

## ITER TF 68kA高温超导电流引线通过5K低温大电流测试

继2015年1月中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所完成国际热核聚变实验堆计划（ITER）中CC 10kA高温超导电流引线原型件研制和测试后，6月26日至7月13日，由等离子体所一室承担的ITER大型超导馈线系统采购包再传捷报：TF 68kA高温超导电流引线原型件成功通过全电流68kA稳态和75kA过流运行。

测试结果表明：高温超导电流引线的50K氦气冷却流量需求约为0.068g/s/kA，优于ITER设计要求的0.071g/s/kA；5K端接头电阻小于 $0.2 \pm 0.1$ 纳欧姆，优于设计要求的2纳欧姆。TF 68kA高温超导电流引线原型件成功通过测试与性能验证，标志着等离子体所全面掌握这种超大电流高温超导电流引线的设计研发、制造和测试的一整套核心技术，同时也为大电流高温超导电流引线系列件的生产定型铺平了道路。来自法国ITER组织的Seungje.Lee博士、英国南安普顿大学的Y.Yang教授等参加了此次现场测试工作。此外，本次测试还首次在ITER和南安普顿大学同步设置了两个实时测试系统，使远在ITER和南安普顿大学的电流引线专家均能远程参与和见证等离子体所68kA、75kA的通电测试工作。

高温超导电流引线是ITER大型超导磁体馈线系统（FEEDER）采购包中的核心部件之一。涉及超导、低温、真空、机械工艺、测控、电源等多学科的复杂系统项目。ITER TF 68kA高温超导电流引线由一室负责设计、聚能公司负责加工制造。其设计涉及多学科知识，需要满足深低温、高真空、高电压绝缘、低热负荷、低超导接头电阻等各方面工作要求，设计计算挑战大，制造工艺复杂，质量等级要求高（ITER质量等级1级部件）。该研发团队成功解决了精确温控真空钎焊、超导材料多温度梯度焊接、异种性能材料电子束焊接、复杂换热器与长行程薄壁套筒加工、精密装配等关键技术问题。在ITER国际组织和其委托的第三方BV公司的全程现场质量见证下，一室与聚能公司相关技术、质量控制人员严格控制每个环节过程质量，历时近一年完成部件的制造和装配工作，于6月中旬运达低温超导测试大厅进行低温电性能测试准备工作。

在所领导关心支持下，一室科研技术人员日夜攻关，依托科聚低温、美科、二室、八室、ITER磁体部等相关工程技术人员的通力合作，克服重重困难，完成CODAC互锁系统与传统CODAC、快速控制、失超保护系统等多系统集成与调试。并采用ITER TF超导馈线的CTB SBB原型件壳体作为TF电流引线原型件的真空和低温容器，提供了类似于ITER的真实运行环境，使实验期间的真空容器达到 $1E-5$ Pa水平，冷屏温度低于90K。耗时三周，执行TF高温超导电流引线原型件共计8大测试项目，21个测试子项目的测试工作，使本轮低温性能实验取得了成功。获得的第一手实验数据将为高温超导电流引线系列件运行提供重要参考。

本次测试也是80kA电源铝母排桥架第一次75kA电流通电一个小时以上测试检验。大电流测试过程中，母排的温升在设计范围内，为下一步ITER系列件的测试通电奠定条件。测试中900W@4.5K氦低温系统长时间稳定运行，也为TF原型件稳定通电做出重要贡献。

近年来，等离子体所已先后完成13对EAST 14kA高温超导电流引线，ITER 10kA、52kA、68kA高温超导电流引线试验件，俄罗斯国家核子研究所多批12kA和6kA的高温超导电流引线，强磁场16.5kA高温超导电流引线，CC 10kA高温超导电流引线原型件等研制任务，标志着研究所全面掌握了超大电流容量高温超导电流引线的设计、研发制造和测试的一整套核心技术。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/80255.html>