



中华人民共和国国家标准

GB/T 39269—2020

电压暂降/短时中断 低压设备耐受特性测试方法

Voltage dip and short interruption—Immunity testing method for
low voltage equipment

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测试维度 3

 4.1 维度顺序 3

 4.2 残余电压与持续时间 3

 4.3 其他特征 3

 4.4 电压暂降的类型 3

 4.5 受试设备工况 3

5 受试设备性能判据 4

6 试验设备 4

 6.1 电压暂降发生器 4

 6.2 数据采集系统 4

7 测试布置 4

8 测试要求 5

 8.1 单相设备 5

 8.2 三相设备 5

9 测试流程 6

 9.1 测试准备 6

 9.2 测试实施 6

10 测试结果 6

11 测试报告 7

12 测试数据格式 8

附录 A（规范性附录） 三相系统电压暂降测试相量 9

附录 B（资料性附录） 递增法说明 10

附录 C（资料性附录） 测试报告模板 12

参考文献 15

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国电压电流等级和频率标准化技术委员会(SAC/TC 1)提出并归口。

本标准起草单位:广东电网有限责任公司广州供电局电力试验研究院、华南理工大学、中机生产力促进中心、华北电力大学、四川大学、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司电力科学研究院、全球能源互联网研究院有限公司、国网河南省电力公司电力科学研究院、国网山西省电力公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、西安博宇电气有限公司、国网北京市电力公司电力科学研究院、国网上海市电力公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司无锡供电分公司、深圳市中电电力技术股份有限公司、上海交通大学、安徽大学、南京国臣直流配电科技有限公司、武汉科力源电气有限公司。

本标准主要起草人:许中、钟庆、莫文雄、马智远、刘晶、徐永海、王勇、郑子萱、周凯、林芳、马明、王同勋、唐钰政、李胜文、陈兵、刘军成、于希娟、潘爱强、邢超、秦军、王昕、史明明、李睿、朱明星、陈文波、瞿李锋。



电压暂降/短时中断 低压设备耐受特性测试方法

1 范围

本标准规定了低压设备的电压暂降和短时中断耐受特性测试维度、受试设备性能判据、试验设备、测试布置、测试要求、测试流程和测试结果、报告与数据格式。

本标准适用于额定电压不超过 1 kV, 额定频率 50 Hz 的电气设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

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

GB/T 30137—2013 电能质量 电压暂降与短时中断

GB/T 32507—2016 电能质量 术语

3 术语和定义

GB/T 17626.34—2012、GB/T 30137—2013 和 GB/T 32507—2016 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用, 以下重复列出了 GB/T 17626.34—2012、GB/T 30137—2013 和 GB/T 32507—2016 中的一些术语和定义。

3.1

电压暂降 voltage dip(sag)

电力系统中某点工频电压方均根值突然降低至 0.1 p.u.~0.9 p.u., 并在短暂持续 10 ms~1 min 后恢复正常的现象。

[GB/T 30137—2013, 定义 3.1]

3.2

短时中断 short interruption

电力系统中某点工频电压方均根值突然降低至 0.1 p.u. 以下, 并在短暂持续 10 ms~1 min 后恢复正常的现象。

[GB/T 30137—2013, 定义 3.2]

3.3

电压暂降耐受[特]性 voltage dip immunity

电气设备在其供电电源发生电压暂降时仍能保持正常工作的能力。

注: 改写 GB/T 32507—2016, 定义 2.8.22。

3.4

残余电压 residual voltage

U_{res}

电压暂降或者短时中断过程中记录的电压方均根值的最小值。

[GB/T 30137—2013, 定义 3.9]

3.5

测试维度 testing dimension

测试过程中不同测试变量的集合。

3.6

电压暂降(短时中断)持续时间 duration of voltage dip(short interruption)

达到电压暂降(短时中断)阈值的电压暂降(短时中断)事件的持续时间。

[GB/T 30137—2013, 定义 3.4]

3.7

相位跳变 phase-angle jumps

电压和(或)电流波形在时间轴上的进程突然发生的变化。

[GB/T 32507—2016, 定义 2.8.7]

3.8

暂降起始角 point-on-wave of dip initiation

暂降发生时刻电压的相位。

3.9

多重暂降 multiple dip events (or dip sequences)

