



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106711925 B

(45)授权公告日 2019.12.10

(21)申请号 201611222877.0

H02H 3/027(2006.01)

(22)申请日 2016.12.27

H02J 3/14(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 郑悦

申请公布号 CN 106711925 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(73)专利权人 新疆大学

地址 830047 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市天山区延安路1230号

(72)发明人 李凤婷 解超 路亮 陶仁峰

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 谈杰

(51)Int.Cl.

H02H 3/06(2006.01)

H02H 3/05(2006.01)

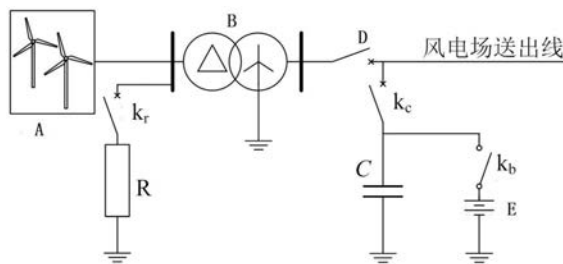
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

风电场单回送出线自适应三相重合闸及其方法

(57)摘要

本发明属于风力发电技术领域,特别涉及一种风电场单回送出线自适应三相重合闸策略。该策略在能够风电场单回送出线三相跳开后,延长风电场维持暂稳的时间;同时,判定送出线的故障性质:故障为瞬时性且已消失时,使重合闸动作重合线路,故障为永久性时,闭锁重合闸,不重合线路。本发明在延长风电场暂稳时间的前提下,实现了风电场送出线故障性质的快速判别,有效提高了风电场送出线三相跳开后的重合成功率,并避免了重合于永久性故障或尚未消失的瞬时性故障对系统造成的二次冲击。



1. 一种用于风电场单回送出线自适应三相重合闸的方法,其特征在于,在风电场出口主变低压侧加装替代负荷,替代负荷由负荷开关控制;在风电场送出线风电场侧加装充电电容,安装位置在送出线断路器内侧,充电电容由电容开关控制,充电电容接入前由直流电源预充电,送出线三相跳开后方接入充电电容;使用方法步骤如下:

1) 风电场送出线三相跳开后,投入替代负荷;替代负荷为可变电阻,其容量 P_{Rmax} ,根据风电场的年均出力 P_W 与本地年均负荷 P_L 的差设置替代负荷的大小,即:

$$P_{Rmax} = P_W - P_L \quad (1)$$

风电场送出线三相跳闸后,若故障前送出线传输功率 $P_0 \leq P_{Rmax}$,投入替代负荷即可维持风电场侧的稳定,此时接入的替代负荷容量为:

$$P_R = P_0 \quad (2)$$

若故障前送出线传输功率 $P_0 > P_{Rmax}$,投最大容量的替代负荷 $P_{R.max}$,同时风电场切除出力为 P_{WC} 的部分风机容量接入的替代负荷容量为:

$$P_R = P_{Rmax} = P_0 - P_{WC} \quad (3)$$

2) 判定断路器跳闸的原因,若为偷跳,则快速重合后逐级切除替代负荷;若是人为操作,则不重合线路,切除替代负荷;否则转入3);

3) 虑及线路熄弧时间,延时0.5s接入充不同电压的三相充电电容,接通时长 Δt 为0.1s;

4) 基于各相电容电压值,判定线路是否恢复正常状态;电容接入期间,若三相充电电容电压,亦即电容连接处三相电压衰减不超过整定值,则判定线路故障为瞬时性且已消失,即:

$$\left| 1 - \frac{\int_{t_N}^{t_N + \Delta t} u_X dt}{u_X(t_N) \Delta t} \right| \leq k \quad (4)$$

式(4)中, $u_X(t_N)$ 为充电电容接入期间电容接入点的各相电压; $X=A,B,C$; t_N 为电容第N次接入时间; Δt 为一次检测的时长; k 为接近零的整定值;因振荡回路消失后,电压波动很小, k 值取3%;若三相电压至少有一相呈衰减特性,则判定线路还未恢复正常;

若故障消失,切除充电电容后,线路重合;若线路仍未恢复正常,断开电容开关,对各相电容重新充电0.2s;返回执行3)~4);

