



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110794229 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 22

(21) 申请号 201910609851.9

(22) 申请日 2019.07.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110794229 A

(43) 申请公布日 2020.02.14

(30) 优先权数据
62/694,791 2018.07.06 US
62/770,730 2018.11.21 US
62/770,732 2018.11.21 US
62/770,737 2018.11.21 US
62/770,741 2018.11.21 US
16/233,241 2018.12.27 US

(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.A.比克尔 T.K.沃尔

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

专利代理师 邸万奎

(51) Int.Cl.
G01R 31/00 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2010042372 A1,2010.02.18
CN 102435868 A,2012.05.02
CN 105572512 A,2016.05.11
US 2010094473 A1,2010.04.15
CN 108181527 A,2018.06.19

审查员 苗文

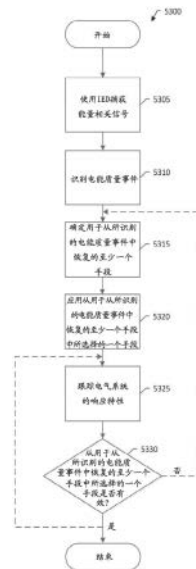
权利要求书5页 说明书53页 附图53页

(54) 发明名称

用于表征电气系统中电能质量事件的补充技术

(57) 摘要

一种用于表征电气系统中的电能质量事件的方法,包括从(a)来自电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,和(b)来自电气系统中的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从该信号导出的电测量数据,导出电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据。在实施例中,至少一个第一IED安装在电气系统中的第一计量点处,至少一个第二IED安装在电气系统中的第二计量点处,并且至少一个第一虚拟计量表在电气系统中的第三计量点处被导出或位于该处。所导出的电测量数据可以用于生成或更新与第三计量点相关联的动态容差曲线。



1. 一种用于表征电气系统中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第一智能电子设备IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,其中,所述至少一个第一IED安装在所述电气系统中的第一计量点处;

处理来自由所述电气系统中的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,其中,所述至少一个第二IED安装在所述电气系统中的第二计量点处;和

从(a)来自由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据和(b)来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,导出所述电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据,其中,所述至少一个第一虚拟计量表安装在或位于所述电气系统中的第三计量点处,其中,所述第三计量点不同于所述第一计量点和所述第二计量点两者,其中,所述第一计量点和所述第二计量点是所述电气系统中的物理计量点,并且

其中:

来自由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据被处理以生成或更新与所述第一计量点相关联的第一动态容差曲线;

来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据被处理以生成或更新与所述第二计量点相关联的第二动态容差曲线;并且

所述方法还包括使用所述导出的电测量数据生成或更新与所述第三计量点相关联的第三动态容差曲线,并且

其中:

来自由所述电气系统中的所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据被处理以生成或更新与所述电气系统中的所述第一计量点相关联的第一动态容差曲线,包括:

处理来自由所述电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,以识别在第一计量点处的电能质量事件,并确定所识别的在第一计量点处的电能质量事件的影响;以及

使用所识别的电能质量事件和所确定的所识别的在第一计量点处的电能质量事件的影响以生成或更新与第一计量点相关联的第一动态容差曲线,其中,所述第一动态容差曲线至少表征电能质量事件对所述第一计量点的影响。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第三计量点由一个或多个未被物理计量的分支电路组成。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号和由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号包括以下各项中的至少一个: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。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个第一IED被配置成监控所述电气系统中的一个或多个负载,并且所述第一动态容差曲线进一步表征所述一个或多个负载对所述电能质量事件的响应。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 处理来自由所述电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据, 以生成或更新与所述电气系统中的第一计量点相关联的第一动态容差曲线, 包括:

处理来自由所述电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据, 以识别第一计量点处的电能质量事件, 并确定所识别的第一计量点处的电能质量事件的发生时间。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其中, 处理来自由所述电气系统中的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据, 以生成或更新与所述电气系统中的第二计量点相关联的第二动态容差曲线, 包括:

基于在所确定的第一计量点处的电能质量事件的发生时间附近对来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据的评估, 确定所识别的在第二计量点处的电能质量事件的影响; 和

使用所识别的电能质量事件和所识别的在第二计量点处的电能质量事件的所确定的影响以生成或更新与第二计量点相关联的第二动态容差曲线, 其中, 所述第二动态容差曲线至少表征电能质量事件对第二计量点的影响, 其中, 所述至少一个第二IED未被配置成捕获所述电能质量事件, 或者所述至少一个第二IED不能捕获所述电能质量事件。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其中, 所述至少一个第二IED被配置成监控所述电气系统中的一个或多个负载, 并且所述第二动态容差曲线进一步表征所述一个或多个负载对所述电能质量事件的响应。

8. 根据权利要求6所述的方法, 其中, 至少将所确定的所识别的在第一计量点处的电能质量事件的发生时间从所述至少一个第一IED传送到以下各项中的至少一个: 基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统, 并且其中, 所识别的在第二计量点处的电能质量事件的影响基于以下各项中的至少一个来确定: 基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 将所确定的发生时间从所述至少一个第一IED传送到以下各项中的至少一个: 基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统, 包括:

在所述至少一个第一IED上产生指示所述所确定的发生时间的时间戳、报警和触发器中的至少一个; 以及

将所述时间戳、所述报警和所述触发器中的至少一个传送到以下各项中的至少一个: 基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。

10. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 从 (a) 来自由至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据, 和 (b) 来自由至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据, 导出所述电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据, 包括:

基于所述至少一个第一虚拟计量表相对于所述至少一个第一IED和所述至少一个第二IED的已知位置, 从 (a) 来自由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据, 和 (b) 来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据, 导出所述电气系统中的所述至少一个第一虚拟计量表的电测量数据。

11.一种用于表征电气系统中的电能质量事件的中央处理单元,包括:

至少一个第一智能电子设备IED,安装在所述电气系统中的第一计量点用于捕获能量相关信号,其中,所述中央处理单元处理来自所述能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据;

至少一个第二IED,安装在所述电气系统中的第二计量点用于捕获能量相关信号,其中,所述中央处理单元处理来自所述能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据;和

其中,所述中央处理单元从(a)来自由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据和(b)来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,导出所述电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据,其中,所述至少一个第一虚拟计量表安装在或位于所述电气系统中的第三计量点处,其中,所述第三计量点不同于所述第一计量点和所述第二计量点两者,其中,所述第一计量点和所述第二计量点是所述电气系统中的特定物理计量点,并且

其中:

所述中央处理单元处理来自由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据以生成或更新与所述第一计量点相关联的第一动态容差曲线;

所述中央处理单元处理来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据以生成或更新与所述第二计量点相关联的第二动态容差曲线;和

所述中央处理单元使用所导出的电测量数据生成或更新与所述第三计量点相关联的第三动态容差曲线,并且

其中:

处理来自由所述电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据以生成或更新与所述电气系统中的第一计量点相关联的第一动态容差曲线,包括:

处理来自由所述电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,以识别在第一计量点处的电能质量事件,并确定所识别的在第一计量点处的电能质量事件的影响;以及

使用所识别的电能质量事件和所确定的所识别的在第一计量点处的电能质量事件的影响以生成或更新与第一计量点相关联的第一动态容差曲线,其中,所述第一动态容差曲线至少表征所述电能质量事件对所述第一计量点的影响。

12.根据权利要求11所述的中央处理单元,其中,所述至少一个第一虚拟计量表由一个或多个未计量的分支电路组成。

13.根据权利要求11所述的中央处理单元,其中,由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号和由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号包括以下各项中的至少一个: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。

14.根据权利要求11所述的中央处理单元,其中,所述至少一个第一IED被配置成监控

所述电气系统中的一个或多个负载,并且所述第一动态容差曲线进一步表征所述一个或多个负载对所述电能质量事件的响应。

15. 根据权利要求11所述的中央处理单元,其中,处理来自由所述电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,以生成或更新与所述电气系统中的第一计量点相关联的第一动态容差曲线,包括:

处理来自由所述电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,以识别在所述第一计量点处的电能质量事件,并确定所识别在所述第一计量点处的电能质量事件的发生时间。

16. 根据权利要求15所述的中央处理单元,其中,处理来自由所述电气系统中的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据,以生成或更新与所述电气系统中的第二计量点相关联的第二动态容差曲线,包括:

基于在所确定的第一计量点处的电能质量事件的发生时间附近对来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的电测量数据的评估,确定所识别的在第二计量点处的电能质量事件的影响;和

使用所识别的电能质量事件和所识别的在第二计量点处的电能质量事件的所确定的影响来生成或更新与第二计量点相关联的第二动态容差曲线,其中,所述第二动态容差曲线至少表征所述电能质量事件对第二计量点的影响。

17. 根据权利要求16所述的中央处理单元,其中,所述至少一个第二IED未被配置成捕获所述电能质量事件,或者所述至少一个第二IED不能捕获所述电能质量事件。

18. 根据权利要求16所述的中央处理单元,其中,所述至少一个第二IED被配置成监控所述电气系统中的一个或多个负载,并且所述第二动态容差曲线进一步表征所述一个或多个负载对所述电能质量事件的响应。

19. 根据权利要求16所述的中央处理单元,其中,至少将所确定的所识别的在第一计量点处的电能质量事件的发生时间从所述至少一个第一IED传送到以下各项中的至少一个:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统,并且其中,所识别的在第二计量点处的电能质量事件的影响基于以下各项中的至少一个来确定:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。

20. 根据权利要求19所述的中央处理单元,其中,将所确定的发生时间从所述至少一个第一IED传送到以下各项中的至少一个:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统,包括:

在所述至少一个第一IED上产生指示所述所确定的发生时间的的时间戳、报警和触发器中的至少一个;以及

将所述时间戳、所述报警和所述触发器中的至少一个传送到以下各项中的至少一个:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。

21. 根据权利要求11所述的中央处理单元,其中,从(a)来自由至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据,和(b)来自由至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据,导出所述电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据,包括:

基于所述至少一个第一虚拟计量表相对于所述至少一个第一IED和所述至少一个第二

IED的已知位置,从(a)来自由所述至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据,和(b)来自由所述至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从所述能量相关信号导出的所述电测量数据,导出所述电气系统中的所述至少一个第一虚拟计量表的电测量数据。

用于表征电气系统中电能质量事件的补充技术

[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号62/770,730;于2018年11月21日提交的美国临时申请号62/770,732;于2018年11月21日提交的美国临时申请号62/770,737;和于2018年11月21日提交的美国临时申请号62/770,741的权益和优先权,这些申请是根据35U.S.C.§119(e)提交,并且其全部内容通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及电能质量问题,并且更具体地,涉及用于表征电气系统中的电能质量问题或事件的系统和技术。

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“电网”)最显著、成本最高的影响之一。根据莱昂纳多电能质量倡议(Leonardo Power Quality Initiative),不好的电能质量估计每年会给欧洲经济造成高达1500亿欧元的成本¹。此外,根据电力研究所(Electric Power Research Institute, EPRI)的研究,美国经济每年遭受1190亿至1880亿美元的损失。也许最重要的统计是EPRI发现80%的电能质量扰动是在一个设施内生成的²。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+装备损失+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,诸如客户和供应商信誉受损,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] 本文描述了涉及表征(例如量化)电气系统中的电能质量问题或事件的系统和方法。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,一种用于表征电气系统中的电能质量事件的方法包括处理来自电气系统中至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号导出的电测量数据,以生成或更新与电气系统中的第一计量点相关联的第一动态容差曲线。在实施例中,至少一个第一IED安装在第一计量点(本文有时称为“第一安装点”)处。

[0008] 该方法还包括处理来自自由电气系统中的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从该信号导出的电测量数据,以生成或更新与电气系统中的第二计量点相关联的第二动态容差曲线。在实施例中,至少一个第二IED安装在第二计量点(本文有时称为“第二安装点”)处。

[0009] 该方法进一步包括从(a)来自至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,和(b)来自至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从该信

号导出的电测量数据中,导出电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据。在实施例中,至少一个第一虚拟计量表被安装在或位于电气系统中的第三计量点(本文有时称为“第三安装点”)处。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(例如,物理计量点)和第二计量点(例如,物理计量点)。

[0010] 导出的电测量数据用于生成或更新与第三计量点相关联的第三动态容差曲线。

[0011] 在一些实施例中,该方法可以使用耦合到电气系统的至少一个IED(例如,至少一个第一IED和/或至少一个第二IED)来实施。此外,在一些实施例中,该方法可以远离至少一个IED例如在网关、基于云的系统、现场软件、远程服务器等(本文可以可替换地称为“头端”系统)中实施。在一些实施例中,该至少一个IED可以被耦合以测量电气信号,在输入处从电气信号接收电测量数据,并且被配置为生成至少一个或多个输出。输出可以用于表征电气系统中的电能质量问题或事件。至少一个IED的示例可以包括智能功用计量表、电能质量计量表和/或另一计量设备(或多个计量设备)。例如,至少一个IED可以包括断路器、继电器、电能质量校正装置、不间断电源、过滤器和/或变速驱动器(variable speed drive,VSD)。此外,在一些实施例中,至少一个IED可以包括虚拟计量表。在实施例中,至少一个IED还可以结合来自直接或间接连接到电气系统的装备的模拟和/或数字I/O能力。例如,来自设施外部并连接到至少一个IED的环境温度读数(例如,°F、°C)将被视为连接到电气系统的模拟输入。此外,从位于设施内的开关设备内部的断路器导出并被引入至少一个IED的断路器状态(例如,截止/导通、打开/关闭)将被视为连接到电气系统的数字输入。

[0012] 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)。

[0013] 可以由至少一个第一IED捕获和/或由至少一个第二IED捕获的电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。电参数和事件可以例如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、相位失衡、频率、电压/电流瞬变、电压骤降、电压骤升等)中导出。更具体地,至少一个第一IED和/或至少一个第二IED可以评估电能质量事件的幅度、持续时间、负载影响、从影响中恢复的时间、消耗的非生产性恢复能量、来自恢复能量的CO₂排放、与事件相关联的成本等。

[0014] 应当理解,存在电能质量事件的类型,并且存在这些电能质量事件类型的某些特性,例如,如下文提供的来自IEEE标准1159-2009(已知技术)的表格进一步描述的。电压骤降是电能质量事件的一个示例类型。例如,电压骤降事件的特性是电压骤降的幅度及其持续时间。根据本公开的系统和方法可以基于电压骤降事件(和其他事件)对电气系统的作用(或影响)来评估和调整电压事件报警。在实施例中,基于电压骤降的幅度和持续时间来调整电压事件报警阈值。在一些实施例中,异常电压条件(即,电压扰动)指示电能质量事件(例如,电压骤降)。如本文所使用的,电能质量事件的示例可以包括相导线、中性导线和/或接地路径上的电压和/或电流事件。如图3所示,例如,如下文将进一步描述的,在一些实施例中将有多个报警阈值,例如,取决于事件的持续时间。此外,可能存在“高于标称值”(例如瞬变、骤升、过电压)的阈值和“低于标称值”(例如骤降、中断、欠电压)的阈值。

[0015] 在一些实施例中,上述方法和下面描述的其他方法(和系统)可以单独地或与其他特征相结合地包括一个或多个以下特征。在一些实施例中,至少一个第一虚拟计量表包含

(或包括)一个或多个未计量的分支电路。在一些实施例中,处理来自自由电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,以生成或更新与电气系统中的第一计量点相关联的第一动态容差曲线,包括:处理来自自由电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,以识别第一计量点处的电能质量事件,并确定所识别的第一计量点处的电能质量事件的影响。所识别的电能质量事件和所识别的电能质量在第一计量点处的所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。在一些实施例中,该至少一个第一IED被配置成监控电气系统中的一个或多个负载,并且该第一动态容差曲线进一步表征该一个或多个负载对电能质量事件的响应。

[0016] 在一些实施例中,处理来自自由电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,以生成或更新与电气系统中的第一计量点相关联的第一动态容差曲线,包括:处理来自自由电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,以识别第一计量点处的电能质量事件,并确定所识别的第一计量点处的电能质量事件的发生时间。在一些实施例中,处理来自自由电气系统中的至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,以生成或更新与电气系统中的第二计量点相关联的第二动态容差曲线,包括:基于来自在第一计量点处电能质量事件的所确定的发生时间附近由至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据的评估,确定所识别的在第二计量点处的电能质量事件的影响。所识别的电能质量事件和所识别的在第二计量点处的电能质量所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电能质量事件对第二计量点的影响。

[0017] 在一些实施例中,该至少一个第二IED未被配置成捕获电能质量事件,或者该至少一个第二IED不能捕获电能质量事件。在一些实施例中,该至少一个第二IED被配置成监控电气系统中的一个或多个负载,并且该第二动态容差曲线进一步表征该一个或多个负载对电能质量事件的响应。

[0018] 在一些实施例中,由至少一个第一IED和/或至少一个第二IED监控的负载中的每一个具有额定电压和推荐操作范围,例如,如图49和图50所示。额定电压对应于最佳负载操作的所期望的电压幅度/电平。此外,推荐的操作范围是高于和低于额定电压的区域,在该区域中,负载仍然可以连续工作,尽管不一定是最佳地工作。在一些实施例中,上报警阈值和下报警阈值可以被配置在负载的推荐操作范围内部(或之内),以确保负载保持它们的操作完整性并且不会过度受压,并且确保终端用户知道他们是否/何时接近推荐的操作边界。在其他实施例中,上报警阈值和下报警阈值与负载的推荐的操作范围对齐,使得超出推荐操作范围的偏移可以被测量、捕获和存储(例如,存储在与IED或电气系统相关联的存储器装置上)。例如,结合图49和图50进一步描述负载的额定电压和推荐操作范围的附加方面,以及它们与上报警阈值和下报警阈值的关系。

[0019] 在一些实施例中,至少在第一计量点处的所识别的电能质量事件的所确定的发生时间从该至少一个第一IED传送到以下中的至少一个:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。在一些实施例中,在第二计量点处的所识别的电能质量事件的影响基于以下

中的至少一个来确定:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。在一些实施例中,将所确定的发生时间从至少一个第一IED传送到以下中的至少一个:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统,包括:在至少一个第一IED上产生指示所确定的发生时间的时间戳、报警和触发器中的至少一个;以及将时间戳、警报和触发器中的至少一个传送到以下中的至少一个:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。

[0020] 在一些实施例中,识别电能质量事件包括识别至少一个电能质量事件的电能质量事件类型中的至少一个。所识别的电能质量事件类型可以包括例如电压骤降、电压骤升、电压瞬变、瞬间中断、瞬时中断、临时中断和长持续时间均方根(rms)变化中的一个。

[0021] 在一些实施例中,从(a)来自至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,和(b)来自至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,导出电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据,包括: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,导出电气系统中的至少一个第一虚拟计量表的电测量数据。

[0022] 在本公开的另一方面,一种用于表征电能质量事件对电气系统的影响的方法,包括处理来自至少一个计量设备捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,以识别与由至少一个计量设备监控的至少一个负载相关联的电能质量事件。在实施例中,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位置处。该方法还包括确定所识别的电能质量事件是否对至少一个负载或对电气系统有影响。响应于确定所识别的电能质量事件对该至少一个负载或对该电气系统具有影响,可以确定该至少一个负载或电气系统从所识别的电能质量事件恢复的恢复时间,并且可以基于所确定的恢复时间将来自至少一个计量设备在恢复周期期间捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据标记(或以其他方式指示)为非典型/异常/事件相关。在一些实施例中,至少一个计量设备包括IED和虚拟计量表中的至少一个。

[0023] 在一些实施例中,如果存在由于事件而产生的影响,则恢复时间数据可以被标记为非典型/异常/事件相关。基于至少一个计量设备的恢复周期,来自其他设备(不包括该至少一个计量设备)的一些或所有数据也可以被标记为非典型/异常/事件相关。这种标记可能发生在基于云的系统、现场软件、网关或其他头端系统中。而且,由于有影响的事件而被认为是非典型的时间周期可以被传送到任何分立计量设备,使得该分立计量设备可以相应地标记其数据。应当理解的是,在一些实施例中,可以实时(或半实时)确定和跟踪恢复时间。

[0024] 在一些实施例中,由至少一个计量设备捕获的能量相关信号包括以下中的至少一个: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。在实施例中,能量相关参数可以包括(或利用)从电压和电流信号(包括电压和电流本身)导出的基本上任何电气参数。

[0025] 在一些实施例中,响应于确定所识别的电能质量事件对至少一个负载或对电气系统有影响,可以将与电测量数据相关联的一个或多个参数和/或度量与本地公用设施费率结构进行比较,以计算所识别的电能质量事件的总能量相关成本,并识别用于降低总能量相关成本的机会。

[0026] 在一些实施例中,可以至少部分地基于与所确定的恢复时间或周期相关联的一个或多个参数和/或度量来确定所识别的电能质量事件的经济影响。

[0027] 如本文所使用的那样,负载损失(有时也称为“损失的负载”)是一个或多个负载从电气系统中意外、无计划和/或无意识地移除。在该应用中,电压扰动或事件以及随后的负载损失可能是对电气系统的一个或多个外部影响(例如故障等)或者负载、保护装置、缓解装置和/或其他有意连接到电气系统的装备的正常或异常操作的结果。负载损失可以通过所测量的参数来指示,诸如电压、电流、功率、能量、谐波失真、失衡等,或者它们可以由从直接和/或间接连接到电气系统的装备导出的离散(数字)和/或模拟输入输出(I/O)信号来指示。例如,断路器通常提供关于其当前位置的输出指示(例如,打开/关闭、截止/导通等)以传送它们的操作状态。

[0028] 在本公开的另外的方面,一种用于减少从电气系统中的电能质量事件的恢复时间/恢复周期的方法包括处理来自至少一个IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据,以识别与该电气系统的一个或多个部分相关联的电能质量事件。该方法还包括确定用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个装置,并且应用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个装置中的所选择的一个装置。可以响应于用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个装置中所选择的一个装置被应用,来跟踪电气系统的响应特性。此外,可以评估电气系统的响应特性,以确定用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个装置中所选择的一个装置的有效性。

[0029] 在一些实施例中,响应于用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个装置中所选择的一个装置被应用,跟踪电气系统的响应特性包括:响应于用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个装置中所选择的一个装置被应用,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再现事件数据和/或特性。在一些实施例中,例如,所识别的再现事件数据用于预测电气系统中的电能质量事件,并且可替换地,预测电能质量事件的预计影响和/或与电能质量事件相关联的恢复时间。在一些实施例中,相对于电气系统的基线响应跟踪电气系统的响应特性包括识别、标记和区分异常和/或非典型操作数据与正常操作数据,用于执行以下中的至少一个:计算、度量、分析和统计评估。在一些实施例中,正常操作数据对应于非恢复数据。此外,在一些实施例中,在所确定的恢复周期期间发生的操作数据被区分并标记为异常或非典型操作数据。

[0030] 在一些实施例中,上文和下文描述的系统和方法的IED和负载安装在电气系统中相同的相应位置或计量点处。此外,在一些实施例中,上文和下文描述的系统和方法的IED和负载安装在电气系统中不同的相应位置(即多个位置)或计量点处。例如,在电气系统包括一个以上负载的实施例中,特定的IED可以在电气系统中一个负载的上游,同时在电气系统中另一负载的下游。

[0031] 如本文所用,术语“上游(upstream)”和“下游(downstream)”用于指电气系统内的电气位置。更具体地,电气位置“上游”和“下游”相对于收集数据并提供该信息的IED的电气位置。例如,在包括多个IED的电气系统中,一个或多个IED可以被定位(或被安装)在相对于电气系统中的一个或多个其他IED的上游的电气位置处,并且一个或多个IED可以被定位(或被安装)在相对于电气系统中的一个或多个又一些IED的下游的电气位置处。位于第二IED或负载上游的电气电路上的第一IED或负载可以例如比第二IED或负载位于更电靠近电

气系统的输入或源(例如,公用电源(utility feed))。相反地,位于第二IED或负载下游的电气电路上的第一IED或负载可以比另一IED位于更电靠近电气系统的端部或终端。

[0032] 在实施例中,与第二IED或负载并联(例如,在电气电路上)电连接的第一IED或负载可以被认为是所述第二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方向(即,上游或下游)的(多个)算法位于(或存储在)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位信息(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。基于云的系统然后可以分析电压和电流相位信息(例如,瞬间、均方根(root-mean-square,rms)、波形和/或其他电气特性),以确定电压事件的源是在IED电耦合到电气系统(或网络)的地方的电上游还是电下游。

[0033] 在一些实施例中,来自IED(例如,第一和第二IED)捕获的能量相关信号的电测量数据可以在一个或多个IED上处理,或者在现场软件、基于云的应用或网关等中处理,以表征电气系统中的电能质量事件。此外,在一些实施例中,可以在用于量化电气系统中的电能质量事件的系统上处理电测量数据,例如,与电气系统相关联的控制系统。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之一。此外,在实施例中,电能质量事件的位置可以从由IED测量并与异常电压条件相关联的电压和电流信号中导出。

[0034] 如上所述,电压事件是电能质量事件的一种示例类型。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,电压骤降是电力频率(power frequency)下均方根电压或电流下降到0.1到0.9每单位(per unit, pu)之间,持续时间为0.5周期(cycle)到1分钟。典型值为0.1至0.9pu。此外,根据IEEE标准1159-2009,电压骤升是电力频率下均方根电压或电流增加,持续时间为0.5周期到1分钟。下面是一张来自IEEE标准1159-2009(已知技术)的表格,其定义了电力系统电磁现象的各种类别和特性。

[0035]

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			
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

[0036]

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%
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,上表是一个标准机构(本例中为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(International Electrotechnical Commission, IEC)、美国国家标准协会(American National Standards Institute, ANSI)等,他们可能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,被处理以识别电能质量事件的电测量数据可以被该至少一个第一IED连续地或半连续地捕获,并且容差曲线可以响应于从电测量数据中检测(或识别)的电能质量事件而被动态更新。例如,容差曲线可以最初响应于从在第一时间捕获的电测量数据中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

获的电测量数据中识别的电能质量事件而更新或修改。当事件被捕获时,容差曲线(本文有时也被称为“动态容差曲线”)可以根据电气系统的独特响应被连续地(例如,动态地)更新。

[0039] 在一些实施例中,容差曲线可以显示在至少一个IED的图形用户界面(graphical user interface,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/头端软件(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所确定的影响(或严重性)超出范围或阈值(例如,电压事件报警阈值),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。此外,在一些实施例中,该范围是自动的,例如,使用基于标准的阈值。此外,在一些实施例中,例如,通过从标称电压开始并在电网操作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可以被配置为显示作用于电能质量事件的因素。此外,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(或电气系统中的另一特定系统或装备)将如何响应电能质量事件。应当理解,任何数量的信息都可以显示在GUI中。作为本发明的一部分,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、影响时间、受影响的相、单个IED下受影响的潜在离散负载等可以显示在GUI中。例如,如下文将进一步讨论的,图20示出了结合受影响的负载的百分比和恢复时间指示的简单示例。

[0041] 在实施例中,GUI中显示的容差曲线没有固定的缩放比例,而是可以(并且需要)自动缩放,例如,以捕获或显示多个电能质量事件。根据本公开的各方面,具有动态容差曲线的好处(beauty)是并不约束于静态曲线(例如,具有固定的缩放比例)。例如,简要参考图2(将在下面进一步讨论),虽然y轴在图2中示出为标称(nominal)的百分比,但是它也可以示出为绝对标称值(例如,120伏、208伏、240伏、277伏、480伏、2400伏、4160伏、7.2千伏、12.47千伏等)。在这种情况下,需要自动缩放,因为不同的电压范围需要y轴的不同缩放。此外,x轴可以以不同的单位(例如,周期、秒等)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周期、3600周期、18000周期等)。换句话说,在一些实施例中,GUI没有理由显示比它必须显示的更多的内容。

[0042] 在实施例中,本文要求保护的本发明的目标是基于对下游负载的感知到的影响,为客户的电气系统内的离散位置(例如,在给定的IED处)构建定制的容差曲线。此外,在实施例中,本文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花费的时间。简而言之,本文要求保护的本发明的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它们的操作参数和约束。

[0043] 如本文所使用的,IED是被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的示例包括智能电表、电能质量计量表和其他计量设备。IED也可以嵌入变速驱动器(VSD)、不间断电源(UPS)、电路断路器、继电器、变压器或任何其他电气装置中。IED可用于在各种设施中执行监控和控制功能。这些设施可以包括公用系统、工业设施、仓库、办公楼或其他商业综合体、校园设施、计算协同定位中心、数据中心、配电网络等。例如,在IED是电力监控设备的情况下,它可以耦合到(或安装在)配电系统,并且被配置为感测和存储数据作为表示配电系统的操作特性的电参数(例如,电压、电流、波形失真、功率等)。用户可以分

析这些参数和特性,以评估潜在的性能、可靠性或与电能质量相关的问题。IED可以包括至少一个控制器(在某些IED中,其可以被配置为同时地、串行地、或既同时又串行地运行一个或多个应用)、固件、存储器、通信接口以及将IED连接到任何电压等级、配置和/或类型(例如,AC、DC)的外部系统、设备和/或组件的连接。IED的监控和控制功能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,本文使用的术语“IED”可以指并联和/或串联操作的IED的层级。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级。该层级可以包括基于树的层级,诸如二叉树、具有从每个父节点或多个父节点遗传的一个或多个子节点的树、或者它们的组合,其中每个节点表示特定的IED。在一些情况下,IED的层级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或感兴趣的参数的影响。其范围可以包括离散计量的点、网络区带(zone)和/或总的聚合的电气系统。还讨论了显示这些概念的新颖想法,使能源消费者能够更高效、更经济地识别、分析、缓解和管理其电网。

[0046] 在由IEEE 1159-2009定义的七个公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,并且对能源消费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/突降、骤升、瞬间中断、瞬时中断和临时中断。电力研究所(EPRI)研究的一项示例估计,工业客户每年平均会经历约66次电压骤降。随着工业越来越依赖骤降敏感型装备的趋势增加,这些事件的影响也增加了。

[0047] 电压骤降的普遍存在以及骤降敏感型装备安装基础不断扩大的后果为电气解决方案和服务提供商带来了许多额外的机会。下表举例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
		更合适的抗骤降装备
		目标骤降缓解装备
	服务	工程和咨询
		远程监控和诊断
		装备安装

附图说明

[0049] 通过以下附图的详细描述,可以更全面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示出了根据本公开实施例的示例电气系统;

- [0052] 图1B示出了根据本公开实施例的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(Information Technology Industry, ITI)曲线(有时也称为“电力可接受性曲线”)；
- [0054] 图3示出了示例基线电压容差曲线,该曲线可以是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独特关系；
- [0055] 图4示出了基线电压容差曲线上的示例电压骤降事件；
- [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建议改变；
- [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示出了电压容差曲线上的大量有影响和无影响电压骤降、骤升和瞬变的示例；
- [0059] 图8示出了针对大量有影响和无影响事件的动态定制和更新的电压容差曲线；
- [0060] 图9示出了具有(多个)负载影响的示例三维(3-D)容差-影响曲线；
- [0061] 图10示出了示例3-D容差-影响曲线,其中梯度颜色阴影指示(多个)负载影响的严重性；
- [0062] 图11示出了示例3-D容差-影响曲线,其中样本事件指示(多个)负载影响的严重性；
- [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示出了示例3-D容差-影响曲线,其中梯度颜色阴影指示恢复时间的长度；
- [0065] 图14示出了示例3-D容差-影响曲线,其中样本事件指示恢复时间的长度；
- [0066] 图15示出了另一示例3-D容差-影响曲线,其中样本事件将生产损失指示为经济影响；
- [0067] 图16示出了具有故障的示例简单电网；
- [0068] 图16A示出了另一具有故障的示例电网；
- [0069] 图17示出了具有大量有影响和无影响上游和下游事件的示例定制容差曲线；
- [0070] 图18示出了具有大量有影响和无影响的分解的上游事件的示例定制容差曲线；
- [0071] 图19示出了具有大量有影响和无影响的分解的下游事件的示例定制容差曲线；
- [0072] 图20示出了具有为大量事件指示的负载影响、恢复时间和上游/下游事件源的示例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所示曲线图上的SEMI F47曲线；
- [0076] 图24示出了电气系统中骤降缓解设备的示例穿越(ride-through)益处,其一个示例是施耐德电气公司的SagFighter®；
- [0077] 图25示出了利用骤降缓解设备的大量潜在避免的负载影响事件的示例；
- [0078] 图26示出了利用骤降缓解设备的大量潜在避免的负载影响事件的另一示例,以及它们的聚合恢复时间；
- [0079] 图27示出了安装电压事件缓解设备的预测影响的示例；
- [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负载的影响的虚拟计量的示例；
- [0084] 图30B示出了根据本公开实施例的示例电气系统；
- [0085] 图30C-30E示出了根据本公开实施例的示例动态容差曲线；
- [0086] 图30F-30I示出了根据本公开实施例的进一步的示例电气系统；
- [0087] 图31示出了图29的简单电气系统上的示例故障；
- [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；
- [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示出了简单电压容差曲线(有时也称为电力可接受性曲线)的示例；
- [0091] 图35示出了在图34的简单电压容差曲线上示出的示例电压骤降事件；
- [0092] 图36示出了在图35所示的电压骤降事件之后的示例更新电压容差曲线；
- [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示出了在图37所示的第二电压骤降事件之后的示例更新电压容差曲线；
- [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示出了在图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是示出示例有影响电压事件的(多个)测量的负载vs.时间的曲线图；
- [0098] 图42是示出多个示例有影响电压事件的(多个)测量的负载vs.时间的曲线图；
- [0099] 图43是示出示例电压事件的(多个)测量的、典型的和预期的负载vs.时间的曲线图；
- [0100] 图44是示出百分比负载影响vs.时间的曲线图；
- [0101] 图45是示出用于管理电气系统中的电能质量事件(或扰动)的示例方法的流程图；
- [0102] 图46是示出用于量化电气系统中的电能质量事件(或扰动)的示例方法的流程图；
- [0103] 图47是示出用于电能质量的扩展的定性引导(qualified lead)生成的示例方法的流程图；
- [0104] 图48是示出用于生成电能质量的动态容差曲线的示例方法的流程图；
- [0105] 图49示出了说明性波形；
- [0106] 图50示出了另一说明性波形；
- [0107] 图51是示出用于表征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是示出例如通过跟踪电气系统的响应特性来减少从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。

具体实施方式

[0110] 现在将更具体地描述本文寻求保护的概念、系统和技术的特征和其他细节。应当理解,本文描述的任何具体实施例都是以说明的方式示出的,而不是对本公开和本文描述的概念的限制。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本文描述的主题的特征。

[0111] 为方便起见,这里收集了本说明书中使用的某些介绍性概念和术语(采用自IEEE

标准1159-2009)。例如,这些概念和术语中的几个在图1中示出。值得注意的是,图1没有包括所有的电能质量类别,诸如波形失真、失衡、电压波动和电力频率偏差。

[0112] 如本文所使用的,术语“非周期性事件”用于描述非周期性地、任意地或无特定时间规律性地发生的电气事件。就本文而言,短期均方根(rms)变化和瞬变两者都被视为非周期性事件(即,陷波被视为谐波现象)。

[0113] 如本文所使用的,术语“瞬间中断(instantaneous interruption)”用于描述在1/2周期至30周期的持续时间内对标称值的0-10%的偏差。

[0114] 如本文所使用的,术语“瞬时中断(momentary interruption)”用于描述在30周期至3秒的持续时间内对标称值的0-10%的偏差。

[0115] 如本文所使用的,术语“骤降”(其中“电压骤降”是一个示例)用于描述,例如,在1/2周期至1分钟的持续时间内,对标称值的10-90%的偏差,如图1所示。

[0116] 如本文所使用的,术语“短期均方根变化”用于描述距标称值的偏差,持续时间为1/2周期至1分钟。短期均方根变化的子类别包括瞬间中断、瞬时中断、临时中断、骤降和骤升。

[0117] 如本文所使用的,术语“骤升”用于描述大于标称值的110%的偏差,例如,在1/2周期至1分钟的持续时间内,如图1所示。

[0118] 如本文所使用的,术语“临时中断”用于描述在3秒至1分钟的持续时间内对标称值的0-10%的偏差。

[0119] 如本文所使用的,术语“瞬变”用于描述距标称值的偏差,持续时间小于1周期。瞬变的子类别包括脉冲(单向极性)和振荡(双向极性)瞬变。

[0120] 在实施例中,短期均方根变化对能源消费者设施的影响程度主要依赖于四个因素:

- [0121] 1.事件的性质和来源,
- [0122] 2.(多个)负载对事件的敏感性,
- [0123] 3.事件对过程或活动的影响,以及
- [0124] 4.对该事件的成本敏感性。

[0125] 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影响一个客户的操作,而相同的电压骤降可能对另一客户的操作影响很小或没有显著影响。电压骤降对客户电气系统的一部分的影响也可能不同于对同一电气系统的另一部分的影响。

[0126] 参考图1A,根据本公开实施例的示例电气系统包括一个或多个负载(这里,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)(这里,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中或其他物理位置,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。这些建筑物可以对应于例如商业、工业或机构建筑物。

[0127] 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,负载111、112、113、114、115可以位于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)、多个应用和/或(多

个)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。机器还可以包括与装备相关联的控制装置和/或辅助装备。

[0128] 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,能量相关参数)。在一些实施例中,IED 121、122、123、124也可以嵌入负载111、112、113、114、115中。根据各方面,IED 121、122、123、124中的一个或多个可以被配置成监控公用电源,包括电涌保护设备(surge protective device,SPD)、跳闸单元(trip unit)、有源滤波器、照明、IT装备、电机和/或变压器,它们是负载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、瞬时中断和振荡瞬变、以及风扇故障、温度、电弧故障、相间故障、短路绕组、熔断熔丝和谐波失真,它们是可能与负载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)。

[0129] 根据另一方面,IED 121、122、123、124可以检测过电压和欠电压条件,以及其他参数,诸如温度,包括环境温度。根据又一方面,IED 121、122、123、124可以提供监控参数和检测条件的指示,这些指示可以用于控制负载111、112、113、114、115和安装有负载111、112、113、114和IED 121、122、123、124的电气系统中的其他装备。IED 121、122、123、124可以执行多种其他监控和/或控制功能,并且本文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。

[0130] 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(或者功能能力和/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,IED 123可以对应于“高级”IED。在这样的实施例中,中级IED 122可以比基本IED 121具有更多的功能(例如,能量测量特征和/或能力),并且高级IED 123可以比中级IED 122具有更多的功能和/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)可以能够监控瞬间电压、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)可以能够监控附加参数,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、所有这些都处于更高的采样速率等。应当理解,该示例仅用于说明目的,并且同样在一些实施例中,具有基本能力的IED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中的一个或多个。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。

[0131] 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在所示实施例中那样。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,如同IED 122、123、124在所示实施例中那样。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。

[0132] 如本文所使用的,术语“云”和“云计算”旨在指连接到互联网或者以其他方式IED 121、122、123、124经由通信网络可访问的计算资源,通信网络可以是有线或无线网络,或者两者的组合。包括云150的计算资源可以集中在单个位置、分布在多个位置,或者两者的组

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、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(memory)或存储装置(storage)，或者可以在多个存储装置或存储器组件之间分布这些信息。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，例如RAID阵列。

[0133] 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可以是位于安装有负载111、112、113、114、115和IED 121、122、123、124的建筑物内的服务器，或者可以是位于远处的基于云的服务。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，但是通常可以拥有更多数量和/或更强大版本的数据处理所涉及的组件，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(pattern)，如下文进一步讨论的。本文讨论的各种分析技术还包括一个或多个软件功能、算法、指令、应用和参数的执行，这些软件功能、算法、指令、应用和参数存储在与中央处理单元140通信地耦合的一个或多个存储器源上。在某些实施例中，术语“功能”、“算法”、“指令”、“应用”或“参数”也可以分别指并联和/或串联操作的功能、算法、指令、应用或参数的层级。层级可以包括基于树的层级，诸如二叉树、具有从每个父节点遗传的一个或多个子节点的树、或其组合，其中每个节点表示特定的功能、算法、指令、应用或参数。

