

文章编号: 1005-8451 (2012) 10-0026-04

# 临时限速服务器自动测试平台的研究与实现

郭伟, 开祥宝, 李士祥, 郑长宗

(中国铁道科学研究院 通信信号研究所, 北京 100081)

**摘要:** 临时限速服务器是高速铁路列车运行控制系统的重要组成部分, 本文采用了测试用例与测试数据相互独立的自动测试方法, 搭建了非侵入式闭环的自动测试平台, 采用边界值分析和等价类划分的方法, 直接读取列控数据表实现测试数据的自动生成。

**关键词:** 临时限速服务器; 数据驱动; 自动测试; 测试数据

**中图分类号:** U284.482 **文献标识码:** A

## Research and implementation on automatic testing platform of temporary speed restriction server

GUO Wei, KAI Xiang-bao, LI Shi-xiang, ZHENG Chang-zong

(Communication and Signaling Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Temporary speed restriction server was an important part of Train Control System for high speed railway. This paper use an automatic test method, in which the test case and test data were separated, and non-intrusive closed-loop automatic testing platform of temporary speed restriction server was implemented. The method of boundary value analysis and equivalence class was used to read the data sheet of train control directly and generate the test data automatically.

**Key words:** temporary speed restriction server; data-driving; automatic testing; test data

随着我国高速铁路的快速发展, 列车运行控制系统(CTCS)被广泛使用。临时限速服务器(TSRs)是CTCS-2级和CTCS-3级列控系统的重要组成部分。在线路施工或遭受自然灾害等情况时, 通过设置临时限速命令限制列车运行速度, 确保列车安全运行。TSRS是确保列车安全运行的关键设备之一。测试是产品质量、安全保障的重要手段, 规范、严格的测试可减少系统的缺陷。本文针对TSRS的自动测试平台的搭建和自动测试方法的选择进行了研究, 并对搭建的自动测试平台进行了验证。

### 1 临时限速服务器概述

临时限速服务器(TSRs)主要完成对临时限速命令的存储、校验、删除、拆分、设置和取消功

能。调度员在调度中心调度集中(CTC)终端上设置临时限速命令, 通过CTC下达给TSRS, 由TSRS下达给车站列车中心(TCC)和无线闭塞中心(RBC), 然后上传给列车车载设备。

#### 1.1 TSRS系统构成

CTCS-3级列控系统中, TSRS与CTC、TCC、RBC等设备的连接关系如图1。

CTC与TSRS通过专用数字通道连接, 采用RSSP-II型安全协议。TSRS与TCC和RBC通过安全数据通信网连接, 分别采用RSSP-I型和RSSP-II型安全协议。CTC向TSRS发送临时限速的操作命令, 并实现对TSRS的线路初始化操作。TSRS完成对限速命令的存储、校验、拆分后下达至相关TCC和RBC, 并管理临时限速命令的执行历史记录。TCC、RBC接收到临时限速命令后, 分别传至有源应答器和车载设备。

