

部队远程会诊车多发故障排除技术研究

周建华

(济南军区总医院信息科, 济南 250031)

摘要: 传统排除技术受到天气和静电干扰影响, 导致排查精准度较低; 为了从根本上排除故障, 提出了基于 Agent 部队远程会诊车多发故障排除技术研究; 绘制信号特征关系图, 获取合乎逻辑故障信息; 以该信息为基础, 设计多发故障排除流程, 将流程中异常与正常信息特征进行对比, 依据对比结果设立异常信息警告等级表; 根据该表可在不受到天气因素影响下, 准确获取故障程度, 通过 Agent 反应结构图, 建立多发故障排除指标, 改善静电干扰的影响; 构建故障排除模型, 可确定故障发生点, 进而实现故障的准确排除; 由实验结果可知, 该技术最高排除精准度可达到 90%, 使受伤人员能够在最佳时间内得到救治。

关键词: 远程会诊车; 多发故障; 排除; 合乎逻辑; 异常信息; 救治

Research on Multiple Troubleshooting Technology for Army Telemedicine Vehicle

Zhou Jianhua

(Information Department of General Hospital of Jinan Military Area, Ji'nan 250031, China)

Abstract: Traditional exclusion technology is affected by weather and static electricity, resulting in low accuracy of troubleshooting. In order to fundamentally eliminate faults, a multi-issue troubleshooting technology based on Agent troops remote diagnostic vehicles was proposed. Draw signal feature diagrams to obtain logical fault information. Based on this information, multiple troubleshooting processes are designed to compare the anomalies in the process with normal information characteristics, and an exception information warning level table is established based on the comparison results. According to the table, the degree of failure can be accurately obtained without being affected by the weather. Through the Agent reaction structure diagram, multiple troubleshooting indicators are established to improve the effect of static electricity. Build a troubleshooting model to determine the point where the failure occurred and then eliminate the problem. According to the experimental results, the highest accuracy of this technology can be eliminated by 90%, so that the injured can be treated in the best time.

Keywords: remote consultation vehicle; multiple failures; exclusion; logic; abnormal information; treatment

0 引言

近年来自然灾害频繁发生, 我国受到自然灾害而死亡的人数高达 10 万人, 经济损失更是达到了 2.5 万亿元左右, 这期间免不了部队人员的伤亡, 为了减少该现象的发生, 使用部队远程医疗会诊车对受伤人员进行紧急救治。远程医疗会诊车主要负责对应急条件下的视频、图像和音频进行智能传输, 为受伤较为严重的人员进行早期治疗, 为远程专家会诊提供支持, 并为远程会诊提供支援平台^[1]。专家虽然能够利用会诊车对受伤人员进行救治, 但是常常因为车辆出现多发故障, 导致受伤人员不能被紧急治疗, 耽误了最佳治疗时间, 为此应及时对部队远程会诊车出现的故障进行排除。会诊车出现故障的主要原因有: 天线无法展开、GPS 无法定位、信号质量差, 其中天线无法展开

是由抛物面天线无法正常展开造成的, GPS 无法定位是由天线寻址时间超长造成的, 而信号质量差是由天线定位完毕后, 信号强度增加而信号质量下降造成的^[2]。采用传统排除技术受到天气和静电问题影响, 导致排查效果较差, 为此, 采用基于 Agent 技术对部队远程会诊车多发故障进行排除。

1 基于 Agent 多发故障排除技术研究

针对传统采用的容错排除技术存在排除效果差的问题, 设计了故障排除方案, 从根本上彻底铲除多发故障。多发故障排除方案设计的思路为: 从会诊车出现故障信号特征出发, 定义错误信息和有效信息两者的关系, 采取 Agent 排除方案, 将故障信息排查出来^[3]。Agent 具有良好自治性和协作性, 能够适用于大数据库的故障排除, 通过该技术可有效完成故障排除工作, 对会诊车出现的故障隐患进行诊断。

1.1 多发故障信号特征提取

由于网络技术带动了信息流快速发展, 会诊车中所有

收稿日期: 2018-04-16; 修回日期: 2018-05-15。

作者简介: 周建华(1983-), 男, 山东省青岛人, 本科, 技师, 主要从事远程医学、计算机维修、网络等方向的研究。

病人信息以及车辆活动信息都是通过信息流传输的，无论出现哪种信息流，其实质上就是信号，既然是信号，就一定具备形状、大小和强弱方面的特征，利用该特征来描述会诊车产生的多发故障^[4]。

