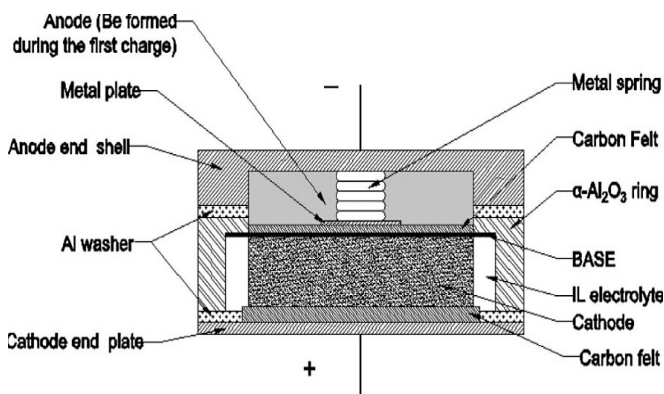


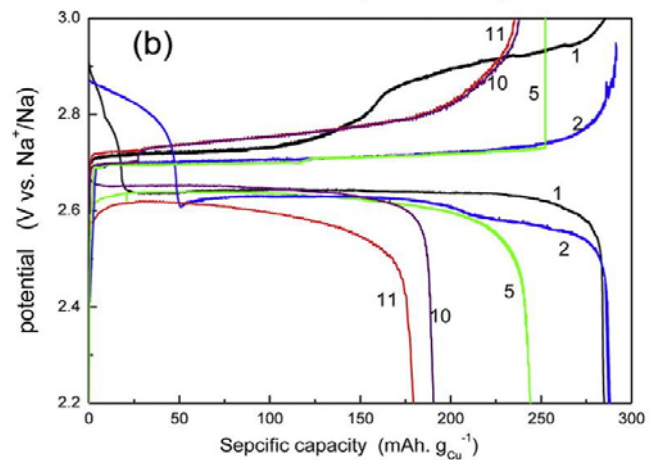
## 中低温 ZEBRA 电池的国内外研究现状及南京工业大学材料学院相关研究进展

ZEBRA (Zeolite Electrolyte battery research activity) 电池是以钠离子导体 $\beta''$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 为固体电解质,  $\text{MCl}_2$ 和熔融金属钠分别为正负极的一种新型绿色高能二次电池, 具有低成本、高安全性、高比能量和耐充过放等优点。可其较高的工作温度 (300-350 $^\circ\text{C}$ ) 阻碍了其规模利用。目前科学家们对降低其工作温度展开了系列研究, 美国太平洋西北国家实验室 (PNNL) Xiaochuan Lu课题组先后在Nature Communications(2014)5:4578; Journal of Power Sources (2014)249:414-417, (2013)227:94-100, (2012)215:288-295, (2012)220:193-198; Energy & Environmental Science (2013)6: 299-306, 1837-1843; Journal of Materials Chemistry A (2013)1: 14935-14942; Chemical Review (2011)111:3577-3613 等期刊上发表了系列文章, 论述了中低温ZEBRA的可行性, 并进行了大量成功的尝试。

南京工业大学材料学院杨晖老师课题组在ZEBRA电池关键材料 $\beta''$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 固体电解质以及电池中低温化上也开展了大量研究, 相关研究成果发表在Journal of Power Sources(2014)272987-990; Electrochimica Acta(2014)136:250-256; Ceramics International(2014)40: 9055-9060; Journal of Alloy and Compounds(2013)563:176-179, (2011)509:6222-6226, (2010)497:295-299。在最新JPS报导中, 课题组开发由三氯化铝氯化 1-乙基-3-甲基咪唑、氯化钠组成的阴极电解液 (电导率 0.247  $\text{S cm}^{-1}$ , 电化学窗口 -2.16~2.18 vs  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ ), 与 500 $\mu\text{m}$ 厚度的 $\beta''$ -铝酸盐固体电解质装配成钠-氯化铜电池, 该Zebra电池可以在 150 摄氏度下运行, 放电平台 2.64V, 比容量 285 $\text{mAh g}^{-1}$ 。该中温电池展现了 750 $\text{mWh g}^{-1}$ 的能量密度, 达到了传统高温Zebra电池的水准 (728-785  $\text{mWh g}^{-1}$ ), 高于商业化锂离子电池的能量密度 (550-580  $\text{mWh g}^{-1}$ )。



平板电池示意图



电池在 150 $^\circ\text{C}$ 下的充放电示意图