



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2820.11—2012/IEC 88528-11:2004

---

## 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 11 部分：旋转不间断电源 性能要求和试验方法

Reciprocating internal combustion engine driven alternating  
current generating sets—Part 11: Rotary uninterruptible power systems—  
Performance requirements and test methods

(IEC 88528-11:2004, IDT)

2012-11-05 发布

2013-02-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
往复式内燃机驱动的交流发电机组  
第 11 部分:旋转不间断电源  
性能要求和试验方法  
GB/T 2820.11—2012/IEC 88528-11:2004

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)  
网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)  
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235  
读者服务部:(010)68523946  
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 2.75 字数 78 千字  
2013 年 2 月第一版 2013 年 2 月第一次印刷

\*

书号: 155066 • 1-46181 定价 39.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
3.1 一般术语 .....	2
3.2 系统和部件性能 .....	2
3.3 规定值 .....	4
3.4 输入值 .....	5
3.5 输出值 .....	5
4 符号和缩略语 .....	5
5 选用准则 .....	6
6 总体描述 .....	6
6.1 旋转 UPS .....	6
6.2 旋转 UPS 的类型 .....	6
6.3 旋转 UPS 的并联运行 .....	8
6.4 电源系统与旋转 UPS 之间的转换(旁路) .....	8
6.5 外壳防护 .....	9
7 运行模式 .....	9
7.1 电源调理模式 .....	10
7.2 独立模式 .....	10
7.3 旁路模式 .....	10
7.4 闲置模式 .....	10
7.5 转换 .....	10
8 工作条件 .....	11
8.1 正常工作条件 .....	11
8.2 在其他环境条件下运行 .....	11
8.3 发动机 .....	12
8.4 旋转电机 .....	12
8.5 控制逻辑 .....	12
9 电气使用条件和性能 .....	12
9.1 概述——对所有旋转 UPS .....	12
9.2 性能 .....	13
10 制造商的技术声明 .....	14
10.1 概述 .....	14
10.2 采购者指南 .....	14

11 试验 .....	17
11.1 稳态输出电压和频率偏差 .....	17
11.2 瞬态输出电压和频率偏差 .....	19
11.3 输入电流特性 .....	19
11.4 测量滤波特性 .....	20
11.5 系统性能 .....	21
11.6 盲启动试验 .....	22
11.7 环境试验 .....	22
11.8 噪声 .....	22
11.9 试验 .....	22
12 维修和产品标志 .....	24
12.1 铭牌标志 .....	24
12.2 标签要求 .....	25
12.3 铭牌标识 .....	25
12.4 说明标签 .....	26
12.5 维修 .....	26
附录 A (资料性附录) 典型储能装置 .....	27
附录 B (规范性附录) 标准非线性负载——单相 .....	30
附录 C (规范性附录) 标准非线性负载——三相 .....	32
附录 D (规范性附录) 输入市电故障——试验方法 .....	33
附录 E (资料性附录) 不间断电源(UPS)的结构类型 .....	34
图 1 UPS 的类型 .....	6
图 2 串联旋转 UPS 的典型示例 .....	7
图 3 在线互动式旋转 UPS 的典型示例 .....	8
图 4 旋转 UPS 的并联运行 .....	8
图 5 旁路运行 .....	9
图 6 旋转 UPS 运行图解 .....	9
图 7 运行模式 .....	10
图 8 浪涌电压试验 .....	20
图 9 警告标签 .....	25
图 A.1 双变换——飞轮直接耦合 .....	27
图 A.2 在线互动式——直接耦合飞轮 .....	28
图 A.3 双变换——飞轮间接耦合 .....	28
图 A.4 在线互动式——间接耦合飞轮 .....	28
图 A.5 双馈电交流电机 .....	29
图 A.6 带蓄电池双变换 .....	29
图 A.7 带蓄电池在线互动 .....	29
图 B.1 单相非线性负载 .....	30
图 C.1 三相非线性负载 .....	32
图 D.1 输入市电故障试验方法 .....	33

图 E.1 串联类型 1 ..... 34

图 E.2 串联类型 2 ..... 34

图 E.3 在线互动式 ..... 35

图 E.4 典型 UPS ..... 35

图 E.5 双馈电 UPS 典型开关 ..... 36

表 1 市电各次谐波电压的兼容值 ..... 13

表 2 不同性能等级的稳态运行限值 ..... 13

表 3 不同性能等级动态运行限值(注 1)..... 14

表 4 技术资料表——制造商的声明 ..... 18

表 5 旋转 UPS 性能特性试验方法 ..... 22

## 前 言

GB/T 2820《往复式内燃机驱动的交流发电机组》由下列各部分组成:

- 第1部分:用途、定额和性能;
- 第2部分:发动机;
- 第3部分:发电机组用交流发电机;
- 第4部分:控制装置和开关装置;
- 第5部分:发电机组;
- 第6部分:试验方法;
- 第7部分:用于技术条件和设计的技术说明;
- 第8部分:对小功率发电机组的要求和试验;
- 第9部分:机械振动的测量和评价;
- 第10部分:噪声的测量(包面法);
- 第11部分:旋转不间断电源 性能要求和试验方法;
- 第12部分:对安全装置的应急供电。

本部分是 GB/T 2820 的第 11 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用国际标准 IEC 88528-11:2004《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 11 部分:旋转不间断电源 性能要求和试验方法》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 2820.9—2002 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 9 部分:机械振动的测量和评价(ISO 8528-9:1995,MOD)
- GB/T 2820.10—2002 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 10 部分:噪声的测量(包面法)(ISO 8528-10:1998,MOD)
- GB/T 7260.3—2003 不间断电源设备(UPS) 第 3 部分:确定性能的方法和试验要求(IEC 62040-3:1999,MOD)
- GB/T 16273.1—2008 设备用图形符号 第 1 部分:通用符号(ISO 7000:2004,NEQ)

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国移动电站标准化技术委员会(SAC/TC 329)归口。

本部分主要起草单位:上海电器科学研究所(集团)有限公司、兰州电源车辆研究所有限公司、上海电科电机科技有限公司、军械工程学院、中船重工电机科技有限公司、郑州佛光发电设备有限公司、中国北车集团永济电机厂、科泰电源(上海)有限公司、兰州电机有限责任公司、深圳市赛瓦特动力科技有限公司、福建福安闽东亚南电机有限公司、英泰集团、泰豪科技股份有限公司、上海麦格特电机有限公司、上海强辉电机有限公司、浙江金龙电机有限公司、卧龙电气集团股份有限公司。

本部分主要起草人:刘宇辉、张洪战、李军丽、赵锦成、周效龙、王忠华、周永江、庄衍平、李杰、张贵财、潘跃明、梁泊山、王丰玉、康茂生、陈伯林、赵文钦、叶锦武、叶月君。

# 往复内燃机驱动的交流发电机组

## 第 11 部分:旋转不间断电源

### 性能要求和试验方法

#### 1 范围

GB/T 2820 的本部分规定了由机械和电气旋转设备组合而成的旋转不间断电源(UPS)的性能要求和试验方法。本部分适用的电源,主要为用户提供不间断交流电。当无市电输入运行时,输入能量由储存的能量或者往复内燃机提供,由一台或多台旋转电机输出电能。

本部分适用的交流电源,主要为固定陆用和船用设施提供不间断电能。不包括为航空、陆上车辆和机车供电的电源。也不包括通过静态变换产生输出电能的电源。

本部分对使用旋转 UPS 改善交流供电品质、实现电压和/或电流变换及削减峰值等情况进行了描述。

对于某些特殊用途(例如医院、近海岸、非固定应用、高层建筑及核设施等),可能需要附加一些其他的要求,本部分的规定应作为基础。

#### 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 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004, IDT)

GB/T 2820.1—2009 往复内燃机驱动的交流发电机组 第 1 部分:用途、定额和性能(ISO 8528-1:2005, IDT)

GB/T 2820.6—2009 往复内燃机驱动的交流发电机组 第 6 部分:试验方法(ISO 8528-6:2005, IDT)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, IDT)

GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第 2 部分:图形符号(IEC 60417 DB:2007, IDT)

GB/T 6072.1—2008 往复内燃机 性能 第 1 部分:功率、燃料消耗和机油消耗的标定及试验方法 通用发动机的附加要求(ISO 3046-1:2002, IDT)

GB/T 8190.1—1999 往复内燃机 排放测量 第 1 部分:气体和颗粒排放物的试验台测量(ISO 8178-1:1996, IDT)

GB 23640—2009 往复内燃机(RIC)驱动的交流发电机(IEC 60034-22:1996, IDT)

IEC 61000 电磁兼容(Electromagnetic compatibility)

ISO 8523-9:1995 往复内燃机驱动的交流发电机组 第 9 部分:机械振动的测量和评价(Reciprocating internal combustion engines driven alternating current generating sets—Part 9: Measurement and evaluation of mechanical vibrations)

ISO 8528-10:1998 往复内燃机驱动的交流发电机组 第 10 部分:噪声的测量(包面法)(Reciprocating internal combustion engines driven alternating current generating sets—Part 10: Measurement of airborne noise by the enveloping surface method)

IEC 62040-3:1999 不间断电源设备(UPS) 第3部分:确定性能的方法和试验要求(Uninterruptible power systems(UPS)—Part 3:Method of specifying the performance and test requirements)

ISO 700:2004 设备用图形符号——索引和简介(Graphical symbols for use on equipment—Index and synopsis)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 一般术语

##### 3.1.1

**发电机组 generating set**

1台或多台用以产生机械能的RIC发动机、1台或多台将机械能转换为电能的发电机,以及用于传递机械能的部件(例如联轴器、齿轮箱)和适用的轴承与安装部件的组合。

##### 3.1.2

**不间断电源 uninterruptible power system; UPS**

在市电发生故障时,维持向负载持续供电的供电系统。

##### 3.1.3

**旋转 UPS rotary UPS**

由1台或多台旋转电机提供输出电压的UPS。

##### 3.1.4

**变换器 converter**

电压和/或频率等特性发生变化,使电流从一种类型变换为另一种类型的装置(静态或旋转的)。

##### 3.1.5

**电源电感 power system reactor**

与某些种类的UPS输入端串联的可调或不可调电感。

##### 3.1.6

**机组 machine set**

1台或多台旋转电机的组合。

##### 3.1.7

**储能装置 energy storage device**

当常用电源发生故障时,能够提供储存能量的装置。该能量在总的故障期间或直到由往复式内燃机提供能量时应能使用。

##### 3.1.8

**负载电力的连续性 continuity of load power**

电压和频率在稳态和瞬态允差范围内,且畸变率和电力中断时间不超过负载所规定限值时负载电能的可用性。

#### 3.2 系统和部件性能

##### 3.2.1

**市电 mains power**

通常由电力系统或独立发电装置提供、可持续供电的电源。

## 3.2.2

**反馈 back feed**

将 UPS 中的一部分电压或能量,直接或通过漏电回路反馈到任一输入端的情况。

## 3.2.3

**线性负载 linear load**

负载阻抗参数( $Z$ )为常数,当施加正弦电压时产生正弦电流的负载。

## 3.2.4

**非线性负载 non-linear load**

负载阻抗参数( $Z$ )不再为常数,而是随诸如电压或时间等其他参数而变化的负载。

## 3.2.5

**电源故障 power failure**

市电的输入电压或频率超出负载所能接受限值的任何变化。

## 3.2.6

**冗余运行 redundant operation**

为确保向负载供电,在系统中额外增加并联功能单元或功能单元组的运行。

## 3.2.7

**电源调理模式 power conditioning mode**

UPS 在下列条件下最终达到的稳定运行:

