



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103630484 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201310667488. 9

CN 101216412 A, 2008. 07. 09,

(22) 申请日 2013. 12. 04

CN 101893593 A, 2010. 11. 24,

CN 102507427 A, 2012. 06. 20,

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

审查员 韩德凯

地址 150090 黑龙江省哈尔滨市南岗区黄河路 73 号哈尔滨工业大学二校区土木工程学院

(72) 发明人 乔国富 孙国栋 李惠 欧进萍 关新春

(51) Int. Cl.

G01N 17/00(2006. 01)

G08C 17/02(2006. 01)

H02J 7/00(2006. 01)

H02J 7/35(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101071953 A, 2007. 11. 14,

US 2013193774 A1, 2013. 08. 01,

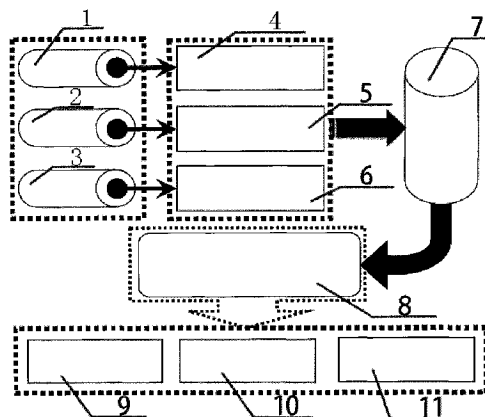
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点

(57) 摘要

本发明提供的是一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点;包括钢筋腐蚀能、混凝土电池、弱太阳能、第一超低功率升压电器、第二超低功率升压电器、第三超低功率升压电器、超级电容器、无线传感器节点,具有三层结构的混凝土电池,并给出了跨尺度碳基导电增强复合材料的配方。进而,建立了异构源、超低功率升压电路、能量存储单元和无线节点组成的异构弱能量源供能的无线自集能节点原型系统。本发明相较于其它单一能源型式,弱异构源能量供给技术为环境中广泛存在的各种能源型式提供了可有效利用的重要平台,且该平台相较于其它传统的单一能源方式具有结构简单、操作方便、造价低廉等优点,能够快速实现大规模产业化生产。



1. 一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,包括钢筋腐蚀能、混凝土电池、弱太阳能、第一超低功率升压电器、第二超低功率升压电器、第三超低功率升压电器、超级电容器、无线传感器节点,其特征在于:所述的混凝土电池包括混凝土阳极材料、混凝土隔断层、混凝土阴极材料,混凝土隔断层位于混凝土阳极材料和混凝土阴极材料之间,混凝土阳极材料里面均匀含有 Mg、Zn 或 Al 粉末,混凝土阴极材料里面均匀含有 MnO_2 ,所述的钢筋腐蚀能采用 Q235 碳钢钢板和石墨板构成对电极,两者间加入混凝土溶液,钢筋腐蚀能连接第一超低功率升压电器,混凝土电池连接第二超低功率升压电器,弱太阳能连接第三超低功率升压电器,第一、第二和第三超低功率升压电器共同连接超级电容器,超级电容器连接无线传感器节点。

2. 如权利要求 1 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的混凝土阳极材料和混凝土阴极材料里面还含有碳纤维、碳纳米管和碳黑的多尺度碳基导电复合材料。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的混凝土阳极和阴极材料采用石墨柱或其它惰性高导电材料作为阴、阳极的连接端子。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的混凝土阳极材料或采用腐蚀敏感性材料作为阳极材料。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的混凝土电池集成在无线传感器节点上或布设在钢混结构内。

6. 如权利要求 1 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的钢筋腐蚀能还包括实际钢混结构本身的钢筋网。

7. 如权利要求 1 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的 Q235 碳钢钢板或采用腐蚀敏感性材料,包括 Mg、Zn、Al 或基于此三者所制备的合金的粉末或板材作为能量产生的来源。

8. 如权利要求 1 或 7 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的钢筋腐蚀能对电极中腐蚀系统中的阳极体系或用作钢筋网的对电极。

9. 如权利要求 1 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的超低功率升压器为 Bq25504 升压电路。

10. 如权利要求 1 所述的一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,其特征在于:所述的无线传感器节点为 Telosb 节点。

弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点。

背景技术

[0002] 钢混结构是现今及以后长时间内仍将采用的主要结构型式之一,钢筋腐蚀是引起钢混结构耐久性降低的最主要原因。2009 年世界腐蚀组织 (WCO) 的统计数据表明,全球由于腐蚀造成的经济损失超过 2.2 万亿美元 / 年。近期,我国再次投入了数以万亿计的资金发展基础设施建设,占据相当比例的重大钢混结构耐久性,势必成为影响国民经济发展和社会和谐稳定的战略性课题。钢筋腐蚀的危害之大远远超出预期,随着全球气候与环境的进一步恶化,这一问题势必呈现出日益加剧的严重态势,重大钢混结构钢筋腐蚀问题正引起全世界范围的密切关注。

[0003] 过去数十年来,大量基于声、光、电、热与磁等基本物理现象的传感技术被广泛应用于土木工程结构。结构监测与控制能够为结构的安全评定、维修加固与基于性能的设计等提供关键科学依据。随着物联网技术的快速发展,“智慧社区”、“智慧城市”乃至“智慧地球”的理念已逐渐提上日程。显然,多领域的交叉、快速发展,势必为人类安全、舒适、美好的明天奠定坚实基础。在线腐蚀监测与实时控制,是土木工程机构健康监测与控制的前沿研究领域。显然,无线传感器及其网络在诸多方面的巨大优势决定其在监控一体化系统中正起到关键支撑平台的作用。然而,土木工程结构的设计服役年限可从几十年至上百年,这就要求无线监控系统的有效服役年限不能低于结构的服役年限,显然目前无线节点与网络的能源供给只能频繁更换电池或接入电网,从而造成了“信号传输无线,能源供给有线”的尴尬局面,使得无线传感器与网络的本应具备的巨大优势大打折扣。

[0004] 事实上,能量广泛存在于地球上的人与物内。就结构监控系统而言,如果无线传感器节点能从其所监控的结构本身提取能量用于供给自身,那么将大大提升其服役寿命和服役性能。就钢混结构腐蚀过程而言,其本质上是能量释放的电化学反应过程,钢铁冶炼过程中所消耗的能量将通过腐蚀电流的方式逐渐释放在自然界中。另外,为了控制腐蚀的发展,通常采用牺牲阳极的阴极保护系统 (SACP) 被动控制腐蚀进程,这一过程本质上是采用腐蚀敏感材料向被侵蚀钢筋投放电荷的过程。第三,太阳能是目前环境中能够提供的最广泛的能源方式之一,但昼夜的更替及光强的剧烈变化,都会导致该能源的不稳定性。鉴于上述三方面,建立了采用腐蚀能、混凝土电池能、弱太阳能等弱异构源供能的无线自集能节点,这对重大钢混结构腐蚀监控系统在实际工程中的应用奠定了切实可行的、稳健的无线传感器及其网络系统。

发明内容

[0005] 基于以上不足之处,本发明的目的在于提供一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,采用钢筋混凝土结构钢筋腐蚀过程中产生的腐蚀电流、与混凝土具有天然相容性的混凝土电池能、弱太能等不同反应机制的弱异构源代替传统电池,然后采用能够收集

弱能量的升压电路将电能存储于超级电容器,进而供给无线节点工作之用。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,包括钢筋腐蚀能、混凝土电池、弱太阳能、第一超低功率升压电器、第二超低功率升压电器、第三超低功率升压电器、超级电容器、无线传感器节点,所述的混凝土电池包括混凝土阳极材料、混凝土隔断层、混凝土阴极材料,混凝土隔断层位于混凝土阳极材料和混凝土阴极材料之间,混凝土阳极材料里面均匀含有 Mg、Zn 或 Al 粉末,混凝土阴极材料里面均匀含有 MnO_2 ,所述的钢筋腐蚀能量源采用 Q235 碳钢钢板和石墨板构成对电极,两者间加入模拟被侵蚀后的混凝土溶液,钢筋腐蚀能连接第一超低功率升压器,混凝土电池能连接第二超低功率升压器,弱太阳能连接第三超低功率升压器,第一、第二和第三超低功率升压器共同连接超级电容器,超级电容器连接无线传感器节点。