5) 若5个判定周期后线路仍未恢复正常,则判定线路发生永久性故障,不重合,切除替代负荷,风电场退出运行。

2. 根据权利要求1所述的一种用于风电场单回送出线自适应三相重合闸的方法,其特征在于,所述替代负荷为可逐级切换容量的风冷式电阻柜。

3. 根据权利要求1所述的一种用于风电场单回送出线自适应三相重合闸的方法,其特征在于,所述充电电容为BMSJ1.14-15-3型三相电容,直流电源为BTK-12001型高压直流稳压电源。

风电场单回送出线自适应三相重合闸及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于风力发电技术领域,特别涉及一种风电场单回送出线自适应三相重合闸。

背景技术

[0002] 我国风电资源远离负荷中心,风电场所发电能经集电线路汇集至风电场送出线(110kV~330kV)后送入电网中经更高电压等级(750kV)输电线路送至负荷中心。这种能量输送方式使得:(1)风电场不带本地负荷或只带很小的负荷;(2)风电场送出线多为单回。

[0003] 风电场是根据最大功率跟踪的原则设计的,并不具有快速调频和调压的能力。所以,风电场单回送出线一旦被三相跳开,风电场大量的有功盈余将使风电场因频率和电压越限迅速失稳,风电场侧检同期重合闸成功的可能性极低。风电场若不能成功重合,需经故障定位与处理、检查核实、上报调度再度并网等过程方能再度并网。这一过程至少需耗费48小时,将对风电场造成不可忽略的经济损失。

[0004] 目前,风电场单回送出线三相跳开后的重合策略是:对风电场侧放弃采用检同期的重合方式,转而采用“检母线无压线路有压”的方式,亦即待风电场内风电机组全部切机后方可重合。这种方式虽然有效减少了风电场重新并网耗时,但依然未能达到维持风电场的供电可靠性的目的;该方法在重合前并不对线路故障性质做出判别,一旦重合于永久性故障或尚未消失的瞬时性故障,将会对系统造成二次冲击。

发明内容

[0005] 本发明针对以上问题,提出了一种风电场单回送出线自适应三相重合闸策略;该策略在能够风电场单回送出线三相跳开后,延长风电场维持暂稳的时间;同时,判定送出线的故障性质:故障为瞬时性且已消失时,使重合闸动作重合线路,故障为永久性时,闭锁重合闸,不重合线路。本发明在延长风电场暂稳时间的前提下,实现了风电场送出线故障性质的快速判别,有效提高了风电场送出线三相跳开后的重合成功率,并避免了重合于永久性故障或尚未消失的瞬时性故障对系统造成的二次冲击。

[0006] 本发明提出了一种风电场单回送出线自适应三相重合闸策略,具体内容如下:

[0007] 在风电场出口主变低压侧加装适量的替代负荷,必要的时候切除部分风机,从而延长含风电场孤网维持暂稳的时间,为风电场侧检同期重合赢得时间;在风电场送出线风电场侧加装充电电容,送出线三相跳开,经固定延时后投入,通过检测充电电容电压变化特性,循环判定线路故障是否消失,瞬时性故障消失后方允许重合,故障消失前及永久性故障不重合,以避免重合失败造成的二次冲击。

[0008] 具体实现步骤如下:

[0009] 1) 风电场送出线三相跳开后,投入替代负荷。替代负荷为可变电阻,其容量 P_{Rmax} ,根据风电场的年均出力 P_w 与本地年均负荷 P_L 的差设置替代负荷的大小,即:

[0010] $P_{Rmax} = P_w - P_L$ (1)

[0011] 风电场送出线三相跳闸后,若故障前送出线传输功率 $P_0 \leq P_{Rmax}$,投入替代负荷即可维持风电场侧的稳定,此时接入的替代负荷容量为:

$$[0012] \quad P_R = P_0 \quad (2)$$

[0013] 若故障前送出线传输功率 $P_0 > P_{Rmax}$,投最大容量的替代负荷 $P_{R,max}$,同时风电场切除出力为 P_{WC} 的部分风机容量接入的替代负荷容量为:

$$[0014] \quad P_R = P_{Rmax} = P_0 - P_{WC} \quad (3)$$

[0015] 2) 判定断路器跳闸的原因,若为偷跳,则快速重合后逐级切除替代负荷;若是人为操作,则不重合线路,切除替代负荷。否则转入3)。

[0016] 3) 虑及线路熄弧时间,延时0.5s接入充不同电压的三相充电电容,接通时长 Δt 为0.1s。

[0017] 4) 基于各相电容电压值,判定线路是否恢复正常状态。电容接入期间,若三相充电电容电压,亦即电容连接处三相电压衰减不超过整定值,则判定线路故障为瞬时性且已消失,即:

$$[0018] \quad \left| 1 - \frac{\int_{t_N}^{t_N + \Delta t} u_X dt}{u_X(t_N) \Delta t} \right| \leq k \quad (4)$$

