(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103677003 B
(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201310695198.5

(22)申请日 2013.12.17

(73)专利权人 江苏大学
地址 212013 江苏省镇江市学府路301号

(72)发明人 潘天红 谢华 盛占石

(74)专利代理机构 江苏纵联律师事务所 32253
代理人 戴勇

(51)Int.Cl.
G05D 23/19(2006.01)

(56)对比文件

US 5105067 A,1992.04.14,说明书第3-6栏及图1、6.

JP 特开平7-306724 A,1995.11.21,全文.

CN 101117019 A,2008.02.06,全文.

CN 201464852 U,2010.05.12,全文.

CN 101799358 A,2010.08.11,全文.

CN 102495650 A,2012.06.13,全文.

审查员 张伟

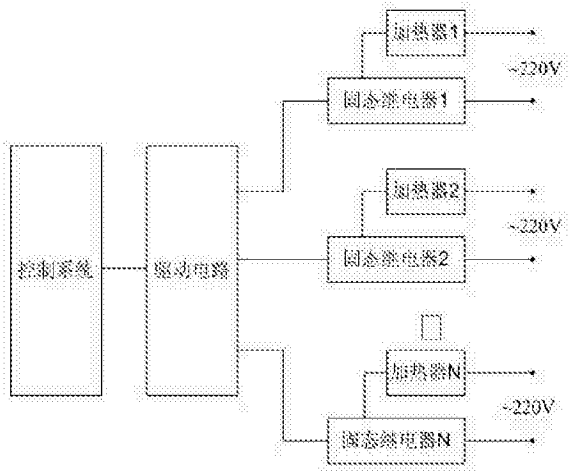
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

一种输出相位优化的PWM调功系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种输出相位优化的PWM调功系统及方法。其特征在于包括控制系统、驱动电路、N个固态继电器、N个加热器构成;其中一个固体继电器与一个加热器构成一个控温点;在这N个控温点的温控系统中,第i路PWM信号控制第i路控温点。在一个控制周期T内,当PWM波输出占空比不为100%时亦即低电平时间t2>0时,使各控温点的PWM输出初相位错开,各控温点的PWM输出初相位彼此错开$\frac{T}{N}$周期,即第i路初相位为$\frac{i-1}{N}T$,i=1,2,…,N,实现在整个控制周期T内,电网的整体损失电流均匀化,从而大大降低多控温点温控系统工作时对电网的冲击,降低能耗。本发明可应用于管道热处理工艺,工业窑炉温度控制等场合。



CN 103677003 B

1.一种基于输出相位优化的PWM调功系统的PWM调功方法，所述PWM调功系统包括控制系统、驱动电路、N个固态继电器、N个加热器构成；第i个固态继电器与第i个加热器够成第i个控温点，i＝1,2,…,N,N为大于2的整数，各控温点以并联形式接入控制系统；若要使第i路控温点工作，控制系统发出第i路PWM信号给第i驱动电路，驱动电路根据所得PWM信号，触发第i个固体继电器动作，第i路固体继电器吸合，则启动第i个回路控温点工作，系统对目标进行加热；反之，第i个固态继电器断开，第i个控温点停止工作，第i个回路温控系统停止加热；在N控温点的温控系统中，第i路PWM信号控制第i路控温点；其特征在于，基于该输出相位优化的PWM调功系统的PWM调功方法为：在一个控制周期T内，当PWM波输出占空比不为100％即低电平时间t2>0时，使各控温点的PWM输出初相位错开，各控温点的PWM输出初相位彼此错开$\frac{T}{N}$周期，即第i路初相位为$\frac{i-1}{N}T$，i＝1,2,…,N,实现在整个控制周期T内，电网的整体损失电流均匀化，从而大大降低多控温点温控系统工作时对电网的冲击，降低能耗。

一种输出相位优化的PWM调功系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种输出相位优化的PWM调功方法，具体涉及一种通过PWM调功方式进行多路温度控制输出的控温系统，属于电气工程领域。

背景技术

[0002] 温度控制系统是最常用的一种控制系统，在科学研究和生产实践的诸多领域中，温度控制占有极其重要的地位，特别是在冶金、化工、建材、食品、机械、石油等工业中，具有举足轻重的作用。对于不同生产情况和工艺要求下的温度控制过程，其过程复杂多变，具有不确定性，因此要求系统有更为先进的控制技术。