会诊车天线无法展开主要是因为卫星设备在恶劣天气下进行了长时间的工作，并在工作后没有及时对天线进行清理，造成抛物面天线连接生锈；GPS 无法定位主要是因为 GPS 信号出现水膜，导致信号变得极为微弱，而且不稳定，该故障多发生于春、夏季的清晨时分，GPS 信号水膜出现次数较多；信号质量差主要是因为天线指向方向具有高大且不易穿透的物体，导致信号定位不准确，卫星参数设置不正常^[5]。从故障信息特征角度出发，对出现故障信号和正常信号之间的关系，利用示意图来表示，如图 1 所示。

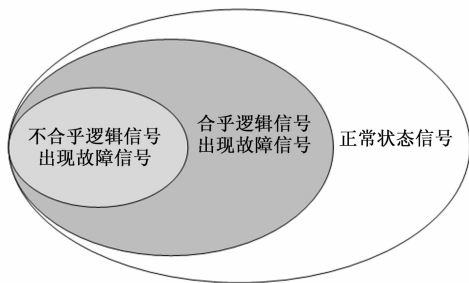


图 1 信号特征关系示意图

根据图 1 可知：信号特征关系是由故障信号和正常信号组成的，其中故障信号包括合乎逻辑和合乎逻辑两种^[6]。设 I 为信号全集； A 为正常状态下信号； B 为故障出现的信号； B_1 为合乎逻辑信号； B_2 为不合乎逻辑信号，其间的关系如下所示：

$$I = A \cup B \text{ 和 } B = B_1 \cup B_2 \quad (1)$$

也就是：

$$I = A \cup B_1 \cup B_2 \quad (2)$$

变换即为：

$$B_2 = I - A - B_1 \quad (3)$$

通过 Agent 之间通讯，并结合公式 (3) 可知：故障是信号特征集合中的非正常信息流，而且是不合乎逻辑部分的集合 B_2 。

1.2 故障排除流程设计

多发故障排除方案流程设计如图 2 所示。

由图 2 可知：从信息流中找到异常状态信息，并与正常信息进行对比，将超出常态标准的信息视为故障信息，其中故障信息不一定就是错误信息，而不合乎逻辑的才是错误信息，为此需对该信息进行诊断。将数据与信息预处理结果传输到故障诊断过程中，对异常信息发出警告，并进行反向推理，获取与故障发生位置相关的具体信息^[7]。通过 Agent 之间协作，将故障信息进行等级划分，并使用不同颜色作为警告标志，不受到天气因素影响，准确获取

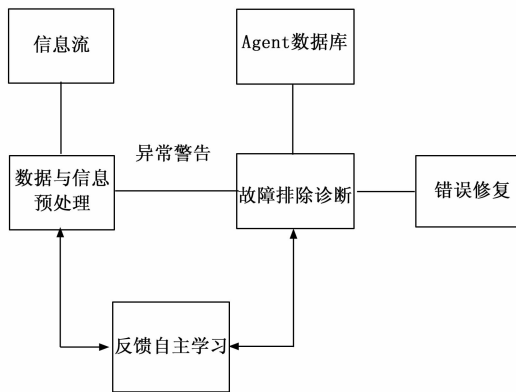


图 2 故障排除流程图

会诊车故障程度，具体异常信息警告等级划分如表 1 所示。

表 1 异常信息警告级别表

故障原因	警告等级	具体描述	显示颜色
天线无法展开	3	一次警告	灰色
	2	次要警告	黄色
	1	严重警告	红色
GPS 无法定位	3	一次警告	灰色
	2	次要警告	黄色
	1	严重警告	红色
信号质量差	3	一次警告	灰色
	2	次要警告	黄色
	1	严重警告	红色

根据上述异常信息警告等级的划分，可将警告信息采集的结果存储到数据层中，该数据层包括会诊车基本设备参数、信息以及网络运行状态等。采用主动轮询采集方法，获取会诊车所有设备零件的性能参数，并设定阈值^[8]。如果阈值较大，那么可生成相应故障信息；反之，如果阈值较小，那么相对较低等级的报警信息就会将此条故障信息掩盖。

1.3 排除技术的实现

由上述设计流程，可实现会诊车的故障排除。当 Agent 在会诊车行驶过程中工作时，使用的确定主体目标 BDI 模型受到时间限制，在搜索故障位置时，随着外界变化，搜索位置也发生了改变，造成故障位置的“过时”搜索^[9]。因此，在实际动态环境中，使用基于动态模型的 Agent 技术来实现多发故障的排除。如图 3 所示，给出了具体的 Agent 反应结构图。