[0019] 式(4)中, $u_X(t_N)$ 为充电电容接入期间电容接入点的各相电压; $X=A,B,C$; t_N 为电容第 N 次接入时间; Δt 为一次检测的时长; k 为接近零的整定值。因振荡回路消失后,电压波动很小,本发明中 k 值取3%。若三相电压至少有一相呈衰减特性,则判定线路还未恢复正常。

[0020] 若故障消失,切除充电电容后,线路重合。若线路仍未恢复正常,断开电容开关,对各相电容重新充电0.2s。返回执行3)~4)。

[0021] 5) 若5个判定周期后线路仍未恢复正常,则判定线路发生永久性故障,不重合,切除替代负荷,风电场退出运行。

[0022] 本发明使用的替代负荷为可逐级切换容量的风冷式电阻柜,充电电容为BMSJ1.14-15-3型三相电容,直流电源为BTK-12001型高压直流稳压电源。

[0023] 本发明的特点是:提出一种风电场单回送出线自适应三相重合闸策略。该策略通过在风电场出口主变投入替代负荷,必要的时候切除部分风机,从而延长含风电场孤网维持暂稳的时间,为风电场侧检同期重合赢得时间;在风电场送出线风电场侧加装充电电容,送出线三相跳开,经固定延时后投入,通过检测充电电容电压变化特性,循环判定线路故障是否消失,瞬时性故障消失后方允许重合,故障消失前及永久性故障不重合,以避免重合失败造成的二次冲击。

附图说明

[0024] 图1为本发明的充电电容和替代负荷的接入位置图。

[0025] 其中A风电场;B主变;C电容;D断路器;E蓄电池;R替代负荷;负荷开关 K_R ;电容开关 K_C ;蓄电池开关 K_b 。

[0026] 图2为本发明的操作流程圖。

[0027] 图3为风电场送出线A相接地故障状态,投入充电电容期间,送出线各相电压曲线圖。

- [0028] 图4为风电场送出线AB两相接地故障状态,投入充电电容期间,送出线各相电压曲线图。
- [0029] 图5为风电场送出线三相接地故障状态,投入充电电容期间,送出线各相电压曲线图。
- [0030] 图6为风电场送出线AB两相短路故障状态,投入充电电容期间,送出线各相电压曲线图。
- [0031] 图7为风电场送出线三相短路故障状态,投入充电电容期间,送出线各相电压曲线图。
- [0032] 图8为风电场送出线故障消失后,投入充电电容期间,送出线各相电压曲线图。
- [0033] 图9为风电场送出线出力大于替代负荷容量时,本发明重合闸策略与传统重合策略风电场出口电压对比图。
- [0034] 图10为风电场送出线出力小于等于替代负荷容量时,本发明重合闸策略与传统重合策略风电场出口电压对比图。

具体实施方式

[0035] 本发明提出了一种风电场单回送出线自适应三相重合闸及其方法,具体内容如下:

[0036] 在风电场出口主变低压侧加装适量的替代负荷,必要的时候切除部分风机,从而延长含风电场孤网维持暂稳的时间,为风电场侧检同期重合赢得时间;在风电场送出线风电场侧加装充电电容,送出线三相跳开,经固定延时后投入,通过检测充电电容电压变化特性,循环判定线路故障是否消失,瞬时性故障消失后方允许重合,故障消失前及永久性故障不重合,以避免重合失败造成的二次冲击。

[0037] 具体实现步骤如下:

[0038] 1) 风电场送出线三相跳开后,投入替代负荷。替代负荷为可变电阻,其容量 P_{Rmax} ,根据风电场的年均出力 P_w 与本地年均负荷 P_L 的差设置替代负荷的大小,即:

$$[0039] \quad P_{Rmax} = P_w - P_L \quad (1)$$

[0040] 风电场送出线三相跳闸后,若故障前送出线传输功率 $P_0 \leq P_{Rmax}$,投入替代负荷即可维持风电场侧的稳定,此时接入的替代负荷容量为:

$$[0041] \quad P_R = P_0 \quad (2)$$

[0042] 若故障前送出线传输功率 $P_0 > P_{Rmax}$,投最大容量的替代负荷 P_{Rmax} ,同时风电场切除出力为 P_{wc} 的部分风机容量接入的替代负荷容量为:

$$[0043] \quad P_R = P_{Rmax} = P_0 - P_{wc} \quad (3)$$

[0044] 2) 判定断路器跳闸的原因,若为偷跳,则快速重合后逐级切除替代负荷;若是人为操作,则不重合线路,切除替代负荷。否则转入3)。

[0045] 3) 虑及线路熄弧时间,延时0.5s接入充不同电压的三相充电电容,接通时长 Δt 为0.1s。

[0046] 4) 基于各相电容电压值,判定线路是否恢复正常状态。电容接入期间,若三相充电电容电压,亦即电容连接处三相电压衰减不超过整定值,则判定线路故障为瞬时性且已消失,即:

$$[0047] \quad \left| 1 - \frac{\int_{t_N}^{t_N+\Delta t} u_X dt}{u_X(t_N)\Delta t} \right| \leq k \quad (4)$$

[0048] 式(4)中, $u_X(t_N)$ 为充电电容接入期间电容接入点的各相电压; $X=A, B, C$; t_N 为电容第 N 次接入时间; Δt 为一次检测的时长; k 为接近零的整定值。因振荡回路消失后, 电压波动很小, 本发明中 k 值取 3%。若三相电压至少有一相呈衰减特性, 则判定线路还未恢复正常。

[0049] 若故障消失, 切除充电电容后, 线路重合。若线路仍未恢复正常, 断开电容开关, 对各相电容重新充电 0.2s。返回执行 3) ~ 4)。

[0050] 5) 若 5 个判定周期后线路仍未恢复正常, 则判定线路发生永久性故障, 不重合, 切除替代负荷, 风电场退出运行。

[0051] 实施详细说明如下:

[0052] 据图 1 所示充电电容和替代负荷的接入位置, 将其接入新疆某 49.5MW 风电场送出线相应位置。该风场所发电能经 35/220kV 主变通过长度为 100km 的单回线送出。该风电场的年均出力与本地年均负荷的差约为风电场最大出力的 65%, 如前所述替代负荷容量的选取方法, 考虑一定裕度, 设定替代负荷的最大容量为 33MW。设 1.5s 时送出线中点发生故障, 故障时长为 0.7s。

[0053] 1.51s 时送出线三相跳闸并接入替代负荷, 2.01s 充电电容接入, 接入时长为 0.1s。当故障类型分别为 A 相接地、AB 两相接地、三相接地、AB 两相短路、三相金属短路故障及这些故障过渡电阻为 100 Ω 时的及这些故障过渡电阻为 100 Ω 时, 2.01s ~ 2.11s 第一次接入充电电容期间, 故障相电压呈不同形式的衰减现象; 相对地, 健全相电压并未出现衰减现象, 基本维持不变。2.31s ~ 2.41s 第二次接入充电电容期间, 三相电压基本维持不变。

[0054] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案, 而非对其进行限制; 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明, 对于本领域的普通技术人员来说, 依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分技术特征进行等同替换; 而这些修改或替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本发明所要求保护的技术方案的精神和范围。

