

陕西省自然科学奖公示信息

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	嘧啶骈合双环的趋化衍生及其抗肿瘤药物靶向设计的应用研究
主要完成人	辛敏行，张三奇，赵宏义，雷浩，张浩，毛帅
主要完成单位	西安交通大学

二、提名意见（适用于部门、机构提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖及以上
<p>提名意见：</p> <p>如何高效、快速构建活性优良、兼顾成药性的新颖候选药物分子是药物化学研究的难点，亟待新科学发现和技术方法，以推动药物研发的创新发展。本项目从靶标和配体两相结构出发，以嘧啶骈合双环模拟靶标结合的配体核心，在设定区接入相适性化学片段趋化衍生，从而快速获得高活性和兼顾成药性的化合物类型和潜在候选药物分子；在 Menin、EGFR、PI3K、Hedgehog、BTK 等靶点进行实施，通过生化、细胞、动物及机器水平评价效果，为药物靶向设计提出科学理念、研究内容和应用方法。受到国家自然科学基金、陕西省重点研发计划、陕西省自然科学基金、中国博士后特别资助和一等资助等支持。发表论文 68 篇，SCI 收录 64 篇，总引 1630 次，在中科院 I 区药物化学 Top 期刊 J Med Chem 等发表文章 12 篇，5 篇代表作他引 280 次；被 STTT (IF:52.7) 等顶刊引用和评价；获国家发明专利授权 10 余项；培养博士 8 名和硕士 18 名；在全国药物化学研究与药物合成研讨会、陕西省药学会药物化学学术会议、第四届世界药物发现开发与先导物优化国际会议等进行大会报告；被 IDRUGS、XMOL 药研视角、化学加、药明康德等解读和报道。项目所建立的趋化衍生理念在药物化学领域属于首创，为抗肿瘤药物靶向设计提供研究思路与方法，对其他疾病药物的靶向设计具有借鉴作用。该项目的研究成果获得了陕西省高等学校科学技术奖特等奖。因此建议推荐为陕西省自然科学二等奖。</p> <p>说明：省科学技术奖一、二等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。</p>			

二、提名意见（适用于专家提名）

[illegible]

三、项目简介

(限 2 页)

该成果属于医药卫生领域的基础和应用基础研究，所属二级学科为药物化学。项目主要研究以喹唑啉为骨架基础进行趋化衍生，并探索在抗肿瘤药物靶向设计中的应用研究。

恶性肿瘤是严重威胁人类生命健康的重大疾病，目前抗肿瘤化学药物研发的重点 是以肿瘤发生发展转移凋亡相关通路上的关键因子、激酶和受体等为靶点，通过药物 设计原理设计合成出先导物、再深入优化体内外活性和成药性，获得抗肿瘤靶向候选 药物。但是如何高效、快速地构建活性优良、兼顾成药性的候选药物是研究的难点， 亟待新科学理念和技术方法的突破思维，推动靶向药物的创新发展。本项目运用药物 设计、有机化学、分子生物学、药理学等相结合的方法，采用锁钥匹配原理、化学结 构衍生、构效关系研究、先导发现与优化等知识和技术，以嘧啶并喹唑啉双环为骨架基础 趋化衍生，并研究该理念在抗肿瘤药物靶向设计中的应用，探索理论基础和应用效果。

