



2018年中国水利学会大禹奖

大坝安全检测监测标准化关键技术及应用

获奖等级： 二等奖

完成单位： 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院 水利部大坝安全管理中心
水利部南京水利水文自动化研究所 安徽省·水利部淮河水利委员会水利科学
研究院 黄河水利委员会黄河水利科学研究院

完成人员： 马福恒 戴济群 李子阳 徐国龙 何鲜峰 张今阳 崔德密 汪自力 胡江
张清明 储华平 霍吉祥

一、项目介绍

大坝安全检测监测标准化关键技术及应用项目属于水利工程科学技术及标准化领域的集成研发。

我国大坝众多，目前已有9.8万余座，其质量与安全直接影响到国民经济健康发展和人民群众生命财产安全，如何实时掌握大坝安全性态，检测监测无疑是最直接、最有效的手段。然而国内外监测仪器种类繁多、检测方法多样、安全鉴定参数取值不确定等，再加上检测监测领域技术标准重叠、标准化程度低、技术标准体系不完整等诸多问题，造成安全监测系统运行盲目、大坝质量检测和安全鉴定成果标准化水平低，严重影响大坝警兆辨识和灾变防范能力。因此，亟需开展大坝安全检测监测标准化关键技术研发与集成，以推动大坝质量和安全性态评价标准化、提高大坝警兆辨识和灾变防范能力。

本项目依托水利部公益性行业专项标准化重点项目、国家自然科学基金重点项目和面上项目、省部重点水利科技攻关项目、中央级公益性科研院所基本科研业务费项目等，并结合小浪底水利枢纽、曹娥江大闸、燕山水库等数十座重大水利工程技术咨询项目，由南京水利科学研究院牵头，联合水利部大坝安全管理中心、水利部南京水利水文自动化研究所、安徽省·水利部淮河水利委员会水利科学研究院、黄河水利委员会黄河水利科学研究院等单位联合攻关，提出了大坝安全监测仪器快速检测方法、建立了大坝质量检测及综合评价模型法、制定了监测自动化系统评价标准及验收程序，构建了大坝安全鉴定参数集、研制了安全评价参数数值化模型及取值标准等成套技术，并在十多个重大水利工程中得到应用。

通过本项目关键技术集成研究与实践，研究团队授权国家专利24项（其中发明专利17项）、软件著作权6项；主编或参编14部国家/行业（地方）技术规范，编制标准草案5部；公开发表科技论文92篇，出版专著3部。



