

衣带渐宽终不悔

——记“中国聚脲之父”黄微波教授

中华建筑报

2009年2月23~24日，被聚脲界人士称为“两会”的2009中国（北京）国际喷涂聚脲技术及应用展览会和2009年中国（北京）首届喷涂聚脲峰会在北京国际贸易中心同期举行。开幕式上，青岛理工大学教授、美国聚脲发展协会国际理事黄微波向国内外来宾这样致辞：聚脲界的“两会”不仅是中国聚脲技术诞生十周年的庆功会，也是世界聚脲发展史上的博览会，更是吹响进一步发展中国聚脲事业集结号的誓师大会！

随着掌声热烈地响起，黄微波的兴奋与激动之情再也掩饰不住。10年了！他一步步走来，从当年实验室一个小的探索，发展到今天浩大的事业，唯有一句话可以代表他的心境：星星之火，可以燎原！

发现聚脲

机会垂青有准备的人——黄微波

黄微波一直信奉大发明家爱迪生的一句名言：Genius is one percent inspiration and ninety-nine percent perspiration。（天才是百分之一的灵感，加百分之九十九的血汗！）

1995年，32岁的黄微波已是当时的化工部海洋涂料研究所（1999年更名为海洋化工研究院）的破格高级工程师了。作为一名从事高分子材料研究的专业技术人员，他对国际行业动态非常关注。一次在课题研究中他遇到了一项难题，工程要求非常厚的涂层，而用传统的涂料需要刷很多次，既污染环境也无法保证质量，同时还造成人力物力的浪费。为了解决这个问题，黄微波查阅了大量的外国资料，最终发现一篇论述聚脲技术的论文，立刻被聚脲的优异性能所吸引，直觉告诉他：这种产品一定会在中国的经济建设中发挥重大作用。于是，他萌生了要将聚脲列为自己研究课题的想法。

经过查询，黄微波给论文作者 **Dudley J. Primeaux** 先生写了一封信，作者是美国德克萨斯州人，专攻聚氨酯硬泡及软泡体系应用研究。在此基础上，他首次提出了100%固含量喷涂聚脲弹性体技术概念，是世界公认的该技术领域的发明者和缔造者，被誉为“世界聚脲之父”。

收到信后，**Dudley J. Primeaux** 先生很惊讶，他对黄微波跟踪世界尖端技术的敏锐能力颇为欣赏，作为有着社会责任感的顶级专家，**Dudley J. Primeaux** 先生希望聚脲产品能造福人类，因此他鼎力支持黄微波在中国开展聚脲技术的研究。

黄微波说，他在聚脲技术的研究上没走弯路，而且起点颇高，是 **Dudley J. Primeaux** 先生给予了他无私的帮助。从一封书信开始，黄微波和 **Dudley J. Primeaux** 先生结缘于对聚脲技术的共同爱好，而相同的人生信念使两个人成为一生的挚友。这也是中美科技界交往的一

段佳话。

“位卑未敢忘忧国”，在全面了解了聚脲技术之后，黄微波正式向所在单位——海洋化工研究院提出申请，希望开展聚脲技术的研究。回忆到此，黄微波深有感触，他说当时国内没有任何关于聚脲的信息，自己在单位仅仅是一名普通的科研人员，突然要把这个没人知晓的东西列为研究对象，在单位引起了不小的争论，很多人表示反对，幸而当时的丁德富所长是一位创新意识极强的领导，他力排众议、全力支持黄微波开展聚脲技术的研究。

据黄微波介绍，聚脲是喷涂聚脲弹性体技术的简称，是继高固体份涂料、水性涂料、辐射固化涂料、粉末涂料等低（无）污染涂装技术之后，为适应环保需求而研制、开发的一种新型无溶剂、无污染的绿色施工技术，被称为“万能材料”。该技术全面突破了传统环保型涂装技术的局限，喷涂数秒后即可固化，可很方便的在立面、曲面上喷涂十几毫米厚的涂层而不流淌，问世后便得到迅猛的发展，被誉为“20世纪末涂料、涂装技术领域最伟大的发现”。

