(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112654874 B
(45)授权公告日 2024.08.02

(21)申请号 201980057399.8
(22)申请日 2019.07.03
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112654874 A
(43)申请公布日 2021.04.13
(30)优先权数据
62/694,791 2018.07.06 US
62/770,730 2018.11.21 US
62/770,737 2018.11.21 US
62/770,732 2018.11.21 US
62/770,741 2018.11.21 US
62/785,424 2018.12.27 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.02
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/040650 2019.07.03
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/010281 EN 2020.01.09

(73)专利权人 施耐德电气美国股份有限公司
地址 美国马萨诸塞州
(72)发明人 J.门泽尔 J.A.比克尔
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 陈金林

(51)Int.Cl.
*G01R 19/00*(2006.01)
*G01R 31/00*(2006.01)
*G01R 31/50*(2020.01)
*G01R 31/08*(2006.01)
*G06F 16/9035*(2019.01)
(56)对比文件
CN 110687367 A,2020.01.14
CN 110687874 A,2020.01.14
CN 110690697 A,2020.01.14
CN 110690698 A,2020.01.14
CN 110794229 A,2020.02.14
审查员 宋春丽

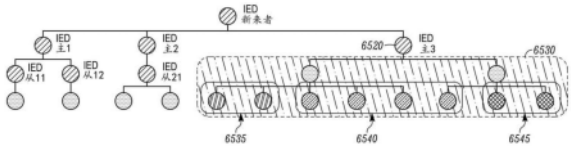
权利要求书2页 说明书75页 附图96页

(54)发明名称

# 用于分析电气系统中的电能质量事件的方法

(57)摘要

一种用于分析电气系统中的电能质量事件的方法,包括处理来自由在电气系统中的至少一个计量设备捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以生成至少一条动态容差曲线。至少一条动态容差曲线中的每条动态容差曲线表征在电气系统中的相应的计量点处的电气系统的响应特性。该方法还包括分析至少一条动态容差曲线以识别特殊情况,该特殊情况需要进一步的评估/澄清为可辨别的和/或可操作的。可以重新生成或更新至少一条动态容差曲线,和/或可以生成新的或附加的动态容差曲线,以提供进一步的澄清。响应于对曲线的分析,可以执行影响电气系统中的至少一个组件的一个或多个动作。




CN 112654874 B

1.一种用于分析电气系统中的电能质量事件的方法,包括:

处理来自由所述电气系统中的至少一个计量设备捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电气测量数据,以生成至少一条动态容差曲线,其中所述至少一条动态容差曲线中的每条动态容差曲线表征在所述电气系统中的相应的计量点处的所述电气系统的响应特性;

分析所述至少一条动态容差曲线以识别特殊情况,所述特殊情况需要由消费、分析、处理和/或呈现所述数据的系统或用户进一步评估/澄清为可辨别的和/或可操作的;以及

重新生成所述至少一条动态容差曲线,更新所述至少一条动态容差曲线,和/或生成新的或附加的动态容差曲线以提供所述进一步的澄清,

其中,在所述至少一条动态容差曲线上提供至少一个识别的电能质量事件的指示,其中,基于所述至少一个电能质量事件的确定的影响,所述至少一个识别的电能质量事件被表征为有影响电能质量事件或无影响电能质量事件。

2.如权利要求1所述的方法,其中,提供所述进一步的澄清包括提供关于所述重新生成或更新的至少一条动态容差曲线的和/或关于所述新的或附加生成的动态容差曲线的附加的信息,以使所述重新生成和/或更新的至少一条动态容差曲线和/或所述新的或附加生成的动态容差曲线由所述系统可辨别和/或可操作。

3.如权利要求1所述的方法,其中,提供所述进一步的澄清包括使用以下各项中的至少一项来提供所述进一步的澄清:统计、机器学习、基于规则的计算方法和其他一种或多种计算方法、一个或多个过程,或一个或多个工具。

4.如权利要求3所述的方法,其中,使用以下各项中的至少一项来提供所述进一步的澄清:统计、机器学习、基于规则的计算方法和其他一种或多种计算方法、一个或多个过程,或一个或多个工具,包括:

确定最佳的方法、技术、过程或工具,或方法、技术、过程或工具的最佳组合,以提供所述进一步的澄清;以及

使用和调整所确定的最佳的方法、过程或工具,或方法、过程或工具的最佳组合,以提供所述进一步的澄清。

5.如权利要求4所述的方法,其中,所述最佳的方法是基于以下各项中的至少一项来确定的:应用、所述系统内的位置、正被分析的数据的类型、正被分析的事件的类型、事件的影响、事件的范围、随时间段的变化、所确定的模式。

6.如权利要求4所述的方法,其中,使用所确定的最佳的方法、过程或工具,或方法、过程或工具的最佳组合,以提供所述进一步的澄清,包括:

基于一个或多个负载损失特性,对在所述重新生成或更新的至少一条动态容差曲线中的点和/或所述新的或附加生成的动态容差曲线中的点进行分组。

7.如权利要求6所述的方法,其中,所述负载损失特性包括对电气扰动的负载敏感度。

8.如权利要求7所述的方法,其中,所述负载敏感度基于所述电气系统中的负载/组件/系统/过程类型、负载/组件/系统/过程位置、事件幅度和事件持续时间中的至少一个。

9.如权利要求4所述的方法,其中,使用所确定的最佳的方法、过程或工具,或方法、过程或工具的最佳组合,以提供所述进一步的澄清,包括:

在所述重新生成或更新的至少一条动态容差曲线中和/或在所述新的或附加生成的动

态容差曲线中优化边界或阈值线。

10.如权利要求9所述的方法,其中,优化所述边界或阈值线包括识别或移除统计异常值。

11.如权利要求9所述的方法,其中,所述边界或阈值线是自动统计或机器学习推导的边界或阈值线。

12.如权利要求11所述的方法,其中,通过机器学习或统计方法或工具自动计算的所述边界或阈值线对应于最佳垂直移动边界或线,所述最佳垂直移动边界或线对于任何给定的Y值仅具有一个X值,并且X-Y对创建连续的边界或线。

13.如权利要求9所述的方法,其中,所述边界或阈值线用于指示所述电气系统中的一个或多个潜在的负载损失。

14.如权利要求1所述的方法,还包括:

调整所述重新生成或更新的至少一条动态容差曲线和/或所述新的或附加生成的动态容差曲线,以优化所述重新生成或更新的至少一条动态容差曲线和/或所述新的或附加生成的动态容差曲线。

15.如权利要求1所述的方法,其中,至少部分地响应于一个或多个用户输入或交互来提供所述进一步的澄清。

16.如权利要求1所述的方法,其中,提供所述至少一个电能质量事件的所述指示包括量化所述电气系统中所述至少一个电能质量事件对一个或多个负载的影响。

17.如权利要求16所述的方法,其中,所述影响是基于相对负载影响、绝对负载影响来量化的。

18.一种用于分析电气系统中的电能质量事件的方法,包括:

处理来自由所述电气系统中的至少一个计量设备捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电气测量数据,以生成至少一条动态容差曲线,其中所述至少一条动态容差曲线中的每条动态容差曲线表征所述电气系统中的相应的计量点处的所述电气系统响应特性;

分析所述至少一条动态容差曲线以识别特殊情况,所述特殊情况需要由消费、分析、处理和/或呈现所述数据的系统或用户进一步评估/澄清为可辨别的和/或可操作的;

重新生成所述至少一条动态容差曲线,更新所述至少一条动态容差曲线,和/或生成新的或附加的动态容差曲线,以提供所述进一步的澄清;以及

响应于负载损失在所述重新生成和/或更新的至少一条动态容差曲线,和/或所述新的或附加生成的动态容差曲线中指示的范围之外,自动执行影响在所述电气系统中的至少一个组件的一个或多个动作,和/或启动在制造SCADA中的另一个过程或对所述过程的改变,

其中,在所述至少一条动态容差曲线上提供至少一个识别的电能质量事件的指示,其中,基于所述至少一个电能质量事件的确定的影响,所述至少一个识别的电能质量事件被表征为有影响电能质量事件或无影响电能质量事件。

19.如权利要求18所述的方法,其中,影响所述电气系统的至少一个组件的所述动作由与所述电气系统相关联的控制系统自动执行。

20.如权利要求18所述的方法,其中,所述至少一个组件包括由所述至少一个计量设备监控的一个或多个负载。

# 用于分析电气系统中的电能质量事件的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年7月6日提交的美国临时申请第62/694,791号;于2018年11月21日提交的美国临时申请第62/770,730号;于2018年11月21日提交的美国临时申请第62/770,732号;于2018年11月21日提交的美国临时申请第62/770,737号;于2018年11月21日提交的美国临时申请第62/770,741号;以及于2018年12月27日提交的美国临时申请第62/785,424号的权益和优先权,这些申请通过引用整体合并于此。

## 技术领域

[0003] 本公开一般地涉及电能质量问题,并且更具体地,涉及根据本公开的实施例的用于分析和优化动态容差曲线的系统和方法,该实施例可用于分析电气系统中的电能质量问题或事件。

## 背景技术

[0004] 众所周知,电能质量问题是对电气系统(有时也称为“电气网络”)的最重要和代价最高的影响之一。根据莱昂纳多电能质量倡议[1](Leonardo Power Quality Initiative),不良的电能质量估计每年给欧洲经济造成的损失高达1500亿欧元。另外地,根据电力研究所(EPRI)的研究,美国经济每年遭受的损失在1190亿美元到1880亿美元之间[2]。也许最重要的统计数据是EPRI发现80%的电能质量干扰是在设施内生成的。一个示例性经济模型将与电能质量事件相关联的总成本总结如下:

[0005] 总损失=生产损失+重启损失+产品/材料损失+设备损失+第三方成本+其他杂项成本[3]

[0006] 与电能质量问题相关联的其他杂项成本可能包括无形损失,诸如客户和供应商的声誉受损,或更直接的损失,诸如信用评级和股票价格贬值。

## 发明内容

[0007] 在此描述的是与根据本公开的实施例的涉及分析和优化动态容差曲线的系统和方法,其可用于分析电气系统中的电能质量问题或事件。例如,电气系统可以与至少一个负载、过程、建筑物、设施、船只、飞机或其他类型的结构相关联。在本公开的一个方面中,用于分析在电气系统中的电能质量事件的方法包括处理来自由在电气系统中的至少一个计量设备(例如,智能电子设备(IED))捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以生成至少一条动态容差曲线。至少一条动态容差曲线中的每条动态容差曲线表征在电气系统中的相应的计量点处的电气系统的响应特性。该方法还包括分析至少一条动态容差曲线以识别特殊情况,其需要由消费、分析、加工,和/或呈现数据的系统或用户进一步评估/澄清为可辨别的和/或可操作的。该方法还包括重新生成至少一条动态容差曲线,更新至少一条动态容差曲线,和/或生成新的或附加的动态容差曲线以提供进一步的澄清。在一些实施例中,该方法还包括响应于负载损失在重新生成的和/或更新的至少一条动态容差曲线和/或

新的或另外地生成的动态容差曲线中所指示的范围之外,自动执行影响电气系统中的至少一个组件的一个或多个动作,和/或启动在制造SCADA中的另一个过程或对(一个或多个)过程的改变。至少一个组件可以包括例如由至少一个计量设备监控的一个或多个负载。

[0008] 在本公开的另一个方面,用于分析电气系统中的电能质量事件的方法包括处理来自由在电气系统中的多个计量设备(例如IED)捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以生成或更新多条动态容差曲线。在一些实施例中,多条动态容差曲线中的每一条表征在电气系统中的多个计量点的相应的计量点处的电气系统的响应特性。该方法还包括选择性地聚合来自多条动态容差曲线的电能质量数据,以分析电气系统中的电能质量事件。

[0009] 在一些实施例中,可以使用多个计量设备中的一个或多个来实施上述方法。另外地,在一些实施例中,上述方法可以远离多个计量设备实施,例如,在网关、基于云的系统、现场软件、远程服务器等(其在此可替换地被称为"头端"系统)中实施。在一些实施例中,多个计量设备可以被耦合以测量电信号,在输入处从电信号接收电气测量数据,并且被配置为生成至少一个或多个输出。输出可用于分析电气系统中的电能质量事件。多个计量设备的示例可以包括智能公用事业计量表、电能质量计量表和/或另一个或多个计量设备。例如,多个计量设备可以包括断路器、继电器、电能质量校正设备、不间断电源(UPS)、滤波器和/或变速驱动器(VSD)。另外地,在一些实施例中,多个计量设备可以包括至少一个虚拟计量表。

[0010] 在实施例中,上述方法通常适用于非周期性电能质量问题或事件,诸如瞬变、短期均方根变化(例如,骤降、骤升、瞬时中断、临时中断等),以及一些长期均方根变化(例如,可能长达约1-5分钟)。

[0011] 可以由多个计量设备捕获的电气测量数据的示例可以包括连续测量的电压和电流信号及其导出的参数和特性中的至少一个。例如,可以从分析能量相关信号(例如,有功功率、无功功率、视在功率、谐波失真、相不平衡、频率、电压/电流瞬变、电压骤降、电压骤升等)中导出电参数和事件。更具体地,多个计量设备可以评估电能质量事件的大小、持续时间、负载影响、从影响中恢复的时间、消费的非生产性恢复能量、来自恢复能量的CO2排放、与该事件相关联的成本等。

[0012] 应当理解,存在各种类型的电能质量事件,并且存在这些类型的电能质量事件的某些特性,例如,如以下结合段落[0029]和在段落[0029]下提供的IEEE标准1159-2009(已知技术)的表格进一步描述的那样。电压骤降是电能质量事件的一个示例类型。例如,电压骤降事件的独特特性是电压骤降的大小及其持续时间。如在此所使用的,电能质量事件的示例可以包括影响相、中性和/或接地导体和/或路径的电压事件。

[0013] 在一些实施例中,上述方法以及以下描述的其他方法(和系统)可以单独地或与其他特征相组合地包括以下特征中的一个或多个。在一些实施例中,由多个计量设备捕获的能量相关信号包括以下至少之一:电压、电流、能量、有功功率、视在功率、无功功率、谐波电压、谐波电流、总电压谐波失真、总电流谐波失真、谐波功率、单相电流、三相电流、相电压和线路电压。在实施例中,例如,能量相关的信号可以基本上包括(或利用)从电压和电流信号(包括电压和电流本身)导出的任何电参数。

[0014] 在一些实施例中,处理来自由在电气系统中的多个计量设备捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据以生成或更新多条动态容差曲线,包括:处理来自由多个计量

设备在第一初始时间捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以基于在第一初始时间的每个相应的计量点处的电气系统的响应特性为在电气系统中的多个计量点的每个相应的计量点生成动态容差曲线。可以继续处理来自由多个计量设备在第一初始时间之后的随后时间捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以基于在随后时间的在每个相应的计量点处的电气系统的响应特性来优化每个相应的计量点的动态容差曲线。

[0015] 在一些实施例中,可以识别和报告电气系统对每个相应的计量点处的电能质量事件的敏感度或弹性的劣化或改善。在一个方面,基于在每个相应的计量点的动态容差曲线中所识别的变化来识别劣化或改善。另外地,在一个方面,通过以下方式报告所识别的劣化或改善:生成和/或启动指示电气系统对电能质量事件的敏感度或弹性的所识别的劣化或改善的警告,并经由以下至少之一传达该警告:报告、文本、电子邮件、音频和屏幕/显示器的界面中。在一些实施例中,该警告提供用于响应电气系统对电能质量事件的敏感度或弹性的所识别的劣化或改善的可动作建议。

[0016] 在一些实施例中,选择性地聚合来自多条动态容差曲线的电能质量数据以分析电能质量事件,包括:选择性地聚合来自多条动态容差曲线的电能质量数据以生成至少一个聚合的动态容差曲线,以及分析至少一个聚合动态容差曲线以考虑电气系统中的电能质量事件。在一个方面,基于电气系统中的多个计量点的位置选择性地聚合电能质量数据。另外地,在一个方面,基于多个计量点对电能质量事件的关键性或敏感度选择性地聚合电能质量数据。

[0017] 在一些实施例中,选择性地聚合来自多条动态容差曲线的电能质量数据,以分析电能质量事件,包括:确定在选择性聚合的电能质量数据之间是否存在任何差异,以及向系统用户请求附加的信息以协调这些差异。这些差异可以包括例如在选择性聚合的数据中不一致的命名约定。

[0018] 在一些实施例中,选择性地聚合来自至少一条动态容差曲线的电能质量数据,以考虑电能质量事件,包括:确定电能质量事件中的每一个对于与电气系统相关联的过程或应用的相对关键性分数。在一个方面,相对关键性分数基于电能质量事件对过程或应用的影响。在一个方面,电能质量事件的影响涉及过程或应用的与电能质量事件相关联的有形或无形成本。另外,在一方面,电能质量事件的影响涉及在电气系统中的负载的相对影响。在一些实施例中,所确定的相对关键性分数可用于响应于电能质量事件进行优先级排序。

[0019] 在一些实施例中,基于提取的关于电能质量事件的信息,在多条动态容差曲线中的每一个中的电能质量事件可以用相关和特征信息来标记。相关和特征信息的示例可以包括以下内容中的至少一个:严重性(大小)、持续时间、电能质量类型(例如,骤降、骤升、中断、振荡瞬变、脉冲瞬变等)、发生时间、涉及的(一个或多个)过程、位置、受影响的设备、相对或绝对影响、恢复时间、事件或事件类型的周期性等。另外,相关和特征信息的示例可以包括以下信息中的至少一个:关于在电能质量事件之前、期间或之后发生的活动的信息,诸如与事件相关的测量的负载变化,或者在事件之前、期间或之后开启或关闭的特定的负载或装置。在一些实施例中,关于电能质量事件的信息可以从在电能质量事件开始时间之前获取的部分电气测量数据中以及从在电能质量事件结束之后获取的部分电气测量数据中提取。另外,在一些实施例中,关于电能质量事件的信息可以从在电能质量事件期间获取的部分电气测量数据中提取。

[0020] 在一些实施例中,处理来自由电气系统中的多个计量设备捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据以生成或更新多条动态容差曲线,包括:在对应于学习时段的第一时间段期间,接收来自由电气系统中的多个计量设备捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据。基于在第一时间段期间捕获的电气测量数据,可以为多条动态容差曲线中的每一条生成一个或多个上警报阈值和一个或多个下警报阈值。可以接收来自由多个计量设备在对应于正常运行时段的第二时间段期间捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,并且可以基于在第二时间段期间接收的电气测量数据来确定是否需要更新一个或多个上警报阈值和一个或多个下警报阈值中的至少一个。响应于确定需要更新一个或多个上警报阈值和一个或多个下警报阈值中的至少一个,可以更新一个或多个上警报阈值和一个或多个下警报阈值中的至少一个。

[0021] 在一些实施例中,一个或多个上警报阈值包括高于在电气系统中的多个计量设备中的相应的一个的安装点处的标称或预期电压的阈值。在一方面,高于标称电压的阈值指示瞬变、骤升或过电压。在一些实施例中,一个或多个下警报阈值包括低于在电气系统中的多个计量设备中的相应的一个的安装点处的标称或预期电压的阈值。在一方面,低于标称电压的阈值指示骤降、中断、陷波或欠电压。在一些实施例中,一个或多个上警报阈值中的每一个以及一个或多个下警报阈值中的每一个都具有相关联的幅度和持续时间。

[0022] 在一些实施例中,在电气系统中的多个计量设备中的每一个都与多个计量点中的相应的一个相关联。另外,在一些实施例中,多个计量设备中的至少一个包括虚拟计量表。在一些实施例中,多条动态容差曲线可以选择性地显示在以下至少之一中:用于控制与电气系统相关联的一个或多个参数的控制系统的图形用户界面(GUI),以及多个计量设备中的至少一个的GUI。

[0023] 在一些实施例中,根据本公开的动态容差曲线可以警告用户电气系统的敏感度或弹性的任何(或基本上任何)劣化或改善(例如,如果影响是由恢复正常的时间定义的)。这可以在新的计算的最佳模型上完成,也可以在更传统的关键性能指标(KPI)上完成,诸如负载下降的百分比的演变。

[0024] 通常,电气系统的敏感度或弹性不会随时间的推移保持在完全相同的级别(或级别)。可能会出现劣化,但也会由于例如正常使用寿命运行、设备变化、维护操作、影响时间等原因而改善。可以在现有的实时系统(诸如电能或工业/制造SCADA系统、建筑物管理系统、电力监控系统)内提供指示劣化或改善的警告。作为另一示例,可以经由电子邮件发布和发送特定报告,或者在移动应用上在线提供特定报告。

[0025] 在这些情况下,可以将与特定计量表相关的可动作建议发送给用户或合作伙伴或服务团队,以向他们提供要执行的可选的或强制性的动作。

[0026] 在本公开的另一个方面,用于分析电气系统中的电能质量事件的系统包括耦合到电气系统中的至少多个计量设备的至少一个输入,以及耦合到由多个计量设备监控的至少多个负载的至少一个输出。用于管理电能质量事件的系统还包括处理器,其被耦合为从至少一个系统输入接收来自由多个计量设备捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据。处理器可以被配置为处理电气测量数据以生成或更新多条动态容差曲线中的至少一条。在一些实施例中,多条动态容差曲线中的至少一条表征和/或描绘了在电气系统中的多个计量点的至少相应的计量点处的电气系统的响应特性。处理器还可以被配置为选择性地

聚合来自多条动态容差曲线的电能质量数据,并且基于选择性聚合的电能质量数据来分析电气系统中的电能质量事件。处理器可以进一步被配置为响应于所分析的电能质量事件来调整与多个负载中的一个或多个相关联的至少一个参数。在一些实施例中,响应于在至少一个系统输出处生成的并被提供给多个负载中的一个或多个的控制信号来调整至少一个参数。

[0027] 在一些实施例中,由多个计量设备捕获的能量相关的信号包括以下至少之一:电压、电流、能量、有功功率、视在功率、无功功率、谐波电压、谐波电流、总电压谐波失真、总电流谐波失真、谐波功率、单相电流、三相电流、相电压和线电压。

[0028] 在一些实施例中,以上和以下描述的系统和方法的计量设备(例如IED)和负载是从电气系统中不同的相应的位置(即,多个位置)或计量点安装、定位或导出的。例如,特定IED(例如,第二IED)可以在电气系统中的另一IED(例如,第三IED)的上游,而在电气系统中的另一IED(例如,第一IED)的下游。

[0029] 如本文所使用的,术语“上游”和“下游”用来指电气系统内的电气位置。更具体地,电气位置“上游”和“下游”相对于收集数据和提供该信息的IED的电气位置。例如,在包括多个IED的电气系统中,可以将一个或多个IED定位(或安装)在相对于电气系统中的一个或多个其他IED上游的电气位置,并且可以将一个或多个IED定位(或安装)在相对于电气系统中的一个或多个附加的IED下游的电气位置。定位于第二IED或负载上游的电路上的第一IED或负载可以定位成例如比第二IED或负载更靠近电气系统的输入或电源(例如,公用事业电源)。相反地,定位于第二IED或负载下游的电路上的第一IED或负载可以定位成比另一IED更靠近电气系统的末端或终端。

[0030] 在实施例中,与第二IED或负载并联(例如,在电路上)电连接的第一IED或负载可以被认为是在第二IED或负载的“电”上游,反之亦然。在实施例中,用于确定电能质量事件的方向(即,上游或下游)的算法位于(或存储)IED、云、现场软件、网关等中。作为一个示例,IED可以记录电气事件的电压和电流相信息(例如,通过采样相应的信号),并将该信息通信地传输到基于云的系统。然后,基于云的系统可以分析电压和电流相信息(例如,瞬时、均方根(RMS)、波形和/或其他电特性),以确定电压事件的源是在IED被电耦合到电气系统(或网络)的地方的电上游还是下游。

[0031] 如在此所使用的,负载损失(有时也称为“负载损失”)是指从电气系统中意外地、非计划地和/或无意地移除一个或多个负载。在该应用中,电压扰动或事件以及随后的负载损失很可能是在电气系统上的一个或多个外部影响(例如故障等)的结果,或者负载、保护性设备、缓解设备和/或有意连接到电气系统的其他装备的正常或异常操作的结果。负载损失可以由诸如电压、电流、功率、能量、谐波失真、不平衡等测量的参数来指示,或者它们可以由源自直接和/或间接连接到电气系统的装备的离散(数字)和/或模拟输入-输出(I/O)信号来指示。例如,断路器通常在其当前位置上提供输出指示(例如,打开/闭合、关/开等),以传达他们的操作状态。

[0032] 在一些实施例中,来自由多个计量设备捕获的能量相关信号的电气测量数据可以在一个或多个或多个计量设备上处理,或者在现场软件、在基于云的应用或在网关中等处理,以表征在电气系统中的电能质量事件。另外,在一些实施例中,可以在用于量化电气系统(例如,与电气系统相关联的控制系统)中的电能质量事件的系统上处理电气测量数据。

例如,控制系统可以用于控制与电气系统相关联的一个或多个参数。在实施例中,识别电能质量事件可以包括识别:(A)电能质量事件的类型,(B)异常电能质量事件的幅度,(C)电能质量事件的持续时间,和/或(D)电能质量事件在电气系统中的位置。在实施例中,电能质量事件类型可以包括电压骤降、电压骤升、电压中断和电压瞬变中的一个。另外地,在实施例中,电能质量事件的位置可以从IED测量的并且与异常电压状况相关联的电压和电流信号中导出。

[0033] 如上所述,电压事件是电能质量事件的一个示例类型。例如,电能质量事件可以包括电压骤降、电压骤升和电压瞬变中的至少一个。例如,根据IEEE标准1159-2009,电压骤降是指在0.5个周期到1分钟的持续时间内,在电源频率下均方根电压或电流降低到0.1到0.9个单位(PU)之间。典型值为0.1到0.9pu。另外,根据IEEE标准1159-2009,电压骤升是指在0.5个周期到1分钟的持续时间内,在电源频率下均方根电压或电流的增加。下表来自IEEE标准1159-2009(已知技术),该表定义了电气系统电磁现象的各种类别和特性。

[0034]

| 类别 | 典型频谱容量 | 典型持续时间 | 典型电压幅度 |
|---|---|---|---|
| 1.0 瞬变 | | | |
| 1.1 脉冲 | | | |

[0035]

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.1.1 纳秒 | 5 ns 上升 | < 50 ns | |
| 1.1.2 微秒 | 1 us 上升 | 50 ns-1 ms | |
| 1.1.3 毫秒 | 0.1 ms 上升 | > 1 ms | |
| 1.2 振荡 | | | |
| 1.2.1 低频率 | < 5 kHz | 0.3-50 ms | 0-4 pu |
| 1.2.2 中频率 | 5-500 kHz | 20 us | 0-8 pu |
| 1.2.3 高频率 | 0.5-5 MHz | 5 us | 0-4 pu |
| 2.0 短期变化 | | | |
| 2.1 瞬间 | | | |
| 2.1.1 骤降 | | 0.5-30 周期 | 0.1-0.9 pu |
| 2.1.2 骤升 | | 0.5-30 周期 | 1.1-1.8 pu |
| 2.2 瞬时 | | | |
| 2.2.1 中断 | | 0.5 周期-3 s | < 0.1 pu |
| 2.2.2 骤降 | | 30 周期-3 s | 0.1-0.9 pu |
| 2.2.3 骤升 | | 30 周期-3 s | 1.1-1.4 pu |
| 2.3 临时 | | | |
| 2.3.1 中断 | | 3 s-1 min | < 0.1 pu |
| 2.3.2 骤降 | | 3 s-1 min | 0.1-0.9 pu |
| 2.3.3 骤升 | | 3 s-1 min | 1.1-1.2 pu |
| 3.0 长期变化 | | | |
| 3.1 中断、持续的 | | > 1 min | 0.0 pu |
| 3.2 欠电压 | | > 1 min | 0.8-0.9 pu |
| 3.3 过电压 | | > 1 min | 1.1-1.2 pu |
| 4.0 电压失衡 | | 稳定状态 | 0.5-2% |
| 5.0 波形失真 | | | |
| 5.1 DC 偏移 | | 稳定状态 | 0-0.1% |
| 5.2 谐波 | 0-100th H | 稳定状态 | 0-20% |
| 5.3 间谐波 | 0-6 kHz | 稳定状态 | 0-2% |
| 5.4 陷波 | | 稳定状态 | |
| 5.5 噪声 | 宽频带 | 稳定状态 | 0-1% |

[0036]

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6.0 电压波动 | < 25 Hz | 间歇的 | 0.1-7% |
| 7.0 电力频率变化 | | < 10 s | |

[0037] 应当理解,上表是一个标准团体(在这种情况下为IEEE)定义/表征电能质量事件的方式。应当理解,还有其他定义电能质量类别/事件的标准,诸如国际电工委员会(IEC)、美国国家标准协会(ANSI)等,其可以具有不同的描述或电能质量事件类型、特性和术语。在实施例中,电能质量事件可以是定制的电能质量事件(例如,由用户定义)。

[0038] 在一些实施例中,经处理以识别电能质量事件的电气测量数据可由多个计量设备连续或半连续地捕获,并且容差曲线可响应于从电气测量数据检测(或识别)的电能质量事件而动态地更新。例如,容差曲线初始可以响应于从第一次捕获的电气测量数据识别的电能质量事件而生成,并且可以响应于(例如,包括或合并)从在第二时间捕获的电气测量数据识别的电能质量事件而被更新或修订。当捕获到事件时,可以根据电气系统的唯一的响应来连续地(例如,动态地)更新容差曲线(在此有时也称为“动态容差曲线”)。

[0039] 在一些实施例中,容差曲线可以显示在至少一个IED的GUI中,或者显示在用于监控或控制与电气系统相关联的一个或多个参数的控制系统的GUI中。在实施例中,控制系统可以是计量表、IED、现场/前端软件(即,软件系统)、基于云的控制系统、网关、其中数据通过以太网或一些其他通信系统路由的系统等。例如,响应于电能质量事件的确定影响(或严重性)在范围或阈值之外,可以在IED、监控系统或控制系统的GUI中显示警告。在一些实施例中,该范围是预定范围,例如,用户配置的范围。另外,在一些实施例中,例如,使用基于标准的阈值,该范围是自动的。此外,在一些实施例中,例如,通过从标称电压开始并在电网运行的自然过程中发生无影响事件时推出阈值来“学习”该范围。

[0040] GUI可以被配置为显示有助于电能质量事件的因素。另外地,GUI可以被配置为指示电能质量事件在电气系统中的位置。此外,GUI可以被配置为指示负载(或在电气系统中的另一特定系统或设备)将如何响应电能质量事件。应当理解,可以在GUI中显示任何数量的信息。作为本发明的一部分,可以在GUI中显示任何电参数、对参数的影响、I/O状态输入、I/O输出、过程影响、恢复时间、影响的时间、受影响的相、单个IED下受影响的潜在离散负载等。例如,如以下将进一步讨论的,图20示出了将受影响的负载百分比和恢复时间的指示合并的简单示例。

[0041] 在实施例中,在GUI中显示的容差曲线不具有固定的缩放比例,而是例如可以(并且需要)自动缩放,以捕捉或显示多个电能质量事件。根据本公开的各个方面,具有动态容差曲线的好处(beauty)并不局限于一条或多条静态曲线(例如,具有固定的缩放比例)。例如,简要地参考图2(以下将进一步讨论),尽管y轴在图2中显示为标称的百分比,但它也可以显示为绝对标称值(例如,120伏、208伏、240伏、277伏、480伏、2400伏、4160伏、7.2kV、12.47kV等)。在这种情况下,将需要自动缩放,因为不同的电压范围需要对y轴进行不同的缩放比例。另外,x轴可以按不同的单位(例如,周期、秒等)进行缩放和/或可以具有可变的最大终点(例如,10秒、1分钟、5分钟、600个周期、3600个周期、18,000个周期等)。换言之,在一些实施例中,GUI没有理由显示比它必须显示的更多。

[0042] 在实施例中,在此要求保护的本发明的目标是基于对下游负载的感知影响,为客户的电力系统内的离散位置(例如,在给定IED处)建立定制的容差曲线。另外,在实施例中,在此要求保护的本发明的目标是量化从电能质量事件中恢复所需的时间。简而言之,在此要求保护的本发明的各方面旨在描述电能质量事件的影响,这允许客户相应地理解他们的操作参数和约束。

[0043] 如在此所使用的,IED是经优化以执行特定功能或功能集的计算电子设备。如上所述,IED的示例包括智能公用计量表、电能质量计量表和其他计量设备。IED还可以嵌入变速驱动器(VSD)、不间断电源(UPS)、断路器、继电器、变压器或任何其他电气装置中。IED可用于执行在各种安装中的监控和控制功能。安装可以包括公用事业系统、工业设施、仓库、办公楼或其他商业综合体、校园设施、计算托管中心、数据中心、配电网络等。例如,在IED是电力监控设备的情况下,其可以耦合到配电系统(或安装在其中),并且被配置为感测和存储表示配电系统的操作特性(例如,电压、电流、波形失真、功率等)的电参数的数据。用户可以分析这些参数和特性,以评估潜在的性能、可靠性或电能质量相关问题。IED可以包括至少一个控制器(在某些IED中,该控制器可以被配置为同时、串行或同时运行一个或多个应用)、固件、存储器、通信接口以及将IED连接到任何电压电平、配置和/或类型(例如,AC、DC)的外部系统、设备和/或组件的连接器。IED的监控和控制功能性的至少某些方面可以体现在IED可访问的计算机程序中。

[0044] 在一些实施例中,在此使用的术语“IED”可以指并行和/或串联操作的IED的层次。例如,IED可以对应于能量计量表、功率计量表和/或其他类型的资源计量表的层次。该层次可以包括基于树的层次,诸如二叉树、具有从每个一个父节点或多个节点降级的一个或多个子节点的树、或它们的组合,其中每个节点表示特定的IED。在一些情况下,IED的层次可以共享数据或硬件资源,并且可以执行共享的软件。

[0045] 本公开中提出的特征评估特定的电能质量事件以表征它们对电气系统的负载、恢复时间和其他有用的或令人感兴趣的参数的影响。其范围可以包括离散计量点、网络区域和/或聚合的电气系统。还讨论了展示这些概念的新想法,使能量消耗者能够更高效、更经济地识别、分析、缓解和管理其电气网络。

[0046] 由IEEE 1159-2009定义的七个确认的电能质量类别中,短期均方根(rms)变化通常是最具破坏性的,并且对能量消耗者具有最大的普遍经济影响。短期均方根变化包括电压骤降/下降、骤升、瞬间中断、瞬时中断和临时中断。电力研究所(EPRI)的一项示例研究估计,工业用户平均每年经历约66次电压骤降。随着行业变得更加依赖骤降敏感装备的趋势增加,这些事件的影响也随之增加。

[0047] 电压骤降的普遍性以及对骤降敏感的装备安装量不断增加的后果为电气解决方案和服务提供商提供了许多附加的机会。下表说明了几个示例机会:

[0048]

| 机会 | 益处 |
|---|---|
| 解决方案 | 增加的监控系统组件 |
| | 更适合的骤降免疫装备 |
| | 有针对性的骤降缓解装备 |
| 服务 | 工程与咨询 |
| | 远程监控与诊断 |
| | 装备安装 |

## 附图说明

[0049] 从下面的附图的详细描述可以更充分地理解本公开的前述特征以及本公开本身,

其中：

[0050] 图1示出了几个示例电能质量类别的图形视图；

[0051] 图1A示出了根据本公开的实施例的示例性电气系统；

[0052] 图1B示出了根据本公开的实施例可以在电气系统中使用的示例智能电子设备(IED)；

[0053] 图2示出了示例信息技术产业(ITI)曲线(有时也称为“功率可接受曲线”)；

[0054] 图3示出了示例基线电压容差曲线,其可以是ITI曲线(如图所示)或事件的电压幅度和持续时间之间的一些其他唯一的关系；

[0055] 图4在基线电压容差曲线上示出了示例电压骤降事件；

[0056] 图5示出了基于图4所示的电压骤降事件的影响,对图3的基线电压容差曲线的示例推荐变化；

[0057] 图6示出了示例动态定制和更新的电压容差曲线；

[0058] 图7示出了在电压容差曲线上的大量的有影响和无影响的电压骤降、骤升和瞬变的示例；

[0059] 图8显示了大量的有影响和无影响的事件的动态定制和更新的容差曲线；

[0060] 图9示出了具有负载影响的示例三维(3-D)容差-影响曲线；

[0061] 图10示出了具有渐变颜色阴影指示负载影响的严重性的示例3-D容差-影响曲线；

[0062] 图11示出了具有样本事件指示了负载影响的严重性的示例3-D容差-影响曲线；

[0063] 图12示出了具有恢复时间的示例3-D容差-影响曲线；

[0064] 图13示出了具有渐变色阴影指示恢复时间的长度的示例3-D容差-影响曲线；

[0065] 图14显示了具有样本事件指示恢复时间的长度的示例3-D容差-影响曲线；

[0066] 图15示出了具有样本事件指示作为经济影响的生产损失的另一个示例3-D容差-影响曲线；

[0067] 图16示出了具有故障的示例简单电气网络；

[0068] 图16A示出了具有故障的另一个示例电气网络；

[0069] 图17示出了具有大量的有影响和无影响的上游和下游事件的示例定制容差曲线；

[0070] 图18示出了具有大量的有影响和无影响的分解上游事件的示例定制容差曲线；

[0071] 图19示出了具有大量的有影响和无影响的分解下游事件的示例定制容差曲线；

[0072] 图20示出了具有针对大量事件指示的负载影响、恢复时间和上游/下行事件源的示例3-D容差-影响曲线；

[0073] 图21是示出缓解电压事件的成本的示例进展的图；

[0074] 图22示出了针对图4所示的电压骤降事件的示例定制和更新的容差曲线；

[0075] 图23示出了叠加在图22所示的曲线图上的SEMI F47曲线；

[0076] 图24示出了在电气系统中骤降缓解设备的示例穿越益处,其中一个示例是施耐德电气的SagFighter®；

[0077] 图25示出了具有骤降缓解设备的大量的潜在地避免的负载影响事件的示例；

[0078] 图26示出了大量的潜在地避免的负载影响事件的另一个示例,以及它们使用骤降缓解设备的聚合的恢复时间；

[0079] 图27示出了安装电压事件缓解设备的预期影响的示例；

[0080] 图28示出了安装电压事件缓解设备的实际影响的示例；

[0081] 图29示出了具有多个IED的简单电气系统的示例；

[0082] 图30示出了经历电压事件的多个IED类型的示例恢复时间线；

[0083] 图30A示出了用于识别电压事件对未计量的负载的影响的虚拟计量的示例；

[0084] 图30B示出了根据本公开的实施例的示例电气系统；

[0085] 图30C-图30E示出了根据本公开的实施例的示例动态容差曲线；

[0086] 图30F-图30I示出了根据本公开的实施例的另一个示例电气系统；

[0087] 图31示出了图29的简单电气系统的示例故障；

[0088] 图32示出了例如基于降压变压器位置的图29的简单电气系统的示例区带(zone)；

[0089] 图33示出了图29的简单电气系统的示例定制区带配置；

[0090] 图34示出了简单的电压容差曲线(有时也称为功率可接受曲线)的示例；

[0091] 图35示出了图34的简单电压容差曲线上所示的示例电压骤降事件；

[0092] 图36示出了图35所示的电压骤降事件之后的示例更新的电压容差曲线；

[0093] 图37示出了图36所示的电压容差曲线上的示例第二电压骤降事件；

[0094] 图38示出了图37所示的第二电压骤降事件之后的示例更新的电压容差曲线；

[0095] 图39示出了图38所示的电压容差曲线上的第三示例电压骤降事件；

[0096] 图40示出了图39所示的第三电压骤降事件之后的示例电压容差曲线；

[0097] 图41是示出了针对示例有影响电压事件的测量的负载与时间关系的曲线图；

[0098] 图42是示出了多个示例有影响电压事件的测量的负载与时间关系的曲线图；

[0099] 图43是示出了示例电压事件的测量的、典型的和预期的负载与时间关系的曲线图；

[0100] 图44是示出了负载影响百分比与时间关系的曲线图；

[0101] 图45是示出了用于管理在电气系统中的电能质量事件(或干扰)的示例方法的流程图；

[0102] 图46是示出了用于量化在电气系统中电能质量事件(或干扰)的示例方法的流程图；

[0103] 图47是示出了用于电能质量的扩展合格导线产生的示例方法的流程图；

[0104] 图48是示出了用于生成电能质量动态容差曲线的示例方法的流程图；

[0105] 图49示出了说明性的波形；

[0106] 图50示出了另一个说明性的波形；

[0107] 图51是示出了用于表征在电气系统中的电能质量事件的示例方法的流程图；

[0108] 图52是示出了用于表征电能质量事件对电气系统的影响的示例方法的流程图；

[0109] 图53是示出了用于例如通过跟踪电气系统的响应特性来减少电气系统中的电能质量事件的恢复时间的示例方法的流程图。

[0110] 图54是示出了用于分析在电气系统中的电能质量事件的示例方法的流程图；

[0111] 图55是示出用于生成动态容差曲线的示例方法的流程图；

[0112] 图56是示出了例如在学习时段期间标记关键性分数的示例方法的流程图；

[0113] 图57是示出了例如在学习时段期间标记关键性分数的另一个示例方法的流程图；

[0114] 图57A-图57K示出了根据本公开的实施例的其中可以对负载损失进行建模的几种

示例方式;

[0115] 图58是示出了用于例如在学习时段之后生成动态容差曲线的示例方法的流程图;

[0116] 图59是示出了用于利用和组合动态容差曲线的示例方法的流程图;

[0117] 图60示出了示例动态容差曲线;

[0118] 图61示出了另一个示例动态容差曲线;

[0119] 图62示出了又一个示例动态容差曲线;

[0120] 图63示出了另一个动态容差曲线示例;

[0121] 图64示出了又一个示例动态容差曲线;

[0122] 图65-图65C示出了根据本公开的各种实施例的在电气系统中的计量设备的示例布置;

[0123] 图66示出了另一个示例动态容差曲线;

[0124] 图67示出了又一个示例动态容差曲线;

[0125] 图68示出了示例接触器特性;

[0126] 图69示出了另一个示例动态容差曲线;

[0127] 图70示出了根据本公开的实施例的示例边界线;

[0128] 图71示出了根据本公开的实施例的另一个示例边界线;以及

[0129] 图72示出了根据本公开的实施例的另一个示例边界线。

## 具体实施方式

[0130] 现在将更具体地描述在此寻求保护的概念、系统和技术的特征和其他细节。将应当理解,在此描述的任何具体实施例都是通过示例的方式示出的,而不是作为本公开和在此描述的概念的限制。在不脱离寻求保护的概念的范围的情况下,可以在各种实施例中采用在此描述的主题的特征。

[0131] 为方便起见,此处收集了规范(并从IEEE标准1159-2009中采用)中使用的某些介绍性概念和术语。例如,这些概念和术语中的几个如图1所示。值得注意的是,图1不包括所有电能质量类别,诸如波形失真、不平衡、电压波动和电源频率偏差。

[0132] 如在此所使用的,术语“非周期性事件”用于描述非周期性、任意或无特定时间规律性地发生的电事件。为了本文的目的,短期均方根(rms)变化和瞬变都被认为是非周期事件(即,陷波被认为是谐波现象)。

[0133] 如在此所使用的,术语“瞬时中断”用于描述在1/2个周期至30个周期的持续时间内与标称值的0-10%的偏差。

[0134] 如在此所使用的,术语“瞬间中断”用于描述在30个周期至3秒的持续时间内与标称值的0-10%的偏差。

[0135] 如在此所使用的,术语“骤降”(其中“电压骤降”是一个示例)用于描述例如在1/2个周期至1分钟的持续时间内与标称值的10-90%的偏差,如图1所示。

[0136] 如在此所使用的,术语“短期均方根变化”用于描述持续时间为1/2个周期至1分钟的与标称值的偏差。短期均方根变化的子类别包括瞬时中断、瞬间中断、临时中断、骤降和骤升。

[0137] 如在此所使用的,术语“骤升”用于描述例如持续时间为1/2个周期至1分钟内的大

于标称值的110％的偏差,如图1所示。

[0138] 如在此所使用的,术语“临时中断”用于描述持续时间为3秒至1分钟内的与标称值的0-10％的偏差。

[0139] 如在此所使用的,术语“瞬变”用于描述持续时间小于1个周期的与标称值的偏差。瞬变的子类别包括脉冲型(单向极性)和振荡型(双向极性)瞬变。

[0140] 在实施例中,短期均方根变化对能量消耗者的设施的影响程度主要取决于四个因素:

[0141] 1.事件的性质和源;

[0142] 2.负载对事件的敏感性,

[0143] 3.事件对过程或活动的影响,以及

[0144] 4.此事件的成本敏感度。

[0145] 因此,每个客户系统、操作或负载可能对给定的电气扰动做出不同的响应。例如,电压骤降事件可能会显著地影响一个客户的操作,而相同的电压骤降可能对另一个客户的操作影响很小或没有明显影响。电压骤降对客户地电气系统的一部分的影响也可能与对同一电气系统的另一个部分的影响不同。

[0146] 参考图1A,根据本公开的实施例的示例电气系统包括一个或多个负载(此处是负载111、112、113、114、115)和能够采样、感测或监控与负载相关联的一个或多个参数(例如,电力监控参数)的一个或多个智能电子设备(IED)(此处是IED 121、122、123、124)。在实施例中,负载111、112、113、114、115和IED 121、122、123、124可以安装在一个或多个建筑物或其他物理位置,或者它们可以安装在建筑物内的一个或多个过程和/或负载上。建筑物可以对应于例如商业、工业或机构建筑物。

[0147] 如图1A所示,IED 121、122、123、124各自耦合到负载111、112、113、114、115中的一个或多个(在一些实施例中,其可以定位IED的“上游”或“下游”)。负载111、112、113、114、115可以包括例如与特定应用(例如,工业应用)、应用和/或过程相关联的机械或装置。例如,机械可以包括电气或电子装备。机械还可以包括与该装备相关联的控制和/或辅助设备。

[0148] 在实施例中,IED 121、122、123、124可以监控并且在一些实施例中分析与它们耦合到的负载111、112、113、114、115相关联的参数(例如,能量相关地参数)。在一些实施例中,IED 121、122、123、124还可以嵌入在负载111、112、113、114、115内。根据各个方面,IED 121、122、123、124中的一个或多个可以被配置为监控公用事业电源,包括电涌保护装置(SPD)、跳闸单元、有源滤波器、照明、IT装备、电机和/或变压器,其是负载111、112、113、114、115的一些示例,并且IED 121、122、123、124可以检测接地故障、电压骤降、电压骤升、瞬间中断和振荡瞬变,以及风扇故障,温度,电弧故障、相间故障、绕组短路、保险丝熔断和谐波失真,其是可以与负载111、112、113、114、115相关联的一些示例参数。IED 121、122、123、124还可以监控设备,诸如发电机,包括输入/输出(I/O)、保护继电器、电池充电器和传感器(例如,水、空气、气体、蒸汽、液位、加速度计、流速、压力等)。

[0149] 根据另一方面,IED 121、122、123、124可以检测过电压和欠电压状况,以及诸如温度的其他参数,包括环境温度。根据另一方面,IED 121、122、123、124可以提供可以用于控制负载111、112、113、114、115和其中安装有负载111、112、113、114和IED 121、122、123、124

的电气系统中的其他设备的监控参数和检测状况的指示。多种其他监控和/或控制功能可以由IED 121、122、123、124执行,并且在此公开的方面和实施例不限于根据上述示例操作的IED 121、122、123、124。

[0150] 应当理解,IED 121、122、123、124可以采取各种形式,并且可以各自具有相关联的复杂性(或功能能力和/或特征的集合)。例如,IED 121可以对应于“基本”IED,IED 122可以对应于“中级”IED,以及IED 123可对应于“高级”IED。在这样的实施例中,中级IED 122可以具有比基本IED 121更多的功能性(例如,能量测量特征和/或能力),并且高级IED 123可以具有比中级IED 122更多的功能性和/或特征。例如,在实施例中,IED 121(例如,具有基本能力和/或特征的IED)可以能够监控瞬时电压、电流能量、需求、功率因数、平均值、最大值、瞬时功率和/或长期均方根变化,并且IED 123(例如,具有高级能力的IED)可以能够以更高的采样率等监控附加的参数,诸如电压瞬变、电压波动、频率转换速率、谐波功率流和离散谐波分量。应当理解,该示例仅用于说明性目的,并且同样地,在一些实施例中,具有基本能力的IED可以能够监控被指示为与具有高级能力的IED相关联的上述能量测量参数的一个或多个。还应当理解,在一些实施例中,IED 121、122、123、124各自具有独立的功能性。

[0151] 在所示的示例实施例中,IED 121、122、123、124经由“云”150通信地耦合到中央处理单元140。在一些实施例中,IED 121、122、123、124可以直接通信地耦合到云150,如IED 121在示出的实施例中一样。在其他实施例中,IED 121、122、123、124可以例如通过诸如云连接集线器130(或网关)的中间设备间接通信地耦合到云150,如IED 122、123、124在示出的实施例中一样。云连接集线器130(或网关)可以例如向IED 122、123、124提供对云150和中央处理单元140的访问。

[0152] 如在此使用的,术语“云”和“云计算”意在指经由通信网络连接到互联网或其他IED 121、122、123、124可以访问的计算资源,该通信网络可以是有线或无线网络,或两者的组合。构成云150的计算资源可以集中在单个位置、分布在多个位置、或两者的组合。云计算系统可以根据特定的云系统架构或编程在多个机架、刀片、处理器、核心、控制器、节点或其他计算单元之间划分计算任务。类似地,云计算系统可以将指令和计算信息存储在集中式存储器或存储装置中,或者可以在多个存储装置或存储器组件之间分配这种信息。云系统可以将指令和计算信息的多个副本存储在冗余存储单元中,诸如RAID阵列。

[0153] 中央处理单元140可以是云计算系统或云连接计算系统的示例。在实施例中,中央处理单元140可以是定位其中安装了负载111、112、113、114、115和IED 121、122、123、124的建筑物内的服务器,或者可以是定位远程的基于云的服务。在一些实施例中,中央处理单元140可以包括类似于IED 121、122、123、124的计算功能组件,但是通常可以拥有在数据处理中涉及的组件的更多数量和/或更强大的版本,诸如处理器、存储器、存储装置、互连机构等。中央处理单元140可以被配置为实施各种分析技术,以识别从IED 121、122、123、124接收的测量数据中的模式,如以下进一步讨论的。在此讨论的各种分析技术还涉及执行一个或多个软件功能、算法、指令、应用和参数,其被存储在通信地耦合到中央处理单元140的存储器的一个或多个上。在某些实施例中,术语“功能”、“算法”、“指令”、“应用”或“参数”还可以分别指并行和/或串联操作的功能、算法、指令、应用或参数的层次。层次可以包括基于树的层次,诸如二叉树、具有从每个父节点降级的一个或多个子节点的树、或它们的组合,其中每个节点表示特定的功能、算法、指令、应用或参数。

[0154] 在实施例中,由于中央处理单元140连接到云150,因此它可以经由云150访问附加的云连接设备或数据库160。例如,中央处理单元140可以访问互联网并接收信息,诸如天气数据、公用事业定价数据或在分析从IED 121、122、123、124接收的测量数据时可能有用的其他数据。在实施例中,云连接的设备或数据库160可以对应于与一个或多个外部数据源相关联的设备或数据库。另外,在实施例中,云连接设备或数据库160可以对应于用户可以从其提供用户输入数据的用户设备。用户可以查看关于IED 121、122、123、124的信息(例如,IED制造商、型号、类型等),以及由IED 121、122、123、124使用用户设备收集的数据(例如,能量使用统计)。另外,在实施例中,用户可以使用用户设备配置IED 121、122、123、124。

[0155] 在实施例中,通过利用中央处理单元140相对于IED 121、122、123、124的云连通性和增强的计算资源,可以在适当时对从一个或多个IED 121、122、123、124检索的数据以及对以上讨论的附加的数据源执行复杂的分析。该分析可用于动态地控制与电气系统相关联的一个或多个参数、过程、状况或设备(例如,负载)。

[0156] 在实施例中,参数、过程、状况或装备由与电气系统相关联的控制系统动态地控制。在实施例中,控制系统可以对应于或包括电气系统中的IED 121、122、123、124中的一个或多个、中央处理单元140和/或电气系统内部或外部的其他设备。

[0157] 参考图1B,可以适合于在图1A所示的电气系统中使用的示例IED 200例如包括控制器210、存储器设备215、存储装置225和界面230。IED 200还包括输入输出(I/O)端口235、传感器240、通信模块245和用于通信地耦合两个或多个IED组件210-245的互连机构220。

[0158] 存储器设备215可以包括易失性存储器,诸如DRAM或SRAM。存储设备215可以存储在IED 200的操作期间收集的程序和数据。例如,在IED 200被配置为监控或测量与电气系统中的一个或多个负载(例如,图1A中所示的111)相关联的一个或多个电参数的实施例中,存储器设备215可以存储所监控的电参数。

[0159] 存储装置225可以包括计算机可读和可写非易失性记录介质,诸如磁盘或闪存,其中存储定义要由控制器210执行的程序或要由该程序处理的信息的信号。控制器210可以根据已知的计算和数据传送机构来控制存储装置225和存储设备215之间的数据的传送。在实施例中,由IED 200监控或测量的电参数可以存储在存储装置225中。

[0160] I/O端口235可用于将负载(例如,图1A中所示的111)耦合到IED 200,并且传感器240可用于监控或测量与负载相关联的电参数。I/O端口235还可用于将诸如传感器设备(例如,温度和/或运动传感器设备)和/或用户输入设备(例如,本地或远程计算设备)(未示出)的外部设备耦合到IED 200。I/O端口235可以进一步耦合到一个或多个用户输入/输出机构,诸如按钮、显示器、声学设备等,以提供警报(例如,以显示视觉警报,诸如文本和/或稳定或闪烁的光,或提供音频警报,诸如嘟嘟声或长时间的声音)和/或以允许用户与IED 200交互。

[0161] 通信模块245可以被配置为将IED 200耦合到一个或多个外部通信网络或设备。这些网络可以是安装了IED 200的建筑物内的专用网络,也可以是诸如互联网的公共网络。在实施例中,通信模块245还可以被配置为将IED 200耦合到与包括IED 200的电气系统相关联的云连接集线器(例如,图1A所示的130)或云连接的中央处理单元(例如,图1A所示的140)。

[0162] IED控制器210可以包括被配置为执行IED 200的指定功能的一个或多个处理器。

处理器可以是可商购的处理器,诸如可从英特尔公司获得的众所周知的PentiumTM、CoreTM或AtomTM类处理器。还有许多其他处理器是可获得的,包括可编程逻辑控制器。IED控制器210可以执行操作系统,以定义与IED 200相关联的应用可以在其上运行的计算平台。

[0163] 在实施例中,可以在控制器210的输入处接收由IED 200监控或测量的电参数作为IED输入数据,并且控制器210可以处理测量的电参数以在其输出处生成IED输出数据或信号。在实施例中,IED输出数据或信号可以对应于IED 200的输出。例如,IED输出数据或信号可以在I/O端口235处提供。在实施例中,IED输出数据或信号可以由云连接的中央处理单元接收,例如,以用于进一步处理(例如,以识别电能质量事件,如以上简要讨论的),和/或由IED耦合到的装备(例如,负载)接收(例如,用于控制与装备相关联的一个或多个参数,如以下将进一步讨论的)。在一个示例中,IED 200可以包括用于显示指示IED输出数据或信号的可视化的界面230。界面230可以对应于在实施例中的图形用户界面(GUI),并且可视化可以包括表征IED 200耦合到的装备的容差级别的容差曲线,如以下将进一步描述的。

[0164] IED 200的组件可以通过互连机构220耦合在一起,互连机构220可以包括一个或多个总线、布线或其他电气连接装置。互连机构220可以实现通信(例如,数据、指令等)以在IED 200的系统组件之间交换。

[0165] 应当理解,IED 200仅仅是根据本公开的各个方面的IED的许多潜在的配置之一。例如,根据本公开的实施例的IED可以包括比IED 200更多(或更少)的组件。另外,在实施例中,可以组合IED 200的一个或多个组件。例如,在实施例中,存储器215和存储装置225可以组合。

[0166] 现在回到图1A,为了准确地描述非周期性事件,诸如在电气系统(诸如图1A中所示的电气系统)中的电压骤降,重要的是测量与该事件相关联的电压信号。常用于表征电压骤降和瞬变的两个属性是事件的幅度(偏离标准(norms))和持续时间(时间长度)。这两个参数都有助于定义并因此缓解这些类型的电能质量问题。事件的幅度(y轴)与其对应的持续时间(x轴)的散点图通常显示在单个图中,该图表被称为“幅度-持续时间”图、“功率容差曲线”,或在此所称的容差曲线。

[0167] 图2示出了众所周知的幅度-持续时间图250:信息技术产业(ITI)曲线(有时称为ITIC或CBEMA曲线)260。ITIC曲线260示出了“大多数信息技术设备(ITE)通常可以容忍(功能无中断)的交流输入电压包络”,并且“适用于从120V、208Y/120V和120/240V 60赫兹系统获得的120V标称电压。”在图中的“禁止区域”包括任何超过包络上限的电涌或骤升。在该区域发生的事件可能会对ITE造成损害。“无损坏区域”包括预期不会损坏ITE的骤降或中断(即,低于包络下限)。另外,“功能无中断区域”描述了蓝线之间的区域,其中大多数ITE通常可以容忍骤降、骤升、中断和瞬变。

[0168] 众所周知,ITIC曲线260的约束包括:

[0169] 1.它是为静态/固定包络/曲线,

[0170] 2.它是为IT而提出的,

[0171] 3.它适用于120V 60Hz电气系统,

[0172] 4.它是标准化的/通用的图,描述了预期的“正常”应该预期什么,

[0173] 5.它本身不提供关于事件后果的信息,

[0174] 6.它只是基于电压的图,不考虑任何其他电参数,以及

[0175] 7.为了乘法效率,它呈现在半对数图(semi-log)上。

[0176] 应当理解,现有技术的容差曲线,诸如ITIC/CBEMA、SEMI曲线或其他手动配置的曲线,通常只不过是对特定应用的建议。它们未指示特定的系统或一件装备、装置、负载或与装备、装置或负载相关联的控件将如何实际响应骤降/骤升事件、事件对电气系统的影响、或如何以及在哪里经济地缓解问题。此外,即使大多数IED监控多个负载,电气系统内的区带(子系统)也都被视为相同。很好的类比是道路地图集:尽管地图集说明了道路的位置,但它没有指示道路危险的位置、预期的汽油里程、车辆的状况、结构等等。需要更好的方法来改善对在电气系统中电压骤降和电压骤升的管理。

[0177] 考虑到上述情况,提供定制的容差曲线的能力允许能量消耗者(以及在此公开的系统和方法)通过简化的投资决策、减少的CAPEX和OPEX成本、识别的和表征的问题和机会、改善的事件的穿越,并最终提高生产率和盈利能力来更好地管理他们的系统。

[0178] 当利用为能量消耗者提供动态容差曲线的益处时,需要考虑的一些示例因素包括:

[0179] 1.没有两个客户是完全一样的,并且也没有两个计量点是完全相同的。动态容差曲线是根据在特定电气系统上收集计量数据的点进行唯一地定制的。

[0180] 2.当事件发生并被捕获时,根据电气系统的唯一的响连续更新动态容差曲线。

[0181] 3.动态容差曲线可以应用于任何类型的电气系统/任何类型的客户;它不限于ITE系统。

[0182] 4.动态容差曲线也可用于基本上任何电压电平;它不限于120伏系统。

[0183] 5.动态容差曲线没有固定的缩放比例;它可以(也可能需要)自动缩放。

[0184] 6.可以将来自离散设备的动态容差曲线自动聚合成单个动态系统容差曲线。

[0185] 考虑到上述情况,根据本公开,有许多新的潜在的特征可以为能量消耗者带来许多益处。在实施例中,这些特征的目标是将通常复杂的主题简化为能量消耗者的可动作机会。以下陈述根据本公开的示例特征以供考虑。

[0186] I.动态容差曲线

[0187] 本公开的该实施例包括基于由离散IED测量的负载影响自动调整骤降/骤升容差曲线。在该实施例中,通过对照事件后负载(即,事件开始之后的负载)评估事件前负载来确定“负载影响”。事件前和事件后负载之间的差异(即千瓦、电流、能量等)用来量化事件的影响。“影响”的量度可以被计算为百分比值、绝对值、标准化值或对能量消耗者有用的其他值。进一步的评估可以包括电压、电流、功率因数、总谐波失真(THD)级别、离散谐波分量级别、总需求失真(TDD)、不平衡或任何其他可以提供该类型(负载或源)的指示的电参数/特性、幅度、以及在电气系统内的变化的位置。数据源可起源于日志记录(logged)的数据、波形数据、直接MODBUS读取或任何其他方式。

[0188] 图3示出了典型的容差曲线(例如,ITIC曲线),其用作基线(也如图2所示)。应当注意,在各实施例中,基本上任何已知的唯一地描述的容差曲线(例如,SEMI F47、ANSI、CBEMA、其他定制的曲线)都可以用作基线容差曲线,因为本公开的该实施例的意图是动态地定制(即,变化、更新、修订等)容差曲线,使得其反映IED安装点的唯一的电压事件容差特性。随着由IED捕获和量化更多的事件,在IED的安装点处,动态电压容差曲线的准确性和特性可能会改善。图3也被示为半对数图;然而,动态容差曲线可以任何实用的格式缩放,以用

于分析和/或查看目的。

[0189] 图4示出了标准/基线容差曲线上的示例电压骤降事件(标称的50％,持续时间3毫秒),其导致IED确定的负载的20％的损失。图5中的阴影区域示出了基线容差曲线(例如,如图3所示)与下游计量负载的实际容差之间的差异,这是由于电气系统中该位置对这种程度(幅度和持续时间)的电压骤降的特定敏感度。图6示出了从事件数据点建立并针对IED安装在电气系统上的点确定的示例自动定制和更新的容差曲线。在实施例中,假设具有更严重特性(即,更深的电压骤降、更大的电压骤升、更大的瞬变、更长的持续时间等)的任何骤降/骤升/瞬变事件对负载的影响至少与当前考虑的事件一样严重。

[0190] 图7示出了标准/基线容差曲线上的大量的电压骤降/骤升/瞬变。基于事件发生时的一个或多个变化参数,某些事件被指示为有影响的,而一些事件被指示为无影响的。图8示出了从IED在电气系统上的安装点获得的测量数据所确定的大量有影响和无影响的电压骤降/骤升/瞬变的自动定制和更新的容差曲线。

[0191] a.具有负载影响的三维(3-D)动态容差曲线(在此有时也称为“动态容差-影响曲线”)

[0192] 标准容差曲线(例如,ITIC曲线、SEMI曲线等)在y轴为标称电压的百分比和x轴为持续时间(例如,周期、秒、毫秒等)的二维图中描述,例如,如图7所示。尽管y轴以标称电压的百分比为单位来表示,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实际值),或者基本上是y轴参数的幅度的任何其他描述符。另外,例如,尽管在图7中的x轴是对数的,但是应当理解,x轴不必是对数的(例如,它也可以是线性的)。这些2-D标准容差曲线图仅提供对事件特性(幅度和持续时间)的有限描述;它们不提供涉及事件对负载的影响的信息。尽管能量消耗者知道发生了事件,但他们无法判断事件是否(如果是,程度如何)影响了他们的电气系统(以及可能影响了他们的操作)。

[0193] 将第三维添加到容差曲线图允许能量消耗者直观地识别其系统的骤降/骤升/瞬变容差(在计量点处)涉及幅度、持续时间和诸如负载影响的第三参数的特性。同样,通过使用日志记录的数据、波形数据、直接MODBUS读出数据、其他数据或其任意组合来分析事件之前和之后的负载(或其他电参数)的变化来确定负载影响。

[0194] 根据本公开的实施例的三维(3-D)容差曲线可以被适配和/或定向到任何轴、透视图、比例、数值上升/下降、字母顺序、颜色、尺寸、形状、电参数、事件特性等,以向能量消耗者有用地描述一个或多个事件。例如,图9示出了合并了三个参数的容差-影响曲线的示例性正交透视图:1)y轴为标称电压的百分比;2)x轴为以周期和秒为单位的持续时间;以及3)z轴为受影响的负载百分比。尽管在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位来表示,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实际值),或者基本上可以是y轴参数的幅度的任何其他描述符。另外,尽管在所示实施例中x轴是对数的,但是应当理解,x轴不必是对数的(例如,它也可以是线性的)。图10示出了图9中所示的相同容差-影响曲线的示例性单点透视3-D视图,并且合并了用于三个轴的相同的相应的参数。它还尝试集成颜色阴影,以帮助示出由于特定幅度和持续时间事件造成的影响的严重性(从最轻到最严重;在所示实施例中从黄色到红色)。图11尝试示出合并了幅度、持续时间、负载百分比影响、阴影和事件形状的容差-影响曲线的示例性单点透视3-D视图(以在单个图中提供更多事件特性)。同样,负载影响可以是事件之前总负载的相对百分比(如图所示)、实际值(例如,千瓦、

安培等)、值的上升或下降、或这些或任何其他电参数的任何其他操纵。

[0195] b.三维(3-D)动态容差-恢复时间曲线

[0196] 建立在前面部分讨论负载影响的基础上,在实施例中,还可以使用容差-影响曲线来更直接地量化电压骤降/骤升/瞬变事件对能量消耗者操作的影响。从事件中恢复的时间可能直接影响电压事件的总成本。

[0197] 为了本公开的目的,“恢复时间”被定义为在促使其初始扰动的事件之前将电气系统参数返回(或近似返回)其原始状态所需的时间段。在实施例中,恢复时间和负载影响是独立变量;两者都不相互依赖。例如,电压事件可能会影响一小部分负载,但恢复时间可能会很长。相反地,从极大影响的事件的恢复时间可能相对较短。正如事件的影响取决于许多因素(其中一些示例在本公开的概述部分中提出)一样,恢复时间也是如此。可能严重影响恢复时间的持续时间的几个因素包括:快速定位事件源的能力(如果事件源在设施内)、装备损坏程度、备件可用性、人员可用性、冗余系统、保护方案等。

[0198] 用于计算恢复时间的一个示例方法包括测量第一影响事件的发生和当负载超过事件前负载的预定阈值的点之间经过的时间。例如,具有90%恢复阈值的500kW事件前负载将在450kW指示恢复已发生。如果计量的负载需要26分钟才能达到或超过450kW(即事件前负载的90%),则恢复时间等于26分钟。可以使用事件前负载的相对百分比、绝对值(KW)、电压或电流水平的恢复、外部或手动触发、确认的标准值、主观配置或通过使用电气或非电参数的一些其他方法来确定恢复阈值。

[0199] 图12示出了合并三个参数的容差-恢复时间曲线的示例性正交透视图:1)在y轴上的标称电压的百分比;2)在x轴上以周期和秒(或可替换地,毫秒)为单位的持续时间;以及3)在z轴上以天、小时和/或分钟为单位的恢复时间或时段。尽管在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位来表示,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实际值),或者基本上可以是y轴参数的幅度的任何其他描述符。另外,尽管在所示实施例中x轴是对数的,但是应该理解,x轴不必是对数的(例如,它也可以是线性的)。在实施例中,z轴(恢复时间)可以被配置为基本上任何固定的比例(或自动缩放),可以以上升或下降的顺序列出,并且可以使用基本上任何已知的时间单位。图13示出了在图12中所示的相同容差-恢复时间曲线的示例性单点透视3-D视图,并且合并了用于三个轴的相同的相应的参数。图13还集成了颜色阴影以帮助示出由于特定幅度和持续时间事件造成的恢复时间的严重性(从最轻到最严重;在所示实施例中从黄色到红色)。图14示出了合并了幅度、持续时间、恢复时间、阴影和事件形状的容差-恢复时间曲线的示例性单点透视3-D视图(以在单个图中提供更多事件特性)。

[0200] c.3-D动态容差-经济影响曲线

[0201] 以上讨论的3-D曲线也可以用于示出涉及电压事件的经济影响(例如,生产损失、重启损失、产品/材料损失、装备损失、第三方损失、总损失等)。显然地,配置可能很耗时;然而,恢复时间与任何相关经济因素之间的关系可以使用动态容差-经济影响曲线很容易地显示和理解。停机成本(CoD)初始可用于确定恢复时段期间的给定经济成本(假设CoD值是合理的)。一些研究表明,每分钟的停机时间给汽车行业的能量消耗者造成的损失超过22000美元。相比之下,类似的研究表明,医疗保健行业的能量消耗者每分钟停机损失超过10000美元。随着时间的推移,能量消耗者(以及在此公开的系统和方法)可以量化其典型的

恢复时间成本(无论是线性的还是非线性的),或者他们可以进行研究以确定其设施或企业之间的这种关系。确定电压事件和经济因素之间的关系将使能量消耗者能够就资本化支出和服务的保留做出更快、更好的决策。

[0202] 例如,图15示出了持续时间为3毫秒的相对于标称电压骤降事件的50%的生产损失。假设恢复时间为8小时(例如,参见图13),并且生产损失平均为2500美元/小时,则总生产损失将为20000美元。例如,如果穿越能力可以以5万美元的成本帮助避免操作中断,那么投资电压骤降穿越装备的回报可能只有大约2.5次电压事件。如本文档开头所述,研究表明,工业客户平均每年经历约66次电压骤降,因此在这种情况下,做出缓解的决策应该直截了当的。

[0203] d.上游/下游容差-影响曲线

[0204] 如已经陈述并且众所周知的,电气系统对电压事件在不同程度上是敏感的。对于一些能量消耗者来说,电压事件可能只是一个麻烦(没有重大的影响);对于其他能量消耗者来说,任何微小的电压异常都可能是灾难性的。如前所述,量化电压事件的影响有助于能量消耗者确定这些事件的严重性、普遍性和对其操作的影响。如果电压事件影响到能量消耗者的操作,下一步就是识别问题的根源。

[0205] 计量算法和其他相关联的方法可以用于确定电压事件的源是在计量点(例如,在电气系统中IED的电气安装点)的上游还是下游。例如,图16示出了具有三个计量点($M_1$、$M_2$和$M_3$)的简单电气网络。故障(X)显示发生在$M_1$和$M_2$之间。在实施例中,$M_1$中的算法可以指示故障的源位于其位置的下游(↓),并且$M_2$中的算法可以指示故障的源位于其位置的上游(↑)。另外,在实施例中,$M_3$中的算法可以指示故障的源位于上游(↑)。在实施例中,通过将故障评估为系统事件(即,使用来自所有三个IED的数据),通常可以识别故障的源在电气网络内的位置(即,相对于计量点的位置)。

[0206] 该实施例评估电压事件对涉及电压事件的源的所指示的位置(计量点的上游或下游)的影响。这非常有用,因为上游电压事件源通常需要与下游电压事件源不同的缓解解决方案(和相关联的成本)。此外,取决于电压事件源定位在电气系统中的位置,将可能有不同的经济考虑(例如,影响成本、缓解成本等)。受影响的区域越大,缓解问题的成本可能越高。与下游电压事件相比,上游电压事件可能会潜在地影响电气网络的更大部分,因此缓解起来可能会更加昂贵。同样,由于每个计量点都是唯一的,缓解电压事件的成本将根据情况确定。

[0207] 在实施例中,安装在计量点处的IED被配置为测量、保护和/或控制一个或多个负载。IED通常安装在负载的上游,因为流向负载的电流可能是测量、保护和/或控制负载的关键方面。然而,应当理解,IED也可以安装在负载的下游。

[0208] 参考图16A,另一个示例电气系统包括多个IED(IED1、IED2、IED3、IED4、IED5)和多个负载(L1、L2、L3、L4、L5)。在实施例中,负载L1、L2对应于第一负载类型,并且负载L3、L4、L5对应于第二负载类型。在一些实施例中,第一负载类型可以与第二负载类型相同或类似,或者在其他实施例中,第一负载类型可以与第二负载类型不同。负载L1、L2定位于相对于在电气系统中的IED IED1、IED2、IED3的“电气地”(或“导电地”)下游位置(即,IED IED1、IED2、IED3位于负载L1、L2的上游)。另外,负载L3、L4、L5定位于在电气系统中至少相对于IED IED1、IED4、IED5“电气地”下游的位置(即,IED IED1、IED4、IED5位于负载L3、L4、L5的

上游)。

[0209] 在所示的实施例中,在相对于负载L1、L2的上游发生的电能质量事件(或故障)X被示出。在所示的示例实施例中,向上箭头指示“上游”,向下箭头指示“下游”。如图所示,IED IED1、IED2指向故障X。另外,IED IED3、IED4、IED5指向上游。在实施例中,这是因为导致故障X的路径位于在电气系统中的IED IED3、IED4、IED5相应的位置的上游,以及在电气系统中的IED IED1、IED2相应的位置的下游。在实施例中,例如,确定故障X的方向的算法可以位于(或存储)IED、现场软件、基于云的系统和/或网关等中。

[0210] 图17示出了由类似于以上的图7的IED捕获的电压事件的2-D图电压容差曲线;然而,上游和下游电压事件被唯一地表示并且叠加/覆盖在一起。图18示出了一条2-D电压容差曲线,其仅显示了从图17所示的电压事件的总集合中分解出来的上游电压事件。类似地,图19示出了一个2-D电压容差曲线,其仅显示了从图17所示的电压事件的总集合中分解出来的下游电压事件。这些曲线图允许能量消耗者(以及在此公开的系统和方法)区分上游事件与下游事件,从而有助于提供更好的直观的视图,以识别电压事件源的主要位置(并且可能是其原因)。当然,附加的或可替换的特性、参数、滤波器和/或其他相关信息(例如,电气数据、时间、元数据等)可以被使用、显示和/或绘制,以进一步有效地和高效地修饰电压容差曲线。

[0211] 例如,图20示出了合并了五个参数的容差-影响源位置曲线的示例性正交透视图:1)y轴为标称电压的百分比;2)x轴为以周期和秒为单位的持续时间;以及3)z轴为受影响的负载百分比。尽管在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位来表示,但是应该理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实际值),或者基本上可以是y轴参数的幅度的任何其他描述符。另外,尽管在所示实施例中x轴是对数的,但是应该理解,x轴不必是对数的(例如,它也可以是线性的)。图20还包括附加的维度,诸如恢复时间(数据点的尺寸)以及特定事件是在计量点的上游还是下游(数据点中心分别为白色或黑色)。此外,z轴可以用来显示恢复时间,而数据点的尺寸可以用来表示受影响的负载百分比。应当理解,许多其他参数/维度可以在有意义和/或有用的情况下时被合并。

[0212] e.使用动态容差曲线缓解骤降/骤升/瞬变影响

[0213] 如上所述,电气系统通常在不同程度上对电压事件敏感。对于一些能量消耗者来说,电压事件可能只是一个麻烦(没有重大影响);对于其他能量消耗者来说,任何电压事件都可能是灾难性的。如前所述,量化电压事件的影响有助于能量消耗者确定这些事件的严重性、普遍性和对其操作的影响。如果电压事件影响到能量消耗者的操作,下一步应该识别问题,以便完全减少或消除该问题。

[0214] 在实施例中,对于整个本公开讨论的各种实施例,消除或减少电压骤降/骤升/瞬变(以及瞬间、临时和瞬时中断)的影响,通常可以通过三种方式来实现:1)移除电压事件的源;2)减少源产生的电压事件的数量或严重性;或3)最小化电压事件对受影响装备的影响。在一些实施例中,基本上难以移除电压事件的源(或源),因为这些相同的源通常是设施的电气基础设施、过程和/或操作中的整体组件或负载。另外,电压事件的源可能定位公用事业上,并且因此阻碍了直接解决问题的能力。如果电压事件的源定位在能量消耗者的设施内,则可以通过使用不同的技巧或技术(例如,“软启动”电机而不是“跨线”电机启动)来最小化在源上的电压事件。在一些实施例中,移除或更换电压事件的源(或源)可能成本过高,

并且需要对电气系统或子系统进行广泛的重新设计。还可以使装备对电压事件(诸如骤降、骤升和瞬变)的影响“不敏感”。一如既往,在考虑减少或消除电压问题的最佳方法时,需要进行经济上的权衡。图21是确认的图示,显示了缓解电压事件和其他PQ相关问题的成本进度,随着解决方案越靠近源,这种趋势会增加。全面的经济评估可能包括给定解决方案的初始和总生命周期成本。此外,考虑任何预期解决方案对系统电压扰动的内部和外部源的响应可能是非常重要的。

