



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115117395 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 27

(21) 申请号 202210106151.X

(22) 申请日 2022.01.28

(71) 申请人 上海神力科技有限公司

地址 201401 上海市奉贤区远东路777弄28号3幢

(72) 发明人 孙贺 吴裕铭 卢金阳 王永湛 甘全全 戴威

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

专利代理师 蔡彭君

(51) Int. Cl.

H01M 8/04089 (2016.01)

H01M 8/04119 (2016.01)

H01M 8/04014 (2016.01)

H01M 8/04029 (2016.01)

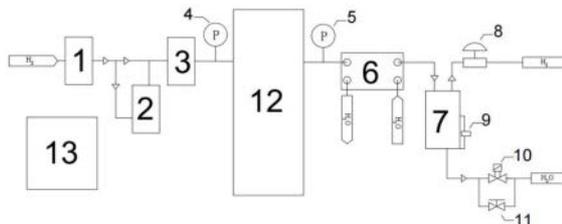
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,包括氢气输送管、电堆、氢气排出管、入口压力传感器、出口压力传感器、氢气供应模块、散热模块、水汽分离模块和比例阀;氢气输送管与电堆氢气入口相连,入口压力传感器用于检测电堆氢气入口处氢气压力,氢气供应模块设置在氢气输送管上;氢气排出管与电堆氢气出口相连,出口压力传感器用于检测电堆氢气出口处氢气压力,散热模块、水汽分离模块和比例阀依次设置在氢气排出管上,比例阀连接至氢气尾排。与现有技术相比,本发明结合散热模块+水汽分离模块+比例阀进行氢气路的背压控制,整体成本低、供货期短,无需定期更换模块,而且能够精确控制燃料电池测试时阳极压力,且精度高响应快。



1. 一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,包括氢气输送管、电堆、氢气排出管、入口压力传感器、出口压力传感器、氢气供应模块、散热模块、水汽分离模块和比例阀;

所述氢气输送管与电堆的氢气入口相连,入口压力传感器用于检测电堆氢气入口处的氢气压力,氢气供应模块设置在氢气输送管上;

所述氢气排出管与电堆的氢气出口相连,出口压力传感器用于检测电堆氢气出口处的氢气压力,散热模块、水汽分离模块和比例阀依次设置在氢气排出管上,比例阀连接至氢气尾排。

2. 根据权利要求1所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述散热模块包括降温板换和相应管路,所述降温板换的热侧连通电堆的氢气出口和水汽分离模块,所述降温板换的冷侧通入冷却水。

3. 根据权利要求1所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述水汽分离模块包括水汽分离罐和排水管,水汽分离罐的上方设有氢气进气孔和氢气出气孔,分别连通散热模块和比例阀,水汽分离罐的下方设有排水口,所述排水管与排水口相连,水汽分离罐的测量安装有液位管,所述液位管上安装有液位传感器。

4. 根据权利要求3所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述排水管连接至排水尾排,排水管包括并联的两个支路,两个支路上分别设有排水电磁阀和排水球阀。

5. 根据权利要求1所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述氢气供应模块包括依次设置在氢气输送管上的氢气预处理及流量控制系统、氢气加湿系统和氢气控温系统,氢气预处理及流量控制系统的入口连通氢气源。

6. 根据权利要求5所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述氢气预处理及流量控制系统包括设置在氢气输送管上的减压阀、过滤器、质量流量控制器和三通阀,所述三通阀的入口连接质量流量控制器,出口分别与氢气加湿系统和氢气控温系统相连,所述减压阀用于调整送入氢气输送管的氢气的压力,所述过滤阀用于过滤杂质,所述质量流量控制器用于控制送入电堆的氢气的流量,所述三通阀的入口连接质量流量控制器,出口分别与氢气加湿系统和氢气控温系统相连,用于分配干湿流量。

