

团 体 标 准

T/TZSB 002—2025

自动扶梯智能运维系统技术要求

Technical requirement for intelligent operation and maintenance system of escalators

2025 - 04 - 15 发布

2025 - 06 - 01 实施

宁波市特种设备行业协会 发 布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 总则 2

6 感知层 2

6.1 主要机械传动部件监测传感器 2

6.2 乘客异常行为安全报警视频采集装置 2

6.3 自动扶梯状态信息 2

7 分析层 3

7.1 数据获取 3

7.2 主要机械传动部件故障预警与报警 3

7.3 状态劣变趋势预警 4

7.4 智能安全监测 4

7.5 乘客异常行为安全报警 4

7.6 维保管理策略 4

7.7 数据存储 4

8 客户端应用层 5

8.1 实时监测展示 5

8.2 信息查询 5

8.3 信息统计 5

8.4 系统管理 5

附录 A（资料性）设备监测配套传感器技术指标 6

附录 B（资料性）视频采集装置技术指标 7

参考文献 8

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，应由采用本文件的制造企业在设计制造过程中自行进行验证测试，并对销售的产品作产品符合性声明。

本文件由宁波市特种设备行业协会提出并归口。

本文件负责起草单位：宁波市特种设备检验研究院。

本文件参与起草单位：宁波宏大电梯有限公司、宁波地铁产业工程有限公司、慈溪市市场监督管理局、宁波市轨道交通集团有限公司智慧运营分公司、浙江大学、中国计量大学、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、中奥电梯有限公司、武汉思恒达科技有限公司。

本文件主要起草人：矫健、童勤峰、李俊宁、陈峰、凌人、梁梦晨、钟毅、卓荣荣、郑煜、竺方辉、岑果、严力、徐均波、刘勇、杨建党、王琪冰、陆嘉炜、程思宇、张银龙、徐刚、肖江剑、周祖伟、刘稷、许庆君。

本文件为首次发布。

引 言

为贯彻落实《关于进一步做好改进电梯维护保养模式和调整电梯检验检测方式试点工作的意见》（国市监特设〔2020〕56号）关于推广电梯物联网远程监测系统的要求，推进电梯按需维保新模式，需构建能够实时采集自动扶梯运行数据、形成异常工况数字画像的技术体系，实现自动扶梯的关键部件状态监测、劣化趋势预警及故障诊断。

乘客在乘用自动扶梯时，跌倒滑倒、拥挤碰撞、滚落踩踏、携带物品跌落、逆行和儿童嬉戏等乘客安全行为事件，是自动扶梯发生事故的部分诱因。现有技术可以通过智能视频、大数据及AI智能化分析，形成乘客安全行为数字画像，实现乘客行为分析和预警，从而提高自动扶梯的事故预防和应急能力。

在自动扶梯上部署集故障诊断与乘客行为管控为一体的智能运维系统，可提高自动扶梯的故障预判能力、缩短故障排查时间、实现预防性维修，还能通过对乘客行为的预警分析降低安全事故的发生率。

制定本文件旨在全面推进智能运维系统在自动扶梯上的应用，为自动扶梯的预防性维修提供技术支撑，并为机器视觉辅助提升自动扶梯的安全性提供技术支撑。

自动扶梯智能运维系统技术要求

1 范围

本文件规定了自动扶梯智能运维系统的总则、感知层、分析层和客户端应用层的要求。
本文件适用于自动扶梯智能运维系统的新建、改建和扩建。

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 16899-2011 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 20921 机器状态监测与诊断词汇

3 术语和定义

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

3.1

智能运维系统 intelligent operation and maintenance system

利用安装在自动扶梯上的数据采集智能分析预警装置及配套传感器，以及 AI 机器视觉技术（或其他 AI 技术），实现对自动扶梯各部件安全运行状态的实时监测、乘客乘梯危险行为的智能识别，并在异常情况发生时，及时输出报警信息，有效地减少危险事件发生，同时应用大数据分析手段、异常部件提前预警、健康度评价和自动推送维保项目的建议等，实现设备自动化运维的系统。

3.2

客户端 client side

用于管理所属的数据采集终端，供电梯使用单位使用的信息化平台。

3.3

预警 alert

当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。

3.4

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。

3.5

智能分析 intelligent analysis

通过频谱分析、时域波形分析、倒谱分析、包络解调谱分析以及趋势波形分析等分析手段，与自学习正常运行样本作比对，得出分析结果。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AVC：高级视频编码（Advanced Video Coding），也简称H.264

