

T/CIS 53001-XXXX 《输送设备故障预测与健康管理系统设计导则》

编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1、任务来源

本项目根据中国仪器仪表学会“（输送设备故障预测与健康管理系统技术规范）标准制定工作组成立的通知”（仪学秘字【2024】020 号文），标准编号 T/CIS 53001-XXXX，项目名称“输送设备故障预测与健康管理系统技术规范”进行制定。主要起草单位：重庆川仪自动化股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、江苏新道格自控科技有限公司、江阴怡源设备安装有限公司等，计划完成时间 2025 年。

2、制定背景

“输送设备”广泛应用于冶金、建材、化工、电力、食品等工业生产，以及矿山、码头、料场等物流领域。随着技术不断进步，输送设备正朝着高速、长距离、大倾角和大运量的方向发展，具有连续不间断运行、运输效率高、运动噪声小和自动化程度高等诸多优点。但是，由于输送设备系统结构复杂、工作环境恶劣、作业时间长和长距离输送等因素，在实际运行中存在各种问题，如输送带温度过高、堆料、输送带跑偏、打滑和断裂等如果不能及时检测和处理，将会导致运行失常、失控或瘫痪，甚至导致安全事故发生。

随着新一代信息技术的迅猛发展，传感器、物联网、大数据人工智能等技术不断融入输送设备系统中，融合嵌入式集成信号、数据融合、环境感知、自主决策等专用模型的多模态智能传感器植入设备系统，可实时在线监测输送设备的运行状况（如良好、故障、危险），判定产生故障的部位和原因。

“故障预测与健康管理”，即 PHM(Prognostics and Health Management)，为输送设备的核心控制技术。PHM 技术重点是利用先进的传感器技术，借助各种算法和智能模型来预测、诊断，监控和管理装备的状态，完成故障检测、故障隔离、故障预测剩余使用寿命预计、部件寿命跟踪、性能降级趋势跟踪、保证期跟

踪、故障选择性报告、辅助决策和资源管理、容错、信息融合和推理机以及信息管理。

2016 年国务院《装备制造业标准化和质量提升规划》和 2021 年国家工信部等 8 部门发布《“十四五”智能制造发展规划》等文件，要求提升工业装备信息交互效率，整合传统产业链上下游资源，发挥“信息流”在设计、仿真、试验、制造、运维等全生命周期各个环节有效作用。采用 PHM 技术的“输送设备故障预测与健康管理系统”，对于促进输送设备“智改数转”意义重大。目前采用国内、国外 PHM 技术的“输送设备故障预测与健康管理系统”在市场上都有应用。但是，国内没有相应的标准规范，国外 PHM 标准也不成熟。为了帮助和规范输送设备故障预测与健康管理系统的良好应用和发展，亟需制定相应的标准或规范，统一相关的术语或定义、规范重要的技术要求及设计原则，助推技术及产业的发展和技术进步。

由于 PHM 技术本身正处于发展之中，国外 PHM 标准也不成熟，我们几乎是与国外同步设计开发 PHM 系统，完全借鉴国外标准根本不可能。因此，必须立足自主创新，发展具有中国特色的 PHM 标准。为了规范输送设备故障预测与健康管理系统的设计原则，基于牵头单位的设计及实际工程应用经验，经讨论商议，报学会审核批准，拟定了该项目。

3、起草过程

2022 年 6 月，由重庆川仪自动化股份有限公司向中国仪器仪表学会标委会申请建议制定《输送设备故障预测与健康管理系统的技术规范》的标准。

2023 年 11 月，中国仪器仪表学会基本同意重庆川仪自动化股份有限公司提出的团标建议；由重庆川仪自动化股份有限公司牵头开始该标准的初稿撰写工作。

2023 年 11 月至 2024 年 1 月，面向国内征集工作组成员单位，组成了由制造供应商（重庆川仪自动化股份有限公司、江苏新道格自控科技有限公司、泰瑞数创科技有限公司、江阴怡源设备安装有限公司），研究单位（河海大学、重庆大学、重庆理工大学、安徽大学、重庆邮电大学），用户（江阴兴澄特种钢铁有限公司、湖南涟源钢铁集团有限公司），监管单位（重庆特种设备检测研究院）的标准编撰工作组。