[0003] 传统的温度控制系统设计中，每一路控温点都用一路PWM信号控制，因此各加热器的启动时间完全相同，从而导致电网的瞬时损失电流很大，对电网产生冲击，产生较高的能耗。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种输出相位优化的PWM调功系统及方法，以减小电网污染，降低能耗。

[0005] 为克服现有多路输出的PWM调功方式缺陷，本发明通过输出相位优化的PWM调功方式进行多路温度控制，具体技术方案如下：

[0006] 一种输出相位优化的PWM调功系统，其特征在于包括控制系统、驱动电路、N个固态继电器、N个加热器构成；第i个固态继电器与第i个加热器够成第i个控温点，i=1,2,…,N,N为大于2的整数，各控温点以并联形式接入控制系统；若要使第i路控温点工作，控制系统发出第i路PWM信号给第驱动电路，驱动电路根据所得PWM信号，触发第i个固体继电器动作，第i路固体继电器吸合，则启动第i个回路控温点工作，系统对目标进行加热；反之，第i个固态继电器断开，第i个控温点停止工作，第i个回路温控系统停止加热；在N控温点的温控系统中，第i路PWM信号控制第i路控温点。

[0007] 当所有N路PWM信号同时以100%的占空比输出时，等价于在一个周期T内固态继电器始终保持闭合状态，于是在一个周期T内整个回路的最大损失电流值I_{max}为各路分电流之和，$I_{max}=(I+I+\cdots\cdots+I)=N\times I$；若任意选择其中的M路，M<N，若M路PWM信号以小于100%占空比输出高电平时，则在一个周期时间T的前$\frac{t_1}{N}$段时间内，整个多回路温控系统的最大损失电流值为$I_{max}=N\times I$，在后$1-\frac{t_1}{N}$段时间内，电网的损失电流值为0；由此可见，控温点对电网的瞬时冲击较大。

[0008] 根据所述的一种输出相位优化的PWM调功系统的PWM调功方法，其特征在于：在一个控制周期T内，当PWM波输出占空比不为100%即低电平时间t2>0时，使各控温点的PWM输出初相位错

开，各控温点的PWM输出初相位彼此错开$\frac{T}{N}$周期，即第i路初相位为$\frac{i-1}{N}T$，i=1,2,…,N,实现在整个控制周期T内，电网的整体损失电流均匀化，从而大大降低多控温点温控系统工作时对电网的冲击，降低能耗。

[0009] 本发明具有有益效果。本发明的损失电流仅为传统方案的1/4，且在整个控制周期T内，输出电流均匀化，大大降低系统对电网瞬时的冲击。当系统不是以100%的占空比输出时，可以大幅度降低电网的损失电流，从而降低能耗，减少控温系统对对电网的冲击污染。

附图说明

[0010] 图1为本发明系统结构图；

[0011] 图2为本发明PWM输出信号占空比图；

[0012] 图3为常规多回路控制时电网电流消耗图；

[0013] 图4为输出相位优化的电网电流消耗图；

[0014] 图5为4路控温点的输出相位优化的电网电流消耗图。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案做更进一步的解释。

[0016] 为实现上述目的，本发明提出的一种输出相位优化PWM调功进行多路输出的系统，其结构如图1所示，控制系统、驱动电路、N个固态继电器、N个加热器构成；第i个固态继电器与第i个加热器够成第i个控温点，i=1,2,…,N,N>2,各控温点以并联形式接入控制系统；若要使第i路控温点工作，控制系统发出第i路PWM信号给驱动电路，驱动电路根据所得PWM信号，触发第i个固体继电器动作，第i路固体继电器吸合，则启动第i个回路控温点工作，系统对目标进行加热；反之，第i个固态继电器断开，第i个控温点停止工作，第i个回路温控系统停止加热；在N个回路温控系统中，第i路PWM信号控制第i路控温点。

[0017] 如图2所示，在PWM信号输出的任一周期T内，高电平时间为t1，低电平时间为t2，输出占空比定义为t1与周期T时间的比值。在现有的多回路温控系统中，每一路PWM信号控制一路控温点，这样在同一周期T中，各路控温点同时动作，即同时以相同的占空比输出。当所有的PWM信号同时以100%的占空比输出时，等价于在一个周期T内固态继电器始终保持闭合状态，于是在一个周期T内整个回路的最大损失电流值为各路分电流之和，即：

