

# 中国地震学会标准《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》编制说明

## 一、 编制的必要性

目前我国立项编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》是适时和必要的，主要体现在以下几个方面。

### 1、 编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》适应我国地震多发的特点

中国地震活动频度高、强度大、震源浅，分布广，是一个震灾严重的国家。1900 年以来，中国死于地震的人数达 55 万之多，占全球地震死亡人数的 53%；1949 年以来，100 多次破坏性地震袭击了 22 个省(自治区、直辖市)，其中涉及东部地区 14 个省份，造成 27 万余人丧生，占全国各类灾害死亡人数的 54%，地震成灾面积达 30 多万平方公里，房屋倒塌达 700 万间。地震及其他自然灾害的严重性构成中国的基本国情之一。编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》能够推广在电梯中建设地震开关，在震后能够帮助政府和业主迅速采取应急处置措施。同时，将强震动监测数据上传至地震部门，作为专业地震台网观测数据的补充，能够更加全面地掌握震中附近区域的烈度分布及破坏情况，协助政府部门掌握全局，优化地震应急救援队伍

分布，合理分配救援物资。

## **2、编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》符合我国经济发展的需要**

我国人口众多，经济迅猛发展，电梯数量在激增。在我国范围内开展电梯地震开关的应用迫在眉睫，符合人们对重要设施电梯的地震安全运行和破坏性地震下紧急控制的要求。

截止到 2020 年，全国共有高层建筑 74.5 万栋，电梯保有量 780 万台，其中抗震设防烈度为 8 度或以上地区电梯保有量约为 178 万台，地震易引发电梯困人事件，震后的人工救援是远远不能满足要求的。因此，震前在建筑中布设电梯地震开关，震后进行紧急控制是极其重要的。破坏性地震作用下电梯停止运行，可以减少地震中可能发生的人员伤亡和经济损失。

## **3、编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》符合预警信息应用的需要**

我国正在实施的《国家地震烈度速报和地震预警工程》即将于 2022 年年底在全国试运行，如何解决地震预警信息落地，发挥实效的重要途径是地震的紧急控制。电梯地震开关的应用，是解决地震预警落地的最后 1 公里的关键技术问题，能有效的解决地震预警信息用于破坏性地震作用下的电梯减灾的问题。

## **4、编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》符合强震动台阵建设的需要**

目前我国虽然已经建设了一批重要工程的强震动监测台阵，部分台阵已经在地震中记录到完整的地震反应，但大部分都是属于试验性质的台阵，建设的台网密度偏低。编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》能够将监测台网的密度提高，主要是地震烈度台的密度提高。

## **5、编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》符合电梯安全的需要**

对于电梯地震开关的性能指标，生产、制造、安装调试需求明确的规定和技术标准，本标准的制定有利于推动电梯地震开关后期的市场应用和推广。使电梯地震开关切实发挥防震减灾作用。

综上所述，我国编制《基于地震预警的电梯地震开关技术规范》十分必要。

## **二、 国内外情况简要说明**

国内对于基于地震预警的电梯地震紧急处置系统的设计、施工等工作现无相关的技术规范，《GBT 31095-2014 地震情况下的电梯要求》对电梯地震监测传感器的要求有相关的描述，但是未涉及到地震预警及系统设计及施工要求，国家重点研发计划“重大工程地震紧急处置技术研发与示范应用（2017YFC1500800）”开展了电梯地震紧急处置系统的研发并示范应用，规范暂还处于空白。

美国的 ASME A17.1、日本的《垂直运输系统抗震设计及施工指南》、欧盟的 EN81-77 等国外发达国家制定的标准中都对电梯地震传

传感器有着相应的要求。

日本的地震传感器分为两类，一类是传统的机械式传感器，一类是电子式传感器（多为采用 MEMS 加速度传感器）。由于日本是一个多震国家，研究地震传感器的时间相对较早，前期多采用机械式传感器，技术相对成熟，虽然电子式传感器有着许多先天的优势，更新换代需要一个相当长的时间。美国和欧洲的一般采用电子式的地震传感器。日本作为地震多发国家，已经在国内普遍实施了电梯地震紧急处置工程，并在多次地震中发挥实效，值得借鉴。

### 三、 主要过程

#### 1、 任务来源

本任务来源于十三五国家重点研发计划项目《重大工程地震紧急处置技术研发及示范应用》，项目编号：2017YFC1500800。该项目自主研发的一款基于地震预警的电梯地震紧急处置装置，用于破坏性地震作用下地震的紧急自动处置，填补我国电梯由地震预警信息接收到地震紧急处置的空白。