2024 年 1 月，中国仪器仪表学会发布关于拟立项《输送设备故障预测与健

康管理系统的技术规范》CIS 标准的公示通告。

2024 年 3 月，中国仪器仪表学会发布《输送设备故障预测与健康管理系统的技术规范》标准制定工作组成立的通知，《输送设备故障预测与健康管理系统的技术规范》团体标准正式立项。工作组由重庆川仪自动化股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、江苏新道格自控科技有限公司、江阴怡源设备安装有限公司、重庆大学、重庆理工大学、河海大学、安徽大学、重庆特种设备检测研究院、涟源钢铁集团有限公司等单位组成，涵盖冶金、仪器仪表、设备制造、软硬件集成等多个技术领域。

《输送设备故障预测与健康管理系统的技术规范》标准制定工作组成立通知发布后，标准起草牵头单位（重庆川仪自动化股份有限公司）立即召开工作组会议，在前期申请立项调研的基础上，同成员单位一起对标准内容进行了深入的研究，确定了标准的基本编制思路及其内容，并明确了人员分工。

2024 年 3 月至 4 月，牵头单位重庆川仪自动化股份有限公司完成的标准草稿发送工作组供各位专家讨论，并按部分专家提出的修改建议进行了完善。

2024 年 4 月 18 日，在重庆市重庆川仪自动化股份有限公司召开了标准草稿首次讨论会，工作组专家共 7 人通过线上、线下参会讨论，形成了对标准草稿的修订意见。

2024 年 4 月至 8 月，由重庆川仪自动化股份有限公司和江苏新道格自控科技有限公司系统完成该标准的初稿修改工作，并形成了（V2）版本的修改稿；

2024 年 8 月 30 日在江苏省江阴市江苏新道格自控科技有限公司召开了工作组成立暨初稿讨论会，中国仪器仪表学会标准化委员会和工作组专家共 15 人到会指导。专家提出很多中肯的意见和建议，涉及标准编撰策略调整、用语规范、文件格式、章节调整、内容增删、前后描述一致性等，同时，与会工作组成员经讨论决定将标准名称从《输送设备故障预测与健康管理系统的技术规范》修改为《输送设备故障预测与健康管理系统设计导则》。会后组长单位按照专家的意见对文本认真仔细的修改。

2025 年 3 月 19 日，组长单位向 SCIS 秘书处呈报了《输送设备故障预测与健康管理系统设计导则》的征求意见稿。

4、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由重庆川仪自动化股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、江苏新道格自控科技有限公司、江阴怡源设备安装有限公司、重庆大学、重庆理工大学、河海大学、安徽大学、重庆特种设备检测研究院、涟源钢铁集团有限公司等单位共同起草（见表1）。

表1 参加单位及分工

序号	参加单位	分工
1	重庆川仪自动化股份有限公司	文本编写
2	江阴兴澄特种钢铁有限公司	资料查阅
3	江苏新道格自控科技有限公司	内容校对
	江阴怡源设备安装有限公司	意见提出
4	重庆大学	意见提出
5	重庆理工大学	意见提出
6	河海大学	意见提出
7	安徽大学	意见提出
8	重庆特种设备检测研究院	意见提出
9	涟源钢铁集团有限公司	意见提出

二、标准编制原则和主要内容

1、编制原则

本标准在编写过程中，对目前输送设备故障预测与健康管理系统建设应用等方面进行了充分的调研工作。在充分了解相关 PHM 系统设计建设特点的基础上，参考了有关国家标准和行业标准，力求吸收相关行业标准的先进经验和做法。同时本标准以 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》为依据，按 GB/T 20001.7—2017《标准编写规则 第5部分：指南标准》的编写要求，遵照我国相关法律、法规、规章、技术规范、标准，以科学性、先进性、适用性为基本原则进行编制：