[0215] 例如,电机是大多数过程中使用的重要电气装置。由于电源和电机之间的阻抗以及电机的涌入电流(通常是满载电流的6-10倍),标准(跨线)电机启动通常会产生电压骤降。将电机从过程中移除很可能是不切实际的;然而,降低电压骤降或将其对相邻装备的影响最小化可能是可行的替代方案。几个示例解决方案可以包括使用不同的电机技术,诸如变速驱动,或者采用电机软启动技术来控制或限制涌入电流(并因此减少或消除启动时的电压骤降)。另一个示例解决方案是部署几个缓解设备或装备中的一个或多个,以减少电压事件对敏感装备的影响。同样,每个电气系统都是唯一的,因此缓解电能质量干扰的成本可能会因位置、系统和客户的不同而不同。

[0216] 该实施例包括针对由每个有能力的IED提供的动态容差-影响曲线来评估多个缓解设备的穿越特性。评估的输出可以指示将任何特定缓解设备应用于任何特定计量位置的附加的穿越益处。此外,还可以提供用于特定系统或子系统的两个或多个穿越技术或技巧之间的经济、操作和/或其他益处的比较。在实施例中,为了执行评估,可以评价缓解设备的穿越特性的受管理集合(或库)。缓解设备的受管理集合(或库)可以包括(但不限于)特性和/或能力,诸如类型、技术、幅度与持续时间行为、负载约束、典型应用、购买成本、安装成本、操作成本、可用性、购买来源、维度/外形因素、品牌的关系,并且对于每个已知品种,以此类推。在实施例中,将考虑(根据需要和可获得的)在缓解设备的受管集合中描述的特性和能力,以在可获得和可评估的数据的每个(或基本上每个)离散计量点(或子系统)上应用。在受管理集合(库)中找到的任何或每个缓解设备的一条或多条穿越特性曲线(指幅度与持续时间的穿越能力的关系)可以叠加/覆盖在至少一个或多个离散计量点的动态容差曲线上。可替换地,可以相应地通过一些其他方式来提供评估。基于诸如在受管理集合(或库)中列出和可获得的因素,可以将缓解设备的一个或多个特性和/或能力包括在针对动态容差曲线的评估中。在实施例中,该评估可以是警报驱动的、手动或自动触发、预定的或以其他方式发起的。

[0217] 可以针对一个或多个缓解设备的穿越特性,评估由每个有能力的IED为电气系统的层次(或其层次的一部分)提供的动态容差-影响曲线。在实施例中,提供穿越改善作为系统、子系统过程和/或离散位置的一部分可能是更可行、更具成本益处或以其他方式有益。虽然对一个设备或一个子系统/区带应用一种类型的穿越缓解解决方案可能是经济/实用/可行的,但是为在电气系统内的另一个设备或子系统/区带提供不同的穿越缓解解决方案可能更经济/实用/可行的。简而言之,基于可获得的信息,可以为整个(或部分)电气系统提供最经济/实用/可行的穿越缓解解决方案。在实施例中,当确定电气系统内的一个或多个位置的穿越改善时,可以考虑其他因素;然而,该申请强调利用来自一个或多个IED的离散建立的动态容差曲线的重要性。

[0218] 图22示出了图5中的2-D动态容差曲线。同样,此示例显示了基于持续3为毫秒且具

有20％负载影响的单个50％电压骤降而定制和更新的容差曲线。可以执行评估以确定最经济/实用/可行的方法来改善在电气系统中该特定位置的穿越性能。可以针对适合的选项和可行的解决方案来评价缓解设备的受管理集合(库)。图23显示了施耐德电气的SagFighter®的叠加/覆盖在更新的动态容差曲线之上的穿越特性(幅度与持续时间),其声称满足SEMI F47。图24为能量消耗者提供了SagFighter在电气系统中这个特定位置的穿越益处的图形指示(例如,如图24中的阴影区域所示)。当然,提供给能量消耗者的最终缓解设备建议可能不仅仅取决于缓解设备的穿越特性(例如,经济/实用/可行/等等)。另外,可以将该方法提供给整个电气系统或子系统上的多个计量点。

[0219] f.使用动态容差曲线确定穿越缓解解决方案的机会成本

[0220] 众所周知,机会成本指的是本可以实现但采取了替换行动方案而被放弃的益处或收益。例如,具有固定预算的设施经理可能能够投资资金来扩大设施,或改善现有设施的可靠性。机会成本将基于设施经理未采取的选择的经济益处来确定。

[0221] 在本公开的该实施例中,将“机会成本”扩展为包括其他益处,诸如生产损失、材料损失、恢复时间、负载影响、装备损失、第三方损失和/或通过一些测量可量化的任何其他损失。另外,“替换行动方案”可能是根本不采取任何行动。不采取行动的一些益处包括节省资源、节省金钱、节省时间、减少的操作的影响、延期等等。也就是说,决策者通常认为不采取行动的益处大于采取具体行动的益处。

[0222] 不采取行动的决定通常是基于缺乏与给定问题相关的信息。例如,如果某人不能量化采取特定行动的益处,他们就不太可能采取该行动(这可能是错误的决定)。相反地,如果某人能够量化采取特定行动的益处,他们更有可能做出正确的决定(是否采取行动)。此外,拥有可获得的质量信息提供了产生其他经济评价的工具,诸如成本/益处分析和风险/回报比率。

[0223] 本公开的该实施例可以针对一个或多个缓解设备、装置和/或装备的穿越容差特性连续(或半连续地)评估电压事件(骤降/骤升/瞬变)的影响。评估可以考虑历史数据来连续跟踪电压事件、相关联的离散和组合的系统影响(例如,作为相对值、绝对值、需求、能量或其他可量化的能量相关的特性)、子系统和/或系统透视图、来自两个或多个设备、区带、跨区带或其组合的层次影响。从评估中获得的信息可以用来提供关于操作影响的反馈和度量,如果一个或多个缓解设备、装置和/或装备本可以安装在一个(或多个)位置处,则这些操作影响是可以避免的。

[0224] 例如,图25提供了一个2-D图,它示出了如果在相应的电压事件之前决定安装SagFighter®则可以避免的事件(和任何相关的影响)(绿色圆圈)。图26示出了与图25类似的图,但也包括了如果在电压事件之前实施缓解解决方案可以避免的估计的恢复时间。与这些潜在地避免的事件(例如,相对影响(％)、绝对影响(W、kW等)、每个事件的恢复时间、累积恢复时间、停机时间、损失、其他可量化的参数等)相关联的度量也可以提供给能量消耗者,以帮助证明投资的合理性,以解决电压骤降问题。能量消耗者(或在此本公开的系统和方法)还可以通过将不同的缓解技术与历史容差曲线数据(即,感兴趣区域(ROI)的递减点)进行比较,来选择什么级别的缓解是合理的。度量可以按事件列出或累积、以表格或图形形式提供、作为离散点或从两个或更多设备(即,系统级别透视图)进行分析,或者以其他方式

被操纵以指示和/或量化影响和/或未安装电压事件缓解的机会成本。相同的信息可以显示为合并至少三个参数的容差-影响曲线的3-D正交透视图,例如:1)y轴为标称电压的百分比,2)x轴为以周期和秒为单位的持续时间,以及3)z轴为受影响的负载百分比(或以天、小时或分钟为单位的恢复时间)。尽管在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位来表示,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实际值),或者基本上可以是y轴参数的幅度的任何其他描述符。另外,尽管在所示实施例中x轴是对数的,但是应该理解,x轴不必是对数的(例如,它也可以是线性的)。其他参数、特性、元数据和/或缓解装置可以类似地合并到图和/或表格中。

[0225] g.使用动态容差曲线验证缓解技术的有效性

[0226] 重新评估或重新评价对设施的基础设施进行投资的决策往往被忽略、推定或仅仅基于猜测和假设。在大多数情况下,安装缓解技术的益处只是假设的,但从未被量化。测量和验证(M&V)过程着眼于量化能量节省和节约;然而,没有考虑提高可靠性和电能质量的步骤。

[0227] 本公开的实施例周期性地或连续地提供以下示例益处:

[0228] • 在承包商及其客户之间分配风险(例如,对于履约合同),

[0229] • 准确地评价电压事件以量化节省(影响、恢复时间、正常运行时间、损耗或其他经济因素),

[0230] • 将电压质量不确定性降低到合理级别,

[0231] • 协助监测装备性能,

[0232] • 确定其他监测和/或缓解机会,

[0233] • 减少对目标装备的影响,以及

[0234] • 改善操作和维护。

[0235] 动态电压影响容差曲线提供了每个离散计量点处的电压事件的基线,这些点捕获了受影响的或潜在受影响的过程、操作或设施。安装后评估可以使用从预测将体验到益处的区域获取的数据来执行。在各实施例中,这些安装后评估比较“之前与之后”,以量化安装缓解设备的实际益处。确定的数量可能包括减少的事件影响、恢复时间、操作成本、维护成本或任何其他操作或经济变量。用于确定由于安装缓解设备而计算出的节省的示例性公式可以是:

[0236] 节省=(基线成本-减少的停机成本)±调整

[0237] 其中,“减少的停机成本”可能包括以下各项的全部或部分组合:

[0238] • 减少的生产损失,

[0239] • 减少的重启损失,

[0240] • 减少的产品/材料损失,

[0241] • 减少的装备损失,

[0242] • 降低的第三方成本,以及

[0243] • ……和/或一些其他损失减少。

[0244] 在一些实施例中,可能需要考虑缓解设备的安装成本,很可能是“调整”。

[0245] 图27示出了根据本公开的示例2-D动态电压容差曲线,其中蓝色阈值线(-)表示在离散计量点的穿越基线阈值,而粉红色线(-)表示通过安装特定类型的缓解设备对电压事

件穿越阈值的预测改进。图27中的绿色圆圈表示通过安装缓解设备预计可以避免的电压事件(以及恢复时间)。图28示出了根据本公开的示例2-D动态电压容差曲线,其示出了由于缓解设备的安装而避免的实际电压事件和恢复时间。橙色线(一)表示通过安装缓解设备对电压穿越阈值的实际改善。在本例中,缓解设备通过避免了3个附加的电压事件和22小时(42个实际事件-20个预测事件)的额外恢复时间而超出了预期。

[0246] 每个电气系统都是唯一的,并且在一定程度上会有不同的表现。本公开的实施例使用经验数据来表征缓解设备的实际性能。例如,电压穿越(一)的实际阈值可能比图28中所示的预期表现得更好,因为缓解设备上的下游负载比预期的要小。这允许缓解设备的穿越时间比预期的更长。相反,超过缓解设备的标称负载可能会导致性能差于预期。随着缓解设备的负载继续增加到超过其标称值,电压穿越阈值(一)将接近原始电压穿越阈值(一),或者甚至可能更严重。

[0247] 可以绘制类似于图15所示的3-D动态容差曲线,以更好地展示缓解对其他参数的影响,诸如负载影响、恢复时间、经济因素等。在这种情况下,在IED安装的点处,至少使用三个维度来表征电气系统。3-D评估将为缓解设备的历史、现在和/或未来的性能提供更好的直观理解。它还将使针对未来的应用的缓解设备的选择变得不那么复杂,而且更具成本益处。

[0248] 与预期(基于历史数据)和实际避免的事件(例如,相对影响(%)、绝对影响(W、kW等)、减少的损失、其他可量化的参数等)相关联的度量可以提供给能量消耗者,以帮助证明原始或附加的投资的合理性,以解决电压骤降问题。度量可以按事件列出或累积、以表格或图形形式提供、作为离散点或从两个或更多设备(即,系统级别透视图)进行分析,或者以其他方式被操纵以指示和/或量化由于电压事件缓解的安装而避免的每分钟影响的益处和/或成本。相同的信息可以显示为合并至少三个参数的容差-影响曲线的3-D正交透视图,诸如:1)y轴为标称电压百分比;2)x轴为以周期和秒为单位的持续时间;以及3)在z轴上受影响的负载百分比(或恢复时间)。尽管在所示的实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位来表示,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实际值),或者基本上可以是y轴参数的幅度的任何其他描述符。另外,尽管在所示实施例中x轴是对数的,但是应该理解,x轴不必是对数的(例如,它也可以是线性的)。例如,其他参数、特性、元数据和/或缓解设备可以类似地合并到图和/或表格中。

[0249] II.使用非PQ IED以帮助量化电压事件影响

[0250] 量化电压事件的影响的能力可以从能量、电流或功率流(即,消耗)的所测量的变化中得出。IED可用于提供这些测量。可以实时地(例如,经由直接的MODBUS读数)、历史地(例如,日志记录的数据)或通过一些其他方式来获取测量结果。

[0251] 电力监控系统通常合并多种IED,这些IED安装在整个能量消耗者的电气系统中。这些IED可能具有不同级别的能力和功能集,一些更多,一些更少。例如,能量消耗者通常在电能进入其房屋的位置安装高端(许多/大多数能力)IED(图29中的$M_1$)。这样做是为了尽可能广泛地理解从源(通常是公用事业)接收到的电气信号的质量和数量。由于计量预算通常是固定的,并且能量消耗者通常希望在其整个电气系统中尽可能广泛地进行计量,因此传统观点规定,随着安装的计量表点越来越接近负载,使用能力逐渐降低的IED(例如,见图29)。简而言之,大多数设施合并的中低档IED比高端IED多得多。

[0252] “高端”计量平台(和一些“中档”计量平台)更昂贵并且通常能够捕获包括高速电压事件的PQ现象。与高端IED相比,“低端”计量平台更便宜,并且通常具有减少的处理器带宽、采样率、存储器和/或其他能力。低端IED(包括在大多数断路器、UPS、VSD等中进行的能量测量)的重点通常是能耗或其他与能量相关的功能,并且或许还有一些非常基本的PQ现象(例如,诸如不平衡、过压、欠压等稳态量)。

[0253] 此功能利用(即相互关联、相关、对齐等)来自高端IED的一个或多个电压事件指示器、统计推导和/或其他信息,该高端IED具有来自低端IED的一个或多个相似和/或不同的测量的参数,目的是量化在低端IED处的影响、恢复时间或其他事件特性。一个实现此目的示例性方法是通过使用来自高端IED的电压事件时间戳(电压事件发生时刻的指示器)作为参考点,用于评估与在本身不具有捕获电压事件能力的低端处的与相同时间戳相对应的可测量参数。在高端、中档和低端IED处评估的数据可以包括(但不限于)事件幅度、持续时间、相或线值、能量、功率、电流、顺序分量、不平衡、时间戳、事件前/期间/后的变化、任何其他测量或计算的电参数、元数据、计量特性等。同样,可以实时地(例如,经由直接的MODBUS读数)、历史地(例如,日志记录的数据)或通过一些其他方式来获取测量。

[0254] 利用非PQ IED的另一个示例方式是扩展从高端IED导出的事件警报(包括电压事件)的使用。例如,当高端IED检测到电压事件时,分析来自低端IED的一致的数据以确定影响、恢复时间或其他事件特性和/或参数。如果对来自低端IED的数据的分析指示确实发生了一些级别的影响,则可以由对一致的数据执行分析的系统生成电压事件警报、影响警报和/或其他警报类型。警报信息可以包括由低端IED、高端IED、元数据、计量表特性、负载影响、恢复时间、哪个或多个高端IED触发了低端IED警报等测量的任何相关参数和/或信息。

[0255] 图29和图30示出了本公开的该实施例的相对简单的示例。在时间$t_0$,安装在相应的计量点或位置$M_1$处的高端IED指示电压事件的开始。测量事件前负载,并且安装在计量位置$M_1$处的IED的恢复时间时钟开始。还可以根据需要测量或计算其他相关数据、度量和/或统计导出的信息。同时,管理计量系统的软件(现场和/或基于云)和/或硬件评估其他连接的IED,以确定安装在另一个相应的计量点或位置(例如,$M_2$、$M_3$、$M_4$、$M_5$、$M_6$、$M_7$、$M_8$、$M_9$、$M_{10}$)的任何其他IED是否同时经历有影响的事件。

[0256] 在该示例中,发现安装在计量位置$M_7$的IED经历了一致的有影响事件(为了简单起见,在该示例中忽略了其他设备)。事件前负载从$M_7$确定,并且使用电压事件的时间戳作为参考的$M_7$的恢复时间时钟开始。由于安装在计量位置$M_1$和$M_7$的IED被识别为受电压事件影响,基于事件前/期间/事件后的电参数(例如,功率、电流、能量、电压等)来量化影响,并且$T_0$从安装在计量位置$M_1$处的IED导出,并用作设备$M_1$和$M_7$的参考点。安装在计量位置$M_7$的IED定位于安装在计量位置$M_1$处的IED的下游,并且由于系统阻抗和唯一地受影响的负载而经历更显著的相对影响(即,其事件前负载的更大百分比)。安装在计量位置$M_1$和$M_7$的IED的恢复时间计数器彼此独立,所有IED也是如此。在该示例中,安装在计量位置$M_7$处的IED经历与安装在计量位置$M_1$处的IED大致相同的恢复时间(即,$t_{M1r} \approx t_{M7r}$);然而,情况可能不总是如此,因为恢复时间在每个计量位置可能是唯一的。

[0257] 在实施例中,虚拟计量还可以用于识别电压事件对未计量负载的影响。例如,在图30A中安装在计量位置$M_1$处的IED下游有两条电气路径。右侧的电气路径通过物理IED(例如,安装在计量位置$M_2$处)进行计量;然而,左侧的电气路径不是由物理IED直接计量。如果

由安装在计量位置$M_1$和$M_2$处的IED测量的负载数据是同步或伪同步测量的,则可以(在安装在计量位置$M_1$和$M_2$处的IED的精度和同步约束范围内)通过以下公式确定流经未计量路径$V_1$的负载:$V_1=M_1-M_2$。$V_1$表示在电气系统中的"虚拟计量表"或"虚拟IED"的位置,并且它表示用于任何同步(或伪同步)负载测量的IED安装的计量位置$M_1$和$M_2$之间的差异。

[0258] 对于这个示例,在图30A中,考虑发生在安装在计量位置$M_1$处的IED下游和位于计量位置$V_1$的虚拟计量表上游的故障。使用如上所述的虚拟计量的概念,确定在未计量的路径中已经发生负载改变。由于通过未计量路径的负载数据可能来自安装在计量位置$M_1$和$M_2$处的IED,因此可以计算由于故障对未计量路径的负载影响。在该示例中,涉及本公开的该实施例的其他重要参数也可以从虚拟计量表导出,包括恢复时间、经济影响等。

[0259] 在一个实施例中,安装在计量位置$M_1$、$M_7$处的IED和/或任何其他IED的数据采样率(例如,功率、电流、能量、电压或其他电参数)可以在已经指示电压事件之后根据需要被依赖地或独立地增加,以便提供更准确的结果(例如,恢复时间)。数据可以以表格格式、以2-D或3-D图形、彩色编码、阴影、作为来自离散IED的时间线、按区带、按层次、或按系统(聚合的)视图、以线性或对数、或以被认为相关和/或有用的任何其他结构或方法来显示。该实施例的输出可以是经由报告、文本、电子邮件、音频、屏幕/显示器、或通过一些其他交互方式。

[0260] 参考图30B-图30I,提供几个示例图以进一步示出根据本公开的实施例的虚拟计量的概念。如上所述,电气系统通常包括一个或多个计量点或位置。如上所述,一个或多个IED(或其他计量表,诸如虚拟计量表)可以被安装或定位(临时或永久地)在计量位置,例如,以测量、保护和/或控制在电气系统中的一个或多个负载。

[0261] 参考图30B,示出了包括多个计量位置(在此为$M_1$、$M_2$、$M_3$)的示例电气系统。在所示实施例中,至少一个第一IED安装在第一计量位置$M_1$处,至少一个第二IED安装在第二计量位置$M_2$处,以及至少一个第三IED安装在第三计量位置$M_3$处。至少一个第一IED是所谓的"父设备",并且至少一个第二IED和至少一个第三IED是所谓的"子设备"。在所示的示例实施例中,例如,由于至少一个第二IED和至少一个第三IED都安装在与安装了至少一个第一IED的计量位置$M_1$相关联的公共点(在此,连接1)"分支"的相应的计量位置$M_2$、$M_3$处,所以至少一个第二IED和至少一个第三IED是至少一个第一IED的子代(并且,因此彼此同层级)。连接1是在电气系统中的物理点,其中能量流(如由至少一个第一IED在$M_1$处测量的)发散,以向左和右电气系统分支提供能量(如分别由至少一个第二IED和至少一个第三IED在$M_2$和$M_3$处测量的)。

[0262] 在图30B中所示的电气系统是"完全计量"系统的示例,其中所有分支电路由物理IED(在此,至少一个第一IED、至少一个第二IED和至少一个第三IED)监控。根据本公开的各个方面,可以针对每个离散计量位置($M_1$、$M_2$、$M_3$)独立地开发动态容差曲线,而无需依赖于来自其他IED的外部输入。例如,来自由安装在第一计量位置$M_1$处的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的电气测量数据可以用于生成计量位置$M_1$处的唯一的动态容差曲线(例如,如图30C所示),而无需来自至少一个第二IED或至少一个第三IED的任何输入(或数据)。另外,来自由安装在第二计量位置$M_2$处的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的电气测量数据可用于生成计量位置$M_2$处的唯一的动态容差曲线(例如,如图30D所示),而无需来自至少一个第一IED或至少一个第三IED的任何输入(或数据)。此外,来自由安装在第三计量位置$M_3$处的至少一个第三IED捕获的能量相关信号的电气测量数据可用于生成计量位置$M_3$处

的唯一的动态容差曲线(例如,如图30E所示),而无需来自至少一个第一IED或至少一个第二IED的任何输入(或数据)。

[0263] 参考图30F,示出了另一示例电气系统,其中图30B的相似元件具有相似的参考标号。类似于在图30B中所示的电气系统,在图30F中所示的电气系统包括多个计量位置(在此为$M_1$、$M_2$、$V_1$)。同样,类似于在图30B中所示的电气系统,在图30F中所示的电气系统包括至少一个安装在或位于每个计量位置($M_1$、$M_2$)处的计量设备。然而,在此,与在图30B中所示的电气系统不同,在图30F中所示的电气系统包括根据本公开的实施例的虚拟计量表($V_1$)。

[0264] 在所示实施例中,至少一个第一IED安装在第一"物理"计量位置$M_1$处,至少一个第二IED安装在第二"物理"计量位置$M_2$处,并且至少一个虚拟计量表导出(或定位)在"虚拟"(非物理)计量位置$V_1$处。至少一个第一IED是所谓的"父设备",并且至少一个第二IED和至少一个虚拟计量表是所谓的"子设备"。在所示的示例实施例中,至少一个第二IED和至少一个虚拟计量表是至少一个第一IED的子代(并且因此被认为是彼此的同层级)。在所示实施例中,至少一个第二IED和至少一个虚拟计量表分别安装和导出在电气系统中从与安装至少一个第一IED的计量位置$M_1$处相关联的公共点(在此,连接1)"分支"的相应的计量位置$M_2$、$V_1$处。连接1是在电气系统中的物理点,其中能量流(如由至少一个第一IED在$M_1$处测量的)发散,以向左和右分支提供能量(如由至少一个第二IED在$M_2$处测量的,并且如由至少一个虚拟计量表为$V_1$计算的)。

[0265] 根据本公开的实施例,可以通过计算来自安装在第一计量位置$M_1$处的至少一个第一IED(在此,父设备)和安装在第二计量位置$M_2$处的至少一个第二IED(在此,子设备)的同步(或伪同步)数据之间的差来创建/导出与虚拟计量位置$V_1$相关联的电气测量数据。例如,在特定时间点(例如,对于同步或伪同步数据,$V_1=M_1-M_2$),可以通过计算来自由至少一个第一IED捕获的能量相关信号的电气测量数据和来自由至少一个第二IED捕获的能量相关信号的电气测量数据之间的差来导出与虚拟计量位置$V_1$相关联的电气测量数据。应当理解,虚拟计量表(例如,位于虚拟计量位置$V_1$处的至少一个虚拟计量表)可以包括来自一个或多个未计量分支电路的数据,其本身聚合成单个代表性电路。

[0266] 在图30F中所示的电气系统是"部分计量"系统的示例,其中只有总电路的子集由物理IED(在此,至少一个第一IED和至少一个第二IED)监控。根据本公开的各个方面,可以针对每个物理计量点($M_1$、$M_2$)独立地开发动态容差曲线,而无需依赖于来自其他IED的外部输入。另外,根据本公开的各个方面,虚拟计量点(V1)的动态容差曲线是使用选择来自物理IED(在此,至少一个第一IED和至少一个第二IED)的同步(或伪同步)和互补数据(例如,功率、能量、电压、电流、谐波等)导出的,并且依赖于(有时,完全依赖)这些设备(在此,至少一个第一IED和至少一个第二IED)。例如,简要地返回图30C-图30E,虚拟计量点$V_1$的动态容差曲线可以从物理计量点$M_1$、$M_2$的动态容差曲线数据导出(例如,分别如图30C和图30D所示)。由于这种依赖性,应当理解,在所示实施例中,至少一个第一IED和至少一个第二IED的问题(例如,准确性、丢失数据、非同步数据等)将被反映在所得到的虚拟计量表数据中。在所示实施例中,作为示例,虚拟计量点$V_1$的动态容差曲线可以与在图30E中所示的动态容差曲线相同(或类似)。

[0267] 参考图30G,另一个示例电气系统包括位于"虚拟"计量位置$V_1$处的至少一个虚拟计量表,安装在第一"物理"计量位置$M_1$处的至少一个第一IED,以及安装在第二"物理"计量

位置$M_2$处的至少一个第二IED。该至少一个虚拟计量表是所谓的“父设备”或“虚拟父设备”，并且至少一个第一IED和至少一个第二计量表是“子设备”。在所示的示例实施例中，至少一个第一IED和至少一个第二IED是至少一个虚拟计量表的子代(并且，因此被认为是彼此的同层级)。

[0268] 如图所示，至少一个第一IED和至少一个第二IED都安装(或定位)在电气系统中从与导出(或定位)至少一个虚拟计量表的虚拟计量位置$V_1$相关联的公共点(在此，连接1)“分支”的相应的计量位置$M_1$、$M_2$处。连接1是在电气系统中的物理点，其中能量流(如在$V_1$处计算的)发散，以向左和右分支提供能量(如在$M_1$和$M_2$分别由至少一个第一IED和至少一个第二IED测量的)。

[0269] 根据本公开的实施例，例如，与第一计量位置$V_1$相关联的电气测量数据是通过与以上结合图30F描述的略微不同的方法来创建/导出的。具体地，与第一计量位置$V_1$相关联的电气测量数据可以通过计算来自安装在计量位置$M_1$处的至少一个第一子IED和安装在计量位置$M_2$处的至少一个第二子IED设备的同步(或伪同步)数据之和来确定(例如，对于同步或伪同步数据，$V_1=M_1+M_2$)。

[0270] 在图30G中所示的电气系统是“部分计量”系统的示例，其中只有总电路的子集由物理IED监控。根据本公开的各个方面，可以针对每个物理计量点($M_1$、$M_2$)独立地开发动态容差曲线，而无需依赖于来自其他IED的外部输入。另外，根据本公开的各个方面，虚拟父计量表($V_1$)的动态容差曲线是使用选择来自物理IED($M_1$、$M_2$)的互补数据(例如，功率、能量、电压、电流谐波等)导出的，并且完全依赖于这些设备($M_1$、$M_2$)。由于这种依赖性，应当理解，计量表$M_1$和$M_2$的任何问题(例如，准确性、丢失数据、非同步数据等)将反映在虚拟父设备$V_1$中。

[0271] 参考图30H，另一个示例电气系统包括位于第一“虚拟”计量位置$V_1$处的至少一个第一虚拟计量表、安装在第一“物理”计量位置$M_1$处的至少一个第一IED、以及安装在第二“虚拟”计量位置$V_2$处的至少一个第二虚拟计量表。至少一个虚拟计量表是“父设备”或“虚拟父设备”，并且至少一个第一IED和至少一个第二虚拟计量表是“子设备”。在所示的示例实施例中，至少一个第一IED和至少一个第二虚拟计量表是至少一个第一虚拟计量表的子代(并且，因此被认为是彼此的同层级)。

[0272] 如所示出的，至少一个第一IED和至少一个第二虚拟计量表分别安装在和导出于电气系统中从与至少第一一个虚拟计量表位于(导出于)的第一虚拟计量位置$V_1$相关联的公共点(在此，连接1)“分支”的相应的计量位置$M_1$、$V_2$处。连接1是在电气系统中的物理点，其中能量流(如在$V_1$处计算的)发散，以向左和右分支提供能量(如在$M_1$处由至少一个第一IED测量的，以及如在$V_2$处计算的)。

[0273] 根据本公开的一些实施例，在图30H中所示的电气系统在数学上和概率上是不确定的，因为来自必要输入的未知值太多。可以对在虚拟设备($V_1$、$V_2$)上电能质量事件(例如，电压事件)的发生做出假设；然而，在这种情况下，电能质量事件的影响可能不可能(或极其困难)定义。如从以上和以下的讨论可以理解的，虚拟计量数据是从取自物理IED的数据导出的。在图30H中所示的实施例中，物理IED太少以致于不能导出“虚拟”数据。图30H示出了涉及虚拟IED推导的一些约束。

[0274] 参考图30I，另一个示例电气系统包括位于(或导出于)电气系统中的相应的“虚拟”计量位置($V_1$、$V_2$、$V_3$、$V_4$)的至少四个虚拟计量表(或IED)，以及安装在电气系统中的相应

的“物理”计量位置($M_1$、$M_2$、$M_3$、$M_4$、$M_5$)的至少五个IED。具体地,电气系统包括位于第一“虚拟”计量位置$V_1$处的至少一个第一“父”虚拟计量表、安装在第一“物理”计量位置$M_1$处的至少一个第一“子”IED、以及安装在第二“物理”计量位置$M_2$处的至少一个第二“子”IED(在计量位置$M_1$处的至少一个第一IED和在计量位置$M_2$处的至少一个第二IED是位于计量位置/位置$V_1$处的至少一个第一虚拟计量表的子代)。电气系统还包括安装在第三“物理”计量位置$M_3$处的至少一个第三“子”IED和位于第二“虚拟”计量位置$V_2$处的至少一个第二“子”虚拟计量表(在计量位置$M_3$处的至少一个第三IED和在计量位置$V_2$处的至少一个第二虚拟计量表是在计量位置$M_1$处的至少一个第一IED的子代)。

[0275] 电气系统还包括安装在第四“物理”计量位置M4处的至少一个第四“子”IED和位于第三“虚拟”计量位置$V_3$的至少一个“子”虚拟计量表(在计量位置$M_4$处的至少一个第四IED和在计量位置$V_3$处的至少一个第三虚拟计量表是在计量位置$V_2$处的至少一个第二虚拟计量表的子代)。电气系统还包括安装在第五“物理”计量位置$M_5$的至少一个“子”IED和定位于第四“虚拟”计量位置$V_4$处的至少一个第四“子”虚拟计量表(在计量位置$M_5$处至少一个第五IED和在计量位置$V_4$处的至少第四虚拟计量表是在计量位置$V_3$处的至少一个第三虚拟计量表的子代)。如所示,在计量层次中,从第一虚拟计量位置$V_1$到第五“物理”计量位置$M_5$和第四“虚拟”计量位置$V_4$基本上有五层。

[0276] 在图30I中所示的电气系统示出了部分计量的系统,其中只有总电路的子集由物理设备/IED监控。根据本公开的各个方面,可以针对每个物理计量位置($M_1$、$M_2$、$M_3$、$M_4$、$M_5$)独立地开发动态容差曲线,而无需依赖或相互依赖来自其他IED的外部输入。虚拟计量位置$V_1$、$V_2$、$V_3$、$V_4$的动态容差曲线可以从由安装在离散计量的位置$M_1$、$M_2$、$M_3$、$M_4$、$M_5$处的物理IED测量的互补和同步(或伪同步)数据(例如,功率、能量、电压、电流、谐波等)导出。另外地,来自由安装在第二计量位置$M_2$处的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的电气测量数据可以用于生成计量位置$M_2$的动态容差曲线,而无需来自至少一个第一IED或至少一个第三IED的任何输入(或数据)。

[0277] 具体地,通过计算来自安装在计量位置$M_1$处的至少一个第一子IED和安装在计量位置$M_2$处的至少一个第二子IED的同步(或伪同步)数据之和(例如,对于同步或伪同步数据,$V_1=M_1+M_2$),可以确定与第一虚拟计量位置$V_1$相关联的电气测量数据(并且用于帮助生成第一虚拟计量位置$V_1$的动态容差曲线)。另外,通过计算来自安装在计量位置$M_1$处的至少一个第一子IED和安装在计量位置$M_3$处的至少一个第三子IED设备的同步(或伪同步)数据之间的差(例如,对于同步或伪同步数据,$V_2=M_1-M_3$),可以确定与第二计量位置$V_2$相关联的电气测量数据(并且用于帮助生成第二虚拟计量位置$V_2$的动态容差曲线)。

[0278] 通过首先计算来自安装在计量位置$M_1$处的至少一个第一子IED和安装在计量位置$M_3$处的至少一个第三子IED设备的同步(或伪同步)数据之间的差,并且然后计算首先计算出的差与来自安装在计量位置$M_4$处的至少一个第四子IED的同步(或伪同步)数据之间的差(例如,对于同步或伪同步数据,$V_3=M_1-M_3-M_4$),可以确定与第三虚拟计量位置$V_3$相关联的电气测量数据(并且用于帮助生成第三虚拟计量位置$V_3$的动态容差曲线)。

[0279] 另外,通过首先计算来自安装在计量位置$M_1$处的至少一个第一子IED和安装在计量位置$M_3$处的至少一个第三子IED设备的同步(或伪同步)数据之间的差,并且然后计算来自安装在计量位置$M_4$处的至少一个第四子IED和安装在计量位置$M_5$的至少第五个子IED的同

步(或伪同步)数据之间的差,可以确定与第四虚拟计量位置$V_4$相关联的电气测量数据(并且用于帮助生成第四虚拟计量位置$V_4$的动态容差曲线)。首先计算出的差与所计算出的来自安装在计量位置$M_4$的至少一个第四子IED的同步(或伪同步)数据与安装在计量位置$M_5$的至少一个第五子IED的同步(或伪同步)数据之间的差可以用于确定与第四虚拟计量位置$V_4$相关联的电气测量数据(例如,对于同步或伪同步数据,$V_4=M_1-M_3-M_4-M_5$)。

[0280] 如从以下的讨论中进一步理解的,使用来自一个或多个物理IED($M_1$、$M_2$、$M_3$、$M_4$、$M_5$)的事件触发器或警报,可能使用来自物理IED的事件前数据和事件后数据来开发动态容差曲线、确定事件影响、量化恢复时间以及评价在虚拟计量表(以及计量位置$V_1$、$V_2$、$V_3$、$V_4$)处的其他相关联的成本。同样,针对虚拟计量表($V_1$、$V_2$、$V_3$、$V_4$)的导出信息的有效性取决于来自物理IED($M_1$、$M_2$、$M_3$、$M_4$、$M_5$)的数据的真实性、准确性、同步性和可用性。在这种特定情况下,存在用于导出虚拟计量表(以及计量位置$V_1$、$V_2$、$V_3$、$V_4$)的数据的许多相互依赖关系,因此应当理解,对于一个或多个推导,可能会经历一些缺陷。

[0281] 应当理解,用于确定、导出和/或生成电气系统中的虚拟计量表的动态容差曲线的上述示例也可以适用于区带和系统的聚合。根据描述“操作影响”、“恢复时间”、“恢复能量成本”等概念的精神,应当理解,聚合只有在1)对客户/能量消耗者直接有用、2)和/或可用于附加的客户和/或以业务为中心的益处(当前或未来)时才有意义。这就是为什么聚合的最佳方法通常是着眼于最坏情况(即事件影响、事件恢复时间、其他相关事件成本等)。如果执行了聚合,并且它没有反映客户在尝试解决所讨论事件时的体验,那么难以从聚合中获得任何用处。简而言之,仅仅因为某件事在数学上和/或统计上是可行的,并不一定会使其有用。

[0282] III.使用层次和动态容差曲线数据评估负载影响和恢复时间

[0283] 在实施例中,当发生负载影响电压事件时,对于能量消耗者(或在此公开的系统和方法),对响应“什么、何时、为什么、何处、谁、如何/多少/多久等”确定优先级排序是重要的。更具体地:1)发生了什么,2)何时发生的,3)为什么发生,4)何处发生的,5)谁负责,6)我如何解决问题,7)它将花费多少,8)我多久才能解决它。在此描述的实施例帮助能量消耗者回答这些问题。

[0284] 从IED、区带和/或系统的角度了解和量化电压(和/或其他)事件的影响,对于能量消耗者了解其电气系统和设施的整体操作并相应地对电气事件做出响应是极其重要的。由于每个负载都有唯一的操作特性、电气特性和额定值、功能等,因此电压事件的影响可能因负载而异。即使将可比较的负载连接到同一电气系统并且彼此相邻,这可能会导致不可预知的行为。应当理解,以下描述的实施例的一些方面可以指或与在此呈现的先前讨论的想法重叠。

[0285] 系统(或层次的)角度显示了电气系统或计量系统是如何互连的。当电压事件发生时,其影响受给定负载的系统阻抗和敏感度的强烈影响。例如,图31示出了经历电压事件(例如,由于故障)的相对简单的全表电气系统。通常,系统阻抗将决定故障的幅度,保护设备将决定故障的持续时间(清除时间),并且故障的位置将是故障对电气系统影响范围的一个重要因素。在图31中,阴影区域可能(甚至很可能)将经历显著的电压骤降,然后是中断(由于保护设备的操作)。在实施例中,事件影响的持续时间将是从故障开始时间到系统再次正常运行为止(注意:本例规定恢复时间为8小时)。在图31中的电气系统的无阴影区域也

可能由于故障而经历电压事件;然而,无阴影区域的恢复时间可能比阴影区域短。

[0286] 在实施例中,在图31所示的电气系统的阴影和非阴影区域都可能受到故障的影响;然而,两者都可能表现出不同的恢复持续时间。如果由阴影和非阴影区域服务的过程对设施的操作至关重要,则系统恢复时间将等于两个恢复时间中较大的一个。

[0287] 在实施例中,重要的是识别IED、区带和/或系统并对其进行优先级排序。可以基于以下内容在电气系统层次内确定区带:保护方案(例如,每个断路器保护区带等)、单独导出的源(例如,变压器、发电机等)、过程或子系统、负载类型、子计费组或租户、网络通信方案(例如,IP地址等)或任何其他逻辑分类。每个区带是计量系统的层次的子集,并且每个区带可以按类型进行优先级排序,并且如果适用,则每个区带可以被分配多于一个优先级(例如,具有低优先级过程的高优先级负载类型)。例如,如果保护设备还充当IED并合并到计量系统中,则该保护设备及其以下的设备可以被认为是区带。如果保护设备以协调方案分层,则区域将类似地分层以与保护设备相对应。在图32中,自动确定区带的另一种方法涉及利用分层次的上下文来评估电压、电流和/或功率数据(必要时也可以使用其他参数)来识别变压器位置。图32指示了三个区带:公用事业电源、变压器1和变压器2。图33是能量消耗者的定制的区带配置的示例性图示。

[0288] 一旦确定了区带,对每个区带进行优先级排序将有助于能量消耗者更好地响应电压事件(或任何其他事件)及其影响。尽管有可以自动对区带进行优先级排序(例如,最大到最小的负载、负载类型、恢复时间等)的技术,但最谨慎的方法是让能量消耗者对每个区带的优先级进行排名。两个或多个区带具有相同的优先级排名当然是可行的(也是预期的)。一旦建立了区带优先级,就可以从区带的角度分析电压事件的负载影响和恢复时间。同样,所有这些都可以使用上述用于确定区带、基于电气系统内的电压事件的历史影响来进行优先级排序、以及基于这些分类向能量消耗者提供分析摘要的技术来自动化。

[0289] 区带对于识别用于缓解电压事件(或其他PQ问题)的实用且经济的方法也很有用。由于缓解解决方案的范围可以从系统范围到目标方案,因此以相同的方式评估缓解机会是有益的。如在以上的图21中所示,例如,随着所提出的解决方案越靠近电气总开关设备,电压事件的缓解解决方案变得更加昂贵。

[0290] 在实施例中,评估区带以识别电压事件的缓解机会可以产生更平衡、更经济的解决方案。例如,一个区带可能比另一个区带更容易受到电压事件的影响(例如,可能是由于本地电机启动)。有可能向来自另一个区带的敏感负载提供电气服务。可替换地,将电压事件的原因(例如,本地电机)移动到另一个区带的另一个服务点可能是谨慎的。

[0291] 评估区带的另一个示例益处是能够基于每个相应的区带的优先级排序来确定用于电压事件缓解的资本支出(CAPEX)投资的优先化。假设已对区带进行了适当的优先级排序/排名,则可以随着时间的推移聚合重要的度量,诸如受影响的负载百分比(相对)、受影响的总负载(绝对)、最坏情况的严重性、恢复时间等,以指示缓解设备的最佳解决方案和位置。使用来自区带内IED的聚合的区带电压容差数据可以为整个区带提供“最佳”解决方案,或者为区带内的一个或多个负载定位目标解决方案。

[0292] IV.使用动态容差曲线及相关联的影响数据对IED进行警报管理

[0293] 如上所述,在电气系统/网络内的每个位置通常具有唯一的电压事件容差特性。为电气系统中的一个或多个计量点动态地(连续地)生成不同的电压事件容差特性提供了许

多益处,包括更好地理解电气系统在计量点的行为、用于缓解电压异常的合适且经济的技术、验证安装的缓解设备满足其设计标准、利用非PQ IED来帮助表征电压事件容差等。

[0294] 表征IED点的电压事件容差的另一个示例优势是在IED的安装点定制警报。使用动态电压事件表征来管理警报提供了几个益处,包括确保1)相关事件被捕获,2)防止过多的警报(更好的"警报有效性"),3)配置适当的报警,以及4)对重要的警报进行优先级排序。

[0295] 现有的用于警报配置和管理的方法通常包括:

[0296] • 能量消耗者基于标准、建议或猜测进行手动配置。

[0297] • 一些形式的设置点学习,需要配置"学习时段"来确定什么是正常的。

[0298] 不幸的是,如果事件发生在学习时段期间,它将被认为是正常行为,

[0299] 除非能量消耗者捕捉到该事件并省略了数据点。

[0300] • "捕获一切"方法,要求能量消耗者应用滤波器来区分哪些警报重要,

[0301] 哪些警报不重要。

[0302] 简而言之,在事件警报在"实时系统"中被捕获之前或之后,可以要求能量消耗者(可能不是专家)主动区分哪些事件警报/阈值是重要的。

[0303] 目前,IED电压事件警报具有通常配置的两个重要阈值:1)幅度和2)持续时间(有时称为警报滞后)。装备/负载被设计为在给定的最佳电压幅度(即额定电压)下操作,该最佳电压幅度由可接受的电压幅度的范围来限定。另外,负载可能在可接受的电压范围之外操作,但只能在很短的时间段(即持续时间)内运行。

[0304] 例如,电源可以具有120伏rms±10%(即±12伏rms)的额定电压幅度。因此,电源制造商规定电源不应在108-132伏rms范围外连续运行。更确切地说,制造商没有就电源的性能或对超出其规定电压范围的损坏敏感性做出任何承诺。电源在规定电压范围之外的瞬间(或更长时间)电压漂移/事件期间的性能不太明显。电源由于其固有的储能量的能力而可能会提供一定的电压穿越。电压穿越的长度取决于许多因素,主要是电压漂移/事件期间连接到电源的负载的量/数量。在电源上的负载越大,电源穿越电压漂移/事件的能力就越短。总之,这证实了两个参数(在电压事件期间的电压幅度和持续时间),其也恰好与在基本电压容差曲线中示例的两个参数相同。在涉及电压事件的影响和IED警报阈值的情况下,它进一步将负载作为附加的参数进行验证。

[0305] 在本公开的实施例中,IED设备的电压幅度警报阈值可以初始地被配置为合理的设置点值(例如,负载的额定电压±5%)。对应的持续时间阈值可以初始地被配置为零秒(最高持续时间敏感度)。可替换地,IED设备的电压幅度警报阈值可以被配置为高于或低于负载的额定电压(最高大小敏感度)的任何电压漂移。同样,对应的持续时间阈值(警报滞后)可以初始地被配置为零秒(最高敏感度)。

[0306] 当计量的电压超出电压警报阈值(无论其配置的设置点如何)时,IED设备可能会在电压干扰事件上发出警报。IED可以捕获涉及电压事件的特性,诸如电压幅度、时间戳、事件持续时间、事件前/事件期间/事件后的相关电参数和特性、波形和波形特性、和/或IED能够捕获的任何其他监控系统指示或参数(例如,I/O状态位置、相关时间戳、来自其他IED的一致的数据等)。

[0307] 可以评估电压事件以确定/验证事件前的电参数值(例如,负载、能量、相不平衡、电流等)与其对应的事件后的值之间是否存在有意义的差异。如果不存在差异(事件前与事

件后),则电压事件可被认为是“无影响的”,这意味着没有迹象表明能量消耗者的操作和/或装备在功能上受到电压事件的影响。电压事件数据可以仍然保留在存储器中;然而,在IED捕获电压事件的点处,它可以被分类为对能量消耗者的操作无影响。然后,可以将现有的电压警报幅度和持续时间阈值设置点重新配置为无影响事件的幅度和持续时间(即,重新配置为敏感度较低的设置点)。最终,在实施例中,在IED点处没有指示任何操作和/或装备功能影响的更严重的电压事件将成为用于那个相应的IED的电压事件警报的新电压幅度和持续时间阈值。

[0308] 如果事件前和事件后确实存在差异,则电压事件可被认为是“有影响的”,这意味着至少有一个指示表明能量消耗者的操作和/或装备在功能上受到电压事件的影响。电压事件数据可以保留在存储器中,包括涉及有影响事件的所有测量的/计算的数据和度量(例如,受影响的百分比、绝对影响、电压幅度、事件持续时间等)。此外,与电压事件相关联的附加的相关数据可以在稍后时间被附加到电压事件数据记录/文件(例如,从事件中计算的恢复时间、来自其他IED的附加的电压事件信息、确定的事件源位置、元数据、IED数据、其他电参数、更新的历史规范、统计分析等)。因为电压事件被确定为“有影响的”,所以电压警报幅度和持续时间阈值设置点保持不变,以确保IED在电气系统内其相应的安装点继续捕获不太严重但仍然有影响的事件。

[0309] 在实施例中,该过程的最终结果是离散IED设备在安装点处产生定制的电压警报模板,该模板指示产生有影响事件的电压事件(及其相应的特性)和/或区分有影响电压事件和无影响电压事件。随着更多的电压事件发生,定制的电压警报模板可以更准确地表示IED安装点处的真实电压事件敏感度。在实施例中,可能捕获超过任何标准化或定制的阈值的任何(或基本上任何)电压事件;然而,能量消耗者可以选择将有影响事件进行优先级排序为警报/指示器的独特类别。例如,通过仅通知被认为指示已经发生有影响事件的优先警报,这可以用来最大限度地减少多余电压警报在能量消耗者的监控系统中的泛滥。

[0310] 如上所示,结合本公开的其他实施例,为定制的电压事件警报通知构建的定制的电压容差曲线还可以用于推荐缓解设备,以改善IED安装点的穿越特性。如果能量消耗者安装缓解设备,则系统可以提供/检测手动或自动指示,从而可以基于系统修正(例如,缓解设备安装)创建新版本的电压容差模板。在实施例中,实用的方法可以是向系统添加补充缓解设备的手动指示;然而,例如,也可以基于电气系统对IED安装点处的电压事件的响应中的“非特性变化”来提供自动指示。例如,可以通过统计地评估(例如,经由分析算法)一个或多个电参数(即,电压、电流、阻抗、负载、波形失真等)来建立这些“非特性变化”。在实施例中,还可以通过在IED的安装点处穿越的电压事件的任何突然变化来识别它们。可以向能量消耗者或电气系统管理器进行查询,以验证对电气网络的任何添加、消除或变化。来自能量消耗者的反馈可以用来更好地精细化涉及电压事件(或其他计量特征)的任何统计评估(例如,分析算法)。将保留历史信息(包括定制的电压容差曲线)以用于大量评价,诸如缓解技术的有效性的验证、新设备安装对电压穿越特性的影响等。

[0311] 作为该实施例的一部分,可以使用多于两个的事件参数来配置阈值以触发电压事件的警报。在上述描述中,电压偏差的大小和电压事件的持续时间用来配置和触发电压事件警报。在实施例中,还可能包括更多维度,诸如负载影响和/或恢复时间,以配置电压事件警报。正如可以仅在任何负载受到影响时将电压事件设置点阈值设置为警报一样,也可以

配置电压事件设置点阈值以允许对负载一定级别的影响。通过手动或自动(基于电参数识别)地负载识别,可能在只有特定类型的负载因电压事件而受到影响时发出警报。例如,一些负载具有某些特征,诸如特定谐波频率的级别升高。在实施例中,如果那些特定的谐波频率不再明显,则可能触发电压事件警报。

[0312] 可能使用其他参数来定制警报模板。例如,能量消耗者可能只对恢复时间大于5分钟的电压事件感兴趣。通常产生恢复时间短于5分钟的电压事件特性可以通过使用历史事件数据相应地配置警报模板来过滤。此外,能量消耗者可能只对生成大于500美元的货币损失的电压事件感兴趣。同样,通常产生小于500美元的货币损失的电压事件特性可以使用历史数据相应地配置警报模板来过滤。显然,从电压事件特性导出的任何其他有用参数可以类似地用于定制和提供实用的警报配置。还可以同时使用多个参数(例如,恢复时间>5分钟和货币损失>500美元)以提供更复杂的警报方案和模板等。

[0313] 在实施例中,随着更多的电压事件发生,在离散和系统级别两者上捕获了附加的电压事件前/事件期间/事件后的属性和参数,并将其集成到典型的历史特性(历史规范)中。电压事件的这种附加的特性可用于例如从离散和系统级别两者估计/预测预期的恢复时间。另外,可以基于有关有效排序以重启负载的历史事件数据,向能量消耗者提出有关如何实现更快恢复时间的建议。

[0314] 在实施例中,可以基于在电气系统内的一个或多个离散计量/IED点处测量的负载级别来执行客户警报优先级排序(对于电压事件或任何其他事件类型)。当从计量/虚拟/IED点接收到一个或多个负载已经变化(或正在以非典型方式操作)的一些指示时,可以基于在一个或多个离散处(或基于负载的非典型操作)处测量的负载级别来重新评估和修正电压事件警报设置点阈值。例如,当一个或多个IED指示测量负载低(指示设施离线)时,使电压事件警报无效、静音或降低其优先级排序可能是有利的。相反,提高电压事件警报的优先级将是谨慎的,因为一个或多个IED指示正在启动附加的负载。

[0315] 如本节前面所述,在实施例中,可以使用该特征对警报(包括电压事件警报)进行优先级排序。IED可以被配置为捕获涉及来自在安装点处的标称电压(或负载额定电压)的基本上任何可感知的电压变化的数据,并采取包括存储、处理、分析、显示、控制、聚集等动作。另外,可以对超过一些预定义的设置点/阈值的基本上任何警报(包括电压事件警报)执行相同的动作,预定义的设置点/阈值诸如由动态电压容差曲线、标准或其他建议(如从任何数量或组合的电参数、I/O、元数据、IED特性等导出)。在实施例中,然后基于任何数量的参数,可以分析任何或所有捕获的事件(包括电压事件),以在离散的、区带和/或系统级别上自动对警报进行优先级排序,这些参数包括:警报类型、警报描述、警报时间、警报幅度、受影响的相、警报持续时间、恢复时间、波形特性、与警报相关联的负载影响、位置、分层次的各方面、元数据、IED特性、负载类型、客户类型、经济方面、对操作或负载的相对重要性、和/或涉及事件(包括电压事件)和能量消耗者地操作的任何其他变量、参数或其组合。优先级排序可以与离散事件的固有特性相关,或者涉及多于一个事件(包括电压事件)的比较,并且可以在事件起源、推迟到稍后时间或者取决于前述参数时执行。在实施例中,优先排序可以是与能量消耗者交互的、自动的或两者兼而有之,其目标是促进能量消耗者的偏好。

[0316] 在实施例中,要考虑的参数可以至少包括电气数据(来自至少一个相)、控制数据、时间数据、元数据、IED数据、操作数据、客户数据、负载数据、配置和安装数据、能量消耗者

偏好、历史数据、统计和分析数据、经济数据、材料数据、任何导出/开发的数据等等。

[0317] 例如,图34示出了对于IED的相对简单的电压容差曲线,对于从1usec到稳态的任意范围的事件,电压警报阈值设置为标称电压的±10%。在图35中,在此IED上发生电压骤降事件,该骤降事件骤降到标称电压的50%并且持续3毫秒。对此事件的事件前/事件期间/事件后分析指示没有负载受到影响。在实施例中,因为没有负载受到影响,当(有时,仅当)电压事件的幅度和持续时间对在图35中描述的事件更严重时,在IED中的警报设置点阈值被重新配置为指示电压事件的发生/对电压事件的发生进行优先级排序。图36示出了对原始电压容差曲线所做的变化。简而言之,在图的红色区域中发生的电压事件预期是无影响的,并且在图的绿色区域中发生的电压事件可能是有影响的,也可能是无影响的。在图37中,另一个电压事件发生并被相同IED捕获。在第二电压事件中,电压中断(至标称电压的0%)发生,并且持续1毫秒。同样,对第二事件的事件前/事件期间/事件后分析指示没有负载受到影响。再一次,当(有时,仅当)电压事件的幅度和持续时间比在图36中描述的事件更严重时,在IED中的警报设置点阈值被重新配置为指示电压事件的发生/对电压事件的发生进行优先级排序。图38示出了对原始电压容差曲线所做的变化。

[0318] 在图39中,第三电压事件发生并被IED捕获。在第三电压事件中,电压骤降到标称电压的30%,并且持续2毫秒。这一次,第三事件的事件前/事件期间/事件后分析指示25%的负载在标称电压的30%处受到影响(例如,断开)。随后,警报设置点阈值保持不变,因为对负载的影响为25%(即,负载影响发生在预期发生的地方)。图40示出了这三个电压事件之后电压事件警报阈值的最终设置。注意,因为本公开的此实施例的目的是重新配置/修正电压事件设置点阈值,因此第三事件未在图上示出。可以将第三事件的发生通知给能量消耗者,并且可以存储电压事件数据、计算、推导和任何分析,以供将来参考/受益。

[0319] V.评估和量化电压事件对能量和需求的影响

[0320] 建立由电压事件引起的损失通常是复杂的;然而,本公开的实施例提供了有趣的度量(或度量)来帮助量化能量和需求对总损失的贡献。当电压事件发生时,设施过程和/或设备可能脱扣跳闸(trip off-line)。重启过程和/或设备的活动会消耗能量,并且(在一些情况下)可以产生对设施的高峰需求。尽管这些成本经常被忽略,但随着时间的推移,它们可能会相当可观,但对设施运营的实际产量和盈利能力几乎没有贡献。或许有办法通过保单覆盖、一些司法管辖区的减税,甚至是来自公用事业的高峰需求“宽恕”来收回部分成本。也许最重要的是,量化电压事件对公用事业账单的财务影响可以提供激励措施,以减轻导致这些意外和潜在的有影响的损失的电压事件。

[0321] 当电压事件发生时,可以执行上述分析以确定对负载或操作的影响级别。如果没有发现对负载、过程和/或系统的影响的证据,则可以忽略本公开的该实施例的该方面。如果发现电压事件影响了负载、过程和/或系统,则执行电参数的事件前/事件期间/事件后分析。恢复时间时钟开始,并且本公开的该实施例将能量消耗、需求、功率因数以及涉及公用事业计费结构的任何其他参数归类为与恢复时间间隔相关联。可以对这些参数执行评估和分析,以确定离散、区域和/或系统度量(包括聚合)、与历史事件度量的比较、增量能量/需求/功率因数成本等。可以针对本地公用事业费率结构来评估这些度量,以计算用于恢复、离散、区域和/或系统在用于定向缓解的恢复时段期间最敏感和最昂贵的总能量相关成本、基于历史电压事件数据(例如,事件数量、事件恢复时段、事件的能量成本等)的预期、操作

上/程序上改善电压事件响应时间的机会等。

[0322] 在实施例中,在恢复时段之前、期间和/或之后收集的数据和分析可以被过滤、截断、汇总等,以帮助能量消耗者更好地理解电压事件(或其他事件)对其电气系统、过程、操作、响应时间、程序、成本、设备、生产率或其业务的操作的任何其他相关方面的影响。它还可以提供有用的摘要(或详细报告),以便与公用事业、管理、工程、维护、会计/预算或任何其他相关方进行讨论。

[0323] VI.使用恢复时间分解典型和非典型操作数据

[0324] 重要的是要认识到,与非恢复时间(即正常操作)相比,在恢复时段期间的设施的操作通常是异常的或非典型的。对异常或非典型操作数据与正常操作数据(即,非恢复数据)进行识别、"标记"(即,表示)和/或区分以执行计算、度量、分析、统计评估等是有用的。计量/监控系统本身并不区分异常运行数据和正常运行数据。将操作数据区分并标记为异常(即,由于处于恢复模式)或正常提供了几个优势,包括但不限于:

[0325] 1.分析(诸如前面提到的)可能假设整个所有数据的操作一致性;然而,将异常或非典型操作模式与正常操作模式区分,以更好地评估和理解正在分析的数据的重要性是有用的。通过提供两种不同类别的操作来改善数据分析:正常操作和异常/异常/非典型。可以自动地和独立地分析每个操作模式,以提供关于在设施或系统内的每个操作模式的唯一和/或更精确的信息。区分正常操作数据和非典型操作数据(即,由于电压事件)进一步支持基于分析的结论做出的决策。

[0326] 2.区分正常和异常操作模式,可能为每种操作模式提供离散的基线信息。因为非典型数据可以从系统数据分析中排除,所以这提供了更好地标准化操作数据的能力。另外,可以分析异常操作模式,以帮助理解、量化并最终缓解与有影响电压事件相关联的影响。在事件缓解的情况下,对异常操作时段的数据分析将有助于识别可能更有效和/或更经济的方法来减少电压事件的影响。

[0327] 3.由于电压事件造成的损失通常难以建立;然而,对标记(即分区的、表示的等)为不正常/异常/非典型的数据的评估可用于识别与电压事件相关联的能量消耗异常值。该信息可以用来帮助量化事件对总损失的能量和需求贡献。当发生电压事件时,设备可能会意外脱扣跳闸。重启设备和过程的过程会消耗能量,并且(在一些情况下)会对设施产生新的高峰需求。尽管这些成本经常被忽略/遗漏,但随着时间的推移,它们在对实际生产和运营的盈利能力几乎没有贡献的同时可能会是相当大的开销。或许有办法通过保单覆盖、一些司法管辖区的减税,甚至是来自公用事业的高峰需求"宽恕"来收回部分成本。也许最重要的是,量化电压事件对公用事业账单的财务影响可以提供激励措施,

[0328] 以缓解导致这些意外和潜在的有影响的损失的电压事件。

[0329] VII.涉及电压事件影响和恢复时间的其他评估和度量

[0330] 众所周知,包括停电在内的电压事件是导致业务中断相关损失的主要全球原因。根据安联全球的研究,中型和大型企业的年度经济损失估计在1040亿美元至1640亿美元之间。在实施例中,通过合并附加的经济元数据,可以评估单独的电压事件以确定这些事件的货币影响。另外,在实施例中,可能通过聚合来自单独的事件的数据和信息来总计电压事件影响。有助于量化电压事件的经济影响的一些示例有用的财务信息包括:平均材料损失/事件/小时、公用事业费率关税(如上所述)、平均生产损失成本/事件/小时、估计的设备损失/

事件/小时、平均第三方成本/事件/小时、或涉及每个事件或每天/小时/分钟的停机时间成本的任何其他货币度量。使用来自上述计算的恢复时间,可以确定基本上任何已被货币化量化的损失的度量。这些度量可以相应地在离散IED、区域和/或系统级别确定。

[0331] 在此提出了许多新的电压事件相关的索引,作为用于限定和量化电压事件和异常的有用度量。尽管这些新索引着眼于电压骤降,但在实施例中,它们也可以被考虑用于任何其他电压事件或电能质量事件类别。示例索引包括:

[0332] o平均事件间隔时间(MTBE)。如在此所使用的,术语"MTBE"用于描述在事件及其随后的恢复时间之间系统或系统的部分可操作的平均或预期时间。这包括有影响的事件和无影响的事件两者,因此与每个事件相关联的一定量的恢复时间可能会有也可能没有。

[0333] o有影响事件平均间隔时间(MTBIE)。如在此所使用的,术语"MTBIE"用于描述在事件及其随后的恢复时间之间系统或系统的部分可操作的平均或预期时间。在实施例中,该度量仅限于有影响事件,并且可能具有与每个事件相关联的一定量的恢复时间。

[0334] o平均重启时间(MTTR)。如在此所使用的,术语"MTTR"用于描述在系统或系统的部分(例如,负载、区域等)级别上重启生产所花费的平均时间。此"平均时间"包括重启生产所涉及的所有(或基本上所有)因素,包括(但不限于):维修、重新配置、重置、重新初始化、查看、重新测试、重新校准、重启、更换、重新培训、重新定位、重新验证,以及影响操作的恢复时间的任何其他方面/功能/工作。

[0335] o骤降率。如在此所使用的,术语"骤降率"用于描述诸如小时、月、年(或其他时间段)的给定时间段内系统或系统的部分的电压骤降事件的平均数量。

[0336] o生产可用性。如在此所使用的,术语"生产可用性"通常指的是立即准备生产,并被定义为设施在给定时间或时间段内执行其所需操作的能力。该度量着眼于事件驱动参数,并且可以由以下确定:

[0337] $$PA_i = \frac{MTBIE}{MTBIE + MTTR}$$

[0338] 在实施例中,系统、区域和/或离散IED点可以由其"数字9的生产正常运行时间(Number of 9's Production Up-Time)"来表征,这是不包括恢复持续时间的生产可用性的指示。类似于通常含义中的数字9的(Number of 9's),该度量可以每年确定(或标准化为年值),以提供电压事件(或其他事件)对操作生产率的影响的指示或度量。该度量可能有助于识别缓解投资机会,并相应地对这些机会进行优先级排序。

[0339] 在实施例中,可以使用上述度量基于历史恢复时间信息来估计/预测恢复时间。例如,电压事件的幅度、持续时间、位置、元数据、IED特性或其他计算/导出的数据和信息可用于促进这些估计和预测。该措施可以作为一个或多个报告、文本、电子邮件、声音指示、屏幕/显示器或通过任何其他交互方式在离散IED点、区域和/或系统级别被执行并提供给能量消耗者。

[0340] 补充度量的几个示例对能量消耗者的操作可能是唯一的,并且有助于对用于布置、投资等的缓解设备考虑因素进行优先级排序,包括:

[0341] o平均区域中断频率指数(AZIFI)。AZIFI是示例度量,可用于量化在电气系统中经历"最多"中断的区域。如在此所用,AZIFI定义为:

[0342] $$AZIFI = \frac{在设施内的区域影响的数量}{在系统中区域的总数量}$$

[0343] o区域影响平均中断频率指数(ZIAIFI)。ZIAIFI是示例度量,可用于显示在电气系统中区域中断随着受影响的区域的数量的趋势。如在此所用,ZIAIFI定义为:

[0344] $$ZIAIFI = \frac{区域影响的数量}{至少有一个影响的区域的数量}$$

[0345] o平均区域中断持续时间指数(AZIDI)。AZIDI是示例性度量,可用于基于区域影响的平均值来指示系统的总体可靠性。如在此所用,AZIDI定义为:

[0346] $$AZIDI = \frac{所有受影响区域的恢复时间持续时间的总和}{系统中区域的总数量}$$

[0347] o区域总平均中断持续时间指数(ZTAIDI)。ZTAIDI是示例度量,可用于提供经历至少一次有影响电压事件的区域的平均恢复时段的指示。

[0348] 如在此所用,ZTAIDI定义为:

[0349] $$ZTAIDI = \frac{所有区域影响的持续时间的总和}{经历至少一个影响的区域的数量}$$

[0350] 尽管前述度量着眼于区域相关的影响,但在实施例中,一些或所有概念可被重新用于离散IED点或(在一些情况下)系统影响度量。应当理解,在此的目的是记录为能量消耗者及其操作创建有用度量的能力的示例;而不是定义每种可能的度量或其组合。

[0351] 还应当理解,可以适当地针对上游、下游、内部(例如,设施)和外部(例如,公用事业)电压事件源进一步确定和划分上述度量中的每一个。所提到的后两种(内部/外部)可能需要对IED和/或电气系统进行一定级别的层次分类。例如,层次的其他分类(例如,保护布局方案、单独导出的源、过程或子系统、负载类型、子计费组或租户、网络通信方案等)可用于根据需要创建/导出附加的有用的度量,以更好地评估电压事件对设施的运行的影响。来自本公开的实施例的输出可以由一个或多个报告、文本、电子邮件、声音指示、屏幕/显示器或通过任何其他交互方式来提供。可以在IED、现场软件、云、网关或其他监控系统组件和/或附件处提供指示。在实施例中,输出和指示可以由根据本公开的电路和系统响应于电路和系统接收和处理相应的输入来生成。

[0352] VIII.电压事件恢复状态跟踪

[0353] 根据本公开的用于减少恢复时间段的示例方法包括提供在恢复进行时跟踪恢复的方法。通过经由离散IED、区域、分层结构和/或系统实时地识别和监控恢复时段,能量消耗者(以及在此公开的系统和方法)能够更好地识别、管理和加速其整个设施中的事件的恢复过程。事件恢复跟踪允许能量消耗者了解恢复的状态,并做出更好和更快的决策,以促进其的恢复。该实施例还将允许能量消耗者查看历史数据以进行恢复改善、产生和/或更新恢复程序、识别区域恢复限制、故障设备等以改善未来的事件恢复情况(并因此增加系统正常运行时间和可用性)。警报能力可以合并到恢复情况中,以提供在区域或设施内的约束位置的指示。历史恢复度量或一些其他的配置的设置点可以用来确定IED、系统软件和/或云的恢复警报阈值设置,并且来自本公开的实施例的输出可以由一个或多个报告、文本、电子邮

件、声音指示、屏幕/显示器或通过任何其他交互方式来提供。

[0354] IX.开发涉及电压事件的各种基线

[0355] 用于确定预期的恢复时间的另一示例方法使用诸如市场细分和/或客户类型、基于过程的评估和/或负载和设备类型等因素来确定预期的恢复时间。例如,通过基于这些和其他因素定义恢复时间,可以针对电压事件的幅度、持续时间、受影响的负载百分比和/或任何其他电参数、元数据或IED规范来开发恢复时间基线或参考。基线/参考可用于设置恢复警报阈值、评估恢复时间性能并且识别改善的机会、估计实际的恢复时间和成本与预期的恢复时间和成本的关系、改善对有影响电压事件的估计的准确性等。实际历史电压事件影响和恢复时间数据可用于通过各种方式来产生相关模型,包括统计分析(和/或分析)和评估、简单内插/外推、和/或产生合理典型值的任何其他方法。基线/参考模型可以从简单到复杂,并且可以针对离散的IED位置、区域或整个系统而创建或确定,并且本公开的实施例的输出可以由一个或多个报告、文本、电子邮件、声音指示、屏幕/显示器或通过任何其他交互方式来提供。

[0356] X.评估电压事件相似性,以识别重复行为

[0357] 在实施例中,评估电气系统上的电压事件以检查事件相似性对于能量消耗者可能是有用的。相似性可以是事件发生时间、季节性、恢复时间特性、电参数的行为、区域特性的行为、操作过程的行为和/或任何其他显著的行为或共性。识别重复行为和/或共性可能是用于优先级排序和解决电压事件影响的重要策略。此外,历史数据的分析/分析学可以提供预测在所述电压事件的初始发生之后由于电压事件而导致的系统影响和恢复时间的能力。

[0358] XI.电压事件预测

[0359] 如本公开的先前实施例中所提到的,重要的是能够为能量消耗者识别有益处的机会,以缓解电压事件。另一个可以考虑的度量是预测估计的中断次数、估计的影响和总恢复时间(以及相关联的成本)。在实施例中,该度量对于规划目的、对电压事件缓解设备的资本投资机会的支持、甚至对预测针对安装所述缓解设备的预期的节省可能是极其有用的。这些预测可能会在稍后的时间点进行评估,以确定其准确性,并微调未来的预测和预期。

[0360] XII.涉及电压事件影响和恢复时间的其他图和图表

[0361] 除了结合上述实施例讨论的各种曲线图(或图)之外,还有附加的有用的方法来显示涉及电压事件的数据。例如,以下结合图41-图44描述的图仅是以有用的格式显示数据的几个示例;可以有许多其他方法来以有益于能量消耗者的有意义的方式呈现电压事件数据。例如,图、图表、表格、图示和/或其他说明性技术可用于总结、比较、对比、验证、排序、趋势、演示关系、解释等。这些数据类型可以是实时的、历史的、建模的、预测的、基线的、测量的、计算的、统计的、导出的、总结的和/或估计的。图还可以是任何维度(例如,2-D、3-D等)、颜色、阴影、形状(例如,线、条等)等,以提供唯一的且有用的透视图。

[0362] 图41示出了单个事件的负载影响与恢复时间的示例。绿色区域表示正常或预期的操作参数范围,橙色阴影区域突出显示恢复时间时段,黑色线是作为时间的函数的负载。图42示出了一系列有影响的事件与其从单个IED(在此也可以使用多个IED)的恢复时间的关系的示例。在此示例中,绿色区域指示正常或预期的操作参数,橙色阴影突出显示系统经历有影响事件和经历恢复时段的时段。图43示出了附加的数据与在图41中所示数据集成的示例。在此示例中,绿色区域指示正常或预期的操作参数范围,橙色阴影突出显示恢复时间

段,黑色线显示作为时间的函数的负载,粉色虚线显示作为时间的函数的预期负载,以及蓝色虚线显示典型的事件前轮廓。根据经验,随着时间的推移,上游事件的行为可能比下游事件更难以预测。图44示出了针对电压事件的事件前/事件期间/事件后负载影响百分比与恢复时间的关系的示例。同样,不同的变量、度量参数、特性等可以根据需要或有用的用图、图示等来示出。

[0363] XIII.电压事件影响和恢复时间数据的聚合/合并

[0364] 众所周知,电压事件通常是广泛的,同时影响多个负载、过程甚至整个系统。在实施例中,根据本公开的计量系统可以展现来自位于设施上的不同IED的多个警报。源事件通常影响整个系统,例如,导致每个(或基本上每个)有能力的IED指示事件已经发生。

[0365] 在实施例中,出于几个原因,聚合/合并系统上的大量的电压事件数据、警报和影响是重要的。首先,许多能量消耗者倾向于忽略来自监控系统的“警报雪崩”,因此聚合/合并电压事件数据会减少能量消耗者必须查看和确认的警报数量。其次,来自一系列警报的数据通常是来自同一根本原因的一个电压事件的结果。在这种情况下,对于协调,将多个IED捕获的所有一致的电压事件协调为单个事件要高效得多。第三,捆绑的电压事件比独立的电压事件更容易分析,因为大多数相关数据和信息都可以在一个地方获得。为简洁起见,还有许多聚合/合并电压事件的其他原因在此未列出。

[0366] 聚合/合并电压事件的影响及其经常伴随的恢复时间的能力非常重要,因为这有助于避免事件数据的冗余。冗余的事件数据可能会扭曲度量并夸大结论,这可能会导致有缺陷的决策。本公开着眼于电气系统内的三层聚合/合并:IED、区域和系统。在实施例中,第一层(IED)需要最小的聚合/合并,因为数据是从单点/设备获取的,并且(希望)设备不应该从电压事件在其自身内产生冗余信息。在一些情况下,来自单个设备的警报信息可能有些多余。例如,三相电压事件可以为经历该电压事件的三相中的每一相提供一个警报。此外,事件拾取和丢弃都可以触发警报,从而导致六个总电压事件警报(三相中的每一相的拾取和丢弃警报)。尽管警报丰富的示例可能令人烦恼和困惑,但许多设备和监控系统已经将多个事件警报聚合/合并成刚刚描述的单个事件警报。在一些实施例中,可以从针对在电气系统中发生的每个电压事件的每个IED提供单个电压事件警报。

[0367] 以上提到,电压事件经常影响监控系统内的多个IED;具体地,那些能够捕获异常电压状况的IED。由于区域和系统通常由多个IED组成,因此这两个(区域和系统)需要聚合/合并电压事件的影响和随后的影响。尽管区域可以包含整个系统,但是区域被配置为电气和/或计量系统的子集/子系统。然而,由于区域和系统通常都由多个设备组成,因此将对它们进行类似地的处理。

[0368] 在实施例中,存在不同方法/技术来聚合/合并区域。第一示例方法包括评估来自特定区域内的所有IED的电压事件影响和恢复时间,以及将来自该区域内的任何单个IED的最严重的影响和恢复时间归因于整个区域。由于事件影响和恢复时间是独立变量,并且因此可能从不同的IED导出,因此这两个变量应相互独立处理。当然,重要的是要跟踪哪个分区设备被认为/认识为经历了最严重的影响,以及哪个区域设备经历了最长的恢复时间。通过利用根据区域评估生成的结论,可以将相同的方法用于系统。最终,直到所有相关的IED都指示是这样,系统的恢复时间才算完成。

[0369] 第二示例方法包括通过使用来自特定区域的所有IED的统计评估(例如,平均、影

响和平均恢复时间等)来评价区域内的电压事件。在这种情况下,可以通过统计评估来自所有IED的数据并提供结果以表示针对每个特定电压事件的整个区域,来确定针对整个区域的电压事件的严重性。可以采用包括平均值、标准差、相关性、置信度、误差、准确度、精确度、偏差、变异系数以及任何其他统计方法和/或技术的统计确定,将来自多个IED的数据聚合/合并成该区域的一个或多个代表性值。可以使用相同的统计方法将区域组合成系统影响和恢复时间的代表性度量/值。同样,系统的恢复时间将取决于指示是这种情况的每个相关的IED。

[0370] 评估电压事件的另一个示例方法是通过负载类型。在实施例中,能量消耗者(或在此公开的系统和方法)可以选择通过相似性(例如,电机、照明等)对负载进行分类和聚合/合并,而不管它们在设施的电气系统中的位置,并且相应地评估这些负载的影响和恢复时间。还可能通过它们相应的过程来评估电压事件。通过聚合/合并与相同过程相关联的负载(无论类型、位置等),可以针对所述过程量化影响和恢复时间。聚合/合并电压事件的另一种方法是通过源和/或单独导出的源。这种方法将有助于量化电压事件的影响和恢复时间,因为它涉及设施内(或公用事业网络外)的能量源。也可以考虑其他有用的且逻辑的方法来聚合/合并来自两个或多个IED的电压事件信息(例如,通过建造、通过产品、通过成本、通过维护等等)。

[0371] 在实施例中,聚合/合并电压事件数据的基本目的是识别机会,以减少这些事件对能源消耗者业务的总体影响,从而以减少停机时间并使其更有利可图。在此描述的一种或多种方法(或方法的组合)可以用于实现该目标。由能量消耗者(或替代者)或在此公开的系统和方法配置这些方法中的一个或多个可能是有用的,甚至是必需的。考虑在离散IED处的电压事件影响和恢复时间的能力与考虑和评估聚合/合并电压事件影响和恢复时间的任何方法并不相互排斥。

[0372] 另一个有趣的前景是在初始电压事件发生后评估能量消耗者的操作性能。例如,电压事件可能导致一个负载脱扣跳闸。不久之后,另一个相关负载也可能由于第一负载脱扣而脱扣跳闸;而不是由于另一个电压事件。在确定为第一负载提供穿越缓解的后果时,这种连锁反应/传播的程度将是令人关注的。在此示例中,由于原始电压事件而在恢复时段内提供负载反应的时间表可能是谨慎的,以帮助最小化电压事件对能量消耗者的操作的总体影响。

[0373] 在实施例中,电压和电流数据的分析结果应用于网络中捕获数据的IED所连接的点。假设每个IED是唯一地放置的,则在网络中的每个IED通常可以产生对事件的不同分析。如在此所使用的,术语“唯一地放置”通常指的是在电气系统内安装的位置,其影响阻抗、计量/连接的负载、电压电平等。在一些情况下,可能根据情况内插或外推电压事件数据。

[0374] 在实施例中,为了准确地表征电能质量事件(例如,电压骤降)及其随后的网络影响,重要的是测量与事件相关联的电压和电流信号。电压信号可以用来表征事件,电流信号可以用来量化事件的影响,并且电压和电流都可以用来导出涉及此公开的其他相关电参数。尽管电压和电流数据的分析结果适用于网络中捕获数据的IED的所连接的点,但也可以根据情况地内插和/或外推电压事件数据。假设每个IED是唯一地放置的,则在网络中的每个IED通常产生对事件的不同分析。

