

平职学院教科研计划项目立项申请书

(科 研 类)

项目名称: 矿井提升机主轴装置应力应变场的数值模拟与有限元分析

申请单位（签章）： 机械工程系

协作单位: _____

项目类别： 机电

填报时间: 2011 年 3 月 18 日

平 职 学 院 教 科 研 处 制

填 报 说 明

1、项目类别为：采煤、矿建（含土建、基建等）、安全、机电、计算机、化工（含尼龙化工、煤化工、盐化工等）、综合（含节能减排等）等，从中选择一个。

2、所报的项目应是围绕新产品开发研究；围绕中平能化集团公司的生产安全、机电设备的技术难题进行技术攻关；围绕我院实验实训教学设备、设施改进与优化配置进行技术攻关。项目名称应能准确表达研究内容。

3、“项目申请书”的内容必须真实、所附材料齐全，要求项目研究、开发目标明确，内容重点突出，技术路线清晰，主要技术经济指标科学、合理，阶段目标和年度进展计划明确，经费预算合理。

4、“项目申请书”中引用的名称、数据等内容均应标明出处，外文缩写应注明全称

5、“项目申请书”中未列但需说明的内容可加附页，相关技术文献、证明文件等材料应作为附件一同上报，规格统一使用 A4 纸，打印文字采用 4 号宋体字。

6、“项目申请书”经单位签署意见并盖章后一式一份报送教科研处。

7、科技项目经费说明：

设备费：是指在项目研究开发过程中购置或试制专用仪器设备，对现有仪器设备进行升级改造，以及租赁外单位仪器设备而发生的费用。专项经费要严格控制设备购置费支出。

材料费：是指在项目研究开发过程中消耗的各种原材料、辅助材料等低值易耗品的采购及运输、装卸、整理等费用。

测试化验加工费：是指在项目研究开发过程中支付给外单位（包括项目承担单位内部独立经济核算单位）的检验、测试、化验及加工等费用。

燃料动力费：是指在项目研究开发过程中相关大型仪器设备、专用科学装置等运行发生的可以单独计算的水、电、气、燃料消耗费用等。

差旅费：是指在项目研究开发过程中开展科学实验（试验）、科学考察、业务调研、学术交流等所发生的外埠差旅费、市内交通费用等。

会议费：是指在项目研究开发过程中为组织开展学术研讨、咨询以及协调项目等活动而发生的会议费用。

国际合作与交流费：是指在项目研究开发过程中项目研究人员出国及外国专家来华工作的费用。

出版/文献/信息传播/知识产权事务费：是指在项目研究开发过程中，需要支付的出版费、资料费、专用软件购买费、文献检索费、专业通信费、专利申请及其他知识产权事务等费用。

劳务费：是指在项目研究开发过程中支付给项目组成员中没有工资性收入的相关人员（如在校研究生）和项目组临时聘用人员等的劳务性费用。

专家咨询费：是指在项目研究开发过程中支付给临时聘请的咨询专家的费用。专家咨询费不得支付给参与科技项目、项目管理相关的工作人员。

管理费：是指在项目研究开发过程中对使用本单位现有仪器设备及房屋，日常水、电、气、暖消耗，以及其他有关管理费用的补助支出。

项目在研究开发过程中发生的除上述费用之外的其他支出，应当在申请预算时单独列示，单独核定。

项目概况	项目名称	矿井提升机主轴装置应力应变场的数值模拟与有限元分析			
	预期主要成果形式	2 1、论文论著 2、研究报告 3、新产品或农业新品种 4、新设备 5、新材料 6、新工艺或方法 7、软件 9、其他			
	经费合计（万元）	申请资助	自筹	其他	
	1	1			

主要参加人员	姓名	性别	出生年月	学历	职称（职务）	工作单位
	魏勇	男	1974.11	硕士研究生	讲师	机械工程系
	白晓	男	1980.2	硕士研究生	讲师	机械工程系
	王超	男	1979.10	硕士研究生	讲师	机械工程系