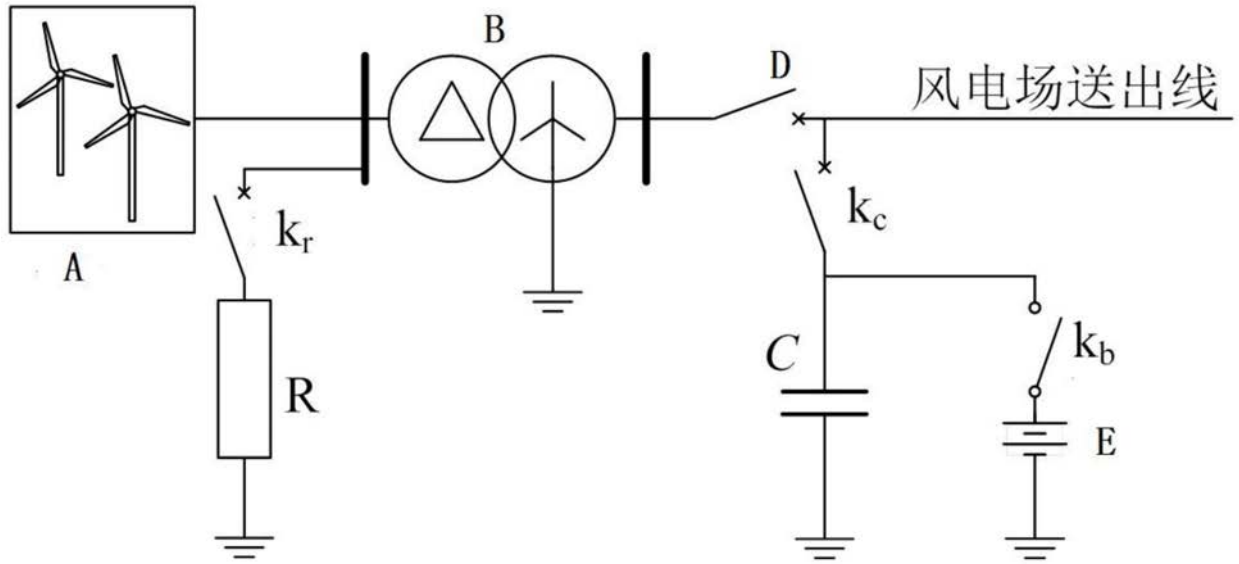


图1

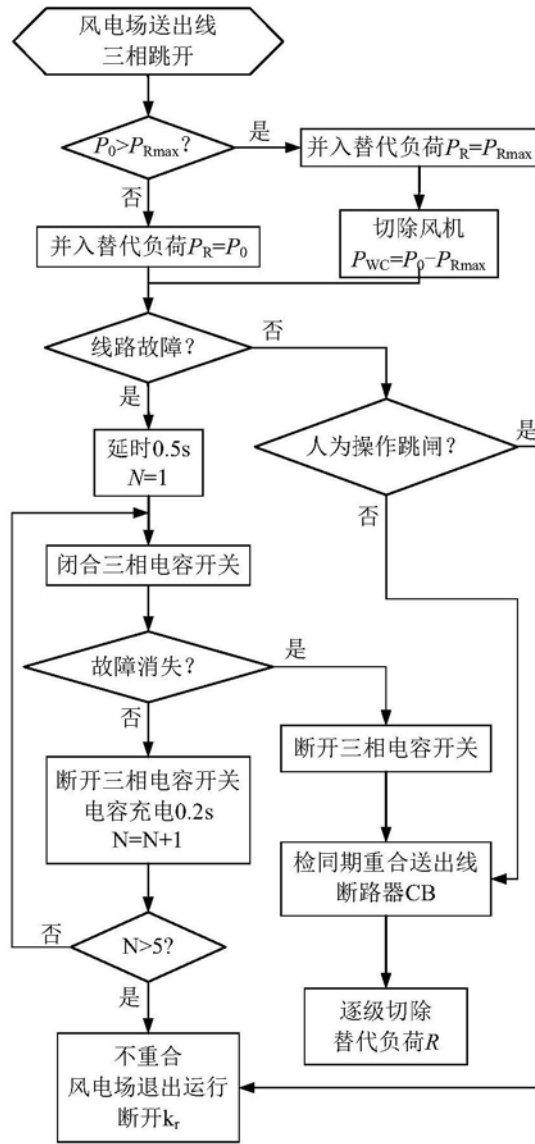


图2

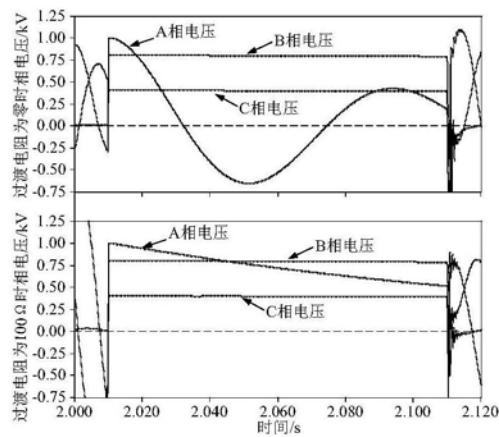


图3

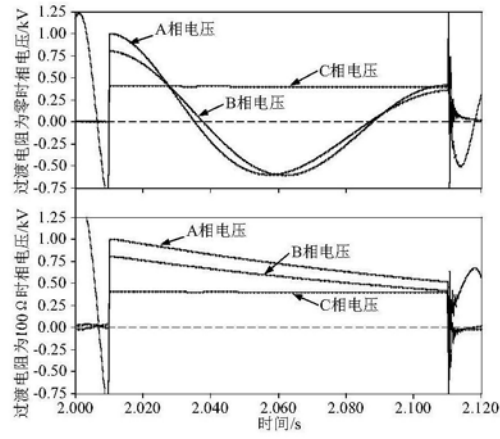


图4

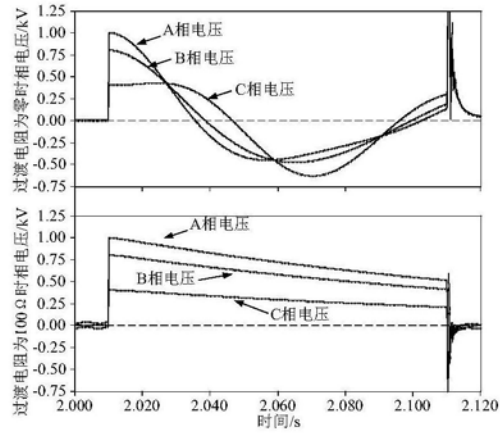


图5