[0134] 在实施例中，因为中央处理单元140连接到云150，所以它可以经由云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诸如天气数据、公用设施定价数据或可以用于分析从IED 121、122、123、124接收的测量数据的其他数据的信息。在实施例中，云连接设备或数据库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。此外，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中提供用户输入数据的用户设备。用户可以使用用户设备查看关于IED 121、122、123、124的信息(例如，IED的制造商、型号、类型等)和由IED 121、122、123、124收集的数据(例如，能量使用统计)。此外，在实施例中，用户可以使用用户设备配置IED 121、122、123、124。

[0135] 在实施例中，通过利用中央处理单元140相对于IED 121、122、123、124的云连接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检索的数据以及上文讨论的附加数据源执行复杂的分析。该分析可用于动态控制与电气系统相关联的一个或多个参数、过程、条件或装备(例如，负载)。

[0136] 在实施例中，参数、过程、条件或装备由与电气系统相关联的控制系统动态控制。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。

[0137] 参考图1B，例如，可以适用于图1A所示的电气系统的示例IED 200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。

[0138] 存储器设备215可以包括易失性存储器，例如，诸如DRAM或SRAM。存储器设备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。

[0139] 存储系统225可以包括计算机可读和可写的非易失性记录介质,诸如磁盘或闪存,其中存储了定义要由控制器210执行的程序或要由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输机构来控制存储系统225和存储器设备215之间的数据传输。在实施例中,由IED 200监控或测量的电参数可以存储在存储系统225中。

[0140] I/O端口235可用于将负载(例如,图1A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还可以用于耦合到IED 200的外部设备,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)。I/O端口235还可以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,显示视觉警报,诸如文本和/或稳定或闪烁的光,或者提供音频警报,诸如哔哔声或延长的声音)和/或允许用户与IED 200交互。

[0141] 通信模块245可以被配置成将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,或者是公共网络,诸如互联网。在实施例中,通信模块245还可以被配置成将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)或者云连接中央处理单元(例如,图1A所示的140)。

[0142] IED控制器210可以包括被配置成执行IED 200的(多个)特定功能的一个或多个处理器。(多个)处理器可以是商用处理器,诸如英来自特尔公司的众所周知的Pentium™、Core™或Atom™类处理器。许多其他处理器也可用,包括可编程逻辑控制器。IED控制器210可以执行操作系统来定义与IED 200相关联的(多个)应用可以在其上运行的计算平台。

[0143] 在实施例中,由IED 200监控或测量的电参数可以在控制器210的输入处接收作为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(多个)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中央处理单元接收,例如用于进一步处理(例如,识别电能质量事件,如上面简要讨论的),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,如下面将进一步讨论的)。在一个示例中,IED 200可以包括界面230,用于显示指示IED输出数据或信号的可视化(visualization)。在实施例中,界面230可以对应于图形用户界面(GUI),并且可视化可以包括表征IED 200耦合到的装备的容差等级的容差曲线,如下面将进一步描述的。

[0144] IED 200的组件可以通过互连机构220耦合在一起,互连机构220可以包括一条或多条总线、线路或其他电连接装置。互连机构220可以使通信(例如,数据、指令等)能够在IED 200的系统组件之间交换。

[0145] 应当理解,IED 200只是根据本公开的各方面的IED的许多潜在配置之一。例如,根据本公开实施例的IED可以包括比IED 200更多(或更少)的组件。此外,在实施例中,IED 200的一个或多个组件可以被组合。例如,在实施例中,存储器215和存储装置225可以组合。

[0146] 现在回到图1A,为了准确描述非周期性事件,诸如电气系统(诸如图1A所示的电气系统)中的电压骤降,测量与该事件相关联的电压信号是重要的。通常用来表征电压骤降和瞬变的两个属性是事件的幅度(距标准(norm)的偏差)和持续时间(时间长度)。这两个参数都有助于定义并且因此缓解这些类型的电能质量问题。事件的幅度(y轴)vs.其对应的持续时间(x轴)的散点图通常显示在称为“幅度-持续时间”曲线图、“电力容差曲线”、或者在本

文称为容差曲线的单个图中。

[0147] 图2示出了众所周知的幅值-持续时间曲线图250：信息技术产业(ITI)曲线(有时称为ITIC曲线或CBEMA曲线) 260。ITIC曲线260示出了“大多数信息技术装备(Information Technology Equipment, ITE)通常可以容忍(功能无中断)的AC输入电压包络”，并且“适用于从120伏、208Y/120伏和120/240伏60赫兹系统获得的120伏标称电压”。图中的“禁止区(Prohibited Region)”包括超过包络上限的任何电涌或骤升。发生在该区域的事件可能会对ITE造成损坏。“无损坏区(No Damage Region)”包括预期不会损坏ITE的骤降或中断(即低于包络的下限)。此外，“功能无中断区(No Interruption in Function Region)”描述了蓝线之间的，骤降、骤升、中断和瞬变通常可以被大多数ITE容忍的区域。

[0148] 众所周知，ITIC曲线260的约束包括：

[0149] 1. 它是静态/固定包络/曲线，

[0150] 2. 它是为IT而提出的，

[0151] 3. 它适用于120伏60赫兹的电气系统，

[0152] 4. 它是一个标准化/通用的图，描述了“正常”应该预期什么，

[0153] 5. 它本质上不提供关于事件后果的信息，

[0154] 6. 它只是一个基于电压的图，并且不考虑任何其他(多个)电参数，并且

[0155] 7. 为了乘法效率，它呈现在半对数图(semi-log)上。

[0156] 可以理解，现有技术的容差曲线，诸如ITIC/CBEMA曲线、SEMI曲线或其他手动配置的曲线，通常只不过是特定应用的建议。它们并未指示与装备、装置或负载相关联的特定系统或装备、装置、负载或控制装置将如何实际响应骤降/骤升事件、该事件对电气系统的影响是什么、或者如何以及在何处经济地缓解这些问题。此外，电气系统内的区带(zone)(子系统)都被同等对待，即使大多数IED监控多个负载。一个很好的类比是道路地图集：虽然地图集示出了道路的位置，但它并没有指示道路危险的位置、预期的汽油里程、车辆状况、建筑等。需要一种更好的方法来改善电气系统中的电压骤降和骤升管理。

[0157] 考虑到上述情况，提供定制容差曲线的能力允许能源消费者(以及本文公开的系统和方法)通过简化的投资决策、降低的CAPEX和OPEX成本、识别和表征的问题和机会、改善的事件穿越(ride-through)以及最终更高的生产率和盈利能力来更好地管理他们的系统。

[0158] 当利用为能源消费者提供动态容差曲线的益处时，需要考虑的几个示例因素包括：

[0159] 1. 没有两个客户完全相同，也没有两个计量点完全一致。动态容差曲线针对特定电气系统上的计量数据收集点进行了独特定制。

[0160] 2. 随着事件的发生和捕获，动态容差曲线会根据电气系统的独特响应连续更新。

[0161] 3. 动态容差曲线可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。

[0162] 4. 动态容差曲线也可以用于基本上任何电压等级；它不限于120伏系统。

[0163] 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。

[0164] 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。

[0165] 考虑到上述情况，根据本公开，有许多新的潜在特征可以为能源消费者带来许多益处。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源消费者可行动的机会。

根据本公开的示例特征阐述如下以供考虑。

[0166] I. 动态容差曲线

[0167] 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节骤降/骤升容差曲线。在该实施例中，“负载影响”是通过对照事件后负载（即事件开始后的负载）评估事件前负载（pre-event load）来确定的。事件前和事件后负载（post-event load）之间的差（即千瓦、电流、能量等）用于量化事件的影响。“影响”的测量可以计算为百分比值、绝对值、归一化值或对能源消费者有用的其他值。进一步的评估可以包括以下各项的改变：电压、电流、功率因数、总谐波失真（total harmonic distortion, THD）水平、离散谐波分量等级、总需求失真（total demand distortion, TDD）、失衡或能够提供对电气系统内的改变的类型（负载或源）、幅度和位置的指示的任何其他电参数/特性。数据源可以来自记录的数据、波形数据、直接MODBUS读取或任何其他手段。

[0168] 图3示出了用作基线的典型容差曲线（例如，ITIC曲线）（也在图2中示出）。应当注意，在实施例中，基本上任何已知的独特描述的容差曲线（例如，SEMI F47、ANSI、CBEMA、其他定制曲线）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定制（即，改变、更新、修改等）容差曲线，以便其反映在IED的安装点处的独特电压事件容差特性。随着更多的事件被IED捕获和量化，动态电压容差曲线的准确性和特性描述（characterization）可以在IED的安装点处得到改善。图3也示出为半对数图；然而，出于分析和/或观察两者的目的，动态容差曲线可以以任何实际格式缩放。

[0169] 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），其导致由IED确定的20%的负载损失。图5中的阴影区域示出了基线容差曲线（例如，如图3所示）和（多个）下游计量负载的实际容差之间的差，这是由于电气系统中该位置对这个程度（幅度和持续时间）的电压骤降的特定灵敏度。图6示出了根据事件数据点构建并为电气系统上安装IED的点确定的示例自动定制和更新的容差曲线。在实施例中，它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/瞬变事件将至少像目前正在考虑的事件一样严重地影响负载。

[0170] 图7示出了标准/基线容差曲线上的大量电压骤降/骤升/瞬变。基于事件发生时刻一个或多个改变的参数，一些事件被指示为有影响，一些被指示为无影响。图8示出了由从IED安装在电气系统上的点获得的测量数据确定的大量有影响和无影响电压骤降/骤升/瞬变的自动定制和更新的容差曲线。

[0171] a. 具有负载影响的三维（3-D）动态容差曲线（有时也称为“动态容差-影响曲线”）

[0172] 标准容差曲线（例如，ITIC曲线、SEMI曲线等）以二维图描述，具有y轴上的标称电压的百分比和在x轴上的持续时间（例如周期、秒、毫秒等），例如，如图7所示。虽然y轴以标称电压的百分比为单位来呈现，但是应当理解，y轴单位也可以是绝对单位（例如，诸如电压的实值），或者是基本上y轴参数幅度的任何其他描述符。此外，例如，虽然图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了对事件特性（幅度和持续时间）的有限描述；它们不提供与事件对（多个）负载的影响相关的信息。虽然能源消费者知道事件发生了，但他们无法判断事件是否（如果是，影响到了什么程度）影响了他们的电气系统（并且有可能，他们的操作）。

[0173] 将第三维度添加到容差曲线图中，允许能源消费者视觉地识别其系统的骤降/骤

升/瞬时容差(在计量点处)的特性描述,该特性描述与幅度、持续时间和第三参数(诸如负载影响)相关。同样,通过使用记录的数据、波形数据、直接MODBUS读取数据、其他数据或其任意组合分析事件前后负载(或其他电参数)的改变来确定负载影响。

[0174] 根据本公开实施例的三维(3-D)容差曲线可以被适配和/或定向到任何轴、视角、比例、数字上升/下降、字母排序、颜色、大小、形状、电参数、事件特性等,以向能源消费者有效地描述一个或多个事件。例如,图9示出了结合三个参数的容差-影响曲线的示例性正交视角:1)y轴上的标称电压的百分比,2)x轴上以周期和秒为单位的持续时间,以及3)z轴上受影响的负载的百分比。虽然在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位呈现,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实值),或者是基本上y轴参数幅度的任何其他描述符。此外,虽然在所示实施例中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视角3-D视图,并结合了三个轴的相同相应参数。它还试图集成颜色阴影,以帮助说明由于特定幅度和持续时间事件的影响的严重性(从最小到最差;在所示实施例中,如箭头所示由浅到深)。图11试图示出容差-影响曲线的示例性单点视角3-D视图,该容差-影响曲线结合了幅度、持续时间、负载影响百分比、阴影和事件形状(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发生前总负载的相对百分比(如图所示),也可以是实值(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。

[0175] b. 三维(3-D)动态容差-恢复时间曲线

[0176] 在前面讨论负载影响的部分的基础上,在实施例中,也可以使用容差-影响曲线来更直接地量化电压骤降/骤升/瞬变事件对能源消费者的操作的影响。从事件中恢复的时间可能直接影响电压事件的总成本。

[0177] 出于本公开的目的,“恢复时间”被定义为在促使电气系统参数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;两者都独立于对方。例如,电压事件可能影响一小百分比的负载,但恢复时间可能相当长。相反,从极其有影响的事件中恢复的时间可能相对较短。正如事件的影响取决于许多因素(在本公开的发明内容部分中阐述了其一些示例),恢复时间也是如此。可能严重影响恢复时间的持续时间的因素的一些示例包括: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。

[0178] 计算恢复时间的一个示例方法包括测量第一有影响事件的发生和负载超过事件前负载的预定阈值的时间点之间经过的时间。例如,具有90%恢复阈值的500千瓦事件前负载将指示恢复发生在450千瓦。如果计量的负载达到或超过450千瓦(即事件前负载的90%)需要26分钟,则恢复时间等于26分钟。恢复阈值可以使用事件前负载的相对百分比、绝对值(千瓦)、电压或电流等级的恢复、外部或手动触发、公认的标准值、主观配置或者通过使用(多个)电或非电参数的一些其他方法来确定。

[0179] 图12示出了结合三个参数的容差-恢复时间曲线的示例性正交视角:1)y轴上的标称电压的百分比,2)x轴上以周期和秒(或可替代地,毫秒)为单位的持续时间,以及3)z轴上以天、小时和/或分钟为单位的恢复时间或时段。虽然在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位呈现,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实值),或者是y轴参数幅度的基本上任何其他描述符。此外,虽然在所示实施例中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)。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缩放(或自动缩放),可以按升序或降序列出,并且可以使用基本上任何已知的时间单位。图13示出了图12中所示的相同容差-恢复时间曲线的示例性单点视角3-D视图,并且结合了三个轴的相同的相应参数。图13还集成了颜色阴影,以帮助说明由于特定幅度和持续时间事件的恢复时间的严重性(从最小到最差;在所示实施例中,如箭头所示由浅到深)。图14示出了结合幅度、持续时间、恢复时间、阴影和事件形状(以在单个图中提供更多事件特性)的容差-恢复时间曲线的示例性单点视角3-D视图。

[0180] c. 3-D动态容差-经济影响曲线

[0181] 上述3-D曲线也可用于说明经济影响(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),因为它与电压事件相关。显然,配置可能很耗时;然而,恢复时间和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示出和理解。停机时间成本(cost of downtime, CoD)可初始地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,汽车行业每一分钟的停机时间耗费能源消费者超过22K美元。相比之下,类似的研究表明,医疗保健行业的能源消费者每分钟的停机时间损失超过10K美元。随着时间的推移,能源消费者(以及本文公开的系统和方法)可以量化其典型的恢复时间成本(无论是线性还是非线性的),或者他们可以进行研究以确定其设施或业务中的这种关系。确定电压事件和经济因素之间的关系将允许能源消费者就资本化支出和/或服务保留做出更快、更好的决策。

[0182] 例如,图15示出了关于持续时间为3毫秒的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(见,例如,图13)并且生产损失平均为2.5K美元/小时,总生产损失将为20K美元。例如,如果穿越能力有助于以50K美元的成本避免操作中断,那么投资电压骤降穿越装备的回报(payback)可能只有约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,缓解的决策应该很简单。

[0183] d. 上游/下游容差-影响曲线

[0184] 如上所述,众所周知,电气系统不同程度地对电压事件敏感。对于一些能源消费者,电压事件可能只是一个麻烦(没有显著影响);对于其他能源消费者,任何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源消费者确定这些事件对其操作的严重性、普遍性及影响。如果电压事件影响了能源消费者的操作,下一步就是识别问题的源。

[0185] 计量算法和其他相关方法可用于确定电压事件的源是在计量点(例如,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)的简单电网。故障(X)被示出为发生在 M_1 和 M_2 之间。在实施例中, M_1 中的算法可以指示故障源在其位置的下游($\downarrow$),而 M_2 中的算法可以指示故障源在其位置的上游($\uparrow$)。此外,在实施例中, M_3 中的算法可以指示故障源在上游($\uparrow$)。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),在实施例中,通常可以识别故障源在电网中的位置(即,关于计量点)。

[0186] 该实施例对照与电压事件源相关的指示位置(计量点的上游或下游)评估电压事件的影响。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方案(以及相关成本)。此外,可能会有取决于电压事件源在电气系统中的位置的不同的经济考虑(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就越高。上游电

压事件可能比下游电压事件影响电网的更大部分,因此,缓解成本可能更高。同样,缓解电压事件的成本将根据具体情况确定,因为每个计量点都是独特(unique)的。

[0187] 在实施例中,安装在计量点处的IED被配置成测量、保护和/或控制一个或多个负载。IED通常安装在(多个)负载的上游,因为流向(多个)负载的电流可能是测量、保护和/或控制(多个)负载的关键方面。然而,可以理解,IED也可以安装在(多个)负载的下游。

[0188] 参考图16A,另一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,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相似,或者在其他实施例中不同于第二负载类型。负载L1、L2位于相对于电气系统中至少IED:IED1、IED2、IED3的“电”(或“导电”)下游的位置(即IED:IED1、IED2、IED3在负载L1、L2的上游)。此外,负载L3、L4、L5位于相对于电气系统中至少IED:IED1、IED4、IED5的“电”下游的位置(即IED:IED1、IED4、IED5在负载L3、L4、L5的上游)。

[0189] 在所示实施例中,电能质量事件(或故障)X被示出发生在相对于负载L1、L2的上游。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示出为指向故障X。此外,IED:IED3、IED4、IED5示出为指向上游。在实施例中,这是因为通向故障X的路径在电气系统中IED:IED3、IED4、IED5各自位置的上游,并且在电气系统中IED:IED1、IED2各自位置的下游。在实施例中,例如,确定故障X的方向的算法可以位于(或存储在)IED、现场软件、基于云的系统和/或网关等中。

[0190] 图17示出了类似于上面图7的由IED捕获的电压事件的电压容差曲线2-D图;然而,上游和下游电压事件被独特地表示并叠加/覆盖在一起。图18示出了2-D电压容差曲线,其仅示出了从图17所示的电压事件的总集合中分解的上游电压事件。类似地,图19示出了2-D电压容差曲线,其仅示出了从图17所示的电压事件的总集合中分解的下游电压事件。这些图允许能源消费者(以及本文公开的系统和方法)区分上游事件和下游事件,因此,有助于为识别电压事件源(以及可能的原因)的主要位置提供更好的视觉直观视图。当然,附加或可替代的特性、参数、过滤器和/或其他相关信息(例如,电数据、时间、元数据等)可以被使用、显示和/或绘制以进一步有效和多产地修饰电压容差曲线。

[0191] 例如,图20示出了结合五个参数的容差-影响源位置曲线的示例性正交视角:1) y轴上的标称电压的百分比,2) x轴上以周期和秒为单位的持续时间,以及3) z轴上受影响的负载的百分比。虽然在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位呈现,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实值),或者是y轴参数幅度的基本上任何其他描述符。此外,虽然在所示实施例中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20中还包括额外的维度,诸如恢复时间(数据点的大小)以及特定事件是在计量点的上游还是下游(数据点中心分别是白色还是黑色)。此外,z轴可以用来显示恢复时间,而数据点的大小可以用来指示受影响的负载百分比。应当理解,许多其他的参数/维度可以被结合成有意义的和/或有用的。

[0192] e. 使用动态容差曲线缓解骤降/骤升/瞬变影响

[0193] 如上所述,电气系统通常不同程度地对电压事件敏感。对于一些能源消费者,电压事件可能只是一个麻烦(没有显著影响);对于其他能源消费者,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源消费者确定这些事件对其操作的严重

性、普遍性及影响。如果电压事件影响了能源消费者的操作,下一步应该是识别问题,以便可以减少或完全消除问题。

[0194] 在实施例中,对于贯穿本公开讨论的各种实施例,消除或减少电压骤降/骤升/瞬变(以及瞬时、临时和瞬间中断)的影响通常可以通过三种方式实现:1) 移除电压事件的源,2) 减少由该源产生的电压事件的数量或严重性,或者3) 最小化电压事件对受影响装备的影响。在一些实施例中,移除电压事件的源(或多个源)非常困难,因为这些相同的源通常是设施的电气基础设施、过程和/或操作中不可或缺的组件或负载。此外,电压事件的源可能位于公用设施(utility)上,因此妨碍了直接解决问题的能力。如果电压事件的源位于能源消费者的设施内,则可能通过使用不同的技术(technologies or techniques)(例如,“软启动”电机而不是“跨线”电机启动)来最小化源处的电压事件。在一些实施例中,移除或替换电压事件的源(或多个源)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。也可能使装备对诸如骤降、骤升和瞬变的电压事件的影响“脱敏(desensitize)”。一如既往地,在考虑降低或消除电压问题的最佳方法时,会有经济上的权衡。图21是一般公认的图示,其示出了缓解电压事件和其他与电能质量相关的问题的成本的进展,该成本随着解决方案移近源而趋于增加。彻底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,考虑系统电压扰动的内部和外部源两者的任何预期解决方案的响应可能非常重要。

[0195] 作为示例,电机是大多数过程中使用的重要电气装置。标准(跨线)电机启动通常会由于源和电机之间的阻抗以及电机的浪涌电流而产生电压骤降,浪涌电流通常是满载额定电流的6-10倍。从过程中移除电机很可能不切实际;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。一些示例解决方案可以包括使用不同的电机技术,诸如变速驱动器,或者采用电机软启动技术来控制或限制浪涌电流(从而减少或消除启动时的电压骤降)。另一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,每个电气系统都是独特的,因此缓解电能质量扰动的成本可能因地点、系统、客户而异。

[0196] 该实施例包括对照每个有能力的IED提供的动态容差-影响曲线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额外穿越益处。此外,还可以提供特定系统或子系统的两种或多种穿越技术(technologies or techniques)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管理集合(managed collection)(或库)。缓解设备的管理集合(或库)可以包括(但不限于)特性和/或能力,诸如每个已知品种的类型、技术、幅度vs.持续时间的表现、负载约束、典型应用、购买成本、安装成本、操作成本、可用性、购买源、尺寸/形状因素、品牌等等。在实施例中,缓解设备的管理集合中描述的特性和能力将被考虑(根据需要和可用)用于可获得和可评价数据的每个(或基本上每个)离散计量点(或子系统)处。在管理集合(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(指示幅度vs.持续时间的穿越能力)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。可替代地,可以相应地通过一些其他手段来提供评估。(多个)缓解设备的一个或多个特性和/或能力可以包括在对照动态容差曲线的评估中,该评估基于诸如在管理集合(或库)中列出和可用的那些因素。在实施例中,该评估可以是报警驱动的、手动或自动触发的、计划的或

以其他方式启动的。

[0197] 可以对照一个或多个缓解设备的穿越特性评估电气系统的层级(或其层级的部分)的每个有能力的IED提供的动态容差-影响曲线。在实施例中,作为系统、子系统过程和/或离散位置的一部分,提供穿越改善可能更可行、更具成本效益或以其他方式更有益。尽管为一个设备或一个子系统/区带应用一种类型的穿越缓解方案可能是经济/实用/可行的,但为电气系统内的另一设备或子系统/区带提供不同的穿越缓解方案可能更经济/实用/可行。简而言之,基于可用信息,可以为整个(或部分)电气系统提供最经济/实用/可行的穿越缓解方案。在实施例中,当确定电气系统内一个或多个位置的穿越改善时,可以考虑其他因素;然而,本申请强调了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。

[0198] 图22示出了来自图5的2-D动态容差曲线。同样,该示例示出了一条容差曲线,该曲线是基于持续3毫秒并具有20%负载影响的单个50%电压骤降而定制和更新的。可以进行评估以确定最经济/实用/可行的方法来改善电气系统中该特定位置的穿越性能。缓解设备的管理集合(库)可以对照合适的选项和可行的解决方案进行评价。图23显示了叠加/覆盖在更新的动态容差曲线之上的施耐德电气公司的 **SagFighter[®]** 的穿越特性(幅度vs.持续时间),该特性声称符合SEMI F47。图24为能源消费者提供了电气系统中该特定位置处的SagFighter的穿越益处的图形指示(例如,如图24中阴影区域所指示的)。当然,提供给能源消费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)。此外,这种方法可以提供给跨电气系统或子系统的多个计量点。

[0199] f. 使用动态容差曲线确定穿越缓解方案的机会成本

[0200] 众所周知,机会成本指的是本可以获得的益处或收益、但却被放弃而不是采取替代的行动方案。例如,具有固定预算的设施经理可能能够投资资金来扩展设施或改善现有设施的可靠性。机会成本将基于设施经理没有做出的选择的经济效益来确定。

[0201] 在本公开的该实施例中,“机会成本”被扩展到包括其他益处,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/或可通过一些测量来量化的任何其他损失。此外,“替代的行动方案”可能是决定不采取任何动作。不采取动作的一些益处包括资源节省、货币节省、时间节省、降低操作影响、延期等等。也就是说,决策者通常认为不采取动作的益处大于采取(多个)特定动作的益处。

[0202] 不采取动作的决定通常是基于缺乏与给定问题相关的信息。例如,如果有人不能量化采取特定动作的益处,他们就不太可能采取该动作(这可能是错误的决定)。相反,如果有人能够量化采取特定动作的益处,他们更有可能做出正确的决定(是采取动作还是不采取动作)。此外,拥有可用的质量信息提供了产生其他经济评价的工具,诸如成本/收益分析和风险/回报比率。

[0203] 本公开的该实施例可以连续(或半连续)评估电压事件(骤降/骤升/瞬变)对一个或多个缓解设备、装置和/或装备的穿越容差特性的影响。评估可以考虑历史数据以连续跟踪电压事件、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特性)、子系统和/或系统视角、来自两个或更多个设备、区带、跨区带的层级影响或其组合。从评估中获得的信息可用于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/或装备已经安装在一个(或多个)位置,则可以避免这些操作影响。

[0204] 例如,图25提供了2-D图,示出了如果在相应的电压事件之前作出决定安装SagFighter®则可以避免(同心圆圈)的事件(以及任何相关的影响)。图26示出了如图25所示的类似图,但是也包括如果在电压事件之前实施缓解方案本可以避免的估计恢复时间。与这些潜在避免的事件相关联的度量(例如,相对影响(%))、绝对影响(瓦、千瓦等)、每个事件的恢复时间、累积恢复时间、停机时间、损失、其他可量化参数等)也可以提供给能源消费者,以帮助证明对解决电压骤降问题的投资是合理的。能源消费者(或本文公开的系统和方法)也可以通过将不同的缓解技术与历史容差曲线数据(即,逐渐减少的兴趣区域(region of interest,ROI)的点)进行比较来选择什么等级的缓解是合理的。度量可以针对每个事件列出或在表格中累积、提供或作为离散点或从两个或多个设备(即,系统级视角)绘制、分析,或者以其他方式操纵以指示和/或量化不安装电压事件缓解的影响和/或机会成本。相同的信息可以显示在容差-影响曲线的3-D正交视角中,该曲线结合至少三个参数,诸如:1)y轴上的标称电压的百分比,2)x轴上以周期和秒为单位的持续时间,以及3)z轴上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)。虽然在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位呈现,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实值),或者是y轴参数幅度的基本上任何其他描述符。此外,虽然在所示实施例中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)。其他参数、特性、元数据和/或缓解装置可以类似地被合并到图和/或表格中。

[0205] g. 使用动态容差曲线验证缓解技术的有效性

[0206] 重新评估或重新评价投资设施的基础设施的决定经常被忽视、假定或仅仅基于猜测和假定。在大多数情况下,安装缓解技术的益处只是假设的,而从未被量化。测量和验证(Measurement and Verification,M&V)过程集中于量化能量节省(savings)和节约(conservation);然而,没有考虑提高可靠性和电能质量的步骤。

[0207] 本公开的实施例周期性地或连续地提供以下示例益处:

[0208] • 在承包商和他们的客户之间分配风险(例如,绩效合同),

[0209] • 准确评价电压事件以量化节省(影响、恢复时间、正常运行时间、损失或其他经济因素),

[0210] • 将电压质量不确定性降低到合理等级,

[0211] • 有助于监控装备性能,

[0212] • 识别额外的监控和/或缓解机会,

[0213] • 减少对目标装备的影响,以及

[0214] • 改善操作和维护。

[0215] 动态电压-影响容差曲线提供了捕获受影响或潜在受影响的过程、操作或设施的每个离散计量点处的电压事件的基线。安装后评估(post-installation evaluation)可以使用从预计将获得益处的区域获得的数据来执行。在实施例中,这些安装后评估比较“之前vs.之后”,以量化安装缓解装备的实际益处。确定的量化可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。确定由于安装缓解装备而计算出的节省的示例性等式可以是:

[0216] 节省=(基线成本-减少的停机时间成本)±调整

[0217] 其中“减少的停机时间成本”可能包括以下全部或部分组合:

- [0218] • 减少的生产损失,
- [0219] • 减少的重启损失,
- [0220] • 减少的产品/材料损失,
- [0221] • 减少的装备损失,
- [0222] • 减少的第三方成本,以及
- [0223] • …和/或一些其他损失减少。

[0224] 可能需要考虑缓解装备的安装成本,在一些实施例中可能是“调整”。

[0225] 图27示出了根据本公开的示例2-D动态电压容差曲线,其中粗体黑色阈值线(一)表示离散计量点处的穿越基线阈值,粗体白色线(一)表示通过安装特定类型的缓解装备对电压事件穿越阈值的预测改善。图27中的同心圆圈指示预期要通过安装缓解装备来避免的电压事件(以及因此的恢复时间)。图28示出了根据本公开的示例2-D动态电压容差曲线,该曲线示出了由于安装缓解装备而避免的实际电压事件和恢复时间。粗体白色线(一)示出了通过安装缓解装备对电压穿越阈值的实际改善。在本示例中,通过避免三个额外的电压事件和22小时(实际事件42-预测事件20)的额外恢复时间,缓解装备超出了预期。

[0226] 每个电气系统都是独特的,并且在某种程度上不同地执行。本公开的实施例使用经验数据来表征缓解装备的实际性能。例如,如图28所示,电压穿越的实际阈值(一)可能比预期的执行地更好,因为缓解装备上的下游负载低于预期。这允许缓解设备穿越的时间比预期的要长。相反,超过缓解装备的额定负载可能会导致比预期更差的性能。随着缓解装备的负载继续增加超过其额定值(rating),电压穿越阈值(一)将接近原始电压穿越阈值(一)或可能更严重。

[0227] 可以产生类似于图15所示的3-D动态容差曲线,以更好地证明缓解对诸如负载影响、恢复时间、经济因素等的其他参数的影响。在这种情况下,在IED安装点,至少将使用三个维度来表征电气系统。3-D评估将为缓解装备的历史、当前和/或未来性能提供更好的直观理解。这也将使为未来应用的缓解装备的选择不那么复杂并且更具成本效益。

[0228] 与预期(基于历史数据)和实际避免的事件相关联的度量(例如,相对影响(%))、绝对影响(瓦、千瓦等)、减少的损失、其他可量化的参数等)可以被提供给能源消费者,以帮助证明解决电压骤降问题的原始或额外投资是合理的。度量可以针对每个事件列出或在表格中积累、提供或作为离散点或从两个或更多设备(即,系统级视角)绘制、分析,或以其他方式操纵以指示和/或量化由于安装电压事件缓解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容差-影响曲线的3-D正交视角,该曲线合并至少三个参数,诸如:1) y轴上的标称电压的百分比,2) x轴上以周期和秒为单位的持续时间,以及3) z轴上受影响的负载百分比(或恢复时间)。虽然在所示实施例中,y轴以标称电压的百分比为单位呈现,但是应当理解,y轴单位也可以是绝对单位(例如,诸如电压的实值),或者是y轴参数幅度的基本上任何其他描述符。此外,虽然在所示实施例中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)。例如,其他参数、特性、元数据和/或缓解装置可以类似地被结合到图和/或表格中。

[0229] II. 使用非电能质量IED帮助量化电压事件影响

[0230] 量化电压事件影响的能力可以从能量、电流或功率流(即消耗)的测量的改变中导出。IED可用于提供这些测量。测量可以实时地(例如,经由直接MODBUS读取)、历史地(例如,

记录的数据)或通过一些其他手段获得。

[0231] 电力监控系统通常结合安装在整个能源消费者的电气系统中的各种IED。这些IED可能具有不同等级的能力和特征集;一些多,一些少。例如,能源消费者通常在电能进入他们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了解当从源(通常是,公共设施)接收到时电信号的质量和数量。因为计量的预算通常是固定的,并且能源消费者通常希望跨他们的电气系统尽可能广泛地计量,传统智慧约定,随着安装的计量点越靠近负载,使用能力越来越低的IED(例如,见图29)。简而言之,大多数设施都结合有比高端IED多得多的低/中端IED。

[0232] “高端”计量平台(以及一些“中端”计量平台)更贵,并且通常能够捕获包括高速电压事件的电能质量现象。与高端IED相比,“低端”计量平台更便宜,并且通常具有减小的处理器带宽、采样速率、内存和/或其他能力。低端IED的重点(包括在大多数断路器、UPS、VSD等中进行的能量测量)典型的是能量消耗或其他能量相关功能,可能还有一些非常基本的电能质量现象(例如,诸如失衡、过电压、欠电压等的稳态量)。

[0233] 该特征利用(即,相互关联、关联、对齐等)来自高端IED的一个或多个电压事件指示符、统计推导和/或其他信息,以及来自低端IED的一个或多个相似和/或不同的测量参数,目的是量化低端IED处的影响、恢复时间或其他事件特性。实现这一点的一个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符)作为参考点,用于评估与本身不具有捕获电压事件的能力的低端处的相同时间戳相对应的可测量参数。在高端、中端和低端IED三者上评估的数据可以包括(但不限于)事件幅度、持续时间、相位或线值、能量、功率、电流、顺序分量、失衡、时间戳、事件前/事件期间/事件后改变、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MODBUS读取)、历史地(例如,记录的数据)或者通过一些其他手段来获取测量。

[0234] 利用非电能质量IED的另一示例方法是扩展从高端IED导出的事件报警(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某种等级的影响,则执行对一致数据的分析的系统可以生成电压事件报警、影响报警和/或其他类型的报警。报警信息可以包括由低端IED、高端IED测量的任何相关参数和/或信息、元数据、计量特性、负载影响、恢复时间、哪一个或多个高端IED触发了低端IED报警等。

[0235] 图29和图30示出了本公开实施例的相对简单的示例。在时间 t_0 ,安装了高端IED的相应的计量点或位置 M_1 指示电压事件的开始。测量事件前负载,安装在计量位置 M_1 处的IED的恢复时间时钟开始计时。也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/或基于云的)和/或硬件评估其他连接的IED,以确定安装在另一相应计量点或位置(例如, M_2 、 M_3 、 M_4 、 M_5 、 M_6 、 M_7 、 M_8 、 M_9 、 M_{10})处的任何其他IED是否同时经历了有影响事件。在本示例中,发现安装在计量位置 M_7 处的IED经历了一致的有影响事件(为了简单起见,本示例中忽略了其他设备)。事件前负载由 M_7 确定,并且 M_7 的恢复时间时钟使用电压事件的时间戳作为参考开始计时。当安装在计量位置 M_1 和 M_7 处的IED被识别为受电压事件影响时,该影响基于事件前/事件期间/事件后电参数(例如,功率、电流、能量、电压等)进行量化,其中 t_0 从安装在计量位置 M_1 处的IED导出并且用作设备 M_1 和 M_7 两者的参考点。安装在计量位置 M_7 处的IED位于安装在计量位置 M_1 处的IED的下游,并且由于

系统阻抗和独特的受影响负载,受到更显著的相对影响(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 处的IED的恢复时间计数器相互独立,对所有IED都是如此。在本示例中,安装在计量位置 M_7 处的IED的恢复时间与安装在计量位置 M_1 处的IED的恢复时间大致相同(即, $t_{M1r} \approx t_{M7r}$);然而,情况可能并非总是如此,因为在每个计量位置,恢复时间可能是独特的。

[0236] 在实施例中,虚拟计量也可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 的IED下游有两条电路路径。右侧的电路路径通过物理IED(例如,安装在计量位置 M_2 的IED)进行计量;然而,左侧的电路路径不是由物理IED直接计量的。如果由安装在计量位置 M_1 和 M_2 的IED测量的负载数据是同步或伪同步测量的,则可以通过以下等式确定(在安装在计量位置 M_1 和 M_2 的IED的准确性和同步约束范围内)流经未计量路径 V_1 的负载: $V_1 = M_1 - M_2$ 。 V_1 表示电气系统中“虚拟计量表”或“虚拟IED”的位置,它代表对于任何同步(或伪同步)负载测量,安装IED的计量位置 M_1 和 M_2 之间的差。

[0237] 对于本示例,在图30A中,考虑在安装在计量位置 M_1 的IED下游和位于计量位置 V_1 的虚拟计量表上游发生的故障。使用如上所述的虚拟计量的概念,确定负载改变已经发生在未计量路径中。由于通过未计量路径的负载数据可以从安装在计量位置 M_1 和 M_2 的IED导出,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,与本公开的该实施例相关的其他重要参数也可以从虚拟计量表中导出,包括恢复时间、经济影响等。

[0238] 在一个实施例中,安装在计量位置 M_1 、 M_7 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)可以在指示电压事件之后根据需要非独立或独立地增加,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、2-D或3-D图形地、彩色编码地、作为离散IED的时间线、分区带、分层级、或作为系统(聚合)视图、线性或对数地、或以被认为相关和/或有用的任何其他结构或方法示出。该实施例的输出可以经由报告、文本、电子邮件、听觉、屏幕/显示器或通过一些其他交互手段。

[0239] 参考图30B-30I,提供了几个示例图来进一步说明根据本公开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。同样如上所述,一个或多个IED(或其他计量表,诸如虚拟计量表)可以安装或定位(暂时或永久)在计量位置,例如,以测量、保护和/或控制电气系统中的一个或多个负载。

[0240] 参考图30B,示出了包括多个计量位置(这里是 M_1 、 M_2 、 M_3)的示例电气系统。在所实施例中,至少一个第一IED安装在第一计量位置 M_1 ,至少一个第二IED安装在第二计量位置 M_2 ,至少一个第三IED安装在第三计量位置 M_3 。至少一个第一IED是所谓的“(多个)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,至少一个第二IED和至少一个第三IED是至少一个第一IED的孩子(并且因此彼此是兄弟),例如,由于至少一个第二IED和至少一个第三IED都安装在电气系统中的相应计量位置 M_2 、 M_3 ,该计量位置从与安装至少一个第一IED的计量位置 M_1 相关联的公共点(这里是连接1)“分支(branch)”。连接1是电气系统中的物理点,其中能量流(如在 M_1 由至少一个第一IED测量的)发散,以向左侧和右侧电气系统分支提供能量(如由至少一个第二IED和至少一个第三IED分别在 M_2 和 M_3 测量的)。

[0241] 图30B所示的电气系统是“完全计量”系统的示例,其中所有分支电路都由物理IED(这里,至少一个第一IED、至少一个第二IED和至少一个第三IED)监控。根据本公开的各方

面,可以独立地为每个离散的计量位置(M_1 、 M_2 、 M_3)开发动态容差曲线,而不依赖于来自其他 IED 的(多个)外部输入。例如,来自由安装在第一计量位置 M_1 的至少一个第一 IED 捕获的能量相关信号的电测量数据可用于生成计量位置 M_1 的独特动态容差曲线(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)。此外,来自由安装在第二计量位置 M_2 的至少一个第二 IED 捕获的能量相关信号的电测量数据可用于生成计量位置 M_2 的独特动态容差曲线(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 的至少一个第三 IED 捕获的能量相关信号的电测量数据可用于生成计量位置 M_3 的独特动态容差曲线(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)。

[0242] 参考图 30F(其中图 30B 的相似元素被示出具有相似的参考标记),示出了另一示例电气系统。类似于图 30B 所示的电气系统,图 30F 所示的电气系统包括多个计量位置(这里是 M_1 、 M_2 、 V_1)。同样,类似于图 30B 所示的电气系统,图 30F 所示的电气系统包括安装或位于计量位置(M_1 、 M_2)中的每个的至少一个计量设备。然而,这里,不同于图 30B 所示的电气系统,图 30F 所示的电气系统包括根据本公开实施例的虚拟计量表(V_1)。

