

基于开源硬件和物联网云平台的远程控制应用

林巧生, 赵育林

(湖南工业大学 理学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 利用 Raspberry Pi、Arduino 等开源硬件, 基于物联网云平台 Yeelink, 以个人家庭为实验对象, 搭建了智能控制系统并进行远程控制实验, 得到一个稳定、性价比高的家庭智能管理系统。

关键词: 物联网; 开源硬件; 云平台; 远程智能控制

中图分类号: TP273+.5

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2016)01-0064-06

Remote-Control Application Based on Open-Source Hardware and Cloud Platform of Internet of Things

LIN Qiaosheng, ZHAO Yulin

(School of Science, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: With individual and household as the experimental object, an intelligent control system was built based on Internet of things cloud platform of Yeelink by open-source hardware of Raspberry Pi, Arduino, etc., the remote control experiments were conducted, and a stable, cost-effective home intelligent management system was obtained.

Keywords: Internet of things; open source hardware; cloud platform; remote intelligent control

0 引言

1999年, 美国 Auto-ID 首先提出 “The Internet of Things” (物联网)^[1], 物联网技术作为 “后 PC” 时代的代表性产物, 引起了各国的高度关注。以 IBM 为首的世界众多著名 IT 企业看好并致力于物联网技术的发展。中国工业与信息产业部在 2011 年出台了《物联网 “十二五” 发展规划》, 并圈定 9 大领域重点示范工程, 分别为: 智能工业、智能农业、智能物流、智能交通、智能电网、智能环保、智能安防、智能医疗及智能家居。通过十余年的探索, 我国在物联网领域取得了大量具有实质意义的专利, 并成为物联网标准主导国之一。

随着物联网 4 大关键技术 (RFID 技术、传感器

技术、嵌入式智能技术、纳米技术) 的发展, 物联网技术将逐步深入融入人们的生活, 并以其独特的用户体验, 使人们真正体会到它的优越性。

随着科技发展, 硬件的成本也越来越低, 为此, 课题组利用开源硬件作为管理系统的硬件基础, 将目前流行的物联网平台作为后台管理, 设计了一个稳定且具有高性价比的控制与管理系统。

1 系统的理论体系结构和相关研究

1.1 系统的理论体系结构

G. Pujolle 提出一种采用自主通信技术的理论物联网自主体系结构^[2], 如图 1 所示。所谓自主通信是指以自主件 (self ware) 为核心的通信, 自主件在端

收稿日期: 2015-10-05

基金项目: 湖南工业大学大学生研究性学习和创新性实验计划基金资助项目 (湖工大教字[2014]73)

作者简介: 林巧生 (1993-), 男, 福建福州人, 湖南工业大学学生, 主要研究方向为数据建模以及数据挖掘,

E-mail: 395282934@qq.com

到端层次以及中间节点, 执行网络控制面已知或者新出现的任务, 自主件可以确保通信系统的可进化特性。

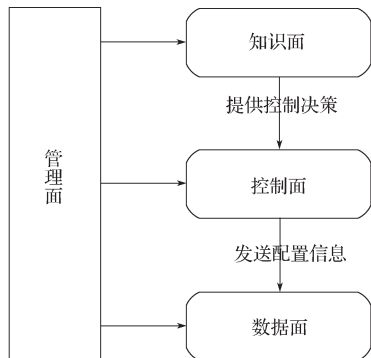


图1 G. Pujolle 的物联网自主体系结构

Fig. 1 The independent architecture of G. Pujolle's Internet of things

在图中, 物联网自主体系结构由数据面、控制面、知识面和管理面4个面组成。数据面主要用于数据分组的传送; 控制面通过向数据面发送配置信息, 优化数据面的吞吐量, 提高可靠性; 知识面是最重要的一个面, 它提供整个网络信息的完整视图, 并且提炼成为网络系统的知识, 用于指导控制面的适应性控制; 管理面用于协调数据面、控制面和知识面的交互, 提供物联网的自主能力。通过以上物联网结构就可以完成信息感知、数据处理、数据回传以及决策支持等功能。

在G. Pujolle的物联网自主体系结构基础上, 按照实际的建设需求, 目前的物联网典型体系架构自下而上主要分为3层。

感知层: 实现物联网全面感知的核心能力, 是物联网中关键技术、标准化、产业化方面亟需突破的部分, 关键在于具备更精确、更全面的感知能力, 并解决低功耗、小型化和低成本问题。