中国水利学会



2018年中国水利学会大禹奖

大坝安全检测监测标准化关键技术及应用

二、成果创新

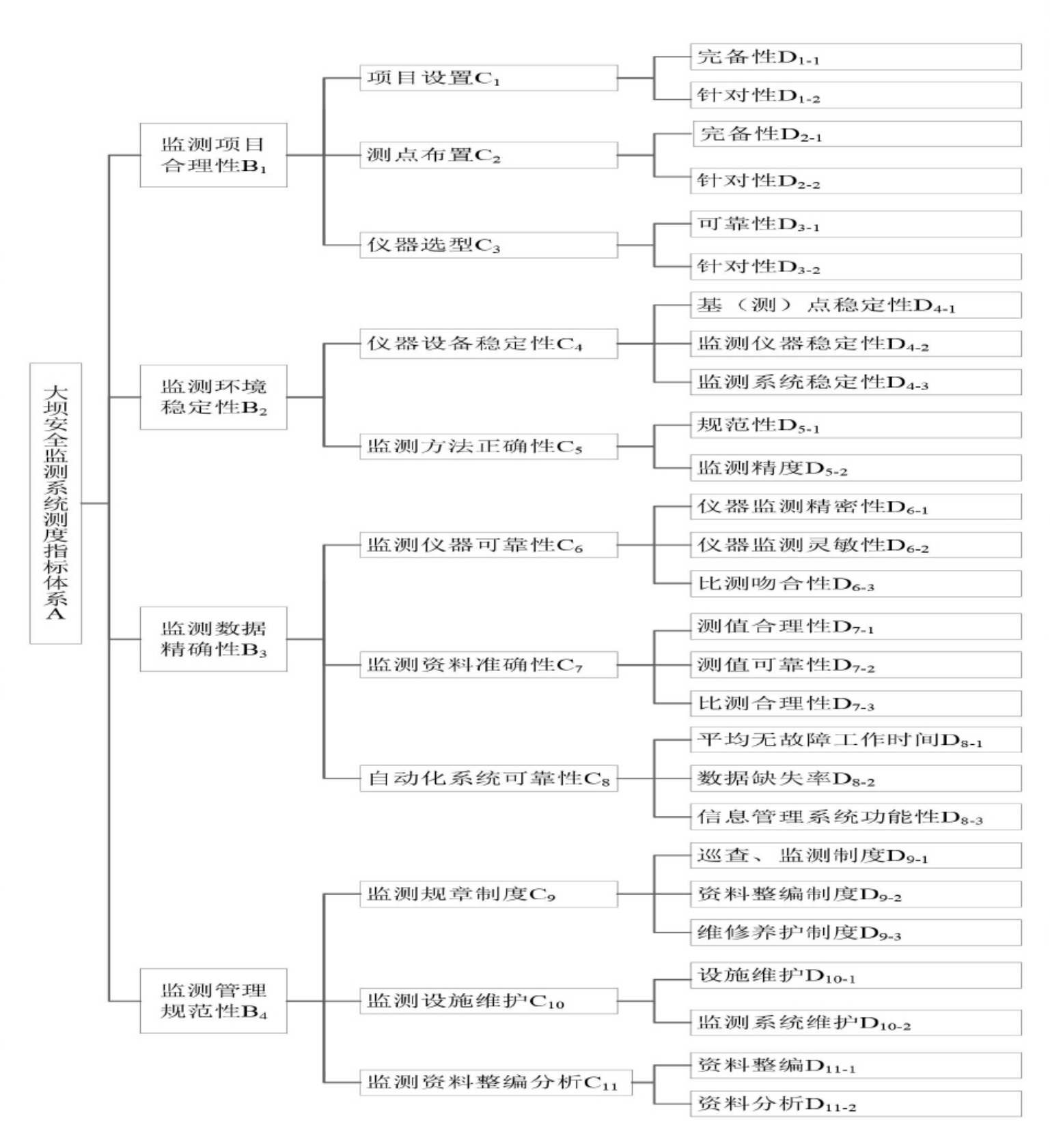
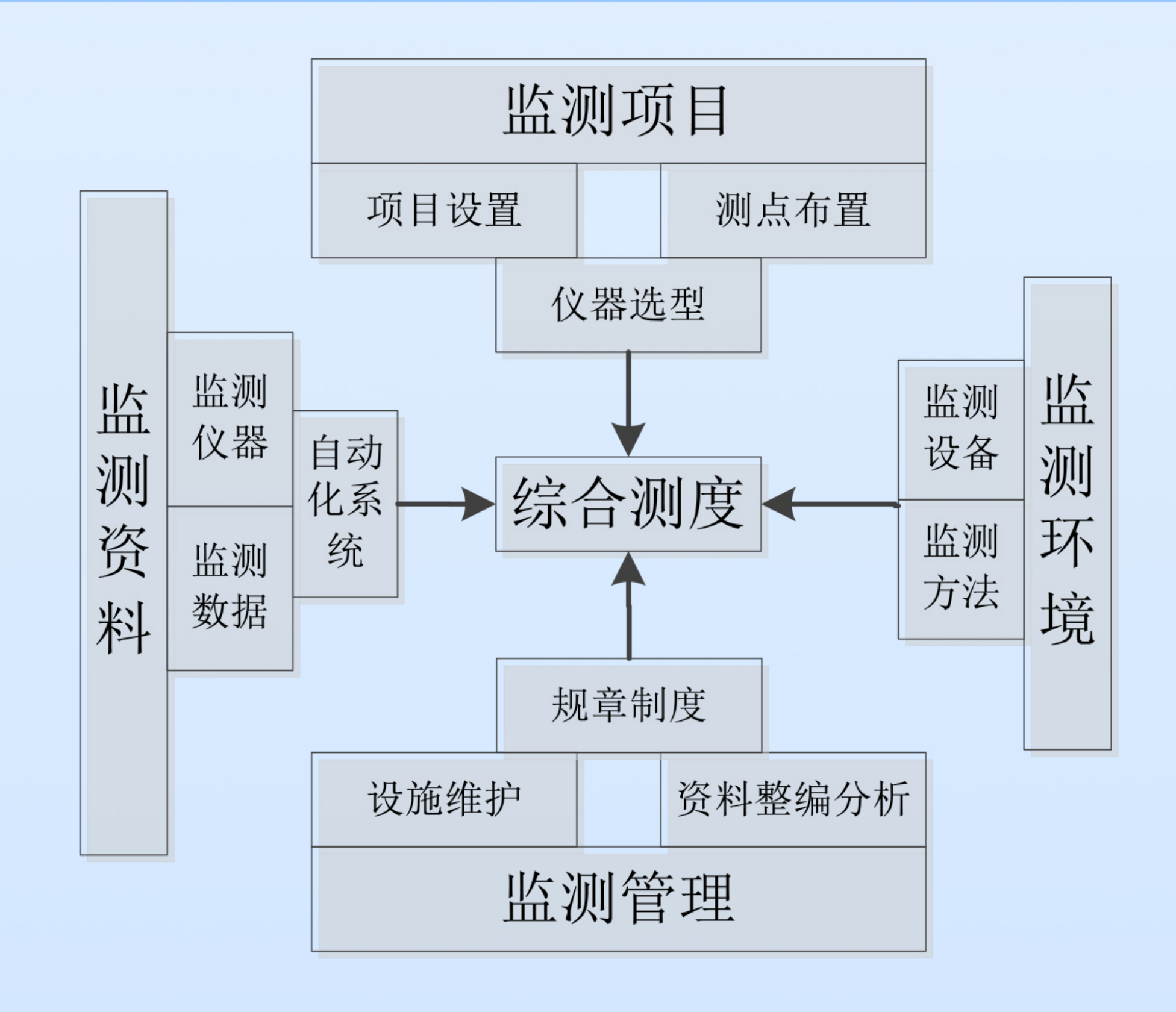