正是看到了聚脲技术的广阔应用前景和想改变我国高性能施工技术落后面貌的迫切心情，以及对自己研发功底的高度自信，黄微波才敢于请缨。

1998年6月，**Dudley J. Primeaux**先生应黄微波的邀请，访问了青岛海洋化工研究院，在中国首次对聚脲技术进行了全面而翔实的介绍，极大开阔了中国化学工作者的眼界。借助这次讲学活动，在黄微波教授的带领下，培养起了中国第一批聚脲技术的开拓者。

1998年9月18日，黄微波选择了这个特殊的日子让中国人扬眉吐气！经过三年多的潜心研究，中国第一个芳香族喷涂聚脲弹性体配方在这一天由青岛海洋化工研究院黄微波率领的科研团队开发成功，经喷涂试验、测试后，其综合性能接近国际水平。

鉴于黄微波在中国推广聚脲所做出的努力和其在世界范围内对聚脲技术的贡献，2002年，**Dudley J. Primeaux**先生提名推荐黄微波成为美国聚脲发展协会的国际理事，这是该协会仅有的三名外籍理事之一，也是唯一一名因为研发聚脲而被选为理事的外籍人士。

这一年，黄微波被授予“国家有突出贡献的中青年专家”称号，享受国务院特殊津贴。

说起这一切，黄微波认为，自己能在聚脲领域取得一定的成绩，有几个因素起了关键性的作用：一是当时如果没有领导的支持，聚脲技术可能还在襁褓中就夭折了，更谈不上聚脲产品在中国的广泛应用；二是扎实的英语功底，特别是口语的熟练使用，使自己在查阅外文资料以及对外技术交流时没有语言阻碍；三是结识**Dudley J. Primeaux**先生，使他的研发站在了巨人的肩膀上腾飞。

推广聚脲

真正的技术应该具备造福人类的价值——黄微波

科学技术是第一生产力。这句话现在很多人耳熟能详。但由于体制等原因，我国的科研

机构在相当长的一段时间内与市场是分离的，从事科研的人员不了解市场，只要科研项目通过鉴定就大功告成。至于能否化为生产力就不在他们的考虑范围，导致很多成果鉴定完毕之后就锁进了档案柜，浪费了宝贵的科研经费；另一方面市场急需的技术没有人开发，企业要找到合适的技术很难。

黄微波不是那样的科研人员。在他看来，一项科研成果是否具有生命力，必须通过市场的检验。他从 1991 年至 2007 年之间先后主持了 18 项科研课题的研发，无论在科技含量还是创造的经济效益方面都有突出的表现，这也就是他 1994 年被原化工部授予“全国化工科技先进工作者”光荣称号，1995 年被原化工部破格晋升为高级工程师的主要原因。

对于聚脲这个产品，黄微波同样是按照要促进中国经济发展的目标进行研发与商业转化的。

一项新产品真正要在市场上得到大范围的推广与应用，需要经历很艰难的过程。但黄微波是幸运的，中国广阔的市场为他提供了舞台。

青岛海豚馆表演水池是国内第一个采用聚脲作为防渗漏材料的实例。该水池由混凝土制成，表面最先涂刷了天蓝色环氧漆作为保护涂料，使用不到一年就产生了开裂，局部还出现了大面积脱落。该馆有关负责人听说黄微波研制成功聚脲后，经过两次实地考察，决定选用该产品修复开裂的水池。

聚脲施工技术速度快的特性在海豚表演馆得到了充分体现。黄微波承接这项工程后，仅用一天就完成了包括底材处理在内的所有喷涂工作，第二天海豚们就欢快地回到这个水池中，据黄微波回忆：当时的祝伟院长非常关心聚脲技术的成长，经常找他谈心，鼓励他所在的功能材料部把这项高新技术做强、做大。祝院长甚至不顾旅途劳顿，在海豚表演馆施工聚脲的当天，专程从外地赶回青岛施工现场，慰问、鼓励在场的技术人员。