网络层: 主要以广泛覆盖的移动通信网络作为基础设施, 是物联网中标准化程度最高、产业化能力最强、最成熟的部分, 关键在于为物联网应用特征进行优化改造, 形成系统感知的网络。

应用层: 提供丰富的应用, 将物联网技术与行业信息化需求相结合, 为用户实现广泛智能化的应用解决方案。

1.2 相关研究情况

在物联网发展过程中, 硬件价格越来越低, 其中的开源硬件Arduino开发板成为了开发者的首选, 其优点是: 开源, 为用户提供电子设计图, 性能优秀, 用户可以根据系统的需求进行定制开发, 节省大量硬件设计的时间和金钱。

目前, 已经有许多研究人员基于Arduino硬件开发平台进行了相关设计和研究^[3]。崔才豪等^[4]提出一种以Arduino为核心的光引导小车设计方案, 给出了该方案的软硬件设计, 并通过试验结果验证了光引导小车在实验室运行稳定, 设计方案切实可行; 袁本华等^[5]使用Arduino控制板, 设计了一种方便操作、成本低的温室大棚测温系统装置, 系统可靠实用, 可以在农业生产中进行推广使用。以上的研究说明, Arduino作为一款方便的开源硬件平台, 已经逐渐得到开发者的重视, 并实现了一些稳定可靠的解决方案, 因此课题组选择Arduino控制板作为系统的开发平台。

随着互联网对大数据的重视和发展, 国内的Yeelink作为一家传感器云网络提供商, 提供了物联网平台的功能, 能够方便用户通过互联网和移动设备来了解连接物件的状态。

目前在Yeelink物联网云平台上, 有开发者按照物联网的典型体系结构搭建了远程农业管理系统, 要根据实际物联网体系结构分为4层^[6], 如图2所示。

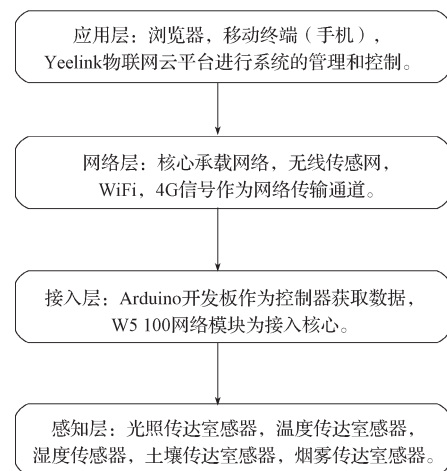


图2 层次性物联网体系结构

Fig. 2 Hierarchical Internet of things architecture

该开发者的智能农业管理系统运行模式如下:

1) 由感知层的传感器节点获取农业环境的光照强度、温度和湿度等数据。

2) 由接入层的硬件设备传输数据到应用层, 终端或者后台进行查看结果, 并对结果发出管理指令, 比如, 当农业环境的温度过低, 可以通过应用层发送指令, 通过接入层的硬件设备操作加热器, 提高农业环境温度, 从而保障农作物的正常生长。

3) 该智能农业管理系统还可以添加自动化处理, 在后台添加条件触发, 比如当温度低于某个预先设定值时, 可以自动开启加热器, 以保证温度正常。系统会根据设定的环境参数, 通过算法, 对影

响温度、湿度和光照的设备进行自动控制。

该系统的主要特点为：利用 Yeelink，可以通过多种方式（网页、客户端、微博、邮件）了解传感器数据；低成本，批量后生产成本比 1 只路由器价格还低。

该系统稳定高效，因此课题组参考该结构，考虑到实际家庭环境的节点并不多，将接入层和网络层并入网络层，设计了家庭远程管理系统。

2 系统的设计方案

通过对物联网自主体系结构特性的描述和已有研究的分析，课题组也采用了同样的物联网体系结构，分为感知层，网络层，以及应用层。实验环境为个人家庭，按照系统的实际要求，相应设计了该系统的拓扑结构图，如图 3 所示。

按照系统的拓扑设计图，课题组将系统设计分为 3 个层次。

1) 感知层：为了便于采集外界环境数据，在个人家庭的监控点安装传感节点 A、节点 B 和节点 C，再通过传感器来收集环境数据，以便上传到平台。

2) 网络层：由于实验的环境为个人家庭，系统采用个人家庭常有的无线路由作为网络层的传输载体，从而使网络传输更为方便。

3) 应用层：采用 Yeelink 物联网云平台作为系统的应用层云计算平台，收集数据，并反馈结果，将操作反馈给电器设备进行操作，并提供手机终端客户端以便于实时控制与管理。