项目主要研究、开发内容（不超过 200 个汉字）

本项目以平煤股份多数煤矿所使用的单绳缠绕式双卷筒提升机主轴装置为研究对象，利用三维设计软件建立主轴装置的虚拟样机模型，在 COSMOS、ANSYS 等分析软件环境下建立生产现场的应力应变模型，并进行数值计算、模拟以及有限元分析等工作，为进一步研究提升机主轴装置的状态监测和疲劳寿命分析打下基础。

申请项目的依据和意义(说明国家产业技术政策,国内外相关领域技术发展水平和趋势)

1、项目的背景和来源

煤炭行业的发展客观上对开采与运输作业提出了更高要求:首先是生产过程安全性要求越来越高,保障矿工人身安全、降低事故死亡率是煤炭企业存在的前提;二是矿业生产效率要求越来越高,机械装备将朝重型、大型化方向发展,提运作业朝高效化方向发展;三是高难度开采,如千米深井的原煤采掘与提运等,将对机械装备提出各种新的要求;四是机械装备的可靠性要求越来越高,降低设备的故障率,提高生产效率,减少维修与维护成本,经济效益提高才有保证。所以,提高矿井提升机等关键设备的安全可靠性,提升矿山机械装备整体技术水平,是未来煤炭行业重点研究的课题。

矿井提升机作为煤矿采矿系统中的关键机械设备,承担着矿物的提升、人员的上下、材料和设备的运送任务,被称为矿山的“咽喉设备”。矿井提升机在运行过程中要求具有安全性、可靠性和经济性,因此,它的健康运行在煤矿生产的全过程中占有极其重要的地位。

矿井提升机由主轴装置、减速器、润滑站、液压站、联轴器、深度指示器、盘形制动器、电机等部分组成,矿井提升机结构复杂、承受载荷大,是矿井投资大的设备之一。作为矿井提升机关键部件的主轴装置主要包括:卷筒、主轴、主轴支承、调绳离合器等零部件组成,其在提升工作中主要负责缠绕钢丝绳来进行煤炭、采煤工作人员的升降,是主要承受拉力和拉力矩的关键部件。

由于矿井提升机结构较复杂、承受载荷大,许多关键的设计系数尚难以确定,因此较早投入使用的提升机在制造时更多地依据以往的经验。近几年有些生产企业已经采用先进的三维设计系统进行整机设计,甚至开始利用 CAE(计算机辅助工程)技术来进行整机的优化和分析。

CAE(计算机辅助工程)技术是一种迅速发展中的计算力学、计算数学、工程科学、工程管理学与现代计算机科学和技术相结合而形成的一种综合性、知识密集型信息产品。它主要用计算机对工程和功能、性能与安全可靠进行计算、优化设计,对未来的工作状态和运行行为进行模拟仿真,及早发现设计缺陷,改进和优化设计方案,证实未来工程、产品的可用性与可靠性。它是实现重大工程和工业产品的计算分析、模拟仿真与优化设计,是支持工程科学家进行创新研究和工程师进行创新设计重要的工具和手段。

但这种技术的大量使用是伴随着近十年计算机的硬件发展而逐步获得企业的青睐。而平煤股份有相当一部分矿井使用的提升机是较早生产的机械设备,没有经过 CAE(计算机辅助工程)技术的整机优化和分析。作为矿井提升机的关键部件之一的主轴装置,在工作台控制系统的操纵下频繁正反转和启动、停止,在动态下的真实受力状态和实际的多种力和力矩等载荷作用下,煤矿企业不能全面、正确的评估主轴装置的受力状况,更无法进行有效的状态监测和疲劳寿命估计,从而不可避免地在其工作过程中导致故障的发生,严重地还会出现事故。