- 常用电源存在,并处于给定允差之内;
- 在给定的能量恢复时间可得到全部(100%)储存能量;
- 运行是或可能是连续的;
- 负载在给定范围之内;
- 输出电压在给定允差内。

采用旁路方式:

- 具有输入电压且在给定允差内;
- 锁相有效(如有锁相)

## 3.2.8

**独立模式 independent mode**

UPS 在下列情况下的运行:

- 常用电源未连接或超出给定的允差;
- 由储能装置或往复式内燃机(若配备)提供能量;
- 负载在给定的范围内;
- 输出电压和频率在给定允差之内。

## 3.2.9

**旁路模式 bypass mode**

UPS 通过旁路为负载供电的运行状态。

## 3.2.10

**闲置模式 off mode**

断开连接并闲置时 UPS 的状态。

## 3.2.11

**同步 synchronous**

将一个交流电源的频率和相位调节到与另一个交流电源相一致。

3.2.12

**负载供电 load power**

从 UPS 向负载供电。

3.2.13

**异步转换 asynchronous transfer**

两个不同步电源向负载供电的转换。实施该转换时将发生供电中断。

3.3 规定值

3.3.1

**额定值 rated value**

针对规定的用途和运行条件,为组件、设备、装置及系统而确定的值。

3.3.2

**允差带 tolerance band**

某个量在规定限值内的数值范围。

3.3.3

**偏差 deviation**

某一变量在规定瞬间的预期值与实际值之差。

注:无论期望值是常量还是随时间变化本定义均适用。

3.3.4

**额定电压 rated voltage**

设备设计或规定的输入或输出电压。

3.3.5

**额定频率 rated frequency**

制造商规定的输入或输出频率。

3.3.6

**相位角 phase angle**

1 个或多个交流电流波形中基准点间的角度(通常用电气角度表示)。

3.3.7

**波峰系数 crest factor**

周期量的峰值与有效值之比。

3.3.8

**功率 power**

单位时间内传递或转换的能量或所做的功(也称为有功功率)。

3.3.9

**视在功率 apparent power**

二端元件或二端电路的端电压有效值与其电流有效值的乘积。

$$S=UI$$

3.3.10

**环境温度 ambient temperature**

设备在其中使用的空气或其他介质的温度。

3.3.11

**总谐波畸变率 total harmonic distortion**

周期函数中,畸变成分的有效值占基波成分有效值的百分比。



## 3.3.12

**恢复时间 recovery time**

稳定的电压或频率超出稳态允差带的瞬间到重新回到并保持在稳态允差带之内的时间间隔。

## 3.3.13

**储能供电时间 stored energy time**

当常用电源发生故障,而起用已充分储能的储能装置时,由 UPS 进行供电的最短时间。

## 3.4 输入值

注:以下定义只适用于电源调理模式(标准工况)。

## 3.4.1

**输入电压允差 input voltage tolerance**

在正常运行状态下,持续输入电压的最大变化。

## 3.4.2

**输入功率因数 input power factor**

在已充分储能,UPS 以额定输入电压、额定输出功率运行时,输入有功功率与输入视在功率之比。

## 3.4.3

**高阻抗市电故障 high impedance mains failure**

出现在 UPS 输入端的市电阻抗是无穷大时的市电故障。

## 3.4.4

**低阻抗市电故障 low impedance fault failure**

出现在 UPS 输入端市电阻抗可忽略不计时的市电故障。

## 3.5 输出值

## 3.5.1

**输出电压 output voltage**

输出端子之间的电压有效值(除非对特殊负载另有规定)。

## 3.5.2

**输出电流 output current**

输出端子上的电流有效值(除非对特殊负载另有规定)。

## 3.5.3

**额定负载 rated load**

系统规定的负载。

## 4 符号和缩略语

$\cos\varphi$	功率因数
$f$	旋转 UPS 输出频率
$P$	有功功率
$S$	视在功率
$U_r$	旋转 UPS 的额定输出电压
$U_c$	整流电压
$U_{ac}$	旋转 UPS 输出电压(线电压有效值)
$Z$	负载阻抗

## 5 选用准则

完整的选用准则应包括如下特征并便于供应商采用：

- 旋转 UPS 负载要求；
- 要求的运行时间；
- 大型电动机带载启动能力；
- 排除故障能力；
- 输入电能品质；
- 环境温度；
- 可靠性；
- 维修性；
- 要求的设备占用面积；
- 并联运行要求；
- 运行效率；
- 减少和/或隔离从输入端到输出端的电压谐波及其他偏差；
- 减少和/或隔离从输出端到输入端的电流谐波及其他偏差；
- 环境要求(噪音、振动、灰尘及电磁兼容性等)；
- 在电源调理模式下与市电的隔离程度(谐波、完全电气隔离等)。

应提供一个输入开关装置隔离旋转 UPS 与输入市电。

如需要,应采取防止逆功率的措施。

## 6 总体描述

不间断电源的类型如图 1 所示。

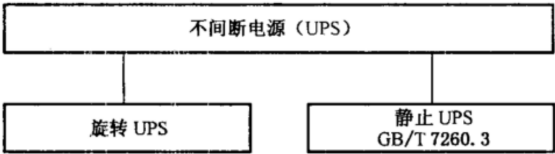


图 1 UPS 的类型

### 6.1 旋转 UPS

旋转不间断电源供电在本标准中的定义是由旋转电机和(所要求的)往复式内燃机及发电机组联合完成的供电。

为了在较短的中断时间内实现不间断供电,采用了诸如气动、运动及电化学的等不同种类的储能设备。为了延长供电时间,可利用往复式内燃机或发电机组提供能量(见 GB/T 2820.1—2009 中 6.5)。

### 6.2 旋转 UPS 的类型

根据使用情况和性能要求的不同,旋转 UPS 可有不同的构型。重要的是用户在与制造商签署需求协议时应考虑到 UPS 的构型。

#### 6.2.1 串联式旋转 UPS

串联旋转 UPS 如图 2 所示。

在大部分串联方式下,两台独立的电机(电动机和发电机)或两者的组合作为旋转 UPS 的终端输出。大多数情况下,一对终端输出机器或机器组合通过交流回路直接与市电连接。通过电能转换器可连接至储能装置。直接连接的效率高,并可减少输入谐波。某些串联依靠交流回路。

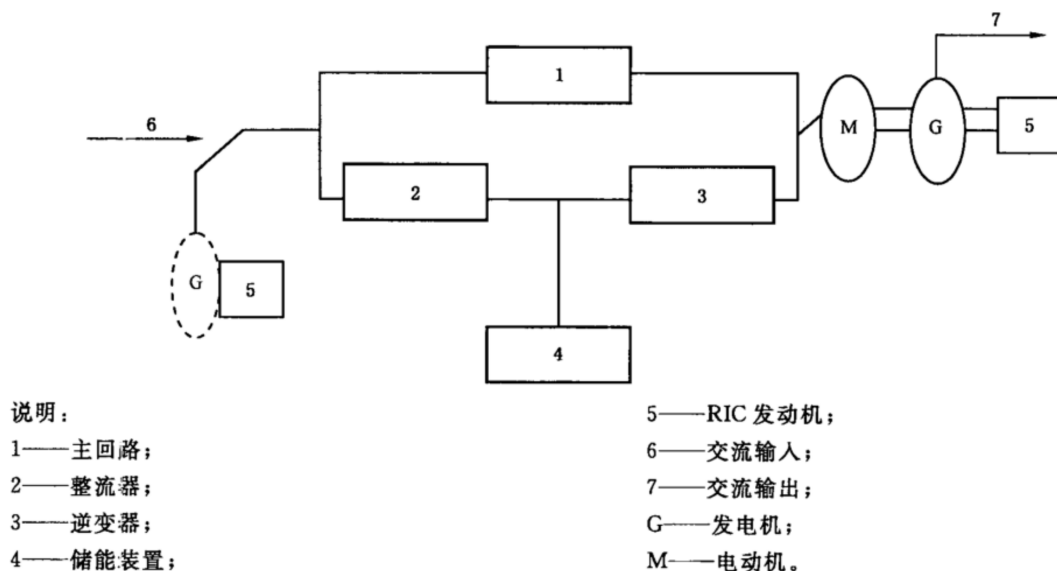


图 2 串联旋转 UPS 的典型示例

- 无论外部电源发生故障与否,旋转 UPS 对用户供电所需要的能量均来自于旋转 UPS。当市电发生故障或超出旋转 UPS 的输入允差范围,在往复内燃机(如配备)启动前,由储存能量进行短时间供电。若装置配备了发动机,则发动机(假定有充足的燃料)提供的能量可为用户提供几乎无限长时间的连续供电(见第 5 章)。当市电恢复后,市电重新为 UPS 供电。
- 发动机自身可配备发电机和转换开关,其构型可向串联旋转 UPS 输入端供电。发动机也可通过连轴器直接与串联旋转 UPS 的机组相联。
- 为维持旋转 UPS 的电输出及避免对旋转 UPS 内部造成损害,必须防止在市电短路或旋转 UPS 转换模式时向市电反向馈电。在串联方式下若只有一条回路(即整流器—逆变器—机组),此时通过整流器的相位控制防止反向馈电;若串联旋转 UPS 有双回路(即静态开关—机组和整流器—逆变器—机组),此时需通过次循环静态开关和整流器的相位控制防止反向馈电。
- 在串联旋转 UPS 中,对用户负载的隔离保护是电气到机械,再回到终端输出机组的电转换来实现的。对负载隔离保护的等级取决于机组、绝缘、气隙等。发电机根据负载要求提供无功功率补偿、谐波和不平衡。
- 在市电发生故障或超出用户的允差范围时,在近乎没有任何中断的情况下将由储存能量进行短期供电,进而由发动机(如配备)供电。
- 当稳定的市电恢复时,供电是同步且无中断的。

## 6.2.2 在线互动式旋转 UPS

在线互动式旋转 UPS 如图 3 所示。

一台机组包括一台发电机、储能装置及一台往复内燃机(如配备),与市电并联运行。

储能装置与往复内燃机可同轴连接,或作为独立单元(如电气、液压或机械等方式)间接连接。

——若电压和频率在市电或用电用户规定的容差范围内,由市电供电。

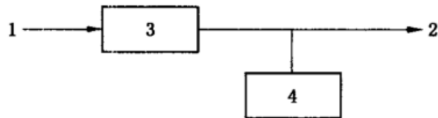
——市电也向旋转 UPS 供电。采用电抗器实现市电与用户之间一定程度的隔离。电抗器安装在输入端,并联的同步电机可对电压偏差进行补偿,从而满足系统的要求。

