

附件

“科技冬奥”重点专项 2021 年度项目申报指南

为全面贯彻党的十九大提出的“筹办好北京冬奥会、冬残奥会”的要求，落实《北京 2022 年冬奥会和冬残奥会筹办工作总体计划和任务分工方案》，加快推进“科技冬奥（2022）行动计划”，科技部会同体育总局、北京冬奥组委、北京市科委、河北省科技厅等部门，共同编写了国家重点研发计划“科技冬奥”重点专项实施方案。

本重点专项面向北京冬奥会和冬残奥会科技保障重大需求，重点围绕冬奥会科学办赛关键技术、冬季项目运动训练与比赛关键技术、公共安全保障关键技术、全球影响传播和智慧观赛关键技术、建设绿色智慧综合示范区等重点方向的关键科技瓶颈问题开展研究，攻克一批核心关键技术，示范一批前沿引领技术，转化一批绿色低碳技术，展示一批体现国家实力的高新技术，建立一批综合应用示范工程，促进冬季运动普及和体育产业发展，为将北京冬奥会和冬残奥会办成一届精彩、非凡、卓越的奥运盛会提供科技支撑。

本专项执行期从 2018 年至 2022 年。按照分步实施、重点突出原则，2021 年度指南国拨经费总概算约 0.83 亿元，拟在科学办赛、运动训练与比赛等方面安排 6 项任务，除指

南方向 2.5 为非定向项目外，其他均为定向项目。

本项目指南要求以项目为单元组织申报，项目执行期 1~2 年。指南各方向拟支持项目数原则为 1 项，若同一指南方向下采取不同技术路线，评审结果相近，可以择优同时支持 2 项，根据中期评估结果择优再继续支持。鼓励产学研用联合申报，项目承担单位有义务推动研究成果的转化应用，对于典型应用示范类项目，要充分发挥地方和市场作用。所有项目均应整体申报，须覆盖对应指南研究方向的全部考核指标。除特殊要求外，每个项目下设课题数原则上不超过 5 个，参与单位总数原则上不超过 10 个。

本专项 2021 年度定向项目申报指南如下。

1. 冬奥会科学办赛关键技术

1.1 北京冬奥会临时设施搭建与运维关键技术

研究内容：研究看台、转播塔、临时桥架、LED 大屏等支承架体的耐寒周转型高性能架体结构及抗风性能提升技术，开发临时设施架体复杂山地自适应装配式模块化快速拆装关键技术，研究周转型临时设施架体安装质量快速检测技术，研究临时设施规划建设的关键技术指标体系与工程设计标准；研究复杂严寒山地条件下周转型临时设施地基处理关键技术，研究大面积高容量临时设施系统性安全运维保障关键技术；研究严寒天气下临时设施信息快速采集、结构安全智能预警关键技术，研究冬奥临时设施可视化运维方法和大

数据智能运维关键技术，研究临时设施可能故障引发人群异常行为模式预测与发现的人工智能应急预案；研发通用型零排放装配式厕所设施及多功能模块化设计、装配、拆解、梯次循环利用关键技术，研究临时设施生活污水低能耗就地消纳处理和回用技术装备，研究污水处理系统低温增效及稳定运行关键技术；研究冬奥独立单元式、大空间用房等临时结构可再生能源主导的低碳供热保温关键技术和模块化通风及热回收技术，研究利用可再生能源的离网临时用房蓄能及供暖关键技术。

考核指标：研发周转型临时设施高性能架体产品 1 套，产品周转率 100%，最大适用高度 100 米，适用温度 $\geq -40^{\circ}\text{C}$ ，适用风速 $\leq 40\text{m/s}$ ，临时设施架体安装质量快速检测装置 1 套，质检准确率不低于 95%，建立周转型临时设施支承架体行业或国家标准 1 套，包括快速拆装技术标准 1 项，安装质量快速检测技术标准 1 项，制订冬奥会临时设施的建设与设计标准各 1 项，形成冬奥临时设施标准图集 1 部；建立复杂严寒山地环境下冻土场地地基多相多场多因素耦合智能分析模型与抗冻融循环地基处理关键技术 1 套，开发大面积高容量临时设施地基—结构—功能系统性安全运维保障系统 1 套；研制适用于 -40°C 严寒环境的临时设施无线传感装备及信息智能采集系统 1 套，双轴倾斜传感器的量程大于 $\pm 10^{\circ}$ ，分辨率不低于 0.01° ，连续工作时平均功耗 $< 2\text{mW}$ ，三维振动传

