

通过一次输运生长得到不同晶相TaS₂单晶

刘广富¹, 王璟璇¹, 韩佳², 吴传易¹, 陈晨^{1*}, 陈飞^{1,2*}

¹浙江师范大学物理与电子信息工程学院、浙江光电子研究院, 浙江 金华

²上海大学材料基因组工程研究院, 上海

收稿日期: 2026年7月9日; 录用日期: 2026年8月9日; 发布日期: 2026年8月18日

摘要

TaS₂作为典型的电荷密度波材料随着其晶体结构改变会呈现出丰富的物性, 但不同结构的TaS₂生长方法及获得方式有所不同。在使用化学气相输运法生长时, 对于一次输运就可以获得不同晶相TaS₂的研究仍然匮乏。本文采用化学气相输运法成功制备了TaS₂单晶, 并通过对生长端(低温端)在不同温度下进行淬火及炉冷处理, 获得了不同晶相的TaS₂单晶。在800℃淬火条件下获得1T相的TaS₂; 在500℃淬火时则得到6R相的TaS₂, 在炉冷时得到2H相的TaS₂。本研究不仅为理解TaS₂物性提供了新的实验视角, 也为一次性生长出不同相的TaS₂提供了实验方案。

关键词

TaS₂, 不同晶相, 淬火

TaS₂ Single Crystals with Different Crystalline Phases Were Obtained through a Single Transport Growth Process

Guangfu Liu¹, Jingxuan Wang¹, Jia Han², Chuanyi Wu¹, Chen Chen^{1*}, Fei Chen^{1,2*}

¹Zhejiang Institute of Optoelectronics, School of Physics and Electronic Information Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

²Materials Genome Institute of Shanghai University, Shanghai

Received: July 9, 2026; accepted: August 9, 2026; published: August 18, 2026

Abstract

TaS₂, as a typical charge density wave material, exhibits rich physical properties depending on

*通讯作者。

文章引用: 刘广富, 王璟璇, 韩佳, 吴传易, 陈晨, 陈飞. 通过一次输运生长得到不同晶相 TaS₂ 单晶[J]. 材料科学, 2026, 16(8): 43-51. DOI: 10.12677/ms.2026.168173

its crystal structure. However, the growth methods and acquisition mechanisms for TaS₂ with different structures vary. Research on obtaining different crystalline phases of TaS₂ in a single transport phase using the chemical vapor deposition (CVD) method remains scarce. This paper successfully prepared TaS₂ single crystals using the CVD method and obtained TaS₂ single crystals with different crystalline phases by quenching and furnace cooling the growth end (low-temperature end) at different temperatures. Quenching at 800°C yielded the 1T phase TaS₂; quenching at 500°C yielded the 6R phase TaS₂; and furnace cooling yielded the 2H phase TaS₂. This study not only provides a new experimental perspective for understanding the physical properties of TaS₂ but also provides an experimental scheme for growing different phases of TaS₂ in a single process.

Keywords

TaS₂, Different Crystalline Phases, Quenching

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

TaS₂ 作为过渡金属二硫族化合物中的代表性材料, 因其卓越的结构多样性与丰富的量子基态而备受关注。作为一种典型的电荷密度波(CDW)材料, TaS₂ 展现出多种晶体结构类型, 包括 1T 相、2H 相、6R 相等[1]-[5]。这些多型体虽具有相同的化学计量比, 却因原子层堆垛方式与金属原子配位环境的差异, 呈现出截然不同的电磁学输运性质, 如 1T-TaS₂ 是一种 Mott 绝缘体, 其面内 Ta 原子受电荷密度波周期性调制形成大卫星团, 并随温度降低依次经历非公度、近公度与公度 CDW 相变, 伴随显著的电阻跳变与电子强关联效应[6]; 2H-TaS₂ 是一种常规超导体, 在高温下呈现金属行为, 并在 75 K 附近存在电荷密度波相变, 低温下存在超导转变[7]; 而 6R-TaS₂ 因其交替的层间堆垛方式, 被视作一种天然形成的范德瓦尔斯异质结, 展现出独特的层间耦合与各向异性输运特性[8]; 4Hb-TaS₂ 单晶由 1T 与 1H 结构单元沿 *c* 轴交替堆叠而成, 其层间反铁磁耦合与强自旋轨道耦合效应使其近年来成为探索手性拓扑超导与马约拉纳物理的热门候选体系[9]-[12]。但目前, 对于不同晶体结构的 TaS₂ 制备方法截然不同[13]-[15], 如 1T-TaS₂ 需要淬火得到[16], 2H-TaS₂ 需要缓慢冷却至室温, 6R-TaS₂ 可由 1T-TaS₂ 加热至 800°C 得到[17] [18], 然而, 目前对于怎么通过化学气相输运法一次生长出不同多型体仍缺乏系统性研究, 需要通过可控的热处理方法阐明其机制。

