



新闻动态

您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 研究亮点

- 图片新闻
- 头条新闻
- 通知公告
- 学术活动
- 综合新闻
- 科研动态
- 研究亮点
- 学术前沿

李金华等-JGR: 趋磁细菌复杂磁性机制与磁小体化石磁学识别

2021-01-13 | 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

趋磁细菌 (magnetotactic bacteria) 是生物控制矿化研究的典范, 也是古地磁学研究的新生长点。它们能在细胞内合成有生物膜包被的、纳米尺寸、单畴磁铁矿晶体颗粒, 也叫磁小体 (magnetosome)。磁小体在细胞内多成链排列, 作为趋磁细菌的“磁场感应器”, 促使它们沿磁场方向定向游弋, 这个过程也叫趋磁性。趋磁细菌死亡后, 磁小体能被保存下来, 成为化石磁小体 (magnetofossil)。沉积物和岩石中的化石磁小体是优秀的磁信号载体, 可能记录了化石磁小体形成和埋藏时的古地磁场和古环境信息, 因而是重建古地磁和古环境信息的潜在替代指标。此外, 作为新型的生物源磁性纳米材料, 功能化磁小体在纳米材料和生物医药领域也有广泛的应用前景。

趋磁细菌研究的核心是“磁小体的矿化和磁学”。近年来, 得益于分子生物学和基因组学的快速发展, 微生物学家已经发现了大量与磁小体合成相关的基因, 成功鉴定了多个参与铁吸收转运、颗粒尺寸控制及链组装的蛋白质。然而, 相对有机过程, 人们对磁小体链合成的无机过程 (即晶体成核和生长等) 及由此产生的复杂磁性机制并不清楚。宏观磁学与微观结构研究有机结合, 微生物学、矿物学和物理学等多学科交叉研究, 是趋磁细菌和识别磁小体化石研究的必要手段。

近日, 中国科学院地质与地球物理研究所科学团队成员联合国内外多个单位科研人员, 综合微生物学、电子显微学和岩石磁学技术, 在秦皇岛汤河中发现了一类特殊的趋磁球菌THC-1, 其磁小体并没有像绝大多数趋磁细菌一样排列成链状, 因而产生了独特的磁学性质 (图1)。综合研究表明:

(1) 汤河趋磁球菌THC-1细胞直径为 $2.5 \pm 0.2 \mu\text{m}$, 每个细胞中含有 35 ± 15 个磁铁矿型磁小体。磁小体的平均晶体长度为 $70.6 \pm 8.6 \text{ nm}$, 宽度为 $42.3 \pm 5.2 \text{ nm}$ 。除了磁小体, THC-1细胞还能在细胞内合成富含硫和多聚偏磷酸的颗粒;

(2) THC-1的磁小体晶型为拉长的棱柱形, 棱柱体由6个{110}组成, 顶部和底部由两个{111}面构成, 棱柱的十二个角分别被六个{111}面、六个{110}面和六个{001}面截断;

(3) 特殊的磁小体空间结构, 造成THC-1的宏观磁学性质与其他趋磁细菌显著不同, 比如拥有相对较高的 δ_{FC} 和 δ_{ZFC} 值, 较低的 $\delta_{\text{FC}}/\delta_{\text{ZFC}}$ 值, 一阶反转曲线图 (FORC) 显示了较强的磁相互作用。

综合前人及课题组的前期研究成果, 本研究揭示趋磁细菌磁小体的磁性复杂多样, 受趋磁细菌种类、磁小体空间排列状态、趋磁细菌生长条件、磁小体化学纯度等生物、物理和化学因素的综合控制, 虽与非生物成因的磁性矿物有显著区别, 但并不具有唯一性 (图2)。