[0243] 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 ,至少一个第二 IED 安装在第二“物理”计量位置 M_2 ,并且至少一个虚拟计量表被导出(或定位)在“虚拟”(非物理)计量位置 V_1 。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 的孩子(并且因此被认为是彼此的兄弟)。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的相应计量位置 M_2 、 V_1 ,该计量位置从与安装至少一个第一 IED 的计量位置 M_1 相关联的公共点(这里是连接 1)“分支”。连接 1 是电气系统中的物理点,其中能量流(如在 M_1 由至少一个第一 IED 测量的)发散以向左右分支提供能量(如在 M_2 由至少一个第二 IED 测量的,以及如由至少一个虚拟计量表为 V_1 计算的)。

[0244] 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 的至少一个第一 IED(这里是父设备)和安装在第二计量位置 M_2 的至少一个第二 IED(这里是子设备)的同步(或伪同步)数据之间的差异来创建/导出与虚拟计量位置 V_1 相关联的电测量数据。例如,与虚拟计量位置 V_1 相关联的电测量数据可以通过计算来自至少一个第一 IED 捕获的能量相关信号的电测量数据和来自至少一个第二 IED 捕获的能量相关信号的电测量数据之间在特定时间点的差(例如,对于同步或伪同步数据, $V_1 = M_1 - M_2$)来导出。应当理解,虚拟计量表(例如,位于虚拟计量位置 V_1 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,这些分支电路固有地聚合到单个代表性电路中。

[0245] 图 30F 中所示的电气系统是“部分计量”系统的示例,其中只有全部电路的子集由物理 IED(这里,至少一个第一 IED 和至少一个第二 IED)监控。根据本公开的各方面,可以为每个物理计量点(M_1 、 M_2)独立开发动态容差曲线,而不依赖于来自其他 IED 的(多个)外部输入。此外,根据本公开的各方面,虚拟计量点(V_1)的动态容差曲线使用来自物理 IED(这里是至少一个第一 IED 和至少一个第二 IED)的选择的同步(或伪同步)和互补数据(例如,功率、能量、电压、电流、谐波等)导出,并且依赖于(有时,完全依赖于)这些设备(这里是,至少一个第一 IED 和至少一个第二 IED)。例如,简要返回图 30C-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中导出(例如,分别如图30C和30D所示)。由于这种依赖性,可以理解的是,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、缺失数据、非同步数据等)将反映在最终的虚拟计量表数据中。在所示实施例中,虚拟计量点 V_1 的动态容差曲线可以与作为示例的图30E所示的动态容差曲线相同(或相似)。

[0246] 参考图30G,另一示例电气系统包括位于“虚拟”计量位置 V_1 的至少一个虚拟计量表、安装在第一“物理”计量位置 M_1 的至少一个第一IED以及安装在第二“物理”计量位置 M_2 的至少一个第二IED。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孩子(因此被认为是彼此的兄弟)。

[0247] 如图所示,至少一个第一IED和至少一个第二IED都被安装在(或位于)电气系统中的相应计量位置 M_1 、 M_2 ,该计量位置从与至少一个虚拟计量表被导出(或位于)的虚拟计量位置 V_1 相关联的公共点(这里是连接1)“分支”。连接1是电气系统中的物理点,其中能量流(如在 V_1 计算的)发散以向左右分支提供能量(如分别由至少一个第一IED和至少一个第二IED在 M_1 和 M_2 测量的)。

[0248] 根据本公开的实施例,例如,通过与上面结合图30F描述的稍微不同的方法来创建/导出与第一计量位置 V_1 相关联的电测量数据。特别地,与第一计量位置 V_1 相关联的电测量数据可以通过计算来自安装在计量位置 M_1 的至少一个第一子IED和安装在计量位置 M_2 的至少一个第二子IED的同步(或伪同步)数据的总和来确定(例如,对于同步或伪同步数据, $V_1 = M_1 + M_2$)。

[0249] 图30G所示的电气系统是“部分计量”系统的示例,其中只有全部电路的一个子集由物理IED的监控。根据本公开的各方面,可以为每个物理计量点(M_1 、 M_2)独立开发动态容差曲线,而不依赖于来自其他IED的(多个)外部输入。此外,根据本公开的各方面,虚拟父计量表(V_1)的动态容差曲线使用来自物理IED(M_1 、 M_2)的选择的互补数据(例如,功率、能量、电压、电流谐波等)导出,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、缺失数据、非同步数据等)将在虚拟父设备 V_1 中得到反映。

[0250] 参考图30H,另一示例电气系统包括位于第一“虚拟”计量位置 V_1 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 的至少一个第一IED,以及安装在第二“虚拟”计量位置 V_2 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孩子(因此被认为是彼此的兄弟)。

[0251] 如图所示,至少一个第一IED和至少一个第二虚拟计量表分别安装和导出在电气系统中的相应计量位置 M_1 、 V_2 ,该计量位置从与至少一个第一虚拟计量表所位于(或导出)的第一虚拟计量位置 V_1 相关联的公共点(这里是连接1)“分支”。连接1是电气系统中的物理点,其中能量流(如在 V_1 计算的)发散,以向左右分支提供能量(如在 M_1 由至少一个第一IED测量的,并且如在 V_2 计算的)。

[0252] 根据本公开的一些实施例,图30H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。可以对虚拟设备 (V_1 、 V_2) 上的电能质量事件 (例如电压事件) 的发生进行假设; 然而, 在这种情况下, 电能质量事件的影响可能无法 (或极难) 定义。从上面和下面的讨论中可以理解, 虚拟计量数据是从获自物理 IED 的数据中导出的。在图 30H 所示的实施例中, 物理 IED 太少而无法导出“虚拟”数据。图 30H 示出了与虚拟 IED 导出相关的一些约束。

[0253] 参考图 30I, 又一示例电气系统包括位于 (或导出) 电气系统中相应“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相应“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 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 的至少一个第一“子” IED、以及安装在第二“物理”计量位置 M_2 的至少一个第二“子” IED (在计量位置 M_1 的至少一个第一 IED 和在计量位置 M_2 的至少一个第二 IED 是在计量位置/地点 V_1 的至少一个第一虚拟计量表的孩子)。该电气系统还包括安装在第三“物理”计量位置 M_3 的至少一个第三“子” IED 和位于第二“虚拟”计量位置 V_2 的至少一个第二“子”虚拟计量表 (在计量位置 M_3 的至少一个第三 IED 和在计量位置 V_2 的至少一个第二虚拟计量表是在计量位置 M_1 的至少一个第一 IED 的孩子)。

[0254] 电气系统还包括安装在第四“物理”计量位置 M_4 的至少一个第四“子” IED 和位于第三“虚拟”计量位置 V_3 的至少一个第三“子”虚拟计量表 (在计量位置 M_4 的至少一个第四 IED 和在计量位置 V_3 的至少一个第三虚拟计量表是在计量位置 V_2 的至少一个第二虚拟计量表的孩子)。电气系统还包括安装在第五“物理”计量位置 M_5 的至少一个第五“子” IED 和位于第四“虚拟”计量位置 V_4 的至少一个第四“子”虚拟计量表 (计量位置 M_5 的至少一个第五 IED 和计量位置 V_4 的至少一个第四虚拟计量表是计量位置 V_3 的至少一个第三虚拟计量表的孩子)。如图所示, 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 , 计量层级中基本上有五层。

[0255] 图 30I 所示的电气系统示出了部分计量的系统, 其中只有全部电路的子集由物理设备/IED 监控。根据本公开的各方面, 可以为每个物理计量位置 (M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 、 M_5) 独立开发动态容差曲线, 而不依赖或不相互依赖来自其他 IED 的 (多个) 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如由安装在离散计量位置 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 、 M_5 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) 数据导出。此外, 来自安装在第二计量位置 M_2 的至少一个第二 IED 捕获的能量相关信号的电测量数据可用于生成计量位置 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)。

[0256] 特别地, 通过计算来自安装在计量位置 M_1 的至少一个第一子 IED 和安装在计量位置 M_2 的至少一个第二子 IED 的同步 (或伪同步) 数据的总和 (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 相关联的电测量数据 (并用于帮助生成第一虚拟计量位置 V_1 的动态容差曲线)。此外, 通过计算来自安装在计量位置 M_1 的至少一个第一子 IED 和安装在计量位置 M_3 的至少一个第三子 IED 的同步 (或伪同步) 数据之间的差, 可以确定 (例如, 对于同步或伪同步数据, $V_2 = M_1 - M_3$) 与第二计量位置 V_2 相关联的电测量数据 (并用于帮助生成第二虚拟计量位置 V_2 的动态容差曲线)。

[0257] 通过首先计算来自安装在计量位置 M_1 的至少一个第一子 IED 和安装在计量位置 M_3 的至少一个第三子 IED 的同步 (或伪同步) 数据之间的差, 然后计算首先计算出的差和来自

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 相关联的电测量数据(并用于帮助生成第三虚拟计量位置 V_3 的动态容差曲线)。

[0258] 此外,通过首先计算来自安装在计量位置 M_1 的至少一个第一子IED和安装在计量位置 M_3 的至少一个第三子IED的同步(或伪同步)数据之间的差,然后计算来自安装在计量位置 M_4 的至少一个第四子IED和安装在计量位置 M_5 的至少一个第五子IED的同步(或伪同步)数据之间的差,可以确定与第四虚拟计量位置 V_4 相关联的电测量数据(并用于帮助生成第四虚拟计量位置 V_4 的动态容差曲线)。首先计算出的差和计算出的来自安装在计量位置 M_4 的至少一个第四子IED和安装在计量位置 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, $V_4=M_1-M_3-M_4-M_5$)。

[0259] 从下面的讨论中可以进一步理解,使用来自一个或多个物理IED(M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 、 M_5)的事件触发器或报警,可以使用来自物理IED的事件前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、并评价虚拟计量表(和计量位置 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4)的其他相关成本。同样,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,有许多相互依赖关系用于为虚拟计量表(以及计量位置 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4)导出数据,因此应当理解,一个或多个导出可能会经历一些缺陷。

[0260] 应当理解,上述用于确定、导出和/或生成电气系统中虚拟计量表的动态容差曲线的示例也可以应用于区带(zone)和系统的聚合。在描述“操作影响”、“恢复时间”、“可再生能源成本”等概念的精神下,应当理解,只有当聚合1)对客户/能源消费者直接有用,2)和/或用于为额外的客户和/或以业务为中心的利益的(当前或未来)是有用的时,聚合才有意义。这就是为什么聚合的最佳方法通常是关注最坏情况的场景(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试图解决问题事件的经验,则很难从聚合中获得任何有用性。简而言之,仅仅因为某样东西在数学上和/或统计上是可行的,并不一定使它有用。

[0261] III. 使用层级和动态容差曲线数据评估负载影响和恢复时间

[0262] 在实施例中,当负载影响电压事件发生时,能源消费者(或本文公开的系统和方法)优先考虑“什么、何时、为什么、在哪里、谁、如何/多少/多快等”的响应是重要的。更具体地:1)发生了什么,2)什么时候发生的,3)为什么会发生,4)发生在哪里,5)谁负责,6)我如何解决这个问题,7)要花多少钱,以及8)我多久才能解决它。本文描述的实施例帮助能源消费者回答这些问题。

[0263] 从IED、区带和/或系统视角理解和量化电压(和/或其他)事件的影响,对于能源消费者全面理解其电气系统和设施的操作以及相应地响应电气事件是极其重要的。因为每个负载都有独特的操作特性、电气特性和额定值、功能等,电压事件的影响可能因负载而异。这可能会导致不可预测的行为,即使可比较的负载连接到相同的电气系统并且彼此相邻。应当理解,下面描述的实施例的一些方面可以参考本文提出的先前讨论的思想或与本文提出的先前讨论的思想重叠。

[0264] 系统(或层级)视角示出了电气系统或计量系统是如何相互连接的。当电压事件发

生时,其影响受到给定负载的系统阻抗和灵敏度的强烈影响。例如,图31示出了经历电压事件(例如,由于故障)的相对简单的全计量电气系统。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)会经历显著的电压骤降,随后是中断(由于(多个)保护设备的操作)。在实施例中,事件影响的持续时间将从故障的开始时间开始,直到系统再次正常运行为止(注意:该示例声明恢复时间为8小时)。图31中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。

[0265] 在实施例中,图31所示的电气系统的阴影和无阴影区域都可能受到故障的影响;然而,两者可能表现出不同的恢复持续时间。如果阴影区域和无阴影区域两者所服务的过程对设施的操作至关重要,那么系统恢复时间将等于两个恢复时间中更大的一个。

[0266] 在实施例中,识别IED、区带和/或系统并对他们进行优先级排序很重要。区带可以在电气系统层级中基于以下因素来确定:保护方案(例如,每个断路器保护某一区带,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层级的子集,每个区带可以按类型进行优先级排序,并且如果适用,每个区带可以被分配一个以上的优先级(例如,具有低优先级过程的高优先级负载类型)。例如,如果保护设备也作为IED,并被合并到计量系统,则它和它下面的设备可被视为一个区带。如果保护设备以协调的方案分层,这些区带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方法涉及利用层级上下文来评估电压、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指示三个区带:公用源、变压器1和变压器2。图33是能源消费者的定制区带配置的示例性图示。

[0267] 一旦建立了区带,对每个区带进行优先级排序将有助于能源消费者更好地响应电压事件(或任何其他事件)及其影响。虽然存在自动对区带进行优先级排序的技术(例如,从最大到最小的负载、负载类型、恢复时间等),最明智(prudent)的方法将是能源消费者来对每个区带的优先级进行排名。两个或两个以上的区带在优先级上具有相等的排名当然是可行的(也是预期的)。一旦建立了区带优先级,然后就可以从区带视角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建立区带的技术、基于电气系统内电压事件的历史影响进行优先级排序、并基于这些分类向能源消费者提供分析总结来自动化。

[0268] 区带也有助于识别缓解电压事件(或其他电能质量问题)的实用且经济的方法。因为缓解方案可以从系统范围到目标方案,所以以同样的方式评估缓解机会是有益的。例如,如上面图21所示,随着所提出的解决方案越靠近电气主开关设备(switchgear),电压事件的缓解方案变得越昂贵。

[0269] 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区带更敏感于电压事件(例如,可能由于局部电机启动)。从另一区带向敏感负载提供电气服务是可能的。可替代地,将电压事件的原因(例如,本地电机)移到另一区带中的另一服务点可能是明智的。

[0270] 评估区带的又一示例益处是能够基于每个相应区带的优先顺序对用于电压事件缓解的资本支出(CAPEX)投资进行优先级排序。假设这些区带已被适当地优先级排序/排

名,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)、最坏情况严重性、恢复时间等)可以随着时间的推移进行聚合,以指示缓解装备的最佳解决方案和位置。使用来自区带内IED的聚合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。

[0271] IV. 使用动态容差曲线和相关影响数据的IED报警管理

[0272] 如上所述,电气系统/网络中的每个位置通常都具有独特的电压事件容差特性。动态地(连续地)为电气系统中的一个或多个计量点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、缓解电压异常的合适且经济的技术、验证安装的缓解装备符合其设计标准、利用非电能质量IED来帮助表征电压事件容差等。

[0273] 表征IED点的电压事件容差的另一示例优势是在IED的安装点定制报警。使用动态电压事件特性描述来管理报警有几个益处,包括确保1)捕获相关事件,2)防止过度报警(更好的“报警有效性”),3)配置适当的报警,以及4)优先处理重要报警。

[0274] 报警配置和管理的现有方法通常包括:

[0275] • 能源消费者基于标准、推荐或猜测进行手动配置。

[0276] • 某种形式的设定点学习,需要配置“学习时段”来确定什么是正常的。不幸的是,如果事件发生在学习时段,它将被认为是正常的行为,除非能源消费者抓住它并忽略该数据点。

[0277] • “捕获一切”方法,要求能源消费者应用过滤器来区分哪些报警是重要的,哪些不是重要的。

[0278] 简而言之,在“实时系统”中捕获事件报警之前或之后,能源消费者(可能不是专家)可能需要主动辨别哪些事件报警/阈值是重要的。

[0279] 目前,IED电压事件报警有两个重要阈值,通常被配置为:1)幅度,和2)持续时间(有时称为报警滞后)。装备/负载被设计成在由电压幅度的可接受范围界定的给定最佳电压幅度(即额定电压)下操作。此外,负载可能在可接受的电压范围之外操作,但仅操作很短的时间段(即持续时间)。

[0280] 例如,电源的额定电压幅度可以为120伏rms $\pm$ 10%(即 $\pm$ 12伏rms)。因此,电源制造商规定电源不应在108-132伏rms范围之外连续操作。更准确地说,制造商没有承诺在规定电压范围之外电源的性能或损坏敏感性。不太明显的是电源在超出规定电压范围的瞬时(或更长时间)电压偏移(excursion)/事件期间如何执行。由于它们固有的储能能力,电源可能会提供一些电压穿越。电压穿越的长度取决于许多因素,主要是电压偏移/事件期间连接到电源的负载量/数量。电源上的负载越大,电源穿越电压偏移/事件的能力就越短。总之,这证实了两个参数(电压事件期间的电压幅度和持续时间),这两个参数碰巧也是基本电压容差曲线中示例的相同两个参数。它还将负载作为一个额外参数进行验证,当关注电压事件的影响和IED报警阈值时,可以考虑该参数。

[0281] 在本公开的实施例中,IED设备的电压幅度报警阈值可以最初用合理的设定点值(例如,负载的额定电压5%)配置。相应的持续时间阈值最初可以被配置为零秒(最高持续时间灵敏度)。可替代地,IED设备的电压幅度报警阈值可以被配置为高于或低于负载额定电压(最高幅度灵敏度)的任何电压偏移。同样,相应的持续时间阈值(报警滞后)最初可以被配置为零秒(最高灵敏度)。

[0282] 当计量的电压偏离电压报警阈值时(不管其配置的设定点如何),IED设备可能会关于电压扰动事件报警。IED可以捕获与电压事件相关的特性,诸如电压幅度、时间戳、事件持续时间、相关的事件前/事件期间/事件后电参数和特性、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的一致数据等)。

[0283] 可以评估电压事件,以确定/验证事件前电参数值(例如,负载、能量、相位失衡、电流等)及其相应的事件后值之间是否存在有意义的差异(discrepancy)。如果不存在差异(事件前vs.事件后),电压事件可被视为“无影响”,这意味着没有迹象表明能源消费者的操作和/或装备在功能上受到电压事件的影响。电压事件数据仍然可以保留在存储器中;然而,在IED捕获到电压事件时,可将其分类为对能源消费者的操作无影响。然后,现有的电压报警幅度和持续时间阈值设定点可以重新配置为无影响事件的幅度和持续时间(即,重新配置为不太敏感的设定点)。最终,在实施例中,不指示IED点处的任何操作和/或装备功能影响的更严重的电压事件将成为相应IED的电压事件报警的新的电压幅度和持续时间阈值。

[0284] 如果事件前vs.事件后差异确实存在,电压事件可被视为“有影响”,这意味着至少有一个迹象表明能源消费者的操作和/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,包括所有测量/计算的数据和与有影响事件相关的度量(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相关数据可以在稍后的时间被附加到电压事件数据记录/文件(例如,计算的事件恢复时间、来自其他IED的额外的电压事件信息、确定的事件源位置、元数据、IED数据、其他电参数、更新的历史标准、统计分析等)。因为电压事件被确定为“有影响”,所以电压报警幅度和持续时间阈值设定点保持不变,以确保不太严重但仍然有影响的事件在电气系统内的相应安装点继续被IED捕获。

[0285] 在实施例中,该过程的最终结果是离散的IED设备在安装点产生定制的电压报警模板,该模板指示产生有影响事件的电压事件(及其各自的特性)和/或区分有影响电压事件和无影响电压事件。随着更多电压事件的发生,定制电压报警模板更准确地表示IED安装点的真实电压事件灵敏度。在实施例中,可以捕获超过任何标准化或定制阈值的任何(或基本上任何)电压事件;然而,能源消费者可以选择优先考虑有影响事件,作为报警/指示器的独特类别。例如,这可以用于通过仅通知被认为是指示已经发生了影响的优先考虑的报警来最小化能源消费者监控系统中多余电压报警的泛滥。

[0286] 如以上结合本公开的其他实施例所指出的,为定制电压事件报警通知而构建的裁制的(tailored)电压容差曲线也可以用于推荐缓解装备,以改善IED安装点的穿越特性。如果能源消费者安装缓解装备,系统可以提供/检测手动或自动指示,从而可以基于系统修改(例如,缓解装备安装)创建电压容差模板的新版本。在实施例中,实用方法可以是添加到系统中的补充缓解装备的手动指示;然而,例如,也可以基于电气系统对IED的安装点处的电压事件的响应中的“非特征性改变(uncharacteristic change)”来提供自动指示。这些“非特征性改变”可以例如通过统计评估(例如,经由解析(analytics)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。在实施例中,它们也可以通过IED安装点处的电压事件穿越的任何突然改变来识别。可以向能源消费者或电气系统经理进行查询,

以验证对电气网络的任何添加、消除或改变。来自能源消费者的反馈可用于更好地精细化与电压事件(或其他计量特征)相关的任何统计评估(例如,解析算法)。历史信息(包括定制的电压容差曲线)将被保留,用于大量评价,诸如验证缓解技术的有效性、新装备安装对电压穿越特性的影响等。

[0287] 作为该实施例的一部分,可以使用两个以上的事件参数来配置阈值,以触发电压事件的报警。在上面的描述中,电压偏差的幅度和电压事件的持续时间被用来配置和触发电压事件报警。在实施例中,还可以包括更多维度,诸如负载影响和/或恢复时间,以配置电压事件报警。正如只有在任何负载受到影响时才可以将电压事件设定点阈值设置为报警一样,也可以将电压事件设定点阈值配置为允许对负载一定等级的影响。通过手动或自动的负载识别(基于电参数识别),只有在某些类型的负载因电压事件而受到影响时,才有可能报警。例如,一些负载具有某些特征(signature),诸如特定谐波频率的升高等级。在实施例中,如果那些特定谐波频率不再明显,则有可能触发电压事件报警。

[0288] 可以使用其他参数来定制报警模板。例如,能源消费者可能只对恢复时间大于5分钟的电压事件感兴趣。可通过使用历史事件数据过滤掉通常产生的恢复时间短于5分钟的电压事件特性,以相应地配置报警模板。此外,能源消费者可能只对生成大于500美元货币损失的电压事件感兴趣。同样,可以使用历史数据过滤掉通常产生低于500美元货币损失的电压事件特性,以相应地配置报警模板。显而易见,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裁制和提供实际的报警配置。还可以同时使用多个参数(例如,恢复时间>5分钟,并且,货币损失>500美元)来提供更复杂的报警方案和模板,等等。

[0289] 在实施例中,随着更多电压事件的发生,在离散和系统级两者捕获额外的电压事件前/事件期间/事件后属性和参数,并将其集成到典型的历史特性描述(历史标准)中。例如,电压事件的这种额外的特性描述可以用于从离散和系统级两者估计/预测预期恢复时间。此外,可以基于关于重新给负载供电的有效排序的历史事件数据向能源消费者建议如何实现更快的恢复时间。

[0290] 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点测量的负载等级来执行客户报警优先级排序(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改变(或正在非典型操作)的指示时,可以基于在一个或多个离散点测量的负载等级(或基于负载的非典型操作)来重新评估和修改电压事件报警设定点阈值。例如,当一个或多个IED指示测量负载低(指示设施离线)时,使电压事件报警无效(null)、静音或降低优先级可能是有利的。相反,当一个或多个IED指示额外的负载正在启动时,提高电压事件报警的优先级将是明智的。

[0291] 如本节前面提到的,在实施例中,可以使用该特征来对报警(包括电压事件报警)进行优先级排序。IED可以被配置成在安装点捕获与距标称电压(或(多个)负载额定电压)的基本上任何可感知的电压变化相关的数据,并采取包括存储、处理、分析、显示、控制、聚合等(多个)动作。此外,可以对超过某个预定义的设定点/阈值的基本上任何报警(包括电压事件报警)执行相同的(多个)动作,预定义的设定点/阈值诸如由动态电压容差曲线、(多个)标准或其他建议(如从电参数、I/O、元数据、IED特性等中的任意数量或组合中导出的)定义的那些。在实施例中,任何或所有捕获的事件(包括电压事件)然后可以被分析,以基于任意数量的参数在离散、区带和/或系统级上自动对报警进行优先级排序,这些参数包括:

报警类型、报警描述、报警时间、报警幅度、(多个)受影响的相、报警持续时间、恢复时间、波形特性、与报警相关联的负载影响、位置、层级方面、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/或与事件(包括电压事件)和能源消费者的操作相关的任何其他变量、参数或其组合。优先级排序可能与离散事件的固有特性相关,或者涉及一个以上事件(包括电压事件)的比较,并且可以在事件开始时、推迟到稍后时间时或根据前述参数来执行。在实施例中,优先级排序可以与能源消费者交互、自动地进行,或既交互又自动地进行,以促进能源消费者的偏好为目标。

[0292] 在实施例中,要考虑的参数可以至少包括电数据(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、能源消费者偏好、历史数据、统计和解析数据、经济数据、材料数据、任何衍生/开发数据等。

[0293] 例如,图34示出了IED的相对简单的电压容差曲线,对于从1微秒到稳态范围内的任意事件,电压报警阈值被设置为标称电压的 $\pm 10\%$ 。在图35中,电压骤降事件发生在该IED上,其骤降到标称电压的50%并持续3毫秒的持续时间。该事件的事件前/事件期间/事件后分析表明没有负载受到影响。在实施例中,因为没有负载受到影响,所以当(有时,仅当)电压事件的幅度和持续时间比图35中描述的事件更严重时,IED中的报警设定点阈值被重新配置为指示/优先考虑电压事件的发生。图36示出了对原始电压容差曲线的改变。简而言之,图中区域R发生的电压事件预计是无影响的,而图中区域G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,另一电压事件发生并被同一IED捕获。在该第二电压事件中,电压中断(至标称电压的0%)发生并持续1毫秒的持续时间。同样,对第二事件的事件前/事件期间/事件后分析表明没有负载受到影响。并且同样,当(有时,仅当)电压事件的幅度和持续时间比图36中描述的事件更严重时,IED中的报警设定点阈值被重新配置为指示/优先考虑电压事件的发生。图38示出了对原始电压容差曲线的改变。

[0294] 在图39中,第三电压事件发生并被IED捕获。在该第三电压事件中,电压骤降到标称电压的30%并持续2毫秒的持续时间。这一次,对第三事件的事件前/事件期间/事件后分析表明,25%的负载受到影响。随后,报警设定点阈值保持不变,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报警阈值的最终设置。注意,第三事件未在图上示出,因为本公开的该实施例的目的是重新配置/修改电压事件设定点阈值。可以将第三事件的发生通知给能源消费者,并且可以存储电压事件数据、计算、推导和任何分析,用于将来参考/受益。

[0295] V. 评估和量化电压事件对能量和需求的影响

[0296] 确立由于电压事件招致的损失通常很复杂;然而,本公开的实施例提供了有趣的度量(或多个度量),以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/或装备可能会跳闸离线。重启过程和/或装备的活动会消耗能量,并且(在某些情况下)会对设施产生峰值需求。尽管这些成本经常被忽视,但随着时间的推移,它们可能会相当多,但对设施操作的实际生产和盈利能力贡献甚微。可能有办法通过保险单承保、某些司法辖区的税务注销、甚至来自公用设施(utility)的峰值需求“宽恕(forgiveness)”来收回这些成本中的一些。也许最重要的是,量化电压事件对公用设施账单的财务影响可以提供缓解导致这些非预期和潜在影响损失的电压事件的动机。

[0297] 当电压事件发生时,可进行上述分析,以确定对负载或操作的影响等级。如果没有

发现对负载、过程和/或系统产生影响的证据,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耗、需求、功率因数以及与公用设施计费结构相关的任何其他参数分类为与恢复时间间隔相关联。可以对这些参数进行评估和分析,以确定离散、区带和/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。这些度量可以对照本地公用设施费率结构进行评估,以计算总能量相关恢复成本、恢复时段期间对目标缓解最敏感和成本最高的离散、区带、和或系统、基于历史电压事件数据的预期(例如,事件数量、事件恢复时段、事件能量成本等)、操作/程序上改善电压事件响应时间的机会,等等。

[0298] 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、总结等,以帮助能源消费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、装备、生产率或其业务操作的任何其他相关方面的影响。它还可以为与公用设施、管理、工程、维护、会计/预算或任何其他相关方的讨论提供有用的总结(或详细报告)。

[0299] VI. 使用恢复时间分解典型和非典型操作数据

[0300] 重要的是要认识到,与非恢复时间(即正常操作)相比,设施在恢复时段期间的操作通常是异常或非典型的。识别、“标记”(即,表示)和/或区分异常或非典型操作数据和正常操作数据(即,非恢复数据)对于执行计算、度量、解析、统计评估等是有用的。计量/监控系统并不固有地区分异常操作数据和正常操作数据。将操作数据区分和标记为异常(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:

[0301] 1. 分析(诸如前述)可以假设遍及所有数据的操作一致性(uniformity);然而,将异常或非典型操作模式从正常操作模式中分解出来是有用的,以便更好地评估和理解所分析数据的重要性。通过提供两种不同类别的操作来改善数据分析;正常和异常/非典型。每个可以被自动和独立地分析,以提供关于设施或系统内每个操作模式的独特和/或更精确的信息。将正常操作数据和非典型操作数据(即,由于电压事件)进行区分进一步支持了基于分析结论做出的决策。

[0302] 2. 区分正常和异常操作模式使得为每个操作模式提供离散基线信息成为可能。这提供了更好地标准化操作数据的能力,因为非典型数据可以从系统数据分析中排除。此外,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,异常操作时段的数据分析将有助于识别降低电压事件影响的可能更有效和/或更经济的方法。

[0303] 3. 由于电压事件而招致的损失通常难以确立;然而,将标记的(即,划分的、表示的等)数据评估为异常/非典型可用于识别与电压事件相关联的能耗异常值。该信息可用于帮助量化事件对总损失的能量和需求贡献。当电压事件发生时,装备可能会无意中跳闸离线。重启装备和过程的过程会消耗能量,并且可能(在某些情况下)对设施产生新的峰值需求。尽管这些成本经常被忽视/遗漏,但随着时间的推移,它们可能会相当多,但对操作的实际生产和盈利能力的贡献甚微。可能有办法通过保险单承保、某些司法管辖区的税务注销、甚至来自公用设施的峰值需求“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设施账单的财务影响可以提供对缓解导致这些非预期和潜在影响损失的电压事件的动

机。

[0304] VII. 与电压事件影响和恢复时间相关的其他评估和度量

[0305] 众所周知,包括断电(outage)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。基于Allianz Global的一项研究,中大型企业的年度估计经济损失估计在1040亿至1640亿美元之间。在实施例中,通过结合额外的经济元数据,可以评估单个电压事件以确定这些事件的货币影响。此外,在实施例中,可以通过聚合来自单个事件的数据和信息来合计电压事件影响。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、公用设施费率关税(如上所述)、平均生产损失成本/事件/小时、估计装备损失/事件/小时、平均第三方成本/事件/小时、或与基于每事件或每天/每小时/每分钟的停机时间成本相关的任何其他货币度量。使用来自上述计算的恢复时间,可以为已经被货币量化的基本上任何损失确定度量。这些度量可以相应地在离散的IED、区带和/或系统级确定。

[0306] 本文阐述了许多新的电压事件相关指数(indice),作为对电压事件和异常进行定性和量化的有用度量。虽然这些新指数集中于电压骤降,但是在实施例中,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。示例指数包括:

[0307] ○事件间平均时间(Mean Time Between Events, MTBE)。如本文所使用的,术语“MTBE”用于描述系统或系统的部分在事件和事件随后的恢复时间之间操作的平均或预期时间。这包括有影响和无影响事件两者,因此可能有也可能没有与每个事件相关联的一定量的恢复时间。

[0308] ○有影响事件间平均时间(Mean Time Between Impactful Events, MTBIE)。如本文所使用的,术语“MTBIE”用于描述系统或系统的部分在事件和事件随后的恢复时间之间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。

[0309] ○重启平均时间(Mean Time to Restart, MTTR)。如本文所使用的,术语“MTTR”用于描述在系统或系统的部分(例如,负载、区带等)级重启生产所花费的平均时间。该“平均时间”包括重新开始生产所涉及的所有(或基本上所有)因素,包括(但不限于):修理、重新配置、重置、重新初始化、审查、重新测试、重新校准、重启、更换、重新训练、重新定位、重新验证、以及影响操作恢复时间的任何其他方面/功能/工作。

[0310] ○骤降率(sag rate)。如本文所使用的,术语“骤降率”用于描述在给定时间段(诸如小时、月、年或其他时间段)内系统或系统的部分的骤降事件的平均数量。

[0311] ○生产可用性(Production Availability)。如本文所使用的,术语“生产可用性”一般指生产准备就绪,并被定义为设施在给定时间或时段执行其所需操作的能力。该度量集中于事件驱动的(多个)参数,并且可以通过以下确定:

$$[0312] \quad PA_i = \frac{MTBIE}{MTBIE + MTTR}$$

[0313] 在实施例中,系统、区带和/或离散IED点的特征在于它们的“数字9的生产正常运行时间(Number of 9's Production Up-Time)”,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(或标准化为年度值),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。这一度量可能

有助于识别缓解投资机会,并相应地优先考虑这些机会。

[0314] 在实施例中,可以使用上述度量来基于历史恢复时间信息估计/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特性描述或其他计算/导出的数据和信息可用于促进这些估计和预测。该测量可以被执行并且以一个或多个报告、文本、电子邮件、听觉指示、屏幕/显示器的方式或通过任何其他交互手段在离散IED点、区带和/或系统级被提供给能源消费者。

[0315] 一些可能是能源消费者的操作中特有的、有助于优先考虑缓解装备的放置、投资等的补充度量的示例,包括:

[0316] o平均区带中断频率指数(Average Zonal Interruption Frequency Index, AZIFI)。AZIFI是一个示例度量,可用于量化电气系统中经历“最多”中断的区带。如本文所使用的,AZIFI定义为:

$$[0317] \quad AZIFI = \frac{\text{设施内区带影响数}}{\text{系统中的区带总数}}$$

[0318] o区带影响平均中断频率指数(Zonal Impact Average Interruption Frequency Index, ZIAIFI)。ZIAIFI是一个示例度量,可用于示出区带中断以及电气系统中受影响的区带数量的趋势。如本文所使用的,ZIAIFI定义为:

$$[0319] \quad ZIAIFI = \frac{\text{区带影响数}}{\text{至少有一个影响的区带数}}$$

[0320] o平均区带中断持续时间指数(Average Zonal Interruption Duration Index, AZIDI)。AZIDI是一个示例度量,可用于基于区带影响的平均来指示系统的整体可靠性。如本文所使用的,AZIDI定义为:

$$[0321] \quad AZIDI = \frac{\text{所有受影响区带的恢复持续时间之和}}{\text{系统中的区带总数}}$$

[0322] o区带总平均中断持续时间指数(Zonal Total Average Interruption Duration Index, ZTAIDI)。ZTAIDI是一个示例度量,可用于提供经历至少一次有影响电压事件的区带的平均恢复时段的指示。如本文所使用的,ZTAIDI定义为:

$$[0323] \quad ZTAIDI = \frac{\text{所有区带影响的持续时间之和}}{\text{经历至少一次影响的区带数}}$$

[0324] 虽然前述度量集中于区带相关影响,但是在实施例中,一些或所有概念可以被重新用于离散IED点或(在一些情况下)系统影响度量。应当理解,这里的目的是记录为能源消费者及其操作创建有用度量的能力的示例;不是定义每个可能的度量或其组合。

[0325] 还应当理解,可以针对上游、下游、内部(例如,设施)和外部(例如,公用设施)电压事件源适当地进一步确定和划分上述度量中的每一个。提及的后两种(内部/外部)可能需要对IED和/或电气系统进行某种等级的层级分类。例如,层级的其他分类(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/导出额外的有用度量,以更好地评估电压事件对设施的操作的影响。来自本公开实施例的输出可以由一个或多个报告、文本、电子邮件、听觉指示、屏幕/显示器或者通过任何其他交互手段来提供。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, 响应于电路系统(circuitry) 和系统接收和处理各自的输入, 输出和指示可以由根据本公开的电路系统和系统生成。

[0326] VIII. 电压事件恢复状态跟踪

[0327] 根据本公开的用于减少恢复时间段的示例方法包括提供一种随恢复的进展跟踪恢复的方法。通过实时识别和监控通过离散IED、区带、层级和/或系统的恢复时段, 能源消费者(以及本文公开的系统和方法) 能够更好地识别、管理和加速他们整个设施中事件的恢复过程。事件恢复跟踪允许能源消费者了解恢复状态, 并做出更好、更快的决策来促进其恢复。该实施例还将允许能源消费者审查历史数据以进行恢复改善、产生和/或更新恢复程序、识别区带恢复限制、麻烦的装备等以改善未来的事件恢复情况(从而增加系统正常运行时间和可用性)。报警能力可被合并入恢复情况, 以提供在区带或设施内约束位置的指示。历史恢复度量或一些其他配置的设定点可用于确定IED、系统软件和/或云的恢复报警阈值设置, 并且来自本公开实施例的输出可通过一个或多个报告、文本、电子邮件、听觉指示、屏幕/显示器或通过任何其他交互手段来提供。

[0328] IX. 开发与电压事件相关的各种基线

[0329] 确定预期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/或负载和装备类型等因素来确定预期恢复时间。例如, 通过基于这些和其他因素定义恢复时间, 可以关于电压事件的幅度、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报警阈值、评价恢复时间性能并识别改善机会、估计实际恢复时间和成本vs. 预期恢复时间和成本、改善有影响电压事件估计的准确性等。实际的历史电压事件影响和恢复时间数据可用于通过各种手段产生相关模型, 包括统计分析(和/或解析) 和评估、简单的内插/外推和/或产生(多个) 合理典型值的任何其他方法。基线/参考模型的范围可以从简单到复杂, 并且可以为离散IED位置、区带或整个系统创建或确定, 并且来自本公开实施例的输出可以通过一个或多个报告、文本、电子邮件、听觉指示、屏幕/显示器或通过任何其他交互手段来提供。

[0330] X. 评估电压事件的相似性(Similarity) 以识别重复行为

[0331] 在实施例 中, 评估跨电气系统的电压事件以检查事件相似性可能对能源消费者是有用的。相似性可以是事件发生时间、季节性、恢复时间特性、电参数行为、区带特性行为、操作过程行为和/或任何其他显著行为或共性。识别重复的行为和/或共性可能是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/解析可以提供预测由于所述电压事件初始开始后的电压事件引起的系统影响和恢复时间的能力。

[0332] XI. 电压事件预测

[0333] 如本公开的先前实施例 中提到的, 能够为能源消费者识别缓解电压事件的有益机会是重要的。另一可以考虑的度量是预测中断的估计次数、估计影响和总恢复时间(以及相关成本)。在实施例 中, 该度量对于规划目的、支持电压事件缓解装备中的资本投资机会、甚至对于预测安装所述缓解装备的预期节省可能极其有用。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, 并对下一步预测和预期进行微调。

[0334] XII. 与电压事件影响和恢复时间相关的其他图表

[0335] 除了结合上述实施例讨论的各种曲线图(或图) 之外, 还有其他额外的有用的方法来显示与电压事件相关的数据。例如, 下面结合图41-44描述的图仅仅是以有用的格式显示

数据的几个示例;可以有許多其他方法以可以使能源消费者受益的有意义的方式呈现电压事件数据。例如,图、图表、表格、简图和/或其他说明性技术可以用于总结、比较、对比、验证、排序、趋势、证明关系、解释等等。这些数据类型可以是实时的、历史的、建模的、投影的、基线的、测量的、计算的、统计的、导出的、总结的和/或估计的。图也可以是任何维度(例如,2-D、3-D等)、颜色、阴影、形状(例如线、条形等),等等,以提供一个独特而有用的视角。

[0336] 图41示出了单个事件的负载影响vs.恢复时间的示例。纯色填充区域表示操作参数的正常或预期范围,斜线填充区域突出显示(highlight)恢复时间段,黑线是随时间变化的负载。图42示出了一系列有影响事件vs.它们从单个IED(这里也可以使用多个IED)的恢复时间的示例。在本示例中,纯色填充区域表示正常或预期的操作参数,斜线填充区域突出显示系统经历了有影响事件和经历了恢复时段的时段。图43示出了额外的数据与图41所示的数据集成的示例。在此示例中,纯色填充区域表示操作参数的正常或预期范围,斜线填充区域突出显示恢复时间段,实线示出随时间变化的负载,点划线示出随时间变化的预期负载,虚线示出典型的事件前轮廓(profile)。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不可预测。图44示出了电压事件的事件前/事件期间/事件后负载影响百分比vs.恢复时间的示例。同样,不同的变量、度量参数、特性等可以根据需要或用途而被绘制、图示等。

