

附件 2:

## 2022 年湖南省科学技术进步奖提名公示

项目名称：面向极端环境的显控设备可靠性设计关键技术及应用

主要完成人：黄志亮、赵治国、阳同光、陈敢新、陈昶、李航洋、戴铁峰

主要完成单位：湖南城市学院、湖南海诚宇信信息技术有限公司

提名单位：益阳市科技局

提名等级：湖南省科学技术进步奖 三等奖

# 一、项目名称：面向极端环境的显控设备可靠性设计关键技术及应用

## 二、提名意见

本项目立足于面向极端环境的自主可控加固型显控设备，针对实时三维建模、强光环境可视、抗振散热、间歇故障诊断等技术难题，突破了面向极端环境的显控设备可靠性设计关键技术，研制了一系列全国产化自主可控加固型显控设备：①研制实时三维建模与强光可视的系列显控设备，发明无路网信息区域路径搜索方法及三维建模显示装置，满足了定制化、国产化条件下显控设备自动建模、强光可视、宽温、抗振等设计需求；②提出面向极端环境的显控设备可靠性设计技术，发明了液冷流道布局优化方法及高效抗振散热装置，解决了强振、高功耗密度、强阳光辐射等工况下的抗振散热问题；③开发基于多状态感知的显控设备间歇故障诊断技术，发明传感器等器件结构优化及时变稳健性设计方法，开发显控设备测试系统及故障诊断软件，实现全服役过程中间歇故障自动检测与诊断。项目研发成果获授权发明专利 3 项、实用新型 5 项、软件著作权 1 项、发表 TOP 论文 1 篇。研制的显控设备应用于航空航天、先进制造、电力、交通等重要领域，近三年累计新增销售额 2.67 亿元、新增利润 904.6 万元，实现显著经济和社会效益。

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，全部材料真实有效，相关栏目均符合《提名工作手册》的填写要求。我单位和项目完成单位都已对该项目进行了公示，公示结果无异议。对照湖南省科学技术奖励办法及实施细则的授奖条件，提名该项目为湖南省科学技术进步奖三等奖。

### 三、项目简介

显控设备是复杂机电系统操作人员执行操作指令、监测设备运行的指令中枢。在“制造强国”国家战略需求及相关政策的强力推动下，我国自主可控显控技术迎来了前所未有的机遇和挑战。当前国产化显控设备在产品研制、行业应用、产业链整合等方面已取得了诸多成效。但在一些核心关键技术和典型应用领域拓展等方面，尚存诸多问题和差距，极端环境下显控设备运行可靠性便是其中之一。具有强烈自主可控需求的通常是航空航天、国防、电力等重要领域，如机载控制系统、野战指挥部、海上变电站等机电系统中的显控设备。此类显控设备通常处于高温、强阳光辐射、强振、盐雾等极端服役环境中，加之国产化进程中技术成熟度不足，导致其较国外成熟平台（如 WINTEL）更易发生失效事故。因此，针对特种领域极端服役环境的特点，研制高可靠性显控设备已经成为一个复杂机电系统自主可控进程中亟待解决的重要问题。

在湖南省自然科学基金、湖南省教育厅重点项目等支持下，历经五年产学研用协同攻关，突破了面向极端环境的显控设备可靠性设计关键技术，并研制了一系列国产化自主可控加固型显控设备。主要技术创新如下：

1. 研制了实时三维建模与强光可视的系列显控设备：发明了针对无路网信息区域的路径搜索方法和基于 GPU 实时三维建模显示装置，实现了显控设备在地理信息缺乏环境下的实时三维建模；研制了机架式、便携式、多屏集成式显控设备及配套的网络交换模组，满足了定制化、国产化条件下显控设备自动建模、强光可视（亮度  $1000\text{ cd/m}^2$ 、对比度 1000:1、可视角  $\pm 89^\circ$ ）、宽温（ $-30^\circ\text{C} \sim 55^\circ\text{C}$ ）、抗振动冲击（车载、机载、舰载）等设计需求。

2. 提出了面向极端环境的显控设备可靠性设计技术：发明了针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法，大幅提升了高性能高集成度显控设备的耐高温性能，并缩短了研制周期；发明了计算机硬盘安装用加固装置，解决了强振环境下显控设备硬盘运行可靠性问题；发明了军用显控设备户外散热装置，解决了强太阳辐射环境下显控设备散热问题；应用可靠性设计技术使得显控设备通过 GJB 环境可靠性试验。

