



中 国 电 梯 协 会 标 准

T/CEA 7027—2024

轨道交通用电梯数据采集智能分析预警系统 及智慧运维大数据管理平台功能要求

Functional Requirements of Elevator Data Acquisition Intelligent
Analysis and Early Warning System and Intelligent Operation and
Maintenance Big Data Management Platform for Railway Transportation

2024-02-05 发布

2024-07-01 实施

中国电梯协会 发布

目 次

目 次.....	I
前 言.....	III
引 言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 系统架构.....	3
5 建设要求.....	3
6 感知层.....	4
7 边缘层要求.....	5
8 平台应用层.....	6
9 客户端展示层.....	10
附录 A（资料性）数据采集智能分析预警系统以及部件监测传感器技术指标	11
附录 B（规范性）轨道交通智慧运维大数据管理平台展示层要求	15
附录 C（资料性）设备输出信号	17
附录 D（资料性）RESTful Web API	21
参考文献.....	23

前 言

本文件按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件所要求达到的性能指标，应由采用本文件的相关企业在设计制造过程中自行进行验证测试，并作相关符合性声明。

本文件由中国电梯协会提出并归口。

本文件由中国电梯协会负责解释。

本文件负责起草单位：江苏普瑞尔特控制工程有限公司。

本文件参加起草单位：通力电梯有限公司、迅达（中国）电梯有限公司、蒂升电梯（中国）有限公司、广州广日电梯工业有限公司、奥的斯电梯（中国）投资有限公司、奥的斯机电电梯有限公司、康力电梯股份有限公司、华升富士达电梯有限公司、东南电梯股份有限公司、巨人通力电梯有限公司、辛格林电梯有限公司、杭州新马电梯有限公司、建研机械检验检测（北京）有限公司（国家电梯质量检验检测中心）、广东省特种设备检测研究院中山检测院、杭州市特种设备检测研究院、山东省特种设备检验检测研究院集团有限公司、上海新时达电气股份有限公司、西子电梯科技有限公司、广东中园电梯工程有限公司、广州鲁邦通物联网科技股份有限公司、日立楼宇技术（广州）有限公司、北京声智科技有限公司、狄耐克鹰慧物联网科技（上海）有限公司、上海麦信数据科技有限公司、江苏八麦尔智能科技有限公司、杭州优迈科技有限公司、宁波力隆机电股份有限公司。

本文件主要起草人：曹琴玉、徐春燕、黄海燕、卜灵伟、傅杰、沈毅君、王浩、黄棣华、刘文、冯明磊、李春元、王硕、王树冲、杨红江、张建雨、叶彪、王竞晗、胡建恺、李东洋、王新宇、杜超、唐小利、潘林、汤松柏、章飞、陈孝良、秦海瑞、李昊、王晓辉、马泽人、崔泽慧。

本文件为首次发布。

引 言

为了推进轨道交通用电梯智慧运维按需维保新模式，改变传统的靠人力巡检的运作模式，建立智能化大数据管理平台，实现设备在线管控健康投运，确保全线智能化安全运行，特别是电梯、自动扶梯、自动人行道在连续工作中产生的机械磨损存在设备损坏的隐患，一旦发生就会造成严重的负面影响与不堪设想的后果，所以作为轨道交通用特种设备的电梯、自动扶梯、自动人行道有必要安装数据采集智能分析预警系统及接入智慧运维大数据管理平台。

随着电梯行业标准的不断更新，新型电梯产品和部件不断出现，国内轨道交通项目已基本要求整梯企业配套数据采集智能分析预警系统及智慧运维大数据管理平台产品。但是，目前电梯、自动扶梯、自动人行道行业市场上还没有相关适用的国家标准和行业标准，另外随着最新国家标准 GB/T 42616—2023《电梯物联网 监测终端技术规范》、GB/T 24476—2023《电梯物联网 企业应用平台基本要求》的发布，对新标准的及时响应是迫切和必要的，本文件也可作为这两项国家标准的扩展要求，为预防性维保作技术支撑。