[0337] XIII. 电压事件影响和恢复时间数据的聚合/合并(consolidation)

[0338] 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显示来自位于设施各处的不同IED的多个报警。例如,源事件通常影响整个系统,导致每个(或基本上每个)有能力的IED指示事件已经发生。

[0339] 在实施例中,由于几个原因,聚合/合并跨系统的大量电压事件数据、报警和影响是重要的。第一,许多能源消费者倾向于忽略监控系统中的“报警雪崩”,因此聚合/合并电压事件数据减少了能源消费者必须审查和确认的报警数量。第二,一连串报警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,将多个IED捕获的所有一致电压事件协调成单个事件进行协调要有效得多。第三,捆绑电压事件比独立电压事件更容易分析,因为大部分相关数据和信息都在一个地方可用。为了简洁起见,还有许多聚合/合并电压事件的其他原因未列在此处。

[0340] 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,因为它有助于避免事件数据的冗余。冗余事件数据会扭曲度量并夸大结论,这可能会导致有缺陷的决策。本公开集中于电气系统内的三层聚合/合并:IED、区带和系统。

[0341] 在实施例中,第一层(IED)需要最小的聚合/合并,因为数据是从单个点/设备获取的,并且(希望)设备不应该从电压事件中产生其自身内的冗余信息。在某些情况下,可能存在来自单个设备的有些多余的报警信息。例如,三相电压事件可以为经历电压事件的三相中的每一相提供一个报警。此外,可以为事件拾取和丢失都触发报警,导致六个总电压事件报警(三相中的每一相的拾取和丢失报警)。虽然这个报警丰富的示例可能令人烦恼和困惑,但是许多设备和监控系统已经将多个事件报警聚合/合并成单个事件报警,正如刚刚描述的那样。在一些实施例中,对于电气系统中发生的每个电压事件,可以从每个IED提供单个电压事件报警。

[0342] 上文提到,一个电压事件经常影响监控系统内的多个IED;特别是那些能够捕获异

常电压条件的。由于区带和系统通常由多个IED组成,因此,聚合/合并电压事件的影响和后续影响的需要与这两者(区带和系统)有关。尽管区带可以包含整个系统,但是区带被配置为电气和/或计量系统的子集/子系统。然而,因为区带和系统通常都由多个设备组成,所以它们将被类似地对待。

[0343] 在实施例中,有不同的方法/技术来聚合/合并区带。第一示例方法包括评估来自特定区带内所有IED的电压事件影响和恢复时间,并将来自该区带内任何单个IED的最严重的影响和恢复时间归因于整个区带。因为事件影响和恢复时间是独立变量,因此可能从不同的IED导出,所以这两个变量应该相互独立处理。当然,重要的是跟踪哪一个区带设备被视为/被认为经历了最严重的影响以及哪一个区带设备经历了最长的恢复时间。通过利用从区带评估生成的结论,同样的方法也可以用于系统。最终,直到所有相关IED都指示情况是这样的,系统的恢复时间才算完成。

[0344] 第二示例方法包括通过使用来自特定区带的所有IED的统计评估(例如,平均影响和平均恢复时间等)来评价区带内的电压事件。在这种情况下,可以通过统计评估来自所有IED的数据并提供表示每个特定电压事件的整个区带的结果来为整个区带确定电压事件的严重性。包括平均、标准偏差、相关性、置信度、误差、准确性、精确度、偏差、变异系数以及任何其他统计方法和/或技术的统计确定可用于将来自多个IED的数据聚合/合并成该区带的一个或多个代表性值。可以使用相同的统计方法将区带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每个相关IED都指示情况是这样的。

[0345] 评估电压事件的另一示例方法是通过负载类型。在实施例中,能源消费者(或本文公开的系统和方法)可以选择通过相似性(例如,电机、照明等)来分类和聚合/合并负载,而不管它们在设施的电气系统中的位置,并相应地评估这些负载的影响和恢复时间。也可以通过它们各自的过程来评估电压事件。通过聚合/合并与同一过程相关联的负载(不管类型、位置等),可以量化所述过程的影响和恢复时间。聚合/合并电压事件的另一方法是通过源和/或单独导出的源。当电压事件与设施内(或外面的公用设施网络上)的能量源有关时,这种方法将有助于量化电压事件的影响和恢复时间。也可以考虑聚合/合并来自两个或更多个IED的电压事件信息的其他有用的逻辑的方法(例如,通过建筑物、通过产品、通过成本、通过维护等)。

[0346] 在实施例中,聚合/合并电压事件数据的基本目的是识别减少这些事件对能源消费者业务的总体影响的机会,以减少停机时间并使其更有利可图。本文所述的方法中的一种或多种(或方法的组合)可用于实现这一目标。由能源消费者(或替代物)或本文公开的系统和方法配置这些方法中的一种或多种可能是有用的或者甚至是需要的。考虑离散IED处的电压事件影响和恢复时间的能力,与任何考虑和评估聚合的/合并的电压事件影响和恢复时间的方法并不相互排斥。

[0347] 另一有趣的前景是在初始电压事件发生后评估能源消费者的操作性能。例如,电压事件可能导致一个负载跳闸离线。此后不久,另一相关负载也可能由于第一负载跳闸而跳闸离线;而不是由于另一电压事件。在确定为第一负载提供穿越缓解的结果时,这种连锁反应/传播的程度将是有意义的。在这个示例中,提供由于原始电压事件导致的恢复时段上的负载反应的时间线可能是明智的,以帮助最小化电压事件对能源消费者的操作的总体影响。

[0348] 在实施例中,电压和电流数据的分析的结果适用于网络中捕获数据的IED所连接的点。假设每个IED独特放置,网络中的每个IED通常可以对事件进行不同的分析。如本文所使用的,术语“独特放置(uni-quely placed)”通常指电气系统内的安装位置,其影响阻抗、计量的/连接的负载、电压等级等。在一些情况下,可以根据具体情况内插或外推电压事件数据。

[0349] 在实施例中,为了准确表征电能质量事件(例如,电压骤降)及其随后的(多个)网络影响,测量与该事件相关联的电压和电流信号是重要的。电压信号可用于表征事件,电流信号可用于量化事件的影响,并且电压和电流都可用于导出与本公开相关的其他相关电参数。虽然电压和电流数据分析的结果适用于网络中捕获数据的IED所连接的点,但也可以根据具体情况内插和/或外推电压事件数据。假设每个IED独特放置,网络中的每个IED通常对事件进行不同的分析。

[0350] 在实施例中,有多个因素可以影响电压骤降的影响(或无影响)。能源消费者的电气系统的阻抗可以使得电压事件产生深入系统层级(假设径向馈电(radial-fed)拓扑)中的更严重的电压骤降。电压事件幅度、持续时间、故障类型、操作参数、事件时机、相角、负载类型以及与功能、电气甚至维护参数相关的各种其他因素都可能影响电压骤降事件的影响。

[0351] 应当理解,在一些实施例中,可以在云中、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中导出的任何相关信息和/或数据。

[0352] 参考图45-48,示出了几个流程图(或流程块图)来说明本公开的各种方法。矩形元素(以图45中的元素4505为典型的),在本文可以被称为“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(以图45中的元素4525为典型的),在本文可以被称为“决策块”,表示影响由处理块表示的计算机软件和/或IED算法指令的执行的计算机软件和/或IED算法指令、或指令组。处理块和决策块可以表示由功能等效电路(诸如数字信号处理器电路或专用集成电路(application specific integrated circuit,ASIC))执行的步骤。

[0353] 流程图没有描绘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用以执行特定装置所需的处理的电路或生成计算机软件所需的功能信息。应该注意的是,没有示出许多常规程序元素,诸如循环和变量的初始化以及临时变量的使用。本领域普通技术人员将会理解,除非本文另有指出,所描述块的特定顺序仅是说明性的,并且可以变化。因此,除非另有说明,下面描述的块是无序的;这意味着,在可能的情况下,这些块可以以任何方便或期望的顺序执行,包括顺序块可以同时执行,反之亦然。还将理解,来自下面描述的流程图的各种特征可以在一些实施例中组合。因此,除非另有说明,否则来自下面描述的流程图之一的特征可以与下面描述的其他流程图的特征相结合,例如,以捕获本公开寻求保护的与动态容差曲线相关联的系统和方法的各种优点和方面。

[0354] 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(或扰动)的示例方法4500,该方法可以,例如,在IED的处理器(例如,图1A所示的121)和/或与电气系统相关联的控制系统处理器上实施。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。

[0355] 如图45所示,方法4500开始于块4505,在块4505中,由耦合到负载的IED(和/或控制系统)测量与电气系统中的一个或多个负载(例如,图1A所示的111)相关联的电压和/或电流信号(或波形),并且捕获、收集、存储数据等。

[0356] 在块4510,来自电压和/或电流信号的电测量数据被处理以识别与一个或多个负载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之一。

[0357] 在块4515,确定至少一个识别的电能质量事件对一个或多个负载的影响。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”参数),并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,(多个)电能质量事件可以至少部分基于(多个)事件的所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。这反过来可以影响系统的输出,例如由系统生成的产品的产量、质量、速度等。在一些实施例中,产品可以是物理/有形对象(例如,小部件)。此外,在一些实施例中,产品可以是非物理对象(例如,数据或信息)。相反,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。

[0358] 在块4520,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所确定的影响被用于生成或更新与一个或多个负载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等级。例如,可以生成容差曲线(例如,如图4所示)来指示与负载(和/或电气系统)相关联的“禁止区”、“无损坏区”和“功能无中断区”,其中各个区对应于负载对某些电能质量事件的各种容差等级。例如,容差曲线可以显示在IED的图形用户界面(GUI)(例如,如图1B所示的230)和/或控制系统的GUI上。在块4520之前已经生成容差曲线的实施例中,例如,由于存在现有容差曲线,可以更新现有容差曲线,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所确定的影响导出的信息。例如,在存在基线容差曲线的实施例中,或者在已经使用方法4500生成容差曲线的实施例中,可以存在现有容差曲线(例如,响应于第一或初始电能质量事件生成的初始容差曲线)。换句话说,在实施例中,在每个识别的电能质量事件之后通常不会生成新的容差曲线,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。

[0359] 在块4525(在一些实施例中是可选的),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者落在容差曲线中指示的范围或区之外(例如,“功能无中断区”)。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功能的中断),则该方法可以前进到块4530。可替代地,在一些实施例中,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,该事件没有导致负载功能的中断),则该方法可以结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块4505并再次重复。例如,在希望连续地(或半连续地)捕获

电压和/或电流信号并响应于在这些捕获的电压和/或电流信号中识别的电能质量事件而动态更新容差曲线的实施例中,该方法可以返回到块4505。可替代地,在希望表征在一组捕获的电压和/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。

[0360] 此外,在实施例中,事件信息可用于调整(例如,扩展)“功能无中断”区,例如,为特定IED位置生成定制容差曲线(类似于图2)。应当理解,在某些点表征电气系统对用户是极其有用的,因为他们可以更好地理解他们系统的行为。

[0361] 在一些实施例中,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,该范围不是预先确定的。例如,我可能选择没有“功能无中断”区,并且说偏离标称电压的任何情况(anything)都需要评估。在这种情况下,电压范围可能遍及所有地方,并且我可能有几十次电能质量事件;然而,我的负载可能不会经历任何扰动。因此,这些事件被认为是无影响的。在这种情况下,我将我的“无中断”区从基本上的标称电压向外放宽/扩展到这些事件开始扰动我的负载的点(基于事件前vs.事件后测得的负载影响)。

[0362] 换句话说,本发明不限于ITIC曲线(或任何其他预定范围或(多个)曲线)。相反,本发明的实施例要求为电气系统或网络中的特定位置(即IED所处的位置)“创建”定制电压容差曲线。该曲线可以基于ITIC曲线、SEMI曲线或任何数量的其他曲线。此外,曲线可以是定制曲线(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)。应当理解,本发明不需要预定的容差曲线,相反,它仅用于解释本发明(结合该图,以及结合上面和下面描述的图)。

[0363] 在块4530(在一些实施例中是可选的),影响电气系统的至少一个组件的动作可以响应于至少一个识别的电能质量事件的所确定的影响超出容差曲线指示的范围而自动执行。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所确定的影响超出范围而生成控制信号,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监控的至少一个负载。控制信号可以由IED、控制系统或与电气系统相关联的另一设备或系统生成。如上图所述,在一些实施例中,IED可以包括或对应于控制系统。此外,在一些实施例中,控制系统可以包括IED。

[0364] 作为另一示例,例如,在与该影响相关联的设施中,在块4530可能受影响的动作是启动和停止计时器,以量化对生产的影响的长度(或持续时间)。这将有助于用户在非典型状况期间关于设施的操作作出更好的决策。

[0365] 在块4530之后,在一些实施例中,该方法可以结束。在其他实施例中,该方法可以返回到块4505并再次重复(出于与上面结合块4525讨论的基本相同的原因)。例如,在方法在块4530之后结束的一些实施例中,该方法可以响应于用户输入和/或控制信号而再次启动。

[0366] 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(或扰动)的示例方法4600,该方法可以在例如IED的处理器(例如,图1A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/事件后电能特性来确定电气系统是否受到影响(例如,在(多个)IED级)。在实施例中,可以使用阈值来确定恢复时间(例如,事件后电能是事件前电能的90%)。这允许我们量化电能质量扰动对(多个)负载、(多个)过程、(多个)系统、(多个)设施等的影响。

[0367] 如图46所示,方法4600开始于块4605,在块4605中,由IED测量和捕获电压和/或电流信号(或波形)。

[0368] 在块4610,电压和/或电流信号被处理以识别与被IED监控的一个或多个负载(例如,图1A所示的111)相关联的电能质量事件。在一些实施例中,事件前、事件和事件后记录的数据也可用于识别电能质量事件。事件前、事件和事件后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。

[0369] 在块4615,根据电压和/或电流信号确定事件前参数。在实施例中,事件前参数对应于可以直接测量和/或从电压和电流导出的基本上任何参数,包括但不限于功率、能量、谐波、功率因数、频率、事件参数(例如,扰动时间、扰动幅度等),等等。在实施例中,事件前数据也可以从“统计标准”中导出。元数据也可以用来帮助相应地导出额外的参数。

[0370] 在块4620,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 vs. 事件后参数来计算事件影响。在实施例中,这包括在系统的计量点处事件的特性(即,幅度、持续时间、扰动类型等)及其对(多个)负载、(多个)过程、(多个)系统、(多个)设施等的影响两者。

[0371] 在块4625,恢复阈值(或条件)与实时参数进行比较。在实施例中,恢复阈值可以对应于被认为是系统、子系统、过程和/或负载恢复条件的事件前条件的百分比。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/或负载特性可用于提供恢复阈值。此外,统计标准可用于提供恢复阈值。在实施例中,恢复阈值是存储在与IED相关联的存储器设备上的配置(例如,预配置)的恢复阈值。可替代方法是将所有电压事件信息传递给云或现场软件,然后在那里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IED中。

[0372] 在块4630,IED确定实时参数是否满足恢复阈值(或条件)。如果IED确定实时参数满足恢复阈值,则该方法前进到块4635。可替代地,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,这里的输出是确定恢复时间;因此,它可以保持在循环中,直到事件后等级满足预定阈值。

[0373] 在块4635,IED根据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。

[0374] 在块4640,在IED的输出处提供电能质量扰动(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、对电力的影响、与事件影响相关联的成本、I/O状态改变、事件时间/恢复时间、电压/电流改变、失衡改变、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。报告可提供给客户、销售团队、供应链管理、工程团队和/或任何其他相关方等。可以生成控制信号来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被配置来监控的(多个)负载相关联的一个或多个参数。

[0375] 在块4640,还可以存储电能质量扰动的指示(以及与方法4600相关联的其他数据)。在一些实施例中,指示可以本地存储,例如,存储在与IED相同的地点(或在IED设备本身上)。此外,在一些实施例中,指示可以远程存储,例如,存储在云中和/或现场软件中。在

块4640之后,方法4600可以结束。

[0376] 参考图47,流程图示出了用于电能质量的扩展的定性引导生成的示例方法4700。类似于上面结合图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/事件后电能特性,可以量化计量点处电气系统对电能质量扰动的敏感性。这些信息可用于识别缓解方案的产品供应,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,当电能质量事件发生时,方法4700还可以用于节能机会(例如,功率因数校正、增加的装备效率等)。

[0377] 如图47所示,方法4700开始于块4705,在块4705中,由IED测量和捕获电压和/或电流信号(或波形)。

[0378] 在块4710,电压和/或电流信号被处理以识别与由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,事件前、事件和事件后记录的数据也可用于识别电能质量事件。事件前、事件和事件后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。

[0379] 在块4715,根据电压和/或电流信号确定事件前参数。在实施例中,事件前参数对应于可以直接测量和/或从电压和电流导出的基本上任何参数,包括但不限于功率、能量、谐波、功率因数、频率、事件参数(例如,扰动时间、扰动幅度等),等等。在实施例中,事件前数据也可以从“统计标准”中导出。元数据也可以用来帮助相应地导出额外的参数。

[0380] 在块4720,计算电能质量事件的影响。在实施例中,基于事件前参数vs.事件后参数来计算事件影响。在实施例中,这包括在系统的计量点处事件的特性(即,幅度、持续时间、扰动类型等)及其对(多个)负载、(多个)过程、(多个)系统、(多个)设施等的影响两者。

[0381] 在块4725,将事件特性与缓解方案(例如,产品解决方案)进行比较。在实施例中,可以存在用于缓解与电能质量事件或扰动相关联的问题的解决方案的设计和应用标准库。解决方案的设计和应用标准库可以存储在与IED相关联的或者由IED访问的(例如,经由云远程地访问)存储器设备上。在一些实施例中,块4725可以在云中或现场软件中执行。这样,能源消费者就能从系统级看到一切。

[0382] 在块4730,IED确定特定实体(例如,Schneider Electric)是否为特定事件提供缓解方案。如果IED确定特定实体为特定事件提供缓解方案,则该方法前进到块4635。可替代地,如果IED确定特定实体没有为特定事件提供缓解方案,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(然而远离计量表)。在实施例中,我们可能想要将解决方案和大量分析放在云或现场软件中,因为它更容易更新,能源消费者更容易访问它,并且它提供了聚合的系统视图。

[0383] 在块4735,为特定事件或问题(或事件或问题的类型)建立由特定实体提供的解决方案列表。在块4740,生成报告并将其提供给客户、与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,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、对电力的影响、I/O状态改变、事件时间/恢复时间、电压/电流改变、相位平衡改变、过程和/或受影响的区域等。报告可能包括关于SE解决方案的信息(例如,面向客户的文献、特征和益处、技术规范、成本等)、给定事件(或事件类型)所需的近似解决方案大小、与外部标准的比较、位置等。电气和/或计量系统层级和/或其他元数据(例如,负载特性

等)可以用来帮助评估。

[0384] 在块4745,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,报告可以本地存储,例如,存储在与IED相同的地点(或在IED设备本身上)。此外,在一些实施例中,报告可以远程存储,例如,在云中。在实施例中,块4740和4745可以基本上同时执行。

[0385] 现在返回到块4730,如果确定特定实体没有为特定事件提供缓解方案,则该方法前进到块4750。在块4750,事件参数和/或特性(以及与方法4700相关联的其他信息)可以被存储(例如,本地和/或云中)。在块4755,至少部分基于在块4750存储的选择的信息生成报告。在实施例中,报告可以包括对能源消费者的影响的评估和对潜在未来解决方案开发、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。

[0386] 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,可以(随着时间的推移)为基本上任何给定的能源消费者自动开发定制的事件容差曲线。这对于帮助能源消费者识别、表征、分析和/或使其系统对电能质量事件不敏感非常有用。

[0387] 如图48所示,方法4800开始于块4805,在块4805中,由IED测量和捕获电压和/或电流信号(或波形)。

[0388] 在块4810,电压和/或电流信号被处理以识别与由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,事件前、事件和事件后记录的数据也可用于识别电能质量事件。事件前、事件和事件后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。

[0389] 在块4815,根据电压和/或电流信号确定事件前参数。在实施例中,事件前参数对应于可以直接测量和/或从电压和电流导出的基本上任何参数,包括但不限于功率、能量、谐波、功率因数、频率、事件参数(例如,扰动时间、扰动幅度等),等等。在实施例中,事件前数据也可以从“统计标准”中导出。元数据也可以用来帮助相应地导出额外的参数。

[0390] 在块4820,确定电能质量事件的影响。在实施例中,基于事件前参数vs.事件后参数来计算事件影响。在实施例中,这包括在系统的计量点处事件的特性(即,幅度、持续时间、扰动类型等)及其对(多个)负载、(多个)过程、(多个)系统、(多个)设施等的影响两者。

[0391] 在块4825,扰动阈值(或条件)与事件的所确定的影响进行比较。在实施例中,扰动阈值可以对应于被认为是“显著的”系统、子系统、过程和/或负载扰动的事件前和事件后条件之间的百分比改变。例如,由于电气(或其他)事件导致的5%的负载减少可能被认为是“显著的”。在实施例中,扰动阈值是存储在与IED和/或网关、云和/或现场软件应用相关联的存储器设备上的配置(例如,预配置)的扰动阈值。

[0392] 在块4830,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”扰动(例如,基于块4825的比较)。如果IED确定系统、子系统、过程、设施和/或(多个)负载经历了“显著的”扰动,则该方法前进到块4835。可替代地,如果IED确定系统、子系统、过程、设施和/或(多个)负载没有经历“显著的”扰动,则该方法前进到块4840。

[0393] 在块4835,扰动点被生成并被绘制为扰动的(例如,影响系统、子系统、过程、设施

和/或(多个)负载)。在块4845,基线容差曲线(例如,SEMI-F47、ITIC、CBEMA等)基于与特定记录的扰动(这里,在块4835)相关联的特性被修改、改变和/或定制。

[0394] 可替代地,在块4840,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”扰动,扰动点被生成并被绘制为非扰动的(例如,不影响系统、子系统、过程、设施和/或(多个)负载)。在块4845,基线容差曲线基于与特定记录的扰动(这里,在块4840)相关联的特性被修改、改变和/或定制。例如,曲线中的线可以在“无中断区”和“无损坏/禁止区”之间移动。可替代地,曲线中的线可能根本不移动。

[0395] 在块4850,生成报告。在实施例中,报告可以包括来自基本上任何离散的IED(或作为系统)的信息,包括:恢复时间、对功率的影响、I/O状态改变、事件时间/恢复时间、电压/电流改变、失衡改变、受影响的区域和负载等。报告可以包括(多个)容差曲线的更新的图、(多个)曲线中的突出显示的改变、推荐的(多个)缓解方案等。

[0396] 在块4855(在一些实施例中是可选的),可以在(多个)离散的计量点更新至少一个报警设置,以匹配新的容差曲线(例如,在块4845处生成的容差曲线)。在块4860,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,本地地存储在网关中、现场软件中和/或云中)。在一些实施例中,块4850、4855和4860中的两个或多个可以基本上同时执行。在块4850、4855和4860之后,方法4800可以结束。

[0397] 通常,如图49和图50所示,装备(例如,负载或其他电气基础设施)被设计成具有额定电压和推荐的操作范围。额定电压是最佳装备操作所需的电压幅度/等级。此外,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),在该区域装备仍然可以成功地连续操作,尽管不一定最佳地操作(例如,更低的效率、额外的发热、更高的电流等)。IED电压事件报警阈值(为简单起见,本文也称为“报警阈值”)通常被配置成(但不总是)与推荐的操作范围对齐,从而可以测量、捕获和存储超出推荐的操作范围的偏移。这是因为过度电压偏移和经历这些偏移的装备的临时或永久损坏存在强相关性。此外,电压偏移可能导致操作问题、中断、数据丢失和/或对装备、过程和/或操作的任何其他数量的影响。

[0398] 虽然负载、过程和/或系统的“推荐的操作范围”通常与电压幅度相关,但这些偏移的持续时间也是一个重要的考虑。例如,超出推荐操作范围+10%的1毫秒电压偏移可能不会对负载、过程和/或系统的操作产生不利影响,也不会影响其预期操作寿命。可替代地,超出推荐操作范围+10%的20毫秒电压偏移可能使得相同的负载、过程和/或系统经历中断和/或降低其预期寿命(在某种程度上)。

[0399] 图49和图50示出了同一概念的两种表示。即,图49示出rms波形,图50示出瞬间波形。图49所示的rms波形使用众所周知的等式(均方根)计算从图50所示的瞬间波形数据导出。这两种波形表示对于分析功率和能量相关问题以及排除电能质量问题都很有用。每个相应的图形示出了理论负载、过程和/或系统的示例性额定电压、上报警阈值和下报警阈值。在这种情况下,推荐的操作范围(阴影区域)假设分别与报警阈值的上限和下限对齐。

[0400] 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(例如,图1A所示的121)的处理器上实施。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、现场软件或另一头端系统中实施。

[0401] 如图51所示,方法5100开始于块5105,在块5105中,由电气系统中多个IED中的至

少一个第一IED测量能量相关信号,并捕获、收集、存储数据等。该至少一个第一IED安装在电气系统中的第一计量点(例如,物理计量点)(例如,如图30F所示的计量点 M_1)。

[0402] 在块5110,由电气系统中多个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。该至少一个第二IED安装在电气系统中的第二计量点(例如,物理计量点)(例如,如图30F所示的计量点 M_2)。

[0403] 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中的至少一个: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。

[0404] 在块5115,电气系统中至少一个第一虚拟计量表的电测量数据从(a)来自或从由至少一个第一IED捕获的能量相关信号导出的电测量数据,和(b)来自或从由至少一个第二IED捕获的能量相关信号导出的电测量数据导出。在实施例中,至少一个第一虚拟计量表被导出或位于电气系统中的第三计量点(例如,如图30F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。

[0405] 在一些实施例中,可以基于至少一个第一虚拟计量表关于至少一个第一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测量数据。例如,如以上结合图30B-30I所述,虚拟计量表(例如,至少一个第一虚拟计量表)的电测量数据可以基于虚拟计量表和电气系统中的其他计量表(例如,IED)的已知位置以及它们之间的(多个)父子关系来导出。

[0406] 在块5120,至少一个第一虚拟计量表的导出的电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电能质量事件(或多个电能质量事件)的影响。同样如以上结合附图所讨论的,在一些实施例中,响应于动态容差曲线的分析,可以选择和应用用于缓解电能质量事件(或多个电能质量事件)的影响的至少一个手段。

[0407] 在块5120之后,在一些实施例中,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而再次重复,或者自动地再次重复,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。

[0408] 在一些实施例中,来自或从由至少一个第一IED捕获的能量相关信号导出的电测量数据也可用于生成或更新与第一计量点相关联的动态容差曲线。此外,在一些实施例中,来自或从由至少一个第二IED捕获的能量相关信号导出的电测量数据也可用于生成或更新与第二计量点相关联的动态容差曲线。

[0409] 例如,在一些实施例中,可以处理来自或从由电气系统中的至少一个第一IED捕获的能量相关信号导出的电测量数据,以识别第一计量点处的电能质量事件,并确定所识别的电能质量事件在第一计量点处的影响。所识别的电能质量事件和所识别的电能质量事件在第一计量点处的所确定的影响可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(多个)电能质量事件对第一计量点的影响。

[0410] 在一些实施例中,至少一个第一IED可以被配置成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。

[0411] 在一些实施例中,该至少一个第二IED可以不被配置成捕获电能质量事件,或者该至少一个第二IED可能不能捕获电能质量事件。例如,在这些实施例中,所识别的在第二计量点处的电能质量事件的影响可以基于来自在所识别的第一计量点处电能质量事件的发生时间附近由该至少一个第二IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据的评估来确定。例如,可以通过处理来自至少一个第一IED捕获的能量相关信号的或从该信号中导出的电测量数据来确定所识别的在第一计量点处的电能质量事件的发生时间。

[0412] 在一些实施例中,所识别的电能质量事件和所识别的在第二计量点处的电能质量所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第二计量点处的(多个)电能质量事件的影响。

[0413] 在一些实施例中,至少一个第二IED可以被配置成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。

[0414] 在上述实施例(其中至少一个第二IED可以不被配置成捕获电能质量事件,或者该至少一个第二IED可能不能捕获电能质量事件)中,至少所识别的在第一计量点处的电能质量事件的所确定的发生时间可以从该至少一个第一IED传送到以下中的至少一个中:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。所识别的在第二计量点处的电能质量事件的影响可以基于以下中的至少一个来确定:基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统。

[0415] 在一些实施例中,将所确定的发生时间从至少一个第一IED传送到基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统中的至少一个,包括:产生时间戳、报警和指示至少一个第一IED上所确定的发生时间的触发器中的至少一个;以及将时间戳、报警和触发器中的至少一个传送给基于云的系统、现场软件、网关和另一头端系统中的至少一个。

[0416] 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,图1A所示的121)的处理器上和/或远离至少一个IED在基于云的系统、现场软件、网关或另一头端系统中的至少一个中来实施。

[0417] 如图52所示,方法5200开始于块5205,在块5205中,由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),并且捕获、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。此外,在一些实施例中,能量相关信号包括以下中的至少一个: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。

[0418] 在块5210,处理来自或从在块5205处由至少一个计量设备捕获的能量相关信号导出的电测量数据,以识别与由至少一个计量设备监控的至少一个负载(例如,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位置。

[0419] 在块5215,确定所识别的电能质量事件是否对至少一个负载或电气系统有影响。如果确定所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。

[0420] 在块5220,确定至少一个负载或电气系统从所识别的电能质量事件恢复的恢复时间。此外,在块5225,基于所确定的恢复时间,在恢复时间期间捕获、收集和/或存储的数据

被标记(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。

[0421] 现在简要返回到块5215,如果确定所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,则动态容差曲线可以被更新,并且在一些实施例中,该方法可以结束。在块5225之后,在一些实施例中,该方法也可以结束。

[0422] 在其他实施例中,该方法可以包括一个或多个额外的步骤。例如,在一些实施例中,响应于确定所识别的电能质量事件对至少一个负载或电气系统有影响,可以将与电测量数据相关联的一个或多个度量对照本地公用设施费率结构进行比较,以计算所识别的电能质量事件的总的能量相关成本,并识别降低总的能量相关成本的机会。应当理解,在一些实施例中,所识别的电能质量事件的总的能量相关成本以及所识别的降低总的能量相关成本的机会是基于标记的恢复时间数据。

[0423] 此外,在一些实施例中,可以至少部分地基于与所确定的恢复时间相关联的一个或多个度量来确定所识别的电能质量事件的经济影响。贯穿本公开讨论了示例度量。

[0424] 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从电气系统中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,图1A所示的121)的处理器上和/或远离至少一个IED在基于云的系统、现场软件、网关或另一头端系统中的至少一个中实施。

[0425] 如图53所示,方法5300开始于块5305,在块5305中,由电气系统中的至少一个IED测量能量相关信号(或波形),并且捕获、收集、存储数据等。在一些实施例中,能量相关信号包括电压、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、相电压和线电压中的至少一个。

[0426] 在块5310,处理来自或从在块5305处由至少一个IED捕获的能量相关信号导出的电测量数据,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。

[0427] 在块5315,确定用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个手段。此外,在块5320,应用从用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个手段中所选择的一个手段。

[0428] 在块5325,响应于从用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个手段中所选择的一个手段被应用,跟踪电气系统的响应特性。在一些实施例中,关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反复的(recurring)事件数据。所识别的反复的事件数据可用于例如预测电气系统中的电能质量事件。

[0429] 如上文结合本公开第VI节“使用恢复时间分解典型和非典型操作数据”所讨论的,重要的是要认识到,与非恢复时间(即正常操作)相比,设施在恢复时段期间的操作通常是异常或非典型的。此外,识别和“标记”(即,表示)并区分异常或非典型操作数据和正常操作数据(即,非恢复数据)对于执行计算、度量、解析、统计评估等是有用的。计量/监控系统并不固有地区分异常操作数据和正常操作数据。将操作数据区分和标记为异常(即,由于处于恢复模式)或正常提供了几个优势,其示例在本公开的第VI节中提供。

[0430] 在块5330,评估电气系统的响应特性,以确定从用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个手段中所选择的一个手段的有效性。如果确定从用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个手段中所选择的一个手段是无效的,则在一些实施例中,该方法可

以返回到块5315。一旦返回到块5315,可以确定用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个其他手段。此外,在块5320,可以应用从用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个其他手段中所选择的一个手段。

[0431] 现在返回到块5330,如果可替代地确定从用于从所识别的电能质量事件中恢复的至少一个手段中所选择的一个手段是有效的,则在一些实施例中,该方法可以结束。可替代地,例如,关于该问题及其解决方案的信息可以被包括在和/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)。

[0432] 如上所述,并且如本领域普通技术人员将理解的,本公开的实施例促进了设施内的“更多和更好”的计量。例如,安装在能源消费者电气系统中的IED越多,这些实施例对能源消费者越有利。如本领域普通技术人员还将理解的,对于电压事件缓解产品来说,存在显著的机会。此外,本领域普通技术人员将理解,识别和促进通常被能源消费者忽视、误解或简单忽略的机会是重要的。量化电压事件的能力为能源消费者解决这些问题创造了合理的紧迫感。在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,能源消费者可以改善其操作可用性并增加其盈利能力。

[0433] 本公开中描述的实施例也可以为基于云的服务创造许多机会。虽然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,但是与能源消费者的直接(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的可能性。

[0434] 如上所述,电压骤降/突降对工业装备、过程、产品以及最终客户的底线都有显著影响。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,并且可以源自能源消费者设施的内部和外部。使用动态电压容差曲线和本文描述的其他实施例将提供定位、量化和校正电压骤降/突降的影响以及缩短事件恢复时间的能力。此外,动态电压容差曲线提供了定向(target)、设计和验证定制缓解方案和服务的能力,这有助于能源消费者减少对他们操作的中断、最大化他们的系统性能和可用性、增加他们的装备寿命、并降低他们的总操作成本。简而言之,本申请中公开的实施例可以被并入计量表、网关、现场软件(诸如PME)和基于云的供应(例如施耐德电气的电力顾问(Power Advisor by Schneider Electric))。

[0435] 如上所述,本领域普通技术人员将会理解,本文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手段,包括硬件、软件、固件或其任意组合。

[0436] 应当理解,本文寻求保护的概念、系统、电路和技术不限于在本文描述的示例应用(例如,电力监控系统应用)中使用,而是可以在基本上任何需要管理电气系统中的电力质量事件的应用中使用。虽然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本文公开的精确结构和组成,并且在不脱离如所附权利要求限定的本公开的精神和范围的情况下,各种修改、改变和变化可以从前述描述中变得显而易见。

[0437] 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,现在对于本领域普通技术人员来说显而易见的是,可以使用结合这些概念、结构和技术的其

他实施例。此外,本文描述的不同实施例的元素可以被组合以形成上面没有具体阐述的其他实施例。

[0438] 因此主张,本专利范围不应限于所描述的实施例,而应仅受所附权利要求的精神和范围的限制。

[0439] ¹<https://adfpowertuning.com/en/about-us/news-stories/148-leonardo-energy-qpan-european-power-quality-survey-q-shows-g150bn-annually-in-cost-for-low-power-quality.html>

[0440] 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/>

[0441] ³The Cost of Poor Power Quality, Roman Targosz and David Chapman, October 2015, ECI Publication No. Cu0145