7. 根据权利要求6所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述质量流量控制器为电磁阀。

8. 根据权利要求5所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述氢气加湿系统包括加湿罐和加湿罐循环水路,加湿罐上设有进气口和出气口,分别与氢气预处理及流量控制系统和氢气控温系统相连,所述加湿罐循环水路上设有水泵、水箱、加热器和板式换热器,板式换热器的热侧出口设有温度传感器,板式换热器的冷侧设有流量比例阀。

9. 根据权利要求5所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,所述氢气控温系统包括设置在氢气输送管上的气体加热器和板式换热器,气体加热器的出口和板式换热器的热侧出口设有温度传感器,板式换热器的冷侧出口设有流量比例阀。

10. 根据权利要求1所述的一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,其特征在于,还包括控制器,所述控制器与入口压力传感器、出口压力传感器、氢气供应模块、散热模

块、水汽分离模块和比例阀通信连接。

一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池技术领域,尤其是涉及一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统。

背景技术

[0002] 燃料电池是一种直接将储存在的化学能经与反应转化成电能、热能和水的电化学装置。燃料电池发动机作为一种新型的绿色动力源,因其所具有的高效率和低排放等优良特性,正逐渐成为车载发动机的研发重点之一。燃料电池发动机是基于负载的输出,对于整车而言具有良好的控制性;同时,燃料电池发动机的能量输出为电能,简化了传统汽车的传动和调速结构。尽管燃料电池发动机与内燃机相比具有众多优点,但是燃料电池发动机要取代内燃机成为汽车发动机的主流,还有许多问题需要解决。

[0003] 其中,在燃料电池发动机的测试中,燃料电池发动机的核心部件燃料电池电堆的测试存在较大问题,燃料电池电堆测试背压控制一般通过膜片式背压阀,但目前膜片式背压阀更多依靠进口且需适配相应的减压阀、电气比例阀和缓冲罐,存在整体交期长、价格高、膜片需要定期更换等问题,而使用比例阀进行背压则存在比例阀自身无法耐高温,且阳极尾排由于剩余氢气少所以选择的比例阀通径更小,导致经常堵水压力波动。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,包括氢气输送管、电堆、氢气排出管、入口压力传感器、出口压力传感器、氢气供应模块、散热模块、水汽分离模块和比例阀;

[0007] 所述氢气输送管与电堆的氢气入口相连,入口压力传感器用于检测电堆氢气入口处的氢气压力,氢气供应模块设置在氢气输送管上;

[0008] 所述氢气排出管与电堆的氢气出口相连,出口压力传感器用于检测电堆氢气出口处的氢气压力,散热模块、水汽分离模块和比例阀依次设置在氢气排出管上,比例阀连接至氢气尾排。

[0009] 进一步的,所述散热模块包括降温板换和相应管路,所述降温板换的热侧连通电堆的氢气出口和水汽分离模块,所述降温板换的冷侧通入冷却水。

[0010] 进一步的,所述水汽分离模块包括水汽分离罐和排水管,水汽分离罐的上方设有氢气进气孔和氢气出气孔,分别连通散热模块和比例阀,水汽分离罐的下方设有排水口,所述排水管与排水口相连,水汽分离罐的测量安装有液位管,所述液位管上安装有液位传感器。

[0011] 进一步的,所述液位管为透明PFA管,与水汽分离罐连通,液位管的水位高度与水汽分离罐的水位高度相同,所述液位传感器为电容式液位传感器,用于检测液位。

[0012] 进一步的,所述排水管连接至排水尾排,排水管包括并联的两个支路,两个支路上分别设有排水电磁阀和排水球阀,可以通过排水电磁阀进行自动控制来排水,也可以通过排水球阀通过手动控制来排水。

[0013] 进一步的,所述氢气供应模块包括依次设置在氢气输送管上的氢气预处理及流量控制系统、氢气加湿系统和氢气控温系统,氢气预处理及流量控制系统的入口连通氢气源。

