

中国科学院深圳先进技术研究院

研究生联合培养项目需求表

联 培 项 目 编 号： FSNEU-2026-SZXJY-23

联 培 项 目 名 称： 多功能协同调控周围神经再生修
复材料与生物适配神经导管

联 培 单 位： 中国科学院深圳先进技术研究院

项 目 负 责 人： 杜学敏

联 系 电 话： xm.du@siat.ac.cn（邮箱）

单 位 负 责 人： 梁 栋

联 系 电 话： 0755-86392250

东北大学佛山研究生创新学院

填表说明

- 1、 本表由联合培养基地填写，务必保证信息全面准确。
- 2、 联合培养基地每年 3 月前将本表交于东北大学佛山研究生创新学院，用于本年度接收联合培养研究生。
- 3、 一份需求表只能填写一个项目，且需求表上交后原则上不允许取消或更改。
- 4、 联培项目编号为：东北大学佛山研究生创新学院简称佛山研究生创新学院，简称代码-FSNEU、年份-202X、基地名称简称代码-XXX(美的集团中央研究院简称美的中研院，简称代码 MDZYY)、本基地本年度项目序号 X X，例如：
FSNEU-2026-MDZYY-1。
- 5、 各栏目内容可续页。

东北大学佛山研究生创新学院联培基地项目需求表

项目编号	FSNEU-2026-SZXJY-23	项目名称	多功能协同调控周围神经再生修复材料与生物适配神经导管
联培课题方向	1. 智能高分子材料 2.生物电子器件；组织工程支架		
所需研究生专业方向	1. 085409-生物医学工程 2. 085601-材料工程		
需求人数	2 人		
岗位要求	1. 具有良好的实验动手能力和较强的科研兴趣； 2. 有较好的英文文献调研能力，有一定的分析解决问题的能力 and 执行力； 3. 热爱科研，积极主动，有上进心、责任感及良好的团队合作能力。		
项 目 简 介			
<p>一、项目背景：</p> <p>周围神经连接中枢神经和身体各个组织器官，是人体运动功能、感觉功能和自主神经功能实现的重要基础。因外伤、组织病变以及手术等造成的各类组织器官损伤通常伴随周围神经的损伤。研究发现，如果不在有限的治疗窗口期内对缺损较大的周围神经（>3 cm）施以干预治疗，则会造成施万细胞基膜退化，进而触发神经元的凋亡和肌肉萎缩，最终导致患者出现永久性运动功能障碍、感觉功能缺失、自主神经功能异常等问题，甚至残疾的风险，不仅严重影响患者生活质量，而且给患者家庭和社会带来极大负担。由于周围神经再生修复与功能重建极为复杂，迄今为止仍是世界性难题。目前，作为治疗周围神经损伤“金标准”的自体神经移植，虽是临床通用手段，但仍面临可供移植的神经来源有限、供体部位功能障碍、二次手术、供体尺寸和修复部位不匹配等问题，极大限制了这种挖肉补疮式治疗方法的广泛开展。</p> <p>长期以来，人工神经导管作为替代神经组织自体移植的潜在选择得到了广泛的研究和关注。早在 1994 年，硅胶制成的人工神经导管就被研究用于周围神经损伤的修复，并在较小损伤情况下（<5 mm）取得了不错的修复效果。然而，此类人工神经导管受限于其与细胞有限的相互作用，无法实现较大缺损的周围神经修复。近年来，组织工程神经导管取得了长足的发展。因组织工程神经导管可在兼顾力学性能和生物相容性的基础上，为施万细胞的粘附生长以及神经元细胞的轴突伸长提供合适的微环境，能一定程度上促进缺损较大周围神经的再生</p>			

修复。然而，限于目前神经导管材料无法适配复杂的生物组织——难以满足周围神经修复过程中对多种细胞按需调控和组织整合的复杂需求，导致缺损较大的周围神经功能重建效果仍不理想。由此可知，在周围神经修复过程中，理想的神经神经导管需满足：在细胞调控层面，需一方面促进施万细胞的增殖、迁移、熟化和髓鞘再生，另一方面保持神经元细胞活性的同时引导神经元细胞轴突伸长；在组织整合层面，则需移植物与修复部位组织有良好的整合度，保证移植物与组织充分接触和稳定固定的基础上尽可能避免桥接手术带来修复部位的二次损伤。由于神经导管材料与细胞和组织的相互作用主要在界面发生，因此，如何构建适配神经再生修复要求的功能化界面，以满足多细胞功能调控和组织整合的需求，是实现较大缺损周围神经再生修复和功能重建的关键所在。