（1）科学性

本标准在编写过程中经过大量调研，了解了各重点行业中输送设备状态监测及故障诊断系统监测技术现状及发展趋势，充分借鉴和参考了相关国家、行业标

准和科技论文的相关内容，对相关设计指引、功能要求、性能要求进行有针对性的分析和整理，保证了标准的科学性。标准中的术语和定义、组成、功能、性能和建设过程规范等内容都有相关依据，有普遍认可的设计、建设规则，标准中部分内容引用了相关国家和行业标准，编制符合科学性的要求。

（2）先进性

目前，国外没有统一的输送设备故障预测与健康管理系统设计导则，国内也没有相应标准。本标准在编写过程中充分考虑输送设备故障预测与健康管理系统功能需求和关键性能需求，同时也考虑到系统在建设、安装过程的各环节要求实际，编制内容充分吸收了现有输送设备故障预测与健康管理系统设计、部署、运行的原则和优点，结合现有输送设备故障预测与健康管理系统最新技术成果，并考虑了输送设备故障预测与健康管理系统技术的发展方向，填补了该领域的空白，充分体现了标准制定的先进性。

（3）适用性

标准编写过程中调研并参考相关行业内部同类产品的主要技术指标，对需要规范的技术要求进行了筛选提炼。本标准的制定充分考虑了业内实际情况，确定的技术性能指标能满足当前需求，在我国输送设备故障预测与健康管理系统的设计规范中具有广泛的适用性。

在标准的表述上，遵循一致性、协调性和易用性的原则：1）一致性：对于同一个概念使用同一个术语，类似条款、要素的用语尽可能相同，保持结构和要素表述的一致性。2）协调性：充分研究相关现行标准与本标准的关系，能够引用的尽量引用，避免重复和不必要的差异，保持与相关标准的协调性。3）易用性：表述方式上充分考虑标准的实用性，尽量做到易于被其他文件引用或剪裁使用，达到易用性。

2、主要内容的说明

本文件确立了输送设备故障预测与健康管理系统的设计原则，给出了系统结构、功能、性能、安装部署、验收等涉及的技术指标建议，以及典型应用场景和涉及的各类技术参考条件。

本文件适用于输送设备故障预测与健康管理系统的设计、开发、安装、调试和运行维护，可作为输送设备故障预测与健康管理系统设计的技术依据。其他采

用相似技术的转运类设备可参考执行。

2.1 术语和定义

为了便于标准使用者准确地理解本标准，设置了“术语和定义”一章。

2.2 缩略语

对标准文本中引用的英文缩略词进行了中文翻译名词对应及原英文名称的详细文本题现。

2.3 设计原则

标准中给出了输送设备故障预测与健康管理系统在进行设计时需要遵循的主要原则。

2.4 系统结构

标准中给出了输送设备故障预测与健康管理系统从末端传感器到顶层应用软件平台的分层结构，介绍了每层的主要功能形式。

2.5 系统功能

标准中给出了输送设备故障预测与健康管理系统主要的功能板块，并详细阐述了其中的核心功能，以方便在设计过程中，对各项功能的设计选择及长远布局。

其中，核心的部分是通过合理有效的技术手段，对设备进行运行情况的状态监测和故障诊断，还有基于企业全范围内的，对所有设备的设备资产管理平台功能搭建。

2.6 系统性能

标准中给出了输送设备故障预测与健康管理系统的基础性能和安全性能方面的建议，更加详细的基础性能方面建议参考 GB/T 18271.1-2017。安全性能方面重点考虑环境安全、环境耐受特性和数据信息安全控制，具体可参考 GB/T 3836.1-2021、GB/T 4208-2017、GB/T 4208-2017/XG1-2024 和 GB/T 22239-2019 等标准。