[0014] 进一步的,所述氢气预处理及流量控制系统包括设置在氢气输送管上的减压阀、过滤器、质量流量控制器和三通阀,所述三通阀的入口连接质量流量控制器,出口分别与氢气加湿系统和氢气控温系统相连,所述减压阀用于调整送入氢气输送管的氢气的压力,所述过滤阀用于过滤杂质,所述质量流量控制器用于控制送入电堆的氢气的流量,所述三通阀的入口连接质量流量控制器,出口分别与氢气加湿系统和氢气控温系统相连,用于分配干湿流量。

[0015] 进一步的,所述质量流量控制器为电磁阀。

[0016] 进一步的,所述氢气加湿系统用于对氢气进行喷淋加湿,包括加湿罐和加湿罐循环水路,加湿罐上设有进气口和出气口,分别与氢气预处理及流量控制系统和氢气控温系统相连,所述加湿罐循环水路上设有水泵、水箱、加热器和板式换热器,板式换热器的热侧出口设有温度传感器,板式换热器的冷侧设有流量比例阀。

[0017] 进一步的,所述氢气控温系统用于控制氢气进入电堆时的温度,包括设置在氢气输送管上的气体加热器和板式换热器,气体加热器的出口和板式换热器的热侧出口设有温度传感器,板式换热器的冷侧出口设有流量比例阀。

[0018] 进一步的,还包括控制器,所述控制器与入口压力传感器、出口压力传感器、氢气供应模块、散热模块和水汽分离模块通信连接。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0020] (1) 散热模块+水汽分离模块+比例阀进行氢气路的背压控制,相比于膜片式背压阀,本发明整体成本低、供货期短,无需定期更换模块,而且能够精确控制燃料电池测试时阳极压力,且精度高响应快。

[0021] (2) 散热模块和水汽分离器能很好的保护比例阀,散热模块进行降温 and 一次冷凝水析出,水汽分离器进行汽水分离,从而减少高温高湿气体冷凝带来的实验室管路积水问题,避免压力波动。

[0022] (3) 氢气供应模块包括氢气预处理及流量控制系统、氢气加湿系统和氢气控温系统,能够精确控制进入电堆的氢气流量、湿度和温度。

附图说明

[0023] 图1为本发明的结构示意图;

[0024] 图2为实验中氢气入堆压力随时间的变化;

[0025] 图3为实验中平均单片电压随时间的变化;

[0026] 附图标记:

[0027] 1、氢气预处理及流量控制系统,2、氢气加湿系统,3、氢气控温系统,4、入口压力传感器,5、出口压力传感器,6、散热模块的降温板换,7、水汽分离罐,8、比例阀,9、液位传感器,10、排水电磁阀,11、排水球阀,12、电堆,13、控制器。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0029] 在附图中,结构相同的部件以相同数字标号表示,各处结构或功能相似的组件以相似数字标号表示。附图所示的每一组件的尺寸和厚度是任意示出的,本发明并没有限定每个组件的尺寸和厚度。为了使图示更清晰,附图中有些地方适当夸大了部件。

[0030] 实施例1:

[0031] 一种基于比例阀的燃料电池阳极背压控制系统,如图1所示,包括氢气输送管、电堆12、氢气排出管、入口压力传感器4、出口压力传感器5、氢气供应模块、散热模块、水汽分离模块和比例阀8;氢气输送管与电堆12的氢气入口相连,入口压力传感器4用于检测电堆12氢气入口处的氢气压力,氢气供应模块设置在氢气输送管上;

[0032] 氢气排出管与电堆12的氢气出口相连,出口压力传感器5用于检测电堆12氢气出口处的氢气压力,散热模块、水汽分离模块和比例阀8依次设置在氢气排出管上,比例阀8连接至氢气尾排;

[0033] 控制器13,控制器13与入口压力传感器4、出口压力传感器5、氢气供应模块、散热模块和水汽分离模块通信连接,实现控制。

[0034] 本发明的设计构思如下:

[0035] 在实验室进行燃料电池12测试时,膜片式背压阀成本高,加工周期长,需要经常更换,而比例阀8一般适用于气体的压力控制,且不耐高温。发明人为解决上述问题,在电堆12氢气出口处设置了散热模块对高温排出的水汽进行降温,再通过水汽分离模块分离出液态水,此时通过比例阀8的气体为低温且无液态水,因此,通过PID算法等控制比例阀8开度就可以控制氢气路的背压,整体控压精度高且无压力波动。

[0036] 其中,散热模块包括降温板换6和相应管路,降温板换6的热侧连通电堆12的氢气出口和水汽分离模块,电堆12氢气出口排出的高温高湿气体通入,降温板换6的冷侧通入冷却水,可以由实验室冷却水主管路提供,冷侧与热侧进行换热,从而将高温高湿气体进行降温。实际测试时,氢气尾排降温板换6可使尾排高温高湿气体(90℃100%RH)降至30℃100%RH以下,使气体降温至比例阀8的安全温度,且在散热模块还可以析出大量液态水。

[0037] 其中,水汽分离模块包括水汽分离罐7和排水管,特殊设计的水汽分离罐7的上方设有氢气进气孔和氢气出气孔,分别连通散热模块和比例阀8,水汽分离罐7的下方设有排水口,排水管与排水口相连,水汽分离罐7的测量安装有液位管,液位管上安装有液位传感器9。为便于观察,液位管为透明PFA管,与水汽分离罐7连通,液位管的水位高度与水汽分离罐7的水位高度相同,液位传感器9为电容式液位传感器,用于检测液位。排水管连接至排水尾排,排水管包括并联的两个支路,两个支路上分别设有排水电磁阀10和排水球阀11,可以通过排水电磁阀10进行自动控制来排水,也可以通过排水球阀11通过手动控制来排水。

[0038] 在实际测试时,电堆12阳极腔体内部高湿度氢气消耗后的水析出、阴极渗透水和散热模块降温板换6的冷凝水会收集至水汽分离罐7,液位传感器9检测到水位到达高液位后,可以控制排水电磁阀10开启,排掉部分水量,在测试完成后,可以手动开启排水球阀11对水汽分离罐7进行排水。

[0039] 进一步的,氢气供应模块用于控制进入电堆12的氢气流量、湿度和温度,包括依次设置在氢气输送管上的氢气预处理及流量控制系统1、氢气加湿系统2和氢气控温系统3,氢气预处理及流量控制系统1的入口连通氢气源,如实验室氢气主管路、储氢罐等。

[0040] 氢气预处理及流量控制系统1包括设置在氢气输送管上的减压阀、过滤器、质量流量控制器和三通阀,三通阀的入口连接质量流量控制器,出口分别与氢气加湿系统2和氢气控温系统3相连,减压阀用于调整送入氢气输送管的氢气的压力,过滤阀用于过滤杂质,质量流量控制器用于控制送入电堆12的氢气的流量,质量流量控制器为电磁阀,三通阀的入口连接质量流量控制器,出口分别与氢气加湿系统2和氢气控温系统3相连,用于分配干湿流量。

[0041] 氢气加湿系统2用于对氢气进行喷淋加湿,包括加湿罐和加湿罐循环水路,加湿罐上设有进气口和出气口,分别与氢气预处理及流量控制系统1和氢气控温系统3相连,加湿罐循环水路上设有水泵、水箱、加热器和板式换热器,板式换热器的热侧出口设有温度传感器,板式换热器的冷侧设有流量比例阀,氢气通入加湿罐中进行喷淋加湿,变频水泵控制加湿罐循环水路的流量和压力,加热器和板式换热器用于加热及降温,根据板式换热器热侧出口的温度传感器可以确定水温,通过板式换热器冷侧的流量比例阀来控制板式换热器中的冷却液流量,加热器可以直接控制,从而精确调整加湿罐内的水温,以达到所设定的露点温度。