同一节点 1 min 内发生的多次电压暂降事件。

3.10

波形畸变 waveform distortion

电压和(或)电流波形偏离了理想工频正弦波形的状态(主要由偏离的频谱量表征)。波形畸变主要有 5 种基本形式:1)谐波;2)间谐波;3)缺口;4)直流偏置;5)噪声。

[GB/T 32507—2016, 定义 2.6.1]

3.11

矩形暂降 rectangular dip

电压有效值波形可近似被视为矩形的暂降,即具有“电压快速下降-恒定残余电压-电压快速恢复”模式的暂降。

3.12

非矩形暂降 non-rectangular dip

不具有矩形暂降特征的暂降。

3.13

三相对称暂降 balanced dip

三相残余电压幅值相等,相位相差 120°的电压暂降。

3.14

三相不对称暂降 unbalanced dip

三相残余电压幅值不相等或相位相差不等于 120°的电压暂降。

3.15

单相设备 single-phase equipment

连接到一个相线和中线之间的设备。

[GB/T 32507—2016, 定义 2.1.34]

3.16

三相设备 three-phase equipment

连接到三相电源上的设备。

[GB/T 32507—2016,定义 2.1.36]

3.17

故障 malfunction

设备执行预定功能的能力终止,或设备执行非预定功能。

[GB/T 17626.34—2012,定义 3.6]

3.18

容忍度曲线 tolerance curve

表示电气设备承受电压变动范围和持续时间能力的曲线。

[GB/T 32507—2016,定义 2.1.41]



4 测试维度

4.1 维度顺序

设备电压暂降耐受特性测试维度由低到高为:残余电压和持续时间、其他特征、电压暂降的类型和受试设备工况。

测试维度宜按从低到高顺序进行。

4.2 残余电压与持续时间

电压暂降的残余电压和持续时间两个特征量为最低维度的测试变量,也是本测试方法的基础。在其他测试维度变量给定后,通过改变残余电压和持续时间,测试受试设备的耐受特性。

4.3 其他特征

除电压暂降残余电压和持续时间两个特征变量外,电压暂降还可能包括以下其他特征:

- 暂降前电压;
- 暂降起始角;
- 相位跳变;
- 波形畸变;
- 多重暂降;
- 非矩形暂降。

这些特征变量可作为第二层维度的测试变量。

4.4 电压暂降的类型

电压暂降的类型作为第三层维度的测试变量。

电压暂降的类型是三相设备测试时应考虑的测试变量,对于单相设备不必考虑。

4.5 受试设备工况

受试设备工况为最高维度的测试变量,应在每一次测试前给定。

受试设备工况应包括受试设备的运行条件和工作状态等。鉴于受试设备类型多、性能差异性大,受试设备工况应结合设备制造商规定进行定义。

5 受试设备性能判据

受试设备的功能或性能变化是判别设备是否受到电压暂降影响的判别依据,按照 GB/T 17626.11—2008 和 GB/T 17626.34—2012 中第 9 章对受试设备的功能或性能变化进行分类:

- a) 功能和性能正常;
- b) 功能或性能暂时降低或丧失,但能自行恢复;
- c) 功能或性能暂时降低或丧失,但需要操作者干预或系统复位才能恢复;
- d) 因设备(元件)或软件损坏,或数据丢失而造成不能自行恢复至正常状态的功能降低或丧失。

根据以上分类,测试时应明确给出受试设备的判别依据以评价受试设备的耐受特性。

鉴于受试设备类型多、功能性能差异大,受试设备判别依据应由相关各方结合设备规范进行定义。

受试设备不应由于应用本测试方法而出现危险或不安全的后果。

6 试验设备

6.1 电压暂降发生器

电压暂降发生器用于产生满足各类电源特性的测试电压,其性能和特征应满足 GB/T 17626.34—2012 中第 6 章对测试设备要求。

当用于三相设备电压测试时,电压暂降发生器还应满足以下要求:

- a) 具有星型和三角型两种接线方式;
- b) 满足附录 A 所述各类三相电压暂降的测试需要;
- c) 满足第 8 章中测试要求的需要。

6.2 数据采集系统

数据采集系统用于采集和记录测试过程中受试设备的输入电压、输出电流以及其他相关反映被测设备性能变化的特征量,可包括:各类具有存储功能的示波器和数据采集装置等。

数据采集系统的数据采样率、分辨率宜满足测试量精度需求:

- a) 采样率不低于 10 kHz;
- b) 分辨率不小于 12 位。

7 测试布置

为减小对测试结果的影响,宜采用设备制造商规定的、尽可能短的电缆。如无电缆长度规定,则应是适合于受试设备所用的最短电缆。测试布置如图 1 所示。

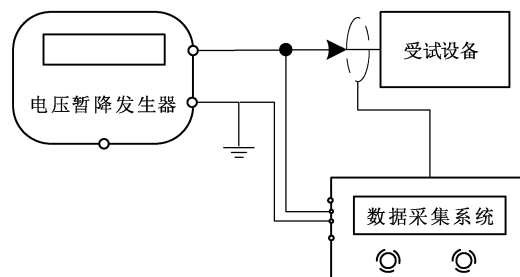


图 1 测试布置示意图

8 测试要求

8.1 单相设备

单相设备的测试要求如下：

- a) 受试设备工况：受试设备工况应不少于两种，应包含设备额定工况。
- b) 其他特征：
 - 1) 所有测试应在矩形暂降下完成。条件允许时，可增加多重暂降、非矩形暂降和不同暂降前电压等情况下的测试。
 - 2) 波形畸变：至少应在无波形畸变条件下进行测试。条件允许时，宜考虑波形畸变因素。可考虑电压谐波含有率为 20%、相位为 0° 的 3 次、5 次或 7 次谐波电压。对于叠加多次谐波的测试，可叠加相位为 0° 的 3 次、5 次、7 次谐波，谐波含量组合可为 (10%、5%、5%)、(5%、10%、5%)、(5%、5%、10%)。
 - 3) 相位跳变：至少应在相位跳变为 0° 时进行测试。条件允许时，宜设定相位跳变的测试范围为 $-30^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，测试步长为 5° 。
 - 4) 暂降起始角：至少应在电压暂降起始角为 0° 时进行测试。条件允许时，宜设定暂降起始角的测试范围为 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ，测试步长为 45° 。
- c) 残余电压和持续时间：
 - 1) 至少应在残余电压为 0%、20%、40%、50%、70%、80%、90% 的标称电压时进行测试。条件允许时，宜设定残余电压的测试范围为 0%~90% 的标称电压，测试步长为 10% 的标称电压。当两个相邻残余电压对应的持续时间变化较大时，宜将该区间内的测试步长设置为 1% 的标称电压。
 - 2) 持续时间：对应每一个残余电压，应确定设备可耐受的电压暂降持续时间，持续时间的测试分辨率不大于 1 ms。

单相设备测试宜采用附录 B 中 B.1 所示的递增法。

8.2 三相设备

三相设备的测试要求如下：

- a) 受试设备工况：受试设备工况应不少于两种，应包含设备额定工况。
- b) 电压暂降的类型：
 - 1) 对于三相设备，无论是否有中线，三相应同时进行测试。
 - 2) 应进行三相对称暂降的测试。三相对称电压暂降的定义见附录 A 中的 III 型暂降。
 - 3) 可考虑三相不对称暂降的测试。宜采用附录 A 中规定的 I 型、II 型、II.A1 型和 II.A2 型电压暂降，也可采用 GB/T 17626.34—2012 中附录 C 给出的三相线试验的相量。
 - 4) 在开展三相不对称暂降测试时，对具有中线的三相设备，应单独对六个不同电压（相-相电压和相-中线电压）进行测试，即 A-N、B-N、C-N、A-B、B-C 和 A-C；对于不具有中线的三相设备，应单独对三个不同电压（相-相电压）进行测试，即 A-B、B-C 和 A-C。
- c) 给定受试设备工况和暂降类型两个维度变量后，测试应满足 8.1 b) 和 8.1 c) 中规定的测试要求。

三相设备测试宜采用附录 B 中 B.2 所示的递增法。

9 测试流程

9.1 测试准备

应采取预防措施以避免人员、受试设备和测试设备发生危险或不安全情况。

对于一个给定的受试设备,在测试开始之前,应先准备一份测试方案。测试方案应反映受试设备基本信息和现场预期使用情况。测试方案应对测试系统整体做一次预估,以确定测试系统的配置能体现现场情况。测试方案提出的测试内容应满足第 8 章的测试要求。测试方案宜包含以下项目:

- 受试设备的基本信息:类型、名称、型号、生产厂家、出厂编号、生产日期等;
- 有关连接和相应电缆及辅助设备的资料;
- 受试设备的额定参数;
- 受试设备的典型工况及测试时的工况;
- 受试设备性能判据;
- 测试布置;
- 测试维度与测试变量;
- 受试设备可能发生的异常情况应对措施。

9.2 测试实施

应在测试实施期间谨慎,受试设备和测试设备不应由于测试而发生危险或不安全。

实施测试时,对每一项测试,应记录测试中和测试后设备的运行状态,以及输入电压和电流波形。

在受试设备工况、暂降类型和其他特征等维度测试变量给定的情况下,通过改变电压暂降的残余电压和持续时间,根据受试设备性能判据,记录该残余电压和持续时间下的设备运行性能,可获得一条电压容忍度曲线。通过从低到高改变不同测试维度的测试变量进行测试,可获得一簇电压容忍度曲线。

具体测试实施宜采用附录 B 所示的递增法。

10 测试结果

电气设备电压暂降耐受特性的测试结果为一簇电压容忍度曲线。电压容忍度曲线的横坐标为持续时间,纵坐标为残余电压。典型的一簇电压暂降容忍度曲线如图 2 所示。

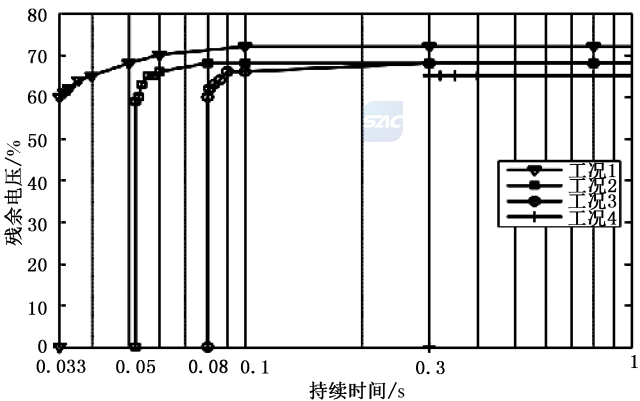


图 2 一簇电压暂降容忍度曲线

11 测试报告

测试报告应包含能重现的全部测试信息,应包括下列内容:

- 测试对象信息:
 - 受试设备样品名称;
 - 型号或规格;
 - 额定技术参数(如:额定电压、电流、频率、三相/单相等);
 - 生产厂家;
 - 出厂编号;
 - 出厂日期。
- 测试环境信息:
 - 时间;
 - 温度;
 - 相对湿度;
 - 大气压;
 - 任何进行测试的专门环境条件(如有)。
- 测试人员信息:
 - 测试数据记录或报告编制人员;
 - 测试报告审核人员;
 - 测试报告签发人员。
- 测试设备信息:
 - 名称;
 - 型号。
- 测试数据信息:
 - 依据标准、项目及条款号;
 - 受试设备工况;
 - 测试中和测试后的受试设备输入电压和电流波形;
 - 电压暂降类型;
 - 相位跳变;
 - 暂降起始角;
 - 波形畸变;
 - 残余电压;
 - 持续时间。
- 测试结果信息:
 - 性能判据;
 - 判定或结果描述(如:异常情况及处理)。
- 其他信息(如有):
 - 确保测试进行的任何特定条件;
 - 影响测试结果的特殊说明;
 - 关键测试数据的不确定度分析。

