

# 第四代核能系统国际 论坛联络办公室文件

核协联发〔2016〕5号

---

## 关于报送

《参加 GIF 政策组代表团访问澳大利亚总结报告》的函

科技部国际合作司、国防科工局系统工程二司：

澳大利亚正在申请加入第四代核能系统国际论坛。为了实地考察并全面了解澳大利亚的核科学技术发展情况，为 GIF 决策提供第一手信息，应澳大利亚核科学技术组织（ANSTO）的邀请，并经贵司同意，清华大学核能与新能源技术研究院副院长、GIF 专家组中方成员石磊博士作为中方代表随 GIF 政策组代表团于 2016 年 2 月 3-4 日对澳大利亚核科学技术组织进行了考察访问。

现将石磊副院长撰写的《参加 GIF 政策组代表团访问澳大利亚 ANSTO 总结报告》报上，请审阅。

GIF 将在今年 4 月 27-28 召开的第 41 届政策组会议上投票表



决澳大利亚加入 GIF 问题,该总结报告不仅为我方了解澳大利亚核科学技术发展的实际情况提供了第一手资料,有助于对澳大利亚加入 GIF 作出客观评价,同时,也为我今后进一步开展与澳方的核科学技术合作提供了重要参考。

第四代核能系统国际论坛联络办公室

2016年2月23日



# 参加 GIF 政策组代表团访问澳大利亚 ANSTO 总结报告

## 一、会议名称

GIF Policy Group Delegation to Australia GIF meeting  
2-4February 2016, ANSTO, Sydney, Australia

## 二、会议背景

2015 年 3 月，澳大利亚核科学与技术组织（ANSTO）的首席执行官（CEO）Adi Paterson 写信给时任 GIF 主席、美国能源部部长助理帮办的 John Kelly 先生，表达了 ANSTO 拟代表澳大利亚加入 GIF 的意愿。

2015 年 7 月，澳大利亚提交了加入 GIF 的正式申请书，以 ANSTO 核材料工程研究所为主导来参加 GIF 相关研究项目，而 ANSTO 下属的其他研究机构以及澳大利亚一些大学将通过诸如博士生项目和跨平台协作支持来参加。ANSTO 与澳大利亚高水平的大学在核工程合作方面联系紧密，包括堪培拉的澳大利亚国立大学，新南威尔士州的悉尼大学和墨尔本的莫纳什大学等。澳大利亚代表被邀请参加了 2015 年 10 月在俄罗斯圣彼得堡召开的 GIF 政策组会议，在会上做了加入 GIF 的陈述并做了相关介绍。

作为对 GIF 政策组问题的回应，澳大利亚 ANSTO 邀请 GIF 政策组代表团，于 2016 年 2 月 2~4 日对 ANSTO 进行考察访问，双方进行了交流讨论，并参观相关的实验堆及设施，以对澳大利亚 ANSTO 加入 GIF 组织和相关系统的情况进行评价。

## 三、GIF PG 代表团成员

GIF 政策组代表团一共 7 人，名单如下：

1. John Kelly, Deputy Assistant Secretary for Nuclear Reactor Technologies, Office of Nuclear Energy, Department of Energy, USA, GIF Policy Group Vice-Chairman.

2. William Corwin, Advanced Materials Lead, Office of Advanced Reactor Technologies, Office of Nuclear Energy, Department of Energy, USA, Chairman of GIF VHTR Materials Project Arrangement.

3. Yutaka Sagayama, JAEA, Japan, GIF Policy Group Past Chairman

4. Francois STORRER, Senior Executive Advisor, International Programs, Nuclear Science and Technology, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, France, GIF Chief of Staff for GIF Chairman Christophe Béhar

5. Henri Paillere, Senior Nuclear Analyst, OECD/NEA, France, GIF Technical Secretariat Coordinator.

6. Lei SHI, Deputy Director of Institute of Nuclear and New Energy Technology (INET), Tsinghua University, China, GIF Experts Group Member.

7. Harkrho KIM, Senior Vice-President for Strategic R&D Program, Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), Korea, GIF Policy Group Vice-Chairman

#### 四、ANSTO 简介

ANSTO 是澳大利亚政府唯一的核科学与技术研究机构，属于政府部门性质，但具有实体研究所，也是该国最大的公立研究组织，总研究人员约 1200 余人，分为 Bragg 研究所、环境研究所、材料工程研究所、生命科学、加速器科学中心、设施和仪器等几个部门。