本文件依据国务院办公厅《关于加强电梯质量安全工作的意见》国办发〔2018〕8号市场监管总局关于进一步做好改进电梯维护保养模式和《电梯安全筑底三年行动方案（2023—2025）》国市监特设发〔2023〕46号市场监管总局关于进一步提升电梯质量安全水平的要求制定。

轨道交通用电梯数据采集智能分析预警系统 及智慧运维大数据管理平台功能要求

1 范围

本文件规定了轨道交通用电梯、自动扶梯与自动人行道数据采集智能分析预警系统的感知层和边缘层的功能要求及智慧运维大数据管理平台的系统架构、平台建设要求以及各架构层的设计要求和功能要求。

本文件适用于轨道交通用电梯、自动扶梯与自动人行道数据采集智能分析预警系统及智慧运维大数据管理平台的新建、改建和扩建。

其他场所的电梯、自动扶梯与自动人行道数据采集智能分析预警系统及智慧运维大数据管理平台的新建、改建和扩建可参考本文件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 7024 电梯、自动扶梯、自动人行道术语

GB/T 6075.3—2011 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第3部分：额定功率大于15kW 额定转速在120 r/min至15000r/min之间的在现场测量的工业机器

GB/T 13824—2015 旋转与往复式机器的机械振动对振动烈度测量仪的要求

GB/T 7588.1—2020 电梯制造与安装安全规范 第1部分：乘客电梯和载货电梯

GB 16899 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范

GB/T 20921 机器状态监测与诊断 词汇

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 24476—2023 电梯物联网 企业应用平台基本要求

GB/T 28181—2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 28847.5—2021 建筑自动化和控制系统 第5部分：数据通信协议

GB/T 38656—2020 特种设备物联网系统数据交换技术规范

GB/T 42616—2023 电梯物联网 监测终端技术规范

3 术语和定义

GB/T 20921、GB/T 7024、GB/T 7588.1、GB 16899 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据采集智能分析预警系统 Early warning system for intelligent analysis of data collection

安装在电梯、自动扶梯、自动人行道上的数据采集智能分析预警装置及配套传感器，具有高速同步采集、状态采集、分析诊断、网络传输等功能。

3.2

高速同步采集模块 High-speed synchronous acquisition module

以采集板卡，直接按照每一种呈现形式的协议进行采集的输出，主要是振动采集卡同时同步进行数据采集与输出，满足高精度、高分辨率传输的数据采集特性。

3.3

设备 Equipment

电梯、自动扶梯和自动人行道。

3.4

状态监测 Condition monitoring

检测与收集反映设备状态的信息和数据。

3.5

故障诊断 Fault diagnosis

为确定故障和失效的性质（种类、状况、程度），而检验症状和症候群。

3.6

预警 Alert

遇到选定的参数或其逻辑组合异常，要求提高警觉时，用于通知人员而设计的运行信号或预告信息。

3.7

报警 Alarm

当遇到选定的参数或其逻辑组合异常，要求采取纠正行动时，用于通知人员而设计的运行信号或警告信息。

3.8

智能分析 Intelligent analysis

大数据管理平台可通过频谱分析、时域波形分析、倒谱分析、包络解调谱分析、趋势分析波形等与自学习正常运行样本作比对，得出分析结果。

3.9

自学习样本 Self-Learning Sample

设备初始连续运行一段时间，期间无预警、无报警，数据采集智能分析预警系统自动建立的正常运行样本。

3.10

诊断评估 Diagnosis

设备健康诊断评估过程的结果。

4 系统架构

轨道交通电梯数据采集智能分析预警系统及智慧运维大数据管理平台架构分为：感知层、边缘层、平台应用层、客户端展示层等。

4.1 感知层

感知层包含：电梯、自动扶梯、自动人行道部件监测传感器、设备控制柜运维信息、AI可视化预警视频采集设备。

4.2 边缘层

边缘层包含：数据采集、边缘计算、分析诊断、数据存储、信息上传。

4.3 平台应用层

平台应用层包含：数据传输、融合计算、设备级实时展示、智能预警信息、智慧运维监测、运维故障信息、历史查询、预警信息及故障信息处理、自学习模型样本及比对分析、数据管理策略存储、系统管理、维保管理及备件管理、故障预警管理、统计管理、能耗管理、手机 APP 及小程序、AI 可视化预警。

