

中国核工业勘察设计协会

《压水堆核电厂屏蔽主泵水润滑轴承石墨材料》

团体标准编制说明

一、工作简况

在国家科技重大专项《CAP1400 屏蔽电机主泵研制》实施过程中，主泵用推力轴承（如图 1）避开美国摩根碳石墨，选用了德国顺克碳石墨材料作为水润滑轴承的瓦面材料（如图 2），并通过了样机全流量台架的工程及耐久试验考核，解决示范工程的项目应用问题。在摩擦副材料选择过程中，也筛选过 M191G、TF330 等国产碳素材料，但在大尺寸轴承试验阶段出现不满足耐磨和润滑等要求的状态。国内电碳行业近年来有了一定进步，有必要继续基于 CAP1400 重大专项形成的研究验证体系，进一步开展碳石墨国产化的新一轮材料应用研究工作，碳石墨材料的国产化解决，对提高 CAP 机型设备自主化水平，推动我国电碳行业的高寿命石墨技术有较大技术和安全意义。

石墨是实现主泵国产化最为关键的材料之一，已列为国家专项攻关技术。鉴于轴承石墨材料依赖进口的状况及中美贸易战背景，主泵中个别关键部件、材料的供货安全危机已经逐渐显现，部分项目所需的轴承石墨材料已被美国政府限制使用，如果因为政治、经济或其他因素影响，导致摩根和顺克轴承石墨材料不能进口，将严重影响 AP、CAP 系列主泵的制造及交付，危及整个核电站项目实施。同时，能源局[2020]81 号文《核电技术提升行动计划攻关责任清单》中也要求进行主泵轴承石墨材料的国产化攻关。为保证 AP、CAP 系列主泵轴