根据矿井提升机的工作原理和结构的不同,提升机可分为缠绕式和摩擦式两大

类。缠绕式提升机根据其滚筒上的缠绳多少又分为单绳缠绕式和多绳缠绕式。摩擦式提升机和多绳缠绕式提升机是近些年发展的新式提升机，主要用于深井和超深井中，目前我国使用较少。单绳缠绕式提升机是较早出现的一种，也是我国使用最为广泛，根据滚筒的个数和结构有单滚筒、双滚筒和可分离滚筒三种型式，它工作可靠，结构简单，适用于浅井及中等深度的矿井。

经过对平煤股份多个煤矿生产企业的前期调研，本项目选择使用较多的中信重工生产的单绳缠绕式双卷筒矿井提升机的主轴装置为研究对象。中信重工提供的有关资料显示，单绳缠绕式双卷筒矿井提升机主轴装置在长时间的复杂应力状态下工作，常见故障有：

- 1) 卷筒筒壳开裂，卷筒压扁变形，卷筒轮辐的开焊、开裂；
- 2) 主轴应力集中甚至变形、断裂；
- 3) 主轴联接切向键松动；
- 4) 游动卷筒紧固螺栓剪切；
- 5) 游动卷筒轴瓦磨损。

这些故障的出现往往最开始是在某个应力集中的危险的截面处出现细小的裂纹和磨损，如果能及时发现这些问题并解决，就能减少或避免故障和事故的发生。因此，煤矿企业迫切需要寻求一种能够较准确反映提升机主轴装置受载时整体应力和应变分布规律的数据，以此数据为参考，有针对性地对相关应力集中的零件和部位进行状态监测。为此，本项目拟根据现有的图纸资料和数据资料，对主轴装置上零部件的受力情况进行数值模拟，采用有限元方法分析主轴装置的应力应变场，力求较准确地找到应力应变突出的零件部位，为下一步进行主轴装置的状态监测和疲劳寿命估计打下基础。

2、国内研究状况

由于矿井提升机主轴装置受力复杂，既有其自身的重力又有钢丝绳起吊煤炭、人员的拉力，还有卷筒转动动力矩等。传统上对提升机主轴装置结构强度、刚度计算的还是用实体结构解析法对主轴装置进行受力模型的简化和力学分析，该方法只能以简化方式作粗略的计算，只能得到局部的应力、位移及强度、刚度情况，而且人工计算工作量较大。

随着计算机技术的发展，以计算机硬件及软件为基础的有限元计算分析方法越来越显示其优势，这种方法是将整体结构合理简化，用离散化有限单元代替连续实体结构，建立力学和数学模型，进行整体结构的应力、位移场的计算，得到结构受载时的整体应力、应变大小及其分布规律。而且大量的工程实践证明用有限元分析软件进行计算能够准确、直观地得到结构各部位的应力、应变等参数的分布情况，而传统的计算方法只能以简化方式作粗略的计算，因此，不论从速度上或计算的准确度等方面讲，传统方法都无法和它相比。

查阅有关文献资料显示，近些年，国内多家高等院校和研究机构已经开始使用有限元分析软件针对矿井提升机上的相关部件进行了强度分析和优化设计，但主要是针对单独的零件进行应力分析，没有进行主轴装置的整体分析。而且不同煤矿的提升机

均依据该矿的生产能力和矿井深度确定的，这种差异性决定了其他类似的研究分析结果不适用所有的提升机。

3、项目研究的意义

矿井提升机是矿山生产的“咽喉”设备，它的性能优劣，运行是否正常，工作率是否高，是否安全可靠，对矿山生产和人员、设备的安全有着重要的影响。根据目前对大量网上文献检索得知，矿井提升机设计、制造过程仍然主要依靠主观的经验设计确定，其工作中的受力并不十分科学合理，因此容易产生一些滚筒局部开裂、局部塌陷、开焊或连接螺栓剪断等现象，导致设备故障，危及到煤矿生产和工作人员的人身安全。