[0007] 本发明还可以包括这样一些结构特征:

[0008] 1. 所述的混凝土阳极材料和混凝土阴极材料里面还含有碳纤维、碳纳米管和碳黑的多尺度碳基导电复合材料。

[0009] 2. 所述的混凝土阳极和阴极材料采用石墨柱或其它惰性高导电材料作为阴、阳极的连接端子。

[0010] 3. 所述的混凝土阳极材料或采用腐蚀敏感性材料作为阳极材料。

[0011] 4. 所述的混凝土电池集成在无线传感器节点上或布设在钢混结构内。

[0012] 5. 所述的钢筋腐蚀能量源还包括实际钢混结构本身的钢筋网。

[0013] 6. 所述的 Q235 碳钢钢板或采用腐蚀敏感性材料,包括 Mg、Zn、Al 或基于此三者所制备的合金的粉末或板材等作为能量产生的来源。

[0014] 7. 所述的钢筋腐蚀能对电极中腐蚀系统中的阳极体系可用作钢筋网的对电极。

[0015] 8. 所述的超低功率升压器为 Bq25504 升压电路。

[0016] 9. 所述的无线传感器节点为 Telosb 节点。

[0017] 本发明的基本原理是:不同材料在相同的腐蚀环境中,腐蚀电位存在差别,从而不同材料间存在一定压差,这一压差通过特殊设计的升压电路,能够被有效地存储在超级电容器中,进而通过设置节点工作的参数配置,能够在环境和结构本身存在的弱异构源的供给下,采用无线节点对影响腐蚀的环境参数和腐蚀本身的电化学参数进行监测。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] 相较于其它单一能源型式,弱异构源能量供给技术为环境中广泛存在的各种能源型式提供了可有效利用的重要平台,且该平台相较于其它传统的单一能源方式具有结构简单、操作方便、造价低廉等优点,能够快速实现大规模产业化生产。此外,各种若能源的相互搭配,避免了诸如太阳能、风能等受光线、季节变化等影响,能够为物联网提供可靠能源支撑,从而使得监控物联网更加稳健。另外,腐蚀能、混凝土电池能等属绿色、向阳产业,具有异常光明发展前景。最后,异构源功能平台的搭建,也为其他各种能源的合理、有效、综合利用提供了开放的平台。

附图说明

[0020] 图 1 腐蚀原电池构成方式图;

[0021] 图 2 混凝土电池的几何构型图;

[0022] 图 3 弱异构源供能的无线节点图；

[0023] 图 4 无线节点的电化学电位噪声监测结果图。

[0024] 其中,1、钢筋腐蚀能,2、混凝土电池能,3、弱太阳能,4、第一 Bq25504 超低功率升压器,5、第二 Bq25504 超低功率升压器,6、第三 Bq25504 超低功率升压器,7、超级电容器,8、Telosb 无线节点,9、电化学电位噪声 (EPN),10、温度检测,11、湿度检测,12、钢筋或 Mg、Zn、Al 等腐蚀敏感材料,13、侵蚀性混凝土孔隙液,14、石墨或不锈钢等惰性材料,15、阴极层,16、隔断层,17、阳极层,18、石墨端子。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图举例对本发明做更详细的描述：

[0026] 实施例 1

[0027] 一种弱异构源供能的无线自集能腐蚀监测节点,包括钢筋腐蚀能 1、混凝土电池 2、弱太阳能 3、第一超低功率升压电器 4、第二超低功率升压电器 5、第三超低功率升压电器 6、超级电容器 7、无线传感器节点 8,所述的混凝土电池 2 包括混凝土阳极材料、混凝土隔断层、混凝土阴极材料,混凝土隔断层位于混凝土阳极材料和混凝土阴极材料之间,混凝土阳极材料里面均匀含有 Mg、Zn 或 Al 粉末,混凝土阴极材料里面均匀含有 MnO_2 ,所述的钢筋腐蚀能量源 1 采用 Q235 碳钢钢板和石墨板构成对电极,两者间加入模拟被侵蚀后的混凝土溶液,钢筋腐蚀能 1 连接第一超低功率升压器 4,混凝土电池能 2 连接第二超低功率升压器 5,弱太阳能 3 连接第三超低功率升压器 6,第一、第二和第三超低功率升压器 4、5、6 共同连接超级电容器 7,超级电容器 7 连接无线传感器节点 8；