根据图 3 中各个规则动作之间的联系，将感知信号与动作行为连接起来，当前动态环境与排除动作为 Agent 排除技术的内部决策结构，而条件一动作规则为多发故障排除所需的背景信息，根据表 1 中的异常信息警告级别建立多发故障排除指标，并构建故障模型，实现对部队远程会诊车多发故障的合理排除。

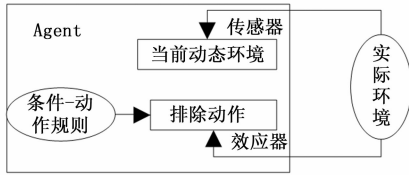


图 3 Agent 反应结构图

1.3.1 多发故障排除指标

在 Agent 反应结构框图下构建的多发故障排除指标包括：天线无法展开、GPS 无法定位、信号质量差。根据该指标建立的故障排除体系具体内容有：及时对天线进行清理、手动处理 GPS 天线水膜、调整天线位置。其中及时对天线进行清理可适时将抛物面天线连接处的同轴螺钉拧松，并在该处添加润滑油；手动处理 GPS 天线水膜可及时清除天线积水，并根据卫星位置进行手动调整；调整天线位置可移动会诊车辆，使车辆远离高大建筑物，调整天线方位，正确设置卫星参数。传统部队远程会诊车多发故障排除技术都是在单一环境下对某一个信号特征进行构建的，而采用 Agent 排除技术是在不会受到静电干扰的动态环境下，综合不同故障排除指标展开研究的。

从故障发生概率和故障发生损失两方面进行相关指标体系的构建，可充分体现部队远程会诊车多发故障发生的可能性，也可权衡故障的发生给社会经济所带来的损失，具体指标体系的建立如图 4 所示。

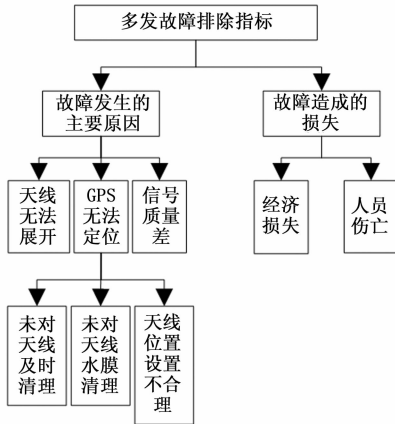


图 4 多发故障排除指标体系

1.3.2 构建故障排除模型

根据上述建立的指标体系构建故障排除模型，在远程环境下，对会诊车多发故障进行分析目的就是为了排除故障对会诊车的影响。针对多发故障造成的会诊车无法对伤员进行紧急救治，设计了故障模型，其中包括故障发生的概率和经济损失概率，故障造成的所有损失就是这两种概率的乘积，即为多发故障损失模型：

$$S = f(p_1 \times p_2) \tag{4}$$

由公式 (4) 可知：S 为远程会诊车出现故障所造成的损失。

f 为故障信息流信号特征的模型函数，根据公式 (3) 可知，排除掉不合乎逻辑的 B_2 。

p_1 为故障发生的概率，如果会诊车出现 n 个故障发生点，那么各个发生点出现故障的概率依次为 p'_1, p'_2, \dots, p'_n ，各个故障点所发生的概率主要是由部队远程会诊车中的组件性能所决定的。

p_2 为经济损失概率，该故障损失主要是由会诊车故障所造成的经济损失和伤亡人员所造成的人身安全损失这两部分组成的。

根据该故障排除模型，可准确获取故障所造成全部损失，通过损失可确定故障发生点，由此设计实现方案。

1.3.3 实现方案

Agent 数据库要处理的信号特征是具有混沌状态的特征，其中包含不合乎逻辑的错误信息，为此，需先对信息流进行划分。采用常态特征标准，根据图 2 设计的反馈自主学习抓住混沌信号特征中的不合乎逻辑错误信息，形成动态的常规标准特征。该特征是一段时间内故障排除允许误差范围的若干信息值，具有动态变化属性，将此信息值作为判断异常信息的依据。将信息流与此信息值相比，如果超出允许误差的 1%，那么将信息归纳到故障信息，会诊车出现了多发故障。将挑选出来的故障信息进行逻辑诊断，如果为合乎逻辑的正常信息，就需让其返回到主流数据中；如果为不合乎逻辑的错误信息，就需对其进行错误修复，同时，该错误信息需进行自主学习，改善错误序列，变成正常序列补充到 Agent 数据库之中。该种学习方式，促使整个逻辑诊断都处于一个封闭状态，不会受到天气和静电问题的影响。

