

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—XXXX

城市轨道交通自动扶梯电压暂降保护装置 技术规范

Technical specifications for escalator voltage sag protection devices
in urban rail transit

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025 年 4 月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 环境要求 2

5 装置构成及功能 2

 5.1 装置构成 2

 5.2 功能要求 3

6 性能要求 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 整机性能 4

 6.3 各功能模块性能要求 5

7 试验方法 6

 7.1 电压暂降保护装置试验 6

 7.2 整机试验 7

8 检验规则 8

9 标志、包装、运输、贮存 8

 9.1 标志 8

 9.2 包装 9

 9.3 运输 9

 9.4 贮存 9

附 录 A （规范性） 电压暂降装置保护功能试验方法 10

参 考 文 献 13

前 言

本文件按照 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专利的责任。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

城市轨道交通自动扶梯电压暂降保护装置技术规范

1 范围

本文件规定了城市轨道交通自动扶梯电压暂降保护装置的环境要求、构成与功能、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存要求。

本文件适用于城市轨道交通自动扶梯电压暂降保护装置的设计、制造、安装和试验。

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 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验. 第2部分:试验方法. 试验B:高温

GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则:冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验Ka：盐雾

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 13306 标牌

GB 16899自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范

GB/T 17626.34-2012 电磁兼容 试验和测量技术 主电源每相电流大于16A的设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 24474.2-2020 乘运质量测量 第2部分：自动扶梯和自动人行道

GB/T 24808-2022 电梯、自动扶梯和自动人行道的电磁兼容 抗扰度

GB/T 24807-2021 电梯、自动扶梯和自动人行道的电磁兼容 发射

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定载荷 rated load

自动扶梯的设计输送载荷。

[来源：GB 16899-2011, 3.1.23, 有修改]

3.2

负载率 load rate

自动扶梯运行时实际承受载荷与额定载荷的比值。

3.3

电压暂降持续时间 duration of a voltage sag

达到电压暂降阈值的电压暂降事件的持续时间。

[来源：GB/T 30137-2013，3.4，有修改]

3.4

电压暂降幅值 depth of voltage sag

电压暂降过程中记录的电压方均根值。

3.5

动力回路 power circuit

为自动扶梯驱动电机提供电能的设备及线路。

3.6

控制回路 control circuit

为自动扶梯控制回路提供电能的设备及线路。

3.7

控制回路保护 control circuit protection

当自动扶梯输入电源发生电压暂降时，对控制回路进行补偿的方案。

4 环境要求

电压暂降保护装置应能在以下条件中正常工作：

- a) 环境湿度：最小相对湿度5%，最大相对湿度98%（初期有可能出现滴露现象）；
- b) 环境温度：-20℃～60℃；
- c) 运行强度：满足每天运行20h，每周7天，全年连续运行。

