

2018年国家科学技术进步奖提名项目公示

一、项目名称

大型游乐设施全寿命周期关键技术及标准体系

二、提名者及提名意见

提名者：国家质量监督检验检疫总局

提名意见：我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术进步奖申报材料填写要求。

游乐设施是人民群众日常娱乐和观光休闲不可或缺的组成部分，已成为我国文化旅游产业的重要支柱。该项目围绕大型游乐设施安全管理的核心问题，提出了机械系统健康管理理论，攻克了我国游乐设施行业“建体系、制标准、保安全、促发展”过程的一系列技术难题，建立了涵盖大型游乐设施设计、制造、使用、报废的全寿命周期技术和标准体系，提出方法 30 项，开发游乐设施和检测设备 10 多种，正式颁布国家标准 40 项，授权发明专利 28 项，其中多项科研成果和标准填补了国际空白，达到世界领先水平。本项目在全国游乐设施行业得到推广应用，构建的技术和标准体系被特种设备相关法规所采纳。

本项目建立的大型游乐设施全寿命周期技术和标准体系，奠定了我国游乐设施产业健康发展的基础，推动了我国建立和健全游乐设施产业链，并使我国成为了全球最大的游乐设施产业基地和市场，带动了休闲娱乐和旅游观光行业产值近万亿。

鉴于该项目科技成果显著、技术创新度高、推广应用面广、社会效益和经济效益巨大，对照国家科学技术进步奖授奖条件，提名该项目参评 2018 年度国家科学技术进步二等奖。

三、项目简介

游乐设施是人们创造欢乐的工具，每年我国游乐人数超过 6 亿人次，具有参与人多、分布区域敏感、地标效应及事故后果严重等特点，被称为“特种设备中

的特种设备”。进入 21 世纪以来，我国大型游乐设施需求急剧增加，同时游乐设施向着大型化、高参数、新奇特、高刺激等方向发展，对我国大型游乐设施的产品质量、运营水平和安全保障提出了更高的要求，传统的低端产品仿制和高端产品进口、检验检测参考其它行业实施和无差别安全管理的模式严重限制了我国游乐设施产业的发展。

在国家系列科研项目的支持下，集中了产学研用 10 多家单位、60 多名科技人员、历时 10 多年，围绕大型游乐设施安全管理的核心问题，攻克了我国游乐设施行业“建体系、制标准、保安全、促发展”过程中存在的多项技术难题，建立了大型游乐设施全寿命周期技术和标准体系，主要技术创新成果包括：

1、提出了大型机械系统健康管理理论，研究建立了基于该理论的大型游乐设施设计、制造、使用全寿命周期的技术体系和标准体系，正式颁布了 40 项国家标准。

2、建立了我国大型游乐设施的安全规范（GB 8408），提出了基于风险的焊缝分级方法和设计计算方法、基于人体承受加速度的乘客束缚装置设计规范；研究建立了基于虚拟样机技术的大型游乐设施计算机快速设计验证方法；针对游乐设施的多样性，研究提出了各类大型游乐设施的技术条件，研制产品标准 19 项，健全了我国游乐设施的产品规范；针对我国游乐设施行业的需求，开发了拥有自主知识产权的大型游乐设施产品 10 余种，其中多自由度背冲式过山车、无条辐无拉索中空式摩天轮等新奇特产品为国际首创。

3、研究建立了大型游乐设施检测监测技术体系，提出了大型游乐设施专用检验检测、状态监测与故障诊断系列方法，开发了大型游乐设施运行状态测试与监测、拉索漏磁导波复合自动检测、铸铁超声检测等设备，研制了国家标准 17 项，实现了大型游乐设施制造过程的全覆盖检测和在用关键部件不拆卸、不打磨、远距离的检测监测。

4、提出了大型游乐设施全寿命周期风险评价的技术路线，明晰了游乐设施危险源、损伤与故障模式，建立了伤害严重程度等级和伤害发生概率等级、综合风险等级、量化风险评价和老旧设备报废评价方法，研制了国家标准 4 项，实现了大型游乐设施全周期寿命风险预测与控制。