[0018] $I_{max}=(I+I+\cdots\cdots+I)=N\times I$

[0019] 任意选择其中的M路，M<N，若M路PWM信号以小于100%占空比，即$t_1<T$且$t_2>0$时，输出高电平时，如图3所示，则在一个周期时间T，前$\frac{t_1}{N}$时间，电网的最大损失电流值为$I_{max}=N\times I$，在后$1-\frac{t_1}{N}$时间，系统的损失电流值为0。由此可见，控温点对电网的瞬时冲击较大。

[0020] 输出相位优化的PWM调功策略是指在一个控制周期T内，当PWM波输出百分比不为100%时，使其输出初相位错开。如图4所示，若有N路控温点，则使每一路控温点的输出初相位彼此错开$\frac{T}{N}$周期，亦即：第1路初相位为0，第2路初相位为$\frac{T}{N}$，第2路初相位为$\frac{2}{N}T$，以此

类推，第N路的初相位为$\frac{N-1}{N}T$。这样，在整个控制周期T内，系统的损失电流均匀化，大大降低温控系统对电网的冲击。

[0021] 本实施例以4路控温点，占空比为25%的PWM信号为例，如图5所示，具体如下：控制系统使PWM信号的输出相位错开，使得固体继电器的工作时间错开，即控制第一个控温点，输出25%占空比信号，延迟$\frac{T}{4}$周期后，再向第2路输出25%占空比信号，再延迟$\frac{2T}{4}$周期后，向第三路控温点输出25%的占空比信号，再延迟$\frac{3T}{4}$周期后，向第四路控温点输出25%的占空比信号；亦即：4路控温点的初始相位分别错开$\frac{T}{4}$周期，于是在整个周期T内，电网的最大损失电流$I_{max}=I$；此时，若按传统的设计方案，在控制周期前$\frac{T}{4}$时间，电网的损失电流为4I，而后$\frac{3T}{4}$为零；由此可见，本发明的损失电流仅为传统方案的1/4，且在整个控制周期T内，输出电流均匀化，大大降低系统对电网瞬时的冲击。

