

投送学科

一级学科: 材料科学与工程

二级学科: 材料加工工程

如是学科交叉研究, 所涉及的

一级学科: _____

二级学科: _____

是否涉密:

是 ☐

否 ☒

中国博士后科学基金 面上资助申请书 (第 47 批)

申请者: 喻海良 博士后全国统一编号: 78178

设站单位: 清华大学 机械工程系

项目名称: 大型易变形铸件铸造和热处理全过程一体化数值
模拟与变形控制

研究方向: 金属成形与热处理过程数值分析

通讯地址: 北京市 清华大学 机械工程系 先进成形制造教
育部重点实验室

邮政编码: 100084 E-mail: yuhailiang@mail.tsinghua.edu.cn

固定电话: 010-62784537 移动电话: 18901258095

申请日期: 2010 年 03 月 20 日

中国博士后科学基金会

填 报 须 知

1. 申请者应认真阅读《中国博士后科学基金资助规定》和《中国博士后科学基金面上资助实施办法》，按有关要求逐项填写《中国博士后科学基金面上资助申请书》（以下简称《申请书》）。

2. 申请者首先在中国博士后网上(www.chinapostdoctor.org.cn)填写《申请书》，并在网上提交到设站单位，然后下载打印一式3份（A4纸双面打印，左侧装订），报送到设站单位进行审核。

如申请项目涉密，不得在网上填报。需下载空白《申请书》后填写纸质一式8份，与电子版同时报送到设站单位进行审核。

3. 设站单位在规定的时间内，将审核后的《申请书》统一从网上提交到中国博士后科学基金会，纸质材料加盖设站单位博士后管理部门公章后一并报送。

4. 本《申请书》封面上的“投送学科”系指申请者所报项目所属的学科，若是学科交叉研究项目，则应填写所涉及的学科名称。学科名称须按照一九九七年国务院学位委员会公布的《〈授予博士、硕士学位和培养研究生的学科、专业目录〉修订前后对照表》的标准名称填写。“研究方向”系指申请者所报项目的研究方向。

5. 填表必须实事求是，认真翔实，不得弄虚作假。

一、个 人 信 息

姓 名	喻海良	性 别	男	出 生 日 期	1980 年 10 月	
身份证号	430*****	国 籍	中国	民 族	汉	
进站时间	2009 年 9 月		预计出站时间	2011 年 8 月		
博士后 招收类型	流动站 ☒ 设站单位名称：清华大学 工作站 ☐ 设站单位名称： 联合招收单位名称：					
学位 情况	学位	获得年月	授予学位单位		专 业	导 师
	学士	2003 年 7 月	东北大学		材料成型 及控制工	郭长武
	硕士	-	-		-	-
	博士	2009 年 1 月	东北大学		材料加工 工程	刘相华
主要 研究 工作 经 历	起 止 年 月	单 位	研 究 内 容		项 目 分 工	
	2009 年 9 月~	清华大学先进成形教育部 重点实验室	大型铸锻件共性技术研究		数值模拟与实验	
	2009 年 1 月~ 2009 年 5 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	连铸过程裂纹预测专家系统		现场检测与实验	
	2006 年 1 月~ 2008 年 12 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	轧制过程轧件缺陷体演变行为 数值分析与实验研究		数值模拟与实验	
	2008 年 1 月~ 2008 年 12 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	中厚板轧制过程冷却的模拟 与建模		数值模拟	
	2007 年 1 月~ 2007 年 12 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	轧制过程中不锈钢内部夹杂物演 变行为的实验与模拟研究		数值模拟与实验	
	2006 年 1 月~ 2006 年 12 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	双 AS-U-Roll 森吉米尔轧机轧件 板形与边部减薄数学模型开发		建模与软件开发	
	2005 年 1 月~ 2005 年 12 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	多道次立-平轧制过程轧件边 部缺陷有限元分析		数值模拟与实验	
	2004 年 6 月~ 2005 年 1 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	300kA 铝电解槽三维热电耦 合分析		数值模拟	
	2003 年 9 月~ 2004 年 10 月	东北大学轧制技术及连轧 自动化国家重点实验室	板带热连轧过程轧制力数学 模型开发与有限元分析		数值模拟	