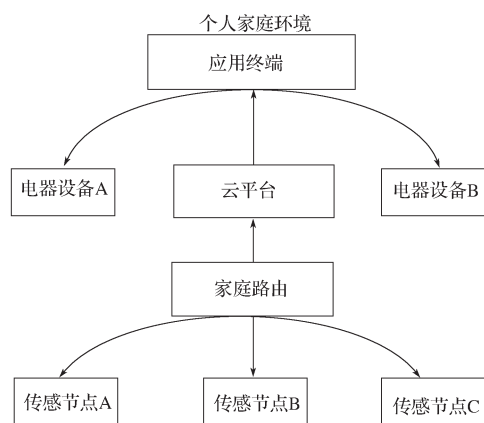


图 3 系统的拓扑结构图

Fig. 3 Topology of the system

3 系统的搭建

3.1 系统硬件设备介绍

按照上述系统方案的设计，得到了系统的拓扑结构。在进行实际系统的搭建时，为了减低搭建系

统的成本，利用开源硬件的高性价比特性，采用开源硬件作为系统的主要硬件设备。采用的硬件主要有以下模块。

1) 传感器模块：一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将检测到的信息，按一定规律转换成电信号或其他所需形式的信息进行输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。本系统选用温湿度传感器和光照传感器作为传感器，用于获取温度、光强度等感官数据。

2) 摄像头模块：用于图像信息和视频信息的记录和采集。

3) Arduino 控制板：是一款方便的电子开源平台，包含硬件和软件，通过各种各样的传感器来感知环境，通过控制灯光、马达和其他的装置来反馈、影响环境。控制板上的微控制器可以通过 Arduino 的编程语言来编写程序，编译成二进制文件，烧录进微控制器^[7]。

4) Raspberry Pi：是一款迷你的电脑，预装 Linux 系统，其体积仅有信用卡大小，搭载 ARM 架构处理器，运算性能和智能手机相仿。在接口方面，该硬件提供了可供键鼠使用的 USB 接口，此外还有快速以太网接口、SD 卡扩展接口以及 1 个 HDMI 高清视频输出接口，可与显示器或者 TV 相连。此外，该硬件具有网络接口可以方便地进行网络通信，并可以与其他外界电子平台相互通信，获取数据并进行处理^[8]。

5) Yeelink 物联网云平台：一个开放的公共物联网接入平台，提供高并发接入服务器和云存储方案，能够同时完成海量的传感器数据接入和存储任务，确保数据可以安全地保存到互联网上，该平台具有先进的鉴权系统和安全机制，可以确保数据只在用户允许的范围共享^[9]。

3.2 系统实际搭建

按照课题组的系统设计方案，主要解决的问题如下：

1) 环境监控。通过传感器将获得的家庭空间的温度、湿度和干燥度等数据发布到网上，形成整个区域性的环境监测点，为家庭环境监测提供有价值的信息。

2) 家庭环境的实时监控。在离家时，实时监控增加家庭的安全保障，能够在紧急情况时迅速了解现场的真实情况。

3) 家用电器采用弱电控制强电方式，通过控制与管理系系统，将家用电器设备与终端进行网络连接，形成一个自主的区域性控制网络，加强对家庭中设

备的远程控制与管理, 该方式既智能又安全。

按照要解决的主要问题和系统方案, 将感知层、网络层和应用层用开源硬件和物联网平台 Yeelink 进行实际搭建, 系统实际结构如图 4 所示。

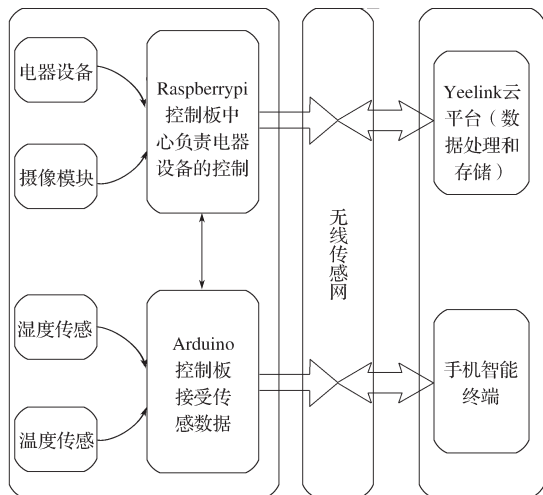


图 4 系统实际结构图

Fig. 4 The actual structure of the system

系统三层模型的实际搭建结构为：

1) 感知层, 为了便于采集外界环境的数据, 系统采用了传感器, 主要的传感器包括有光强度传感器, 温度传感器, 湿度传感器等常见环境传感器。利用 Arduino 连接到传感器上, 组成一个个相应的模块, 形成分布式环境传感器节点, 在所需环境的不同位置进行安放, 通过 Arduino 来进行数据的采集。进而获得系统的感知层数据。