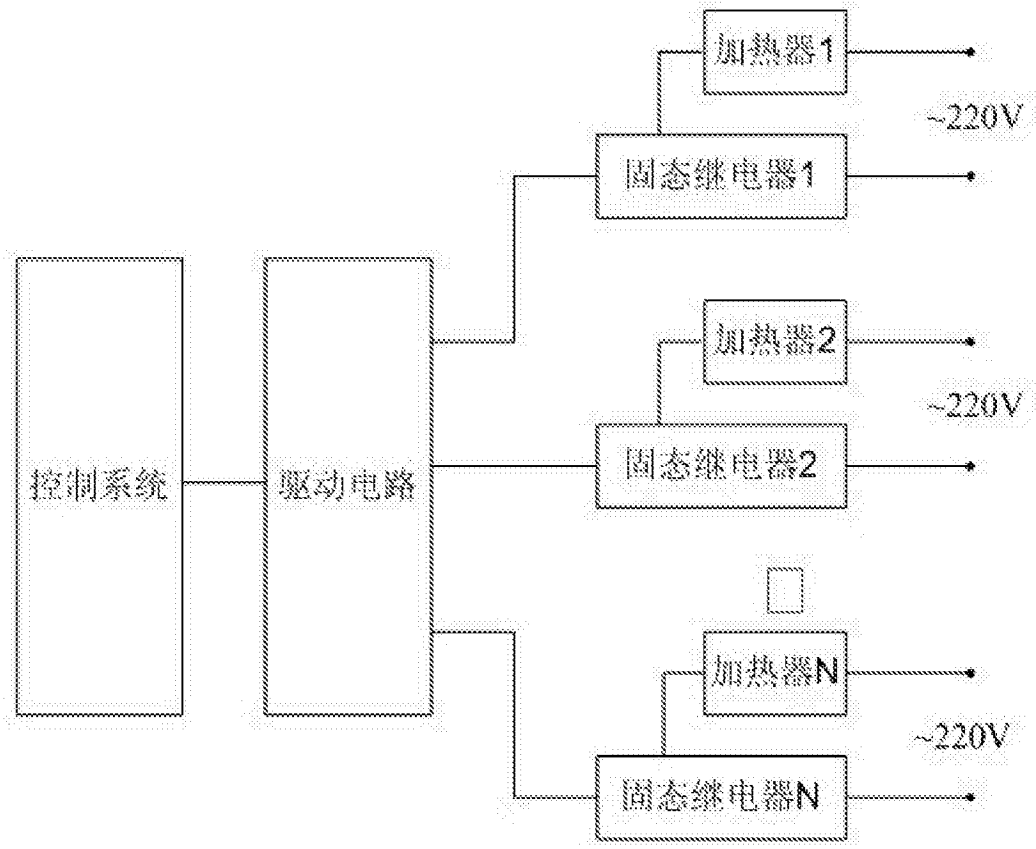

加热器1
~220V
固态继电器1
加热器2
~220V
固态继电器2
控制系统
驱动电路
加热器N
~220V
固态继电器N

图1

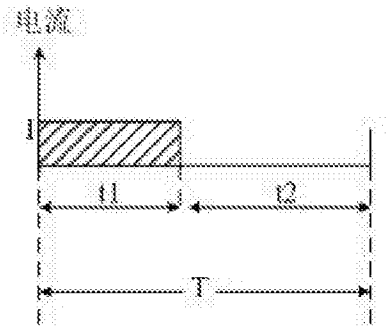