淬火作为一种非平衡热力学方法, 通过快速冷却“冻结”高温亚稳相, 从而有效调控材料宏观性质[19]-[21]。相较于化学掺杂[22]-[26]、压力[27] [28]等方法对 TaS₂ 单晶进行物性调控, 淬火可通过控制冷却速率直接影响相变动力学路径, 能够直接捕捉到不同温度下 TaS₂ 所成晶相, 从而帮助我们实现通过一次气相输运生长出不同晶相的 TaS₂。淬火温度直接决定了被“冻结”的高温母相结构及其化学状态, 进而影响材料的晶格参数、层间耦合强度、CDW 序的形成能力[29]。因此, 系统研究淬火温度对 TaS₂ 晶体结构及宏观物性的调控规律, 对于厘清其结构-性能关联机制、拓展非平衡态合成路径在量子材料设计中的应用具有重要意义。

我们研究了不同淬火温度(500°C、800°C)及炉冷对 TaS₂ 单晶结构与物性的影响, 研究发现在 800°C 淬火条件下获得 1T 相的 TaS₂; 在 500°C 淬火时则得到 6R 相的 TaS₂, 在炉冷时得到 2H 相的 TaS₂, 为利

用非平衡热力学手段设计量子材料性能提供实验依据。

2. 实验方法

首先采用固相反应法合成 TaS_2 多晶前驱体。随后以碘作为输运剂，采用化学气相输运法在双温区炉中生长单晶，高温端设定为 900°C ，低温端为 800°C ，生长周期为 14 天。生长结束后，将生长端(低温端)样品分别置于 500°C 、 800°C 下进行快速淬火及炉冷处理(冷却速率 $10^\circ\text{C}/\text{min}$)。采用 X 射线衍射(XRD)、拉曼光谱(Raman)和综合物性测量系统(PPMS)对样品进行结构与电磁学性质表征。

