

浙江大学长聘教授（副教授）申报表

（校内预聘制教师用）

姓 名：	吴子良
职工号：	0012159
单 位：	高分子科学与工程学系
所在一级学科：	材料学
申请长聘教职职位：	长聘副教授
联系电话：	15958155645
E-mail：	wuziliang@zju.edu.cn

填报日期： 2020 年 9 月 24 日

一、简况							
姓名	吴子良	性别	男	出生年月	1980.09	国籍	中国
现工作单位	高分子科学与工程学系						
现聘岗位类别	(□文科) 百人 (□A, ☒ B, □C)			聘任期限	自 2018 年 1 月 至 2020 年 12 月		
期满 (期中) 评估结果	期中评估优秀			评估时间	2019 年 6 月		
所在二级学科	高分子材料						
从事专业及专长	仿生与功能性高分子软材料						
联系电话及 Email	87953075, 15958155645						
最后学历、毕业学校、所学专业、学位及取得时间、导师姓名	研究生、北海道大学、高分子材料、博士、2010 年 3 月、龚剑萍						
个人简历 (从大学开始, 采用时间倒序方式填写, 时间不间断)							
学习进修经历	自何年月至何年月, 在何地、何学校 (何单位), 何专业, 学习、进修, 导师 2006.10~2010.03 日本北海道大学, 生物系, 博士, 导师: 龚剑萍 2003.09~2006.03 华东理工大学, 化学工程系, 硕士, 导师: 史贤林 1999.09~2003.07 浙江大学, 化学工程与生物工程学系, 学士, 导师: 王嘉俊						
工作经历	自何年月至何年月, 在何地、何学校 (系所)、何单位任职, 任何职 (海外职位英文表述) 2018.01~至今 浙江大学高分子科学与工程学系, 研究员 2015.01~2017.12 浙江大学高分子科学与工程学系, 副教授 2013.10~2014.12 浙江大学高分子科学与工程学系, 讲师 2013.07~2013.09 北海道大学先端生命科学研究院, 博士后 (Postdoc) 2011.10~2013.05 居里研究所居里物理化学实验室, 博士后 (Postdoc) 2010.06~2011.08 多伦多大学化学系, 博士后 (Postdoc)						

二、立德树人成效概述

在课程教学、科研活动、指导学生、参与学生社会实践和社团活动、担任班主任、德育导师、新生之友、招生就业等方面落实立德树人根本任务的情况和成效。

申请人自加入高分子科学与工程学系以来一如既往的坚持把“立德树人”作为根本任务，在教学和科研岗位上不断提高自身的能力，努力为学校、为社会培养素质全面、锐意进取的优秀人才。主要工作和具体成效如下：

- (1) 承担高分子系本科生课程《高分子物理实验》、《高分子材料设计与实验》、《本科生认识实习》、《本科生企业实习》，以及研究生课程《科技英语阅读与写作》，年均教学工作超过 48 学时。
- (2) 多次担任学校“新生之友”，为高分子系 14 级本科生班主任，获得 2017-2018 年度“优秀班主任”称号；积极指导本科生毕业设计（近五年，9 人）和 SRTP 等科研训练项目（7 人），成效突出，其中 6 人毕业后去耶鲁大学、芝加哥大学等知名高校深造。
- (3) 指导硕士研究生 5 人，博士研究生 9 人，博士后 4 人，学生培养成效显著。1 名硕士生论文获评“浙江省优秀硕士论文”，1 人获得国家奖学金；两名博士后出站后分别于浙江工业大学、太原理工大学任副教授。
- (4) 力争立足学科前沿，在科研训练过程中培养学生的科学思维和创新能 力，引导学生形成理想远大、意志坚定、勇于担当、追求卓越的品质；为学生创造参加学术会议、出国交流的机会，1 名研究生在学校“学术之星”项目资助下去日本东京大学交流学习。
- (5) 深度参与学系举办的国际暑期学校(Summer School)、暑期夏令营/开放日、研究生墙报交流，负责高分子流变学与微结构方向报告人联系、材料准备以及活动安排。
- (6) 积极参加研究生招生、本科生“三位一体”招生面试，本科生/研究生开题、考核、毕业答辩，SRTP/省创/国创项目的中期考核与结题答辩等活动，以及学校团委组织的创新/创业项目答辩。
- (7) 积极参与学校和学系的各项活动，为高分子系的发展贡献力量。担任高分子合成与功能构造教育部重点实验室副主任，协助主任完成实验室日常运行和考核评估各项工作。