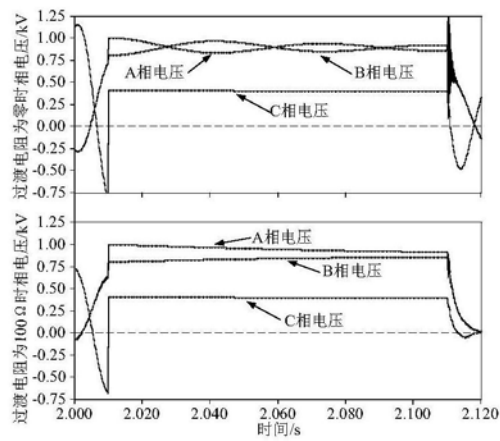


图6

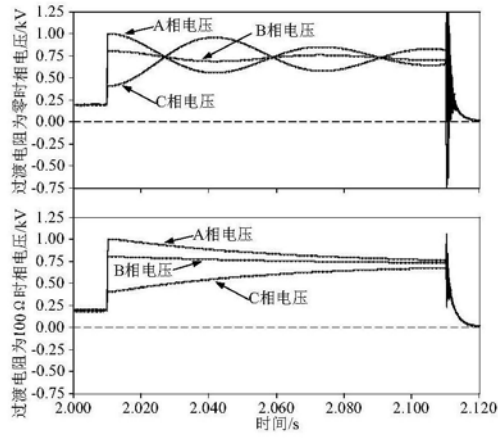


图7

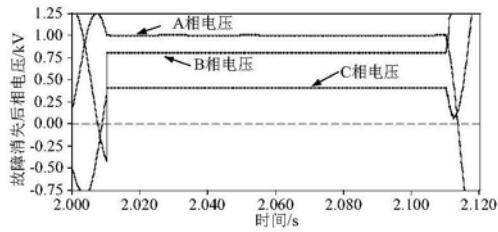


图8

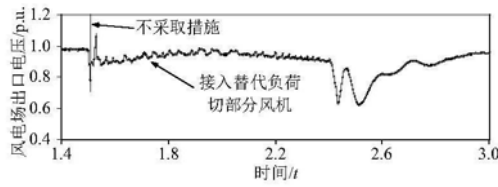


图9

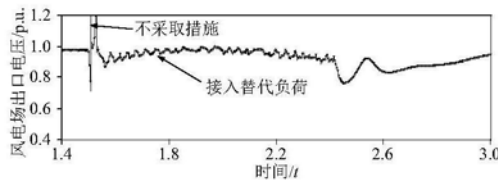


图10