[0375] 在实施例中,存在多种因素可以影响电压骤降的影响(或无影响)。能量消耗者的

电气系统的阻抗可能会导致电压事件在系统层次中产生更严重的电压骤降(假设是径向馈电拓扑)。电压事件的幅度、持续时间、故障类型、操作参数、事件时间、相角、负载类型以及涉及功能、电气甚至维护参数的各种其他因素都会影响电压骤降事件的效应。

[0376] 应当理解,在一些实施例中,可以在云、现场(软件和/或网关)或IED中存储、分析、显示和/或处理从IED、客户类型、市场细分类型、负载类型、IED能力和任何其他元数据导出的任何相关信息和/或数据。

[0377] 参考图45-图48,示出了几个流程图(或流程图示)来说明本公开的各种方法。矩形元素(由图45中的元素4505代表),如在此称为“处理块”,可以表示计算机软件和/或IED算法指令或指令组。菱形元素(由图45中的元素4525代表),如在此称为“决策块”,表示计算机软件和/或IED算法指令或指令组,其影响由处理块表示的计算机软件和/或IED算法指令的执行。处理块和决策块可以表示由诸如数字信号处理器电路或专用集成电路(ASIC)的功能等效电路执行的步骤。

[0378] 流程图没有描述任何特定编程语言的语法。相反,流程图示出了本领域普通技术人员制造电路或生成计算机软件以执行特定装置所需的处理所需的功能信息。应该注意的是,许多例程程序元素,诸如循环和变量的初始化以及临时变量的使用,都没有示出。本领域普通技术人员将理解,除非在此另有指示,否则所描述的块的特定顺序仅是说明性的并且可以改变。因此,除非另有说明,否则以下描述的块是无序的;这意味着,在可能的情况下,可以以任何方便或期望的顺序执行这些块,包括可以同时执行顺序的块,反之亦然。还应当理解,在一些实施例中可以组合来自以下描述的流程图的各种特征。因此,除非另有说明,否则来自以下描述的流程图之一的特征可以与以下描述的流程图中的其他流程图的特征相组合,例如,以捕捉与寻求本公开保护的动态容差曲线相关联的系统和方法的各种优点和方面。

[0379] 参考图45,流程图示出了用于管理电气系统中的电能质量事件(或干扰)的示例方法4500,该方法例如可以在IED的处理器(例如,在图1A中所示的121)和/或与电气系统相关联的控制系统的处理器上实施。方法4500也可以远离IED和/或控制系统在网关、云、现场软件等中实施。

[0380] 如图45所示,方法4500在块4505处开始,其中与电气系统中的一个或多个负载(例如,在图1A所示的111)相关联的电压和/或电流信号(或波形)被耦合到负载的IED(和/或控制系统)测量并且数据被捕获、收集、存储等。

[0381] 在块4510,处理来自电压和/或电流信号的电气测量数据以识别与负载中的一个或多个相关联的至少一个电能质量事件。例如,在一些实施例中,识别至少一个电能质量事件可以包括识别:(a)至少一个电能质量事件的电能质量事件类型,(b)至少一个电能质量事件的幅度,(c)至少一个电能质量事件的持续时间,和/或(d)至少一个电能质量事件在电气系统中的位置。在实施例中,电能质量事件类型可以包括电压骤降、电压骤升和电压瞬变中的一个。

[0382] 在块4515,确定至少一个识别的电能质量事件对负载中的一个或多个的影响。在一些实施例中,确定至少一个识别的电能质量事件的影响包括在第一时间(例如,事件之前的时间)测量与负载相关联的一个或多个第一参数(例如,“事件前”参数),在第二时间(例如,事件之后的时间)测量与负载相关联的一个或多个第二参数(例如,“事件后”的参数),

以及将第一参数与第二参数进行比较以确定至少一个识别的电能质量事件对负载的影响。在实施例中,电能质量事件可以至少部分地基于事件的确定的影响被表征为有影响事件或无影响事件。有影响事件可以例如对应于中断负载和/或包括负载的电气系统的操作(或有效性)的事件。反过来,这可能影响系统的输出,例如由系统生成的产品的产量、质量、费率等。在一些实施例中,产品可以是物理/有形对象(例如,小部件)。另外,在一些实施例中,产品可以是非物理对象(例如,数据或信息)。相比之下,无影响事件可以对应于不中断(或最小程度地中断)负载和/或包括负载的电气系统的操作(或有效性)的事件。

[0383] 在块4520,使用至少一个识别的电能质量事件和至少一个识别的电能质量事件的确定的影响来生成或更新与负载中的一个或多个相关联的现有容差曲线。在实施例中,容差曲线表征负载对某些电能质量事件的容差级别。例如,可以生成容差曲线(例如,如图4所示)以指示与负载(和/或电气系统)相关联的“禁止区域”、“无损坏区域”和“功能无中断区域”,其中相应的区域对应于负载对某些电能质量事件的各种容差级别。例如,容差曲线可以显示在IED的图形用户界面(GUI)(例如,在图1B所示的230)和/或控制系统的GUI上。在其中在块4520之前已经生成容差曲线的实施例中(例如,由于存在现有的容差曲线),可以更新现有的容差曲线以包括从至少一个识别的电能质量事件和至少一个识别的电能质量事件的确定的影响中导出的信息。例如,现有的容差曲线可以存在于存在基线容差曲线的实施例中,或者存在于已经使用方法4500生成容差曲线(例如,响应于第一或初始电能质量事件而生成的初始容差曲线)的实施例中。换言之,在实施例中,通常在每个识别的电能质量事件之后不生成新的容差曲线,而是每个识别的电能质量事件可以导致对现有容差曲线进行更新。

[0384] 在一些实施例中是可选的块4525处,确定至少一个识别的电能质量事件的影响是否超过阈值或落在容差曲线中指示的范围或区域(例如,“功能无中断区域”)之外。如果确定至少一个识别的电能质量事件的影响落在容差曲线中指示的范围之外(例如,该事件导致由电参数测量或由一些外部输入指示的负载的功能的中断),则该方法可以前进到块4530。可替换地,如果确定至少一个识别的电能质量事件的影响没有落在容差曲线中指示的范围之外(例如,该事件不会导致负载的功能中断),则该方法可以在一些实施例中结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块4505并再次重复。例如,在期望连续(或半连续)捕获电压和/或电流信号并响应于这些捕获的电压和/或电流信号中识别的电能质量事件动态更新容差曲线的实施例中,该方法可以返回到块4505。可替换地,在期望表征在单组捕获的电压和/或电流信号中识别的电能质量事件的实施例中,该方法可以结束。

[0385] 此外,在各实施例中,事件信息可以用来调整(例如,扩展)“功能无中断”区域,例如,以生成特定IED位置的定制容差曲线(类似于图2)。可以理解,在某些点处表征电气系统对用户非常有用,因为他们可以更好地理解其系统的行为。

[0386] 在一些实施例中,在容差曲线中指示的范围是预定范围,例如,用户配置的范围。在其他实施例中,该范围不是预定的。例如,我可以选择没有“功能无中断”区域,并且说任何偏离标称电压的东西都需要评估。在这种情况下,电压可能会遍及各地,并且我可能会遇到几十次电能质量事件;然而,我的负载可能不会经历任何中断。因此,这些事件不被认为是有影响的。在这种情况下,我将“无中断”区域从基本上的标称电压向外扩展到这些事件确实开始扰动我的负载的点(基于事件前和事件后测量的负载影响)。

[0387] 换言之,本发明不限于ITIC曲线(或任何其他预定范围或曲线)。而是,本发明的实施例要求针对在电气系统或网络内的特定位置(即,IED所在的位置)“创建”定制的电压容差曲线。该曲线可以基于ITIC曲线、SEMI曲线或任意数量的其他曲线。另外,该曲线可以是定制的曲线(即,可以不基于已知曲线,而是可以在没有初始参考或基线的情况下开发的)。应当理解,本发明不需要预定的容差曲线,而是它仅用于解释本发明(结合该图,以及结合以上和以下描述的图)。

[0388] 在一些实施例是可选的块4530处,响应于至少一个识别的电能质量事件的确定的影响在容差曲线中指示的范围之外,可以自动执行影响电气系统的至少一个组件的动作。例如,在一些实施例中,可以响应于至少一个识别的电能质量事件的确定的影响在该范围之外而生成控制信号,并且该控制信号可以用于影响电气系统的至少一个组件。在一些实施例中,电气系统的至少一个组件对应于由IED监控的负载中的至少一个。控制信号可以由IED、控制系统或与电气系统相关联的另一个设备或系统生成。如以上图中所讨论的,在一些实施例中,IED可以包括或对应于控制系统。另外,在一些实施例中,控制系统可以包括IED。

[0389] 作为另一个示例,在块4530处可能受影响的动作是启动和停止计时器以量化例如在与影响相关联的设施中对生产的影响的长度(或持续时间)。这将帮助用户在非典型状况下做出更好的关于设施地操作的决策。

[0390] 在块4530之后,该方法可以在一些实施例中结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块4505并且再次重复(由于与以上结合块4525讨论的基本相同的原因)。在方法在块4530之后结束的一些实施例中,例如,该方法可以响应于用户输入和/或控制信号再次启动。

[0391] 参考图46,流程图示出了用于量化电气系统中的电能质量事件(或干扰)的示例方法4600,该方法例如可以在IED的处理器(例如,在图1A中所示的121)和/或控制系统的处理器上实施。方法4600也可以远离IED在网关、云、现场软件等中实施。该方法4600评估由IED测量和捕获的电压和/或电流信号,以使用事件前/事件后功率特性确定电气系统是否受到影响(例如,在IED级别)。在实施例中,可能使用阈值来确定恢复时间(例如,事件后功率是事件前功率的90%)。这允许我们能够量化电能质量干扰对负载、过程、系统、设施等的影响。

[0392] 如图46所示,方法4600在块4605处开始,其中电压和/或电流信号(或波形)由IED测量和捕获。

[0393] 在块4610处,处理电压和/或电流信号以识别与由IED监控的一个或多个负载(例如,在图1A所示的111)相关联的电能质量事件。在一些实施例中,还可以使用事件前、事件和事件后日志记录的数据来识别电能质量事件。事件前、事件和事件后日志记录的数据可以例如存储在与IED和/或网关、云和/或现场软件应用相关联的存储器设备上。

[0394] 在块4615处,根据电压和/或电流信号确定事件前参数。在实施例中,事件前参数基本上对应于可以直接测量和/或从电压和电流导出的任何参数,包括但不限于功率、能量、谐波、功率因数、频率、事件参数(例如,干扰时间、干扰幅度等)等。在实施例中,事件前数据也可以从“统计标准”中导出。元数据也可用于帮助相应地导出附加的参数。

[0395] 在块4620处,确定、测量或计算电能质量事件的影响。在实施例中,基于事件前参

数与事件后参数的关系来计算事件影响。在实施例中,这包括事件的特性(即,幅度、持续时间、干扰类型等)和对在系统中计量点处的负载、过程、系统、设施等的影响。

[0396] 在块4625处,将恢复阈值(或状况)与实时参数进行比较。在实施例中,恢复阈值可以对应于要被视为系统、子系统、过程和/或负载恢复状况的事件前状况的百分比。在实施例中,行业标准、市场细分建议、历史分析、独立确定的变量和/或负载特性可以用于提供恢复阈值。另外,统计标准可以用于提供恢复阈值。在实施例中,恢复阈值被配置(例如,预配置)存储在与IED相关联的存储器设备上的恢复阈值。可替换的方法是将所有电压事件信息传递到云或现场软件,然后使用恢复阈值对其进行过滤。在这种情况下,恢复阈值将存储在云中或现场,而不是在IED中。

[0397] 在块4630处,IED确定实时参数是否满足恢复阈值(或状况)。如果IED确定实时参数满足恢复阈值,则该方法前进到块4635。可替换地,如果IED确定实时参数不满足恢复阈值,则该方法可以返回到块4625,并且块4625可以再次重复。在实施例中,在此的输出是确定恢复时间;因此,它可以保持在循环中,直到事件后级别达到预定阈值。

[0398] 在块4635处,IED从电能质量事件计算恢复时间。在实施例中,从与电能质量事件相关联的时间(例如,电能质量事件的初始发生)直到满足恢复阈值的时间来计算恢复时间。

[0399] 在块4640处,在IED的输出处提供电能质量干扰(或事件)的指示。在实施例中,该指示可以包括一个或多个报告和/或一个或多个控制信号。可以生成该报告以包括来自电气系统的任何离散IED的信息,包括:恢复时间、对电能的影响、与事件影响相关联的成本、I/O状态改变、事件的时间/恢复的时间、电压/电流的变化、不平衡变化、受影响的区域等。在实施例中,恢复时间和影响可以基于来自一个或多个IED的数据。可以将报告提供给客户、销售团队、报价管理、工程团队和/或任何其他相关方等。可以生成控制信号以控制与电气系统相关联的一个或多个参数或特性。作为一个示例,控制信号可以用于调整与IED被配置为监控的负载相关联的一个或多个参数。

[0400] 在块4640处,还可以存储电能质量干扰的指示(以及与方法4600相关联的其他数据)。在一些实施例中,例如,该指示可以本地存储在与IED相同的站点上(或者存储在IED设备本身上)。另外,在一些实施例中,例如,该指示可以远程存储在云和/或现场软件中。在块4640之后,方法4600可以结束。

[0401] 参考图47,流程图示出了用于针对电能质量的扩展的定性引导生成(expanded qualified lead generation)的示例方法4700。类似于以上结合图46描述的方法4600,例如,在实施例中,方法4700可以在IED的处理器和/或控制系统的处理器上实施。方法4700也可以远离IED在网关、云、现场软件等中实施。在实施例中,通过评估电能质量事件的事件前/事件后功率特性,可以量化电气系统在计量点处的对电能质量干扰的敏感性。此信息可用于识别缓解解决方案的产品供应,并为营销这些解决方案的组织提供更好的定性引导。在实施例中,当发生电能质量事件时,方法4700还可以用于节能机会(例如,功率因数校正、提高的设备效率等)。

[0402] 如图47所示,方法4700在块4705处开始,其中电压和/或电流信号(或波形)由IED测量和捕获。

[0403] 在块4710处,处理电压和/或电流信号以识别与由IED监控的一个或多个负载相关

联的电能质量事件。在一些实施例中,还可以使用事件前、事件和事件后日志记录的数据来识别电能质量事件。例如,事件前、事件和事件后日志记录的数据可以存储在与IED和/或网关、云和/或现场软件应用相关联的存储器设备上。

[0404] 在块4715处,根据电压和/或电流信号确定事件之前参数。在实施例中,事件前参数基本上对应于可以直接测量和/或从电压和电流导出的任何参数,包括但不限于功率、能量、谐波、功率因数、频率、事件参数(例如,干扰时间、干扰幅度等)等。在实施例中,事件前数据还可以从"统计标准"中导出。元数据也可用于帮助相应地导出附加的参数。

[0405] 在块4720处,计算电能质量事件的影响。在实施例中,基于事件前参数与事件后参数的关系来计算事件影响。在实施例中,这包括事件的特性(即,幅度、持续时间、干扰类型等)及其在系统中计量点处对负载、过程、系统、设施等的影响。

[0406] 在块4725处,将事件特性与缓解解决方案(例如,产品解决方案)进行比较。在实施例中,可以存在用于解决方案的设计和应用标准的库,以缓解与电能质量事件或干扰相关联的问题。用于解决方案的设计和应用标准的库可以存储在与IED相关联的存储器设备上,或者由IED访问(例如,经由云远程访问)。在一些实施例中,块4725可以在云或现场软件中执行。这样,能量消耗者就能够从系统级别上看到一切。

[0407] 在块4730处,IED确定特定实体(例如,施耐德电气)是否为特定事件提供缓解解决方案。如果IED确定该特定实体为特定事件提供了缓解解决方案,则该方法前进到块4635。可替换地,如果IED确定该特定实体没有为特定事件提供缓解解决方案,则该方法前进到块4750。在一些实施例中,"IED"可以被定义为在云中或在现场(但仍远离计量表)。在实施例中,将解决方案和大部分分析放在云或现场软件中可能是谨慎的,因为它更容易更新,能量消耗者更容易访问它,并且它提供聚合系统视图。

[0408] 在块4735处,针对特定事件或问题(或事件或问题的类型)构建由特定实体提供的解决方案的列表。在块4740处,生成报告并将其提供给客户、与该特定实体相关联的销售团队或该实体的其他适当代表。在实施例中,该报告可以包括来自任何离散计量设备(或作为系统)的信息,包括:恢复时间、对电能的影响、I/O状态变化、事件的时间/恢复的时间、电压/电流的变化、相平衡的变化、过程和/或受影响的区域等。报告可包括关于SE解决方案的信息(例如,面向客户的文献、特征和优势、技术规格、成本等)、给定事件(或事件类型)所需的近似解决方案尺寸、与外部标准的比较、位置等。电气和/或计量系统层次和/或其他元数据(例如,负载特性等)可用于辅助评估。

[0409] 在块4745处,可以存储报告(以及与方法4700相关联的其他信息)。在一些实施例中,例如,报告可以本地存储在与IED相同的站点上(或在IED设备本身上)。另外,在一些实施例中,例如,报告可以远程存储在云中。在实施例中,块4740和块4745可以基本上同时执行。

[0410] 现在返回到块4730,如果确定特定实体没有为指定事件提供缓解解决方案,则该方法前进到块4750。在块4750,可以(例如,本地和/或在云中)存储事件参数和/或特性(以及与方法4700相关联的其他信息)。在块4755,至少部分地基于在块4750处存储的选择信息来生成报告。在实施例中,该报告可以包括对能量消耗者的影响和对潜在的未来解决方案开发、第三方解决方案等的需求的评估。在块4755(或块4740/4745)之后,方法4700可以结束。

[0411] 参考图48,流程图示出了用于电能质量的动态容差曲线生成的示例方法4800。类似于上述方法4500、4600和4700,在实施例中,方法4800可以在IED的处理器和/或控制系统的处理器上实施。方法4800也可以远离IED在网关、云、现场软件等中实施。在实施例中,通过评估电能质量事件的事件前/事件/事件后电能特性,可能(随着时间的推移)自动为基本上任何给定的能量消耗者开发定制事件容差曲线。这对于帮助能源消费者识别、表征、分析和/或降低其系统对电能质量事件的敏感度非常有用。

[0412] 如图48所示,方法4800在块4805处开始,其中由IED测量和捕获电压和/或电流信号(或波形)。

[0413] 在块4810处,处理电压和/或电流信号以识别与IED监控的一个或多个负载相关联的电能质量事件。在一些实施例中,事件前、事件和事件后日志记录的数据也可以用于识别电能质量事件。事件前、事件和事件后日志记录的数据可以例如存储在与IED和/或网关、云和/或现场软件应用相关联的存储器设备上。

[0414] 在块4815处,根据电压和/或电流信号确定事件前参数。在实施例中,事件前参数基本上对应于可以直接测量和/或从电压和电流导出的任何参数,包括但不限于功率、能量、谐波、功率因数、频率、事件参数(例如,干扰时间、干扰幅度等)等。在实施例中,事件前数据也可以从“统计标准”中导出。元数据也可用于帮助相应地导出附加的参数。

[0415] 在块4820处,确定电能质量事件的影响。在实施例中,基于事件前参数与事件后参数的关系来计算事件影响。在实施例中,这包括事件的特性(即,幅度、持续时间、干扰类型等)及其在系统中计量点处对负载、过程、系统、设施等的影响。

[0416] 在块4825处,将干扰阈值(或状况)与确定的事件影响进行比较。在实施例中,干扰阈值可以对应于事件前和事件后状况之间的百分比变化,以被认为是“显著的”系统、子系统、过程和/或负载干扰。例如,由于电气(或其他)事件而负载减少5%可以被认为是“显著的”。在实施例中,干扰阈值被配置(例如,预配置)干扰阈值,该干扰阈值存储在与IED和/或网关、云和/或现场软件应用相关联的存储器设备上。

[0417] 在块4830处,IED确定系统、子系统、过程、设施和/或负载是否经历(或正在经历)“显著的”干扰(例如,基于在块4825处的比较)。如果IED确定系统、子系统、过程、设施和/或负载经历了“显著的”干扰,则该方法前进到块4835。可替换地,如果IED确定系统、子系统、过程、设施和/或负载没有经历“显著的”干扰,则该方法前进到块4840。

[0418] 在块4835处,生成干扰点并将其绘制为扰动的(例如,影响系统、子系统、过程、设施和/或负载)。在块4845处,基于与特定记录的干扰相关联的特性来修正、改变和/或定制基线容差曲线(例如,SEMI-F47、ITIC、CBEMA等)(在此,在块4835处)。

[0419] 可替换地,在块4840处,响应于IED确定系统、子系统、过程、设施和/或负载没有经历“显著的”干扰,生成干扰点并将其绘制为非扰动的(例如,不影响系统、子系统、过程、设施和/或负载)。在块4845处,基于与特定记录的干扰相关联的特性来修正、改变和/或定制基线容差曲线(在此,在块4840处)。例如,曲线中的线可以在“无中断区域”和“无损坏/禁止区域”之间移动。可替换地,曲线中的线可能根本不会移动。

[0420] 在块4850处,生成报告。在实施例中,报告可包括来自基本上任何离散IED(或作为系统)的信息,包括:恢复时间、对电能的影响、I/O状态变化、事件的时间/恢复的时间、电压/电流的变化、不平衡变化、受影响的区域和负载等。报告可包括容差曲线的更新的图、曲

线的突出显示变化、推荐的缓解解决方案等。

[0421] 在在一些实施例中是可选的块4855处,可以在离散计量点处更新至少一个警报设置以匹配新的容差曲线(例如,在块4845处生成)。在块4860处,新的容差曲线(以及与方法4800相关联的其他信息)可以被存储(例如,本地地、在网关、现场软件和/或云中)。在一些实施例中,可以基本上同时执行块4850、4855和4860中的两个或更多个。在块4850、4855和4860之后,方法4800可以结束。

[0422] 通常,如图49和图50所示,设备(例如,负载或其他电气基础设施)被设计为具有额定电压和推荐的操作范围。额定电压是设备最佳运行所需的电压幅度/电平。另外,推荐的操作范围是额定电压周围的区域(高于和低于额定电压),其中设备仍可以成功地连续运行,尽管不一定是最佳的(例如,较低的效率、附加的加热、较高的电流等)。IED电压事件警报阈值(为简单起见,在此也称为"警报阈值")通常被配置为(但不总是)与推荐的操作范围对齐,使得可以测量、捕获和存储超出推荐的操作范围的漂移。这是因为过高的电压漂移和对经历这些漂移的设备造成的暂时性或永久性损坏之间存在很强的相关性。另外,电压漂移可能导致操作问题、中断、数据丢失和/或对设备、过程和/或操作的任何其他数量的影响。

[0423] 尽管负载、过程和/或系统的"推荐的操作范围"通常与电压幅度相关联,但这些漂移的持续时间也是重要的考虑因素。例如,超出推荐的操作范围的+10%的1毫秒电压漂移可能不会对负载、过程和/或系统的运行产生不利影响,也不会影响其预期操作寿命。可替换地,超出推荐的操作范围的+10%的20毫秒电压漂移可能会导致相同的负载、过程和/或系统经历中断和/或减少其预期寿命(在一定程度上)。

[0424] 图49和图50示出了相同概念的两种表示。也就是说,图49示出了均方根波形,图50示出了瞬时波形。图49所示的均方根波形是使用众所周知的公式(均方根)计算,从图50所示的瞬时波形数据导出的。这两种波形表示对于分析与电能和能量相关的问题以及排除电能质量问题很有用。每个相应的图形示出了针对理论负载、过程和/或系统的示例性额定电压、上警报阈值和下警报阈值。在这种情况下,推荐的操作范围(阴影区域)被假定为分别与警报阈值的上限和下限对齐。

[0425] 参考图51,流程图示出了用于表征电气系统中的电能质量事件的示例方法5100,该方法可以例如在至少一个IED的处理器(例如,在图1A中所示的121)上实施。在一些实施例中,方法5100也可以远离至少一个IED在网关、基于云的系统、现场软件或另一个前端系统中实施。

[0426] 如图51所示,方法5100在块5105处开始,其中由在电气系统中的多个IED中的至少一个第一IED来测量能量相关信号并捕获、收集、存储数据等。至少一个第一IED安装在电气系统中的第一计量点处(例如,物理计量点)(例如,在图30F所示的计量点$M_1$)。

[0427] 在块5110处,由电气系统中的多个IED中的至少一个第二IED测量能量相关信号,并捕获、收集、存储数据等。至少一个第二IED安装在电气系统中的第二计量点处(例如,物理计量点)(例如,在图30F所示的计量点$M_2$)。

[0428] 在一些实施例中,由至少一个第一IED捕获的能量相关信号和由至少一个第二IED捕获的能量相关信号包括以下至少之一:电压、电流、能量、有功功率、视在功率、无功功率、谐波电压、谐波电流、总电压谐波失真、总电流谐波失真、谐波功率、单相电流、三相电流、相

电压和线电压。

[0429] 在块5115处,从(a)来自由至少一个第一IED捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,和(b)来自由至少一个第二IED捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据导出在电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电气测量数据。在实施例中,至少一个第一虚拟计量表被导出或定位于电气系统中的第三计量点(例如,在图30F中所示的计量点$V_1$)。在实施例中,第三计量点(例如,虚拟计量点)不同于第一计量点和第二计量点两者。

[0430] 在一些实施例中,可以基于至少一个第一虚拟计量表相对于至少一个第一IED和至少一个第二IED的已知位置来导出至少一个第一虚拟计量表的电气测量数据。例如,如以上结合图30B-图30I所描述的,可以基于虚拟计量表和在电气系统中的其他计量表(例如,IED)之间的已知位置和父子关系来导出虚拟计量表(例如,至少一个第一虚拟计量表)的电气测量数据。

[0431] 在块5120处,至少一个第一虚拟计量表的导出的电气测量数据用于生成或更新与第三计量点或位置相关联的动态容差曲线。如以上结合图所讨论的,动态容差曲线可以表征在电气系统中的(一个多一个)电能质量事件的影响。也如以上结合图所讨论的,在一些实施例中,响应于对动态容差曲线的分析,可以选择并应用用于缓解(一个多一个)电能质量事件的影响的至少一个方式。

[0432] 在一些实施例中,在块5120之后,方法5100可以结束。在其他实施例中,方法5100可以例如响应于控制信号或用户输入或自动地再次重复,以确保与第三计量点或位置相关联的动态容差曲线是最新的。

[0433] 在一些实施例中,来自由至少一个第一IED捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据也可以用于生成或更新与第一计量点相关联的动态容差曲线。另外,在一些实施例中,来自由至少一个第二IED捕获的能量相关的信号或从其导出的电气测量数据也可以用于生成或更新与第二计量点相关联的动态容差曲线。

[0434] 例如,在一些实施例中,可以处理来自由在电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以识别在第一计量点处的电能质量事件,并确定识别的电能质量事件在第一计量点处的影响。识别的电能质量事件和识别的电能质量事件在第一计量点处的确定的影响可以用于生成或更新与第一计量点相关联的第一动态容差曲线。在一些实施例中,第一动态容差曲线至少表征电能质量事件对第一计量点的影响。

[0435] 在一些实施例中,至少一个第一IED可以被配置为监控电气系统中的一个或多个负载。在这些实施例中,第一动态容差曲线可以进一步表征一个或多个负载对电能质量事件的响应。

[0436] 在一些实施例中,至少一个第二IED可能不被配置为捕获电能质量事件,或者至少一个第二IED可能不能够捕获电能质量事件。在这些实施例中,例如,可以基于对来自由至少一个第二IED捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据的评估来确定识别的电能质量事件在第二计量点处的影响,该电能相关信号是在接近在第一计量点处识别的电能质量事件的发生时间附近由至少一个第二IED捕获的。例如,可以通过处理来自由至少一个第一IED捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据来确定识别的电能质量事件在第一计量点处的发生时间。

[0437] 在一些实施例中,识别的电能质量事件和识别的电能质量事件在第二计量点处的

确定的影响可以用于生成或更新与第二计量点相关联的第二动态容差曲线。在一些实施例中,第二动态容差曲线至少表征了电能质量事件对第二计量点的影响。

[0438] 在一些实施例中,至少一个第二IED可以被配置为监控电气系统中的一个或多个负载。在这些实施例中,第二动态容差曲线可以进一步表征一个或多个负载对电能质量事件的响应。

[0439] 在上述实施例中,其中至少一个第二IED可能未被配置为捕捉电能质量事件,或者至少一个第二IED可能无法捕捉电能质量事件,识别的电能质量事件在第一计量点处的发生的至少确定的时间可以从至少一个第一IED传送到以下至少之一:基于云的系统、现场软件、网关和另一个前端系统。在一些实施例中,可以确定在第二计量点处的识别的电能质量事件对以下至少之一的影响:基于云的系统、现场软件、网关和其他前端系统。

[0440] 在一些实施例中,将确定的发生时间从至少一个第一IED传送以下至少之一:基于云的系统、现场软件、网关和另一个前端系统,包括:产生在至少一个第一IED上确定的发生时间的时间戳、警报和触发器指示中的至少之一;以及将时间戳、警报和触发器中的至少一个传送到以下至少之一:基于云的系统、警报和触发器。

[0441] 参考图52,流程图示出了用于表征电能质量事件对电气系统的影响的示例方法5200。方法5200可以例如在至少一个IED(例如,在图1A所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个IED在以下至少之一中的处理器上实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。

[0442] 如图52所示,方法5200在块5205处开始,其中由在电气系统中的至少一个计量设备测量能量相关信号(或波形)并捕获、收集、存储数据等。在一些实施例中,至少一个计量设备包括IED和/或虚拟计量表中的至少一个。另外,在一些实施例中,能量相关信号包括以下至少之一:电压、电流、能量、有功功率、视在功率、无功功率、谐波电压、谐波电流、总电压谐波失真、总电流谐波失真、谐波功率、单相电流、三相电流、相电压和线路电压。

[0443] 在块5210处,处理来自由至少一个计量设备在块5205处捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以识别与由至少一个计量设备监控的至少一个负载(例如,在图1A所示的111)相关联的电能质量事件。至少一个计量设备和至少一个负载安装在电气系统中的相应的位置。

[0444] 在块5215处,确定识别的电能质量事件是否对至少一个负载或对电气系统产生影响。如果确定识别的电能质量事件对至少一个负载或电气系统有影响,则该方法前进到块5220。

[0445] 在块5220处,确定至少一个负载或电气系统从识别的电能质量事件中恢复的恢复时间。另外,在块5225处,基于确定的恢复时间,将在恢复时间期间捕获、收集和/或存储的数据标记(或以其他方式指示)为非典型或异常。在一些实施例中,在与至少一个负载或电气系统相关联的动态容差曲线中标记(或以其他方式指示)恢复时间。

[0446] 现在简要返回到块5215,如果确定识别的电能质量事件对至少一个负载或电气系统没有影响,则可以更新动态容差曲线,并且该方法可以在一些实施例中结束。在一些实施例中,在块5225之后,该方法还可以结束。

[0447] 在其他实施例中,该方法可以包括一个或多个附加的步骤。例如,在一些实施例中,响应于确定识别的电能质量事件对至少一个负载或电气系统具有影响,可以将与电气

测量数据相关联的一个或多个度量与本地公用事业费率结构进行比较,以计算识别的电能质量事件的总能量相关成本,并识别减少总能量相关成本的机会。应当理解,在一些实施例中,识别的电能质量事件的总能量相关成本以及用于减少总能量相关成本的所识别的机会基于标记的恢复时间数据。

[0448] 另外,在一些实施例中,可以至少部分地基于与确定的恢复时间相关联的一个或多个度量来确定识别的电能质量事件的经济影响。在整个本公开中讨论了示例度量。

[0449] 参考图53,流程图示出了用于例如通过跟踪电气系统的响应特性来减少在电气系统中的电能质量事件的恢复时间的示例方法5300。方法5300可以例如在至少一个IED(例如,在图1A所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个IED在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。

[0450] 如图53所示,方法5300在块5305处开始,其中由在电气系统中的至少一个IED测量能量相关信号(或波形)并捕获、收集、存储数据等。在一些实施例中,能量相关信号包括以下至少之一:电压、电流、能量、有功功率、视在功率、无功功率、谐波电压、谐波电流、总电压谐波失真、总电流谐波失真、谐波功率、单相电流、三相电流、相电压和线路电压。

[0451] 在块5310处,处理来自由至少一个IED在块5305处捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以识别与电气系统的一个或多个部分相关联的电能质量事件。

[0452] 在块5315处,确定用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种方式。另外,在块5320处,应用从用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种方式中选择的一种方式。

[0453] 在块5325处,响应于从用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种方式中选择的一种方式被应用,电气系统的响应特性被跟踪。在一些实施例中,相对于电气系统的基线响应来跟踪电气系统的响应特性。在一些实施例中,跟踪响应特性包括识别重现事件数据。例如,识别的重现事件数据可以用于预测电气系统中的电能质量事件。

[0454] 如上所述,结合本公开的标题为“使用恢复时间的典型和非典型操作数据地分解”的第VI节所讨论的,重要的是认识到与非恢复时间相比,在恢复时段期间设施的操作通常是异常的或非典型的(即,正常操作)。另外,识别和“标记”(例如,表示)异常或非典型操作数据并将异常或非典型操作数据与正常操作数据(即,非恢复数据)区分以执行计算、度量、分析、统计评估等是有用的。计量/监控系统本身并不区分异常运行数据和正常运行数据。区分和标记操作数据为异常(即,由于处于恢复模式)或正常提供了几个优点,其示例在本公开的第VI节中提供的。

[0455] 在块5330处,评估电气系统的响应特性以确定从用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种方式中选择的一种方式的有效性。在一些实施例中,如果确定从用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种方式中选择的一种方式无效,则该方法可以返回到块5315。在返回到块5315时,可以确定用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种其他方式。另外,在块5320,可以应用从用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种其他方式中选择的一种方式。

[0456] 现在返回到块5330,如果可替换地确定从用于从识别的电能质量事件中恢复的至少一种方式中选择的一种方式是有效的,则该方法可以在一些实施例中结束。可替换地,例如,关于问题及其解决方案的信息可以包括在历史文件中和/或附加到历史文件中。在其他实施例中,该方法可以返回到块5325(例如,使得可以进一步跟踪电气系统的响应特性)。

[0457] 如以上结合附图所讨论的,电气系统可以包括多个计量点或位置,例如在图29、图30A、图30B和图30F-图33所示的计量点$M_1$、$M_2$等。在一些实施例中,可能期望为多个计量点中的每个计量点生成、更新或导出动态容差曲线。另外,在一些实施例中,可能期望例如基于对从动态容差曲线聚合、提取和/或导出的数据的分析来分析电气系统中的电能质量事件。

[0458] 参考图54,流程图示出了用于分析电气系统中的电能质量事件的示例方法5400。方法5400可以例如在至少一个计量设备(例如,在图1A中所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个计量设备在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。在一些实施例中,至少一个计量设备可以定位于电气系统中的多个计量位置的相应的计量位置(例如,在图29所示的$M_1$)。

[0459] 如图54所示,方法5400在块5405处开始,其中由电气系统中的多个计量设备中的至少一个来测量能量相关信号(或波形)并捕获、收集、存储数据等。多个计量设备中的至少一个可以各自与电气系统中的多个计量位置中的相应的计量位置相关联。例如,多个计量设备中的第一计量设备可以与电气系统中的第一计量位置(例如,在图29所示的$M_1$)相关联,多个计量设备中的第二计量设备可以与在电气系统中的第二计量位置(例如,在图29中所示的$M_2$)相关联,并且多个计量设备中的第三计量设备可以与在电气系统中的第三计量位置(例如,在图29中所示的$M_3$)相关联。

[0460] 在一些实施例中,多个计量设备包括至少一个IED(例如,在图1A所示的121)。另外,在一些实施例中,由多个计量设备测量的能量相关信号包括以下至少之一:电压、电流、能量、有功功率、视在功率、无功功率、谐波电压、谐波电流、总电压谐波失真、总电流谐波失真、谐波功率、单相电流、三相电流、相电压和线路电压。

[0461] 在块5410处,处理来自由多个计量设备在块5405处捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以使用在此公开的技术中的一个或多个来生成、更新和/或导出多个动态容差曲线中的至少一个,例如结合图45和图51。在一些实施例中,为电气系统中的多个计量位置中的每一个生成、更新和/或导出多个动态容差曲线中的至少一个。多个计量位置包括至少一个物理计量点(例如,在图30F所示的$M_1$和$M_2$)。在一些实施例中,多个计量位置还可以包括至少一个虚拟计量点(例如,在图30F中所示的$V_1$)。

[0462] 类似于整个本公开讨论的动态容差曲线,在块5410处生成、更新和/或导出的多个动态容差曲线中的每一个可以表征和/或描绘电气系统的响应特性。更具体地,多个动态容差曲线中的每一个可以表征和/或描绘在电气系统中的多个计量点的相应的计量点(例如,图29中所示的$M_1$、$M_2$等)处的电气系统的响应特性。在多个计量点包括至少一个虚拟计量点的实施例中,可以从至少一个物理计量点的动态容差曲线数据中导出至少一个虚拟计量点的动态容差曲线,例如,如以上结合图30F和在此的其他附图所讨论的。

[0463] 在一些实施例中,多个动态容差曲线中的一个或多个可以具有相关联的阈值或设置点,例如用于触发在电气系统中的警报。在一些实施例中,阈值或设置点可以包括一个或多个上警报阈值和/或一个或多个下警报阈值,例如以上结合图49和图50描述了其几个示例。根据本公开的各个方面,可以响应于电能质量事件高于一个或多个上警报阈值或者低于或低于一个或多个下警报阈值来触发警报。另外,根据本公开的各个方面,可以响应于警报(警报)被触发而采取动作(或动作)。

[0464] 响应于例如由于异常电压条件警报被触发而执行的示例性动作可以包括例如报

告异常电压状况(例如,通过由至少一个IED生成的电压事件警报)和/或自动执行影响电气系统的至少一个组件的(一个或多个)动作,例如,启动柴油发电机、操作翻转或静态开关等。类似于以上结合图45描述的方法4500,在一些实施例中,可以响应于异常电压状况来生成控制信号,并且控制信号可以用于影响电气系统的至少一个组件(例如,由至少一个IED监控的负载,或者诸如柴油发电机、翻转或静态开关等缓解设备)。控制信号可以由至少一个IED、控制系统或与电气系统相关联的另一个设备、软件或系统生成。如以上的图中所讨论的,在一些实施例中,至少一个IED可以包括或对应于控制系统。另外,在一些实施例中,控制系统可以包括至少一个IED。

[0465] 响应于例如为了防止由于电压骤降持续时间或幅度引起的潜在跳闸的警报被触发而执行的进一步的示例性动作,可以包括,例如,“关闭”被识别为潜在“骤降加重器”的一些正在运行的过程步骤,诸如在现有电压骤降期间推迟(如果可能)电机启动。另外,在一些实施例中,可以响应于警报(即,系统警报)被触发来触发用户警报(例如,发送到移动电话应用或其他设备应用)。此外,在一些实施例中,警报可以用作制造SCADA系统的输入,例如以改变或延迟另一个过程。警报还可以是补救性的,例如,通过向维护团队提供问题的精确定位和哪些问题最关键、哪些问题要首先解决、其次解决等的优先级列表。在一些实施例中,系统还可以提供对问题的推荐的(一个或多个)响应,例如用于纠正问题。一个示例推荐的响应可以是断开和/或重新配置导致问题的负载,其中断开和/或重新配置由用户手动执行和/或由系统自动执行。如上所述,可以响应于警报而执行的动作的类型可以采取各种形式。

[0466] 在一些实施例中,上述阈值或设置点(即,用于触发警报的阈值)可以在所谓的“学习时段”期间生成,例如,如以下结合图55进一步讨论的。

[0467] 根据本公开的一些方面,可以通过从上述电气测量数据推导相关信号特性来准备在5410处生成、更新和/或导出的动态容差曲线。相关信号特性(和信息)的示例可以包括严重性(幅度)、持续时间、电能质量类型(例如,骤降、骤升、中断、振荡瞬变、脉冲瞬变等)、发生时间、涉及的过程、位置、受影响的设备、相对或绝对影响、恢复时间、事件或事件类型的周期性等。相关信号特性的附加的示例可以包括识别的电流的变化、相移等,其导致解释(或解释),诸如在事件期间,“从系统添加或移除电感性或电容性负载类型”、“从系统添加或删除事件之前负载的百分比”等。在一些实施例中,从电能质量事件开始时间之前的电气测量数据的部分以及从电能质量事件结束时间之后的电气测量数据的部分来确定这些相关信号特性。另外,在一些实施例中,从电能质量事件期间的电气测量数据的部分(诸如幅度、持续时间、受影响的相等)来确定这些相关信号特性。

[0468] 在一些实施例中,例如,多条动态容差曲线中的至少一条可以显示在至少一个计量设备的图形用户界面(GUI)(例如,在图1B中所示的230),和/或与电气系统相关联的控制系统的GUI上。在一些实施例中,响应于用户输入来显示多条动态容差曲线中的至少一条。作为几个示例,控制系统可以对应于或包括电力或工业/制造业SCADA系统、建筑物管理系统和电力监控系统。

[0469] 在一些实施例中,该方法可以在块5410之后进行到块5415。在其他实施例中,该方法可以返回到块5405,并且可以重复块5405和块5410,例如用于捕获附加的能量相关信号并更新在块5410处生成的多条动态容差曲线。在这样做时,可以将多条动态容差曲线自动/

动态地维持在它们的最佳水平。应当理解,由于负载、分段、过程和/或其他输入的性质,最佳可能意味着不同的事物。这可能会导致大量不同的曲线,每条曲线或所有曲线都与不同的用途(应用)相关。根据本公开的一些方面,动态容差曲线的“动态”意味着存在随时间的推移可能发生的变化。因此,时间可能是建模的重要因素,或是要包含在任何模型或曲线中的重要因素。这是每个计量表处创新的核心,然后是全局系统级别的分析、聚合、行动建议或任何相关的自动化变化或命令(非详尽列表)。因此,可以构建随时间推移而演变的模型。为了简化理解,例如,这可以由两个(或更多)不同的链接图来表示。每个变化点的最佳值的趋势(“初始影响”点的值是多少)。另外,对负载或关键负载的相对影响,诸如在初始影响点随时间推移下降的负载百分比。

[0470] 在块5415处,选择性地聚合来自多条动态容差曲线的电能质量数据。在一些实施例中,基于电气系统中的多个计量点的位置来选择性地聚合电能质量数据。例如,可以聚合来自动态容差曲线的与电气系统的相同或相似部分中的计量点相关联的电能质量数据。

[0471] 另外,在一些实施例中,基于多个计量点对电能质量事件的关键性或敏感度选择性地聚合电能质量数据。例如,可以聚合来自与高度关键或敏感的计量点相关联的动态容差曲线的电能质量数据。在一些实施例中,计量点的关键性基于计量点处的负载类型,以及负载对与电气系统相关联的(一个或多个)过程的操作的重要性。另外,在一些实施例中,计量点的敏感度基于负载对电能质量事件的敏感度。

[0472] 根据本公开的一些方面,可以在电气系统中的每个相应的计量点处识别负载或电气系统对电能质量事件的敏感性或弹性的劣化或改善。例如,可以基于每个相应的计量点的动态容差曲线中的识别的变化来识别电气系统对电能质量事件的敏感度或弹性的劣化或改善。在一些实施例中,可以报告识别的负载中的劣化或改善或电气系统对电能质量事件的敏感度或弹性。例如,可以通过生成和/或发起指示电气系统对电能质量事件的敏感度或弹性的识别的劣化或改善的警告(例如,关键性能指示器)来报告负载中或电气系统对电能质量事件的敏感度或弹性的识别的劣化或改善。例如,该警告可以经由以下至少之一来传达:报告、文本、电子邮件、音频和屏幕/显示器的界面。在一些实施例中,屏幕/显示器可以对应于其上呈现动态容差曲线的屏幕/显示器。传达的警告可以提供用于响应电气系统对电能质量事件的敏感度或弹性的识别的劣化或改善的可动作建议。

[0473] 根据本公开的其他方面,可以选择性地聚合来自多个动态容差曲线的电能质量数据,以生成一个或多个聚合的动态容差曲线。

[0474] 在一些实施例中,可以通过将多条动态容差曲线绘制在(一个或多个)复合图中来聚合多条动态容差曲线。例如,可以将电气系统在每个计量点处的响应特性,例如,如在多条容差曲线中所示,作为(一个或多个)复合图中的子图来呈现。在一些实施例中,可以基于计量点的关键性或敏感度排名(从第一到最后),例如按照在(一个或多个)图中出现的顺序,在(一个或多个)复合图中呈现多条容差曲线。应当理解,例如,可以覆盖其他分组以反映按位置进行的分析。可以首先按位置分组,诸如每个位置一个图,然后按敏感度或关键性的降序对计量表进行排序。

[0475] 根据一些方面,例如,可以通过颜色编码来覆盖公共影响模型并突出显示每个计量表的关键特性。例如,为在电气系统中最敏感的高关键性(例如,在幅度初始启动时)计量表生成的动态容差曲线可以用作每个和所有其他计量表的参考曲线。然后,如果为每计量

表或某些计量表进行了标记,可能在其他图形组件上播放以突出显示负载/过程的关键性(例如,通过使用线粗、阴影或将曲线涂成红色、绿色或蓝色来表示“高度关键”、“一定程度关键”、“非关键”等)。

[0476] 另外,根据一些方面,与每个相关计量表组相关联的动态容差曲线可以在(一个或多个)复合图中呈现为子图。例如,组的相关性可以取决于(一个或多个)复合图的(一个或多个)。应当理解,可以在不同的上下文中使用许多不同的相关分组。例如,曲线/计量表可以被分组用于基于位置(例如,计量表位置)的分析。另外,曲线/计量表可以按关键性分组。例如,高度关键的计量表可以对比其他类型的计量表而分组。另外,所有单独的高度关键的计量表可以对照不太关键的计量表的聚合曲线进行绘制。曲线/计量表也可以按影响分组,例如,在电压骤降和持续时间级别的给定幅度下,按类似百分比对计量表分组。另外,可以根据敏感度曲线或范围对计量表进行分组,例如,初始和最终影响之间的距离。

[0477] 应当理解,上述标准可以组合。例如,可以对每个位置应用滤波器,因此可以按位置分组。然后,可以绘制典型位置,其中在该位置上的所有计量表用于计算平均阈值和变化点。然后,可以将高度关键的计量表的聚合的典型图与典型(平均)“初始影响值”曲线中的最小“初始影响值”曲线进行比较。这将表明是否有一个或几个IED创建了系统的“弱点”,这些弱点可能需要变得更加健壮(例如,要分析的SagFigher®解决方案)。

[0478] 例如,每个计量表的出现的顺序的排名(从前到后)可以基于电气系统的关键性或敏感性和/或与该计量表相关联的计量点处的(一个或多个)负载。然而,其他分组可能会重叠。例如,要反映按位置进行的分析,可以首先按位置对计量表进行分组,然后按敏感度或关键性的降序对计量表进行排序。

[0479] 在块5415之后,该方法可以前进到块5420。在块5420处,基于选择性聚合的电能质量数据分析电气系统中的电能质量事件。例如,可以处理或分析选择性聚合的电能质量数据,以确定每个电能质量事件对于与电气系统相关联的过程或应用的相对关键性分数。例如,相对关键性分数可以基于电能质量事件对过程或应用的影响。例如,对于办公楼而言,屋顶HVAC单元或系统停用三个小时可能被认为没有对数据中心那么关键。另外,钢铁生产线上的电机可以被认为比钢铁生产线上方的照明轨或灯具更关键。在一些实施例中,相对关键性分数可以用作监督学习的输入。监督学习意味着可以使用一些变量来教导计算引擎哪些问题比其他问题更有价值。

[0480] 在一些实施例中,电能质量事件的影响涉及与电能质量事件相关联的对过程或应用的有形或无形成本。另外,在一些实施例中,电能质量事件的影响涉及对在电气系统中的负载的相对影响。在一些实施例中,可能存在涉及过程或应用的(一个或多个)负载的绝对阈值或不可接受的脱扣跳闸。例如,在以上的数据中心示例中,HVAC系统的冷却泵可能被认为是关键组件,其永远不应脱扣跳闸。另外,在以上的钢铁生产线示例中,生产线中可能有一条路径,其中传送带上没有电机的冗余。这可能是永远不应误操作、脱机跳闸和/或故障的组件或过程。

[0481] 在一些实施例中,例如在块5420处,确定的相对关键性分数可以用于对响应电能质量事件(或对电能质量事件的响应)进行优先级排序。例如,确定的相对关键性分数(例如,使用电压事件影响的历史分析的关键性分数)可用于确定显著的负载损失如何影响系统操作。影响越大,在系统中涉及其他IED的相对关键性分数就越差。这也可以基于所述IED

的离散位置来执行(即,一些位置比其他位置受电压事件的影响更大)。由于过程、功能和/或负载,一些位置可能固有地具有比其他位置更差的关键性分数。

[0482] 例如,也可以使用相对关键性分数作为输入,以驱动制造SCADA来确定是否应该触发或终止可替换的过程。例如,电压骤降可能导致较差的产品质量或产品缺陷,诸如热和压力条件的波动导致橡胶产品中气泡数量的增加。较高的关键性分数可能反映生产过程的这些部分。在这种情况下,可能会触发替代/纠正过程,以补充当前过程步骤或报废产品。

[0483] 在其中在块5415处选择性地聚合来自多条动态容差曲线的电能质量数据以生成一个或多个聚合的动态容差曲线的实施例中,可以对聚合的动态容差曲线进行分析或以其他方式进行评估以分析电气系统中的电能质量事件。

[0484] 例如,在块5420处分析的电能质量事件可以包括以下中的至少之一:电压骤降、电压骤升、电压瞬变、瞬时中断、瞬间中断、临时中断和长期均方根(rms)变化。

[0485] 在一些实施例中,在块5420处,还可以确定在选择性聚合的电能质量数据之间是否存在任何差异。例如,差异可以包括选择性聚合数据中不一致的命名约定。作为一个示例,与在电气系统中的第一计量点相关联的动态容差曲线中的电能质量数据的命名约定可以不同于与电气系统中的第二计量点相关联的动态容差曲线中的电能质量数据的命名约定。在识别了差异的实施例中,可以请求附加的信息(例如,从系统用户)以协调差异。可以提出建议。

[0486] 在块5420之后,该方法可以在一些实施例中结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块5405并再次重复(例如,用于捕获附加的能量相关信号、更新与电气系统中的计量点相关联的动态容差曲线、以及选择性地从更新的动态容差曲线聚合电能质量数据以分析电能质量事件)。

[0487] 应当理解,在一些实施例中,方法5400可以包括一个或多个附加的块。例如,方法5400可以包括例如基于提取的关于电能质量事件的信息,用相关和表征信息来标记多个动态容差曲线中的一个或多个中的电能质量事件。在一些实施例中,相关和表征信息包括以下中的至少之一:严重性分数、恢复时间、在事件期间添加或丢失的负载的百分比、在事件期间添加或丢弃的电感性或电容性负载、系统内的位置、提供信息的IED下游的一个或多个负载的类型、对设施运行的影响等。另外,在一些实施例中,可以从在电能质量事件开始时间之前捕获的能量相关信号的电气测量数据的部分中提取关于电能质量事件的信息。在一些实施例中,可以从在电能质量事件结束时间之后捕获的能量相关信号的电气测量数据的部分中提取关于电能质量事件的信息。还可以从在电能质量事件期间捕获的能量相关信号的电气测量数据的部分中提取信息。

[0488] 根据本公开的一些方面,基本上可以在任何时间执行标记和数据丰富。例如,作为几个示例,可以在现场调试之前或现场调试期间,基于将要运行的负载,并基于计算和过程规划(准备和计算的时间)来执行标记和数据丰富。在正常操作期间,可以实时标记事件(正常运行操作的时间)。另外,可以在重新调试或扩展或维护期间(例如,变化的时间)对事件进行标记。

[0489] 如结合以上附图所讨论的,动态容差曲线可以表征电气系统中的(一个或多个)电能质量事件的影响。还如结合以上附图所讨论的,在一些实施例中,响应于对动态容差曲线的分析,可以选择并应用用于缓解(一个或多个)电能质量事件的影响的至少一种方式。例

如,根据本公开的一些方面,动态容差曲线可用于通过驱动反措施(包括系统级别过程优化)来防止更关键的负载的跳闸。为了说明的目的,如果用户指定绝对阈值,则系统(例如,控制系统)可以计算最佳曲线,以避免针对该给定计量表跳闸(保护继电器)的风险。另外,系统可以决定关闭已知为(或计算为)电能质量事件(例如,电压骤降)的可能原因的典型负载,或者首先(更快地)切断可能生成增加或维持电能质量事件的更长持续时间的风险的其他潜在过程步骤。

[0490] 应当理解,方法5400的一个或多个步骤可以与整个本公开讨论的其他方法的一个或多个步骤组合,例如用于生成、更新和/或导出动态容差曲线。

[0491] 参考图55,流程图示出了根据本公开的实施例的用于生成动态容差曲线的示例方法5500。根据本公开的一些实施例,方法5500示出了可以在以上结合图54讨论的方法5400的块5405和块5410处执行的示例步骤。类似于方法5400,方法5500可以在至少一个计量设备(例如,在图1A中所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个计量设备在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。

[0492] 如图55所示,方法5500在块5505处开始,其中所谓的“学习时段”开始。在块5510,由电气系统中的多个计量设备测量能量相关信号(或波形),并捕获、收集、存储数据等。在一些实施例中,捕获的数据对应于在块5515处用于计算阈值或设置点所需的测量数据。

[0493] 在块5515,基于在块5510处测量的能量相关信号计算阈值或设置点(例如,警报阈值)。另外,根据本公开的一些实施例,可以在块5515处确定预期阈值(例如,预防性阈值),例如作为常规阈值的百分比(例如,90%),以防止对电气系统负载的损害。例如,基于关键和非关键负载对电气系统的影响,它们可能具有不同的预期阈值。对于关键或更敏感的负载,预期阈值可能更接近或更接近标称电压。另外,对于非临界或不太敏感的负载,预期阈值可能比标称电压更宽松或更低。例如,可以在标称电压的±10%的骤降警报阈值和例如对于电压骤降的一些“关键负载”的“初始影响电压阈值”(也称为初始影响点)之间设置预期阈值。另外,对于一些“非关键负载”,预期阈值可以被设置为负载损失的30%,例如对于电压骤降。下表示出了在电气系统中单独的计量表的阈值计算示例。

[0494] 单个计量表阈值计算

[0495]

| | 关键性组 | 骤降警报阈值(幅度) | 负载损失(骤降警报) | 初始影响阈值(幅度) | 负载损失(初始影响) | 50%负载损失阈值(幅度) | 负载损失(50%的负载损失) | 预防性阈值((警报+初始)/2) | 负载损失(初始影响) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 计量表 1 | 高 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% |
| 计量表 2 | 高 | 90% | 0% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% |
| 计量表 3 | 高 | 90% | 0% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% |
| 计量表 4 | 中 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% |
| 计量表 5 | 中 | 90% | 0% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% |
| 计量表 6 | 中 | 90% | 0% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% |
| 计量表 7 | 低 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% |
| 计量表 8 | 低 | 90% | 0% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% |
| 计量表 9 | 低 | 90% | 0% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% |

[0496] 另外,例如,下图表示出了基于关键性组的电气系统中的计量表组的示例阈值计算。

[0497] 计量表组阈值计算

[0498]

| 关键性组 | 骤降警报阈值(幅度) | 负载损失(骤降警报) | 初始影响阈值(幅度) | 负载损失(初始影响) | 50%负载损失阈值(幅度) | 负载损失(50%的负载损失) | 预防性阈值((警报+初始)/2) | 负载损失(初始影响) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% |
| 中 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% |
| 低 | 90% | 0% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% |

[0499] 如上所述和图示,可以基于关键性对计量表进行分组。例如,可以例如基于计量表是否包括或耦合到关键或非关键负载,将计量表分组为“高”、“中”和“低”关键性组。例如,分组在高关键性组中的计量表可以具有选择的阈值,以防止电压骤降。另外,分组在中关键性组中的计量表可以具有选择的阈值,例如以触发过程变化。进一步,分组在低关键性组中的计量表可以具有选择的阈值,例如,使得HVAC容量损失仅产生过度消耗和舒适度下降℃。例如,在图55A中示出了用于从单独的计量表阈值计算移动到在上述图表中所示的计量表阈值组计算的示例方法。

[0500] 根据本公开的实施例,可以(手动、自动或半自动)调整上述阈值。例如,可以响应于使用和/或用户/过程影响分析手动调整阈值,例如,通过负载/过程的类型,如下图表所示。

[0501]

| 关键性组 | 骤降警报阈值(幅度) | 负载损失(骤降警报) | 初始影响阈值(幅度) | 负载损失(初始影响) | 50%负载损失阈值(幅度) | 负载损失(50%的负载损失) | 预防性阈值((警报+初始)/2) | 负载损失(初始影响) | 负载/过程类型 | 过程中断可接受性的描述 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 计量表1 | | 90% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% | 关键生产过程 | |
| 计量表2 | 高 | 90% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% | 关键生产过程 | 生产过程分析。中断成本100K美元 |
| 计量表3 | | 90% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% | 关键生产过程 | |
| 计量表4 | | 90% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% | 照明 | |
| 计量表5 | 中 | 90% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% | 照明 | 如果移动低于30%的负载并且如果中断的持续时间长于10mn，则对家户/访问者/个人安全是关键的(UPS备份) |
| 计量表6 | | 90% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% | 照明 | |
| 计量表7 | | 90% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% | HVAC | |
| 计量表8 | 低 | 90% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% | HVAC | 在1小时中断后影响舒适。影响成本(如果在<50%的负载下运行的效率问题) |
| 计量表9 | | 90% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% | HVAC | |

[0502] 另外,阈值可以例如响应于恢复持续时间而自动调整,如下图表所示。

[0503]

| 关键性组 | 骤降警报阈值(幅度) | 负载损失(骤降警报) | 初始影响阈值(幅度) | 负载损失(初始影响) | 50%负载损失阈值(幅度) | 负载损失(50%的负载损失) | 预防性阈值((警报+初始)/2) | 负载损失(初始影响) | 定义为关键标准的恢复持续时间 | 负载损失可接受性 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 计量表1 | 低 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% | 瞬间 | 30% 是可接受的 |
| 计量表2 | 中 | 90% | 0% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% | <1mn | 35% 是有风险的 |
| 计量表3 | 高 | 90% | 0% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% | >1hr | 40% 是不可接受的 |
| 计量表4 | 低 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% | 瞬间 | 30% 是可接受的 |
| 计量表5 | 中 | 90% | 0% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% | <1mn | 35% 是有风险的 |
| 计量表6 | 高 | 90% | 0% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% | >1hr | 40% 是不可接受的 |
| 计量表7 | 低 | 90% | 0% | 70% | 30% | 50% | 50% | 80% | 0% | 瞬间 | 30% 是可接受的 |
| 计量表8 | 中 | 90% | 0% | 65% | 35% | 55% | 50% | 78% | 0% | <1mn | 35% 是有风险的 |
| 计量表9 | 高 | 90% | 0% | 60% | 40% | 60% | 50% | 75% | 0% | >1hr | 40% 是不可接受的 |

[0504] 现在参考块5520,在块5520处,确定学习时段是否应该继续。例如,在一些实施例中,学习时段可以具有相关联的(例如,预编程的或用户配置的)时间段,并且一旦与学习时

段相关联的时间达到相关联的时间段,就可以确定不需要继续学习时段。在其他实施例中,可以确定是否已经获得了“足够的”数据以生成阈值或设置点,并且一旦获得了足够的数据,就可以确定不需要继续学习时段。

[0505] 在一些实施例中,在学习时段期间,例如在块5510处,可以基于在学习时段期间收集的测量数据来标记在电气系统中的事件、过程部件或计量表。

[0506] 如果确定应该继续学习时段,则该方法返回到块5510,并且重复块5510、块5515和块5520。可替换地,如果确定不需要继续学习时段,则该方法前进到块5525。

[0507] 在一些实施例中,在块5525,其类似于方法5400的块5405,由在电气系统中的多个计量设备(即,IED)中的至少一个来测量能量相关信号(或波形),并捕获、收集、存储数据等。另外,在一些实施例中,在块5530处,类似于方法5400的块5410,处理来自由多个计量设备在块5525处捕获的能量相关信号或从其导出的电气测量数据,以生成、更新和/或导出多个动态容差曲线中的至少一条。在一些实施例中,为在电气系统中的多个计量点中的每一个生成、更新和/或导出多个动态容差曲线中的至少一条。

[0508] 在一些实施例中,在块5525之后,该方法可以结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块5525并再次重复(例如,用于捕获附加的能量相关信号,并更新与在电气系统中的计量点相关联的动态容差曲线)。在其他实施例中,该方法可以返回到块5505并再次重复。更具体地,根据一些方面,响应于用户输入等,例如可以时不时地再次启动学习时段。

[0509] 应当理解,在一些实施例中,类似于方法5400,方法5500可以包括一个或多个附加的块。例如,在一些实施例中,可以在上述学习时段之后定义或重新定义在块5515处计算的阈值或设置点。另外,类似于方法5400,应当理解,方法5500的一个或多个步骤可以与整个本公开讨论的其他方法的一个或多个步骤组合,例如,用于计算阈值或设置点和/或生成、更新和/或导出动态容差曲线。

[0510] 参考图56,流程图示出了用于例如在诸如以上结合图55讨论的学习时段期间标记关键性分数的示例方法5600。类似于方法5500,方法5600可以在至少一个计量设备(例如,在图1A中所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个计量设备在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。

[0511] 如图56所示,方法5600在块5605处开始,其中为在电气系统中的每个计量设备标记关键性分数。如通过本公开所讨论的,电气系统中的每个计量设备(例如IED)可以与在电气系统中的相应的计量点相关联,并且来自由每个计量设备捕获的能量相关信号的电气测量数据可以用于生成与相应的计量点相关联的动态容差曲线。也如前面所讨论的,可以为计量设备、新的电能质量事件等确定绝对或相对关键性分数。根据本公开的一些方面,在块5605处,用户可以为电气系统中的每个计量设备标记关键性分数。根据本公开的其他方面,在块5605处,系统(例如,用于分析电能质量事件的系统)可以标记电气系统中每个计量设备的关键性分数。

[0512] 在块5610处,在一些实施例中,可以由系统来标记每个新的电能质量事件的关键性分数,并且在其他实施例中可以由用户来标记。例如,可以使用结合以上附图讨论的一种或多种技术(例如,在图45中所示的方法4500)来识别每个新的电能质量事件。在块5615处,可以为每个新的电能质量事件或关键性分数(诸如在事件时间运行的特定工业或建筑过程的关键性)添加信息标签。例如,可以为每个新的电能质量事件附加/更新标记信息(即,元

数据、真实数据等)。简而言之,当事件发生时,可以可选地将新的信息附加到设备、过程和/或系统。当相关新的数据进入时,还可以在设备、过程和/或系统处改变和/或更新关键性分数。在一些实施例中,这些信息标记可以对应于系统添加或推断的信息标记。系统添加或推断的信息标记可以例如帮助识别同时发生、可能的源等,诸如功率因数变化、源变化的识别、添加或丢失的电感或电阻性负载、电容器组"接通"或"关闭"、例如,和/或来自建筑物管理系统或SCADA系统的元数据。另外,系统添加或推断的信息标记可以指示与电气系统中的不同计量设备相关联的电能质量事件之间的相关性。例如,使用在此先前公开的一种或多种技术从电能质量事件的分析中推导出相关性。

[0513] 在一些实施例中,在块5615之后,该方法可以结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块5605并再次重复(例如,用于标记其他新的事件的关键性分数,和/或更新计量设备的关键性分数)。在进一步的实施例中,该方法可以包括一个或多个附加的步骤,如本领域普通技术人员将理解的那样。

[0514] 参考图57,流程图示出了用于例如在学习时段(诸如以上结合图55讨论的学习时段)期间标记关键性分数的另一个示例方法5700。类似于方法5500,方法5700可以在至少一个计量设备(例如,在图1A中所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个计量设备在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。根据一些方面,方法5700对应于针对每个新的电能质量事件的每相的关键性分数的数据驱动系统标记。

[0515] 如图57所示,方法5700在块5705处开始,其中确定响应于每个新的事件的负载损失的百分比。如以上结合附图所讨论的,电气系统可以包括一个或多个负载,并且计量设备(例如IED)可以被配置为监控一个或多个负载中的至少一个。在一些实施例中,可以通过评估新的初始影响阈值和/或新的最终影响阈值以及这些阈值之间的位置(例如,分布或功能近似)来确定负载损失的百分比,例如,以使用不同的模型来内插电压事件的影响。例如,如以下将进一步讨论的,如图57A-图57K所示的这些不同的模型可以用于近似电气系统如何响应每个新的电能质量事件。

[0516] 根据一些实施例,初始影响阈值可以对应于用于检测负载损失的第一百分比的阈值。例如,一个说明性的初始影响阈值或点可以对应于例如在特定持续时间内在标称电压的75%处检测到20%的负载损失的阈值。在以上示例中,20%的负载损失对应于负载损失的第一个百分比,以及初始的影响点,例如,如图57A所示。

[0517] 根据一些实施例,最终影响阈值可以对应于用于检测何时损失所有负载(即,负载的100%)的阈值。例如,一个说明性的最终影响阈值或点可以对应于例如在特定持续时间内在标称电压的55%处检测到100%的负载损失的阈值。在以上示例中,100%的负载损失的对应于最终影响点,例如,如图57A所示。

[0518] 例如,如以上简要讨论的,可以使用一个或多个模型来确定上述初始影响阈值和最终影响阈值之间的位置(或区带)。根据如图57B和图57C所示的一个示例线性模型,例如,在标称电压的75%和55%之间,标称电压每降低1%,负载损失为4%。另外,根据如图57B-图57D所示的一个示例对数(或对数)模型,例如,在标称电压的75%和55%之间,标称电压每降低1%,负载损失的对数百分比就会降低。

[0519] 根据一些实施例,可以通过基本上任何近似或模型化的直线或曲线计算或曲线拟合算法来确定这些推断的"曲线模型"函数。例如,如图57B和图57C所示,可以计算相关模型

并将其作为最大值函数来应用,其中该曲线表示“正常”曲线。应当理解,其他统计和推断模型类型可以包括在该方法中,诸如,平均值、中值、最小、损失、回归和其他计算。

[0520] 在应用这些函数时,诸如在图57C和图57D中所示以及在本段正下方提供的表格中,曲线的形式可能会由于覆盖到“曲线模型”函数上的递增逐步函数(stepwise function)而变化。这是典型的,并且反映了IED离电气系统的终端越近,负载变化就越明显(在此,可能有五个不同的电机)。相反,IED距离源越近(例如,公用事业输送点),负载变化通常就越不明显。因此,在许多情况下,由于下游负载的多样性较大,负载配置文件可能看起来更“连续”,诸如在我们的示例中,可能有十个(或任意数量)不同的电机。

[0521]

| 幅度 | 线性连续 | 线性少负载步骤 | 线性多负载步骤 | 对数连续 | 对数少负载步骤 | 对数多负载步骤 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 75 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 74 | 24 | 20 | 20 | 45 | 20 | 20 |
| 73 | 28 | 20 | 28 | 58 | 20 | 58 |
| 72 | 32 | 20 | 28 | 65 | 20 | 58 |
| 71 | 36 | 20 | 36 | 71 | 20 | 71 |
| 70 | 40 | 40 | 36 | 75 | 75 | 71 |
| 69 | 44 | 40 | 44 | 78 | 75 | 78 |
| 68 | 48 | 40 | 44 | 81 | 75 | 78 |
| 67 | 52 | 40 | 52 | 83 | 75 | 83 |
| 66 | 56 | 40 | 52 | 85 | 75 | 83 |
| 65 | 60 | 60 | 60 | 87 | 87 | 87 |
| 64 | 64 | 60 | 60 | 89 | 87 | 87 |
| 63 | 68 | 60 | 68 | 91 | 87 | 91 |
| 62 | 72 | 60 | 68 | 92 | 87 | 91 |
| 61 | 76 | 60 | 76 | 93 | 87 | 93 |
| 60 | 80 | 80 | 76 | 95 | 95 | 93 |
| 59 | 84 | 80 | 84 | 96 | 95 | 96 |
| 58 | 88 | 80 | 84 | 97 | 95 | 96 |
| 57 | 92 | 80 | 92 | 98 | 95 | 98 |
| 56 | 96 | 80 | 92 | 99 | 95 | 98 |
| 55 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

[0522] 应当理解,负载(例如,电机)可以是不同尺寸的,并且具有各种响应特性。在给出的示例中,较大的负载可能比较小的负载对继电器脱扣(即,由于电压骤降)更加敏感。这将解释诸如在上述的示例中提供的对数函数。

[0523] 还应当理解,上述模型和函数可以基于电能质量事件敏感度或基于电能质量事件敏感度进行调整。例如,如图57E和图57F所示,负载损失曲线可以基于事件最大敏感度来建模。另外,如图57G和图57H所示,负载损失曲线可以基于事件中值敏感度来建模。例如,如图57I所示,曲线中的异常值可能被识别为最敏感的。在一些实施例中,例如,可以将异常值识别为用于相关联分析的第一候选,以确定它们是否准确地反映了电气系统如何响应电能质量事件。简要参考图57J,应当理解,在一些实施例中,上述阈值(例如,初始影响阈值和最终影响阈值)可用于识别负载损失的50%(或另一个百分比)。还简要参考图57K,例如,可以使用多个计量表中最敏感的计量表来聚合多个计量表(例如,三个计量表)的曲线。

[0524] 现在返回图57,在方法5700的块5710处,可以确定每个新的电能质量事件的严重性。在一些实施例中,以严重性分数的形式指示严重性,该严重性分数可以基于例如电能质量事件的幅度和持续时间。“严重性分数”可以基于相对值(任何特定设备上总负载的百分比,包括测量电压事件的设备)或绝对值(基于以kW、kWA和/或其他参数的实际测量值),其中持续时间对应于事件持续了多长时间。计算严重性分数的一个示例方式包括将电能质量

事件的幅度与电能质量事件的持续时间相组合,即,严重性分数是幅度和持续时间的乘积。例如,电能质量事件的持续时间(例如,实际影响持续时间)可以与来自电能质量事件之前、期间和/或之后的电压和/或电流测量的幅度组合(例如,乘以),以确定严重性分数。应当理解,可以有多种其他方式来确定严重性分数。例如,严重性分数可以由电能质量事件幅度、持续时间、恢复时间、恢复损失的百分比、电能质量事件位置等中的至少之一确定或导出。应当理解,电气系统中的不同区带可以具有比其他区带更高的优先级。另外,应当理解,除了严重性分数之外,还可以确定其他分数,例如响应于电能质量事件的电气系统中的负载损失的百分比。在一些实施例中,负载损失的百分比可以用于计算严重性。

[0525] 在块5715处,例如,使用结合以上附图(例如,图53)讨论的技术,确定系统从每个新的电能质量事件恢复(例如,恢复到正常或接近正常)的恢复时间。

[0526] 在块5720处,添加每个新的质量事件的信息标记。在一些实施例中,如上所述,这些信息标记可以对应于系统添加或推断的信息标记。

[0527] 在一些实施例中,在块5720之后,该方法可以结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块5705并再次重复(例如,用于附加的标记)。在进一步的实施例中,该方法可以包括一个或多个附加的步骤,如本领域普通技术人员将理解的那样。

[0528] 参考图58,流程图示出了用于例如在学习时段(诸如以上结合图55讨论的学习时段)之后生成动态容差曲线的示例方法5800。根据一些方面,每个计量位置的动态容差曲线可以在学习之后建模,如以上结合图34-图40所描述的,并且将从以下进一步讨论中理解。类似于方法5500,方法5800可以在至少一个计量设备(例如,在图1A中所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个计量设备在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。

[0529] 如图58所示,方法5800在块5805处开始,其中计算电气系统中每个新的电能质量事件的相。例如,每个新的事件的相可以通过计算每个新的电能质量事件的聚合的相(平均值、最大值、最小值等,得到“所有相平均值”、“最差相”、“未受影响的相”等)来协调。根据本公开的一些方面,在此的相指的是三相系统的相。电能质量事件可以起源于任何一个、两个或全部三个相;然而,随着电能质量事件的演变,它可以移动到(涉及)任何其他相。聚合相包括相对于系统中的所有三个相评估来自任何一个或两个相的电能质量事件。此方法也可用于具有多条支路的单相系统(例如,典型的房屋)。根据本公开的一些方面,可以通过向所述电气系统提供能量的三相的透镜来观察电气系统。聚合(和动态容差曲线)可以发生在每个相,独立于其他两个相。因此,无论是针对单个计量位置,还是从系统的角度来看,三相系统中的每一相都可以显示在其自己的动态容差曲线中。例如,在特定计量位置产生“A”相的动态容差曲线,或者在电气系统中产生合并多个计量设备的“A”相的动态容差曲线。这些“设备”还可以包括虚拟计量表。

[0530] 在块5810处,为在电气系统中的每个计量位置生成或导出初始影响动态容差曲线。另外,在块5815处,为电气系统中的每个计量位置生成或导出最终影响动态容差曲线。在一些实施例中,初始影响动态容差曲线对应于根据在第一初始时间由计量设备在每个计量位置捕获的电气测量数据生成或从其导出的动态容差曲线。另外,在一些实施例中,最终影响动态容差曲线对应于根据在第一时间之后的第二时间由计量设备在每个计量位置捕获的电气测量数据生成或导出的动态容差曲线。初始影响动态容差曲线和最终影响动态容

差曲线两者都可以指示在电气系统中计量点处的电能质量事件的影响。

[0531] 在块5820处,可以计算或近似动态容差曲线的敏感度的函数。在一些实施例中,敏感度的函数可以基于在初始影响和最终影响之间随着电压逐渐下降的负载损失的进展来计算或近似。

[0532] 在块5825处,可以从动态容差曲线中的标记(例如,系统或用户标记)定义或推断每个计量点或位置的可接受性阈值。例如,“无影响可接受的”可能等同于“初始影响动态容差曲线”,但对于特定的计量表,可能30%的负载损失被认为是可接受的,而其他计量表可能具有10%可接受性的阈值。根据本公开的一些方面,在绝大多数情况下,负载的损失要么是“可接受的”,要么是“不可接受的”。例如,当计量表监控同时包含“可接受的”和“不可接受的”条件的多个负载时,这种“可接受的”和“不可接受的”影响的组合可能导致在离散的计量位置处产生唯一的阈值。

[0533] 在块5830处,其在一些实施例中是可选的,其他系统(诸如BMS、功率SCADA、制造SCADA)可以添加新的关键性分数(特别是如果没有用户或系统标记)。例如,在具有工业SCADA系统的制造现场的情况下,可以基于负载损失来计算关键性分数,例如,无需附加的用户输入。在一些实施例中,可以从负载损失推断每个计量表的关键性分数。例如,“无负载损失”可以对应于关键性分数0,“20%初始负载损失”可以对应于关键性分数20,以及“30%初始负载损失”可以对应于关键性分数30,等等。在一些实施例中,工业SCADA系统可以与功率SCADA相链接,并且一些工业过程可以与电气系统中的一些负载和计量表相对应。例如,当测量电压骤降时,可以识别负责停止电气系统中的关键过程的计量表。该信息可以被添加并馈送到功率SCADA中,并且可以更新这些计量表的关键性分数(例如,从0到100)。

[0534] 在块5835处,生成关键性建模的动态容差曲线。例如,系统可以使用专家规则或将它们馈送到有监督的学习算法或其他人工智能(AI)工具中来对关键性标记进行建模,以为每个计量表或计量点构建关键性模型。在一些实施例中,关键性模型可以对用户标记和其他系统标记的逐个事件和跨计量表的所有事件的潜在差异进行协调。因此,输出是关键性建模的(一条或多条)动态容差曲线。根据一些实施例,例如,响应于一个或多个用户输入,可以使用诸如上述的简单规则或其他更复杂的计算来生成关键性建模的(一条或多条)动态容差曲线。例如,可以监控电压骤降对一些生产质量度量的影响,以确定电压骤降如何影响过程(例如,每百万缺陷零件(parts per million,ppm)数从2增加到100)。用户可以并行地标记IED。链接到生产的IED可以通过新的“与ppm相关的分数”来修正原始的用户关键性分数。在一些实施例中,可以应用“ppm”而不是“负载损失”作为动态容差曲线关键性计算。

[0535] 在一些实施例中,在块5835之后,该方法可以结束。在其他实施例中,该方法可以包括一个或多个附加的步骤,如本领域普通技术人员将理解的那样。

[0536] 参考图59,流程图示出了用于利用和组合动态容差曲线的示例方法5900。类似于方法5800,方法5900可以在至少一个计量设备(例如,在图1A中所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个计量设备在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。