三、主要学术成就

3.1 标志性成果（不超过 500 字）

申请人围绕软驱动器/软体机器人等柔性器件的仿生设计与高性化,开展材料设计、结构调控、变形驱动相关研究工作,主要包括高强度水凝胶合成制备与成型加工、水凝胶可控变形及柔性器件开发。近 5 年在 *Nat. Commun.*、*Sci. Adv.*、*Adv. Mater.*、*Angew. Chem. Int. Ed.* 等杂志上发表通讯/共同通讯作者论文 49 篇 (IF>10 论文 10 篇), 获得授权中国发明专利 5 项。主要研究成果如下: (1) 通过多种非共价键协同机制, 制备了多种高模量、高强度水凝胶, 大幅拓宽了材料性能的调控范围, 揭示了凝胶材料处于玻璃态是获得高韧性的根本原因; 通过将聚合过程与凝胶化过程分离的策略, 实现了高强度水凝胶的成型加工与结构控制。(2) 发现了可控变形新机制, 建立了构型控制新方法。发现并揭示了图案化水凝胶协同变形、多稳态变形机制, 建立了多层构型、多级构型的控制方法; 通过动态驱动局部变形与摩擦的协同控制, 获得了具有多种运动模态的软驱动器。(3) 通过结构复合与功能耦合, 开发了多种具有荧光、导电、自修复功能的水凝胶, 制备了多种柔性传感器, 为开发多功能柔性器件与智能软机器人奠定了坚实的基础。申请人也应邀在美国材料学会年会、日本高分子年会、中国化学会年会等学术会议上作邀请报告, 得到了国内外同行的关注和认可。

3.2 主要学术成绩、贡献、创新点及其科学价值或社会经济意义（不超过 3000 字）

申请人围绕仿生与功能性高分子软材料的制备及其结构—性能关系开展研究工作, 在水凝胶仿生可控三维变形、高强度水凝胶成型加工等领域取得了创新性成果。前者侧重于通过结构与功能仿生开发新型水凝胶材料, 而后者致力于解决应用中对水凝胶力学与可加工性能的要求。主要研究进展如下:

(1) 制备了多种高模量水凝胶, 实现了高强度水凝胶的成型加工

将水凝胶作为一种工程材料应用于医疗器械、柔性器件等领域, 需要凝胶材料具有优异的力学性能与可加工性能。受软骨等生物组织优异力学性能启发, 研究者们通过网络结构设计与能量耗散机制, 制备了多种高强度水凝胶。但是, 其模量通常为 0.1-1 MPa, 远低于软骨、皮肤等组织 (模量: 10-100 MPa), 限制了其应用领域。我们通过疏水作用、氢键的协同机制, 在水凝胶网络中形成了稠密、稳定的氢键复合物, 制备了强度、模量高达 10 MPa、200 MPa 的物理水凝胶。发现由于高交联密度与较低的分子链段运动能力, 水凝胶在室温下处于玻璃态, 外力作用下表现出典型的受迫高弹形变行为, 并伴随银纹、剪切带的产生。非共价键的动态特征也赋予该类水凝胶形状记忆、可回收利用等性能, 将在医疗器械等领域发挥重要作用。相关成果发表于 *Chem. Mater.* (2019)、*Mater. Today Phys.* (2020)、*Macromolecules* (2018)、*ACS Appl. Mater. Interfaces* (2019)。其次, 我们通过将聚合过程与凝胶化 (强韧化) 过程分开, 使聚合物高黏溶液在特定条件下完成凝胶化, 实现了高强度物理水凝胶的成型加工; 通过非共价键交联聚合物制备

了多种具有可加工性的高强度物理水凝胶，采用浇铸、模压、3D 打印等方法实现了高强度水凝胶的结构控制。相关成果发表于 *Adv. Mater.* (2020)、*Macromolecules* (2016, 2019)、*Mater. Today Phys.* (2020)、*Soft Matter* (2018)。我们还通过高浓盐水对聚离子复合体进行塑化调控其粘弹行为，并采用模压、挤出等方式进行成型加工，通过多喷头打印制备了含有类肌联蛋白 (titin-like) 折叠结构的复合水凝胶；折叠结构在外力作用下打开，从而增强了凝胶的力学性能。相关成果发表于 *ACS Appl. Mater. Interfaces* (2016, 2017)、*Polymer* (2016)。我们还通过多喷头打印不同响应性的水凝胶材料，构筑了变形可控的水凝胶驱动器；由于打印的凝胶纤维的力学性能好、直径小，该驱动器具有响应速度快、输出力大的特点，解决了传统水凝胶驱动器响应速度与输出力不可兼得的难题，相关工作发表于 *Adv. Funct. Mater.* (2018)。该研究拓宽了凝胶力学性能调控范围，为高性能水凝胶的开发与成型加工提供了新的思路，有利于拓展凝胶材料在柔性器件、生物医疗等领域的应用。

