

Bromley 讲到:“单电子器件的出现,在我看来预示着一个新的发展浪潮。……,我斗胆地说,物理学的未来将会远比其过去更为让人激动。”

介观体系物理的研究也有重要的基础研究意义。在同一会议上,美国国家科学委员会成员,斯坦福大学教授 Zare 讲到,我们对少体问题(指微观体系)及多体问题(指宏观体系)的了解已有很大的进步,我们欠缺的是对介乎其中的 Some-body problem(指介观体系)的研究。他认为这方面的工作在未来十年及下一世纪会得到很大的发展。这段话很精辟地说明了介观体系研究的重要性。

北京大学物理系在国家计委、科委、教委和自然科学基金会的支持下,成立了人工微结构和介观物理国家重点实验室。一年多来在超薄材料生长,微加工技术,把 STM 技术用于原子尺度的微加工以及在室温下观测量子点接触的电导量子化行为,非均匀体系的量子输运,用飞秒技术研究小体系样品中的超快过程,介观尺度微腔激光器及介观体系理论研究等方面取得了很好的进展。国内其它有关单位也开展了这方面的工作。总的讲,这方面工作还刚刚起步,特别是实验工作难度大,需要得到重点的支持。

PHYSICS OF MESOSCOPIC SYSTEMS

Yan Shousheng

(*Department of Physics & Mesoscopic Physics Laboratory Peking University, Beijing 100871, China*)

21 世纪我国生物材料的研究工作

邹翰

(暨南大学生物医学工程研究所,广州 510632)

生物材料是一种具有特殊功能的材料。生物材料与人体组织、体液及血液相接触时不会产生毒性或副作用,不凝血,不溶血,不引起人体细胞的突变、畸变和癌变,不引起免疫排异反应。它是研制各种人工器官及与人体直接接触的各种医疗器械的物质基础。没有符合使用要求的材料就做不出合用的人工器官和器械。历史已经证明,每一种新型生物材料的诞生都会引起医疗技术的新飞跃和发展,如:生理惰性医用硅橡胶的问世和应用,使人工的耳、鼻、颌骨、关节、乳房等人工器官及特殊用途的医用导管和组织修补技术向实用化飞跃;可形成假生物内膜的编织涤纶血管的研制成功,使人工血管向实用化飞跃;血液相容性较好的各向同性碳涂层材料的开发成功,使碟片式人工心脏瓣膜得到广泛应用;血液相容性及物理机械性能较好的聚氨酯系列共聚物(如 Biomer, Pellethane, Avcothane-51, Tecoflex 等)的研制成功,促进人工心脏向临床应用跨越了一大步,等等。以上都说明生物材料是与人类健康的密切相关的材料,它对促进人类的文明,探索生命的奥秘,保证人类的健康与长寿起着重大作用。

目前在美、日、欧洲等发达国家,生物材料及其制品已逐步形成一个新产业。我国在有机、无机、金属及天然生物材料等领域取得了一批较高水平的研究成果,但从总体而言,大多仍处

于仿制阶段,独创性的开发较少,而且推广应用率低,多数仍停留在实验室成果阶段,尚未形成具有一定规模的产业。

当前,各国对生物材料的研究与开发,仍处于经验和半经验阶段,基本上是应医学的急需,以现有材料为对象,经适当纯化或适当改性后便加以应用。真正建立在分子设计基础上,以材料的结构与性能之间的关系,尤其是以结构与生物相容性之间的关系为依据的新型生物材料的设计、研究和开发工作很少。因而目前应用的生物材料及制品,尤其是对生物相容性要求高的人工器官材料,仍处于“勉强可用”阶段,远不能满足实际要求,这也在相当大的程度上影响了人工器官的发展。为此,广大研究者正在致力于开发生物相容性更好,使用功能更能适应人体生理需要的新材料,开始重视生物材料分子设计学研究,并尝试应用分子设计学和仿生学方法去开发生物相容性和使用功能更好的新生物材料。

生物材料学是由工程材料学、化学、生物学、物理学、生理学以及基础与临床医学等多门学科互相渗透共同协作而建立和发展起来的新兴交叉学科。对我国 21 世纪生物材料的研究与开发,作者认为应理论与实践并重,优先发展以下内容:

1 生物材料分子设计学的基础理论研究 探讨材料的结构与生物相容性之间的关系;弄清材料与活体组织、体液、血液之间的界面现象;了解材料的基本结构和组成及其与体内组织的老化、降解、腐蚀之间的关系;掌握材料的组成、结构和物理机械性能之间的关系和数据,借鉴工业材料以物性为设计目标的分子设计成果,通过仿生、分子剪裁等方法,建立起有自己特色的生物材料分子设计学理论和方法,并用于指导新材料的开发。