多年后，黄微波到海豚表演馆回访，对方仍给予很高的评价。更令用户满意的是，聚脲产品无毒害，对海洋生物非常安全。

大连极地海洋世界是我国将聚脲大面积应用于混凝土表面的第一个工程。这是中国第一个极地动物馆，规模在当时是亚洲第一、世界第三。其室内看台要求具有防水、防滑、耐磨和装饰作用，起初业主选定了两种材料：法国的 PVC 地板革和韩国的厚浆型聚氨酯涂料，但在局部实验性施工时发现，韩国的厚浆型聚氨酯涂料在大面积应用中，很难保证整体效果和质量，尤其在台阶的垂直面施工时，流淌严重，外观很不理想，而法国的 PVC 地板革在环形曲面上施工困难，因为存在接缝，整体防水性较差。无奈之下，业主只好放弃这两种材料。

就在业主为工程一筹莫展的时候，他们一位平时就比较关注科技材料的副总经想起自己看到的一篇文章，文中介绍黄微波开发的聚脲性能很好。于是就和他联系，黄微波带领人马赶到大连，仅用 4 天时间就完成了总面积约 4000 平方米看台的施工。

这个看台做完之后引起很大的轰动。那么多人参观之后就觉得简直是神了，几千平方米的看台一个接缝也没有，走起来上面有弹性，舒适感很强，看台上安装彩色玻璃钢座椅后色彩搭配合理，具有美观大方的视觉效果。

将聚脲产品用于运动场地更是该产品的一个突破。即便是美国等先行研发聚脲产品的国家只是把聚脲用于建筑防水防腐等传统领域，黄微波则拓宽了应用领域，率先用于运动场地并获得了成功。在参加PDA年会上，当黄微波做主题发言时，国外专家给予了热烈的掌声，并在国际聚脲门户网站www.polyurea.com的主页，将他演讲中的聚脲用于运动场地的照片放在显著位置，同时注明：聚脲热爱运动。

这是美国式的称赞，这是全球性的褒奖，这是中国人智慧的输出，这是中国聚脲的荣耀！

影视业在每次大型演出前都要精雕细刻制作各种舞台背景和道具等，这些用EPS（学名：聚苯乙烯泡沫塑料）制成、花费了能工巧匠大量心血的道具，由于容易破碎，往往使用一次便废弃，不但影响效率，还造成巨大的浪费。2000年，中央电视台到美国考察，他们发现美国同行早已使用了先进的聚脲材料作为EPS的保护层，便和美国生产厂家洽谈合作。美国人傲慢地宣称：世界上只有美国才拥有这项高新技术。在谈判中漫天要价，让中方陷入极为被动的境地。

美国人高昂的要价让中央电视台一位领导觉得不甘心，就让助手查查国内有没有这种东西。通过文献检索，他们发现了黄微波发表的文章，但还是半信半疑地在电话中这样问他：“你们只是写写文章呢？还是真的把它搞出来了？”美国人说只有他们能干，别人搞不了。”这种语气就像当年大连极地海洋馆有关人员咨询黄微波一样，流露出怀疑。黄教授告诉对方：“一切都是真的，你们可以到现场来看一看。”第二天这位领导就来到了实验室，当他看到喷出来以后的样品跟他在美国看的是一模一样时，当即决定：与海洋化工研究院合作，用国产聚脲制作道具。后来中央电视台的和其它影视业的道具都采用这种方式制作。在道具上喷涂聚脲后既美观、逼真又经济耐用，节省了巨大的道具制作费用和时间。

青岛碱业股份有限公司是纯碱生产企业，在生产过程中，需要处理大量的氨水、碱水和饱和食盐水，腐蚀介质多、浓度大，环境十分恶劣，钢质储罐的防护一直是困扰该公司的一大难题。虽然采取多种防腐技术和材料，但均没收到理想的效果。众多的钢质储罐少则几周多则几个月就出现严重腐蚀，6毫米~毫米厚的钢板经常烂穿，损失巨大。

在得知海洋化工研究院研究成功聚脲技术后，该公司先请黄微波为他们做了一个试验罐，投入使用3个月后，聚脲优异的防腐性能便显现出来，该公司领导大呼神奇。随后，又陆续将30多个各种储罐用聚脲进行涂装，累计涂装面积超过3万平方米。3年以后，最早服役的储存罐的聚脲涂层仍然完好无损。

