

# 金属之光

8

中国科学院金属研究所  
2014年 第8期 (总第159期)

INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCE



## 走进核电材料



## 碳化硼铝中子吸收材料取得阶段性成果

日前，由金属所金属基复合材料与搅拌摩擦焊接课题组研制的碳化硼铝（ $B_4C/Al$ ）中子吸收材料取得阶段性研究成果，现已完成工程件研制并实现小批量供货。首批产品已应用于石岛湾高温气冷堆新燃料元件运输、贮存试验容器，近期交付的产品将用于国内研制的首台商用核电站大型核燃料运输容器样机（M310堆型）。

在核电建设中，核燃料（新燃料、乏燃料）的贮存和运输安全性仅次于核反应堆。核燃料贮运需要使用中子吸收材料（又称中子毒物材料）制造的容器或格架，利用中子吸收材料中的硼、镉、钆等具有大中子吸收截面物质吸收中子，避免产生链式核反应，从而维持核燃料临界安全，满足核燃料高密度贮存和运输要求。因此，核燃料贮存水池与贮运容器建造是核电站建设的重要任务。

常用的中子吸收材料多为含硼合金或含硼化物的复合材料。含硼中子吸收材料经历了碳化硼-聚硅铜橡胶复合材料（以Boraflex为代表）、含硼铝合金或含硼不锈钢、 $B_4C/Al$ 复合材料的阶段。Boraflex现已被证实湿式应用环境中不稳定、寿命偏短，现用的Boraflex已逐步被替代。含硼铝合金与硼不锈钢因硼溶解度低，而且硼不锈钢自身密度大，难以满足新一代核电站抗震性和核燃料高密度贮存的要求。

$B_4C/Al$ 中子吸收材料是将 $B_4C$ 颗粒添加到铝或铝合金基体中形成的一种复合材料， $B_4C$ 含量可高达40%，有效B-10面密度高（可达相同厚度硼不锈钢板的5倍以上）。因而， $B_4C/Al$ 较其它中子吸收材料有明显优势，近年来逐渐替代硼不锈钢、Boraflex等材料，大量应用于核燃料高密度贮存和运输。然而，目前该类材料主要由国外几家专业公司生产供货，以美国METAMIC®品牌的 $B_4C/Al$ 为代表，其产品截止到2013年已在应用于全球超过40个核电机组的水池格架（其中出口到中国12个）和大量核燃料容器。

我国正大力发展核电事业，新建核燃料水池数量越来越多，而服役多年的核电站中核燃料贮存水池与容器也即将达到寿命，因而对中子吸收材料的需求十分迫切。但因国内无相关产品，至今核电站建设与维护仍依赖于进口 $B_4C/Al$ 。尽管这种材料本身造价并不高，但国外公司出于垄断的考虑并不直接出售材料，

而是出口价格更高的成套核燃料水池格架或运输容器。这不仅阻碍了我国核电设备国产化的发展，也不利于我国日后核电发展对外输出的需求。

在如此迫切需求的背景下，马宗义课题组利用多年的颗粒增强铝基复合材料研究基础，对 $B_4C/Al$ 复合材料的低成本粉末冶金制备工艺、颗粒分布与界面反应控制、尤其是大尺寸坯锭挤压与薄板轧制工艺开展技术攻关，并于2012年与中国核电工程有限公司正式开展合作，成功研制了（15%~31%） $B_4C/Al$ 中子吸收材料工程样件（最大尺寸4500mm×450mm×2.0mm贮存格架），可用于水池格架（典型尺寸为4000mm×200mm×（2-6）mm）。同时，利用搅拌摩擦焊接（FSW）技术和自主研发的高性能耐磨焊接工具，实现了 $B_4C/Al$ 中子吸收材料的长距离等强度焊接。

在工程样件研制基础上，金属所首次供货的20% $B_4C$ 含量的中子吸收材料已用于我国自主研发的世界首座具有第四代核能系统安全特征的高温气冷堆的新燃料元件运输、贮存试验容器。在该供货合同竞标时，金属所凭借优异的材料性能、可靠的产品质量、短供货周期和搅拌摩擦焊接等技术优势，击败多家国外厂商最终夺标，不但实现了国产 $B_4C/Al$ 中子吸收材料的首次应用，还实现了中子吸收材料由单板零件向筒状结构零件制造的突破。近期提供的25% $B_4C/Al$ 中子吸收材料在完成相关验证试验后，将用于国内首台自主研发的核燃料运输容器样机。