本项目力求构建完成提升机主轴装置整体结构的力学、数学模型，并在此基础上进行主轴装置的应力应变有限元分析，有助于监测主轴装置应力集中的部位并进行疲劳寿命分析，尽量将事故和故障消除于萌芽状态，延长了主轴装置的使用寿命，减少煤矿企业和人员的生命财产损失。

另外，通过 CAE（计算机辅助工程）技术在矿井提升机研究中的应用，主轴装置在应力应变有限元分析的基础上可以进一步进行优化设计，有助于改进设计方案，克服以往靠经验和模仿的设计状态，避免简化计算带来的设计误差，提高设计效率和设计精度，设计出性能优越的提升机满足煤矿行业需求，对煤矿的安全生产具有重要意义。

项目研究开发内容及目标（实施方案、技术关键、技术路线和技术经济指标等）

1、实施方案

本项目采用有限元析法来处理提升机主轴装置结构强度、刚度、应力应变等问题，研究内容涉及机械系统的结构学、运动学、动力学及材料力学、弹性学、计算机科学及其应用等学科范畴，研究对象涉及整个提升机主轴装置上的主要零部件。具体实施方案如下：

- 1) 经过调研和查询有关技术文献资料，初步确定研究对象；
- 2) 根据项目研究的需要，学习使用 COSMOS、ANSYS 等有限元分析软件；
- 3) 查找提升机相关技术文献资料，学习矿井提升机提升系统的运动学和动力学，进而建立主轴装置数学模型并对其结构进行受力分析，计算载荷值；
- 4) 使用三维设计软件建立主轴装置各个零部件的三维实体几何模型并装配成虚拟样机；
- 5) 使用 COSMOS、ANSYS 软件进行网格划分，求解计算，得到主轴装置整体的刚度及强度状况，应力云图等数据，确定可能最早发生疲劳破坏的应力集中部位。

2、技术关键

本项目研究过程中的技术关键如下：

- 1) 采用三维设计软件建立主轴装置各个零部件的三维实体几何模型并装配成虚拟样机；
- 2) 对主轴装置上主要零部件选择合适的网格进行划分，通过数值模拟和计算进行应力应变场有限元分析，查找出可能最早发生疲劳破坏的应力集中部位。

3、技术路线

项目研究的技术路线如下：

- 1) 确定研究对象—平煤股份某矿井 1999 年投入使用的单绳缠绕式双卷筒矿井提升机主轴装置；
- 2) 根据该矿井的设计产量和相关参数，建立主轴装置数学模型并对其结构进行受力分析，计算载荷值；
- 3) 使用三维设计软件建立主轴装置各个零部件的三维实体几何模型并装配成虚拟样机；
- 4) 使用 COSMOS、ANSYS 软件进行网格划分，求解计算，得到主轴装置整体的刚度及强度状况，应力云图等数据，确定可能最早发生疲劳破坏的应力集中部位。

4、技术经济指标

项目完成后的技术经济指标有：

- 1) 矿井提升机主轴装置的三维虚拟样机；
- 2) 利用有限元分析软件得出的主轴装置上主要零部件的应力应变云图，初步确定零部件上疲劳破坏的应力集中部位。

实施本项目已具备的条件（说明已具备的试验手段、技术力量、管理水平、前期科研基础、中试后接产单位及专利获得等情况）

项目主持人系郑州大学硕士研究生毕业，项目组由机械工程系多位素质较高的教师组成。项目主持人近三年所完成的科研成果、主持的科研项目、发表的学术论文如下：

1、科研成果

- 1)《提升机关键部件维修仿真 VR 系统的研究与开发》，河南省科技厅 2010 年成果鉴定，国内领先，第一完成人；
- 2)《典型机械机构数字化仿真 CAI》2009 年度平职学院科技进步三等奖，第一完成人；
- 3)《基于资源库的 CAI 软件开发》2008 年度平职学院科技进步三等奖，第一完成人。