测试报告模板参见附录 C。

12 测试数据格式

测试数据宜包含以下内容：

- 样品名称：字符串类型，长度不超过 30 字符；
- 生产厂家：字符串类型，长度不超过 30 字符；
- 样品型号：字符串类型，长度不超过 30 字符；
- 出厂编号：字符串类型，长度不超过 30 字符；
- 出厂日期：时间类型；
- 额定参数：字符串类型，长度不超过 100 字符，包含额定功率、额定电压等；
- 单相/三相设备标识：枚举类型（1.单相；2.三相）；
- 测试单位：字符串类型，长度不超过 30 字符；
- 测试人员：字符串类型，长度不超过 30 字符；
- 测试设备：“型号”“出厂编号”“校验单位”为字符串类型，长度不超过 30 字符；“生产日期”和“校验日期”为时间类型；
- 测试时间：时间类型；
- 测试环境：浮点数类型，包含测试温度、湿度、大气压等；
- 特殊说明：字符串类型，长度不超过 500 字符，非必填项；
- 设备运行状态：字符串类型，长度不超过 30 字符；
- 电压暂降类型：枚举类型（1.单相暂降；2.三相暂降；3.A 相暂降；4.B 相暂降；5.C 相暂降；6.AB 相暂降；7.BC 相暂降；8.CA 相暂降）；
- 相位跳变：浮点数类型；
- 暂降起始角：浮点数类型；
- 波形畸变：“谐波次数”为枚举类型，1~12 分别表示 2 次~13 次谐波；“电压畸变率”和“谐波相位”为浮点数类型；
- 残余电压：浮点数类型；
- 持续时间：浮点数类型。

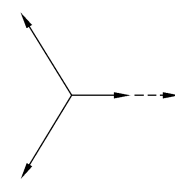
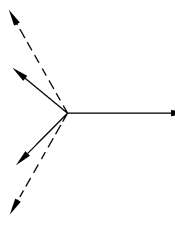
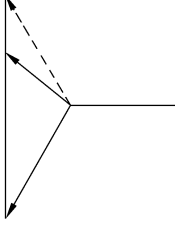
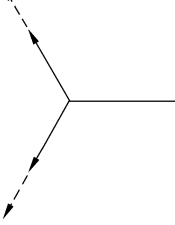
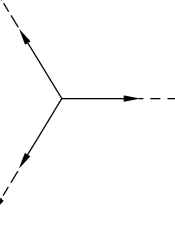
附 录 A

(规范性附录)

三相系统电压暂降测试相量

三相系统电压暂降测试相量如表 A.1 所示,其中, E 为系统电压额定值, X 为系统发生电压暂降后的残余电压,均为相电压。

表 A.1 三相系统电压暂降测试相量

类型	相量图	表达式
I 型		$\begin{aligned} V_a &= X \\ V_b &= -\frac{1}{2}E - \frac{1}{2}jE\sqrt{3} \\ V_c &= -\frac{1}{2}E + \frac{1}{2}jE\sqrt{3} \end{aligned}$
II 型		$\begin{aligned} V_a &= E \\ V_b &= -\frac{1}{2}E - \frac{1}{2}jX\sqrt{3} \\ V_c &= -\frac{1}{2}E + \frac{1}{2}jX\sqrt{3} \end{aligned}$
II.A1 型		$\begin{aligned} V_a &= E \\ V_b &= -\frac{1}{2}E - \frac{1}{2}jE\sqrt{3} \\ V_c &= -\frac{1}{2}E + \frac{1}{2}j(2X - E)\sqrt{3} \end{aligned}$
II.A2 型		$\begin{aligned} V_a &= E \\ V_b &= -\frac{1}{2}X - \frac{1}{2}jX\sqrt{3} \\ V_c &= -\frac{1}{2}X + \frac{1}{2}jX\sqrt{3} \end{aligned}$
III 型		$\begin{aligned} V_a &= X \\ V_b &= -\frac{1}{2}X - \frac{1}{2}jX\sqrt{3} \\ V_c &= -\frac{1}{2}X + \frac{1}{2}jX\sqrt{3} \end{aligned}$