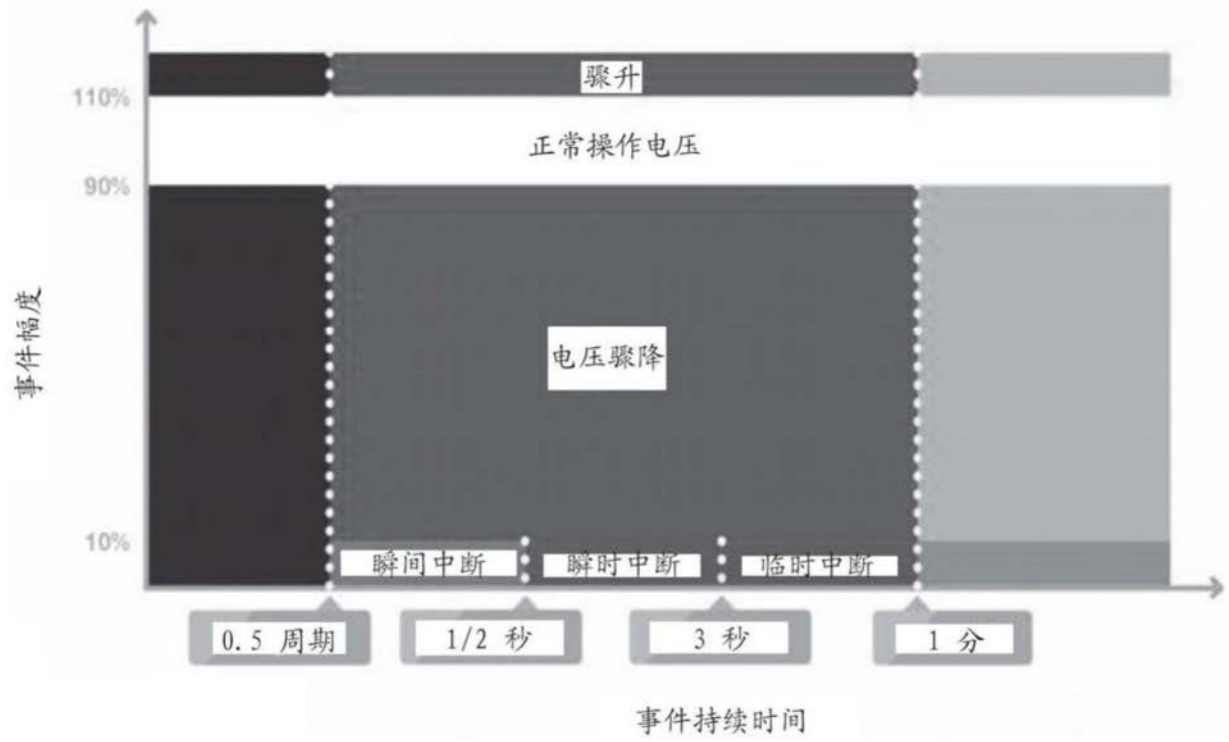


图1

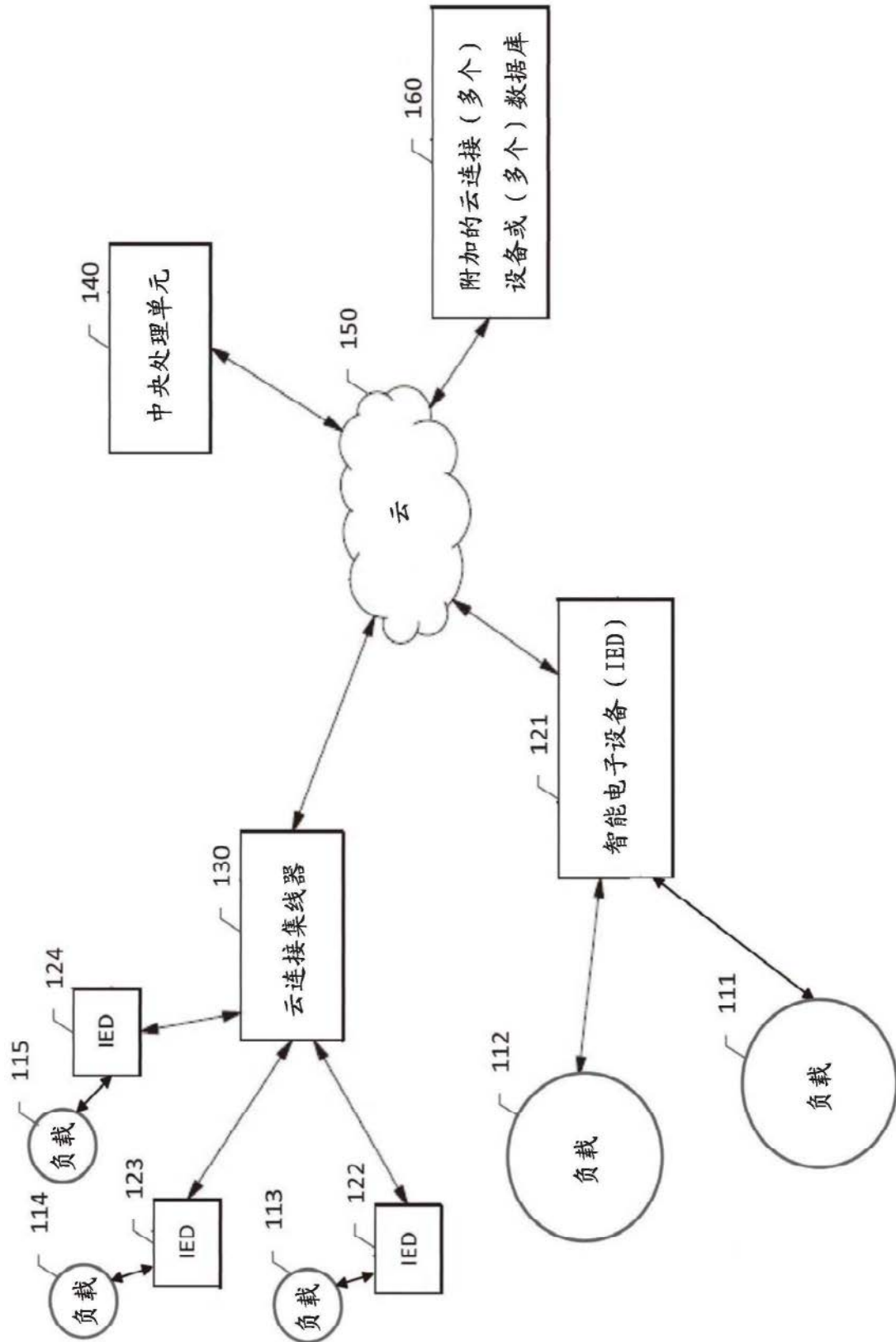


图1A

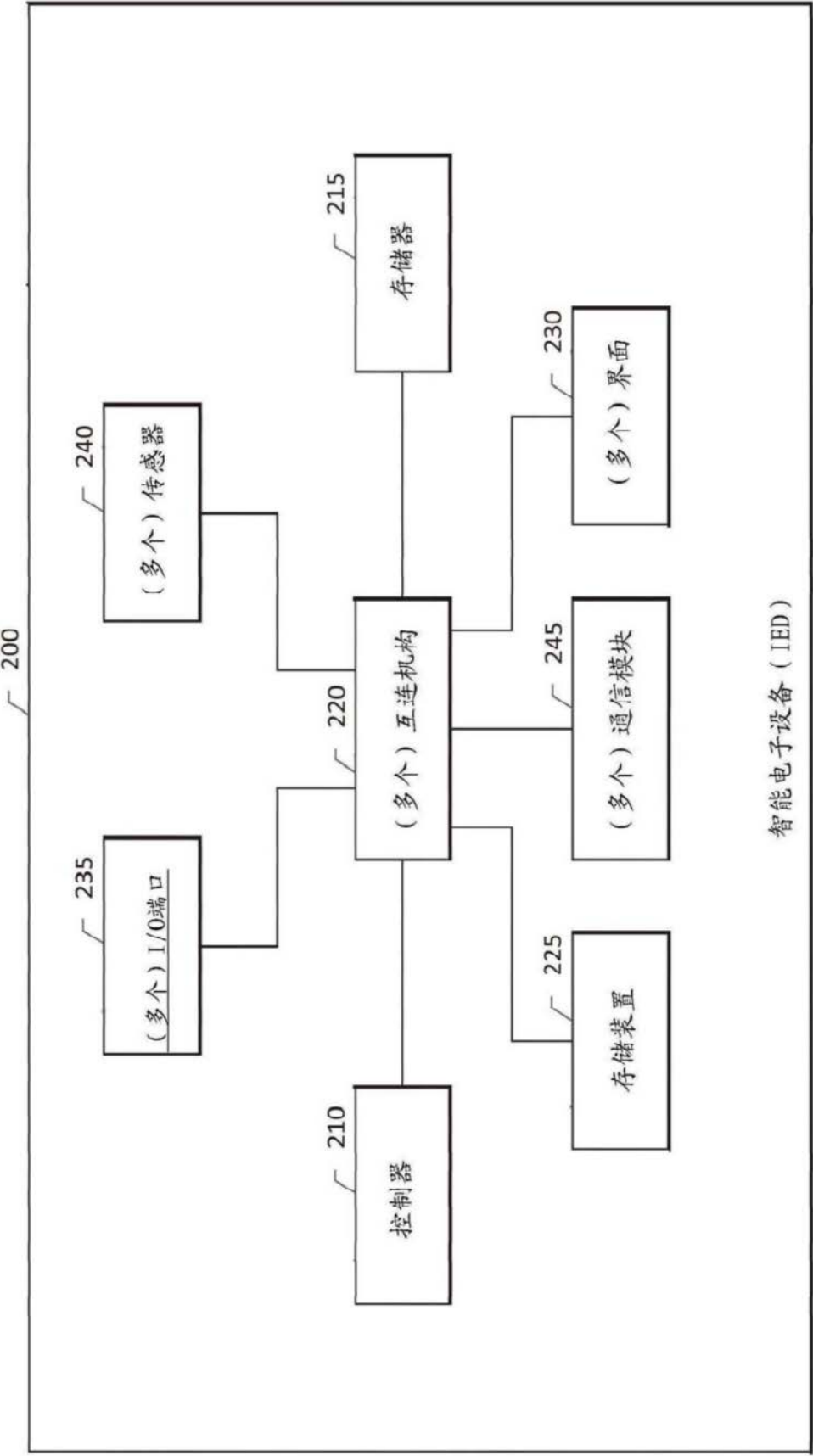


图1B

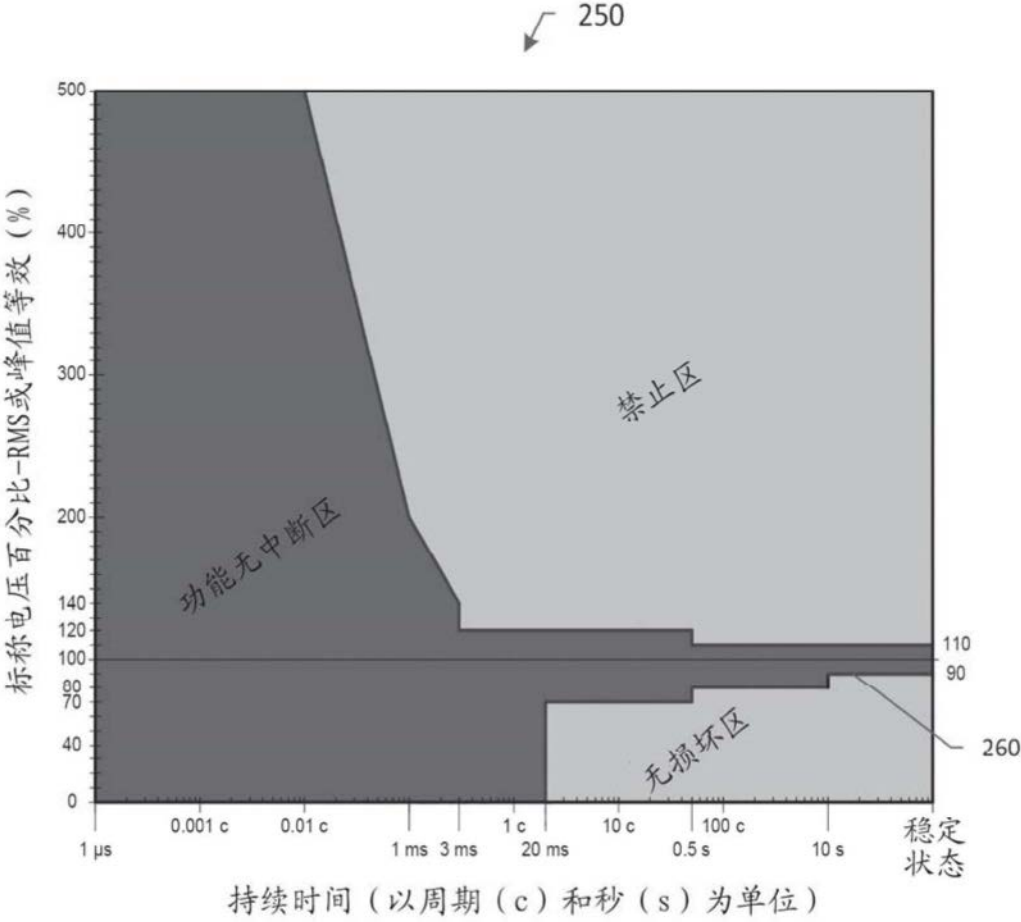


图2

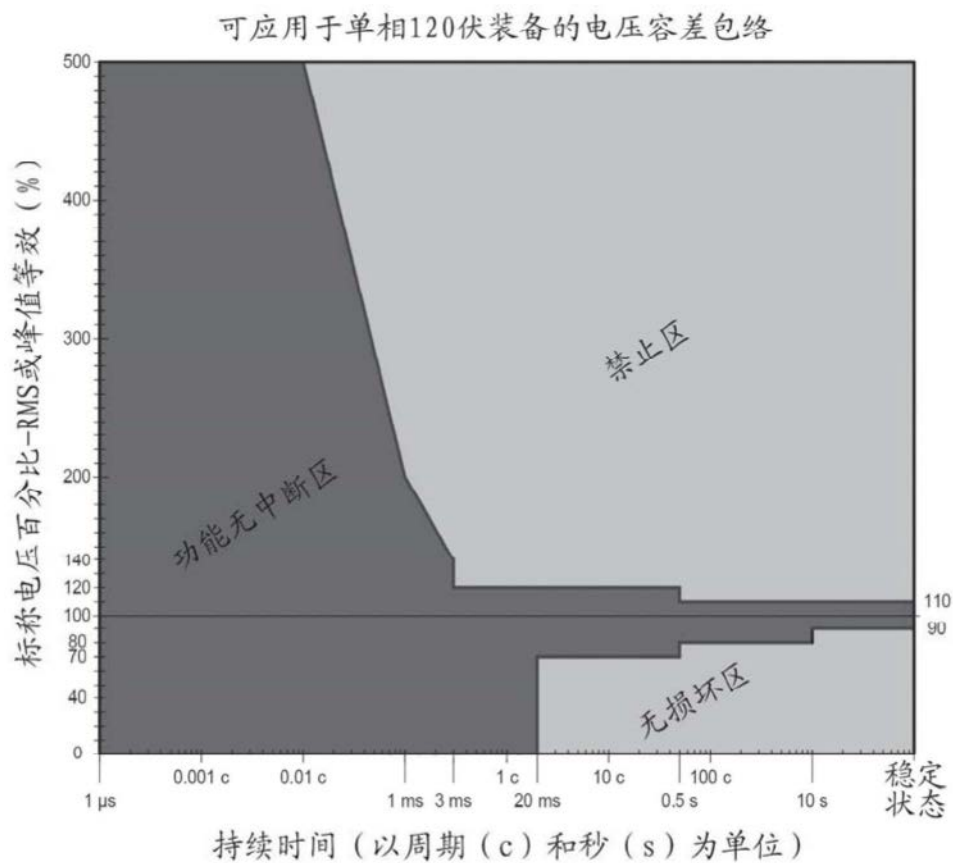


图3

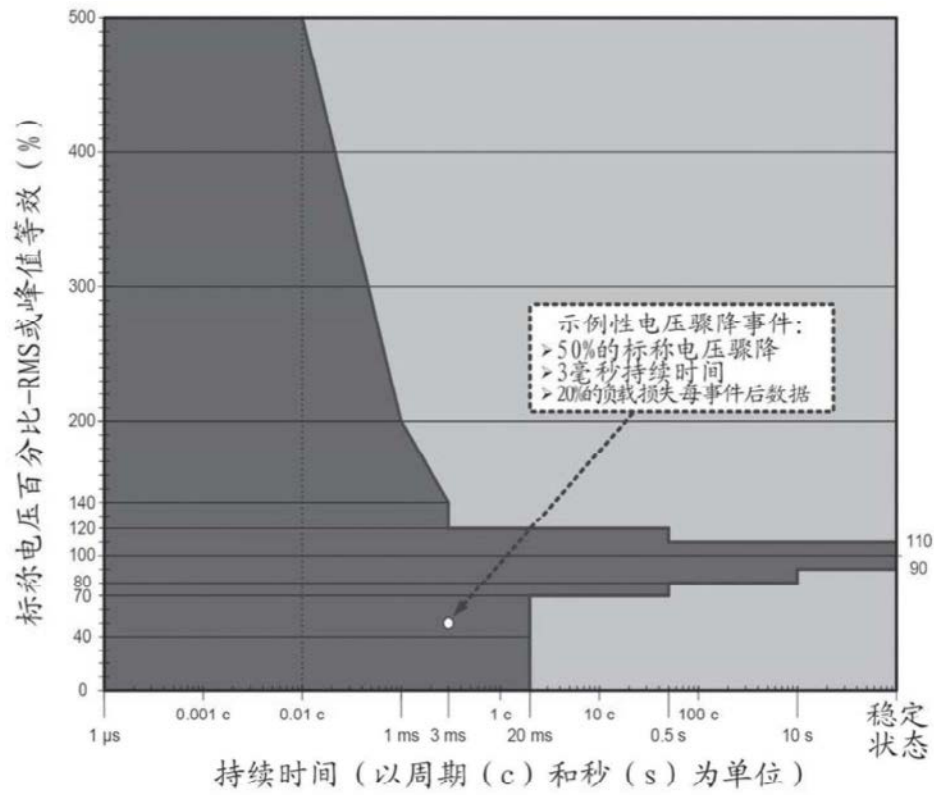


图4

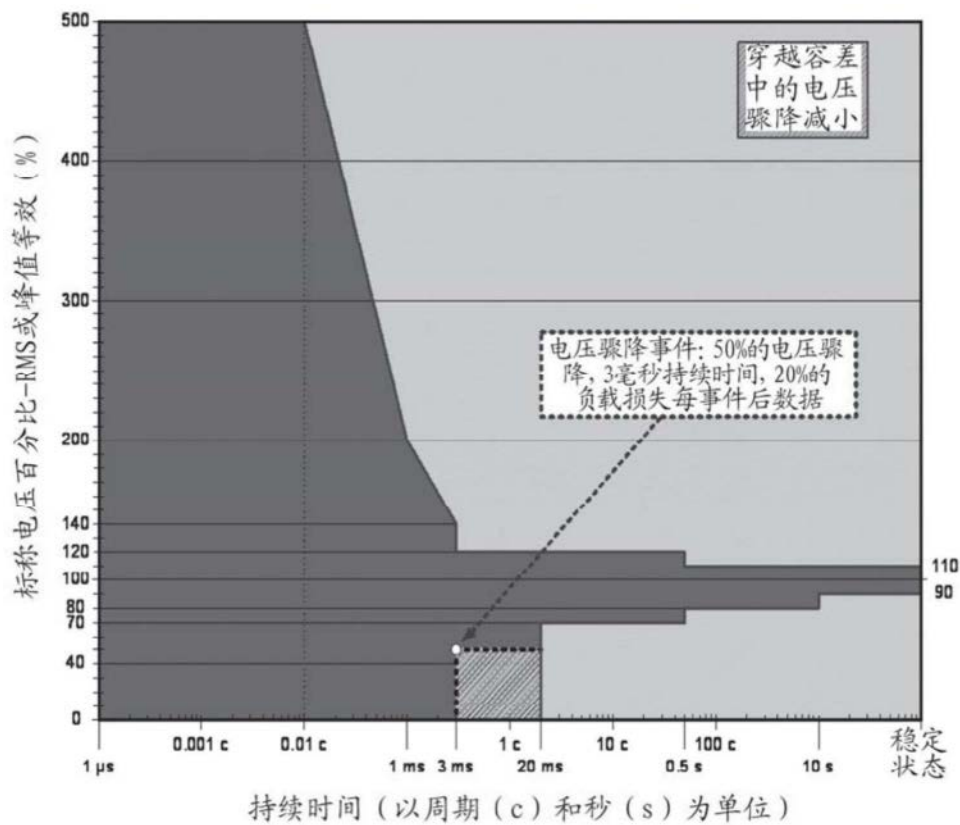


图5

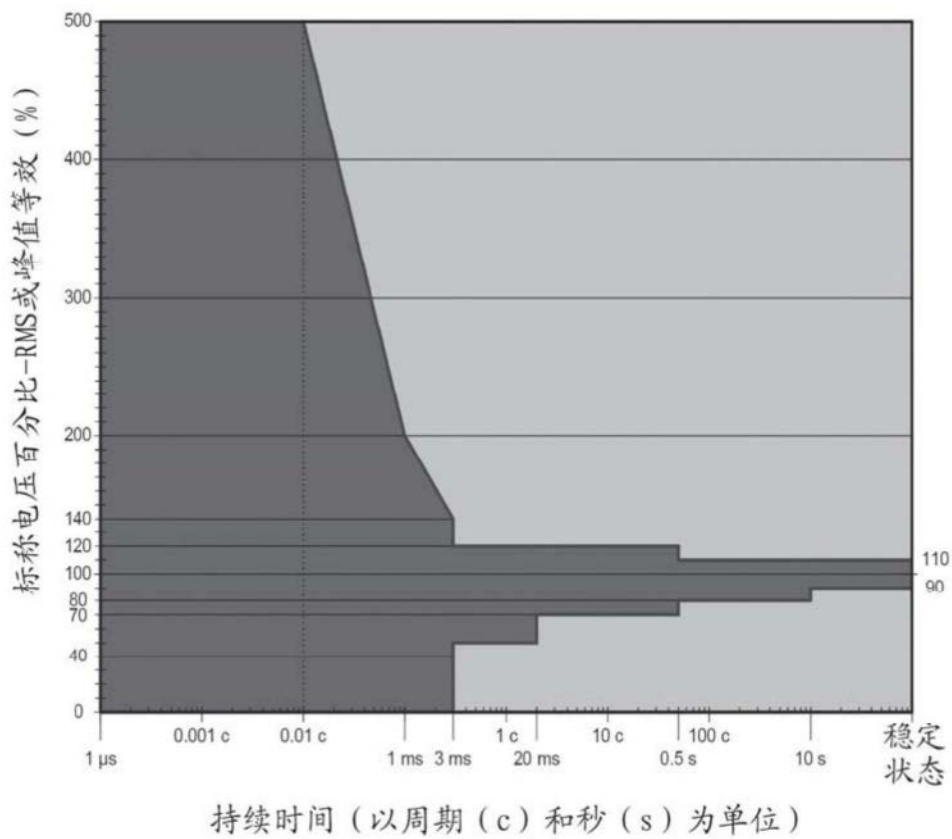


图6

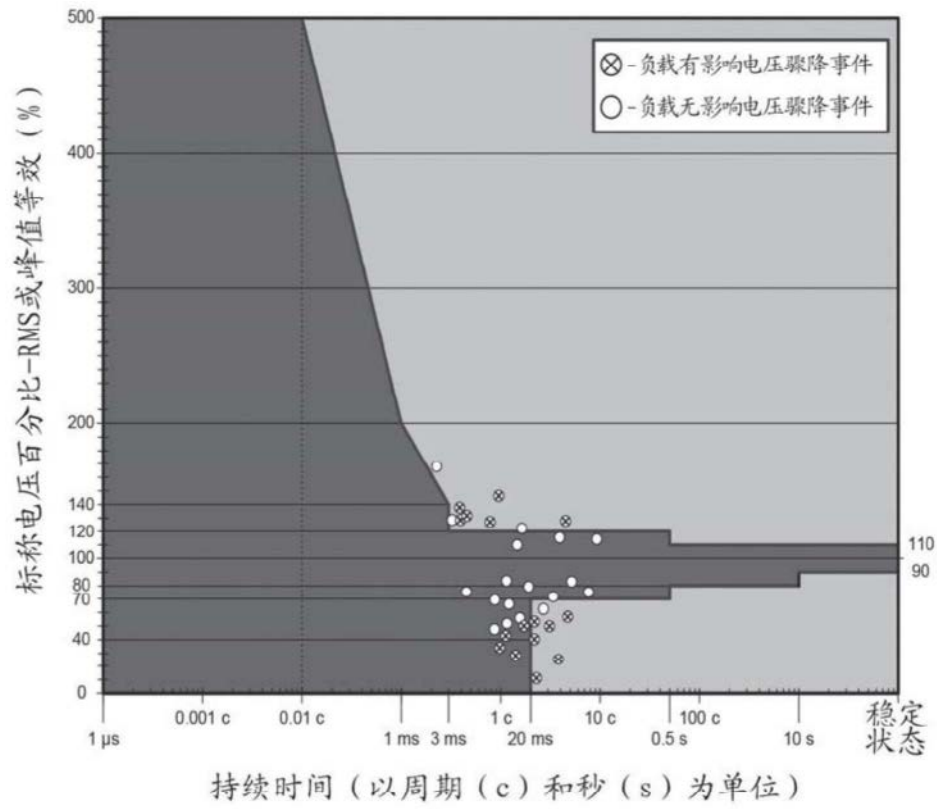


图7

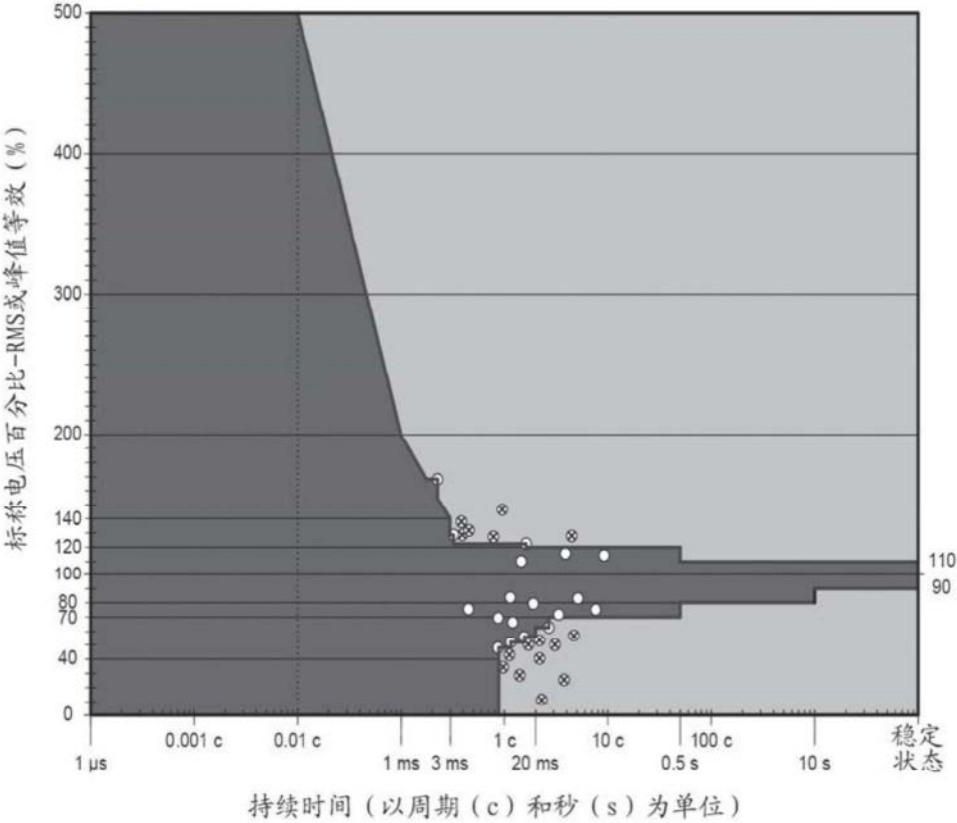


图8

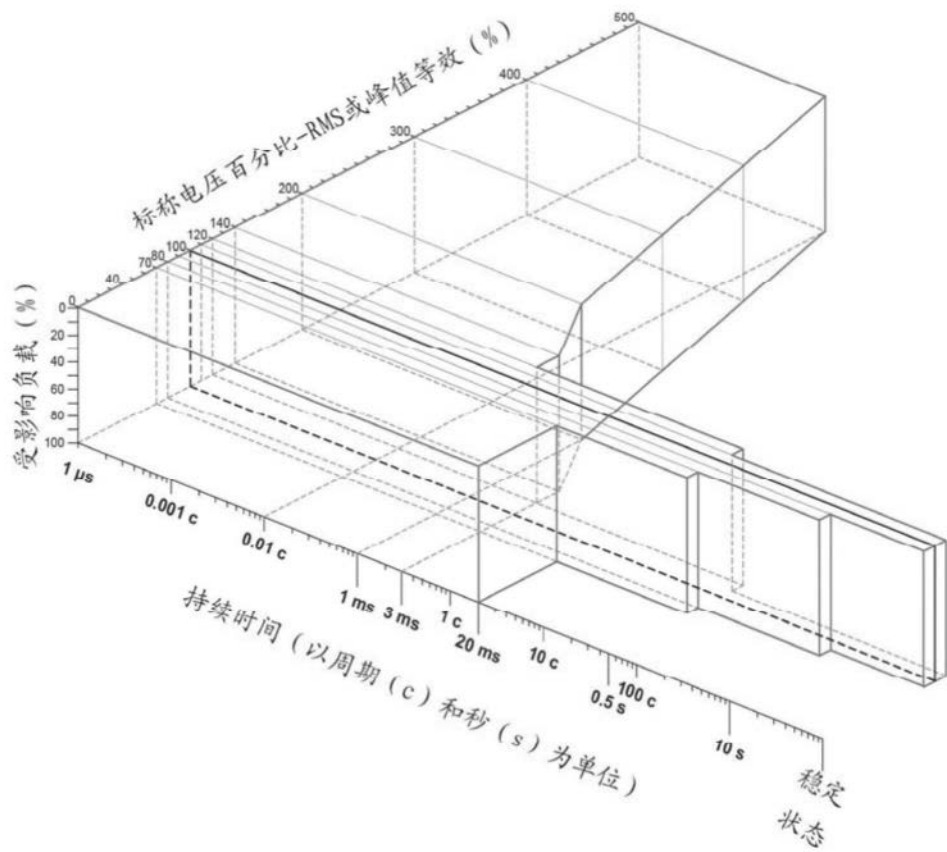


图9

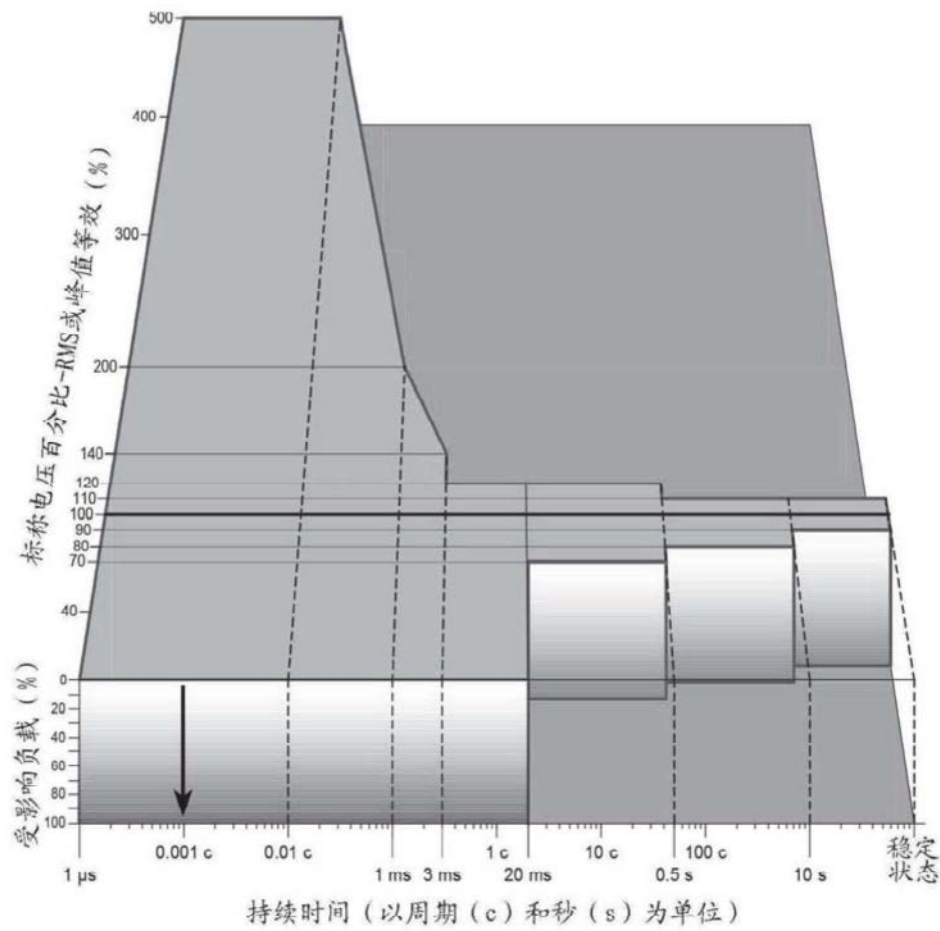


图10

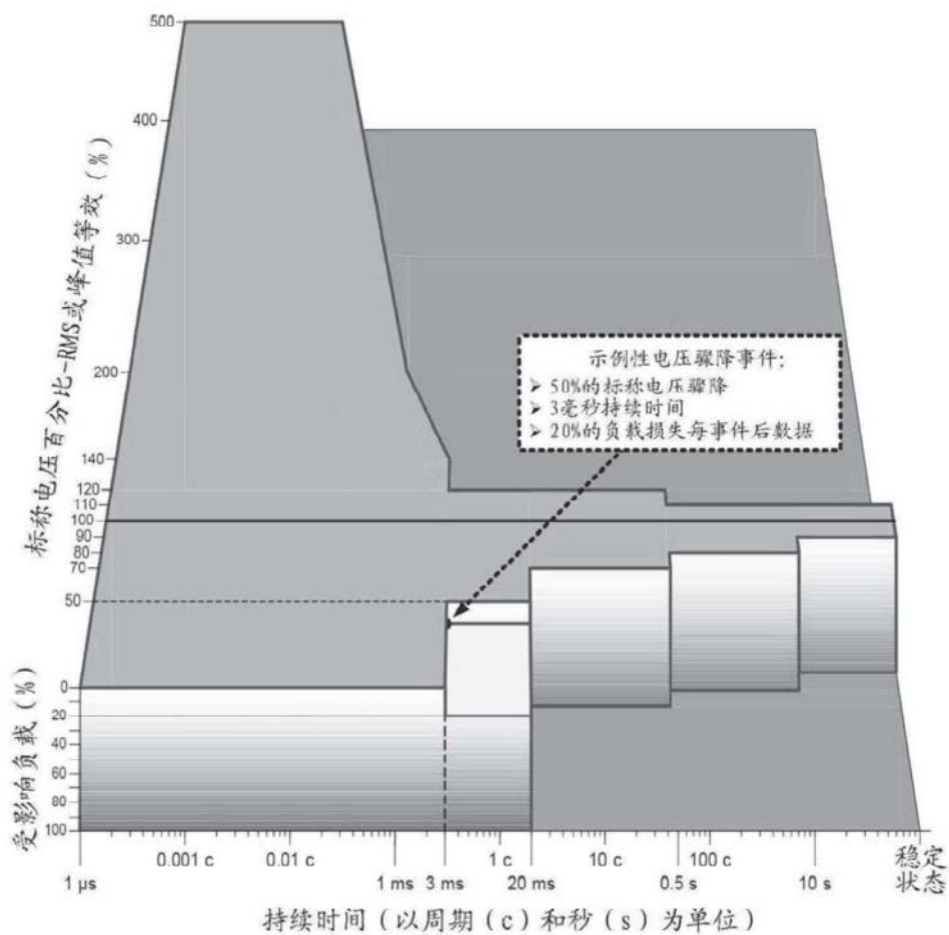


图11

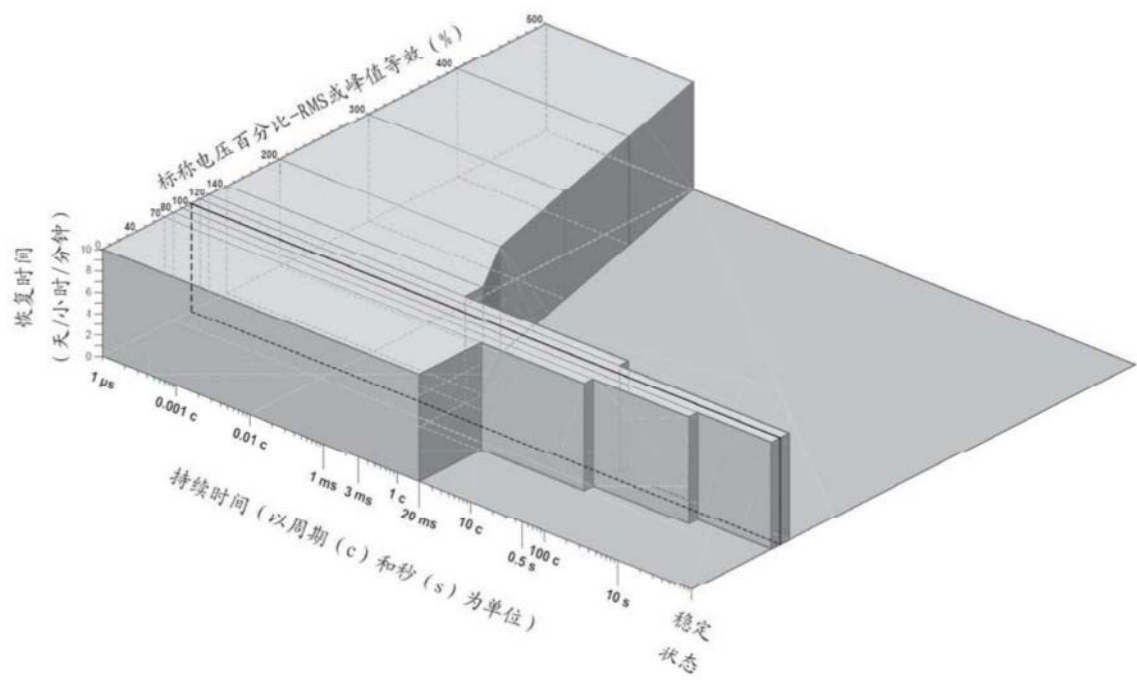


图12

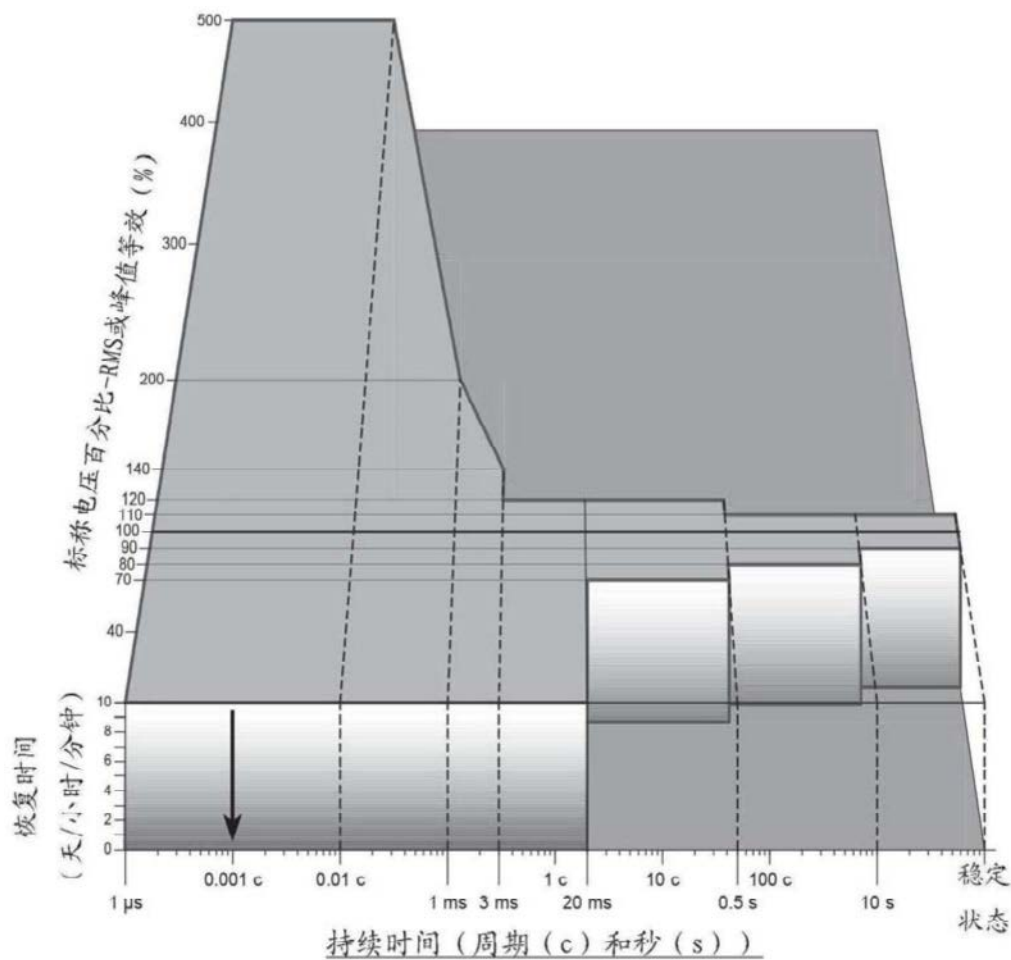


图13

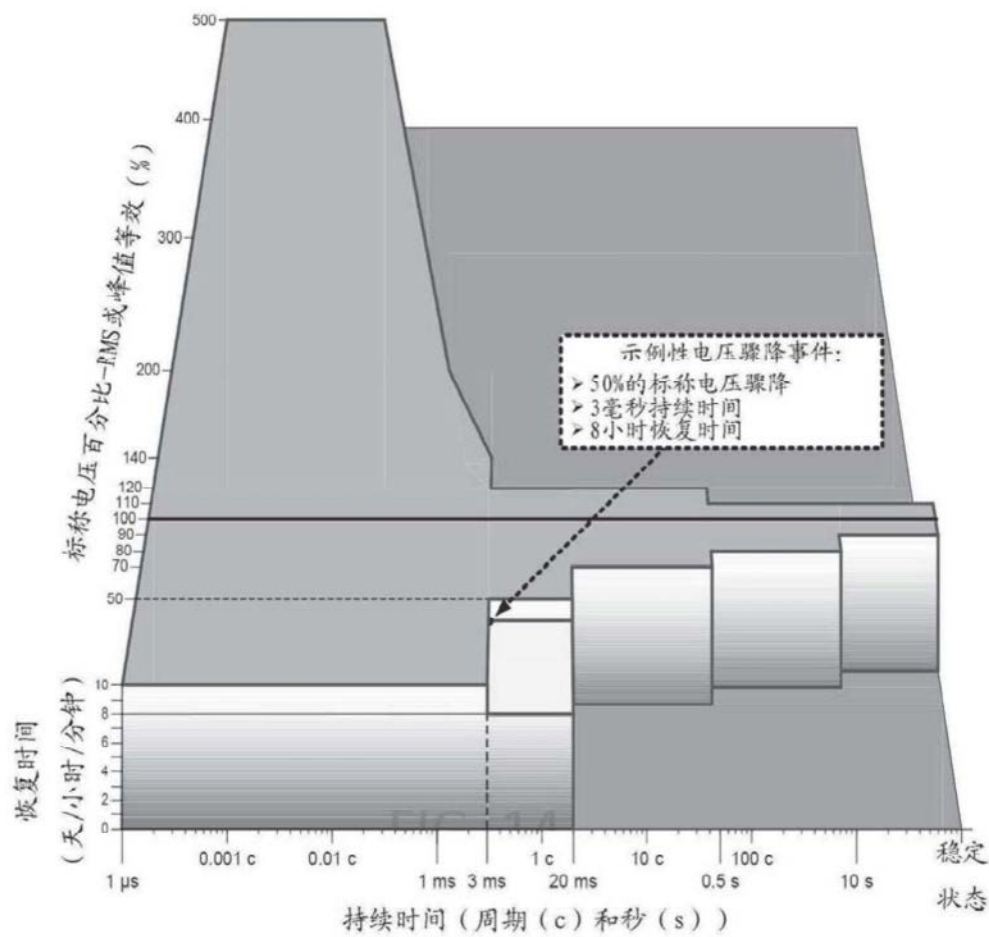


图14