[0537] 如图59所示,方法5900在块5905处开始,其中确定或定义计量表(或计量设备)排名和组。如上所述,电气系统中的每个计量设备(例如,IED、虚拟等)可以与在电气系统中的相应的计量位置(物理或虚拟)相关联。在一些实施例中,使用基于计量表关键性分数(当可

用时)为每个计量表定义的不同计量表关键性来定义计量表排名和组。另外,在一些实施例中,可以利用不同事件标记的相对可接受性级别(或不可接受性)来定义计量表排名和组。也可以手动配置。

[0538] 根据本公开的示例排名包括但不限于:

[0539] • 基于幅度值的“初始影响”排名,例如,从对初始影响最敏感(例如,下降的负载数量)开始,并在标称电压的80%处开始对计量设备进行排名,直到在一个示例中,最后一个计量设备,其中初始影响仅在标称电压的45%处开始。

[0540] • “最终影响”排名类似于“初始影响”排名,不同之处在于最终影响的幅度是用于对计量设备进行排名。

[0541] • 对于“显著的负载损失”预定值(例如,负载损失的25%),负载损失的幅度可用于对计量设备进行排名。

[0542] • 与“关键性分数”相关的排名可能是另一种可能的排名。

[0543] • 与“负载的尺寸”相关的排名,例如,使用最大能耗和降序排名。

[0544] 根据本公开的示例分组包括但不限于:

[0545] • 按负载类型(例如,HVAC、电机、照明等)。

[0546] • 按物理或地理位置(按校园分区、按建筑物、按楼层、按区带等)。

[0547] • 按电气层次分支或级别(例如,主计量表、分支计量表、子计量表等)。

[0548] • 按敏感度(例如,在一个可能的实施方式中,基于“初始影响”排名,使用群集(cluster)技术推断一致的组)。

[0549] 在块5910处,例如,基于在块5905处定义的排名和组,聚合与每个计量设备(和计量点)相关联的动态容差曲线。例如,在块5905处,每个计量设备可以基于如下定义的三个关键性的级别来分组,例如,高、中和低。

[0550] • 高:监控过程步骤的IED,其中,电压骤降可能会中断关键过程步骤,

[0551] 生成过程的长时间中断,并造成原材料或半转化材料的昂贵浪费。

[0552] • 中:监控过程步骤的IED,其中,电压骤降导致不合格生产成本,但是即使在中断期间也不会造成重大中断。

[0553] • 低:监控过程步骤的IED,其中,可能会充斥着中断,但没有任何识别的或可测量的影响。

[0554] 系统用户可能希望具有两条(或更多)不同的动态容差曲线,以识别应在何处考虑SagFighers®或其他缓解解决方案,以及在何处需要或应该监控和评估对电压骤降的敏感度变化。假设如上所述定义了三个关键性级别,则可以为在“高”计量表的组内的每个IED生成第一动态容差曲线,例如,使用“初始影响”来绘制每个计量表的曲线。从那里,可以生成具有(或包含)初始影响的所有值(考虑到幅度和持续时间)的聚合动态容差曲线(即,第一聚合动态容差曲线)。另外,可以生成第二聚合动态容差曲线,该曲线跟踪IED的电压骤降的给定相关时间段(例如,每月或每周)上的每个计量表的“电压骤降演变”。作为一个示例,如果IED被识别为变得更加敏感(=该IED的新的初始影响阈值),则可以在容差曲线中以第一颜色(例如,红色)指示或绘制电压骤降,并且如果计量表的所有电压骤降落入已知或预定的敏感度内,则可以在容差曲线中以第二颜色(例如,浅灰色)来指示或绘制电压骤降。

[0555] 在一些实施例中,例如,可以生成聚合的动态容差曲线模型并且可以响应于这些

模型针对不同定义的计量表的子组或所有计量表而生成图(或曲线),以在动态容差曲线中示出不同阈值和区域。

[0556] 在块5915处,例如,可以针对计量表或所有计量表的不同的子组分析聚合的动态容差曲线。例如,对于每组,可以定义正常的动态容差曲线,并且可以突出显示异常(诸如异常高或低敏感度的计量表/曲线)。例如,对于监控不同负载类型的IED组,用户可能想要查看监控电机(即,负载的一个示例类型)的哪些IED比其他IED对电压骤降更敏感。因此,用户可以要求进行分析,以提供对电压骤降(来自其他IED的)显著更敏感的IED的列表。这需要可以基于几个步骤进行分析。例如,基于中值+四分位范围(IQR)*1.5或IQR*3,使计量表的组群集或识别异常值或极端异常值。然后,可以对“初始影响”、“最终影响”和/或任何给定值(诸如25%的负载损失)执行此操作。

[0557] 另外,可以进行链接分析、时间分析、位置分析、流量分析、扩散分析等,以识别可能的驱动因素和预先发生或同时发生(负载或BMS或SCADA控制动作的切换)、重复模式(星期几、每天每小时模式)、可能的源(在层次中的位置)等。

[0558] 在一些实施例中,在块5915之后,该方法可以结束。在其他实施例中,该方法可以包括一个或多个附加的步骤,如本领域普通技术人员将理解的那样。

[0559] 参考图60-图71,描述了根据本公开的实施例的用于分析和优化动态容差曲线的各种系统和方法。应当理解,这些系统和方法可以例如在至少一个计量设备(例如,在图1A中所示的121)的处理器上实施,和/或远离至少一个计量设备在以下至少之一中实施:基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统。

[0560] 如上所述,动态容差曲线可用于表征在电气系统中的多个计量点的相应的计量点处的电气系统的响应特性。如上还讨论的,动态容差曲线可以从由定位于或安装在相应的计量点(或其附近)的至少一个计量设备(例如IED)捕获的能量相关信号中生成或导出。

[0561] 该至少计量设备可以被配置为监控系统(即,电气系统)中的一个或多个负载(例如,在图1A中所示的111)。例如,在至少一个计量设备包括多个计量设备的实施例中,对于计量设备中的至少一个,可以监控与计量设备中的至少一个其他一个不同的负载的数量和类型。例如,取决于设备和/或系统配置,一些计量设备可以仅监控一个负载(例如,关键电机),其他计量设备可以监控相同类型的几个负载(例如,几个相同的电机),并且其他计量设备可以监控不同类型的负载的混合(例如,电机、喷漆装备和照明设备)。负载和计量设备可以安装在一个或多个建筑物或其他物理位置中,或者它们可以安装在一个或多个建筑物内的一个或多个过程和/或负载上。建筑物可以对应于例如商业、工业或机构建筑物。

[0562] 在一个示例系统中,在与该系统相关联的建筑物中的主计量表(和其他计量表)可以具有波形捕获特征,诸如以上结合附图描述的那些特征,例如,以识别负载损失并启用负载损失计算(例如,关键性分数和负载损失严重性)。主计量表(和在建筑物中的其他计量表)可以具有相关联的敏感度阈值,例如,用于至少出于上面结合附图讨论的原因来触发关于负载损失的动作(例如,触发警报)。例如,在一些实施例中,30%的负载损失对于主计量表来说可以被认为是可接受的,而其他计量表可以具有10%可接受性的阈值。每个计量点或位置的可接受性阈值可以从标记(例如,系统或用户标签)和/或从计算(例如,初始影响值)定义或推断,并且在一些实施例中,是基于与计量点或位置相关联的一个或多个过程的。

[0563] 在一个示例系统中,主计量表可以负责监控不同的过程(及其相关联的负载)。例如,主计量表可以负责监控:与设备组装过程相关联的传送带的电机、使用热量在设备上烹调或“烘焙”油漆的涂装过程、以及包装和存储过程的照明系统。例如,响应于电气扰动(例如,电压骤降),涂装过程可能首先以80%的幅度掉落(drop out),传送带可能在65%处掉落,照明系统在60%处掉落。根据本公开的实施例,该掉落(或负载损失)可以反映在至少一个动态容差曲线中,例如,在图60所示的对于涂装过程的动态容差曲线、在图61所示的对于传送带的动态容差曲线、以及在图62所示的对于照明系统的动态容差曲线。然而,这假设在捕获并用于生成动态容差曲线的能量相关信号中,负载(和过程)可以彼此隔离(例如,通过使每个专用IED测量负载)。这假设系统或操作或管理系统的用户知道每个IED监控哪些负载(和过程)。例如,系统可能知道每个计量表监控哪些负载(和过程),因为它可能链接到SCADA系统数据和触发器。众所周知,情况并非总是如此。

[0564] 在系统或操作或管理系统的用户不知道主计量表监控哪些负载(和过程)的实施例中,在一些实施例中,最初可以生成类似于在图64所示的动态容差曲线。如通过将图64与在图63中添加并可见的基础曲线(与图60至图62中的每条曲线相同)进行比较所示,对于用户而言,可能很难辨别与由主计量表(在此,标记为“喷漆”、“皮带”和“照明”)监控的每个负载(和过程)的有影响事件和无影响事件相关联的点。至少由于这些原因以及以下进一步描述的原因,本发明的目的是根据本公开的实施例分析和优化动态容差曲线及其相关数据(例如,捕获的能量相关信号及其导出和/或推断的值,诸如负载损失),例如,以使得更容易辨别与由计量设备监控的负载(和过程)的有影响事件和无影响事件相关联的点,诸如,在计量设备负责监控多个负载(和过程)的实施例中,例如上述主计量表。为此,本申请中公开的系统和方法旨在补充共同待审的美国专利申请:名称为“Dynamic Tolerance Curves for Power Monitoring Systems”的第16/137,603号、名称为“Systems and Methods for Managing Power Quality Events in an Electrical System”的第16/233,214号、名称为“Systems and Methods for Characterizing Power Quality Events in an Electrical System”的第16/233,220号、名称为“Systems and Methods for Managing Voltage Event Alarms in an Electrical System”的第16/233,231号、名称为“Supplemental Techniques for Characterizing Power Quality Events in an Electrical System”的第16/233,241号、和名称为“Systems and Methods for Analysis Power Quality Events in an Electrical System”的第16/252,112号,其申请被转让给与本公开相同的受让人,并通过引用整体合并于此。另外,在本申请中公开的系统和方法旨在补充名称为“Systems and Methods for Analyzing Effects of Electrical Perturbations on Equipment in an Electrical System”的PCT申请第PCT/US19/40536号,其申请也被转让给与本公开相同的受让人,并且通过引用整体合并于此。

[0565] 如上所述,计量设备(以及由计量设备监控的负载)可以对电气扰动(例如,电压骤降)具有不同的敏感度阈值。因此,从计量设备的测量(即,能量相关信号)导出的负载损失可以根据在发生电气扰动的时刻哪些负载正在运行或没有运行而变化。再次参考上述的示例,其中在建筑物级别只有一个主计量表具有必要的电能质量能力(例如,启用负载损失测量)可以负责监控传送带电机、涂装过程和照明系统。如果涂装过程是对电压骤降最敏感的部分(例如,在80%幅度),并且该过程主要在早晨运行,则如果早上发生电压骤降,那么,如

果电压骤降保持在涂装过程掉落的范围内(例如,<80%),则可以测量更多的负载损失,但是还没有影响其他过程/负载(例如,>65%)。然而,如果相同的电压骤降(比方说70%幅度)发生在下午,由于最敏感的设备没有运行,因此不会测量负载损失是正常的(例如,只有喷漆过程掉落到65%的幅度以上,此时皮带过程将开始受到影响)。

[0566] 已经观察到,在电气系统的层次中越高的位置放置计量设备而不再有区别(即不再有嵌入波形捕获能力/负载损失算法的子计量表),类似于以上直接段落中描述的情况的"模糊"数据情况的可能性就越高。如上所述,这可能导致响应于计量设备测量而初始生成类似于在图64所示的动态容差曲线的动态容差曲线,系统用户或操作员可能难以辨别该动态容差曲线。

[0567] 根据本公开的实施例,在此公开的系统和方法提供了用于分析从计量设备测量生成的动态容差曲线的技术,以识别在动态容差曲线中的不同点组或点群集(例如,与每个负载的有影响事件和无影响事件相关联的点),并优化动态容差曲线以更清楚地指示负载损失。

[0568] 现在参考图65,示出了能够测量以上和以下讨论的负载损失的计量设备(例如,IED)的图形代表。还参考图65A,示出了计量设备可以按有层次的配置来布置(如以上结合各种其他附图所示和描述的)。还如图65A和各种其他附图所示,计量设备可以被配置为监控电气系统中的一个或多个其他计量设备(或子计量表),例如,如计量设备6505、6510、6515所示。如计量设备6520和保护设备6525所示,计量设备还可以被配置为监控没有或有限的测量能力的一个或多个保护设备或负载(例如,限于能量kWh读数)。根据本公开的各种实施例,电气系统中的一个或多个计量设备(诸如由图65和图65A表示的那些)可以采取虚拟计量设备的形式,在本申请中较早描述了这种类型的设备。

[0569] 还参考图65B,应当理解,电气系统可以包括一个或多个区带,每个区带能够包括多个负载,例如,如图在65B中的区带6530所示。如上所述,负载可以是相同类型的(例如,几个相同的电机),或者可以是多个不同类型的(例如,电机、喷漆设备和照明设备)。还如上所述,在系统或操作或管理系统的用户不知道计量设备监控哪些类型的负载(和过程)的实施例中,例如,基于由计量设备收集的测量数据,可以初始生成类似于在图64中所示的动态容差曲线。例如,这可能是由于负载对电气扰动(例如,电压骤降)具有不同的敏感性。

[0570] 在图65B和图65C所示的示例电气系统中,计量设备6520可以捕获与在区带6530中的每个保护设备/负载相关联的能量相关信号。从这些能量相关信号以及在一些情况下日志记录的数据(例如,来自保护设备/负载)可以推断出三种不同的敏感度(或敏感度级别)。例如,对于区带6530中的第一组保护设备/负载(如图65C中的6535所示),可以推断该组的敏感度为大约60%的电压骤降幅度。另外,对于区带6530中的第二组保护设备/负载(如图65C中的6540所示),可以推断该组的敏感度为大约65%的电压骤降幅度。进一步,对于区带6530中的第三组保护设备/负载(如图65C中的6545所示),可以推断该组的敏感度为大约80%的电压骤降幅度。以下进一步描述用于识别/推断组的技术。

[0571] 根据本公开的一些实施例,系统的用户可以手动查看在动态容差曲线中显示的值(例如,点),并识别/推导对用户而言似乎明显或更可能的组。在上述示例中,用户可以识别与用户相关的组,例如,因为用户知道描述的时间(过程),或者因为用户能够识别类似的敏感度(例如,通过查看动态容差曲线)。此方法的一个示例优势是用户"拥有"用户创建的组。

另外,用户还知道组是如何选择的。在一些情况下,用户对负载和过程有深入的了解。

[0572] 以上讨论的方法在出现几次骤降的情况下可能工作得很好。然而,一旦具有大量的点(例如,由于骤降的数量或由于试图找到趋势或组而分析的较长时间段),一些点可能覆盖在其他点之上(例如,如图66和图67所示),并且人脑将不能有效地可视地分解和/或分析结果(这是在用于可视化和可视分析的图形代表领域中众所周知且有文献记载的问题),并且不能辨别对电压骤降的不同敏感度。另一个限制是由于超过初始影响的负载损失的相对重要性(初始点处的负载损失的百分比对比电压持续下降时的负载损失曲线的百分比),增加了要分析的第二维度,并且在该表示中没有考虑到该第二维度(例如,参见本公开中前面提到的3D图,其将添加人眼不可读的另一维度)。人脑在观看图时很难执行这些计算。

[0573] 至少出于上述原因,可能希望至少部分自动化分组过程。例如,分组过程可以通过使用自动箱(automatic bin)的基于规则的过程而自动进行。例如,用户可以定义系统可以自动化的一定数量的规则。例如,用户可以创建多个箱,每个(或大多数)箱与范围为幅度的10%的步长相关联,从90%开始到50%(例如,90-81、80-71、70-61、61-51)。另外,例如,低于50%的所有事件可以被分组到一个最终箱中。然后,系统/用户可以使用每个箱来创建特定的动态容差曲线。然后,系统/用户依赖于用户对系统以及哪个过程在每个电压骤降处运行的了解来进行每个动态容差曲线的分析。

[0574] 数据越多,统计和/或机器学习方法或工具可能越有效,或者成为识别或推断组的解决方案的重要部分。大量数据流入可能来自许多不同的源,例如,许多电压骤降、具有电能质量能力(例如,波形捕获特征)的最低IED(或计量装置)下的许多不同负载、在层次的较低级别提供其他有用测量(例如,千瓦时计量表或保护装置)的许多不同的非电能质量测量点、和/或许多不同的敏感度级别。在使用统计和/或机器学习方法或工具时,可能检测对负载损失更敏感/更不敏感的负载,从而确定需要区分的运行负载组(运行过程的混合)。在一些实施例中,混合方法可能是合适的。例如,用户(例如,终端用户)可以输入“一些”点,并且系统可以使用统计和/或机器学习方法或工具从该数据中内插/外推。

[0575] 根据本公开的一些实施例,可以为每个组(或选择组),例如,负载组,生成动态容差曲线。再次参考包括计量设备的系统,该计量设备被配置为监控传送带电机、喷漆过程和照明系统,例如,可以为每组负载(运行过程的混合的不同敏感度组)生成动态容差曲线。“上午”的示例(喷漆过程处于活动状态)、下午#1(无喷涂过程处于活动状态,皮带的电机和照明都处于活动状态)和下午#2(仅当照明处于活动状态时)。

[0576] 根据本公开的一些实施例,统计和机器学习方法/方式可以用于区分这些组。例如,可以使用在统计和人工智能领域中的最先进的技术自动推断这些组,这些技术指的是属于非常广泛的“无监督机器学习”领域的工具和过程,例如,使用Kmeans、DBSCAN、树派生的方法、诸如PCA的降维等进行群集。众所周知,这些工具和方法旨在基于对群集的数量、群集之间的距离和群集的内部一致性的统计优化,从数据中推导出相关组(也称为“群集”)。这本质上符合该方法的这一部分的“自动推断”。

[0577] 该系统(即,消费、分析、处理和/或呈现数据的系统,例如,至少一个IED的处理器、基于云的系统、现场软件、网关或另一个前端系统)可以从类似敏感度的幅度分析中推导出群集,从而找到80%、65%和60%大小的三个阈值。然而,即使对于80%或65%的敏感度组,在每个组内在给定时间运行的负载也可能有不同的组合。因此,作为使用负载损失百分比

值作为关键字的参考应用群集技术的结果,这些组可以被子群集。还可能通过将高关键性的负载/过程与不太关键的负载/过程分开来添加另一个步式群集或向电压骤降事件添加诸如群集的另一个特性。

[0578] 如以上简要讨论的,该系统还允许混合方法和过程。例如,终端用户可以输入对用户而言似乎是合乎逻辑的并且将帮助用户分析或操作结果(例如,依赖于他对过程的知识,用户可以选择将某些IED分组为按过程链接或相关,并且创建具有按过程完全分离的IED的其他组)的“一些”已知组。然后,系统可以将其他IED分类为由用户手动创建的这些组,并且系统可以从数据推断任何其他相关组或一系列组。识别这类新的组的一种方式是使用现有组作为参考,以计算哪些特性或值将它们彼此区分开来。然后,该系统可以从数据中推断出诸如当用户分组没有考虑到一些其他区分特性时可能“丢失”的附加的组。

[0579] 从统计学上讲,这是我们可以称为半监督群集的方法的混合。这可以被定义为其中输入被用作起始组或在过程的迭代内被使用的任何方法(例如,被称为“手动群集”),并且其中这些分组被用作不可由系统改变的“绝对分组”(例如,当过程被链接到所定义的IED的列表时),或者作为可以由系统微调的“指示性分组”(例如,通过基于对于每个群集的典型和区分的特性和值组合,将一些IED从一个组移动到统计上更适合的另一组)。

[0580] 如上所述,然后,系统可以从提供手动群集分数(例如,基于可以通过使用这些手动分组来区别地群集的IED的数量相对于IED总数的百分比的分数)的适合性的统计观点来测试分组。然后,系统可以基于被手动分组可能遗漏的特性和值来计算任何其他区分组。这可以用许多不同的方式来完成,诸如仅出于说明目的而提供的方法:系统可以执行所有IED的群集,而无需使用手动输入的群集作为该过程的第一步(该群集步骤稍后将被称为“无约束的群集”)。然后,使用计算的群集,推导出每个群集的哪些特性和值是可区分的。然后,系统将手动输入的群集与这些统计推断的群集进行比较。它还标识了哪些特性和值对手动群集是可区分的。然后,任何重叠的群集都将经历一个受“绝对分组”或“指示性分组”设置强烈影响的解析过程。

[0581] 在“绝对分组”设置的情况下,只会添加可区分的其他新的群集(将不会对手动分组进行修正)。使用这些作为输入,用户的未分类的IED随后将被分类为可用的最相关的群集(手动定义的群集和系统添加的新的群集的混合)。在“指示性分组”的情况下,系统将创建与以上相同的新的群集。但是该系统还将允许对手动分组进行修正。该过程可以通过应用不同的方法来完成,诸如出于非限制性说明的目的,以下是方法的示例:系统可以使用“无约束聚集”的输出来推导它的哪些群集具有重叠的特性、值和IED,以及手动分组的特性、值和IED。

[0582] 一旦识别出任何重叠,系统就将丰富手动群集(例如,添加与手动组相关的新的特性或值范围,诸如,当如果它们实际上是“无约束群集”的子分区时将“无约束群集”划分成两个或更多个手动分组时),从而将“无约束群集”的IED分类到相关的(子群集)手动分组中。或者,系统可以将手动分组中的一些重新分组为一个或多个“无约束群集”,仅保留与“无约束群集”不同的手动分组(即使这意味着具有更少的统计上的相关组,因为从过程的角度来看,这可能是很有意义的)。

[0583] 该选择可以是由用户和/或由系统提供的默认设置,或者可以是用户或其他系统交互的结果(例如,具有与用户的图形界面,或者依赖于与制造SCADA系统的场景测试以查

看最适合过程)。实现类似结果的另一种方式可能是使用半监督学习技术,通过“教导系统”将手动分组作为输入。这指的是在人工智能领域的“最先进的”。将过程步骤或模型与在此描述的任何其他过程步骤或任何其他过程在应用内组合成混合模式的示例示出,任何元素可以与另一个元素组合以创建更丰富和更复杂的模型或过程。

[0584] 应当理解,还有许多其他基于规则的可能方法。例如,使用制造SCADA系统信息以及建筑管理系统信息,我们可以推导对于每个负载损失案例,哪些过程在每个案例中处于活动状态。

[0585] 在此可能重要的是突出显示附加的驱动,其促使使用方法和过程从数据和元数据相关分组中自动推断。这些驱动还可以应用于在本申请中描述的其他步骤、方法和过程(例如,在自动推断的最佳拟合曲线上)。

[0586] 如以上简要讨论的,数据越多,统计方法可能越有效,或者成为解决问题的解决方案的重要部分。除了上面讨论的大量数据流入的源之外,大量数据流入可能源自来自其他系统的数据集(例如,来自制造SCADA系统的运行过程信息)。另外,大量数据流入可能源自控制设备的敏感度的许多变化(例如,设备控制内部的电子元件的敏感度,诸如在接触器上)。一些可能会穿越相同的幅度,而另一些可能会脱扣。为了说明“元件、负载和过程的穿越特性中的非线性”这一原理,接触器可能是一个很好的示例。

[0587] 电压扰动对一些负载(例如,在图68中所示的AC电机接触器)的影响将受到许多电压骤降特性的影响,包括幅度、持续时间、电压骤降的起始的相角、线路阻抗和接触器的线圈的尺寸。如图68所示,在电压骤降事件的幅度和持续时间之间的关系中存在某些“非线性”,这由三个示例性尺寸0、尺寸1和尺寸2的AC电机接触器的穿越行为来示出。在这三种情况下,电压骤降的幅度和相应的接触器的穿越的持续时间之间的关系有些出乎意料。例如,如果电压骤降事件达到标称电压的大约41%,将导致尺寸0AC电机接触器在16毫秒内掉落。类似地,电压骤降到标称电压的大约49%,将导致尺寸1AC电机接触器在27毫秒内掉落。最后,电压骤降到标称电压的大约38%,将导致尺寸2的AC电机接触器在52毫秒内掉落。

[0588] 似乎不协调的是,随着电压骤降深度的增加(接近零伏),所有三个AC电机接触器的穿越特性实际上都有所改善。例如,尺寸0、尺寸1和尺寸2AC电机接触器的穿越持续时间分别为57毫秒、63毫秒和109毫秒。简而言之,当经历电压扰动时,一些组件/负载/过程可能不会做出预期的反应。

[0589] 根据本公开的一些实施例,在此公开的系统和方法可以优化在动态容差曲线中的边界或阈值线。如上所述,边界或阈值线用于指示在电气系统中的负载损失。在一些实施例中,边界或阈值线优化过程是全自动或混合方法。

[0590] 在一个示例实施方式中,边界或阈值线优化过程包括统计的异常值的自动识别和移除。有时,只有几个点就会产生“模糊”或边界不清的视觉感知。另外,有时其他相关维度可能不可见(例如,如果我们只显示幅度与持续时间的关系,那么我们可能会错过负载损失的百分比,而用户或系统可能会考虑或知道在哪个负载损失的阈值下,对过程的影响被认为是“微不足道的”或“严重的影响”)。在这种情况下,系统可以选择不使用这些点来定义/“绘制”边界线(如用户在手动过程中所做的那样)。例如,如图69所示,系统然后可以产生特定的绘图,以示出如何通过移除或专门标记异常值来计算边界线。

[0591] 参考图69,从统计方法,图中突出显示的点可能被认为是“异常值”或“不太可靠”。

在这种情况下,系统将绘制如图所示的线。另外,系统可以警告用户这些极端的新点(例如,诸如在报告内呈现的图中的红色或特定类型的阴影,提供所有附加的信息,诸如,这3个点仅具有5%的负载损失,而所有其他点超过20%的负载损失,该阈值由用户设置,低于该阈值,对于过程和运行操作的影响被认为是"微不足道的")。

[0592] 在一些实施例中,边界或阈值线是自动统计或机器学习推导的边界或阈值线。如所理解的,有许多不同的方法、算法可以帮助区分重叠的数据点组。这在统计和人工智能(包括所有机器学习算法)领域被认为是"最先进的"。在本申请中,所有这些方法的目的都是区分两组(有影响组和非影响组)。方法的非限制性列表示例包括,例如,逻辑回归、线性区分分析、二次区分分析、KNN(k-最近邻)分类器、样条、局部回归、一般加法模型、广义加法模型、基于树的方法和派生的套袋(derived bagging)、随机森林、提升方法(boosting)、支持向量机、张量和其他AI、深度学习链接方法。

[0593] 在本公开的另一个方面,我们要求创新的事实是,我们可以向这些纯统计方法中的任何一个添加约束。根据本公开的一些实施例,该边界对应于最佳垂直移动"线",其对于任何给定的Y值只有一个X值,并且X-Y对(pair)需要创建连续的线。例如,可以用KNN(k近邻)示例来说明该原理。参考图70,示出了示例图形KNN表示。根据本公开的一些实施例,在应用上述约束之后,如虚线(代表动态容差曲线的一部分)所示,该线将被校正。

[0594] 由于我们可能通过添加特定约束来应用不同的算法,因此在执行任何模型的计算以优化参数之后,我们可能需要添加调整或调谐步骤(例如,在KNN的情况下,系统将通过改变k值来优化"分类错误的点",这是机器学习的最先进技术)。我们的约束添加了尚未被包括在原始统计计算中的"机械"约束(这是附加的数据维度)。实施方式将始终特定于所选的方法。在将KNN作为众多示例中的一个的情况下,系统将通过改变K值来优化选择,例如,从如图71所示的K=15到如图72所示的K=150。如图72所示,当K=150时,KNN变成一条简单的回归线。可以通过许多不同的计算来执行优化(例如,通过计算诸如通过对给定K应用约束而分类错误的点数除以通过对给定K-1应用约束而分类错误的点数。然后,最优值可以是使该分数最小的k)。

[0595] 该自适应方法还包括使测试自动化(例如,统计假设测试)以移除不适用的方法(例如,如果数据不遵循预期的高斯分布)的可能性,或者测试数据转换的应用(例如,其中包括导致较大响应缩小的log(Y)或sqrt(Y))是否能够满足高斯假设。交叉验证/自枚举(bootstrap)或张量层优化方法还可用于选择最佳机器学习计算方法(例如,什么是最佳模型)以及检测模型或模型参数随时间的任何变化(例如,如果使用逻辑回归,是否有任何新的数据时段改变最佳自由度数),或者张量层和最佳层数。

[0596] 由于一些方法将产生一些更具适应性的曲线(线条将更平滑,断点定义更不清晰),因此系统将需要设置或自动定义更重要的内容:精度还是可读性(例如,没有几个清晰的断点可配置用于警报)。然后,用户或系统(如果用户配置文件被定义为"非专家配置文件",或者如果正在调谐制造SCADA系统控制)可以定义优先级,以便更容易地解释或更高精度。系统可以应用不同的可能场景。作为许多其他示例中的两个,系统可以移除更复杂的曲线(例如,通过仅保持线性方法),或者系统可以通过减少可能的断点的数量来降低感知的复杂性。

[0597] 在一些实施例中,可以组合多种方法。然而,通常情况下(在一些情况下),结果和/

或情况可能变得过于复杂,诸如当可能的或测量的过程的组合的数量变得巨大并且没有提供几个简单的动态容差曲线的列表时(例如,如果建筑物有三条不同的“喷涂”线、五台用于“传送带”的不同电机、两个用于“照明”包装的位置、以及三台“金属板材压力机”,每台“金属板材压力机”具有两个电机)。

[0598] 例如,我们可以通过首先将分组应用到更一致的组中(例如,使用前述的自动统计方法),然后推导出最佳拟合边界线(例如,应用前述的“受约束的KNN”方法)来组合这些方法。最后,在我们的本示例中,可以向用户呈现图形用户界面,该图形用户界面显示了动态容差曲线,其中用户可以手动移动一些点。然后,系统重复上述步骤,直到用户对结果感到满意(例如,通过验证提议的一系列动态容差曲线,或者通过不改变任何提议的动态容差曲线)。

[0599] 还可以创建更具交互性的混合派生组合,诸如以使用户能够选择附加的输入供系统使用。例如,可以有混合方法,其中最终用户在动态容差曲线边界线上输入“一些”点,然后系统根据该数据对边界线的其余部分进行内插/外推/优化。在另一个示例中,用户可以可视化改变诸如K值的值、创建或多或少复杂的线的影响。

[0600] 根据本公开的一些实施例,随着时间的推移,优化总体结果以实现最佳使用可能变得重要(有用)。应当理解,这种“最佳使用”是非常广泛的概念,它包括许多不同的标准,诸如三个非限制性的示例:用于快速可读性、用于随着时间推移的一致性以便能够进行时段间的比较、用于SCADA的控制。例如,通过随着时间推移对数据进行统计评估,数据应该收敛到一个可接受的解决方案上。因此,系统将通过迭代测试模型的阶段和测试所产生的动态容差曲线的一致性,并进一步迭代,直到找到根据“最佳使用”标准的最佳解决方案。该过程可以包括每个步骤(分组计算、边界线计算、任何附加的步骤或步骤的混合)。但它也可能非常相关,并用于全局最终结果。

[0601] 根据本公开的一些实施例,还可以添加可选的方法和/或步骤,以随时间推移向用户提供更“稳定的”动态容差曲线。例如,可以通过随时间推移添加惩罚因子(例如,将分数乘以所使用的模型的数量)来创建使用和应用的模型的稳定性,从而对偏离先前相关模型的任何模型进行严厉惩罚。另外,可以通过添加用于进一步划分的组的惩罚分数(例如,将分数乘以群集的数量)来创建组的稳定性。如果新的惩罚分数低于以前的相关分数,则新计算的益处超过了增加的复杂性。如果不是,则可以决定保留先前的方法和先前的群集。

[0602] 应当理解,以上讨论的系统和方法可以与贯穿本公开描述的一个或多个系统和方法相结合。另外,应当理解,上述系统和方法中的各种特征以及各种特征可以应用于本申请中的其他概念。例如,上述系统和方法还可用于区分聚合动态容差曲线中的数据。应当理解,动态容差曲线可以针对特定时间段(例如,一天)生成。还可以理解,动态容差曲线可以指示或与报告和警报一起使用。另外,应当理解,动态容差曲线可以指示例如负载损失的百分比与具有骤降的相对尺寸的经济损失图的关系、电压骤降与经济的关系、对财务用户和ROI的解释(例如,“我从经济方面获得了多少”)、负载损失与CO2(回收能量=成本)的关系、恢复时间与负载损失的关系、以及本领域普通技术人员显而易见的任何其它数量的其他项目。

[0603] 如上所述,并且如本领域普通技术人员将理解的那样,本公开的实施例提供了许多益处。示例益处包括对检测到的电能质量事件(异常电气条件)的锁存评估以及对负载启

动和重启(即,占空比)的非锁存评估。示例益处还包括识别潜在的重启问题,例如,使用市场细分元数据来确定问题对客户类型的关键性(例如,注塑系统可能有一个目标;制冷系统可能有另一个目标),以及识别一些正在重启的潜在设备类型。附加的益处包括例如通过位置、与诸如电压骤降和欠压条件的离散电能质量事件相关联的重启次数以及累积与特定事件特性(即,大小、持续时间、当前频率等)相关联的其他重启信息来量化潜在的重启问题。进一步的益处包括减少设备压力、延长设备运行寿命、减少维护成本、抑制意外或过度设备重启的通知(如果它们被认为是可以接受的),以及建议缓解技术以最小化/消除重启问题(如果存在)。

[0604] 本公开的实施例还向终端用户提供了对设备如何在其电气系统上操作的更好理解。例如,本公开的实施例向终端用户提供关于电气扰动(和异常电压条件)对其负载的影响的详细信息。利用由计量仪器或其他IED提供的来自正常和异常电压条件的数据,提供了识别、量化和通知终端用户在其电气系统和/或离散负载上经历的通用和隔离压力的能力。当部署在基于云的应用中时,该公开可以允许进行统计分析、分析学、对可比细分市场和/或设备进行基线和/或分类,识别新的解决方案和服务的机会,并增强设备、客户和市场意识。

[0605] 如上所述,并且如本领域普通技术人员将理解的那样,本公开的实施例促进了在设施内进行“更多和更好”的计量。例如,在能量消耗者的电气系统中安装的IED越多,这些实施例可能对能量消耗者越有益处。本领域的普通技术人员也会理解,电压事件缓解产品有很大的机会。进一步,本领域普通技术人员将理解,识别和促进通常会被能量消耗者忽视、误解或干脆忽略的机会是重要的。量化电压事件的能力为能量消耗者解决这些问题创造了合理的紧迫感。本公开中描述的各种实施例应该允许基于服务的组织更容易地识别机会,并被保留用于设计和安装最经济的解决方案。例如,通过利用产品来识别改善电压事件缓解和减少恢复时间的机会,能量消耗者可以改善其操作的可用性并增加其盈利能力。

[0606] 本公开中描述的实施例还可以为基于云的服务创造许多机会。尽管在一些实施例中,使用现场软件来评估、量化和缓解电压事件的前景可能更理想,但与能量消耗者的直接(或基本上直接)参与/交互可能倾向于促进更多的服务和产品销售机会。通过评估在云中的电压事件数据,以更及时的方式积极参与相关信息和实际解决方案可能会产生更多可能性。

[0607] 如上所述,电压骤降/突降对工业设备、过程、产品以及最终客户的底线都有重大影响。在实施例中,电压骤降/突降是电能质量问题的最大(或接近最大)源,并且可以源于能量消耗者的设施内部和外部。使用在此描述的动态电压容差曲线和其他实施例将提供定位、量化和校正电压骤降/突降的影响并缩短事件恢复时间的能力。此外,动态电压容差曲线能够针对、设计和验证定制的缓解解决方案和服务,从而帮助能量消耗者减少对其操作的中断,最大化其系统性能和可用性,延长其设备寿命,并减少其总运营成本。简而言之,本申请中公开的实施例可以合并在计量表、网关、诸如PME的现场软件以及诸如施耐德电气的Power Advisor的基于云的报价中。

[0608] 如上所述并如本领域普通技术人员将理解的那样,在此公开的实施例可以被配置为系统、方法或其组合。因此,本公开的实施例可以包括各种方式,包括硬件、软件、固件或其任意组合。

[0609] 应当理解,在此寻求保护的概念、系统、电路和技术不限于在此描述的示例应用(例如,电力监控系统应用)中使用,而是在期望管理在电气系统中的电能质量事件的基本上任何应用中都是有用的。尽管已经示出和描述了本公开的特定实施例和应用,但是应当理解,本公开的实施例不限于在此公开的精确构造和组成,并且在不背离在所附权利要求中定义的本公开的精神和范围的情况下,各种修正、改变和变化可以从前述描述中显而易见。

[0610] 已经描述了用于说明作为本专利主题的各种概念、结构和技术的优选实施例,对于本领域普通技术人员来说,可以使用结合了这些概念、结构和技术的其他实施例现在变得显而易见。另外地,可以组合在此描述的不同实施例的元素以形成上文未具体阐述的其他实施例。

[0611] 因此,提出专利范围不应局限于所描述地实施例,而应仅限于以下权利要求的精神和范围。

[0612] [1]https://adfpowertuning.com/en/about-us/news-stories/148-leonardo-energy-qpan-european-power-quality-surveyq-shows-g150bn-annually-in-cost-for-low-power-quality.html

[0613] [2]https://blog.schneider-electric.com/power-management-metering-monitoring-power-quality/2015/10/16/why-poor-power-quality-costs-billions-annually-and-what-can-be-done-about-it/

[0614] [3]The Cost of Poor Power Quality,Roman Targosz and David Chapman, October 2015,ECIPublication No.Cu0145

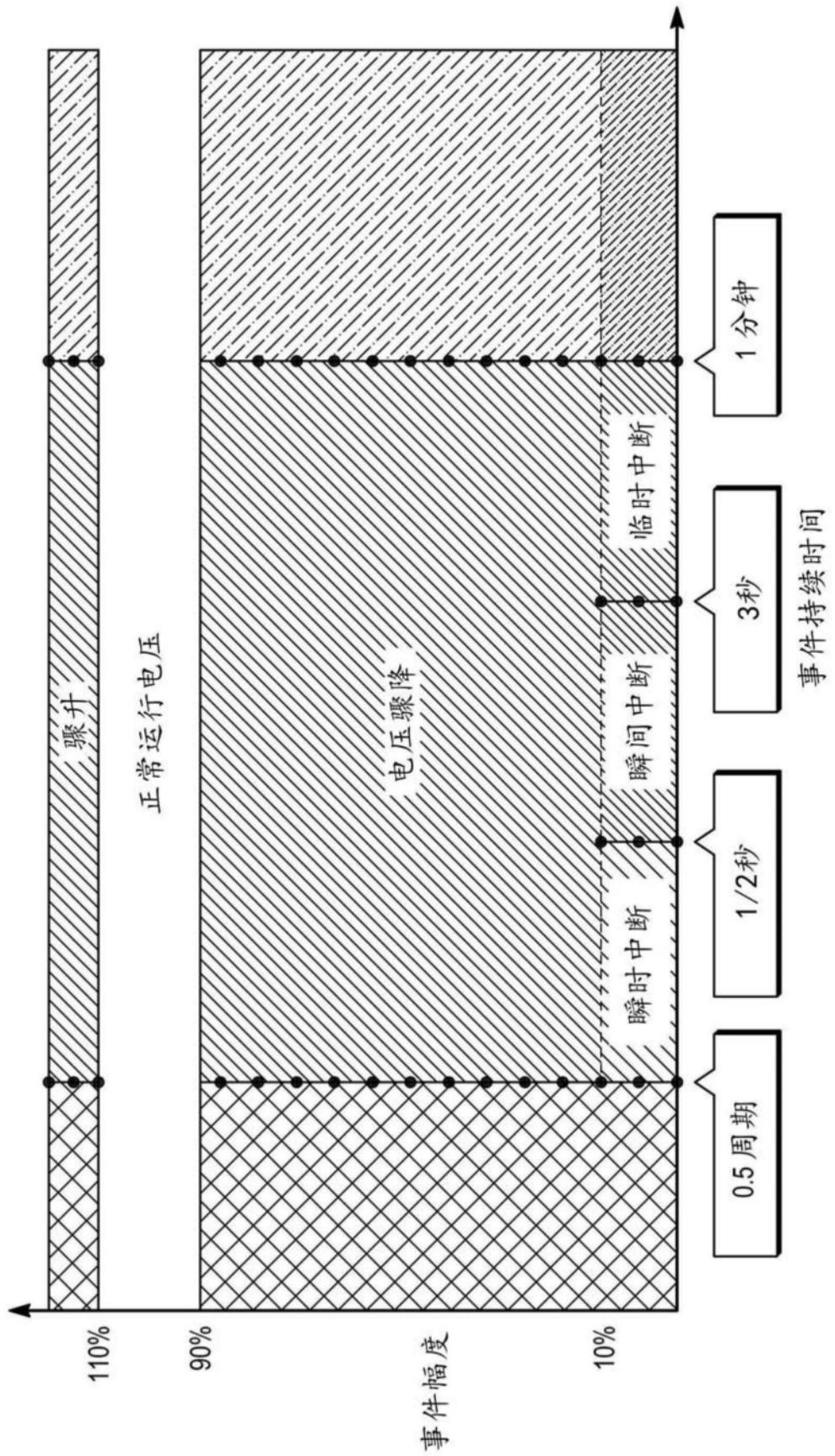

骤升
正常运行电压
电压骤降
瞬时中断
瞬间中断
临时中断
0.5周期
1/2秒
3秒
1分钟
事件持续时间
110%
90%
10%
事件幅度

图1

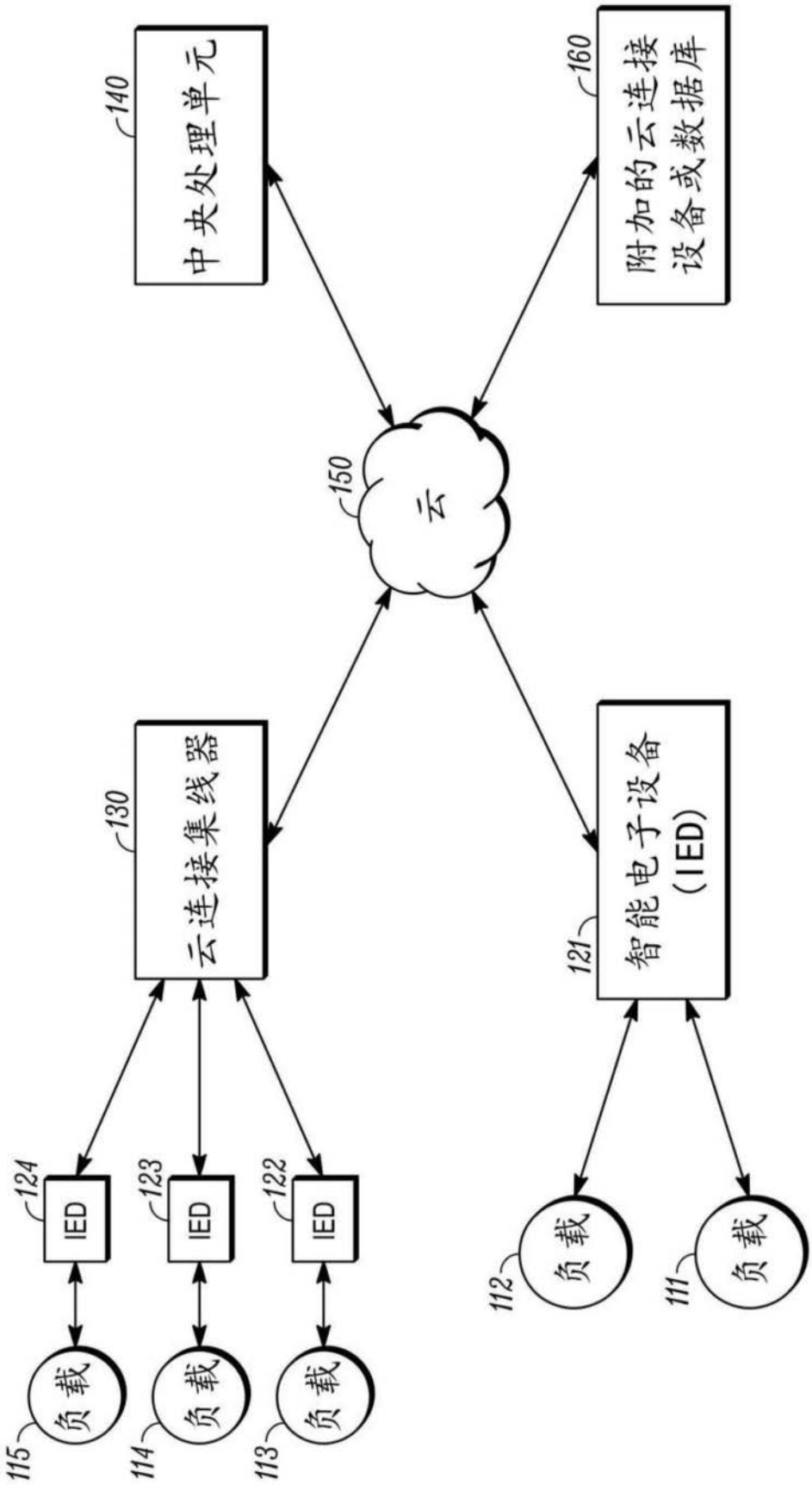

140
中央处理单元
160
附加的云连接设备或数据库
150
云
130
云连接集线器
121
智能电子设备(IED)
124
IED
123
IED
122
IED
负载
115
负载
114
负载
113
负载
112
负载
111

图1A

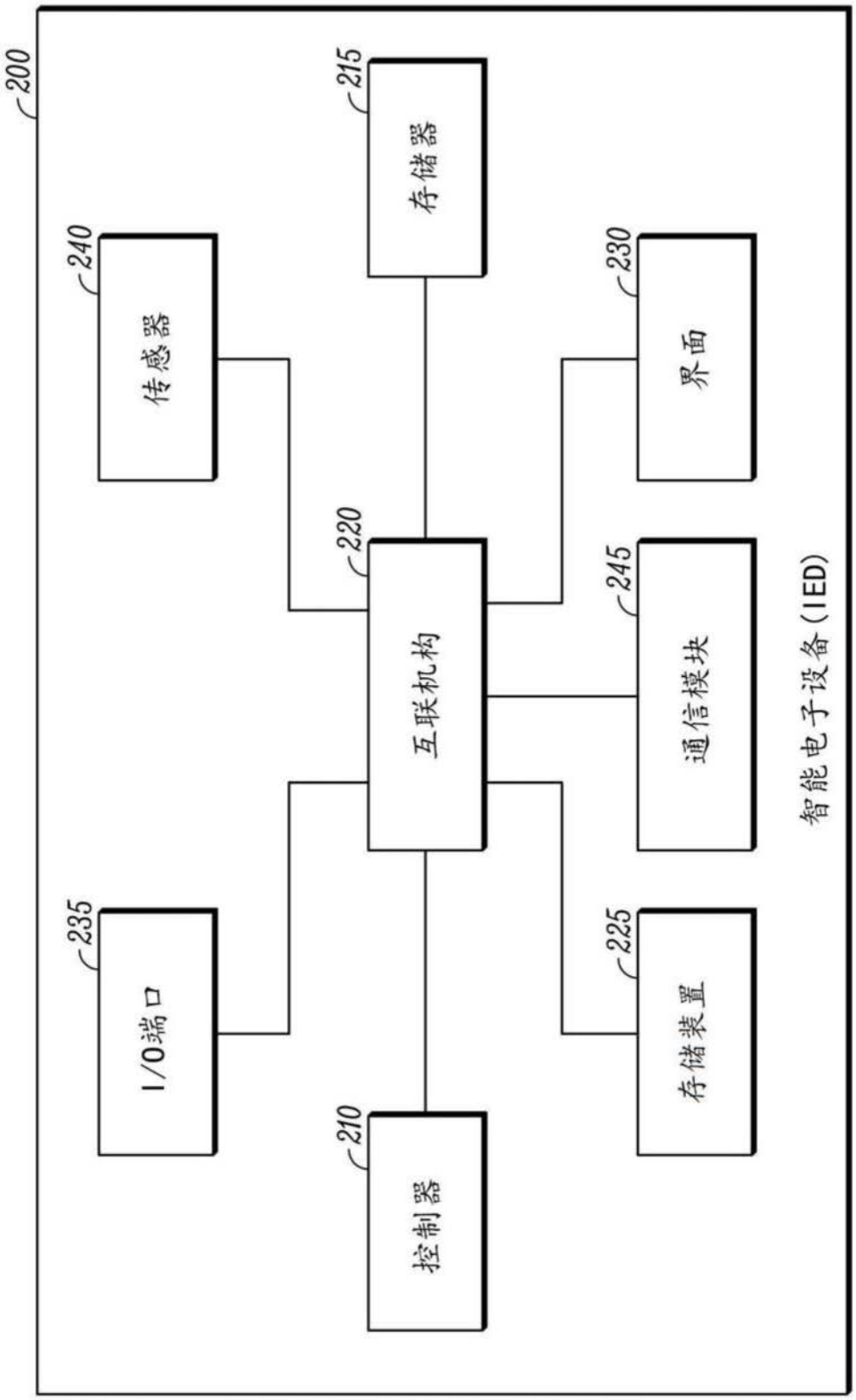

200
215
存储器
240
传感器
230
界面
220
互联机构
245
通信模块
智能电子设备(IED)
235
I/O端口
225
存储装置
210
控制器

图1B

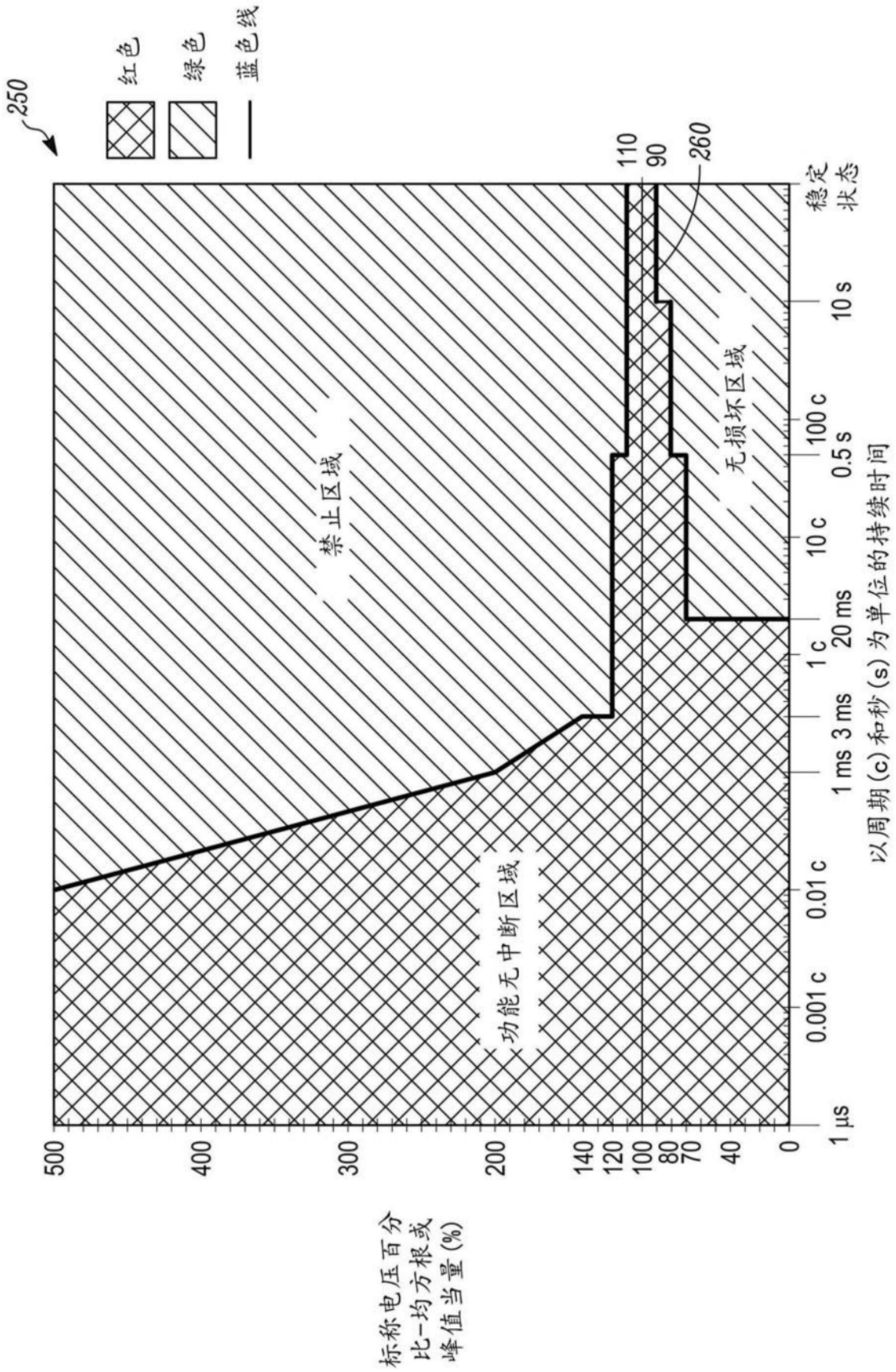

250
红色
绿色
蓝色线
禁止区域
功能无中断区域
无损坏区域
260
110
90
稳定状态
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
0.5 s
100 c
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图2

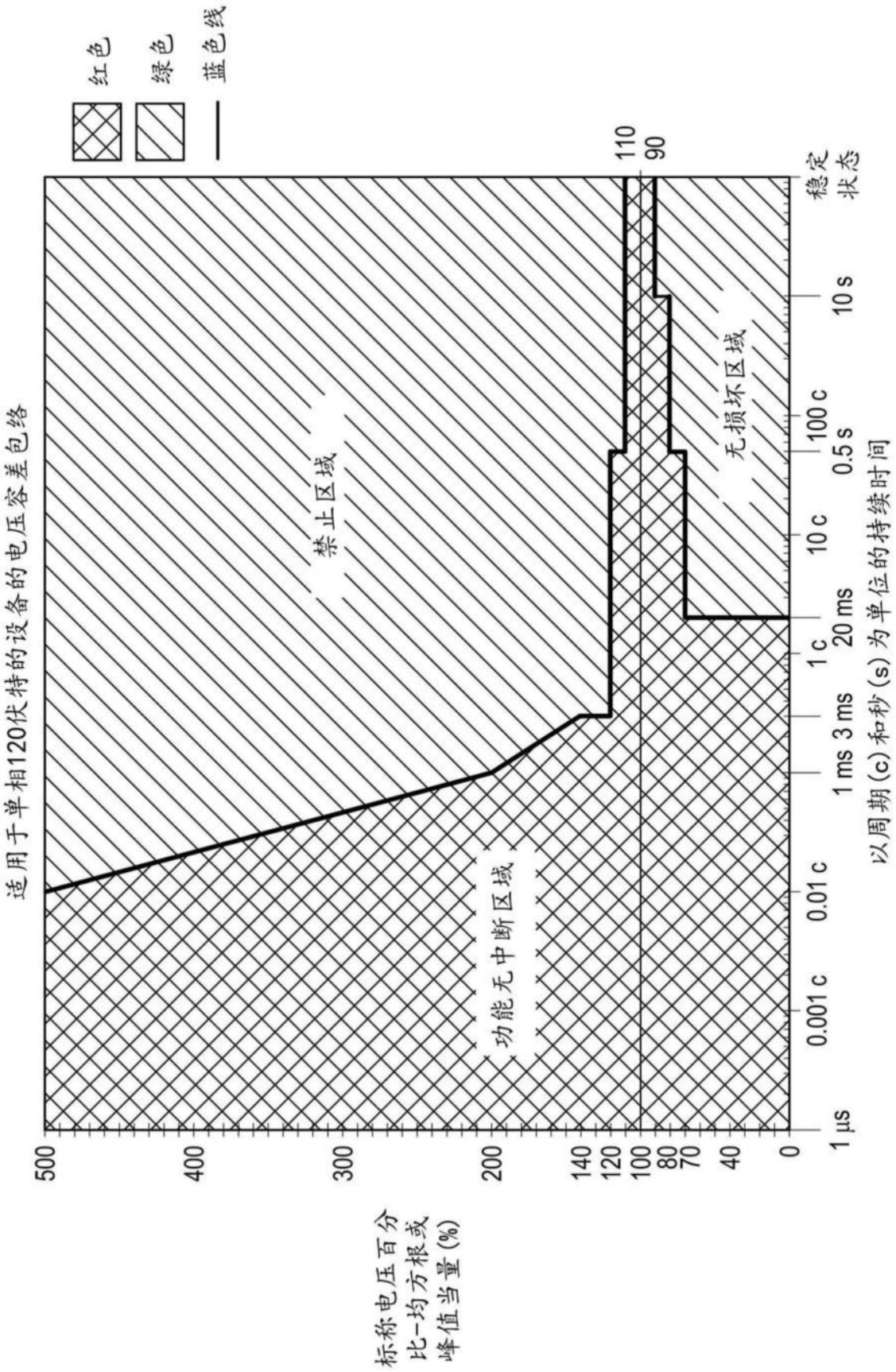

适用于单相120伏特的设备的电压容差包络
红色
绿色
蓝色线
禁止区域
功能无中断区域
无损坏区域
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
110
100
90
80
70
40
0
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
0.5 s
100 c
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图3

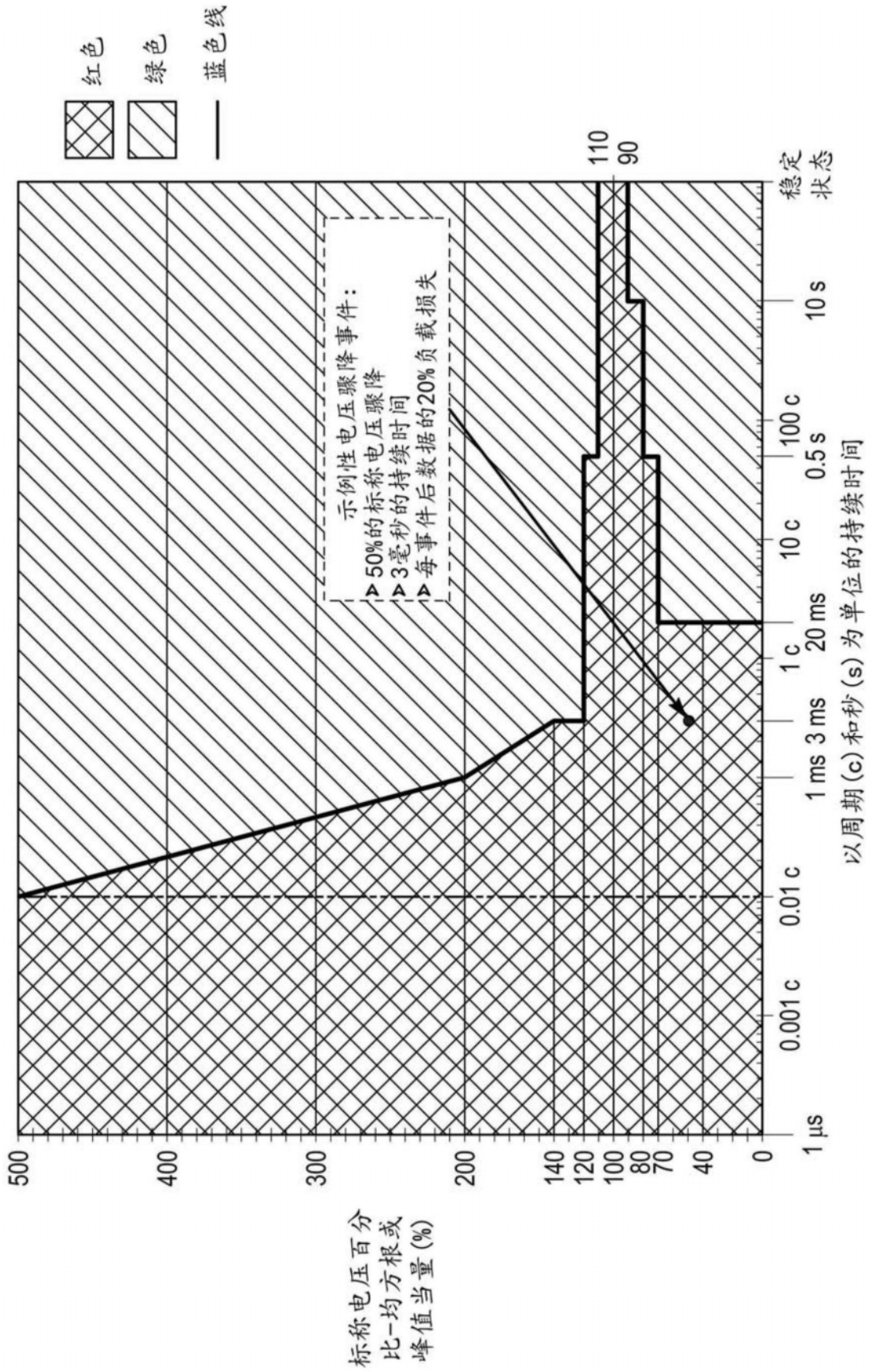

红色
绿色
蓝色线
示例性电压骤降事件：
50%的标称电压骤降
3毫秒的持续时间
每事件后数据的20%负载损失
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图4

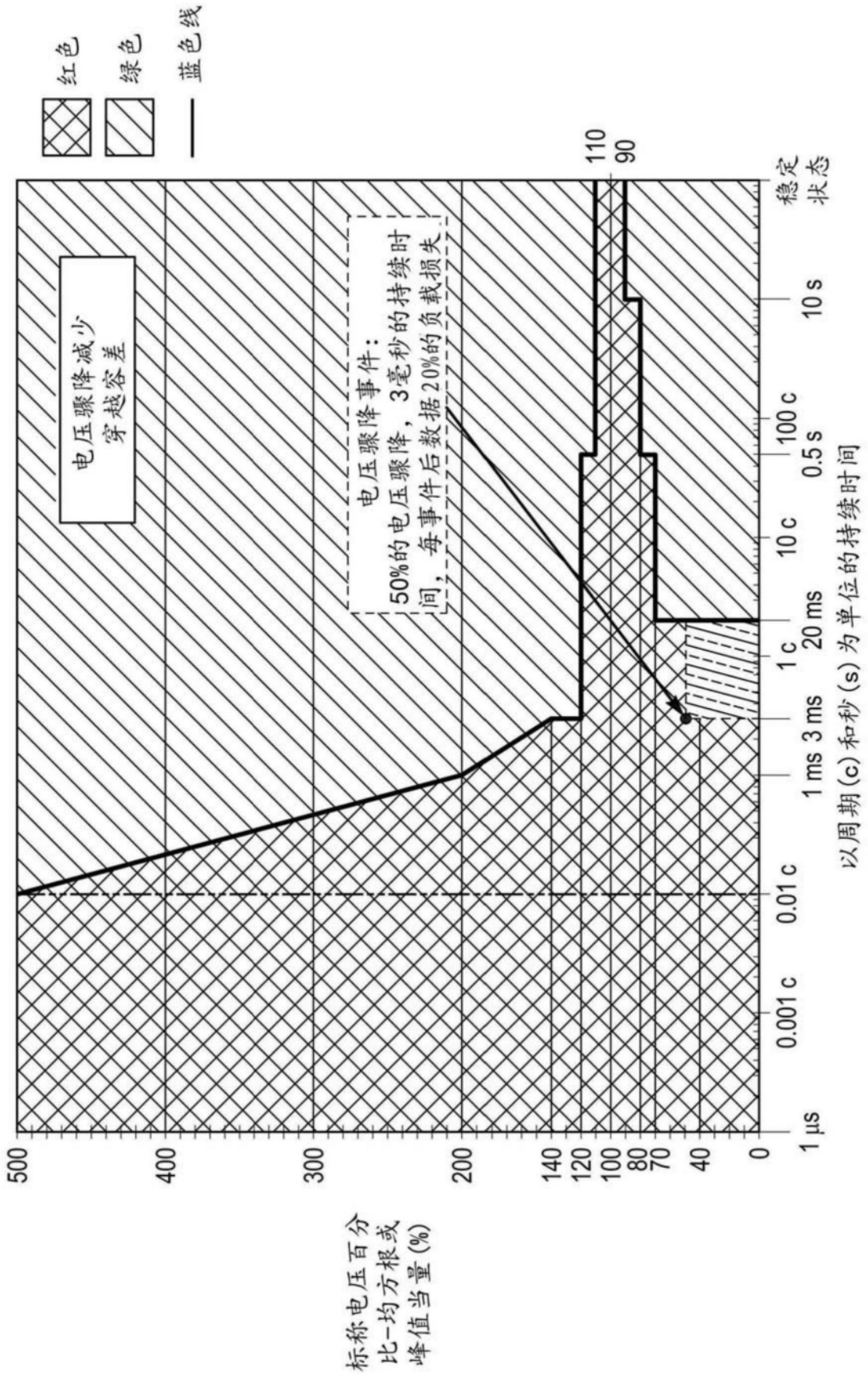

红色
绿色
蓝色线
电压骤降减少
穿越容差
电压骤降事件：
50%的电压骤降，3毫秒的持续时间，每事件后数据20%的负载损失
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图5

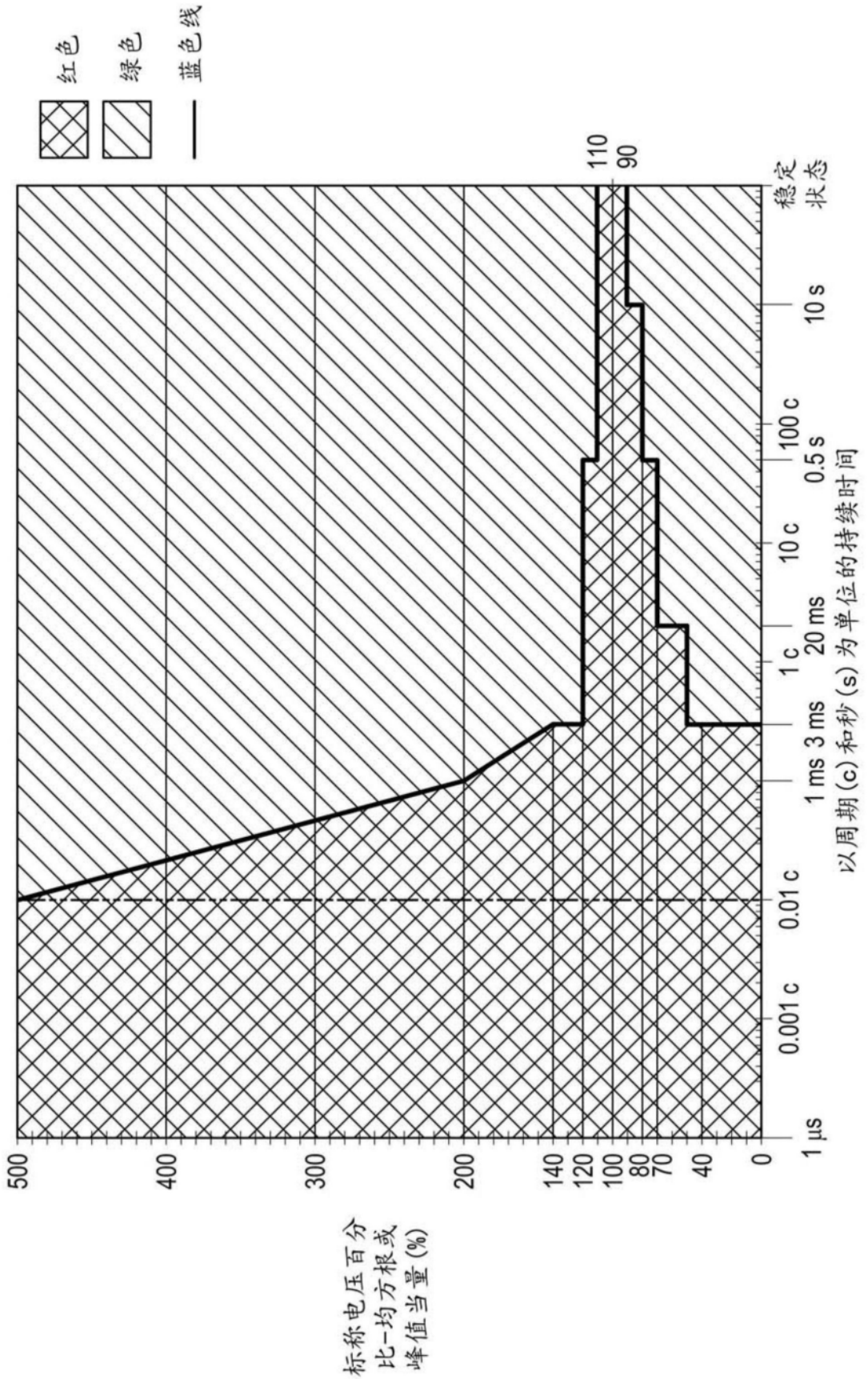

红色
绿色
蓝色线
110
90
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图6

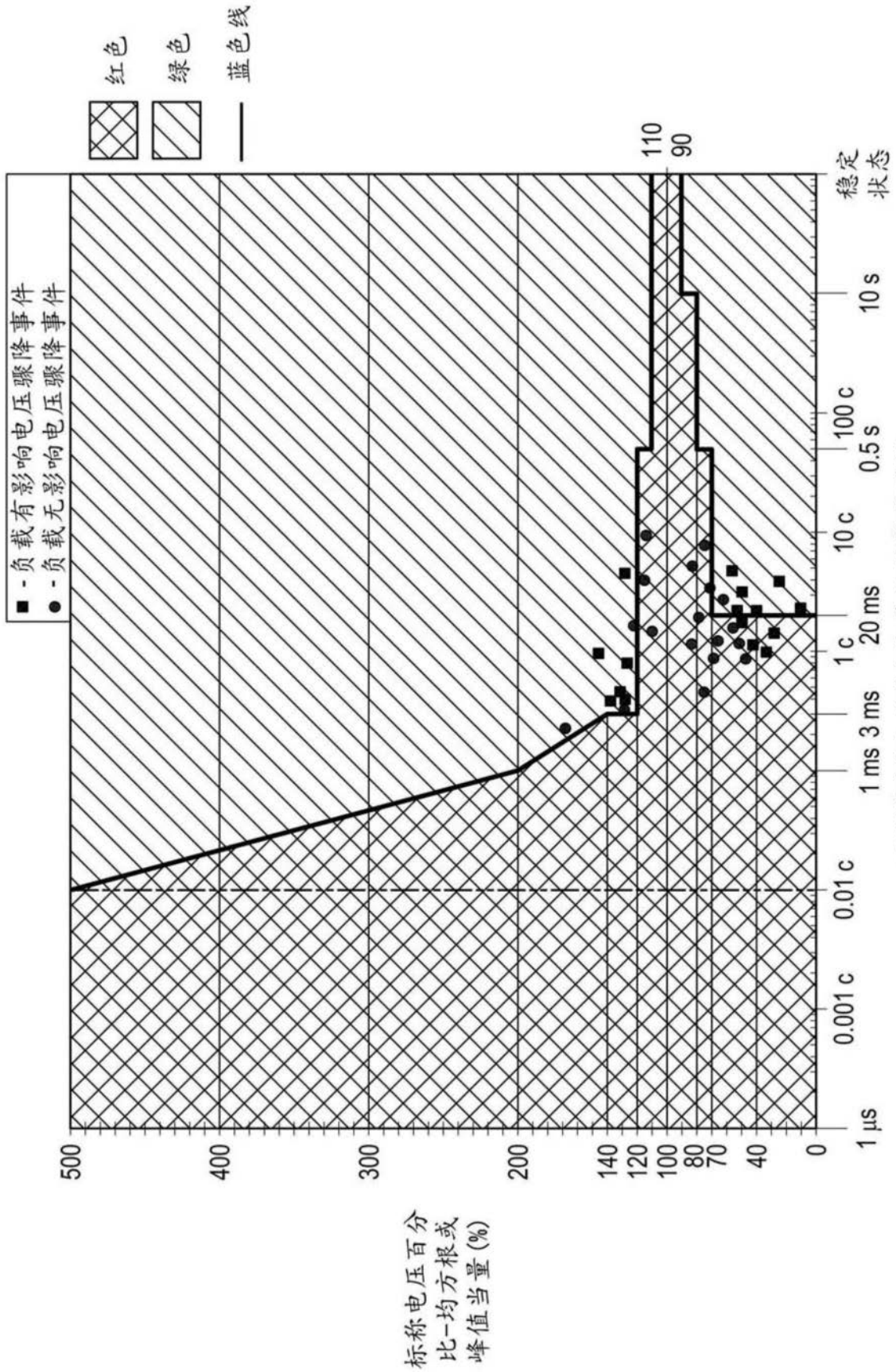

红色
绿色
蓝色线
■ - 负载有影响电压骤降事件
● - 负载无影响电压骤降事件
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图7