感器分辨率不低于 1mg，连续工作时平均功耗<2mW，研发临时设施智能物联运维平台，实现不少于 10 类对象的智能分析，建成人群异常活动识别与分析系统，提供异常活动趋势预测及人群疏导仿真等服务；建立临设厕所设置和设计优化方案，研发适用于严寒山地环境的装配式厕所系统 1 套，可在环境温度-40℃下稳定运行，研发适用于严寒山地环境的污水处理和回用一体化装备 1 套，可在-40℃环境下稳定运行、污水 100%就地无害化处理，开展工程示范应用不少于 2 项；建立适应-40℃以上温度条件的节能围护结构热工性能指标及适宜的保温结构，组团临建室温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 的低碳供暖方案，研发 100%利用可再生能源的独立临建蓄能及供暖关键技术，提高观赛舒适感的个性化供暖设施，依据室内环境需求自动控制的节能通风装置 1 套。上述研究成果在延庆、崇礼赛区实际应用。

有关说明：由北京市科委、河北省科技厅组织申报；其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）和中央财政经费比例不低于 2:1。

2. 冬季项目运动训练与比赛关键技术

2.1 雪上优势、潜优势项目夏冬转训融合关键技术

研究内容：旱雪助滑道下滑材料仿雪性能研究；研究大跨度着陆坡接触层材料复合结构优化设计方案，建成与雪上场地功能高度相似的旱雪训练场地；研究多源场景转换下技

术、体能、心理差异性评价与趋同性训练的关键技术，研制大时空尺度下运动员转换适应性训练最优模式和实时反馈运动辅助训练系统，实现全部运动参数测量并具备视频跟踪拍摄与三维动画反演同步对照展示功能，综合利用 NB-IoT、LoRa 等低功耗物联网，研制冰雪运动项目相关数据高效传输方案；研究多模式、高速冲击过程旱雪着陆缓冲区域的力学性能，研制与着陆冲击区雪面本构关系高度相似的变刚度旱雪着陆缓冲支撑层；研发三维变刚度负泊松比吸能缓冲材料，建立变刚度结构的建模表征与多层级并发优化方法，研制出适应夏冬两季多场景下刚度自适应运动护具，研发自适应刚度运动护具优化设计软件平台；研制复杂环境下场地雪面摩擦系数和速度自动测量智能机器人，研制跳台曲面场地高精度的修整机器人，实现场地数据精准采集、快速反馈、智能化修护的优化集成辅助训练功能。

考核指标：同地建成自由式滑雪空中技巧、单板滑雪 U 型场地等不少于 2 个优势和潜优势雪上项目的夏冬转训融合智能化场地系统，旱雪助滑道材料的摩擦系数与自然雪之间的误差在 5% 以内，着陆坡的挠跨比 ≤ 0.03 ，并于 2021 年国家队夏训期投入使用；夏冬、冬夏转训的技术、体能与心理迁移融合方案各 1 套，形成雪上优势、潜优项目运动员转训经验和方案不少于 3 套，实现无标记点超大空间范围雪上运动技能三维智能诊断分析和优化功能，全局误差精度控制在

标定范围 2%以内，研制出模拟雪场环境下的运动员姿态调整与作用力变化实时可视化、智能化辅助训练系统 1 套，实现位置、姿态和作用力等全部运动参数测量并具备视频跟踪拍摄与三维动画反演同步对照展示功能，提出基于 5G 的数据高效传输解决方案；研制出自由式滑雪空中技巧项目运动员着陆高速冲击状态下，缓冲冲击力人体三维作用力诊断装置 1 套，精度在 5%以内，旱雪着陆缓冲区域的应力应变关系与真实雪之间的平均误差不超过 10%，研制变刚度旱雪着陆缓冲支撑层设计方案 1 套，变刚度范围与真实雪相差 $\pm 5\%$ 以内；设计出适应夏冬转换训练的刚度自适应运动护膝、护肘、头盔装备各 1 套，支撑刚度自调节范围可达到 $\pm 15\%$ ，较传统护具比吸能性能提升 20%；研制大场地复杂环境雪面摩擦系数数据连续测量、场地维护智能机器人各 1 套，摩擦系数测量精度达 1‰，实现场地自动检测、数据实时反馈和自动修整功能，解决人工操作繁琐问题，场地修整工作效率在 1 平方米/分钟以上。上述成果在国家队训练中应用。

有关说明：由体育总局组织申报；其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）和中央财政经费比例不低于 1:1。

2.2 奥运会运动员心理健康保障关键技术

研究内容：针对东京奥运会和北京冬奥会的参赛需求，结合可穿戴式设备及软件对奥运会运动员的生理指标、行为

和睡眠等信息进行动态监测和评估，构建训练比赛全周期、多维度心理状态评估系统；研究奥运会运动员心理状态相关生物标志物及脑功能，设计精确反映运动员心理状态的行为测试范式，建立多模态运动员心理相关的脑功能图谱，构建运动员的多维度生物信息数据库；基于心理评估系统和生物信息数据库，结合大数据和人工智能等技术，确定早期识别影响运动员成绩及造成运动伤害的心理因素，建立奥运会运动员心理状态动态预警模型和赛时心理状态预测模型；融合运动心理学原理和人工智能技术，研发包含心理状态自动评估、心理疏导、心理干预、心理训练等多种内容和形式的智能心理服务软硬件系统；针对新冠肺炎疫情等因素引发的奥运会运动员心理问题，构建个体化心理响应和干预平台。

