

我国低能加速器的应用

张朝汉
方承炜

低能加速器的应用国外已有几十年的历史。到现在无论在广度和深度上都有很大发展。其中许多方面在部分国家(美、日、苏)已达到工业化生产水平。我国开展低能加速器应用起步并不太晚,但由于种种原因,未取得预期的成果。在已开展应用的领域还有不少未实现工业生产。尽管如此,仍有一些单位和部门在某些方面做了很多工作,取得了一批可喜的成果。少数项目已推广工业应用并达到工业生产水平。下面介绍一下我国这一技术领域的概况。

1. 辐射化学

这是我国加速器应用较多的一个方面。其中又以聚合物的辐射交联改性居首位。例如聚乙烯经10—25兆拉德的剂量辐照交联后,能大大提高耐热性和机械强度,依然保持优良的电气性能,耐腐蚀性耐龟裂性也有一定改善,因此能满足一些特殊需要。我国在这方面已具备一定的工业生产能力。主要产品有:耐热聚乙烯套管、耐热聚乙烯电线和耐热聚乙烯薄膜。耐热聚乙烯套管由于耐热性能的提高,又具有热收缩效应,我国已用来做通讯电缆和电力电缆接头的收缩护头;石油、化工、煤气管道接头的收缩护头以及用于仪器仪表、飞机、卫星等插件焊脚上,防止短路和增加强度,防潮防蚀。不仅使用方便,而且非常牢靠。施工方面的实例已有:海底动力电缆接头、地下电缆接头等。吉林石井沟联合化工厂生产多种规格的收缩套管供国内用户使用。辐射交联聚乙烯电线电缆可在100℃以上的高温下长期工作,瞬时工作温度可达250℃。一般未经辐照处理的电线电缆在这一温度下立即熔化。所以在环境温度比较高、工作条件比较苛刻的场合采用这种电线非常合适。例如布线空间小而布线数量又很多的通讯系统、电子计算机用细电线;工作温度比较高的汽车、警报系统里的连接线等。我国已能生产部分规格的低电压等级的这种电线。无锡彩印厂主要生产各种规格辐射交联聚乙烯膜,已在电缆接头、石油管道防腐包敷、微电机空心杯形转子绕组的整形以及制做射频电缆等方面得到应用。这种薄膜还用来制造6000伏高压潜水电机的绕组,在水下运行了十几年,至今仍在正常运转,效果很好。此外,它还适合于做出口商品的

包装。

用电子束照射油漆涂料使之固化是加速器应用的又一重要方面。这一技术已在我国试验成功。方法是用射线辐照不饱和预聚物或者是它和乙烯基单体的混合物,使之进行三度交联而固化。与传统的热固化法相比,辐射固化具有许多优点。最突出的是:①漆膜固化快(只需一至几秒钟);②没有有机溶剂的挥发,所以不污染环境;③耗能少。经用国产FDJ-0.3型辐照加速器作对比试验表明,包括所有附属设备在内,用加速器固化只需要45千瓦的功率,1—2秒钟;而用加热固化总功率达270千瓦、20分钟。节省电能是显而易见的。另外,漆层外观好,附着力强,能经受机械冲压加工而不损伤漆膜,尤其是它在室温下固化,因而诸如塑料、皮革、木材、织物、纸张等的表面涂装都可实现。我国上海科技大学已研制出适合电子束固化的新型涂料,并用国产电子加速器在印铁制罐、木材、皮革上试验获得成功。

橡胶辐射交联代替硫化在我国也开展了一些工作,取得了一定的成果。上海化工研究院等单位都进行了硅橡胶的辐射硫化研究工作。例如上海化工研究院在有关单位配合下已做成无毒医用硅橡胶导管,很受医务工作者的欢迎。用这种方法做成的导管透明度增加,而且不再含硫,对患者十分有利。现在他们准备建立一条生产线来扩大生产。

利用辐射接枝技术制备复合材料在我国基本上是个空白。但是,上海原子核所在利用电子束改善木材性能方面做了一些尝试,取得了较好效果。方法是木材浸于苯乙烯单体中,然后置于加速器下进行辐照,使木材与苯乙烯单体实现接枝聚合。经过辐照处理后的木材其尺寸稳定性大大提高,上漆容易,克服了原木材在不同气候条件下产生收缩翘曲变形的现象。用这种木材制造的家具可保持长久不变形。