曾获得的科研成果	内容包括：
	曾参加过何种重要科学研究活动，有哪些发明和创造，曾获得何种专利，曾获得何种科技奖励及在获奖人中的排名，已在国内外核心刊物上的发表论文等等。 1) 学术期刊论文 1. YU, H.L., Liu, X.H. (2009) Friction and slab deformation behavior during rough rolling. <i>International Journal of Surface Science and Engineering</i>, 3(5/6): 423-434. (SCI, EI) 2. Yu, H.L., Liu, X.H., Wang, G.D., Lan, F.F. (2009) Research on the behavior of transversal crack in slab V-H rolling process by FEM. <i>Journal of Materials Processes Technology</i>, 209(6): 2876-2886. (SCI, EI) 3. Yu, H.L., Bi, H.Y., Liu, X.H., Chen, L.Q., Dong, N.N. (2009) Analysis of behavior of inclusions separated with the strip matrix during rolling by FEM, <i>Journal of Materials Processing Technology</i>, 209(9): 4274-4280. (SCI, EI) 4. Yu, H.L., Liu, X.H., Bi, H.Y., Chen, L.Q. (2009) Deformation behavior of inclusions in stainless steel strips during multi-pass cold rolling. <i>Journal of Materials Processing Technology</i>, 209(1): 455-461. (SCI, EI) 5. Yu, H.L., Liu, X.H. (2009) Thermal-mechanical finite element analysis of evolution of surface cracks during slab rolling, <i>Materials and Manufacturing Processes</i>, 24(5): 570-578. (SCI, EI) 6. Yu, H.L., Liu, X.H., Chen, L.Q., Li, C.S., Zhi, Y., Li, X.W. (2009) Influence of Edge Rolling Reduction on Plate-Edge Stress Distribution During Finish Rolling. <i>Journal of Iron and Steel Research, International</i>, 16(1): 22-26. (SCI) 7. Yu, H.L., Liu, X.H., Lee G.T. (2008) Numerical analysis of strip edge drop for Sendzimir mill. <i>Journal of Materials Processing Technology</i>, 208(1-3): 42-52. (SCI, EI) 8. Yu, H.L., Liu, X.H., Lee, G.T., Li, X.W., Park, H.D. (2008) Analysis of rolls deflection for Sendzimir mill using numerical method. <i>Journal of Manufacturing Science and Engineering _ Transactions of the ASME</i>, 130(1): 011016_1-7. (SCI, EI) 9. Yu, H.L., Liu, X.H., Ren, X.J. (2008) Behavior of longitudinal cracks in slab V-H rolling processes. <i>Steel Research International</i>, 79(7): 537-543. (SCI, EI) 10. Yu, H.L., Liu, X.H., Bi, H.Y., Chen, L.Q. (2008) Research on behavior of inclusion in stainless steel during rolling by FEM. <i>Steel Research International (Metal Forming 2008, Krakow, Poland,)</i>, 79(S1): 389-396. (SCI, ISTP) 11. Yu, H.L., Liu, X.H., Li, X.W. Analysis of inclusion deformation and crack generation during rolling with a super-thin layer by FEM. <i>Materials Letters</i>, 2008, 62(10-11): 1595-1598. (SCI, EI) 12. Yu, H.L., Bi, H.Y., Liu, X.H., Tu, Y.F. (2008) Strain distribution of strips with a spherical inclusion during cold rolling. <i>Transactions of Nonferrous Metals Society of China</i>, 18(4): 919-924. (SCI, EI) 13. Yu, H.L., Liu, X.H., Wang C., Park H.D. (2008) Analysis to roll gap pressure in Sendzimir mill by FEM. <i>Journal of Iron and Steel Research International</i>, 15(1): 30-33. (SCI) 14. Yu, H.L., Liu, X.H., Wang, G.D. (2008) Analysis of crack tip stress of transversal crack on slab corner during V-H rolling process by FEM. <i>Journal of Iron and Steel Research International</i>, 15(3): 19-26. (SCI) 15. Yu, H.L., Liu, X.H., Lee, G.T. (2007) Contact element method with two relative coordinates and its application of prediction of strip profile for a Sendzimir mill. <i>ISIJ International</i>, 47(7): 996-1005. (SCI, EI) 16. Yu, H.L., Liu, X.H., Lee, G.T. (2007) Analysis to rolls deflection of Sendzimir mill by 3D FEM. <i>Transactions of Nonferrous Metals Society of China</i>, 17(3): 600-605. (SCI, EI) 17. Yu, H.L., Liu, X.H., Li, C.S., Wang, G.D. (2007) Influence of the dislocation of 'dog-bone' on spread of slab during V-H rolling process. <i>Journal of Iron and Steel Research International</i>, 14(3): 38-42. (SCI) 18. Li, C.S., Yu, H.L.*, Deng, G.Y., Liu, X.H. (2007) Numerical simulation to temperature field and thermal