该项目所属课题《紧急地震信息在重大工程紧急处置中的应用》2017YFC1500802 的一项重要研究任务，研究不同阶段地震信息在紧急处置中的应用。研究数秒至数小时时间进程下预警、地震动、烈度速报等地震信息在工程处置中的应用，研究不确定性地震信息的风险概率。模型、处置与误报恢复策略，研究典型工程现地与台网信息融合式地震预警技术，研发信息发布平台，研发信息实时接收软件和终

端装置。其中，电梯地震紧急处置装置是其重要研究内容之一。

## 2、 起草单位和主要起草人

本标准起草单位：湖北省地震局、武汉地震科学仪器研究院有限公司、中国地震局工程力学研究所、武汉市特种设备监督检验所、福建省地震局、沃克斯迅达电梯有限公司、奥特朗博电梯有限公司。

本标准主要起草人：杨江、陈志高、范涛、马强、韦永祥、董浩明、姚年发、林强、陶冬旺、宋晋东、卢建旗、廖成旺、邓涛、王士成、李水龙、沈新祥、袁琼、王嘉伟。

## 3、 主要工作过程

### (1) 基础调研

在本技术规范的研究过程中，先后通过文献检索、专家咨询、会议研讨等方式，对电梯地震开关技术国内外研究动态及发展现状进行了系统性的调研和分析。其中：

#### ①文献资料研读

结合地震预警技术理论和方法研究成果与进展，系统性的阅读了《地震预警系统与智能应急控制系统研究》（李山有等，2004）、《地震预警技术研究及应用》（马强，2008）、《地震预警系统关键技术研究》（张红才，2013）、《高速铁路运行控制用地震动参数及单台地震预警技术研究》（宋晋东，2013）等地震预警经典文献资料。重点研读了《地震台站建设规范-地震烈度速报与预警台站》（DB/T

60-2015)、《地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪》DB/T 59—2015、《地震情况下的电梯要求》GB/T31095-2014、《地震预警信息发布》DB35/T 1666-2017、《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》DB/T 22-2020 等相关标准。

在上述文献资料研读的基础上，调研、检索、参考和引用了如参考文献所述的现行与电梯地震开关及地震预警技术相关的国家标准和行业标准等，通过梳理这些地磁观测技术标准的基本体系构架，并针对行业应用需求，提出了本技术规范的主要目标对象、技术要求及测试方法框架结构。

## ②国内外技术动态调研

国内对于基于地震预警的电梯地震紧急处置系统的设计、施工等工作现无相关的技术规范，《GBT 31095-2014 地震情况下的电梯要求》对电梯地震监测传感器的要求有相关的描述，但是未涉及到地震预警及系统设计及施工要求，国家重点研发计划“重大工程地震紧急处置技术研发与示范应用（2017YFC1500800）”开展了电梯地震紧急处置系统的研发并示范应用，规范暂还处于空白。

美国的 ASME A17.1、日本的《垂直运输系统抗震设计及施工指南》、欧盟的 EN81-77 等国外发达国家制定的标准中都对电梯地震传感器有着相应的要求。

日本的地震传感器分为两类，一类是传统的机械式传感器，一类是电子式传感器（多为采用 MEMS 加速度传感器）。由于日本是一个多

震国家，研究地震传感器的时间相对较早，前期多采用机械式传感器，技术相对成熟，虽然电子式传感器有着许多先天的优势，更新换代需要一个相当长的时间。美国和欧洲的一般采用电子式的地震传感器。日本作为地震多发国家，已经在国内普遍实施了电梯地震紧急处置工程，并在多次地震中发挥实效，值得借鉴。

在上述技术调研的基础上，还开展了电梯厂家的调研，包括上海三菱电梯有限公司、迅达（中国）电梯有限公司、苏州富士精工电梯有限公司、日立电梯（中国）有限公司以及武汉市特种设备监督检验所等单位，和相关技术人员进行了交流，了解行业需求和技术接口。

### ③示范应用

项目组利用国家重点研发计划项目《重大工程地震紧急处置技术研发及示范应用》中的研究成果—电梯地震紧急处置装置，已经在武汉尚隆地球村、清华大学合肥公共安全研究院、武汉特种设备检验所以及湖北省地震局开展了示范应用，反应良好。