电流
I
t1
t2
T

图2

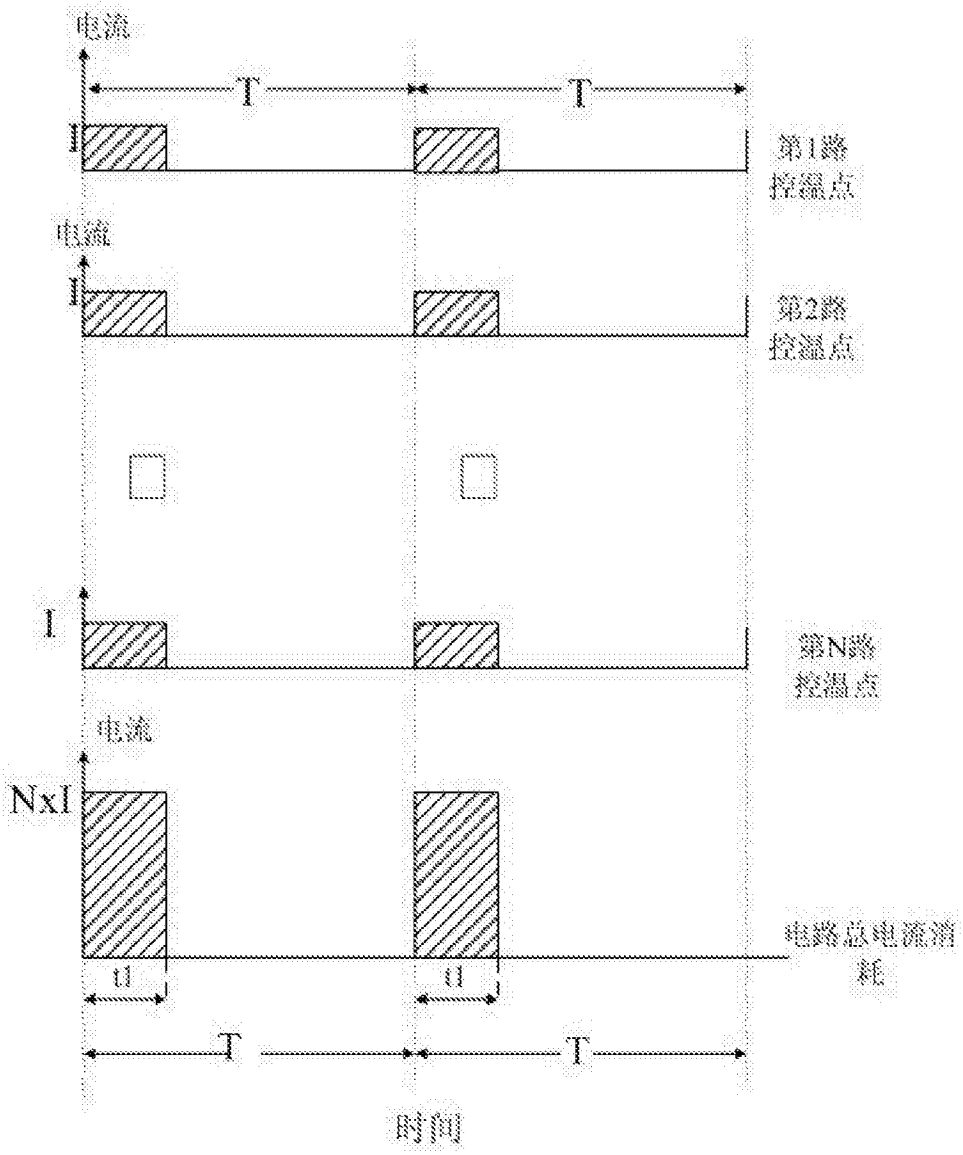


图3

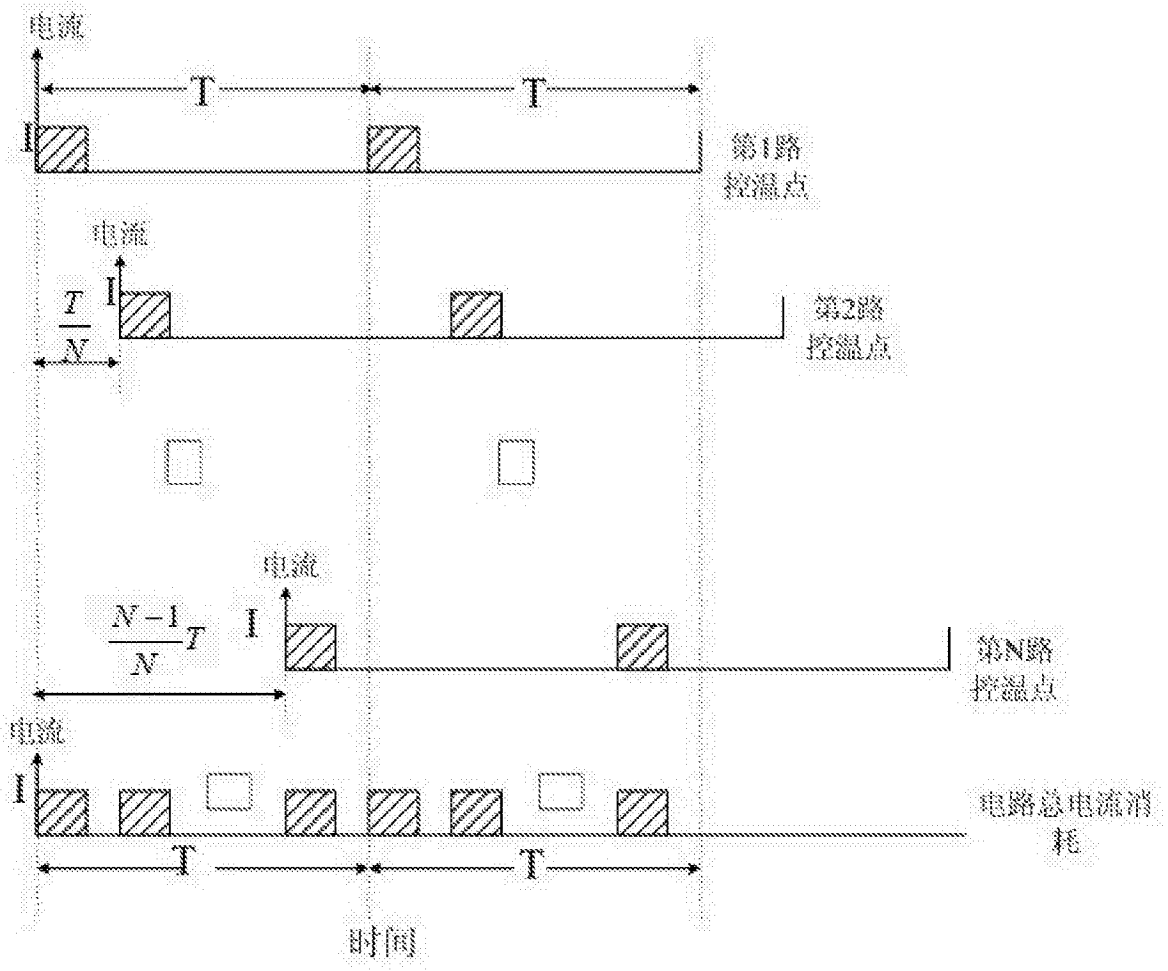


图4

