

锂基固化剂和 DFS 耐久地坪系统

陆俊华

美国德信公司中国区业务经理

自从渗透型液体固化剂 1940 年问世以来，这类产品以其优异的表现赢得了众多高品质用户的信赖和肯定。它被广泛运用于混凝土地面的硬化、防尘和密封。理想的应用场所包括工业地坪、仓库、停车场、机场和体育馆。

液体固化剂是一种应用在混凝土表面的化学溶液，作用是填充混凝土表面的空隙以及增加表面的密度。起到硬化效果的化学溶液中的载体可以是钾基，钠基或锂基等硅酸盐类。

美国德信公司有钠基液体固化剂，Sure Hard™ J17，一种基于硅酸钠的无色无味的专业化学溶液。同时，德信还拥有锂基产品（Pentra-Hard®），从而丰富了混凝土液体固化剂的产品线。德信锂基固化剂 Pentra-Hard 和 Pentra-Hard Finish 增亮密封剂（锂基加强型）都运用了最新的专利技术 Nano Lithium™。综合这两种产品，加上原有的 Clear Resin 养护剂组成了德信的 DFS 耐久地坪系统，为用户提供耐久性地面系统解决方案。

运用专利技术 Nano Lithium 的 Pentra-Hard 和 Pentra-Hard Finish 代表了当今建筑化学发展的最新科技创新。两种产品都含有硅酸锂分子，并且它们的 pH 值水平都接近于混凝土本身。这使锂基产品和混凝土本身发生更温和的化学反应，从而降低了在养护过程中由于反应而产生的膨胀效应。

1. 原理

1.1 什么是混凝土？

混凝土是由波特兰水泥、骨料（砂和石）和水组成。水泥和水发生混合时，产生的化学反应称作水合，这种反应使水泥浆逐渐变稠失去塑性并结合骨料逐渐发展成坚硬的水泥石。

1.2 固化剂的原理是什么？

固化剂中的硅分子（Si）与混凝土中的氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生反应，生成水化硅酸钙或称雪硅钙石胶（Calcium-Silicate-Hydrates C-S-H）。氢氧化钙本身是软、多孔和吸收性强。雪硅钙石胶的形成填满了混凝土中的空隙，经过处理的混凝土路面将光反射得更加均匀。固化剂的目的在于转换尽可能多的雪硅钙石胶。



图 1 使用锂基固化剂前

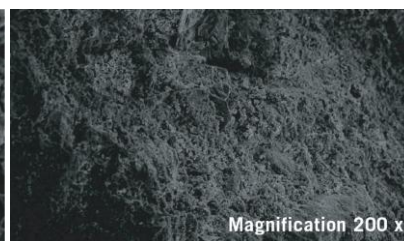


图 2 使用锂基固化剂后

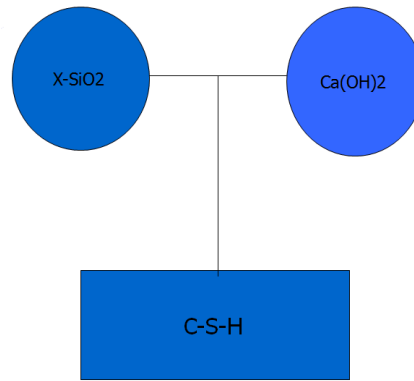


图 3 硅酸盐与氢氧化钙反应生成雪硅钙石胶

1.3 为何选用锂基的产品？

- (1) 离子半径较小
- (2) 原子间距小（渗透性强）
- (3) 低 pH 值 = 更温和的化学反应
- (4) 无膨胀效应

1.4 pH 值影响反应激烈程度：

- (1) 锂基的 pH 值为 11
- (2) 钠基的 pH 值为 12~12.4
- (3) 钾基的 pH 值为 13
- (4) 高 pH 值 = 更激烈的化学反应

