

呋喃树脂混凝土面层施工技术

余波

一、呋喃混凝土技术发展沿革

呋喃树脂混凝土是国内最早在防腐工程上应用的树脂混凝土，开始于 1986 年，原冶建院教授级高工徐兰洲先生和原芜湖冶炼厂高工胡国曾先生借鉴原苏联和日本的经验，在产品研究和工程应用上做了大量工作，使呋喃混凝土在建筑防腐蚀上得到推广应用。汇波防腐技术有限公司在前面工作的基础上，与武汉理工大学力学研究所合作，对呋喃混凝土各方面性能进行了系统的研究，并在工程应用上取得了大量的业绩。

目前，呋喃混凝土在整体面层防腐蚀上应用很广。国内室内耐酸地面方案有耐酸砖板、耐酸石材、整体沥青砂浆、整体水玻璃混凝土、整体树脂砂浆（稀胶泥）、整体树脂混凝土等。由于它们的材质性能和使用条件不同，因此其使用效果也不一样。耐酸砖板和耐酸石材地面拼接缝多，施工质量控制难度较大；整体沥青砂浆地面强度差、使用寿命短，只用在有氢氟酸介质的环境；整体水玻璃混凝土收缩性大，易开裂，不耐水冲洗，现在基本不推荐使用；整体树脂砂浆（稀胶泥）承载、抗冲击性差；整体呋喃树脂混凝土面层整体性好，承载、抗冲击性强。因为呋喃树脂的原料是可再生资源，因此，呋喃混凝土在防腐工程上的应用将会有很好的发展前景。

二、汇波呋喃混凝土

汇波呋喃混凝土具有优良的耐酸、耐碱和耐温性能，它是由呋喃

树脂液、混凝土粉和耐酸石子组成，是一个商品化的产品。XLZ 型呋喃树脂液粘度低，和易性好，施工方便。由于呋喃树脂混凝土防腐性能和机械强度都能满足要求，因此减少收缩、防止开裂是应用成功的关键。针对糠醇糠醛型呋喃树脂脆性大、收缩性大等缺点，汇波公司通过对呋喃树脂液进行增韧改性，降低呋喃树脂脆性；改进粉料生产技术，优化填料级配、改进固化体系，减少呋喃混凝土收缩率，开发出了汇波呋喃树脂混凝土。

汇波呋喃树脂混凝土制成品技术指标如下：

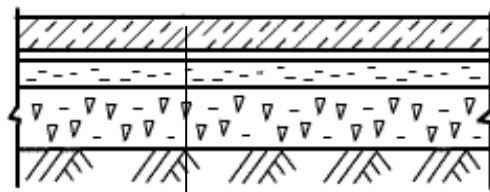
项目	汇波呋喃树脂混凝土
容重(kg/m ³)	≈2400
抗压强度(MPa) 不小于	≥50
抗拉强度(MPa) 不小于	≥5.0
与玻璃钢筋握裹力(MPa): 不小于	≥6
弹性模量(MPa)	1.6×10 ⁴
收缩率(%)	0.06
抗渗性(MPa) 不小于	≥2.0

三. 汇波呋喃混凝土整体地面方案设计

呋喃树脂混凝土已列入国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046-2008、《建筑防腐蚀构造图集》08J333、行业标准《呋喃树脂防腐蚀工程技术规程》CECS 01:2004，供设计单位和业主单位设计参考。

1. 整体地面构造

根据呋喃树脂混凝土强度及实践经验，车间楼面整体呋喃树脂混凝土面层厚度一般为 30mm，地面整体呋喃树脂混凝土面层厚度一般为 50mm，踢脚板厚度一般为 30mm，如图 1、图 2、图 3。



面层：XLZ型呋喃混凝土50mm
 隔离层：XLZ型呋喃玻璃钢（二底二布）
 找平层：C25细石混凝土30mm
 垫层：C15混凝土120mm ϕ 6@150 \times 150
 基层：素土夯实