3. 结果与讨论

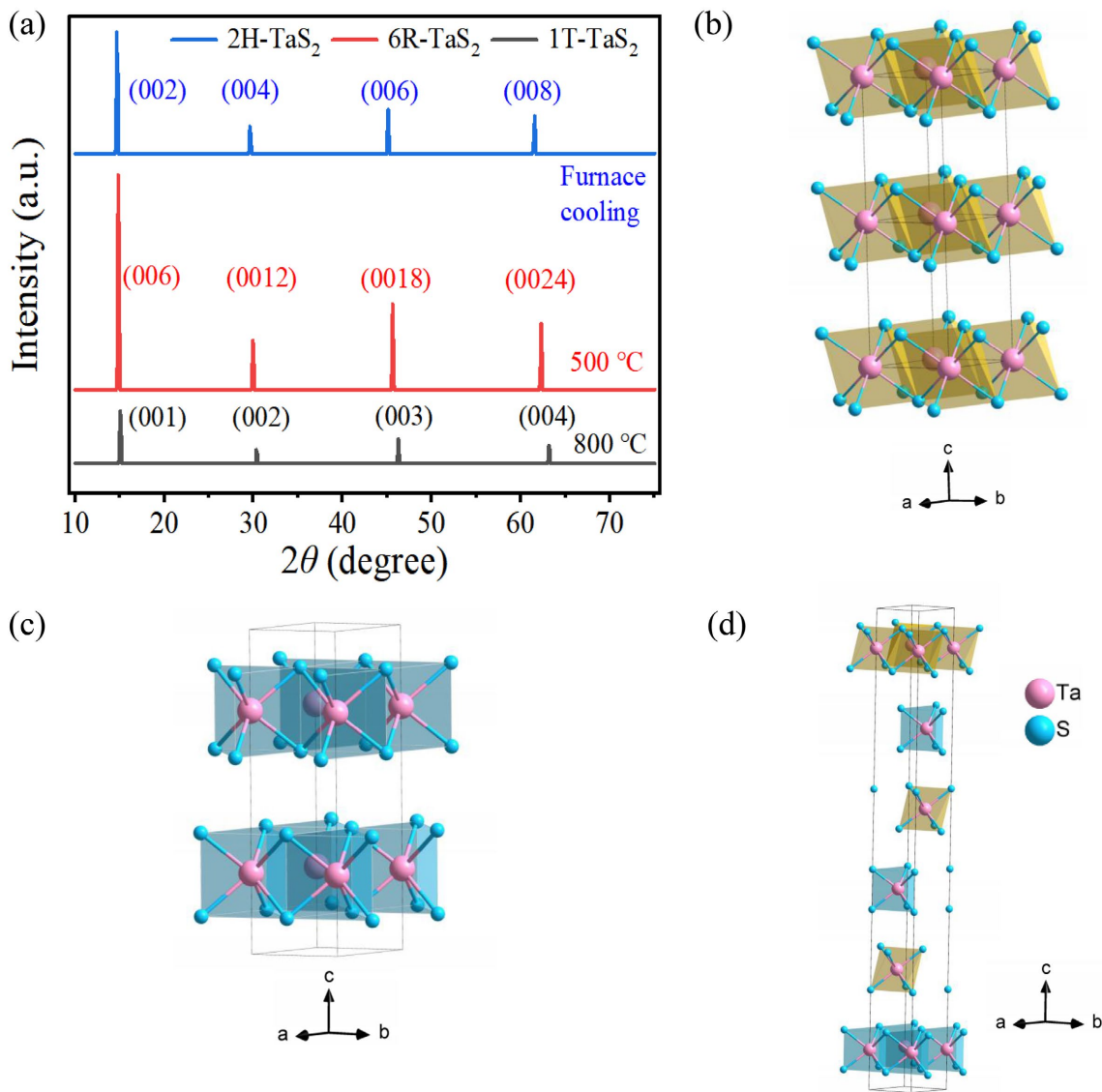


Figure 1. XRD patterns and crystal structures of different TaS_2 single crystals. (a) XRD patterns of different TaS_2 single crystals; (b) Schematic diagram of 1T- TaS_2 crystal structure; (c) Schematic diagram of 2H- TaS_2 crystal structure; (d) Schematic diagram of 6R- TaS_2 crystal structure

图 1. 不同 TaS_2 单晶 XRD 及晶体结构图。(a) 不同 TaS_2 单晶 XRD 图谱; (b) 1T- TaS_2 晶体结构示意图; (c) 2H- TaS_2 晶体结构示意图; (d) 6R- TaS_2 晶体结构示意图

为了验证各温度淬火样品的相纯度, 以及样品是否为单晶。我们对 500℃、800℃ 温度下淬火得到的 6R、1T 相样品以及炉冷的 2H 样品进行了 XRD 表征, 如图 1(a) 所示。不同相 TaS₂ 样品的单晶 XRD 图像中, XRD 2θ 扫描的尖峰可以用(00 l)平面进行索引, 表明单晶的晶面垂直于 c 轴, 并且没有其他杂峰。为了检测三种不同晶相 TaS₂ 的结晶质量, 我们也对样品进行了摇摆曲线的测试, 如图 2 所示, 800℃ 淬火得到的 1T 相 TaS₂ 的半高宽为 0.05; 500℃ 淬火得到的 6R 相 TaS₂ 的半高宽为 0.05; 炉冷得到的 2H 相 TaS₂ 的半高宽为 0.11, 都表明单晶质量较高。晶胞参数 c 的值可以通过布拉格定律得到, 根据布拉格公式计算的 c 值, 800℃ 淬火得到的 1T-TaS₂ 的 c 值为 5.888 Å。500℃ 淬火得到的 6R-TaS₂ 的 c 值为 35.8 Å。炉冷得到的 2H-TaS₂ 的 c 值为 12.063 Å。各个相 TaS₂ 的 c 值与其他文献中的都基本保持一致[30]-[32]。

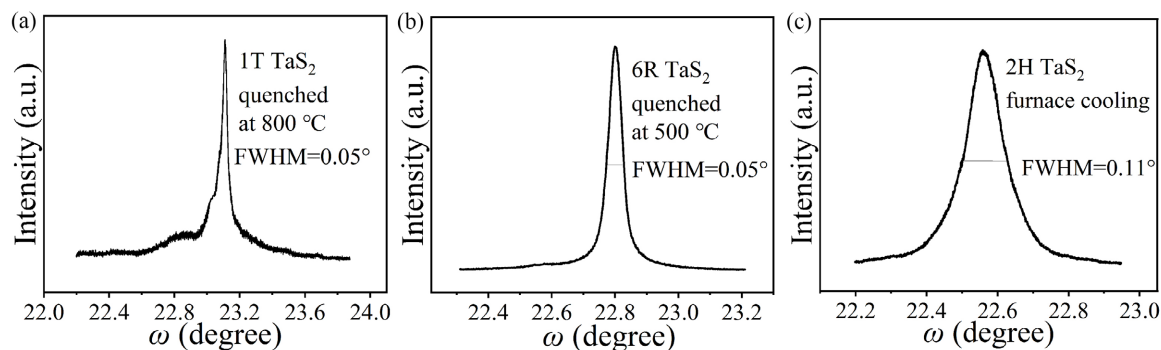


Figure 2. Rocking curves of different phases of TaS₂. (a) 1T-TaS₂ quenched at 800°C; (b) 6R-TaS₂ quenched at 500°C; (c) Furnace-cooled 2H-TaS₂

图 2. 不同相 TaS₂ 的摇摆曲线。(a) 在 800℃ 下淬火的 1T-TaS₂; (b) 在 500℃ 下淬火的 6R-TaS₂; (c) 炉冷的 2H-TaS₂

图 1(b)~(d) 分别从侧视图展示了 1T-TaS₂ 空间群为 $P3m1$ 、2H-TaS₂ 空间群为 $P6_3/mmc$ 、6R-TaS₂ 空间群为 $R3m$ 的晶体结构。从图 1(b) 可以看出, 每一层 1T-TaS₂ 由一个三角形的 Ta 原子晶格组成, 夹在顶部和底部的 S 原子三角形晶格之间。每个 Ta 原子由 S 原子在八面体上配位。如图 1(c) 所示, 在 2H 相中, Ta 原子与硫族 S 原子以三方棱柱形排列, 沿 c 轴方向堆叠有 S-Ta-S 层, 层内存在强共价键, 层间则呈现弱范德华相互作用。因此, 2H-TaS₂ 具有显著的二维特性。对于 6R-TaS₂ 是由六层交替堆叠的 1H 和 1T-TaS₂ 层组成, 见图 1(d)。

