



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103475203 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201310391075. 2

CN 202998557 U, 2013. 06. 12,

(22) 申请日 2013. 08. 31

CN 2694695 Y, 2005. 04. 20,

(73) 专利权人 西北工业大学

US 2012081009 A1, 2012. 04. 05,

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

US 2013221852 A1, 2013. 08. 29,

CN 103179759 A, 2013. 06. 26,

(72) 发明人 羊彦 景占荣 高田 孟超普

审查员 韩朋乐

吴晓光

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 顾潮琪

(51) Int. Cl.

H02M 1/32(2007. 01)

H02H 7/12(2006. 01)

H05B 37/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202798496 U, 2013. 03. 13,

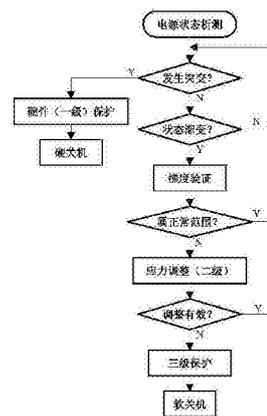
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种针对 LED 电源不同故障特点的三级保护方法

(57) 摘要

本发明提供了一种针对 LED 电源不同故障特点的三级保护方法,涉及一种 LED 电源,尤其是针对 LED 电源故障保护方法,检测电源运行状态的,当电源状态发生突变,通过硬件实现系统关机,当出现渐变性质的故障,则进行应力调整二级保护,即通过单位时间内脉冲宽度下调速率,使得电源功率下调,如果通过应力调整,电源故障倾向未得到消除,则启动第三级保护“软关机”,下调 PWM 脉宽,直至 PWM 脉冲的宽度减小为 0,电源输出功率为 0 断电关机。本发明主要对电源实施“三级保护”,采用了不同方法处理紧急故障和渐变型故障,并通过应力调整实现故障规避,可以提高电源的可靠性,降低故障率,以便消除或降低电源在电子系统中造成的“瓶颈效应”。



1. 一种针对LED电源不同故障特点的三级保护方法,其特征在于包含如下步骤:

步骤1:建立检测电源运行状态的传感器组合,测量如下参数:输入电压 $V(k)$ 、输出电流 $I(k)$ 、机箱温度 $T(k)$ ,其中 $k$ 是计数值;

设定输入电压、输出电流、机箱温度参考值,见表1:

表1

	正常	超1	超2	超3
输入电压	额定电压 $V_e$	$V_1 = V_e \times 110\%$	$V_2 = V_e \times 125\%$	$V_{\max} = V_e \times 130\%$
输出电流	额定电流 $I_e$	$I_1 = I_e \times 130\%$	$I_2 = I_e \times 140\%$	$I_{\max} = I_e \times 150\%$
机箱温度	$T_0 = 65^\circ\text{C}$	$T_1 = 75^\circ\text{C}$	$T_2 = 85^\circ\text{C}$	$T_{\max} = 95^\circ\text{C}$

步骤2:第一级保护

将步骤1测量的参数与表1的参考值进行比较,当出现下列任一情况:

$$V(k) \geq V_{\max}, I(k) \geq I_{\max}, T(k) \geq T_{\max}$$

则认为电源状态发生突变,是紧急故障,转入硬件保护,即一级保护,即通过硬件实现系统关机,否则进入步骤3;

步骤3:第二级保护

(1)根据步骤1测定的电源各项参数,当下述判定条件有任何一条成立,可认为出现渐变性质的故障:

①若连续3次检测到温度 $T(k) > T(k-1)$ ,而且温度上升速率 $\delta T(k)$ 超过设定值 $\delta_T$ ,其中 $\delta_T$ 设定为 $2^\circ\text{C}/\text{分钟}$ , $\delta T(k) = [T(k) - T(k-1)] / [t(k) - t(k-1)]$ ;