3. 开发了基于多状态感知的显控设备间歇故障诊断技术：提出了微压传感器梁膜结构优化设计方法和电子器件时变稳健性设计方法，大幅提升了显控系统对内部器件变形、应力、盐雾等服役工况的感知能力；开发了极端环境下液晶显示装置测试系统和自主可控服务器故障诊断软件，实现了服役过程中显控设备间歇故障自动检测与诊断。

项目研发成果获授权发明专利 3 项、实用新型 5 项、软件著作权 1 项、发表 TOP 期刊论文 1 篇。项目成果推动立项湖南省重点实验室 1 个（第三完成人任实验室主任）、培养第二完成人为“省级领军人才”。所研制的显控系统成套设备应用于航空航天、先进制造、电力、交通等重要领域，新增销售额 2.67 亿元，新增利润 904.6 万元，实现显著经济效益和社会效益。

## 四、客观评价

### 1. 科技查新

国家一级科技查新机构“科学技术部西南信息中心查新中心”对项目核心知识产权的主要技术要点进行了国内外科技查新（报告编号：J20235001240404797），结论为：检出文献中见有无路网地形条件下路径规划的方法、液冷冷板 S 型流道、梁膜结构微压传感器的文献报道。但本项目所述，“内容包括：1）提出了无路网信息区域的路径搜索方法，将缺乏路网信息的大区域路径搜索任务转换成一系列小区域路径搜索任务的迭代过程。在每一迭代步，仅需对一较小区域进行基于卫星图像的道路识别，所有迭代步的小区域卫星图像的面积之和远小于无路网信息区域的整体面积（约为 15%），降低了因获取卫星图像导致的实现难度和计算成本；2）提出了液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法，通过基于电路板分区计算最优热交换系数，构造流道几何函数以降低优化模型的维度，减少了数值仿真模型的调用次数；3）提出了微压传感器梁膜结构优化设计方法，构建了基于拓扑优化的设计迭代过程，通过综合考虑梁膜结构应力响应和挠度响应，得到兼顾敏感度和线性的梁膜构型，将微压传感器梁膜结构集成到显控设备内部连接处可高效高精度获取间歇故障多发处的应力、温度、老化等状态参数”的“面向极端环境的显控设备可靠性设计关键技术”，在所检文献以及时限范围内，除本项目发表的文献外，国内外未见文献报道。（附件 9.18）。

### 2. 检测报告

湖南银杏可靠性技术研究有限公司对项目研制的 LJS-JCXHGL 型、LJH-JH2UVPX 型等二型显控设备分别完成了环境应力筛选、低温工作、高温工作、振动、冲击、湿热、盐雾等环境可靠性试验，试验标准按照 GJB 1032-1990 《电子产品环境应力筛选方法》、GJB 150.4A-2009 《军用装备试验室环境试验方法第 4 部分：低温试验》、GJB 150.3A-2009 《军用装备试验室环境试验方法第 3 部分：高温试验》、GJB 150.16A-2009 《军用装备试验室环境试验方法第 16 部分：振动试验》、GJB 150.18A-2009 《军用装备试验室环境试验方法第 18 部分：冲击试验》、GJB 360B-2009 《电子及电气元件试验方法：稳态湿热试验》、GJB150.11A-2009 《军用装备实验室环境试验方法第 11 部分：盐雾试验》规定的试验条件实施。结果表明，受试的显控设备通过了环境试验（附件 9.12、9.13）。

### 3. 获科技计划、基金资助结题情况

获湖南省自然科学基金面上项目资助 1 项、湖南省教育厅重点项目资助 1 项。

2019 年 12 月 27 日，湖南省自然科学基金面上项目“基于数据驱动的高速铁路电力牵引电机早期微弱故障预测技术研究”（编号：2017JJ2022）通过湖南

省科技厅组织的专家组验收，予以结题（附件 9.8）。

2021 年 3 月 17 日，湖南省教育厅重点项目“新能源汽车碰撞安全高性能可靠性优化设计研究”（编号：18A403）通过湖南省教育厅组织的专家组验收，予以结题（附件 9.9）。