金属所研制的碳化硼铝中子吸收材料，填补了国内空白，提高了核电领域材料国产化率，为材料在核燃料水池格架等领域的更广泛应用奠定了基础。

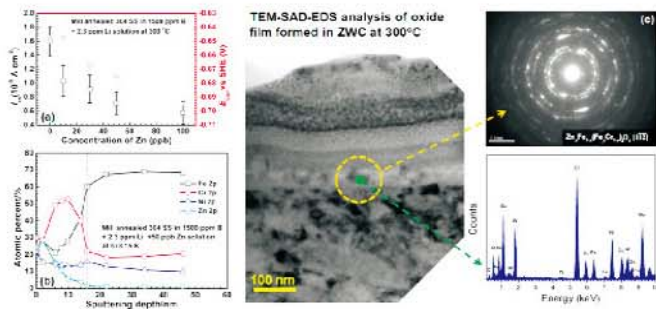


图1 金属所研制的碳化硼铝中子吸收材料薄板与焊接圆筒

# 压水堆核电站注Zn水化学应用基础研究进展

发展大型先进压水堆（PWR）核电站是我国能源中长期发展战略的重点之一。核电安全关系到民生、社会稳定和经济的可持续发展。因此，PWR核电站的安全运行与寿命控制至关重要。从服役的角度，核电站运行水化学的优化与控制是降低停堆辐射剂量、防止关键设备腐蚀损伤、保证电站安全运行的最经济、有效的途径。国际上核电发达国家的研究和运行经验均表明：PWR一

ZWC条件下形成更薄、含 $Zn_xFe_{1-x}Cr_2O_4$ 的氧化膜（图1），而热力学和晶体学更稳定的 $Zn_xFe_{1-x}Cr_2O_4$ 结构的形成是ZWC抑制腐蚀的本质原因。（2）通过改进Digby D. Macdonald教授提出的经典钝化点缺陷（PDM）模型，解释了注Zn浓度对高温高压B/Li水腐蚀产物膜中保护层厚度、阻抗和钝化电流密度的影响规律，发现 $\leq 50\text{ppb}$ 的注Zn浓度即可显著改善核电设备材料的耐蚀性，而 $>50\text{ppb}$ 的注Zn浓度对材料耐蚀性的进一步改善作用不大。（3）在 $\leq 50\text{ppb}$ 的注Zn浓度范围内，仅 $10\text{ppb}$ 的ZWC即可有效降低核级不锈钢在高温高压B/Li水中的SCC开裂速率（图2）。（4）发现注Zn次序和持续ZWC的作用时间显著影响高温高压B/Li水中生成的腐蚀产物膜特征：越早注Zn或持续ZWC的作用时间越长，形成的氧化膜越薄且越稳定，保护性越好，构建了高温高压水环境下不同注Zn次序产生的氧化膜结构模型。（5）从抑制或减轻设备腐蚀与开裂的角度推荐了PWR核电站一回路运行水化学的优化建议：ZWC最佳控制浓度为 $\leq 50\text{ppb}$ ，接近 $10\text{ppb}$ 即可；高温 $\text{pH}_T$ 尽量控制在 $6.9-7.4$ 的上限区域；对新建PWR核电站应尽早应用ZWC，而对长期服役的PWR核电站，应用ZWC需持续较长时间才能显现效果。



回路采用注Zn水化学（ZWC）能有效控制反应堆系统的辐射场、缓解一次侧的应力腐蚀（PWSCC）开裂和减小设备材料的腐蚀释放率。然而，国际上目前对于PWR一回路ZWC的作用本质、最佳注Zn浓度和最佳注入时机或次序仍存在很大争议，对新旧核电站采用ZWC的作用效果也持有不同意见。我国现役商用核电站均为PWR，运行水化学均未采用ZWC技术，缺乏ZWC理论研究和应用经验，而正在大力发展的三代大型PWR核电站如AP1000等的水化学导则中明确规定必须采用ZWC。因此澄清ZWC相关基础性问题对我国大型先进PWR核电站的水化学导则优化和应用，意义重大。