4.4 客户端应用层

客户端应用层包含：线网级展示、线路级展示、车站级展示、设备级展示、浏览器终端、API、预警及报警信息查询历史故障信息查询。

5 建设要求

针对平台应用层、客户端应用层的建设要求。

5.1 平台建设基本要求

5.1.1 兼容性

项目平台（包括后台应用系统、数据库系统、信息管理系统等）应具有良好的兼容性，可以运行在各 Linux 操作系统和 Windows、Windows Server 等操作系统上。

5.1.2 开放性

项目平台应采用开放技术，可以将项目设备数据汇聚平台进行融合计算、实时展示、信息查询、分析比对、统计管理、维保管理、系统管理等。项目平台（包括后台系统、数据库系统、信息管理系统等）应支持主流云平台。

5.1.3 扩展性

项目平台应不受设备数量、车站数量、线路数量限制，满足扩展条件。

5.1.4 安全性

项目平台应确保用户数据安全和用户隐私安全，应不低于 GB/T 22239 信息系统安全等级保护第二级认证条件，确保用户的数据和隐私均受到保护。

5.1.5 可靠性

项目平台应确保数据获取、处理、传输等过程的可靠。

5.1.6 仿真性和易维护性

a) 平台实时展示应支持展示设备的 BIM (Building Information Modeling) (或 3D)，宜可以旋转、拖动和缩放，可以点击查看设备信息、部件信息，设备黄色预警、红色报警时应在 BIM (或 3D) 通过相应颜色黄色和红色进行提示。

b) 平台采用的 BIM (或 3D) 展示技术应基于开放的文件格式，以降低后期维护工作量。

c) 平台应支持车站 BIM (或 3D) 的展示。

d) 平台应支持地铁线网图的缩放、拖动，不同线路按不同颜色展示，能够清晰区分换乘站点，可以点击进入线网级、线路级、车站级、设备级。

e) 平台应满足用户定制化线网级、线路级、车站级、设备级的需求。

5.1.7 经济性

在满足安全性及符合各项技术指标的前提下，项目平台建设应采用开源操作系统、开源数据库系统、开源阵列系统等，达到有效降低建设成本的目的。

5.2 平台网络架构要求

5.2.1 应保证网络设备的业务处理能力满足业务高峰期需要。

5.2.2 应保证网络各个部分的带宽满足业务高峰期需要。

5.2.3 应划分不同的网络区域，并按照方便管理和控制的原则为各网络区域分配地址。

5.2.4 应避免将重要网络区域部署在网络边界处且设有边界防护措施。

5.2.5 应保证网络整体安全可靠。

5.2.6 网络敷设及维护应由弱电专业提供保障。

6 数据采集智能分析预警系统感知层

6.1 电梯部件监测传感器

曳引机振动传感器、轿厢三轴振动传感器、曳引机运行温度传感器、曳引机运行噪声传感器、抱闸传感器、电机电流传感器等，详见附录 A。

6.2 自动扶梯、自动人行道部件监测传感器

电机振动传感器、减速机振动传感器、减速机驱动底座振动传感器、左右侧主驱动轮振动传感器、左右侧涨紧轮振动传感器；主驱动链变形量传感器、左右侧梯级链异常伸长传感器、梯级链运转噪声传感器、电机抱闸传感器、电机电流传感器等，详见附录 A。