——当市电发生低阻抗故障时,电源电抗可限制反馈,并能独立控制输出电压。发电机提供无功功率补偿、谐波和所需的不平衡负载。

——当市电发生故障或超出用户的允差范围,则由同步变压器或类似机组的同步发电机供电。

储能装置只能为 UPS 在有限时间段内提供能量,而往复式内燃机(假定有充足的燃料)可近乎在无限长的时间内为 UPS 提供能量。(见第 5 章)

利用存储的能量和稳定的市电可实现持续的同步不间断供电。



说明:

- 1——交流输入;
- 2——交流输出;
- 3——电源电感;
- 4——机组。

图 3 在线互动式旋转 UPS 的典型示例

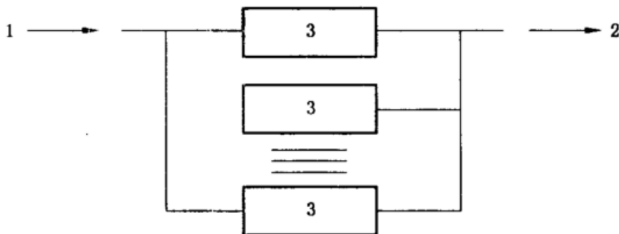
### 6.3 旋转 UPS 的并联运行

#### 6.3.1 概述

旋转 UPS 的并联运行可以增加功率输出和利用率,或者提供冗余。

#### 6.3.2 并联运行

旋转 UPS 的并联运行如图 4 所示。相同定额的旋转 UPS 并联比较常见。



说明:

- 1——交流输入;
- 2——交流输出;
- 3——旋转 UPS。

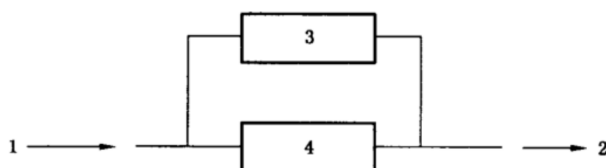
图 4 旋转 UPS 的并联运行

#### 6.3.3 冗余运行

为了在单台 UPS 维修和发生故障时仍能充分保证向用户负载供电,应增加有源旋转 UPS 的数目,至少要增加一台(1+n 有源冗余)。

### 6.4 电源系统与旋转 UPS 之间的转换(旁路)

为了从电气上隔离旋转 UPS,如果标称输入、输出频率相同,一般的市电对于负载适用,则可由旁路供电。旁路可是自动的和/或手动的。在旋转 UPS 并联运行方式中,旁路电路可以是独立的,也可以是公共的,见图 5。



说明:

- 1——交流输入;
- 2——交流输出;
- 3——旋转 UPS;
- 4——旁路。

图 5 旁路运行

若旋转 UPS 发生故障(无源冗余),则可自动转换为市电为用户供电。

转换过程中有无中断取决于旋转 UPS 的设计。大部分的转换是不出现中断的。

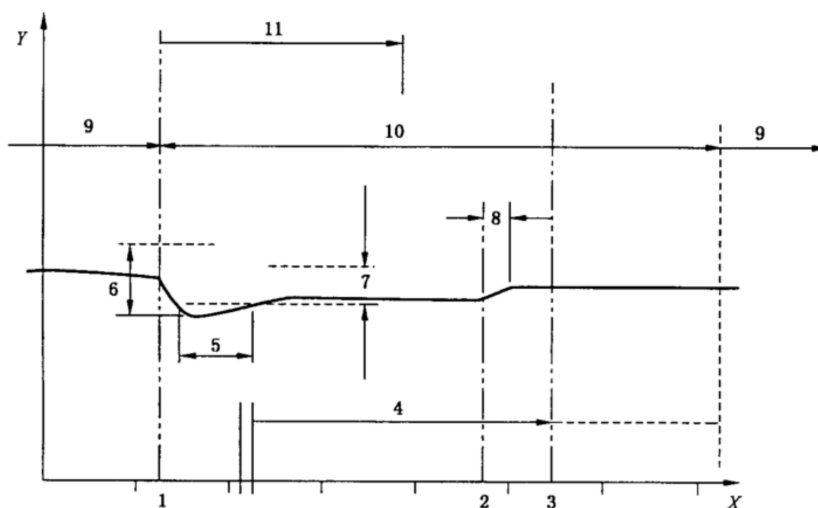
如果旋转 UPS 与市电是同步的,则转换的过程中不会出现中断;若不同步,则会出现短暂的中断。若无市电或超出允差范围,则此转换可能被(临时)禁止。

## 6.5 外壳防护

旋转 UPS 设备应具有箱体或外壳,以提供最低程度的保护 IP2X(GB 4208),以防止人员意外接触带电、发热或运动部件。

## 7 运行模式

旋转 UPS 的典型运行如图 6 所示。



说明:

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| 1——电源故障时间;      | 8——同步;       |
| 2——电源恢复时间;      | 9——电源调理模式;   |
| 3——同步时间;        | 10——独立模式;    |
| 4——往复式内燃机(如配备); | 11——储能供电时间;  |
| 5——恢复时间;        | X 轴——时间,秒;   |
| 6——动态限值;        | Y 轴——输出电压频率。 |
| 7——稳态限值;        |              |

图 6 旋转 UPS 运行图解

### 7.1 电源调理模式

旋转 UPS 在下列条件下最终达到的稳定运行状态：

- 常用电源存在,并处于给定允差之内；
- 储能装置正在储能或已储能完毕；
- 运行是连续的或可以是连续的；
- 负载在给定范围之内；
- 输出电压在给定允差内；
- 往复式内燃机准备启动(如果有)。

### 7.2 独立模式

旋转 UPS 在下列情况下的运行状态：

- 常用电源未连接或超出给定的允差；
- 由储能装置或往复式内燃机(若配备)提供能量；
- 负载在给定的范围内；
- 输出电压和频率在给定允差之内。

### 7.3 旁路模式

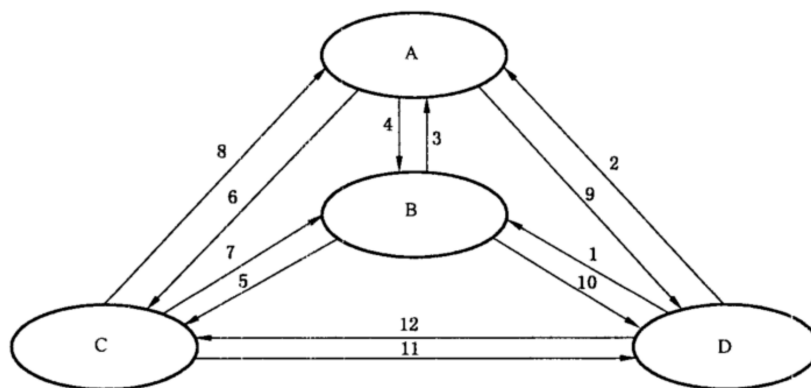
旋转 UPS 通过旁路为负载供电的运行状态。

### 7.4 闲置模式

当断开连接和闲置时旋转 UPS 的状态。

### 7.5 转换

4 种主要的运行模式及可能存在的 12 种转换,如图 7 所示。



说明：

- A——独立模式；
- B——电源调理模式；
- C——旁路模式；
- D——空闲模式。

图 7 运行模式

### 7.5.1 转换 1,有市电启动

在从电网获得能量前,需利用往复式内燃机或小型电动机将旋转部件带动起来。若市电电压和频率均在允差范围内,则旋转 UPS 进入电源调理模式。

当总负载超过第一单元的容量,且超过部分通过旁路由市电供电时,多模块单元系统可相继启动。

注:当触动紧急“OFF”按钮时,启动(转换 1,2 或 12)至少是被禁止的。

### 7.5.2 转换 2,无市电启动(盲启动)

该启动方式仅适用于具有持久能源装置(如往复式内燃机)的 UPS 系统。否则,独立运行模式只能维持有限的时间。盲启动是利用内部的能源,如充电电池或燃料的能量进行启动的能力。在闲置模式下,假定至少有一天内部能源不能维持,则认为在盲启动开始前能量已释放。多模块单元(相互并联)可相继启动,但应分步加载或在有足够数量的模块投入运行的情况下才能加载。

### 7.5.3 转换 3,与电网断开

当市电发生故障时,UPS 采用独立模式向重要负载继续供电。针对电源不同的故障模式可采用不同的检测方法。例如低阻抗电源故障的判定主要根据低电压;而发生高阻抗电源故障时,出现在旋转 UPS 输入端的电压和频率起初可能是正常的。对其判定则需要根据频率变化、测量阻抗或相位的变化。可通过开关断开旋转 UPS 与(有故障)市电的连接。

### 7.5.4 转换 4,与电网连接

当市电恢复后,UPS 与市电电压同步并与其连接。

### 7.5.5 转换 6,转移

若出现过载或内部发生故障,负载从旋转 UPS 转移到旁路。

### 7.5.6 转换 7、8,再转移

在完成维修或初始启动时,从旁路模式自动转换到(标准工况)电源调理模式的再转移可以手动进行。将负载由旁路转换到发电机供电一般没有中断,而由于内部错误而导致负载转换到旁路的再转移则需要手动进行。

其余的转换在图中进行了编号,但未给出进一步的解释。能否进行这些转换取决于旋转 UPS 的型式,并非全部转换都是可行的。

## 8 工作条件

### 8.1 正常工作条件

符合本部分的不间断电源应能在下列条件下正常运行:

海拔高度:0~1 000 m;

环境温度:0℃~35℃;

相对湿度:20%~80%(无凝露)。

### 8.2 在其他环境条件下运行

#### 8.2.1 工作环境温度

旋转 UPS 在本部分中运行的额定条件是最低环境温度范围为 0℃~35℃。若超出此范围,则温

度每升高 1℃,额定功率降低 1%,直到温度上限为 55℃。

### 8.2.2 储存环境和运输条件

若制造商的说明书没有给出其他条件,符合本部分的旋转 UPS 应能在 8.2.2.1 和 8.2.2.2 规定的条件下进行储存。

注:由于包括铅酸蓄电池的再充电要求,所以储存期可能受到限制。制造商需要说明这些要求。

#### 8.2.2.1 运输储存温度

旋转式 UPS 在运输时应使用常用的货运集装箱,例如空运或卡车运输。环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 。

在建筑物中的固定储存环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 。应考虑蓄电池制造商提出的运输和储存说明。符合本部分的 UPS 设备应能用一般的装运箱运输。

