# 浅析建筑用岩棉磨碎纤维在对土壤改良中的应用

孙 鑫[1]　赵艳娟[1]　张丛志[2]　赵占辉[2]

（1.南京彤天岩棉有限公司　江苏 南京　211500　2.中国科学院南京土壤研究所　江苏 南京　210008）

摘　要：土壤是人类赖以生存和不可或缺的有限资源，是农业产出的基础条件，土壤地力的持续提升成为各国科学家共同关注的重点和热点。长期以来，人们已经在土壤障碍因子消减及地力提升方面作了大量的研究工作，也发现了许多土壤改良剂外源无机矿物岩棉磨碎纤维由于其独特的物理化学性质，能够通过物理化学生物等作用对土壤进行改良，本文回顾了此研究领域的机制及国内外研究进展，并在此基础上，提出目前岩棉磨碎纤维在土壤改良中仍存在的问题。

关键词：岩棉磨碎；土壤改良；基质；协同作用

中图分类号：TU551　　文献标识码：A　　文章编号：1673-0038（2018）24-0119-02

一般而言，耕层或犁底层的障碍因子对植物的影响最大。土壤障碍因子的存在是导致作物生长不良、产量较正常土壤低 30%以上甚至绝收等的重要原因。改良土壤障碍因子、提高土壤生产力，是土壤学研究的重点和热点问题之一。潮土质地较砂，造成潮土难以形成稳定良好的团聚体从而导致土壤结构较差，致使土壤失去有机质积累的场所，缺乏必要的物理保护，成为潮土土壤有机质难以积累另一障碍。过去，人们主要集中研究外源有机物料与有机改良剂对土壤改良的影响与作用机制，它一方面增加了土壤有机营养元素、活化土壤及加强土壤养分循环，另一方面加强了土壤有机胶结作用，形成土壤团聚结构，以此改善贫瘠土壤水肥供给状况，达到提升土壤肥力的目的[1]。而建筑用岩棉磨碎纤维一种由天然矿石、矿渣等制成的无机纤维类材料，具有优良的保温防火和吸音性能，有工业保温、建筑、防火和吸音及造船等行业得到大量应用。岩棉生产或深加工过程中会产生大量的颗粒状岩棉，一种非常有利用价值的二次资源[2]。

彭新华等研究认为土壤结构是维持土壤功能的基础，土壤团聚体是土壤结构的基本单元，在调节土壤肥力，维持土地生产力上具有重要作用，而且影响着土壤孔隙度、透水性、抗蚀性等，其稳定性是反映土壤结构的重要指标[3]，同时，土壤团聚体也是土壤有机质积累的主要场所，其对土壤有机质的物理保护被认为是稳定土壤有机质的重要机制[4]。因此，将岩棉磨碎作为土壤无机胶结剂材料应用于土壤改良中，加强有机质累积和团聚体形成的协同作用以提升肥力是一项双赢的举措。

## 1　岩棉磨碎纤维的制造过程及理化特性

无机粘结剂主要包括粘粒、多价阳离子（如 $Ca^{2+}$、$Fe^{3+}$、$Al^{3+}$，铁和铝氧化物和氢氧化物、碳酸钙、碳酸镁和石膏），铁铝氧化物、腐殖质及层状硅

---

4.1.1　能合理布置功能区间

由于钢具有高强度的特点，可以进行大的空间设计，使建筑平面能够合理地进行规划、设计更为方便灵活，设计出全新的住宅形式。传统的混凝土结构建筑如果布局过大，会造成楼板厚度剧增、梁高、柱径变大现象，不仅影响美观，而且增加自重，增加成本。

4.1.2　钢结构住宅空间利用率高

在空间利用方面，钢结构具有较小的截面，与钢筋混凝土结构相比，可以使建筑物的有效面积增加约 8%。从建筑风格上看，钢结构建筑更加生动富丽。室内空间可分为多种方案，以满足不同用户的需求。

4.1.3　自重轻、抗震性能好

在相同的建筑面积内，钢结构的重量相对于传统的混凝土结构形式的重要要小很多。钢材具有较好的延性，有利于减缓地震带来的能量，抗震性能好，结构安全性高。

### 4.2　钢结构住宅经济性优势

4.2.1　施工方便、工期短

钢结构构件由于种类较为简洁，因此更方便在工厂进行机械化生产。同时现场安装过程中造成的环境污染小，施工速度大幅提升。据统计，钢结构施工工期短于混凝土结构，在同一区域可节省 1/3。

4.2.2　综合造价低

由于地基重量轻、造价低，降低了材料的整体消耗，降低了直接成本，缩短了施工周期，降低了间接成本，降低了综合成本。

4.2.3　符合可持续发展的要求

钢材具有较高的强度，因此钢结构的生命周期较长，同时拆除过后的钢材经过一定的处理又可以用于工程的施工，降低了成本也有利于可持续发展。

## 5　钢结构住宅发展前景展望

### 5.1　适合建筑用的特种钢将不断涌现

随着我国综合国力的不断提升，在钢铁冶炼方面的技术也愈来愈成熟，这就为发展钢结构技术奠定了扎实的基础，为了满足市场对于特殊钢的需求，我国的各大钢铁企业也在不断的探索研究，成功的开发出了全新耐火耐候钢，通过加入钼使钢材的表观和组织结构发生变化，从而具备了耐火和耐候性。