2、科研项目

- 1) 2010 年度河南省教育厅自然科学研究计划项目《提升机关键部件维修仿真 VR 系统的研究与开发》，项目编号：2010C460006，第一完成人；
- 2) 2010 年度平顶山市社科联重点调研项目《高职毕业设计创新模式研究》，第二完成人；
- 3) 2009 年度河南省教育厅自然科学研究计划项目《基于 VRML 的虚拟现实网络课程的开发》，项目编号：2009C520005，第一完成人；
- 4) 2008 年度河南省教育厅项目《网络化数控制造技术》，项目编号：2009C460006，第三完成人；
- 5) 2008 年度平顶山工业职业技术学院科研项目《典型机械机构数字化仿真 CAI》，第一完成人；
- 6) 2008 年主持平顶山工业职业技术学院省级精品课程《矿井提升设备应用技术》网站设计；
- 7) 2007 年度平顶山工业职业技术学院科研项目《基于资源库的 CAI 软件开发》，第一完成人。

3、学术论文

- 1)《APDL 环境下的参数化有限元分析方法研究》，核心期刊《现代制造工程》，2008.8，第一作者；
- 2)《基于 SolidWorks 二次开发技术的渐开线齿轮参数化设计》，核心期刊《煤矿机械》，2009.6，第一作者；
- 3)《基于 SolidWorks 的标准零件库二次开发》，CN 级期刊《现代制造技术与装备》，2009.4，第一作者；
- 4)《基于 C++Builder 的 CAI 软件数据库管理》，CN 级期刊《电脑知识与技术》，2009 年第 5 卷第 8 期，第一作者；
- 5)《基于 SolidWorks 的渐开线斜齿轮、锥齿轮参数化设计》，CN 级期刊《现代制造技术与装备》，2010.4，第一作者。

项目组前期的调研工作已经展开，有关提升机主轴装置的图纸等技术资料正在整理中。

项目实施的经济、社会和环境预期效益

本项目以平煤股份多数煤矿所使用的单绳缠绕式双卷筒提升机主轴装置为研究对象，利用三维设计软件建立主轴装置的虚拟样机模型，在 COSMOS、ANSYS 等分析软件环境下建立生产现场的应力应变模型，并进行数值计算、模拟以及有限元分析等工作。

该项目完成的有限元分析结果有助于煤矿企业更好地对主轴装置的受力状况进行全面、正确的评估，确认主轴装置零件上应力集中的部位并进行疲劳寿命分析，延长主轴装置的使用寿命，保障提升机的正常运转，减少提升机主轴装置的检修和零部件的更换，为煤矿节省一定的维修费用。

在项目完成后的技术平台上可以进一步拓展研究提升机主轴装置的状态监测和疲劳寿命分析，如果能在状态监测的相关理论、技术上实现整合，开发出煤矿设备状态监测系统，随时监测煤矿设备的健康状况，发现问题及时解决，减少故障、事故的发生，相应的经济、社会效益巨大。

项目实施的计划进度

2011 年 4 月—2011 年 5 月	学习有限元分析软件
2011 年 6 月—2011 年 7 月	煤矿生产现场的调研、图纸资料的收集
2011 年 8 月—2011 年 10 月	主轴装置的三维虚拟样机的建模
2011 年 11 月—2012 年 2 月	主轴装置应力应变场有限元分析
2012 年 3 月—2012 年 5 月	项目研究报告的撰写，结项验收

项目经费概算

经费来源		经费支出	
科 目	数额（万元）	科 目	数额（万元）
申请学院资助	1	设备费	0.1
单位自筹		材料费	0.1
其它		测试化验加工费	0.15
		燃料动力费	0.1
		差旅费	0.1
		会议费	
		国际合作与交流费	
		出版/文献/信息传播/知识产权事务费	0.2
		劳务费	0.05
		专家咨询费	0.1
		管理费	
		其他	0.1
合 计	1	合 计	1

申报单位意见：

负责人：

（签章）

年 月 日

教科研处意见：

负责人（签字）：

年 月 日

专家委员会意见：

专家委员会主任（签字）：

年 月 日