注:当设备包括含有电解液的蓄电池时,由于蓄电池的寿命会下降,所以过高或过低的环境温度的持续时间要受到限制。

#### 8.2.2.2 相对湿度

旋转 UPS 设备用一般的装运箱运输和储存期间,相对湿度范围可为 20%~95%(无凝露)。除非能保证干燥的环境条件,否则装运箱应作充分设计。装运箱若未按潮湿环境条件设计,应有醒目的警告符号标志。

#### 8.2.2.3 特殊运输条件

该条件由制造商制定。可能包括液体排放方法、转动件锁止、低温危害、振动、维修位置(如垂直)和蓄电池保养等。

### 8.3 发动机

发动机具有符合 GB/T 6072.1—2008 和 GB/T 2820.1—2009 中规定的标准功率。发动机用于旋转 UPS,与储能装置结合(见附录 A),以延长桥接时间。

若想达到近乎无限长的供电时间,需满足以下条件:

- 燃料供应;
- 润滑油供应;
- 维修间隔。

### 8.4 旋转电机

旋转电机应符合 GB 755—2008 和 GB 23640—2009 的规定。

### 8.5 控制逻辑

旋转 UPS 应包括必要的控制装置,以便在表 1 和表 2 给定的允差范围内来实现 UPS 的各种功能模式及其间的转换。

## 9 电气使用条件和性能

### 9.1 概述——对所有旋转 UPS

基本旋转 UPS 具有这样的潜在功能,即能提供额外的故障排除载流能力。要利用这一特点,用户应考虑旋转 UPS 输出端的次瞬态阻抗和维持故障排除能力的这种特殊设计特性,从而能够与负载电路保护装置协调工作。



对于线性负载及不超过附录 B 和附录 C 所定义的规定数量的非线性负载,输出电压波形应符合 IEC 61000-2-2 中第 4 章或 IEC 61000-2-12 中表 1 的最低要求。见表 1。

表 1 市电各次谐波电压的兼容值

非 3 倍数的奇次谐波		3 倍数的奇次谐波		偶次谐波	
谐波次数( $n$ )	谐波电压/%	谐波次数( $n$ )	谐波电压/%	谐波次数( $n$ )	谐波电压/%
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1.5	4	1
11	3.5	15	0.3	6	0.5
13	3	21	0.2	8	0.5
17	2	>21	0.2	10	0.5
19	1.5			12	0.2
23	1.5			>12	0.2
25	1.5				
>25	$0.2+0.5\times 25/n$				

符合本部分的旋转 UPS 应有标志,并对旋转 UPS 控制及指示装置的安装和运行提供说明。

## 9.2 性能

旋转 UPS 的电气性能应符合表 2 和表 3 的规定。

旋转 UPS 有不同的用途。以下规定了四种性能等级和对应的运行极限值(由 GB/T 2820.1—2009):

等级 G1:基本照明和控制;

等级 G2:类似于变化范围较小公用设施、泵、风机和卷扬机;

等级 G3:计算机、电信及其他敏感负载;

等级 G4:特殊用途。

以下限值适用于任何组合:

——温度在正常的运行范围内;

——市电在稳态限值范围内;

——在额定功率因数下负载从空载到额定值;

——单台或多模块系统。

表 2 不同性能等级的稳态运行限值

类别	项目	频率 <sup>a</sup>	电压 <sup>b</sup>
G1	基本照明和控制	±4%	±8%
G2	泵、风机和卷扬机	±2%	±4%
G3	计算机、电信设备	±1%	±2%
G4	特殊用途	AMC	AMC
AMC:制造商与客户之间的协议。			
<sup>a</sup> 不包括电流补偿。 <sup>b</sup> 10 s 运行时间,三相有效值的平均值。			

表 3 不同性能等级动态运行限值(注 1)

类别	项目	骤然移相	频率(注 3)	电压(注 2)	恢复时间
G1	基本照明和控制	无限值	$\pm 5 \text{ Hz}$	$\pm 30\%$	5 s
G2	泵、风机和卷扬机	无限值	$\pm 3 \text{ Hz}$	$\pm 22\%$	1 s
G3	计算机、电信设备	2%	$\pm 1 \text{ Hz}$	$\pm 15\%$	0.7 s
G4	特殊用途	—	AMC	AMC	AMC
AMC:制造厂商与客户之间的协议。					
<p>注 1: 在以下状态后的瞬态值</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 在电源调理模式下,负载变化从 5%~100%,反之亦然;</li><li>• 在独立模式下,负载变化从 5%~100%,反之亦然;</li><li>• 在市电故障和恢复时;</li><li>• 在转换至旁路和从旁路重新转换至原状态时,旁路电源为其标称值;</li><li>• 在冗余多台 UPS 系统中,增加/去除某 1 台时。</li></ul> <p>注 2: 较低的瞬态电压值适用于熔断性负载故障产生 10 ms 后。</p> <p>注 3: 在稳态允差带外的频率回转率,上下均不能超过每秒瞬态频率偏差极限值的两倍(采用 10 个周期的平均值)。另外,就性能等级 3 而言,电源调理模式与独立模式下连续循环运行的持续时间之差不能多于 2%。</p>					

各种等级的输出电压波形畸变应小于表 3 中规定的线性负载和规定数量的标准非线性负载。

特殊用途的性能等级 4 按制造商和客户之间的达成的协议。协议可包括其他允差范围或运行条件。

10 制造商的技术声明

10.1 概述

制造商的技术声明应包含如下内容:

- 净电气输出;
- 输出品质等级(见 9.2 中 G1,G2,G3,G4);
- 额定负载时电源调理模式和储能供电模式的净效率,见 8.2.2;
- 必要的辅助设备;
- 电池的再充电间隔(如有)或能量恢复时间。

10.2 采购者指南

有功功率从不足 100 W 到数 MW 的各种 UPS,可满足用户不同负载类型的供电连续性和供电品质要求。

编撰本部分有助于购买者识别与其应用相关的重要准则,或帮助购买者更好地理解有关信息,以便制造商/供货商根据用途建议适当的旋转 UPS 类型向其提供。

此外,也可用来鉴别制造商/供货商提供的旋转 UPS 性能特性,以及对运行所规定的各种限制是否符合本部分要求。

下列项目可以作为结合表 4 检查内容,帮助购买者选择最适用的旋转 UPS 类型,并可与制造商/供货商共同确定合适的规格。

10.2.1 旋转 UPS 的类型、附加特性和系统要求

- a) 单台;

- b) 多模块(见 10.2.7 附加信息);
- c) 作为主电源或备用电源系统的旁路;
- d) 交流发电机备用电源系统(如适合);
- e) 旁路转换时间的要求(如适合);
- f) 输入和/或直流环节和/或输出之间电气隔离要求;
- g) 输入和/或直流环节和/或输出的接地;
- h) 维修旁路电路和其他设备的要求,如旋转 UPS 系统的隔离器和连接开关;
- i) 与指定电源系统的兼容性(例如接地中点,浮中点);
- j) 远程紧急断电(EPO)或紧急停机要求。

### 10.2.2 旋转 UPS 的输入

对主电源系统和备用电源系统(若有):

- a) 标称输入电压和期望的电压允差带;
- b) 相数和中性线要求;
- c) 标称输入频率和期望的允差带;
- d) 相关的特殊条件,例如,高次迭加的谐波、瞬态电压、电源阻抗等;
- e) 有关的限值,例如,冲击电流、谐波电流等;
- f) 备用电源系统的额定值;
- g) 供电保护要求(短路过载、接地故障)。

### 10.2.3 由旋转 UPS 供电的负载

- a) 类型举例:
  - 计算机;
  - 电动机;
  - 饱和变压器电源;
  - 二极管整流器;
  - 晶闸管整流器;
  - 开关型电源负载和其他类型负载。
- b) 持续视在功率和功率因数要求;
- c) 单相和/或三相负载;
- d) 冲击电流;
- e) 启动方法;
- f) 负载的特殊特征,如运行方式、相间不平衡及非线性(产生谐波电流);
- g) 支路熔断器和断路器的额定值;
- h) 最大分级负载和负载曲线图;
- i) 旋转 UPS 输出与负载连接所要求的方法。

注:旋转 UPS 输出负载。

负载种类的多样性及其相关特性总是随技术的发展而变化。因此,通常给旋转 UPS 施加无源基准负载来尽可能按实际模拟预期的负载类型,从而获得 UPS 的输出特性,但这种负载不能完全代表给定应用场合的实际负载。

旋转 UPS 行业一般规定在线性负载(即阻性或感性)下确定 UPS 的输出特性。在现有技术条件下,许多负载都具有非线性特性,因为负载都是单相或三相电容滤波器的整流器(见附录 C)。

在多数情况下,不论是稳态还是瞬态,在非线性负载的作用下,旋转 UPS 输出会偏离制造商/供货商标称在线性负载条件下所提供的输出特性。原因如下:

- a) 由于稳态电流的峰值与有效值之比较高,其输出电压的总谐波畸变可能增加而超过规定限值。在较高等级 THD 下,与负载的兼容应由制造商/供货商标称和购买者协商。

- b) 非线性分级负载的应用可导致瞬态电压特性偏离线性瞬态电压特性,主要是由于相对稳态的瞬时冲击电流比较大的缘故,特别是 UPS 在正常运行方式下使用电子限流的场合。这种效应也出现于变压器和其他磁性装置在剩磁下合闸的情况。

当负载是依次投入和首次应用或对已经接入的负载不存在有害影响的场合,上述较高的瞬态冲击电流产生的负载电压是可以容忍的。

为缩小 UPS 的体积,某些 UPS 电路结构采用了交流输入电源/旁路。同样,虽然单台 UPS 不允许这种规定的分级负载,而在多模块或冗余系统中,总系统的响应是允许的。

负载电压和频率敏感度:负载对超出正常市电限值的频率变化、或对电压变化、或对波形畸变是敏感的,则应研究适用于这些场合的最佳旋转 UPS 布局。

应征求制造商/供货商关于这些问题的建议。

#### 10.2.4 旋转 UPS 的输出

- a) 额定输出功率和功率因数;
- b) 相数;
- c) 额定输出电压,稳态和瞬态的允差带;
- d) 标称输出频率和允差带;
- e) 特殊要求,如同步、相对谐波含量和调制;
- f) 电压调整范围;
- g) 相角允差(仅对三相或单相中心抽头或由三相中的两相供电的单相旋转 UPS);
- h) 不平衡负载要求(仅对三相或单相中心抽头或由三相中的两相供电的单相旋转 UPS);
- i) 旋转 UPS 和负载保护装置之间的协调;
- j) 电源保护要求(短路、过载及接地故障)。

#### 10.2.5 蓄电池(如适合)

- a) 蓄电池/蓄电池组的类型和结构;
- b) 标称电压、电池数目、安时容量(若买方提供);
- c) 额定储能供电时间;
- d) 额定能量恢复时间;
- e) 电池使用寿命要求;
- f) 蓄电池有其他负载及其电压允差;
- g) 是否有独立的蓄电池室;
- h) 蓄电池保护和隔离装置;
- i) 特殊要求,例如,纹波电流;
- j) 蓄电池室的温度(推荐  $20^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ );
- k) 蓄电池截止电压;
- l) 充电电压的温度补偿。