### 5.2　国家将重点支持轻钢结构住宅的建设

中国现在是一个钢铁生产大国，年产量高达 3 亿多吨，在发展钢结构住宅方面具有很大的潜力。在 20 世纪 90 年代，国家建设部、国家经济贸易委员会同意采用“轻型钢结构住宅建筑通用体系的开发和应用”作为我国重点技术创新项目，为发展钢结构技术奠定了基础。利用钢结构住宅的优点，具有吸引公众眼球、刺激消费、提高市场购买力等方面的作用。

### 5.3　钢结构住宅建筑技术将不断发展

随着钢结构技术的大力发展，钢结构住宅将会越来越多的呈现在我们面前，大量适用于钢结构住宅的新材料也将不断涌现。与此同时，钢结构行业的建设标准和标准也将逐步完善。我相信，在不久的将来，钢结构住宅将给住宅产业和建筑业带来深刻的变革。

### 5.4　发展钢结构住宅是我国住宅产业化的必由之路

发展钢结构住宅是解决我国土地紧张行之有效的途径。钢结构住宅更为容易实现工厂化生产，以统一的标准对钢材进行加工处理，能提高工程的质量。同时钢材的使用年限长，可以对其进行回炉重新冶炼，从而达到重复利用的效果，实现可持续发展的战略目标。因此成熟的钢结构体系住宅技术将会缓解我国可建设土地面积紧张的局面，提高我国住宅产业的发展水平。

## 6　结 论

钢结构技术的应用将会使我国的房屋建设步入现代化发展的行列，钢结构形式的住宅也将会成为现代建筑的重要标志之一。钢结构是一种环保、节能、高效型住宅，遵循可持续发展的观念。在我国大力推进住宅产业化的有利时期，钢结构体系住宅结构体系必将成为主流。

收稿日期：2018-5-10

作者简介：郗 茸（1990-），女，陕西蒲城人，现居住在西安，2016 年毕业于长安大学，硕士研究生，研究方向为结构工程，任西安培华学院教师。



?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

酸盐是土壤复合体的基本组成成分，它们之间的相互胶结，可显著影响土壤的理化性质，有利于促进土壤团聚体的形成、稳定和性质有重要影响。

岩棉磨碎纤维是一种纤维状多孔的矿物，以玄武岩为主原料，白云石、矿渣为辅料，焦炭为燃料，在>1500℃的高温炉中熔化，经高速离心加工而成的，具有质轻、不燃、吸热、导热系数小的特点。

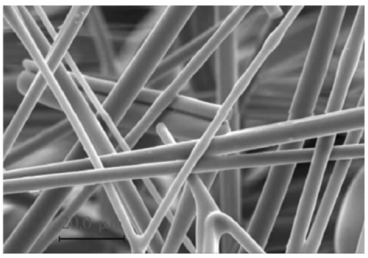

图 1 岩棉板纤维排布示意图

从岩棉矿物组成成分角度分析，岩棉富含铁、铝、钙、镁等金属氧化物，具备较好的吸附特性，可减少营养元素流失，其质量分数高达 50%，是一种理想的土壤无机胶结剂材料。岩棉的平均纤维直径为 4~10μm，具有疏松多孔、比表面积大的特点。

## 2 岩棉磨碎纤维改良土壤的原理

Guggenberger 等提出的土壤有机质在土壤溶液中运移和无机矿物吸附概念模型（图 2）指出，当土壤中“新鲜”有机碳被吸附到无机矿物表层，无机矿物发挥稳定作用，而在土壤环境中，在“老”的无机矿物表面，由于矿物的吸附作用，大量碳源和养分被聚集在矿物表面。微生物在富含碳源和养分的矿物表面繁殖，形成生物膜。通过矿物的吸附作用，有机碳不停地被吸附聚集到生物膜，微生物不断地利用这些养分生长增殖。从整个过程来看，这种矿物的吸附作用反而对土壤有机质循环转化起促进作用。岩棉作为天然的无机矿物材料，具有疏松多孔、比表面积大的特点，以铁、锰、铝、钙、钛等氧化物及其水合物为主要成分的土壤粘粒矿物能够吸附有机碳到矿物表面孔径中，阻止了其与酶类和微生物的接触，矿物物表面吸附点位与有机碳分子形成以配位交换为主的复合物，降低了有机碳活性，起稳定有机碳作用，有利于增加土壤无机矿物胶体数量，胶结土壤颗粒，促进土壤团聚体形成，稳定土壤有机质，激发土壤微生物多样性，实现沃土、保肥。