曾 获 得 的 研 究 成 果	stress field of work roll in hot strip rolling. <i>Journal of Iron and Steel Research International</i>, 14(5): 18-23. (Corresponding author) (SCI) 19. Yu, H.L., Liu, X.H., Zhao, X.M., Kusaba, Y. (2006) FEM Analysis for V-H rolling process by updating geometric method. <i>Journal of Materials Processes Technology</i>, 180(1-3): 323-327. (SCI, EI) 20. Yu, H.L., Liu, X.H., Li, C.S., Wu D., Kusaba, Y. (2006) Behavior of transversal crack on slab corner during V-H rolling processes. <i>Journal of Iron and Steel Research International</i>, 13(6): 31-37. (SCI) 21.
	2) 学术会议论文 22. Liu, X.H., Yu, H.L., Jiang Z.Y., TIEU Kiet. (2009) Analysis of Multi-pass plate rolling processes using thermomechanical FEM. <i>THERMEC' 2009</i>, Berlin, 2009, August. (Invited) 23. Yu H.L., Liu X.H. Behavior of subsurface blisters in slab during hot rolling using FEM. <i>Proceeding of The Second International Conference on Modelling and Simulation</i>, Manchester, 2009 May.37-42. (EI, ISTP) 24. Yu, H.L., Bi, H.Y., Liu, X.H., Chen, L.Q. (2008) Numerical analysis of movement of inclusions in a stainless steel strip during cold rolling, <i>Proceeding of First International Conference on Modelling and Simulation</i>, Vol(V), 8, Nanjing, 486-491. (ISTP) 25. Liu X.H., Zhi Y., Yu H.L. (2008) Rolling technology with reducing resources in China. <i>Proceeding of The 2nd International Conference on Thermo-Mechanical Simulation and Processing of Steels</i>, Ranchi, India, December . (<i>Materials Manufacture Process</i>, 2010出版) 26. Yu H.L., Liu X.H., Jiang Z.Y. (2008) FE analysis of behavior of internal-longitudinal cracks in slab during vertical-horizontal rolling. <i>Proceeding of The 8th Asia Pacific Conference on Materials Processing</i>, 6, Guilin-Guangzhou, China, p.799-804. 27. Liu X.H., Yu H.L., Li C.S., Zhao X.M. (2006) Behavior of corner surface cracks in V-H rolling process of steel slabs. <i>Proceeding of The 9th International Steel Rolling Conference</i>, Paris, p.204. 28. Yu H.L., Liu X.H., Li C.S., Zhao X.M. (2005) Closure and growth of crack on slab corner during V-H rolling process. <i>Proceeding of The International Conference on Computational and Experimental Engineering & Sciences</i>, December, Chennai, India, p.2034-2039. 29. 3) 参与出版的学术著作 1. Yu H.L. Chapter “FE Analysis of Evolution of Defects during Rolling” in “Finite Element Analysis” , 978-953-7619-X-X, will be published by SCIYO in 2010. Final chapter submitted. (Invited) 2. 刘相华, 胡贤磊, 杜林秀. 轧制参数计算模型及其应用, 化学工业出版社, 2007.9 (参编第5 章). 3. ... 4) 软件著作权 喻海良, 刘相华. 20 辊森吉米尔轧机轧件板形与边部减薄预报软件, 登记号: 2007SR01388, 2007.1. 5) 专利申请 1. 喻海良, 刘相华, 支颖. 一种预测 20 辊轧机轧件截面形状的方法, 申请号码: 200810228091. 9. 2. 喻海良, 康进武, 黄天佑, 胡永沂. 一种用于冷却大型环形铸件的栅形气流导向装置, 申请号码: 200910219084.7. 3. 喻海良, 康进武, 黄天佑, 胡永沂. 一种用于冷却大型环形铸件的喷嘴形气流导向装置, 申请号码: 200910219085.1.

