

工作简报

2013 年第 6 期（总第 24 期）

2013 年 8 月 26 日

刊发联盟成员单位来稿（第7期）

为实现联盟成员单位的有效沟通，同时介绍联盟成员单位的相关情况，联盟工作简报已先后刊发了哈尔滨汽轮机厂、西安热工研究院有限公司、中国钢研科技集团有限公司、上海汽轮机厂、东方汽轮机厂的投稿，介绍了各单位在700℃超超临界燃煤发电技术方面开展的工作和取得的进展。本期刊发的是中国科学院金属研究所的来稿。

中科院金属所全面推进700℃超超临界机组耐热材料的研制工作

700℃超超临界燃煤发电机组的关键技术之一是高温合金材料。欧美日正在研发多种类型的高温合金材料，但尚待定型。研制具有自主知识产权、成本低、高性能的高温合金材料，以满足我国700℃超超临界燃煤机组的需求，已成为中科院金属所高温材料工作者的新使命。目前，中科院金属所在前期工作基础上正在开展多种新型高温合金的研制，包括过热器/再热器和集箱等用GH984G合金，汽轮机高中压转子材料GH2107合金，汽轮机叶片和螺栓用GH4413合金，汽缸和阀门等大型铸件用K984G合金等。上述四种材料已通过联盟技术委员会的耐热材料总体方案评议，成为我国700℃超超临界机组的候选材料，也将因具有我国自主知识产权而成为国际业界的关注对象。



图1 中科院金属所的高温合金材料制备设备及持久蠕变试验机

GH984G合金是某型舰船锅炉过热器管材GH984合金的改进型材料，得到863计划的经费支持。考虑到700℃超超临界锅炉与舰用锅炉的工作条件差别大，一方面应对GH984原合金进行成分优化，进一步提高使用性能，补充测试长期性能等数据；另一方面，要研究大尺寸管材的制备技术及焊接技术。在过去两年中，中科院金属所课题组开展了大量的试验工作，并取得了显著的工作成效。为完成合金成分的优化，课题组采用25kg真空感应炉冶炼了30余炉合金锭，并采用500kg真空感应炉熔炼了1炉母合金。通过关键主成分的调整，结合自主研发的微合金化技术，并优化热处理工艺，将合金热稳定性提高50℃以上，同时，700℃高温持久寿命成倍提高，为满足10万小时、100MPa持久强度的指标要求提供了保障。目前，长期时效处理

时间达到15000小时，持久试验的最长时间达到5500小时（仍在进行中）。GH984G改进合金保持了GH984原合金的优点，将是我国自主研发的、具有国际竞争力的700℃超超临界锅炉用高温合金材料，正在申请发明专利。近期，中科院金属所和宝钢特钢公司合作，已启动小口径和大口径GH984G管材的工程化试制工作。此外，GH984G合金的焊接材料和工艺，以及K984G铸造合金的研究工作也在顺利进行中。



图2 实验室规模的GH984G合金锭的开坯锻造

GH2107合金是中科院金属所与兄弟单位早年共同研制的一种低成本铁镍基高温合金，具有良好的塑性、韧性和疲劳性能，以及优异的700℃长期持久性能，在700℃/196MPa条件下持久断裂时间达31800小时，是截止目前国内进行单支持久试验最长的高温合金试样，700℃，十万小时的外推持久强度达到165MPa。目前，课题组正在进一步开展成分优化工作，以提高合金的综合性能（特别是焊接性能），为我国700℃汽轮机高中压转子提供材料保障。

GH4413合金是中科院金属所近年来研制的一种不含钴的镍基变形高温合金，具有良好的综合性能和组织稳定性，已用于制作长期工作于海洋环境下的舰船燃气轮机中大尺寸涡轮工作叶片零件，使用温度不大于850℃。

材料技术标准 Q/KJ.J02.15 2003 《GH4413镍基高温合金热轧棒材》。该合金的高温持久强度超过国外的Waspaloy合金。经800~900℃长期时效10000小时后，无TCP相析出，表现出良好的热稳定性。目前，课题组针对700℃超超临界汽轮机叶片的工况要求，正在对GH4413合金补充相关性能数据。



图3 GH4413热轧棒材及模锻叶片毛坯件

在上述材料研制过程中，中科院金属所材料研制课题组与特钢厂（宝钢特钢、东北特钢）、锅炉厂（东锅、上钢、哈锅）、西安热工院等单位技术人员一直保持密切交流。材料研制课题组秉持务实创新精神，期望上述自主研制的高温合金材料能够凭优良的综合性能在我国700℃超超临界机组中占据重要位置。

（信息来源：中国科学院金属研究所）