象，对重载荷工业厂房环氧地坪所承受的可变荷载（活荷载）的类型、荷载所产生的应力和应变，施工关键技术进行了分析，在力学计算和实验验证的基础上，通过对地坪材料、设计构造、施工工艺的创新，实现了保证工程质量与使用安全、提高施工效率、降低工程成本的目标。

一、工程案例析

（一）工程概况

合肥青龙潭路标准化厂房位于安徽省合肥市合肥经开区青龙潭路与卫星路交口，总建筑面积：163404.83m²，共有A、B、C1~C5共七栋多层厂房及其他配套附属设施，建筑层数分别为2~5层，钢筋混凝土框架结构。厂房楼地面采用环氧地坪，约13400m²左右，设计可变荷载（活荷载）为8.0kN/m²。如图1：

（二）楼地面可变荷载分析

1. 荷载类型

在不同的应用场景下，施加在工业厂房楼地面上可变荷载的类型主要包括：

（1）工业设备、管道、堆放的原料和成品、运输车辆等局部荷载，可按等效均布活荷载考虑；

（2）无设备区域的操作荷载，包括操作人员、一



图1 合肥青龙潭路标准化厂房

般工具、零星原料和成品的自重，可按均布活荷载考虑；

（3）工业设备在生产过程中所产生的动力荷载，可按1.1~1.3的动力系数折算；

（4）设计时，应根据使用过程中在楼地面结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合，并取各自的最不利的组合进行设计。

2. 荷载效应

由可变荷载作用引起的楼地面环氧地坪的荷载效应也比较复杂，主要表现以下几种形式的局部受压破坏：

（1）在各种集中荷载作用下所产生的较大局部压力导致楼地面面层的局部下沉、开裂、破损等变形；

（2）由运输车辆、叉车的启动、行驶及制动荷载所产生的车辙、楼地面饰面层褶皱；

（3）工业设备使用过程中所产生的振动荷载导致楼地面构造层空鼓、起壳。

二、工法的创新点及其原理

考虑到重载荷工业厂房地坪所承受荷载的特点，采用传统的施工工法显然无法满足在各种重型荷载的作用下，环氧地坪不受损坏的要求。因此，本工法根据对重载荷工业厂房环氧地坪的荷载分析以及对地坪局部受压损坏的机理分析，对环氧地坪的施工工法进行了创新。本工法的主要创新点及其原理如下：

（一）利用水泥基高强自流平砂浆对楼地面结构层进行找平

水泥基自流平砂浆主要成分为特种水泥和精选骨料。水泥基自流平砂浆流动性强，能够自动精准找平楼地面，从而获得平整度很高的基层面；水泥基自流平砂浆抗返潮性佳，防止水分渗透到环氧地坪面层，可以很好地保护工业厂房的环氧地坪面层；水泥基自流平砂浆

的粘接性好，不会在楼地面结构层与装饰层之间形成空鼓。本工法选用强度等级不低于C30F7（28d抗压强度 $\geq 30\text{MPa}$ 、28d抗折强度 $\geq 7.0\text{MPa}$ ）的水泥基高强自流平砂浆，可以极大地提高工业厂房环氧地坪承受重荷载的能力。

（二）在环氧石英砂浆下增设一道增强型耐碱玻璃纤维网布

耐碱玻璃纤维网布是以玻璃纤维机织物为基材，并经高分子抗碱乳液涂覆处理的网布，具有抗拉强度高、柔韧性好等优点，主要用作水泥基制品、聚合物及石膏、沥青等基体的增强材料。本工法中要求增设的玻璃纤维网布，应选用标称单位面积质量 $\geq 291\text{g/m}^2$ 的增强型耐碱玻璃纤维网布。根据现行行业标准《耐碱玻璃纤维网布》JC/T841-2007的规定，这种增强型玻璃纤维网布具有很好的抗拉性能，其经向和纬向的拉伸断裂强度均 $\geq 2000\text{N}/50\text{mm}$ ，断裂伸长率 $\leq 4.0\%$ 。这种耐碱玻璃纤维网布，在整个重载环氧地坪系统中可以起到“软钢筋”的作用。一方面，它可以提高环氧地坪各构造层间的整体性，有效的抑制楼地面基层开裂，同时防止楼地面基层开裂产生的反射裂缝对环氧地坪面层的影响；另一方面，这种增强型的玻璃纤维网布，可以使环氧地坪所受的应力均匀分散，还可以将各种荷载组合作用下楼地面的应力变形控制在容许范围之内，从而大大地提高环氧地坪承受重荷载的能力。

（三）摊铺2~3mm厚环氧树脂石英砂浆

环氧树脂石英砂浆由无溶剂环氧树脂中涂与10~20目粒径的石英砂拌和而成，它具有高黏结力、高抗压强度，可以提高工业厂房楼地面整体强度、刚度及楼地面承受重荷载的能力。为了增加环氧树脂石英砂浆与水泥基高强自流平砂浆之间的黏接力，在摊铺环氧树脂石英砂浆前，应先在水泥基高强自流平砂浆表面滚涂一道环氧树脂底涂。