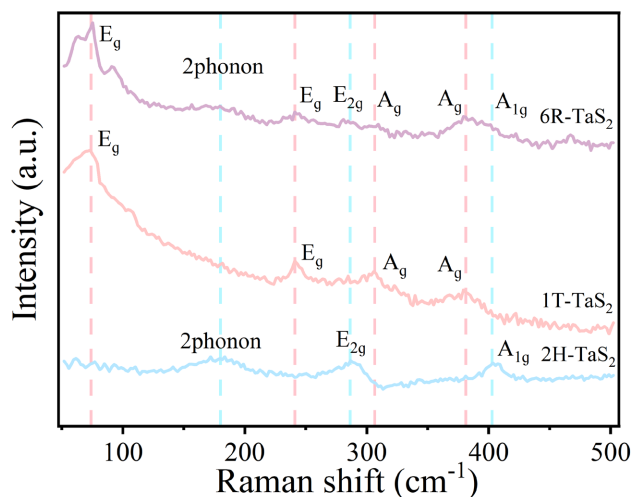


Figure 3. Raman spectra of 1T-TaS₂ quenched at 800°C, 6R-TaS₂ quenched at 500°C, and 2H-TaS₂ furnace cooled

图 3. 800℃ 淬火的 1T-TaS₂、500℃ 淬火的 6R-TaS₂ 以及炉冷的 2H-TaS₂ 拉曼图谱

为进一步确认这些样品晶体结构,我们对不同相的 TaS₂ 单晶进行了拉曼散射实验。通过使用 532 nm 激光在室温下激发获得的拉曼散射图谱,如图 3 所示。可以看出不同相 TaS₂ 的拉曼图谱有所差别,1T-TaS₂ 在较低频率(90 到 140 cm⁻¹ 之间)的明显拉曼峰是由声学分支产生的。更高频率的峰(在 200 到 400 cm⁻¹ 之间)来自光学声子[33]。2H-TaS₂ 拉曼图谱中,在 290 cm⁻¹ (E_{2g})和 404 cm⁻¹ (A_{1g})频率观察到两个显著的光学声子模态, E_{2g} 是面内振动模式, A_{1g} 是面外振动模式,这与之前的文献研究一致[34] [35]。180 cm⁻¹ 的双声子特征源自 CDW 波矢 $q_{\text{CDW}} \cong 2/3 \Gamma\text{M}$ 附近的声学和准声学模态的二阶散射,该模式在具有 CDW 相变的 2H 相化合物中很常见[36] [37]。将 6R 相 TaS₂ 的拉曼光谱图与 1T 相拉曼光谱图、2H 的拉曼光谱进行比较,显示 6R 样品中存在 1T 和 2H 相的特征。2H 样品显示典型的 E_{2g}、A_{1g}、180 cm⁻¹ 的峰值都出现在 6R 样品中[4]。另一方面,1T 样品中的拉曼峰在 6R 样品中也能观察到。有趣的是,6R 样品的低频峰相比 1T 相变得更清晰。

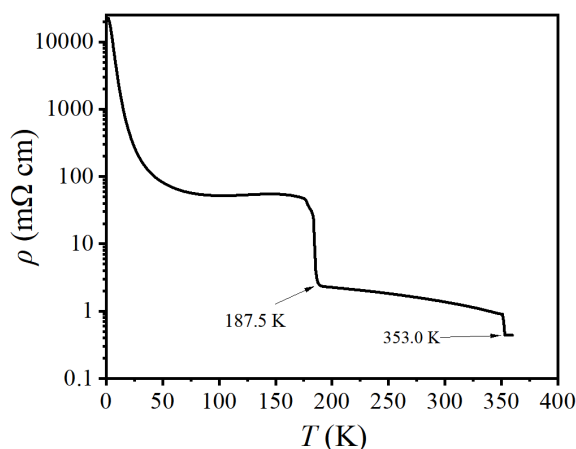


Figure 4. Relationship between resistivity of 1T-TaS₂ single crystal quenched at 800°C and temperature
图 4. 800°C 淬火的 1T-TaS₂ 单晶电阻率随温度变化关系

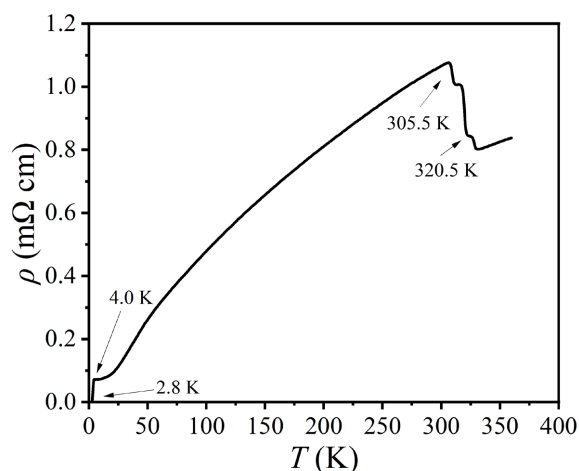


Figure 5. Relationship between resistivity of 6R-TaS₂ single crystal quenched at 500°C and temperature
图 5. 500°C 淬火的 6R-TaS₂ 单晶电阻率随温度变化关系