二、研究现状：

研究表明，构建适配神经再生修复要求的功能化界面的核心在于对神经再生修复中原生细胞外环境的模拟，目前发展的主要策略包括：1）通过对周围神经移植物界面的化学组成调控和各向异性拓扑形貌设计，模拟原生细胞外环境的理化特性，优化施万细胞粘附、迁移和熟化；2）通过负载和控释神经生长因子如神经生长因子（nerve growth factor, NGF）、纤维母细胞生长因子（fibroblast growth factor, FGF）等构建界面处的生长因子梯度，模拟原生细胞外环境的生物活性，刺激施万细胞增殖、改善神经元细胞活性；3）通过外场施加电刺激，模拟原生细胞外环境的电活性，促进施万细胞的增殖迁移、神经元轴突伸长、髓鞘再生以及神经干细胞的分化。以上各个策略可模拟神经再生修复中原生细胞外环境某一方面的特性，基于特定信号通路，一定程度上调控特定神经细胞的行为功能，但仍无法匹配原生细胞外环境对多种神经细胞的综合调控作用。然而，能否通过融合不同的功能化策略，基于不同信号通路实现对神经细胞调控作用的协同和强化，目前尚不明确。此外，由于移植物与组织的整合问题（如形态错配或接触不充分），在移植物植入后在组织刺激层面往往难以获得与体外细胞刺激的同等效果。因此，发展有效的多功能界面策略促进移植物与生物组织适配，对于实现有效的细胞调控和最终的周围神经修复至关重要。基于以上问题和挑战，本项目拟构建促周围神经修复的多功能材料与生物适配神经导管，通过发展组织工程神经导管材料界面多功能化的新策略，实现界面适配与神经组织的形态适配和无创整合，并揭示多功能界面对神经细胞的协同调控作用，阐明生物适配神经导管促受损周围神经组织再生修复的作用机制，为临床上富有挑战的受损周围神经功能恢复难题提供新的解决方案，具有重要的理论意义。

三、关键性问题或技术：

本项目拟解决的关键问题包括：

- 1) 组织工程神经导管材料界面的多功能协同；

<div>2) 组织工程神经导管与周围神经组织的界面适配；</div> <div>3) 生物适配神经导促周围神经组织再生修复的作用机制。</div>		
<div>四、预期目标：</div> <div>本项目的预期目标包括以下四点：</div> <div>1) 发展组织工程神经导管材料界面多功能化的新策略；</div> <div>2) 实现组织工程神经导管与周围神经组织的界面适配和无创整合；</div> <div>3) 揭示多功能界面对神经细胞的协同调控作用；</div> <div>4) 促进长距离受损周围神经的再生修复和功能重建。</div>		
项 目 负 责 人 项 目 经 历		
起止时间	项目名称	主要内容
2018-05-01 至 2023-04-30	科技部项目国家重点研发计划	基于功能化材料与器件的机理研究和技术积累，采用多学科交叉的技术创新（新材料，新工艺，新方案）来解决关键科学和技术问题。
2021-01-01 至 2023-12-31	国家任务/国家自然科学基金/优秀青年科学基金项目	该研究拟构建类似人类视网膜功能的视觉响应器件——仿生视网膜，为失明患者重见光明提供全新思路与技术。
2023-04-01 至 2028-04-01	深圳市 2022 年杰青	研究构建多功能神经界面材料及调控策略，为失明、抑郁、帕金森症等神经退行性疾病治疗提供新的策略与技术。
2023-02-17 至 2026-02-28	深圳市科创委重点研究项目	面向脑机接口与人机共融需求，研究全新多功能柔性生物电子材料与器件，促进人-机信息交互，助力机器人、人工智能等领域发展。
2023-01-01 至 2026-12-31	国际(地区)合作与交流项目/组织间合作研究/NSFC-RGC(内地-香港)	研究新型神经导管，为解决临床上周围神经再生修复与功能恢复难题提供新思路，助力残疾的肢体恢复功能。

工 作 计 划 安 排（2026.7-2028.4，共 22 个月）			
序号	起止时间	阶段内容	工作量估计 （天）
1	2026.7.1-2026.12.31	组织工程神经导管材料多功能界面的构建与表征	140
2	2027.1.1-2027.5.31	组织工程神经导管与周围神经组织的界面适配性研究与优化	120
3	2027.6.1-2027.10.31	组织工程神经导管多功能界面对神经细胞的协同调控作用研究	120
4	2027.11.1-2027.12.31	组织工程神经导管促周围神经再生修复和功能重建的效果评估	40
5	2028.1.1-2028.4.30	撰写论文	40