主要研究内容：（1）基于抗肿瘤药物靶向设计开展嘧啶并喹唑啉双环的趋化衍生。嘧 啶并喹唑啉双环结构，如喹唑啉、嘌呤、吡啶并嘧啶、吡咯并嘧啶等，是化学药物的结构 中较为常见的优势骨架，也是一种优良的氢键接受体。嘧啶并喹唑啉双环能作用于激酶靶 标 ATP 结合口袋中腺嘌呤占据的核心口袋区。针对靶点结合空腔的三维构象，将结 合口袋划分为功能区，如疏水口袋区、溶剂暴露区等，以嘧啶并喹唑啉双环结构占据结合 核心区，通过在 2 位、4 位、6 位和 7 位等位置接入长度适宜、化学可转化的结构片 段进行衍生，使其趋向结合口袋的限定区，在疏水口袋区引入亲脂性化学片 段，在溶 剂暴露区引入亲水性化学片段，兼顾分子的活性与成药性、水溶性与脂溶性问题，提 前考虑成药性优化，从而开展抗肿瘤药物设计。（2）该方法在抗肿瘤药物靶向设计中的 应用。将趋化衍生的抗肿瘤药物靶向设计的研究思路应用和实施到 Menin、EGFR、 PI3K δ 、I 型 PI3K、Hedgehog、BTK 等多个抗肿瘤靶点的药物设计中。针对 Menin 结 合口袋和 MLL 肽段的核心功能，引入不同化学基团以占据 F9 和 P10 和 P13 口袋， 最终发现了吡啶并嘧啶类 Menin 抑制剂的结构类型，还发现通过亲水基团伸向疏水口 袋调节分子理化性质是 Menin 抑制剂的可行设计方向。针对 EGFR 激酶结合口袋的关 键区域，在嘧啶并喹唑啉双环母核上趋化衍生，引入多种化学基团伸入对 应的疏水口袋区、 溶剂暴露区、核糖口袋区和磷酸结合区等，得到吡啶并[3,4-d]嘧啶类等和嘌 呤类的 EGFR-T790M 和 EGFR-T790M-C797S 酪氨酸激酶抑制剂，两类衍生物结构新颖、活 性突出、机制明确，丰富了第三代和第四代 EGFR 酪氨酸激酶抑制剂的结构类型；接 着在嘌呤类和吡啶并嘧啶类等 EGFR 酪氨酸激酶抑制剂的结构基础上，通过引入 E3 泛素连接酶的配体，从而得到了新型的共价结合型和非共价结合型的 PROTAC 型降 解剂。基于 PI3K δ 结合空腔的特点，在喹唑啉 4 位、6 位等引入化学基团合成 150 余 个衍生物，得到高活性选择性 PI3K δ 抑制剂，拓展了 PI3K δ 抑制剂的结构类型。基于 I 型 PI3K 靶点的结合空腔特征，对喹唑啉母核进行趋化衍生，设计 合成 200 余个衍生 物，丰富了 pan-PI3K 抑制剂的结构类型。基于 Hedgehog 抑制剂 BMS-833923 的结构，以趋化衍生方式得到 230 余衍生物，提出嘧啶及其并环结构是新型 Hedgehog 抑制剂。此

外还发现了高活性的 BTK 抑制剂的新结构类型等。 科学发现点：（1）提出基于嘧啶-咪唑并双环的趋化衍生的设计理念，并将嘧啶-咪唑并双环趋化衍生理念应用到 Menin、EGFR、PI3K δ 、I 型 PI3K、Hedgehog、BTK 等靶点。（2）发现了吡啶并[3,2-d]嘧啶类 Menin 抑制剂的新结构类型，获得了 Menin 抑制剂候选药物，发现以亲水性片段占据 Menin 蛋白 F9 疏水口袋区是 Menin 抑制剂设计的新策略。（3）发现了 9H-嘌呤类第四代 EGFR 酪氨酸激酶抑制剂的结构类型，获得了对 L858R/T790M/C797S 突变有效的 EGFR 酪氨酸激酶抑制剂先导化合物，发现引入磺酰基与 Ser797 形成额外氢键是第四代 EGFR 酪氨酸激酶抑制剂设计和优化的新策略。（4）发现了 9H-嘌呤类可逆和不可逆的 EGFR 酪氨酸激酶降解剂的结构类型和先导结构，可逆型先导化合物能有效降解 EGFR Δ 119 和 EGFR L858R/T790M，不可逆型先导化合物能有效降解 L858R/T790M/C797S 突变的 EGFR，降解机制与自噬-溶酶体途径有关。（5）发现了吡啶并[3,4-d]嘧啶类第四代 EGFR 酪氨酸激酶抑制剂和降解剂的结构类型，该 EGFR-TK 抑制剂对 L858R/T790M/C797S 突变 EGFR 有效，降解剂能有效降解 EGFR，为突变型 EGFR 酪氨酸激酶抑制剂和 EGFR 降解剂的研究提供先导结构。