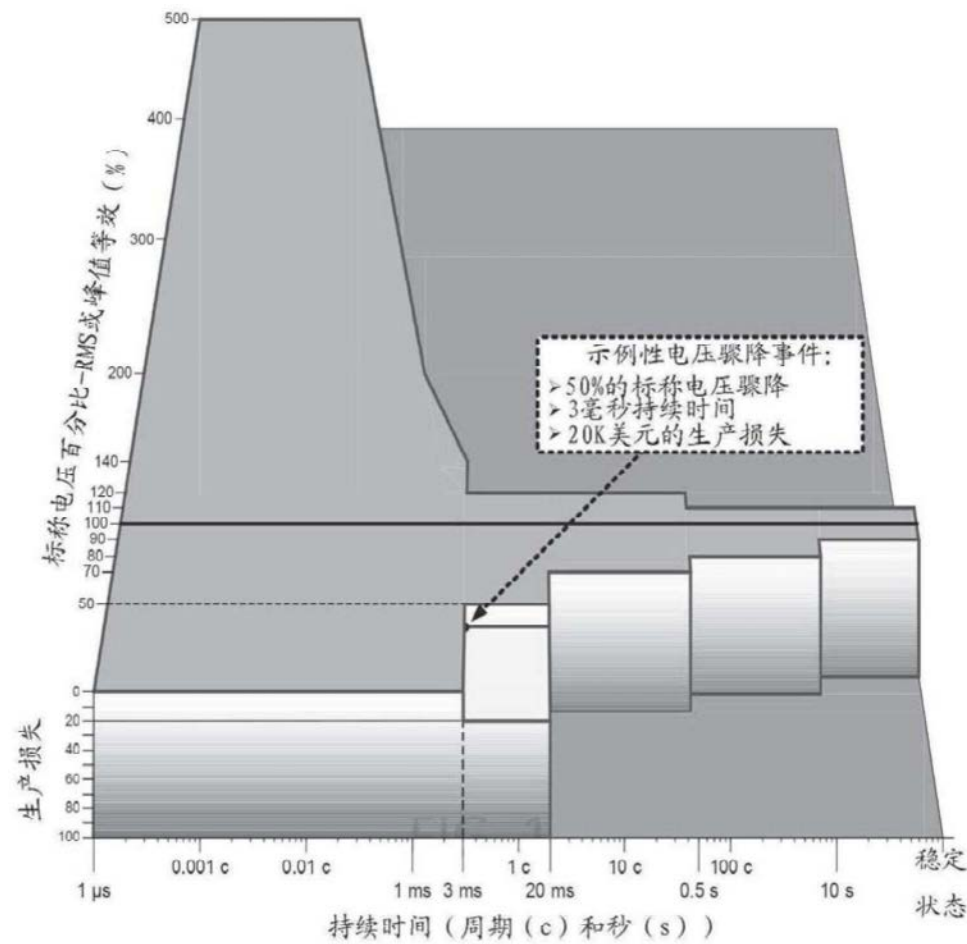


图15

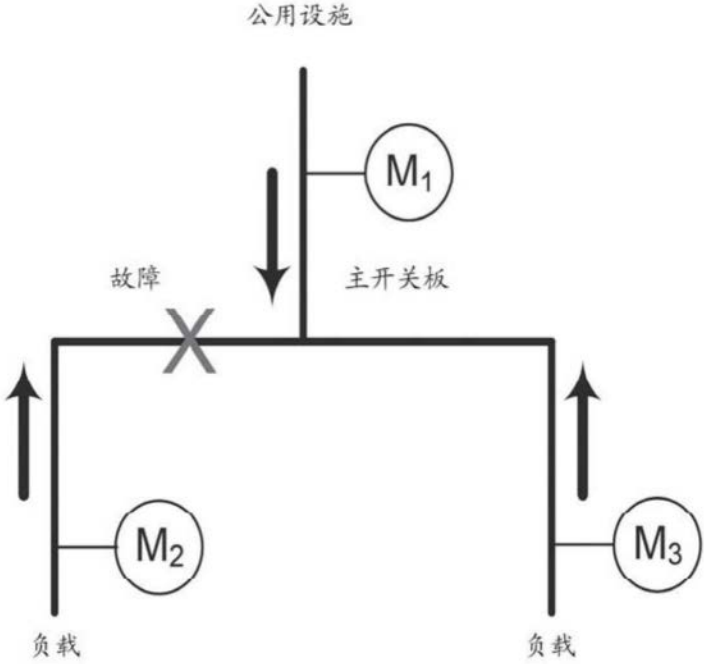


图16

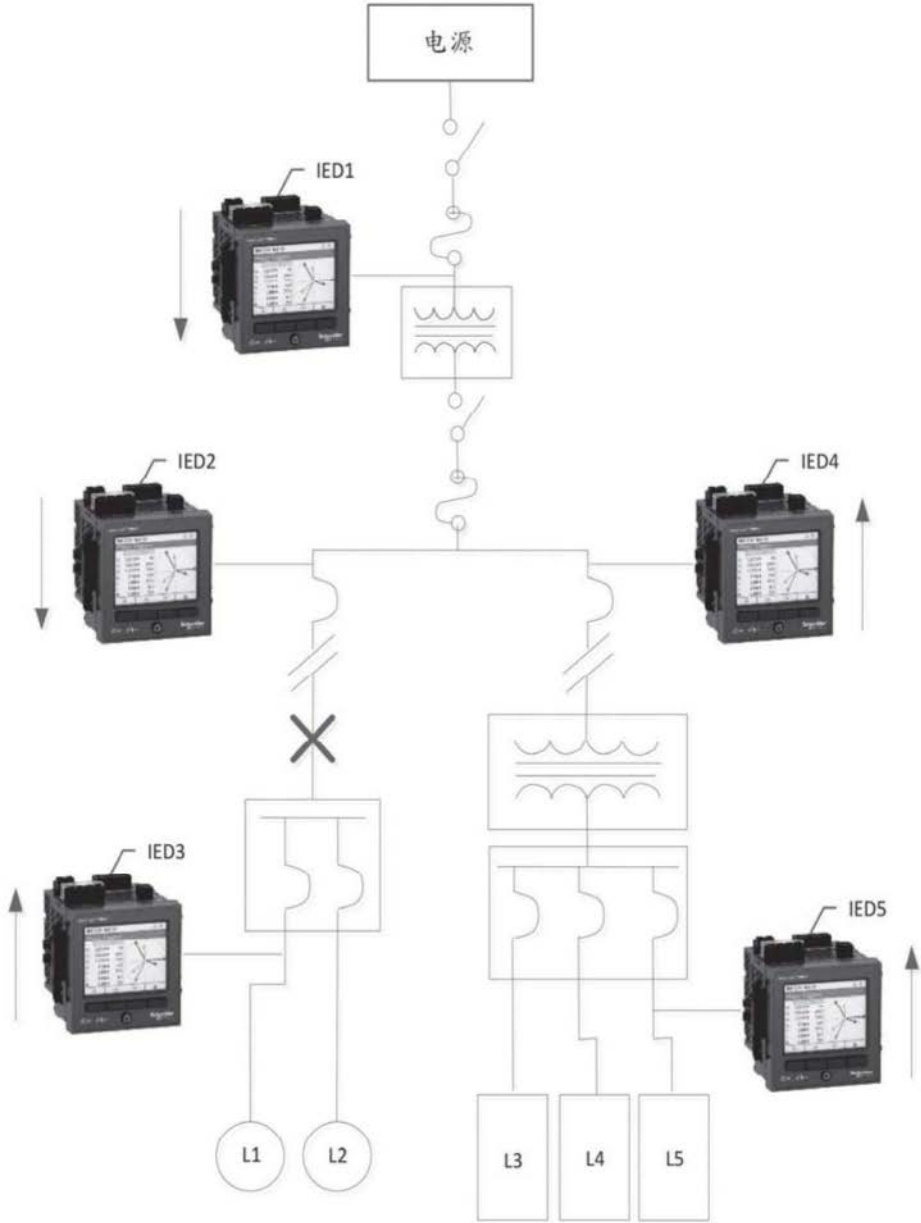


图16A

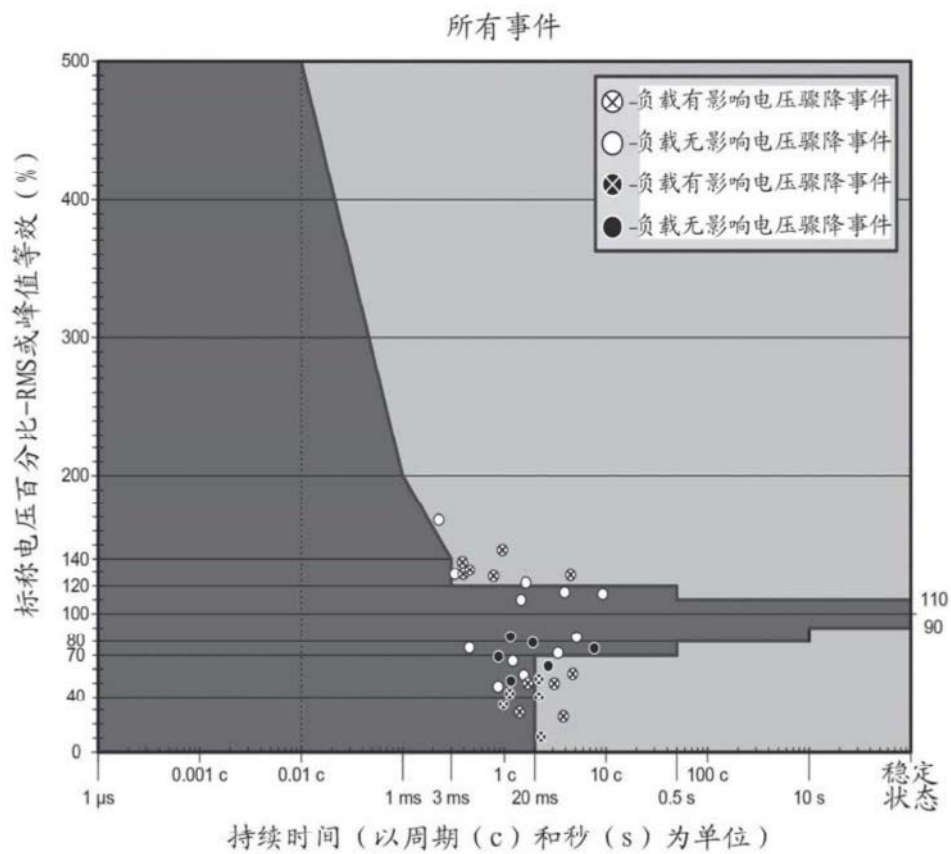


图17

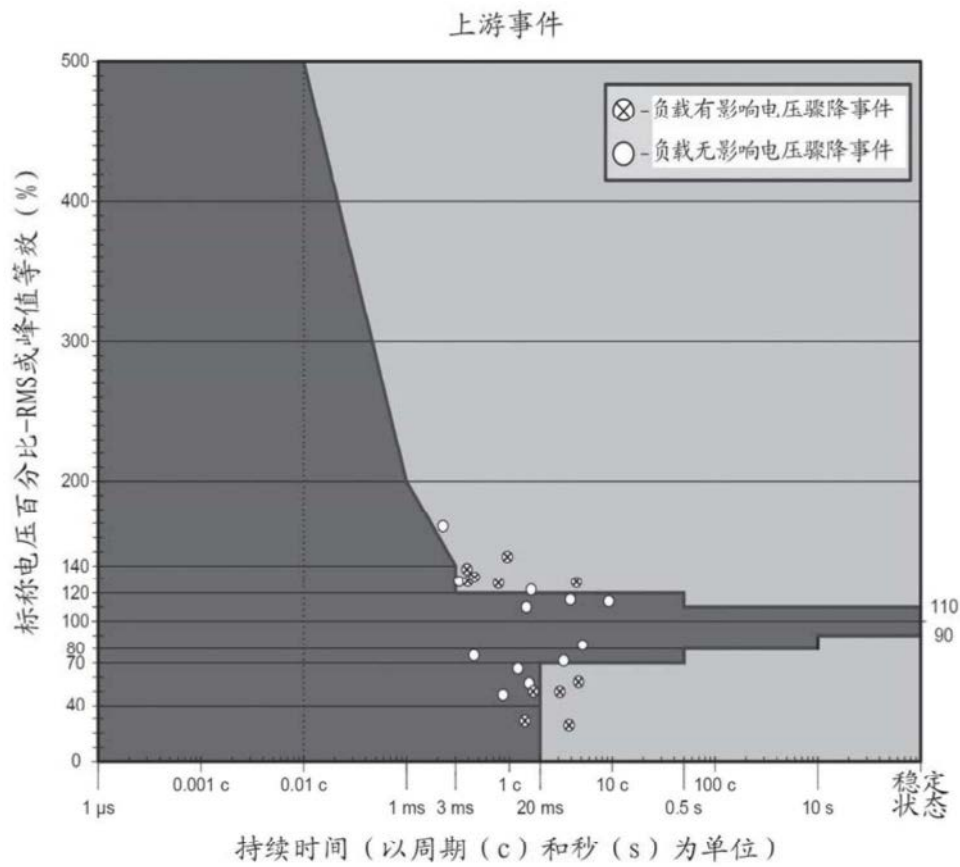


图18

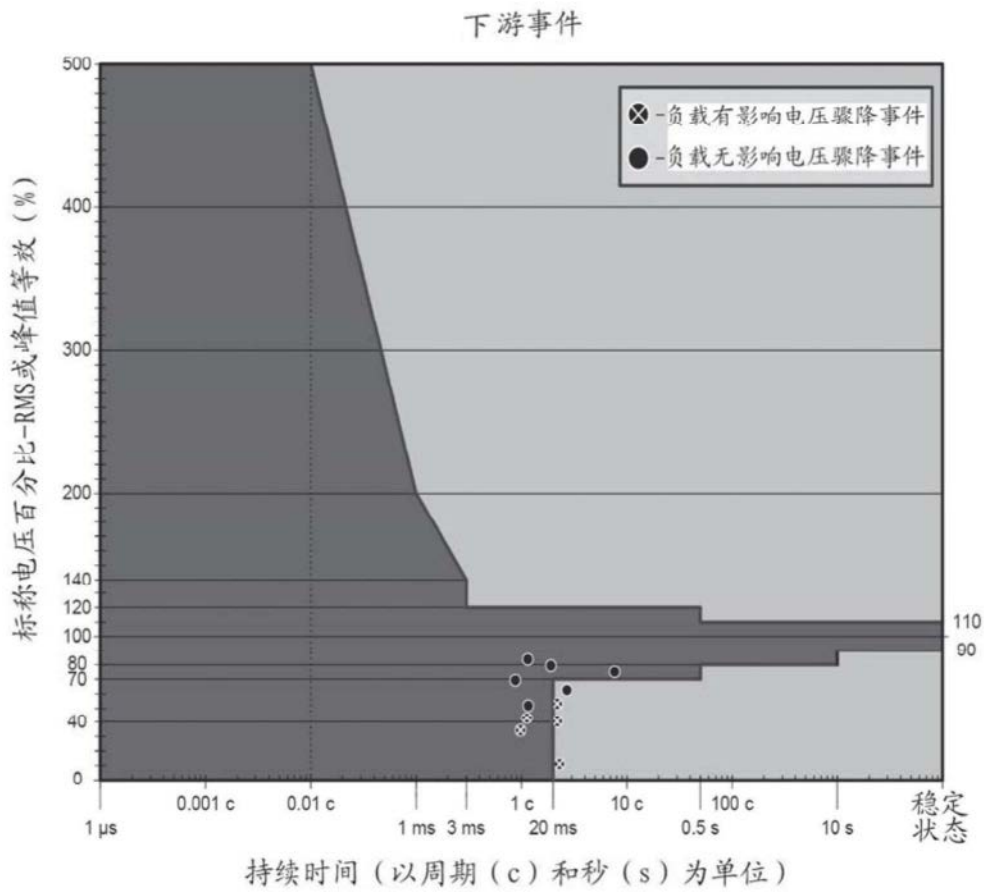


图19

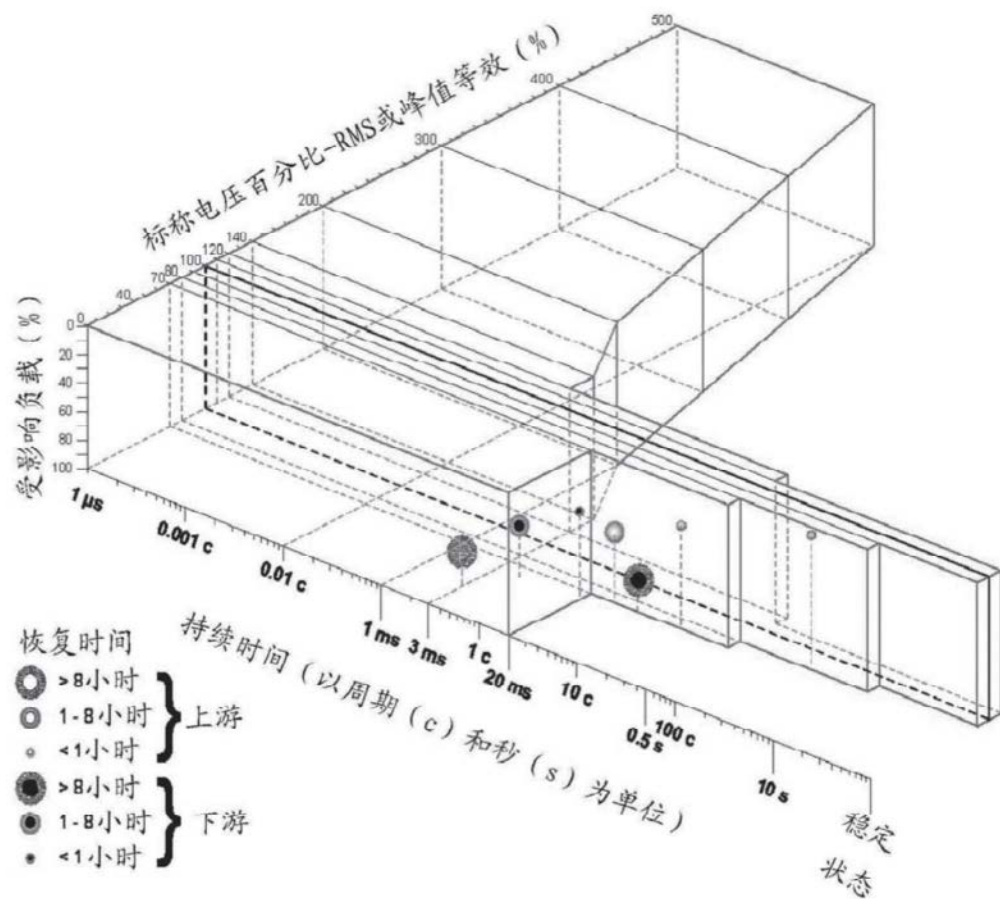


图20

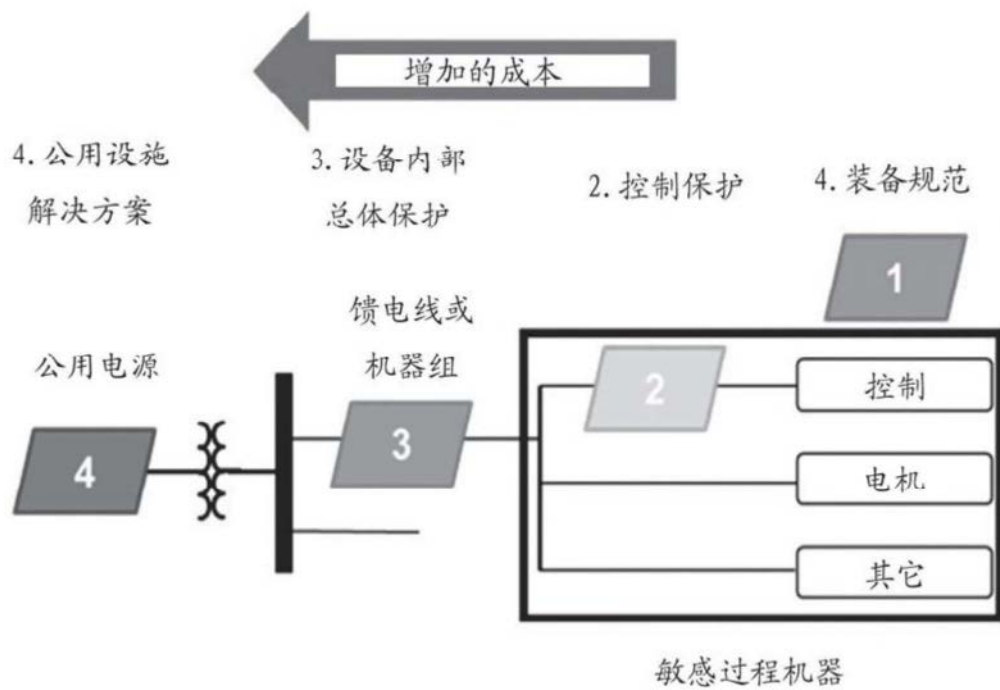


图21

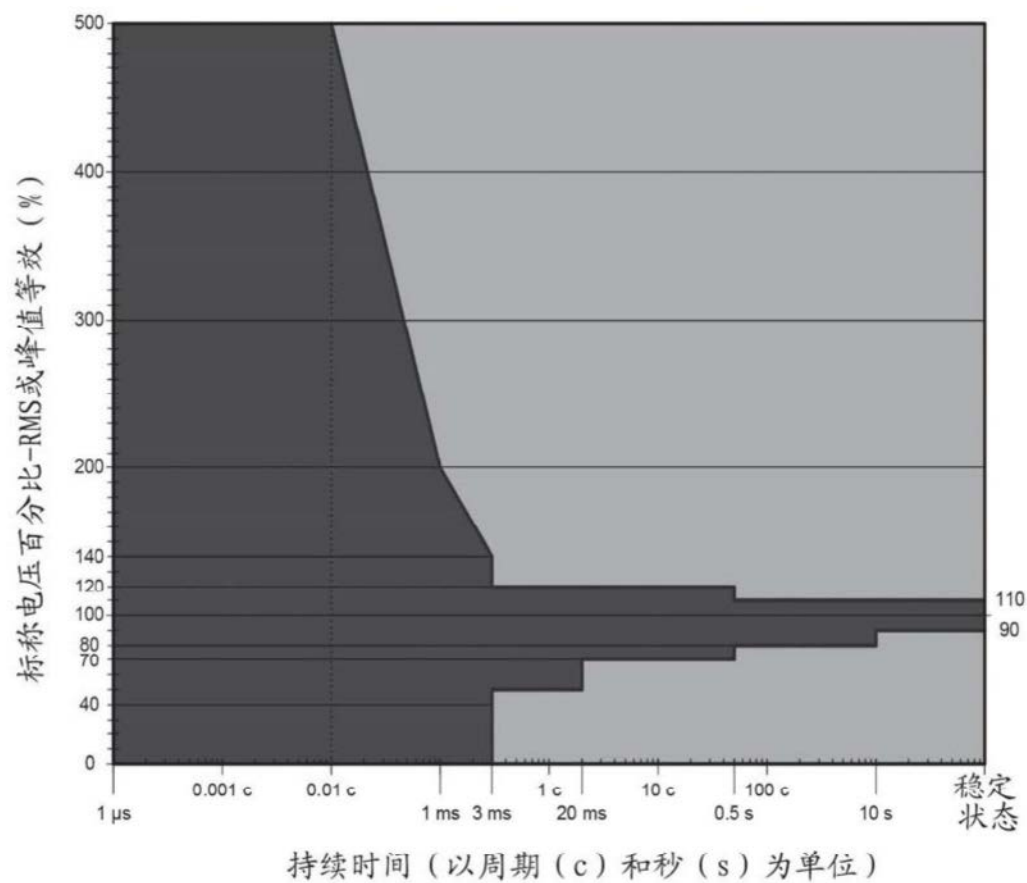


图22

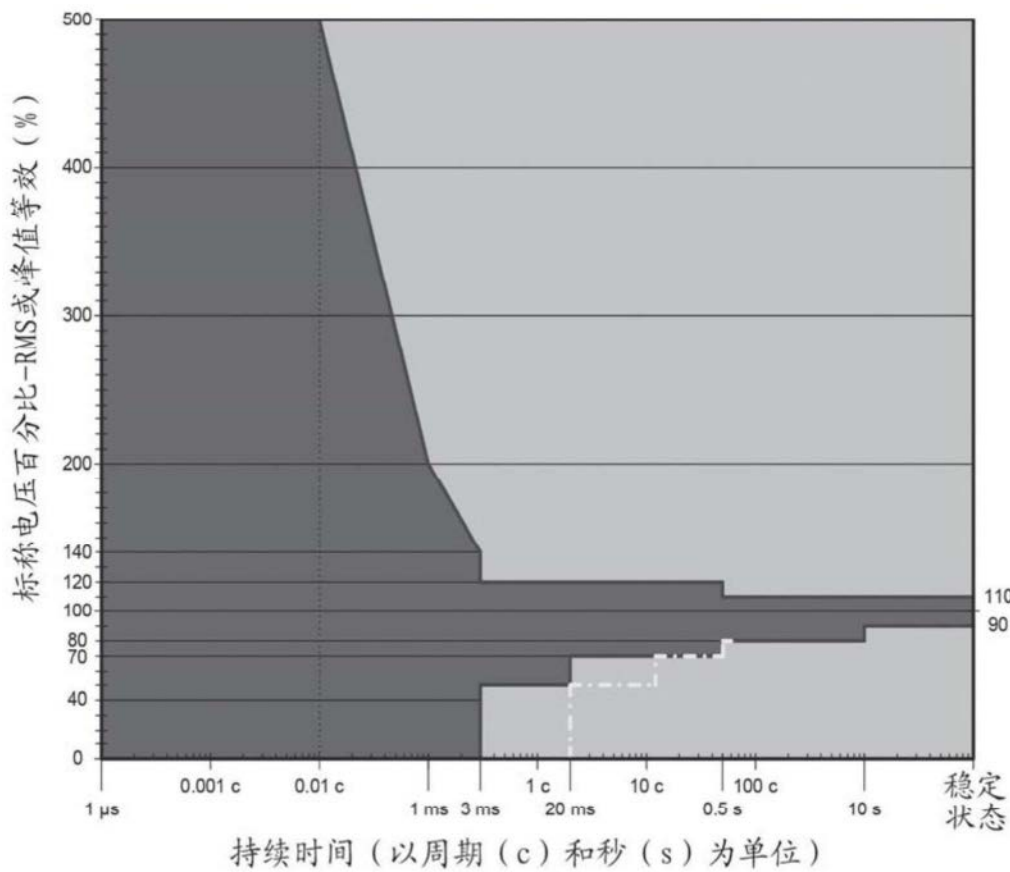


图23

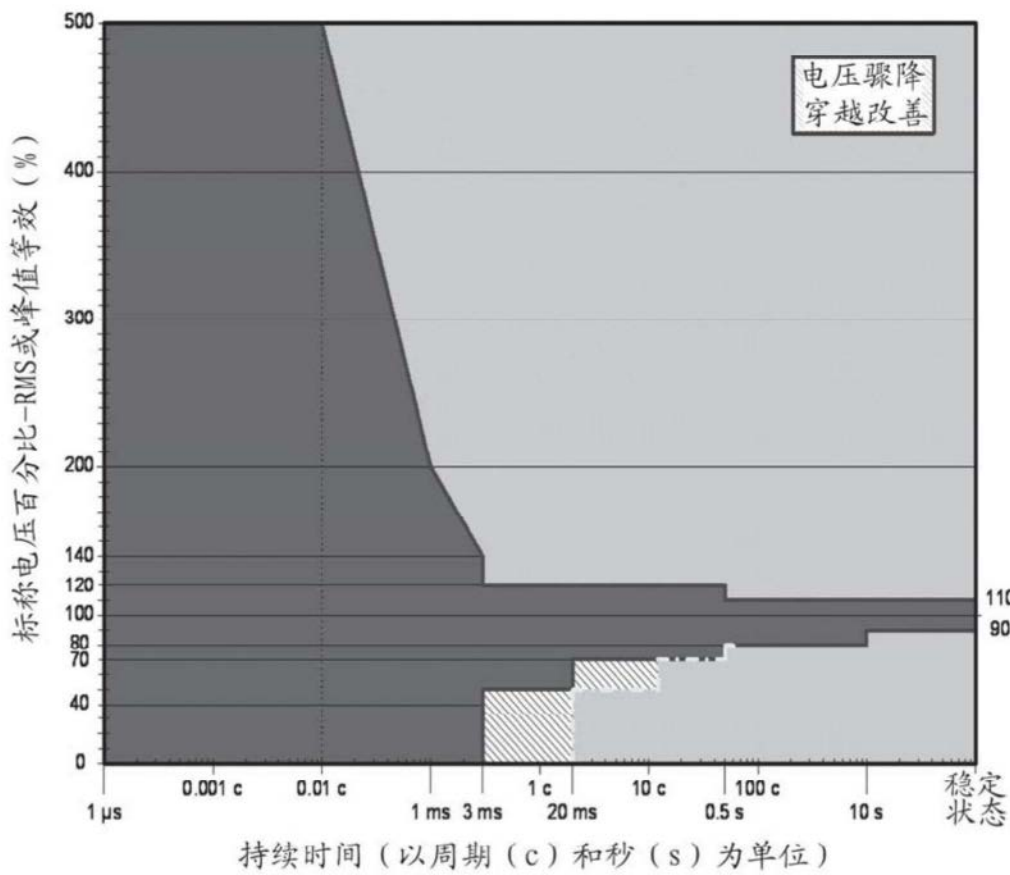


图24

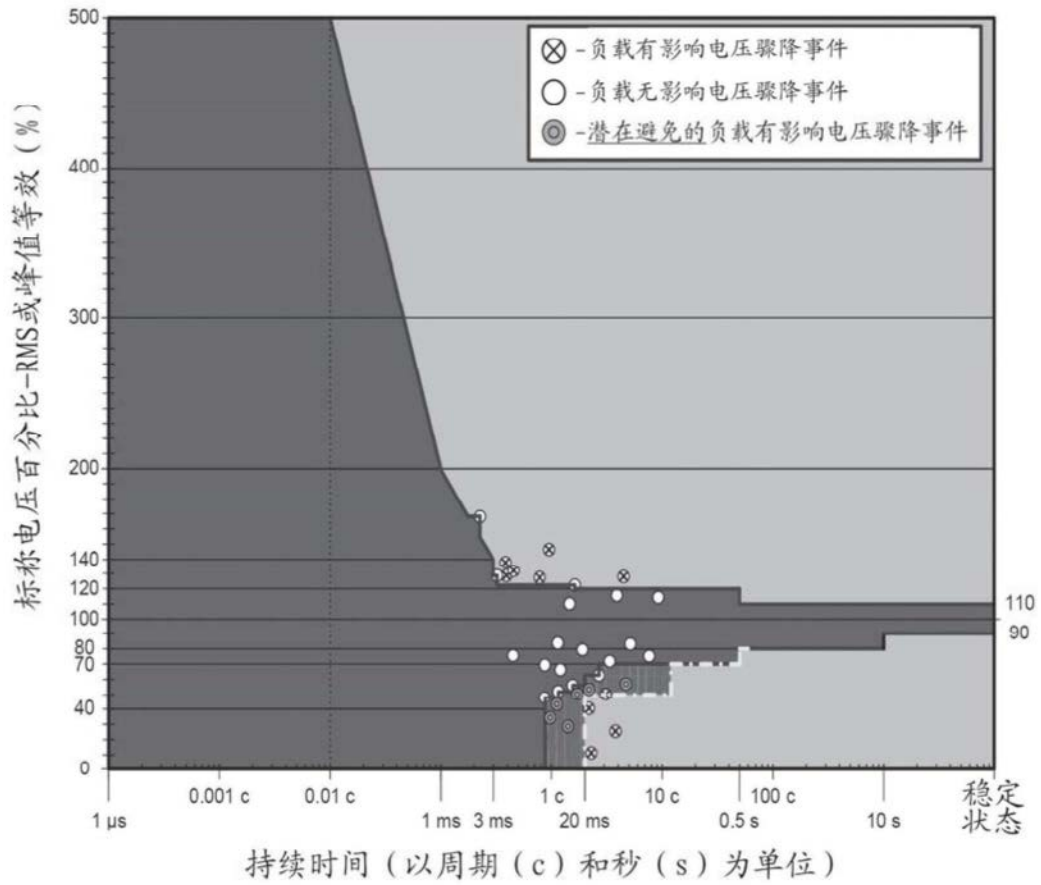


图25

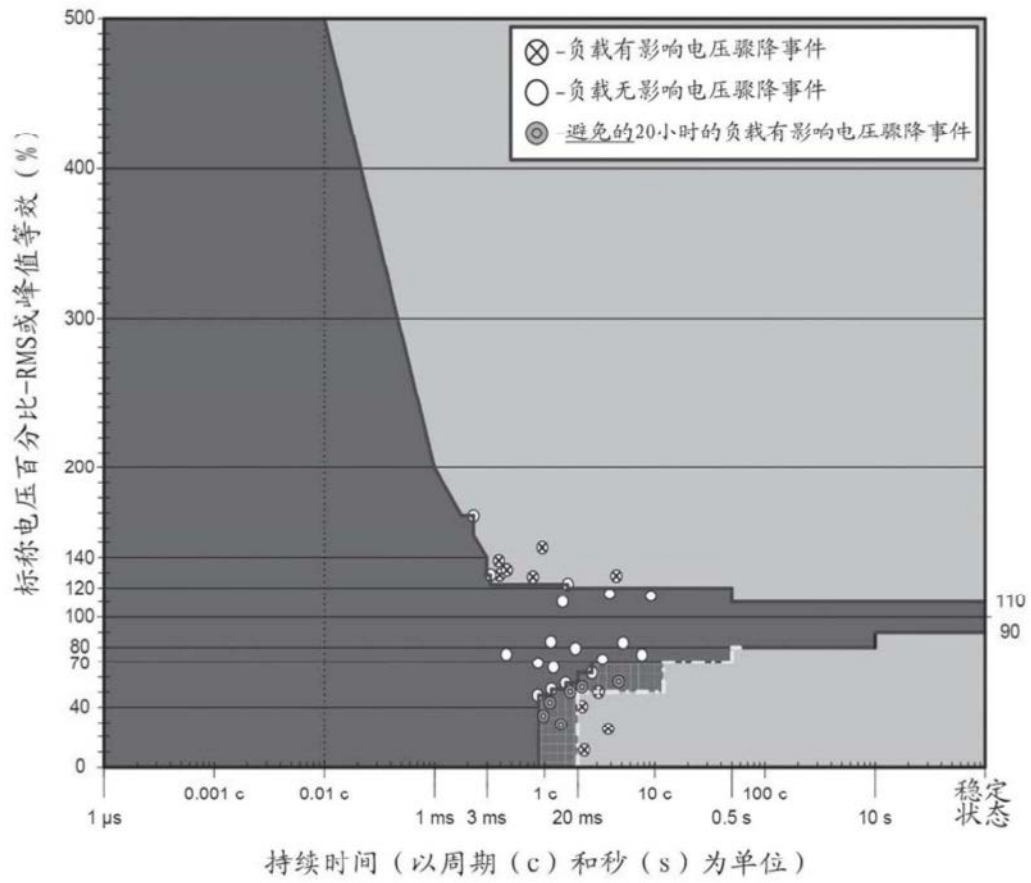


图26

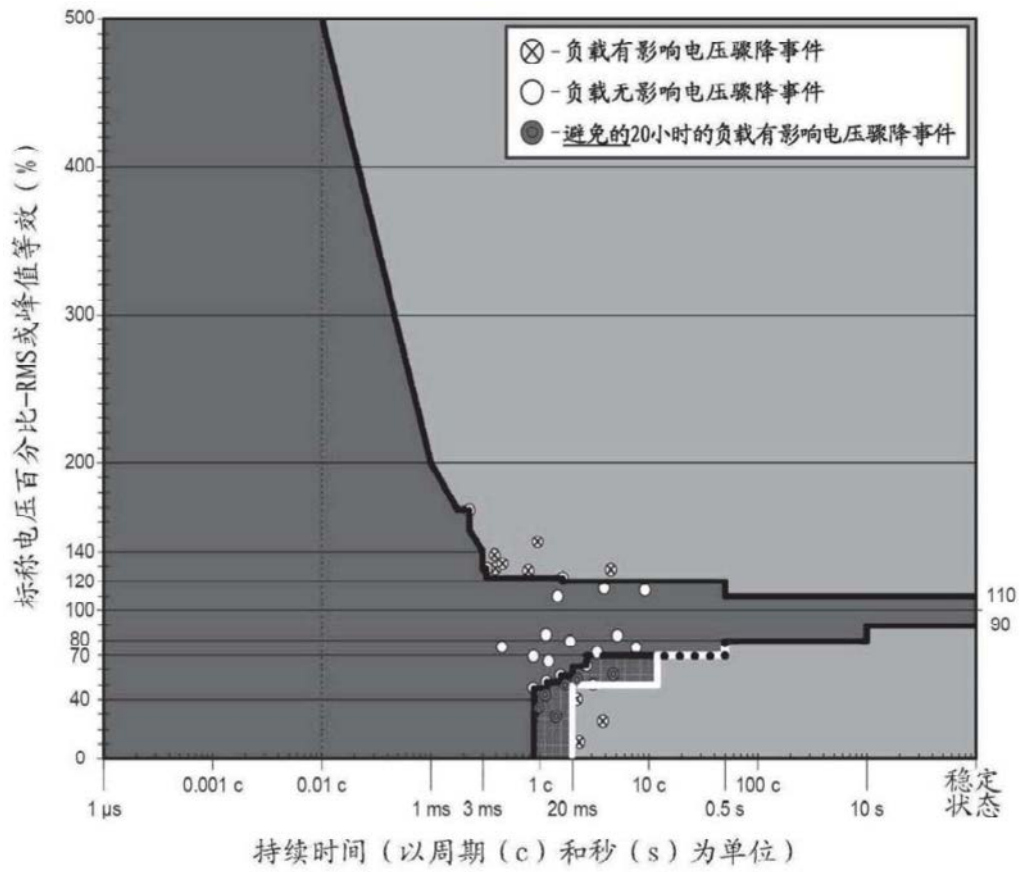


图27

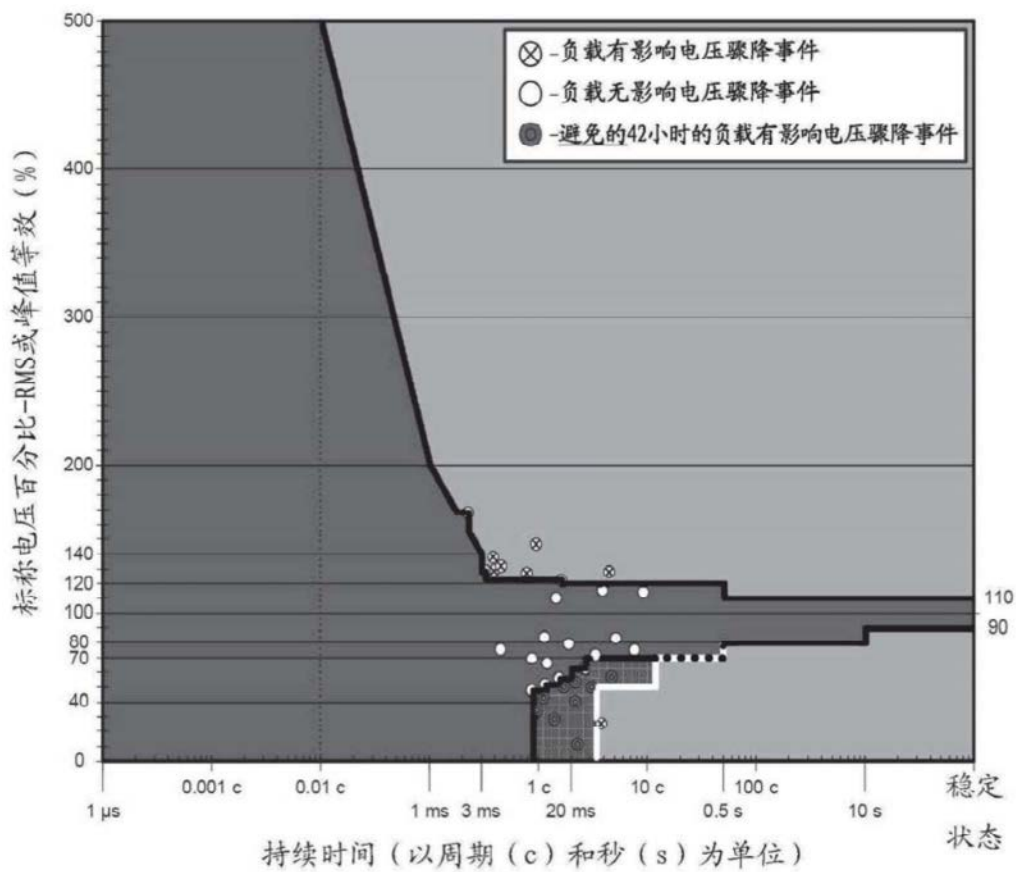


图28

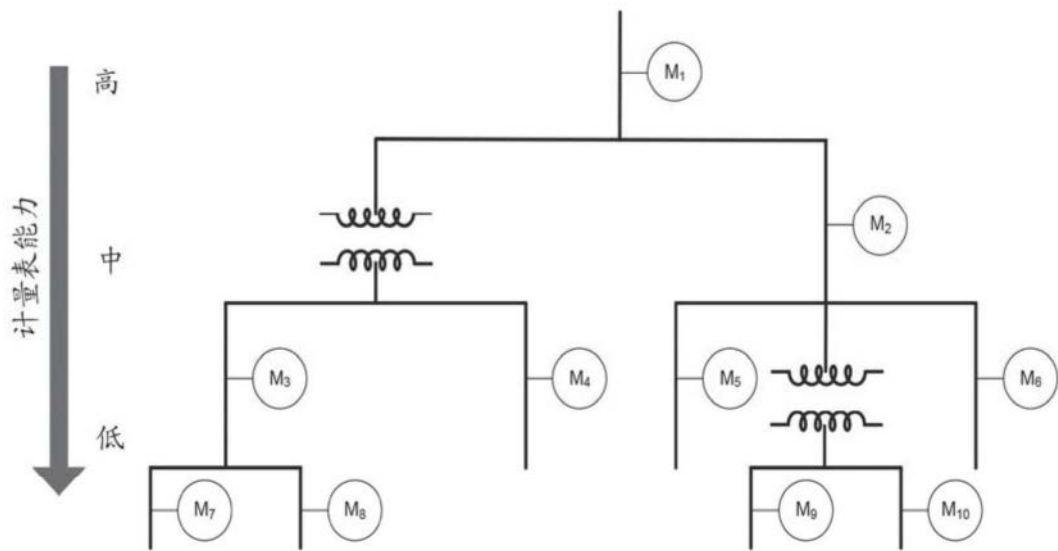


图29

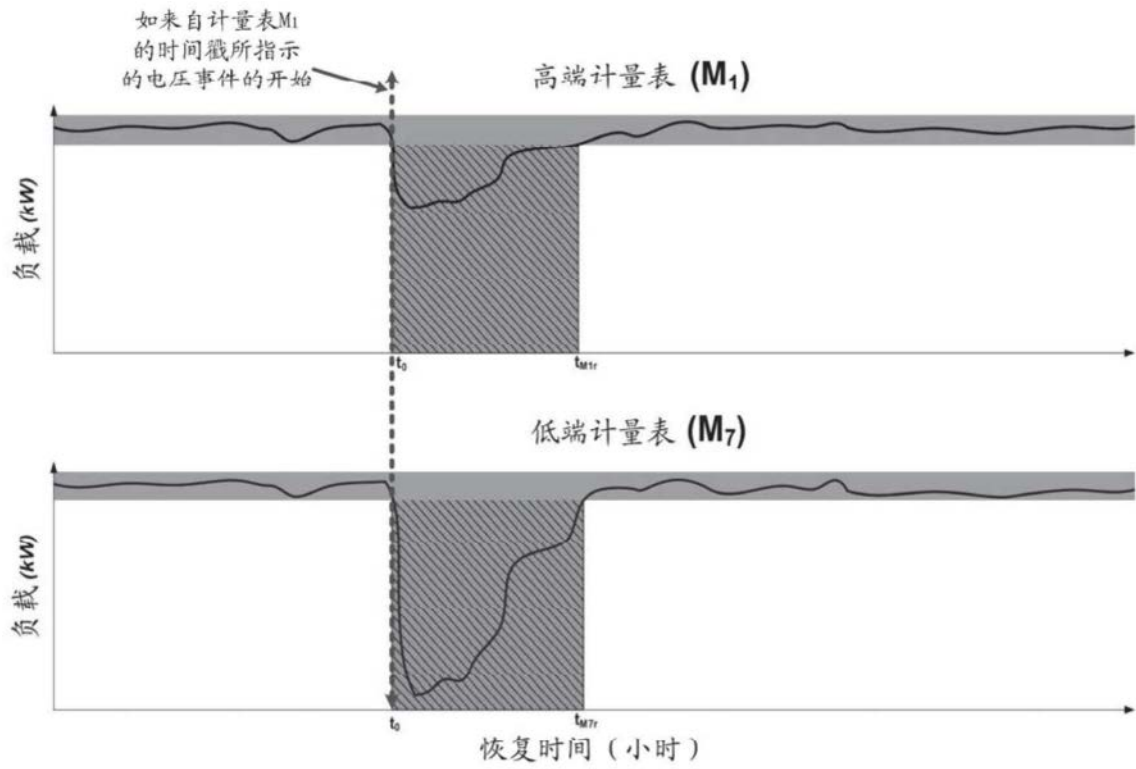