注：对于超出上述环境条件范围的情况，客户需与设备供货方协商采用特殊设计以保证特殊环境下的安全使用。

5 装置构成及功能

5.1 装置构成

电压暂降保护装置主要由三相电压监测、电压补偿、手动旁路、接口等功能模块组成，装置构成如图1所示：

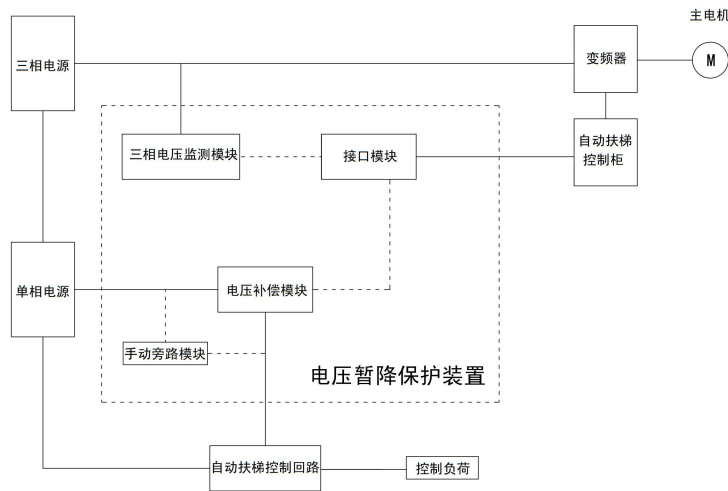


图 1 电压暂降保护装置典型构成框图

5.2 功能

5.2.1 电压监测功能

电压暂降保护装置应具备对自动扶梯主回路及控制回路电压暂降的幅值及时间进行监测的功能。

5.2.2 电压补偿功能

电压暂降保护装置应具备按照设定的保护策略,启动对负载的电压补偿,实现自动扶梯不停梯运行。

5.2.3 主动停梯功能

电压暂降保护装置监测到电压暂降幅值及持续时间符合停梯策略时,应向自动扶梯发送停梯指令。

5.2.4 自检报警功能

电压暂降保护装置应具备自检功能,自检发现故障后,应向自动扶梯控制柜报警。

5.2.5 故障旁路功能

电压暂降保护装置应具备手动旁路功能,宜具备故障自动旁路功能。

5.2.6 存储、记录、查询功能

电压暂降保护装置的存储,记录,查询功能应包括以下信息:

- a) 电压暂降发生的日期、时间、幅值、时长;
- b) 电压暂降保护装置手动旁路和自动旁路(如有)的启动日期、时间;
- c) 电压补偿模块的储能介质能量状态;
- d) 电压暂降保护装置故障。

6 性能要求

6.1 一般规定

6.1.1 城市轨道交通自动扶梯宜设置电压暂降保护装置;

- 6.1.2 自动扶梯电压暂降保护装置宜采用控制回路保护；
- 6.1.3 电压暂降保护装置应与自动扶梯配套设计；
- 6.1.4 电压暂降保护装置的安装应满足 GB16899 的要求；
- 6.1.5 安装电压暂降保护装置的自动扶梯在保护期间的最大振动值不应大于无电压暂降保护装置的自动扶梯停梯的最大振动值；
- 6.1.6 自动扶梯主回路变频器选型应与电压暂降保护装置相匹配，变频器应具备瞬停不停功能，满足三相电压剩余电压在 40%~85%且电压暂降持续时间不超过 200 ms 时不停梯，在电压暂降恢复后应正常工作。
- 6.1.7 电压暂降保护装置的维护保养宜纳入自动扶梯维保范围，检查超级电容是否有损坏、变形或渗液等异常现象，检查整机绝缘性能。
- 6.1.8 安装电压暂降保护装置的自动扶梯应按本规范进行相关试验；
- 6.1.9 安装电压暂降保护装置的自动扶梯应符合以下要求：
 - 6.1.9.1 电压暂降剩余电压在 40%以下且电压暂降时间超过 200 ms 时，应主动停梯；
 - 6.1.9.2 电压暂降剩余电压小于 40%或短时中断，且持续时间大于 20 ms 时，应主动停梯；
 - 6.1.9.3 电压暂降保护装置发生故障时，应主动停梯。
- 6.1.10 自动扶梯应满足 GB16899-2011 第 5.4.2.3 条规定的超速保护及防逆转保护要求，自动扶梯应在速度超过名义速度 1.2 倍之前以及改变规定运行方向前自动停止运行。
- 6.1.11 自动扶梯向下运行时，制动器制动过程中沿运行方向上的减速不应大于 1 m/s^2 。
- 6.1.12 自动扶梯在电压暂降保护过程中加速度不应大于 0.5 m/s^2 。
- 6.2 整机性能
 - 6.2.1 电压暂降保护装置宜安装在自动扶梯机房内，元器件选型满足自动扶梯机房工作环境要求。
 - 6.2.2 电压暂降保护装置的安装不应影响自动扶梯机房的正常检修作业。
 - 6.2.3 电压暂降保护装置的安装不应应对自动扶梯原有电气设计产生安全风险，不应影响自动扶梯的正常运行。
 - 6.2.4 电压暂降保护装置应设置在柜体内，柜体布置应便于检修维护，各模块宜设置在同一柜内，平均维修时间 (MTTR) $\leq 30 \text{ min}$ 。