(2) 建立了三维构型控制新方法，实现了协同变形与多稳态变形

智能变形在自然界广泛存在，研究仿生可控变形具有重大科学意义和应用价值。如何实现可控三维变形是自成型材料领域的关键科学问题之一，其核心是如何有效控制材料的内部结构与应力分布。我们在之前的工作中，采用光刻技术有效控制了凝胶内部的应力分布，实现了三维可控变形 (*Nat. Commun.* 2013, 4, 1586)。在此基础上，我们发现周期性图案化水凝胶的局部变形相互影响，呈现协同效应，自发形成周期性起伏结构。相关研究成果发表于 *Sci. Adv.* (2017)。但是，当图案间距过大时，局部变形相互影响减弱，协同效应消失，最终构型难以控制。我们采用局部预溶胀的方法调控每个单元的屈曲方向，从而实现了图案化水凝胶多稳态三维构型的选择性控制。通过不同孔板的组合，使同一水凝胶在相同条件下形成多种三维构型，不同构型之间可以灵活转换。该研究揭示了多稳态变形原理与控制方法，将拓展自成型材料的研究领域。相关工作发表于 *Angew. Chem. Int. Ed.* (2017)。

与变形模式同等重要的是如何获得新的构型。虽然通过折叠、弯曲等基本单元的叠加可以形成复杂构型，但是如何从结构设计和控制方法上获得新的构型仍是该领域重要基础问题。我们通过多步光刻技术将多种响应性高分子引入同一复合水凝胶中，通过两步外界刺激驱动凝胶变形，形成了含有多级结构的三维构型：通过协同变形形成的局部起伏结构嵌入凝胶整体构型之中。其次，我们在复合水凝胶中构筑剪纸结构，通过预溶胀控制其中高溶胀凝胶条纹的屈曲变形方向，形成了构型可控的多层结构；其中，一些条纹在另一些条纹的基础上，进一步屈曲变形并形成高层结构。该工作从概念和方法上丰富了变形材料最终构型控制；相关成果发表于 *Adv. Mater.* (2020)、*Macromol. Rapid Commun.* (2019)。在此基础上，我们还通过多步电场诱导纳米片取向，引入具有光热转化能力的纳米材料，制备了具有复杂取向结构的纳米复合水凝胶，实现了光、热驱动的可控复杂变形以及蠕动、爬行、转弯等不同模式的运动。相关工作发表于 *Nat. Commun.* (2020)、*Adv. Mater.* (2020)、*J. Mater. Chem. B* (2016, 2019)、*ACS Appl. Mater. Interfaces* (2019)，并应邀在 *Chem. Asian J.* (2019) 上发表综述论文。

(3) 通过结构与功能复合，制备了多种新型功能性水凝胶

我们通过结构与功能复合制备了多种新型水凝胶，拓展了凝胶材料在柔性电子、智能软驱动器等领域的应用。生物荧光现象在自然界广泛存在，例如荧光水母。荧光水凝胶在信息显示等方面具有重要应用价值。其中，白色荧光水凝胶的制备常通过引入多种生色团制备，但有机合成、荧光调控过程复杂。我们采用胶束聚合将具有自堆叠能力的疏水性荧光单体引入亲水性凝胶网络，并通过热处理、光照等方法诱导生色团产生不同程度的堆叠，实现了水凝胶荧光颜色从蓝色到白色、黄色的转变。通过模板控制局部光诱导，获得了具有信息加密功能的图案化荧光水凝胶。相关工作发表于 *ACS Appl. Mater. Interfaces* (2018)。在调控局部分子聚集结构的基础上，我们采用含孔模板控制多价金属离子向刚性聚阴离子溶液扩散的路径，在水凝胶中形成了周期性复杂取向结构；取向结构可通过模板图案及其相对位置进行调控。在外力作用下，该水凝胶的双折射图案对应力、应变具有高灵敏度，可作为光学-应力传感器使用。相关工作发表于 *Adv. Mater. Technol.* (2019)。