(a) 示范应用场景 1

(2) 示范应用场景 2

图 1 示范应用现场照片

## (2) 标准起草与讨论

### ①初稿的起草与交流

2021 年 4 月 25 日国家重点研发计划课题《紧急地震信息在重大工程紧急处置中的应用》2017YFC1500802 在武汉举行电梯地震开关的现场验收会。以高孟潭研究员为组长的验收专家组听取了承担单位湖北省地震局关于电梯地震开关的研发及应用情况专题汇报，审查了第三方测试报告，并现场查验示范安装情况及设备功能，对设备功耗进行了现场测试。经过咨询、讨论，专家组认为电梯地震开关在本地触发报警及异地预警情况下均有效实现了电梯控制，各项指标符合专题任务书的要求，同意通过现场验收。专家组建议，抓紧制定相关技术标准，为后期的市场化推广做好技术支撑。



(a) 会议合影



(b) 验收会议照片



## 图 2 国家重点研发计划电梯地震开关验收会议

2021 年 6 月 1 日~至 9 月 30 日，结合项目组的相关工作安排，起草组就本技术规范编写的必要性、目前国内外现状、主要编写原则、拟编写技术内容等方面，开展了比较广泛的调查研究和交流讨论，并结合地震行业的相关应用需求，初步形成了草案稿；

2021 年 10 月 11 日，编写组在湖北省地震局 1307 会议室召开讨论会，对相关工作进展进行了沟通和交流，对文本的体例格式进行了统一要求，明确了编写目标，安排和部署了召开第一次专题讨论会暨专家咨询会的相关事宜；同时还讨论了电梯地震开关的编制流程。

2022 年 1 月 4 日，编写组向中国地震学会提交了立项申请书。2022 年 2 月 16 日，针对专家意见进行了立项回复。2022 年 2 月 25 日，中国地震学会 2022 年第一批拟立项团体标准进行了公示，标准进入了正式的编制阶段。

2022 年 3 月 1 日-3 月 30 日，编制组内部经过反复研讨，认真修改后初步形成了标准的稿件。

### ②征求意见稿的起草与交流

2022 年 4 月 1 日-5 月 30 日，项目组通过邮件的方式咨询了地震监测预警领域的相关专家，收到了 7 份修改编制意见。主要针对标准的侧重点、标准后期的应用提出了宝贵意见。

2022 年 5 月 10 日，编制组邀请中国地震局工程力学研究所温瑞

智研究员以腾讯会议的方式进行了标准的研讨。温老师建议标准进行更加广泛的意见征集，特别是电梯的厂家和检测监管单位；标准的定位需要进一步明晰，是针对技术，还是工程，两个需要区分；预警信息的来源需要进一步明确，需要定义清楚；标准的细节方面，需要进一步细化，做到能知道实际项目。

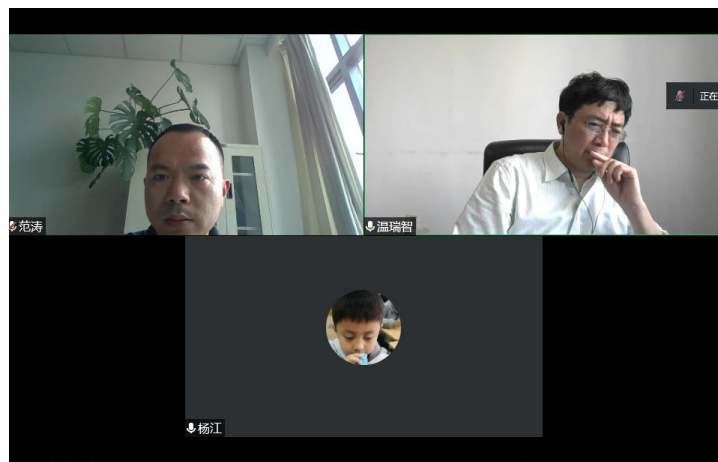


图 3 2022 年 5 月 10 日电梯地震开关标准咨询视频会议

2022 年 7 月 21 日，在武汉市特种设备监督检验所会议室，召开了编制组内部研讨会。在该会议上，针对电梯地震开关的技术接口、厂家的需求进行了初步的研讨。



图 4 电梯地震开关标准内部研讨会

2022年8月25日，在武汉市特种设备监督检验所会议室，编制专家组，到武汉市特种设备监督检验所进行了座谈交流，邀请了来自上海三菱电梯有限公司、迅达（中国）电梯有限公司、苏州富士精工电梯有限公司、日立电梯（中国）有限公司以及武汉市特种设备监督检验所的相关专家进行了电梯地震开关应用的相关技术交流，主要针对标准中后期和电梯的控制逻辑的问题进行了研讨。