- 6.2.5 电压暂降保护装置的电磁兼容性应符合 GB/T 24808、GB/T 24807 的要求。
- 6.2.6 电压暂降保护装置内部电源与设备外壳之间绝缘电阻不应小于 0.5 M Ω 。
- 6.2.7 电压暂降保护装置各模块外壳宜采用金属材质，应有接地保护措施，表面应无腐蚀、缺口、毛刺、划痕。如采用塑料材质时应满足低压、无卤、阻燃要求，其表面应无裂痕、褪色及永久性污渍。
- 6.2.8 电压暂降保护装置应选用优质电气元器件，具有高等级的防水防尘要求，寿命时间长，平均无故障工作时间 (MTBF) $\geq 10\,000$ 小时。
- 6.2.9 电压暂降保护装置应具备整机故障报警及上传功能。
- 6.2.10 电压暂降保护装置应设置过电流保护、短路保护、接地保护功能。
- 6.2.11 安装于室内扶梯的电压暂降保护装置防护等级不应小于 IP 43、安装于出入口扶梯的电压暂降保护装置防护等级不应小于 IP 54。
- 6.2.12 电压暂降保护装置整机寿命（不含储能部件）不应小于 10 年；储能部件寿命不应小于 8 年。

6.3 各功能模块性能要求

6.3.1 三相电压监测模块

三相电压监测模块应满足以下要求：

- a) 三相电压监测模块采样间隔时间不应大于 0.2 ms，幅值分辨率不应大于 ± 1 V；
- b) 三相电压监测模块应具备故障报警功能，宜具备向自动扶梯上传状态及故障信息功能；
- c) 三相监测模块检测到三相电压超出设定的保护范围时，应立即向自动扶梯发出停梯指令；
- d) 三相监测模块应具备本地储存及记录电压暂降发生的日期、时间、幅值、时长功能，储存记录时间不小于 1 年或数据存储量不应小于 1000 条。

6.3.2 电压补偿模块

电压补偿模块应满足以下要求：

- a) 电压补偿模块储能单元应采用超级电容。
- b) 电压补偿模块应满足自动扶梯保护额定功率下持续输出 1s，满负荷下的总功率损耗应小于 2%，不小于 1kw。
- c) 电压补偿模块应对自动扶梯控制回路电压进行实时监测，实现市电供电与电压补偿模块供电的自动切换，响应时间不应大于 4 ms。
- d) 电压补偿模块应实现储能单元容量显示和记录控制回路电压暂降发生的日期、时间、幅值、时长的功能。
- e) 电压补偿功能模块应具备储能容量监测及报警、输出端短路保护功能。

6.3.3 手动旁路模块

手动旁路模块应满足以下要求：

- a) 手动旁路模块宜采用钥匙开关形式，开关设置位置应便于操作，具有警示标识；
- b) 手动旁路模块的旁路状态应上传自动扶梯控制柜进行显示。

6.3.4 接口模块

接口模块应满足以下要求：

- a) 电压暂降保护装置与自动扶梯之间宜同时具备通信接口和硬线接口；
- b) 电压暂降保护装置向自动扶梯发送停梯命令宜采用硬线接口。

7 试验方法

7.1 电压暂降保护装置试验

7.1.1 裸机(不带包装)正弦振动试验

各部件按GB/T2423.10进行正弦振动试验，试验中在电压暂降保护装置每一轴线方向上的扫频循环数为20次，其中振动波振幅为0.35mm 或 $5g_n$ ，且频率范围为10Hz~55Hz。试验后装置应能正常工作，电气间隙和爬电距离应符合设计要求。

7.1.2 冲击试验

各部件按GB/T 2423.5进行冲击试验，试验中，在样品三个正交轴的每个方向依次施加有关规范规定次数的冲击，冲击脉冲波的峰值加速度 294 m/s^2 或 $30g_n$ ，相应脉冲持续时间11ms，且为相应速度变化率 2.1 m/s ，波形为半正弦。试验后装置应能正常工作，电气间隙和爬电距离应符合设计要求。

7.1.3 低温工作试验

各部件按GB/T 2423.1-2008中Ae试验方法进行低温工作试验，试验温度为 $(-20\pm2)^\circ\text{C}$ ，试验持续时间严酷等级为24 h，电压暂降保护装置功能应正常工作。

7.1.4 冷启动试验

各部件按GB/T 2423.1-2008的Ae试验方法进行冷启动试验，试验温度为 $(-20\pm2)^\circ\text{C}$ ，启动电压暂降保护装置，装置应能正常工作。

7.1.5 高温工作试验

各部件按GB/T 2423.2-2008的Be试验方法进行高温工作试验，试验温度为 $(60\pm2)^\circ\text{C}$ ，启动电压暂降保护装置，装置应能正常工作。