上述研究从抑制腐蚀开裂的角度揭示了PWR一回路ZWC的作用本质，推荐了PWR核电站采用ZWC的最佳控制参数及ZWC应用次序，为我国三代大型PWR核电站的运行水化学导则的制定、优化和应用实施提供了科学依据。研究结果得到了国际著名核电机机构如国际原子能机构（IAEA）、美国GE研发中心、韩国原子能研究所（KAERI）等和国内核电设计（国家核电技术公司上海核工程（下转第五版）

近三年来，在国家大型先进压水堆核电站重大专项课题“压水堆核电站冷却剂水化学基础研究”之专题“加Zn对PWR一回路关键设备材料腐蚀开裂行为研究”及中国科学院金属研究所创新基金“先进PWR核电站一回路水化学优化控制与监测技术基础研究”的联合资助下，材料环境腐蚀研究中心高温高压水腐蚀损伤与评价技术研究组在ZWC的应用基础研究方面取得了显著进展，主要包括：（1）澄清了国产核级不锈钢和镍基合金在正常和非正常ZWC工况条件下的电化学腐蚀热力学和动力学规律，揭示了ZWC与高温高压B/Li水中钝化膜/腐蚀产物膜生长机理的关系：发现

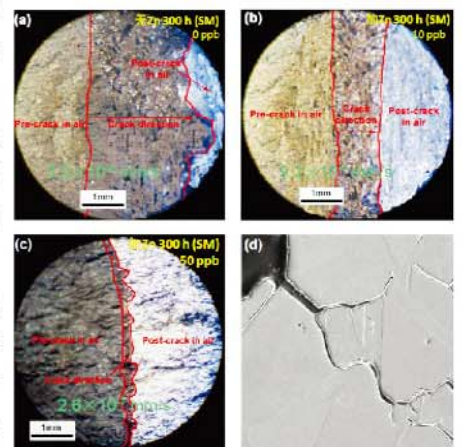


图2 ZWC对核级不锈钢高温高压水SCC开裂速率及开裂特征的影响

# 聚焦：中国科学院先导专项

## ——未来先进核裂变能

2011年1月，中国科学院在“创新2020”新闻发布会上，正式宣布启动战略性先导科技专项“未来先进核裂变能”。该专项针对核燃料供应和核废料处理这两大问题，分别设立了“钍基熔盐堆核能系统(TMSR)”和“ADS嬗变系统”两大研究项目，金属所承担了其中的钍基熔盐堆核能系统合金材料制备、ADS嬗变系统结构材料制备工艺研究、ADS嬗变系统结构材料制备工艺研究三个课题的研究工作。

### 1、钍基熔盐堆核能系统合金材料制备

第四代(GEN-IV)核电站主要特征是经济性高(与天然气火力发电站相当)、安全性好、废物产生量小、并能防止核扩散。有些名义上的第四代核电站能够满足前三个条件，却不满足防核扩散的条件，因而，不能称之为完全意义上的四代堆。



图1 GH3535中试双真空自耗锭型(φ380mm)

而熔盐堆却可以称为完全意义上的第四代核反应堆。所谓“熔盐”指的是核燃料与FLiBe(氟化锂与氟化铍的混合物，用作冷却剂)混合后，在运行温度下呈液态。核燃料放进去，会均匀混合，总成分不会改变，燃料将全部消耗干净，无存留。

“钍基熔盐堆核能系统”项目是要建立一个能够充分利用核燃料，不会发生灾难性的堆芯熔毁事故、不会产生混有钚和其他长寿命放射性同位素核废料的核能系统。传统反应堆所产生的核废料中，有大量易于生产核武器的钚239，存在核武器扩散的风险，而科学界公认钍-铀燃料循环(熔盐堆系统)不适于生产武器级核燃料，只能用于产生核能。