[0042] 氢气控温系统3用于控制氢气进入电堆12时的温度,包括设置在氢气输送管上的气体加热器和板式换热器,气体加热器的出口和板式换热器的热侧出口设有温度传感器,板式换热器的冷侧出口设有流量比例阀,气体加热器和板式换热器用于加热及降温,气体加热器出口的温度传感器以及板式换热器热侧出口的温度传感器可以确定气体温度,通过板式换热器冷侧的流量比例阀来控制板式换热器中的冷却液流量,加热器可以直接控制,从而精确调整进入电堆12的氢气温度。

[0043] 当然,为了进一步提高整个电堆12测试系统的控制精度,管路中还设有相应的过滤器、单向阀、调压阀、流量传感器、压力传感器、温度传感器、离子浓度传感器等常规管道配件,在此不再一一赘述。

[0044] 以下为燃料电池堆的测试实验记录:

[0045] 阳极入堆气体参数:气体温度61.5℃露点温度60.7℃流量50.4NLPM计量比1.5,入堆前气体此时含水量为0.092g/s。

[0046] 阴极入堆气体参数:气体温度59.8℃露点温度59.1℃流量160NLPM计量比2,入堆前气体此时含水量为0.269g/s

[0047] 测试数据中,如图2所示,每0.1秒记录一次数据,阳极入堆压力从2010行开始发生压力向上跳变,向上跳变幅度为23kPa,2080行结束此次波动,持续时间8秒钟。

[0048] 测试数据中,如图3所示,燃料电池单片电压每一单片在入堆压力改变前10行(1s)内均发生单片电压异常现象,平均电压出现骤降现象(每一单片均骤降,虽然每一单片电压有区别,但在2005这个点时均开始了下降趋势)。

[0049] (1)入堆:气体温度59.8℃露点温度59.1℃流量160NLPM计量比2

[0050] 此时含水量为0.269g/s

[0051] 电化学反应产水:总功率2940W平均电压:0.6177V

[0052] 电化学反应生成水量为0.444g/s,生成水均为液态水,但由于堆内空气温度上升导致湿度未饱和,所以出堆时状态未知(液相or气相),同时约有10%水量会渗透至阳极。

[0053] 出堆:气体温度67℃露点温度未知流量144NLPM

[0054] 此时含水量为最大为0.366g/s,这代表着虽然气量略微减少,但并未有液态水析出的情况下,含水量应为0.269g/s至0.366g/s之间。

[0055] 过板换6:气体温度20.3℃露点温度20.3℃流量144NLPM

[0056] 此时含水量为0.029g/s

[0057] 总液态水量为: $0.269\text{g/s}-0.029\text{g/s}+0.444\text{g/s}\times 0.9=0.64\text{g/s}$

[0058] 此时比例阀8的Kv值为0.31,通过查说明书得出比例阀8孔径约为 3.1mm^2 。

[0059] (2) 阳极过比例阀8水量分析:

[0060] 电化学反应产水渗透:总功率2940W平均电压:0.6177V

[0061] 电化学反应生成水量为0.444g/s,生成水均为液态水,但由于堆内空气温度上升导致湿度未饱和,所以出堆时状态未知(液相or气相),同时约有10%水量会渗透至阳极。

[0062] 出堆:气体温度59℃露点温度59℃流量16.8NLPM

[0063] 此时含水量为0.029g/s。

[0064] 电堆12内部液态水: $0.092\text{g/s}-0.029\text{g/s}+0.444\text{g/s}\times 0.1=0.1074\text{g/s}$ (比气体带进来的含水量还高)

[0065] 过板换6:气体温度27.7℃露点温度27.7℃流量144NLPM

[0066] 此时含水量为0.005g/s

[0067] 总液态水量为: $0.092\text{g/s}-0.005\text{g/s}+0.444\text{g/s}\times 0.1=0.1314\text{g/s}$