在开发水凝胶光学功能的基础上，我们还制备了功能性导电水凝胶。电子型导电水凝胶已有较多研究，提高其力学性能并实现导电网络的图案化是实现导电功能集成的关键步骤。我们采用含孔模板控制引发剂向下方水凝胶扩散，在局部引发苯胺聚合形成导电通路，制备了图案化导电高强度水凝胶；其优异的力学性能与导电能力使得该水凝胶能够灵敏地监测人体的细微运动。在此基础上，我们还通过将具有主客体识别能力的环糊精单体、离子液单体、偶氮苯单体引入水凝胶网络，通过不同波长光照控制环糊精与离子液或者偶氮苯选择性相互作用，调控水凝胶中自由移动离子的数量，从而实现了水凝胶离子导电能力的光学调控，其光响应型导电行为也将在柔性电路远程控制中发挥重要作用。相关成果发表于 *Adv. Mater.* (2019)、*ACS Appl. Mater. Interfaces* (2018)。

综上所述，我们通过结构仿生与功能仿生建立了宏观水凝胶图案化结构、微观分子取向结构等结构控制方法，实现了水凝胶平面二维应力驱动三维可控变形，发展了新的变形模式与构型控制方法，制备了具有特殊光学、电学、力学功能的水凝胶，为拓展水凝胶材料在驱动传感、软体机器人等领域的应用奠定了基础。为了解决水凝胶材料应用过程中对材料力学性能与加工性能的要求，我们还利用多种非共价键的协同机制作用制备了多种高强度水凝胶，通过模压、挤出、3D 打印等方法实现了高强度水凝胶的成型加工与结构控制。这些研究工作受到了国内外同行的广泛关注和认可，申请人也应邀在国际凝胶材料研讨会、美国材料学会年会、日本高分子年会、中国化学会年会等国内外学术会议上作大会报告、邀请报告。相关研究为后续开发基于水凝胶材料的多功能柔性器件与智能软体机器人打下了坚实的基础，也将为其它功能性高分子软材料的仿生设计提供参考。

四、申请岗位工作思路及预期目标（应包括教学尤其是本科教学、科研、学科建设、社会服务等方面的内容）

1. 教学工作思路与目标

申请人将继续把“立德树人”作为根本任务，努力提高自己的教学和育人水平，为学校“双一流”建设和高质量人才培养贡献力量。

- (1) 高质量完成本科生、研究生的教学工作，不断提高教学技能，激发学生的科学兴趣，启发学生的创新思维，致力于培养学生的科学精神和素养。
- (2) 积极申报教学改革项目，创新教学方法，改善教学效果；开设高分子智能软材料相关的选修课，让学生有更多机会了解到相关学科的发展历史和学术前沿。
- (3) 以“立德树人”为目标，强化人才培养，推进科教融合，通过 SRTP、省创/国创等项目使学生接触到学科前沿，从而培养学生的科学思维和科研能力。

2. 科研工作思路与目标

研究自然界动植物组织的多层次结构及其功能实现的途径，并以此为基础开发功能性仿生材料、软体机器人等柔性器件具有重要的科学意义和应用价值。高分子水凝胶是生物软组织的理想替代品，在制备人工器官、软驱动器等方面显示出很好的应用前景。但是，要实现与生物组织相匹敌的功能并应用在相关领域，目前的研究仍处于初级阶段。其中，难以形成多层次、多尺度的复合结构以及水凝胶力学强度普遍低下，是制约其协同功能实现以及实际应用的关键难题。申请人将继续围绕水凝胶的仿生结构设计、智能变形以及功能复合开展研究，并致力于这些软材料在智能软驱动器、多功能柔性电子、生物医疗等领域的应用研究。

未来 5 年预期目标：解决水凝胶与其它材料、功能单元的高效复合与功能集成问题，获得智能型柔性器件，探索其在医疗等领域的应用；申请并主持国家级项目 2-3 项，争取重点项目和杰青项目；加强国际合作，积极参加学术交流，提高学术影响力，发表高水平论文 20-30 篇，获得授权专利 3-6 项，培养本科生、研究生、博士后 15-20 人。

3. 学科建设工作思路与目标

浙江大学高分子学科历史悠久，培养了一大批杰出人才，在国内外具有良好的声誉，学校“一流学科”建设为高分子学科的发展提供了新的契机。申请人认为高分子学科建设应该在坚持传统特色的基础上，建设发展若干新兴有潜力的方向。在材料与器件从功能走向智能的过程中，具有特殊的智能响应性的高分子软材料将发挥重要作用。学校在近几年也组建了软物质相关的研究中心，高分子系应该发挥自身的特色与优势，加强高分子软材料方向的学科建设，从而有利于重大课题的开展和相关人才的培养。申请人将通过开设相关的专业选修课为学生提供了解该领域发展动态的机会，将积极参与系里的学科讨论与建设工作，使智能软材料成为浙江大学材料学科新的增长点，逐渐成为特色鲜明、具有相当影响力的优势学科。

