
中国科学院兰州化学物理研究所海军研究员团队： 基于硫化氢活性机理和荧光传感的研究综述 MDPI Targets

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36277.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中国科学院兰州化学物理研究所海军研究员团队：基于硫化氢活性机理和荧光传感的研究综述 MDPI Targets。论文标题：Review of Hydrogen Sulfide Based on Its Activity Mechanism and Fluorescence Sensing

论文链接：<https://www.mdpi.com/2813-3137/2/3/12>

期刊名：Targets

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/targets>

文章背景

硫化氢 (H₂S) 曾被视为有毒气体，近年来被确认为继NO和CO之后的第三类气体信号分子，广泛参与血管舒张、神经调控、免疫调节和抗氧化等生命过程。研究表明，H₂S的生成与清除失衡与心血管疾病、肝病、神经退行性疾病及肿瘤密切相关，其浓度变化成为重要的病理信号之一。在精准医学背景下，H₂S的动态调控与实时成像监测被认为是推动疾病诊断和靶向治疗的关键路径。荧光成像因其高灵敏、可视化和非侵入性等优势，在H₂S研究中表现突出，但现有探针在选择性、成像深度和体内应用方面仍面临挑战，尤其缺乏系统的结构机制整合。为此，本文系统回顾了H₂S的生物合成与代谢通路，归纳其在疾病调控中的多重作用，重点总结了七类H₂S供体与五类荧光探针的结构特征与成像策略，构建起从分子机制到诊疗工具的全链条知识体系，为H₂S在生物医学领域的深入研究与临床转化提供理论支持与技术参考。

由中国科学院兰州化学物理研究所海军研究员及张金龙助理研究员主导，在Targets期刊上从化学生物学和分子成像的角度，全面回顾了H₂S的合成与代谢机制、生物功能、供体开发、荧光探针设计与检测策略，构建了一个从分子基础到应用前沿的系统性知识图谱，为H₂S相关研究提供了理论参考和实践指南。

本文亮点

1.首次从机制-功能-检测-诊疗四位一体角度，系统总结H₂S的合成代谢、生理功能与疾病关联。

3.提出调控+检测双向融合的研究策略, 为H₂S在多类疾病中的诊断与治疗提供新思路与技术支撑

The diagram illustrates the synthesis and metabolism of hydrogen sulfide (H₂S), categorized into two main pathways: Enzymatic and Non-enzymatic.

Enzymatic pathway:

- Synthesis:** Homocysteine and Cysteine are converted to H₂S by the enzymes CSE (Cystathionine γ -lyase) and CBS (Cystathionine β -synthase). Cysteine is also converted to 3-Mercaptopyruvate by CAT (Catalase), which then forms 3-MST (3-Mercaptopyruvate S-methyltransferase) and MST-SSH (MST-S-SH). 3-MST and R-SH (from MST-SSH) also contribute to H₂S synthesis.
- Metabolism:** H₂S is metabolized into SO₃²⁻ (via SQR and ETHE1), Dimethyl sulfide (via TSMT), and GSSG (via Metalloprotein). SO₃²⁻ is further converted to S₂O₃²⁻ (by Sulfite oxidase) and SO₄²⁻ (by Rhodenase). Dimethyl sulfide and GSSG are also converted to SO₄²⁻.
- Excretion:** SO₃²⁻, S₂O₃²⁻, and SO₄²⁻ are excreted via the kidneys.

Non-enzymatic pathway:

- Synthesis:** Cysteine and Inorganic sulfide are converted to H₂S by Iron and B6 and GSH, respectively.
- Excretion:** H₂S is excreted as gas.