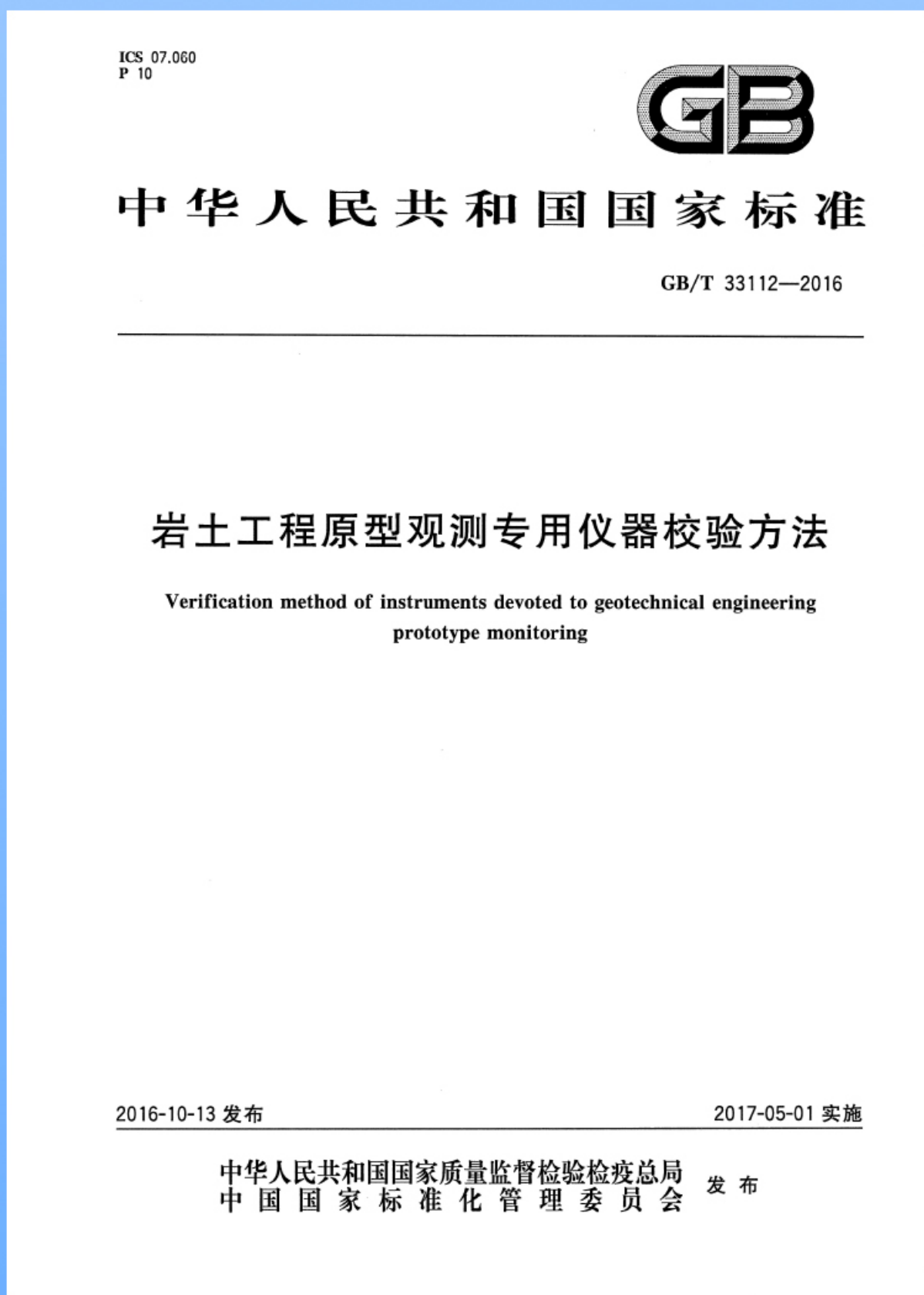
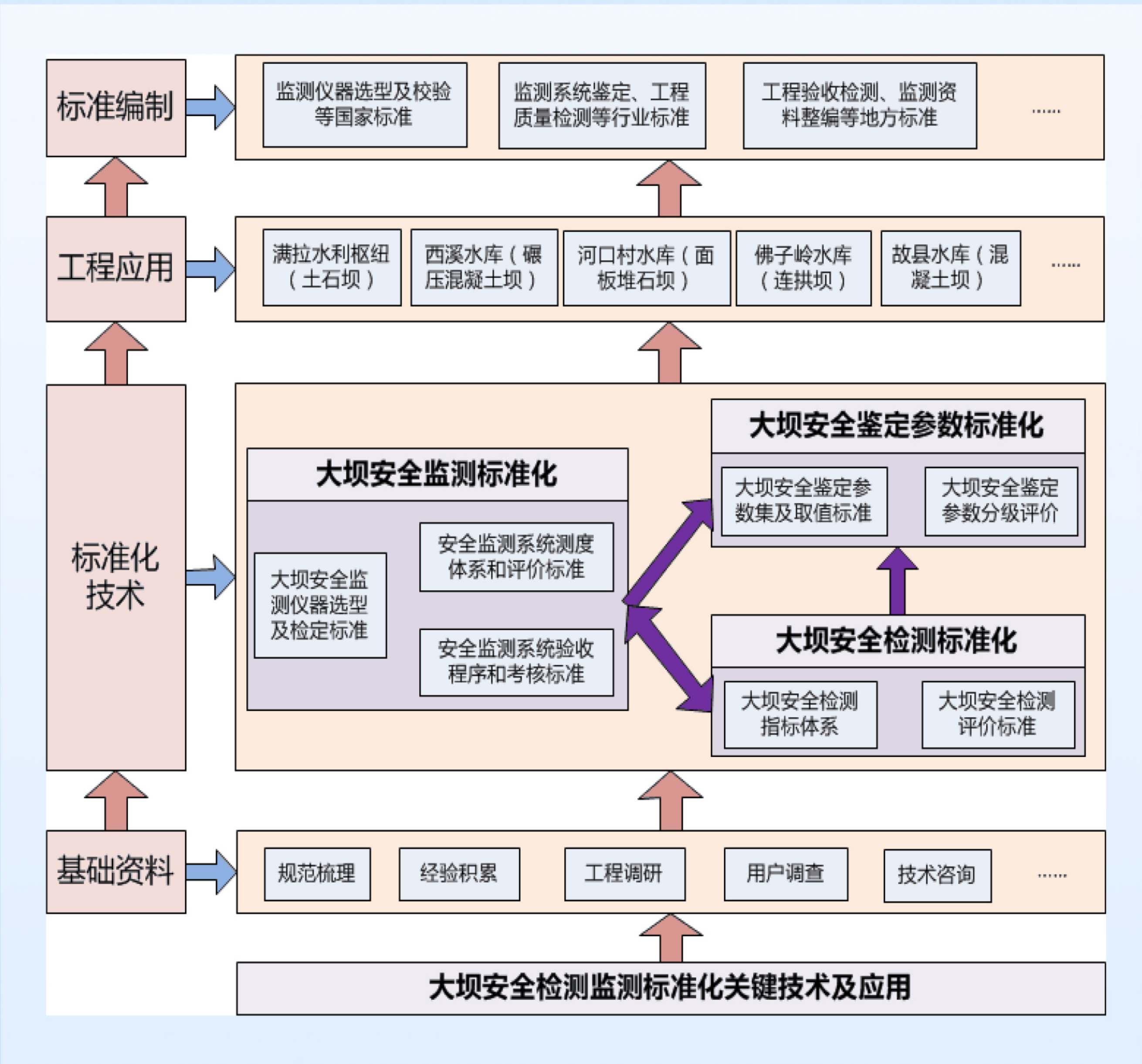
通过技术调研、室内外试验、仿真分析、实测反馈、工程验证等综合手段，开展了理论、应用和检测监测技术深入、系统研究，本项目成果创新性包括以下几个方面：