4. 社会服务工作思路与目标

社会服务是大学的基本职能之一。申请人将继续积极参与学校和系所的各项社会服务工作，深度参与面向社会的开放日活动，参加本科生、研究生招生与培养的各个环节，致力于向公众提供了解科学的机会，提高学生的培养质量；将继续加强与政府相关部门和相关企业的交流与合作，为政府高新企业技术引进提供建设性意见和评价，为企业提供技术咨询与服务；通过招收企业博后等形式为企业培养技术人才，切实解决企业的技术瓶颈问题；积极参与相关学术组织和学术会议，传播科学知识，为科学基金部门和学术期刊做好项目、论文的评审工作。

五、教学科研主要业绩
详见申请人期满（或期中）总结报告。
六、社会服务等情况（应包括学生工作、公共事务等）
申请人在教学、科研方面履行教师职责，践行“立德树人”根本任务的同时，还积极参与社会服务，主要工作如下： (1) 担任 <i>Molecules</i> 杂志编委、化学会仿生材料化学委员会委员、浙江省复合材料协会理事，为学术杂志、专业学会的发展贡献力量。担任 <i>Nat. Mater.</i>、<i>Nat. Commun.</i>、<i>Adv. Mater.</i>、<i>Adv. Funct. Mater.</i>、<i>Mater. Horiz.</i>、<i>Chem. Commun.</i>、<i>Chem. Mater.</i>、<i>Macromolecules</i>、<i>ACS Nano</i>、<i>高分子学报</i> 等多种学术期刊的审稿人。 (2) 担任国内多所大学的高级职称外审专家，国家、浙江省自然科学基金委函评专家，以及湖北省科技厅、湖州市“南太湖精英计划”会评答辩专家。参加了嘉兴市、三门市企业走访与技术需求对接活动，与多个企业进行了技术咨询与合作洽谈，为企业的发展提供了技术支持与建议。 (3) 担任高分子合成与功能构造教育部重点实验室副主任，积极参与教育部评估的相关工作；担任 14 级本科生班主任、“新生之友”，指导本科生 SRTP、省创/国创项目，参与系所举办的暑期夏令营、开放日活动，参加本系“三位一体”招生面试以及本科生、研究生考核培养的开题、毕业答辩环节，以及学校的大学生创新/创业项目答辩。
七、其他能反映学术研究水平的突出业绩
(1) 2015 年入选“国家海外高层次人才引进计划青年项目” (2) 2018 年获得浙江省杰出青年基金
个人承诺 本人保证：所从事的学术研究符合学术道德规范要求；所提供的材料客观真实。 承诺人：_____ 年 月 日
上述材料均已审核，内容真实，与证明材料原件相符。 审核人：_____ 年 月 日

	所在单位党支部审查意见
--	-------------

[illegible]

党支部书记（签名）_____ 公 章

年 月 日

民意测评结果	
--------	--

参加人数		同意		反对		弃权	
------	--	----	--	----	--	----	--

同意

反对

弃权

所在院系（单位）审查意见	
--------------	--

（包括工作表现、学术水平、业绩贡献，以及本次申报的公示情况等）

负责人（签名）_____ 公 章

年 月 日

负责人（签名）_____ 公 章

年 月 日

所在院系（单位）党委审查意见			
（包括思想政治、师德师风表现、立德树人成效等） 负责人（签名）_____ 公 章 年 月 日			
党委教师工作部审查意见			
（师德核查情况） 负责人（签名）_____ 公 章 年 月 日			
同行评议专家鉴定意见			
	送出份数	回收份数	反 馈 结 果
境内 送审			
境外 送审			

院系（单位）长聘教职评审委员会评审意见

推荐晋升长聘教职职位：（ ）

总人数	参加人数	表 决 结 果						备 注
		同 意		反 对		弃 权		

评审委员会主任（签名）_____ 公 章

年 月 日

学校长聘教职评审委员会评审意见

长聘教职职位：（ ）

总人数	参加人数	表 决 结 果						备 注
		同 意		反 对		弃 权		

评审委员会主任（签名）_____公 章

年 月 日

学校职称工作领导小组审批意见

校长（签名）_____ 公 章

年 月 日