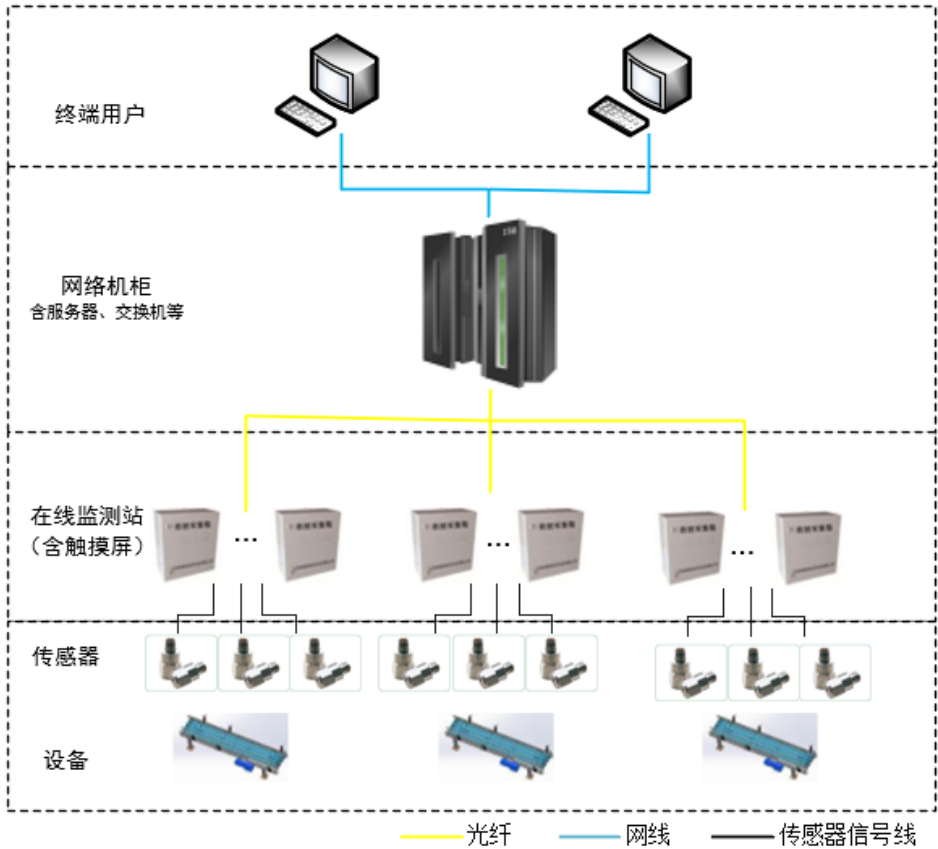
2.7 系统现场安装与调试、试运行、验收及交付

标准中给出了输送设备故障预测与健康管理系统在开展现场安装、调试、试运行、验收和交付的具体建设环节，建议重点把控的建设要点，以有效减少在系统安装到交付过程中不可控问题发生几率。

三、主要试验（或验证）情况

南通港天生港区横港沙作业区 10 万吨级粮油泊位工程皮带机设备重要运转部分（主要为电机、减速机、滚筒）采用测温、测振防爆传感器进行状态监测，持续测量被测对象的加速度和温度数据，分析其健康参数，例如平衡状态、对中状态、摩擦状态等以便及时发现设备故障，为皮带转运系统可靠运行提供了有效保障。

本项目根据现场胶带机设备分布情况，每台胶带机长度、位置不同，并考虑到现场布线及通讯质量，原则上设计每条胶带机配 1 套在线监测站(数据采集箱)，两条胶带机头尾连接部分共用 1 套在线监测站、采集器与通讯网关之间需铺设光纤通讯。现场 129 条皮带机共配置 154 套振动传感器、414 个温度传感器、52 套在线监测站、1 台服务器、2 台终端电脑、设备状态监测与健康管理系统软件 1 套。



网络架构图

设备状态监测与健康管理系统从数据采集、数据处理、监视保护、健康评估、故障诊断、决策支持等方面进行系统架构。应用多维融合信息技术、人工智能和大数据分析技术，分析设备的运行状态，辅助技术人员对故障原因、严重程度、

以及发展趋势做出判断，消除设备故障隐患，避免破坏性事故发生。系统主要包括：运行监测管理、故障报警管理、技术资料管理、决策支持管理、采集装置管理、系统信息管理六大模块。

该项目的实施给用户带来以下核心效益：

1. 预防重大故障，减少非计划停机损失

实时监测异常：通过温度传感器和振动传感器，实时捕捉轴承、电机、滚筒等关键部件的温度异常或振动超标，识别早期故障（如轴承磨损、皮带打滑、电机故障等），避免设备突发故障导致的停机。