此后，山东龙矿集团、武汉钢铁集团、河北宣化电厂、胜利油田等几十家大型企业引进

聚脲用于防腐，均获得成功，每年节省防护费用数亿元。

黄微波说，聚脲之所以被称为“万能涂料”，是由于它具备力学强度高、耐磨、耐高温、耐腐蚀、耐油、耐水、耐老化、耐交变温度（压力）、耐核辐射等优异性能，并且具有施工速度快（凝胶时间最快几秒钟）、无毒、环保性能好等特点，广泛应用于防腐、供水、建筑防水保温、影视业及主题公园道具、市政道桥、公路铁路、航空航天、核废料处理、军事等领域，可以说无所不及、无所不能。聚脲的作用在于，过去用传统材料解决不了的问题，就用聚脲来解决，否则就是大材小用。

尽管聚脲有着诸多的优点，尽管问世已经 10 多年，尽管很多领域已经使用了聚脲并获得了成功，但如何让聚脲更快更好的造福社会？如何让更多的人受惠于聚脲？黄微波意识到，单靠一个人、一个单位的力量是不够的。他决定：结合承担国家科技部“十五”引导项目的要求，以编写专著的方式把自己对聚脲的研究成果和取得的经验公布于世，造福全中国。

在一个逐利的商业社会，黄微波的这种举动无疑是疯狂的，把科研成果和经验体会公开，就意味着把本可以独占的经济利益与人分享。很多人劝阻黄微波不要这么做，更有人要出巨资希望与他合作。

黄微波回绝了。

2005 年，一部全面论述聚脲的专著《喷涂聚脲弹性体技术》，在黄微波和他的科研团队的努力下公开出版了，**Dudley J. Primeaux** 先生欣然为专著做序。该书的出版，不但在国内引起了轰动，也让国际聚脲界为之刮目相看。经第七届美国聚脲发展年会全体理事签名确认：该书是世界上第一部聚脲专著，决定授予黄微波杰出成就奖。该协会的资深理事 **Mark J. White** 先生在贺信中写道：“我们难以想象你最先用中文出版了这本巨著，向你表示最真诚的祝贺！”

这本专著全面、系统地介绍了聚脲技术的发展历程、应用领域、材料结构与性能、原材料与助剂、施工设备、底材处理、施工工艺、安全与防护等读者关心的问题，成为推广和普及喷涂聚脲弹性体技术的教科书和施工培训教材。中国工程院李俊贤院士在序言中写到：“希望通过本书的发行，对推动我国新技术、新材料、新工艺的普及起到积极的促进作用”。

这既是厚望，也是鞭策，它激励着黄微波向着更高的目标攀登、向着更广阔的领域进军！

保护聚脲

我希望后来研究者能够超越我，把聚脲的性能有更深挖掘。——黄微波

尽管中国开展聚脲材料的研究在世界范围内不是最早的，但我国是依靠自己的科研实力，克服重重困难，坚持走自力更生的道路，边学习设备操作、调试，边研发具有自主知识产权的聚脲配方体系，这是与澳大利亚及东南亚等国家完全不同。

从 1998 年聚脲产品正式在中国商业化应用至今已经 10 年，在这 10 年间，黄微波为研究

推广聚脲奔走于国内外，他像呵护自己的孩子成长一样，为聚脲得以广泛使用而欣喜。然而今天，他流露出来的更多的是担心和忧虑。

广阔的市场需求，使聚脲产品在中国的应用领域已经超过了美国等西方发达国家。但黄微波坦承，由于我国基础材料技术还无法和美国等国家相比，因此中国的聚脲产品在技术指标方面还与美国等国家存在一定的差距。

存在差距并不是什么丢人的事，令他痛心的是是一些单位对待聚脲的态度。

就像很多技术的遭遇一样，中国独特的市场环境使聚脲在国内发生了异变，一夜之间冒出了很多企业宣称自己研制成了聚脲，但实际上供应的多是“半聚脲”产品。黄微波说，一些厂家缺乏社会责任感，只是利益为上，正在把聚脲引入歧途。

让他感触最深的是在制订聚脲产品的第一个行业标准的时候，国内各家企业都站在各自的利益上，竭力压低技术指标，好为“半聚脲”充当纯聚脲寻找依托。目前，他正积极参与“喷涂聚脲防水涂料”国家标准的起草工作。黄教授坚决地表示：“一定要站在国家的总体高度和利益上，严格制订好聚脲的游戏规则，杜绝以往鱼目混珠现象的重演，让聚脲造福国家、荫泽后人。”