7.1.6 盐雾试验

电压暂降装置外壳采用金属时，应按GB/T 2423.17的规定进行盐雾试验，试验持续时间不小于48 h (2 d)，试验后取出样品，对样品外观结构进行观察，查看是否出现腐蚀现象。

7.1.7 电磁兼容性试验

电压暂降保护装置应按GB/T 24807进行电磁兼容性发射试验，试验中，模拟额定负载对电压暂降保护装置进行通电试验，测量发射水平及主电源谐波是否满足限值要求。

电压暂降保护装置应按GB/T 24808进行电磁兼容性抗扰度试验，试验中，模拟额定负载对电压暂降保护装置进行通电试验，检查电压暂降保护装置保护功能是否正常，记录电压暂降保护装置功能描述是否满足性能判据要求。

7.1.8 IP 等级试验

按GB/T 4208外壳防护等级（IP代码）标准进行防护等级试验，防护等级符合本标准的4.4.1.11条款要求。

7.2 整机试验

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 电压暂降保护装置试验宜在自动扶梯样机上进行。

7.2.1.2 样机试验数量宜与项目自动扶梯实际样机数量相同，同时应对现场安装完成后的自动扶梯进行抽检，抽检的自动扶梯数量、提升高度宜覆盖项目中变频器的不同配置档位，具体数量由买卖双方根据工程实际情况协商确定。

7.2.1.3 电压暂降保护功能试验的器具、模拟装置应符合计量标准，计量检验合格。

7.2.1.4 自动扶梯输入电源电压暂降幅值和电压暂降持续时间应进行实时监测、记录，电压幅值监测持续时间分辨率不应大于0.2 ms；电压暂降幅值分辨率不应大于标准电压1V。

7.2.1.5 每次试验开始前，应校准电压暂降监测、记录单元与自动扶梯记录单元的时钟。

7.2.1.6 每次试验应记录试验前后自动扶梯的运行状态及自动扶梯保护开关的动作情况。在每次试验后至下次试验开始前，应对受试自动扶梯的所有功能及状态进行检查，并对各类安全开关进行复位，确保每次试验在受试自动扶梯一切性能正常的情况下进行。

7.2.2 试验设备

7.2.2.1 试验发生器

根据GB/T 17626.34-2012的6.1的参数配置试验发生器，试验发生器应能模拟输出试验所需的各种组合工况下的电压暂降幅值、电压暂降持续时间。

7.2.2.2 振动测量仪器

根据GB/T 24474.2-2020的4.2.1的参数配置振动测量仪器，振动测量仪器应能对试验过程中自动扶梯的运行速度、加速度等指标进行在线测量，振动测量仪器需具备记录并输出自动扶梯速度、加速度曲线的功能。

7.2.2.3 数字存储示波器

采用数字存储示波器监测并记录自动扶梯电源的电压波动情况、主动停梯信号发出时间及自动扶梯停梯时间，按以下参数配置数字存储示波器：

- a) 频带宽度：不小于100 MHz；
- b) 直流增益最大允许误差： $\pm 2\%$ ；
- c) 时基准确度：优于 $\pm 1 \times 10^{-4}$ 。

7.2.3 试验程序

7.2.3.1 试验工况

安装电压暂降保护装置的自动扶梯整机试验应包括以下条件的组合工况：

- a) 自动扶梯空载上行、空载下行、额定负载上行、额定负载下行；
- b) 三相输入电压暂降持续时间为200 ms、220 ms；
- c) 三相输入电压暂降幅值为40 %、50 %。

7.2.3.2 试验方法

按附录A的方法进行试验，试验中，启动自动扶梯使自动扶梯运行至平稳状态，分别用试验发生器模拟7.2.3.1的工况组合，记录每组工况下电压暂降保护装置的状态显示、自动扶梯是否发生停梯，停梯时间，停梯故障代码，采用振动测量仪器对电压暂降发生前后自动扶梯运行速度的变化幅值、加速度等物理量进行测量。