附录 B
(资料性附录)
递增法说明

B.1 单相设备递增法

单相设备测试的递增法如图 B.1 所示。

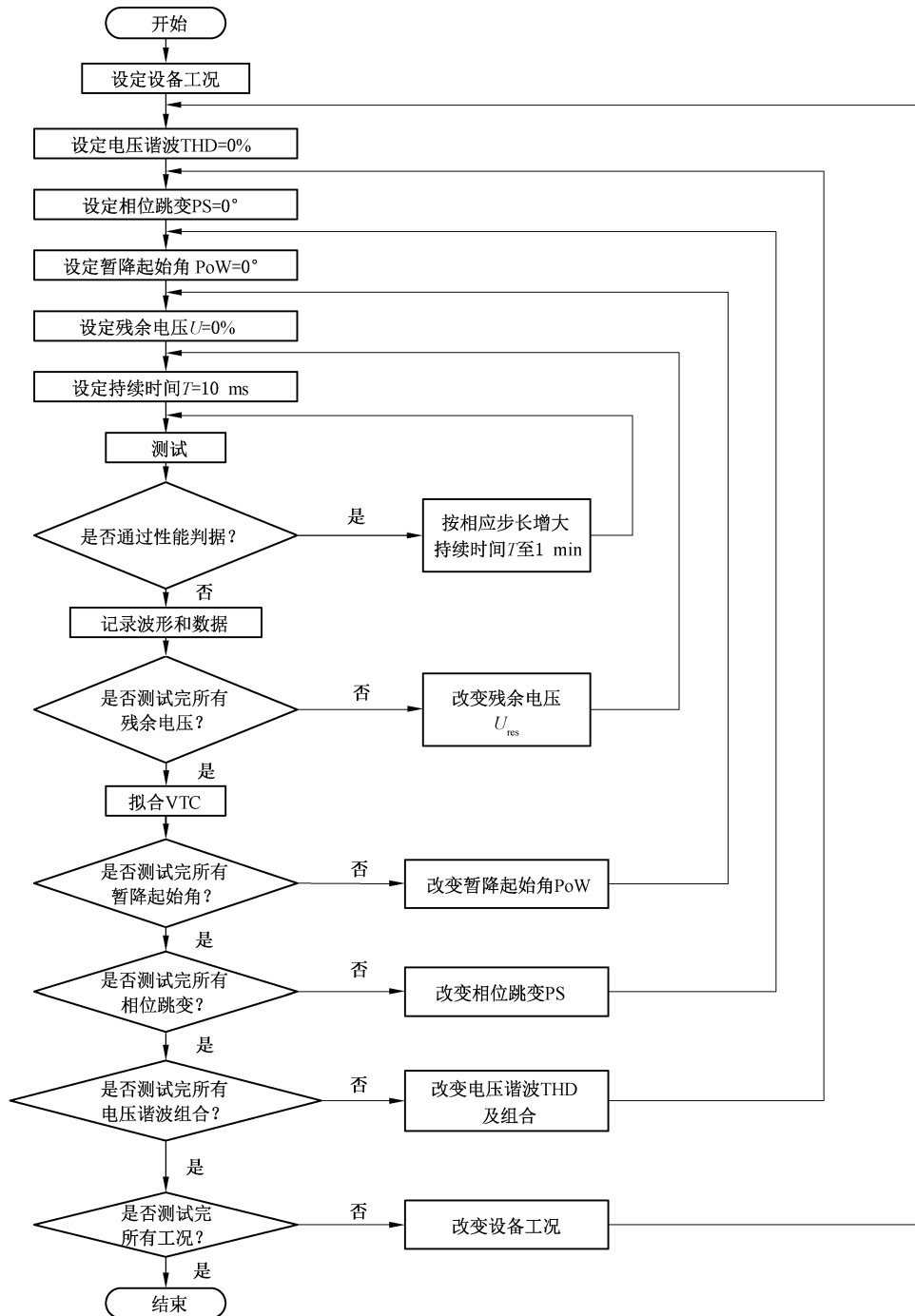


图 B.1 单相设备递增法

B.2 三相设备递增法

三相设备测试的递增法如图 B.2 所示。

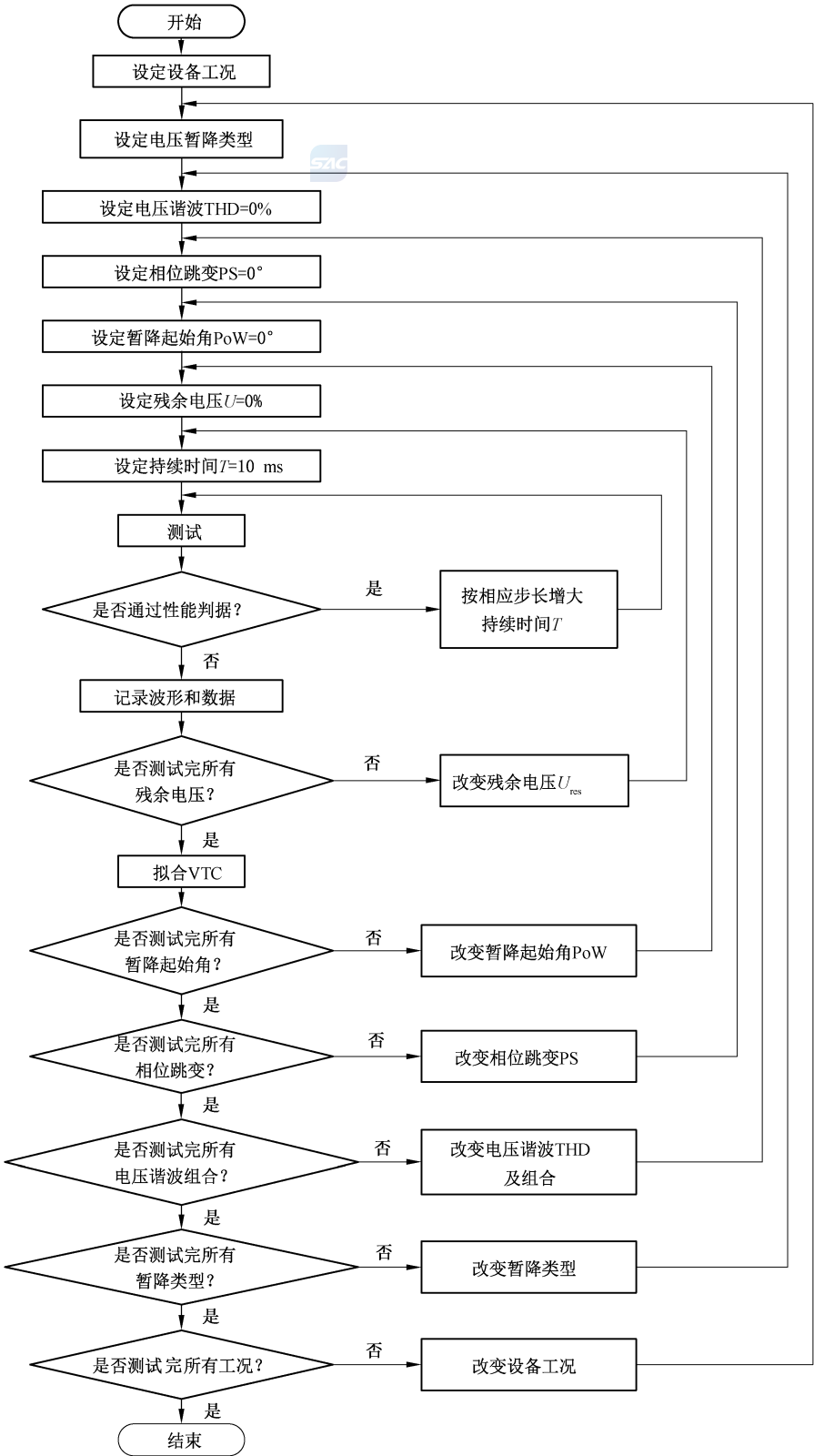


图 B.2 三相设备递增法

附 录 C
(资料性附录)
测试报告模板

C.1 测试报告封面

测试报告模板的封面如图 C.1 所示。

XXXXXXXXXX 测试单位	
XXXXXXXXXX(英文)	
测 试 报 告	
TEST REPORT	
报告编号: Report No.	XXXXXXXXXX 号
委托方 Client	XXXXXXXXXX
委托方地址 Add. of Client	XXXXXXXXXX
受试设备名称 Description	XXXXXXXXXX
型号规格 Model/Type	XXXXXXXXXX
制造厂 Manufacturer	XXXXXXXXXX
出厂编号 Serial No.	XXXXXXXXXX
测试类别 Type / Specification	电压暂降/短时中断耐受特性测试
测试日期 Date of Test	XXXX 年 XX 月 XX 日—XXXX 年 XX 月 XX 日 Y M D Y M D
批 准 人 Approved Signatory	
核 验 Reviewed by	试验专用章 Stamp
测 试 Tested by	

地址 (Address):	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	邮 编 (Post Code):	XXXXXX
电 话 (Tel.):	XXXXXXXX	传 真 (Fax):	XXXXXXXXXXXX
		电子邮箱 (Email):	XXXXXX

图 C.1 测试报告封面

C.2 测试报告内页

测试报告模板内页如图 C.2 所示。

1. 测试所依据的技术文件(名称、编号)

Guides for the Test (name, code)