离子交换膜是海水淡化、处理电镀废液的好材料,也是制做微型电池隔膜的材料。上海原子核所经过努力在国产加速器上用辐射法制成了F46离子交换膜。实际应用表明,这种膜能经受强酸强碱等介质的长期腐蚀、抗氧化和有稳定的电化性能。例如,在“二步法”制高纯碱的电解槽试验中,该膜连续运转了四个月以上,仍平整完好,电化性能未发现有明显变化。又如在含铬电镀废液的电渗析法淡化处理试验中,可使排放水中铬的含量低于国家规定排放标准。上海有机所在用辐射法制备离子交换膜方面也做了一些研制工作。

2. 射线照相

利用 γ 射线对厚大金属件(厚度可达50—500毫米以上)或非金属材料进行无损透照检查,以发现材料内部缺陷。这是低能加速器在工业上应用的另一重要方面。优点是:不破坏工件,能对缺陷形象直观地了

解;能明确缺陷的性质、位置和大小;对被检查工件的结构、形状及表面状况无特殊要求;效率高等。探伤灵敏度一般为1%。我国已有较多企业采用了这一技术,安装了电子感应加速器,对大型铸锻件和零件进行无损探伤。一机部自动化所利用电子感应加速器为国内许多研究所、工厂解决了不少难题,尤其在引进设备验收工作中,查出了某些引进设备的质量问题,避免了损失。

3. 活化分析

活化分析也是低能加速器应用得较多的一个方面。它利用粒子与物质相互作用产生的放射性核素进行元素的定性和定量分析。我国以快中子活化分析应用最多。不少单位和部门利用这一新的分析手段做了大量分析测定工作,取得了很大成绩。主要用于钢中含氧量的快速测定。优点是快速、精确、灵敏和不破坏样品。国外已经实现在炼钢炉前作现场分析,大大提高了钢的产量和质量。在测井方面,利用这项技术可以确定油层、水层以及油和水的含量。我国在大庆油田进行的实地检验已获得满意的结果。它还可用来探矿及确定含矿量。此外,如石油化工原料和产品中所含元素的分析和测定,食品和农作物中蛋白质和有毒元素含量的测定,环境(空气、水质、土壤等)污染程度的测定等方面也得到了应用。特别是这一技术还被用来对出土文物进行分析和鉴定,解决了一些难题。此外,我国北京、上海等地区的一些部门还开展了带电粒子活化分析、光子活化分析以及质子诱发X射线发射分析等方面的研究和应用。

4. 医疗和消毒杀菌

癌症已经成为对人体健康危害极大的一种常见病多发病,目前尚无特别有效的治疗方法。但在已有的方法中,射线治疗仍不失为一种主要手段。早在六十年代,我国就已研制成医用电子感应加速器并投入临床使用。此后,上海、北京又先后研制成医用电子直线加速器并投入临床使用。前者主要使用高能 β 射线,对表面及浅层恶性肿瘤(如皮肤癌、乳腺癌等)进行治疗,后者主要用 γ 射线进行深部及浅深部癌瘤(如肺、肝、胃癌等)的治疗。实际应用表明,两者均取得了一定的治疗效果。目前,我国保定变压器厂已能小批生产医用电子感应加速器。

除治疗外,用加速器进行消毒也很合适。它具有安全、迅速、简便,消毒杀菌彻底,可对药品进行包装后的完全消毒,不存在再污染等优点。由于种种原因,我国这方面的应用还不普遍,只有少数地区和部门在羊肠线、人工肺等的消毒杀菌处理上采用过。例如吉林省某研究所研制成功的塑料人工肺组装后用两层0.05毫米的聚乙烯和一层PVC薄膜袋封好,最后用电