考核指标：建立基于可穿戴设备及软件的涵盖压力、情绪、睡眠等多维度的不少于 5 种指标的训练比赛全周期心理评估系统；制定包含 3 种以上精确反映运动员赛时心理状态的行为测试范式，构建 1 套涵盖生物组学、生理心理学及神经影像学指标的奥运会运动员心理状态多组学生物数据库，该数据库包含 DNA 全基因组测序、情绪认知调试反馈、多导睡眠监测、脑电图、脑核磁共振成像等不少于 5 个维度的多模态检测指标；确定 5 种以上影响竞技成绩的心理和生理因素，建立 1 套奥运会运动员心理状态动态预警模型和 1 套奥运会运动员赛时心理状态预测模型，预测模型的灵敏度和

特异度超过 60%；开发 1 套基于云计算和大数据的智能心理服务机器人软硬件系统，实现基于人机对话流程的智能化心理保障，提供 24 小时*7 天的心理问题筛查、预警、智能陪伴与疏导服务，该系统涵盖运动员的动机、自信、自我控制、团队凝聚力等 10 类常见心理问题，提供专业心理咨询标准化流程不少于 10 套、心理测评工具不少于 15 套；制定不少于 3 种针对运动员常见心理问题的无创和个性化干预方案，建立 1 套奥运会运动员专用的多种心理干预技术多类交互模式线上线下融合的心理响应和干预平台，运动员精神心理问题发生率降低 30%以上。上述成果在花样滑冰、自由式滑雪空中技巧等优势与潜优势项目国家队中应用。

有关说明：由体育总局组织申报。

2.3 冰雪运动装备公共检测关键技术及标准研究

研究内容：开展冰雪运动装备、防护装备、场地设备国内外检测技术标准比对分析，研制滑雪板、压雪机、造雪机、制冰机关键技术标准；研究造雪机、压雪机、制冰机、滑雪板、冰刀鞋的关键安全性能参数测试技术；研发滑雪板、冰刀鞋质量安全性能测试设备；建立冰雪运动装备检验检测公共技术服务平台，并开展应用示范。

考核指标：形成冰雪运动装备、防护装备、场地设备国内外检测技术标准比对分析报告 1 份，制定关键技术标准不少于 10 项；针对造雪机、压雪机、制冰机、滑雪板、冰刀

鞋运动装备，形成填补国内空白的关键安全性能参数测试技术不少于 20 项，通过中国合格评定国家认可委员会（CNAS）检测能力认可不少于 60 项，形成冰雪运动装备检验检测公共技术服务平台 1 个，完成不少于 5 个检验检测公共技术服务方案，并示范应用，获得中国滑雪协会或中国滑冰协会指定实验室能力认可，通过国际国内实验室间指定检测数据能力验证比对项目，确保检验技术能力达到国际标准水平；研发具有自主知识产权的滑雪板脱离力矩检测设备 1 台，脱离力矩值测试设备分辨率达到 $0.1\text{N}\cdot\text{m}$ ；研发具有自主知识产权滑冰动摩擦系数测试设备 1 台，摩擦系数测试设备分辨率达到 0.01；研发滑雪板循环载荷、弯曲震动检测设备各 1 台，测量位移变形测试设备分辨率达到 $10\mu\text{m}$ ；申请发明专利不少于 8 项，软件著作权不少于 4 项。

有关说明：由北京市科委、河北省科技厅、教育部、市场监管总局、体育总局、中科院组织申报；其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）和中央财政经费比例不低于 1:1。

2.4 高端冰刀研发

研究内容：研发高端冰刀。

考核指标：建立冰刀与运动项目的生物力学模型，进行创新性设计，有效提高运动效率；形成批量生产能力，产品主要功能指标和质量达到国际同类装备水平，提供相关产品

的模型设计文件、知识产权证明及第三方测试报告。产品在相关项目国家队（含残疾人项目）示范应用。

有关说明：由黑龙江省科技厅组织，齐齐哈尔黑龙国际冰雪装备有限公司牵头申报。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于3:1。

本专项 2021 年度非定向项目申报指南如下。

2.5 制冰机研发及应用示范

研究内容：二氧化碳跨临界制冷机组、二氧化碳跨临界直冷冰场关键技术及整机研发和示范应用。

考核指标：二氧化碳跨临界直冷冰场的制冰机组全显热回收，制冰系统的冷热综合能源利用效率不小于 6.5，热回收水温可达 95℃，制冰系统温差 $\leq 0.3^{\circ}\text{C}$ 、适用于 6 种以上冰上运动项目对冰质的需求，在不少于 5 个冬奥会训练和比赛场馆示范应用。

有关说明：企业牵头申报，鼓励产学研合作，鼓励与海外团队合作申报，牵头单位须具备较好的研究基础和较强的产业化能力。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 3:1。