设置 AgentT 为正常状态下的任务结束标识，AgentF 为异常状态下的任务结束标识。AgentT 是对采集的信息进行统计，分析该信息在某个时间段内出现的概率，计算出最高概率信息为中心的频带范围内所有信息的平均值，将该平均值作为下一个时间段内的 AgentF 常态标准。AgentF 在这个时间段内，利用 AgentT 输出的常态标准对信号特征进行划分，并提取出与之相关的故障信息，完成对部队远程会诊车多发故障的排除工作。

针对部队远程会诊车多发故障排除技术的研究，首先分析了多发故障出现的信号特征，并绘制示意图，将故障信号包括的合乎逻辑和合乎逻辑信号挑选出来，利用关系式剔除不合乎逻辑部分的集合。然后设计多发故障排除方案流程，从信息流中找到合乎逻辑的异常状态信息，并与正常信息进行对比，根据对比结果设立了异常信息警告等级表，根据该等级表可准确获取故障程度。最后通过 Agent 反应结构图，建立多发故障排除指标，并构建故障模型，实现对部队远程会诊车多发故障的合理排除。

2 验证分析

通过构建实验环境对部队远程会诊车多发故障排除技术研究的有效性进行实验验证。

2.1 实验环境

实验平台的搭建选择某家公司由混合式交换机组成的平台，并选择某部队的远程会诊车，通过实时发送信息流进行实验模拟；在实验平台内安装控制器，监控并转发混合式交换机的全部数据；采用 24 寸显示屏显示故障发生位置，通过该显示屏对故障进行排除。

2.2 实验结果与分析

采用的 Agent 排除技术不会受到天气和静电问题的影响，依然具有较高的排除精准度。为了验证这两点，进行了对比实验，如下所示：

2.2.1 天气问题

由于远程会诊车需要在恶劣天气下进行会诊，车辆的各个性能会受到一定程度的影响。尤其是在救灾工作中，长时间处于高温天气或低温天气都会造成箱体无法正常运转，导致会诊工作无法正常进行，为此，需在该条件下对出现的故障排除问题进行研究。采用传统排除技术受到天气影响，无法准确获取排除信息，导致排除精准度下降；而采用 Agent 排除技术是在一个封闭状态下实施的技术，不会受到天气影响，能够准确获取排除信息。为了验证该点，将两种排除技术进行对比，结果如图 5 所示。

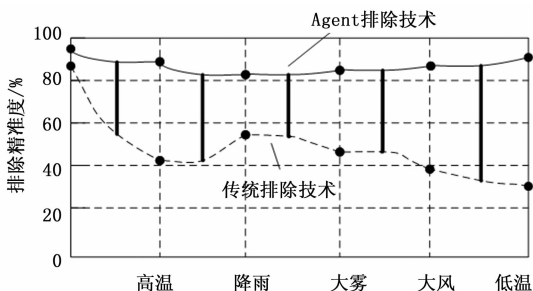


图 5 两种技术在天气影响下排除精准度对比结果

由图 5 可知：两种排除技术精准度在正常情况下都可达到 80% 以上，处于高温天气下传统技术多发故障排除精准度可达到 41%，而基于 Agent 技术多发故障排除精准度可达到 85%，两者相差 44%；处于降雨天气下传统技术多发故障排除精准度可达到 59%，而基于 Agent 技术多发故障排除精准度可达到 81%，两者相差 22%；处于大雾天气下传统技术多发故障排除精准度可达到 56%，而基于 Agent 技术多发故障排除精准度可达到 82%，两者相差 26%；处于大风天气下传统技术多发故障排除精准度可达到 40%，而基于 Agent 技术的多发故障排除精准度可达到 83%，两者相差 43%；处于低温天气下传统技术多发故障排除精准度可达到 38%，而基于 Agent 技术的多发故障排除精准度可达到 85%，两者相差 47%。由此可知，当会诊车处于低温天气下，两种技术排除精准度相差最大。传统技术在恶劣天气下，排除精准度受到较大影响，始终没有超过 60%，且当会诊车处于低温天气下，传统技术排除精准度达到了最低；而基于 Agent 技术的多发故障排除精准度并没有受到较大影响，当会诊车处于降雨天气下，排除精准度达到