金属所承担的课题是研制熔盐堆用结构金属材料，用于制作结构支撑部件(如反应堆堆芯容器、回路管道、熔盐泵等)。熔盐堆用材料大多需在高温、极强腐蚀和中子辐照等多重极端环境下工作，核岛内聚合物也需在辐照的条件下工作，这对材料本身提出

了极其严格的要求。熔盐堆用结构材料的重要性是不言而喻的：一方面它关系到堆周围人员和环境的核辐射安全；另一方面其性能影响到熔盐堆的运行状态和堆功能，它决定了堆的使用寿命，进而影响堆的成本核算和经济效益。项目要求研发出具有自主知识产权的熔盐堆用结构材料，其中实验室合金材料样品各项指标应达到或超过商用Hastelloy N合金现有水平，并通过中试试验，最终联合生产厂家生产出2MW实验堆用全部合金构件。

金属所以Hastelloy N合金为基础，通过成分调整，研制出具有自主知识产权的GH3535合金。GH3535合金的各项性能(物理性能、力学性能、耐熔盐腐蚀性能、抗氧化性能等)，均达到或超过了国外同类合金水平；中试合金采用真空感应炉+真空自耗重熔熔炼的双联工艺，合金在纯净度方面具有明显优势，尤其是核电用材料要求严格控制的B、Cu、Co等元素的含量都达到了ppm级，特别是可能影响材料抗辐照性能的B元素，其含量被控制在小于1ppm。

课题组通过对GH3535合金材料熔炼工艺、热处理工艺、锻造工艺、热轧工艺、热挤压工艺、冷轧工艺、冷拔工艺等的研究，严格控制材料生产流程，联合抚顺特殊钢有限公司进行了中试试验，获得了6吨级的锭型。中试期间攻克了合金组织中碳化物呈条带状聚集的难题，获得了与国外水平相当的均匀合金组织，制备了热轧厚板、冷轧薄板、不同规格的锻棒以及2MW熔盐堆循环管路容器和各种无缝管道样件，中试材料的各种性能都达到了国外同类合金性能水平。

课题组参考核用ASME标准结合中试试验过程，制定了各类操作规程和相应的技术标准，作为后续工业化生产的指导依据，目前正筹备联合企业试制大型锻、轧件和宽幅超长热轧板材(板宽2.5m，长4m)。



图2 实验熔盐回路堆用控制棒外套(GH3535合金无缝管φ115mm×1.5mm×2.5m)

## 2、ADS嬗变系统结构材料制备工艺研究

加速器驱动次临界系统ADS (Accelerator Driven Sub-critical System) 是国际公认的最有前景的处置核废料的嬗变技术之一, 是未来安全、彻底解决核废料对生物圈危害的重要技术, 近些年引起国内外众多科学家重视。由于其中结构材料服役环境极为苛刻 (高温、强辐照、强腐蚀), 结构材料的选择以及高质量的构件制造成为限制ADS发展的重要因素之一。金属所承担的ADS结构材料制备工艺研究子课题主要是围绕国内研发的新型ADS结构材料, 瞄准未来ADS关键构件的生产制造, 研究新型材料的热加工性能和相关部件制造工艺的关键问题, 搭建新材料研发到高品质部件制造之间的桥梁, 解决“料要成材, 材要成器, 器要能用”问题。

从2012年项目立项以来, 主要从以下几方面开展了研究工作: 高品质低偏析微缺陷钢锭制造、候选结构材料高温塑性变形规律及典型锻件高品质成形、候选结构材料焊接性研究、候选材料焊后热处理、候选材料焊接接头表面纳米化处理等。一方面针对典型候选材料开展热加工性能研究, 从加工性角度为材料研发和改进提出建议, 另一方面针对典型构件的制造工艺开展瞄准应用的共性问题研究。项目执行两年半以来, 主要取得如下代表性进展:

1、系统开展了大型钢锭偏析及中心缺陷成因及控制方法研究。

偏析是金属凝固过程的一种现象, 通常随着部件尺寸的增大, 偏析现象更为严重。而偏析尤其是宏观偏析的存在严重影响部件各部分的均匀性, 导致造成部件的材料性能远低于材料本征性能。大型钢锭的凝固偏析问题是世界性难题, 课题组成员在前期研究的基础上, 提出了氧化物杂质驱动的杂质流是引起大型钢锭通道偏析的关键因素, 进而提出通过控氧净化减少钢锭通道偏析的手段, 实现了低偏析大型钢锭的生产制造。在ADS结构材料制备工艺研究过程中, 研究团队系统研究了相关材料冶炼过程氧等杂质的来源和控制方法, 实现了低氧净化冶炼。同时, 课题组通过模拟与试验相结合的方式研究了钢锭中心缺陷的成因, 并设计了控制方法。完成了候选材料20t以下钢锭锭型图纸的设计。

2、研发了小压下比大应力梯度成形缺陷控制工艺, 制备了ADS质子束流管缩比件。

锻造是ADS构件制造不可或缺的热加工工艺。通常铸造钢锭均含有一定的缺陷, 如何在锻造过程中减

轻甚至消除这些缺陷, 是锻造工艺研究的核心问题之一。课题组根据大量的实验和模拟研究结果, 提出一种小压下比大应力梯度的成形缺陷控制工艺, 相对传统锻造工艺可以更为有效地消除中心缺陷, 大幅提高了锻件的品质和合格率。同时, 课题组也系统研究ADS候选结构材料的高温变形特征, 使用新型锻造工艺制备了一支ADS质子束流管缩比件, 探伤检测显示

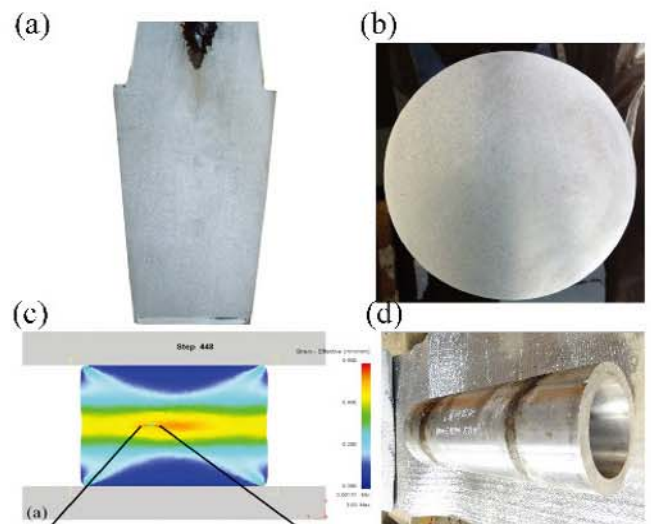


图3 (a) 500kg钢锭的中心截面低倍图; (b) 500kg钢锭的底部截面低倍图; (c) 小压下比大应力梯度的成形工艺应变模拟; (d) 质子束流管缩比件

该缩比件中不含当量超过 $\phi 1\text{mm}$ 的缺陷。

3、建立了数值模拟和物理模拟相结合方式研究材料焊接性的方法, 系统评价了候选材料的焊接性。

焊接是将材料制成部件的最重要的加工工艺之一, 因此ADS候选材料的焊接性是直接影响其未来应用的重要性能之一, 但由于焊接的特殊性, 材料经受焊接热循环的影响区域 (焊接热影响区) 尺寸非常小, 且温度梯度很大, 传统的研究方法无法系统对材料的焊接热影响区各微区的性能进行表征研究。课题组采用数值模拟和物理模拟相结合的方式, 将焊接热影响区的典型区域从不到1mm放大到近10mm, 从而实现了测试候选结构焊接热影响区各微区的组织和性能, 通过对实验结果进行的系统分析, 从材料焊接性的角度对新材料的研发提出建议。

4、探索表面纳米化处理对材料焊接热影响区抗腐蚀性能的影响。

由于焊接热循环的影响, 焊接接头区域通常是部件服役过程的薄弱区域。为改善ADS候选材料焊接接头在实际服役过程中的抗液态重金属氧化腐蚀性能, 课题组使用表面机械研磨的方式对候选材料的焊接热