三、工艺流程与施工要点

（一）施工工艺流程

基层清理—基层检查—基层质量缺陷修补—滚涂第一遍环氧树脂底涂—铺贴增强型耐碱玻璃纤维网布—滚涂第二遍环氧树脂底涂—摊铺环氧树脂石英砂浆—涂刷界面剂—水泥基高强自流平砂浆找平—再次涂刷界面剂—滚涂第三遍环氧树脂底涂—环氧树脂自流平精准找平—高耐磨聚氨酯涂料罩面—切缝、打胶

（二）基层清理

1. 基层要求：

（1）楼地面基层钢筋混凝土的结构抗压强度等技术指标应符合设计要求，并满足国家现行相关标准的规定；

（2）基层应无起砂、开裂、空壳等质量缺陷；

（3）基层平整度的偏差应 $\leq 5\text{mm}$ ，并应满足国家现行相关标准的有关规定；

（4）基层含水率应 $\leq 8\%$ 。

2. 基层清理

（1）先对楼地面基层进行清扫、吸尘处理后，详细检查楼地面有无起砂、开裂、空壳等质量缺陷。

（2）使用专业地面打磨机对楼地面基层进行打磨处理。打磨处理采用纵横交错方式，确保去除基层水泥浮浆、松动部位。打磨后用吸尘器吸除表面的浮灰、垃圾。

（3）对柱及墙边应使用平推式打磨机进行打磨。局部机械打磨不到的部位，应用人工剔凿成毛面。对油污污染经打磨后仍未清除干净的部位，再用专用喷枪处理。

（三）基层检查

1. 基层清理完毕后，应对基层的平整度及其他质量缺陷情况进行认真地检查；

2. 基层平整度偏差用2m靠尺和楔形塞尺检查，平整度偏差 $\leq 5\text{mm}$ ；

3. 检查基层混凝土是否有起砂、开裂、空壳等缺陷，并在发现的缺陷部位做出相应标记。

（四）基层质量缺陷修补

1. 对基层检查中发现的局部起砂、开裂、空壳等质量缺陷，应对质量缺陷部位进行修补。

2. 基层有空鼓或局部粘接不牢时，应将空鼓或松动的部分

全部铲除并修补；

3. 对宽度小于0.3mm的裂缝，应先用吸尘器清理裂缝中的浮灰，然后在裂缝处涂刷环氧树脂底涂，待其充分渗入裂缝后再用抗碱玻璃纤维网布对裂缝除进行局部加强；当裂缝宽度大于0.3mm时，应先用切割机将裂缝上口切成V形，再按上述方法进行修补；

4. 基层表面起砂时，应用钢丝刷刷掉起砂部位的浮砂，并用吸尘器清理干净，再在起砂部位滚涂一度环氧树脂底涂。

（五）滚涂第一遍环氧树脂底涂

将无溶剂环氧树脂底涂均匀涂刷到清理干净的基层上，使其充分渗入到基层混凝土中。

（六）铺设耐碱玻璃纤维网布

待环氧树脂底涂基本干燥后，沿楼地面横向铺设标称单位面积质量不小于 291g/m^2 的增强型耐碱玻璃纤维网布。玻璃纤维网布之间要相互搭接、黏结牢固，不能出现褶皱、空鼓、翘边等问题，搭接宽度不得小于100mm。

（七）滚涂第二遍环氧树脂底涂

在玻璃纤维网布上再滚涂无溶剂型环氧树脂底涂一度，以使玻璃纤维网布与楼地面基层的结合更加牢固。

（八）摊铺环氧树脂石英砂浆

1. 按照事先试验确定的配合比，在无溶剂环氧树脂底涂中加入10~20目石英砂搅拌均匀制备成环氧树脂石英砂浆。

2. 将环氧树脂石英砂浆混合料摊铺于待施工表面，

用平口镩刀迅速贴地摊开并批刮均匀。

（九）涂刷界面剂

待环氧树脂石英砂浆固化后，在其表面涂刷一遍界面剂。

（十）水泥基高强自流平砂浆施工

1. 根据施工现场情况和施工能力适当设置分仓施工界格。先用墨斗弹线，然后将分隔的海绵条贴在弹好的墨线上。隔墙及柱根部位用密封条粘贴，用海绵条封堵楼梯踏步、门口、排水口、边界、柱边等部位。

2. 为了确保楼地面能够承受设计可变荷载，施工时应选用强度等级不低于C30F7（28d抗压强度 $\geq 30\text{MPa}$ 、28d抗折强度 $\geq 7.0\text{MPa}$ ）的水泥基高强自流平干混型粉状砂浆，加水搅拌均匀后使用。