了最低，但也高于 80%。

综上所述，采用 Agent 排除技术是在一个封闭状态下实施的技术，不会受到天气影响，能够准确获取排除信息，为会诊车多发故障排除提供有效支持。

2.2.2 静电问题

由于部队远程会诊车需要在不同地区进行支援会诊，长时间在车内工作，会诊人员的身体会带有或多或少的静电。如果静电对精密设备或者会诊人员健康带来危害，那么将会导致会诊工作无法正常进行，为此，需在该条件下对出现的故障排除问题进行研究。采用传统排除技术受到静电问题影响，使精密设备受到静电干扰，无法准确获取故障信息，造成排除精准度下降；而采用 Agent 排除技术是在一个封闭状态下实施的技术，不会受到静电问题的影响，能够准确获取排除信息。为了验证该点，将两种排除技术进行对比，结果如图 6 所示。

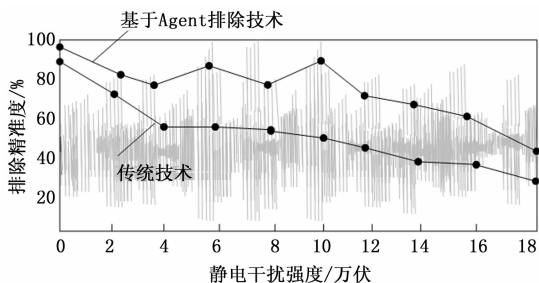


图 6 两种技术在静电问题影响下排除精准度对比结果

由图 6 可知：两种排除技术精准度在正常情况下都可达到 80% 以上，当静电干扰强度增加到 2 万伏时，传统技术排除精准度与基于 Agent 技术排除精准度都下降，分别达到 78% 和 80%。随着静电干扰强度增加，两种技术排除精准度呈折线形式下降，但基于 Agent 技术呈现上下波动趋势，最终降为 38% 和 50%。由于在实际状态下，人们能够承受的静电最高可达到 12 万伏，为此，在该条件下采用 Agent 技术能够使排除精准度最低达到 75%。由此可知，在实际生活中，静电干扰对传统排除技术影响较大。

综上所述，采用 Agent 排除技术是在一个封闭状态下实施的技术，不会受到静电干扰问题的影响，能够准确获取排除信息，为会诊车多发故障排除提供有效支持。

2.3 实验结论

根据上述实验内容，可得出实验结论：

采用 Agent 排除技术是在一个封闭状态下实施的技术，不会受到天气和静电干扰问题的影响，能够准确获取排除信息，为会诊车多发故障排除提供有效支持。采用该技术使排除精准度最高达到 90%，最低也可达到 75%。结合上述内容可知，采用 Agent 技术对部队远程会诊车多发故障排除研究是具有合理性的。

3 结束语

国内外对于会诊车多发故障的研究主要集中在故障发生前后恢复的技术上，通过研究发现，这种技术在对故障

处理前后,容易受到天气和静电干扰问题的影响,导致故障排除精度较低,无法从根本上消除故障,为此,提出了基于 Agent 技术对会诊车多发故障进行排除。该课题的研究可从信号根本特征出发,分析故障特点,将故障有效和无效信息分离,结合 Agent 自适应特点产生特征标准,根据该标准排除故障。虽然该课题研究故障排除关键技术具有重要应用价值,但是相对于异常信息的逻辑诊断还需进一步完善。

参考文献:

- [1] 迟洪鹏,龚兵,王明钊,等. 地下矿用智能炸药装车车关键技术研究 [J]. 中国矿业, 2017, 26 (S2): 423-427.
- [2] 颜晓星,车明,高小娟. 基于北斗卫星的可靠远程通信系统设计 [J]. 计算机工程, 2017, 43 (3): 62-68.
- [3] 董天舒,张梅奎. 医院预约挂号模式在远程会诊调度环节的运用与思考 [J]. 中国医院管理, 2017, 37 (1): 40

(上接第 7 页)