（6）发现了喹唑啉类的新型抗肿瘤药物结构类型及抗肿瘤候选药物。 科学价值：本项目将药物研发的先导化合物发现与优化完美兼顾，加快了药物设计中候选化合物的发现速度，节约了时间和成本。建立的理念和方法在药物化学及药物设计领域属于首创，为抗肿瘤药物靶向设计提供了研究思路与实践路径，对其他疾病药物的靶向设计也具有借鉴作用。为国内外首次提出，在国内外处于领先水平。本项目的研究成果获得国家发明专利授权 12 项，在国内外高水平期刊发表学术论文 68 篇，其中 SCI 收录论文 64 篇，总引用 1630 次，12 篇文章发表在中科院 I 区 Top 期刊上，所列 5 篇代表作的他引次数为 280 次，代表作的单篇最高被引数为 97 次。本项目培养博士生 8 名、硕士生 18 名，为药物化学学科培养了一支优秀的人才队伍。 同行引用及评价：研究内容先后在全国中药及天然药物研讨会、全国药物化学研讨会、陕西省药学会药物化学学术会议、第四届世界药物发现开发与先导物优化国际会议等进行大会报告，数次受邀作专题报告，研究成果受到国内的 IDRUGS、X-MOL 资讯、药研视角、Chem960、化学加、cDRUGS、药明康德网站或公众号的专题解读、报道和评价。5 篇代表作受到 Signal Transduct Target Ther (IF: 52.7)、Chem Soc Rev (IF: 39)、Cancer Discov (IF: 33.3)、Innovation (IF: 25.7)、Trends Pharmacol Sci (IF: 19.9)、Angew Chem Int Ed (IF: 16.9)、Nat Commun (IF: 15.7)、Acta Pharm Sin B (IF: 14.6)、Adv Sci (IF: 14.1)、J Med Chem (IF: 7.3) 等国内外 Top 期刊引用、总结和评价。研究成果获得了陕西省高等学校科学技术奖特等奖。

四、客观评价

【限 2 页】

1、成果奖励及论文专著

本项目研究成果获得国家发明专利授权 10 余项，在国内外高水平期刊发表学术论文 68 篇，其中 SCI 收录论文 64 余篇，总引用 1630 次，12 篇文章发表在中科院 I 区 Top 期刊上，项目所列 5 篇代表作的他引次数为 280 次，代表作的单篇最高被引数为 97 次；研究内容先后在全国中药及天然药物研讨会、全国药物化学研讨会，陕西省药学会药物化学学术会议、世界第四届药物发现开发与先导物优化国际会议（4th International Conference on Drug Discovery, Development and Lead Optimization）进行大会报告，数次受邀作专题报告，研究成果获得陕西省高等学校科学技术奖特等奖。本项目培养博士生 8 名、硕士生 18 名，为药物化学学科培养了一支优秀的人才队伍。

2、成果鉴定

本项目主要在国家自然科学基金面上项目、青年科学基金项目、中国博士后特别资助项目、陕西省重点研发计划、陕西省自然基金面上项目等支持下完成。其中在陕西省项目支持下的研究成果已完成成果登记，登记号及成果名称：9612025J4144，喹唑林类选择性 PI3K δ 抑制剂的结构优化与活性研究；9612025Y2810，结合匹配合理设计 Menin-MLL 互作抑制剂及其靶向 ALL 的作用基础研究。

本项目运用药物设计、有机化学、分子生物学、药理学等相结合的方法，采用锁钥匹配原理、化学结构衍生、构效关系研究、先导发现与结构优化等知识和技术，在嘧啶联合双环的化学骨架上进行趋化衍生，研究该理念在抗肿瘤靶向药物设计中的应用，探索该设计思路的理论基础和应用效果，取得了一系列重要的理论基础与应用成果。主要创新性贡献如下，基于抗肿瘤药物靶向设计提出嘧啶联合双环趋化衍生的设计理念，将嘧啶联合双环趋化衍生设计应用到 Menin、PI3K δ 、I 型 PI3K、EGFR、Hedgehog、BTK 等多个抗肿瘤靶点的药物设计中，发现了新型抗肿瘤药物结构类型及抗肿瘤候选药物。本项目为抗肿瘤药物靶向设计和候选药物的发现提供了理论基础和技术指导，对其他疾病治疗药物的靶向设计具有借鉴作用，研究方法具有示范性。本研究发现的化合物填补了相关结构类型的研究空白。该研究方法与传统药物设计的先导发现和结构优化的两个过程相比，具有将药物设计中的发现与优化合二为一、完美兼顾，加快了药物设计中的候选化合物发现的速度，节约时间和成本，为国内外首次提出，在国内外处于领先水平。