承石墨材料的稳定供应，响应和落实能源局下达的任务要求，在加快对轴承石墨材料开展专门研制同时，有必要制定团体标准，以指导和规范轴承石墨材料的研制。

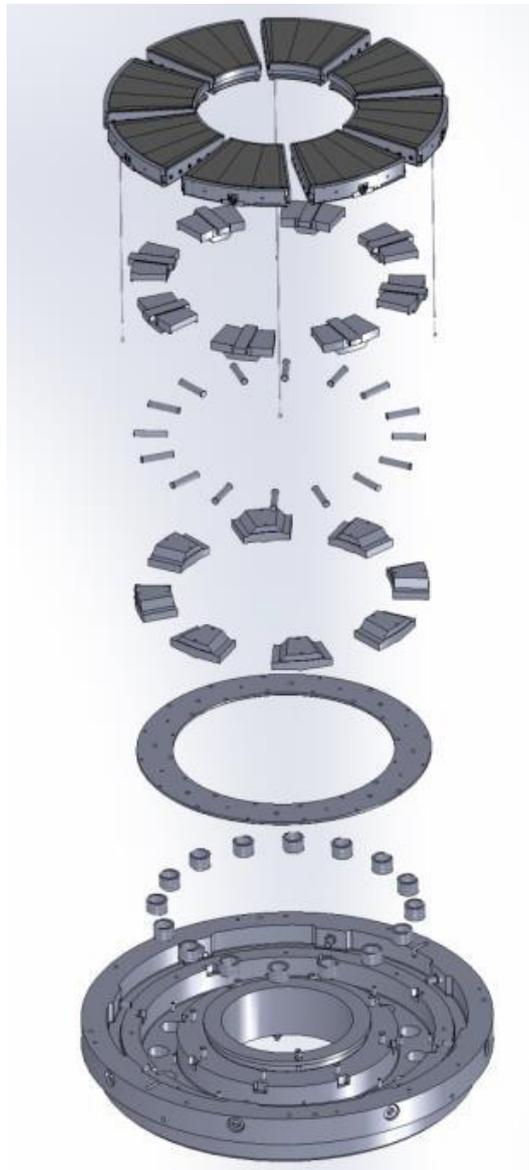


图 1 水润滑推力轴承爆炸图

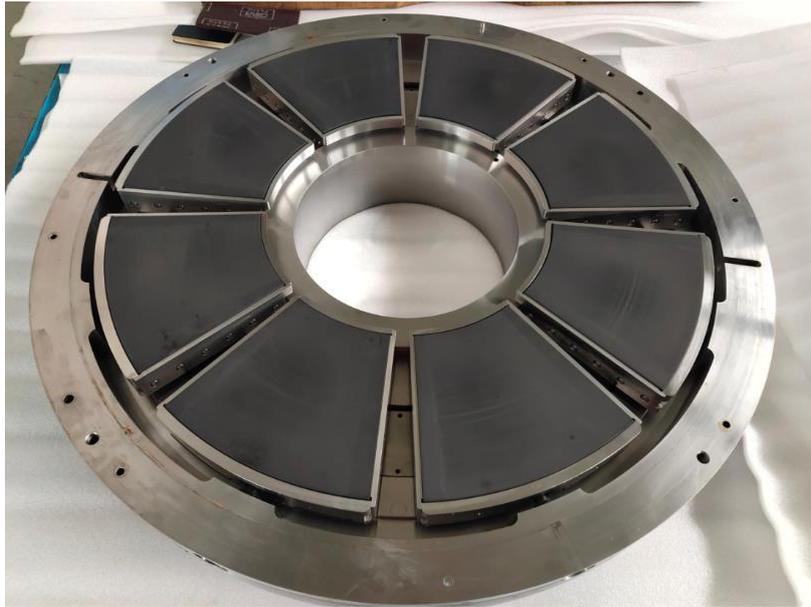


图 2 水润滑轴承石墨瓦

2023 年 3 月 27 日,中国核工业勘察设计协会下达团标立项通知,上海核工程研究设计院股份有限公司(以下简称“上海核工院”)牵头,哈尔滨电碳厂有限责任公司(以下简称“哈碳”)、哈尔滨电气动力装备有限公司(以下简称“哈动装”)参与,共同编制《压水堆核电厂屏蔽主泵水润滑轴承石墨瓦材料标准》团体标准。

上海核工程研究设计院股份有限公司前期对压水堆核电厂水润滑轴承石墨材料的国内外发展状况进行了初步调研,并牵头制定了标准编制大纲。

2023 年 11 月 24 日,中国核工业勘察设计协会组织行业内专家进行标准编制大纲进行了评审,会议同意大纲通过评审。并提出了相关意见和建议。

主要起草人如下表 1 所示。

表 1 主要起草人

序号	姓名	编写组职务及分担的任务	所在单位
1.	周文霞	负责人、主要编制人	上海核工程研究设计院股份有限公司
2.	钟云	参与编写	上海核工程研究设计院股份有限公司
3.	刘文丰	参与编写	哈尔滨电碳厂有限责任公司
4.	张龙源	参与编写	上海核工程研究设计院股份有限公司
5.	邱健	参与编写	上海核工程研究设计院股份有限公司
6.	索文旭	参与编写	哈尔滨电气动力装备有限公司
7.	夏迪	参与编写	上海核工程研究设计院股份有限公司
8.	吕向平	参与编写	哈尔滨电气动力装备有限公司
9.	刘晓强	参与编写	上海核工程研究设计院股份有限公司
10.	王伟光	参与编写	哈尔滨电气动力装备有限公司
11.	杨永华	参与编写	上海核工程研究设计院股份有限公司
12.	殷景峰	参与编写	哈尔滨电碳厂有限责任公司
13.	王雨晨	参与编写	哈尔滨电碳厂有限责任公司

二、标准编制原则和主要内容

本标准编制的依据是国家现行的石墨材料及检测相关标准法规、石墨材料相关的科研课题成果及工程实践经验反馈等。主要参考的标准规范如下：

JB/T 8133.1—2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 1 部分：试样加工技术规定。