②若电源电压、电流或温度有一项值达到且超过表1设定的超1的值,但是尚未达到超3的值,即出现如下任一情况:

$$V_1 \leq V(k) < V_{\max}, I_1 \leq I(k) < I_{\max}, T_1 \leq T(k) < T_{\max}$$

③若电源电压、电流、温度工作正常,但是预测的下一检测时刻的电源参数超过超1的设定值,即出现如下任一情况:

$$\hat{V}(k+1) \geq V_1, \hat{I}(k+1) \geq I_1, \hat{T}(k+1) \geq T_1$$

其中, $\hat{V}(k+1)$ 、 $\hat{I}(k+1)$ 、 $\hat{T}(k+1)$ 分别为预测的下一检测时刻的输入电压、输出电流和机箱温度:

$$\hat{T}(k+1) = 2T(k) - T(k-1)$$

$$\hat{V}(k+1) = 2V(k) - V(k-1)$$

$$\hat{I}(k+1) = 2I(k) - I(k-1)$$

(2)若步骤(1)中出现渐变性质的故障倾向,则进行应力调整二级保护,即通过确定在单位时间内脉冲宽度下调速率 $\frac{\Delta PWM}{T}$ ,并依据此速率自动下调脉冲宽度PWM,使得电源功率下调,计算下调脉冲宽度的 $\Delta PWM$ :

$$\Delta PWM = K[0.85 \times (\text{最大脉宽}) / 5]$$

其中, $\Delta PWM$ 为下调脉冲宽度,最大脉宽为100%脉宽减去防止功率器件直通而设计的“死区”宽度,K的取值为1,2,3,4,5,分别表示五档不同的脉宽控制速度;

K的取值依据如下原则:

满足下列条件中任意一条时,  $K=5$ :

$$V(k) \geq V_2, I(k) \geq I_2, T(k) \geq T_2, \hat{V}(k+1) \geq V_{\max}, \hat{I}(k+1) \geq I_{\max}, \hat{T}(k+1) \geq T_{\max}, T(k) - T(k-1) \geq 1.2\delta_T$$

未满足 $K=5$ 的条件,但是满足下列条件中任意两个及以上时,  $K=4$ :

$$V(k) \geq V_1, I(k) \geq I_1, T(k) \geq T_1, \hat{V}(k+1) \geq V_2, \hat{I}(k+1) \geq I_2, \hat{T}(k+1) \geq T_2, T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$$

未满足 $K=5$ 的条件,但是满足下列条件中任意一个条件时,  $K=3$ :

$$V(k) \geq V_1, I(k) \geq I_1, T(k) \geq T_1, \hat{V}(k+1) \geq V_2, \hat{I}(k+1) \geq I_2, \hat{T}(k+1) \geq T_2, T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$$

未满足 $K=3, K=4, K=5$ 的条件,但是满足下列条件中任意两个时,  $K=2$ :

$$\hat{V}(k+1) \geq V_1, \hat{I}(k+1) \geq I_1, \hat{T}(k+1) \geq T_1, T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$$

不满足 $K=2, K=3, K=4, K=5$ 的条件时,  $K=1$ :

按单位时间内脉冲宽度下调速率  $\frac{\Delta PWM}{T}$  下调PWM输出值,  $T$ 为设定的功率调整限时,  $T$ 取  $T=10 \sim 20$ ,即按照  $\frac{\Delta PWM}{T}$  下调电源输出功率;

步骤4: 第三级保护:

通过应力调整,在步骤3的设定的功率调整时间 $T$ 之后,电源故障倾向未得到消除,则启动第三级保护——“软关机”,即依照 $K=5$ 时对应的  $\frac{\Delta PWM}{T}$  下调PWM脉宽,直至PWM脉冲的宽度减小为0,这时电源输出功率为0,断电关机。

## 一种针对LED电源不同故障特点的三级保护方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种LED电源,尤其是针对LED电源故障保护的方法。

### 背景技术

[0002] LED电源主要分为开关电源、线性电源等两种。根据以往针对电子设备故障的统计学分析,其故障超过半数以上是由于其内部电源的故障造成的;特别是LED路灯,其故障的80%来自于电源,致使其推广使用受到影响;故电源的可靠性应该受到高度的关注。

[0003] 目前,对于不同种类电源的保护可以分为两大类,叙述如下。

[0004] (1)硬件保护方法。该方法主要利用电路内部设定的检测、比较等硬件电路,对过欠压、过欠流、过热、瞬态冲击等故障实施关机保护,以避免故障损失的扩大。这类保护方法的优点是保护速度快、简单可行,但缺点是:①电源无故障工作时间较短;②快速关机会造成额外损失或损伤。