项目组委托西安交通大学图书馆对本项目 5 篇代表性论文成果进行检索，5 篇代表作均发表在药物化学专业中科院分区 I 区 Top 期刊上，还受邀在 Med Res Rev (11.6) 和 Expert Opin Ther Pat (4.6) 等杂志上撰写了专题综述。对 5 篇代表作的被引情况进行了系统检索，研究取得的实验结果和成果被国内外专家高度认可，受到 Innovation (IF:25.7)、Signal Transduct Target Ther (IF:52.7)、Chem Soc Rev (IF:39)、Cancer Discov (IF:33.3)、Trends Pharmacol Sci (IF:19.9)、Angew Chem Int Edit (IF:16.9)、Adv Sci (IF:14.1)、Nat Commun (IF:15.7)、Acta Pharm Sin B (IF:14.6)、

J Med Chem (IF:7.3)、Eur J Med Chem (IF:6.5) 等国内外 Top 期刊或高影响因子期刊引用、总结和评价。美国医学与生物工程学会会士、印第安纳大学医学院韩冷 (Leng Han) 教授在其文章 (J Hematol Oncol, 2022, 15: 94.) (IF: 40.4) 对本研究中得到的化合物以 19 编号详细总结相关数据 (见 Table 2), 并对化合物 19 作为 EGFR 中 ATP 竞争性的抑制剂与靶标的结合特征、优势进行了非常全面的总结和评价, 内容长达 20 行 (ATP-competitive inhibitors form one to three hydrogen bonds with amino acids in the hinge region of the target kinase.....below, we summarize recent ATP-competitive inhibitors that can overcome the resistance to third-generation EGFR inhibitors (Table 2) [102–119].)。曾在 Nature 发表重要分子胶研究的英国邓迪大学的 Alessio Ciulli 教授在其文章 (Chem Soc Rev, 2022, 51(19): 8216–8257.) (IF: 39) 中对本研究的 EGFR 降解剂进行积极评价, 对 CP17 化合物进行了重点评述 (Further EGFR targeting VHL-recruiting PROTACs have been developed since,[161–165] including the recently disclosed covalent EGFR degrader CP17, with single-digit nanomolar DC50 values the most potent EGFR degrader reported to date.[165])。欧洲人文和自然科学院外籍院士, 香港浸会大学副校长, 适配子转化医学及药物研发专家吕爱平教授在其文章 (Innovation, 2023, 4(3): 100413) (IF: 25.7) 中, 对本研究的 EGFR 降解剂进行了积极评价, 并在 Table S1 中对本研究所发现的先导化合物的化学结构进行了列表和展示, 特别指出该噻啶联合双环的趋化衍生的应用理念为中外所首次提出, 也未见以“趋化衍生”的研究切入点, 研究思路、方法和技术等方面均为国内外首创。

3、应用单位评价

本项目的系列研究成果受到国内的 IDRUGS、X-MOL 资讯、药研视角、Chem960、化学加、cDRUGS、药明康德网站或公众号的专题解读、报道和分析评价。同时, 西安交通大学官网也对部分研究结果在科学研究栏目下进行了专页报道。

4、应用情况与效益

本项目开发了多个新结构类型的抗肿瘤化合物和候选药物, 为进一步抗肿瘤新药的开发打下了基础, 抗肿瘤药物一旦开发成功, 将会产生巨大的经济效益和社会效益。本项目研究获得 10 余项国家发明专利, 其中多个专利已实现转让或已有转让意向。

五、代表性论文专著目录
(不超过 8 条, 其中代表性论文不超过 5 篇, 代表性专著不超过 3 部)