6.3 设备控制柜运维信息

设备控制柜运维信息，详见附录 C。

6.4 AI 视频采集设备

6.4.1 应有对图像文件防篡改或确保文件完整性的相关保护措施。

6.4.2 网络传输应符合 GB/T 28181—2022 的要求。

7 边缘层要求

买方和供应商就下列内容可进行协商，并达成一致。

7.1 数据采集

7.1.1 每台电梯、自动扶梯及自动人行道安装 1 套数据采集智能预警系统，含高速同步采集模块、状态采集模块、分析诊断模块、网络传输模块、电源模块等。

7.1.2 数据采集智能预警系统应具有电梯驱动主机轴承磨损的分析诊断预警功能、轿厢振动分析诊断预警功能、抱闸异常预警功能。

7.1.3 数据采集智能预警系统应具有自动扶梯及自动人行道相关轴承（电机、减速机、主驱动轮、涨紧轮）部件磨损的分析诊断预警功能、驱动底座振动分析诊断预警功能。

7.1.4 数据采集智能预警系统应具有自动扶梯及自动人行道扶手带摩擦温升预警功能、主驱动链及梯级链异常伸长预警功能、金属摩擦噪声预警功能、电机抱闸异常预警功能、附加制动器动作异常预警功能等。

7.1.5 数据采集智能预警系统具备数据边缘计算、智能分析、诊断评估、实时数据上传、预警/报警信息分类上传、数据存储功能；通过自学习建立正常运行模型样本作比对，实现预警/报警功能；支持配置经验阈值功能等。

7.1.6 应具有电梯、自动扶梯及自动人行道各旋转轴承高速同步采集、各部件状态数据采集功能，主要包括：

a) 多路高速实时数据同步采集模块，故障特征值智能化自动获取，根据实际情况进行预警信号设定时间触发与事件触发的采集传输机制；

b) 多路状态监测信号的数据采集模块，根据实际情况进行预警信号设定时间触发与事件触发的采集传输机制。

7.1.7 数据采集智能分析预警系统应满足诊断要求，实现同步采集，相关要求至少应满足：

a) 应具备数据计算和存储能力，便携式计算机采用有线或无线方式连接后能直接查看监测参数的数据；

b) 应具备数据边缘计算、智能分析、诊断评估、实时数据上传、预警/报警信息分类上传、数据存储功能；

c) 通过自学习建立正常运行模型样本作比对，应能实现预警/报警功能；

d) 数据采集智能分析预警系统应同时支持配置经验阈值功能；

e) 分析诊断模块性能：分析诊断软件，宜含特征频谱分析、时域分析、包络解调分析、倒谱分析、趋势劣化分析图谱、专家智能分析健康诊断评估功能，与平台分析结果作冗余比对。

7.1.8 采集感知层传输的信息

采集感知层传输的信息，详见附录 A。

7.2 边缘计算

就地采集到的各种传感器的原始信号进行数据计算处理、数据存储，通过网络应能实现信息上传。

7.3 分析诊断

7.3.1 智能分析

通过智能分析与自学习正常运行样本作比对得出分析结果。

7.3.2 诊断评估

通过专家分析诊断，针对电梯、自动扶梯、自动人行道运行状况作出整体评估，应能了解该设备是否处于健康状态、正常状态、预警状态、故障状态。

7.4 数据存储

对各种传感器采集到的原始数据存储时间应满足设计院要求，用于历史查询。

7.5 信息上传

包含实时监测数据、预警信息、故障信息，应能通过智慧运维大数据管理平台实现手机小程序、APP 或者邮箱等形式联动。

8 平台应用层

8.1 数据传输

数据传输可采用 MQTT、Kafka、MODBUS/TCP、Modbus/UDP、Modbus/RTU、TCP/IP、HTTP 等模式。

8.2 融合计算

应将不同来源、不同形式、不同时间、不同地点的信息通过计算机技术，对接时间顺序获得的若干传感器的监测信息提取和处理，进行融合统计、计算、管理。

8.3 设备级实时展示

8.3.1 单台设备所有监测测点应能实现实时数据展示。

8.3.2 设备运行状态显示，应能实时读取反应设备的运行状态：运行方向、当前梯速、有无故障等。

8.3.3 部件测点分析图谱：通过专业边缘计算得到多种分析波形，应不少于特征频谱分析、倒谱分析、包络解调谱分析、时域波形分析、趋势波形分析五种分析波形，各种波形与后台故障数据库样本作比对，通过智能诊断评估，应得出该部件运行状态结论：轴承轴不对中、轴承动不平衡、内圈磨损、外圈磨损、滚动体磨损、保持架磨损等趋势劣化过程发出预警。

