

辐射加工是 40 至 60 年代,在辐射化学形成独立的分支学科基础上,逐步发展起来的一门新的技术和产业。它是将射线(主要是钴 60γ 射线和电子束)的能量提供给被辐照物,使之引起化学或物理变化的过程,从而造成被辐照物的物理性质和化学性质的变化。它的应用面极宽,可加工数量极大。据估计,全世界这方面年总产值已达到 100 多亿美元,约占国民经济总产值的千分之一。

目前,辐射加工的应用,已遍及化工、电器、机械、交通、食品、包装、生物、医学等各个方面。由于辐射加工而成的产品,功能独特,质量优异,因而颇有竞争能力。现已工业生产的产品如下:

辐射交联电线电缆。电线电缆经辐射加工后,可以提高它的耐热性、耐腐蚀性、耐老化开裂性,提高它的机械强度和改善它的电气性能。例如:聚乙烯电缆未经辐照处理时,使用温度一般为 65°C ,经处理后可以提高到 105°C ;经过专门配方制成的辐射交联电线电缆,使用温度可达 150°C 。电力电缆遇到短路事故时,其短期耐热性能是十分重要的;非辐射交联的聚乙烯电缆短路时,最高可允许温度为 140°C ,经辐射交联后,它可提升到 250°C 。因而此类电线电缆可用于飞机、航天器、海上石油钻井平台、石油深井钻井、地下铁道、舰船、坦克、汽车、铁路机车、冶金化工高温腐蚀场所、高层建筑、医用设备、电机配线及家用电器配线等各个方面。此项技术十几年前已在我国兴起,但发展较慢。目前国内一些单位已经起步,如中国科学院辐射技术公司组织了上海原子核所、高能物理所、兰州近代物理所共同制造的高频高压型加速器辐照装置,是迄今能量最高、功率最大的国产化电线电缆辐照生产线,92年3月已通过鉴定验收。

辐射交联的热收缩管、带、膜,是一种有“记忆”特性的塑料,虽然其尺寸比实际材料有较大扩张,但一经加热,即可恢复到原始产品的尺寸和形状。这类材料具有良好的绝缘性、包覆性、气密性。如果用作电线、电缆的耐热绝缘层、导线接头、电容和电池等电子元件,以及工具和金属等管的绝缘、防水、防潮、防尘保护鞘等,就可防止漏电、腐蚀、燃烧等重大事故的发生。力半径大小的球体处,而是要深入到这个球的内部。这个现象称之为相对论坍缩。这个过程的产物就是黑洞。

最早经严格计算来描述相对论引力坍缩的人是美国著名的物理学家 R.奥本海默。他与 H.斯尼得于 1939 年完成了这一经典工作。他们严格的预言了黑洞产生的可能性。至于黑洞 (black hole) 一词是在 60 年代由美国物理学家 J.惠勒 (Wheeler) 发明的。(一)

(编译自 Igor Novikov 著 Black holes and the Universe)



生。在这方面目前的发展很快,仅四川地区年产值已超过 2 千万元。

电子束涂层固化是辐射加工的另一个重要方面。它包括纸张、塑料薄膜的印刷染料、金属板、印刷电路板、磁带磁盘、木材、建筑材料等的表面处理。最近各种抗腐蚀、抗腐蚀材料、光纤纤维及弹性体的涂层固化等都有很大的进展。例如苏联所报道的石膏板的涂层固化,能使石膏板的强度增加 2—3 倍,还具有抗冻性、阻水性,并能改善抗腐蚀性。

辐射交联发泡聚乙烯材料具有介电常数低,少通气性和吸水性等特点。可作电线绝缘体、充作隔热材料或缓冲材料、救生材料等。

辐射能制备特种高分子材料和特种功能膜。如辐射交联的工程塑料,耐温 300°C 可作为磁线圈的绕线架、开关等。用 γ 射线对氟塑料进行裂解,可使粉末达到几微米以下的粒度,用它做成的高级润滑剂,具有节电、节油、节省人力的功效。在功能膜方面,如聚乙烯-丙烯酸制成的薄膜,用于开放式烧结式镍镉电池中,电池的使用寿命可达 10 年。

辐射加工在橡胶工业中主要用于天然橡胶乳液的辐射硫化和轮胎的射线辐照加工。天然橡胶乳液辐射硫化的优点是其产品中含硫量只是常规硫化工艺产品中的十分之一。轮胎的射线辐照现已成为美国轮胎工业的重要加工程序,它可使轮胎内层增大耐热性,还能使它具备质地柔软等优点。

医疗用品如输液器、输血器、纱布、手术缝线、外科刀具等可进行辐射消毒。它与传统的蒸气消毒相比,具有不需升温、省能源、处理效率高、无污染等优点。与环氧乙烷化学消毒方法相比,它无毒性残留,处理后无任何废物排放。

除了上述产品外,还有一批正在待开发的项目,前景可观,值得人们重视。它们是:

辐照可对食品起杀虫、灭菌、保鲜的作用。据统计,世界上已有 36 个国家批准使用辐射加工食品,被



1931年,我从山东省立第一师范毕业后,考入北京大学物理系本科,曾受名师吴大猷、饶毓泰、周同庆、朱物华等授课,受益很深。那年9月17日开学,次日即九·一八事变,我参加北大学生组织的抗日救亡运动。1932年,在北大二院曾听鲁迅先生的“帮闲文学与帮忙文学”的学术报告,现在还记忆犹新。1935年北大毕业后,在山东省立聊城第二中学教书。1948年济南解放后,在省立一中教高中物理,当时学校既无图书又无仪器,只有残缺不全的物理仪器20余件。在党的领导下,购置废旧物品,发动师生自制物理仪器图表,基本上解决了演示实验和学生实验的要求。在这段时间所

取得的经验是:要使学生系统地掌握物理基础知识和实际应用,结合教学培养学生德智体美劳的全面发展。

从1958年迄今,在济南师范专科学校(即后来的山东师范大学)执教,教授普通物理,主要经验是就地取材,改变教材中传统的实验,使现代科学与生产实际相结合,贯彻创新精神。特别是参加激光器的科研工作,使教学工作跟上现代科学技术的发展。

五十余年的教学工作,近来常以古今诗人的诗自勉:“莫道桑榆晚,为霞尚满天”。

批准的食品超过80种;其中批准最多的国家是荷兰。我国迄今已批准了8种。世界上已有19个国家建立了具有商业规模的食物辐照工厂,建成或正在建设的商业规模或示范性的辐照装置有40座。

辐射能进行三废处理。在燃煤、燃油过程中排入大气的 SO_2 和 NO_x 是大气污染的主要来源, SO_2 会在大气中形成酸雨,危害人类。若用辐射方法处理,不仅可去掉排出的烟气中大部分 SO_2 和 NO_x ,其副产品还可制成肥料。据推测,这一技术在本世纪末将会成为工业废气处理手段之一。在城市污水、污泥辐射处理方面,日本、西德、美国等国相继作过大量工作。有的商业化示范工厂已有十多年的运行历史。美国和日本还进行了城市垃圾的辐照处理。它的目的是杀虫、灭菌,使垃圾能用来肥田。此外有些有机垃圾辐照后,可以作为牛羊的饲料。加拿大用 γ 辐照消毒处理国际机场的垃圾,可以防止来自海外的病菌和病毒的扩散传播,这些垃圾经过辐照处理后,还可成为动物的饲料。

新型生物材料研究与开发是辐照加工领域中值得重视的问题。因为这种材料纯度高、与人体组织亲和性好、无菌、性能稳定、有的还具有特殊功能。如灼伤病员使用的皮肤敷贴材料、无形眼镜、抗凝血性的

人工血管、人工气管、人工关节和其他人工脏器等都可望成为造福于人类的日用商品。其中皮肤敷贴材料和无形眼镜,国内已有批量生产。

塑性复合材料的辐射加工。塑料与其它材料所制成的复合材料,由于两者特长可以互补,从而使复合材料可具有某种新的特殊性能,包括热和空间尺寸的稳定性、耐腐蚀性、优良的机械性能和电磁性能等。再加上它价格低廉,因此发展很快。目前已达工业化和正处于工业化研究阶段的有塑料与木材、竹筋、甘蔗渣、纸、混凝土、铝、木屑、塑料等复合材料。

在生物、医药和农业方面。运用辐射方法能使生物活性体与高分子母体材料相结合或者复合,可以制成一些意想不到的新型材料。例如,使酶和微生物菌体高浓度密集,使其逐步释放,就可以在连续的酶催化反应中得到应用。辐射技术能使植物纤维原料,例如稻草、麦秆、甘蔗渣和废纸通过水解使它们转化成葡萄糖和酒精。美国和苏联等国经过30多年的研究,认为此技术的前景是光明的。除了医疗用品辐照消毒外,还有药品和原材料的辐照灭菌,例如对中草药、抗生素、眼药水、医用乳胶手套内的淀粉等的灭菌。此外还可用于外科移植的人体生物组织,如骨头和神经组织的辐

射灭菌,此工作已在英国和东南亚等广泛开展。在医学上的应用还包括:药物固化,制造缓释释放药物和定靶药物,此类药进入人体后可缓慢且持续地释放出或按照人体某种特定条件释放;免疫球蛋白的固化,可用于免疫诊断;细胞的固化,可用于细菌培养。辐射加工技术还可用于动物、家禽饲料灭菌,农产品的检疫处理。

目前尚有不少新的领域有待继续开发。它们包括:运用电子束提高机械的抗磨损性,用保护层使材料硬化;对硅材料和半导体器件进行辐射加工,对工艺品、纺织品进行着色等等。

中科院上海原子核所在60年代开始,就建立了辐射化学研究室,70年代开展了关于辐照新材料的应用研究和辐照加速器的研制,80年代进行了应用研究成果的推广和生产。还会同中国科学院和上海市科委,联合筹建了以钴源为主要辐照装置的上海辐照技术推广应用基地。专门从事辐照加工和辐照新产品的中间试验开发。经过几年来的运转,不仅发展了数十种产品的辐照加工,而且在热收缩材料和生物敷料的中间试验开发方面取得了较好的进展。从而在探索辐照技术由科研向生产转化方面获得了一定经验。