#### 10.2.6 一般用途要求和特殊使用条件

- a) 额定负载条件下的效率。

效率是指旋转 UPS 的净输出有用功率与输入总功率之比。为了便于比较,应在平均气候条件下的稳定状态测量和规定。效率是一种经济和热量参数,利用已充分储存能量的储能装置运行超过 15 min 情况下,此时考虑效率才是有意义的。UPS 辅助系统为完成正常任务而消耗的功率也作为损失的一部分。由于变化较大的气候条件而使用的加热或空调所消耗的功率不计入。若能从废气或冷却水中重新获得能量,其将作为 UPS 净输出功率的一部分。

- b) 运行环境温度范围;

- c) 冷却系统(旋转 UPS 及蓄电池设备);
- d) 仪表(本机/远程);
- e) 遥控和监视系统;
- f) 特殊的环境条件:设备可能暴露在烟雾、潮湿、尘埃、盐雾、露天和热源等环境中;
- g) 特殊的机械条件:可能遇到振动、冲击或倾斜、特殊的运输或存储条件,空间或重量的限制;
- h) 性能限制,例如,电气和听觉噪声;
- i) UPS 系统的进一步扩展;
- j) 波峰系数;

注:当应用 UPS 的负载电流时,人们通常认为波峰系数是只与负载有关的特性参数。实际上,负载的波峰系数是负载与其供电电源的内部阻抗共同作用的结果。例如,当非线性负载通过旁路由无调整性电网的纯正弦电压供电时,产生的波峰系数可高达 4;而同样的非线性负载由 UPS 供电,则波峰系数只有 2。(非线性)负载电流反映了直流侧的电容器充电时,以交流电压峰值为中心或其周围的短峰值。当由 UPS 供电时,UPS 的输出阻抗会防止窄峰值的出现,而一些宽的、低的峰值将会产生较低的波峰系数。

### 10.2.7 多模块系统的配置

- a) 冗余旋转 UPS;
- b) 非冗余旋转 UPS;
- c) 公共系统的蓄电池;
- d) 独立模块的蓄电池;
- e) 旋转 UPS 的开关类型;
- f) 旋转 UPS 开关配置。

### 10.2.8 电磁兼容性

- a) 设备应遵守的辐射标准和分类等级要求;
- b) 设备应符合的抗干扰度标准和试验等级。

## 11 试验

以下试验方法用于所有性能试验。

证明与安全性和 EMC 标准一致性的试验受地方法规影响,因而表 5 中没有包括。(见 GB/T 2820.6—2009)

考虑了型式试验和出厂试验。

除非另有说明,试验状态应是额定功率因数、线性对称额定负载。试验环境温度为 15℃~25℃。若没有给出额定功率因数,则采用 0.8。除非另有说明,所有试验均在单台 UPS 上进行。

### 11.1 稳态输出电压和频率偏差

所有三相输出的线电压有效值及输出频率应在下列情况下测量,并与表 4 中的稳态值比较:

- a) 由市电造成的稳态电压或频率偏差;
  - b) 由负载变化造成的稳态电压或频率偏差
- 额定功率因数时,分别按 0%、25%、50%、75%和 100%施加对称线性负载;

注:若没有给出额定功率因数,则采用 0.8。

——不平衡负载,在额定、对称、阻性负载下,断开其中一线,测量输出电压的不平衡度;

注:若旋转 UPS 没有中性线,剩余负载是线-线连接;若有中性线,则是两倍的线-中性线连接。

注意,在两种情况下线电流均小于其额定值,并且具有不同的功率因数。

- 非线性负载；
- 过载。
- c) 效率；
- d) 输出波形畸变；
- e) 稳态非线性负载。

测量旋转 UPS 在 50% 和 100% 线性负载下输出电压的稳态谐波分量,包括线电压和相电压。(若适用低电压)

表 4 技术资料表——制造商的声明

设备特性	制造商的声明值
电源调理模式和储能供电模式时的气电输出特性——稳态特性	
额定输出电压	..... V(r. m. s.)
电压调整类别	..... V
输出频率(标称)	..... Hz
额定输出视在功率	..... kV · A
线性负载时额定输出有功功率	..... kW
正弦额定输出功率	..... kW
满负载运行时的短路能力	见单独声明
过载能力	见单独声明
允许的额定负载功率因数——线性负载	..... PF
输出相数	.....
输出线数	.....
输出电压——直流成分,线性负载	..... V
电源调理模式和储能供电模式(仅适用于 G4 级)时的电气输出特性——瞬态特性	
在电源调理模式/储能供电之间转换运行方式时,输出电压的瞬态变化	见单独声明
由于负载变化而引起的输出电压瞬态变化	见单独声明
回转速率	..... Hz/s
冲击电流	..... A
储能供电方式时的气电输出特性——瞬态特性	
输入/输出效率	..... %
同步(若适用)	
市电匹配同步器	是/否
储能供电方式运行	
额定负载下容许的最大储能持续供电时间	..... s/min/h
储能供电时间(整个蓄电池组)	..... min(额定负载)
充电到 90% 额定值时的能量恢复时间(整个蓄电池组)	..... h
蓄电池额定值及数量(整个蓄电池组)	..... ×.....
蓄电池再充电截面图	见单独声明
蓄电池截止电压	..... V

表 4 (续)

设备特性	制造商的声明值	
控制和监测信号		
参见单独的指示和远程报警/监视或多用装置的完整列表说明		
旁路特性		
旁路的类型	手动 <input type="checkbox"/>	自动 <input type="checkbox"/>
机械式/静态式	机械式 <input type="checkbox"/>	静止式 <input type="checkbox"/>
无中断转换/中断转换	不断开转换 <input type="checkbox"/>	断开转换 <input type="checkbox"/>
分断时间/接通时间	..... ms/..... ms	
维修旁路	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>
旁路保护熔断器或断路器	额定值	
适用的电气隔离	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>
电磁兼容性		
抗干扰度	见相关的国内/国际标准和试验等级	
辐射	见相关的国内/国际标准和分类	
交流市电传导	见单独声明	
交流输出传导	..... dB	
辐射的电场		
辐射的磁场		
输入谐波电流		
市电承载的无线电频率衰减——输入至输出		

### 11.2 瞬态输出电压和频率偏差

通过以下试验观察输出电压和频率。对于没有中性线的三相系统,线电压应记为三线有中线系统的线电压除以 $\sqrt{2}$ ,或将半周期的实际有效值可作为其有效值。频率测量时应使用频率——电压转换器,该转换器能够对单独一个周期的频率进行测量,或至少能够测量5个周期的平均频率。

### 11.3 输入电流特性

在电源调理模式、标定市电电压、额定功率且储能装置充分储能的情况下。

——输入电流谐波;

若系统具有多条回路,则输入电流谐波应在全部回路模式下测量,且持续时间可超过5 s。

——输入功率因数;

——反馈;

旋转 UPS 在输入端的电压可在高阻抗市电故障时记录。

——冲击电流。

#### 11.4 测量滤波特性

##### 11.4.1 从市电到输出

旋转 UPS 在电源调理模式下,且无负载或有少量的阻性负载。

##### 11.4.1.1 电压谐波

步骤 1:测量输入和输出电压谐波。至少测量线电压的 5 次和 7 次谐波,若旋转 UPS 设备具有中性线,还应测量相电压的 3 次谐波。

步骤 2:在旋转 UPS 设备的输入端至少并联输入电压谐波两倍的整流器负载(按附录 C)。然后按照步骤 1 测量同样的谐波。

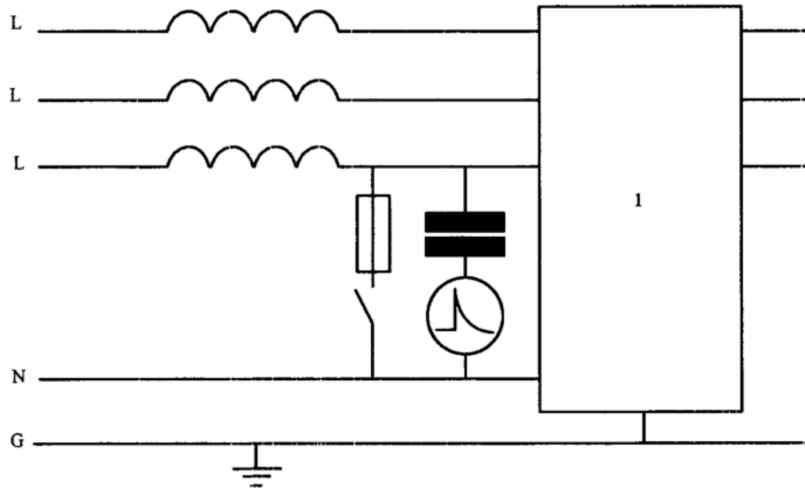
步骤 3:计算输入端每次谐波的数值增加值。

步骤 4:计算输出端每次谐波的数值增加值。滤波就是步骤 4 的结果相对于步骤 3 的结果的百分比。

举例:步骤 1 显示输入端的 5 次谐波分量为 5 V(有效值),输出端为 2 V。在步骤 2 中,输入端 5 次谐波为 10 V,输出为 2.2 V(有效值)。衰减为 $((2.2-2.0)/(10-5))\times 100\%=4\%$ 。

##### 11.4.1.2 过电压和瞬态

为了隔离市电的浪涌电压进入到旋转 UPS 的输入端,需要一个串联阻抗。在旋转 UPS 输入电流为额定值时,合适的串联电感上的压降约为 5%。对于大型系统,该阻抗可能存在于馈电系统中(见图 8)。



说明:

L——线路;

N——中性线;

G——接地;

1——被测 UPS。

图 8 浪涌电压试验

浪涌电压可应用于:

——线间;

——线与中性线之间;



——地与所有的输入线之间,包括中性线。

试验浪涌电压可按下列方式产生:

——首先,在旋转 UPS 的输入端造成一个短路来产生试验浪涌电压。当熔断器熔断时,上游电感的俘获能量产生浪涌电压。典型的浪涌电压上升时间近似为 0.3 ms,峰值为 500 V。

——试验浪涌电压也可由一个电容性耦合标准浪涌电压发生器产生。其典型脉冲的上升时间为 1.2  $\mu$ s,峰值为 2.5 kV,衰减时间为 50  $\mu$ s。耦合的电容器大,则能传导脉冲;若小,则限制线频率进入到脉冲发生器。

应记录输入端的和相应输出端的波形,注意与正常正弦波的最大偏差。旋转 UPS 的衰减是输入端的最大偏差与输出端的比值。

#### 11.4.2 从输出到市电

在电源调理模式下,旋转 UPS 可减少或消除由旋转 UPS 输出端非线性负载所引起的电流谐波分量反馈到市电。旋转 UPS 处于电源调理模式,带有非线性负载。负载所消耗的有功功率至少为旋转 UPS 额定有功功率的 30%。测量的输入电流谐波是指线电流谐波。