为了研究各个相的 TaS₂ 的输运性质,对各相的 TaS₂ 进行了电学和磁学输运性质的表征。我们首先研究了 800°C 淬火得到的 1T-TaS₂ 单晶样品的电阻率图像,如图 4 所示。从图中可以看出 800°C 淬火得到的 1T-TaS₂ 样品的两个电荷密度波转变温度为 353、187.5 K。353 K 是非公度电荷密度波向近公度电荷密度

波转变的温度, 187.5 K 是近公度电荷密度波向完全公度电荷密度波转变的温度, 这与其他文献中报道的电荷密度波转变温度基本保持一致[38]-[41]。

随着淬火温度的降低, 在 500°C 下淬火即可得到 6R-TaS₂ 单晶, 我们研究了淬火得到的 6R-TaS₂ 单晶电阻率随温度变化的关系, 如图 5 所示。6R 相的电荷密度波转变与 1T 相的类似, 其他文献的报道中 320 K 是非公度电荷密度波向近公度电荷密度波转变的温度, 305 K 是近公度电荷密度波向完全公度电荷密度波转变的温度。从图 5 中可以看出 500°C 淬火得到的 6R-TaS₂ 样品的两个电荷密度波转变温度为 320.5 K, 305.5 K, 这与其他文献中报道的电荷密度波转变温度基本保持一致[4]。此外, 由于 6R-TaS₂ 单晶在低温下具有超导性, 我们对其低温区的超导转变也着重展开了研究。从图 5 中可以看出 6R 相 TaS₂ 的零电阻温度为 2.8 K, 这与其他文献中的报道基本一致[42]。为验证 6R-TaS₂ 单晶的超导性, 我们测量了 6R-TaS₂ 的磁输运性质计算出超导体积分, 如图 6 所示, 6R-TaS₂ 的抗磁转变温度为 2.8 K, 与零电阻温度相一致, 超导体积分达 80%。

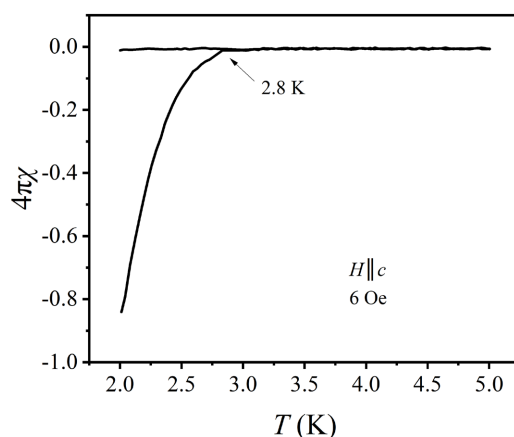


Figure 6. Volume fraction of 6R-TaS₂ single crystal superconductor quenched at 500°C

图 6. 500°C 淬火的 6R-TaS₂ 单晶超导体积分图

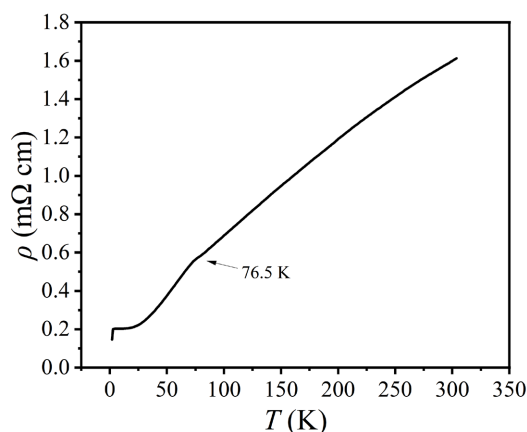


Figure 7. Resistivity of furnace-cooled 2H-TaS₂ single crystal as a function of temperature

图 7. 炉冷的 2H-TaS₂ 单晶电阻率随温度变化关系

对炉冷得到的 2H 相样品进行了电阻率随温度变化关系的研究, 如图 7 所示。从图 7 中可以看出炉冷得到的 2H-TaS₂ 样品的电荷密度波转变温度为 76.5 K, 这与其他文献中报道的电荷密度波转变温度基本保持一致[26]。

根据以上研究与分析可知：通过 TaS₂ 高温端 900 摄氏度、低温端 800 摄氏度输运生长 14 天后，低温生长端在 800℃ 下淬火得到 1T 相样品；在 500℃ 下淬火得到 6R 相样品；炉冷得到 2H 相样品。