图 1. 整体地面防腐构造图



面层：XLZ型呋喃混凝土30mm
 隔离层：XLZ型呋喃玻璃钢（二底二布）
 找平层：C20细石混凝土兼找坡最薄处25mm
 基层：现浇钢筋混凝土楼板

图 2. 整体楼面防腐构造图

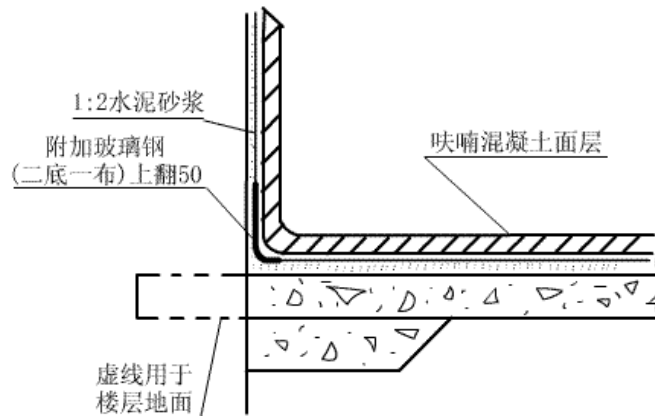


图 3. 踢脚板防腐构造图

2. 参考配合比

制成品	呋喃树脂液	玻璃钢粉	混凝土粉	胶泥粉	石英石
混凝土(1m ³)	260		1000		1140
稀胶泥	100			150~200	
玻璃钢胶料	100	30~50			

四、汇波呋喃混凝土整体地面施工技术

呋喃混凝土面层施工必须严格遵守规范要求并掌握施工技术才能保证质量。由于过去没有施工规范，施工单位在施工呋喃混凝土面层工程时采用的施工方法不一样，效果也不一样。我们通过多年的经验总结，积累了一套可行的经验，并毫无保留地推荐到国家标准和行业标准中。

1.隔离层施工：在合格的基层上均匀涂刷1—2遍环氧树脂的封底料，每层封底料自然固化不宜少于24小时。在打好封底料的基层，刮抹封底腻子，同时铺衬呋喃玻璃钢隔离层。

2.树脂混凝土整体面层施工：

(1) 铺摊呋喃混凝土料前，应在隔离层上涂刷呋喃玻璃钢胶料或稀胶泥底胶料。

(2) 随即铺摊呋喃混凝土料，然后用小型平板振动器压实抹平；

(3)根据楼地面面积大小和布置情况，在应力集中处如有设备基础、柱子的地方，将楼地面用分格条分成不大于12m²的面积，在分格条内分别浇捣好呋喃树脂混凝土，待自然固化后拆除条子，再用呋喃稀胶泥

灌缝。

(4) 呋喃混凝土浇捣、找平完后，可以直接用呋喃稀胶泥罩面，也可待呋喃混凝土固化后二次罩面。

(5) 分格条应用不锈钢条或包裹聚酯薄膜的木条，不得使用黄油等对树脂混凝土表面有污染的脱模剂。

(6) 当树脂混凝土整体面层长度超过 60 米时，应考虑留伸缩缝。伸缩缝应用耐腐蚀的柔性胶泥如聚氯乙烯胶泥、沥青胶泥填缝。

(7) 地面施工时，应随时控制平整度和坡度。平整度以 2m 长靠尺检查，其空隙不应大于 4mm。坡度应符合设计要求，其允许偏差为设计坡度的 $\pm 0.2\%$ 、最大偏差值不得大于 30mm。泼水试验时，水应能顺利排除。