JB/T 8133.3-2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 3 部分：洛氏硬度。

JB/T 8133.4-2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 4 部分：肖氏硬度。

JB/T 8133.7-2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 7 部分：抗折强度。

JB/T 8133.8-2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 8 部分：

抗压强度。

JB/T 8133.14—2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 14 部分：体积密度。

JB/T 8133.15-2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 15 部分：气孔率。

JB/T 8133.18—2013 电炭制品物理化学性能试验方法第 18 部分：线膨胀系数。

HB 5367.10-1986 碳石墨密封材料摩擦性能试验方法。

GB/T 3074.2-2008 石墨电极弹性模量测定方法。

GB/T 3074.4-2016 石墨电极热膨胀系数(CTE)测定方法

GB/T 10297-2015 非金属固体材料导热系数的测定热线法

GB/T 22588-2008 闪光法测量热扩散系数或导热系数。

ASTM G48-2011 使用氯化铁溶液测定不锈钢和相关合金抗针孔和隙缝腐蚀的标准试验方法

本标准主要内容包括如下章节。

（1）范围

规定本标准的主要内容和适用范围，即明确了本标准适用于水润滑轴承石墨材料的制造、检验和试验。

（2）规范性引用文件

规定本标准引用的标准，如 JB/T 8133 电炭制品物理化学性能试验方法等。

（3）功能要求

规定石墨材料的部件分级、经历的工况及瞬态、环境条件、摩擦副、寿命要求。

（4）材料成分要求

规定石墨材料的化学成分、性能要求、对有害成分的要求。

（5）检验要求

规定小样件的摩擦、力学性能、腐蚀要求、残余应力消除和检验的要求。

（6）试验要求及试验后验收准则

规定全尺寸样件的试验要求、及试验后的验收准则。

（7）交货状态、保管和移交要求

规定石墨材料的交货状态（包括预防变形的冷热交替的浸水要求和批量交付的要求）、保管和移交的相关要求。

（8）标记、清洁、包装和运输要求

规定合格石墨标记、清洁、包装和运输要求。

（9）质量保证要求

规定石墨材料的质量保证要求以及材料质量证明文件内容。

三、主要试验（或验证）情况

标准在编制过程中依托了上海核工院、哈碳和哈动装联合研制的“国和一号主泵轴承石墨材料制造配方筛选和测试”国产化工作，相关工艺研究及数据为本标准的编制提供了依据及支撑。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及压水堆核电厂屏蔽主泵水润滑轴承石墨材料相关专利的权利要求和具体内容。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

目前我国尚无适用于核电用水润滑轴承石墨材料标准，本标准批准发布后，经宣贯、实施，预期将支撑我国水润滑轴承国产化研发及制造，填补我国在核电领域关键设备材料标准的空白，为指导和规范我国核电用水润滑轴承石墨材料的设计、制造提供了技术支持。

六、与国际、国外标准对比情况

目前国际上尚无适用于核电用水润滑轴承石墨材料标准。

对国外石墨轴承材料样品的分析、测试结果，制订了轴承石墨材料包括抗折强度、抗压强度、体积密度、洛氏硬度、气孔率、热膨胀系数、导热系数、成份及微观形貌分析等性能要求。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准是核工业材料标准的一部分，标准均引用了国内相关检验和检测标准，做到了与国内现行相关法律、法规、规章及相关标准的兼容性和一致性。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中未出现重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

标准为自愿性标准。经实施效果良好，且符合国家标准、行业标准制订要求的情况下可申请转化为国家标准或行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

标准经批准后，由团标办公室统一编号、协会发布，并在协会网站和全国团体标准信息平台上公布。标准为自愿性标准，协会会员单位及其他有关单位可自愿采用。

十一、废止现行相关标准的建议

标准为首次制订，故没有需要废止的现行标准。

十二、必要专利信息披露情况说明

标准中不存在涉及必要专利信息。

十三、其他应予说明的事项

无其他应予以说明的事项。

《压水堆核电厂屏蔽主泵水润滑轴承石墨材料》编写组

2024年1月4日