[0005] (2)基于软、硬件结合的保护方法,称为“软关断”的方法。该方法将故障分为两种,一种是紧急故障,仍采用第一类保护方法。另一种是缓变故障,保护过程是:先用软件控制输出电压,使其逐步趋于零,再用硬件断开输入电源。这种方法可以降低开关过程造成的损伤,但依然无法避免因关机造成的损失,且对其可靠性提升不明显。

### 发明内容

[0006] 为了克服现有技术的不足,本发明是在目前常用的两类保护方法的基础上,提出一种“电源三级保护”技术,它除了具有上述两类保护措施外,还增加了第三类的“故障规避”环节。当电源的故障检测模块测得故障征兆时,先启动故障规避模块,通过调整电源的运行参数降低元件所承受的应力,使得电源运行状态趋于正常,拟消除故障隐患。当规避无效时,启动另外两类保护方法中的一种。因此本发明具有针对故障性质自适应的选择保护方法的特点,可有效提高电源的可靠性。

[0007] 该方法的第一级保护用以处理紧急故障,以阻止破坏性的扩大;第二级保护是应力调整消除故障的隐患,以避免故障发生;第三级保护是通过软件关断的方法处理渐变性故障。

[0008] 本发明解决其技术问题所采用的实现“三级保护”的技术方案是:

[0009] 步骤1:建立检测电源运行状态的传感器组合,测量如下参数:输入电压 $V(k)$ 、输出电流 $I(k)$ 、机箱温度 $T(k)$ ,其中 $k$ 是计数值;

[0010] 设定输入电压、输出电流、机箱温度参考值,见表1:

[0011] 表1

[0012]

	正常	超1	超2	超3
输入电压	额定电压 $V_e$	$V_1 = V_e \times 110\%$	$V_2 = V_e \times 125\%$	$V_{\max} = V_e \times 130\%$
输出电流	额定电流 $I_e$	$I_1 = I_e \times 130\%$	$I_2 = I_e \times 140\%$	$I_{\max} = I_e \times 150\%$

机箱温度	$T_0=65^{\circ}\text{C}$	$T_1=75^{\circ}\text{C}$	$T_2=85^{\circ}\text{C}$	$T_{\max}=95^{\circ}\text{C}$
------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------------

[0013] 步骤2:第一级保护

[0014] 将步骤1测量的参数与表1的参考值进行比较,当出现下列任一情况:

[0015]  $V(k) \geq V_{\max}$ 、 $I(k) \geq I_{\max}$ 、 $T(k) \geq T_{\max}$

[0016] 则认为电源状态发生突变,是紧急故障,转入硬件保护,即一级保护,即通过硬件实现系统关机,否则进入步骤3;

[0017] 步骤3:第二级保护

[0018] (1)根据步骤1测定的电源各项参数,当下述判定条件有任何一条成立,可认为出现渐变性质的故障:

[0019] ①若连续3次检测到温度 $T(k) > T(k-1)$ ,而且温度上升速率 $\delta T(k)$ 超过设定值 $\delta T$ ,其中 $\delta T$ 设定为 $2^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ , $\delta T(k) = [T(k) - T(k-1)] / [t(k) - t(k-1)]$ ;

[0020] ②若电源电压、电流或温度有一项值达到且超过表1设定的超1的值,但是尚未达到超3的值,即出现如下任一情况:

[0021]  $V_1 \leq V(k) < V_{\max}$ 、 $I_1 \leq I(k) < I_{\max}$ 、 $T_1 \leq T(k) < T_{\max}$

[0022] ③若电源电压、电流、温度工作正常,但是预测的下一检测时刻的电源参数超过超1的设定值,即出现如下任一情况:

[0023]  $\hat{V}(k+1) \geq V_1$ 、 $\hat{I}(k+1) \geq I_1$ 、 $\hat{T}(k+1) \geq T_1$

[0024] 其中, $\hat{V}(k+1)$ 、 $\hat{I}(k+1)$ 、 $\hat{T}(k+1)$ 分别为预测的下一检测时刻的输入电压、输出电流和机箱温度:

[0025]  $\hat{T}(k+1) = 2T(k) - T(k-1)$

[0026]  $\hat{V}(k+1) = 2V(k) - V(k-1)$

[0027]  $\hat{I}(k+1) = 2I(k) - I(k-1)$

[0028] (2)若步骤(1)中出现渐变性质的故障倾向,则进行应力调整二级保护,即通过确定在单位时间内脉冲宽度下调速率 $\frac{\Delta PWM}{T}$ ,并依据此速率自动下调脉冲宽度PWM,使得电源功率

率下调,计算下调脉冲宽度的 $\Delta PWM$ :

[0029]  $\Delta PWM = K[0.85 \times (\text{最大脉宽}) / 5]$

[0030] 其中, $\Delta PWM$ 为下调脉冲宽度,最大脉宽为100%脉宽减去防止功率器件直通而设计的“死区”宽度,K的取值为1,2,3,4,5,分别表示五档不同的脉宽控制速度;

[0031] K的取值依据如下原则:

[0032] 满足下列条件中任意一条时,K=5:

[0033]  $V(k) \geq V_2$ 、 $I(k) \geq I_2$ 、 $T(k) \geq T_2$ 、 $\hat{V}(k+1) \geq V_{\max}$ 、 $\hat{I}(k+1) \geq I_{\max}$ 、 $\hat{T}(k+1) \geq T_{\max}$ 、

$T(k) - T(k-1) \geq 1.2\delta T$

[0034] 未满足K=5的条件,但是满足下列条件中任意两个及以上时,K=4:

[0035]  $V(k) \geq V_1$ 、 $I(k) \geq I_1$ 、 $T(k) \geq T_1$ 、 $\hat{V}(k+1) \geq V_2$ 、 $\hat{I}(k+1) \geq I_2$ 、 $\hat{T}(k+1) \geq T_2$ 、

$T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta T$

[0036] 未满足 $K=5$ 的条件,但是满足下列条件中任意一个条件时, $K=3$ :

[0037]  $V(k) \geq V_1$ 、 $I(k) \geq I_1$ 、 $T(k) \geq T_1$ 、 $\hat{V}(k+1) \geq V_2$ 、 $\hat{I}(k+1) \geq I_2$ 、 $\hat{T}(k+1) \geq T_2$ 、 $T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$

[0038] 未满足 $K=3$ 、 $K=4$ 、 $K=5$ 的条件,但是满足下列条件中任意两个时, $K=2$ :

[0039]  $\hat{V}(k+1) \geq V_1$ 、 $\hat{I}(k+1) \geq I_1$ 、 $\hat{T}(k+1) \geq T_1$ 、 $T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$

[0040] 不满足 $K=2$ 、 $K=3$ 、 $K=4$ 、 $K=5$ 的条件时, $K=1$ ;

[0041] 按单位时间内脉冲宽度下调速率 $\frac{\Delta PWM}{T}$ 下调PWM输出值, $T$ 为设定的功率调整限时,

$T$ 取 $T=10 \sim 20$ ,即按照 $\frac{\Delta PWM}{T}$ 下调电源输出功率;

[0042] 步骤4:第三级保护:

[0043] 通过应力调整,在步骤3的设定的功率调整时间 $T$ 之后,电源故障倾向未得到消除,

则启动第三级保护——“软关机”,即依照 $K=5$ 时对应的 $\frac{\Delta PWM}{T}$ 下调PWM脉宽,直至PWM脉冲的宽度减小为0,这时电源输出功率为0,断电关机。

[0044] 本发明的有益效果体现在对电源实施“三级保护”,采用了不同方法处理紧急故障和渐变型故障,并通过应力调整实现故障规避,可以提高电源的可靠性,降低故障率,以便消除或降低电源在电子系统中造成的“瓶颈效应”。

## 附图说明

[0045] 图1是发明实施过程流程图。

## 具体实施方式

[0046] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0047] 该方法主要是通过对电源运行状态检测数据的分析,判断该电源是否运行正常,进而判断可能发生故障类型,并作出或规避、或保护(立即保护或软件保护)的决策。

[0048] “三级保护”之间的转换是在故障检测模块调度下自动转换,其依据是电源当前运行状态、状态变化速率以及电源运行参数调整过程中故障状态消除的效果,这里涉及的故障检测模块是指用于对电源运行状态进行检测、并通过状态参数偏离正常值的大小及偏离速率,进而判断故障性质及可能发生故障的时间的功能模块。而故障规避模块则是根据故障特点按给定方案调整电源主要元件承受的应力,拟使其运行状态回归正常的功能模块。