	4. 支颖, 刘相华, 喻海良. 一种预测板带钢热变形中奥氏体动态再结晶组织演变的方法, 申请号码: 200910012127.4. 6) 学术奖励 喻海良. 东北大学优秀博士学位论文, 2009. 喻海良, 刘相华. 辽宁省自然科学学术成果奖—学术论文类一等奖, 2008. 7) 曾被以下学术期刊邀请担任审稿人 “Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B, Journal of Engineering Manufacture” “Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L, Journal of Materials: Design and Applications” “Journal of Manufacturing Science and Engineering _ Transactions of the ASME” “International Journal of Machine Tools and Manufacture” “International Journal of Surface Science and Engineering” 《中国机械工程》
--	---

二、申报项目审核与评审结果

名 称	中文	大型易变形铸件铸造和……	
	英文	Numerical simulation and deformation	
研究类别	基础研究 ☐ 应用基础 ☒ 技术开发 ☐		
项目来源	自选项目 ☐ 国家自然科学基金项目 ☐ 863 高技术研究项目 ☐ 973 计划项目 ☐ 国家社科基金项目 ☐ 其它国家级重点项目 ☒ 省市或部门重大项目 ☐ 其它项目 ☐		
研究经费 来源及数额	自筹 5 万元		
申 请 者 承 诺	我保证填报内容真实、准确。如果获得资助，我将严格遵守中国博士后科学基金资助的有关规定，按计划认真开展研究工作，切实保证完成研究工作任务。 申请者（签章）：_____ 年 月 日		
申 报 单 位 审 核 意 见	我单位已对申请人的资格和《申请书》内容进行了认真审核，本表各项内容属实，符合申请条件。 负责人（签章）：_____ 单位（盖章）：_____ 年 月 日		
评 定 结 果	经专家评审， 决定： 给予 _____ 博士后中国博士后科学基金面上资助 _____ 等资助，金额为人民币 _____ 万元。 中国博士后科学基金会（盖章） 年 月 日		

四、申报项目简介

内容包括：

概括项目主要内容、项目的预期目标、科学意义、应用前景、创新与发展。

1. 主要内容

本项目旨在开发大型易变形铸件铸造和热处理全过程一体化分析的热-力-冶金耦合的数值模型，无缝模拟铸造和热处理全过程整个时间段内铸件温度场、形状、组织分布、应力分布等的变化规律，…

2. 预期目标

建立大型易变形铸件铸造和热处理全过程一体化数值分析模型，准确预测机加工前铸件形状、缺陷可能分布区域、加工尺寸分布等，完善铸造与热处理工艺最优化理论，实现数字绿色集成化铸件生产，并应用于工业生产，实现大型易变形铸件生产精确、无缺陷成形，减少铸件机加工尺寸，提高铸件生产效率。并在 SCI、EI 收录期刊上发表论文 2-4 篇，参加 1 人次国际会议，申请专利 1 项。

3. 科学意义

该课题将解决大型易变形铸件生产全过程一体化数值模拟集成问题，实现对铸造和热处理全过程铸件几何形状、应力、温度等连续变化的精确求解，实现大型易变形铸件生产的精确、无缺陷成形，减少矫正、补焊等缺陷修补工艺，减少铸件机加工尺寸，提高生产进度、减少能源消耗，对实现铸造与热处理最优化生产工艺提供理论指导，为推进我国铸造行业节能高效化具有重要的意义，实现我国大型铸件节约型制造。