本项目提出方法 30 项，开发大型游乐设施和检测监测设备 10 多种，正式颁布国家标准 40 项，授权发明专利 28 项。上述科研成果在上海迪斯尼乐园、华侨城欢乐谷、华强方特欢乐世界、万达主题公园等 380 多个大中型游乐园中的 2.2 万台套大型游乐设施的设计、制造、使用、报废和检验中得到全面应用，全面提升了我国游乐设施产业的自主创新能力、产品质量和安全管理水平。对 15 家企业统计，项目成果推广应用取得了近 100 亿元的经济效益。本项目成果曾获 2016 年中国职业安全健康协会科学技术奖一等奖。本项目建立了世界上最完整涵盖设计、制造、使用、报废的大型游乐设施技术和标准体系，奠定了我国游乐设施产业健康发展的基础，推动了我国建立和健全游乐设施产业链，并使我国成为了全球最大的游乐设施产业基地和市场，带动了休闲娱乐和旅游观光行业产值近万亿。

四、客观评价

4.1 “十一五”国家科技支撑课题 2006BAK02B04《基于风险的机电类特种设备事故预防关键技术研究》专家组验收意见：

以潘继銮院士为组长的专家组一致认为“解决了一些大型机电类特种设备的检验检测、寿命评估和安全状况综合评价方面的技术难题，基本建立了大型机电类特种设备安全保障关键技术体系和安全状况综合评价方法框架体系，总体达到国际先进水平。”

4.2、“十二五”国家科技支撑课题 2011BAK06B05《大型机电类特种设备安全保障关键技术研究及工程示范》专家组验收意见：

以潘继銮院士为组长的专家组一致认为“解决了游乐设施的检验检测、风险评价、安全评估和故障诊断方面的技术难题，该成果总体达到国际先进水平，在铸铁件裂纹的超声检测技术和基于声发射的索道状态监测与诊断方法方面达到国际领先水平。”

4.3 科技奖励

2016 年中国职业安全健康协会科学技术奖一等奖。

五、推广应用情况

5.1 推广应用情况

本项目成果构建的技术和标准体系，主要成果形成了 GB 8408 等 40 项国家技术标准，并被《特种设备安全法》、《大型游乐设施安全监察》等法律、法规所采纳，全社会共享，已在全国得到推广应用。

本项目成果近 10 年的推广应用，以标准和法规的形式在全国游乐设施行业得到贯彻执行，相继在上海迪斯尼乐园、华侨城、华强方特、中山金马、温州南方等数十家企业的产品设计、制造、安装、检验检测、使用管理过程中得到应用。仅对 15 家应用企业进行统计，通过本成果的应用带来了近 100 亿元的经济效益。同时这些成果的应用大大提高了游乐设施的安全状况，产生了可观的社会效益。

5.2 社会效益

本项目成果构建的技术和标准体系，主要成果形成了 GB 8408 等 40 项国家技术标准，并被《特种设备安全法》、《大型游乐设施安全监察》等法律、法规所采纳，全社会共享，取得了良好的社会效益。

本项目成果构建的技术和标准体系，全面提升了制造企业的技术能力和质量管理水平，促进了产业的发展。为我国游乐设施制造企业年制造产值由本世纪初不足 2 亿发展到现在超过 60 亿和我国游乐园年收入由本世纪初不足 10 亿发展到现在超过 1000 亿的规模做出巨大贡献，并带动相关投资过万亿。目前，我国能够自主设计、生产所有系列的游乐设施，首创了多自由度平台背冲式过山车、无条幅无拉索中空式摩天轮等新奇特产品，实现了设计创新的重大突破，部分产品已进入迪斯尼、环球影城等世界顶级乐园。