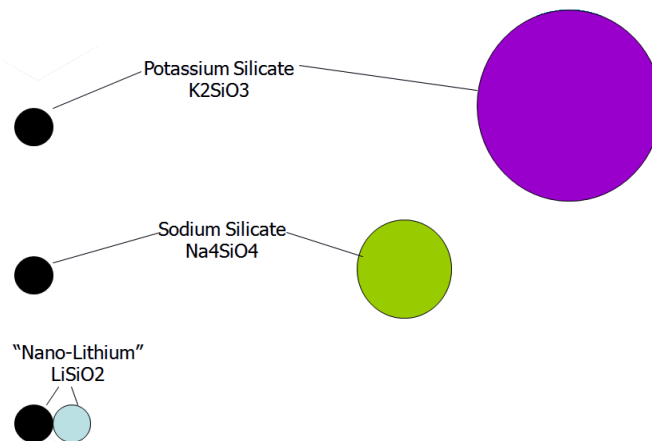


图 4 硅酸钾、硅酸钠及硅酸锂分子大小对比

1.5 什么因素影响了固化剂的渗透深度？

硅酸盐固化剂的理想渗入深度是 3mm~6mm。除了硅酸盐的粒径之外，还有其它很多因素会左右渗入深度。这些因素包括：

- (1) 硅酸盐溶液的浓度
- (2) 基材的表面条件（空隙率）
- (3) 温度
- (4) 施工技术和施工中施加的机械力
- (5) 湿度

多年的施工经验告诉我们，好的方法和工具能够使我们的固化剂达到最高的使用效率。

1.6 固化剂能否影响碱骨料反应 ASR?

硅酸—碱反应（ASR）。尽管 ASR 反应的确切机理还没有定义出来，但德信的固化剂不会助长 ASR 反应。

公认最有效的防止 ASR 措施有：

- (1) 使用低碱性的水泥
- (2) 使用无活性的骨料
- (3) 掺入适量的火山灰取代部分水泥

简单说来，如果骨料不是碱活性的，就不用担心 ASR。活性骨料仅在孤立的地理区域内出现，而且不会扩散。

1.7 您的地坪为什么需要固化剂处理？

游离态的 Ca^{+} Mg^{+} 离子从毛细孔中不停析出造成灰尘的产生；由水化合作用在最后水的流失，导致产生了很多毛细孔，进而造成了不致密，因此其强度、耐磨度下降。

使用固化剂后使毛细孔变密实，灰尘一次析出，下面的灰尘永久性封堵，由于密实的关系，使其耐磨性及表面硬度增加 2~3 倍，足以抵抗任何磨擦，因而变得更硬化、耐磨而无尘。

用于与地坪表层粘结。由于混凝土是碱性的，当有潮湿时碱性更强，所以十分容易造成粘性失效而脱壳。实验显示固化剂处理过的地坪与环氧结合力增加 17%，这一方面是由于固化剂与混凝土中的碱性成分发生化学反应，使碱性析出，而使表面变成中性。

1.8 固化剂的光泽什么时候会出现？

客户用了固化剂后，就希望立即出现密封和光滑效果。我们有必要指出用固化剂的长期益处是巨大的，而且一些效果也是很快就会见到。

在固化剂的四大功效中，3 个效果在数小时或几天中就可发生，比如硬化、防尘、养护等；只有密封和光泽需要较长时间，因为只有当用了固化剂后才会开始密封的缓慢进程。在几个月中会有持续的化学反应。

磨擦和清洗工作会加速密封效果和化学反应。

2. 实验数据

我们分别对使用 Pentra-Hard 前后的混凝土地面进行了硬度和耐磨性实验，以此来证明产品的效果和影响。

表 1 Pentra-Hard 硬度实验

产品名	实验	混凝土牌号	使用前	使用后	提升率
Pentra-Hard	莫氏硬度	C0.70	3	6.5	115%
		B.25+ 石英砂	6.5	8.5	35%
		B.25 无 石英砂	5	8	60%