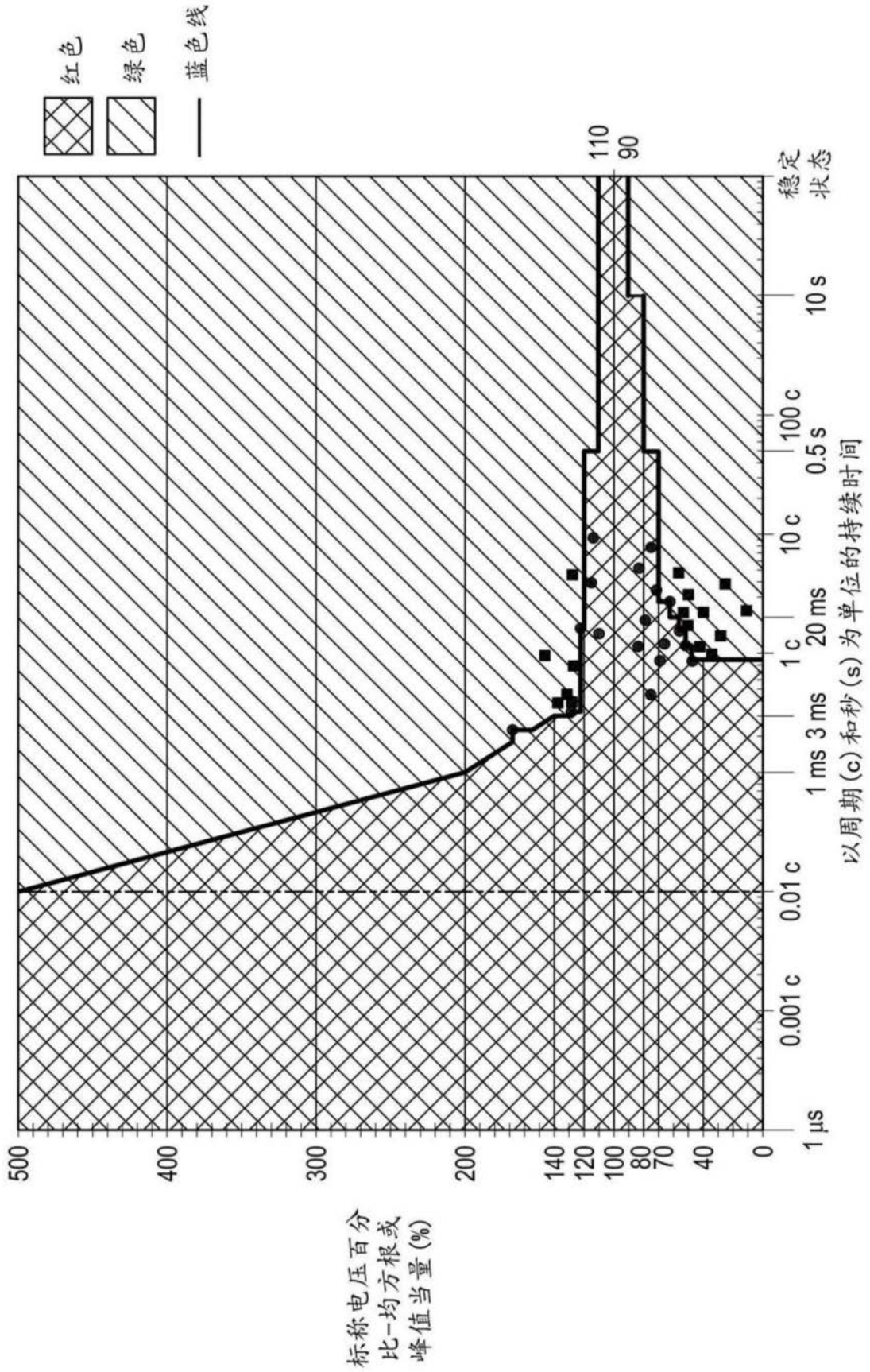

红色
绿色
蓝色线
110
90
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图8

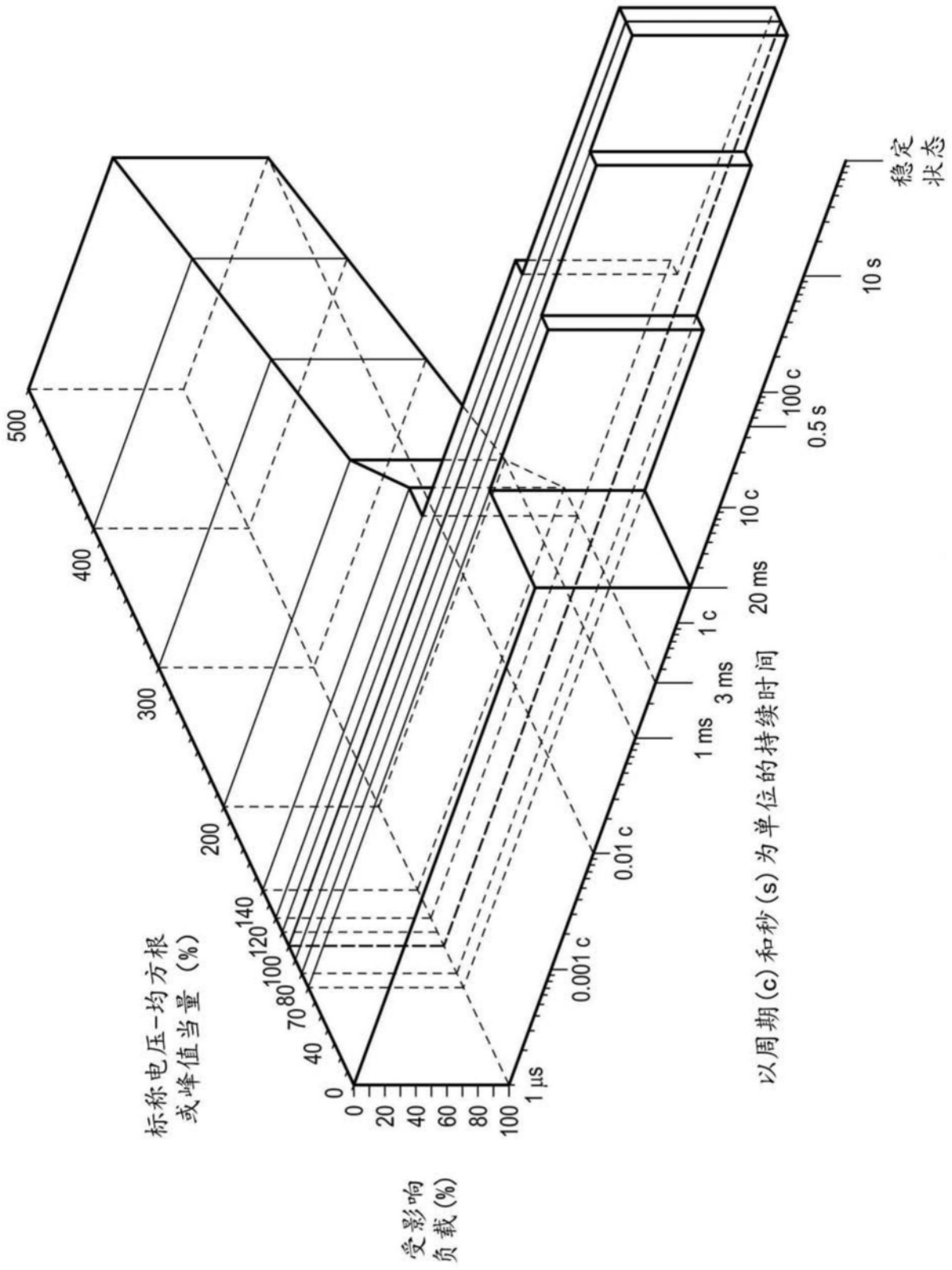

标称电压-均方根
或峰值当量（%）
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
受影响
负载（%）
0
20
40
60
80
100
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定
状态
以周期（c）和秒（s）为单位的持续时间

图9

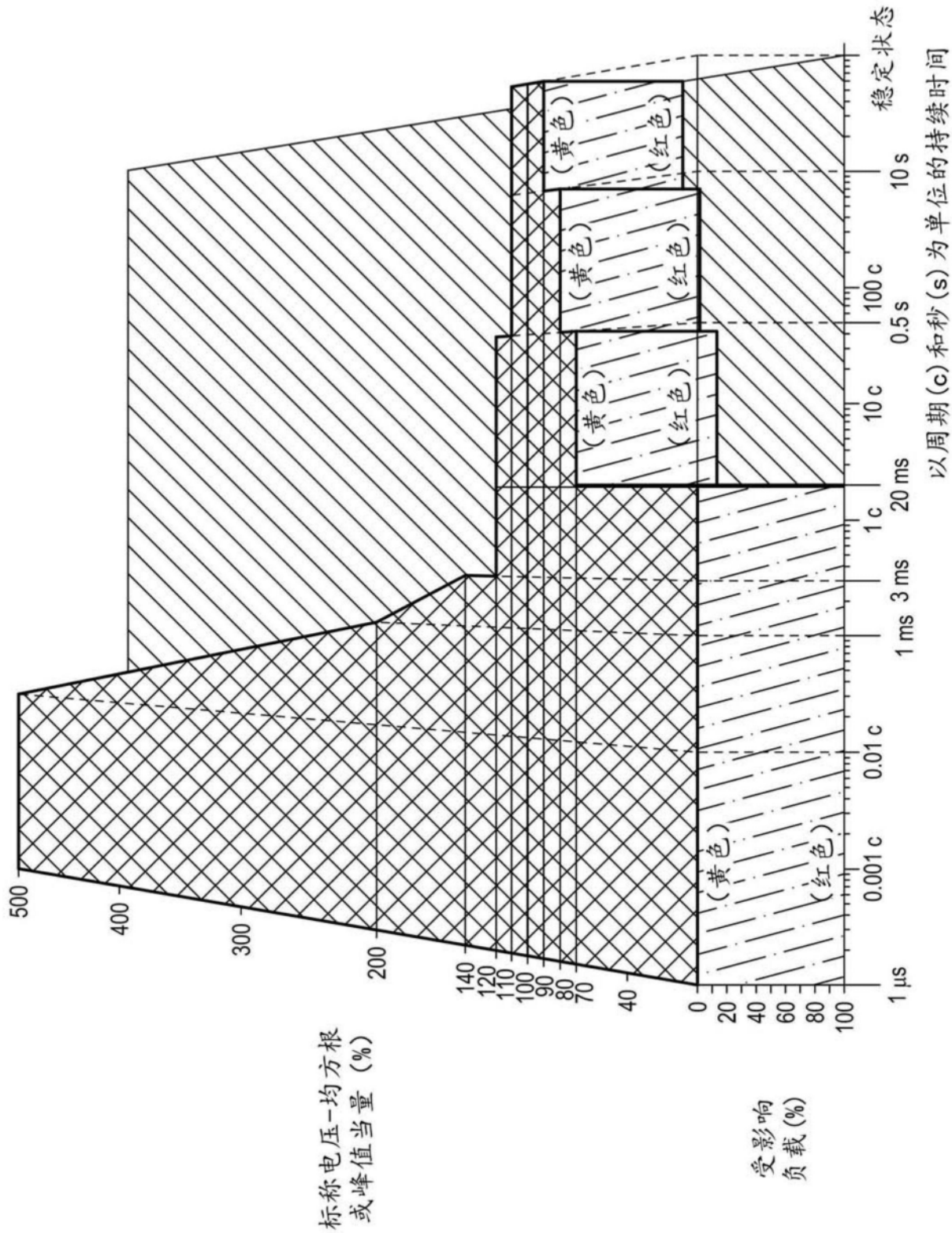

标称电压-均方根
或峰值当量（%）
500
400
300
200
140
120
110
100
90
80
70
40
0
20
40
60
80
100
受影响
负载（%）
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期（c）和秒（s）为单位的持续时间
（黄色）
（红色）

图10

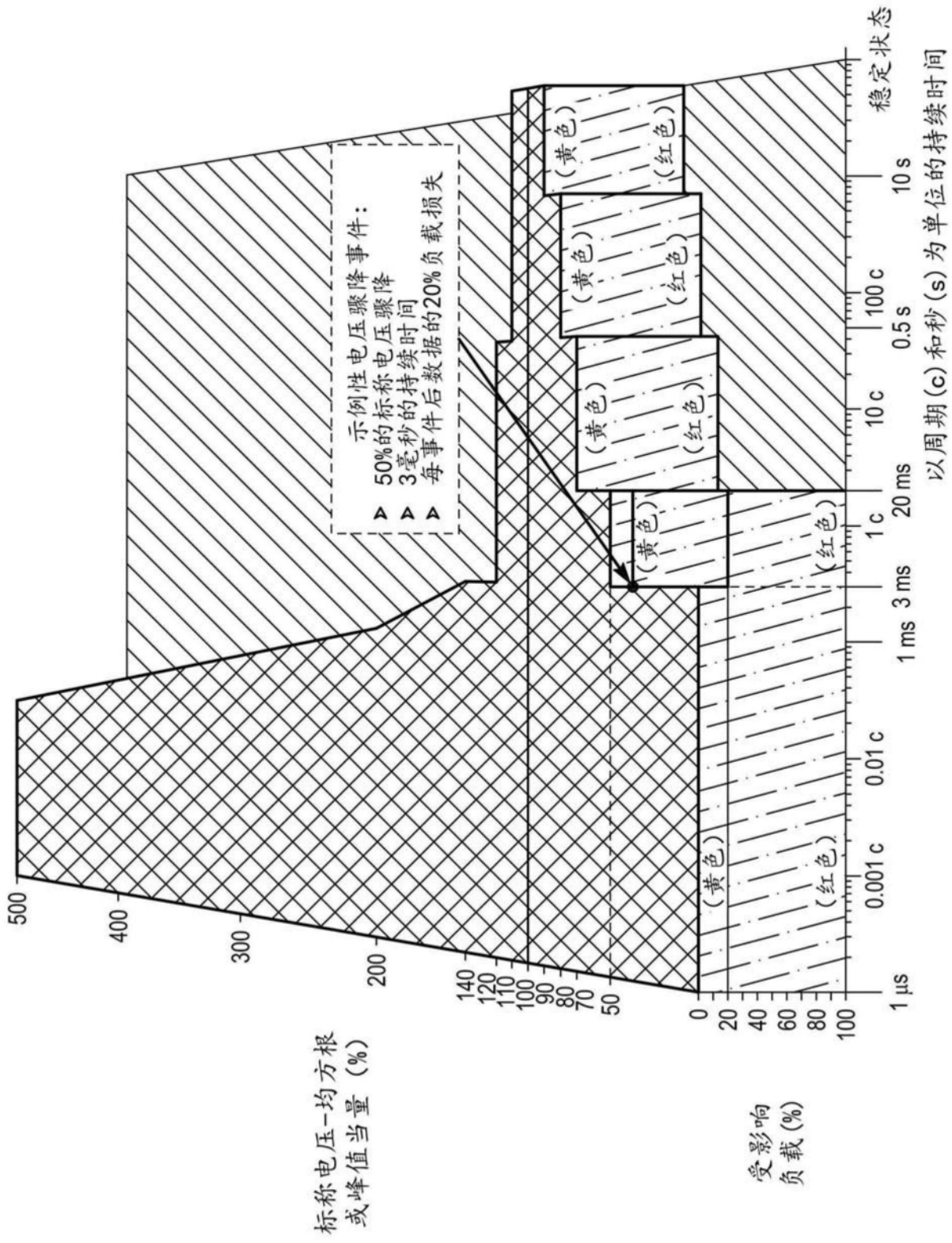

示例性电压骤降事件：
50%的标称电压骤降
3毫秒的持续时间
每事件后数据的20%负载损失
标称电压-均方根
或峰值当量（%）
受影响
负载（%）
以周期（c）和秒（s）为单位的持续时间
稳定状态
（黄色）
（红色）
500
400
300
200
140
120
110
100
90
80
70
50
0
20
40
60
80
100
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s

图11

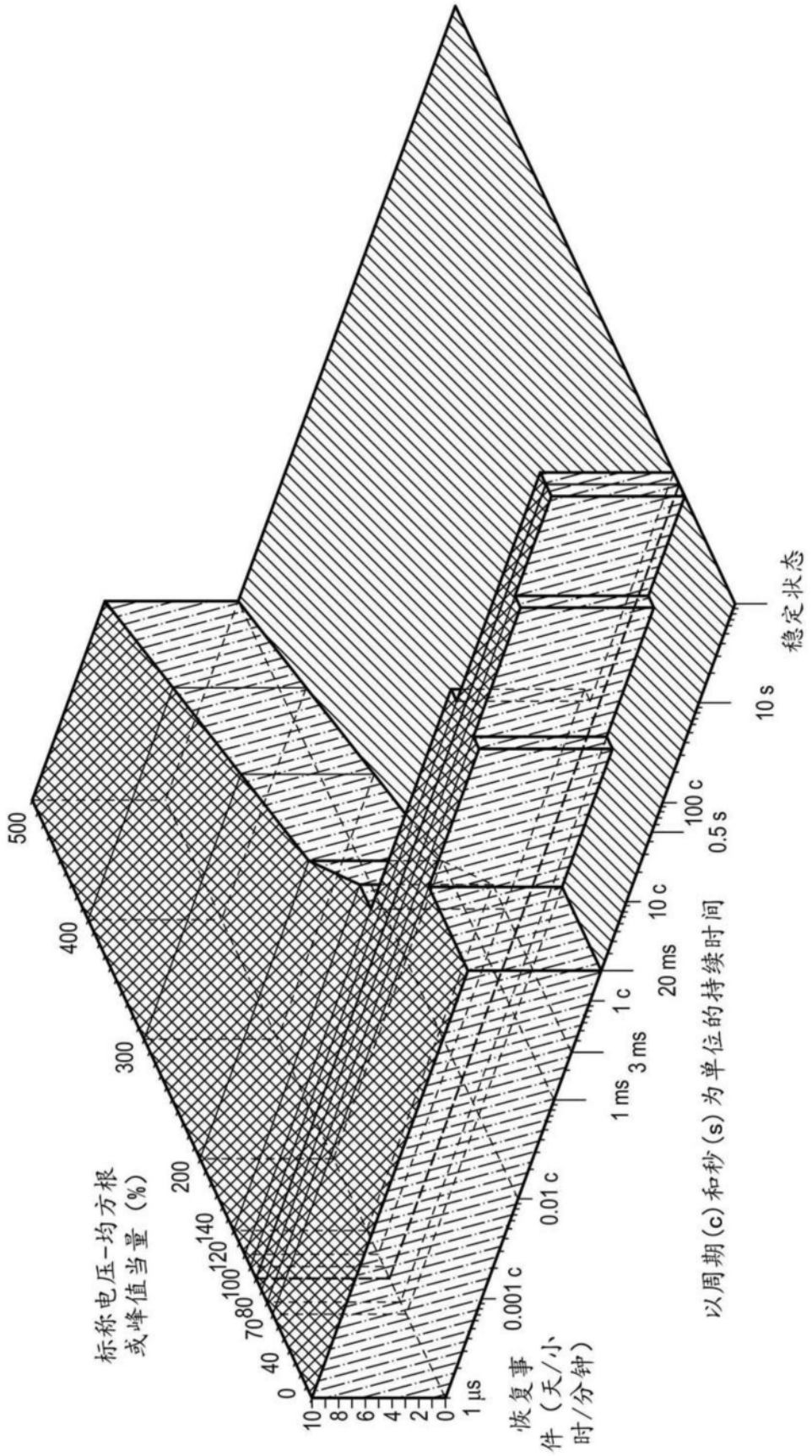

标称电压-均方根或峰值当量（%）
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
10
8
6
4
2
0
恢复事件（天/小时/分钟）
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图12

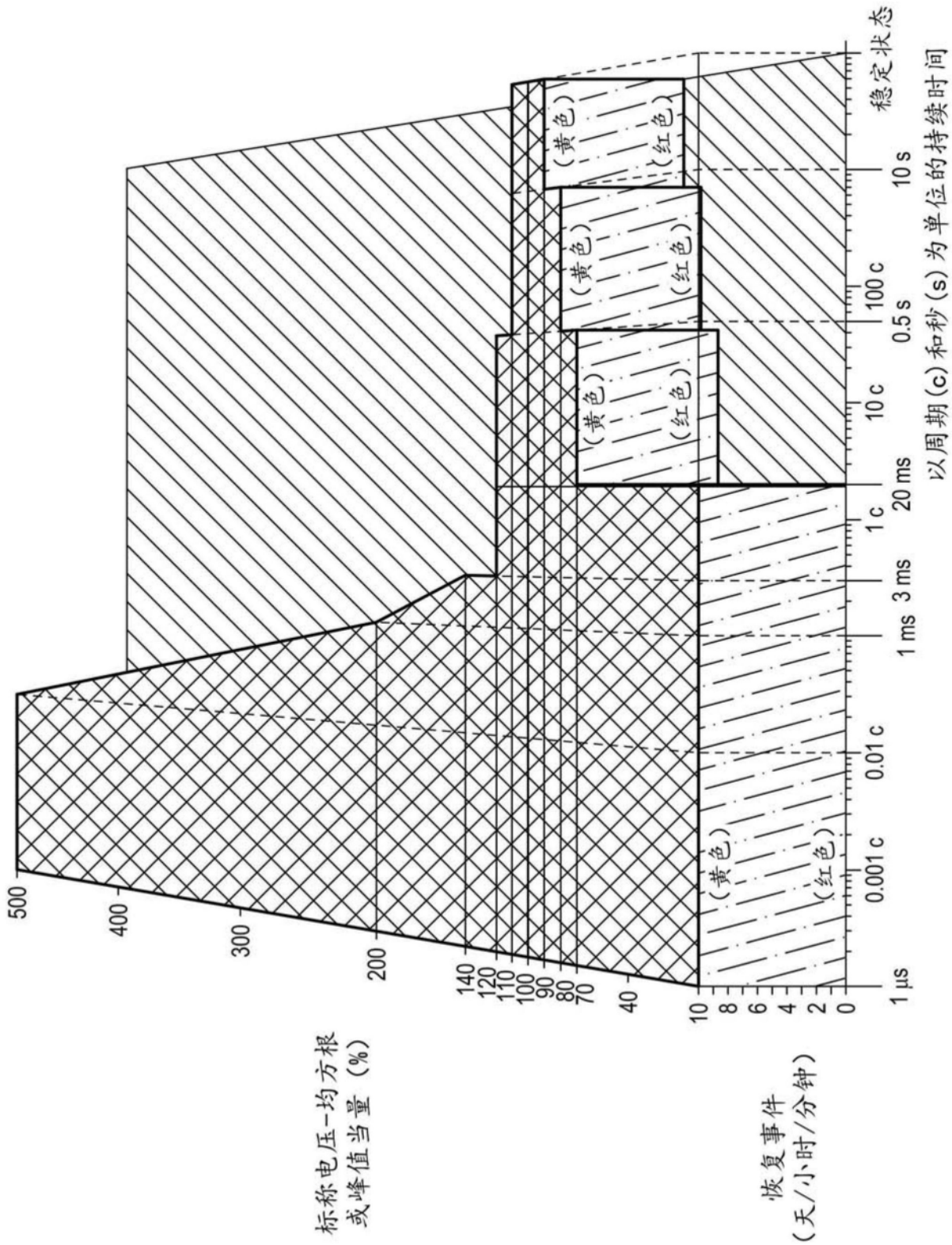

标称电压-均方根
或峰值当量（%）
500
400
300
200
140
120
110
100
90
80
70
40
10
8
6
4
2
0
恢复事件
（天/小时/分钟）
（黄色）
（红色）
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图13

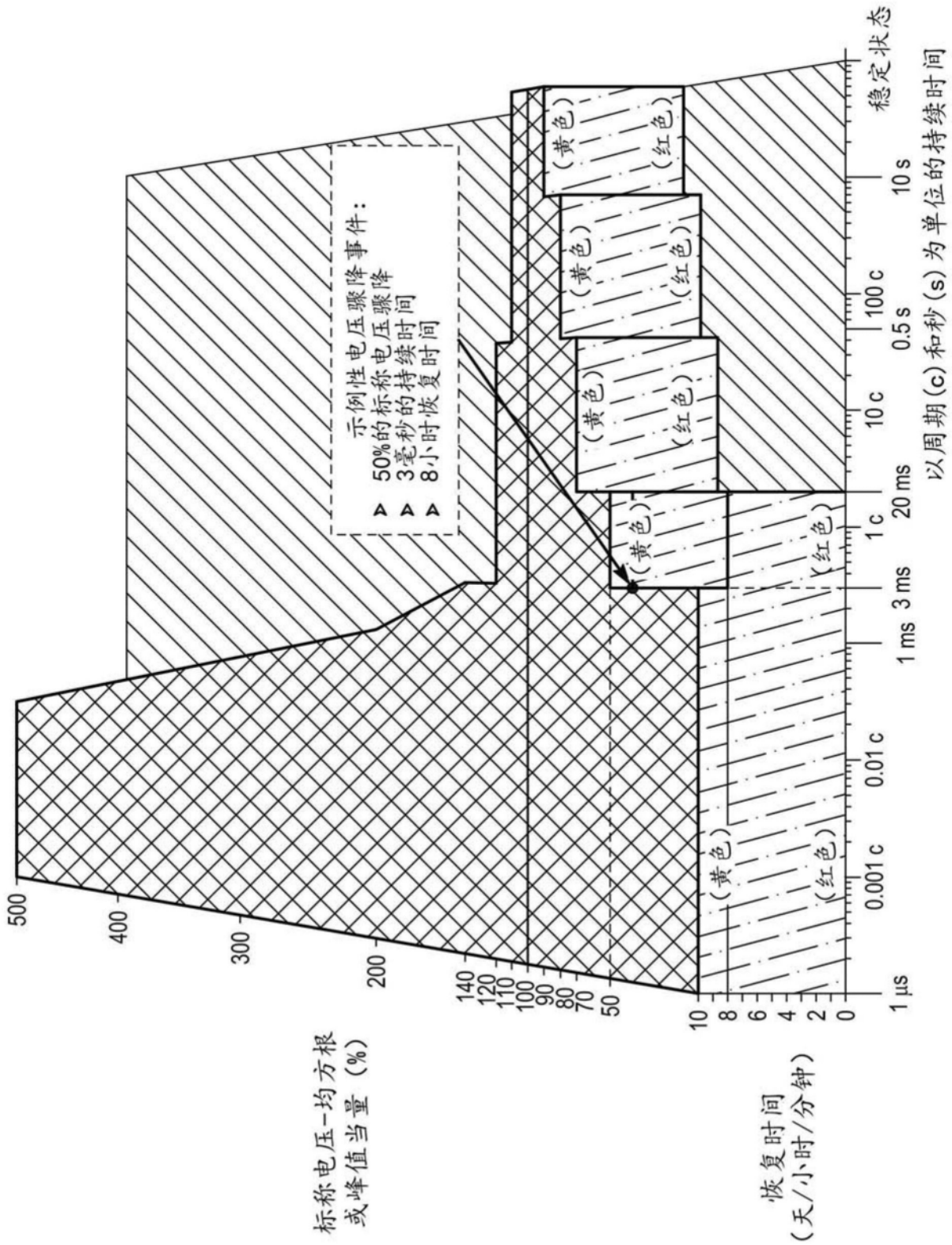

示例性电压骤降事件：
50%的标称电压骤降
3毫秒的持续时间
8小时恢复时间
标称电压-均方根
或峰值当量（%）
恢复时间
（天/小时/分钟）
以周期（c）和秒（s）为单位的持续时间
稳定状态
（黄色）
（红色）

图14

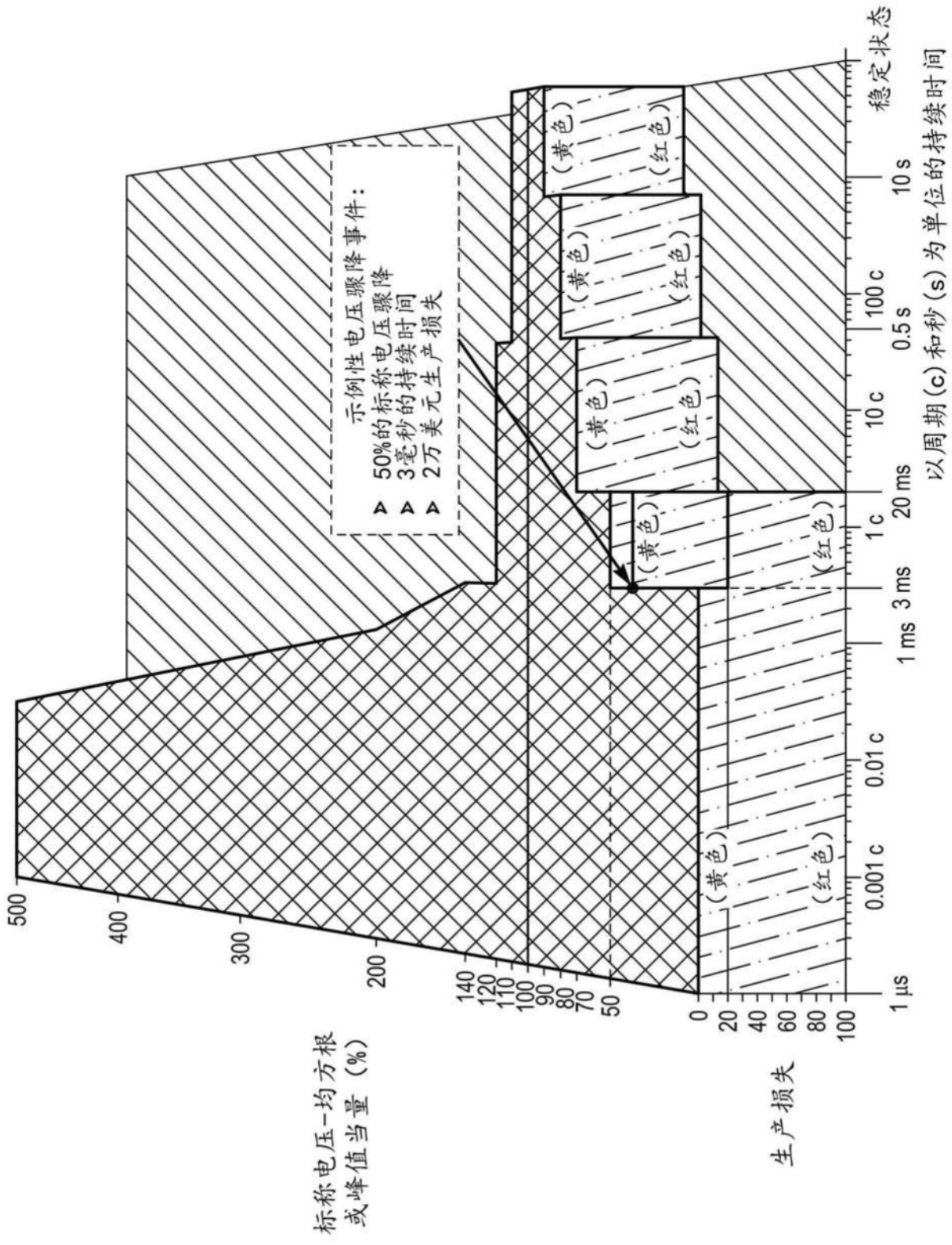

示例性电压骤降事件：
50%的标称电压骤降
3毫秒的持续时间
2万美元生产损失
标称电压-均方根
或峰值当量（%）
500
400
300
200
140
120
110
100
90
80
70
50
0
20
40
60
80
100
生产损失
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
（黄色）
（红色）

图15

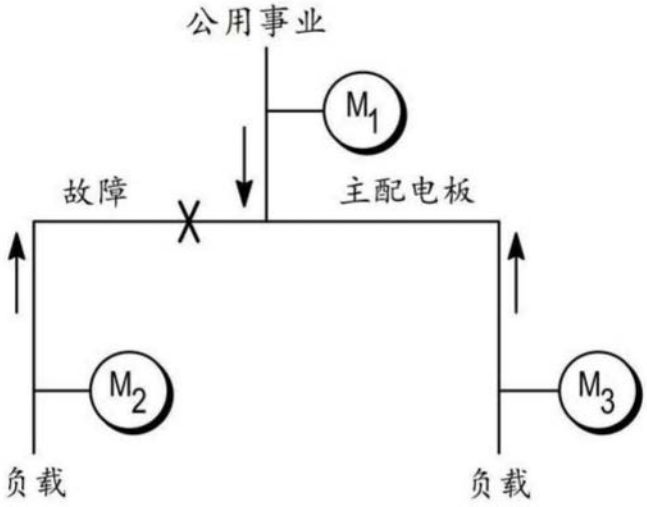



图16

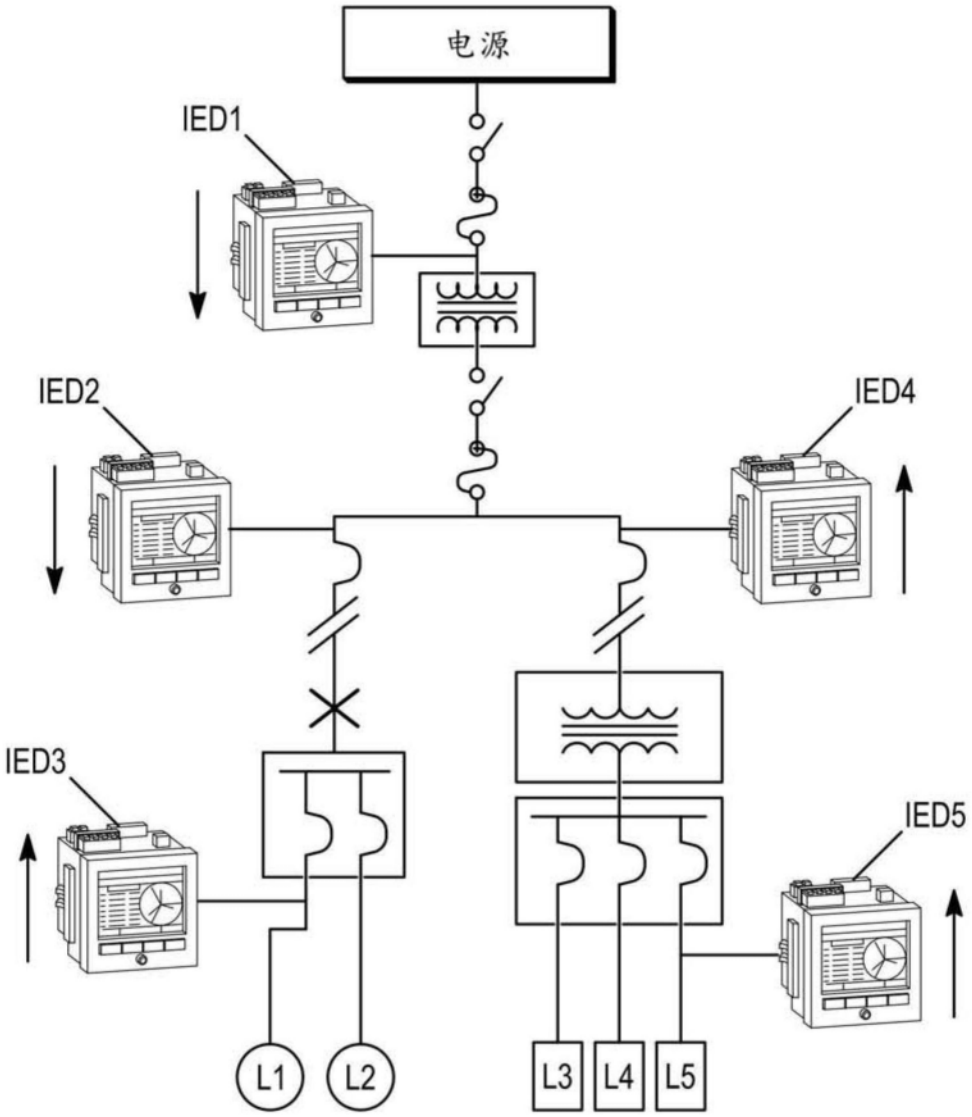



图16A

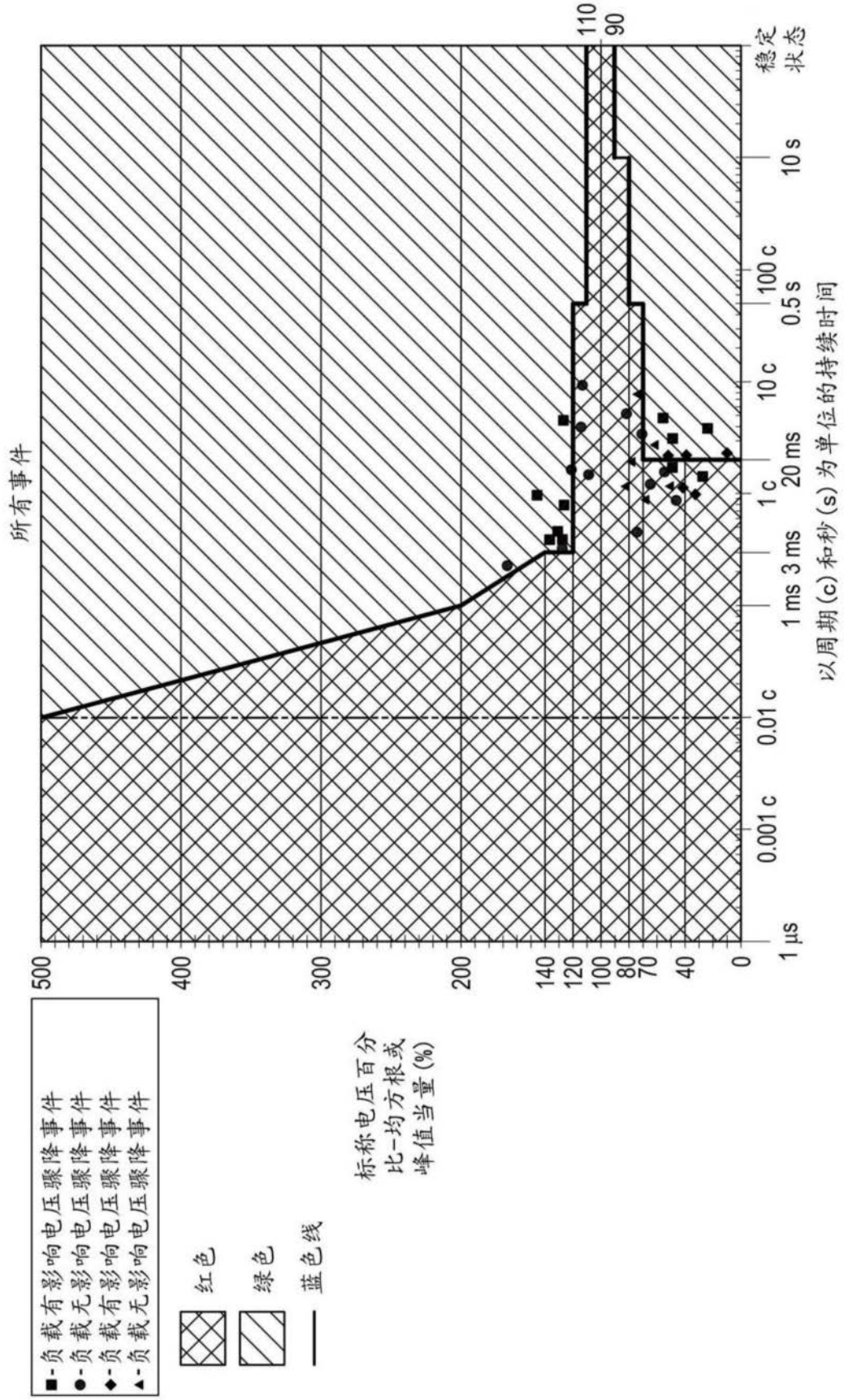

■-负载有影响电压骤降事件
●-负载无影响电压骤降事件
◆-负载有影响电压骤降事件
▲-负载无影响电压骤降事件
红色
绿色
蓝色线
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
所有事件
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图17

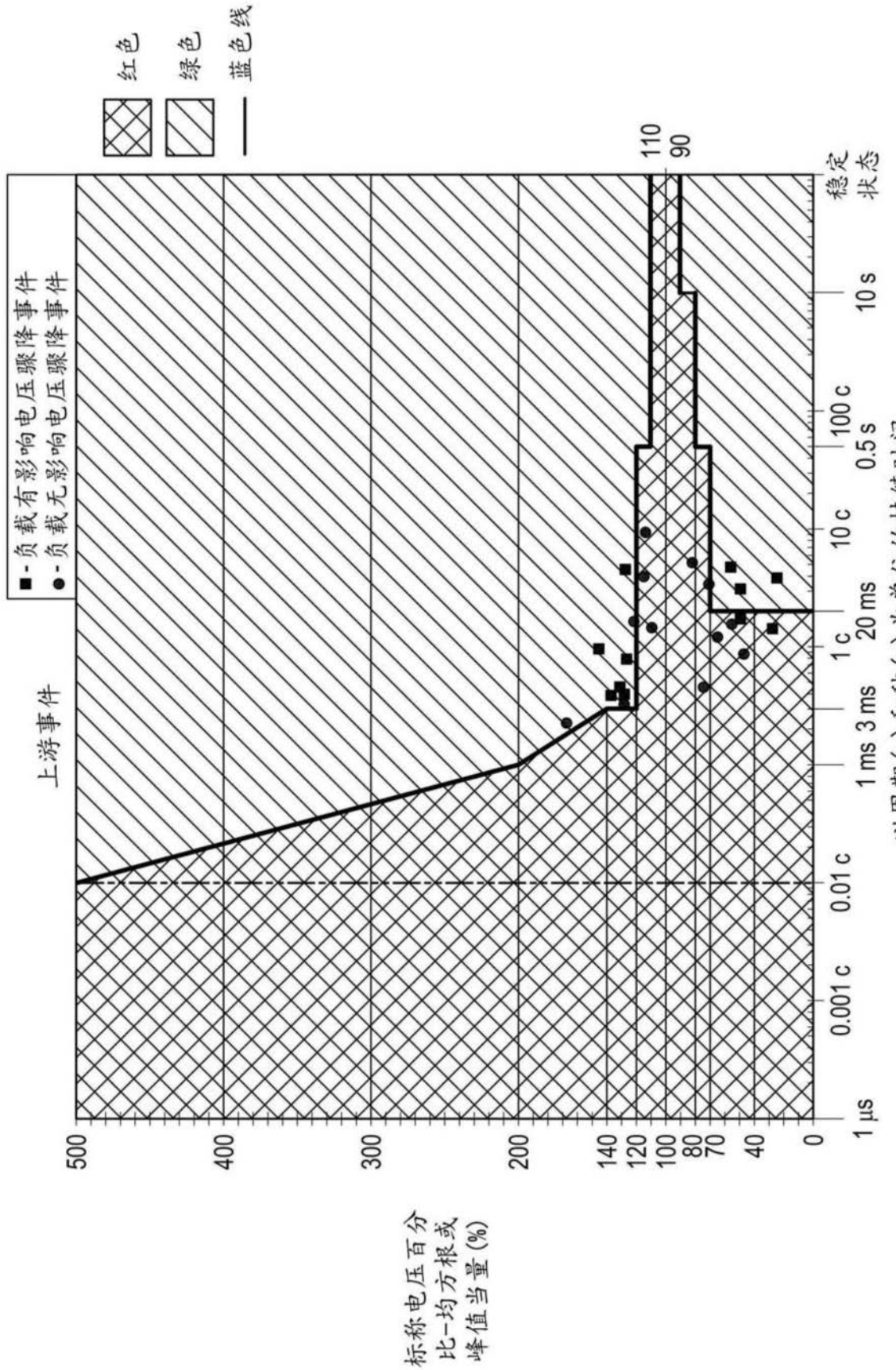

红色
绿色
蓝色线
■-负载有影响电压骤降事件
●-负载无影响电压骤降事件
上游事件
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms 3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图18

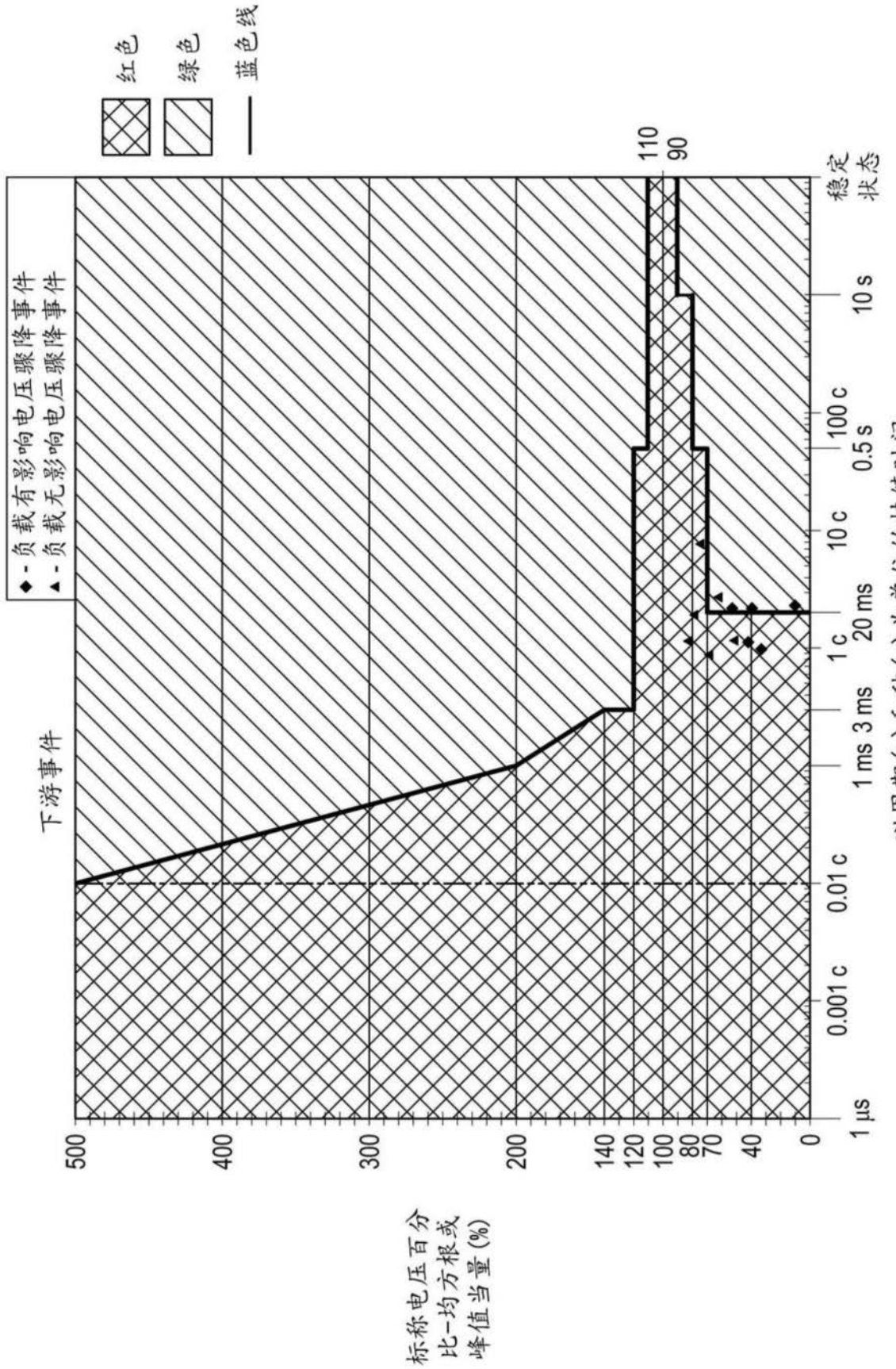

红色
绿色
蓝色线
◆ - 负载有影响电压骤降事件
▲ - 负载无影响电压骤降事件
下游事件
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图19

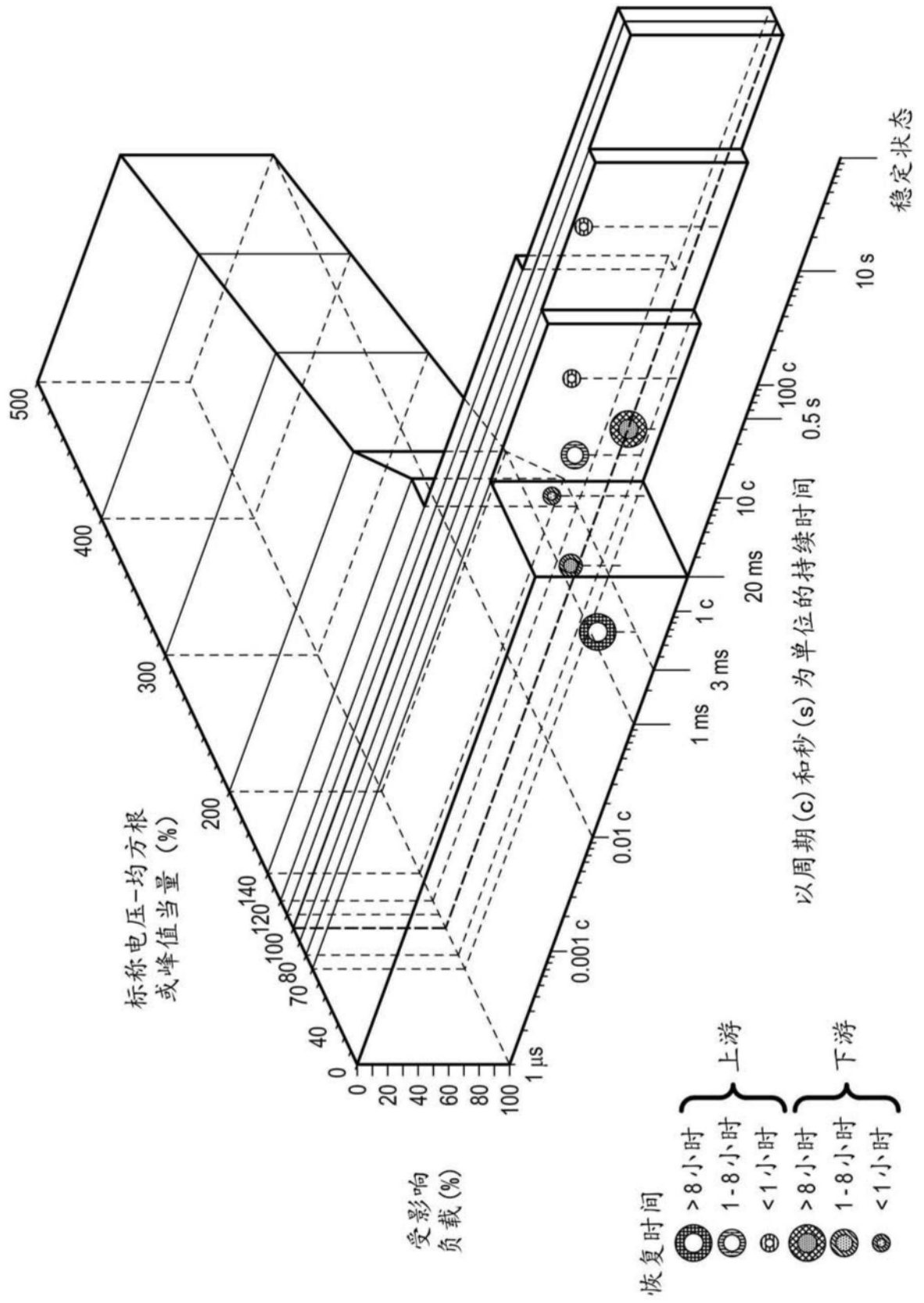

标称电压-均方根
或峰值当量（%）
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
受影响
负载（%）
0
20
40
60
80
100
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期（c）和秒（s）为单位的持续时间
恢复时间
>8小时
1-8小时
<1小时
上游
>8小时
1-8小时
<1小时
下游

图20

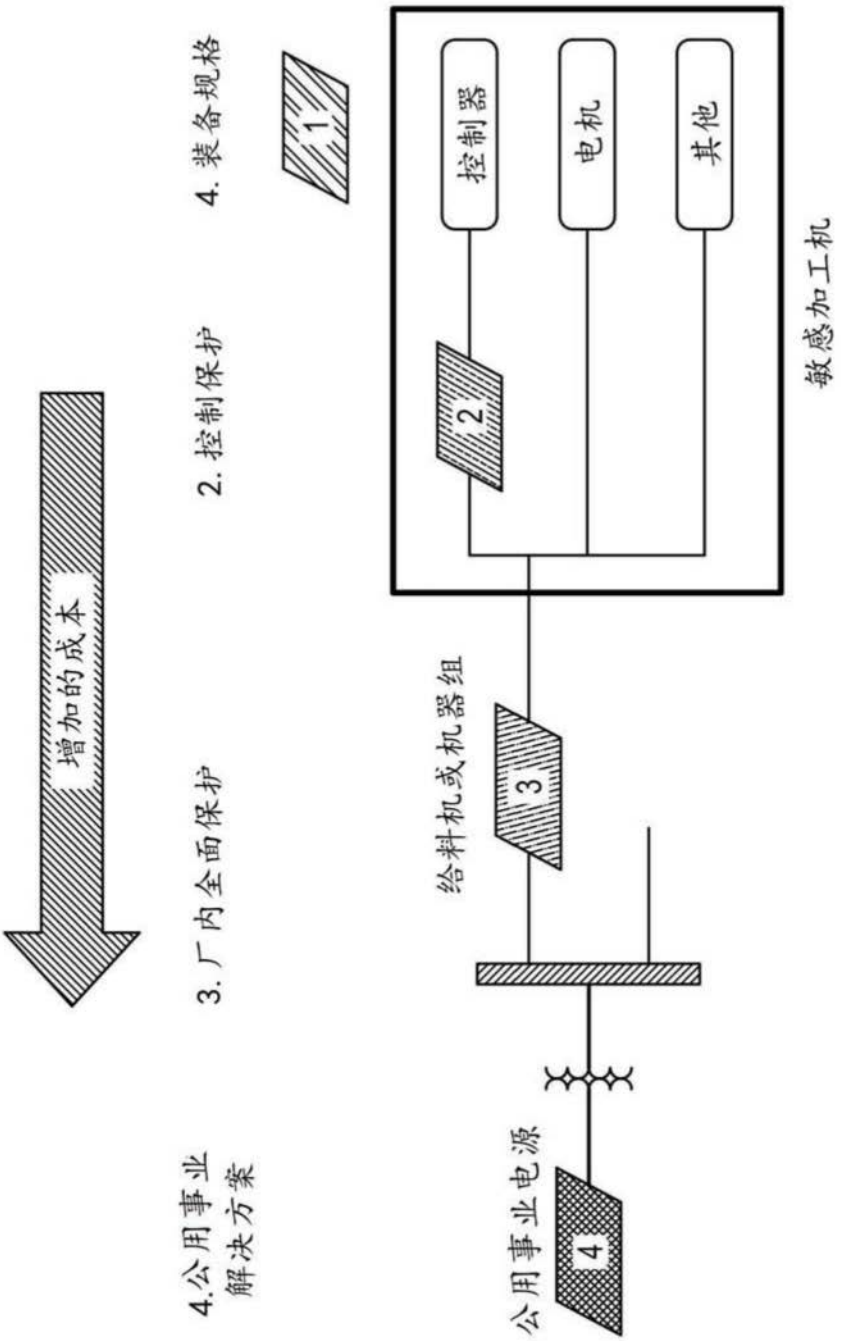

增加的成本
4.公用事业
解决方案
3.厂内全面保护
2.控制保护
4.装备规格
1
2
3
4
公用事业电源
给料机或机器组
控制器
电机
其他
敏感加工机

图21

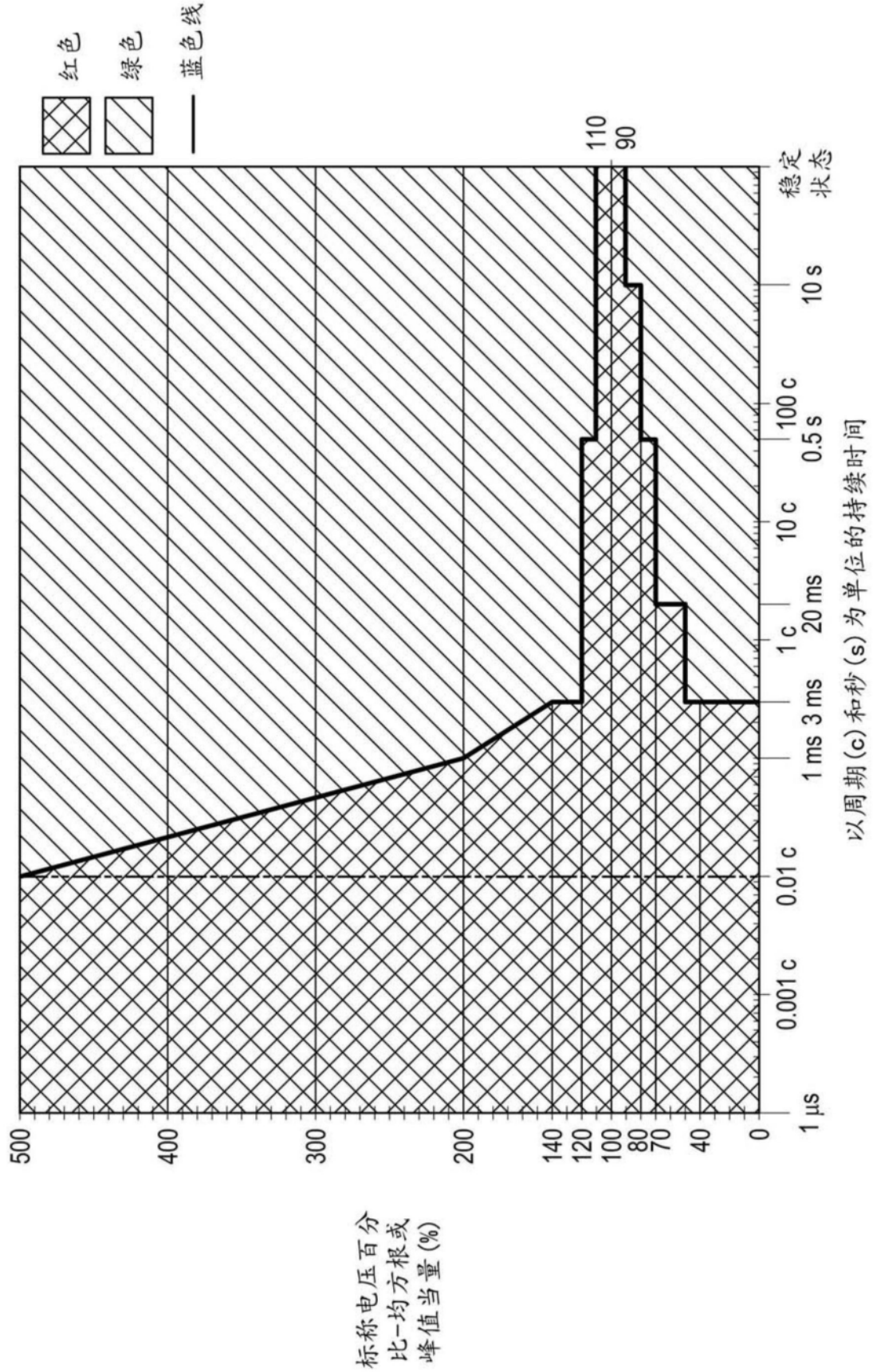

红色
绿色
蓝色线
110
90
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图22

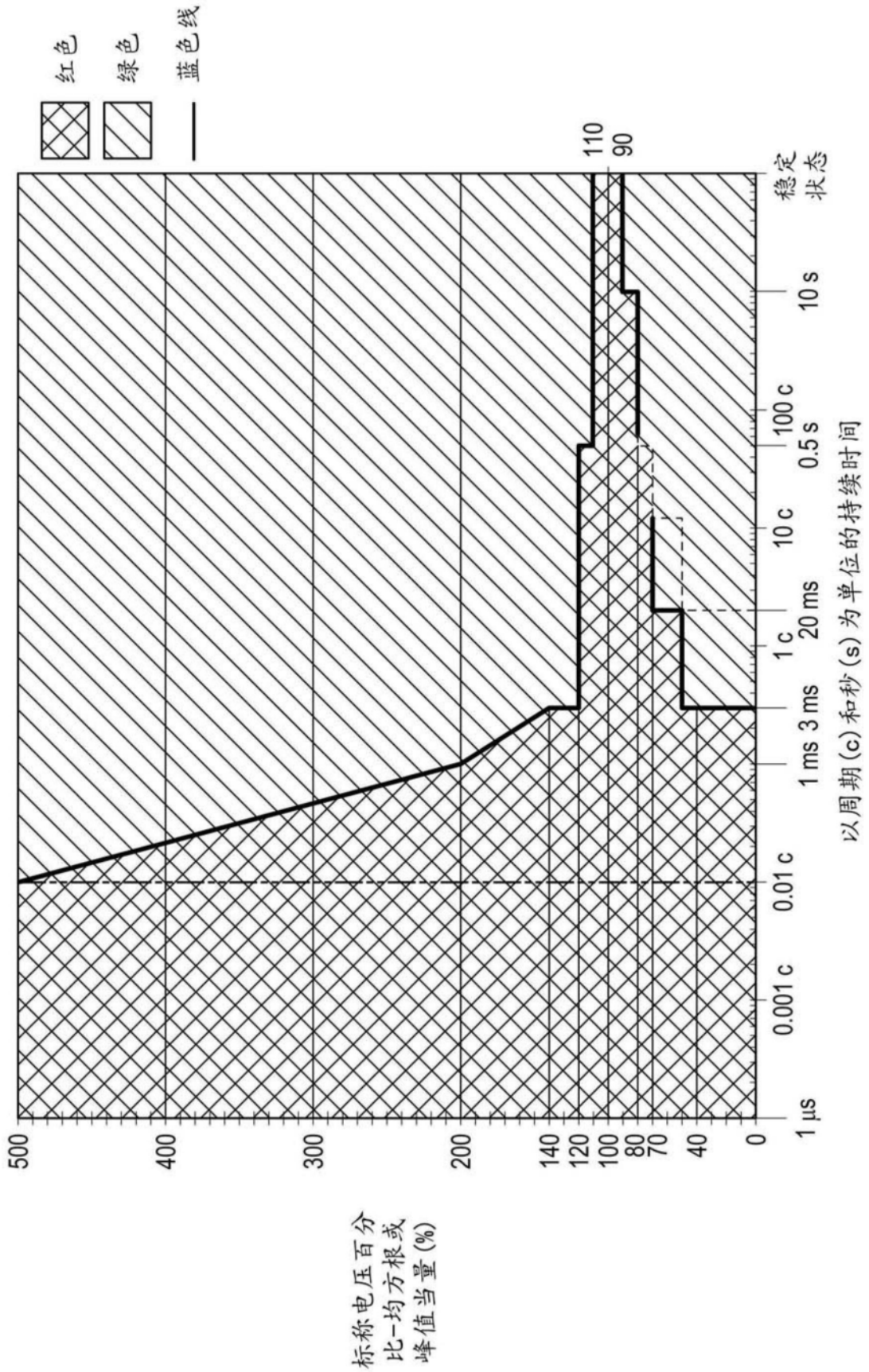

红色
绿色
蓝色线
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值电量(%)

图23

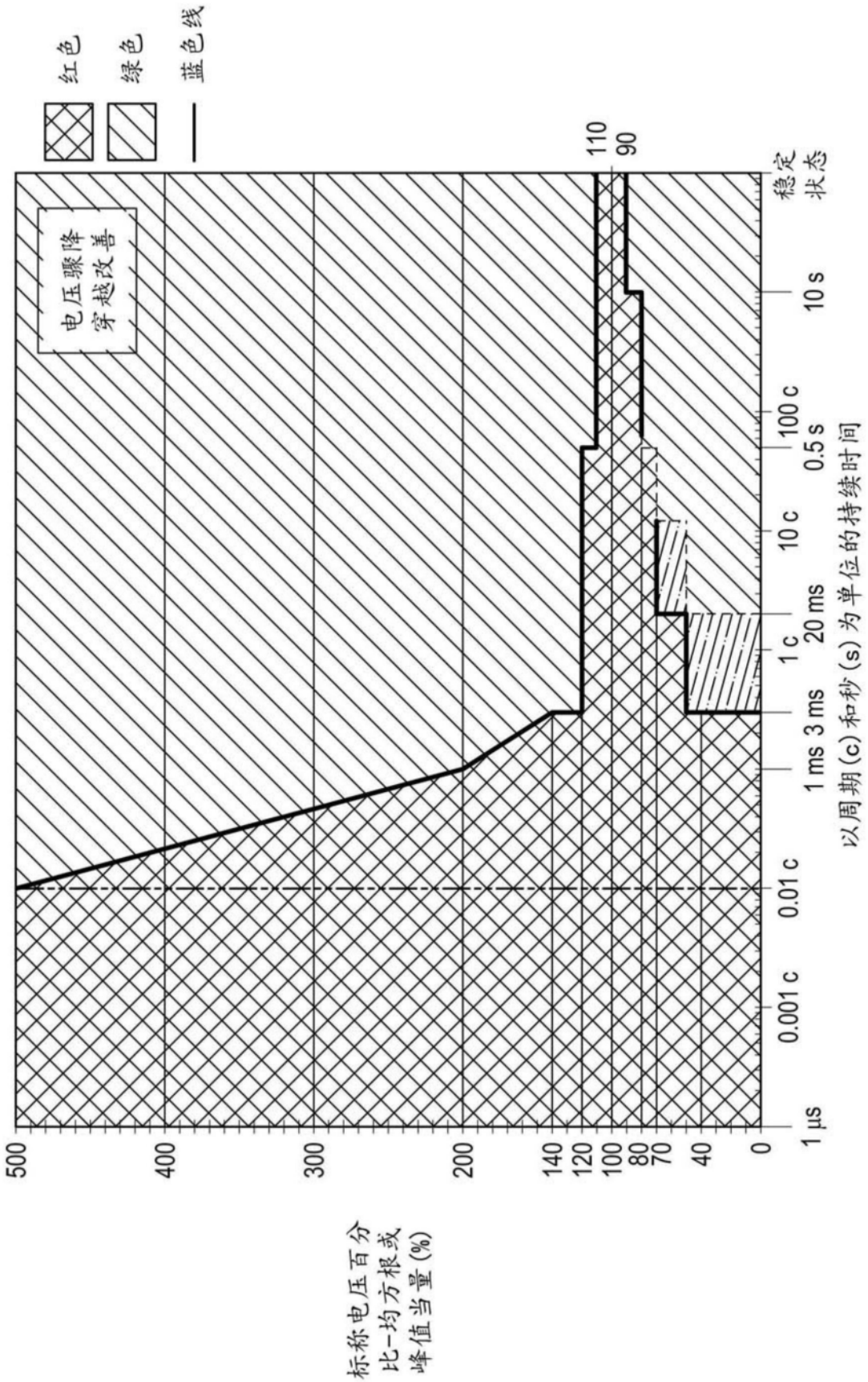

红色
绿色
蓝色线
电压骤降
穿越改善
标称电压百分
比-均方根或
峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
110
100
90
80
70
40
0
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定
状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图24

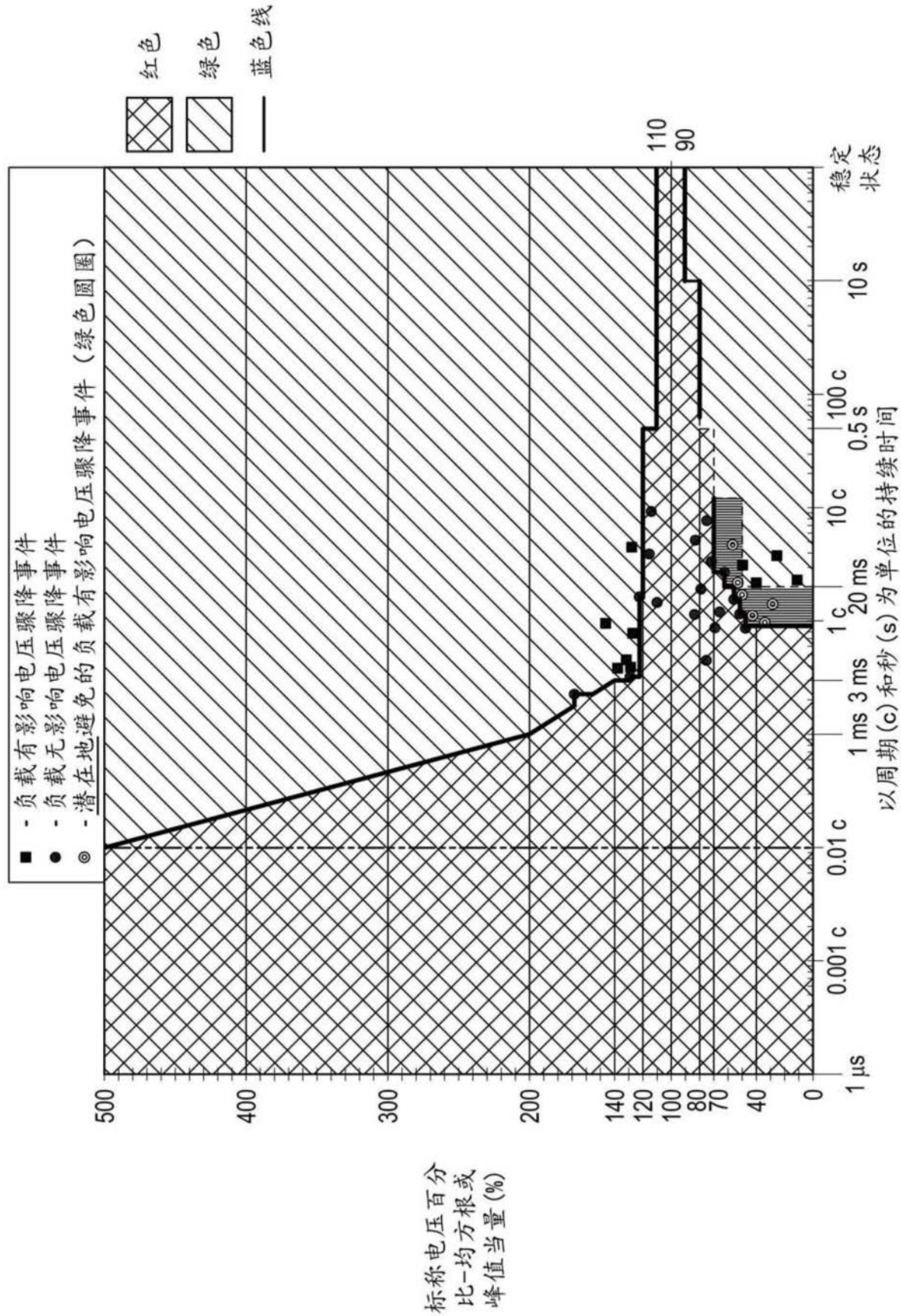

红色
绿色
蓝色线
■ - 负载有影响电压骤降事件
● - 负载无影响电压骤降事件
◎ - 潜在地避免的负载有影响电压骤降事件（绿色圆圈）
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图25

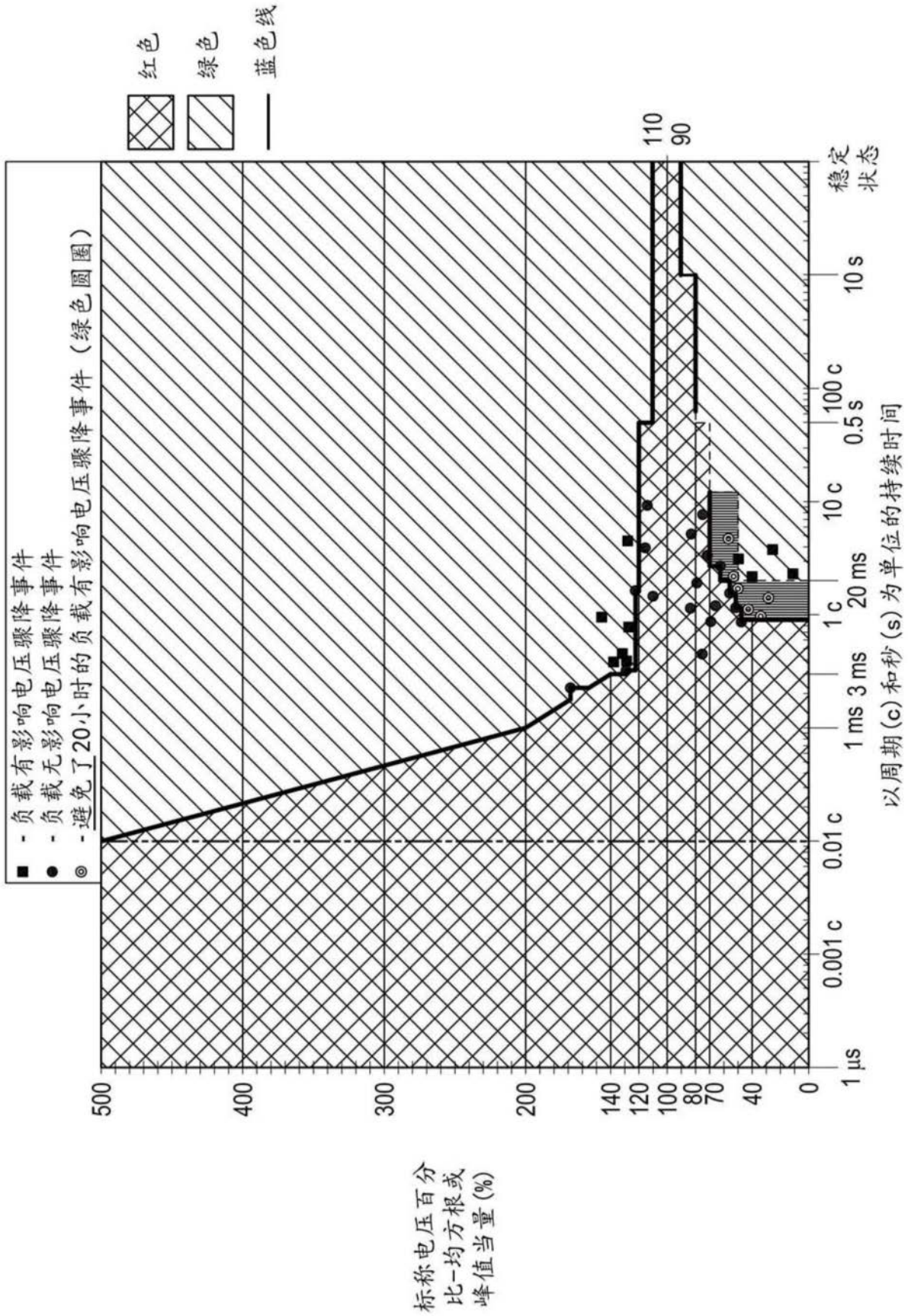

红色
绿色
蓝色线
■ - 负载有影响电压骤降事件
● - 负载无影响电压骤降事件
◎ - 避免了20小时的负载有影响电压骤降事件（绿色圆圈）
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图26

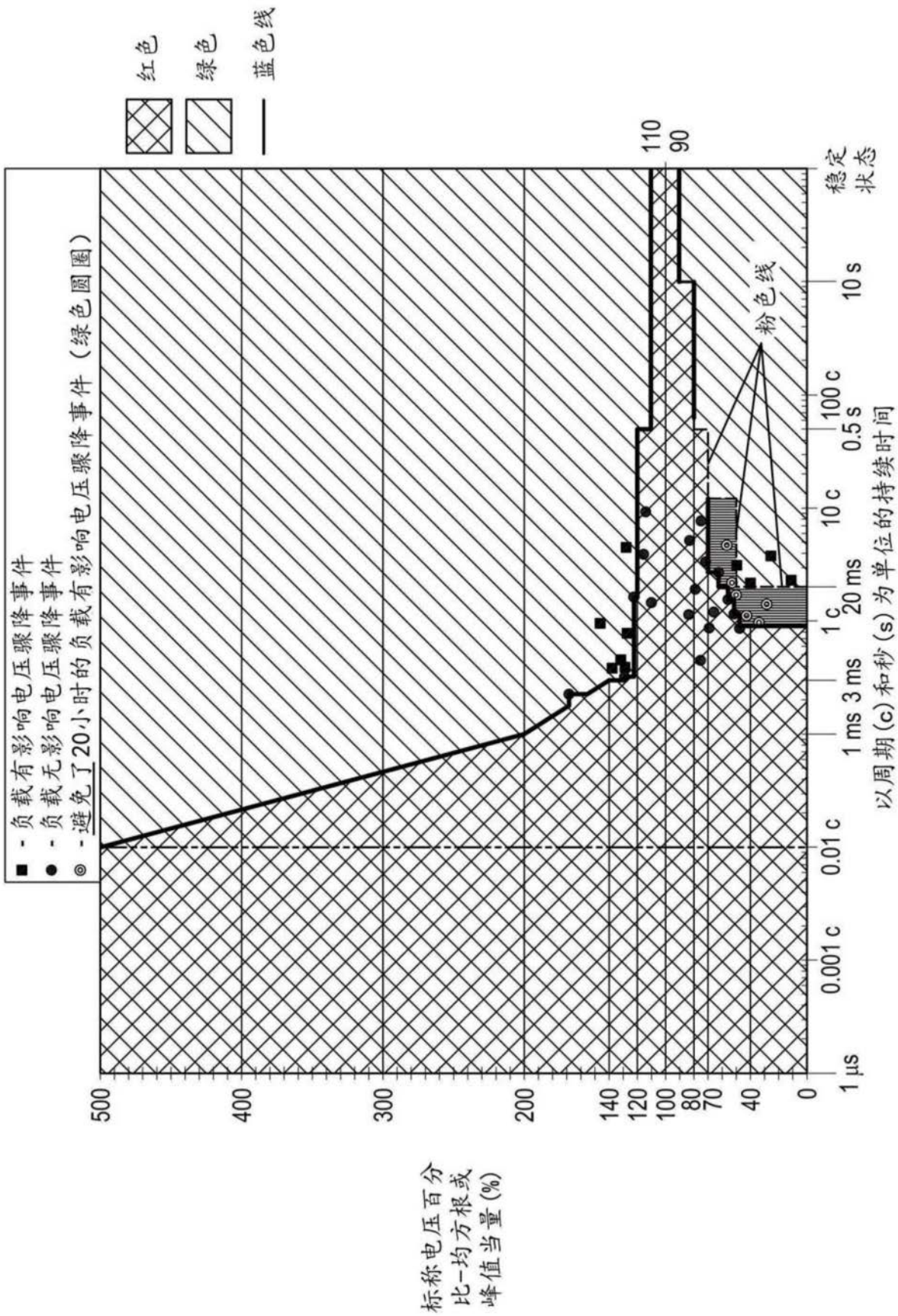

红色
绿色
蓝色线
■ - 负载有影响电压骤降事件
● - 负载无影响电压骤降事件
◎ - 避免了20小时的负载有影响电压骤降事件（绿色圆圈）
粉色线
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图27