影响区进行了表面纳米化处理，通过系统优化表面纳米化工艺参数，在候选材料焊接热影响区得到了晶粒度约10nm的表面纳米化层。初步试验结果表明，该纳米层的出现有效降低了候选材料焊接热影响区在液态重金属中的腐蚀速率。

### 3、ADS嬗变系统新型耐高温、抗辐照、抗液态金属腐蚀材料

液态铅铋（45%Pb-55%Bi，LBE）以其优越的物理性能和化学性能，是ADS散裂靶及冷却剂的首选材料，但系统用结构材料与液态LBE的相容性问题给ADS嬗变系统的完整性和安全性提出了严峻的挑战。

已有研究表明，9~12Cr铁素体/马氏体（F/M）耐热钢较奥氏体不锈钢具有更优良的力学性能、更好的低活化性、更低的热膨胀率，而且在中子辐照条件下肿胀及疲劳性能均非常优异，因此9-12Cr铁素体/马氏体耐热钢成为ADS系统核心及其散裂靶的候选结构材料。为了开发出可使用于该苛刻环境的结构材料，国际上多个国家开展了大量实验研究，并已经对结构材料做出了初步的选择。目前国际上用于相似环境中的铁素体/马氏体耐热钢的候选代表钢种主要有T91钢、EP823钢等。

金属所针对ADS核能系统候选结构材料的需求，选取了在耐高温性能、抗液态金属腐蚀性能和抗辐照性能方面分别具有优势的T91钢、EP823钢以及低活化马氏体（CLAM）钢三种先进核能结构材料作为参比研究的对象，进行了新型耐高温、抗辐照、抗液态金

属腐蚀材料（取名为SIMP钢）的成分和组织设计，先后制备出25、200和500kg规模的新型SIMP钢实验材料。近期通过多次成分和组织的优化及冶炼工艺的控制，采用真空感应熔炼工艺，成功地进行了吨级SIMP钢的试制。

通过对SIMP钢中主要合金元素含量进行优化，确定了SIMP钢的最优成分范围，获得了全马氏体组织的SIMP钢；制定了SIMP钢的锻造、轧制和热处理工艺，使SIMP钢获得了良好的强韧性匹配。利用电解萃取确定了SIMP钢中的析出相类型，测定了平衡相变点，确定了SIMP钢的韧脆转变温度，评价了SIMP钢的高温持久性能，表征了时效组织演变过程。

研究表明，SIMP钢的力学性能优于T91钢，导热性能稍低于T91钢；在600℃、700℃、800℃下的长时抗高温氧化性能均优于EP823和T91钢。SIMP钢表面生成的氧化膜厚度远小于T91钢，且在抵抗液态LBE渗入方面优于EP823钢。液态LBE对SIMP钢和对比材料T91和EP823钢的拉伸强度影响较小，却显著降低材料的塑性，但SIMP钢的塑性降低程度低于T91钢。

根据ADS嬗变系统实际运行情况，实现在液态LBE环境中的持久实验是评估材料持久性能的关键。研究人员通过对蠕变松弛试验机的改进，在国内首先实现了在液态LBE环境中的持久实验，在实验方法和研究思路都有了新的突破，该实验装置已申请国家专利。

目前该课题研究已发表3篇相关学术论文，申请国家专利7项。

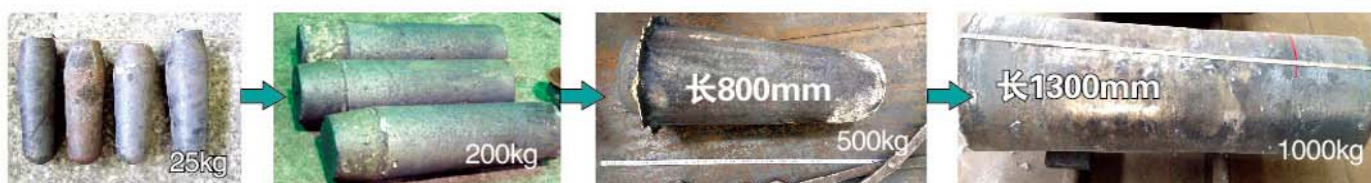


图4 研制的不同规格SIMP钢

（上接第二版）研究设计院）、安全监管（环境保护部核与辐射安全中心）、运行（中核集团武汉核动力运行研究所）和研究（中国原子能科学研究院、中广核苏州热工研究院）等单位的关注和认可。相关研究结果分别发表在Corrosion Science (2014, 78, 200-207)、Electrochimica Acta (2013, 108, 554-565)、Corrosion Science (2013, 69, 197-204)、Corrosion Science (2012, 65, 136-144)、Corrosion Science (2012, 59,

