



## 新闻动态

现在位置：[首页](#) > [新闻动态](#) > [科研动态](#)

- 所内新闻
- 科研动态
- 综合新闻
- 项目通知
- 通知公告
- 图片新闻

中国科学院物理研究所  
北京凝聚态物理国家实验室

EX5组供稿

第40期

2013年08月22日

## 高压调控的拓扑绝缘体和拓扑超导体研究新进展

拓扑绝缘体是近年来凝聚态物理的研究热点之一，它作为物质的一种新的量子态，与普通绝缘体一样能谱具有体能隙，但表面态却是金属性的。这种金属性受到时间反演不变性的保护，与表面的具体形貌无关，只和全局拓扑属性相关。人们相继在 $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 理论预期和实验验证了3维拓扑态的存在。与拓扑绝缘体类似的还有拓扑超导体，这类材料的块材与普通超导体一样具有超导配对能隙，但在表面上可能存在一类新的准粒子Majorana费米子，它相当于Dirac费米子的“一半”，它的反粒子即它本身，这一类准粒子所遵循的非Abel属性可用于量子计算中。

最早关于拓扑超导体的实验研究来自于向拓扑绝缘体材料 $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 的层间掺入Cu，诱导产生超导电性。随后中科院物理所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）极端条件实验室新常青研究组和理论室方忠研究组密切合作，应用综合高压原位实验条件，在非掺杂的拓扑绝缘体材料 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 的常压结构中诱导出了超导电性，这个结果开启了运用物理手段研究拓扑超导体的另一条途径。（Proc. Natl Acad. Sci. (PNAS) 108, 24 (2010)）

最近新常青研究组对拓扑绝缘体材料 $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 的结构、电学性质及拓扑性质随压力的演化进行了系统的研究，博士研究生朱洁、张俊良、孔盼盼等的实验结果表明， $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 在4GPa以上就出现超导电性；相应结构实验表明，第一个高压结构相变的压力点在12.9GPa以上，所以 $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 的常压相结构中就存在超导电性。不同压力的霍尔电压结果测量表明，在7.5GPa存在一个电子结构相变，载流子从p型变为n型。和方忠研究组合作，根据理论计算结果， $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 在6.9GPa高压下能带仍然具有稳定的Dirac圆锥结构，表明在7.5GPa以下压力的超导性与拓扑性相关。假设体态在高压下的超导为S波超导体，近邻效应将使拓扑绝缘体的表面态变为超导的表面态，表面态的这种超导电性和轮廓分明的Dirac圆锥可能与p+ip波函数对称性拓扑相关。

这一研究结果发表在2013年6月的Scientific Reports (Scientific Reports 3 : 2016(2013))上。本工作得到科技部重大科学研究计划、基金委重大国际合作和重大研究计划的资助。

相关参考文献：

- 1、J. L. Zhang, S. J. Zhang, H. M. Weng, W. Zhang, L. X. Yang, Q. Q. Liu, S. M. Feng, X. C. Wang, R. C. Yu, L. Z. Cao, L. Wang, W. G. Yang, H. Z. Liu, W. Y. Zhao, S. C. Zhang, X. Dai, Z. Fang, C. Q. Jin, "Pressure-induced superconductivity in topological parent compound  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ", Proc. Natl Acad. Sci. (PNAS) 108, 24 (2010) & its supporting information (链接)
- 2、J. Zhu, J. L. Zhang, P. P. Kong, S. J. Zhang, X. H. Yu, J. L. Zhu, Q. Q. Liu, X. Li, R. C. Yu, R. Ahuja, W. G. Yang, G. Y. Shen, H. K. Mao, H. M. Weng, X. Dai, Z. Fang, Y. S. Zhao, C. Q. Jin, "Superconductivity in Topological Insulator  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  Induced by Pressure" Scientific Reports 3 : 2016(2013) (链接)