3. 人工搅拌需按产品说明书先将适量清水倒入搅拌桶内，然后加入水泥基自流平干粉，边倒边充分搅拌。搅拌时应使用电动搅拌器（转速 $\geq 600\text{rpm}$ ）及专用搅拌头，连续搅拌至均匀无结块后倒入大桶里，进行二次搅拌。大桶里每次倒出浆料时需保留1/3，再加入新的浆料，确保材料不停地循环。

4. 浆料搅拌好后，应立即送至作业面的一端，沿作业面横向缓慢均匀倾倒至地面，依靠重力作用使其对地面进行自动找平。严禁局部倾倒材料太多，影响最终找平效果。

5. 水泥基自流平砂浆必须连续施工，中间不得停歇。在加水搅拌后使用时间为10~20分钟，超过时间后水泥基自流平砂浆会开始初凝，逐渐产生强度而逐步丧失流动性。自流平材料的施工宽度要根据现场情况及摊铺厚度而定，通常不宜超过10米。

（十一）再次涂刷界面剂

待水泥基自流平初凝后，应在水泥基自流平的表面再次涂刷一道界面剂。

（十二）滚涂第三遍环氧树脂底涂

在环氧树脂底涂中加入一定比例的40~70目石英砂，用电动搅拌器将其充分搅拌均匀后，将调配好的环氧树脂底涂摊铺于打磨并清理过的水泥基自流平上，用平口镩刀迅速贴地摊平。环氧树脂底涂的摊铺一定要刮涂到位，不能出现漏刮现象，确保环氧树脂底涂能渗透到水泥基自流平中。这道工序的目的就是对水泥基自流平的表面进行封闭，并增加其与面层之间的附着力。

（十三）摊铺环氧树脂自流平精准找平

环氧树脂自流平由环氧树脂中涂加入一定比例的70~120目石英砂搅拌制备而成。环氧树脂自流平应轻倒环氧底涂面上，使其能在重力作用下自由流动、实现对楼地面的精准找平，并进一步增加环氧地坪的抗压强度和耐冲击力，使地面更加耐磨、坚固、抗压。

（十四）高耐磨聚氨酯涂料罩面

待环氧树脂自流平固化后，用400目以上的砂纸轻度打磨涂层，避免形成过深的打磨痕迹。打磨后清理干

净，并使用短毛滚筒均匀涂刷高耐磨聚氨酯涂料对地坪进行罩面。滚涂聚氨酯涂料时，应尽量减少施工缝。在第一遍涂料充分干燥后，再进行下一遍滚涂。两遍应十字交叉施工，以确保滚涂的均匀性。

（十五）切缝打胶

高耐磨聚氨酯涂料罩面施工完成3天左右，即可在环氧地坪上根据基层情况弹出地面分格线。分格线宜与混凝土楼面伸缩缝重合，从而避免楼面伸缩导致地面开裂；弹出的分格线应平直、清晰；分格线弹好后用手提电动切割机对地面切缝，切缝宽度以宽3mm、深20mm为宜（如有管线应避开）。切缝后用吸尘器清理干净，再用胶枪沿缝填满具有弹性的结构密封胶，最后用小铲刮平即可。

四、施工质量控制

（一）质量保证措施

1. 材料要求

所使用的工程材料应符合国家现行相关产品标准，满足设计以及本工法的要求，并按规范要求做好材料报验及复验。材料使用前应搅拌均匀，配比应准确。

2. 基层处理

（1）基层已空鼓的部分和黏结不牢（但暂时没有空鼓和脱层）而易于铲掉的部分应全部铲除。

（2）待修补地面部分，均应该露出基层以保证所施工环氧底涂与原地面有良好的黏结力，打磨完后应将待施工地面灰尘、杂物清理干净。

3. 环氧树脂底涂施工

滚涂环氧树脂底涂应涂层均匀，无漏涂，完全固化后应形成一层透明的环氧树脂薄膜。

4. 环氧树脂中涂施工

在环氧树脂中涂中根据施工的厚度确定要加入石英砂的粗细，该砂浆层一次施工厚度最好不要超过2mm。固化后的环氧中涂层受到重压后不应出现凹陷，打磨后平整，平滑，表面无凸起。

5. 成品保护

（1）地坪施工完毕后需养护36小时以上方可投入使用，并且在养护期间，不能有水或各类溶液浸润。表面硬化期间禁止人员进入，以免留下痕迹。

（2）对刚完成的楼地面应采取可靠保护措施，需满铺厚度100 μm 以上的透明厚型地面保护膜进行保护。严禁铺设彩色保护膜，以免在地面留下保护膜的彩色印迹。

参考文献

- [1] 雷锡珍. 环氧自流平地坪漆施工质量控制措施的应用[J]. 建筑理论, 2022-03.
- [2] 崔洪生. 浅谈环氧自流平地面施工[J]. 工程地质学, 2022-11.
- [3] 王铎, 郭洪波, 陶义, 祖伟; 钟宇杰. 环氧磨石施工工艺探究[J]. 四川建筑, 2022(S1).