4. 结论

本文通过使用化学气相输运法在 800℃~900℃ 输运温度下生成了 TaS₂ 单晶，并对生成的单晶在不同温度下进行淬火及炉冷处理，得到了不同相结构的 TaS₂ 单晶。表明了淬火温度对 TaS₂ 单晶相结构有所影响，揭示了淬火工艺在调控 TaS₂ 相结构方面的重要作用。从热力学角度看，1T 相因高电子熵和振动熵在高温下降低了吉布斯自由能而成为稳定相，而 2H 相凭借更低的焓在室温下是真正的基态；从动力学角度看，1T 到 2H 的转变需跨越势垒，其速率随温度下降呈指数衰减，因此淬火时极快的降温使原子来不及跨越势垒，将高温稳定的 1T 相“冻结”为室温亚稳态(动力学锁定)，而缓慢冷却则给予体系充分时间弛豫，在每个温度下都趋近自由能最低的相，最终平稳落入 2H 基态。6R 相是 1T 和 1H 交替堆垛形成的结构，它是 1T 向 2H 转变过程中的一个亚稳态中间相，在 500℃ 附近具有合适的形成窗口。实验表明，高温淬火有利于 1T 相形成，而炉冷下生成 2H 相，为一次性生长出不同相的 TaS₂ 提供了实验方案。

基金项目

中国国家自然科学基金(项目编号：12304181、12574178、11604201)、浙江省自然科学基金联合基金项目(项目编号：JHSZ26F040001)、金华市科技计划项目(项目编号：2025-4-186、2025-4-185)、浙江省教育厅科研基金(项目编号：Y202455408)。

参考文献

- [1] Han, G.H., Duong, D.L., Keum, D.H., Yun, S.J. and Lee, Y.H. (2018) Van der Waals Metallic Transition Metal Dichalcogenides. *Chemical Reviews*, **118**, 6297-6336. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00618>
- [2] Wang, Y.D., Yao, W.L., Xin, Z.M., Han, T.T., Wang, Z.G., Chen, L., *et al.* (2020) Band Insulator to Mott Insulator Transition in 1T-TaS₂. *Nature Communications*, **11**, Article No. 4215. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18040-4>
- [3] Tsutsumi, K., Ishihara, Y. and Suzuki, H. (1990) Superconductivity in a Layered Transition-Metal Dichalcogenide 2H-TaS₂. *Solid State Communications*, **74**, 1099-1101. [https://doi.org/10.1016/0038-1098\(90\)90718-q](https://doi.org/10.1016/0038-1098(90)90718-q)
- [4] Achari, A., Bekaert, J., Sreepal, V., Orekhov, A., Kumaravadeivel, P., Kim, M., *et al.* (2022) Alternating Superconducting and Charge Density Wave Monolayers within Bulk 6R-TaS₂. *Nano Letters*, **22**, 6268-6275. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.2c01851>
- [5] Wang, H., Jiao, Y., Meng, F., Zhang, X., Dai, D., Tu, C., *et al.* (2025) Evidence for Multiband Gapless Superconductivity in the Topological Superconductor Candidate 4Hb-TaS₂. *Physical Review Letters*, **135**, Article ID: 126002. <https://doi.org/10.1103/dl3p-mtbz>
- [6] Cho, D., Cheon, S., Kim, K., Lee, S., Cho, Y., Cheong, S., *et al.* (2016) Nanoscale Manipulation of the Mott Insulating State Coupled to Charge Order in 1T-TaS₂. *Nature Communications*, **7**, Article No. 10453. <https://doi.org/10.1038/ncomms10453>
- [7] Mattheiss, L.F. (1973) Band Structures of Transition-Metal-Dichalcogenide Layer Compounds. *Physical Review B*, **8**, 3719-3740. <https://doi.org/10.1103/physrevb.8.3719>
- [8] Liu, S.B., Tian, C., Fang, Y., Rong, H., Cao, L., Wei, X., *et al.* (2024) Nematic Ising Superconductivity with Hidden Magnetism in Few-Layer 6R-TaS₂. *Nature Communications*, **15**, Article No. 7569. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-51631-z>
- [9] de la Barrera, S.C., Sinko, M.R., Gopalan, D.P., Sivadas, N., Seyler, K.L., Watanabe, K., *et al.* (2018) Tuning Ising Superconductivity with Layer and Spin-Orbit Coupling in Two-Dimensional Transition-Metal Dichalcogenides. *Nature Communications*, **9**, Article No. 1427. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03888-4>
- [10] Nayak, A.K., Steinbok, A., Roet, Y., Koo, J., Margalit, G., Feldman, I., *et al.* (2021) Evidence of Topological Boundary Modes with Topological Nodal-Point Superconductivity. *Nature Physics*, **17**, 1413-1419. <https://doi.org/10.1038/s41567-021-01376-z>
- [11] Gao, J.J., Si, J.G., Luo, X., Yan, J., Jiang, Z.Z., Wang, W., *et al.* (2020) Origin of the Large Magnetoresistance in the