334-342)、Corrosion Science (2011, 53, 3337-3345)、Corrosion Science (2011, 53, 3254-3261) 等国际学术期刊上，其中1篇论文获2013年度中国腐蚀与防护学会优秀论文奖。申请国家发明专利2项，1项已授权。2012年获IAEA的官方资助出席了在法国巴黎举行的核反应堆水化学国际会议（NPC2012），报道了研究组在ZWC领域的研究进展（中国大陆唯一）；2013年10月应邀在亚洲核电厂水化学和腐蚀国际会议上做大会特邀报告。

# 中国梦 改革梦 我的梦

## 征文选登

程明

## 廿三载的历史轮回

“经吉田的推荐，中国科学院技术科学部的王宁寰与金属所的程炳在意大利召开IDDRG年会之际加入了这个国际组织，并决定1992年在中国召开第17届国际深冲学会年会。1992年6月该年会在沈阳成功召开，我作为大会主席，并担任两年（1992~1994年）国际深冲学会（IDDRG）的主席；”——摘自《在人生道路上—师昌绪自传》。

每每读到师先生在自传中有关中国薄板深冲研究会（现：中国薄钢板成形技术研究会）成立始末的介绍，深感这短短的五百余字透露出的不畏艰难、矢志开拓的豁达胸怀，是远非字面可以简单承载的。作为新世纪之后才来所学习工作的后辈，对于上世纪八九十年代由师先生主持推动的薄板深冲研究的历史知之甚少。近期由于工作需要，我查阅了有关档案材料，得以初步了解这段历史及背后的点点滴滴。

上世纪七八十年代日本汽车工业的迅速崛起，得益于有关汽车薄板成形技术的突破。曾获得日本天皇紫绶勋章的日本振兴学会压力加工室主任吉田清泰教授希望能够寻求合作伙伴，帮助中国发展汽车薄板，并以其在日本创建的科研、生产和使用单位联合组织模式来构建中国薄板深冲研究会。历史选择了金属所，作为所长的师先生积极组织和推动这一合作的开展。1986年11月9日成立了中国薄钢板成形技术研究会（CDDRG），金属所、鞍钢、一汽三家单位联合发起，宝钢、武钢、二汽、北科大、北航、哈工大、钢研院等多家单位参加。作为跨行业的自发性学术研究机构，研究会成立近三十年来，以我国薄钢板成形技术为主，涵盖薄钢板生产、加工、应用等技术，会员单位覆盖了全国薄钢板的生产、加工、使用等大中型企业和主要的科研院所、高校。在学术交流方面，与日本的双边学术交流尤为突出，通过双方互派代表团开展学术报告、参观钢厂和汽车厂等，极大地提高了我国汽车薄板的研究与应用。先后完成院“六五”重点攻关课题“含磷深冲高强度钢板”和国家“七五”和“八五”重点科技攻关项目，1988年和1991年先后获得中国科学院科技进步一等奖，1996年获得国家科技进步二等奖。

在取得含磷薄钢板系列研究成果的同时，作为国际深冲学会的成员国之一，申请IDDRG双年会及工作会议在中国的召开也被提上了日程。经过努力争取，第17届国际深冲学会双年会议及工作会议终于于1992年在沈阳成功召开了。翻开厚厚的档案卷宗，从一份

