

硅胶

硅胶 (silica gel) 是凝胶状的无定形非晶质二氧化硅 (SiO_2)。具有许多微细的小孔，可以吸附水蒸气和其他气体或各种分子状物质，在工业上作为干燥剂，吸附剂，脱色剂，触媒载体等，用途很广。

在农业上，硅胶除了可以作为干燥剂用来防止肥料吸湿结块外，凝胶状的无定形非晶质二氧化硅可以缓慢地溶解在酸性和碱性溶液里，释放出硅酸离子供作物吸收。虽然硅不是植物的必需元素，但具有促进植物生育，提高环境抵抗力的作用，与钠一起被称为植物生长的有用元素。特别是水稻等喜硅作物，施用含有可溶性硅酸的资材可以使得茎叶强健，不易倒伏和感染病虫害，提高产量。硅胶的可溶性硅酸含量很高，是一种高质量，高浓度的硅酸质肥料。

1. 成分和性质

硅胶是以硅石或硅砂为原料，让其与碳酸钠或氢氧化钠反应生成硅酸钠，再将硅酸钠滴到硫酸或盐酸等强酸里，反应析出凝胶状二氧化硅，脱水干燥后就可得到硅胶。

硅胶的主成分是凝胶状非晶质的二氧化硅 (SiO_2)，纯粹的非晶质二氧化硅是白色无味无臭的粉末，难溶于水，在水中的溶解度 $0.012\text{g}/100\text{ml}$ (25°C)，但可以溶解于酸和碱性溶液里。水溶液 pH 为中性。硅胶表面和内部具有许多微细的小孔，表面积非常大。而且这些小孔的表面分布有无数的硅醇基 (Si-OH)，可以大量吸附水蒸气以及其他分子。所以是一种非常优秀的干燥剂和吸附剂。

作为肥料使用的硅胶有球状颗粒和粉末 2 种。球状硅胶绝大多数是工业用干燥剂转用到肥料的，多数为白色半透明的球状颗粒，还有部分是黄白色或乳白色颗粒。粉末硅胶则基本上是球状硅胶的不合格产品或废弃材料用粉碎机粉碎而成的粉末，外观多为黄白色或灰白色。因此，粉状硅胶要比球状硅胶便宜很多。球状硅胶含水量在 5% 以下，可溶性硅酸（换算成 SiO_2 ）含量 $90\sim97\%$ ，粉末硅胶因为在原料保管和粉碎过程会吸收空气中的水分，含水率要高一些，通常在 $7\sim15\%$ ，可溶性硅胶含量多在 $80\sim90\%$ 之间。

硅胶是难溶性物质，溶解度很低，水溶液呈中性，属于化学中性肥料。施用后，溶解释放出的硅酸离子不会影响土壤 pH，被归类为生理中性肥料。

2. 用途

在工业上，硅胶因为具有很强的分子吸附机能，作为干燥剂，吸附剂，脱色剂，触媒载体等得到广泛的使用。

在肥料领域，硅胶的使用量并不多，主要用途有：

① 肥料的防结块剂： 利用硅胶能够很强烈地吸附水蒸气的机能，掺混到肥料里可以吸附游离水，防止肥料吸湿结块。因为硅胶的吸湿能力很强，在生产复合肥或 BB 掺混肥最后的包装工序里，只需要添加肥料重量的 $0.5\sim1.0\%$ 的球状硅胶，就可以吸附高达硅胶自身重量 60% 以上的水分，具有非常优秀的防肥料吸湿结块的效果。

② **作为硅酸质肥料：** 硅胶的可溶性硅酸含量非常高，溶解度很低，不会流失，可以缓慢地溶解出来，是一种非常好的硅酸质肥料。硅胶可以单独施用，也可以作为原料添加到复合肥的和 BB 掺混肥里。特别是廉价的粉末硅胶作为复合肥的硅酸成分增强剂，在生产时作为原料添加 12~30%，就可以使可溶性硅酸的保证含量达到 10~25% 以上。BB 掺混肥里添加 12% 以上的球状硅胶，既可以作为硅酸保证含量 10% 的含硅胶肥料销售使用，还可以防止肥料吸湿结块，具有一石二鸟的效果。

含有硅酸的肥料主要是用作水稻专用肥料。其理由是水稻的生育需要吸收较多的硅，若硅不足的话，水稻茎秆软弱，容易倒伏，收获量大幅度减少。硅胶含有很多可溶性硅酸，可以供给水稻足够的硅。

硅胶是中性物质，直接与作物的茎叶和根接触也不会出现伤害，非常安全。所含的硅酸是可溶性的，肥效出现慢，但持续时间很长，适合作为基肥施用。

硅酸的溶解需要大量的水分，在日本主要是作为水稻专用肥料。但在降雨量多的地区，作为旱地作物和牧草，特别是禾本科作物或牧草的肥料也可得到一定的效果。

硅胶是化学中性物质，基本没有反应性，非常稳定。与尿素，硫酸铵，氯化铵等混合也不会发生碱性反应挥发出氨气。与过磷酸钙和重过磷酸钙，磷铵等混合亦不会出现产生难溶性磷化合物，降低磷的肥效等不良影响。可以任意地作为复合肥和 BB 掺混肥原料。

硅胶只有硅酸养分，而且溶解度很低，即使是过剩施用也不会给作物生长带来不良影响和出现养分之间的拮抗作用而影响其他养分的吸收。

3. 施用后在土壤中的举动

硅胶施用后，可因接触到土壤中有机物分解产生的有机酸以及作物根分泌的根酸而加速溶解，释放出硅酸离子被作物吸收。硅胶的溶解速度受到土壤 pH 和土壤水分的影响很大。通常，在旱地里，土壤 pH 越低，土壤水分越多则硅胶的溶解越快。在水田里，除了湛水期间长之外，水稻根的呼吸产生的二氧化碳溶于水后生成的碳酸亦可以促进硅胶的溶解。

硅胶除了可溶性的非晶质二氧化硅之外，基本上没有其他成分，溶解后没有残留物，不会对土壤理化性质发生影响，即使是长期施用也不需要对土壤 pH 进行矫正。

硅胶的溶解速度非常迟缓，肥效持续时间很长。通常，加入了粉末硅胶的复合肥施用到水田后，其中的硅胶完全溶解消失需要 1~2 年以上，而球状硅胶施用到水田后，5~10 年后仍可残留在土壤里持续地进行溶解。施用到旱地里则持续时间更长。所以，硅胶以及含有硅胶的复合肥，BB 掺混肥并不需要每年施用，2~3 年施用一次即可。

4. 施用上的注意事项

硅胶以及含有硅胶的复合肥，BB 掺混肥中的硅胶溶解非常缓慢，在施用时需要注意以下事项。

- ① **提前施用。** 溶解度很低，肥效出现很迟，单独施用时应尽量提前施用。
- ② **作为基肥均匀施用。** 因为肥效出现迟，不适合用作追肥，只能作为基肥施用。为了增强肥

效，尽量采用全层施肥的方式。就是将基肥施用到耕地后进行耕耘，使得硅胶能够均匀地分布在耕作土层里，促进硅酸的溶出。

③ **粉末硅胶和球状硅胶的适用对象不同。**粉末硅胶可以施用在水田和旱地，而球状硅胶只适用于水田。这是因为粉末硅胶的粒径小，表面积很大，即使是在旱地也能确保有一定的溶解量。球状硅胶表面积小，水分少则溶解释放出来的硅酸非常少，难以保证肥料效果。

④ **避免过多过频繁施用。**硅胶是非常缓效的肥料，价格也贵，1 次施用后的肥效可持续 2~数年，不必每年施用。