4. 应用前景

通过该课题的研究，将对我国重型机械行业高效、节约型制造提供技术指导：

- ✧ 为企业生产大型易变形铸件，如：水轮机叶片、上下环等大型水电设备，提供铸造和热处理工艺指导。
- ✧ 为钢铁冶金、采矿等行业重大设备铸造生产提供指导。

5. 创新与发展

- ✧ 将实现大型易变形铸件生产全过程连续化数值模拟，精确预测铸件经铸造、热处理后最终的机加工尺寸分布。
- ✧ 通过分阶段控制大型易变形铸件热处理过程热处理制度，实现铸件变形过程精确控制，最终实现大型易变形铸件生产过程精确、无缺陷成形。
- ✧ 将实现对大型易变形铸件实际生产过程温度场和变形规律进行实时检测，并对数值模拟进行修订，建立铸件整个制造过程的数值模拟软件平台。

五、申报项目的内容

(注：可自行加页。)

1. 项目的立项依据

装备制造业是为国民经济各行业提供技术装备的战略性产业，产业关联度高，技术资金密集，是各行业产业升级、技术进步的重要保障和国家综合实力的集中体现。自《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》实施以来，我国重大技术装备自主化水平显著提高。我国已经成为装备制造业大国，但产业大而不强、自主创新能力弱、基础制造水平落后等问题依然突出。在 2009 年-2011 年之间，提高 70 万千瓦以上水电设备等大型铸锻件的生产[1]被列入 2009 年《装备制造业调整和振兴规划》中的主要任务。

.....

.....

综上所述，本课提出对大型易变形铸件铸造和热处理全过程一体化热-力-冶金数值模拟、预测铸件变形、优化铸造和热处理工艺等是一个对我国实现大型铸件节约型制造具有重要意义的课题。

参考文献

[1] 《装备制造业调整和振兴规划》公布, (2009) 机械工业标准化与质量. 5: 11-14.

[2] Weiss, D. (2009) Foundries: the final frontier the next thousand years of casting technology. International Journal of Metalcasting, 3(9): 7-11.

.....

2. 项目的研究内容

1) 建立考虑相变塑性的材料模型，设计并开发热-力-冶金耦合数值分析模型，将传统的对铸造和热处理过程铸件变形行为单独模拟集成为对铸造和热处理全过程铸件变形行为的一体化模拟。在这个模型中，将采用同一个数值分析模型连续分析铸造凝固过程、热处理全过程铸件温度场、应力-应变场、组织分布、裂纹缺陷等。

2) ...

3. 拟解决的关键问题

1) 铸造和热处理全过程铸件模型的一体化。

2) ...

六、申报项目的研究方法

内容包括：

研究计划、拟采取的研究方法、实验方案、技术路线、已具备的条件及目前进展的情况、资助金的拟用计划。

1. 研究计划

✧ 2009.09-2009.12 文献调研、研究方案设计（已完成）。

✧ 2010.01-2010.12 ….

根据研究进展，上述工作可能采用平行和交叉的方式进行，期望在更短的时间内更有效地完成该课题。

2. 拟采取的研究方法、实验方案、技术路线

1) 采用几何模型更新方法对铸造和热处理过程几何形状进行衔接，实现采用同一个模型分析铸造和热处理全过程铸件形状变化情况。

2) …

3. 已具备的条件

申请人所在清华大学机械工程系大型易变形铸件研究组具有多年的铸造与热处理过程模拟与工艺优化的基础。在 2009 年下半年新购买了红外热像仪、红外温度测量器、变形测量仪器、风速仪、X 射线铸件残余应力测试系统和 RS200 铸件残余应力测试系统等设备，可以满足大型易变形铸件生产过程温度场、变形等的测量。

....

4. 已有的研究进展

申请者所在的课题组在大型易变形铸件铸造工艺及其凝固理论方面具有较好的研究基础，长期从事铸件凝固过程数值模拟研究。近年来，在铸造过程物理模拟、物性参数与过程测试及工程应用方面取得成绩。课题组长期与国内重机、电力装备制造企业保持合作，如一重、二重、哈电、东电（东汽）等，了解大型易变形铸件关键铸造工艺与质量要求。

....

5. 资助金的拟用计划

主要用于现场测量相关实验数据、开发计算程序，以及购买相关的专业资料、参加学术活动等。具体用途如下：

分析计算、软件开发	1.5 万元
辅助仪器购买、工业测试、差旅	1.4 万元
实验材料	0.6 万元
参加国际学术会议（一人次以上）	0.6 万元

论文发表费用（三篇以上）	0.5 万元
申请专利费用（一项以上）	0.4 万元
总计：	5 万元