2 / 6

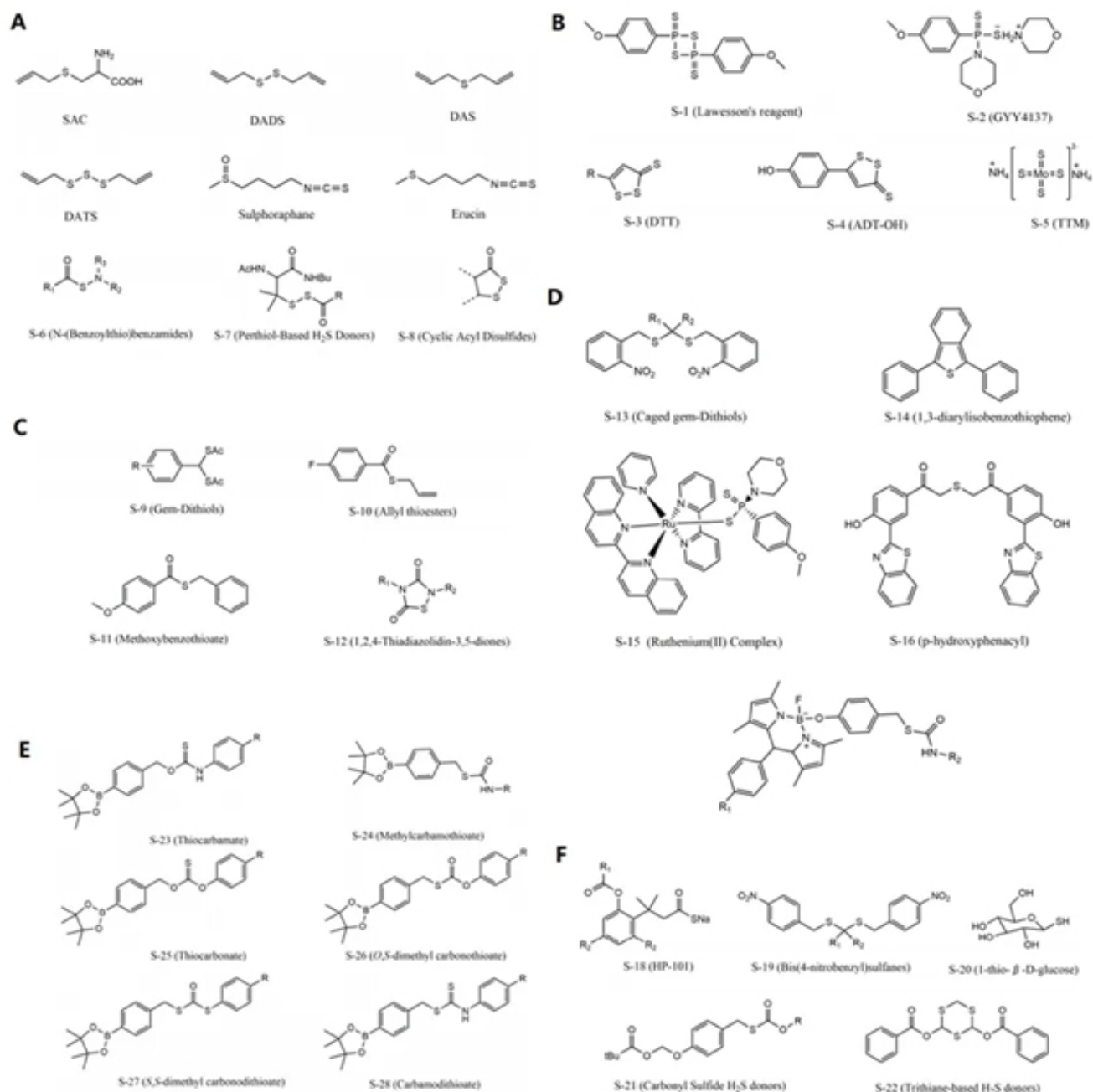


图2. A：天然H₂S供体；B：水解引发的H₂S供体；C：硫醇引发的H₂S供体；D：光引发的H₂S供体；E：活性氧引发的H₂S供体；F：酶引发的H₂S供体。

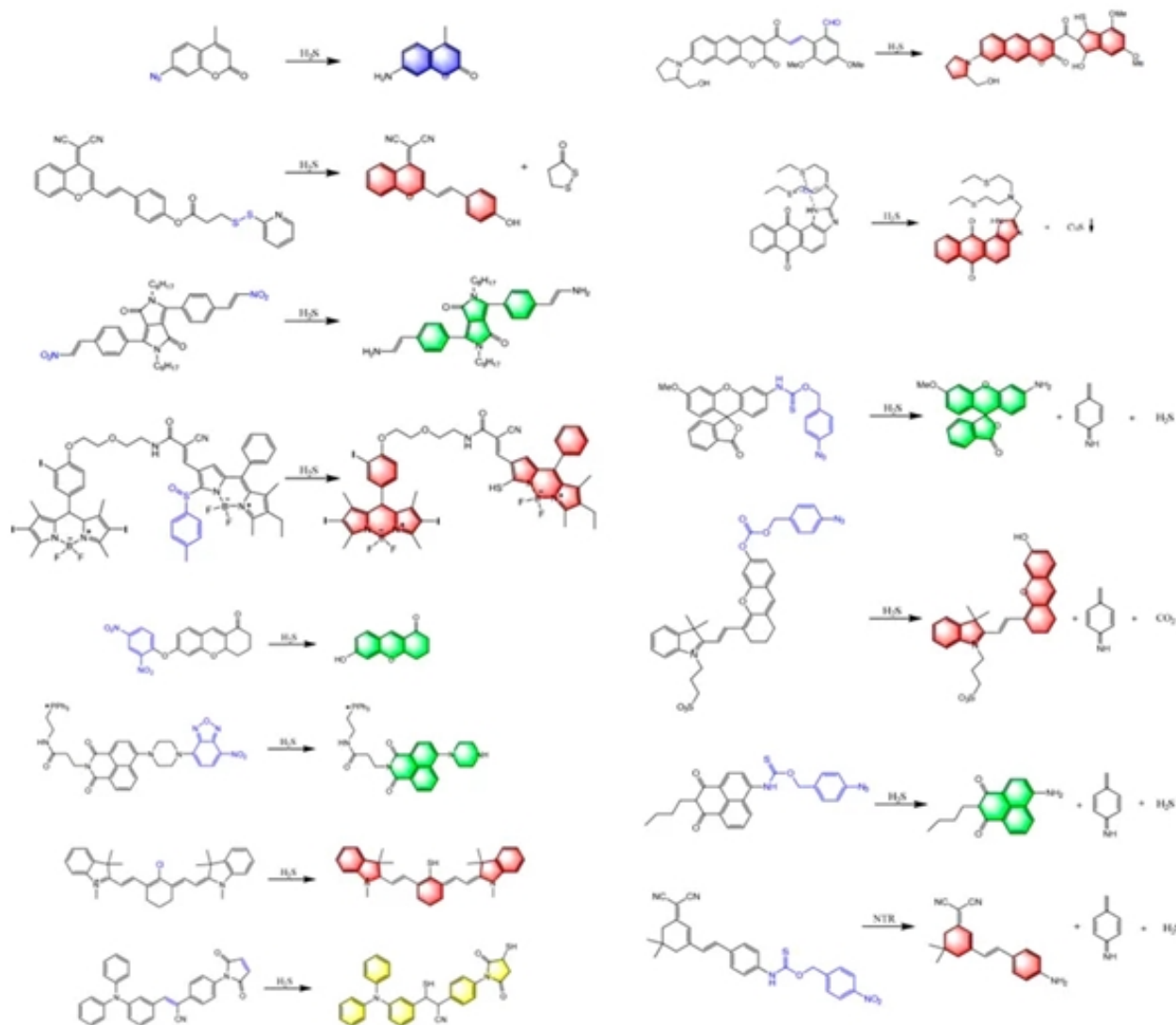
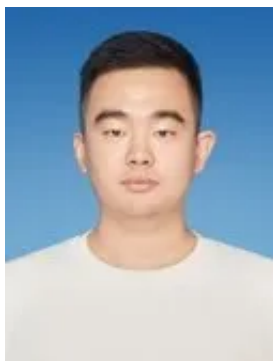