为了便于环境的实时观察, 系统还需要建立图像和视频数据的传输。为此采用 Raspberry Pi 作为数据的采集模块, 利用摄像头连接到 Raspberry Pi 作为一个小型的监控设备, 利用 Raspberry Pi 微型计算机的功能, 编写脚本对采集到的视频进行预处理, 同时在 Raspberry Pi 上连接一个小型的电机, 通过对程序的预先设定, 控制电机的转向进而移动摄像头, 对环境 360 度的进行观察。另外, 采用相同的设置, 通过对照明开关, 电器设备等进行连接, 进而可以对用户的要求进行电机控制。

2) 网络层。由之前的感知层的设计, 可以获得大量的环境的传感器数据。为了进一步对数据进行观察和分析, 需要对数据进行传输, 因此采用 Arduino 的无线模块与计算机终端进行通信, 在原来传感器与 Arduino 的模块基础上再安装一个 Arduino 的无线接收器, 利用环境中的无线信号作为载体, 达到传输数据的要求。对于 Raspberry Pi 上的图像和视频流数据, 可以直接通过 Raspberry Pi 的无线传输

功能进行传输。

3) 应用层。通过感知层和接入层, 系统获得了外界环境的大量数据, 为了使数据更好的呈现给用户, 将系统的设备连入 Yeelink 物联网云平台, 与云平台的服务器相关联。对于常见的传感器数据, 计算机终端可以获得数值型的数据, 通过云平台进行数据的图像描述, 能够很轻松的看到周围环境温度, 湿度等环境指标的变化提供给用户; 对于环境的监控, 可以利用 Raspberry Pi 上传的图像, 实时看到周围环境的场景, 很方便用户对环境实际情况的掌握。

4) 为了更好地对环境进行监控和查看, 还可以利用 Yeelink 云平台开发的基于 Android 和 IOS 的 App 进行数据的获取, 从而可以从手机终端进行系统的查看, 更方便用户时刻了解环境的实际情况。

4 系统的运行

4.1 环境指标的数据的采集与记录

采用 Arduino 作为处理器, 利用温度传感器连接至 Arduino (这里可以根据个人的需求替换不同的传感器, 或者采用多个传感器, 为了便于展示, 所设计系统以温度传感器为例, 进行温度数据的采集, 采集的地点为湖南工业大学学生寝室)。

主要采用的电子设备: Arduino、W5 100 网络拓展版、LM35 温度传感器 (采用 DHT11 精度会更高)。

系统利用 Yeelink 公共物联网接入平台, 将传感器的数据接入服务器, 同时添加设备和传感器, 相应的设置方法可以登录网站, 参考网站指南。具体的网站网址: <http://www.yeelink.net/>。

将 W5 100 无线开发板和 Arduino 连接, 将温度传感器通过两端接口连接到 Arduino 上, 对 Arduino 烧录温度获取的相应程序代码, 并设置无线网络通信, 设备开始运行, 过段时间, 登陆到网站账号, 可以在设备管理页看到系统传感器收集到的数据。也可以通过下载网站的手机客户端, 从手机进行查看实时的数据。

选取一段时间的温度数据如图 5 所示, 2015 年 3 月以来学校寝室的温度大约在 14~16℃ 左右。

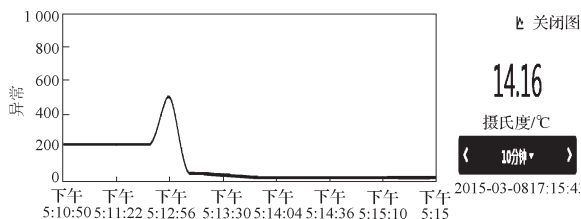


图 5 温度数据

Fig. 5 Temperature data

为了对寝室的环境更好地了解,可以添加条件触发,当温度低于 10℃ 的时候,会自动发一条微博或者发一个邮件来提示管理者。如图 6 所示。

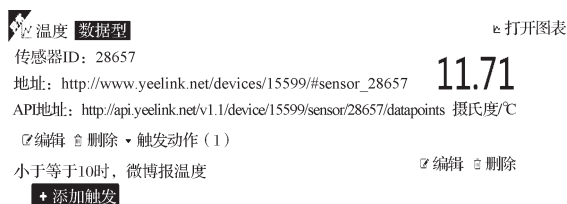


图 6 触发条件设置

Fig. 6 Trigger condition setting

4.2 环境监控设置

由于 Arduino 在图像的处理方面并不是很强,为此课题组所设计的系统决定采用树莓派作为监控方面的主要硬件。其步骤如下:

1) 将树莓派通过无线网卡连接到家庭的无线网中,采用 putty 进行无显示器的操作树莓派,为树莓派安装 fswebcam,实现 USB 摄像头拍照功能;

2) 登陆 Yeelink 平台,添加一个图像监控的设备,获得设备的 URL;

3) 创建上传图片的脚本文件到树莓派并在文件中添加树莓派的硬件驱动程序,然后保存退出,增加脚本的可执行权限,运行树莓派就可以每隔一段时间上传图片;

4) 在 Raspberry Pi 上连接一个小电机,通过烧录程序对电机的转向进行控制,也就可以对摄像头的角度进行改变,从而进行多角度的环境观察。

登陆到网站,或者手机客户端就可以查看相应的图像,实现长时间的监控,由于树莓派的功率很低,不耗电,因此可以长时间地运行。这里选取了一部分 USB 摄像头监控到的图片,如图 7 所示。

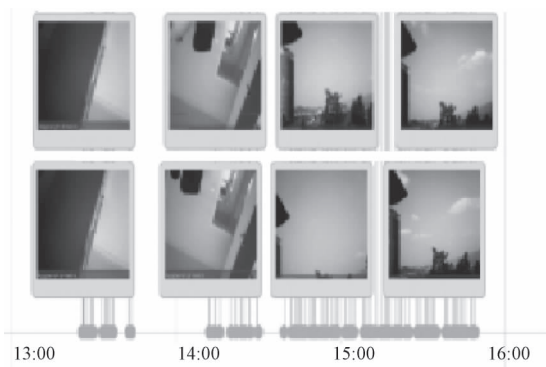


图 7 监控图像

Fig. 7 Monitoring image

4.3 电器设备的控制

通过上述的操作,可以获得所需环境数据。为了进一步利用系统,需要对系统的一些设备进行控制,

课题组使用 Arduino 和 Raspberry Pi 进行交互操作。下面以控制系统的照明灯作为个例。

将照明灯所使用的电源排插连接继电器,再把继电器连接到 Arduino 上,通过 Arduino 对电源排插的信号控制,进而控制电源的开和关,实现一种以弱电控制强电的方法。

通过手机或者电脑终端进行开关的信号发送,进而进行设备的控制。整个完整的系统可以通过手机客户端上进行管理,如图 8 所示。



图 8 手机客户端示意图

Fig. 8 Mobile client schematic

5 结语

利用开源硬件在 Yeelink 物联网云平台搭建家庭远程管理系统,将大量的传感器节点分布在家庭的各处,通过传感器采集信息,如果家庭发生问题,可以准确地定位位置,同时也可以更好地了解家庭环境的信息,有助于在远程进行查看和管理。

本次系统的搭建,大量使用自动化、智能化远程控制设备,系统可以应用于许多需要大量人力监控的场地,代替人力去搜集数据并进行远程管理,降低了成本,提高了工作效率,这就是远程系统的价值所在。

该系统不足之处主要有:在大范围的场地内,通信信号会因为场地的增大而逐渐减弱;由于通信的主要网络层是无线网络,对于网络的安全还需要加强,如果网络的信号在后台被攻击,可能导致整个系统崩溃以及用户失去控制权而造成不可以预计的后果;网络收集的大量数据存储在云服务器上,可

以方便不同用户分享计算资源,但它也带了数据泄露的风险。

参考文献:

- [1] 玉汝林. 物联网基础与应用[M]. 北京: 北京大学出版社, 2011: 12-15.
YU Rulin. Internet of Things Fundamentals and Applications [M]. Beijing: Peking University Press, 2011: 12-15.
- [2] PUJOLLE G. An Autonomic Oriented Architecture for the Internet of Things[C]//IEEE 2006 International Symposium on Modern Computing. Sofia: IEEE, 2006, 163-168.
- [3] Arduino. Arduino[EB/OL]. [2015-2-15]. <http://arduino.org>.
- [4] 崔才豪, 张玉华, 杨树财. 利用 Arduino 控制板的光引导运动小车设计[J]. 自动化仪表, 2011, 32(9): 5-7.
CUI Caihao, ZHANG Yuhua, YANG Shucui. Design of the Light-Guided Car by Using Arduino Control Board[J]. Process Automation Instrumentation, 2011, 32(9): 5-7.
- [5] 袁本华, 董 铮. 基于 Arduino 控制板的温室大棚测温系统设计[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(8): 5049-5050.
YUAN Benhua, DONG Zheng. Design of the Temperature Measurement System Based on Arduino Board[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2012, 40(8): 5049-5050.
- [6] Yeelink: Yeelink BBS[EB/OL]. [2015-3-23]. <http://bbs.yeelink.net/forum.php?mod=viewthread&tid=173&page=1&extra=#pid685>.
- [7] 温江涛, 张 煜. 物联网智能家居平台 DIY: Arduino+物联网云平台+手机+微信[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 23-30.
WEN Jiangtao, ZHANG Yi. Internet of Things Smart Home Platform DIY: Arduino + Internet of Things Cloud Platform + Phone + Micro Letter[M]. Beijing: Science Press, 2014: 23-30.
- [8] 王江伟, 江 青. 玩转树莓派 Raspberry Pi[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013: 35-45.
WANG Jiangwei, JIANG Qing. Fun Raspberry Pi[M]. Beijing: Beihang University Press, 2013: 35-45.
- [9] Yeelink. 物联网云平台 Yeelink[EB/OL]. [2014-12-14]. <http://www.yeelink.net/>.
Yeelink. Internet of Things Cloud Platform Yeelink[EB/OL]. [2014-12-14]. <http://www.yeelink.net/>.

(责任编辑: 申 剑)

(上接第 51 页)

- ZHANG Bin, LI Shengqing, XU Tianjun, et al. A New Grid-Connected Control Scheme of Solar Inverter[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2014, 28(3): 52-55.
- [6] 将荣华, 肖顺珍. 硅基太阳能电池与材料[J]. 新材料产业, 2003, 116(7): 8-13.
JIANG Ronghua, XIAO Shunzhen. Silica-Based Solar Cells and Materials[J]. Advanced Materials Industry, 2003, 116(7): 8-13.
- [7] 罗春明, 何 伟, 周 柯. 晶硅太阳能电池薄膜材料现状及发展趋势[J]. 绝缘材料, 2012, 45(3): 29-33.
LUO Chunming, HE Wei, ZHOU Ke. Situation and Development Trend of Crystalline Silicon Solar Cell Film Materials[J]. Insulating Materials, 2012, 45(3): 29-33.
- [8] NIE Libo, YANG Yun, LI Song, et al. QCM Detection of Oligonucleotide by Quiescent Mode and Flowing Mode [J]. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 2007, 7(8): 2927-2929.
- [9] 赵增宝, 刘福田, 吴翠珍, 等. 氮化硅对注凝成型熔融石英陶瓷性能影响的研究[J]. 硅酸盐通报, 2010, 29(5): 1145-1148.
ZHAO Zengbao, LIU Futian, WU Cuizhen, et al. Effects of Si_3N_4 on the Fused Silica Ceramics by Gel-Casting[J]. Bulletin of the Chinese Ceramic Society, 2010, 29(5): 1145-1148.
- [10] 陈 宏, 穆柏春, 李 辉, 等. 碳热还原氮化制备氮化硅粉体反应条件研究[J]. 粉末冶金技术, 2010, 28(1): 43-47.
CHEN Hong, MU Baichun, LI Hui, et al. Study of Preparation Conditions of Si_3N_4 Powders by Carbothermal Reduction[J]. Powder Metallurgy Technology, 2010, 28(1): 43-47.
- [11] 张晓艳. 熔融石英坩埚的制备及其析晶行为研究[D]. 天津: 天津大学, 2013.
ZHANG Xiaoyan. Preparation of Silica Crucible and the Research on the Crystallization Behavior[D]. Tianjin: Tianjin University, 2013.
- [12] 代建清, 黄 勇, 谢志鹏, 等. 氮化硅粉末的傅里叶变换红外光谱研究[J]. 光谱实验室, 2001, 18(1): 79-82.
DAI Jianqing, HUANG Yong, XIE Zhipeng, et al. FTIR Study of Si_3N_4 Powder[J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2001, 18(1): 79-82.

(责任编辑: 申 剑)