[0049] 具体实施方式如下:

[0050] 步骤1:建立检测电源运行状态的传感器组合,测量如下参数:输入电压 $V(k)$ 、输出电流 $I(k)$ 、机箱温度 $T(k)$ ,其中 $k$ 是计数值;在电源运行过程中,故障检测模块始终对电源运行状态在线监测。

[0051] 不同传感器数据融合工作于特征值,其中电压、电流超标分四级:正常、超1、超2、超3,其中超3为上限值;

[0052] 设定输入电压、输出电流、机箱温度参考值,见表1:

[0053] 表1

[0054]

	正常	超1	超2	超3
输入电压	额定电压 $V_e$	$V_1 = V_e \times 110\%$	$V_2 = V_e \times 125\%$	$V_{\max} = V_e \times 130\%$
输出电流	额定电流 $I_e$	$I_1 = I_e \times 130\%$	$I_2 = I_e \times 140\%$	$I_{\max} = I_e \times 150\%$
机箱温度	$T_0 = 65^\circ\text{C}$	$T_1 = 75^\circ\text{C}$	$T_2 = 85^\circ\text{C}$	$T_{\max} = 95^\circ\text{C}$

[0055] 步骤2:第一级保护

[0056] 将步骤1测量的参数与表1的参考值进行比较,当出现下列任一情况:

[0057]  $V(k) \geq V_{\max}$ 、 $I(k) \geq I_{\max}$ 、 $T(k) \geq T_{\max}$

[0058] 则认为电源状态发生突变,是紧急故障,转入硬件保护,即一级保护,即通过硬件实现系统关机,否则进入步骤3;

[0059] 利用电路内部设定的“检测比较电路”对各传感器“过-欠压”、“过流”、“过热”、“瞬态电能冲击”等状态信息和标称值进行比较,当六项被检测数据有一项超过上限值,认为是紧急故障,并转入第一级故障保护,实施应急保护。由于采用硬件电路,一般执行时间小于5  $\mu\text{s}$ ;

[0060] 第一级保护用于解决电源出现的紧急故障,如短路、雷电冲击、器件损坏等,使得电路无法运行,必须立即关断。具体实施的方法如下。

[0061] ①通过“模拟-比较”等硬件电路监测电源工作状态,捕捉元件承受应力超过允许上限的瞬间;

[0062] ②若元件承受应力超过允许上限,立即通过“与非逻辑器件”同时断开交流继电器、关闭直流输出、封锁所有有源器件驱动端口;

[0063] ③输出故障状态、性质等信号。

[0064] 由于第一级保护可以在微秒级的时间间隔内对故障实现快速保护,能有效避免故障损失的扩大。

[0065] 步骤3:第二级保护

[0066] (1)根据步骤1测定的电源各项参数,当下述判定条件有任何一条成立,可认为出现渐变性质的故障:

[0067] ①若连续3次检测到温度 $T(k) > T(k-1)$ ,而且温度上升速率 $\delta T(k)$ 超过设定值 $\delta T$ ,其中 $\delta T$ 设定为 $2^\circ\text{C}/\text{分钟}$ , $\delta T(k) = [T(k) - T(k-1)] / [t(k) - t(k-1)]$ ;

[0068] ②若电源电压、电流或温度有一项值达到且超过表1设定的超1的值,但是尚未达到超3的值,即出现如下任一情况:

[0069]  $V_1 \leq V(k) < V_{\max}$ 、 $I_1 \leq I(k) < I_{\max}$ 、 $T_1 \leq T(k) < T_{\max}$

[0070] ③若电源电压、电流、温度工作正常,但是预测的下一检测时刻的电源参数超过超1的设定值,即出现如下任一情况:

[0071]  $\hat{V}(k+1) \geq V_1$ 、 $\hat{I}(k+1) \geq I_1$ 、 $\hat{T}(k+1) \geq T_1$

[0072] 其中, $\hat{V}(k+1)$ 、 $\hat{I}(k+1)$ 、 $\hat{T}(k+1)$ 分别为预测的下一检测时刻的输入电压、输出电流和机箱温度:

[0073]  $\hat{T}(k+1) = 2T(k) - T(k-1)$

[0074]  $\hat{V}(k+1) = 2V(k) - V(k-1)$

[0075]  $\hat{I}(k+1) = 2I(k) - I(k-1)$

[0076] (2)若步骤(1)中出现渐变性质的故障倾向,则进行应力调整二级保护,即通过确定在单位时间内脉冲宽度下调速率 $\frac{\Delta PWM}{T}$ ,并依据此速率自动下调脉冲宽度PWM,使得电源功率下调,计算下调脉冲宽度的 $\Delta PWM$ :

[0077]  $\Delta PWM = K[0.85 \times (\text{最大脉宽})/5]$

[0078] 其中, $\Delta PWM$ 为下调脉冲宽度,最大脉宽为100%脉宽减去防止功率器件直通而设计的“死区”宽度,K的取值为1,2,3,4,5,分别表示五档不同的脉宽控制速度;

[0079] K的取值依据如下原则:

[0080] 满足下列条件中任意一条时,K=5:

[0081]  $V(k) \geq V_2, I(k) \geq I_2, T(k) \geq T_2, \hat{V}(k+1) \geq V_{\max}, \hat{I}(k+1) \geq I_{\max}, \hat{T}(k+1) \geq T_{\max},$   
 $T(k) - T(k-1) \geq 1.2\delta_T$

[0082] 未满足K=5的条件,但是满足下列条件中任意两个及以上时,K=4:

[0083]  $V(k) \geq V_1, I(k) \geq I_1, T(k) \geq T_1, \hat{V}(k+1) \geq V_2, \hat{I}(k+1) \geq I_2, \hat{T}(k+1) \geq T_2,$   
 $T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$

[0084] 未满足K=5的条件,但是满足下列条件中任意一个条件时,K=3:

[0085]  $V(k) \geq V_1, I(k) \geq I_1, T(k) \geq T_1, \hat{V}(k+1) \geq V_2, \hat{I}(k+1) \geq I_2, \hat{T}(k+1) \geq T_2,$   
 $T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$

[0086] 未满足K=3、K=4、K=5的条件,但是满足下列条件中任意两个时,K=2:

[0087]  $\hat{V}(k+1) \geq V_1, \hat{I}(k+1) \geq I_1, \hat{T}(k+1) \geq T_1, T(k) - T(k-1) \geq 1.1\delta_T$

[0088] 不满足K=2、K=3、K=4、K=5的条件时,K=1;

[0089] 按单位时间内脉冲宽度下调速率 $\frac{\Delta PWM}{T}$ 下调PWM输出值,T为设定的功率调整限时,

T取 $T=10 \sim 20$ ,即按照 $\frac{\Delta PWM}{T}$ 下调电源输出功率;

[0090] 若电源运行状态发生变化,出现渐变性质的故障倾向时,则进入“第二级保护”。这是一种基于元件承受应力调整的故障规避方法,其特征在于,对于因关键元件应力渐变导致电源故障可以采用这种保护方法。该方法把测定电源的典型参数,经数据处理,判定系统出现故障状态和性质。对于由外界应力引起的渐进性(缓慢)故障趋向,通过对电路参数的调整,使得超标应力回归,消除故障出现的隐患。具体实施方式包括以下步骤:

[0091] ①状态监测与管理:利用温度、电流/电压传感器组合,实时检测工作状态的异常及变化速率。

[0092] ②信息融合:对由两个或更多传感器组成的具有协同、互补和竞争性质的传感器阵列进行融合处理,以便提供更充分更准确的反映故障隐患状态信息,得出更准确的结论。

[0093] ③故障诊断与预测:利用融合后的状态信息对故障估计:用其静态信息对故障趋

势进行判决;再利用的动态信息(例如电源运行状态偏离正常值的梯度、速率)判断故障的性质及可能发生的时间。

[0094] ④基于应力调整的“故障规避”:若渐变故障是由元件承受应力超标引起的,则根据应力的类别(如热、电、磁等),启动故障规避模块,调整能影响该应力的电源运行参数,以便改变运行状态,拟使得应力回复正常;例如可在一定范围内逐步减小PWM,以减小输出功率,使得上述应力降低或缓解,从而使得电源脱离可能导致故障发生的病态运行状态,避免故障的发生。