[0068] 此时比例阀8的Kv值为0.02,通过查说明书得出比例阀8孔径约为 0.5mm^2 。

[0069] (3) 阳极的总水量为阴极的1/5,截面积约为阴极的1/36,且在此情况下 0.5mm^2 孔径很容易发生水滴经过时造成前段气体流速改变或产生气泡,造成前段流速改变堵水。

[0070] 通过使用本发明的水汽分离罐7方案,进行水汽分离罐7体积计算,测试台总腔体容积5800mL,电堆12腔体阳极容积约为200mL(20片),水汽分离罐7气体容积约为400ml,水汽分离罐7通过排水电磁阀10开启每次排水量10mL,在压力150kPag时,如比例阀8不做任何通路改变,整体压力下降约为0.39kPa。

[0071] 每76秒压力波动0.39kPa远优于间隙性20kPa左右压力波动。

[0072] 上述实验数据证明了本发明的有效性,结合散热模块+水汽分离模块+比例阀8进行氢气路的背压控制,相比于膜片式背压阀,本发明整体成本低、供货期短,无需定期更换模块,而且能够精确控制燃料电池测试时阳极压力,且精度高响应快。

[0073] 散热模块和水汽分离器能很好的保护比例阀8,减少高温高湿气体冷凝带来的实验室管路积水问题,避免压力波动。

[0074] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

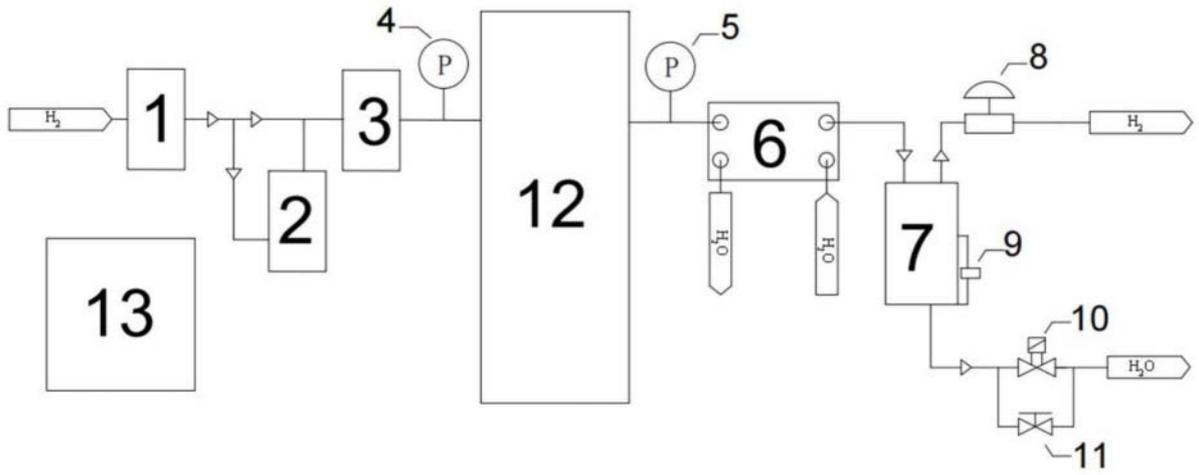


图1

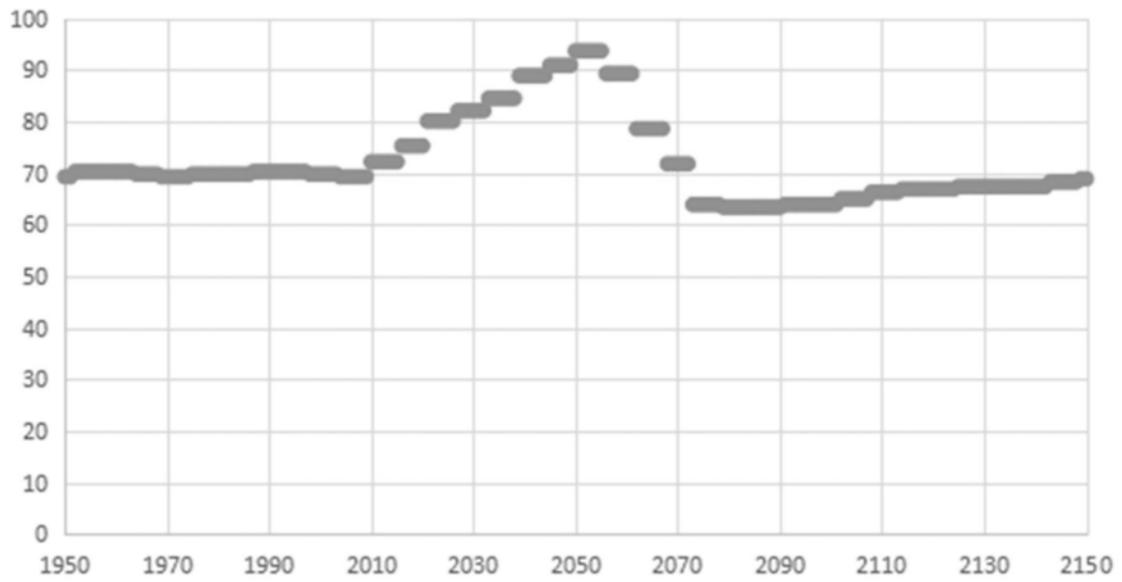


图2

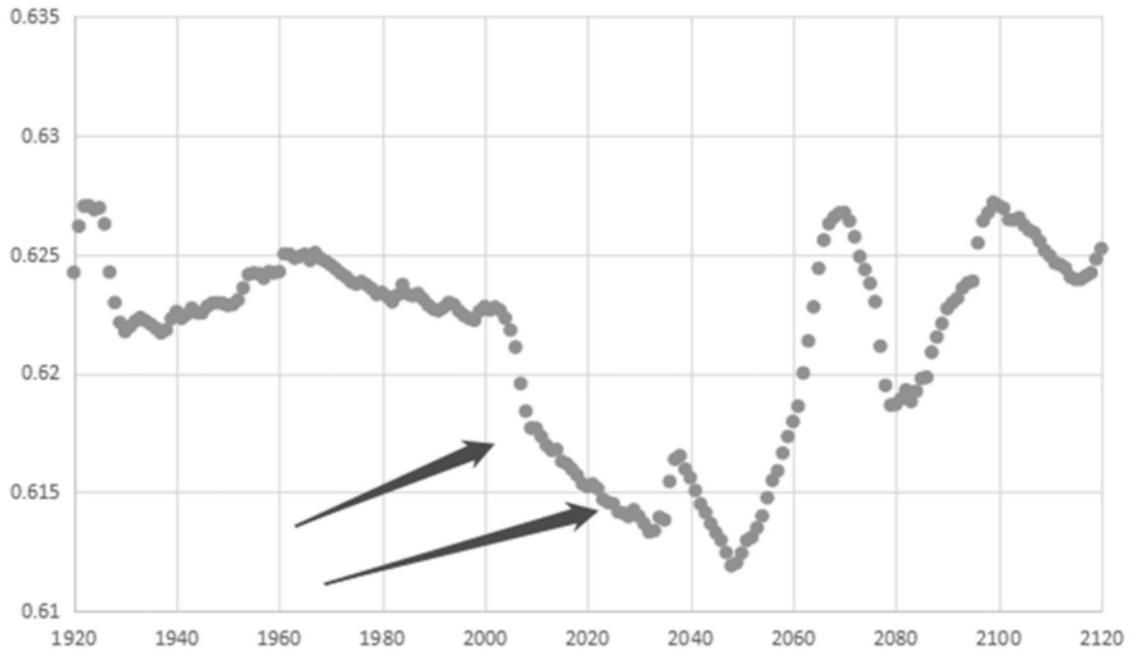


图3