8 检验规则

8.1 型式试验和出厂检验项目均应满足本标准的规定。

8.2 型式试验和出厂检验项目应符合下表。

表1 型式试验和出厂检验项目表

序号	检验项目	型式试验	出厂试验	试验方法
1	裸机(不带包装)正弦振动试验	√	×	7.1.1
2	冲击试验	√	×	7.1.2
3	低温工作试验	√	×	7.1.3
4	冷启动试验	√	×	7.1.4
5	高温工作试验	√	×	7.1.5
6	盐雾试验	√	×	7.1.6
7	电磁兼容性试验	√	×	7.1.7
8	IP等级试验	√	×	7.1.8
9	整机试验	×	√	7.2

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 永久性标牌应固定在机柜上，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。

9.1.2 控制部件盘面开关、按钮、指示灯应有醒目的操作标识或指示标识。

9.1.3 每台完整的设备应在其中一个包装箱外侧可靠地固定一套详细的装箱单，且这套装箱单应作防水处理。

9.1.4 每台设备应附有随行技术文件，作防水处理后宜固定在其中一个包装箱内显眼的地方，并在箱外注明此箱装有技术文件。

9.1.5 随行技术文件应包括：电气原理图、接线图、主要部件结构图、使用维护说明书、产品质量合格证书等。

9.1.6 电压暂降保护装置应配有铭牌，铭牌上应包含制造厂名称与商标、产品型号、保护功率、出厂日期及编号等信息。

9.2 包装

9.2.1 电压暂降保护装置包装应有防潮、防震、防电磁干扰措施。

9.2.2 电压暂降保护装置包装应有下列信息：

- a) 项目名称；
- b) 目的地；
- c) 合同号；
- d) 货物名称及型号；
- e) 箱号/件数；
- f) 毛重/净重；
- g) 尺寸（长×宽×高）。

9.3 运输

电压暂降保护装置在运输过程中不应受到强烈颠簸、振动，应防止日晒雨淋。不允许和易燃、易爆、易腐蚀性物品混装。

9.4 贮存

电压暂降保护装置应存放在常温、通风、干燥、无腐蚀性气体环境中，且周围环境不应存在强烈机械振动与电磁干扰。

附录 A

(规范性)

电压暂降装置保护功能试验方法

A.1 试验方法及步骤应符合下列规定：

A.2 试验条件

试验应在本文件第4章节所规定的环境下进行。

A.3 试验前准备

- a) 在试验测试塔上安装并固定好自动扶梯，记录试验前受试自动扶梯的运行状态及自动扶梯各保护开关的动作情况，对受试自动扶梯的所有功能及状态进行检查，对各类安全开关进行复位；
- b) 在自动扶梯上安装电压暂降保护装置；
- c) 检查试验发生器，振动测量仪器，数字存储示波器等试验器具是否工作正常；
- d) 将自动扶梯连接试验发生器和电源；
- e) 对电压暂降监测、记录单元的分辨率、精度进行校准，对振动测量仪器，数字存储示波器时钟校准；
- f) 备好自动扶梯负荷板。