[0028] 所述的混凝土阳极材料和混凝土阴极材料里面还含有碳纤维、碳纳米管和碳黑的多尺度碳基导电复合材料；所述的混凝土阳极和阴极材料采用石墨柱或其它惰性高导电材料作为阴、阳极的连接端子；所述的混凝土阳极材料或采用腐蚀敏感性材料作为阳极材料；所述的混凝土电池集成在无线传感器节点上或布设在钢混结构内；所述的钢筋腐蚀能量源还包括实际钢混结构本身的钢筋网；所述的 Q235 碳钢钢板或采用腐蚀敏感性材料,包括 Mg、Zn、Al 或基于此三者所制备的合金的粉末或板材等作为能量产生的来源；所述的钢筋腐蚀能对电极中腐蚀系统中的阳极体系可用作钢筋网的对电极；所述的超低功率升压器为 Bq25504 升压电路；所述的无线传感器节点为 Telosb 节点；采用二极管提升钢筋腐蚀能、混凝土电池能和弱太阳能三种能源间的相容性。

[0029] 实施例 2

[0030] 采用图 1 所示的 Q235 碳钢 / 石墨的电极对 ($5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 0.5\text{cm}$) 浸泡在侵蚀混凝土模拟液中, Q235 碳钢电极电位在 $[-0.640\text{V}, -0.550\text{V}]$ 之间,电流量级为 $10^6\text{A}/\text{cm}^2$ 。可通过串联多个对电极以提高腐蚀原电池的输出电压,也可通过并联多个对电极以提高腐蚀原电池的输出电流。实际工程结构中,也可采用大面积钢筋网代替 Q235 碳钢板,采用牺牲阳极阴极保护系统中的阳极材料代替石墨电极,从而组成对电极。

[0031] 实施例 3

[0032] 按表 1 所示的配比分别制备混凝土电池共包含阳极、阴极与隔断层三个部分,每一部分的材料组成如表 1 所示,其中 C、W、WR、CF、CNT 和 CB 分别代表水泥、水与减水剂、碳纤维、碳纳米管和碳黑。图 2 给出了混凝土电池的几何尺寸。采用直径为 50mm 的 PVC 管作

为磨具,按 20mm 阴极层、10mm 隔断层与 50mm 阳极层逐层浇筑,最终混凝土电池的电压和电流不低于 0.8V 和 250 μ A。

[0033] 表 1 混凝土电池的材料构成

[0034]

成分	C	W	MnO ₂	Zn	CF	CNT	CB	WR
阳极	50.0	25.0	20.0		0.5	0.5	10.0	0.5
阴极	50.0	60.0		400	0.5	0.5	10.0	0.5
隔断层	50.0	20.0						0.5

[0035] 实施例 4

[0036] 采用 IXOLAR™ 的 SolarBITs 收集弱光,两块面积为 22×7×1.3mm³ 的太阳能板进行串连,太阳能板的谱宽为 300-1100nm。

[0037] 实施例 5

[0038] 本发明的基本原理是:不同材料在相同的腐蚀环境中,腐蚀电位存在差别,从而不同材料间存在一定压差,这一压差通过特殊设计的升压电路,能够被有效地存储在超级电容器中,进而通过设置节点工作的参数配置,能够在环境和结构本身存在的弱异构源的供给下,采用无线节点对影响腐蚀的环境参数和腐蚀本身的电化学参数进行监测。