8.3.4 专家分析诊断评估：通过调取各测点分析波形同时与后台自学习建模样本进行比对，应得出设备健康评估等级、设备健康运行状况评分。针对设备运行状况作出设备健康评估，应能了解到该设备是否处于健康状态、正常状态、预警状态、故障状态，为维修保养提供依据。

8.4 智能预警信息

8.4.1 预警规则宜采用单机就地预警信号发出。

8.4.2 预警规则应通过上传数据综合多个电梯、自动扶梯及自动人行道运行参数，平台应可设置设备在

线多台同点对运行状态。

8.4.3 电梯、自动扶梯及自动人行道运行监测的预警，应根据实时的数据分析诊断系统和自学习运行数据样本比对设置，智能判断电梯、自动扶梯及自动人行道运行性能。

8.4.4 应对预警设备进行分层次集中监测，可设置预警设备集中监测流程图。

8.4.5 对预警设备的运行状况应建立预警和报警两个级别。

8.4.6 预警设备集中监测反映各设备各部件的运行状态，当所监测某设备部件出现异常，管理平台应报出预警信息，快速查找预警原因。

8.4.7 应根据不同预警级别在管理平台中设置预警、报警方式，并形成规范列入安全管理培训内容。

8.4.8 电梯预警、报警描述

通过振动、噪声等传感器采用边缘计算及平台分析，可得到表 1 电梯的预警、报警信息（含趋势预警、故障报警、故障原因）。

表 1 电梯预警、报警信息

序号	设备名称	故障类型	可诊断故障	趋势预警	故障报警	故障原因
1	驱动主机	电机故障	转子动不平衡转子-定子偏心	√	√	√
2		轴承故障	内圈磨损	√	√	√
3			外圈磨损	√	√	√
4			保持架磨损	√	√	√
5			滚动体磨损	√	√	√
6		电流异常	电流异常	√	√	√
7		电机运行异常	电机运行噪声异常	√	√	√
8		定子温度	定子线圈温升过高	√	√	√
9	轿厢	轿厢振动	轿厢晃动过大运行不稳，X 方向	√	√	√
10			轿厢晃动过大运行不稳，Y 方向	√	√	√
11			轿厢晃动过大运行不稳，Z 方向	√	√	√
12	制动器	制动器刹车距离	刹车制动距离超标 ^a	/	√	/
13		溜梯距离	溜梯故障 ^a	/	√	/
14	控制柜	国家标准提供的信号	详见附录 C	/	√	/
注 a：设备输出信号						