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	他引总次数	检索数据库	知识产权是否归国内所有
1	Discovery of Novel, Potent, and Selective Small-Molecule Menin-Mixed Lineage Leukemia Interaction Inhibitors through Attempting Introduction of Hydrophilic Groups	Journal of Medicinal Chemistry	Hao Lei, San-Qi Zhang, Huanrong Bai, Hong-Yi Zhao, Jiaji Sun, Hongyan Chuai, Minhang Xin	2022, 65(19): 13413-13435 中科院一区, TOP	2022.10.11	辛敏行	雷浩	雷浩, 张三奇, 白换荣, 赵宏义, 孙佳佳, 揣虹嫣, 辛敏行	6	Web of Science	是
2	Discovery of Potent PROTACs Targeting EGFR Mutants through the Optimization of Covalent EGFR Ligands	Journal of Medicinal Chemistry	Hong-Yi Zhao, Hai-Peng Wang, Yu-Ze Mao, Hao Zhang, Minhang Xin, Xiao-Xiao Xi, Hao Lei, Shuai Mao, Dong-Hui Li, San-Qi Zhang	2022, 65(6): 4709-4726 中科院一区, TOP	2022.03.07	张三奇	赵宏义	赵宏义, 王海鹏, 毛宇泽, 张浩, 辛敏行, 席肖肖, 雷浩, 毛帅, 李东辉, 张三奇	51	Web of Science	是
3	Discovery of potent small molecule PROTACs targeting mutant EGFR	European Journal of Medicinal Chemistry	Hong-Yi Zhao, Xue-Yan Yang, Hao Lei, Xiao-Xiao Xi, She-Min Lu, Jun-Jie Zhang, Minhang Xin, San-Qi Zhang	2020, 208: 112781 中科院一区, TOP	2020.12.15	辛敏行, 张三奇	赵宏义	赵宏义, 杨学燕, 雷浩, 席肖肖, 吕社民, 张军杰, 辛敏行, 张三奇	73	Web of Science	是

4	Discovery of potent epidermal growth factor receptor (EGFR) degraders by proteolysis targeting chimera (PROTAC)	European Journal of Medicinal Chemistry	Hao Zhang, Hong-Yi Zhao, Xiao-Xiao Xi, Yan-Jie Liu, Minhang Xin, Shuai Mao, Jun-Jie Zhang, A-Xin Lu, San-Qi Zhang	2020, 189: 112061 中科院一区, TOP	2020.03.01	张三奇	张浩	张浩, 赵宏义, 席肖肖, 刘艳洁, 辛敏行, 毛帅, 张军杰, 陆阿昕, 张三奇	97	Web of Science	是
5	Discovery of novel 9-heterocyclic substituted 9H-purines as L858R/T790M/C797S mutant EGFR tyrosine kinase inhibitors	European Journal of Medicinal Chemistry	Hao Lei, Shu Fan, Hao Zhang, Yan-Jie Liu, Yuan-Yuan Hei, Jun-Jie Zhang, A-Qun Zheng, Minhang Xin, San-Qi Zhang	2020, 186: 111888 中科院一区, TOP	2020.01.15	辛敏行, 张三奇	雷浩	雷浩, 范姝, 张浩, 刘艳洁, 黑媛媛, 张军杰, 郑阿群, 辛敏行, 张三奇	53	Web of Science	是
6											
7											
8											
合 计									280	Web of Science	是
<p>补充说明（视情填写）：共发表文章 68 篇，SCI 收录文章 64 篇，总引用为 1630。</p> <p>其中 3 篇发表在中科院 I 区 Top 期刊 J Med Chem 上，和 9 篇发表在中科院 I 区 Top 期刊 Eur J Med Chem 上，还受邀在 Med Res Rev (11.6) 和 Expert Opin Ther Pat (4.6) 等杂志上撰写了专题综述。</p>											

六、主要完成人情况表

姓 名	辛敏行	排 名	1
行政职务	靶向药物所副所长		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 成果的第1 完成人，发现点1、2、3、4、5、6 的主要贡献者。负责项目的总体学术思想、制定技术路线和研究 方案；提出设计理念；提出该设计理念在肿瘤靶向设计中的应用。进一步揭示了该设计理念在Menin抑制剂、 EGFR 抑制剂、PI3Kδ 抑制剂、Pan-PI3K 抑制剂、PI3K/mTOR 双靶点抑制剂、Hedgehog 抑制剂、BTK 抑制剂 的研究应用，为基于嘧啶骈合双环的趋化衍生及其抗肿瘤药物靶向设计的应用奠定了基础。贡献支撑是5 篇代 表性论文1-5的署名作者，是代表作1、3、5的通讯作者。			