##### 11.4.2.1 线电流谐波

步骤 1:对非线性负载测量输入和输出电流谐波(见 11.4.2)。

步骤 2:测量线性负载等于有功功率 P 的输入电流谐波。

步骤 3:计算步骤 1 和步骤 2 之间输入谐波的差值。衰减就是这个差值除以步骤 1 中的输出电流谐波。

##### 11.4.2.2 中性线电流谐波

对中性线采用同样的方法。可采用附录 C 中的三个单相非线性负载。

### 11.5 系统性能

#### 11.5.1 效率

储能装置储能完毕后,负载分别为 0%、25%、50%、75%和 100%进行测量,25%和 75%是型式试验。效率描述如下:

——电源调理模式效率;

在标定市电电压和线性对称负载下测量。

——储能模式效率(燃料消耗)。

#### 11.5.2 储能供电时间

——储能放电时间;

——储能再充电时间。

#### 11.5.3 多模块旋转 UPS 的性能

以下性能适用于并联运行的多模块旋转式 UPS 系统。在试验时,至少保证两台 UPS 并联运行,并且是线性对称负载,负载大小至少为单台 UPS 额定负载的 1.5 倍。所有的试验均在电源调理模式和独立模式下进行:

——由负载引起的电压和频率变化

分别接通/断开负载测量。

——有功功率分配

记录每台的最低和最高有功功率。

——无功功率分配

记录每台的最低和最高无功功率。

——单台故障试验(若系统具有并联冗余)

负载短路试验。与单台试验基本相同。当负载故障时,发电机可能会失去相互的同步,因此恢复尤为关键。

11.6 盲启动试验

除了燃料和启动器电池(如适合可采用电子电池)外无其他电源的情况下,旋转 UPS 的启动能力。该启动试验在空载下进行。

11.7 环境试验

——往复式内燃机低温启动试验(见 GB/T 2820.1—2009 中 14.1)。

——往复式内燃机在其环境温度上限值时的额定功率试验。

——根据 GB/T 8190.1—1999 测量往复式内燃机废气排放。

——根据 ISO 8528-9:1995 规定测量和评价往复式内燃机和旋转电机的机械振动。

11.8 噪声

根据 ISO 8528-10:1998 规定,在 0%负载和 100%负载下测量空气传播噪声。

——电源调理模式;

——独立模式。

11.9 试验

试验汇总见表 5。

表 5 旋转 UPS 性能特性试验方法

旋转 UPS 特性测量	出厂试验	型式试验	AMC	章节号
稳态输出电压和频率偏差				
由市电引起的稳态 $V$ 或 $f$ 偏差			●	11.1
由负载引起的变化		●		11.1
对称、线性负载	●	●		11.1
不平衡负载		●		11.1
非线性负载		●		11.1
过载	●	●		11.1
效率	●			11.1
输出波形畸变	●			11.1
稳态非线性负载		●		11.1

表 5 (续)

旋转 UPS 特性测量	出厂试验	型式试验	AMC	章节号
瞬态输出电压和频率偏差				
由负载变化引起	●			11.2
由运行模式变化引起		●		11.2
从电源调理模式到储能供电模式的转换	●			11.2
高阻抗电源故障	●			11.2
低阻抗电源故障		●		11.2
从储能供电模式到电源调理模式的转换	●			11.2
从电源调理模式到旁路模式	●			11.2
从旁路模式到电源调理模式或储能供电模式	●			11.2
负载端故障		●		11.2
单相故障		●		11.2
三相故障		●		11.2
输入电流特性				
输入电流谐波		●		11.3
输入功率因数		●		11.3
反向馈电		●	●	11.3
冲击电流(磁铁和定子)			●	11.3
滤波特性测量				
从市电到输出			●	11.4.1
电压谐波			●	11.4.1.1
电涌和瞬变			●	11.4.1.2
从输出到市电			●	11.4.2
在线电流谐波		●		11.4.2.1
中性线电流谐波		●		11.4.2.2
系统性能				
额定功率下的效率	●			11.5.1
电源调理模式效率	●			11.5.1
储能供电模式效率(燃料消耗)			●	11.5.1
储能供电时间				
储能充电时间	●			11.5.2
储能再充电时间	●			11.5.2
储能放电时间	●			11.5.2

表 5 (续)

旋转 UPS 特性测量	出厂试验	型式试验	AMC	章节号
多模块 UPS 性能				
有功功率分配	●			11.5.3
无功功率分配	●			11.5.3
单台故障试验	●			11.5.3
冗余试验	●			11.5.3
盲启动试验(如适用)	●			11.6
环境试验				
往复式内燃机低温启动试验			●	11.7
往复式内燃机在环境温度上限值时额定功率试验			●	11.7
机械振动测量		●		11.7
往复式内燃机废气排放测量			●	11.7
噪声				
在电源调理模式下空气传播测量		●		11.8
在储能供电模式下空气传播测量		●		11.8
注: AMC 为按用户和制造厂之间的协议选做;●表示应做的试验项目。				

## 12 维修和产品标志

### 12.1 铭牌标志

根据 GB 755—2008 的要求,制造商提供的铭牌标志中至少应包括以下信息:

- 供应商名称;
- 型号和/或零件名称编号;
- 序号和/或控制号;
- 额定输入电压(输入电压允差);
- 额定输入电流;
- 额定输入频率;
- 额定输出电压;
- 额定输出频率;
- 额定输出电流;
- 额定输出功率和输出容量 kVA;
- 额定直流输入电压(外配蓄电池旋转 UPS 要求);
- 额定直流输入电流(外配蓄电池旋转 UPS 要求);
- 额定直流输入电压(可选,内配蓄电池旋转 UPS 要求);
- 额定直流输入电压(可选,内配蓄电池旋转 UPS 要求);
- 重量(可选);
- 性能等级。

## 12.2 标签要求

不可混淆警告标签和说明标签,警告标签应:

- 声明危险;
- 显著、清晰和简明;
- 描述潜在伤害的严重性;
- 指导用户如何避免危险;
- 应永久地附着在产品上。

设备上至少应有如图 9 所示的小心电击或等同的信息。

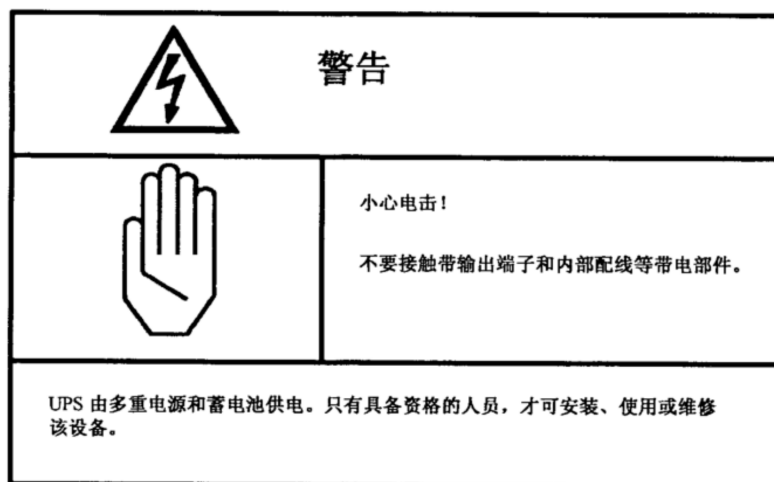


图 9 警告标签

## 12.3 铭牌标识

设备应有标志,以便详细说明:

- 输入要求。
- 输出额定值。

为便于除维修人员以外的任何人员安装 UPS,在操作者可接近的位置或设备的外表面应有明显的标志。若标志位于固定安装的 UPS 设备的外表面,则以正常使用方式安装设备后应能易于观察。

从 UPS 外面无法看见的标志,则在开门和打开盖子时应能直接可见。若标志位于操作者不能接触到的门或盖的背后,则 UPS 应有易辨认的标识,以清楚地指示标志的位置。允许使用临时性标识。

输入和输出标志应包括如下内容:

- 线电压和/或相电压的额定值或额定值范围,用伏(V)表示。

最小和最大额定值之间应用符号“—”连接表示电压范围。若具有多个额定电压或额定电压范围时,应有斜线符号“/”隔开。

注:额定电压标志的一些例子:额定电压范围:220 V—240 V。表示旋转 UPS 设备可以连接到标称电压范围为 220 V—240 V 的任何电源。

多种额定电压:120/220/240 V,表示通常经过内部调节之后旋转 UPS 设备可连接在标称电压为 120 V、220 V 或 240 的电源上。

- 额定频率或额定频率范围(Hz)。
- 额定电流(A)。

若设备具有多个额定电压,则应标出相应的额定电流,不同的额定电流之间也用“/”符号隔开,这样额定电压与额定电流之间的对应关系就一目了然。

若设备具有额定电压范围,则应标记最大的额定电流或电流范围,还应标记如下内容:

- 相数(1相~3相),是否有中性线;
- 额定输出有功功率,单位:W或kW;
- 额定输出视在功率,单位:V·A或kV·A;
- 运行环境的最高温度范围(可选);
- 在环境温度25℃和输出额定有功功率条件下的储能供电时间,用min或h表示(仅适用于内置电池的)(可选);
- 制造商名称、商标或识别标志;
- 制造商的型号或类型。

若需采用符号,则应遵守ISO 7000:2004和GB/T 5465.2—2008,标准中有适用的符号。

#### 12.4 说明标签

在连接点附近,应有以下提示:

“在连接到电源前,请阅读安装说明书”。

##### 12.4.1 安全性说明和文件

在运行、安装、维修、运输和储存旋转UPS的过程中,应采取特别预防措施,以避免危险的引入,制造商应有必要的说明。

操作说明应便于用户索取。

注1:一些特定的预防是必要的,如UPS与蓄电池的直流连接(如有)和各独立单元的相互连接。

注2:必要时安装说明书应包括与国家布线标准限制的这些说明的参考资料。

注3:维修信息通常只供维修人员使用。

#### 12.5 维修

在维修时应采取隔离旋转UPS的输入、输出和旁路的措施;应采取电池组的电气隔离措施;应验证设备是否处于维护闲置状态。

## 附录 A

### (资料性附录)

### 典型储能装置

#### A.1 储能装置

机组是动态 UPS 的核心部件。机组旋转部件储存的能量可在毫秒范围内以电能的形式释放出来。通过增加储能装置如飞轮或电池等,输出电能可延长有限的时间。若与往复式内燃机结合,输出电能的时间可近乎无限延长。

设计 UPS 的储能装置时应考虑以下因素:

- 功率(负载)增加/功率(负载)变化(若适用:按步骤);
- 允许的频率偏差;
- 允许的恢复时间;
- 电机、离合器及往复式内燃机(若适用)的安装惯性;
- 要求的备用时间。