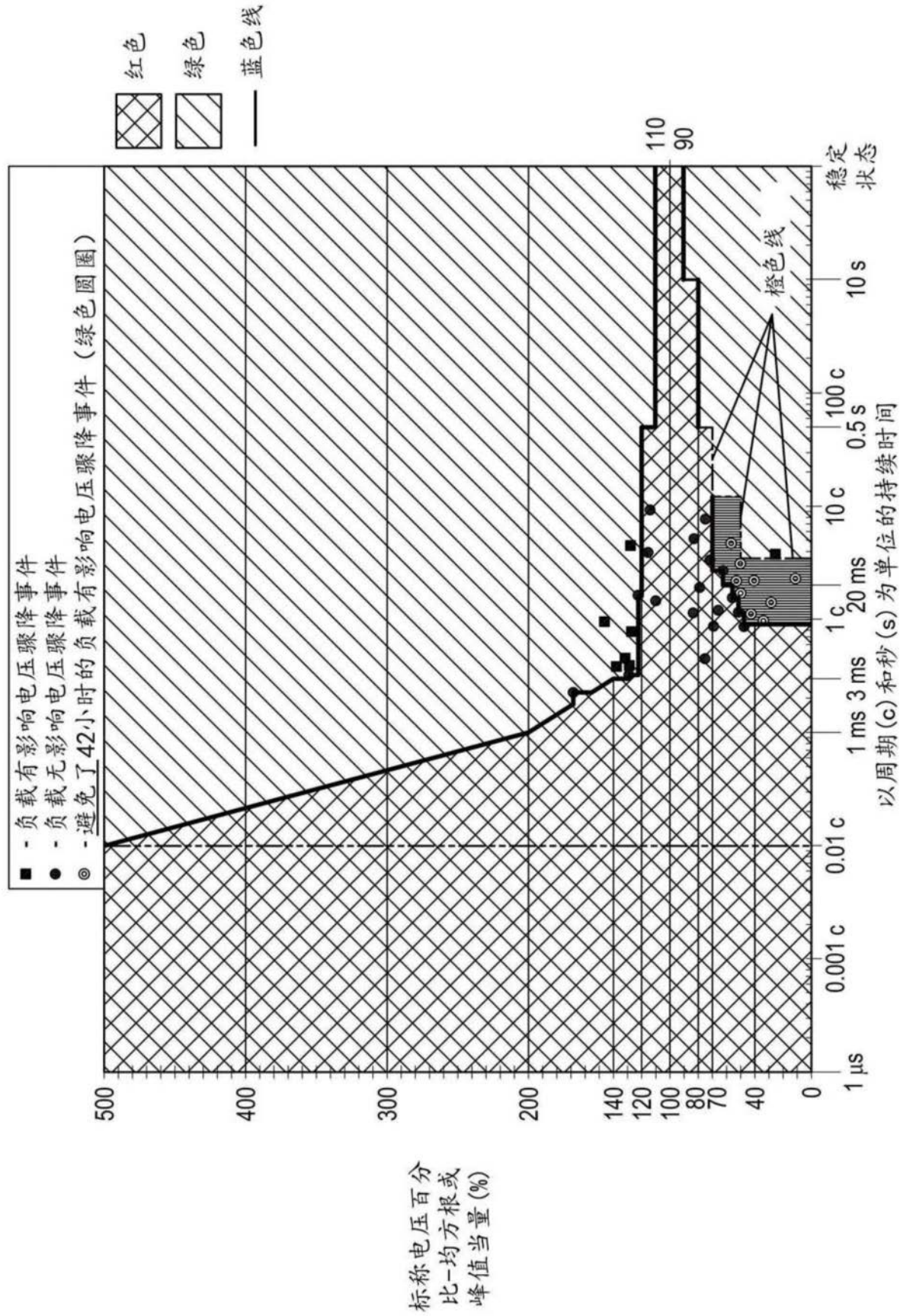

红色
绿色
蓝色线
■ - 负载有影响电压骤降事件
● - 负载无影响电压骤降事件
◎ - 避免了42小时的负载有影响电压骤降事件（绿色圆圈）
橙色线
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms 3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图28

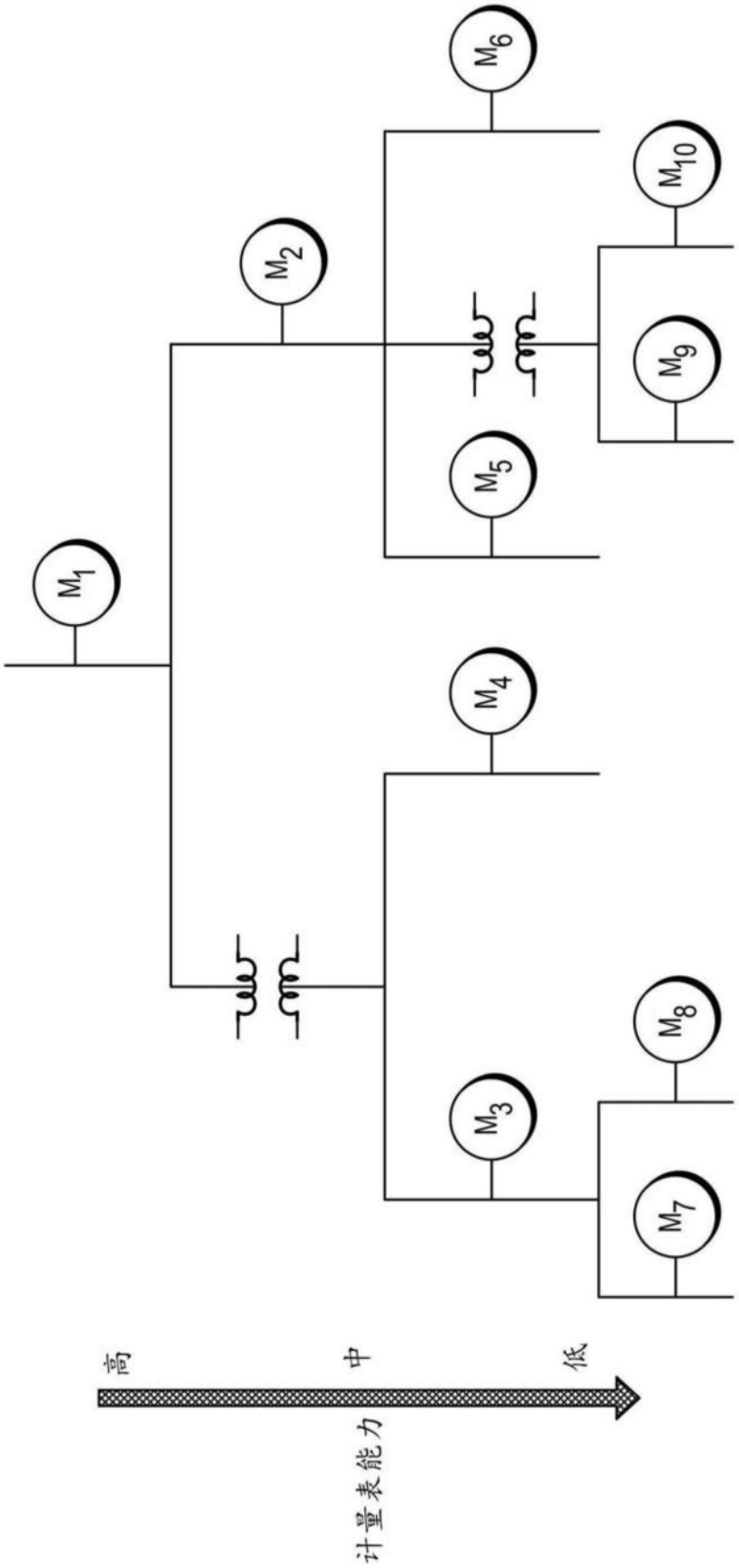



图29

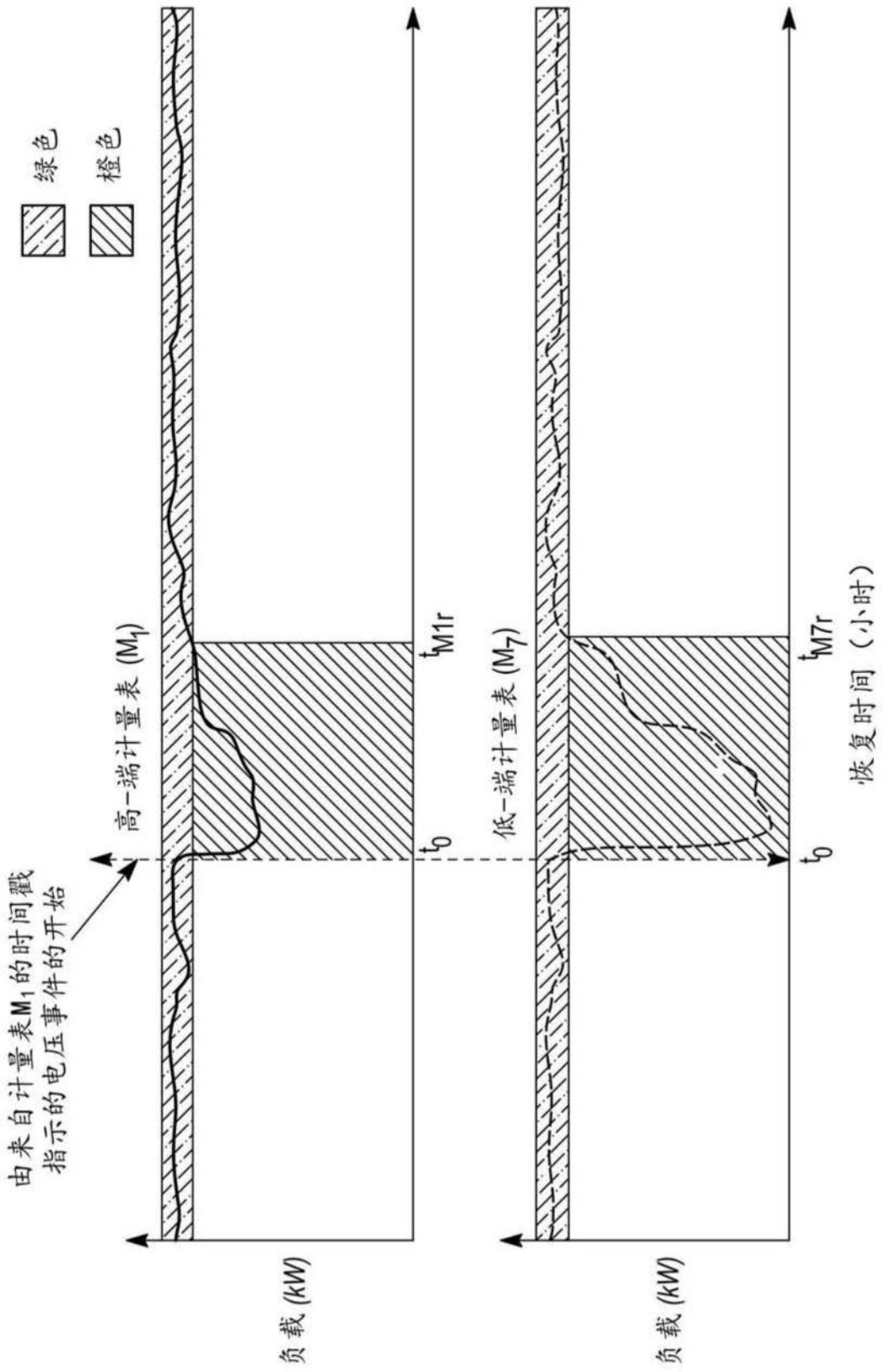

绿色
橙色
高-端计量表 (M1)
低-端计量表 (M7)
由来自计量表M1的时间戳
指示的电压事件的开始
tM1r
tM7r
t0
t0
负载 (kW)
负载 (kW)
恢复时间（小时）

图30

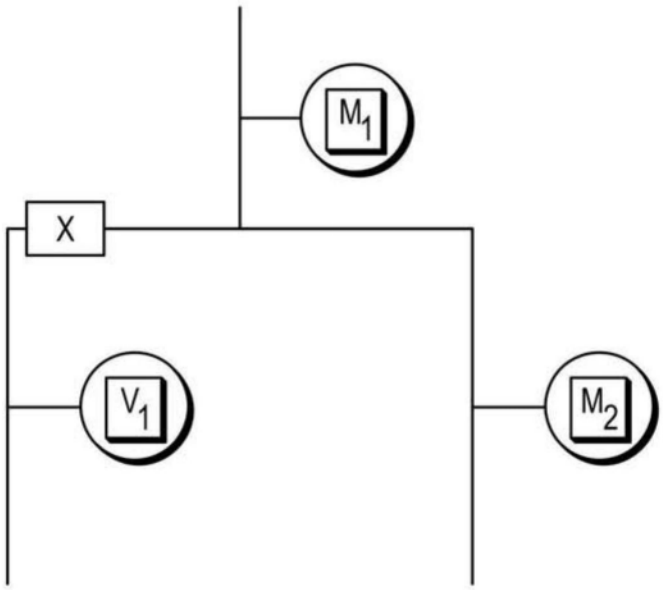



图30A

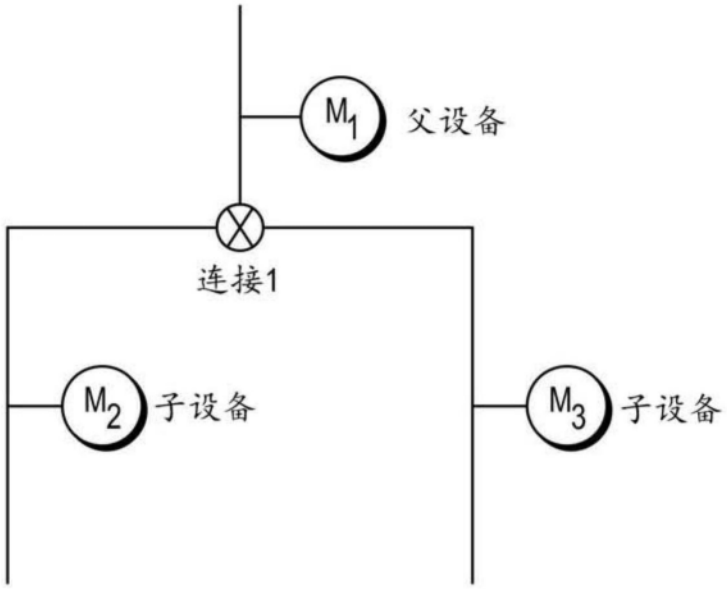



图30B

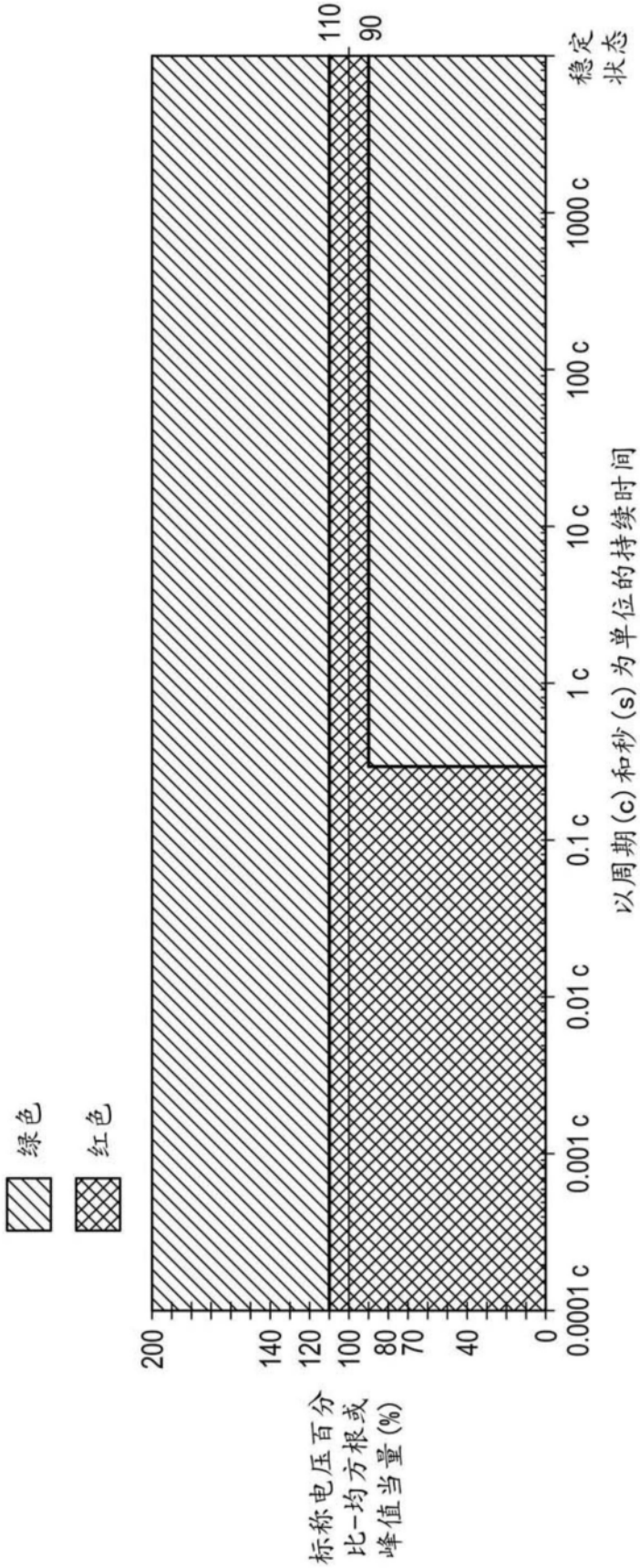

绿色
红色
200
140
120
100
80
70
40
0
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
0.0001 c
0.001 c
0.01 c
0.1 c
1 c
10 c
100 c
1000 c
稳定状态
110
90
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图30C

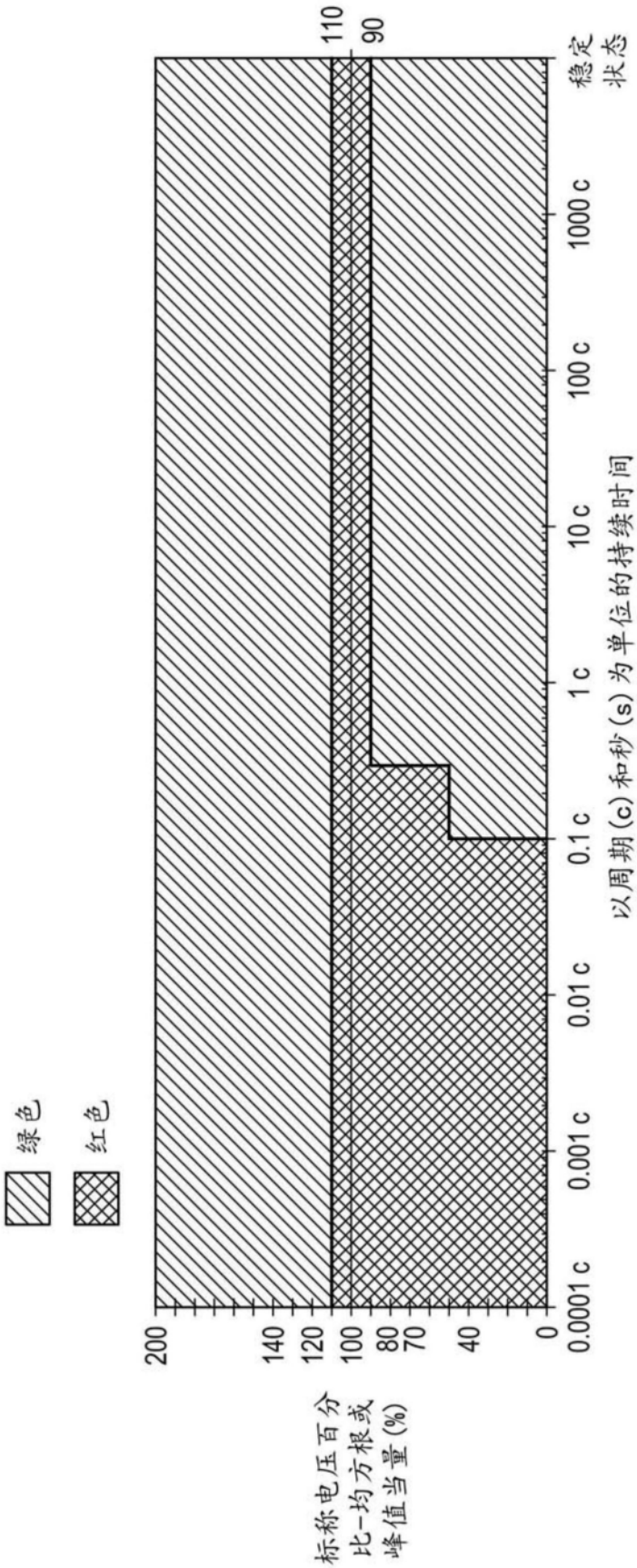

绿色
红色
200
140
120
100
80
70
40
0
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
0.0001 c
0.001 c
0.01 c
0.1 c
1 c
10 c
100 c
1000 c
稳定状态
110
90
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图30D

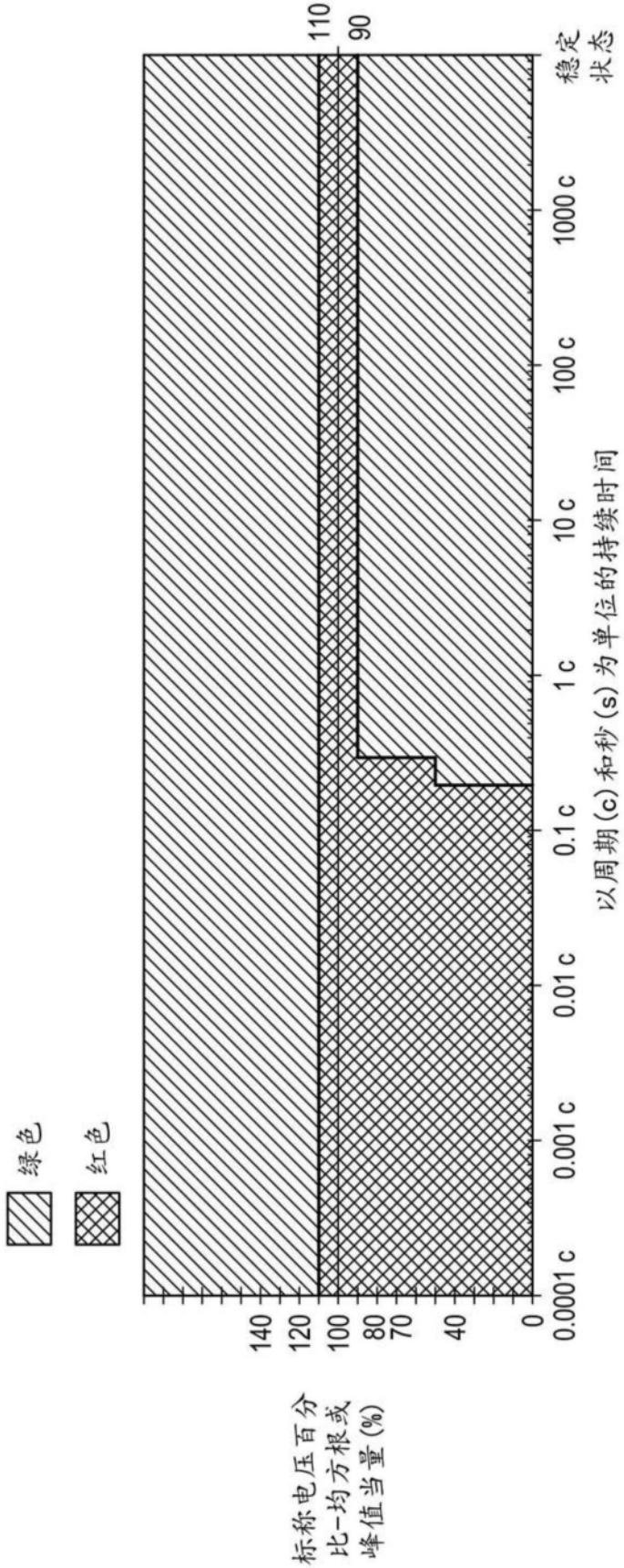

绿色
红色
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
140
120
100
80
70
40
0
0.0001 c
0.001 c
0.01 c
0.1 c
1 c
10 c
100 c
1000 c
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
110
90

图30E

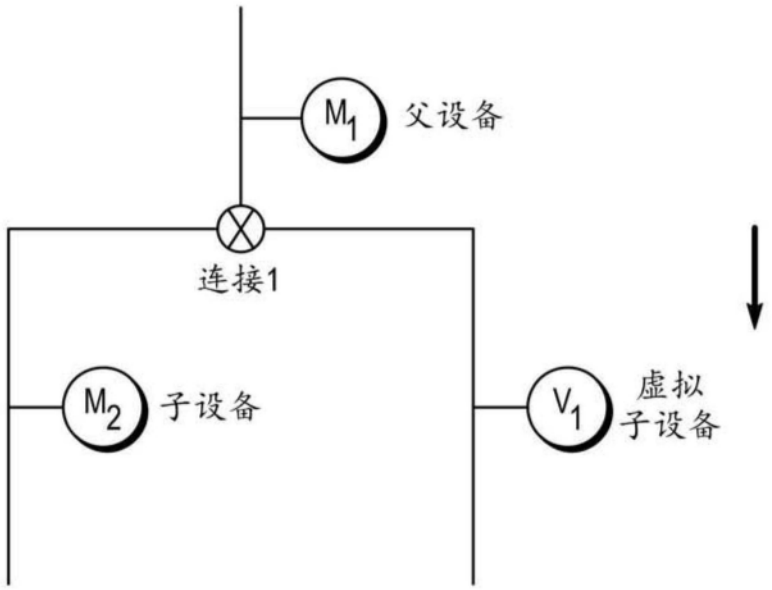



图30F

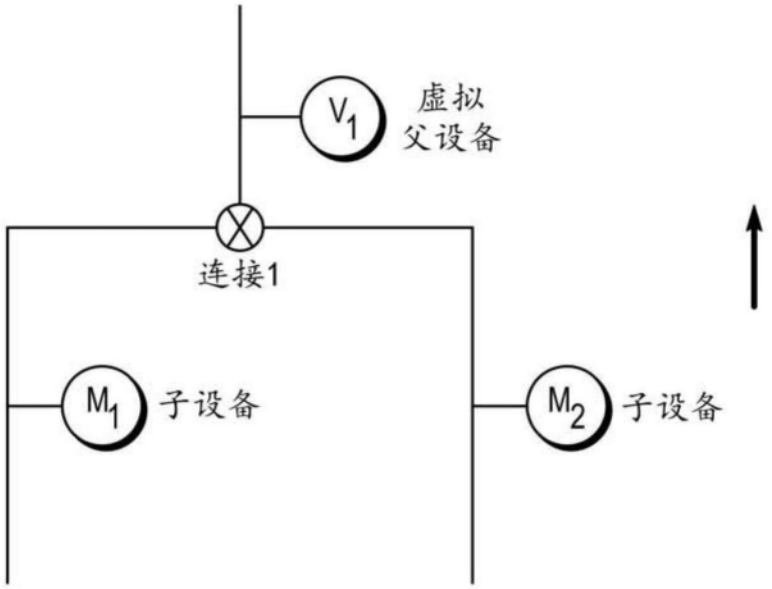



图30G

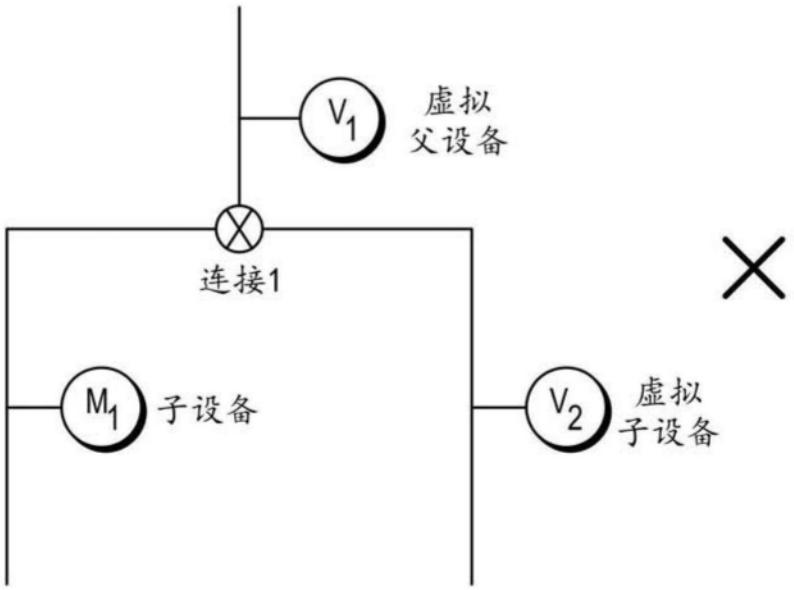



图30H

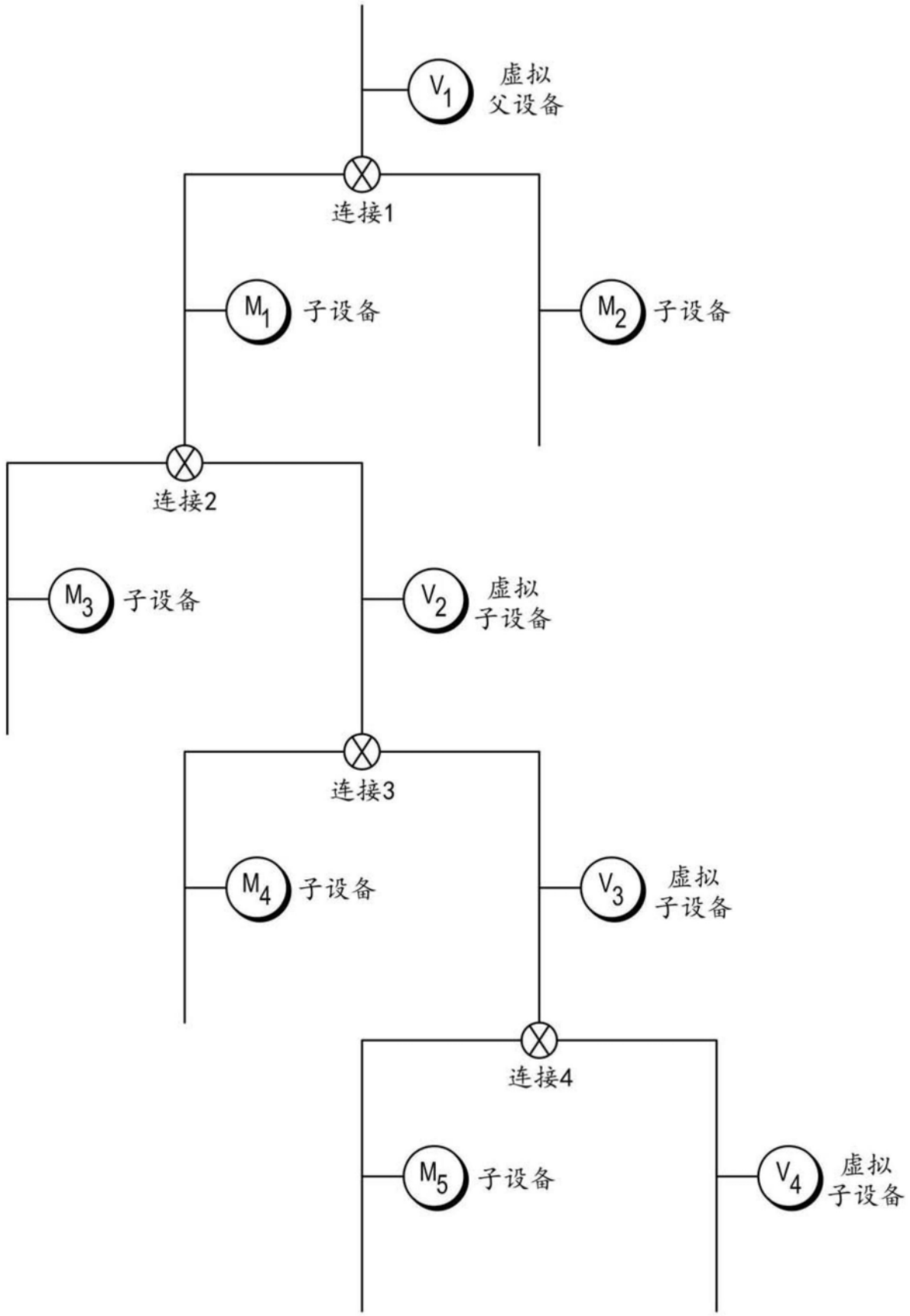

V1
虚拟
父设备
连接1
M1
子设备
M2
子设备
连接2
M3
子设备
V2
虚拟
子设备
连接3
M4
子设备
V3
虚拟
子设备
连接4
M5
子设备
V4
虚拟
子设备

图30I

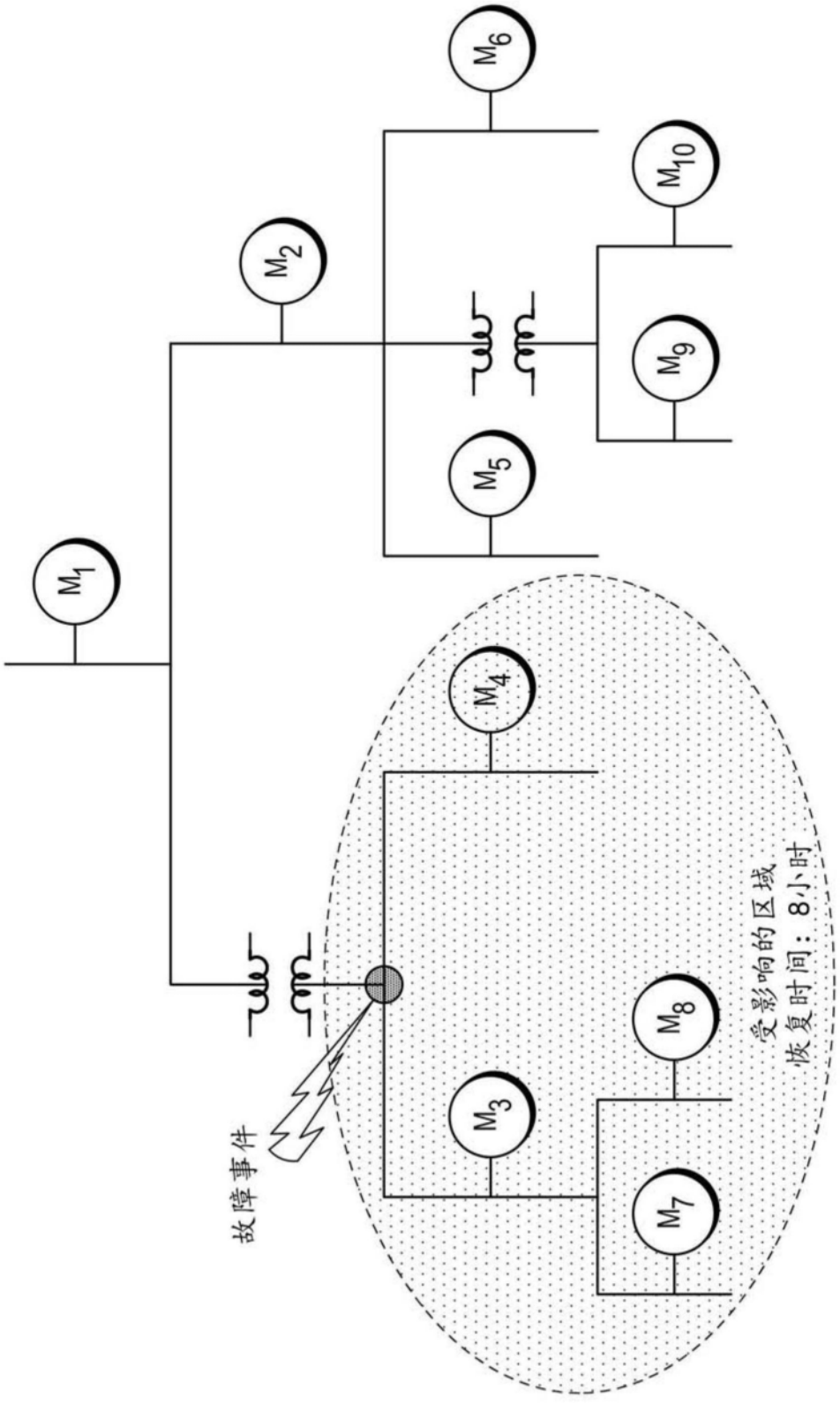



图31

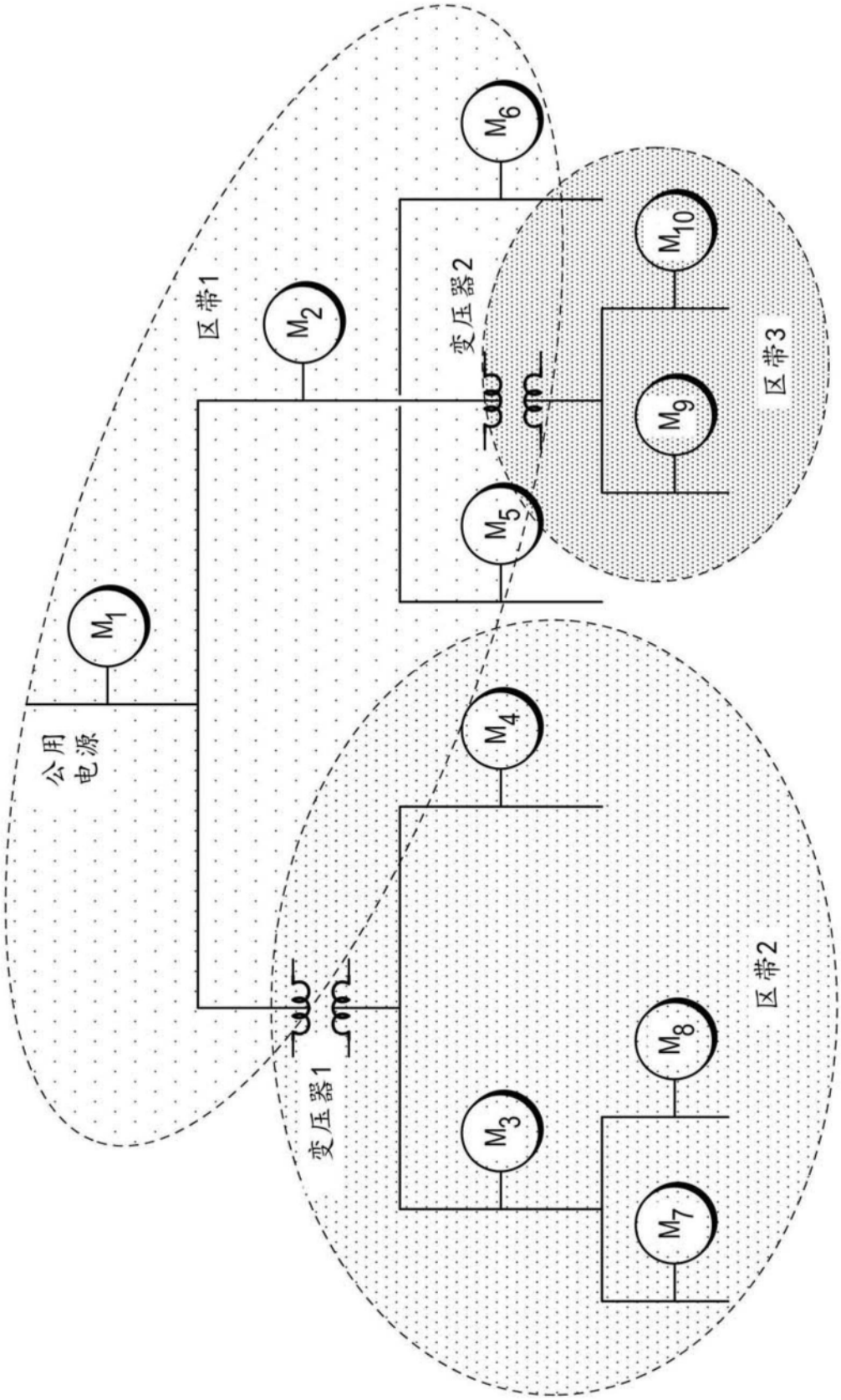



图32

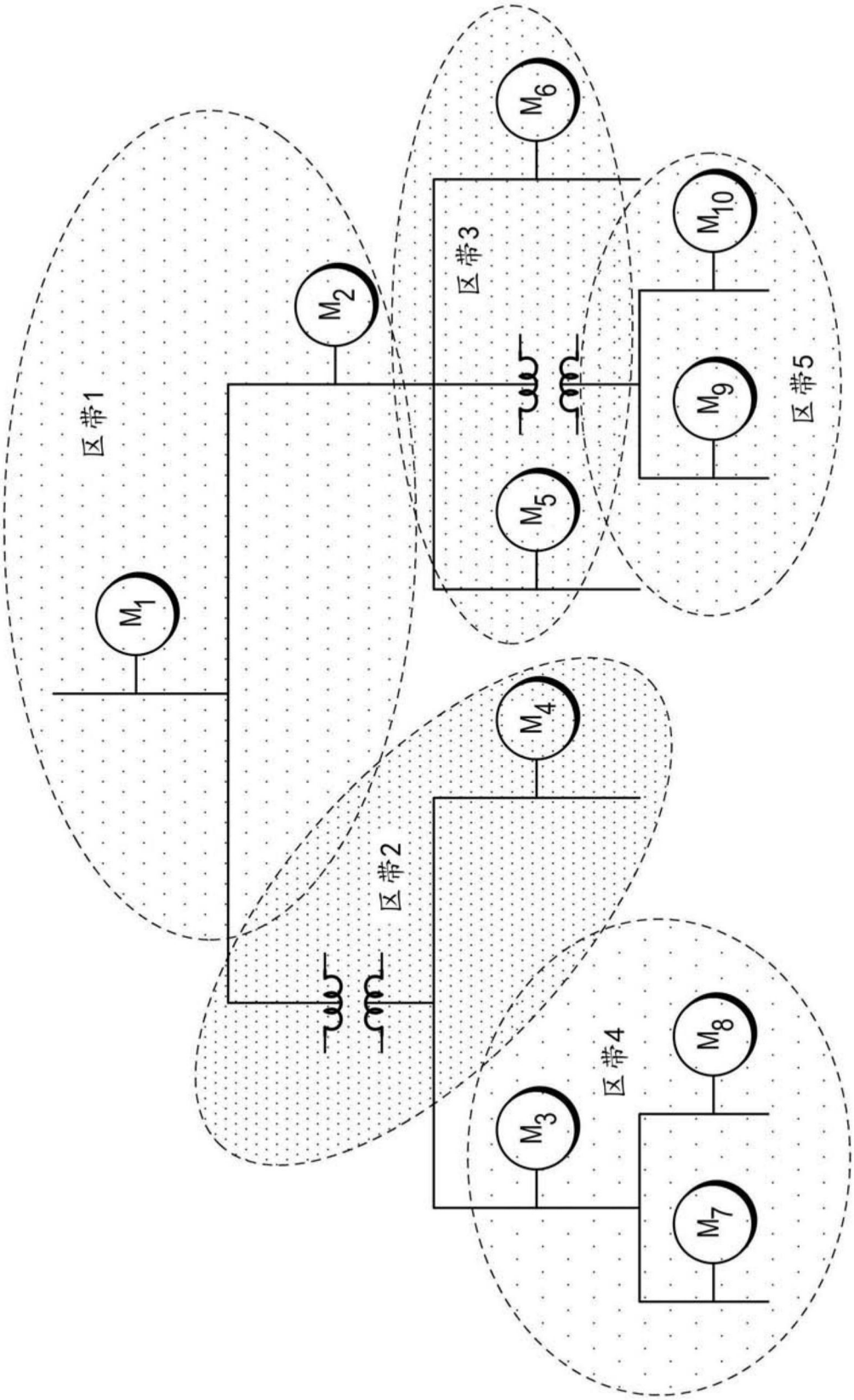



图33

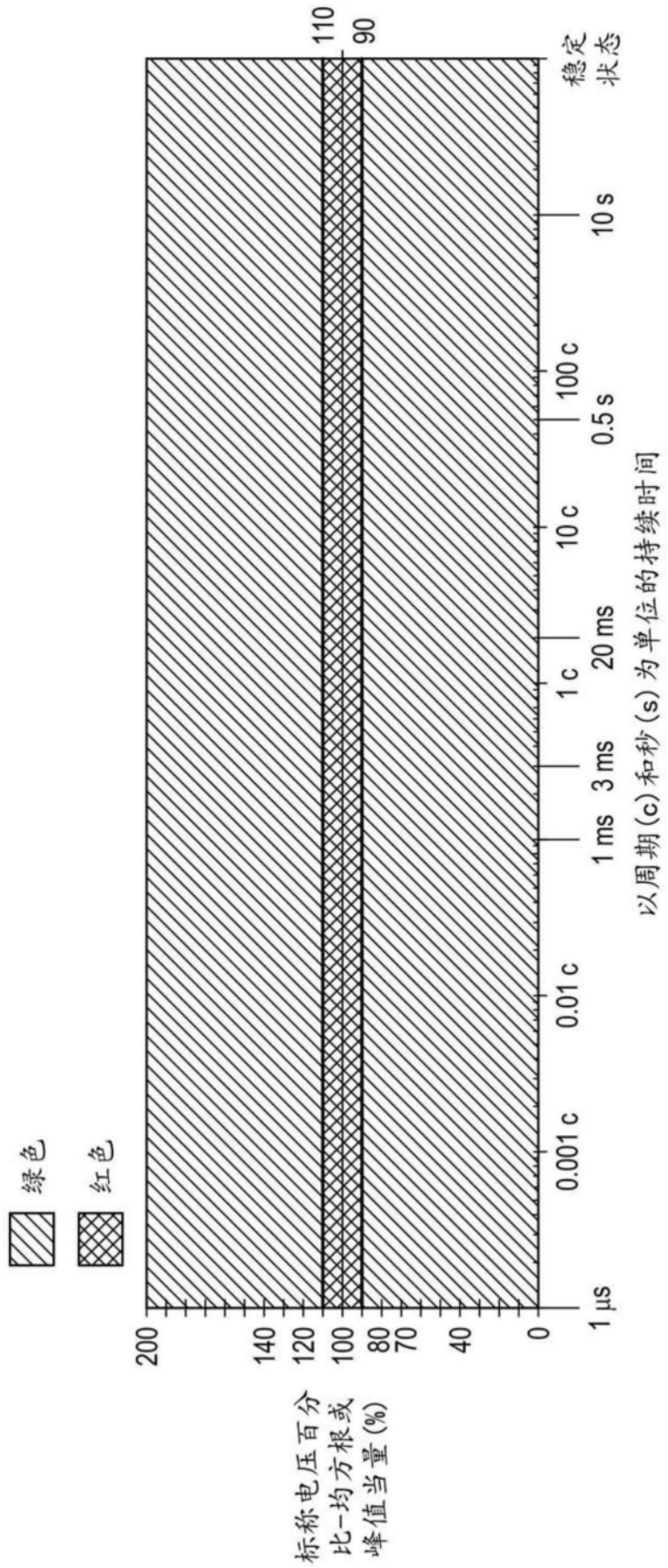

绿色
红色
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图34

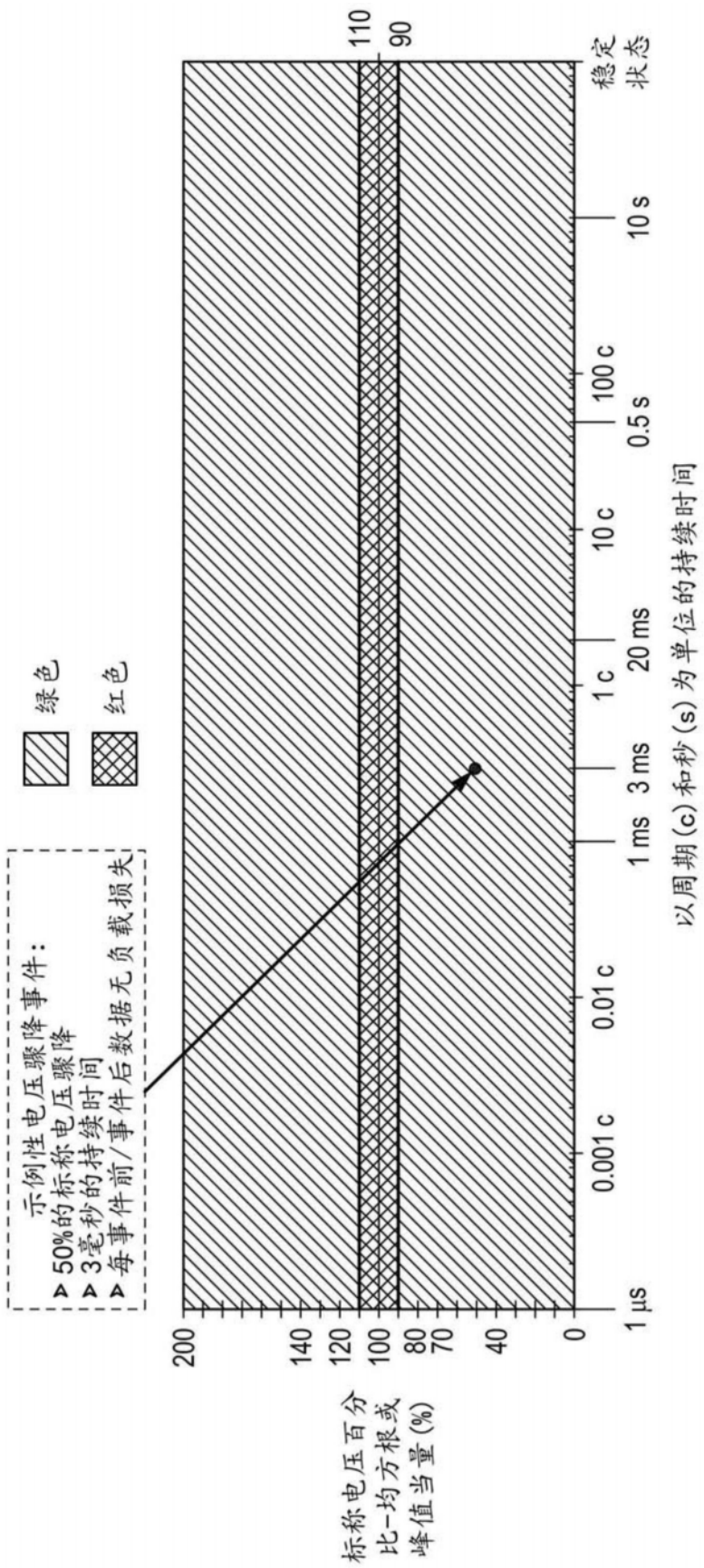

示例性电压骤降事件：
50%的标称电压骤降
3毫秒的持续时间
每事件前/事件后数据无负载损失
绿色
红色
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图35

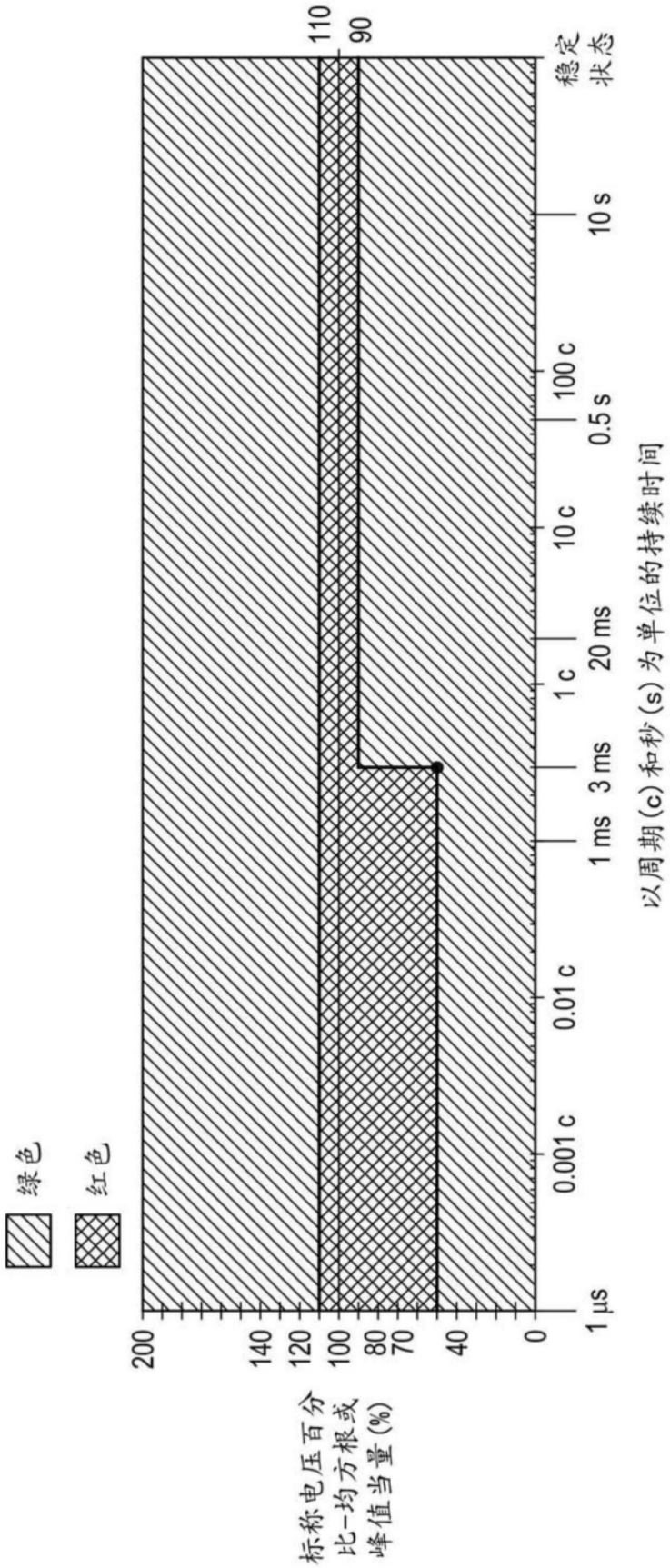

绿色
红色
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图36

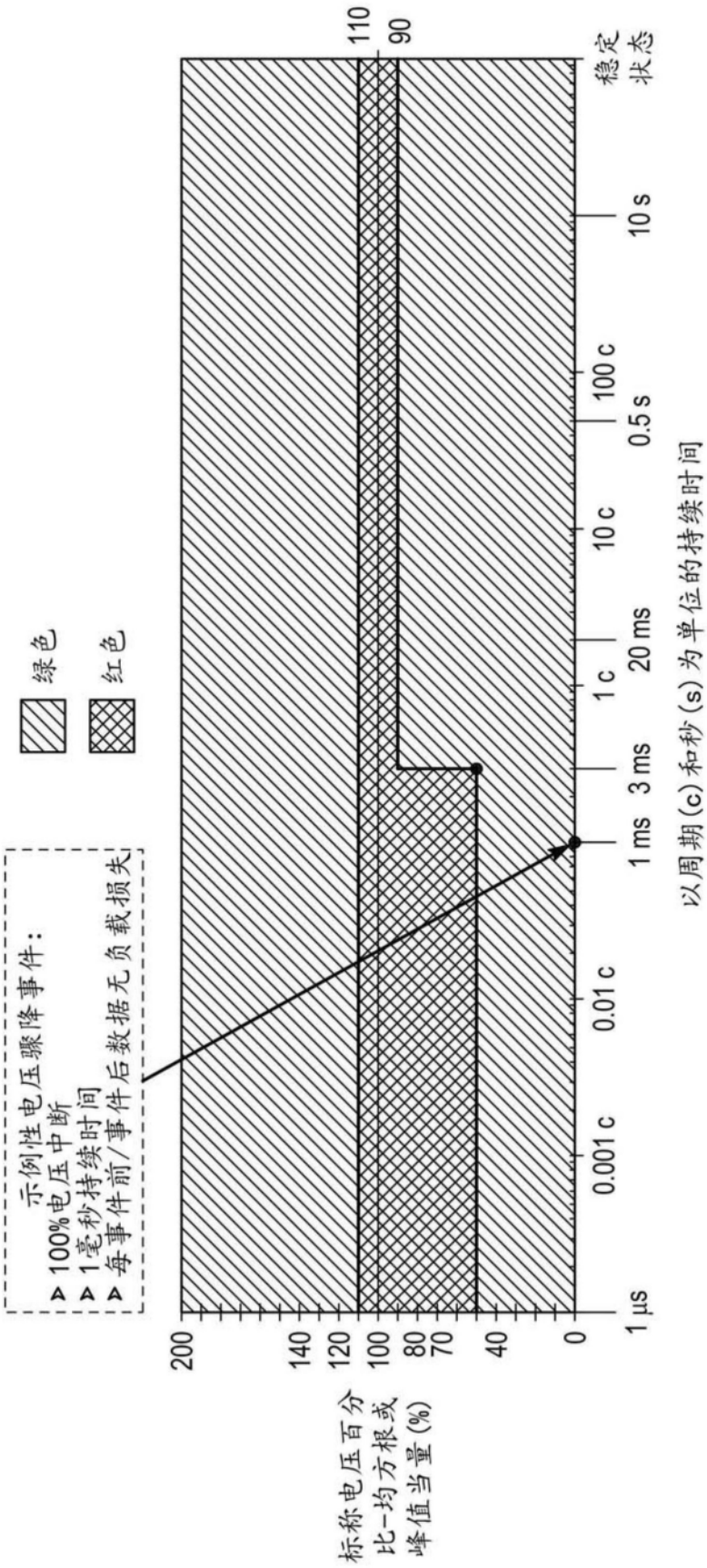

示例性电压骤降事件：
100%电压中断
1毫秒持续时间
每事件前/事件后数据无负载损失
绿色
红色
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图37

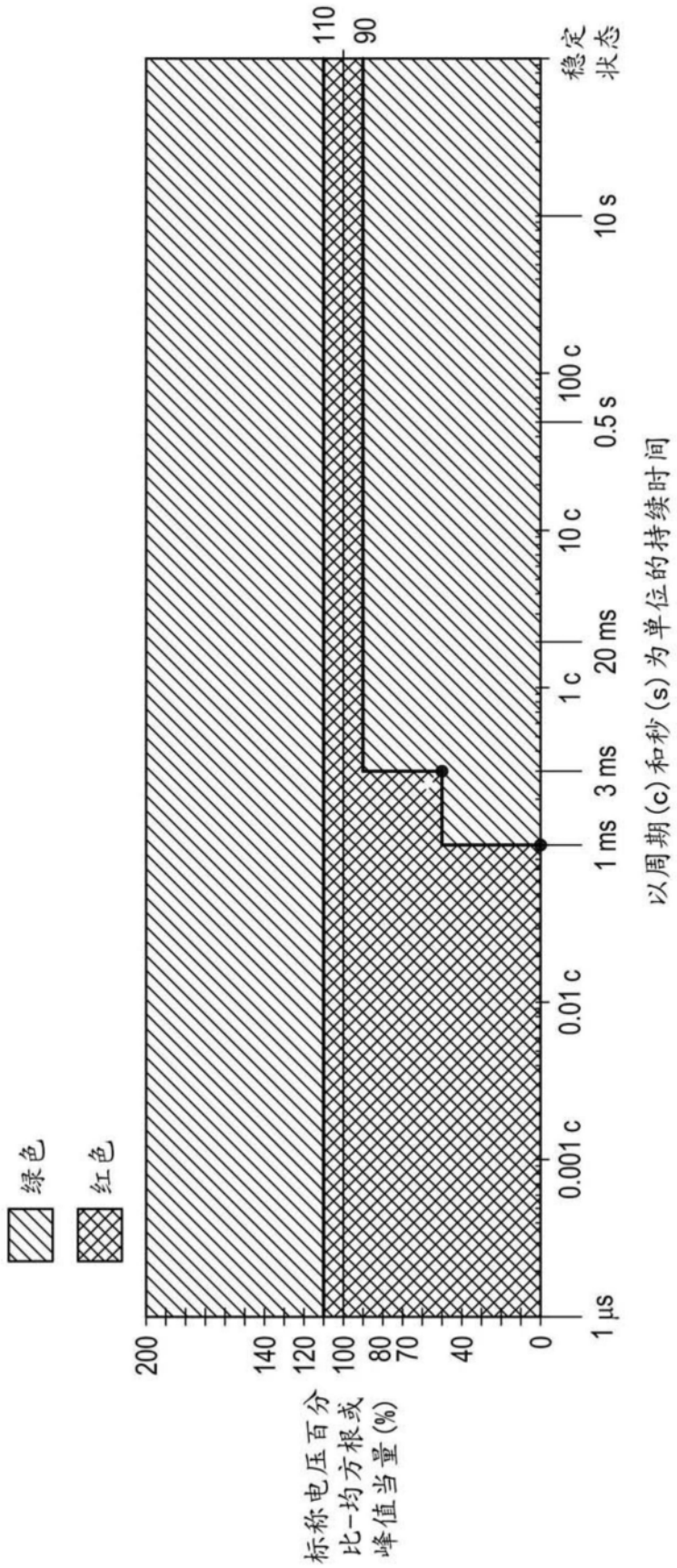

绿色
红色
200
140
120
100
80
70
40
0
110
90
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图38

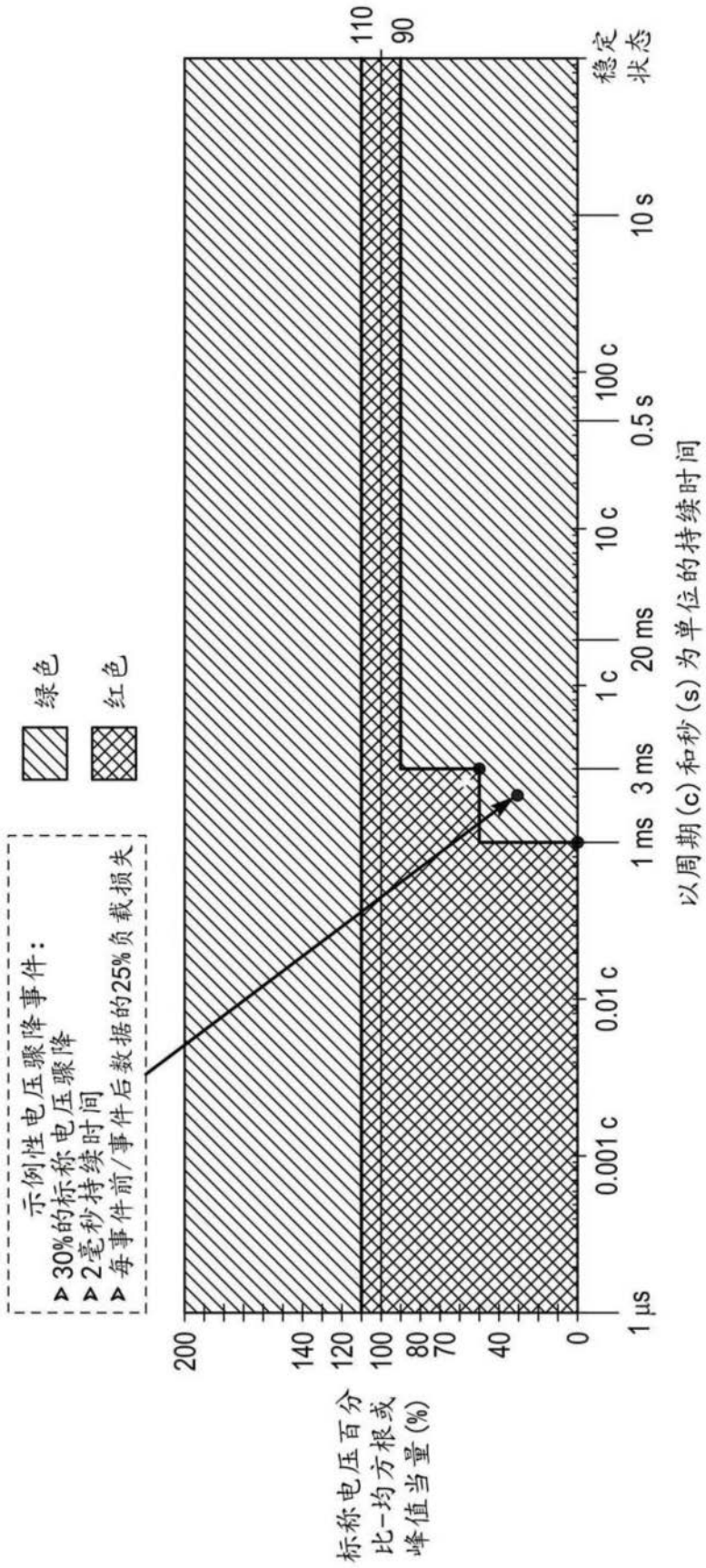

示例性电压骤降事件：
▶ 30%的标称电压骤降
▶ 2毫秒持续时间
▶ 每事件前/事件后数据的25%负载损失
绿色
红色
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
200
140
120
110
100
90
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图39

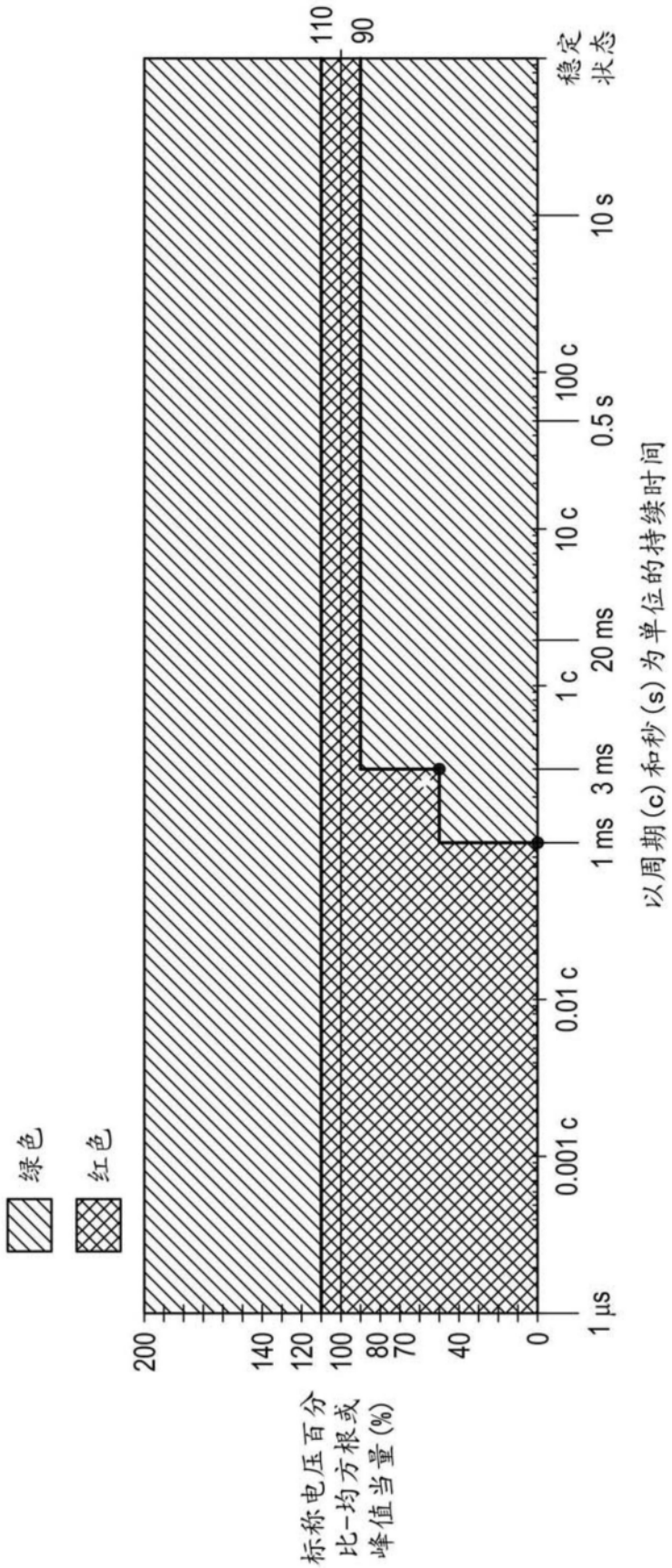

绿色
红色
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
200
140
120
110
100
90
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
稳定状态
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图40

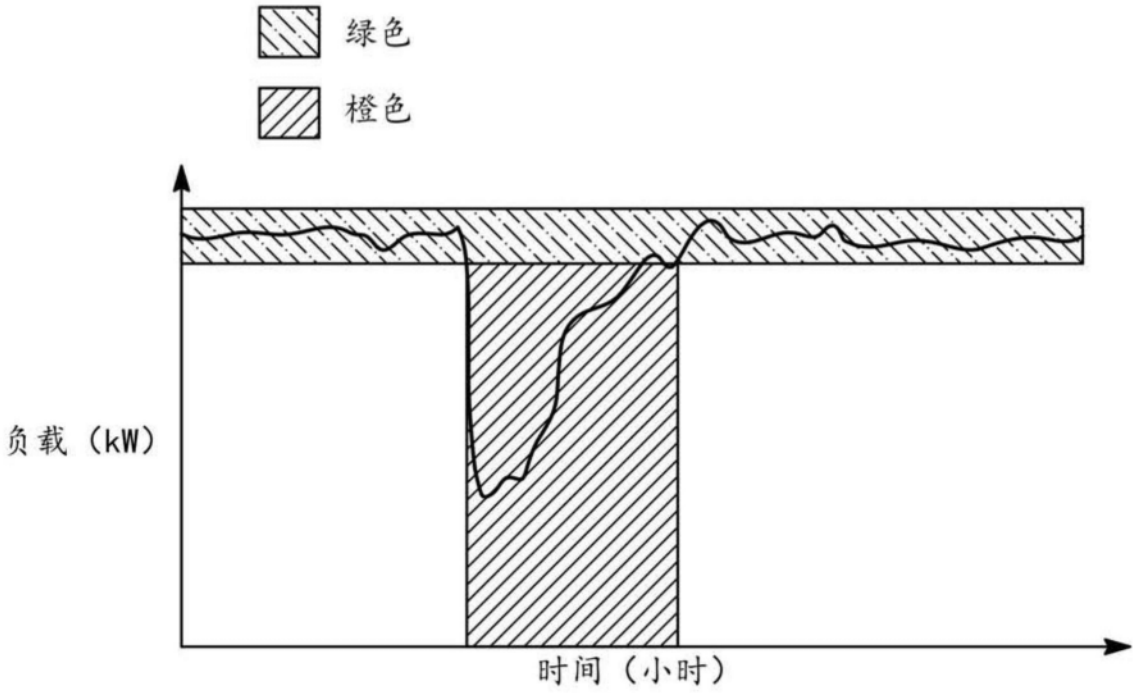



图41

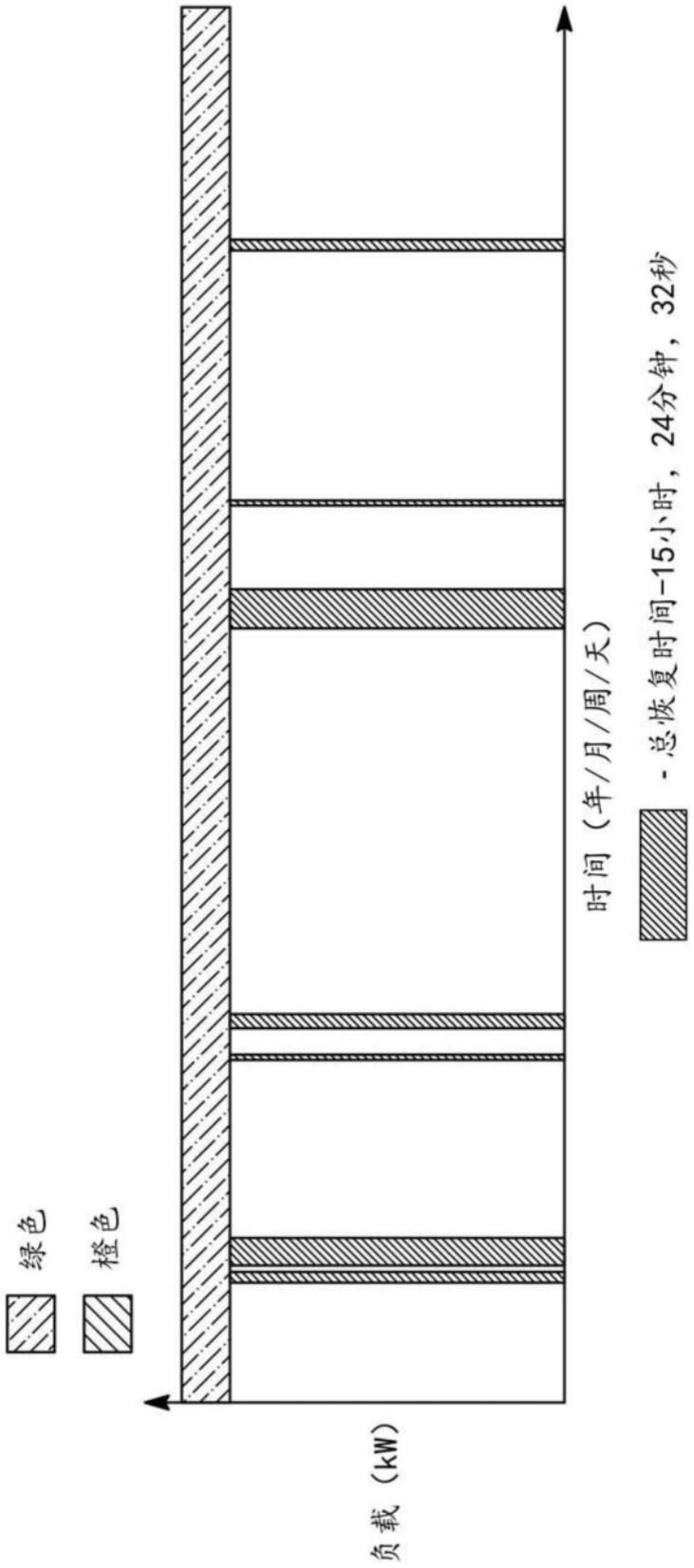



图42

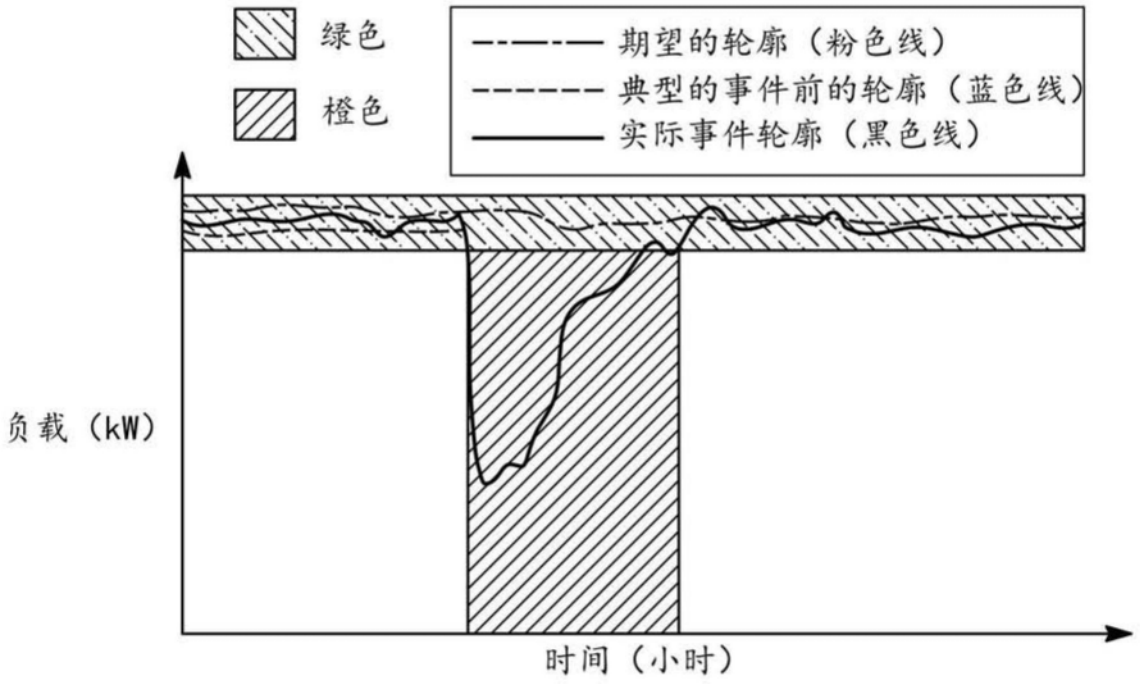

绿色
橙色
期望的轮廓（粉色线）
典型的事件前的轮廓（蓝色线）
实际事件轮廓（黑色线）
负载（kW）
时间（小时）

图43

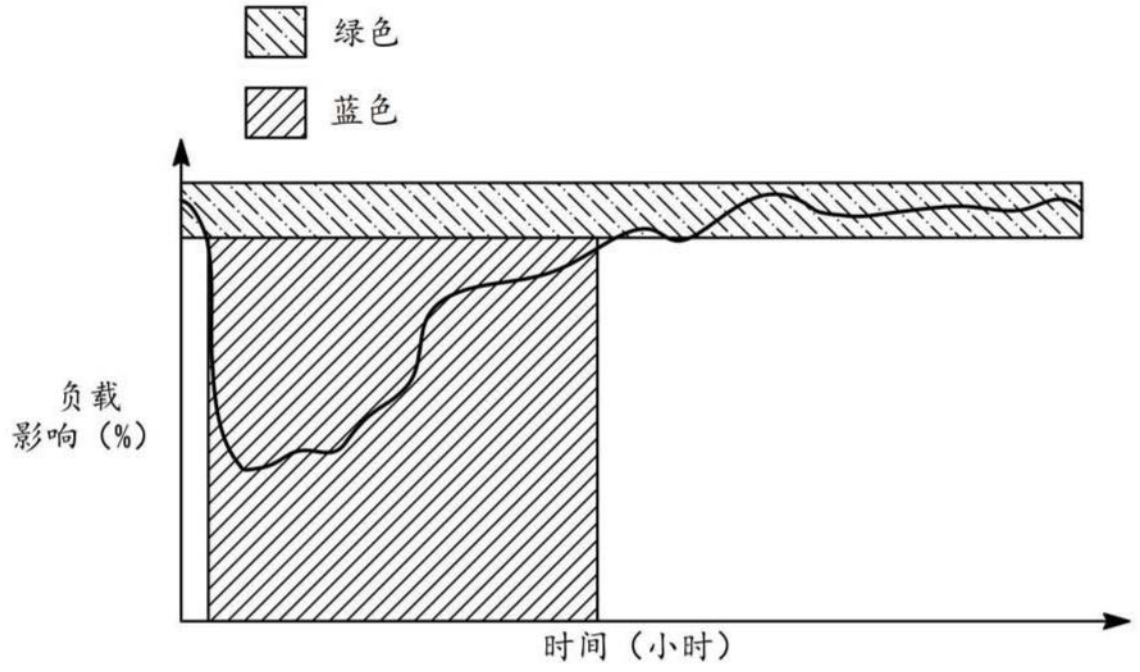

绿色
蓝色
负载
影响（%）
时间（小时）

图44

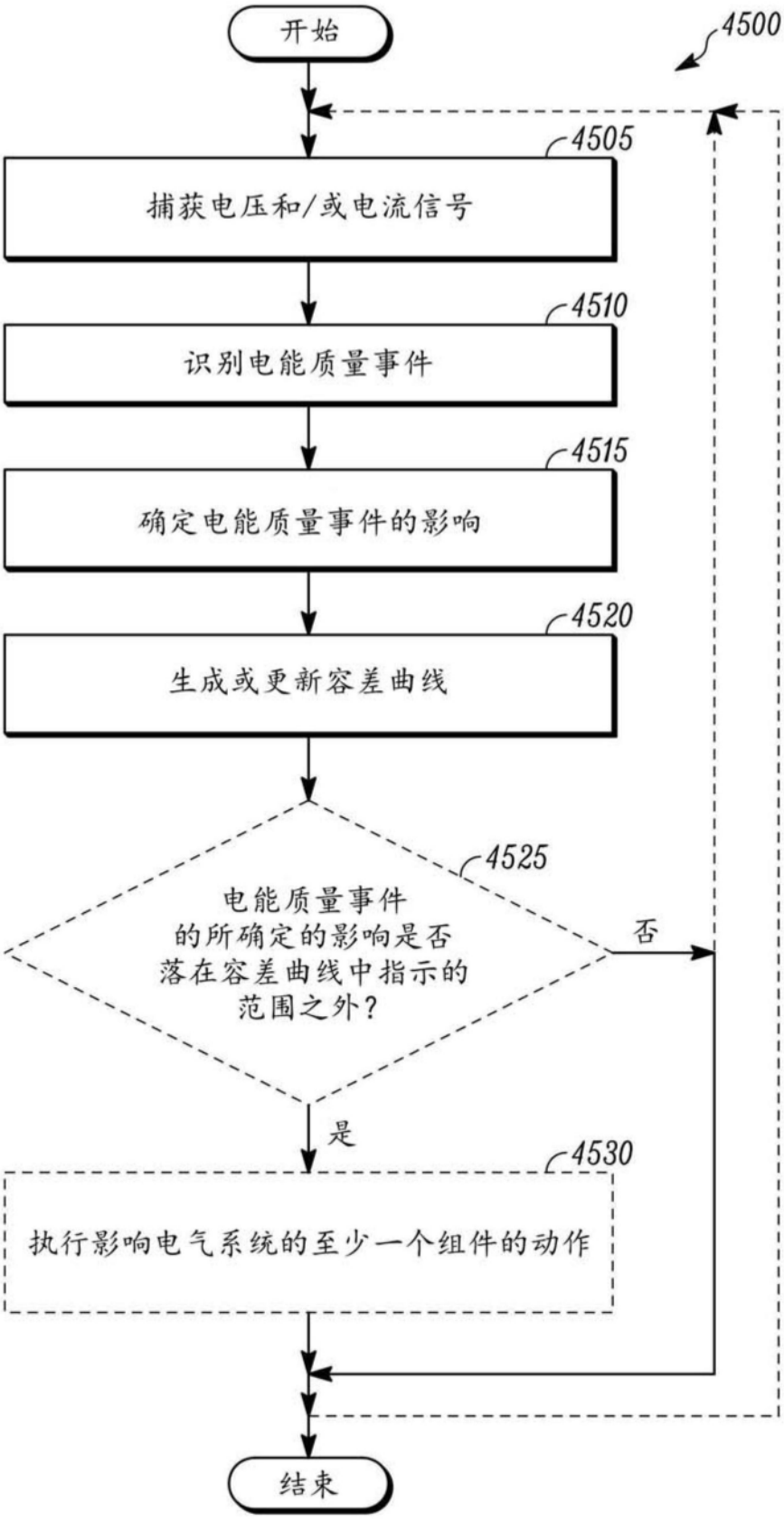

开始
4500
4505
捕获电压和/或电流信号
4510
识别电能质量事件
4515
确定电能质量事件的影响
4520
生成或更新容差曲线
4525
电能质量事件
的所确定的影响是否
落在容差曲线中指示的
范围之外?
否
是
4530
执行影响电气系统的至少一个组件的动作
结束