- [3] Toavs D, Olson M. Fieldbus. advanced technologies reduce Alaska development costs [J]. OIL GAS J, 96 (50), 1998, 67.
- [4] Richard Pigginn, Ken Young, Richard McLaughlin. The current fieldbus standards situation—a European view [J]. Assembly Automation, 1999, 19 (4).
- [5] Sunit Kumar Sen. Fieldbus and Networking in Process Automation [M]. CRC Press; 2017-12-21.
- [6] 张 镡. 基于 PROFIBUS—DP 现场总线的锅炉水温控制研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2008.
- [7] 余贞金. 基于 CC—LINK 现场总线的 PLC 控制系统研究与设计 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2010.
- [8] Industrial Communication Market worth 130. 33 Billion USD by 2022 [J]. M2 Presswire, 2016.
- [9] 赵 芳. 现场总线技术的现状与发展趋势 [J]. 电器工业, 2007 (11): 22-25.
- [10] Sunit Kumar Sen. Fieldbus and Networking in Process Automation [M]. CRC Press; 2017-12-21.
- [11] 中国传动网. 2017 中国工业现场总线市场研究报告 [EB/OL]. <http://www.chuandong.com/report/report.aspx?id=167>. 2017-08-09.
- [12] 国际工业自动化网. 中国现场总线运用与世界同步 [EB/OL]. <http://www.iianews.com/ca/01-ABC000000000116070.html>, 2009.
- [13] Aristova N I. Ethernet in industrial automation: Overcoming obstacles [J]. Automation and Remote Control, 2016, 77 (5).
- [14] 王 昆. 交换式工业以太网实时性研究 [D]. 桂林: 桂林电子科技大学, 2010.
- [15] 天舟一号采用了哪些国产核心元器件. http://www.sohu.com/a/136482195_468626 [EB/OL]. 2017.

- 41.

- [4] 贾宇飞,赵新俊,赵俊严,等. 特种车辆乘员座舱虚拟现实仿真系统研究 [J]. 系统仿真学报, 2018, 23 (1): 132-138.
- [5] 龙 羿,肖剑锋,侯兴哲,等. 基于声波通信技术的电动车分时租赁车载终端研制 [J]. 电测与仪表, 2017, 54 (20): 122-128.
- [6] 刘 鑫,贾云献,张英波,等. 强噪声背景下的柴油机失火故障诊断 [J]. 车用发动机, 2017, 18 (4): 16-21.
- [7] 沉 舟,车 易. 俄罗斯为图—160M2 远程轰炸机配备新型远程巡航导弹 [J]. 飞航导弹, 2017, 19 (3): 1-3.
- [8] 马 乾,王 荔,沈学勇,等. 以发作性运动诱发的运动障碍起病的多发性硬化一例 [J]. 中华医学杂志, 2017, 97 (26): 11-21.
- [9] 田 军,崔 贺. 基于 GMPLS 光网络的分布式多层故障定位方法 [J]. 电子设计工程, 2017, 20 (13): 89-92.
- [16] 吕良庆,潘俊涛,叶 壮,等. 1553B 总线控制器软件在实践 5 号卫星上的应用 [A]. 中国空间科学学会空间探测专业委员会第十二次学术会议 [C]. 1999.
- [17] 孙文福,滕万庆,王芝秋,等. DeviceNet 现场总线在船舶机舱自动化中的应用 [J]. 低压电器, 2005 (11): 33-36.
- [18] 侯世良. CRH2 列车通信网络软件仿真的研究与实现 [D]. 成都: 南交通大学, 2012.
- [19] 郭超勇. 高速动车组列车网络控制若干问题研究 [D]. 成都: 北京交通大学, 2012.
- [20] 王 颀,王 平,张 杰. 实时工业以太网 EPA 网络控制系统平台研究 [J]. 系统仿真学报, 2009, 21 (8): 2292-2298.
- [21] Richard Zurawski. Industrial Communication Technology Handbook, Second Edition [Z]. ISA Group, San Francisco, California, USA. 17-15.
- [22] 肖 明. 现场总线 NCUC—Bus 的技术特点与应用情况 [J]. 世界制造技术与装备市场, 2012 (2): 105-106.
- [23] 宋 宝,陈 灏,唐小琦. 现场总线 NCUC—Bus 的技术特点与应用 [J]. 金属加工 (冷加工), 2012 (8): 58-61.
- [24] 陈晓涛,宋 师,李建华,等. GSK—Link—PA 总线技术的研究与应用 [J]. 机电工程技术, 2013, 42 (6): 51-57.
- [25] Michael Chui, James Manyika, and Mehdi Miremadi. Where machines could replace humans—and where they can't (yet) [Z]. McKinsey Quarterly. 2016.
- [26] Putmanmedia. Control Protocol Survey [Z]. Advertising Supplement to Control. 2016.
- [27] 刘曙光. 现场总线技术的进展与展望 [J]. 自动化与仪表, 2000 (3): 3-8.