#### A.2 动能储存装置

动能储存在飞轮中。高速飞轮(10 000 r/min~50 000 r/min)可在相对长的时间内提供低转矩,而低速飞轮(1 000 r/min~5 000 r/min)可在短时间内(大约是几秒钟)提供高转矩,因此更适用于旋转 UPS。

动能储存装置可用于双转换 UPS,即在常用模式下,能量通过(取自或送至)媒介进行两次转换,在线互动式 UPS 中,市电能量通常不进行转换。若适用,两种方案均见图 A.1 和图 A.2。

所有的系统都可与往复式内燃机联合使用,或直接与发电机电耦合,或作为一个独立的柴油发电机组在交流输入端代替市电。飞轮系统可包括一个辅助电动机,其作用是使转轴的速度接近于同步速度或/和为飞轮储能。

柴油机、辅助电动机以及旁路电路在本附录的图中没有示出。

##### A.2.1 刚性耦合飞轮储能

带有刚性耦合飞轮的旋转 UPS 是最简单的一种。若使用常规发电机,在储能供电模式时输出频率与飞轮转速成正比。飞轮的转速受到输出频率允差的限制,因此只能利用很小一部分储能。当电源发生故障时,为防止反馈,交流输入端必须与电网断开(图 A.1 和图 A.2)。

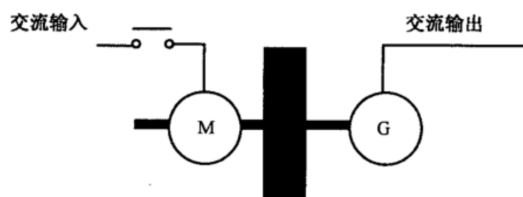


图 A.1 双变换——飞轮直接耦合

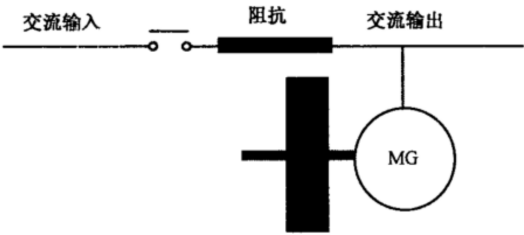


图 A.2 在线互动式——直接耦合飞轮

A.2.2 与飞轮间接耦合

若飞轮通过受控比例传输方式与发电机/电动机耦合,则可更多地利用飞轮中的储能,而且旋转UPS输出频率的变化可以忽略不计(图 A.3 和图 A.4)。

以下为可变比例传输的例子:

- a) 飞轮与发电机转轴之间通过电磁控制片耦合;
- b) 通过静态频率变换器与同步电动机耦合;
- c) 通过高压液压与液压电动机耦合;
- d) 持续可变传输(CVT)。

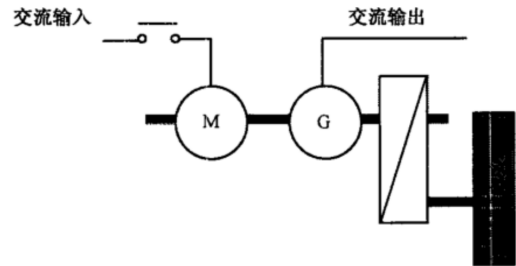


图 A.3 双变换——飞轮间接耦合

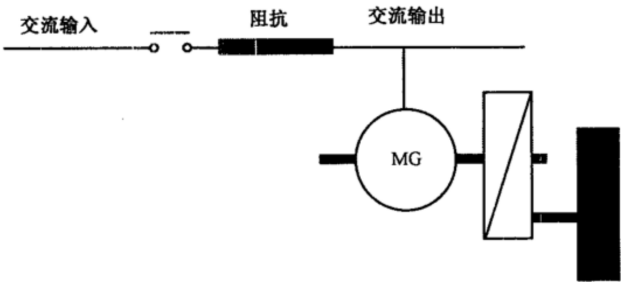


图 A.4 在线互动式——间接耦合飞轮

几乎没有一种可变比例传输可在两个方向传送全部功率。由于经济的原因,其中一个方向上的功率较低,导致飞轮的储能时间是其典型能量释放时间的10~1 000倍。

A.2.3 变速/恒定频率发电机

利用频率受控供电转子绕组(双馈电交流电机),可实现减速直接耦合飞轮输出恒定频率。由频率变换器提供励磁,经过滑环给转子馈电。若换流器可将能量向两个方向转换,则转轴的速度在交流发电机的同步(直流励磁)速度上下徘徊。



在线互动式示例如图 A. 5 所示。

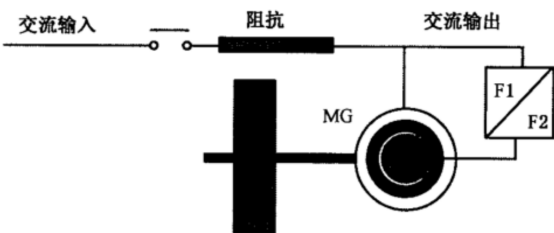


图 A. 5 双馈电交流电机

A. 3 电化学储能装置

另外一种常用的储能装置是蓄电池。也可用于双变换或在线互动式设计，可用直流发电机直接与蓄电池耦合，或用同步交流电机通过逆变器与蓄电池耦合。

图 A. 6 中的电动机是交流电机，因此，只要市电的电压和频率在适当的范围内，可直接通过交流输入端馈电。

若不要求这种，则可以采用图 A. 7 中的直流电动机，直接由蓄电池馈电。

蓄电池的储能供电时间大概是几分钟。

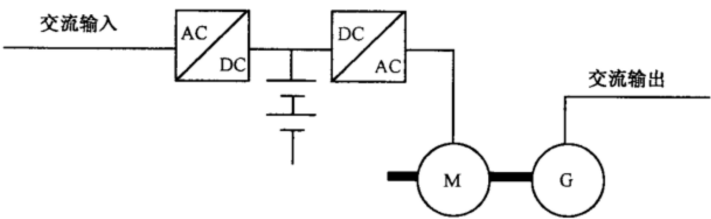


图 A. 6 带蓄电池双变换

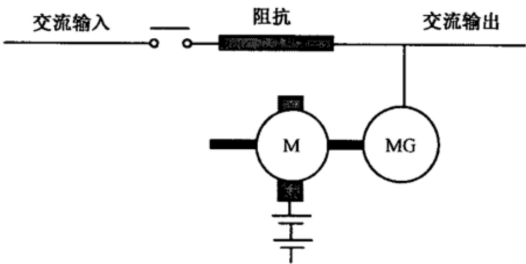


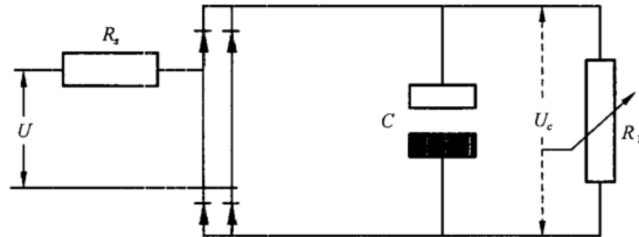
图 A. 7 带蓄电池在线互动

A. 4 其他可能的储能设备

虽然以上阐述的储能设备在实际中有着广泛的应用，还有一些其他的储能设备，如利用超导磁铁（SMES）、超级电容器及压缩空气等储能。

**附录 B**  
(规范性附录)  
**标准非线性负载——单相**

为了模拟单相稳态整流/电容器负载,接到 UPS 的负载是一个二极管整流桥,桥的输出侧一个电容器和一个电阻并联。总的单相负载可是按图 B.1 连接的单个负载,或是多个等效负载并联构成。



说明:

$U$  ——UPS 额定输出电压, V;

$U_c$  ——整流输出电压, V;

$S$  ——非线性负载的视在功率——功率因数 0.7, 即视在功率  $S$  的 70% 将以有功功率消耗在  $R_1$  和  $R_s$  上;

$R_1$  ——负载电阻, 设定其消耗有功功率为总视在功率  $S$  的 66%;

$R_s$  ——串联的线性电阻, 设定其消耗有功功率为总视在功率  $S$  的 4% (4% 是根据 IEC/TC 64 对电源线上的压降的建议而设定的)。

注: 电阻  $R_s$  可以在整流桥的交流侧或直流侧。

**图 B.1 单相非线性负载**

计算和试验方法:

纹波电压小于 5% 的电容器峰-峰值电压  $U_c$ , 相应的时间常数为  $R_1 \times C = 7.5/f$  ( $f$  为 UPS 输出频率, Hz)。

考虑到峰值电压、线电压波形畸变、电源线上的电压降以及整流输出电压的纹波电压, 则整流电压平均值  $U_c$  为:  $U_c = 1.414 \times 0.92 \times 0.96 \times 0.975 \times U = 1.22 \times U$  [V]

电阻  $R_s$ 、 $R_1$  和电容  $C$  的值可以通过下列计算确定:

$$R_s = 0.04 \times U^2 / S$$

$$R_1 = U_c^2 / (0.66 \times S)$$

$$C = 7.5 / (f \times R_1) \text{ [F]}$$

对 50 Hz/60 Hz 两种频率, 在计算中应采用 50 Hz。

使用的电容值应不小于计算值。

注: 二极管桥的电压降可以忽略不计。

试验方法:

- a) 起初, 将非线性试验负载电路连接至交流输入电源, 该电源的额定输出电压为受试 UPS 的额定电压。
- b) 当给本试验负载供电时, 交流输入电源阻抗所引起的交流输入波形畸变应不大于 8% (IEC 61000-2-2 要求)。
- c) 调节电阻  $R_1$ , 直到输出的视在功率 ( $S$ ) 和有功功率达到受试 UPS 的规定值。
- d) 电阻  $R_1$  调整后, 将非线性试验负载加至受试 UPS 的输出端, 此后不再调整。
- e) 非线性负载投入后不再调整, 可按不同条款的规定用非线性负载完成所有的试验, 获得所要求

的各种数据。

非线性负载与 UPS 的连接:

- a) 对于  $33 \text{ kV} \cdot \text{A}$  以下的单相 UPS, 非线性负载的视在功率  $S$  等于 UPS 的额定视在功率。
- b) 对于额定容量大于  $33 \text{ kV} \cdot \text{A}$  的单相 UPS, 可采用视在功率为  $33 \text{ kV} \cdot \text{A}$  的非线性负载, 再加上线性负载, 使之达到 UPS 的额定视在功率和额定有功功率。
- c) 对于设计按线—中线连接单相负载的三相 UPS, 三个相等的单相负载应按线—中线连接, 可用于视在功率及有功功率不超过  $100 \text{ kV} \cdot \text{A}$  的 UPS。
- d) 对于额定容量大于  $100 \text{ kV} \cdot \text{A}$  的三相 UPS, 可采用 c) 项非线性负载, 然后根据附录 C 增加负载。