2 抗凝血材料的开发研究 改善生物材料的血液相容性有两条基本途径:其一,合成对血液完全呈惰性的新材料;其二,对现有物理机械性能较好,适用范围较广的生物材料进行表面修饰,以提高其抗凝血功能。前者是战略目标,而后者却更具有实用价值。惰性生物材料和血液之间的相互作用常常是非特异性的,难以控制,因此很难获得与血液完全没有相互作用的理想抗凝血材料。而采用不同的表面修饰方法就会得到具有不同效能的抗凝血材料,而且对基材的选择自由度也比较大。抗凝血材料不但要有好的抗凝血性能而且要有优良的物理机械性能以满足制造人工器官的需要。例如,用来制造人工心脏血泵内血囊的材料既要抗凝血又要有很高的耐曲折性(约 4 千万次/年)和较高的抗张强度和弹性。很多学者常用的方法是在材料表面结合具有生理活性的物质,改变材料表面的微相分离结构及表面亲水性和负电性等。对硬材料则往往用涂复的方法在材料表面覆盖一层抗凝血物质,如低温裂解碳或金刚石膜等,以改善其血液相容性。

在国际上,血液相容性材料的研究水平被认为是生物材料研究水平的重要标志。目前在世界范围内还没有开发出一个具有理想抗凝血性能的生物材料。如果我国能在 21 世纪初研制出 1 至 2 个高抗凝血材料,这将对人工心脏等与血液相接触的人工器官的研制起到巨大的促进作用,提高我国生物材料界在国际上的地位和影响。

3 缓释材料的开发研究 着重开发植入型可吸收缓释药物材料,植入型长效避孕药物系统,及经过皮肤吸收的液晶缓释膜材料。缓释材料的开发是目前国际生物材料开发的热点之一。

4 生物材料表面修饰学的研究,积极开发各种生物梯度材料 由于活体组织及体液对材料的作用主要集中在材料表面,为提高材料生物相容性,可通过对材料表面的修饰使其形成一个能与活体相适应的过渡层。这项研究既包括材料与活体相互作用机理的理论研究,也包括修饰

方法学和工程学的研究;在方法上,除用化学方法外还可运用粒子加速器、等离子束、溅射涂覆以及等离子体化学蒸气沉积等方法来对材料表面进行修饰和涂覆。对硬材料(如医用金属材料或碳素材料),这种涂覆改性的方法尤为重要。

5 **生物活性陶瓷及玻璃的开发** 着重研究这类材料的生物活性表征及机理,研究应力传递时弹性模量的匹配效应以及生物活性界面键合的长期稳定性等问题。重点开发口腔及骨骼材料(如羟基磷灰石等材料)以及陶瓷类复合材料。

6 **医用膜材料的开发研究** 重点开发人工肺用气体透过膜材料,血液净化用的透析膜和超滤膜,及可分离中分子物质的透析膜等材料及制品,并深化研制其它血液净化吸附剂等材料。

7 **其他** 加强生物活性材料、仿生材料及生体/合成杂化材料的开发研究。应用仿生设计,仿制具有某种器官或组织的物性和生理性能的生物材料;研制生物传感器材料;研制能够保持细胞活力的细胞载体材料和接载方法(如利用再生胶原和甲壳素等天然生物材料附载表皮细胞制造活性人工皮肤等)。在医用金属材料方面,深入研究某些金属表面与体液作用机理及生化作用,寻找改善界面相容性方法及表面生物惰化处理办法。

8 **对生物材料的生物相容性表征及评价方法的研究** 制订不同应用场合的生物相容性要求指标;研究准确、可靠、简便、快速的评价方法,使评价标准统一化、规范化。

THE BIOMATERIALS RESEARCH OF THE 21ST CENTURY IN CHINA

Zou Han

(Institute of Biomedical Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

智能材料

姚康德 许美萱

(天津大学材料研究中心,天津 300072)

1 引言

智能材料为材料和结构有关的新概念,是指对环境条件可感知、可响应、并且有功能发现能力的新材料,相关的材料和结构则称为智能(Intelligent)/灵巧(Smart)材料、智能材料系统和结构、灵巧结构等,其构思极大地超越以往的新概念。纵观材料的发展,经历了松散型,复合和杂化型,进而发展为异种材料间不分界的整体化融合型材料。智能材料即融合型材料,是在原子、分子水平上进行材料控制,于不同层次上寓于自检测(传感功能)、自判断、自结论(处理功能)和自指令,并可执行功能所设计出的新材料。智能材料的研究和开发孕育着新理论和新材料的开发,涉及科学和技术的振兴。

2 智能材料的构思

2.1 **仿生和智能材料** 智能材料的性能是组成、结构、形态与环境的函数。从植物、动物到人类一切生物体的最大特点为环境适应性。众所周知,细胞为生物体的基础,而细胞本身就是具有传感、处理和执行三种功能的融合材料,故可作为智能材料的蓝本。如视网膜细胞实为