本项目构建的技术和标准体系被特种设备相关法规所采纳，支持了设计文件鉴定、型式试验、验收检验、定期检验等安全监察的各个环节，在摩天轮、过山车、飞行塔等 2000 多台（套）大型游乐设施，迪士尼、上海世博园、广州长隆、欢乐谷、华强方特等 380 余家大型游乐园得到贯彻执行，为我国 2.2 万台（套）在用大型游乐设施安全运行、每年 6 亿多人次的安全乘坐提供了技术保障，为政府安全监管提供了技术支撑，推动了大型游乐设施科学监管和科技水平进步，促进了旅游休闲娱乐业健康持续发展。

本项目构建的技术和标准体系培育和带动了整个游乐行业的健康可持续发展，支持建设了广州长隆、欢乐谷、方特乐园、万达主题乐园、上海迪斯尼等 380 余家大型游乐园，扶持了中山金马、华强方特、华侨城科技等大型游乐设施制造和运营企业。目前，中国拥有全球前 10 名主题乐园中的 4 席；推动我国建立和健全游乐设施产业链并成为全球最大的游乐设施产业和市场，带动了休闲娱乐和旅游观光行业产值近万亿。

通过本项目，在我国培养了一支产、学、研、用相结合的 60 人以上规模游乐设施产业和安全管理技术研发团队，培养了首批“万人计划”科技创新领军人才 1 人、科技部科技创新团队 1 个。

六、主要知识产权证明目录

[1] 沈功田, 吴占稳, 张君娇, 胡振龙. 一种低速滚动轴承的声学故障诊断方法. 中国发明专利, 授权号: ZL201310049651.5. 授权日期: 2016 年 02 月 10 日.

[2] 武新军, 贲安然, 袁建明. 在役缆索缺陷检测装置. 中国发明专利, 授权号: ZL201110263788.1. 授权日期: 2014 年 03 月 26 日.

[3] 肖原, 梁朝虎, 鄂立军, 沈勇. 一种蹦极弹性绳试验装置. 中国发明专利, 授权号: ZL201210170116.0. 授权日期: 2013 年 11 月 13 日.

[4] 肖原, 鄂立军, 梁朝虎, 沈勇. 一种安全压杠试验装置. 中国发明专利, 授权号: ZL201210170120.7. 授权日期: 2013 年 11 月 13 日.

[5] 王剑晖、陈朝阳、曾繁景. 静音防逆行装置. 中国发明专利, 授权号: ZL 2012 1 0347676.9. 授权日期: 2012 年 9 月 19 日.

[6] 刘喜旺, 马洪添. 一种轨道车的自适应压紧装置. 中国发明专利, 授权号: ZL 201210080059.7. 授权日期: 2014 年 10 月 08 日.

[7] 李坚, 文红光, 贾宝罗, 高保林. 一种 225° 观影系统. 中国实用新型专利, 授权号: ZL 201320679714.0. 授权日期: 2014 年 05 月 07 日.

[8] 李坚、文红光、贾宝罗. 一种平立式虚拟空中体验系统. 中国发明专利, 授权号: ZL 2011 1 0029560.6 授权日期: 2013 年 11 月 06 日.

[9] 中国特种设备检测研究院. 游乐设施安全评价系统.软件著作权, 登记号: 2008139206.

[10] 中国特种设备检测研究院. 滑行车类游乐设施参数化动力学仿真系统. 软件著作权, 登记号: 2014SR187154.

七、主要完成人情况

沈功田, 排名第一, 中国特种设备检测研究院副院长, 研究员, 中国特种设备检测研究院。

对本项目贡献: 负责项目的提出、总体设计、研究路线制定和执行管理, 提出了机械系统健康管理理论, 建立了游乐设施全寿命技术体系和标准体系, 22项国家标准的第一完成人。

张勇, 排名第二, 中国特种设备检测研究院标准一部主任助理, 高级工程师, 中国特种设备检测研究院。

对本项目贡献: 全面参与建立了游乐设施全寿命技术体系和标准体系, 游乐设施风险评价技术研究, 游乐设施安全规范制修订, 15项国家标准的主要起草人(创新点2和4)。