ANSTO 运行有世界上最先进的研究堆 OPAL，也是澳大利亚唯一运行的实验反应堆，还建有中子束装置、新的加速器科学中心以及在墨尔本的澳大利亚同步加速器。

利用这些设施，澳大利亚国内外的研究者、工程师和技术专家对核技术用于提高人体健康水平、分析环境和气候变化影响、解决工业界的问题提供帮助。

作为澳大利亚联邦政府机构，ANSTO 给政府在核科学技术及工程相关的很多方面提供了政策建议，有力的支持了政府在国际事务中承担义务并发挥重要的作用。

## 五、会议内容

本次会议会期 3 天，日程安排详见附件一。由于签证问题，我错过了第一天的参观和介绍，但在 ANSTO 材料工程所负责人 Lyndon Edwards 教授的大力支持下，在 4 号下午会议结束后，单独安排我参观。

### 1. 会议的第一天（2 月 2 日）

包括以下主要内容：

1) ANSTO 的首席执行官 Adi Paterson 和 GIF 副主席 John Kelly 分别进行了介绍，全体成员一起讨论会议议程；

2) 参观 OPAL 先进的实验堆、中子束装置、核医学、加速器科学中心、废物处理等设施；



3) 介绍 ANSTO 反应堆风险及安全分析的研究

4) 晚上为欢迎晚宴

主要信息:

ANSTO 运行着澳大利亚目前唯一的一座实验堆 OPAL, 但是设计建造的非常先进, 高通量堆能做非常多的研究和辐照实验, 每年运行超过 300 天, 每天产生的经济效益数以百万澳元, 带给 ANSTO 近一半的收入。数以万计的国内和国际研究人员用这些实验堆的各种数据开展相关的研究工作。我国中科院上海应用物理研究所的熔盐堆的相关材料, 也在该堆上进行辐照实验。与国外建的实验堆相比, 我们的水平还是比较低, 没有充分考虑和挖掘实验堆的设计和潜力, 使得利用率不高, 经济效益差, 而且实验也少。

作为配套设施, ANSTO 建有先进的热室, 可以对辐照样品进行运输、加工、处理和分析, 这是核材料、设备等研究方面不可缺少的条件和设施。国内这方面的研究和配套也需要跟上才行。

另外, ANSTO 的中子束装置和粒子加速器上开展大量的材料方面的研究, 提供了非常好的工具和条件, 对核材料的辐照损伤研究很有帮助, 研究水平也非常高。ANSTO 的生命科学和核医学方面的研究水平也很高, Mo-99 的产量是世界总量的 1/3, 每周澳大利亚超过 10000 名患者接受 ANSTO 的核药品, 分布在 250 家医院, 平均每两个澳大利亚人就有一个从中受益, 用于心脏疾病和癌症的治疗。我们国家的核药物和医学应用得很少, 而且水平不高, 国外这方面非常重视, 据估算其产值比发电的还高, 公众能直接享受到核技术方面的福利和好处。

2. 会议的第二天 (2 月 3 日)

包括以下主要内容:

1) GIF 技术秘书处协调员 Henri Paillere 博士介绍 GIF 的管理组织结构, 超高温气冷堆 (VHTR) 的材料项目组主席 Bill Corwin 介绍 VHTR 的材料项目安排情况;

2) ANSTO 的材料工程所负责人 Lyndon Edwards 教授介绍澳大利亚加入 GIF 的申请(在圣彼得堡报告基础上进行了简化和总结);

3) 新南威尔士大学的 Ed Obbard 博士等介绍辐照损伤的研究, 并参观了相关的材料辐照损伤分析研究实验室;

4) ANSTO 的 Rohan Holmes 和 Mike Drew 介绍熔盐腐蚀材料实验;

5) 新南威尔士大学的 Patrick Burr 博士等介绍原子和分子模型及分析;

6) ANSTO 的 Ondrej Muransky 等介绍结构完整性和焊接的建模等。

主要信息:

第二天主要是 ANSTO 和 GIF PG 代表团双方深入的交流。GIF 政策组介绍了组织结构, 特别是 VHTR 的材料项目主席 Bill Corwin 介绍了材料方面的研究情况、规则、工作包和任务, 使大家对 GIF 和 ANSTO 有了进一步的了解。

ANSTO 主要是围绕材料方面, 做了全方面的介绍, 展现了他们研究的现状和水平。这是因为会议由材料工程所来组织举办, 而且 ANSTO 也是想加入 GIF 的 VHTR 的材料研究项目。ANSTO 材料研究集中在高温材料和熔盐堆用的金属和陶瓷材料, 分辐照和非辐照的材料进行腐蚀后对比分析, 样品取很小尺寸, 用电子镜等进行检查分

析，一般都是纳米或微米级的，设施应该很先进，获得了一些研究成果。另外，他们在建模和软件方面也开展了大量的工作，特别是在材料的蠕变和蠕变-疲劳、裂缝发展等研究方面有自己的独特之处，开发了相应的分析软件 Remlife，包含了目前的各种标准，并跟实验进行对比，从而预测和评价电厂设备的剩余寿命等，具有很好的实用价值。