## 附录 C (规范性附录)

### 标准非线性负载——三相

所有小于 100 kV·A 的单相和三相 UPS 的基准负载按附录 B 定义。

对于额定值大于 100 kV·A 的 UPS, 第一个 100 kV·A 非线性负载的应符合附录 B 的规定。直到 UPS 额定值的剩余全部功率(kW 或 kV·A)则由以下电路实现(见图 C.1)。该电路结构简单, 具有典型的定义好的输入电流谐波(5 次 22%、7 次 11%、11 次 9%、13 次 7%)。主要由于这些谐波的影响, 输入电流的功率因数为 0.96。

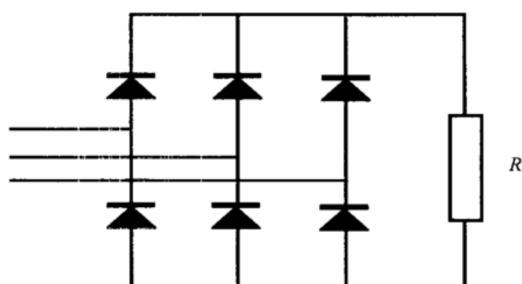


图 C.1 三相非线性负载

若 UPS 输出电压为  $U_{ac}$  (线电压的有效值),  $P$  为电阻  $R$  上消耗的有功功率, 则

$$R = 1.872 U_{ac}^2 / P$$

举例: 一台 480 V、60 Hz 的 UPS, 在功率因数为 0.8 时额定值为 500 kV·A。假定可接受 100% 非线性负载, 输出正弦波。本试验中, 带中性线的三线连接单相负载, 根据附录 B 每相连接 33 kV·A, 23 kW, 则剩余的  $400 - (3 \times 23) = 331$  kW 采用附录 C 规定的三相非线性负载 ( $R = 1.303 \Omega$ )。

产生的电压畸变应低于 (IEC 61000-2-2) 表 3 中的规定值。

若假定 UPS 可接受 50% 的非线性负载, 则单相负载和三相基准非线性负载均为其规定值的一半。

## 附录 D

### (规范性附录)

#### 输入市电故障——试验方法

当市电发生故障时,UPS 的特性应用下述电路进行试验(图 D.1):

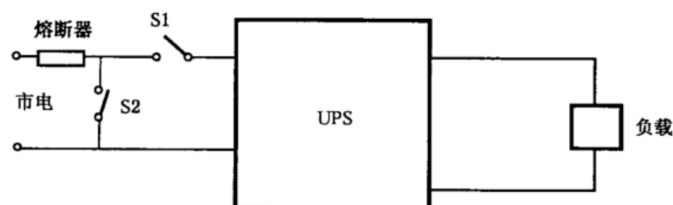


图 D.1 输入市电故障试验方法

#### 试验 D1 高阻抗市电故障

通常运行方式:

- S1 闭合;
- S2 断开;
- 断开 S1 模拟市电故障。

#### 试验 D2 低阻抗市电故障试验

通常运行方式:

- S1 闭合;
- S2 断开;
- 闭合 S2 模拟市电故障(熔断器 1/4 负载时熔断)。

熔断器的额定值应与 UPS 输入电流一致。S2 的额定值应按熔断器的额定值而定。

用于三相供电,则开关的各个触头应同时断开/闭合。

附录 E  
(资料性附录)

不间断电源(UPS)的结构类型

本部分所述的不间断电源(UPS)是一种惯性电源。其主要功能是:当常用电源,通常是当地的市电局部或全部发生故障时,为用户设备提供符合规定连续性和质量的供电。当市电再不能得到或不符合要求时,通过将某种形式的储能转化为电能,在规定时间内向用户设备供电。

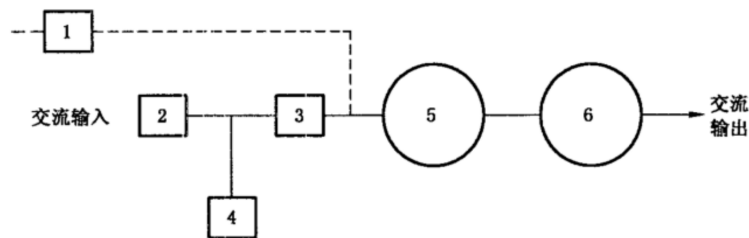
用户设备,特指关键的或受保护的负载,可以是设备的一部分或房间或建筑物的全部设备。因此,用户决定采用稳定性和电能质量比常用电源更好的电源为这些特殊的设备供电。关键设备绝大部分是指数据处理之类的设备,虽然也可能是其他类型的设备,如照明设备、仪器、泵类或通信设备等。为这些负载供电的储能装置通常是蓄电池。需要在规定的时间内为其供电,可能是片刻或在数小时之久。该时间间隔通常称为储能供电时间或备用时间。

目前已开发出功率从不足百瓦到数兆瓦,能满足用户对不同负载类型、供电连续性和供电质量要求的各种类型 UPS。

下面概述各种 UPS 的配置,其范围包括单台 UPS 到为增加安全性而设计的十分复杂的设备。

不同类型的 UPS 配置可实现不同程度的负载供电的连续性要求和/或增加输出额定功率。

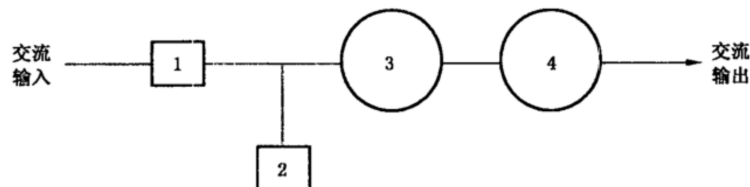
本附录阐述了一些典型的配置及每种配置的重要特征。图 E. 1 和图 E. 2 主要介绍串联 UPS 系统。图 E. 3 为在线互动式。UPS 的其他类型配置见图 E. 4 和图 E. 5。



说明:

- |         |            |
|---------|------------|
| 1——旁路;  | 4——储能装置;   |
| 2——整流器; | 5——AC 电动机; |
| 3——逆变器; | 6——发电机。    |

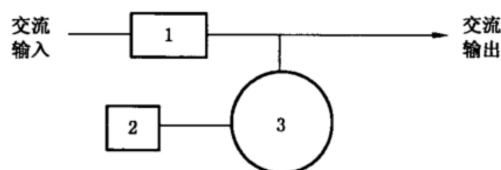
图 E. 1 串联类型 1



说明:

- |           |
|-----------|
| 1——整流器;   |
| 2——储能装置;  |
| 3——直流电动机; |
| 4——发电机。   |

图 E. 2 串联类型 2



说明：

- 1——整流器；
- 2——储能装置；
- 3——发电机。

图 E.3 在线互动式

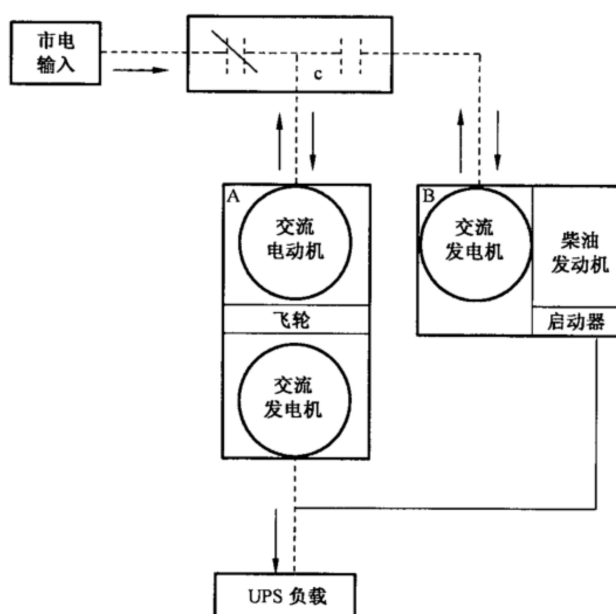


图 E.4 典型 UPS

在图 E.4 中，在正常 24 h 运行中，“A”电动机与市电连接，驱动“A”发电机，为 UPS 负载和储存动能的飞轮供电。

若市电出现故障，则控制“C”将转换电源如下：

- 由飞轮中的能量驱动的“A”电动机即刻变为发电机与“B”发电机并联，“B”发电机即刻变为电动机，帮助发动机加速；
- “A”发电机由飞轮提供能量，继续为负载连续供电并作为瞬时电源（经整流后变为直流）驱动发动机启动器。当发动机达到全速时，“B”发动机的发电机替代市电为“A”电动机供电，它又继续驱动“A”发电机而不影响 UPS 负载；
- 当市电恢复后，“C”控制将“A”电动机连接至市电，并在数分钟后停止发动机；
- 系统初始启动时采用“B”发动机的发电机使飞轮缓慢加速。根据系统容量的大小，此过程大约需要 20 分钟。消除了从市电取电引起的较大冲击电流。

包括两个类似的鼠笼式感应电动机和一个同轴的交流同步发电机的系统，通常的平面图和电气连接如图 E.5 所示。

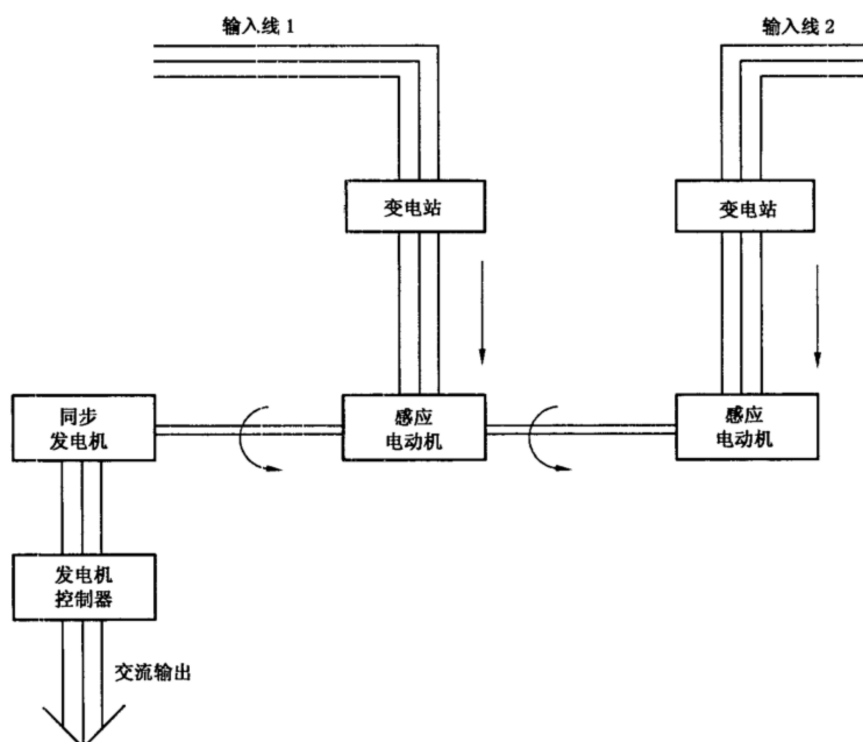


图 E.5 双馈电 UPS 典型开关



GB/T 2820.11-2012

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066 • 1-46181

定价: 39.00 元