胡斌, 排名第三, 无行政职务, 研究员, 中国特种设备检测研究院。

对本项目贡献: 负责游乐设施专用无损检测技术研究, 15项国家标准的主要起草人(创新点3)。

梁朝虎, 排名第四, 中国特种设备检测研究院游乐设施部副主任, 高级工程师, 中国特种设备检测研究院。

对本项目贡献: 全面参与建立了游乐设施全寿命技术体系, 负责游乐设施虚拟样机和仿真计算研究(创新点2), 10个标准的主要起草人, 组织项目成果的推广应用。

武新军, 排名第五, 无行政职位, 教授, 华中科技大学。

对本项目贡献: 负责索道漏磁和电磁导波理论研究和设备开发(创新点3),

7 项国家标准主要起草人。

吴占稳，排名第六，中国特种设备检测研究院机电部室主任助理，高级工程师，中国特种设备检测研究院。

对本项目贡献：游乐设施声发射检测监测、磁粉检测技术研究，17 项国家标准的主要起草人（创新点 3）。

沈勇，排名第七，中国特种设备检测研究院机电部主任，研究员，中国特种设备检测研究院。

对本项目贡献：全面参与建立了游乐设施全寿命技术体系和标准体系，游乐设施检测技术研究骨干，7 项国家标准主要起草人（创新点 2 和 3）。

肖原，排名第八，中国特种设备检测研究院机电部室主任，高级工程师，中国特种设备检测研究院。

对本项目贡献：游乐设施风险评价技术研究骨干（创新点 5），10 项国家标准的主要起草人。

刘喜旺，排名第九，中山市金马科技娱乐设备股份有限公司总经理，教授级高工，中山市金马科技娱乐设备股份有限公司。

对本项目贡献：参与建立了游乐设施全寿命标准体系，组织本项目成果推广应用（创新点 1），开展本项目成果推广应用，主持大型激流勇进、悬挂式过山车、弹跳机、中空式摩天轮游乐设施的设计开发，10 项国家标准的主要起草人。

李坚，排名第十，华侨城集团深圳华侨城文化旅游科技股份有限公司总经理，工程师，华侨城集团公司。

对本项目贡献：开展本项目成果推广应用，主持飞行影院、黑暗乘骑等游乐设施的设计开发，5 项国家标准的主要起草人。

八、主要完成单位及创新推广贡献

8.1 中国特种设备检测研究院

负责项目的提出、总体设计、研究路线制定和执行管理，提出了机械系统健

康管理理论，建立了游乐设施全寿命技术体系和标准体系，40 项国家标准的主要起草单位。

8.2 华中科技大学

负责拉索漏磁和电磁导波理论研究和设备开发（创新点 3），6 项国家标准主要起草单位。

8.3 中山市金马科技娱乐设备股份有限公司

参与建立了游乐设施全寿命标准体系，组织本项目成果推广应用（创新点 1），开展本项目成果推广应用，主持大型激流勇进、悬挂式过山车、弹跳机、中空式摩天轮游乐设施的设计开发，13 项国家标准的主要起草单位。

8.4 华侨城集团公司

开展本项目成果推广应用，主持飞行影院、黑暗乘骑等游乐设施的设计开发，6 项国家标准的主要起草单位。

九、完成人合作关系说明

1、国家十一五科技支撑计划 2006BAK02B04 《基于风险的机电类特种设备事故预防关键技术研究》，沈功田为课题负责人，沈勇、张勇、梁朝虎、肖原、吴占稳均为主要完成人。

2、国家十二五科技支撑计划 2011BAK06B05 《大型机电类特种设备安全保障关键技术研究及工程示范》，沈功田为课题负责人，张勇、胡斌、吴占稳、武新军、梁朝虎、沈勇、肖原、刘喜旺、李坚均为主要完成人。

3、GB8408《大型游乐设施安全规范》等 45 项游乐设施标准的主要起草人沈功田、张勇、胡斌、梁朝虎、武新军、吴占稳、沈勇、肖原、刘喜旺、李坚。

上述情况属实，如有虚假愿意承担相应责任。