份文件、信函、批文、电报、手稿当中，我读到了当年学术前辈们积极上进的科研热情和细致认真、一丝不苟的工作态度。在一份标记为“最后审定稿，存档”的会议通知中，一个红色的标点符号旁被注明“师所长的需改”。严格要求到每一个细节，是每一份材料浸透出的态度，可以想象当年的一位位前辈在没有现代化办公信息设备条件下笔耕不辍、呕心沥血。跃然纸上的还有高度的责任感，在一份“17<sup>th</sup>IDDRG工作会议、双年大会发言试讲会通知”中可以看到这样的信息“\*\*同志，你的论文\*\*\*\*\*被选为1992年国际深冲学会或工作会议发言，请于1992年5月7日-8日前往沈阳中国科学院金属研究所进行英语试讲。”在那个国际交往非常有限、交流软硬件条件不足的年代，金属所人为了这次会议的成功举办，在筹备和组织过程中真正做到了细致入微。“细节决定成败”，我想这也是第17届国际深冲学会双年会议及工作会议能够取得巨大成功的重要原因吧。当年的CDDRG国家秘书程炳老师后来回忆，“这次会议在各国代表中反响很大，许多科学家及一些国家的深冲学会在会后发来了函件表示祝贺。1994年我到葡萄牙里斯本参加第18届国际深冲学会时，会上还在放第17届中国会议的录像。这些录像是各国代表自己拍的，真是太动人了。”

星移斗转，进入新的历史阶段。我国学者在国际薄板成形学术领域日益活跃，涌现出了众多高水平的研究成果，吸引了国际同行关注。在瑞士举行的IDDRG2013会议上，由中国薄钢板成形技术研究会（CDDRG）提出申请，IDDRG执委会一致通过由中国承办IDDRG2015会议的决议。这也是IDDRG系列会议在时隔23年后再次在我国举办。2014年6月，中国薄钢板成形技术研究会（CDDRG）秘书长张士宏研究员在IDDRG2014年会上代表中国接受了IDDRG会旗，相关的筹备工作正式启动。

从1992年到2015年，从沈阳到上海，从双年会到年会，中国又一次赢得了展示自己的机会。作为年青一代的科研人员，我们拥有前辈无法比拟的优越条件：完备的办公自动化设施、高速便捷的互联网沟通手段、良好的外语技能和丰富的人力资源。有机会参与IDDRG2015会议筹备并重读CDDRG发展的这段历史，就是要汲取学术前辈的工作经验，更是培养自己的责任心与使命感，用青春与热情去完成历史的使命。在二十三年的历史轮回中，实现理想与人生的升华！

8月25日至8月27日，泰国国王科技大学校长SAKARINDR BHUMIRATANA博士，副校长CHAOWALIT LIMMANEEVICHITR博士及泰国PTT Maintenance and Engineering Company



Limited顾问BOPIT SREWAROMYA博士等一行5人访问金属所。



8月20日，湖南卫视《新闻大求真》栏目组到金属所进行《求真夏令营》科普专题节目录制。栏目组和金属所工作人员精心策划了记忆合金、水净化等一系列互动环节。



8月9日，我所与中船重工703所、江苏永瀚特种合金有限公司关于共建

燃气轮机高温合金材料研发、生产、应用平台的战略合作协议签字仪式在哈尔滨举行。未来，三方将围绕燃气轮机开展紧密合作，形成研发、应用试验、产业化生产的系统产业链，这将有助于提升我国燃气轮机高温热部件产业水平。



7月28日上午，沈阳材料科学国家（联合）实验室年度科研奖颁奖仪式暨青年人才报告会在金属所师昌绪楼举行。沈阳材料科学国家（联合）实

验室自2013年起设立了“SYNL青年创新奖”和“SYNL技术服务奖”，奖励当年度在实验室各方面工作中表现优秀的个人。经各研究部推荐及专家评审，2013年度实验室共评选出20名“青年创新奖”和“技术服务奖”获得者，其中“青年创新奖”一等奖5名、二等奖10名，“技术服务奖”5名。

7月23日下午，青年职工俱乐部第四期科学文化讲坛在郭可信楼310会议室成功举行，本次活动邀请叶恒强院士做了题为“走进准周期的机遇”的报告。共计150余名所内青年职工和研究生参加了本次活动。



“走进准周期的机遇”的报告。共计150余名所内青年职工和研究生参加了本次活动。



7月16日至18日，2014年李薰材料科学讲座系列讲座获得者、英国

帝国理工学院材料系、核能工程中心主任William E. Lee教授访问金属所。