图45

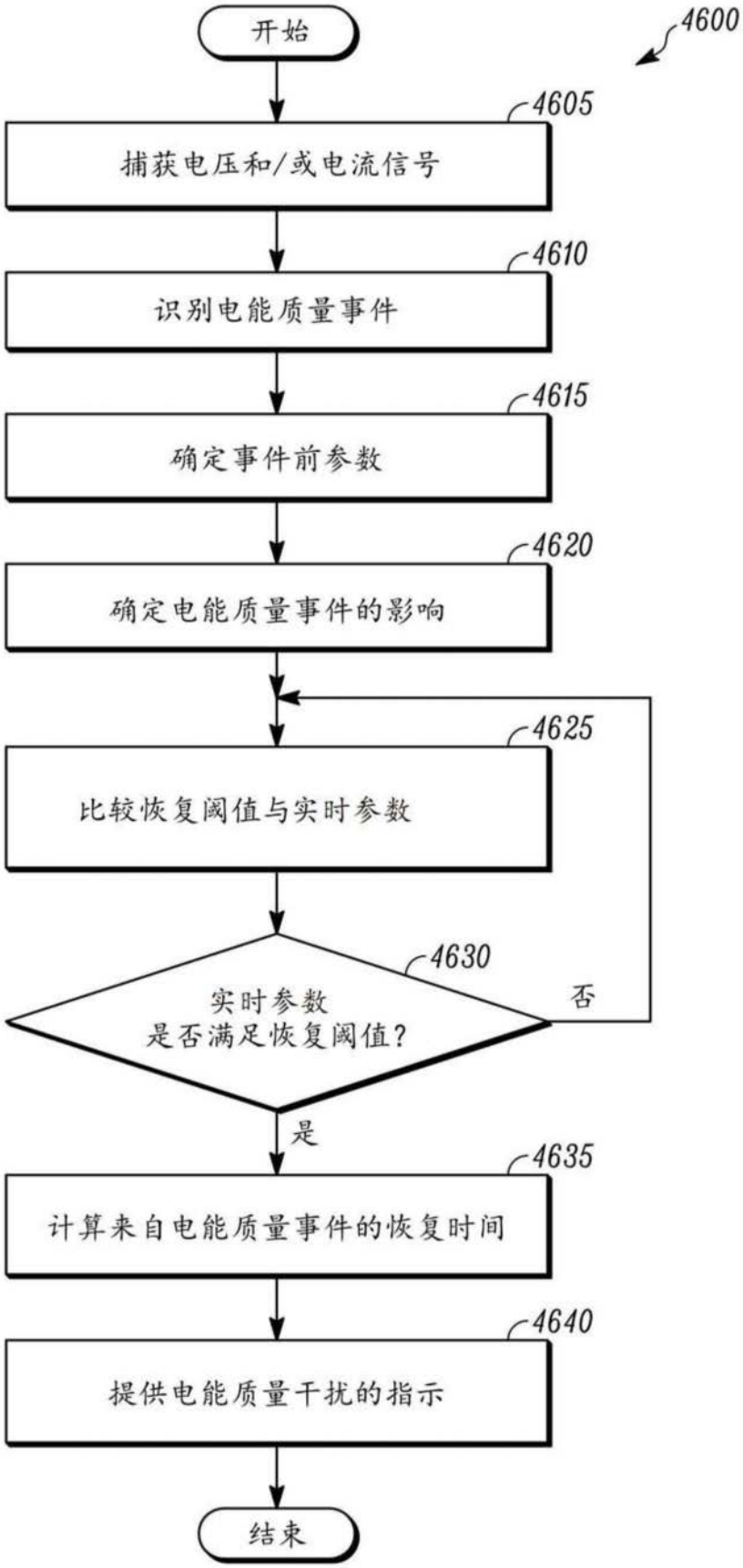

开始
4600
4605
捕获电压和/或电流信号
4610
识别电能质量事件
4615
确定事件前参数
4620
确定电能质量事件的影响
4625
比较恢复阈值与实时参数
4630
实时参数
是否满足恢复阈值?
否
是
4635
计算来自电能质量事件的恢复时间
4640
提供电能质量干扰的指示
结束

图46

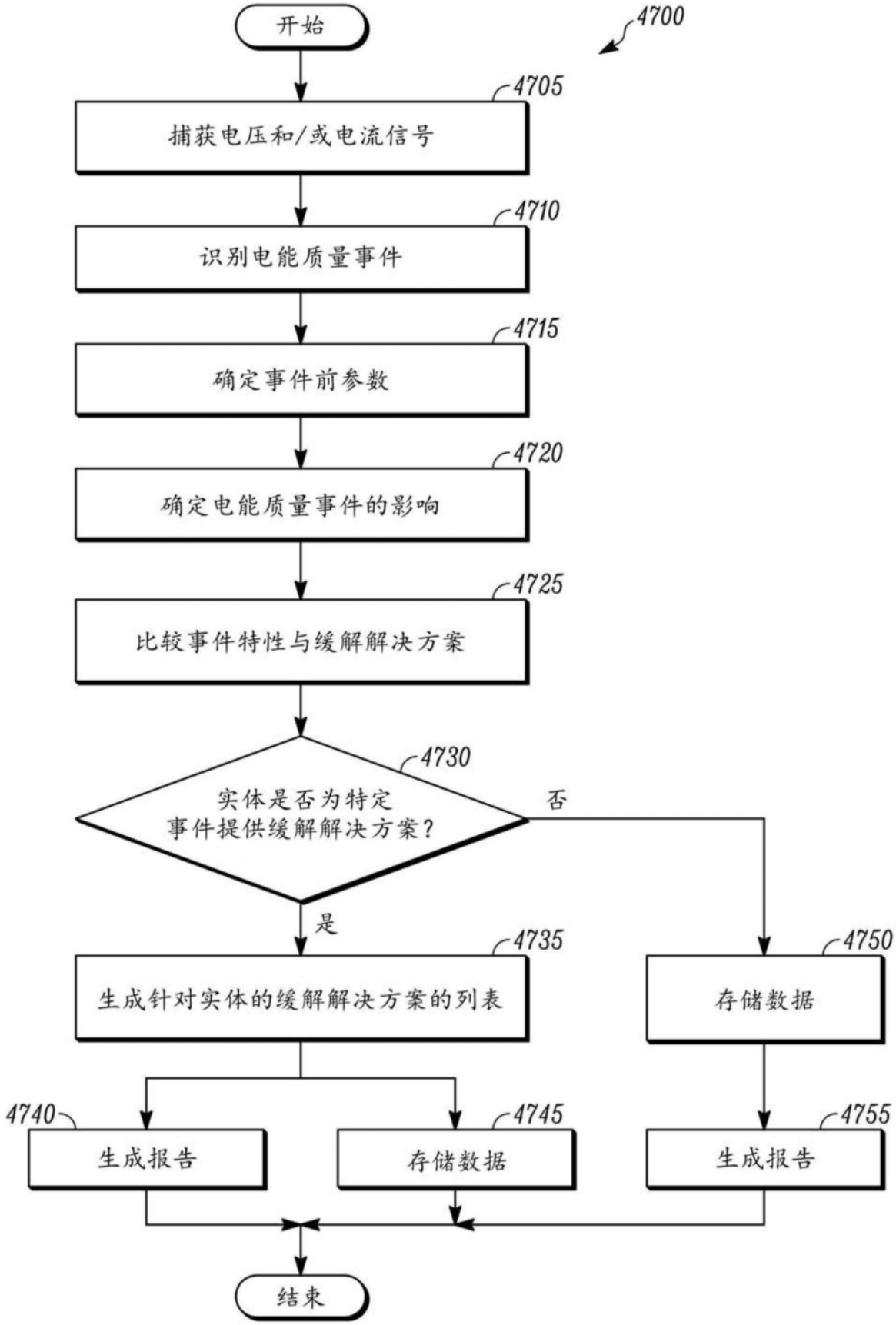

开始
4700
4705
捕获电压和/或电流信号
4710
识别电能质量事件
4715
确定事件前参数
4720
确定电能质量事件的影响
4725
比较事件特性与缓解解决方案
4730
实体是否为特定
事件提供缓解解决方案?
否
是
4735
生成针对实体的缓解解决方案的列表
4750
存储数据
4740
生成报告
4745
存储数据
4755
生成报告
结束

图47

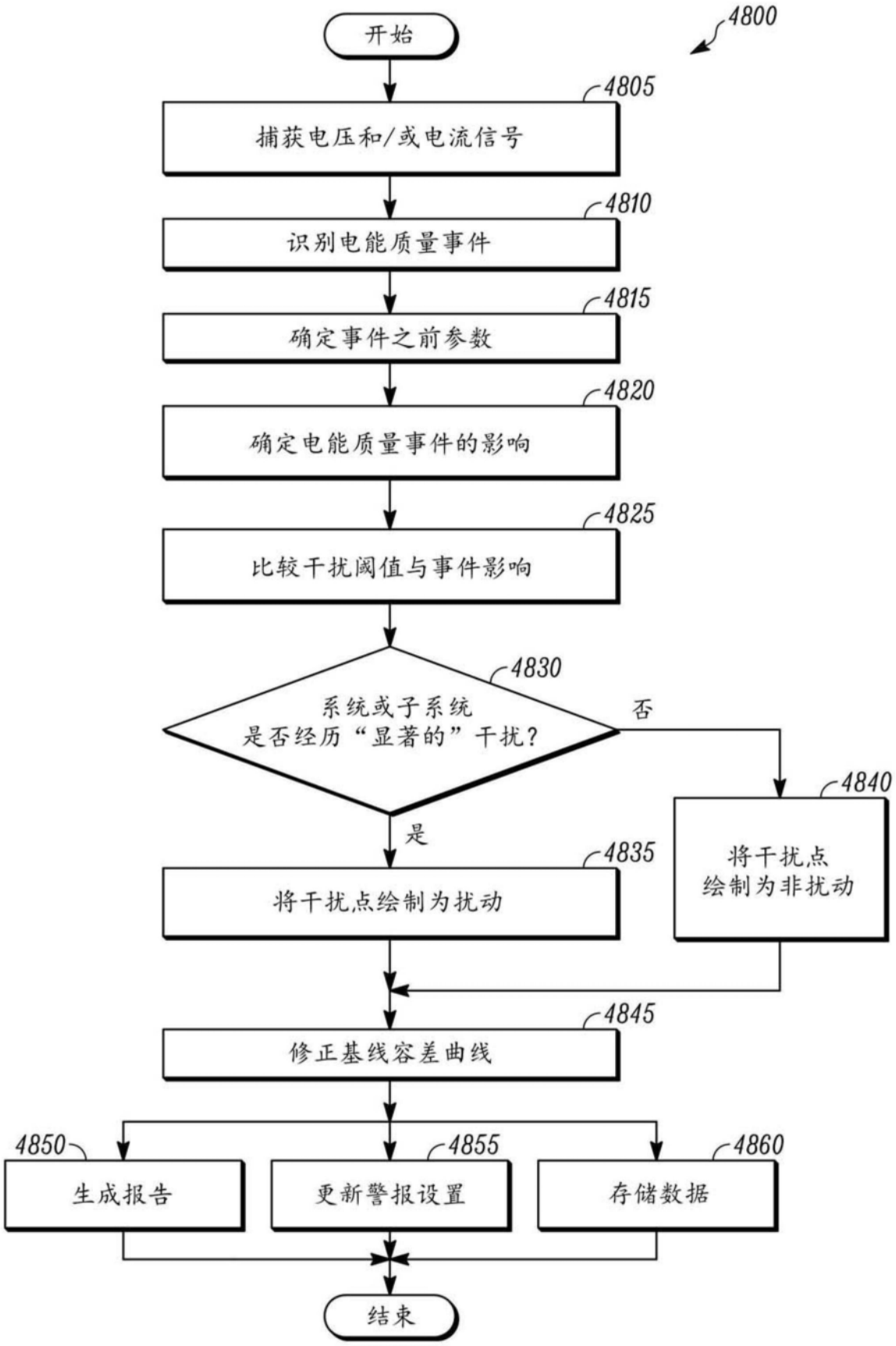

4800
开始
4805
捕获电压和/或电流信号
4810
识别电能质量事件
4815
确定事件之前参数
4820
确定电能质量事件的影响
4825
比较干扰阈值与事件影响
4830
系统或子系统
是否经历“显著的”干扰?
否
是
4835
将干扰点绘制为扰动
4840
将干扰点
绘制为非扰动
4845
修正基线容差曲线
4850
生成报告
4855
更新警报设置
4860
存储数据
结束

图48

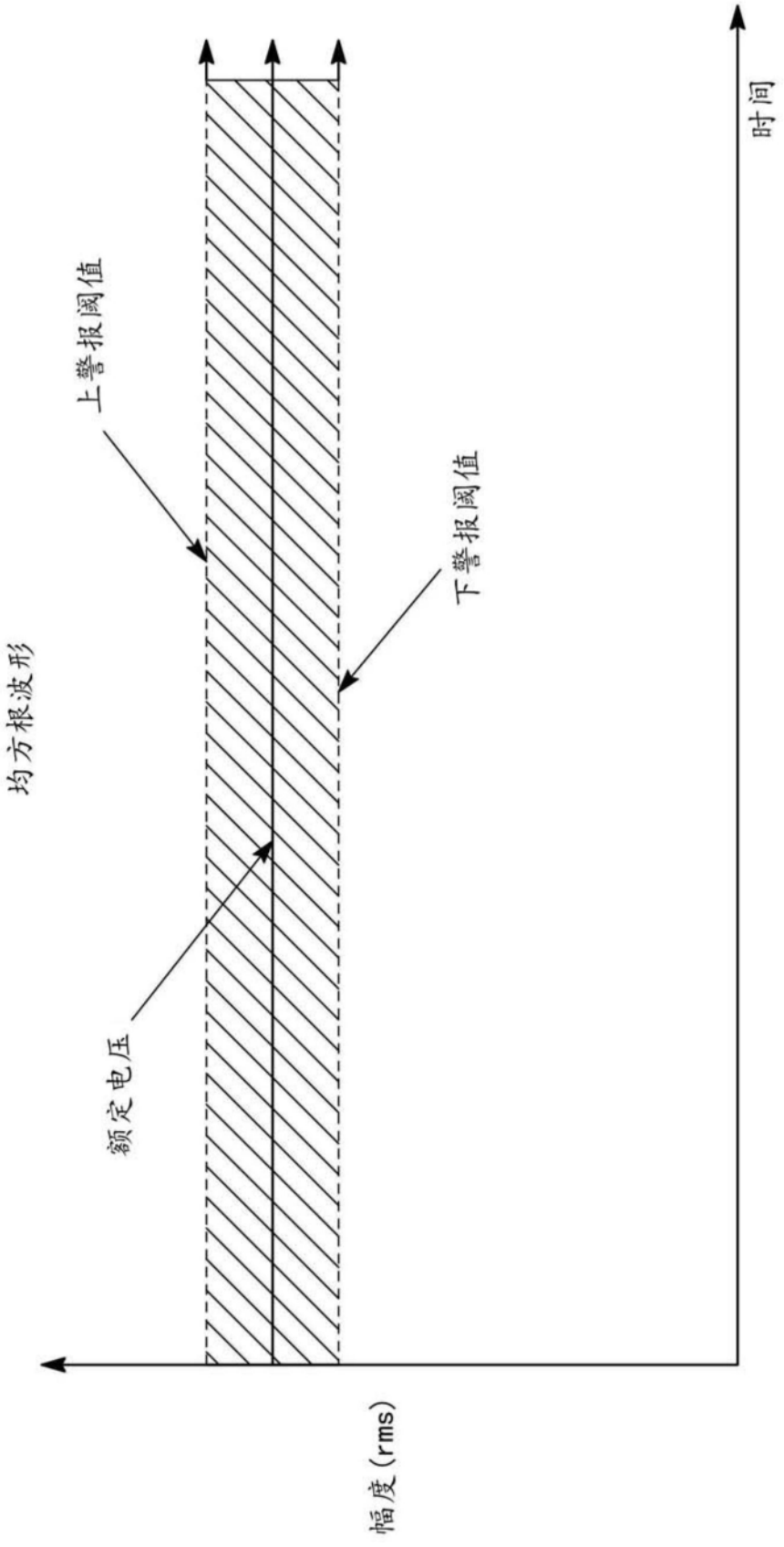



图49

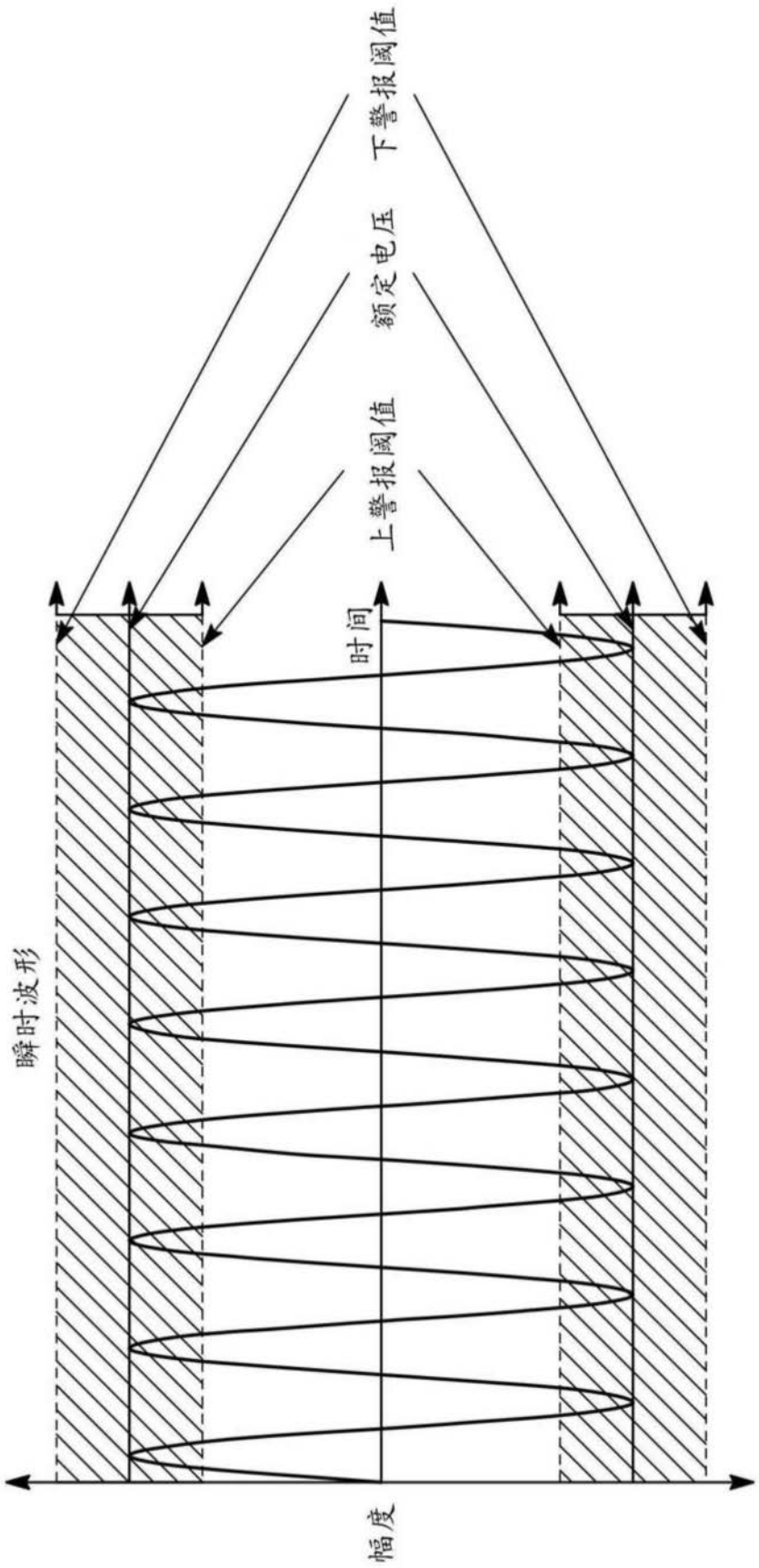



图50

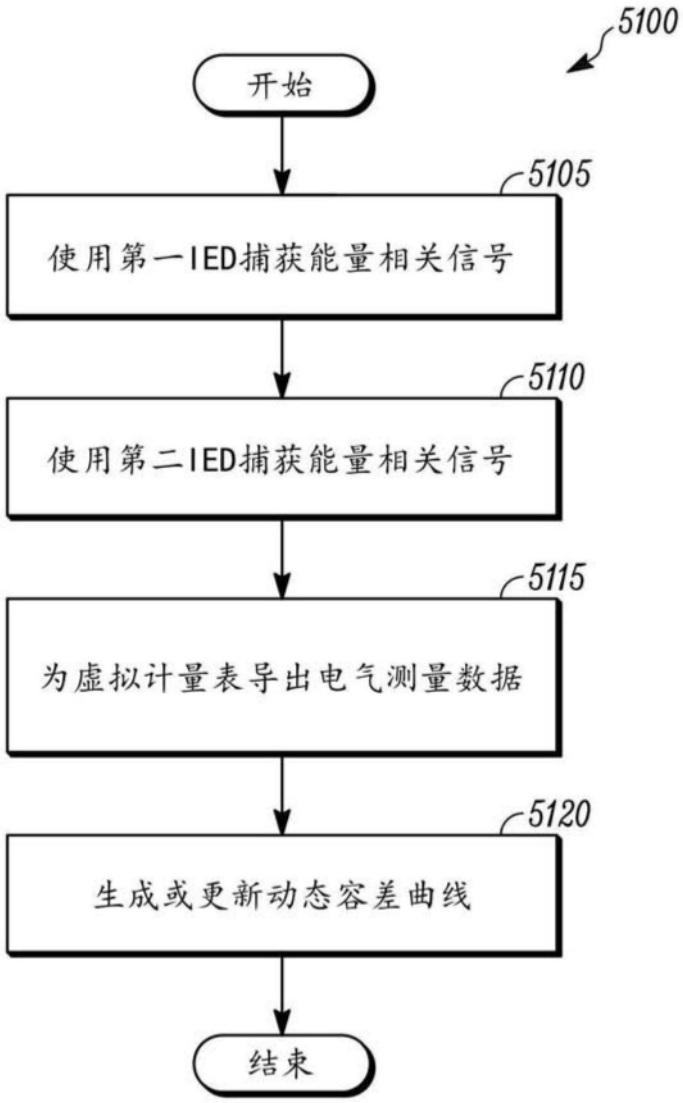

5100
开始
5105
使用第一IED捕获能量相关信号
5110
使用第二IED捕获能量相关信号
5115
为虚拟计量表导出电气测量数据
5120
生成或更新动态容差曲线
结束

图51

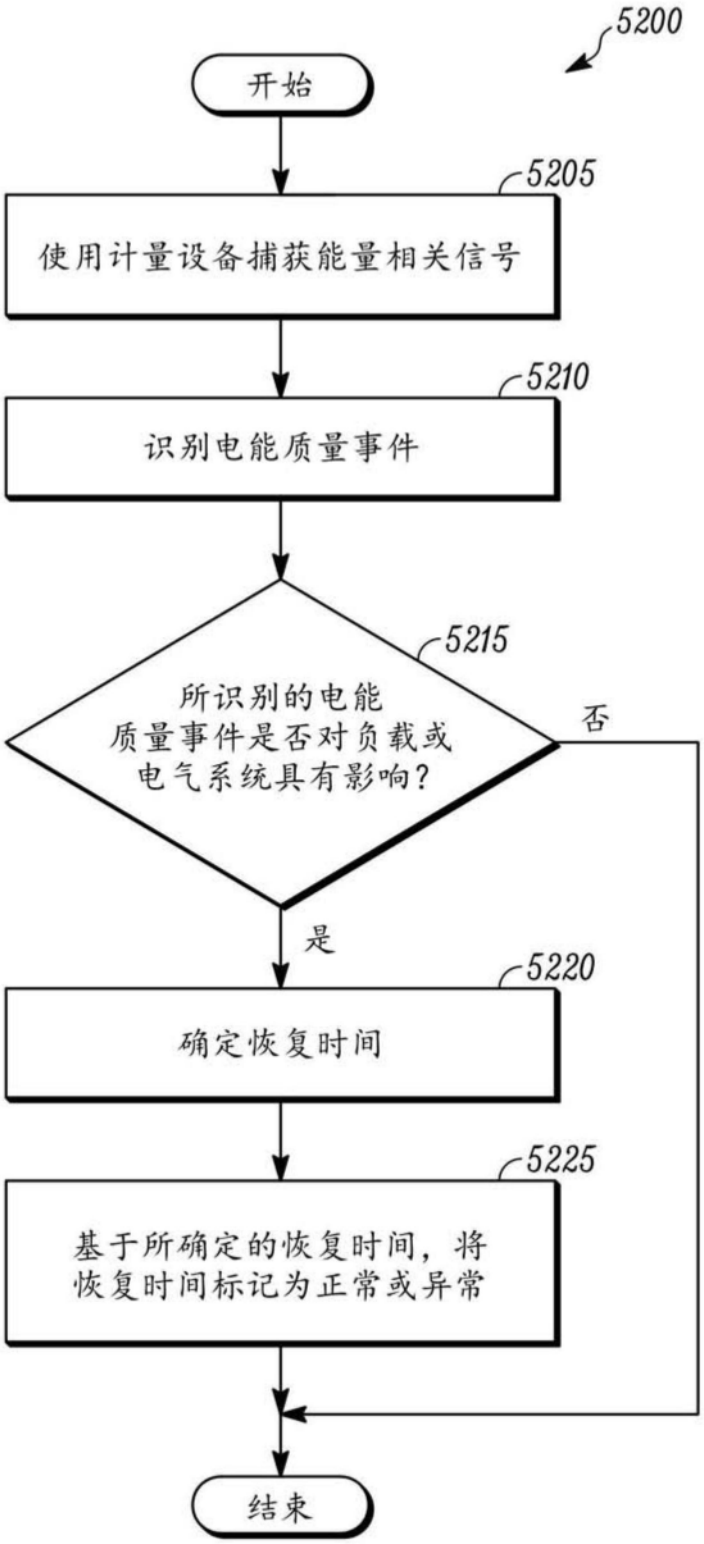

5200
开始
5205
使用计量设备捕获能量相关信号
5210
识别电能质量事件
5215
所识别的电能质量事件是否对负载或电气系统具有影响?
否
是
5220
确定恢复时间
5225
基于所确定的恢复时间，将恢复时间标记为正常或异常
结束

图52

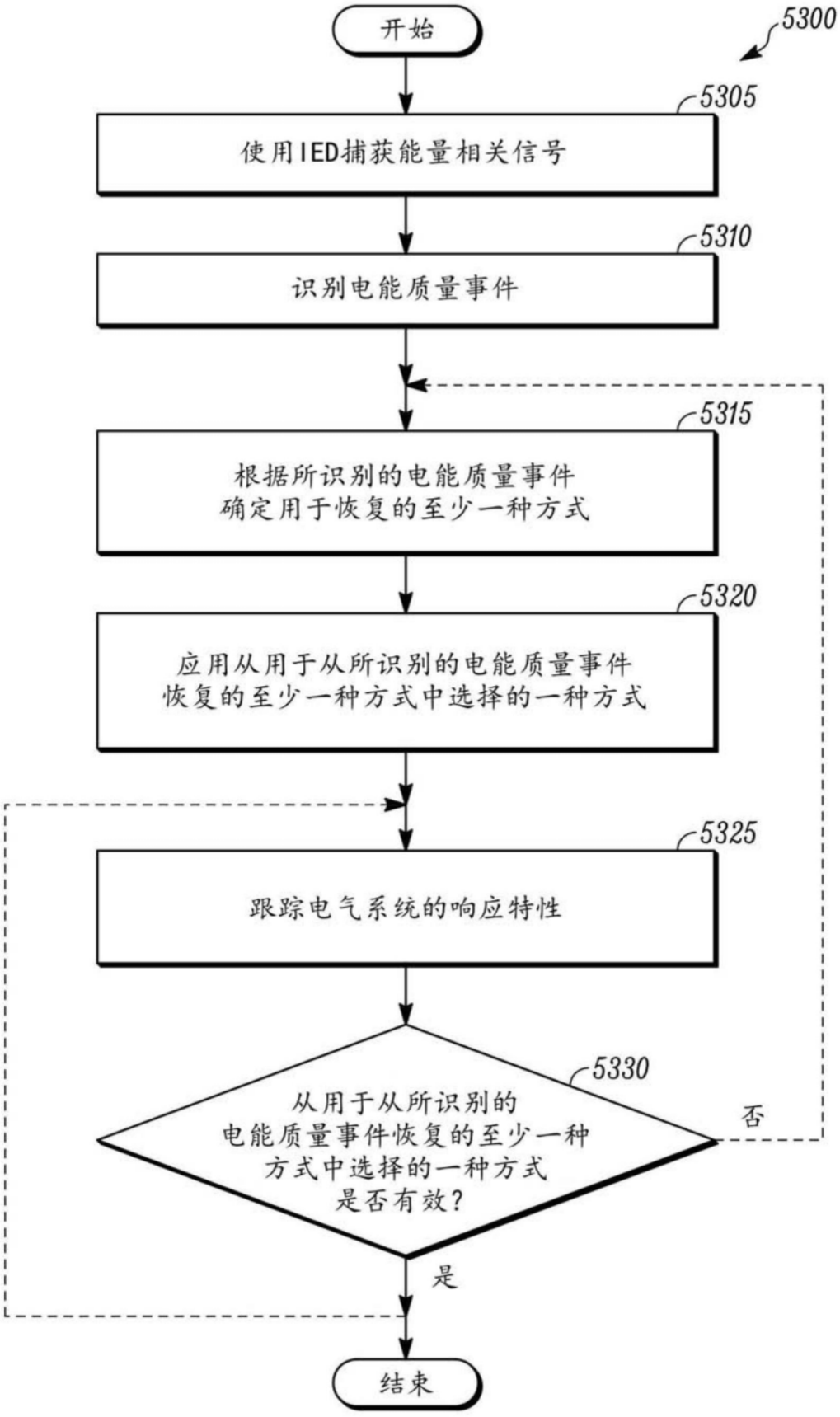

开始
5300
5305
使用IED捕获能量相关信号
5310
识别电能质量事件
5315
根据所识别的电能质量事件
确定用于恢复的至少一种方式
5320
应用从用于从所识别的电能质量事件
恢复的至少一种方式中选择的一种方式
5325
跟踪电气系统的响应特性
5330
从用于从所识别的
电能质量事件恢复的至少一种
方式中选择的一种方式
是否有效?
否
是
结束

图53

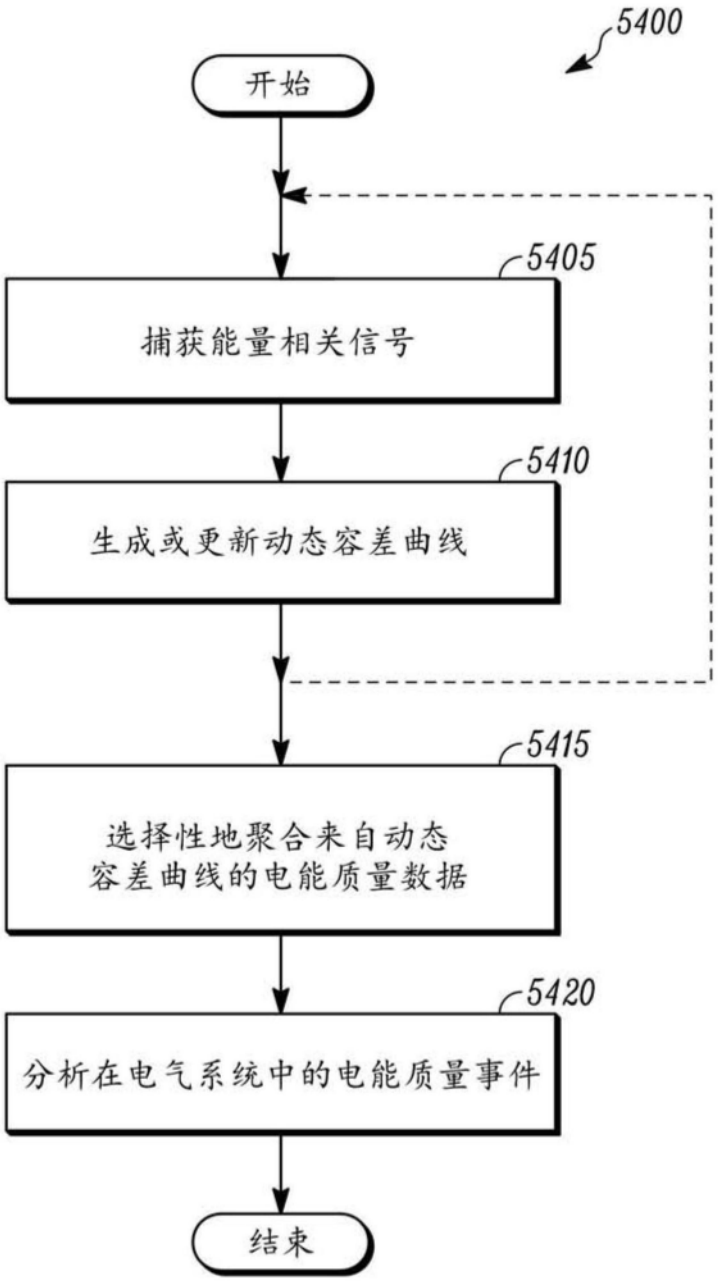

5400
开始
5405
捕获能量相关信号
5410
生成或更新动态容差曲线
5415
选择性地聚合来自动态
容差曲线的电能质量数据
5420
分析在电气系统中的电能质量事件
结束

图54

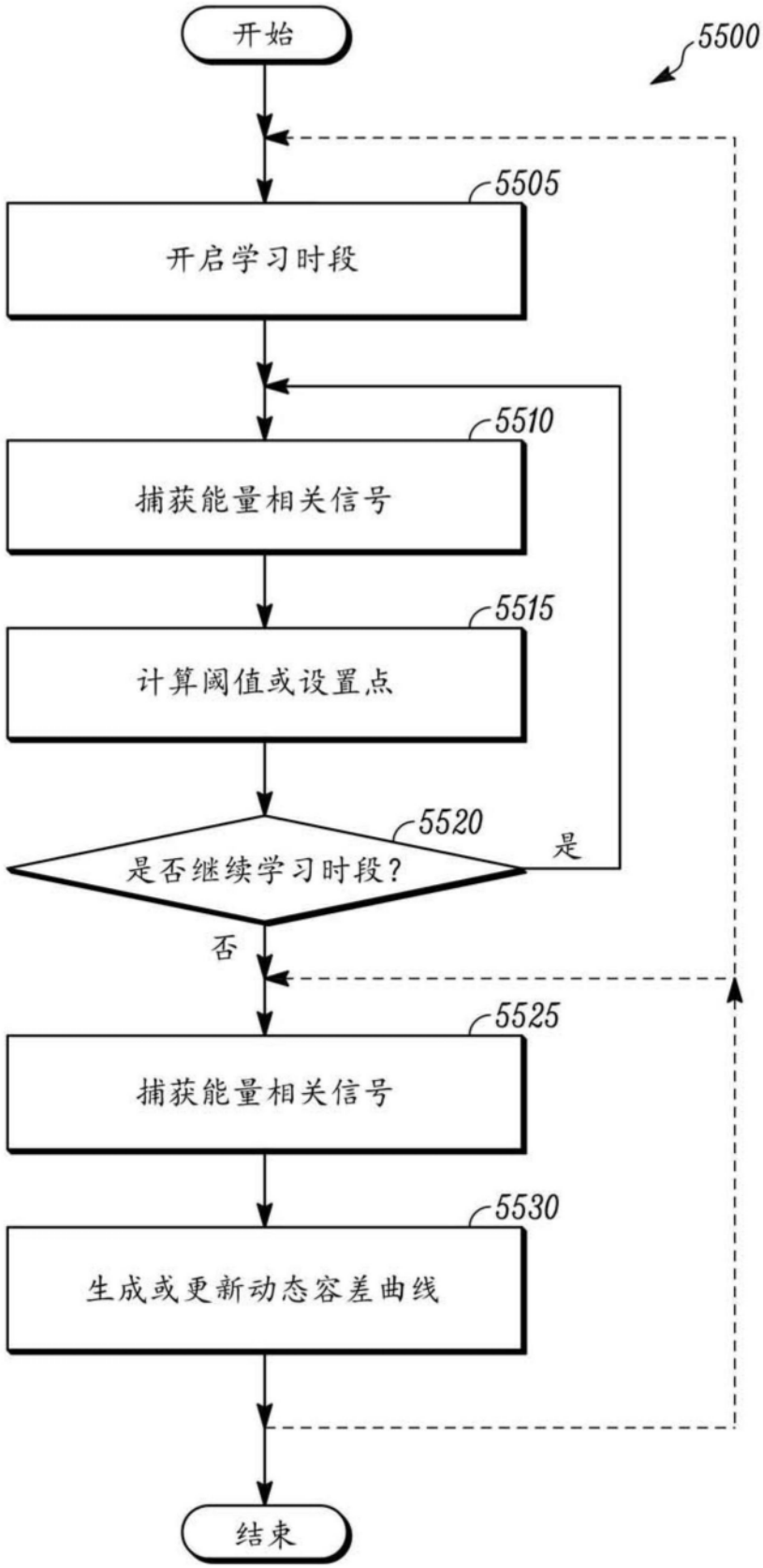

开始
5500
5505
开启学习时段
5510
捕获能量相关信号
5515
计算阈值或设置点
5520
是否继续学习时段?
是
否
5525
捕获能量相关信号
5530
生成或更新动态容差曲线
结束

图55

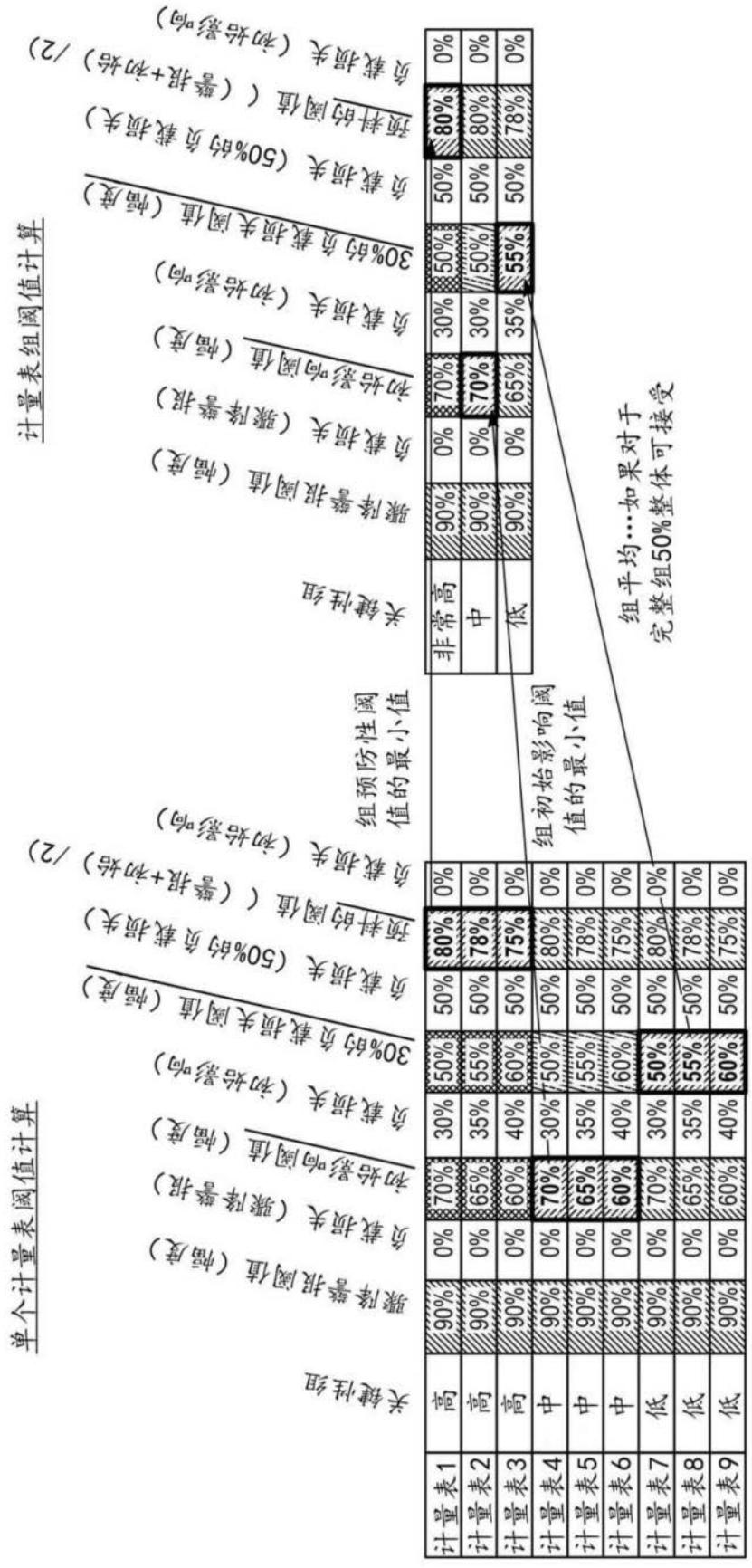

单个计量表阈值计算
计量表组阈值计算
组预防性阈值的最小值
组初始影响阈值的最小值
组平均…如果对于完整组50%整体可接受
计量表1
计量表2
计量表3
计量表4
计量表5
计量表6
计量表7
计量表8
计量表9
冰健性组
高
中
低
跌降警报阈值（帕斯）
总载损失（跌降警报）
预料的阈值（（警报+勿给）/2）
勿给影响阈值（帕斯）
总载损失（勿给影响）
30%的总载损失阈值（帕斯）
总载损失（50%的总载损失）
非常高
90%
0%
70%
30%
50%
80%
65%
55%
60%
78%
75%

图55A

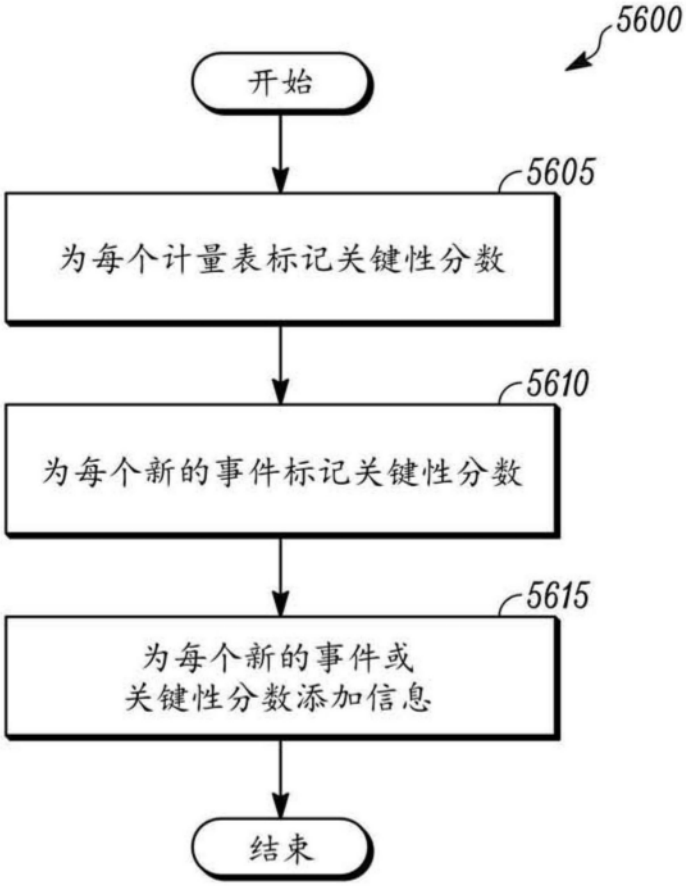

5600
开始
5605
为每个计量表标记关键性分数
5610
为每个新的事件标记关键性分数
5615
为每个新的事件或
关键性分数添加信息
结束

图56

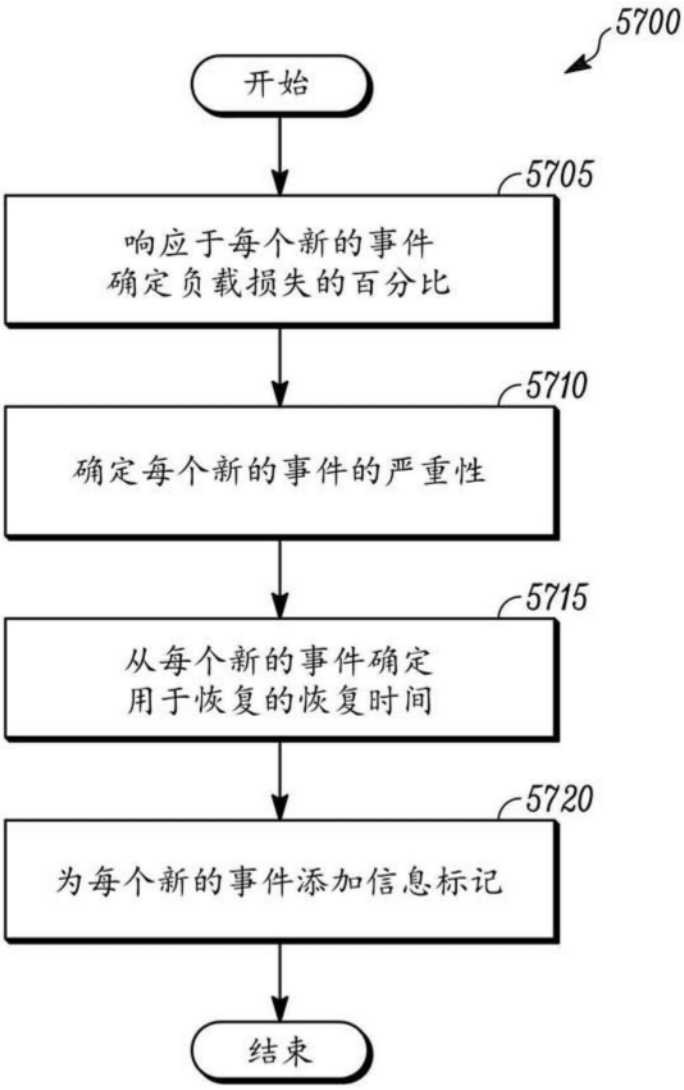

5700
开始
5705
响应于每个新的事件
确定负载损失的百分比
5710
确定每个新的事件的严重性
5715
从每个新的事件确定
用于恢复的恢复时间
5720
为每个新的事件添加信息标记
结束

图57

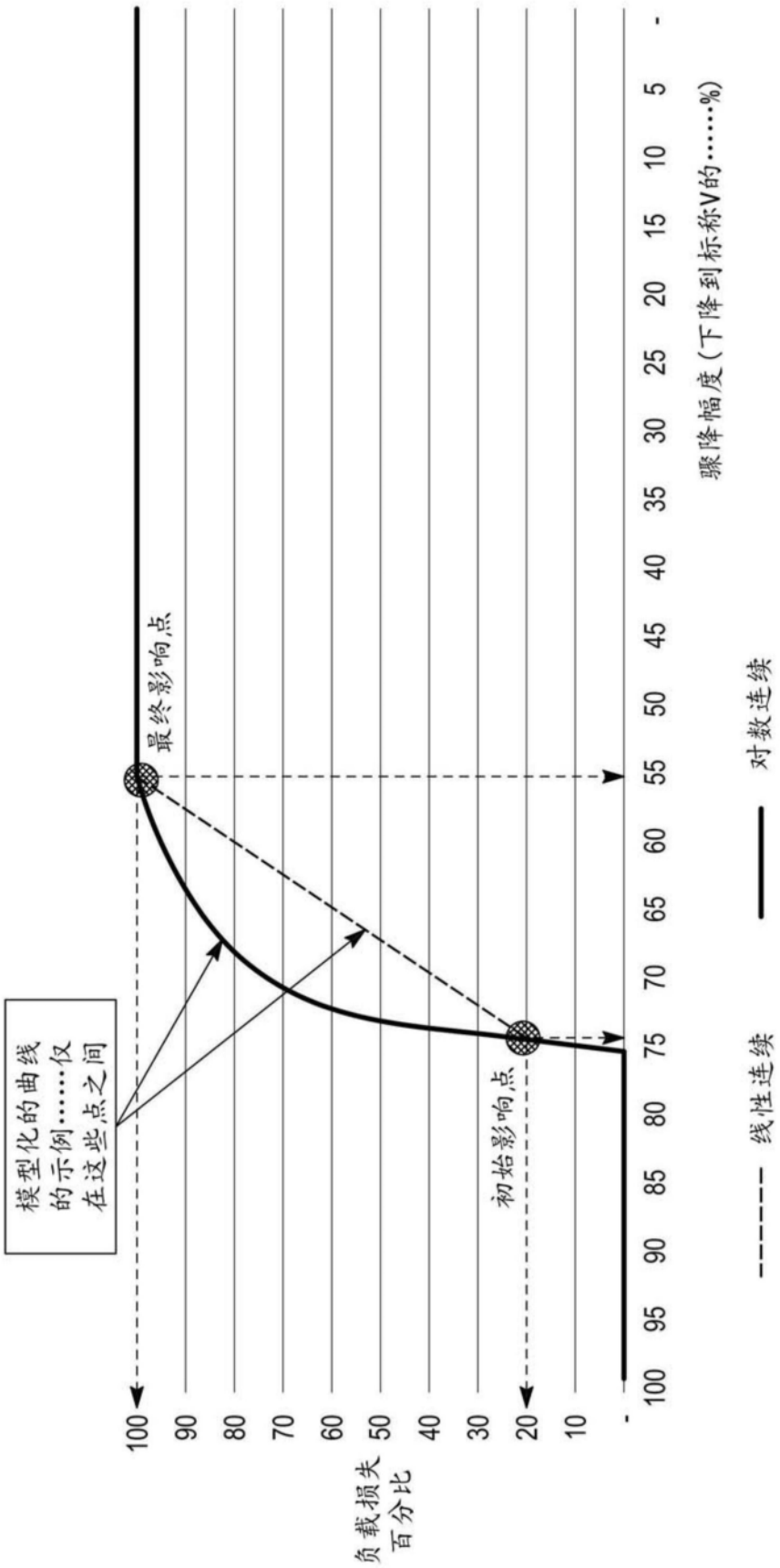

模型化的曲线
的示例……仅
在这些点之间
最终影响点
初始影响点
负载损失
百分比
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 -
骤降幅度(下降到标称V的……%)
线性连续
对数连续

图57A

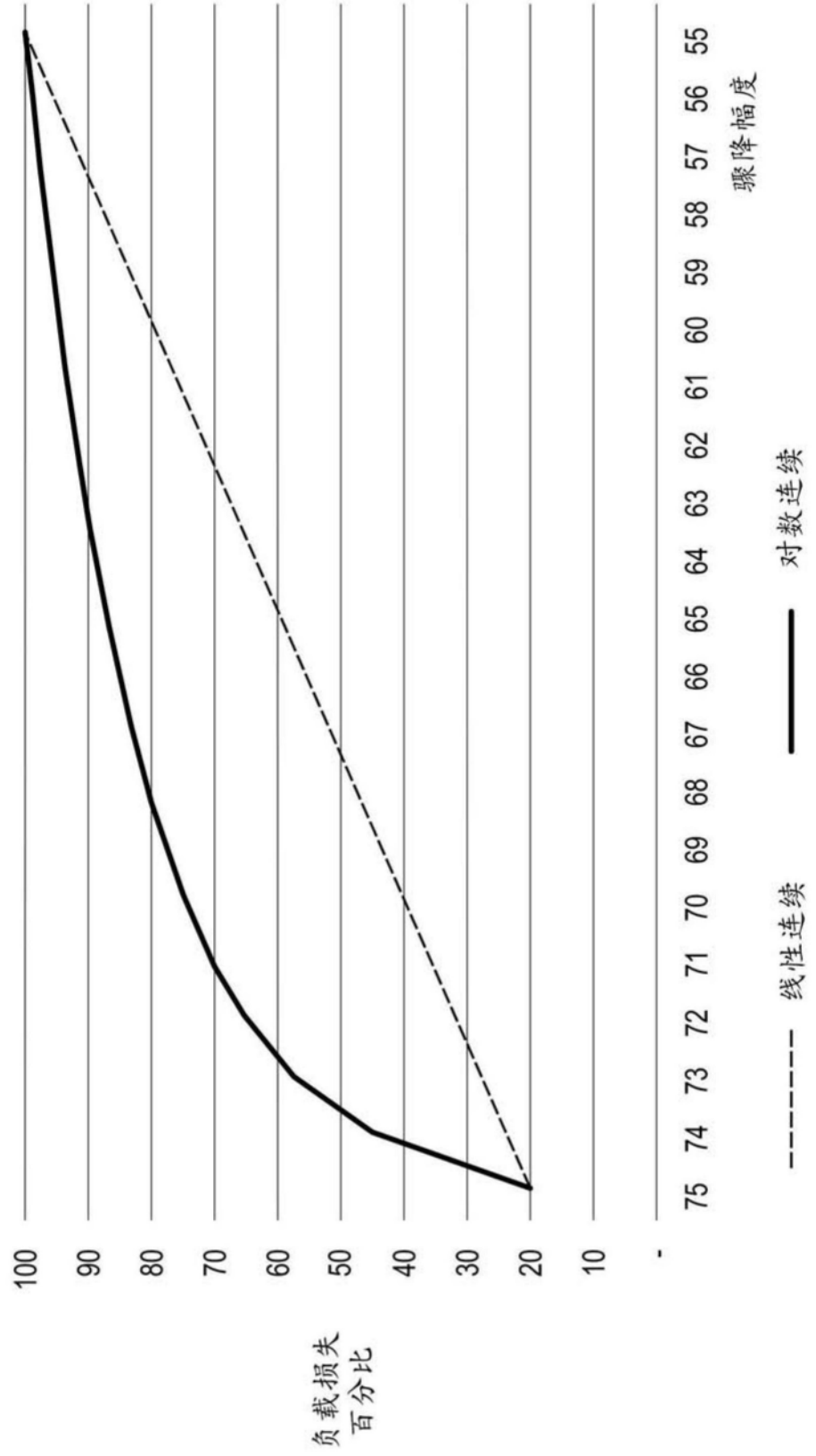

负载损失百分比
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
骤降幅度
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
线性连续
对数连续

图57B

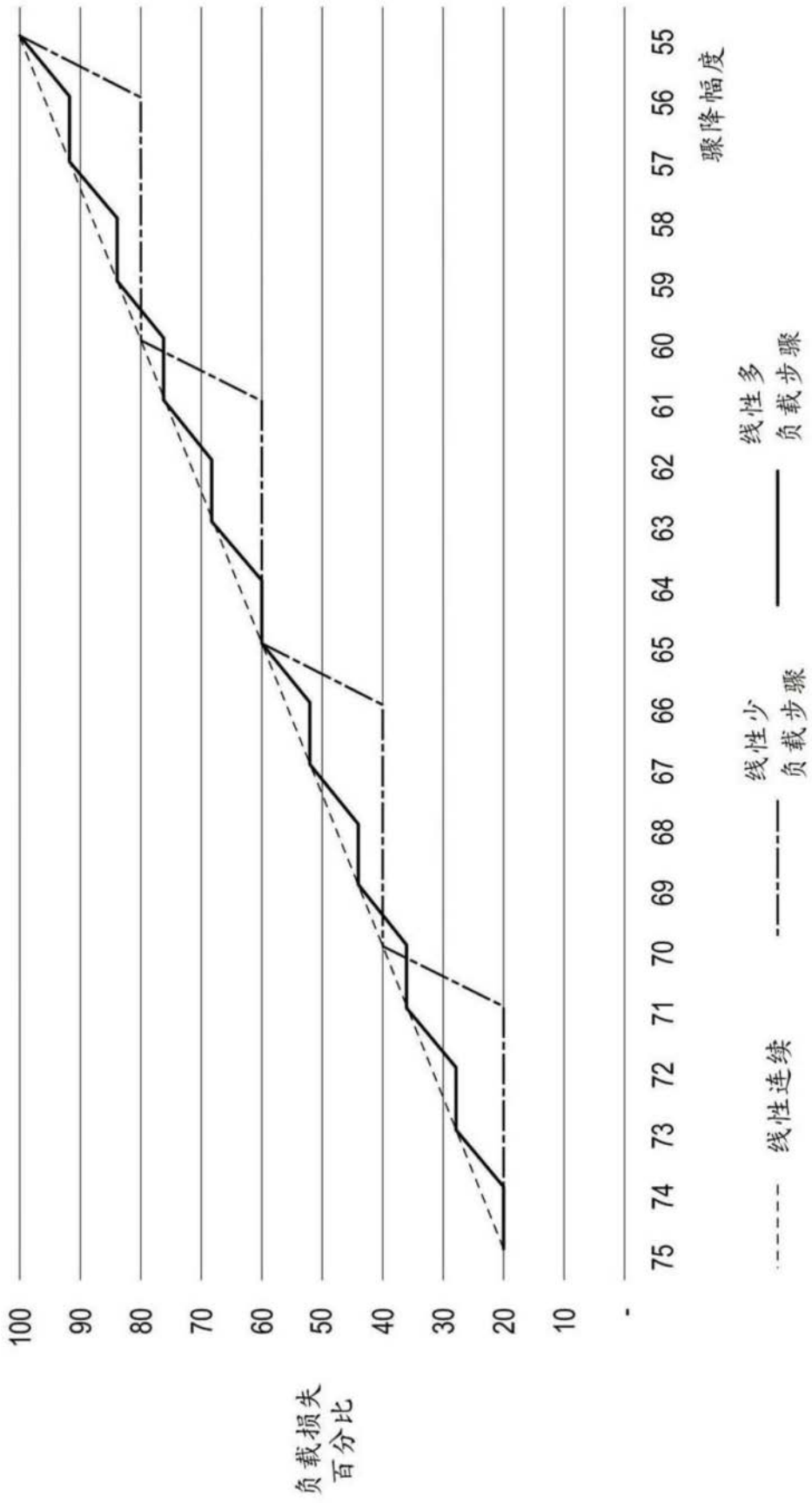

负载损失
百分比
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
骤降幅度
线性连续
线性少
负载步骤
线性多
负载步骤

图57C

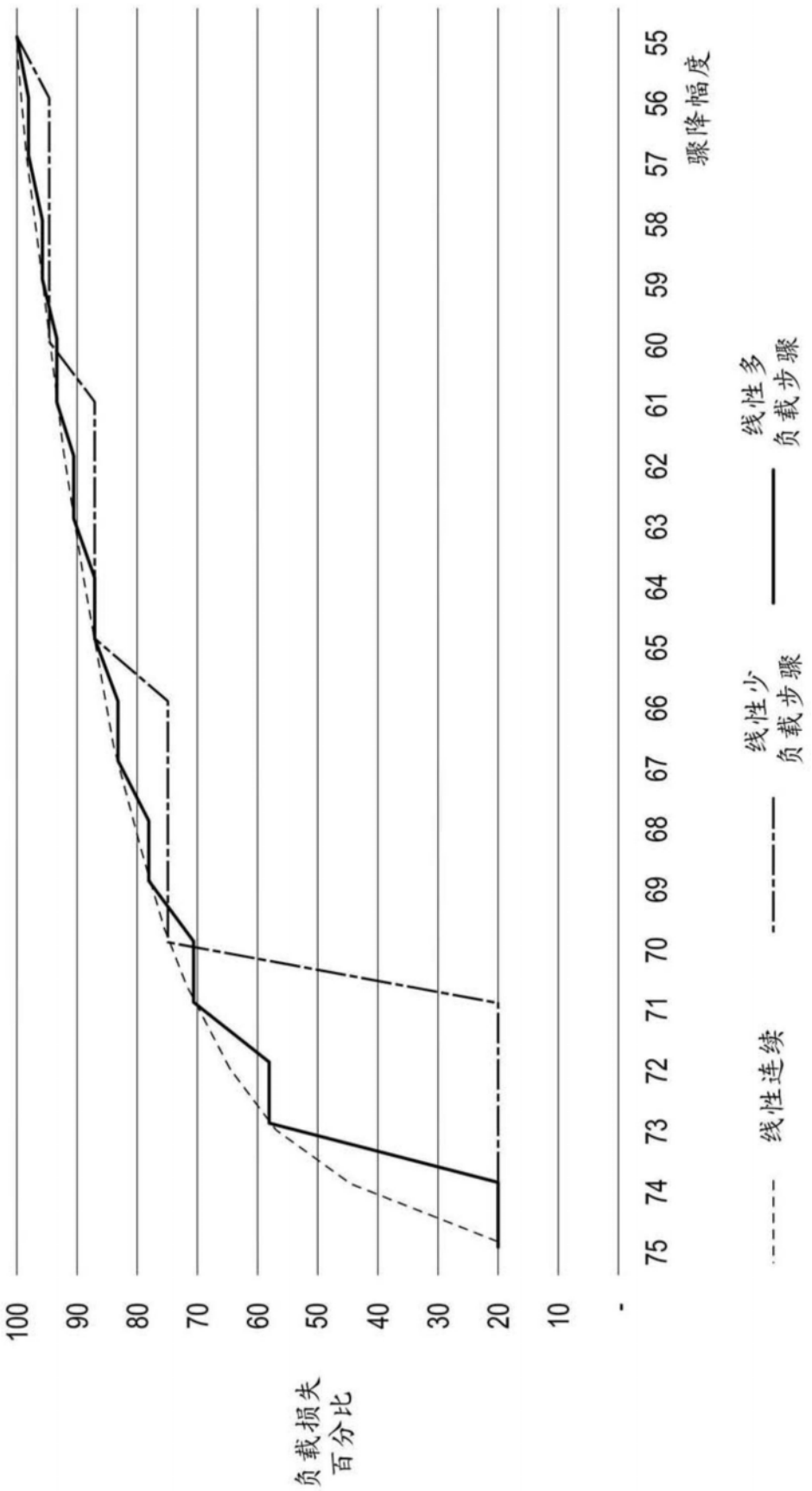

负载损失
百分比
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
骤降幅度
线性连续
线性少
负载步骤
线性多
负载步骤

图57D

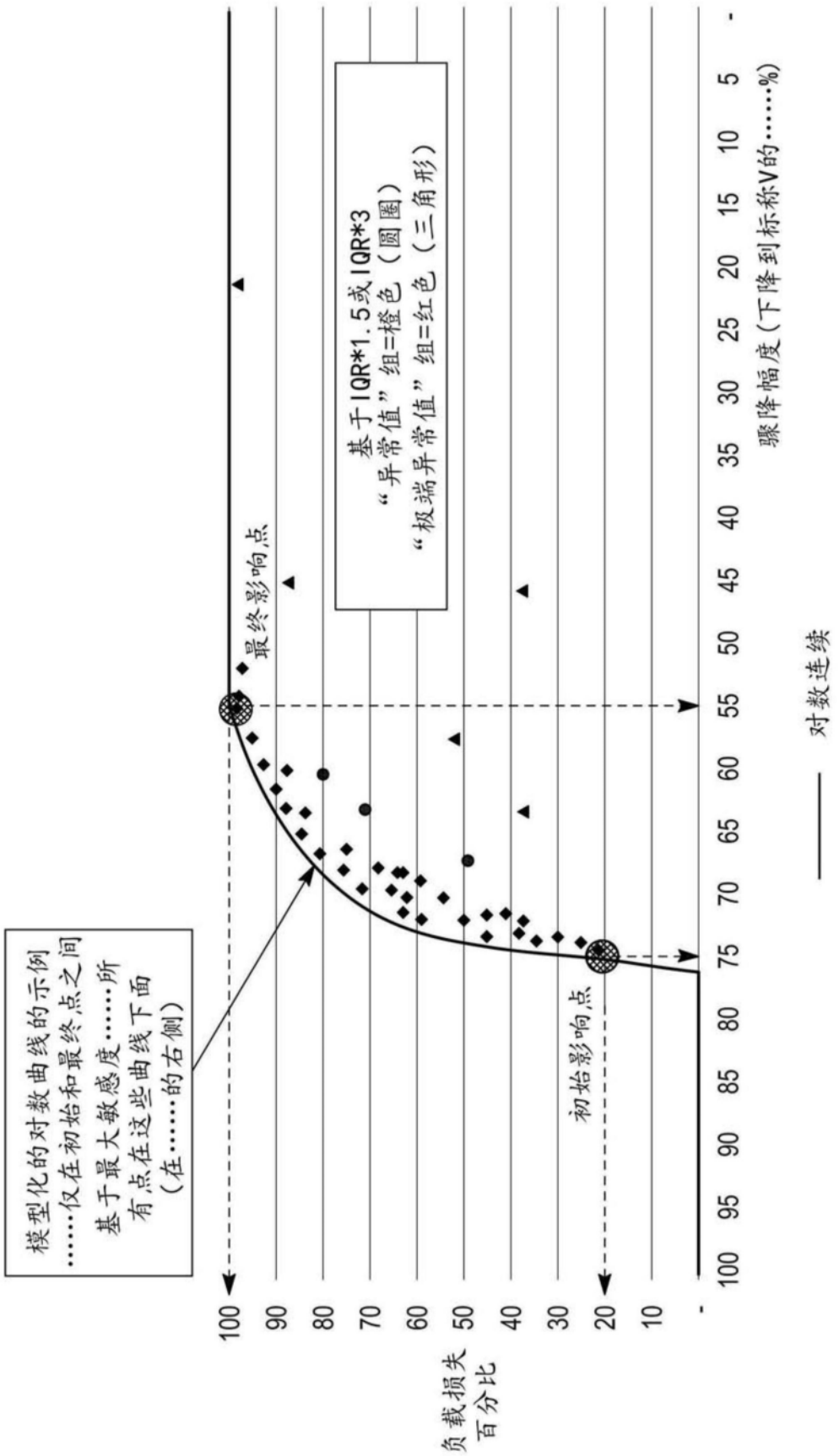

模型化的对数曲线的示例
……仅在初始和最终点之间
基于最大敏感度……所
有点在这些曲线下面
(在……的右侧)
最终影响点
初始影响点
基于IQR*1.5或IQR*3
“异常值”组=橙色(圆圈)
“极端异常值”组=红色(三角形)
负载损失
百分比
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 -
100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 -
骤降幅度(下降到标称V的……%)
对数连续

图57E

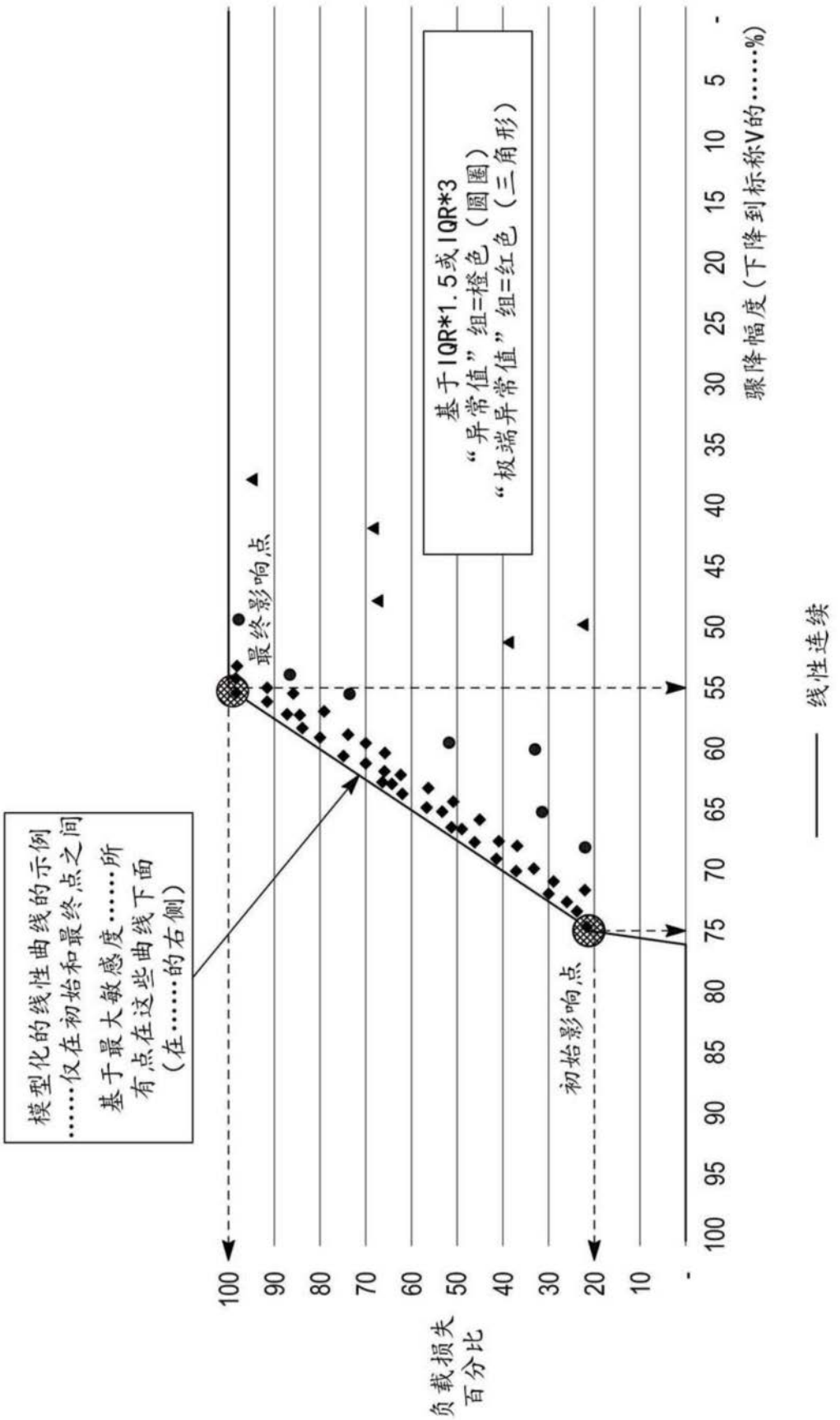

模型化的线性曲线的示例
……仅在初始和最终点之间
基于最大敏感度……所
有点在这些曲线下面
(在……的右侧)
最终影响点
初始影响点
基于IQR*1.5或IQR*3
“异常值”组=橙色(圆圈)
“极端异常值”组=红色(三角形)
负载损失
百分比
骤降幅度(下降到标称V的……%)
线性连续