(1) 大坝安全监测仪器选型及检定标准

提出了大坝安全监测仪器选型原则，制定了大坝安全监测仪器室内和现地检验标准，统一了校验参数及检验方法。发明了产品检验过程中使用的专用自动率定装置。实现了检验同一产品时采用同一标准、同一方法、同一平台，保证了产品检验的准确度和一致性。

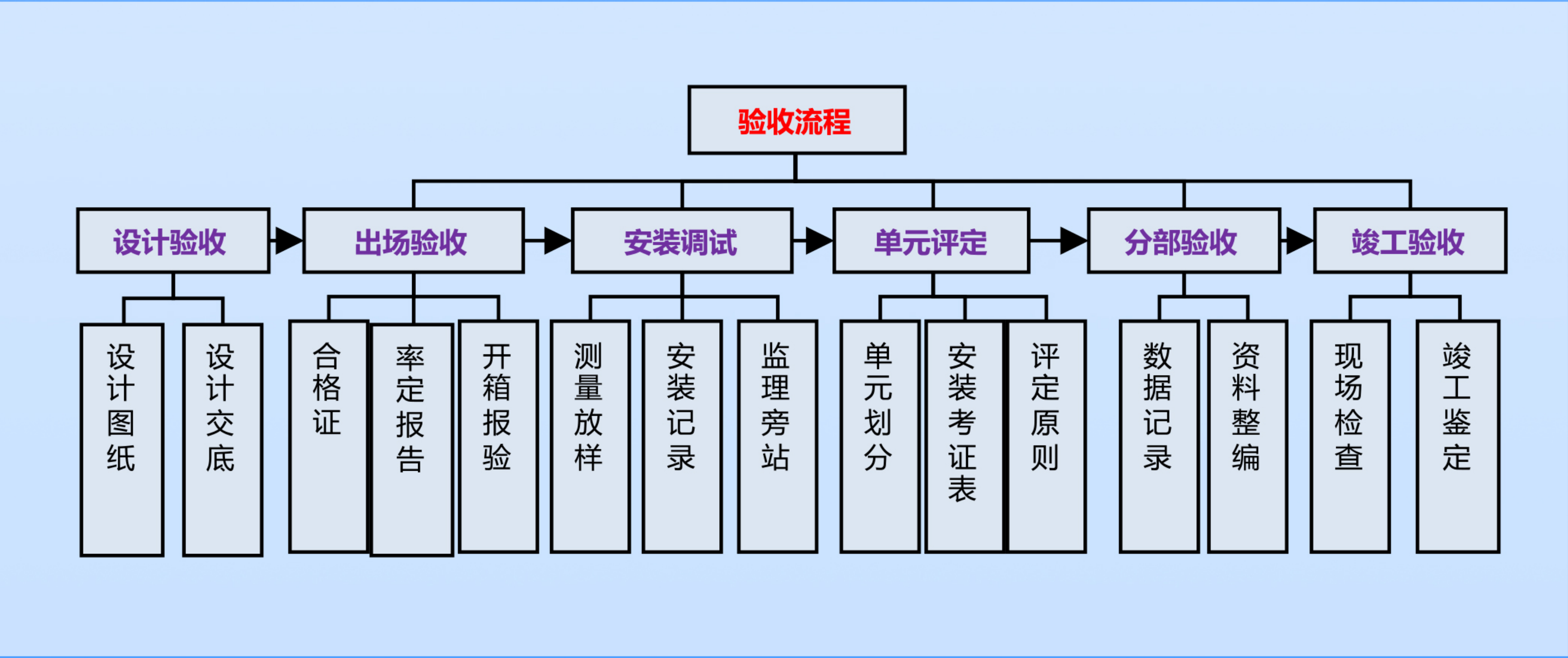
(2) 安全监测系统验收方法和验收标准

构建了大坝安全监测系统的测度体系，制定了定性、定量评价指标的判别标准和等级度量标准；提出了基于专家主观权重、指标客观权重的综合权重处理方法，建立了大坝安全监测系统的多层次模糊综合评价模型。



(3) 安全监测系统验收方法和验收标准

提出了大坝安全监测系统单元、分部和单位工程划分原则，完善了各阶段的验收程序和评定标准；细化了安全监测仪器评定技术指标，制定了自动化系统验收考核方法，编制了大坝安全监测系统鉴定技术规范。