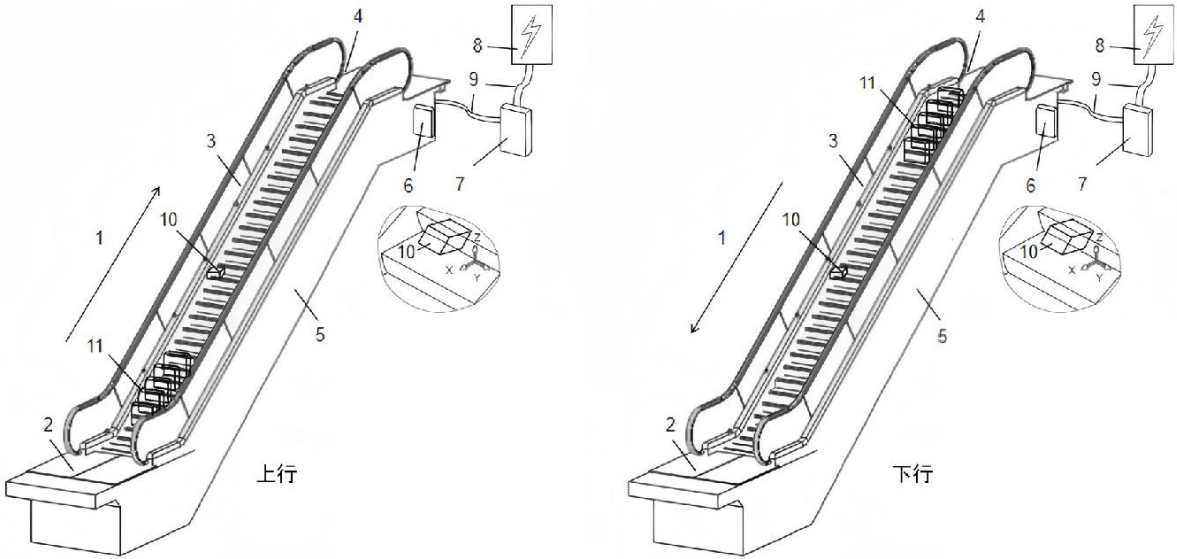
A.4 试验步骤

- a) 按表A.1所示的试验组合进行自动扶梯整机试验；
- b) 按图A.1所示的方法进行整机测试相关装置的设置、接线；
- c) 每组试验前，按图A.1所示的电压暂降方波曲线预设试验发生装置模拟输出的三相电压参数(电压暂降持续时间、电压暂降后剩余电压/额定电压)；
- d) 使自动扶梯处于空载状态，或在自动扶梯部分可见梯级上方放置负荷板使扶梯处于额定负载状态；
- e) 选取某一可见梯级，并在其踏面固定振动测量仪器；
- f) 控制自动扶梯向上或向下运行，在自动扶梯达到平稳运行状态后，控制试验发生器按预设的三相电压暂降参数模拟自动扶梯电压暂降过程；
- g) 分别用以下方法对电压暂降发生前、发生后及电压恢复后完整过程的自动扶梯运行状态参量进行观察、测量和记录：
 - 1) 观察自动扶梯是否出现主动停梯，用数字存储示波器监测并记录自动扶梯电源的电压波动情况、主动停梯信号发出时间及自动扶梯停梯时间；
 - 2) 用振动测量仪器对自动扶梯的运行速度、加速度等指标进行在线测量、记录并输出自动扶梯速度、加速度曲线，读取电压暂降过程中自动扶梯运行速度变化幅值、加速度最大值等参数；
- h) 改变试验发生器预设模拟输出的三相电压参数及自动扶梯运行工况条件重复c)～g)的步骤开展下一组试验，直至表A.1内各组试验均完成。

表A.1 自动扶梯整机试验组合表

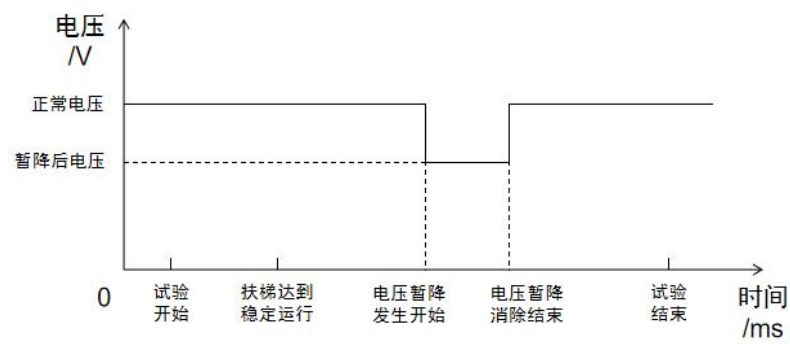
三相电压暂降输入		扶梯运行工况			
电压暂降持续时间	电压暂降幅值	空载上行	空载下行	额定负载上行	额定负载下行
200 ms	40%	√	√	√	√
200 ms	50%	√	√	√	√

三相电压暂降输入		扶梯运行工况			
220 ms	40%	√	√	√	√
220 ms	50%	√	√	√	√



- 标引序号说明：
- 1——自动扶梯运行方向
 - 2——下水平段
 - 3——自动扶梯左侧
 - 4——上水平段
 - 5——自动扶梯右侧
 - 6——电压暂降保护装置
 - 7——试验发生器
 - 8——主电源
 - 9——电线
 - 10——振动测量仪器
 - 11——负荷板（空载工况无）

图A.1 自动扶梯整机试验（上行、下行）



图A. 2 电压暂降发生和结束的时刻

参 考 文 献

- [1] GB 16899-2011 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范
 - [2] GB/T 30137-2013 电能质量 电压暂降与短时中断
-