- Candidate Chiral Superconductor 4Hb-TaS₂. *Physical Review B*, **102**, Article ID: 075138. <https://doi.org/10.1103/physrevb.102.075138>
- [12] Fleming, R.M. and Coleman, R.V. (1977) Oscillatory Magnetotransport in the Layer Compounds 4Hb-TaS₂ and 2H-TaSe₂. *Physical Review B*, **16**, 302-315. <https://doi.org/10.1103/physrevb.16.302>
 - [13] Zhang, Z., Yang, P., Hong, M., Jiang, S., Zhao, G., Shi, J., *et al.* (2019) Recent Progress in the Controlled Synthesis of 2D Metallic Transition Metal Dichalcogenides. *Nanotechnology*, **30**, Article ID: 182002. <https://doi.org/10.1088/1361-6528/aaff19>
 - [14] Patra, C., Mondal, S., Mukherjee, R. and Nandakishora, Y. (2025) Advanced Synthesis and Unique Properties of 2D Transition Metal Dichalcogenides for Realizing Next-Generation Applications. *ACS Materials Au*, **5**, 745-766. <https://doi.org/10.1021/acsmaterialsau.5c00015>
 - [15] Yang, B., Sun, X., Li, X., Jiang, X., Yan, M., Zhao, B., *et al.* (2026) Tuning the Phase Transition of TaS₂ Polymorphs under High Pressure and High Temperature Conditions. *Journal of Materials Chemistry C*, **14**, 640-647. <https://doi.org/10.1039/d5tc02933c>
 - [16] Rajarajan, S. (2015) Synthesis of 1T-Tantalum (IV) Sulfide and Observation of Charge Density Wave Using Scanning Tunneling Microscopy. University of Illinois at Urbana-Champaign.
 - [17] Thompson, A.H. (1975) The Synthesis and Properties of 6R-TaS₂. *Solid State Communications*, **17**, 1115-1117. [https://doi.org/10.1016/0038-1098\(75\)90267-7](https://doi.org/10.1016/0038-1098(75)90267-7)
 - [18] Figueroa, E., Kuo, Y.K., Olinger, A., Lloyd, M.A., Bastin, L.D., Petrotsatos, S., *et al.* (1995) Physical Properties of 6R-TaS₂. *Journal of Solid State Chemistry*, **114**, 486-490. <https://doi.org/10.1006/jssc.1995.1073>
 - [19] Khellaf, A., Emrick, R.M. and Vuillemin, J.J. (1988) Slow Quenches of High-Quality Single Crystals of Platinum and Palladium. *Physical Review B*, **37**, 6717-6722. <https://doi.org/10.1103/physrevb.37.6717>
 - [20] Kawanishi, S., Togawa, S., Izunome, K., Terashima, K. and Kimura, S. (1995) Melt Quenching Technique for Direct Observation of Oxygen Transport in the Czochralski-Grown Si Process. *Journal of Crystal Growth*, **152**, 266-273. [https://doi.org/10.1016/0022-0248\(95\)00120-4](https://doi.org/10.1016/0022-0248(95)00120-4)
 - [21] McCallum, K., Alexander, W., Banan, M., *et al.* (2003) Process for Suppressing the Nucleation and/or Growth of Interstitial Type Defects by Controlling the Cooling Rate through Nucleation. U.S. Patent Application 10/430,483.
 - [22] Gao, J.J., Zhang, W.H., Si, J.G., Luo, X., Yan, J., Jiang, Z.Z., *et al.* (2021) Chiral Charge Density Waves Induced by Ti-Doping in 1T-TaS₂. *Applied Physics Letters*, **118**, Article ID: 213105. <https://doi.org/10.1063/5.0052240>
 - [23] Liu, Y., Ang, R., Lu, W.J., Song, W.H., Li, L.J. and Sun, Y.P. (2013) Superconductivity Induced by Se-Doping in Layered Charge-Density-Wave System 1T-TaS₂-xSe_x. *Applied Physics Letters*, **102**, Article ID: 192602. <https://doi.org/10.1063/1.4805003>
 - [24] Ni, S., Zhou, M., Lin, Z., Ruan, B., Li, Z., Zou, Z., *et al.* (2023) Crystal Growth, Superconductivity, and Charge Density Wave of Pristine and Pd-Intercalated 2H-TaS₂. *Physical Review B*, **108**, Article ID: 075103. <https://doi.org/10.1103/physrevb.108.075103>
 - [25] Fang, L., Wang, Y., Zou, P.Y., *et al.* (2005) Fabrication and Superconductivity of Na_xTaS₂ Crystals. *Physical Review B-Condensed Matter and Materials Physics*, **72**, Article ID: 014534.
 - [26] Liu, H., Huangfu, S., Zhang, X., Lin, H. and Schilling, A. (2021) Superconductivity and Charge Density Wave Formation in Lithium-Intercalated 2H-TaS₂. *Physical Review B*, **104**, Article ID: 064511. <https://doi.org/10.1103/physrevb.104.064511>
 - [27] Stojchevska, L., Vaskivskiy, I., Mertelj, T., Kusar, P., Svetin, D., Brazovskii, S., *et al.* (2014) Ultrafast Switching to a Stable Hidden Quantum State in an Electronic Crystal. *Science*, **344**, 177-180. <https://doi.org/10.1126/science.1241591>
 - [28] Freitas, D.C., Rodière, P., Osorio, M.R., *et al.* (2016) Strong Enhancement of Superconductivity at High Pressures within the Charge-Density-Wave States of 2H-TaS₂ and 2H-TaSe₂. *Physical Review B*, **93**, Article ID: 184512.
 - [29] Li, L.J., Lu, W.J., Liu, Y., Qu, Z., Ling, L.S. and Sun, Y.P. (2013) Influence of Defects on Charge-Density-Wave and Superconductivity in 1T-TaS₂ and 2H-TaS₂ Systems. *Physica C: Superconductivity*, **492**, 64-67. <https://doi.org/10.1016/j.physc.2013.06.002>
 - [30] Hagg, G. and Schonberg, N. (1953) X-Ray Studies of Sulfides of Titanium, Zirconium, Niobium, and Tantalum. *Arkiv för Kemi*, **7**, 371-380.
 - [31] Meetsma, A., Wiegers, G.A., Haange, R.J. and de Boer, J.L. (1990) Structure of 2H-TaS₂. *Acta Crystallographica Section C Crystal Structure Communications*, **46**, 1598-1599. <https://doi.org/10.1107/s0108270190000014>
 - [32] Villars, P. and Cenzual, K. (2012) TaS₂ Crystal Structure: Datasheet from “Pauling File Multinariesed-2012”. Springer-Materials. Springer-Verlag, Material Phases Data System (MPDS), National Institute for Materials Science (NIMS). https://materials.springer.com/isp/crystallographic/docs/sd_0549085
 - [33] Mahajan, M., Murali, K., Kawatra, N. and Majumdar, K. (2019) Gate-Controlled Large Resistance Switching Driven by