中国水利学会



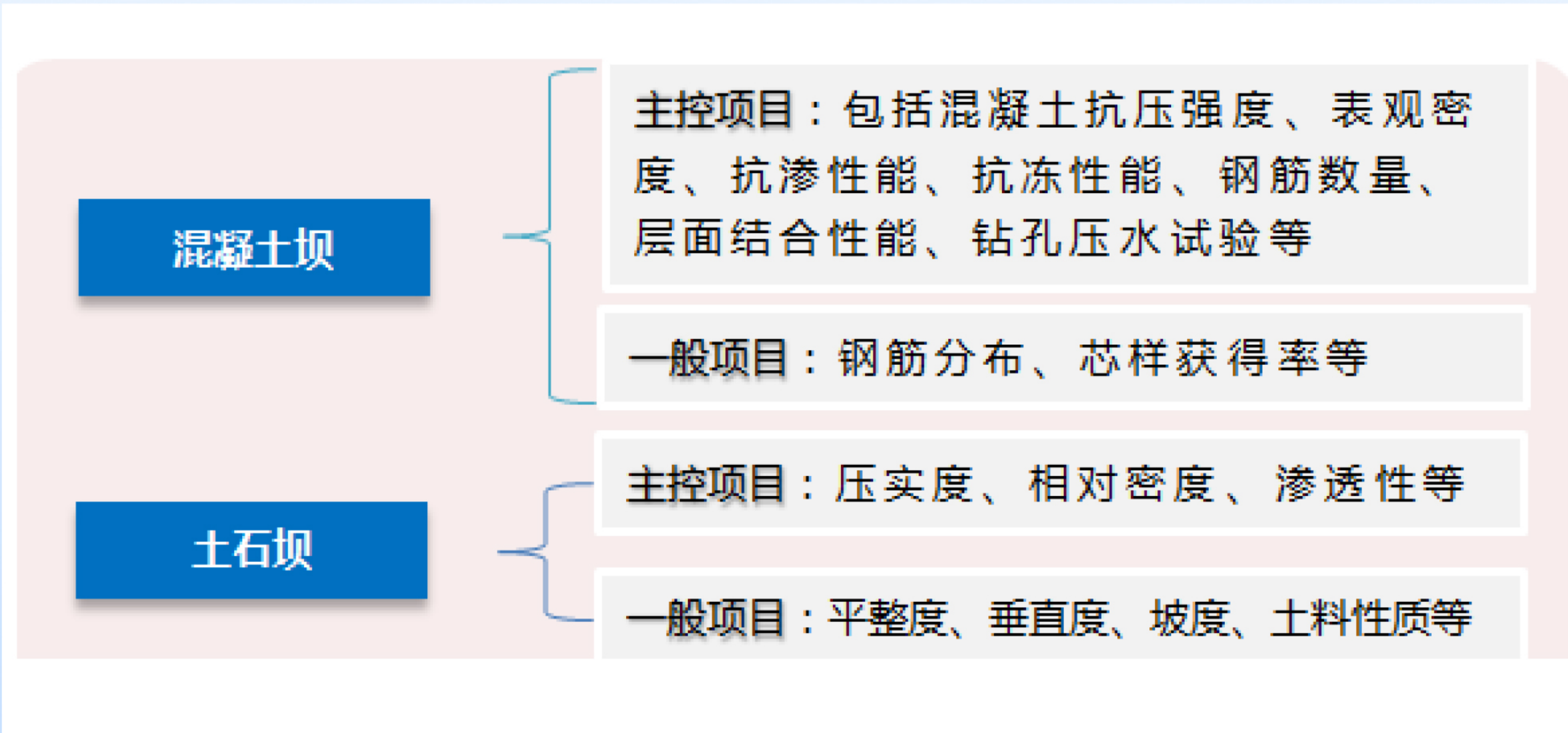
2018年中国水利学会大禹奖

大坝安全检测监测标准化关键技术及应用

(4) 大坝安全检测标准及综合评价方法
构建了混凝土坝和土石坝安全检测指标体系，区分了主控和一般项目；提出了基于多层次模糊识别理论的大坝安全检测综合评估模型，将相对隶属度作为确定各影响因素权重的重要因素，是对确定影响因素权重理论与方法的重大突破。

(5) 大坝鉴定参数标准化和评价模型

构建了大坝安全鉴定参数集，确定了参数的取值标准和分级评价标准。结合大坝安全鉴定参数特点，提出了基于加权集值统计的定性评价和直线型无量纲化的定量评价方法，建立了基于短板理论的综合评价模型。



工程质量	工程地质条件、坝基处理质量、防渗墙质量、坝体质量
运行管理	运行管理能力、水库调度运行、工程维修养护
防洪安全	防洪能力、过流能力、消能防冲能力
渗流安全	抗渗稳定、渗流量、渗透破坏现象、坝体排水设施
结构安全	抗滑稳定、坝体结构应力、坝体变形
抗震安全	抗震稳定、地震液化
金属结构	金属结构质量、启闭能力、金属结构应力

短板理论指标权重识别模型

$$\left. \begin{aligned} \min\{Z_k &= w_k^-(i)^T x_{ik}\} \\ s.t.: w_k^-(i)^T w_k^-(i) &= 1 \\ w_k^-(i) &\geq 0 \end{aligned} \right\}$$

三、应用范围

团队开发的成果以标准或规范的形式广泛应用于大坝安全监测仪器选型与检定、大坝安全监测系统测度评价、大坝安全监测系统验收、大坝安全鉴定参数选择、大坝安全检测评定等领域，对推动大坝安全检测监测技术标准化，增强标准的可操作性，保障大坝工程质量和安全运行具有重要作用。

十余座重大水利工程应用实践表明，该成果可有效开展大坝警兆辨识和灾变防范，降低管理与警情处置成本，社会、环境、经济等效益巨大，具有广阔的推广应用价值。



中国水利学会