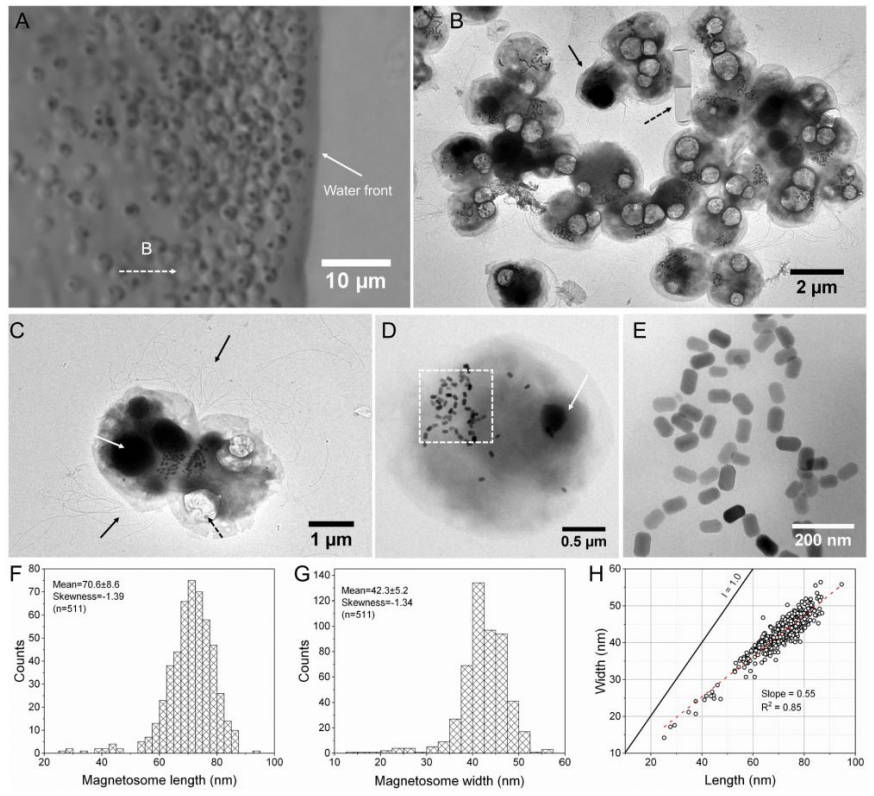


图1 趋磁细菌THC-1的细胞和磁小体形貌特征

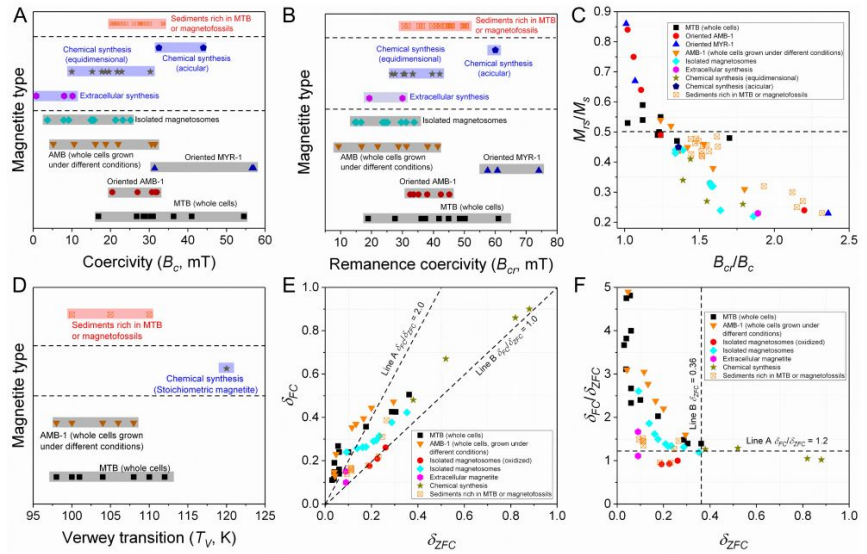


图2 不同种类趋磁细菌和非趋磁细菌起源的磁铁矿数据分布和磁学性质比较

研究成果发表于国际权威学术期刊JGR-Solid Earth (李金华*, Menguy N, Leroy E, 刘沛余, 潘永信. Biomineralization and Magnetism of Uncultured Magnetotactic Coccus Strain THC-1 With Non-chained Magnetosomal Magnetite Nanoparticles[J]. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2020, 125(12): e2020JB020853. DOI: 10.1029/2020JB020853)。本项目研究受中国国家自然科学基金重点国际(地区)合作研究项(41920104009)、国家自然科学基金重大项目课题(41890843)和国家自然科学基金创新研究群体项目(41621004)资助。