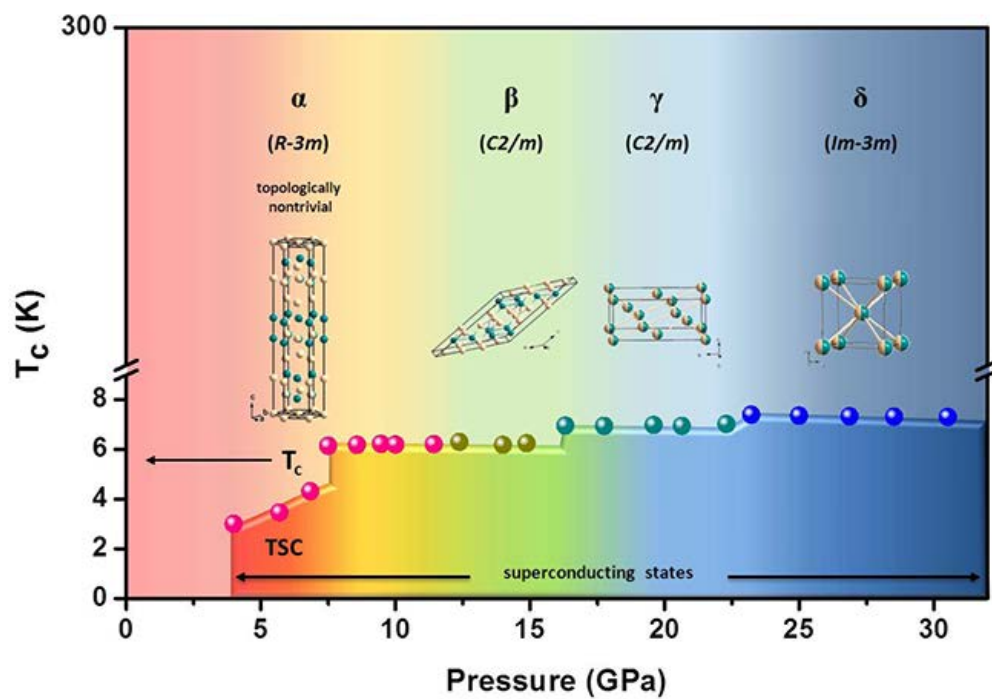


图1  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 单晶在高压的超导相图。

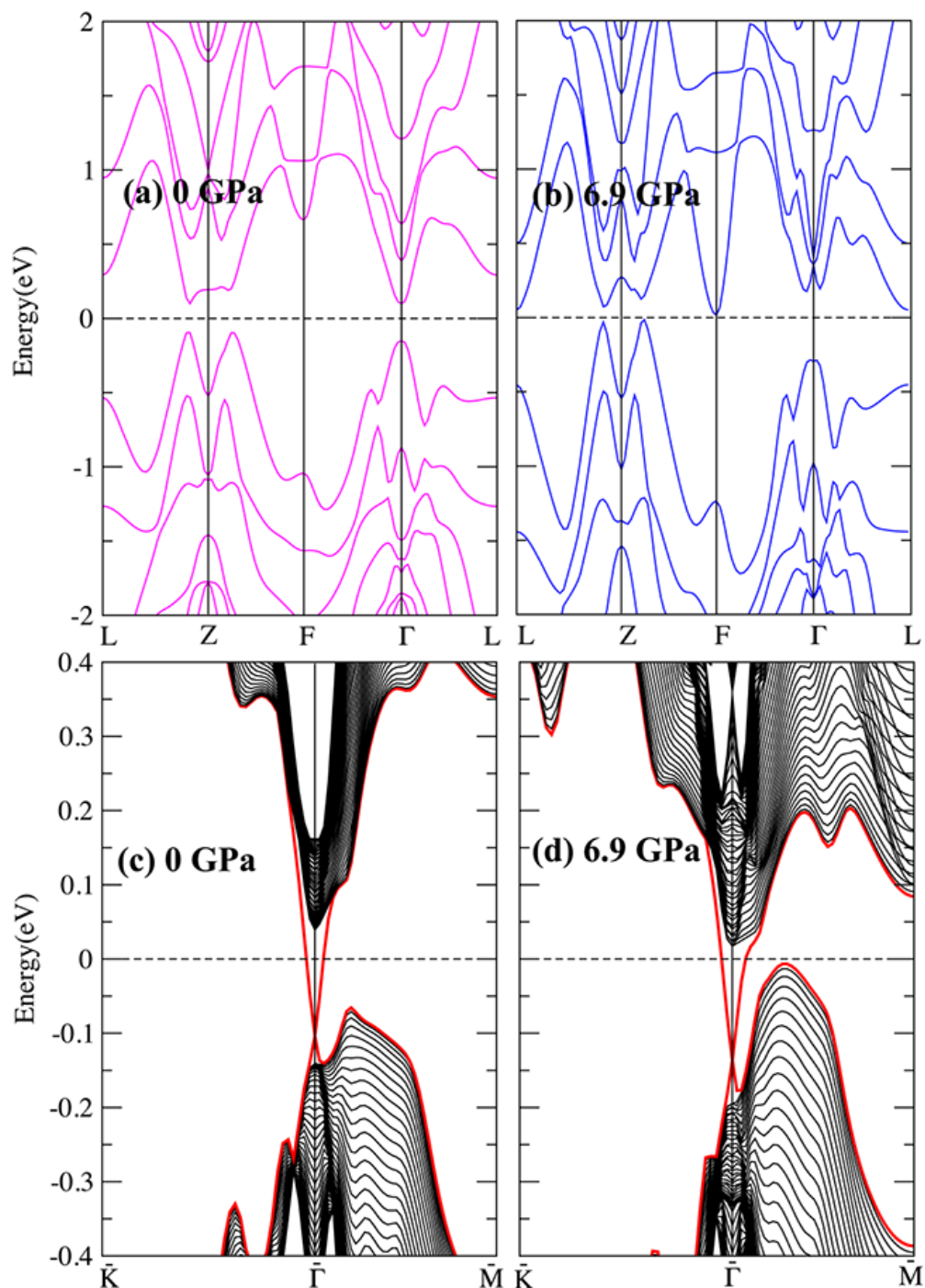


图2  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 在0GPa（左侧）和6.9GPa（右侧）压力下的体能带（上图）和111表面态（下图）

» 附件列表:

[下载附件»](#) Pressure-induced superconductivity in topological parent compound  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$

[下载附件»](#) Superconductivity in Topological Insulator  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  Induced by Pressure