ANSTO 开展材料方面的研究紧密结合工业工程的实际，不是纯做基础研究，而是有很深的应用背景，包括给实际的反应堆以及研究项目如中国的熔盐堆用的 GH3535 镍基材料进行实验分析研究。

### 3. 会议的第三天（2月4日）

包括以下主要内容：

1) Paul Di Pietro 介绍澳大利亚核科学工程研究所及相关大学情况；

2) ANSTO 材料工程所负责人 Lyndon Edwards 教授介绍澳大利亚加入 GIF 可能做的研究内容及贡献

3) 双方对会议的第一、二天的讨论情况进行简要总结

4) 双方对澳大利亚参与的研究项目及进程进行讨论

主要信息：

澳大利亚目前感兴趣的两个系统是超高温气冷堆 (VHTR) 和熔盐堆 (MSR)，想参加的项目一个是 VHTR 的材料项目安排 (MAT PA)，另一个是风险与安全工作组。此外，与 UNAW 大学等合作，在 GIF 的教育和培训工作组，经济模型工作组也期望做出贡献。

ANSTO 拟参加 GIF 的主要研究集中在材料科学与工程、结构的完整性设计和评价方面，这些研究可以支持 GIF 的 SFR 等研究领域。



由于熔盐堆（MSR）的研究活动目前还只处在临时指导委员（pSSC）的级别，因此 ANSTO 在开始的几年想通过参加 VHTR 的 MAT 来做出成员国的贡献。

GIF 政策组代表团对澳大利亚加入 GIF 表示欢迎，同时对签署框架协议和 VHTR 系统安排的时间进行了介绍，并邀请澳方参加 2016 年 4 月份召开的 VHTR MAT 的会议。另外，对于预算、人力资源等，也需要澳方做出计划和投入安排。VHTR 的材料组研究材料集中在高温堆上，对于一些非 VHTR 用的材料，如 GH3535，不好放在 VHTR 进行研究，希望澳方能参加其他系统的项目安排（PA）。另外，2016 年澳大利亚很快进行联邦大选，时间上可能有一些延后，希望能够协调好，需要部级（Ministry）的政府部门参加，不耽误加入 GIF 的进程。

对于这次考察的评价，GIF 政策组代表团回去后，每人分别写一些感受和评价，汇总后形成一份对澳方加入 GIF 的考察评价报告，并在下次 GIF 会上与专家组（EG）一起讨论。

## 六、会议报告文件目录

这次会议报告的文件目录如下，电子版打包作为附件可供参考。

1. Australian Membership Proposal, Lyndon Edwards
2. Radiation Damage Studies in Australia, Ed Obbard, Dhriti Bhattacharyya
3. Creep and Creep-Fatigue Interaction, Warwick Payten, Cory Hamelin, Ondrej Muransky
4. Material Performance in Molten Salt Environments, Rohan Holmes, Mike Drew

5. Atomistic Simulations and Molecular Modelling,  
Patrick Burr, Greg Lumpkin
6. Predicting the Structural Integrity of Welded  
Components, Ondrej Muransky, Cory Hamelin
7. Australia' s Proposed Contributions to GIF, Lyndon  
Edwards
8. The Australian Institute of Nuclear Science and  
Engineering, Paul Di Pietro

## 七、个人收获

通过参加 GIF 政策组代表团对澳大利亚 ANSTO 的考察讨论会，对 ANSTO 的实验堆、实验设施、研究条件、人员、方向和能力等有了全面的了解，特别是对 ANSTO 的材料工程的研究印象深刻，研究水平和实验条件应该是世界一流的。澳大利亚 ANSTO 加入 GIF 组织可以发挥很大的作用并有望做出很好的贡献。

同时，我也进一步了解了 GIF 相关的框架规定，对 VHTR 材料 PA 研究的项目、任务也有了更深的认识，这对于今后参加 GIF 的活动和 VHTR 各 PA 以及 GIF 的各系统之间的交流讨论很有帮助，也是对自己专业方面有了提升，扩大了知识面，了解了更多的东西。我专业集中在反应堆的物理、热工、安全方面的研究，这次会议讨论主要侧重在材料方面，使我了解了很多该方面的专业知识和技能，收获颇丰。

## 八、报告附件

附件一：会议日程

附件二：会议报告电子文件目录



报告日期：2016年2月5日

报告人姓名：石磊

单位名称：清华大学核能与新能源技术研究院

电话：010-62773361

传真：010-62771150

电子邮件：[shlinet@tsinghua.edu.cn](mailto:shlinet@tsinghua.edu.cn)