## 图 5 电梯地震开关标准内部研讨会

2022 年 10 月~2022 年 11 月，经过多方面的咨询和商讨，并结合中国地震学会的指导性意见和建议，以及 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的相关要求，对已经初步起草完成的征求意见稿初稿进行了进一步的讨论和修改，特别是标准化文件的编写目的，以及拟解决的主要科学和技术问题等进行了深入研讨。结合团体标准的立项论证工作，起草组在进一步研讨的基础上，召开专门工作会议，对本技术规范文本内容进行逐条讨论，并在对相关问题进行了深入调研、落实和处理的基础上，形成了征求意见稿，报送中国地震学会，开展团体标准征求意见工作。

### 四、 条文说明

本标准的技术内容在国内外尚无其他直接相关标准可以参考。本标准吸取了先进的科研成果，广泛征求了设计、电梯厂家、施工、产品制造等各有关单位的意见，最后经审查定稿。

本规范共分 6 章和 6 个附录。主要内容包括：范围，规范性引用文件，术语、定义、符号和缩略语，技术要求，技术指标测试、安装布设基本要求等。

#### 1、 标准的范围

本文件的“范围”确定为电梯地震开关的设计、生产、使用、维护和质量监督。本规范的对象是基于地震预警信息的电梯地震开关，

更好的服务于地震地震开关相关的设计、生产、使用、维护和质量监督单位。

## **2、 规范中技术要求**

### **(1) 技术要求背景**

依托国家重点研发项目《重大工程地震紧急处置技术与示范应用》的最新成果之一，基于地震预警应用的电梯地震开关，以其具备本地振动阈值报警能力和异地预警信息接收报警能力，可以实现对电梯在不同报警状态下的分级控制，具备了一定的先进性和适用性。在广泛调研相关厂家和监督管理单位的基础上，对成果进行了进一步凝练和总结，给出了相应的技术要求。

### **(2) 主要参考标准**

在参考《地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪》DB/T 59—2015 和《地震预警信息发布》DB35/T 1666-2017 提出的关于地震监测设备及预警信息接收和发布的基本技术要求，以及调研国内外电梯地震开关的发展现状和主要技术最新进展的基础上，提出了基于地震预警的电梯地震开关的主要技术要求。

### **(3) 结合行业需求**

结合电梯行业的特点，考虑与行业的对接，提出了相应的报警及预警的控制输出及复位的技术要求。

## **3、 规范中技术指标测试**

在充分参考《地震台站建设规范-地震烈度速报与预警台站》(DB/T 60-2015)、《地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪》DB/T 59—2015、《地震情况下的电梯要求》GB/T31095-2014、《地震预警信息发布》DB35/T 1666-2017、《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》DB/T 22-2020 等相关标准的相关技术内容的基础上，结合电梯地震开关的主要技术特性，提出本标准中涉及的各项技术要求的“指标测试”。

“指标测试”的主要内容包括测试环境、测试设备、测试系统、测试内容、测试过程、测试步骤以及合格性判定原则等。相关指标主要包括性能测试、功能测试和环境测试三个方面。

#### **4、 规范中安装布设基本要求**

本部分布设要求，参考地震烈度仪的安装方法，同时考虑电梯实际现场环境进行的“安装布设基本要求”的规定。

### **五、 其他问题说明**

#### **1、 标准水平分析**

目前国内外尚缺乏基于地震预警的电梯地震开关的相关技术标准。本标准是以我国最新研发的电梯地震开关为基础的产品类标准，具有显著的创新性和技术先进性。

#### **2、 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系**

本规范在编制过程中充分考虑了与现行法律法规的协调性与一致性。本规范以《地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪》DB/T 59

—2015、《地震预警信息发布》DB35/T 1666-2017 等相关标准为蓝本编制而成。本标准与《地震情况下的电梯要求》GB/T31095-2014 在内容上有互补之处，本标准侧重于电梯地震开关本身。本规范与现行《中华人民共和国防震减灾法》相一致，与其他法律、法规、标准无相互违背之处。

### **3、 重大分歧意见的处理过程及依据**

无

### **4、 作为强制性标准或推荐性标准的建议及理由依据**

本标准实施与电梯地震开关建设程度相关，因此编写组建议本学会标准为推荐性标准。

### **5、 贯彻标准的有关措施建议**

建议早日公布，为我国方兴未艾的电梯地震开关的公共服务提供技术指导，提升相关行业的产业化效能。

2022 年 11 月