

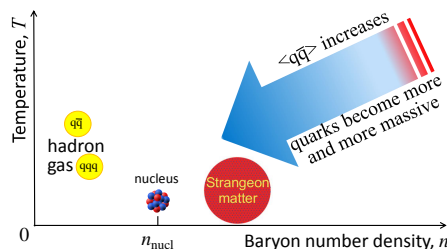
夸克禁闭否？

徐仁新 (Renxin Xu)
北京大学物理学院
北京 100871
Email: r.x.xu@pku.edu.cn

围着五百米望远镜晨练时，意识到拧紧一颗螺钉、记录一比特数据等琐碎对于认识自然界若干基本问题都是关键的，总会由衷地感到欣慰和神圣。这里我想说说夸克“色禁闭”；它据信是正确的（尽管未被证明），也跟FAST有因缘。

发现Higgs粒子后的粒子物理标准模型（特别是容纳中微子非零质量的推广）以及发现引力波后的广义相对论，如今越来越得到人们的信任。在这个框架内存在三种基本作用：广义相对论描述引力、WSG理论描述电弱作用、QCD描述强力，其中仅后两者为量子化理论。相应地，自然界也普遍存在三类凝聚态物质：**引力物质**（如星系、星系团，因引力而束缚）、**电物质**（如白矮星、砸牛顿的苹果以及牛顿本人）、**强物质**（原子核、中子/奇子星¹）。脉冲星由强物质组成，它们是FAST关键观测目标之一。依靠FAST来拓展人类对强物质的认识，值得期待！

下面谈谈夸克禁闭。鉴于QCD的反屏蔽性，夸克在低能标（温度和密度都较低）时耦合较强、局域于某些系统（如强子、奇子）内，而在高能标（温度或密度较高）时因较弱耦合而非局域。后者是渐近自由的体现，在QCD范畴内被证明。这里似看不到“色禁闭”之必要。Qiu & Xu (2006) 也认为天体尺度下可能更易于出现带色的客体。有别于Xu (2003) 的**奇子相**（那里手征破缺），McLerran & Pisarski (2007, Nucl. Phys. A796, 83) 推测：当手征恢复但夸克还禁闭时将显**quarkyonic相**。这一看法笃信色禁闭。诚然，脉冲星是奇子物质还是quarkyonic物质所构成，都有迥异的天文观测后果。换言之，天体物理或可回答“夸克色禁闭否”。下图为我们猜测的QCD相图，这里不存在夸克色禁闭。



¹鉴于这两种粒子（奇子和中子）都是近电中性，奇子星亦可看作广义的中子星，只是实现电中性的途径有异。前者基于三味夸克、后者则基于两味，目的都是“吃”掉常规重子物质被引力压缩时而不得不变得“高能”的众多电子（因受Pauli原理所约束）。参见FPS5文集22页。