图3. 用于检测 H_2S 的荧光探针。

总结与展望

H_2S 作为内源性气体信号分子，在调控氧化应激、炎症反应、细胞凋亡等过程中发挥关键作用，其浓度变化已成为多类疾病的重要生物标志。近年来， H_2S 相关探针与供体的研究不断拓展，为疾病的诊断和精准治疗提供了新思路。相较于传统分子，基于 H_2S 荧光探针具有反应性强、设计灵活等优势，已广泛应用于体内成像。然而，这类探针普遍存在响应时间短、组织穿透力弱、体内稳定性差等问题，限制了其在复杂病理环境中的实际应用。 H_2S 供体方面，当前无机类供体释放速率过快，天然供体成分复杂，均不利于实现可控靶向释放。尽管 H_2S 成像与治疗体系取得积极进展，仍面临几项核心挑战：一是探针设计多依赖多组分系统，合成复杂，亟需发展结构紧凑、功能整合的一体化分子平台；二是探针在体内成像的穿透深度与信噪比有待提升；三是兼具近红外发射、强信号、长余辉及多重响应能力的高性能探针仍属稀缺，分子机制和结构体系有待深入挖掘。未来，构建高灵敏度、原位响应、具诊疗一体功能的 H_2S 探针与供体将是研究重点，有望推动其在肿瘤、心脑血管等重大疾病领域实现临床转化与精准干预。

作者简介



张金龙

中国科学院兰州化学物理研究所

中国科学院兰州化学物理研究所助理研究员，于兰州大学获得硕士(导师：赵全义教授)和博士学位(导师：张海霞教授)。目前主要从事气体信号分子的检测、成像和活性拓展研究。近五年以来以第一作者身份在国际著名学术刊物Anal. Chem.、Chem. Commun.、MATER TODAY BIO 等发表多篇高水平学术论文。受邀撰写综述文章，并以第一作者身份发表在 Targets 期刊上。



海军

中国科学院兰州化学物理研究所

海军，博士，博士生导师，中国科学院兰州化物所特聘青年研究员/项目研究员。2008年获得兰州大学学士学位，2016年获得巴黎狄德罗大学-巴黎七大博士学位，2016年-2018年在兰州大学化学化工学院从事博士后研究，2019年-2023年受聘为兰州大学化学化工学院青年研究员，2023年5月受聘为中国科学院兰州化物所特聘青年研究员/项目研究员。主要研究方向为：生命分析化学—面向重大疾病标志物精准检测新方法和新技术建立。迄今在国际学术刊物Angew. Chem. Int.

Ed., Anal. Chem., Biomaterials, Chem. Sci. 等发表研究论文50余篇。主持国家自然科学基金青年基金1项，甘肃省青年基金1项，国家重点研发计划项目子课题1项。

Targets 期刊介绍

主编：Huangxian Ju, Nanjing University, China

期刊主要发表靶向识别与治疗相关领域的高质量论文，包括化学测量科学、生命科学、材料科学、药学、临床诊断学、分子医学和生物医学等。

Time to First Decision 18 Days Acceptance to Publication 4 Days

来源：Targets

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发