[0095] ⑤继续调整能影响该应力的电源运行参数,并对状态变化规律进行监控,以便消除故障隐患。当故障规避模块在规定的调整范围及调整时间内无法解决故障隐患,则认为第二级保护对该故障无效,再转入第三级保护模式。

[0096] 步骤4:第三级保护:

[0097] 通过应力调整,在步骤3的设定的功率调整时间T之后,电源故障倾向未得到消除,则启动第三级保护——“软关机”,即依照 $K=5$ 时对应的 $\frac{\Delta PWM}{T}$ 下调PWM脉宽,直至PWM脉冲的宽度减小为0,这时电源输出功率为0,断电关机。

[0098] 对于第二级保护不能消除隐患、杜绝故障发生的,则说明影响电源工作状态恶化的原因不仅仅是外界应力发生变化,可能有元件失效等其他因素,必须停机,此时则采取第三级保护方法——软件保护。软件保护是故障规避技术的延续,他通过软关断的方法实现,保护,以便恰当的保护现场、避免系统受到大的冲击。具体实施方式包括以下步骤:

[0099] ①状态监测:利用温度、电流/电压传感器检测表征电子系统状态及应力的主要运行状态信息,跟踪并检测元件承受应力呈现出超越正常范围、趋向故障的状态。

[0100] ②监测第二级保护效果

[0101] 在第二级保护执行过程中,通过传感器测量基于功率调整后应力、状态的变化规律。此时,若应力不发生变化,或者应力变化而状态不发生变化,证明出现电源内部元件因环境应力等变化而导致故障以外的其他慢变型故障,如元器件失效(损坏或变质)等,使得电源系统无法维持正常工作。此时启动第三级保护——“程序关机”。

[0102] ③启动“程序关机”过程

[0103] “程序关机”是通过逐步减小PWM脉冲的宽度而减小电源输出功率(电压或电流),直至最后关机,以实现“关机过程无冲击、关机过程不出现逻辑紊乱、关机后元件无储能”的安全状态。本技术允许的关机时间不超过30ms。在该时间段,对于常规50KHz开关频率的开关电源,将有20000个PWM脉冲作为过渡脉冲,保证了关机的平稳性,不至于产生冲击电流、尖峰感应电压,造成EMC组件失效,形成附加的二次故障。

[0104] ④保护自动解除功能

[0105] 由于该级保护属缓变故障,因而设定了再启动功能。电源执行保护后,停留数秒(可以任意设置)后,再次启动电源,并按照保护关机前的参数运行。此时,电源保护系统把此时的工作段设置为“观察窗”状态,时间约为10分钟(可以任意设置),并提高监测信息的采样速率。如果电源在“观察窗”期间工作正常,则解除第三级保护,进入正常工作状态。否则,再次软件关机。

[0106] ⑤关机

[0107] 如果连续执行本级保护中④中的解除功能超过3次(可以任意设定),则停止再启动,实现关机。

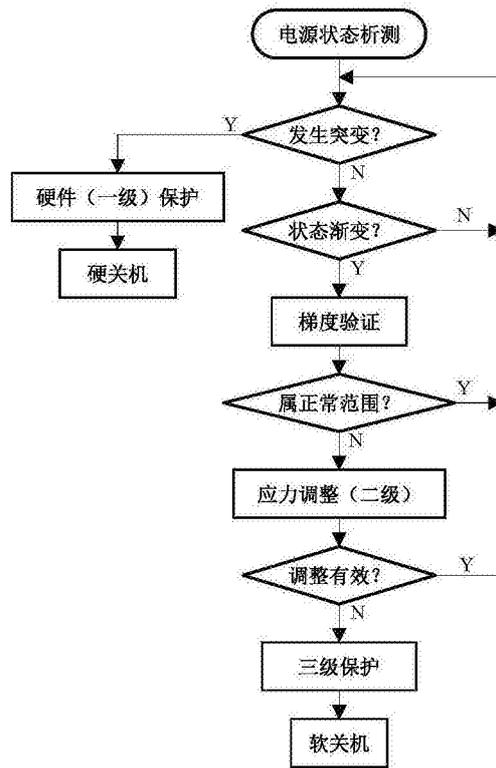


图1