(8) 树脂混凝土整体面层应平整光洁，不应有裂缝、起壳、空鼓、固化不完全等现象。

3. 树脂混凝土池槽的施工

(1) 混凝土的模板应支撑牢固，拼缝严密，表面平整。木模板表面宜包衬聚氯乙烯薄膜作脱模层。钢模板表面可涂刷一层有机脱模剂。

(2) 钢筋的表面应除锈，并涂刷两遍环氧树脂涂层，钢筋表面混凝土保护层厚度不宜小于 3cm。耐蚀的复合材料筋如玻璃钢筋要注意表面粗糙度的处理。

(3) 小型池槽宜采用整体浇捣施工。

(4) 大型池槽可分次施工，建议按如下要求操作：

1) 先支好底模板，浇捣树脂混凝土底板至表面泛浆，并将表面抹

平；

2) 待底板固化达到一定强度后,再支壁模板.壁模板应设置适当的防收缩过度模板；

3) 浇捣树脂混凝土壁板时,应分层连续浇筑.每层浇筑厚度不宜大于 200mm.壁板采用插入式振动器振捣,插点间距不应大于作用半径的 1.5 倍.振动器应缓慢拔出,不得留有孔洞；

4) 池槽口浇捣完毕后,应随即将表面压实、抹平；

5) 树脂混凝土固化达到一定强度后,应松开内壁模板支撑和过渡模板,拆除预留孔内模；

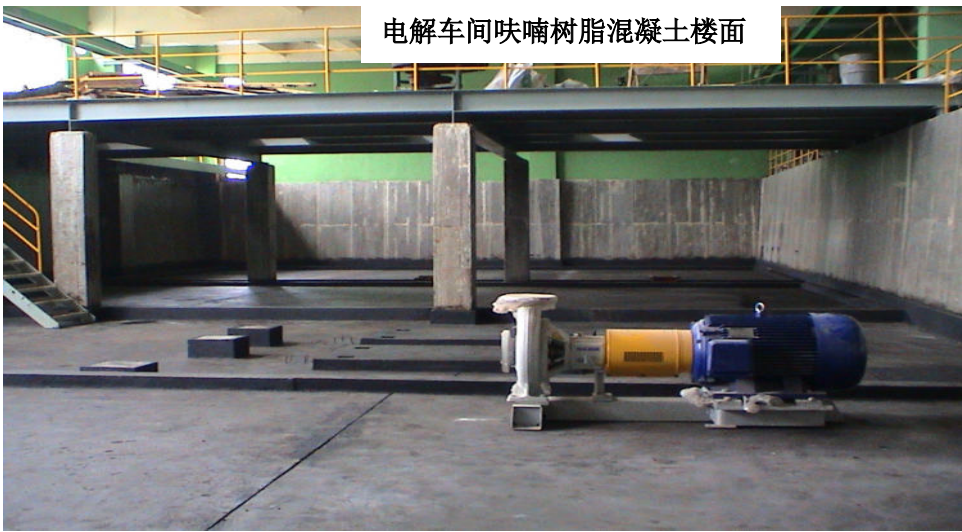
6) 树脂混凝土在常温时养护 5d 便可拆模.

7) 池槽脱模后应用树脂胶泥对表面缺陷修整,修整后表面应平整光滑,不应有蜂窝、麻面和裂缝等缺陷；池槽的尺寸和垂直度应符合设计要求；储水试验 48h 不得有渗漏.

五、工程案例

汇波整体呋喃混凝土面层在江西铜业公司贵溪冶炼厂、豫光金铅集团电解锌一期、二期工程、山东祥光铜业 20 万吨铜电解项目、紫金（上杭）铜业有限公司年 20 万吨电解铜项目中，在电解车间、浸出车间等厂房楼地面、设备基础、地沟、地坑等防腐工程中，采用汇波呋喃树脂混凝土共计 5 万多平米，使用效果良好。

（图片可酌情删减，定稿后图片尽量修饰漂亮一点）



电解车间呋喃树脂混凝土楼地面、踢脚线设备基础及反沿



呖喃混凝土楼地面、踢脚线及设备基础



呖喃树脂混凝土地坪及设备基础



整体呖喃树脂混凝土地沟



呖喃树脂混凝土地坪、反沿及踢脚线



呖喃树脂混凝土集水坑