表 2 Pentra-Hard 耐磨性实验

产品名	实验	混凝土牌号	使用前	使用后	提升率
Pentra-Hard	磨耗试验	B 0.25	10.0	5.4	46%

3. 施工对比

	Sure hard J17	Pentra-Hard
产品属性	钠基复合型混凝土液体固化剂	锂基复合型混凝土液体固化剂
适用范围	室内外新旧混凝土地面 适用范围比较全面，新建或旧地面，致密或疏松地面都适合； 施工相对复杂，工期略长。	室内外新旧混凝土地面； 从材料特性及成本角度考虑，更适用于致密表面新制混凝土地面，在有较短工期要求的新建工程中更有优势。
施工特点	混凝土地面施工结束后 7 天以上进行施工； 浸润 30 分钟或以上，期间用人工或机械方法拖动材料以帮助渗透，材料起胶粘稠后撒少量水稀释，重复以上步骤，再次起胶粘稠后用水清洗参与并清理干净； 施工结束后 1 小时后可恢复行人交通，一周后可通行车辆； 材料的充分反应需要历时 6 个月或以上。	混凝土地面竣工后即可进行施工； 浸润 20 分钟或以上，材料自然干燥后即可结束施工，无需清洗； 施工结束后即可恢复行人交通，一周后可通行车辆； 材料的充分反应需两周或以上。
作用年限	密封防尘效果 20 年以上，德信公司可为其提供 25 年防尘质保。	根据现实表现及预测，密封防尘效果可达 20 年以上。



图 5 Pentra Hard 材料自然干燥后即可结束施工，无需清洗

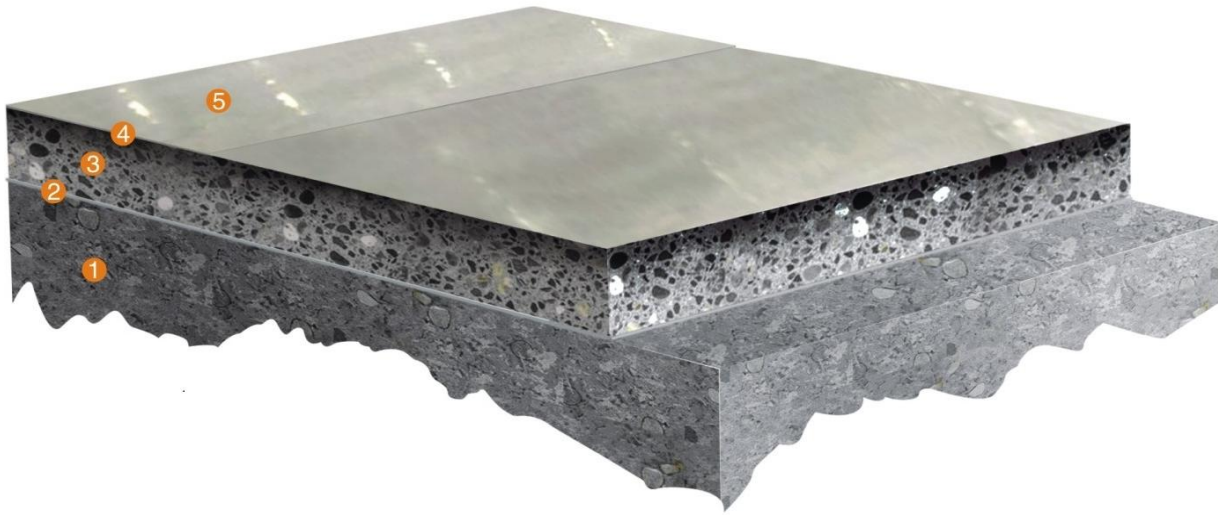


图 6 Pentra Hard 材料的充分反应需两周或以上



图 7 Pentra Hard 使用后的效果

4. DFS 系统组成



(1) 垫层混凝土

(2) 界面处理剂

可选。面层厚度小于 10CM 大于 5CM 时建议使用，小于 5CM 时必须使用。

材料：Acrylic Bonding Agent J40

(3) 水泥基层（找平层）

表面材质包括原浆混凝土、干撒式耐磨骨料、水磨石、交通级面层自流平等水泥基材料

(4) 致密层

通过使用德信公司渗透型液体硬化剂，得到一个坚实、致密的表层，永久性地有效起到持久硬化，密封，防尘，耐磨，抗渗的作用。经机械抹光后的竣工地面使用 2 至 3 个月后会呈现打蜡般的光泽，6 个月将呈现大理石般光泽并永久保持，并达到最佳的密封抗渗效果。

材料：Sure Hard J17, Pentra-Hard

(5) 表面后处理

可选。在轻工业及商业场合（食品、酿造、纺织、宾馆、卖场等）的应用，或是要求在施工结束后即可实现瞬时的高光泽，耐污损及耐磨性能的情况下，可以在致密层施工结束后，进行表面后处理。

材料：Pentra-Hard Finish