精准定位问题：系统结合 AI 算法分析数据，精确定位故障点，缩短故障排查时间。

案例价值：据统计，一次非计划停机直接损失可达 100 万元，间接损失更高，系统通过预警可减少非计划停机，从而将此类损失减到最小。

2. 降低运维成本，优化备件管理

减少人工巡检：传统依赖人工巡检的方式效率低、成本高，自动化采集数据减少 80%以上巡检人力。

精准维护计划：基于历史数据预测设备寿命周期，避免过度维修或维修不足，延长部件更换周期，降低备件库存积压费用。

3. 提升安全性与合规性

主动防控事故：系统将温度、振动、报警等信号输送至现场控制系统，联动喷淋装置或自动停机，避免火灾、撕裂等事故。

数据留痕与追溯：记录设备全生命周期运行数据（如温度曲线、振动频谱），为事故原因分析提供依据，满足安全生产监管要求。

4. 实现智能化运维与效率提升

决策支持：通过大数据分析生成设备健康报告，指导技术改造或设备选型优化。

自适应调节：为结合粮食流量数据动态调整皮带速度，平衡负载与效率，提升运输吞吐量提供数据支持。

减少非正常损耗：通过均衡负载、避免超温运行等措施，降低机械疲劳和磨损，延长设备整体寿命 30%以上。

通过以上的项目实地验证，可充分应证本标准在指导 PHM 系统整体设计及现场安装部署、交付运行方面的有效性。

四、预期的经济效益、社会效益和生态效益

为了推动我国工厂智能化实践，形成新的工业创新能力和价值提升，国家出台了一系列与双碳、数字化转型和智能制造相关的政策指导文件。从《“十四五”数字经济发展规划》、《智能制造发展规划》、《国有企业数字化转型要求》、《智能检测装备产业发展行动计划》、《煤矿智能化发展指导意见》、《“工业互联网+危化安全生产”设备完整性管理与预测性维护建设》到原材料、钢铁、化工等细分行业的十四五发展规划和智能制造体系建设指南和预测性维护国家标准等一系列指导文件的出台，从国家、行业、客户等不同层面聚焦以智能检测为核心的设备故障预测与健康管理系统。

经济效益方面，通过规范统一的输送设备故障预测与健康管理系统设计导则可降低企业研发成本，加速相关技术落地，从而达到为用户降低设备维护成本、延长设备使用寿命、减少停机损失、提高能源效率等方面的正向收益；社会效益方面，通过输送设备故障预测与健康管理系统可靠运行，可有效提升工业企业运行安全性、促进就业与技术升级、保障供应链稳定性、实现公共资源节约；生态效益方面，通过规范输送设备故障预测与健康管理系统的设计可减少资源浪费、降低碳排放、促进循环经济。

五、与国际、国外对比情况

本标准制定过程中未查到同类国际、国外标准。

本标准制定过程中未测试国外样品、样机。

六、以国际标准为基础的起草情况

本标准没有采用国际标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准相协调。

八、重大意见分歧的处理经过和依据

无

九、标准中涉及到的专利和知识产权的说明

本标准不涉及专利和知识产权。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准在批准发布后，建议在重点行业（如钢铁、水泥）先行示范，积累数据，使相关行业企业能够积极主动学习研究与贯彻实施标准，并结合本企业实际情况，开展输送设备故障预测与健康管理系统规划建设。

十一、其他应予说明的事项

2024年8月30日在江苏省江阴市召开的工作组成立暨初稿讨论会上，专家建议将题目《输送设备故障预测与健康管理系统的技术规范》更名为《输送设备故障预测与健康管理系统设计导则》。因为考虑到系统中涉及的技术手段、方法多种多样，更新换代迅速，所以决定优先确立该系统在设计方面的原则建议，后续根据各分类技术的应用情况，以分项标准的方式进行不同技术手段的规范确立。

《输送设备故障预测与健康管理系统设计导则》

标准起草工作组

2025年4月20日