HEVC：高效率视频编码（High Efficiency Video Coding），也简称H.265

ONVIF：开放型网络视频接口论坛（Open Network Video Interface Forum）

POE：通过以太网电缆同时传输数据和电力的技术（Power Over Ethernet）

RJ45：注册插座45（Registered Jack 45）

RTSP：实时流传输协议（Real Time Streaming Protocol）

RTMP：实时消息传输协议（Real Time Messaging Protocol）

5 总则

- 5.1 应用智能运维系统的自动扶梯应符合 GB 16899-2011 的规定。
- 5.2 智能运维系统数据安全应至少满足 GB/T 22239 第二级安全要求。
- 5.3 自动扶梯智能运维系统由感知层、分析层和客户端应用层组成。

6 感知层

6.1 主要机械传动部件监测传感器

- 6.1.1 主要机械传动部件监测传感器应至少采集以下状态信号：电机振动、减速箱振动、驱动主机底座振动、梯级链张紧轮轴承振动、梯级链主轴轴承振动、左右侧梯级链张紧位移、梯级链翻转噪声、主驱动链运转噪声、左右扶手带温度和环境温度。
- 6.1.2 主要机械传动部件监测传感器安装牢固可靠，能够保证该设备在震动环境下长时间运行不松动，安装位置应便于维保更换。
- 6.1.3 主要机械传动部件监测传感器的技术指标，参见附录A。

6.2 乘客异常行为安全报警视频采集装置

- 6.2.1 应在自动扶梯入口或出口处设置视频采集装置。
- 6.2.2 视频采集装置现场采集时，应覆盖自动扶梯出入口处的扶手带、梯级、楼层板区域。
- 6.2.3 视频采集装置技术指标，参见附录B。

6.3 自动扶梯状态信息

- 6.3.1 智能运维系统应采集实时运行状态信息，包括：
 - a) 当前服务模式：停止服务、正常运行、检修控制、其他；
 - b) 是否发生故障：是、否；
 - c) 运行方向：无方向、上行、下行。

6.3.2 智能运维系统应采集自动扶梯的制停距离信息。

7 分析层

7.1 数据获取

智能运维系统的分析层应能实现同步获取感知层采集的信号与信息数据。

7.2 主要机械传动部件故障预警与报警

7.2.1 智能分析

智能运维系统对自动扶梯主要机械传动部件采集实时监测数据，分析处理、提取出相应部位的特征信息，进行智能分析及诊断，当某部件出现异常情况时给出故障预警或报警信息。

注：自动扶梯主要机械传动部件，是指电机、减速箱、主驱动轮、主驱动链、梯级链张紧轮、梯级链、制动器、梯级和扶手带。

7.2.2 故障预警与报警信息

自动扶梯的故障预警与报警信息应至少包括表 1 所列内容。

表1 自动扶梯故障预警与报警信息

部件名称	故障类型	故障点
电机	转子故障	转子动不平衡
		转子-定子偏心
	轴承故障	内圈磨损
		外圈磨损
		保持架磨损
		滚珠磨损
减速箱	固定螺栓松动	地脚螺栓松动
	齿轮故障	齿轮断齿
		齿轮啮合不良
	轴承故障	内圈磨损
		外圈磨损
		保持架磨损
		可定位轴承损坏元件
主驱动轮	轴承故障	内圈磨损
		外圈磨损
		保持架磨损
		可定位轴承损坏元件
主驱动链	变形量故障	主驱动链变形量异常
梯级链张紧轮	轴承故障	内圈磨损
		外圈磨损
		保持架磨损
		可定位轴承损坏元件

表1 自动扶梯故障预警与报警信息（续）

部件名称	故障类型	故障点
梯级链	梯级链故障	梯级链过紧或过松 ^a
		梯级链滚轮破损
制动器	制动器故障	制动距离超标
梯级	梯级故障	梯级滚轮损坏
		滚轮支架变形
		梯路翻转不畅
扶手带	扶手带故障	扶手带张紧 ^b
	扶手带驱动链故障	扶手带驱动链下垂
^a 宜以 0.5 厘米的分辨率准确判断梯级链过紧或过松程度。		
^b 宜以 1 厘米的分辨率准确判断扶手带张紧程度。		

7.3 状态劣变趋势预警

根据自动扶梯不同负载情况，智能运维系统自动学习不同的预警值，提高自动扶梯故障预警的准确性。系统可以根据自动扶梯初始运行状态，自学习一个自动扶梯运行状态数学模型，在自动扶梯长期运转过程中，任何偏离这个模型的状态都定义为非正常状态，系统能对非正常状态给出预警信息。