注：表格信息通过与需求方协商最后确定。

8.4.9 自动扶梯、自动人行道预警、报警描述

通过振动、噪声等传感器采用边缘计算及平台分析，可得到表 2 自动扶梯、自动人行道的预警、报警信息（含趋势预警、故障报警、故障原因）。

表 2 自动扶梯、自动人行道预警、报警信息

序号	设备名称	故障类型	可诊断故障	趋势 预警	故障 报警	故障 原因
1	电机	转子故障	转子轴不对中动不平衡转子 -定子偏心	√	√	√
2			链轮啮合不良	√	√	√
3		轴承故障	内圈磨损	√	√	√
4			外圈磨损	√	√	√
5			滚动体磨损	√	√	√
6			保持架磨损	√	√	√
7		电流异常	电流异常	√	√	√
8	减速机	齿轮故障	齿轮啮合不良齿轮断齿	√	√	√
9		轴承故障	内圈磨损	√	√	√
10			外圈磨损	√	√	√
11			滚动体磨损	√	√	√
12			保持架磨损	√	√	√
13	主驱动轮	轴承故障	内圈磨损	√	√	√
14			外圈磨损	√	√	√
15			滚动体磨损	√	√	√
16			保持架磨损	√	√	√
17	梯级链 涨紧轮	轴承故障	内圈磨损	√	√	√
18			外圈磨损	√	√	√
19			滚动体磨损	√	√	√
20			保持架磨损	√	√	√
21	梯级链	延长	梯级链异常伸长	√	√	√
22		噪声	运转噪声异常	√	√	√
23	主驱动链	变形量故障	主驱动链变形量异常	√	√	√
24	电机抱闸	抱闸故障	电机抱闸动作距离异常	√	√	√
25	附加制动器	附加制动器故障	附加制动器动作异常 ^{a)}	√	√	√
26	控制柜	国家标准提供的信号	详见附录 C	/	√	/

注 a: 设备输出信号

注：表格信息通过与需求方协商最后确定。

8.5 智慧运维监测

采集来自电梯、自动扶梯及自动人行道控制柜的运行信息上传至管理平台，应实现运维状态实时监测。

8.6 运维故障信息

8.6.1 为满足故障分级管理需求，管理平台根据不同故障信息分类统计管理并发出故障信息。

- a) 一类故障：影响设备运行和人身安全，设备应立即停止运行；
- b) 二类故障：主要部件发生故障损坏需要及时维修处理，设备应立即停止运行；
- c) 三类故障：指设备部件运行中出现故障报警，但还没有造成损坏仍能继续运行，需要及时关注及维护，以免造成损坏，是指导按需维修的数据基础，不影响使用；
- d) 四类预警：指设备部件正在发生劣化过程中的预警；
- e) 五类报警：指设备部件已发生磨损应及时安排维修。

8.6.2 为区别设备真实运行故障，管理平台根据不同故障信息分级统计管理并发出故障信息。

- a) 运行故障：设备运行过程中发生的故障；
- b) 巡视巡检试验故障：巡检人员在巡视巡检试验时发出的故障；
- c) 维修保养试验故障：维保人员在维修保养试验时发出的故障。

备注：可以根据需求方具体要求而定。

8.6.3 管理平台根据电梯、自动扶梯及自动人行道的提升高度及各部件参数对故障信息应按年度、季度、月度进行分类统计对比。

8.7 历史查询

8.7.1 历史数据应实现可配置存储，历史数据存储到历史数据库之前应经过压缩算法处理，增加历史数据库容量。

8.7.2 历史数据的采样周期应根据硬件性能和具体现场环境适当调整。

8.7.3 历史预警信息查询：检索信息应含预警时间、设备编号、测点名称、提升高度等。

8.7.4 历史故障信息查询：检索信息应含故障开始时间、设备编号、故障类别、提升高度等。

8.7.5 历史数据分析查询宜支持特征频谱、倒谱、包络解调谱、时域波形、趋势波形、数据列表等查询方式。

8.8 预警信息、故障信息处理

信息分类：实时预警、历史预警（并能查询趋势分析）、实时故障、历史故障查询，故障信息应能分类查询，分有效信息、维修保养信息、巡视巡检信息。

8.9 自学习模型样本、比对分析

根据设备不同负载情况，系统应自动学习不同的预警值，从而有效提高设备故障预警的准确性。在设备长期运转过程中，与自学习正常运行样本作比对分析，任何偏离该自学习模型样本的状态都定义为非正常状态，系统应对非正常状态给出预警提示。

8.10 数据管理策略存储

对采集到的数据应采用分级策略存储模式，在保证重点及必要数据的永久有效存储的同时，应对于采集数据的趋势数据进行有效的筛选，一方面降低存储空间的负载，提高存储空间的利用率，另一方面缩短长时间段数据分析查询所需要的时间，提高查询速率。

8.11 系统管理

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/497060160131006055>