2. 测试所使用的工器具

The Samples of Measurement Used in the Test

设备名称证书编号有效期至

电能质量分析仪×××××(＃1)×××××年××月××日

3. 受试设备

Equipment under Test

设备名称	设备类型	额定电压	设备相数	生产厂家	出厂编号	生产日期

4. 测试时间

Date of the Test

××××年××月××日

5. 测试环境条件

Environment Conditions of the Test

环境温度:××℃相对湿度:××%

6. 测试电压等级

Voltage of the Test

×××

7. 测试地点

Spot of the Test

××××××××

8. 测试方法

Method of the Test

××××××××

9. 测试说明

Expound of the Test

性能判据。

其他情况说明。

本测试报告只对测试时间段数据负责。

10. 测试人员

Member of the Test

××××

11. 测试结论

Conclusion

××××××

详细测试数据见附件。

12. 测试声明

Announcement of the Test

未经许可,严禁部分复制本报告,严禁擅自篡改本证书的内容,引起法律纠纷者,责任自负。

Copying of this certificate incompletely is strictly prohibited, except for formal permission by ××××. The faker who falsify on or tamper with this certificate will be severely punished under relevant laws of the P.R. China.

图 C.2 测试报告内页



C.3 测试数据表格

测试数据表格如图 C.3 所示。

[illegible]

图 C.3 测试数据表格

C.4 电压容忍度曲线

测试获得的电压容忍度曲线如图 C.4 所示。

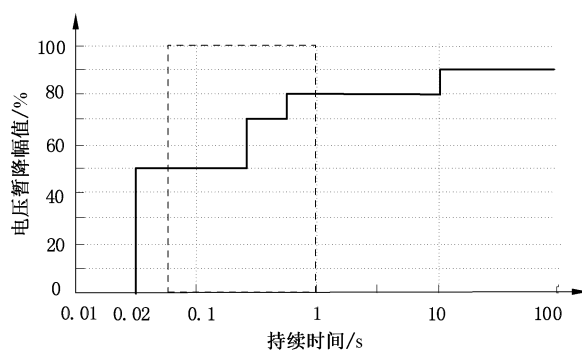


图 C.4 电压容忍度曲线

参 考 文 献

- [1] IEEE Std 1346:1998, IEEE recommended practice for evaluating electric power system compatibility with electronic process equipment
- [2] IEEE Std 1668:2017, IEEE recommended practice for voltage sag and short interruption ride-through testing for end-use electrical equipment rated less than 1 000 V
- [3] 徐永海, 兰巧倩, 洪旺松. 交流接触器对电压暂降敏感度的试验研究. 电工技术学报, 2015, 30(20): 136-146.
- [4] 莫文雄, 许中, 陈伟坤, 王勇, 马智远, 钟庆. 自动扶梯电压暂降抗扰特性测试. 供用电, 2018, 35(02): 18-23.
- [5] 许中, 莫文雄, 张哲, 钟庆. 城市电网电压暂降事件聚类分析. 供用电, 2018, 35(02): 31-35+17.
- [6] 钟庆, 吴浩波, 贺哲, 等. 交流接触器电压暂降非单调抗扰特性分析. 电力系统自动化, 2018, 42(3): 112-117.
- [7] Bollen, M. H. J., Understanding power quality problems—Voltage sags & interruptions. IEEE Press, 2000
- [8] Bollen, M. H. J., Signal processing of power quality disturbances. IEEE Press, 2006
- [9] Bollen, M. H. J., Zhang L.D., Analysis of voltage tolerance of AC adjustable-speed drives for three-phase balanced and unbalanced sags. IEEE Transaction on Industry Applications, 2000, 36(3): 904-910
- [10] Djokic, S. Z., Milanovic J. V., and Kirschen D. S., Sensitivity of the ac coil contactors to voltage sags, short interruptions, and undervoltage transients. IEEE Transactions on Power Delivery, 2004, 19(3): 1299-1307
- [11] Djokic S. Z., Stockman K, Milanovic J. V., et al. Sensitivity of AC adjustable speed drives to voltage sags and short interruptions. IEEE Transactions on Power Delivery, 2005, 20(1): 494-505
- [12] JWG CIGRE-CIRED C4.110, Voltage dip immunity of equipment and installations. CIGRE, 2010