姓 名	张三奇	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 成果的第2 完成人，发现点1、2、3、4、5、6 的重要贡献者。负责项目的技术路线制定和研究方案。开展了该 设计理念在PI3K δ 抑制剂、Pan-PI3K 抑制剂、PI3K/mTOR 双靶点抑制剂、EGFR 抑制剂等的研究应用，为基 于嘧啶联合双环的趋化衍生及其抗肿瘤药物靶向设计的应用做出了重要贡献。贡献支撑是5 篇代表性论文1-5的 署名作者，是代表作2-5的通讯作者。			

姓 名	赵宏义	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	博士后		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		

对本项目主要学术贡献：

成果的第3完成人，创新点3、4、6 的主要贡献者。负责项目的部分具体研究方案。开展了基于吡啶联合双环 趋化衍生设计理念在EGFR 抑制剂、EGFR降解剂、Pan-PI3K 抑制剂、PI3K/mTOR 双靶点抑制剂等的研究应用，为项目的应用和开展做出了重要贡献。贡献支撑是5篇代表性论文1-4的署名作者，是代表作2和3的第一作者。

姓 名	雷浩	排 名	4
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		

对本项目主要学术贡献：

成果的第4完成人，创新点2、4、5、6的主要贡献者。负责项目的部分具体研究方案。开展了基于嘧啶联合双 环的趋化衍生设计理念在Menin抑制剂、EGFR 抑制剂、PI3K δ 抑制剂、PI3K/mTOR 双靶点抑制剂的研究应用，为项目的实验开展做出了重要贡献。贡献证明材料见5篇代表论文中1、2、3、5的署名作者，是代表作1和 5的第一作者。

姓 名	张浩	排 名	5
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		

对本项目主要学术贡献：

成果的第5完成人，创新点4、5、6的主要贡献者。负责项目的部分具体研究方案。开展了嘧啶联合双环的趋化 衍生设计理念在EGFR 抑制剂和降解剂、PI3K 抑制剂、PI3K/mTOR 双靶点抑制剂等的研究和应用，为项目的 实验开展做出了重要贡献。贡献支撑是5 篇代表性论文2、4、5 的署名作者，是代表性论文4 的第一作者。

姓 名	毛帅	排 名	6
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		

完成单位	西安交通大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>成果的第6完成人，发现点3 、4和5的主要贡献者。负责项目的部分具体研究方案。开展了喹唑啉趋化衍生设计理念在Pan-PI3K 抑制剂、PI3K/mTOR 双靶点抑制剂、负责喹唑啉衍生物的合成研究，为项目的实验开展做出了重要贡献。贡献支撑是5 篇代表性论文中的2和3的署名者。</p>	

七、主要完成单位情况表

单位名称	西安交通大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>西安交通大学是我国最早兴办、享誉海内外的著名高等学府，是“七五”“八五”重点建设单位，是首批进入国家“211”和“985”工程建设学校。2017年入选国家“双一流”建设名单A类建设高校，8个学科入选一流建设学科，是首批博士研究生教育综合改革14所高校之一，具有理工特色，涵盖理、工、医、经、管、文、法、哲、教、艺等10个学科门类的综合性研究型大学，设有26个学院（部、中心）、9个本科书院和20所附属教学医院。西安交通大学作为本项目的第一完成单位，对本项目研究的顺利开展和实施，以及相关代表作的发表提供了必要的实验条件和工作环境保障，为本项目的实施提供了管理和科研支撑。西安交通大学是本项目第1完成人、第2完成人、第6完成人的工作单位，是第3完成人、第4完成人、第5完成人的博士学位攻读的单位，对本项目重要科学发现和理论形成、专利申请和授权等做出了重要的贡献。</p>	

单位名称	
<p>对本项目主要学术贡献：</p>	

完成人合作关系说明

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1					
2					
3					
4					
5					
.....					
(不限 条目)					