#### 4. 应用情况及效益

项目整体技术自 2018 年 1 月起主要应用于湖南海诚宇信信息技术有限公司，近三年的经济效益为累计新增销售额 2.67 亿元，新增净利润 904.6 万元（附件 3.1、9.11）。

项目技术创新点自 2019 年 1 月起先后应用于湖南依中紫光电气科技有限公司、苏州工业园区明源金属股份有限公司、深圳市特力科信息技术有限公司、湖南科瑞特科技有限公司、湖南华自信息技术有限公司等，提升了以显控设备为代表的复杂机电装备可靠性和环境适应性（附件 3.2-3.6）。

#### 5. 推动行业科技进步的情况

推动第一完成单位（湖南城市学院）2019 年 12 月 19 日获批“智慧城市能源感知与边缘计算湖南省重点实验室”立项建设（编号：2019TP1017），并由项目第三完成人（阳同光）担任该重点实验室主任（附件 9.10）。

推动第二完成单位和主要应用单位（湖南海诚宇信信息技术有限公司）2020 年 9 月 11 日获得“高新技术企业”证书，入库 2022 年度第二批湖南省“科技型中小企业”（附件 9.15、9.16）。

培养第二完成人（赵治国）于 2021 年 11 月 17 日获批为“省级领军人才”（附件 9.14）。

主要知识产权中的学术论文于 2021 年 7 月发表在国际权威期刊《Applied Mathematical Modelling》，根据《中国科学院文献情报中心期刊分区表（2021 年基础版）》，该期刊为大类 TOP 期刊（附件 9.1、9.17）。

## 五、推广应用情况

单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
湖南海诚宇信信息技术有限公司	整体技术	2018.01 至今	周洁 /15580905339	项目整体技术应用于“机架式、便携式、多合一综合式等显控设备”项目，包括：①实时三维建模与强光可视技术，实现了显控设备在地理信息缺乏环境下的实时三维建模；②结构可靠性设计技术，解决了强振、高功耗密度、强辐射条件下的抗振散热问题；③间歇故障诊断技术，实现了服役过程中间歇故障自动检测与诊断。近三年累计新增销售额2.67 亿元，新增净利润 904.6 万元。
湖南依中紫光电气科技有限公司	创新点 2、3	2019.01 至今	谢映 /13787174007	创新点 2、3 应用于“智能变电站协同创新平台”项目，包括：①针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法、显控设备户外散热装置，大幅提升了系统中监控大屏幕的散热能力，操作温度从 45℃提升到 55℃；②基于多状态感知的显控设备间歇故障诊断技术，实现了服役过程中监控大屏间歇故障在线检测与诊断。
苏州工业园区明源金属股份有限公司	创新点 2、3	2019.06 至今	李仲清 /13812652095	创新点 2、3 应用于“高性能超大屏幕多媒体设备”项目，包括：①针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法、显控设备户外散热装置，大幅提升了多媒体设备的散热能力，操作温度从 45℃提升到 55℃；②基于多状态感知的显控设备间歇故障诊断技术，实现了服役过程中多媒体设备间歇故障在线检测与诊断。
深圳市特力科信息技术有限公司	创新点 2	2020.01 至今	夏少华 /18566636818	创新点 2 应用于“车载直播云台摄像机项目”，包括：①针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法，改善了 CPU、GPU 的散热条件，将产品最高工作温度从 50℃拓展到 65℃；②显控设备计算机硬盘安装用加固装置，减小了随机振动对摄像机主板的影响，主板中心点加速度响应最大值下降了 72%。
湖南科瑞特科技有限公司	创新点 3	2020.01 至今	阙正湘 /13657318525	创新点 3 应用于“集成电路测试验证平台”项目，包括：①微压传感器梁膜结构优化设计方法，大幅提升了系统对集成电路变形、应力等状态感知能力；②基于多状态感知的显控设备间歇故障诊断技术，实现了集成电路间歇故障在线检测与诊断。
湖南华自信息技术有限公司	创新点 1、2	2020.06 至今	肖弱 /13873102730	创新点 1、2 应用于“加固型三屏显控终端”，包括：①实时三维建模与强光可视技术，实现在地理信息缺乏环境下的实时三维建模；②结构可靠性设计技术，解决了强振、高功耗密度、强辐射条件下的抗振散热问题。