图30

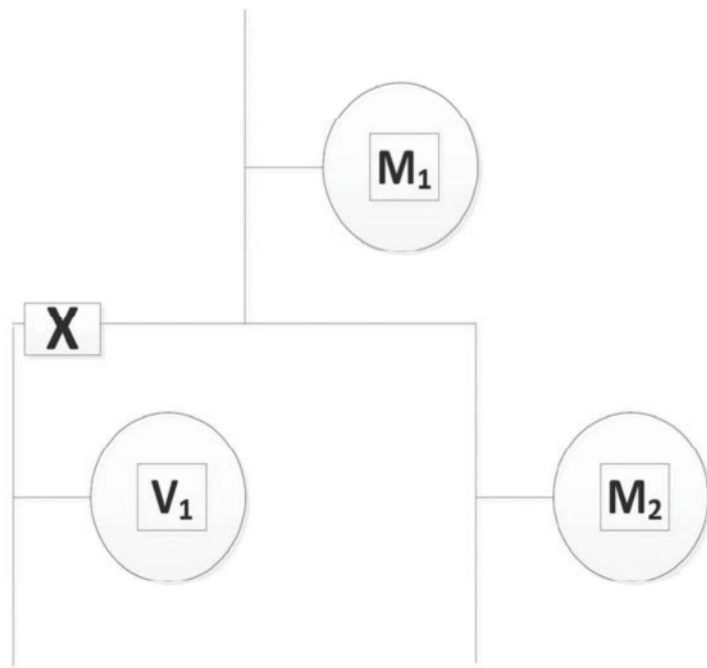


图30A

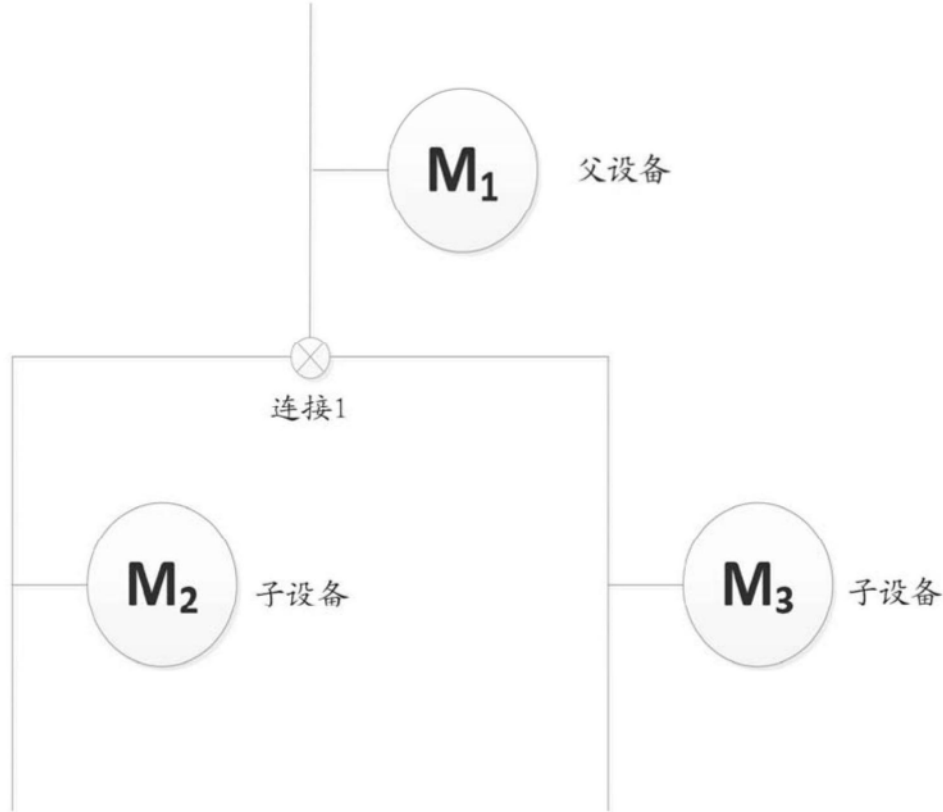


图30B

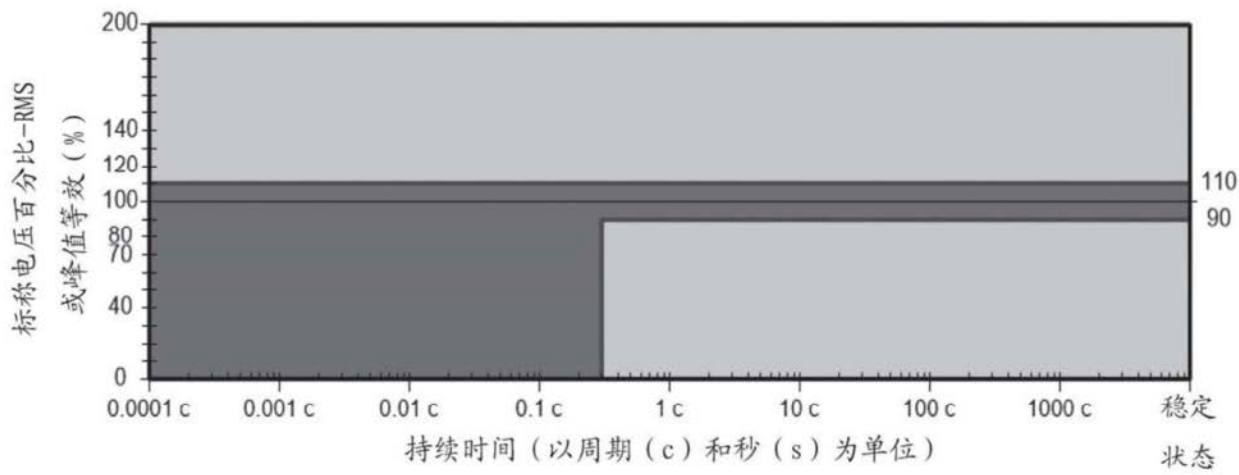


图30C

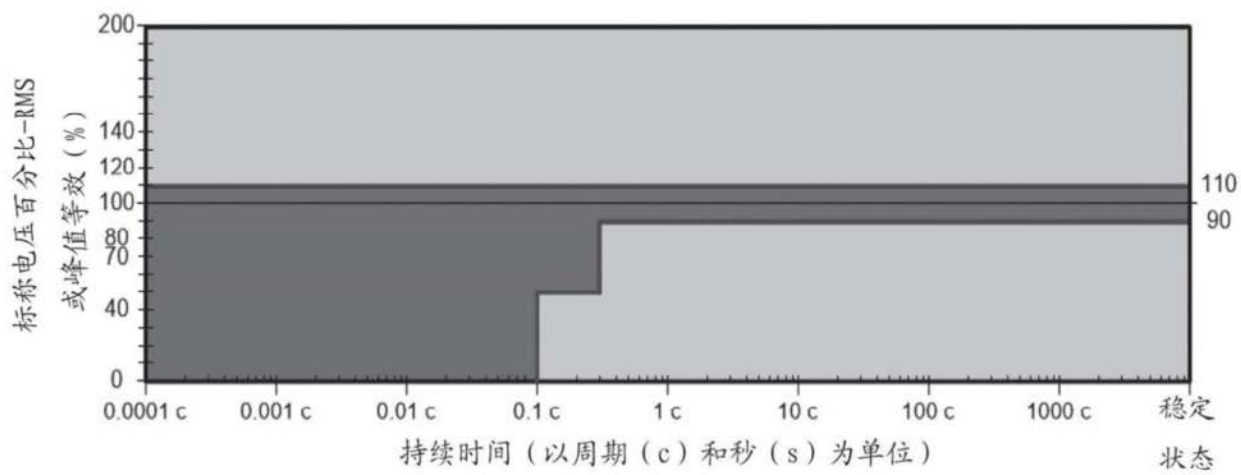


图30D

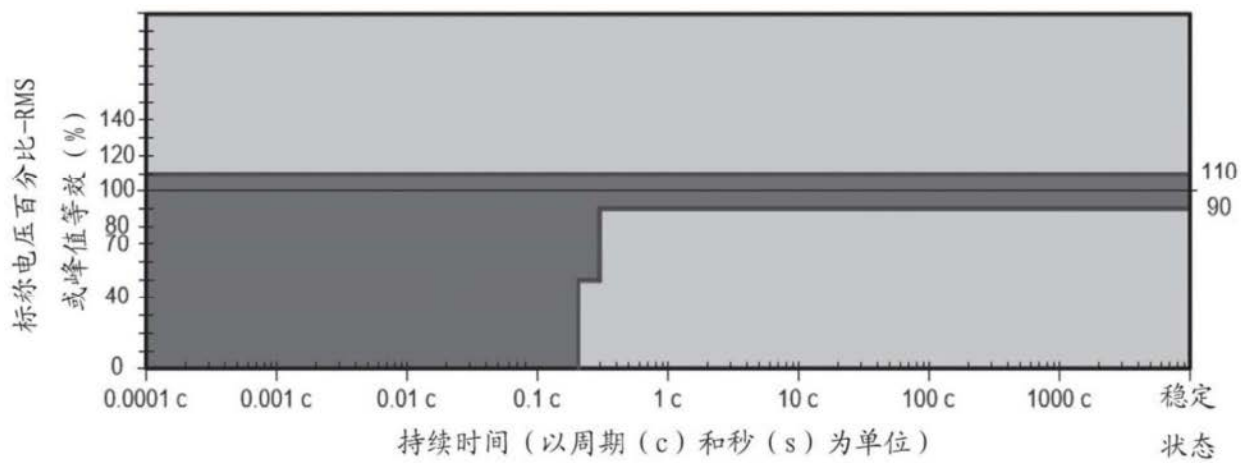


图30E

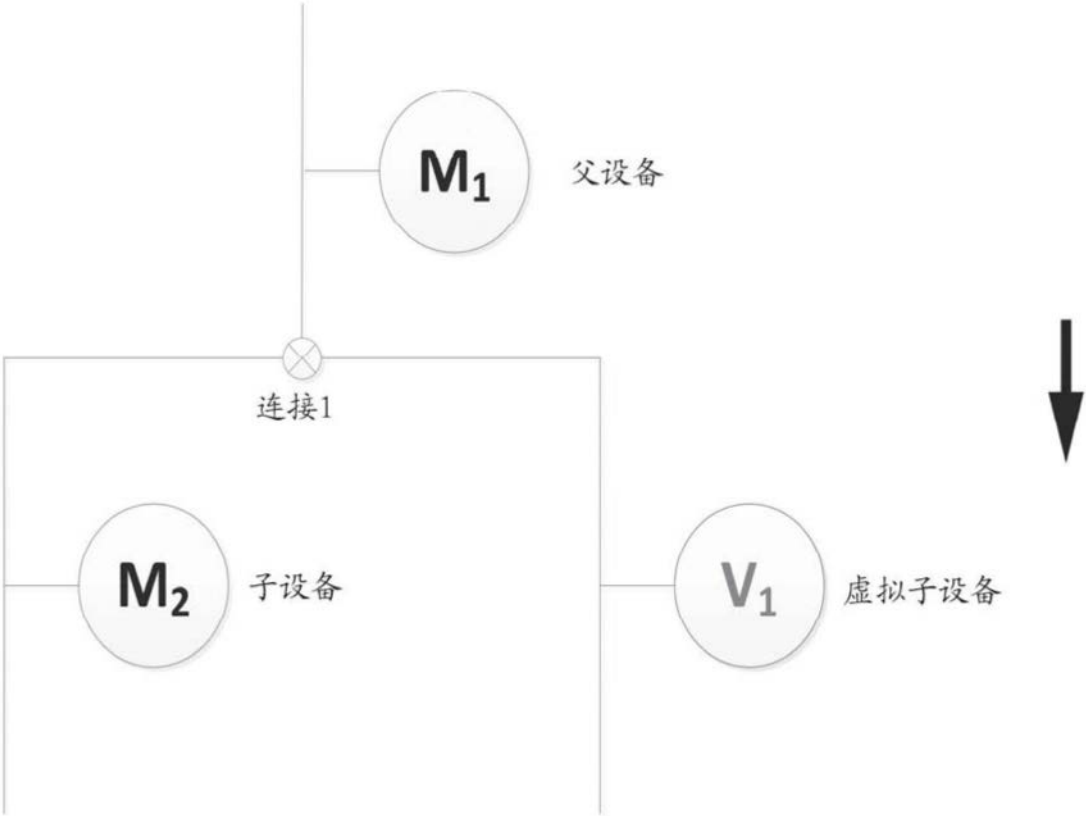


图30F

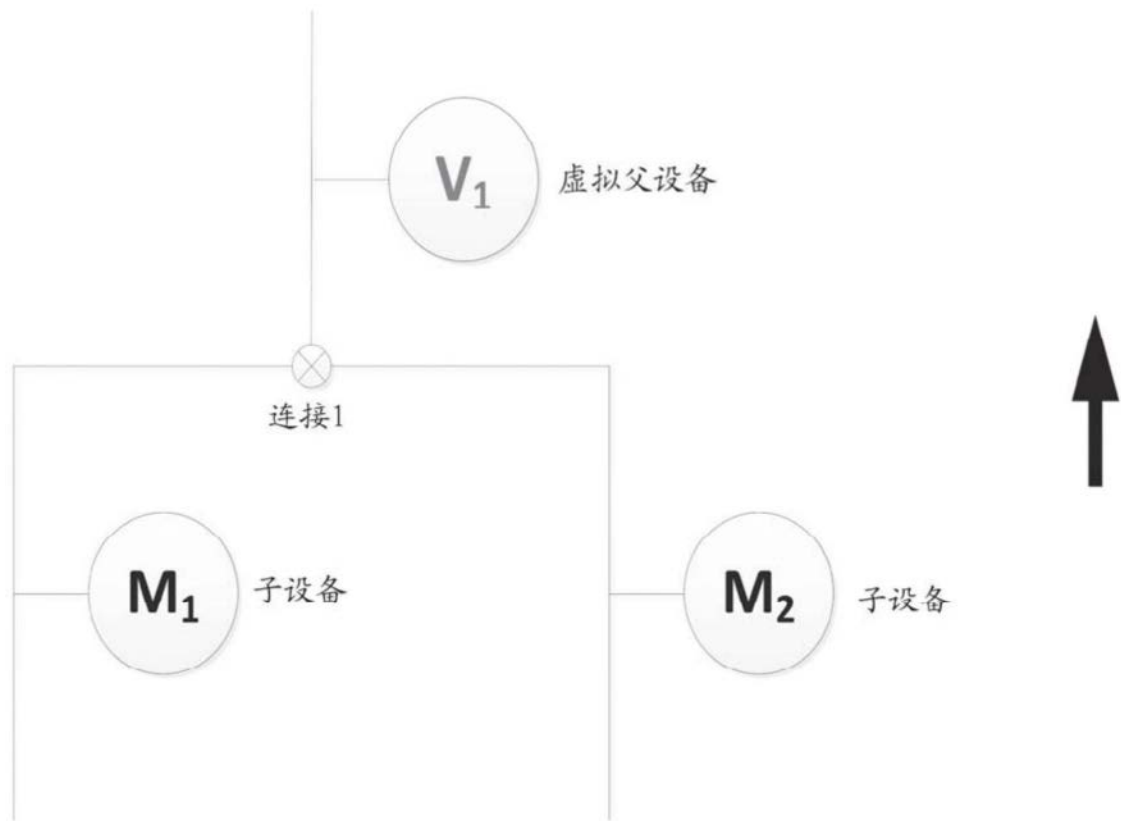


图30G

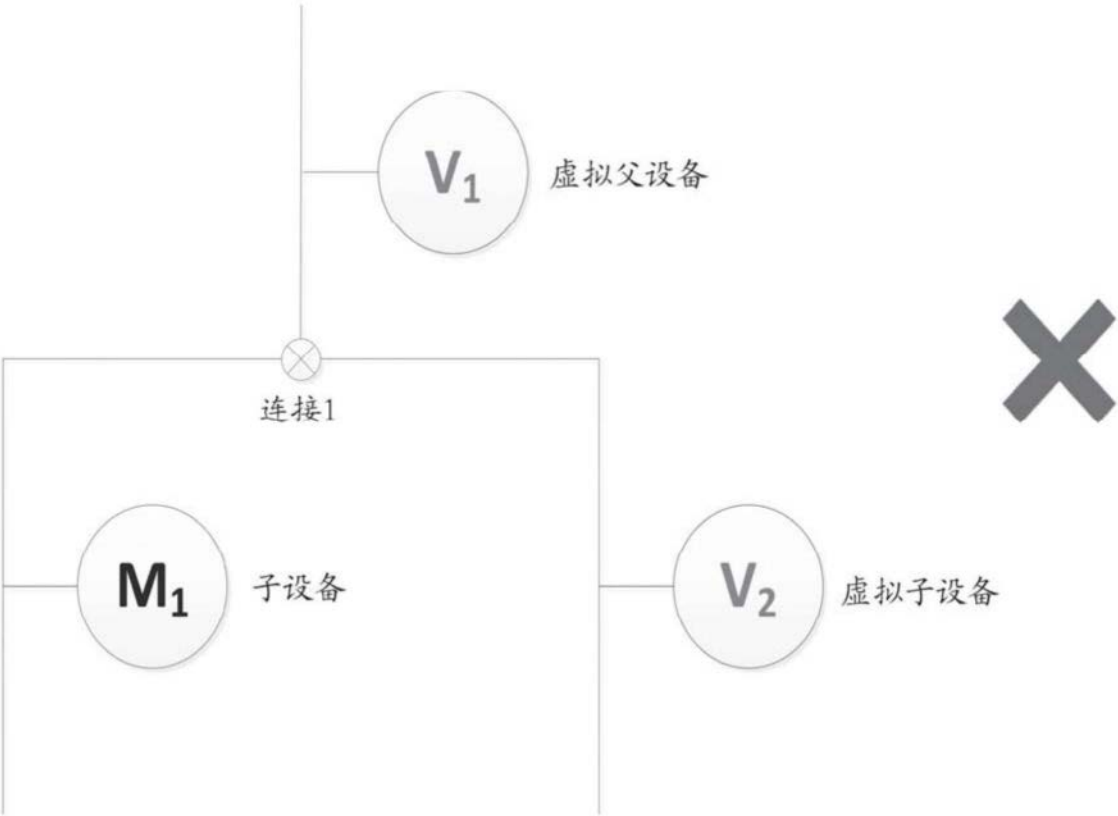


图30H

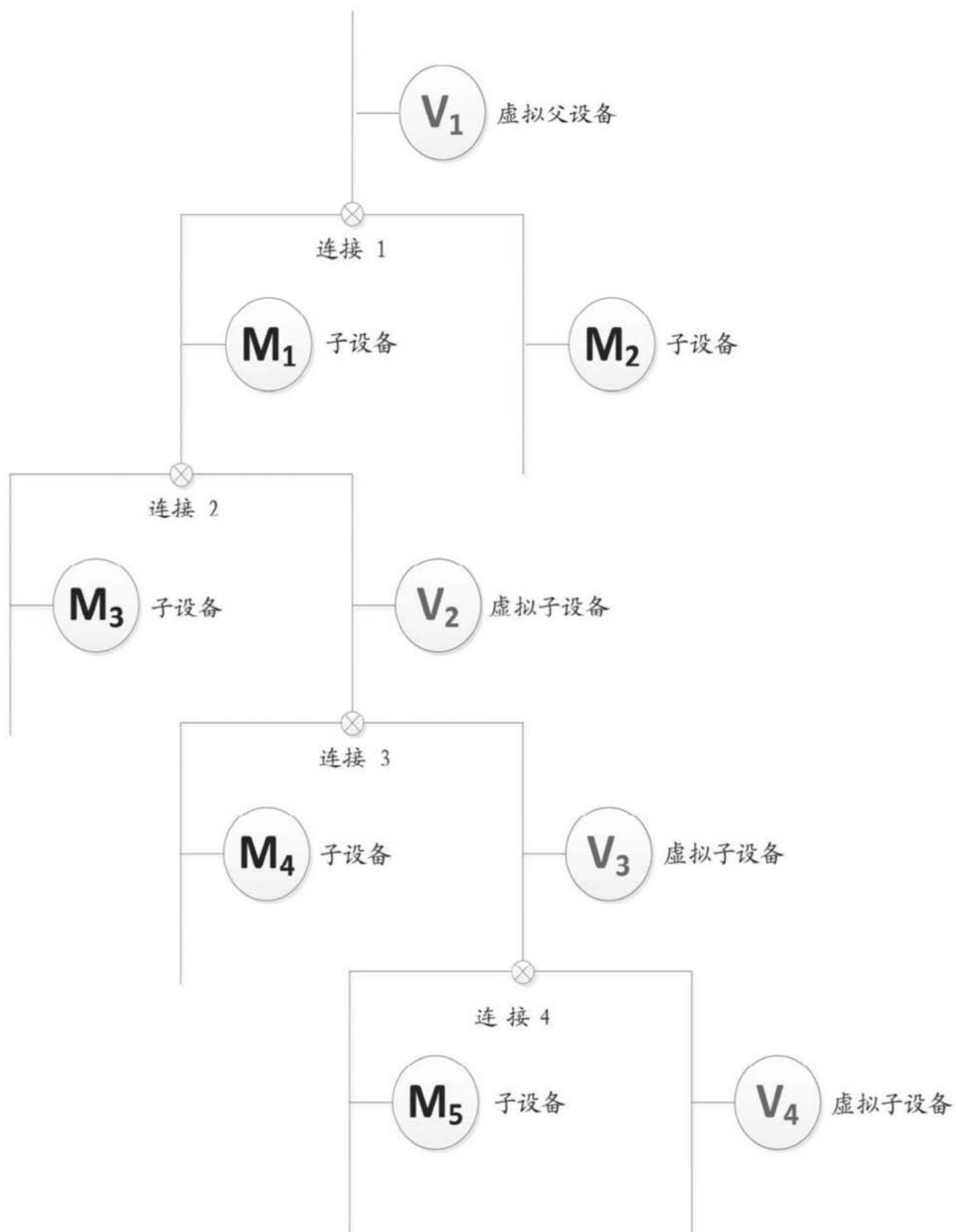


图30I

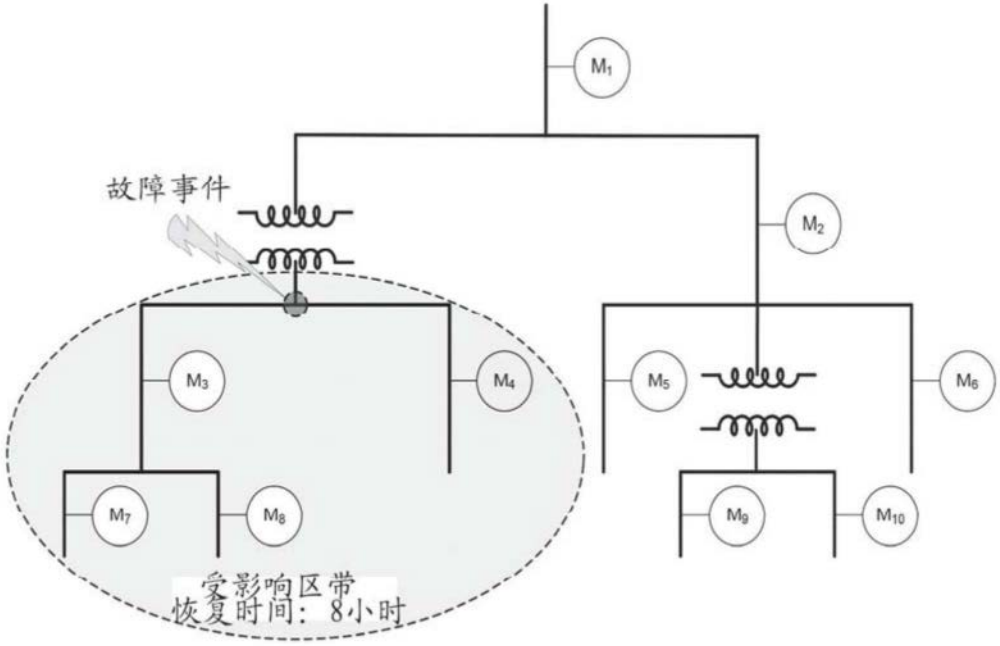


图31

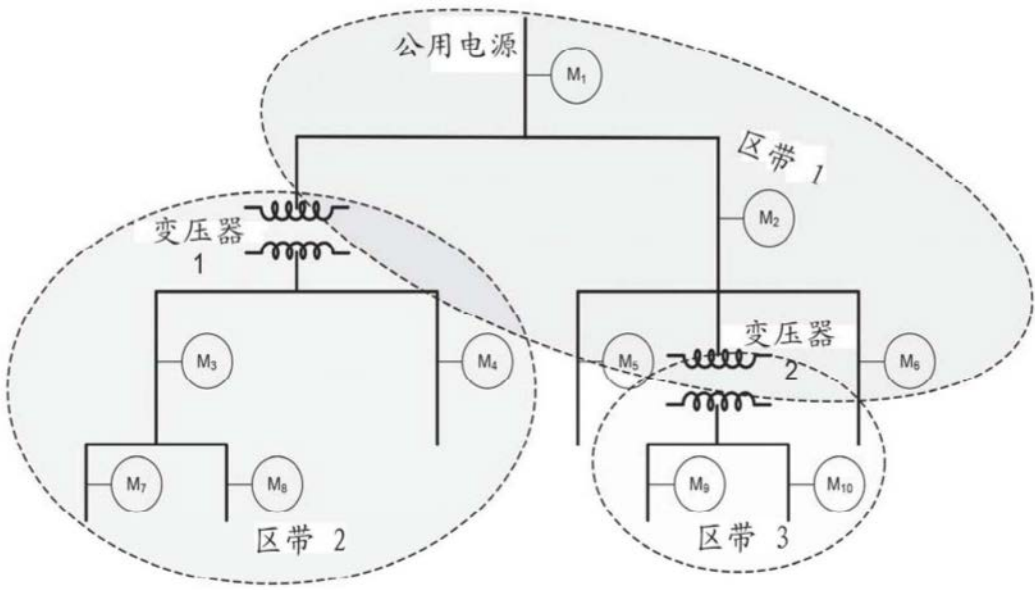


图32

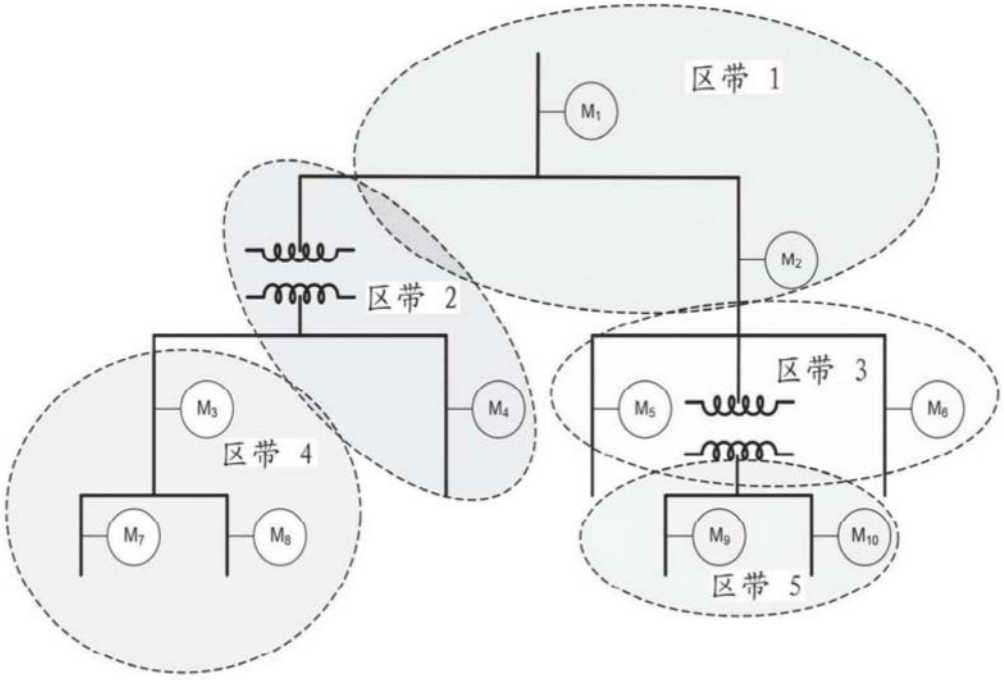


图33

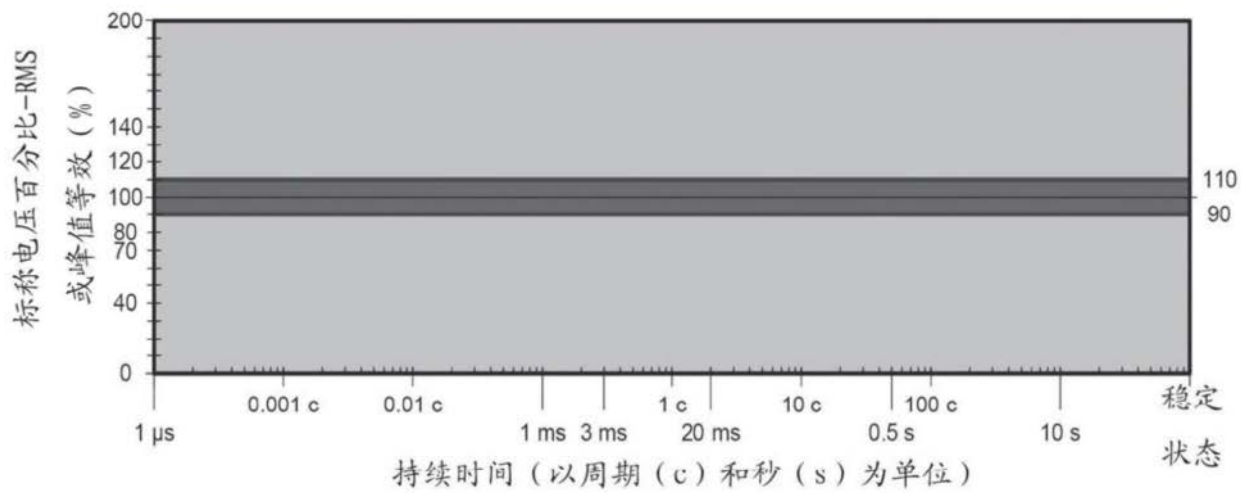


图34

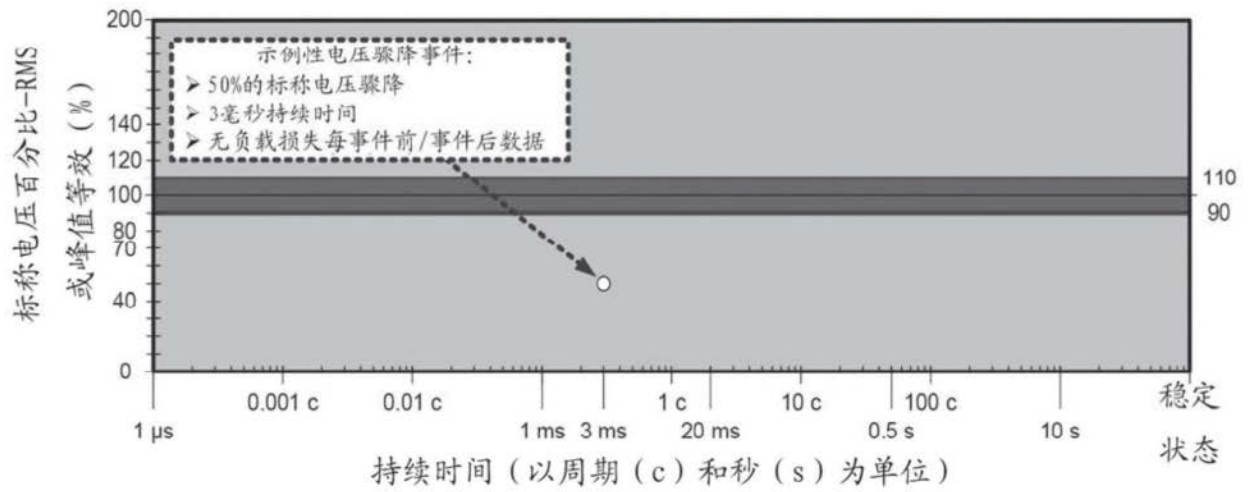


图35

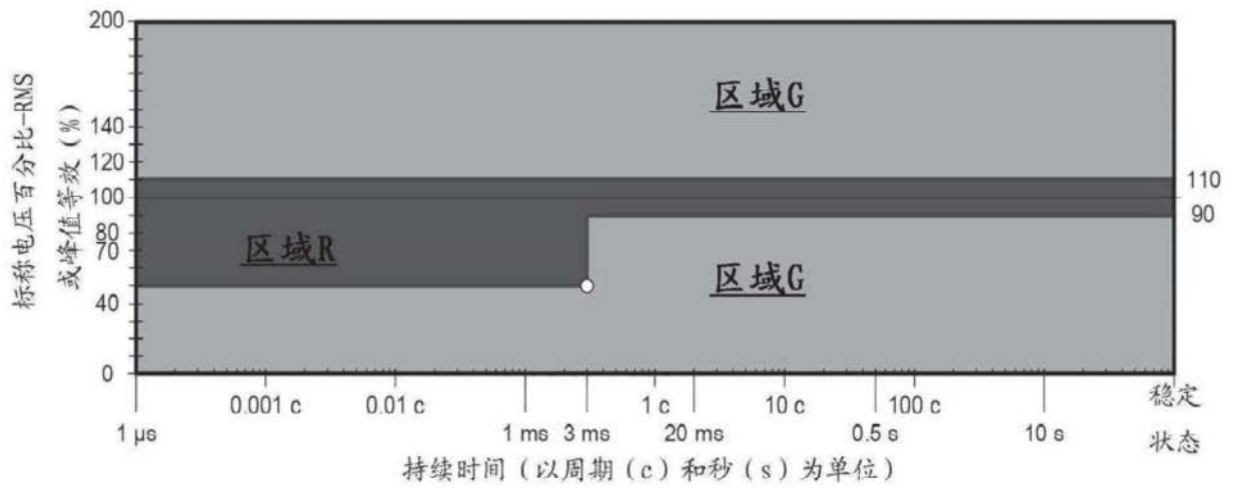


图36

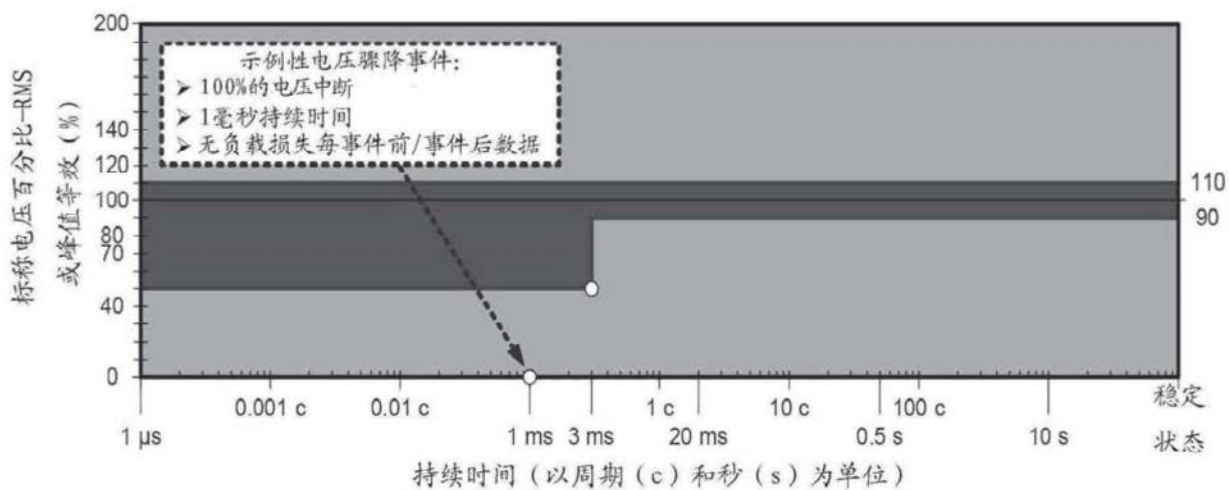