黄微波反复强调：“一分聚脲、九分施工”。他认为：应用聚脲是一项系统工程，要求每一道作业环节都要严谨。否则，不但发挥不出聚脲的优异性能，反而影响工程质量，败坏了聚脲的声誉。

他举例说，国内率先将聚脲应用于铁路项目的是京津城际高速铁路的路基防水工程。从推广聚脲这个大方向来说是成功的，但从微观来说还是存在许多不足的地方，导致聚脲的总体效果没有显现。

由于京津铁路的工程设计人员不熟悉甚至没有接触过聚脲，只是片面地接受了聚脲干燥快的概念，而对聚脲的施工工艺不清楚，结果画出的图让施工单位难以操作。比如，混凝土浇注出来后表面是很粗糙的，灰浆毛刺是很多的，而聚脲要求混凝土作业表面清洁、无缺陷。大量残存在路基表面的孔洞必须用腻子填实，填完以后还要刷底漆，这样处理好了以后才能做聚脲。由于图纸上没有标注这些流程，工程预算没有定额。造成如果施工单位直接喷涂就出现针孔、如果修补混凝土表面就赔钱的两难局面！

后来工程方多次给黄微波打电话咨询，他耐心、细致地讲解聚脲施工的注意事项，特别是冬季施工的困难，鼓励大家把工程干好。他还主动将他用稿费购买的《喷涂聚脲弹性体技术》，赠送给国内有关领导和专家，以传播聚脲技术的真谛！

聚脲产品在京津铁路的遭遇使黄微波感到了制定标准规范的紧迫性和普及聚脲知识的重要性。2008年初，他离开工作了21年的海洋化工研究院，调入青岛理工大学继续他的聚脲推广、普及和提高工作。他说设计院把聚脲设计到铁路上的确是一个创新，但同时他认为这

件工作做得太仓促，不够科学。为什么呢？聚脲到底怎么用？设计人员在画图时对聚脲了解多少？施工人员经过聚脲的专业培训吗？这些都是他今后作为一个教育工作者的责任，同时他借助青岛理工大学在土木工程领域方面的资源和优势，创建了世界上第一个聚脲专业，为进一步推广、普及聚脲技术，奠定了基础。

黄微波认为：要想把聚脲这个产品的功能发挥的更好，第一，应该从设计这个源头进行聚脲知识的培训，宣传，让设计人员知道应该注意哪些事项。第二，要在工程造价上给予充分的空间，不能又要马儿跑得好，又要马儿不吃草，你要用真正的好产品，必须有相应的价格，把价格压得死死的，质量肯定要出问题，要把利润给足施工方。第三，施工队伍的素质必须跟得上，聚脲是一个很专业的施工，不能随便找几个过去会刷油漆的工人，现在就让他从事聚脲施工。要通过组织培训班、请专家讲课，考试、发证，真正做到持证上岗。第四，工程监理、验收人员都要懂。设计人员懂了，监理、验收人员不懂，怎么把关？

黄微波建议，重要工程使用新产品一定要在设计前召开研讨会，请设计方、监理方、施工方、技术方、材料商和专家等一起从各自的角度谈一谈，让每一个工程都成为经得起百年考验的优质工程。

黄微波说，这是一项系统工作，以后推广聚脲或是其它新产品新技术，都要涵盖这些流程。他希望大家都要维护新技术的声誉，不能越搞越糟，最后没人用这个产品，毁了这个行业。

黄微波希望能与中国聚脲界人士一起携手，在聚脲关键原材料的国产化、主导产品的系列化、售后服务的专业化、市场开发的规范化、推广应用的普及化等方面，进行耐心、持久、艰苦、扎实的工作，为这一高新技术在我国的全面推广做好更加充分的技术储备。他也相信，只要业界精诚协作，聚脲技术必将带动我国新型涂层材料和涂装技术的迅速发展，将我国的高性能施工技术推向一个新台阶，为我国国民经济和国防建设做出巨大的贡献。

他在开拓聚脲事业的道路上勤奋地忙碌着，正如他的座右铭一样：骐骥一跃、不能十步，弩马十驾、功在不舍。