7.4 智能安全监测

智能运维系统利用自动扶梯视频采集装置，采用机器视觉技术，对采集的视频图像数据进行监测和分析，应至少包括：

- a) 逆行：乘客的行进方向与自动扶梯运行方向相反；
- b) 摔倒：乘客在失去平衡后，不自主地改变体位，倒在梯级、梳齿板或楼层板上；
- c) 头手越限：乘客的头部或手部越过扶手带外侧的安全界限范围；
- d) 攀爬扶手带：乘客将身体或四肢放置在扶手带上，并试图利用扶手带的运动来推动自己前进；
- e) 推婴儿车乘梯：乘客使用婴幼儿专用推车乘梯；
- f) 携带大件行李乘梯：乘客携带超过一定尺寸的大型包裹、大型物件等行李乘梯。

7.5 乘客异常行为安全报警

智能运维系统应能识别 7.4 规定的乘客异常行为，并给出报警信息，识别时间不大于 1 秒，并按照声光警示、语音提示、减缓运行和减速停梯等预设机制响应。

注：识别时间指从识别乘客异常行为后，到成功发出报警信息的时间间隔。

7.6 维保管理策略

智能运维系统应基于采集数据的分析和异常趋势数据的筛选，结合每台自动扶梯的实际使用工况，并依据相关电梯安全技术规范要求，有针对性地提出自动扶梯维护保养策略。

7.7 数据存储

7.7.1 智能运维系统对采集及智能分析得到的数据进行分类分级存储，原始数据与日志存储时间不少于 90 天，故障预警与报警信息数据存储时间宜不低于 4 年。

7.7.2 应具有数据备份机制，防止数据损坏或者丢失。

8 客户端应用层

8.1 实时监测展示

8.1.1 客户端应支持主流浏览器展示。

8.1.2 客户端应具备整体线网级展示多条线路自动扶梯实时运行状态信息的能力。

8.1.3 客户端应能实时展示主要机械传动部件故障预警与报警信息、状态劣变趋势预警信息、乘客异常行为安全报警信息。

8.2 信息查询

客户端应具备主要机械传动部件故障预警与报警信息、状态劣变趋势预警信息、乘客异常行为安全报警信息和自动扶梯维修保养信息的查询功能。

8.3 信息统计

客户端能实现自动扶梯实时运行状态统计、设备部件监测传感器状态统计、预警统计、报警统计、运行时间统计与车站设备健康监测完好率统计，以及月可靠性、平均每日修复时间和报修超时率等关键指标统计。

8.4 系统管理

客户端能实现台账管理、文件管理、人员管理和角色权限管理功能。

附 录 A
(资料性)
设备监测配套传感器技术指标

A. 1. 振动传感器

- a) 频响范围: 0.1Hz~1000KHz ($\pm 10\%$);
- b) 带宽频率: 0.1Hz~10KHz (在传感器带宽中选择 0.1Hz~1000Hz 响应频率);
- c) 线性误差: $\pm 1\%$;
- d) 量程范围: $\pm 10g$;
- e) 抗冲击: $\geq 2000g$;
- f) 防护等级: $\geq IP65$;
- g) 工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 。

A. 2. 温度传感器

- a) 测温范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$;
- b) 测温精度: $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$;
- c) 测量误差: $\leq \pm 1\%$;
- d) 防护等级: $\geq IP65$;

A. 3. 位移传感器

- a) 测量范围: 0mm~100mm;
- b) 测量精度: $\leq 0.5\text{mm}$;
- c) 测量误差: $\leq \pm 1\%$;
- d) 防护等级: $\geq IP65$;
- e) 工作温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

A. 4. 噪声传感器

- a) 测量范围: 30dB~130dB;
- b) 测量精度: $\leq 2\text{dB}$;
- c) 测量误差: $\leq \pm 1\%$;
- d) 防护等级: $\geq IP65$;
- e) 工作温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

附 录 B
(资料性)
视频采集装置技术指标

B. 1. 焦距

宜采用 2.7mm~13mm 电动变焦，可以根据现场实际安装距离和安装角度动态调整。

B. 2. 图像参数

- a) 分辨率不低于 1920×1080 像素；
- b) 网络接口采用 RJ45/100M 或 1000M 以太网口；
- c) 支持 POE 供电；
- d) 可视范围内，物体异常可识别目标的最小像素不低于 80×160 像素；行为异常可识别目标的最小像素不低于 80×200 像素；
- e) 帧率最低 25 帧/秒；
- f) 码率支持变码率调整，适配 256K 至 4M 的码率范围；
- g) 视频流帧数据的时间间隔不超过 200 毫秒；
- h) 支持主码流、辅码流同时启用，各码流支持 5 条以上。

B. 3. 编码格式

视频编码支持格式：H. 264、H. 265。

B. 4. 数据传输支持协议

数据传输支持协议：RTSP、ONVIF、RTMP。

参考文献

- [1] TSG T5002-2017 电梯维护保养规则
-