

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 特殊机电一体化装置设计、数值模拟优化研究

选题类别： ☐基础性研究 ☒应用性研究 ☒工程技术攻关研究
☐新开辟的研究方向 ☒已有研究方向的继续 ☐其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

航空航天领域中特殊机电一体化装置的非标设计技术对于航空、天事业的发展至关重要，具有中流砥柱的地位。从国防意义上讲，军用飞机、导弹、航母是衡量一个国家实力的重要指标，这些装备和国家空、天领域中的特殊机电一体化装置的非标设计技术水平有着直接的联系。现代战争是以海、陆、空、天为一体的立体复杂的信息化战争，掌握制空权、制天权是捍卫和平的关键所在。因此，航空航天领域中特殊机电一体化装置的非标设计技术的发展直接影响到空、天领域的技术水平。

航空航天制造业的发展也将推动国民经济的发展，并带动相关产业和技术水平的进步。然而，想通过技术引进来发展我国的航空航天制造业是不可行的，必须走自主研发的道路。面对如此巨大的国防需求及市场需求，中国空、天制造业也迎来了前所未有的发展机遇。要使中国的航空航天制造业从大体量走向高质量，特殊机电一体化装置的非标设计、制造技术水平至关重要。无论是航空航天领域，还是其他领域的机电一体化非标装置的设计都必须具有创新思维，此外还要掌握科学的设计理论和方法，如各种优化设计理论与方法、数值模拟及虚拟样机理论与方法及原理样机试验理论与方法。

数值模拟与虚拟样机技术是一种利用计算机数字模型代替物理产品，对产品从设计、制造到服务及循环利用的全寿命周期进行展示、分析和测试，以快速研制出高性能、高可靠性产品的新型数值模拟技术。利用数值模拟与虚拟样机技术对产品和设备进行详尽的计算模拟，对许多行业产生了深远影响。以飞机和汽车行业为例，美国波音777飞机的设计、装配、性能评价及分析等过程率先采用了数值模拟与虚拟样机技术，成为世界上首架以无图纸方式研制的飞机，其研发周期缩短50%，设计更改成本减少94%；1997年通用动力公司建成了第一个全数字化机车虚拟样机，产品的设计、分析、制造、工装设计及可维修性全部依靠计算机并行进行。此后，数值模拟与虚拟样机技术在各个领域都得到了广泛的应用。

本课题组在航天航空领域特殊机电一体化装置的研究方面做了很多工作，主要研究内容：

（1）对航空航天领域特殊的机电一体化装置进行非标创新性设计；

（2）对特殊机电一体化装置数学建模及优化分析算法进行研究；

（3）对特殊机电一体化装置数值模拟与虚拟样机分析理论与方法进行研

究。

本课题欢迎对航天领域特殊机电一体化的非标装置创新设计、分析、优化、试验等研究感兴趣的同学加入。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

本项目的预期目标是通过自主创新，将此方面的技术达到国内领先水平，并将研制的成果尽快应用到实际中。 经费充足。

2019年招生计划

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 特殊复杂制件加工、数值优化及成型机理研究

选题类别： ☒ 基础性研究 ☐ 应用性研究 ☒ 工程技术攻关研究
☐ 新开辟的研究方向 ☒ 已有研究方向的继续 ☐ 其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

美国F-16、F-22战斗机整体座舱盖均为气泡式结构，我国歼-20的座舱盖也采用此种结构，但2011年1月试飞的歼-20整体式座舱盖形状与美国相比只有90%的相似度。座舱盖形状的改变将直接改变战斗机的空气流动性能，进而又影响歼-20空战中的机动灵活的战斗性能。之所以只有90%的形状相似，是因为没掌握其加工机理、仿真研究要领及各种加工参数之间的优化。

我国的军用飞机，例如歼-11的座舱盖也计划采用整体气泡式，但同样也是由于没掌握其大尺寸的加工方法而只好作罢，到目前为止歼-10、歼-11仍采用传统两段式座舱盖结构形式。

国内外战斗机整体座舱盖材质均采用聚碳酸酯（Polycarbonate，缩写为PC）。聚碳酸酯是一种综合性能优异的热塑性材料，其力学性能与一般金属十分相似，其透光率一般高达90%左右，和玻璃的透光率相同，故被誉为“透明金属”，同时，还拥有“热塑性之冠”的美称。根据发达国家数据统计，PC在电子、电气、汽车制造业中使用比例高达40%~50%，而目前中国在该领域的使用比例只有10%左右，故未来国内在这些领域对聚碳酸酯的需求量将更加巨大。据专家统计，未来10年内新型的PC汽车车窗将形成50-60亿美元的市场。

战斗机整体气泡式座舱盖若用冷态成形加工技术则回弹量过大，难以制成上述大尺寸复杂形面制件，对于此类壁厚大尺寸复杂形面PC制品多采用热成形方法加工，但废品率较高。歼-20的气泡式整体座舱盖外形误差不但极大地降低了机体的空气动力学性能，同时还会影响座舱盖的技术指标（如透光率、应力、应变、银纹等）。这些都会使飞机的整体性能显著下降并降低其使用可靠性。

本课题组提出用热成形加工这一新技术，以解决上述难题。

主要研究内容如下：

- （1）整体式战斗机座舱盖各个加工参数之间进行优化分析；
- （2）整体式战斗机座舱盖各个参数不同组合下加工过程进行数值模拟研究；
- （3）整体式战斗机座舱盖的数值模拟结果进行实验验证；
- （4）整体式战斗机座舱盖的机理研究。

此研究方法既能大大缩短实验时间，节约人力、物力、财力，又能科学、准确、快速地提高产品市场竞争力，对促进我国飞机、汽车上PC制件设计制造能力的提高具有重要意义，这种研究方法同样适用于开发其他领域中新PC制品的全过程。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

- （1）聚碳酸酯（PC）大尺寸复杂形面制件热成形及其机理的研究 国家自然科学基金
- （2）聚碳酸酯（PC）大尺寸复杂形面热真空成形关键技术及其机理研究 黑龙江省自然科学基金重点