- Charge-Density Wave in 1T-TaS₂/2H-MoS₂ Heterojunctions. *Physical Review Applied*, **11**, Article ID: 024031. <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.11.024031>
- [34] Zhang, K., Cao, Z.Y. and Chen, X.J. (2019) Effects of Charge-Density-Wave Phase Transition on Electrical Transport and Raman Spectra in 2H-Tantalum Disulfide. *Applied Physics Letters*, **114**, Article ID: 141901. <https://doi.org/10.1063/1.5086951>
- [35] Joshi, J., Hill, H.M., Chowdhury, S., Malliakas, C.D., Tavazza, F., Chatterjee, U., *et al.* (2019) Short-Range Charge Density Wave Order in 2H-TaS₂. *Physical Review B*, **99**, Article ID: 245144. <https://doi.org/10.1103/physrevb.99.245144>
- [36] Silva, C.C., Dombrowski, D., Samad, A., Cai, J., Jolie, W., Hall, J., *et al.* (2021) Structure of Monolayer 2H-TaS₂ on Au(111). *Physical Review B*, **104**, Article ID: 205414. <https://doi.org/10.1103/physrevb.104.205414>
- [37] Zhao, R., Grisafe, B., Ghosh, R.K., Holoviak, S., Wang, B., Wang, K., *et al.* (2018) Two-Dimensional Tantalum Disulfide: Controlling Structure and Properties via Synthesis. *2D Materials*, **5**, Article ID: 025001. <https://doi.org/10.1088/2053-1583/aaa104>
- [38] Thompson, A.H., Gamble, R.F. and Revelli, J.F. (1971) Transitions between Semiconducting and Metallic Phases in 1-T TaS₂. *Solid State Communications*, **9**, 981-985. [https://doi.org/10.1016/0038-1098\(71\)90444-3](https://doi.org/10.1016/0038-1098(71)90444-3)
- [39] Wilson, J.A., Di Salvo, F.J. and Mahajan, S. (1975) Charge-Density Waves and Superlattices in the Metallic Layered Transition Metal Dichalcogenides. *Advances in Physics*, **24**, 117-201. <https://doi.org/10.1080/00018737500101391>
- [40] Fazekas, P. and Tosatti, E. (1979) Electrical, Structural and Magnetic Properties of Pure and Doped 1T-TaS₂. *Philosophical Magazine B*, **39**, 229-244. <https://doi.org/10.1080/13642817908245359>
- [41] Endo, T., Nakao, S., Yamaguchi, W., Hasegawa, T. and Kitazawa, K. (2000) Influence of CDW Stacking Disorder on Metal-Insulator Transition in 1T-TaS₂. *Solid State Communications*, **116**, 47-50. [https://doi.org/10.1016/s0038-1098\(00\)00262-3](https://doi.org/10.1016/s0038-1098(00)00262-3)
- [42] Pal, S., Bahera, P., Sahu, S.R., Srivastava, H., Srivastava, A.K., Lalla, N.P., *et al.* (2023) Charge Density Wave and Superconductivity in 6R-TaS₂. *Physica B: Condensed Matter*, **669**, Article ID: 415266. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2023.415266>