图37

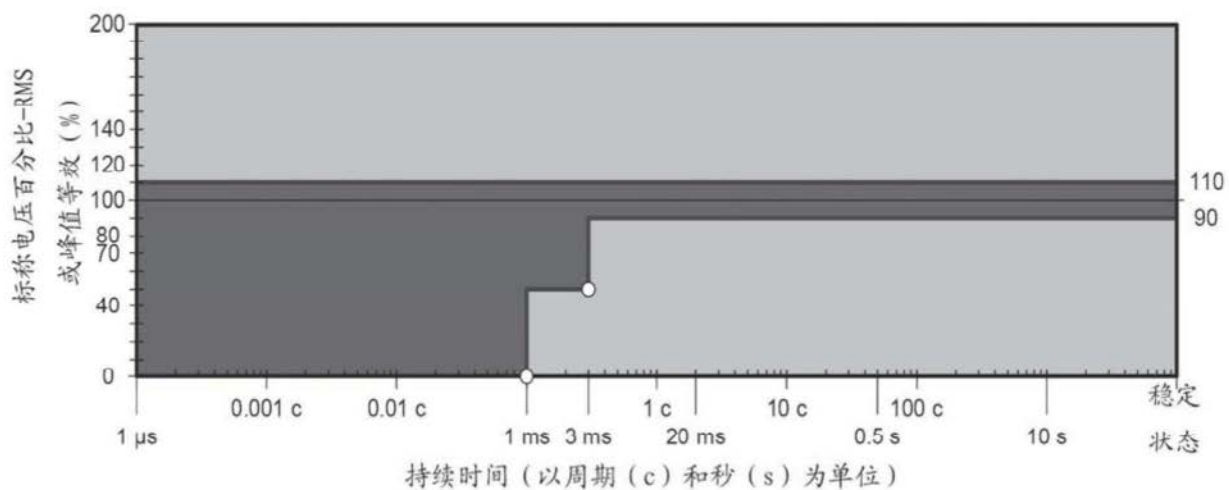


图38

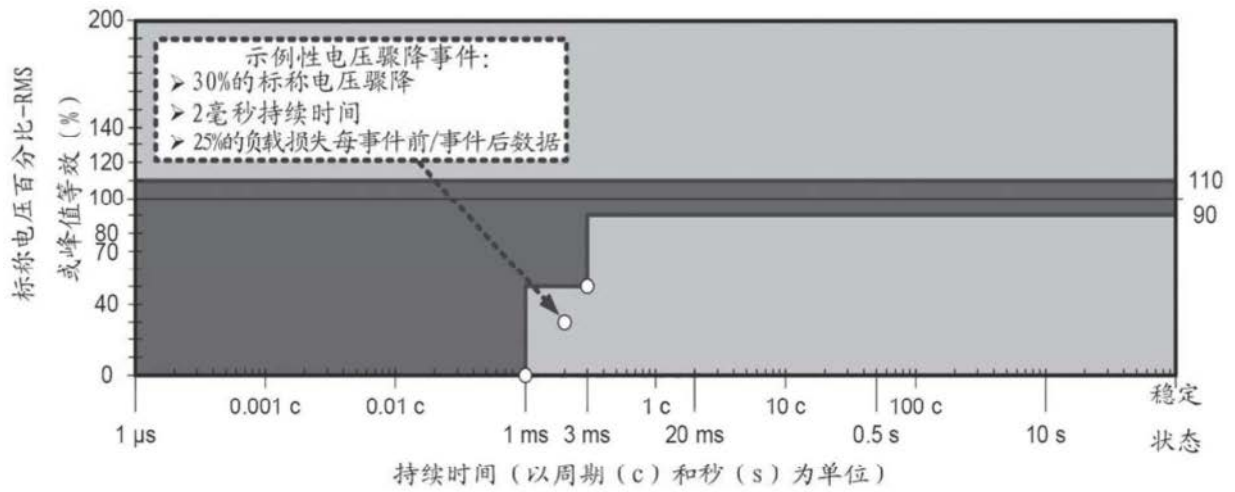


图39

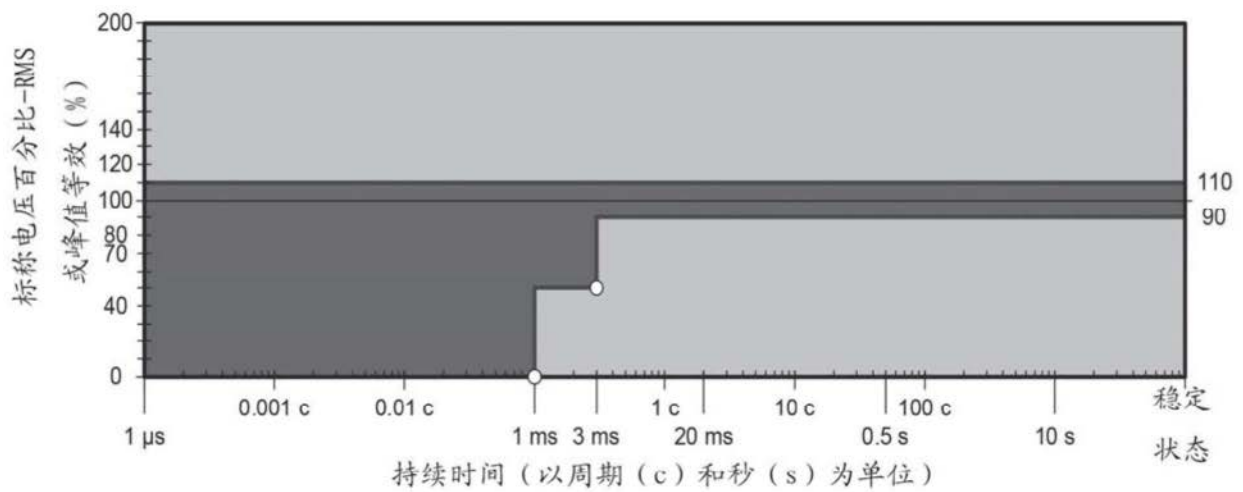


图40

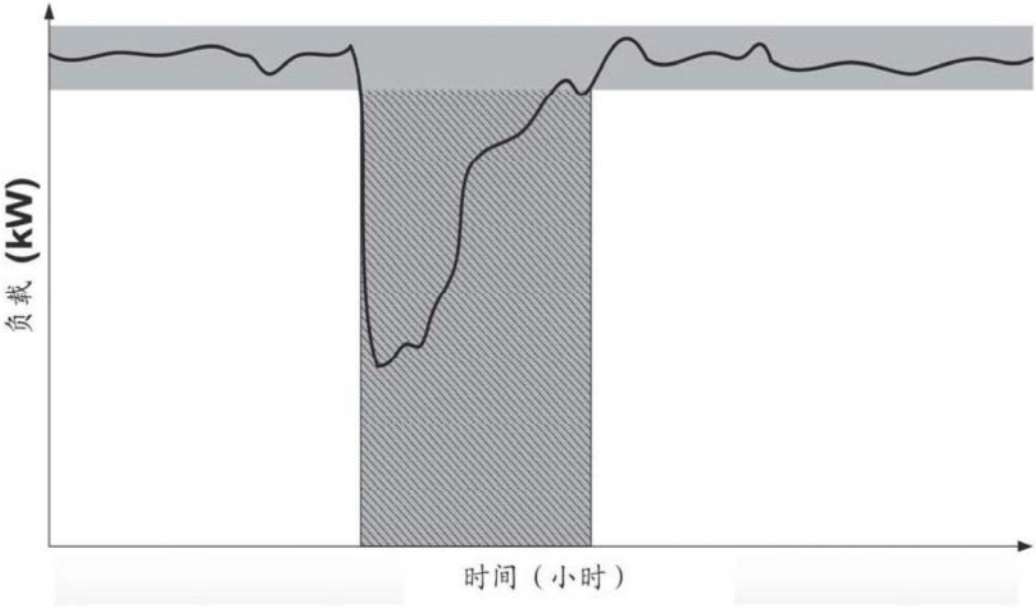


图41

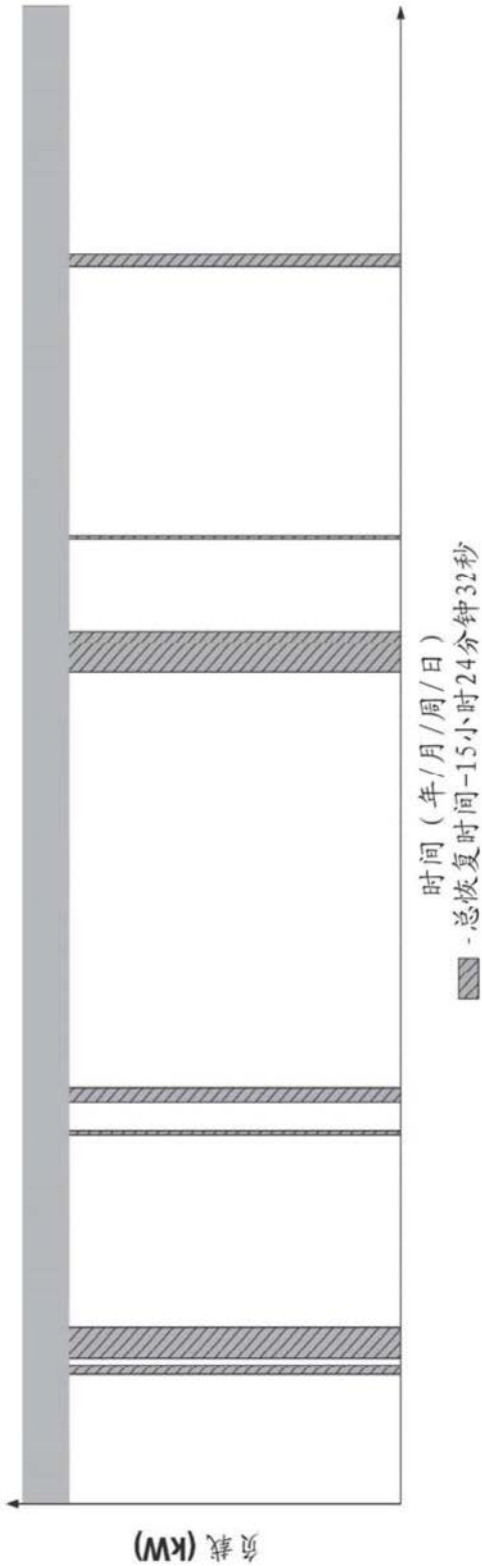


图42

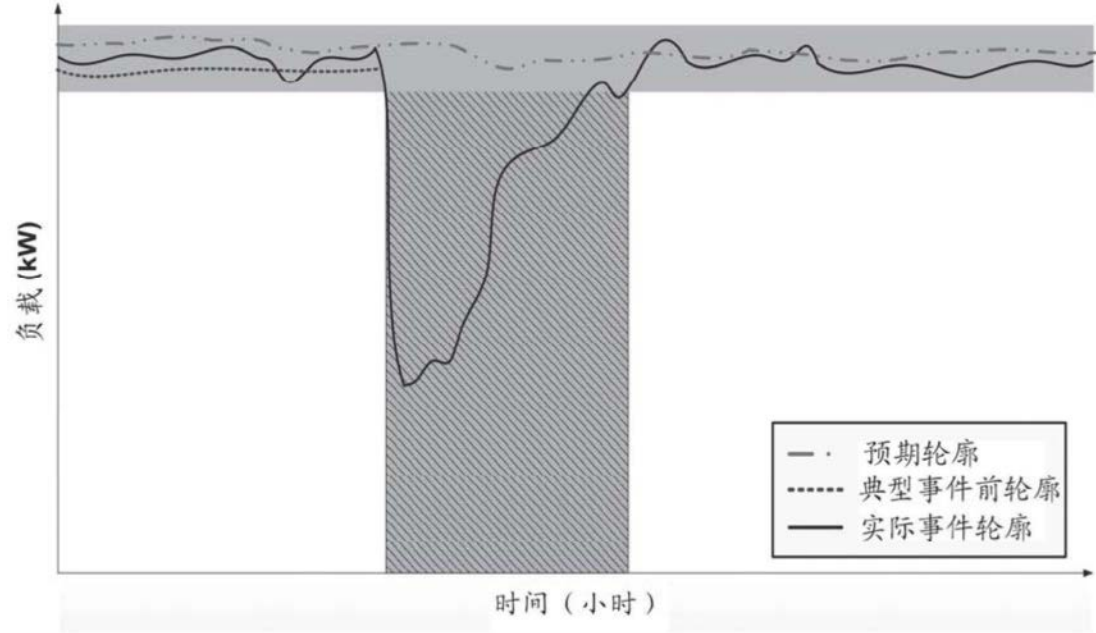


图43

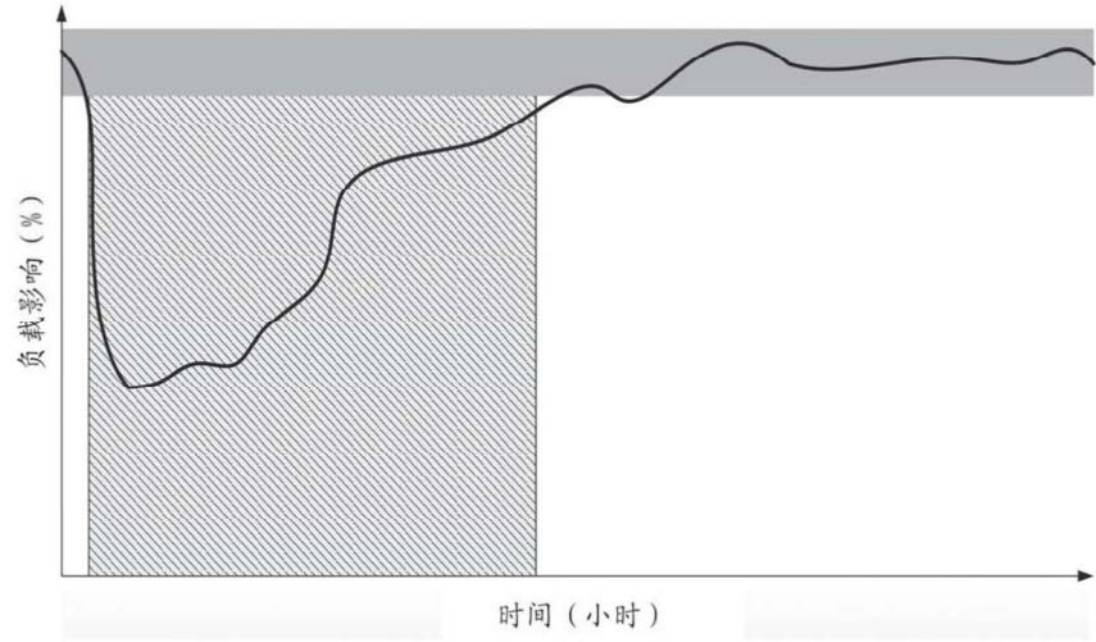


图44

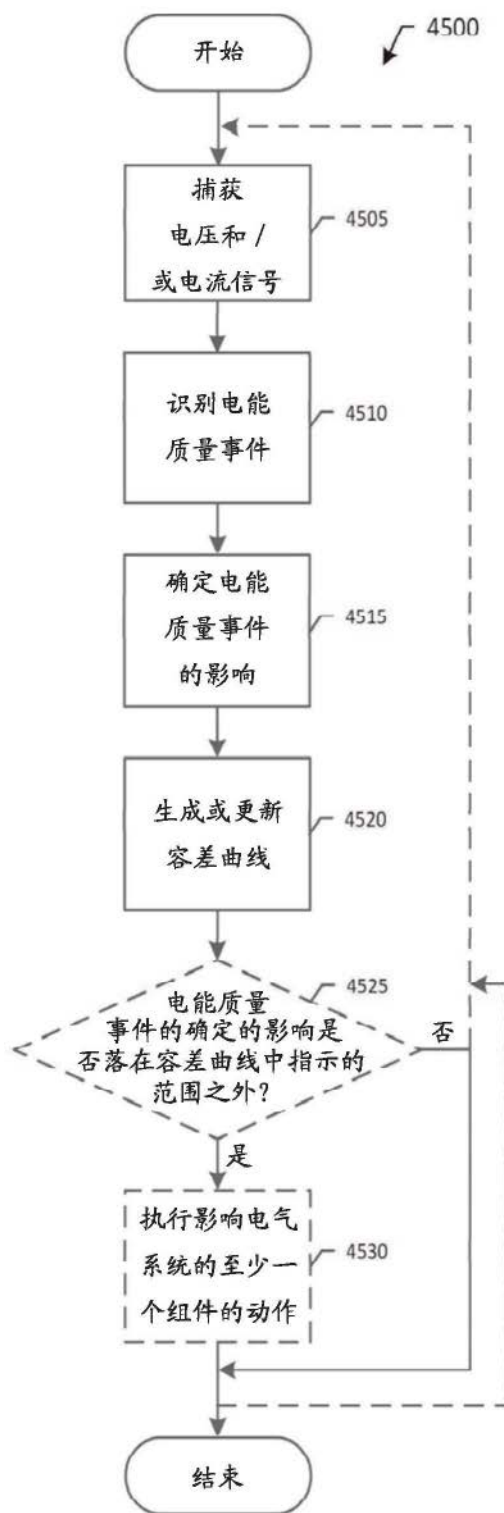


图45

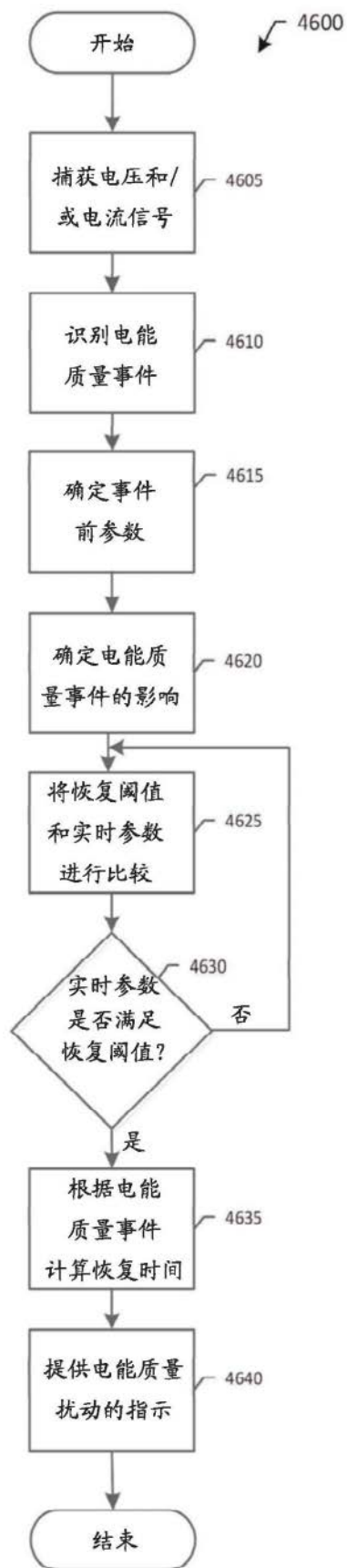


图46

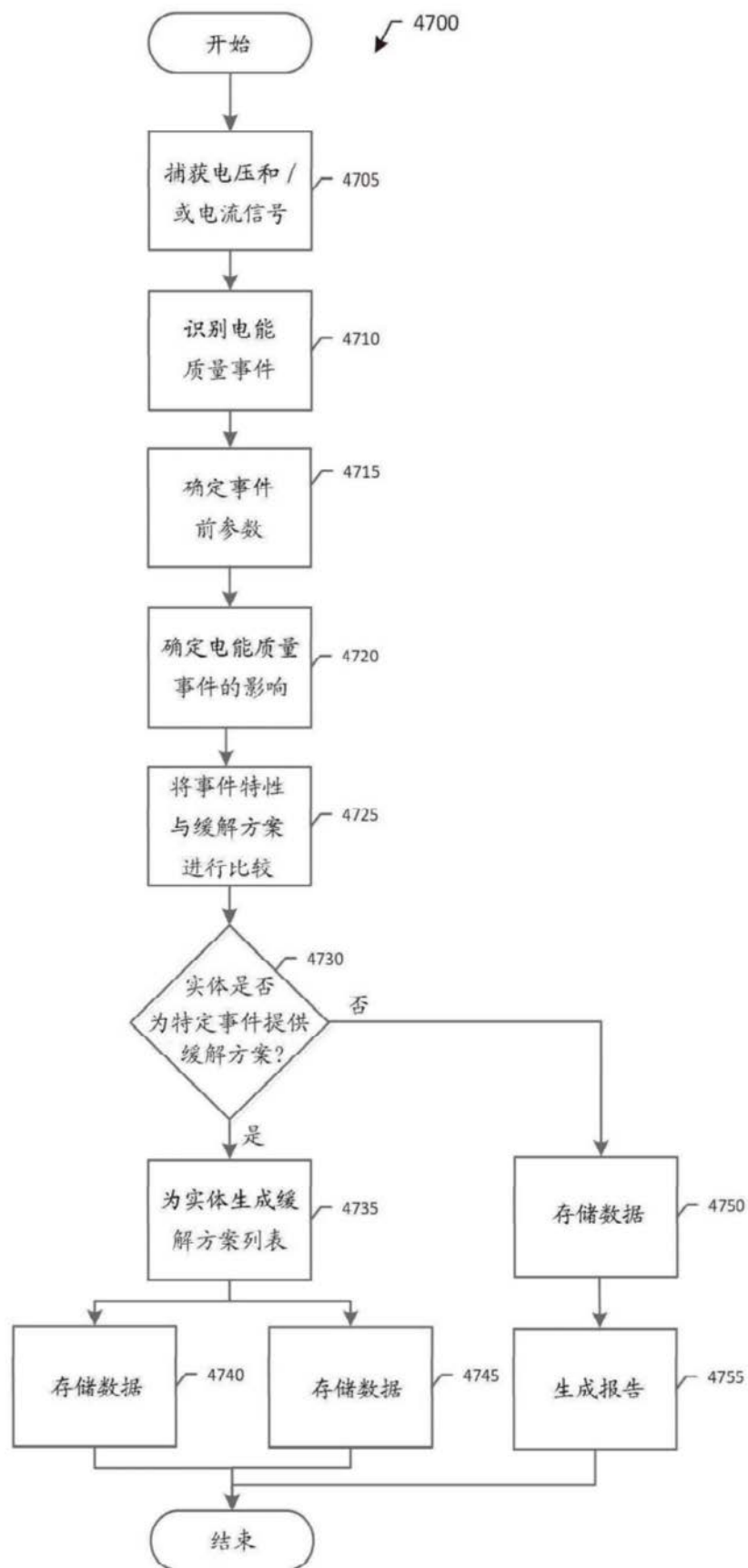


图47

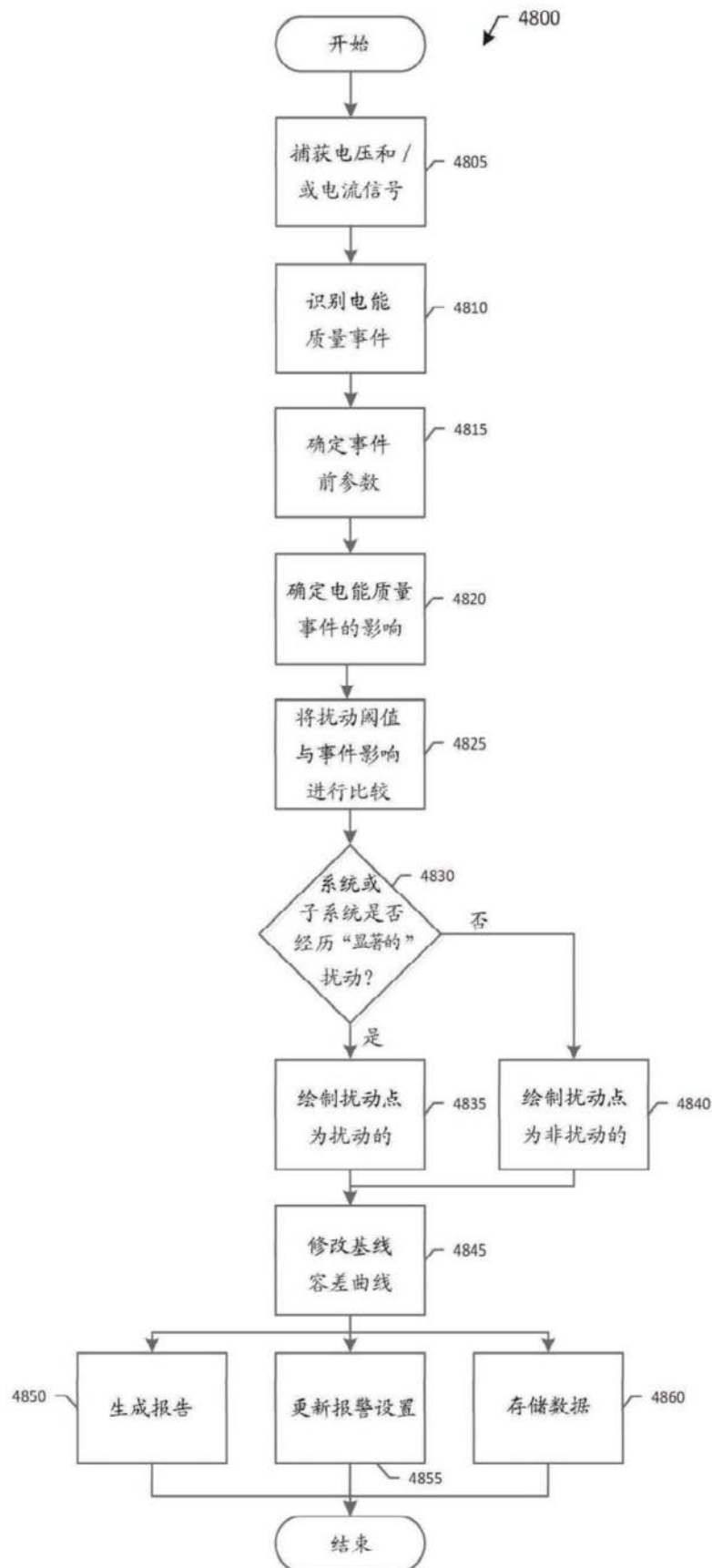


图48

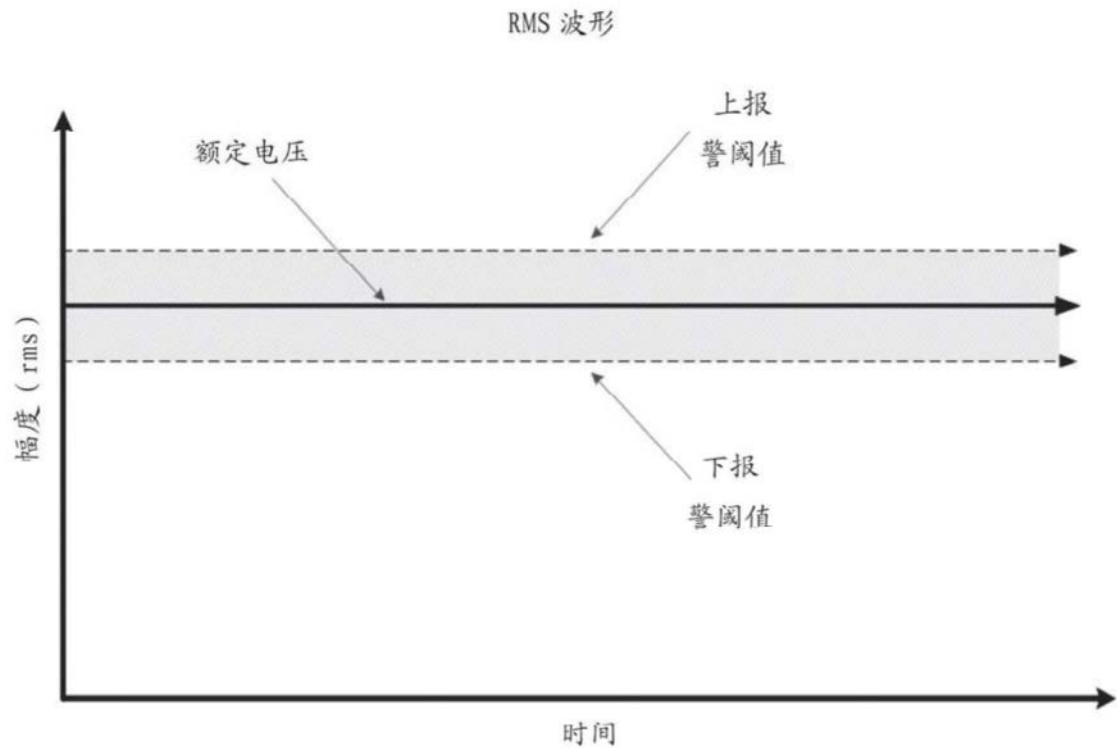


图49

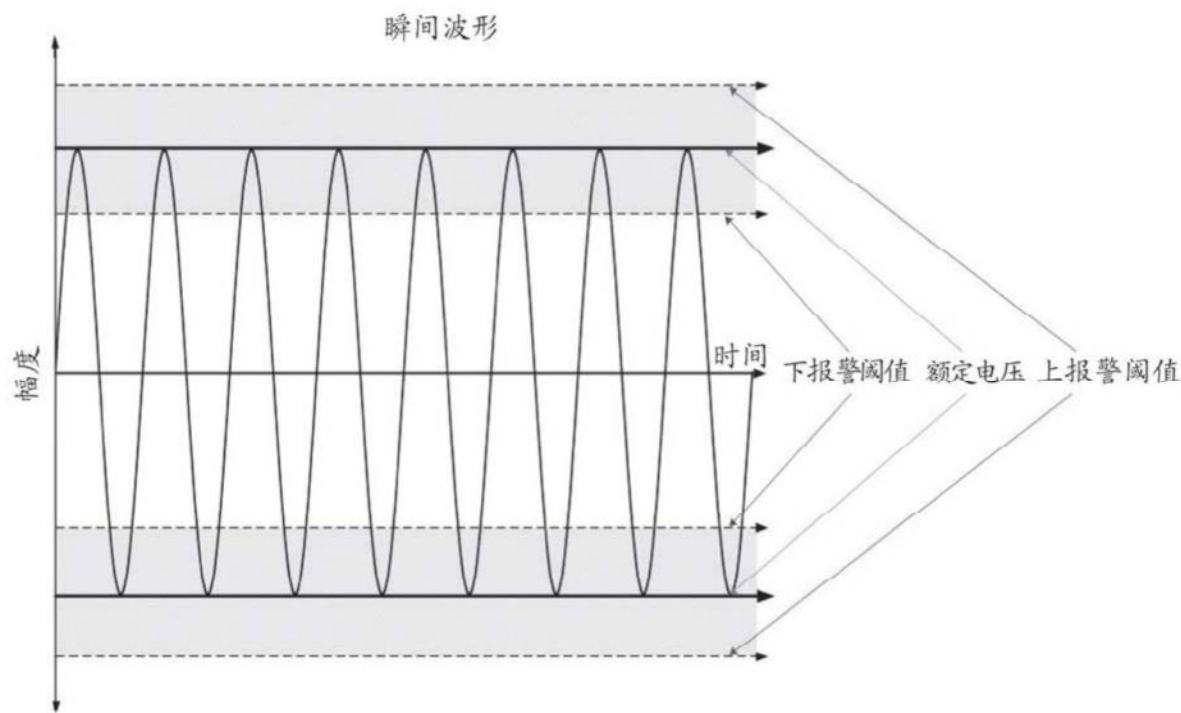


图50

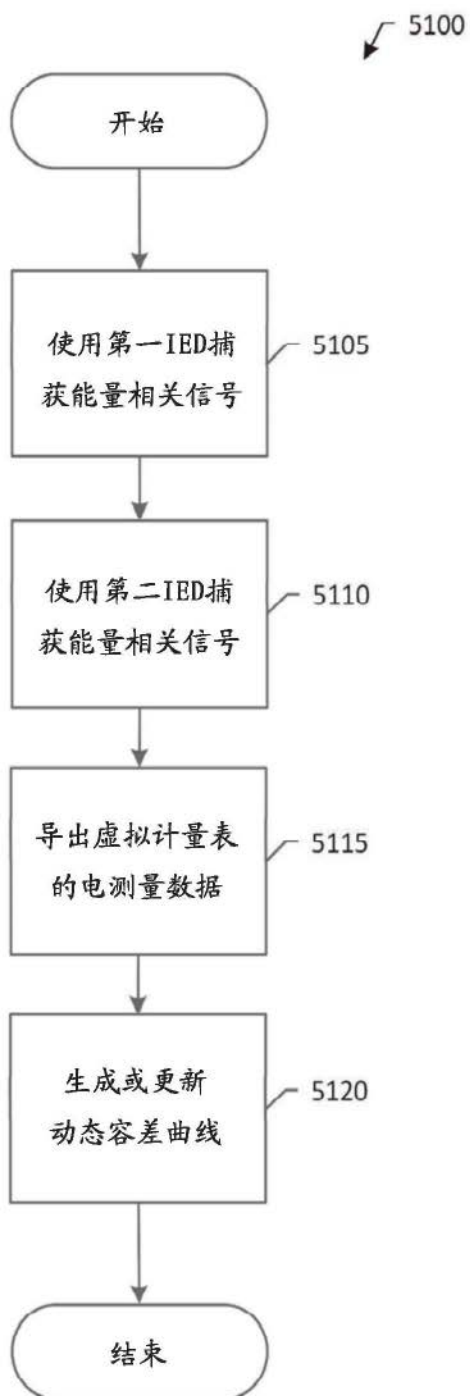


图51

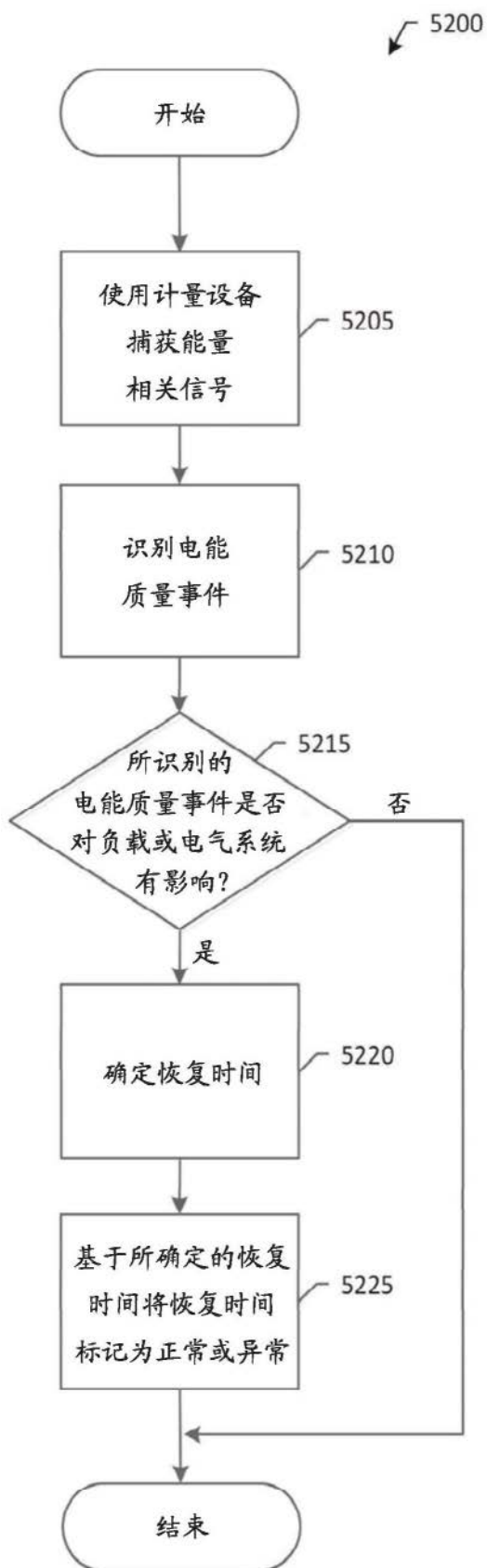


图52

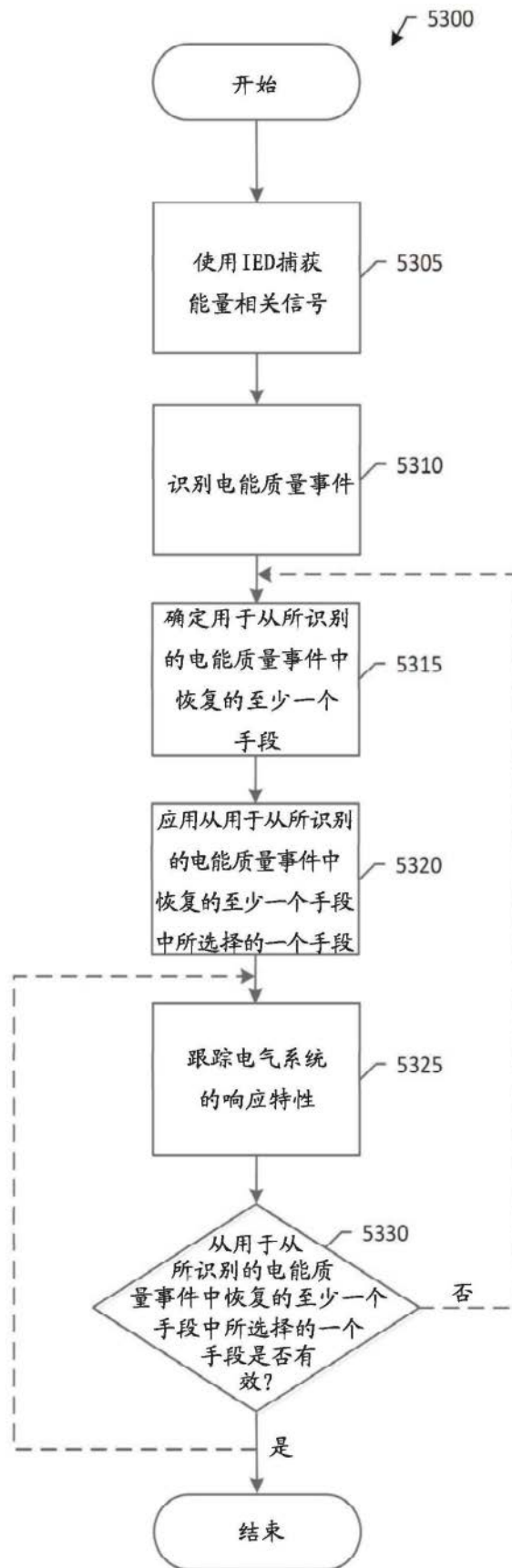


图53