[0039] 实施例 6

[0040] 异构源无线自集能节点共包含弱异构源、超低功率升压器 Bq25504、超级电容器 STARCAP 和无线节点 Telosb 四部分,各部分的连接方式如图 3 所示。其中, Bq25504 的启动电压为 330mV,在其完成了启动过程后,即可为不低于 100mV 的电流升压并被有效收集; STARCAP 的额定电压和容量分别为 2.7V 和 10F; Telosb 的启动电压为 1.8V,为了防止节点意外死亡,将其真实工作电压范围调整至 2.3V,即当电压高于 2.3V 时,节点采集和传输数据,一旦电压低于 2.0V,节点停止采样和传输数据,仅维持不断扫描超级电容器电压的功能,直至该电压不低于 2.3V 后,继续开始下一循环的工作。经过升压器 Bq25504 后,由于太阳能的供能能力强于腐蚀能和混凝土电池能,从而会不利于腐蚀和混凝土电池对超级电容器充电,为此在太阳能升压器 Bq25504 与超级电容器之间接入 0.62V 的二极管。图 4 为 Telosb 通过外接的饱和甘汞电极 SCE,对 Q235 碳钢板腐蚀过程中的电化学电位噪声数据的监测结果,可以看出节点成功地利用异构源完成了多工作周期的电位采集和传输工作。