图57F

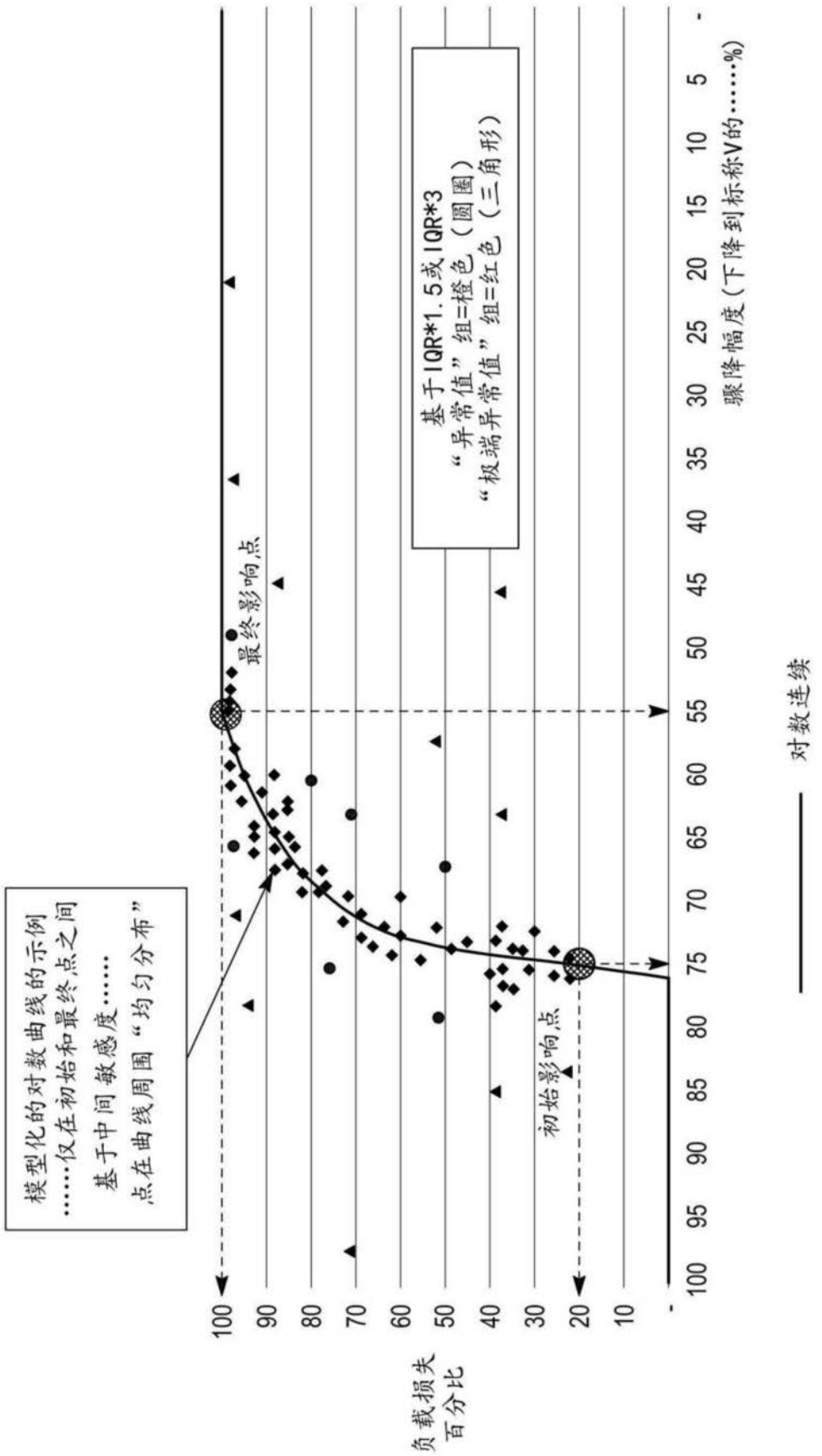

模型化的对数曲线的示例
……仅在初始和最终点之间
基于中间敏感度……
点在曲线周围“均匀分布”
最终影响点
初始影响点
基于IQR*1.5或IQR*3
“异常值”组=橙色（圆圈）
“极端异常值”组=红色（三角形）
对数连续
负载损失
百分比
骤降幅度（下降到标称V的……%）

图57G

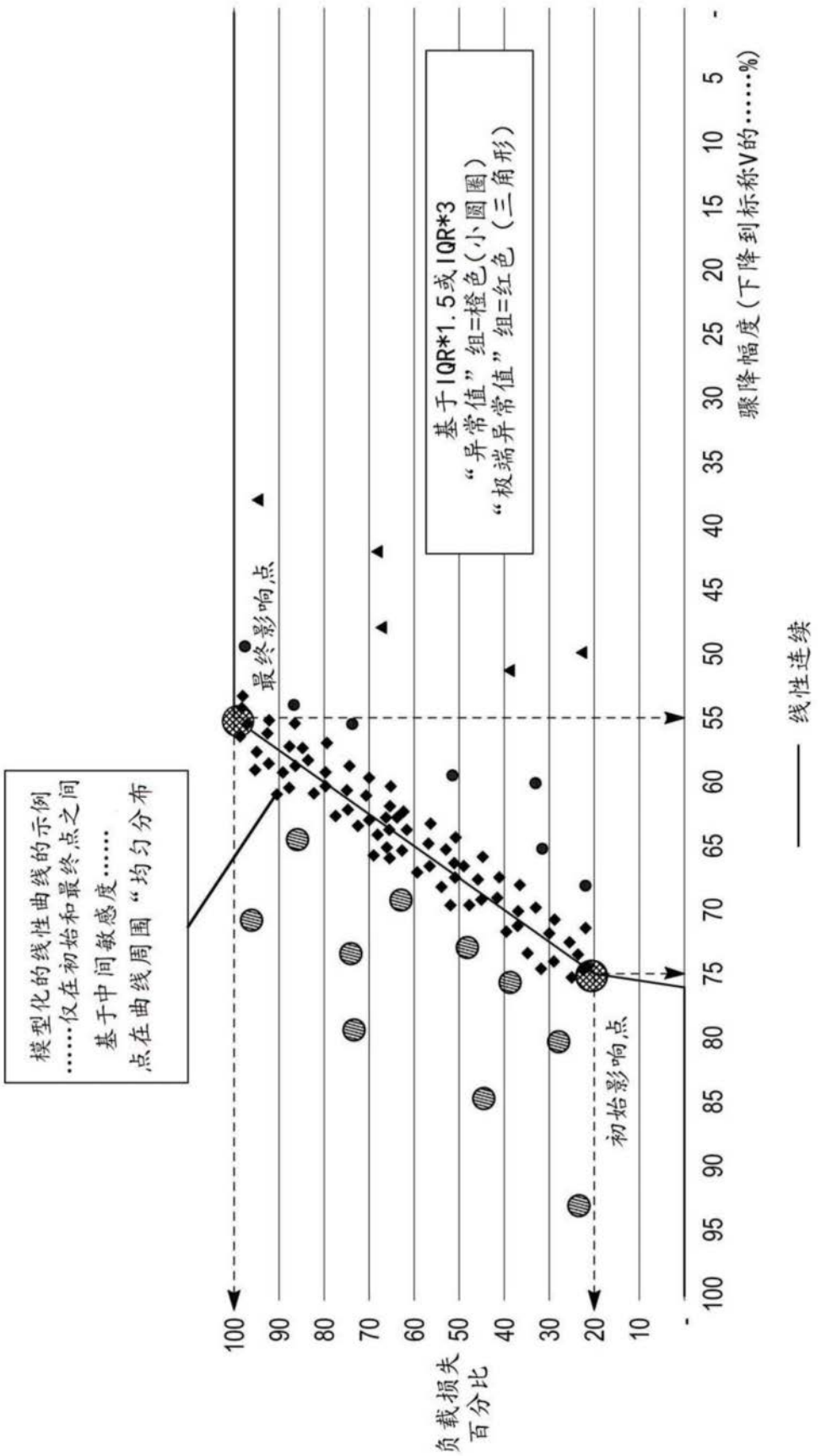

模型化的线性曲线的示例
……仅在初始和最终点之间
基于中间敏感度……
点在曲线周围“均匀分布
最终影响点
初始影响点
基于IQR*1.5或IQR*3
“异常值”组=橙色(小圆圈)
“极端异常值”组=红色(三角形)
负载损失
百分比
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 -
骤降幅度(下降到标称V的……%)
线性连续

图57H

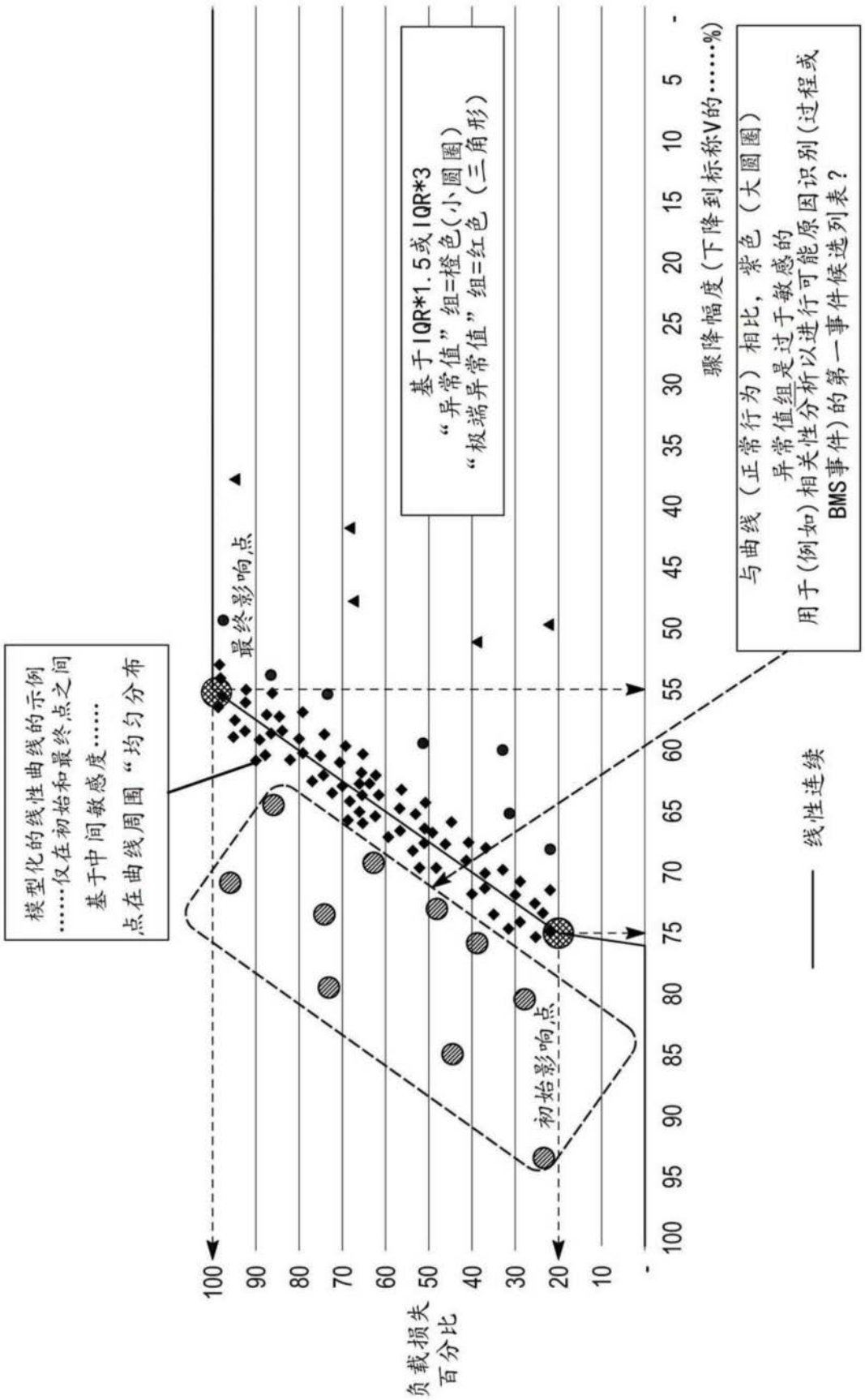

模型化的线性曲线的示例
……仅在初始和最终点之间
基于中间敏感度……
点在曲线周围“均匀分布
最终影响点
初始影响点
基于IQR*1.5或IQR*3
“异常值”组=橙色(小圆圈)
“极端异常值”组=红色(三角形)
与曲线(正常行为)相比，紫色(大圆圈)
异常值组是过于敏感的
用于(例如)相关性分析以进行可能原因识别(过程或
BMS事件)的第一事件候选列表？
线性连续
负载损失
百分比
骤降幅度(下降到标称V的……%)
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 -
100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 -

图57I

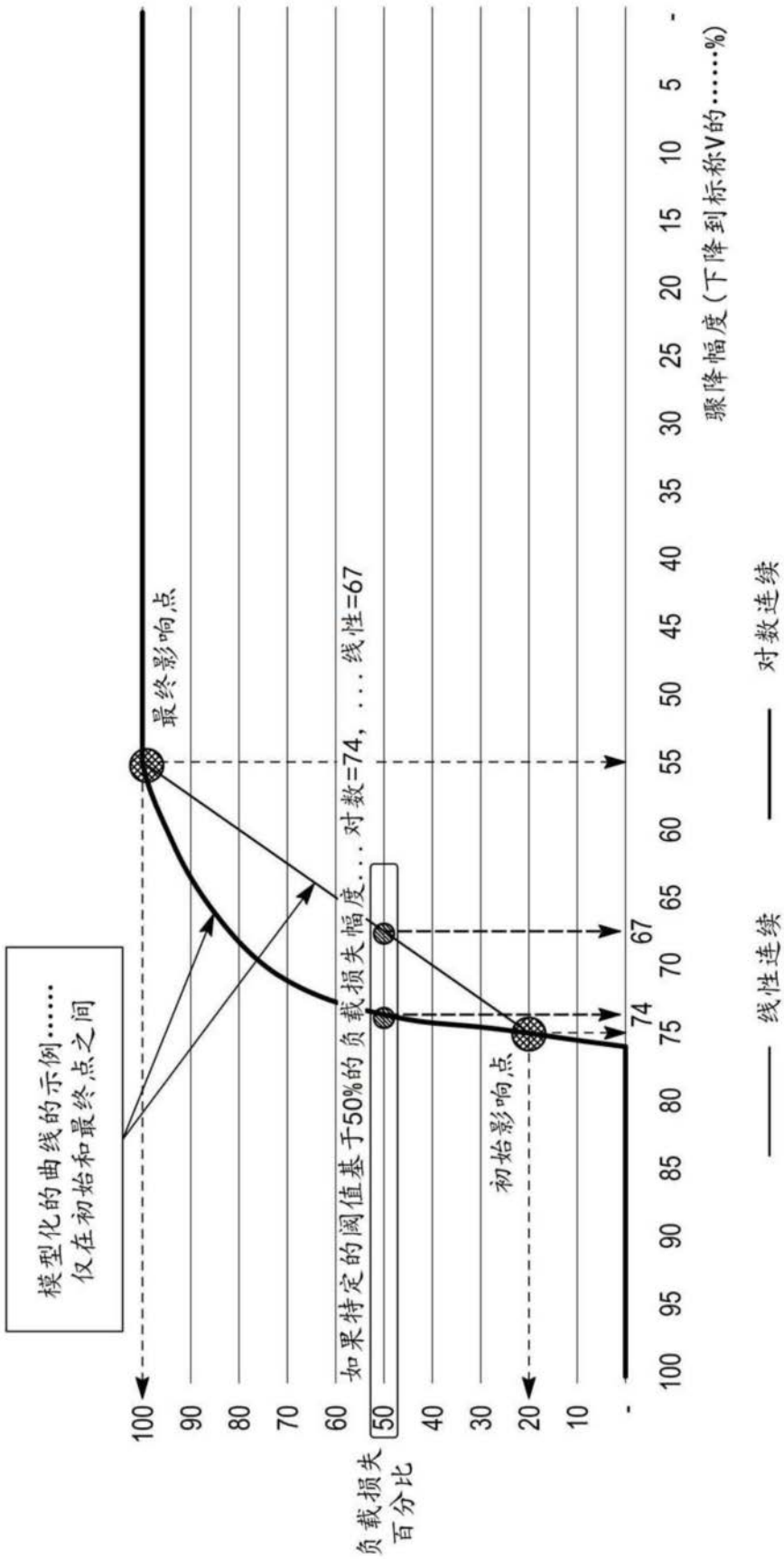

模型化的曲线的示例……
仅在初始和最终点之间
最终影响点
如果特定的阈值基于50%的负载损失幅度…对数=74，…线性=67
初始影响点
负载损失
百分比
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
100 95 90 85 80 75 74 70 67 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 -
骤降幅度(下降到标称V的……%)
线性连续
对数连续

图57J

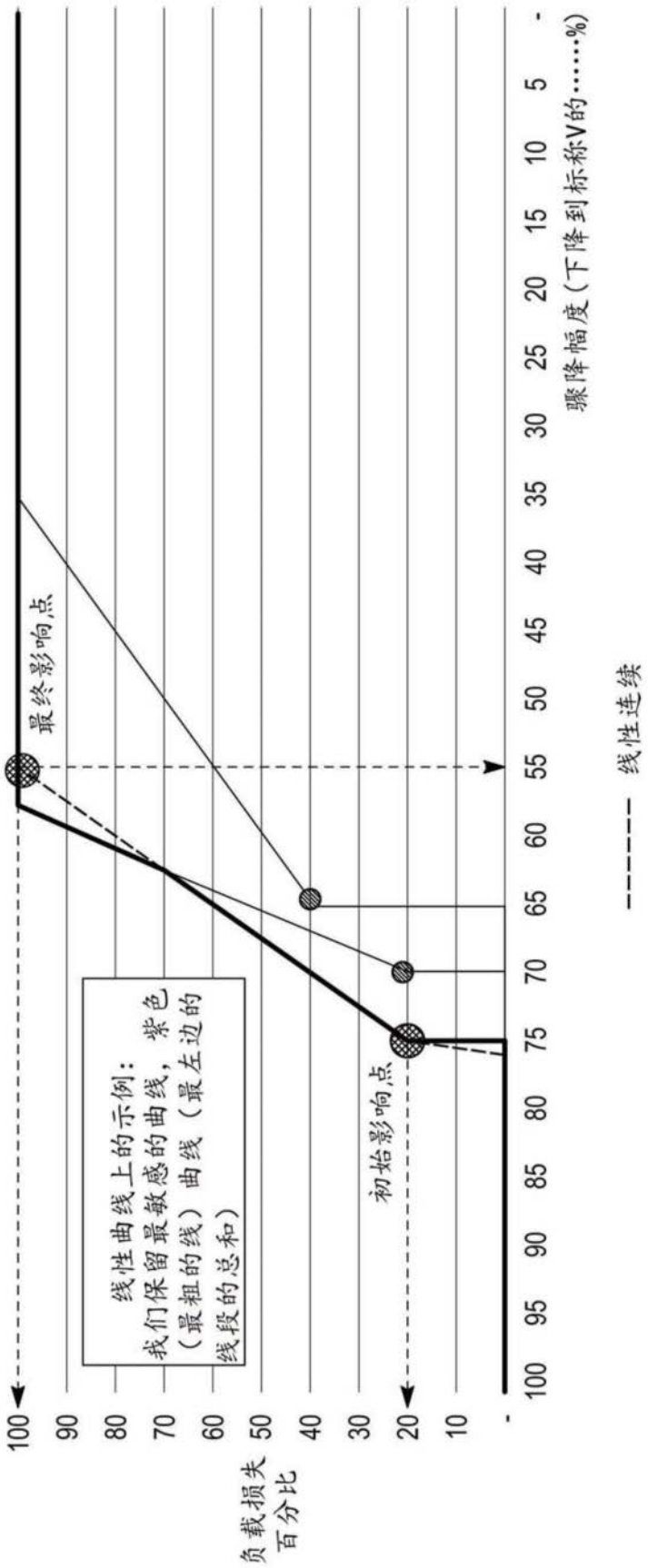

最终影响点
初始影响点
线性曲线上的示例：
我们保留最敏感的曲线，紫色
（最粗的线）曲线（最左边的
线段的总和）
负载损失
百分比
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 -
骤降幅度（下降到标称V的……%）
线性连续

图57K

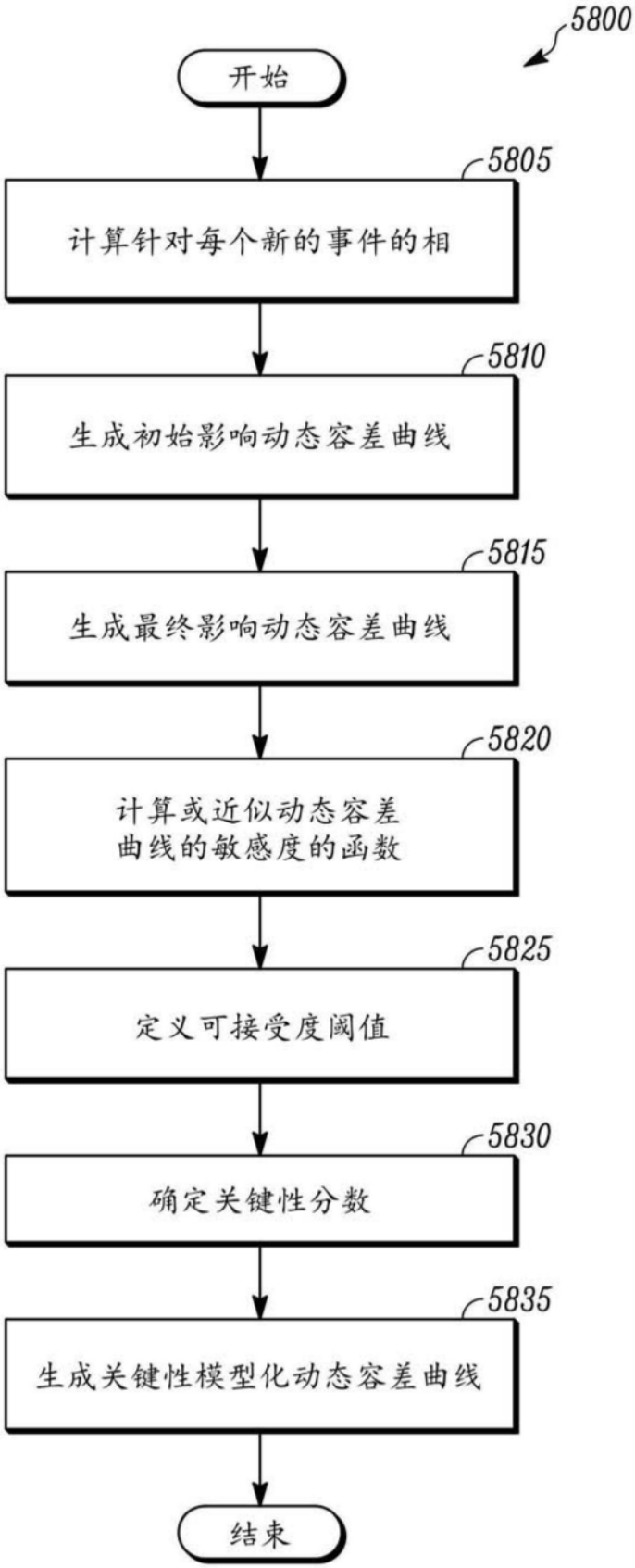

5800
开始
5805
计算针对每个新的事件的相
5810
生成初始影响动态容差曲线
5815
生成最终影响动态容差曲线
5820
计算或近似动态容差
曲线的敏感度的函数
5825
定义可接受度阈值
5830
确定关键性分数
5835
生成关键性模型化动态容差曲线
结束

图58

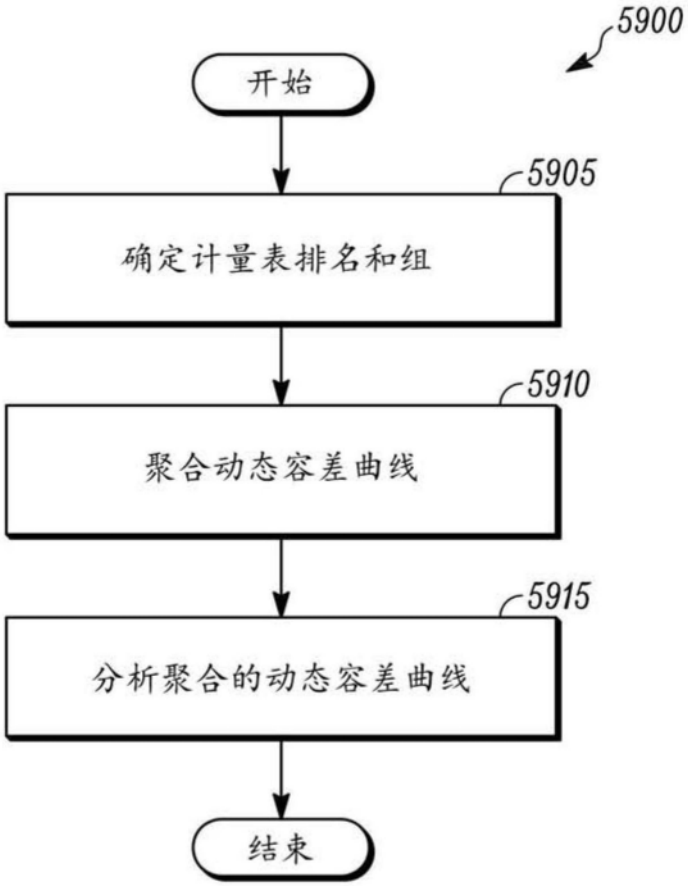



图59

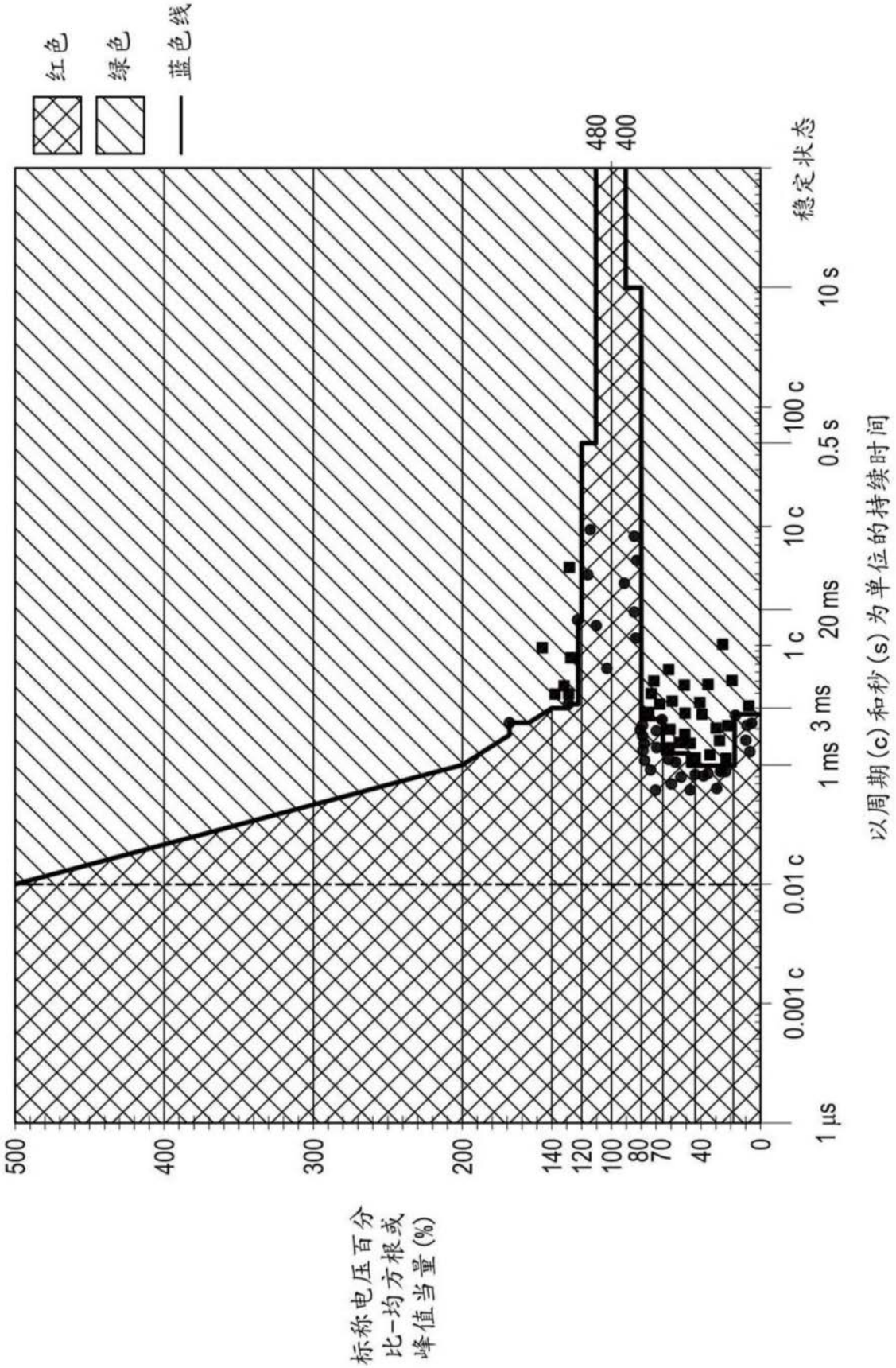

红色
绿色
蓝色线
480
400
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图60

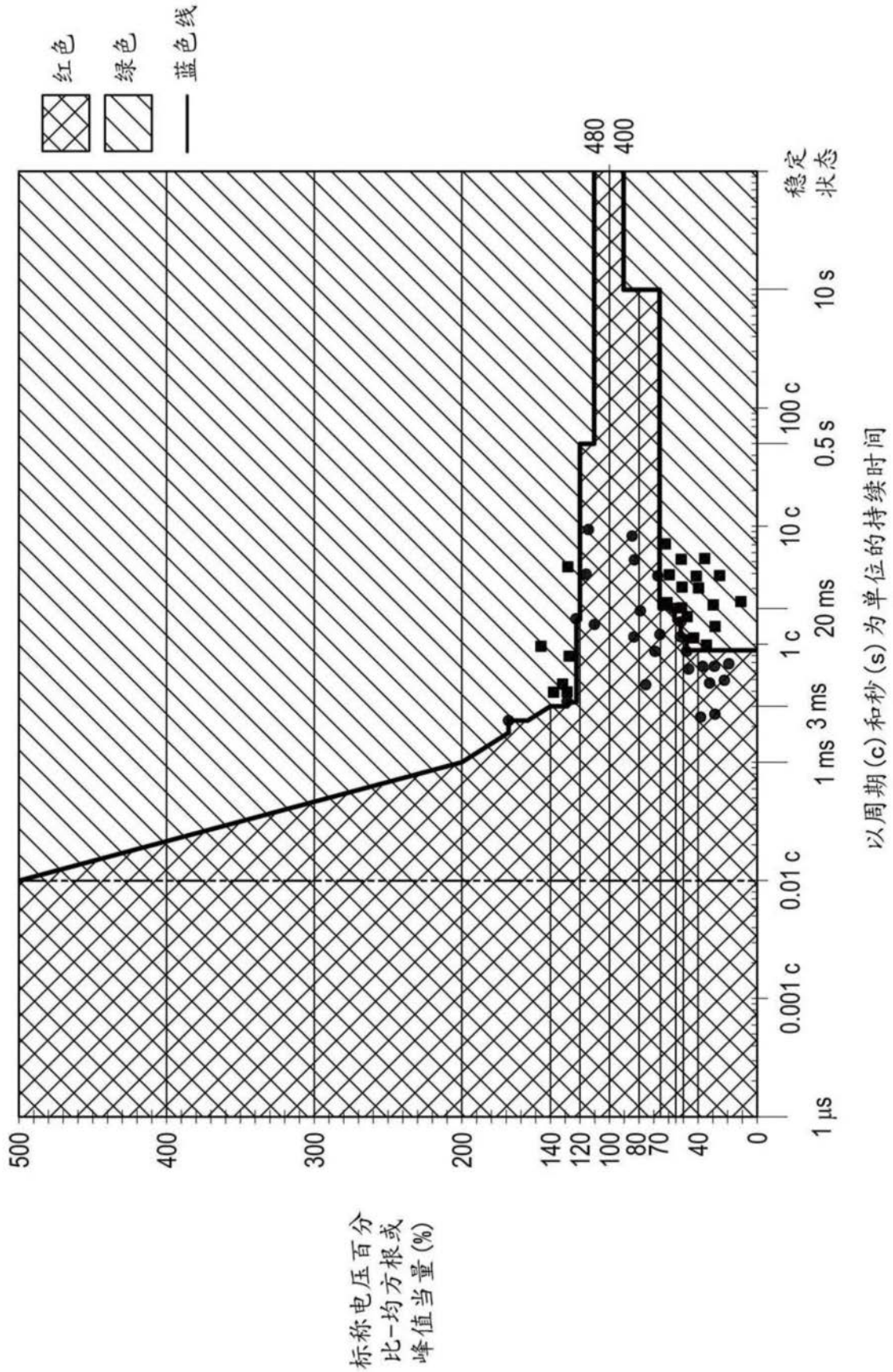

红色
绿色
蓝色线
480
400
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图61

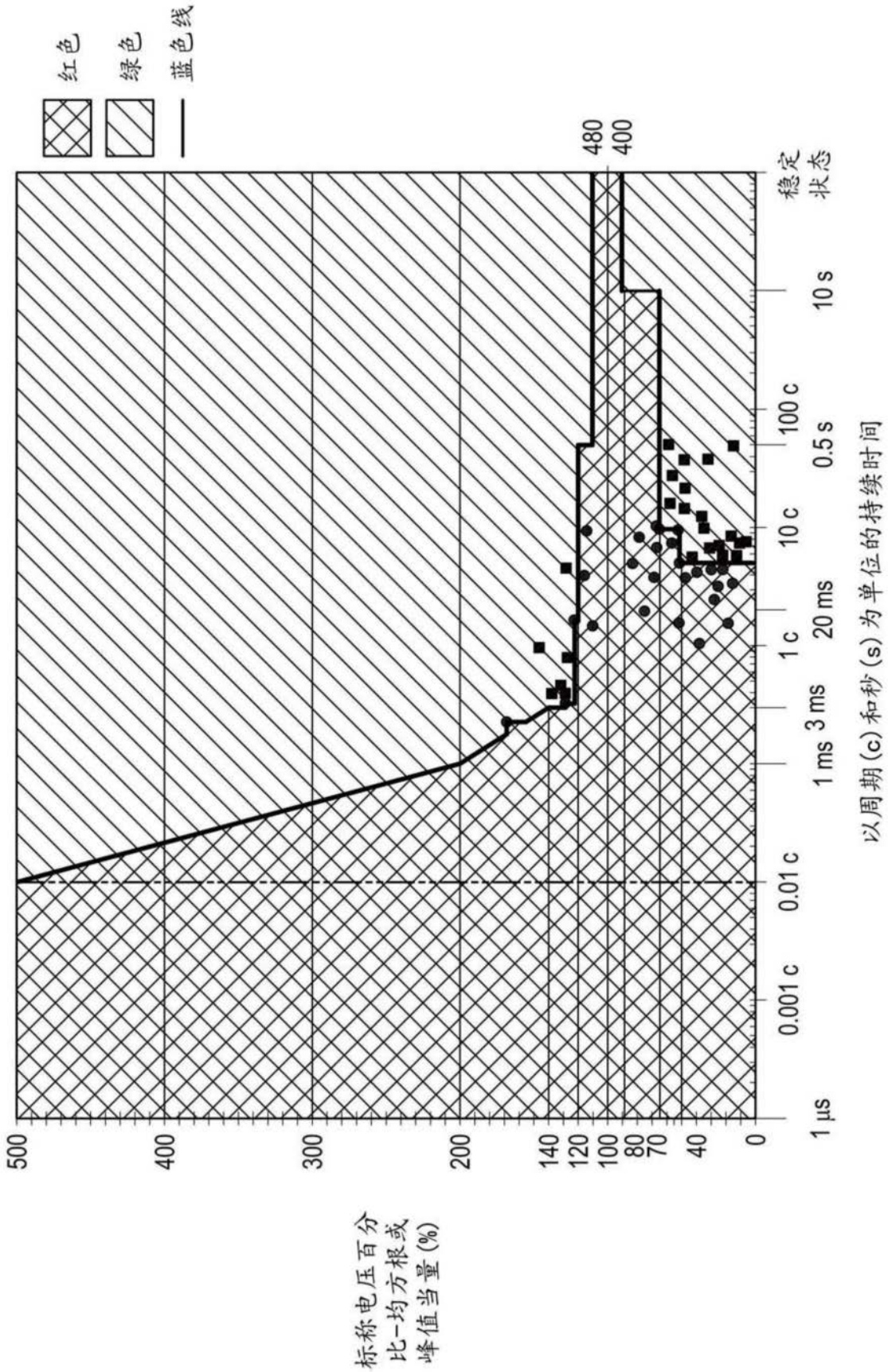

红色
绿色
蓝色线
480
400
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图62

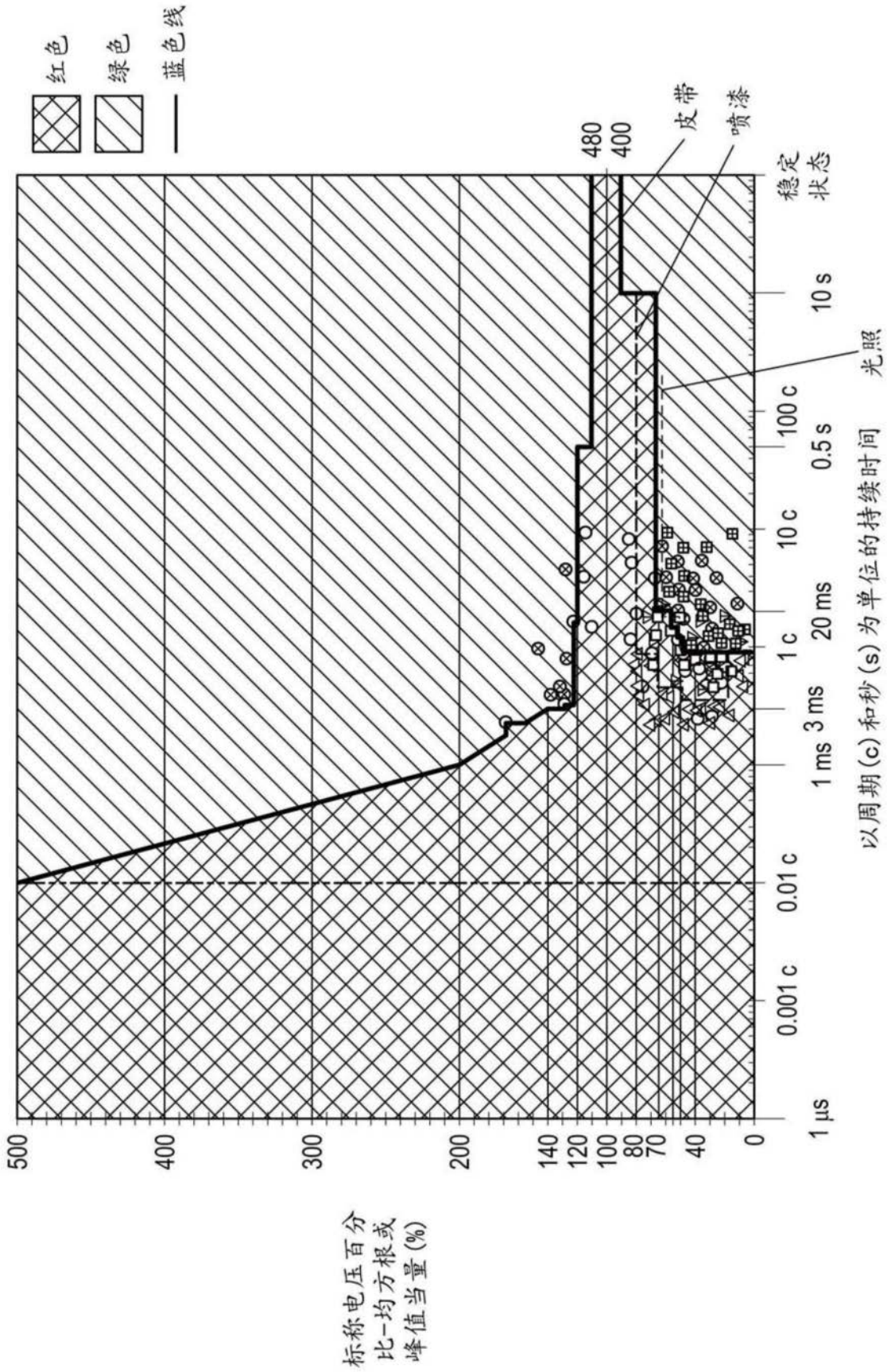

红色
绿色
蓝色线
480
400
皮带
喷漆
稳定状态
光照
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 μs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图63

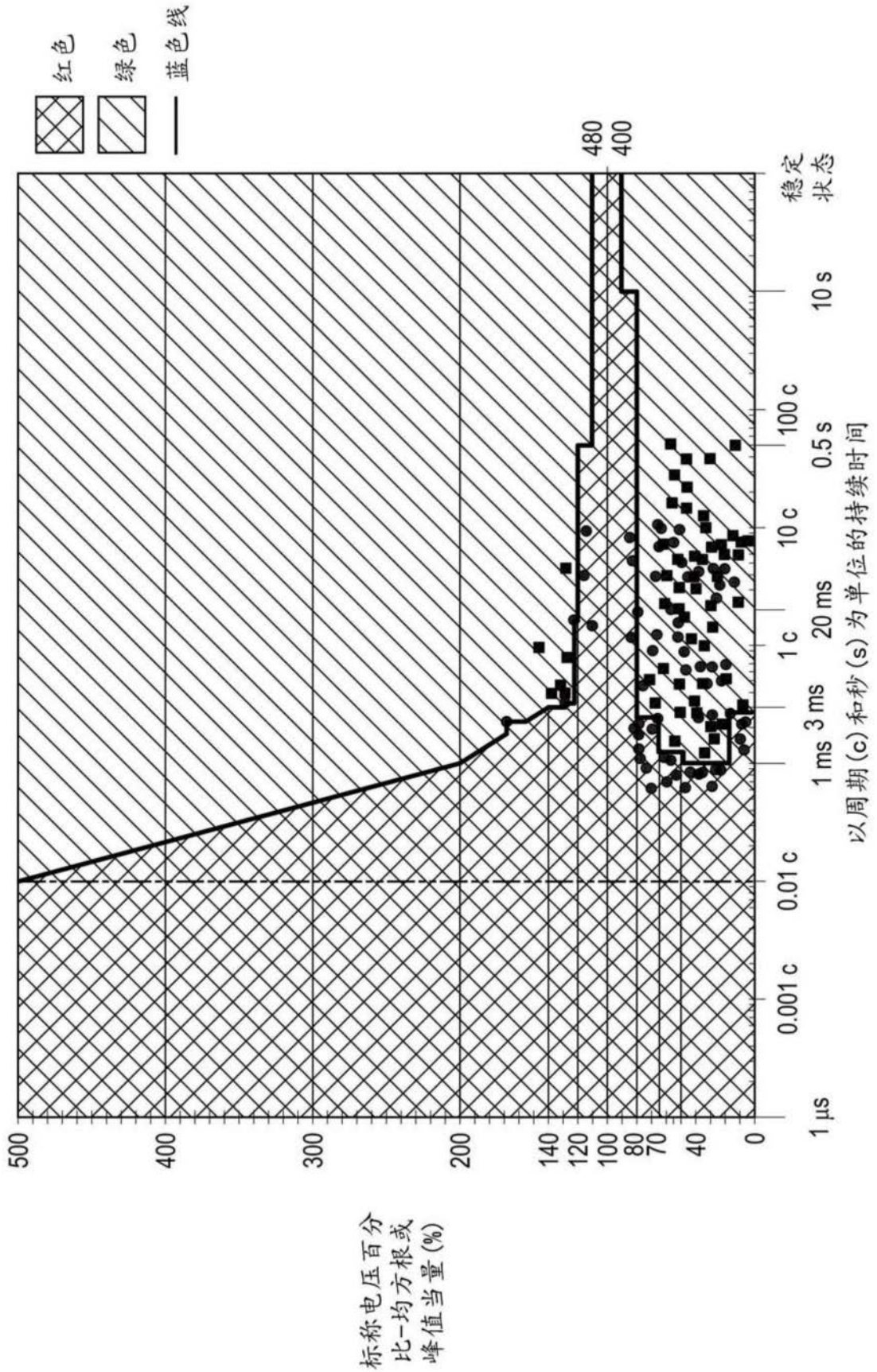

红色
绿色
蓝色线
480
400
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图64

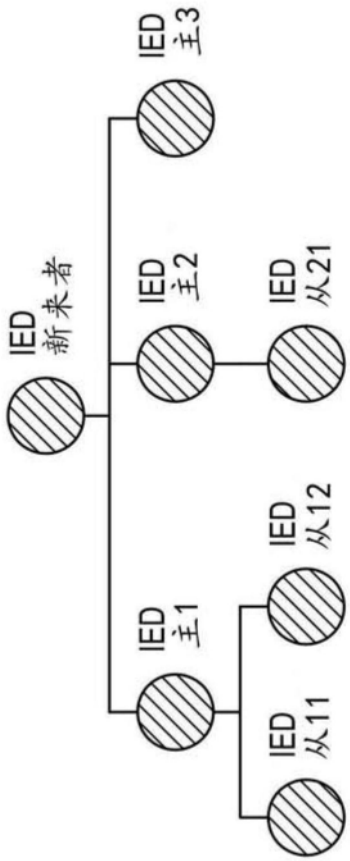



图65

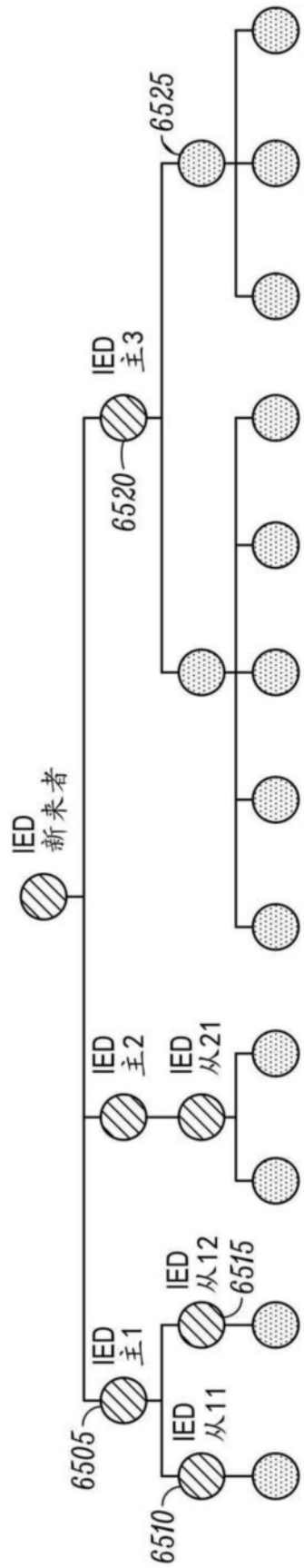

IED
新来者
IED
主2
IED
从21
IED
主1
IED
从12
6515
IED
从11
6505
6510
6520
IED
主3
6525

图65A

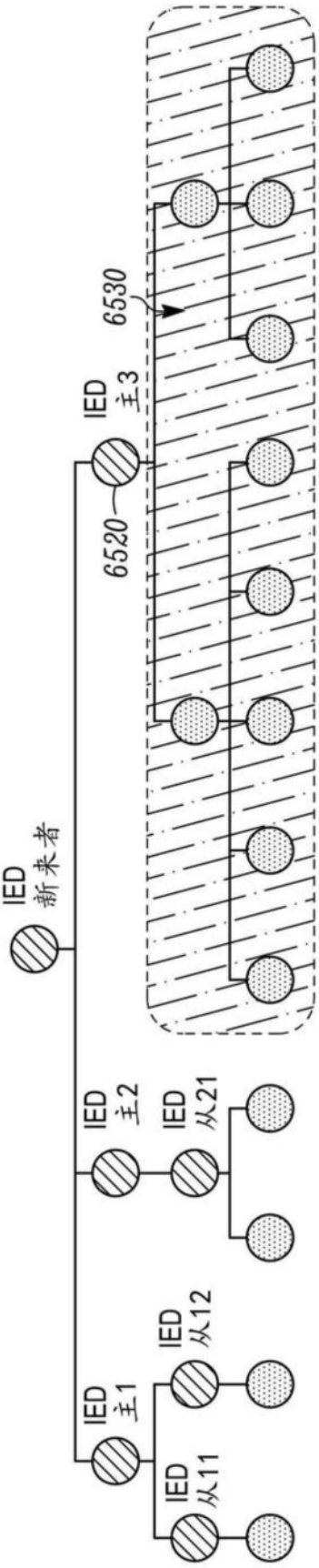



图65B

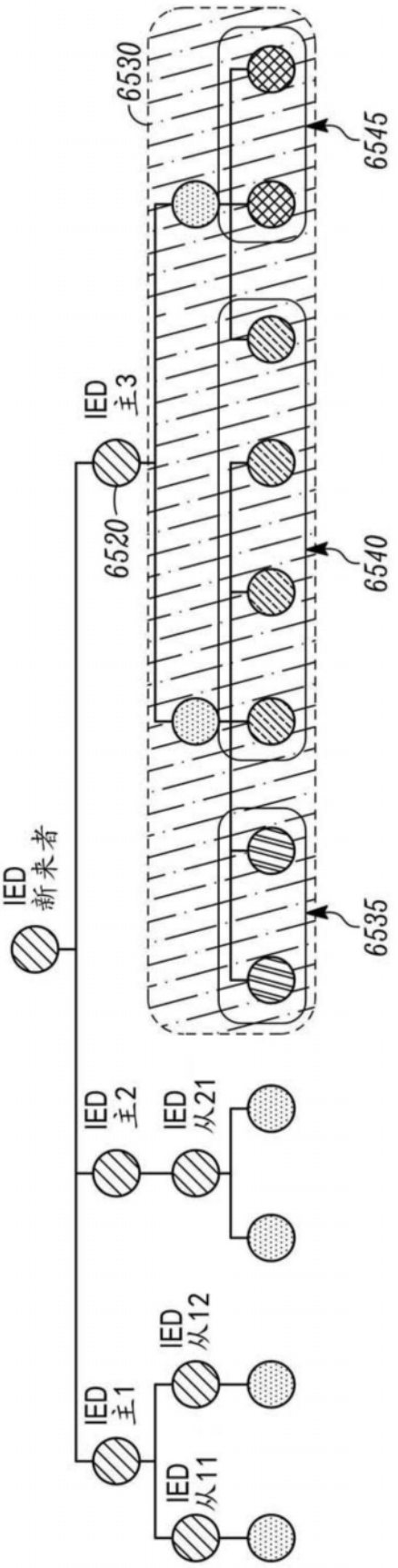

6530
6545
IED
主3
6520
6540
IED
新来者
6535
IED
主2
IED
从21
IED
从12
IED
主1
IED
从11

图65C

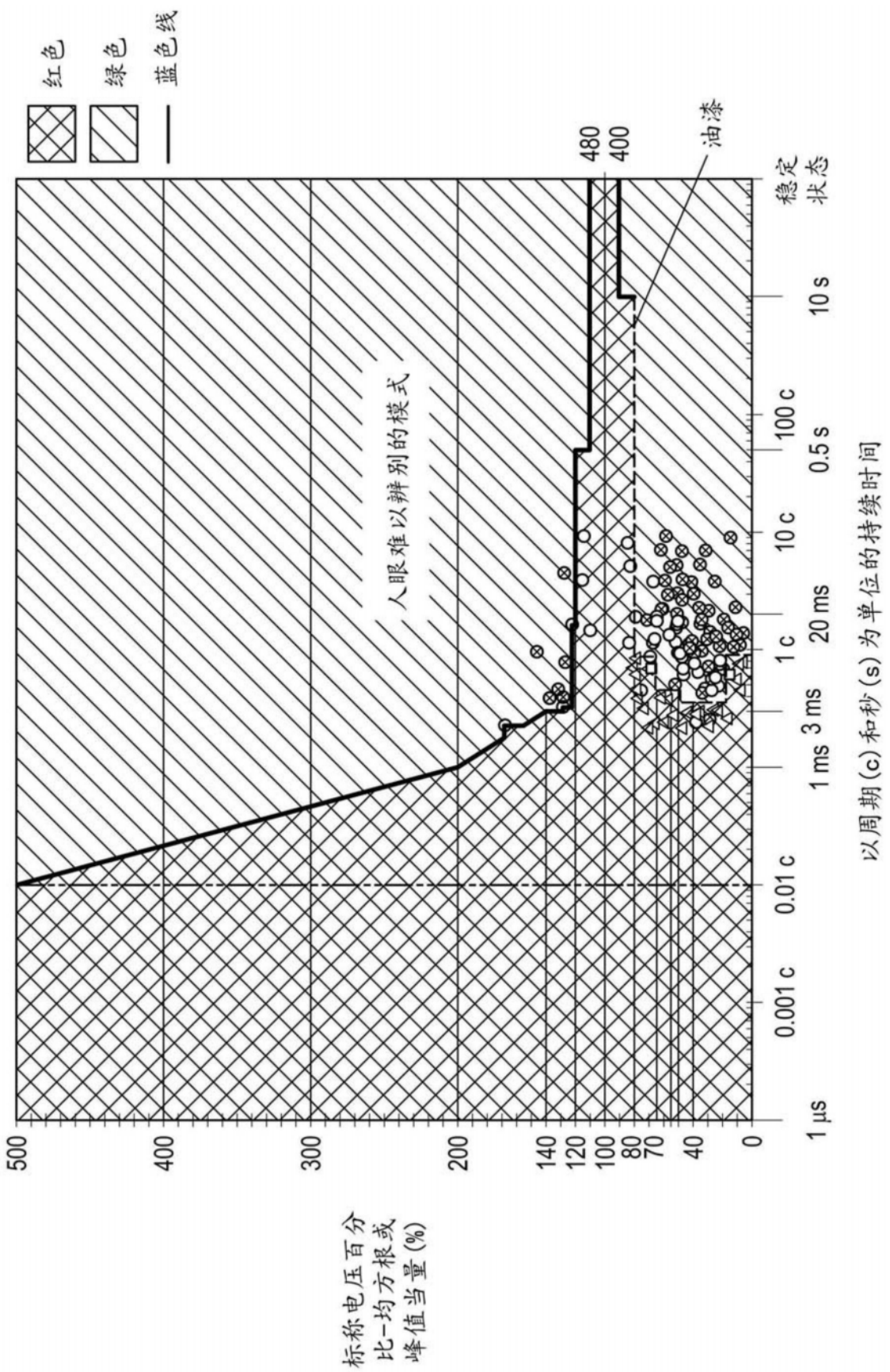

红色
绿色
蓝色线
人眼难以辨别的模式
油漆
480
400
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间

图66

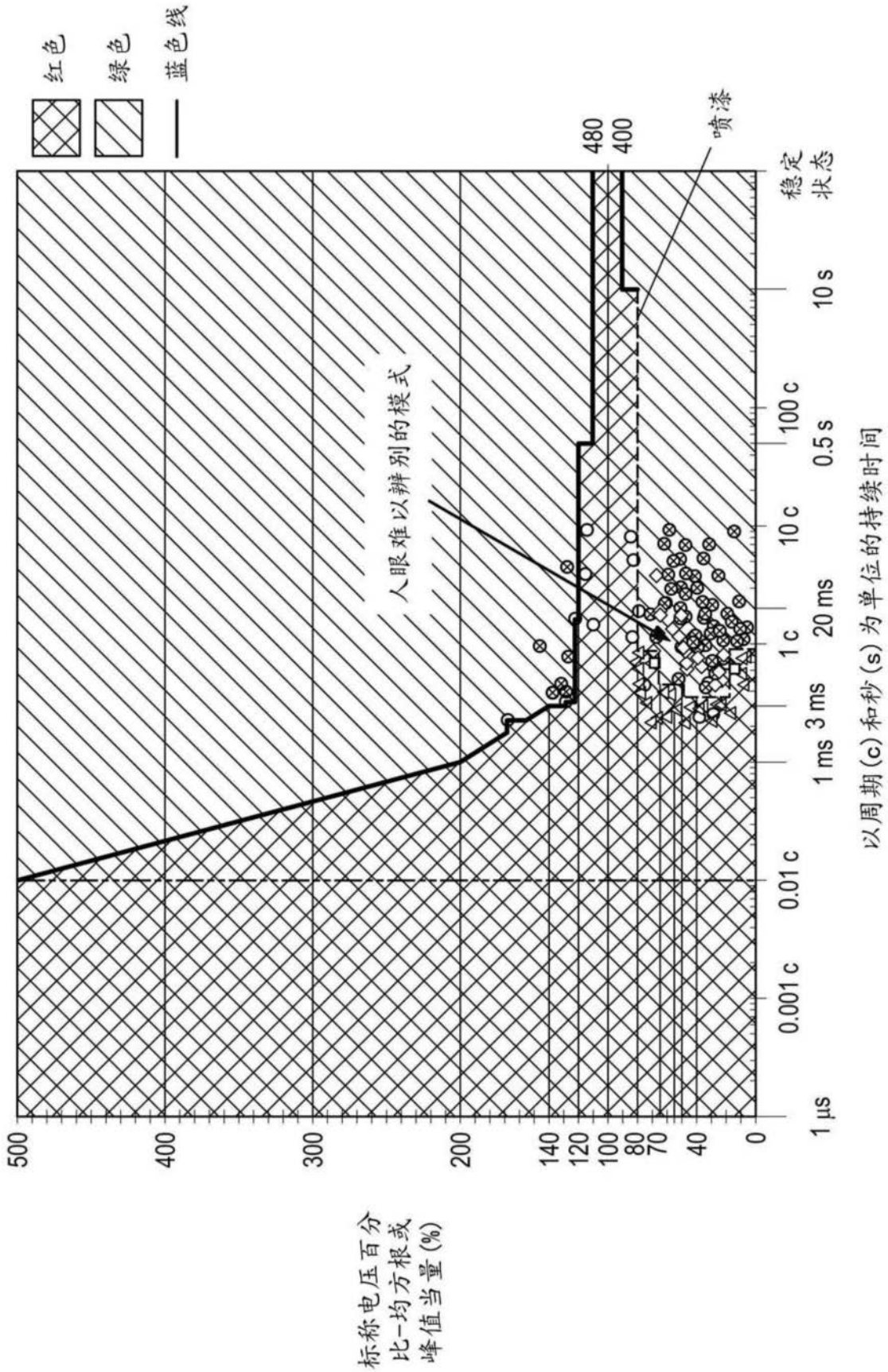

红色
绿色
蓝色线
人眼难以辨别的模式
喷漆
480
400
稳定状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
20 ms
1 c
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分比-均方根或峰值当量(%)

图67

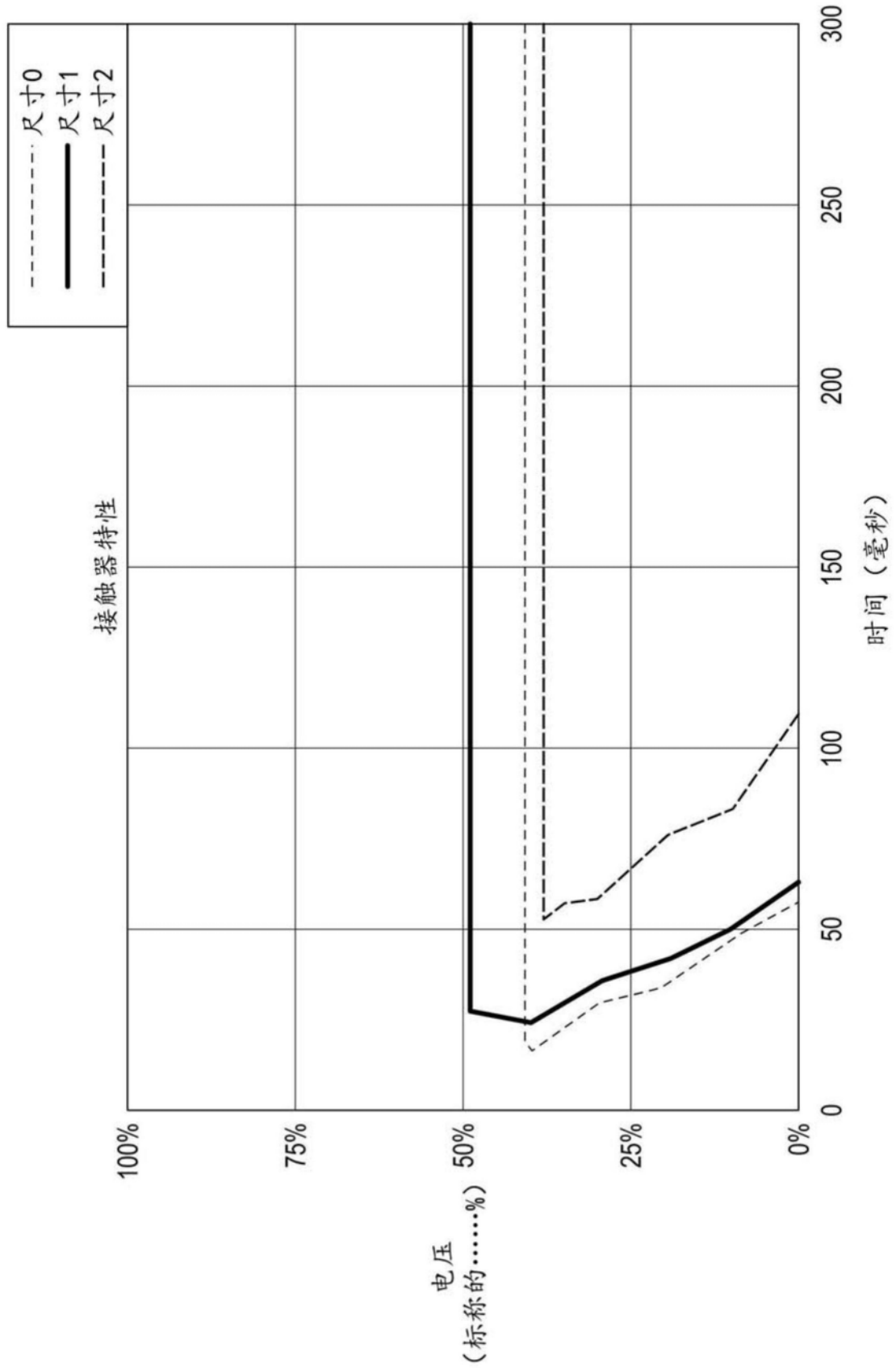

尺寸0
尺寸1
尺寸2
接触器特性
电压
（标称的……%）
100%
75%
50%
25%
0%
0
50
100
150
200
250
300
时间（毫秒）

图68

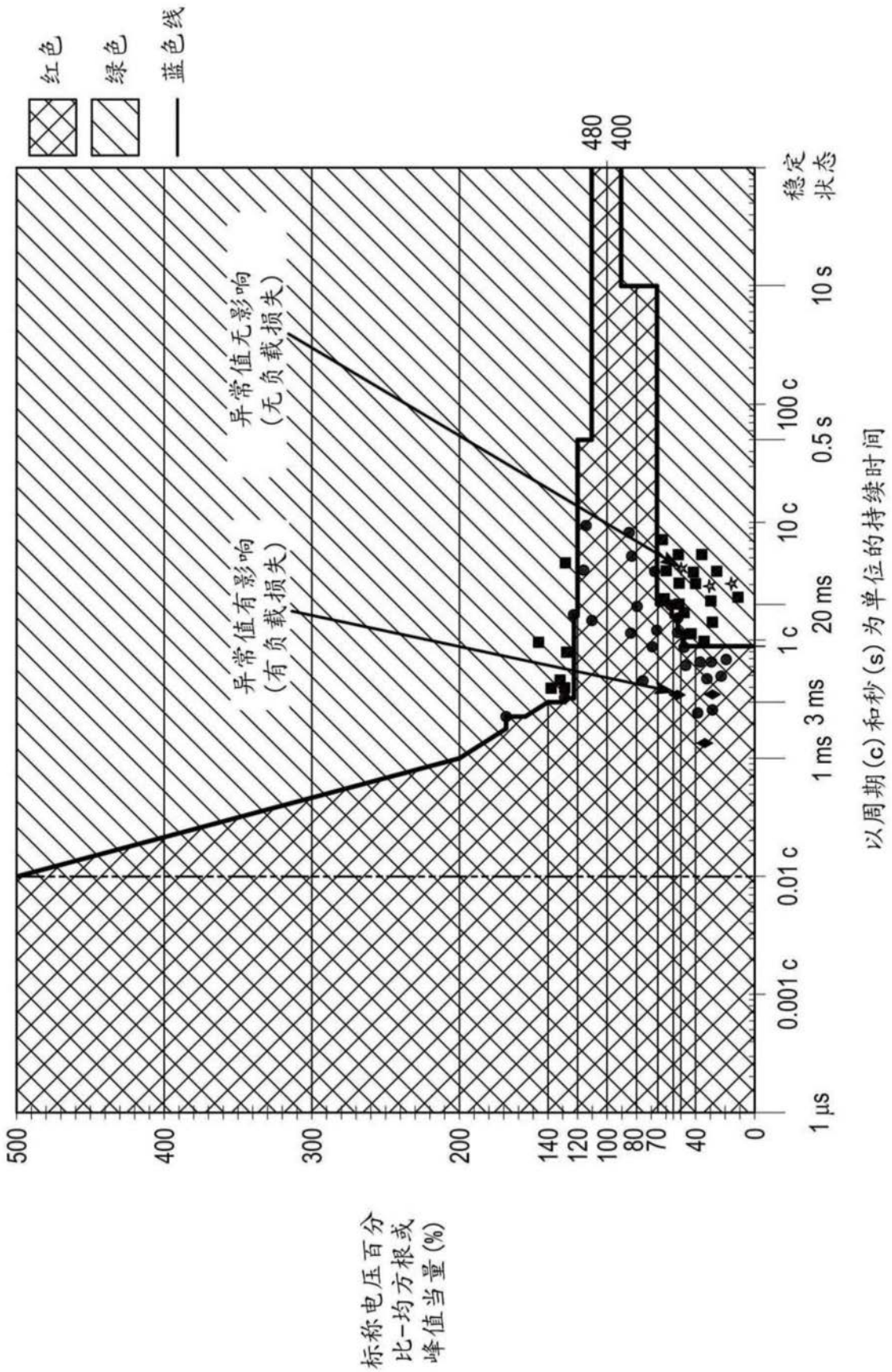

红色
绿色
蓝色线
异常值有影响
(有负载损失)
异常值无影响
(无负载损失)
480
400
稳定
状态
500
400
300
200
140
120
100
80
70
40
0
1 µs
0.001 c
0.01 c
1 ms
3 ms
1 c
20 ms
10 c
100 c
0.5 s
10 s
以周期(c)和秒(s)为单位的持续时间
标称电压百分
比-均方根或
峰值当量(%)

图69

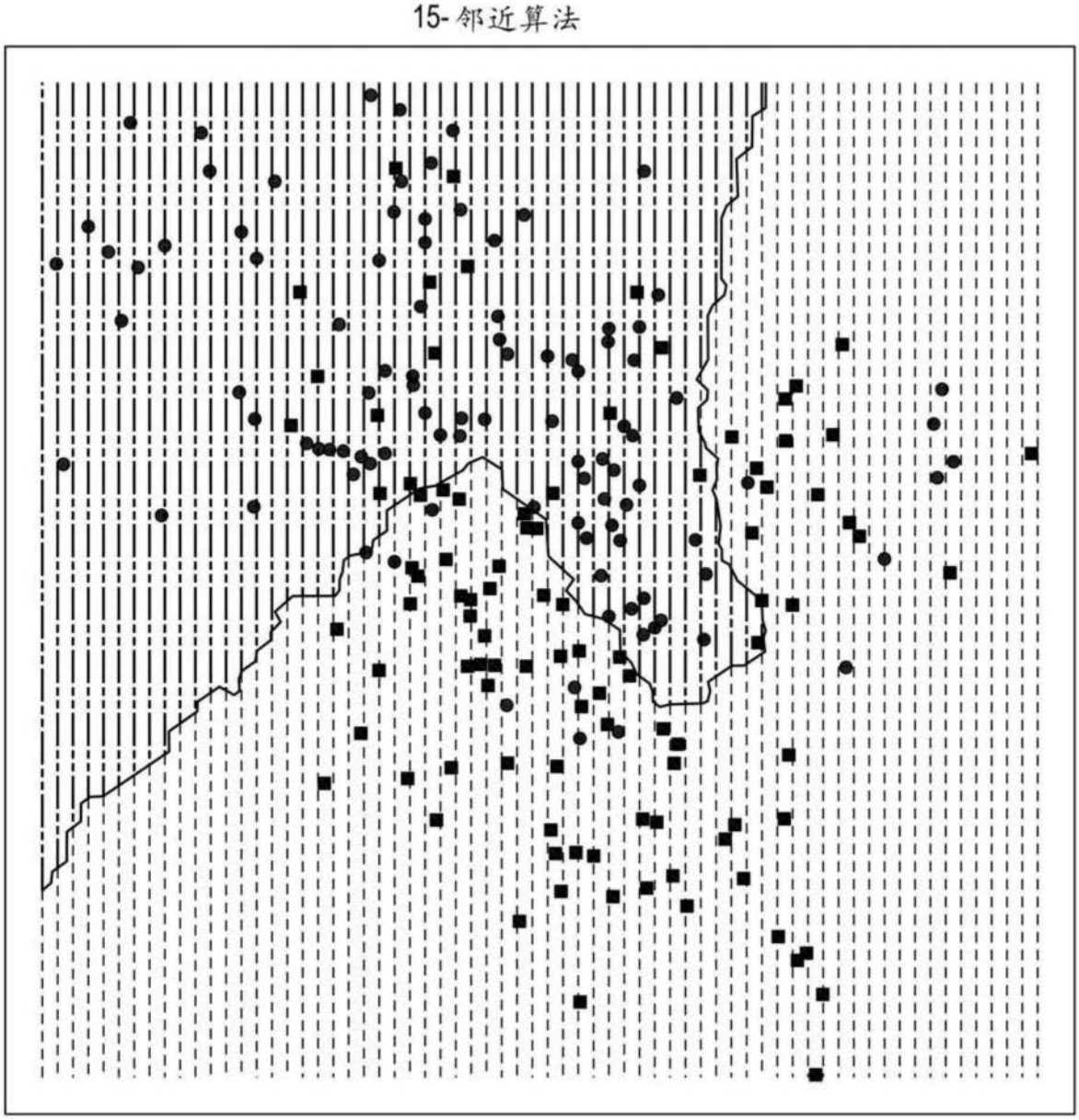



图70

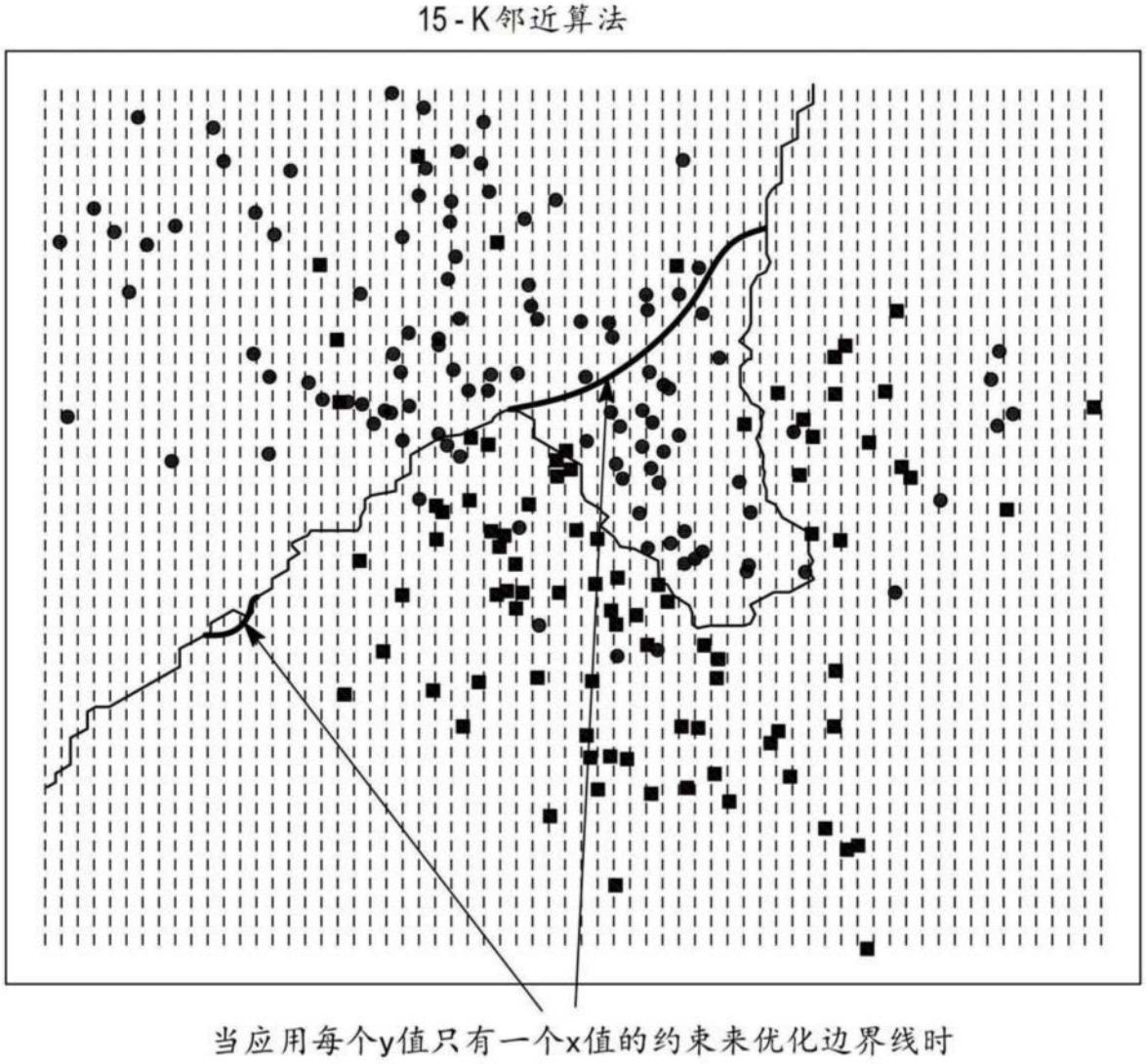



图71

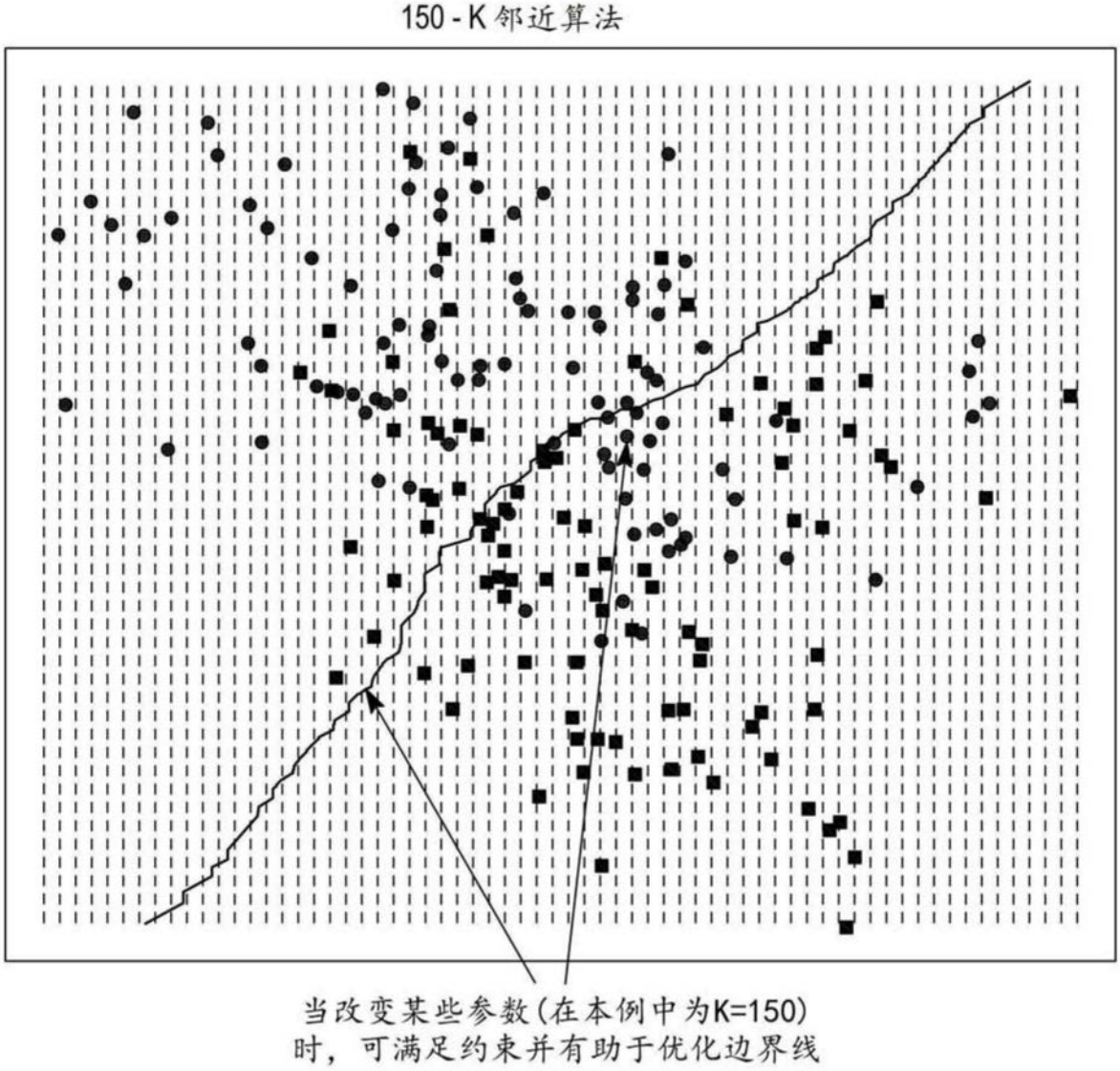



图72