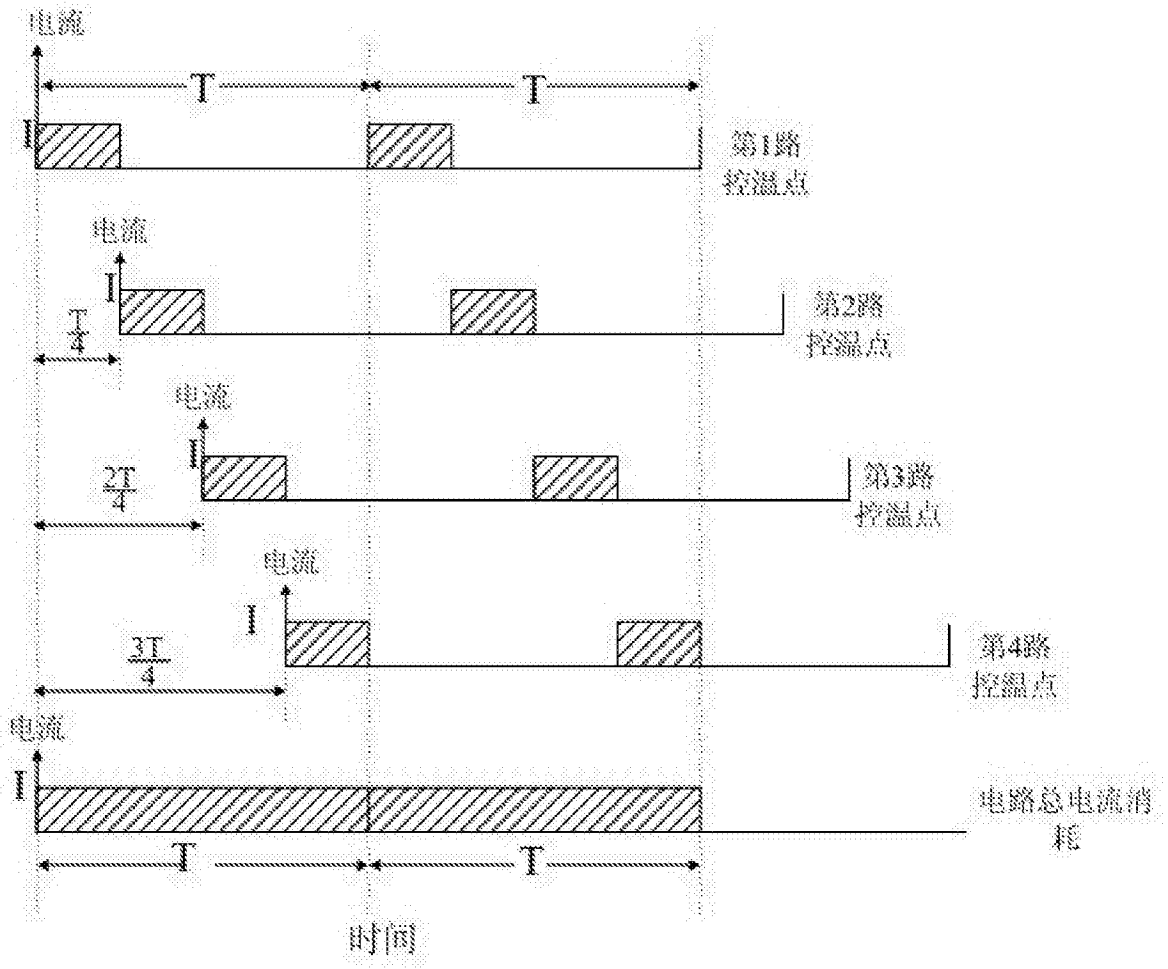

电流
T
T
I
第1路
控温点
电流
I
T/4
第2路
控温点
电流
I
2T/4
第3路
控温点
电流
I
3T/4
第4路
控温点
电流
I
电路总电流消耗
T
T
时间

图5