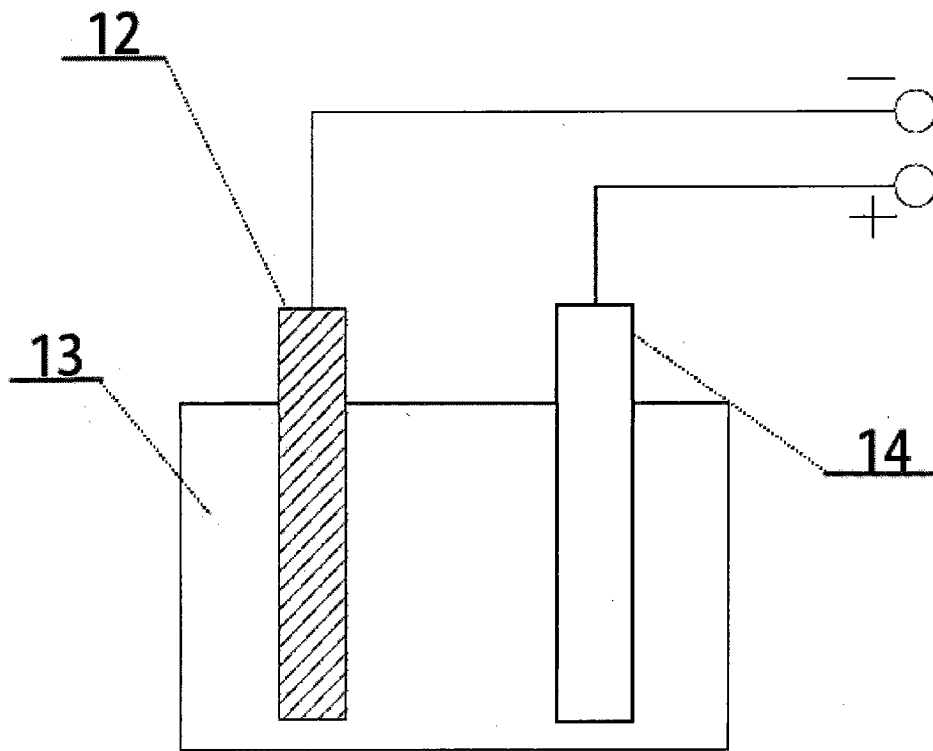


图 1

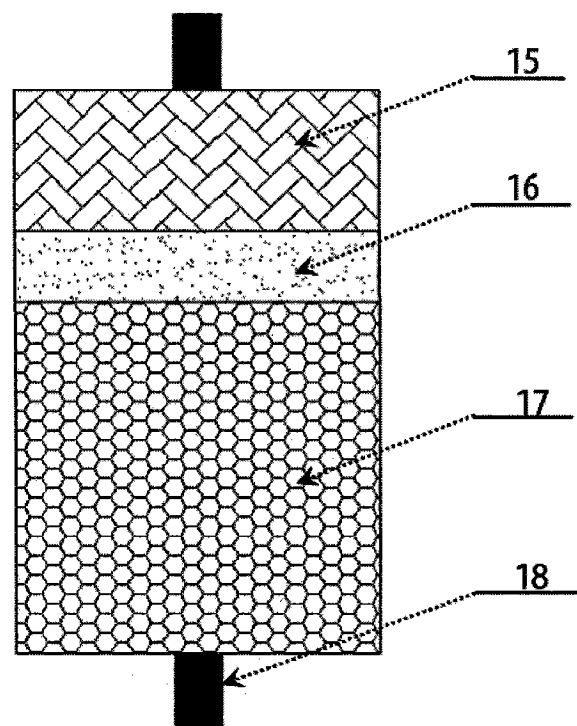


图 2

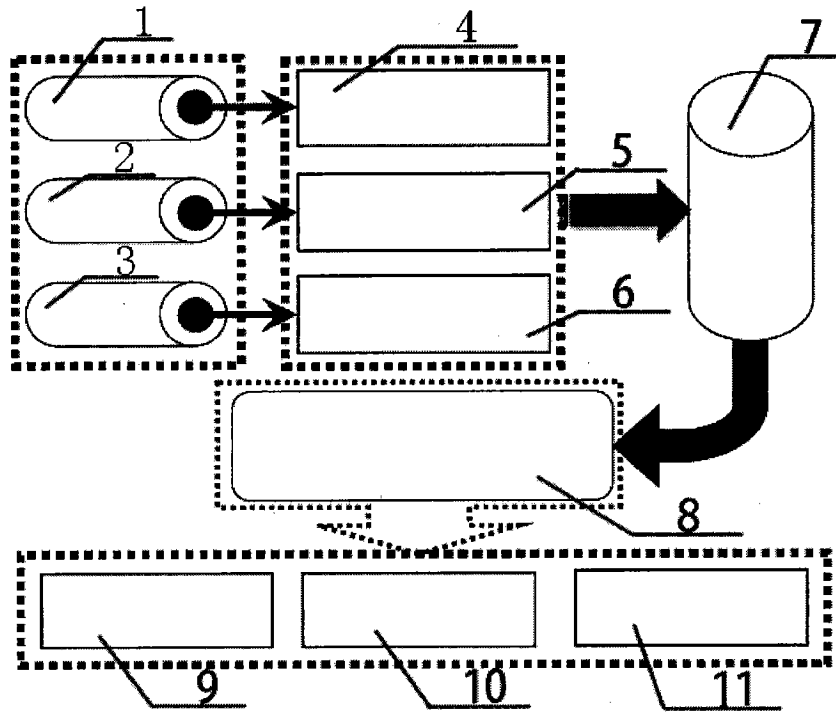


图 3

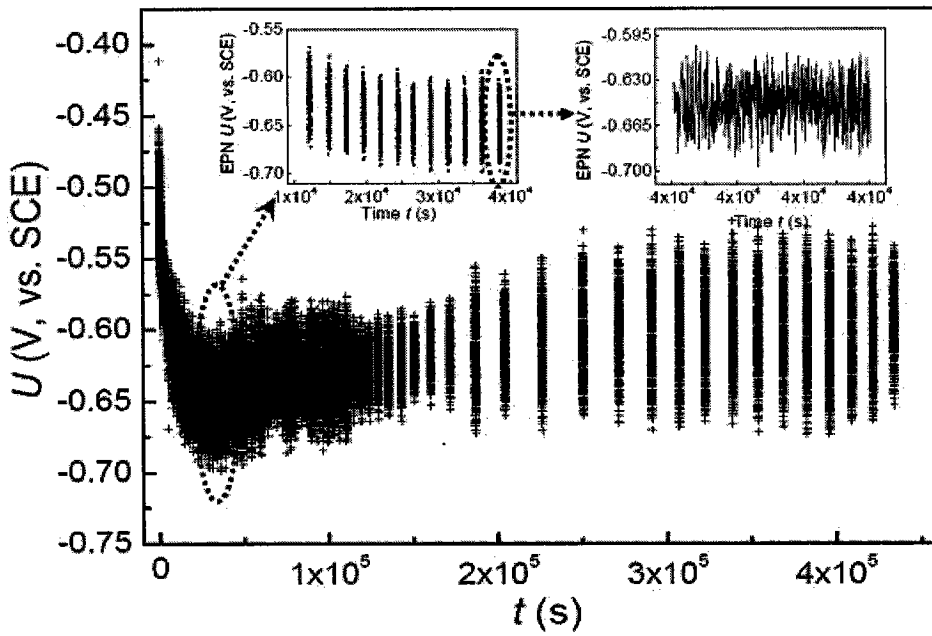


图 4