图 2 土壤有机质在土壤溶液中运移和无机矿物吸附概念模型

## 3 岩棉促进作物生长的主要作用与功能

### 3.1 建筑用岩棉磨碎纤维对改善土壤的特性

根据国际土壤质地分类制，土壤黏粒、粉粒和砂粒的粒径范围分别为<2μm、2~50μm、及 0.05~2mm。岩棉平均纤维直径为 4~10μm，正好处于粉粒范畴，可作为无机矿物激发调剂，刺激土壤微生物生长，激发微生物活性。其疏松多孔、比表面积大的性状类似于土壤中的无机矿物胶体，能够胶结土壤颗粒，吸附土壤有机质，促进土壤团聚体形成的同时保护土壤有机质。同时，其富含铁铝氧化物，可在有机无机复合过程中充当“桥”的作用，对土壤有机质进行化学键和保护，降低有机质的降解，促进有机质累积。红外光谱和核磁共振分析显示，铁铝氧化物可通过腐殖质表面的羟基或羧基与矿物表面进行配位体交换，与胡敏酸、富啡酸形成稳定的有机无机复合体，这种有机无机复合过程在团聚体形成过程中发挥重要作用。

将岩棉磨碎纤维施入田间后由于吸持土壤水分膨胀及耕作压力等因素，又能快速分散形成纤维状进入土壤。施入黏土能降低黏粒比例，而施入砂土能降低砂粒比例，从而改善土壤基质组成。同时，岩棉纤维材料和天然植物有机材料的结合，并实现机械化施用，利用常规农田机械即可完成作业。

表 1 不同处理后土壤水稳性团聚占比变化（%）

| 处理 | <0.05mm | 0.25~0.05mm | 0.25~2mm | >2mm |
|---|---|---|---|---|
| CK | 8.04 | 62.17 | 20.40 | 7.18 |
| RW1 | 7.22 | 59.29 | 23.10 | 8.66 |
| RW2 | 8.29 | 61.00 | 18.39 | 6.76 |

### 3.2 岩棉磨碎纤维对植物生长的影响

无机矿物激发剂用于土壤改良的效果主要体现在：改善土壤物理性质；改善土壤物理结构，增加团聚体的数量，增大土壤孔隙度，降低土壤容重；增加土壤肥力，提高作物产量；改善土壤微生物和酶活性；增加吸附作用等。岩棉磨碎无机改良剂施用后，改善了土壤理化性质，增加微生物活动，提高了土壤酶活性，增加了土壤保肥增肥性，为植物的生长提供了良好的条件。在我国粮食主产区黄淮海平原潮土低产农田土壤进行的增施岩棉处理试验数据显示：在单施化肥条件下，土壤中胡敏酸含量略微升高，但不明显，富里酸含量在培养初期明显升高，随着培养时间增加，富里酸含量呈下降趋势。将岩棉磨碎纤维与秸秆、有机肥配施处理，在培养 60d 后胡敏酸含量均高于单独施入秸秆、单施有机肥，而富里酸含量与此相反。作为一种无机改良剂，岩棉磨碎纤维与其他肥料配施后，能明显提高负值酸含量，具有改善土壤肥力、活化土壤作用，岩棉与秸秆、有机肥配施后土壤养分含量明显得到进一步提升，有利于秸秆、有机肥矿化分解释放养分，提升土壤活性成分（如微生物量）、可溶性有机质、腐殖酸含量，增加有机质总量。

## 4 目前研究存在的问题及展望

岩棉磨碎纤维作为土壤无机改良剂，具有改善土壤肥力、活化土壤作用。将岩棉进行研磨至微米纤维状态，松散的造粒后施入土壤，添加富含多糖/有机酸/氨基糖的天然植物有机材料，有利于矿化分解释放养分，提升土壤活性成分（如微生物量）、可溶性有机质、腐殖酸含量，增加有机质总量，促进土壤有机质积累，刺激土壤微生物活性，扩充土壤养分，实现土壤地力快速提升。

总之，岩棉磨碎作为土壤无机胶结剂材料，在实现岩棉边角料的利用、变废为宝的同时，又能有效发挥土壤固有的生产潜力，快速培肥土壤地力，实现土壤的生态环境安全性。这是岩棉磨碎纤维在农业土壤地力提升领域的一次全新的尝试与应用，虽取得了一些成果，却对其针对性等方面考虑的不够全面，仍然存在着很多亟待解决的问题。我们将继续采取科技手段，激发并活化土壤，探究深层次的增肥机理等难关，为绿色农业与可持续农业土壤地力提升提供新途径、新方法。

### 参考文献

[1]商晓芳.有机物料的作用及其开发利用.现代农业科技，2012（4）.
[2]胡俊鸽，赵小燕，张东丽.高炉渣资源化新技术的发展.鞍钢技术，2009（4）：11~15.
[3]王胜涛.耕作和有机物投入对土壤碳库和团聚体稳定性的影响[D].中国农业大学，2005.
[4]刘文利，吴景贵，傅民杰，等.种植年限对果园土壤团聚体分布及稳定性的影响.水土保持学报，2014，2，28（1）.

收稿日期：2018-5-12



?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net