子射线进行消毒杀菌处理。经严格检查完全无菌,已用于临床手术中。

5. 离子注入

离子注入就是用加速器把任意种类的元素或化合物注入到材料(可以是金属也可以是非金属)里面去,使之改变材料的性能。这一技术现已成为制造半导体器件和集成电路的重要工艺手段,在生产线上广泛应用。我国这方面应用也比较普遍,已用来生产微波器件、激光器件、光电器件以及MOS、C-MOS集成电路等,并仍在继续发展中。进入七十年代后,离子注入技术又转向金属,为国内外专家所重视。这是由于它在这一领域有一系列突出的优点。譬如,可以注入任何元素以改善金属材料的物理化学性能和机械性能;不受合金系统平衡相图的限制,可以达到过饱和;注入是在真空中和较低温度下进行的,十分适宜于零件和产品的最后表面处理;注入剂量和深度可精细控制;无污染等等。我国这方面已开展了研究工作,取得了初步成果。例如对普通高速钢刀具进行了注氮试验。结果表明,刀具表面硬度提高约三倍,耐磨性提高二倍,切削寿命提高二倍以上。另外,还对拉丝模作了注氮处理,经电线厂作对比试验,发现使用寿命也有显著提高。未经处理的拉丝模平均可控制电工铜丝2吨左右,而经氮离子注入处理的拉丝模控制同一种铜丝,至少也可拉4.5吨,多的达5吨以上。磨损后的孔光滑无痕,还可继续用于控制直径大一些的铜丝。又如将氮离子注入到硬质合金车刀里,刀具的耐磨性和寿命也同样得到了提高。从已开展的工作来看,离子注入技术在机械工业和冶金工业方面是有发展前途的。

6. 食品保鲜与储存

食品的辐射保鲜与储存在我国开展应用研究较早,范围也比较广,从抑制土豆、洋葱、大蒜的发芽到谷物、麦类、豆类的储存,从肉禽蛋品和海味的保鲜到果品蔬菜的保藏都进行了开发研究,收到了一定效果。目前,我国多采用钴60作辐射源,但也有用加速器的。如用0.8—1兆拉德剂量的电子束照射鲜蛋,可达到完全消毒灭菌的目的,而且处理后鲜蛋的储存时间可以延长。如置于气温28—30℃的环境下储存36天后,好蛋率比未经辐照处理的要高。又如用电子束照射广柑,作了对比试验。当吸收剂量达到 1×10^5 拉德时,一个月后广柑表面才出现少许霉烂点,但果肉未坏。当剂量达到 2×10^5 拉德时,一直存放了三个月,未发现任何霉烂。未辐照过的广柑在同一条件下自然存放,10天内便全部霉烂掉。辐照的效果非常显著。由于用加速器辐照比用钴60有更多的优点,可以预计,今后我国这一领域采用的加速器必将逐渐增多。

7. 在农业上的应用

农业是加速器应用的一个广阔市场。我国北京、上海、天津、广东、四川、甘肃、辽宁、黑龙江等省市自治区的有关单位均已开展了应用研究工作。大致有以下几个方面：

(1) 辐射育种 辐射育种就是利用加速器产生的 γ 射线或中子束照射农作物种子,使其发生突变,从而培育出新品种。辐照的对象有:农作物(水稻、小麦等)、经济作物(大豆、花生、棉花等)、果树(桃、苹果、葡萄等)、蔬菜(黄瓜、油菜、豌豆等)、树木(橡胶树、杨树等)、花卉及中草药等。此外,还有家蚕、鱼苗等。各地都已培育出了一批高产、早熟、抗病虫害能力强的品种,成绩比较突出。

(2) 辐射保藏 通过各种射线的照射达到灭虫、杀菌、防心发芽霉变的目的。我国在水稻、小麦、玉米等粮食作物和某些菜蔬的储存方面均取得了程度不同的效果。

8. 微生物变异

微生物变异就是利用高能电子束或 γ 射线照射菌种,使菌体内担负遗传作用的物质的分子结构发生改变,导致微生物的性能发生变异,然后从大量的变异菌种中选出有效价较高的菌种,从而达到获得优良品种的目的。这是一种培育高产菌种的简便、经济的办法,是微生物制品工业提高产量的有效途径。我国北京、河北、上海、天津等地一些高等学校、科研单位和工厂应用这一技术于制药工业取得了成效。如某厂利用快中子处理法霉素菌种,使产量提高了10—15%。处理庆大霉素菌种,培育出的优良菌种已在生产中用了二年多,稳定增产18%。用该法培育的链霉素菌种使链霉素的产量提高11%等等。

我国低能加速器的应用尽管与国外先进水平还有一定差距,但随着我国工业和科学技术水平的不断提高,随着四化建设事业的不断前进,我国低能加速器的推广应用一定会日新月异逐渐得到发展,为四化建设、为人民幸福和社会进步作出贡献。