附件一：会议日程

**GIF Policy Group Delegation to Australia**

2-4 February 2016

**Tuesday 2 February 2016**

<b>Time</b>	<b>Agenda Item</b>	<b>Location</b>	<b>Presenter/Representative</b>
<b>09:00</b>	Depart City		
<b>10:00</b>	Arrive ANSTO Reception <ul style="list-style-type: none"> <li>• Receive visitor security passes</li> <li>• Safety and security briefing</li> </ul>	B38	
<b>10:05</b>	Welcome and morning tea	B80	
<b>10:30</b>	CEO's introduction	B80	Adi Paterson
<b>10:45</b>	GIF Policy Group Chair's introduction	B80	John Kelly (US DOE)
<b>11:00</b>	Review agenda	B80	
<b>11:10</b>	Site Tour – OPAL	B80 – L13 Observation Room	Lubi Dimitrovski George Braoudakis Lyndon Edwards
<b>12:00</b>	Site Tour – Neutron Guide Hall	B82 – Observation Deck and Floor	Jamie Schulz Lyndon Edwards
<b>12:35</b>	Site Tour – ANM and Mo-99 B54	B54	Mark Moore
<b>13:00</b>	Lunch	B80	
<b>13:45</b>	Site Tour – CAS	B53	David Cohen
<b>14:15</b>	Site Tour – Waste	B20B and waste precinct	Hef Griffiths
<b>15:00</b>	ANSTO Reactor Risk and Safety Analysis capabilities	B20B and waste precinct	TBC (Lubi Dimitrovski George Braoudakis et al.)
<b>16:00</b>	Afternoon tea	B80	
<b>16:15</b>	Wrap up discussion	B80	
<b>16:45</b>	Depart ANSTO		



<b>Time</b>	<b>Agenda Item</b>	<b>Location</b>	<b>Presenter/Representative</b>
<b>17:45</b>	Arrive City		
<b>19:00</b>	Welcome Dinner	City - restaurant TBC	

### **Wednesday 3 February 2016**

<b>Time</b>	<b>Agenda Item</b>	<b>Location</b>	<b>Presenter/Representative</b>
<b>08:30</b>	Depart City		
<b>09:30</b>	Arrive ANSTO Reception	B38	
<b>9.35</b>	Morning Tea	B3	
<b>10:45</b>	GIF governance structure	B3	Henri Paillere (OECD/NEA)
<b>11:15</b>	VHTR Materials Project Arrangement	B3	Bill Corwin (US DOE)
<b>11:45</b>	Overview of Australia's GIF application (summary of St Petersburg presentation)	B3	Lyndon Edwards
<b>12:00</b>	Lunch		
<b>12.30</b>	Presentation and Demonstration: Radiation damage Includes visit to B90	B3 B90 (EM)	Ed Obbard (UNSW), Dhriti Bhattacharyia
<b>14.00</b>	Presentation and Demonstration: Creep and Creep Fatigue followed by visit to B3/B56	B3/B56	Warwick Payten, Cory Hamelin, Ondrej Muransky
<b>14:45</b>	Presentation and Demonstration: Molten Salt Corrosion and Testing	B3/B56	Rohan Holmes, Mike Drew
<b>15:45</b>	Afternoon tea		
<b>16:00</b>	Presentation: Atomistic and molecular modelling	B3	Patrick Burr (UNSW), Greg Lumpkin
<b>16:30</b>	Presentation: Structural Integrity and weld modelling	B3	Ondrej Muransky, Cory Hamelin
<b>17:00</b>	Wrap up discussion		
<b>17:30</b>	Depart ANSTO		
<b>18:30</b>	Arrive City		

## Thursday 4 February 2016

Time	Agenda Item	Location	Presenter/Representative
09:00	Depart City		
10:00	Arrive ANSTO Reception	B38	
10:05	Morning Tea	B3	
10:20	Overview of Wednesday's discussions	B3	
10:40	AINSE and Australian Universities	B3	Paul Di Pietro plus UNSW
11:00	Australia's proposed contributions to GIF: VHTR SSC MSR	B3	Lyndon Edwards et al. Paul Jones et al.
13:00	Lunch	B3	
13:45	Discussion	B3	
15:00	Wrap up	B3	
15:30	Depart ANSTO		
16:30	Arrive City		

### 附件二：会议报告电子文件目录

1. GIF Lyndon's presentation.pdf
2. GIF Radiation Damage Studies (EO, DB).pdf
3. GIF Creep and Creep Fatigue (MD WP CH).pdf
4. GIF Molten Salt Corrosion (RH, MD).pdf
5. GIF Atomistic Modelling (GL, PB, MJQ).pdf
6. GIF Structural Integrity and Weld Modelling (CH, OM).pdf
7. Australia's Future Work Relevant to GIF.pdf
8. GIF Presentation Feb 16.pdf