## 六、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明	一种针对无路网信息区域的路径搜索方法	中国	ZL 201810137906.6	2021/3/23	第 4317585 号	湖南城市学院	黄志亮/阳同光/邓曙光/邓洁莲/赵治国/孙文德	有权-审定授权/附件 1.1
发明	一种针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法	中国	ZL 201810170172.1	2021/7/23	第 4564968 号	湖南城市学院	黄志亮/阳同光/邓曙光/赵治国/孙文德/陈敢新	有权-审定授权/附件 1.2
发明	一种微压传感器梁膜结构优化设计方法	中国	ZL 201911159385.5	2020/9/1	第 3968156 号	湖南城市学院	黄志亮/贺月霞/阳同光/王中华/孙文德	有权-审定授权/附件 1.3
论文	A decoupling approach for time-dependent robust optimization with application to power semiconductor devices	中国	DOI: 10.1016/j.apm.2021.06.010	2021/07/01	Applied Mathematical Modelling ISSN: 0307-904X	湖南城市学院/湖南海诚宇信信息技术有限公司	黄志亮/郭小辉/阳同光/雷舒文/赵治国	有效其他知识产权/附件 9.1
实用新型	一种基于 GPU 实时三维建模显示装置	中国	ZL 201921240689.X	2020/4/7	第 10244855 号	湖南海诚宇信信息技术有限公司	卢少林/赵治国/龙翔	有权-审定授权/附件 9.2
实用新型	一种计算机硬盘安装用加固装置	中国	ZL 201920055153.4	2019/8/20	第 9267892 号	湖南海诚宇信信息技术有限公司	赵治国	有权-审定授权/附件 9.3
实用新型	一种军用显控设备户外散热装置	中国	ZL 201821330683.7	2019/2/12	第 8473797 号	湖南海诚宇信信息技术有限公司	赵治国	有权-审定授权/附件 9.4
实用新型	一种液晶显示装置测试系统	中国	ZL 201921240860.7	2020/4/7	第 10244594 号	湖南海诚宇信信息技术有限公司	赵治国/卢少林/龙翔	有权-审定授权/附件 9.5

实用 新型	一种网络交换机	中国	ZL 2021215 70927.0	2021/ 12/17	第 1517474 4 号	湖南海诚宇信 信息技术有限公司	赵治国/黄志 亮/戴铁峰	有权-审 定授权/ 附件 9.6
软件 著作 权	极端环境下自主 可控服务器故障 诊断软件 V1.0	中国	2021SR1 770702	2021/ 11/17	软著登 字第 8493328 号	湖南海诚宇信 信息技术有限公司	黄志亮/陈昶/ 李航洋/赵治 国	有效其 他知识 产权/附 件 9.7

## 七、主要完成人情况

姓名	排名	职务	职务 职称	工作单位	主要完成单位	对本项目的贡献
黄志亮	1	机械与电气工程学院副院长	副教授	湖南城市学院	湖南城市学院	项目技术负责人，统筹项目关键技术研发，对创新点 1、2、3 有重大贡献；是发明专利“一种针对无路网信息区域的路径搜索方法”、“一种针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法”、“一种微压传感器梁膜结构优化设计方法”的第一发明人，实用新型“一种网络交换机”的共同发明人，是 1 篇论文的第一作者，软著“极端环境下自主可控服务器故障诊断软件 V1.0”的第一著作权人。（附件 1.1、1.2、1.3、9.1、9.6、9.7）
赵治国	2	总经理	工程师	湖南海诚宇信信息技术有限公司	湖南海诚宇信信息技术有限公司	项目产品研制负责人，统筹装备研发与应用推广，对创新点 1、2、3 均有贡献；是发明专利“一种针对无路网信息区域的路径搜索方法”、“一种针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法”的共同发明人，实用新型“一种基于 GPU 实时三维建模显示装置”、“一种计算机硬盘安装用加固装置”、“一种军用显控设备户外散热装置”、“一种液晶显示装置测试系统”、“一种网络交换机”的发明人，1 篇论文的共同作者，软著“极端环境下自主可控服务器故障诊断软件 V1.0”的著作权人。（附件 1.1、1.2、9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6、9.7）
阳同光	3	机械与电气工程学院	教授	湖南城市学院	湖南城市学院	对创新点 1、2、3 有贡献。是发明专利“一种针对无路网信息区域的路径搜索方法”、“一种针对液冷散热器

		院院长				的 S 型流道布局优化设计方法”、“一种微压传感器梁膜结构优化设计方法”的发明人，1 篇论文的共同作者。（附件 1.1、1.2、1.3、9.1）
陈敢新	4	无	副教授	湖南城市学院	湖南城市学院	对创新点 2 有贡献，是发明专利“一种针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法”的发明人。（附件 1.2）
陈昶	5	无	讲师	湖南城市学院	湖南城市学院	对创新点 3 有贡献，是软著“极端环境下自主可控服务器故障诊断软件 V1.0”的著作权人。（附件 9.7）
李航洋	6	无	讲师	湖南城市学院	湖南城市学院	对创新点 3 有贡献，是软著“极端环境下自主可控服务器故障诊断软件 V1.0”的著作权人。（附件 9.7）
戴铁峰	7	无	高级工程师	湖南海诚宇信信息技术有限公司	湖南海诚宇信信息技术有限公司	对创新点 1 有贡献，是实用新型“一种网络交换机”的发明人。（附件 9.6）

## 八、主要完成单位情况

公示单位	排名	对本项目贡献
湖南城市学院	1	湖南城市学院是本项目的第一完成单位，在理论研究、技术开发、装备研制等方面起到关键作用，对创新点 1、2、3 具有重要贡献，是主要知识产权中的 3 项发明专利的权利人、1 篇学术论文的第一完成单位。（附件 1.1、1.2、1.3、9.1）
湖南海诚宇信信息技术有限公司	2	<p>湖南海诚宇信信息技术有限公司是本项目的第二完成单位，在技术开发、装备研制、应用推广等方面起到关键作用，对发明点 1、2、3 具有重要贡献，是主要知识产权中的 5 项实用新型的权利人、1 项软件著作权的著作权人、1 篇学术论文的第二完成单位。（附件 9.1-9.7）</p> <p>推广应用方面，实现了全国范围内多个重要领域的推广应用，取得了显著经济效益，近三年新增销售额 2.67 亿元、新增净利润 904.6 万元。（附件 3.1）</p>

## 九、主要完成人合作关系说明

黄志亮、阳同光、赵治国，系发明专利“一种针对无路网信息区域的路径搜索方法”的发明人；

黄志亮、阳同光、赵治国、陈敢新，系发明专利“一种针对液冷散热器的 S 型流道布局优化设计方法”的发明人；

黄志亮、阳同光，系发明专利“一种微压传感器梁膜结构优化设计方法”的发明人；

黄志亮、阳同光、赵治国，系论文“A decoupling approach for time-dependent robust optimization with application to power semiconductor devices”的共同作者；

赵治国、黄志亮、戴铁峰，系实用新型专利“一种网络交换机”的发明人；

黄志亮、陈昶、李航洋、赵治国，系软件著作权“极端环境下自主可控服务器故障诊断软件 V1.0”的著作权人。

主要完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/排名	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	发明授权	黄志亮/1、 阳同光/2、 赵治国/5	2018/2/10 - 2021/3/23	一种针对无路网信息区域的路径搜索方法	附件 1.1	合作时间：申请 - 授权
2	发明授权	黄志亮/1、 阳同光/2、 赵治国/4、 陈敢新/6	2019/11/22 - 2021/7/23	一种针对液冷散热器的 S 型 流道布局优化 设计方法	附件 1.2	合作时间：申请 - 授权
3	发明授权	黄志亮/1、 阳同光/3	2018/3/1 - 2020/9/1	一种微压传感器梁膜结构优化设计方法	附件 1.3	合作时间：申请 - 授权
4	论文	黄志亮/1、 阳同光/3、 赵治国/5	2020/12/26 - 2021/7/1	A decoupling approach for time-dependent robust optimization with application to power semiconductor devices	附件 9.1	合作时间：投稿 - 见刊
5	实用新型授权	赵治国/1、 黄志亮/2、戴铁 峰/3	2021/7/9-20 21/12/17	一种网络交换机	附件 9.6	合作时间：申请 - 授权
6	软件著作权合著	黄志亮/1、 陈昶/2、 李航洋/3、 赵治国/4	2019/8/05-2 021/11/17	极端环境下自主可控服务器故障诊断软件 V1.0	附件 9.7	合作时间：完成 - 登记

十、本项目提及的其他知识产权清单（如有）  
无。