#### 1.2 TSRS系统测试

TSRS系统测试主要采用人工测试, 由测试人

收稿日期: 2012-03-16

作者简介: 郭伟, 在读硕士研究生; 开祥宝, 研究员。

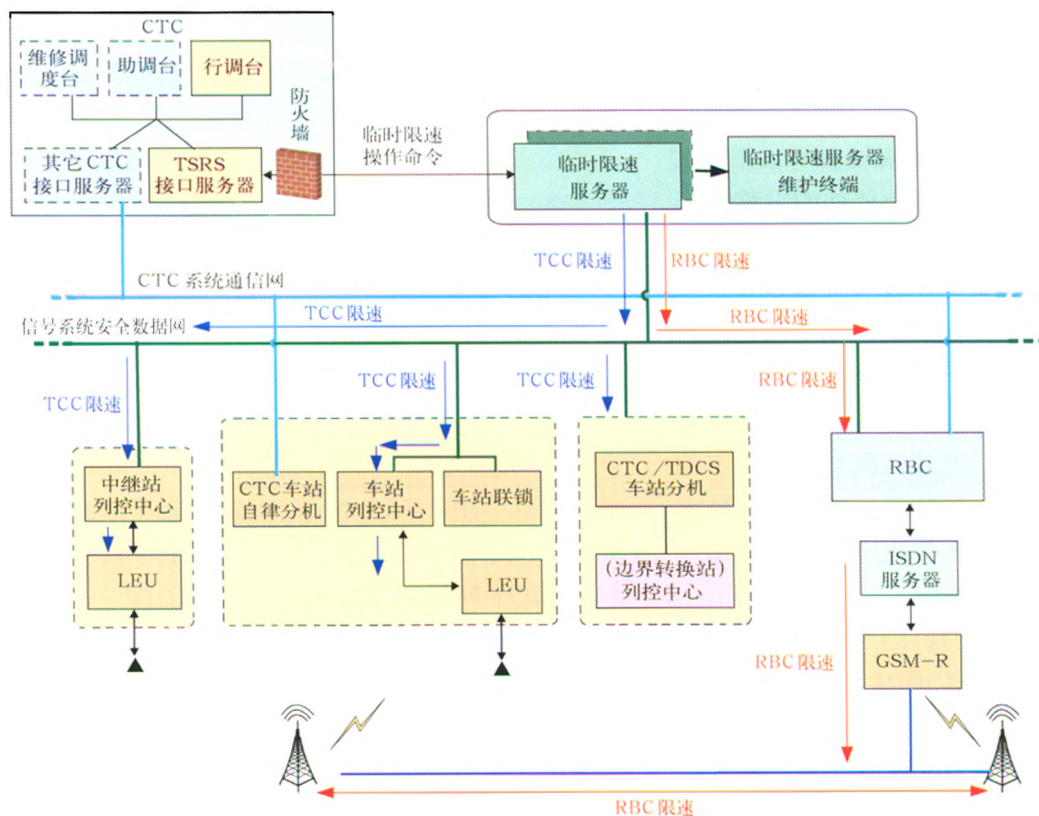


图1 TPRS系统连接图

员按照测试案例文档描述，在CTC终端上通过手工操作，向TPRS发送限速命令的方式实现。TPRS某些功能需要设置大量的限速反复测试，测试人员将各设备执行情况与测试案例期望结果进行对比，得出并记录测试结果。人工测试劳动强度高、测试周期长、测试效率低，而且受列控数据修改影响较大，已无法适应现阶段临时限速服务器的开发及工程应用。

因此，对TPRS自动化测试的研究十分必要。TPRS的自动化测试通过由计算机技术开发的自动化测试工具自动生成测试序列，通过仿真设备自动向TPRS发送限速命令，然后收集相应的反馈信息，与测试序列中的期望结果进行对比，自动得出并记录测试结果。与人工测试相比，TPRS的自动化测试具有能够缩短测试周期、提高测试效率、节省人力、降低成本、增加测试的稳定性和可靠性等优点。

TPRS自动化测试平台，主要实现TPRS限速拆分功能和应答器单方向管辖范围内只允许3处限速功能自动化测试，该类型功能需要大量数据反复测试且占据TPRS整个系统测试的70%左右的工作量。可见，实现TPRS自动化测试能够有效

提高测试效率。

## 2 自动化测试的实现

### 2.1 自动化测试平台构成

TPRS自动化测试平台以软件测试的黑箱模型为基础，主要进行TPRS系统功能测试和数据验证。TPRS作为一个单独的测试对象与周围的仿真环境组成了一个非侵入式的闭环测试系统，该测试结构不对被测系统的软

件及硬件进行修改，保证被测系统在测试及现场应用中具有相同的软件及硬件结构。结构如图2。

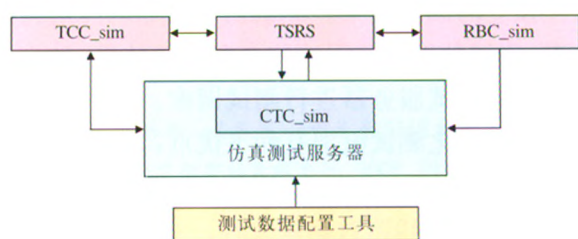


图2 TPRS自动测试平台结构图

TPRS自动化测试平台主要组成部分：

(1) 测试数据配置工具。配置工具根据列控数据表，融合边界值分析和等价类的方法自动生成测试用数据。

(2) 仿真测试环境，包括：仿真CTC、仿真TCC和仿真RBC。仿真TCC可接收仿真测试服务器发送的仿真状态信息，实时改变轨道区段状态和区间运行方向，从而实现区间故障状态的模拟和测试。

(3) 仿真测试服务器。作为整个测试过程的驱动引擎，仿真测试服务器依据测试序列向被测TPRS和仿真TCC分别发送相应的操作命令

和仿真状态信息,然后收集相应的反馈信息,自动判定并显示测试结果,测试结束后生成测试报告。

(4) 被测TSRS。与对外仿真设备均采用真实接口协议,保证被测设备硬件和软件的完整性。

## 2.2 自动测试技术

自动化测试框架技术的出现大大减少了自动测试实现和维护的成本,使测试人员可以把精力集中在测试用例的设计而不是复杂测试脚本的开发。数据驱动的测试框架技术是从数据文件中读取输入和期望输出数值,并载入到自动或手工编制的测试脚本变量中的一种技术。该种测试技术用变量代替测试脚本中具体的测试数据,并将变量的具体数据存在数据文件中。

TSRS 系统功能测试的特点:

- (1) 系统功能比较确定,测试流程有固定性;
- (2) 系统涉及大量线路数据,而这些数据通常会随着现场施工和试验进行多次修改,所以测试数据具有多变性;
- (3) 系统的某些功能,需要大量测试数据反复测试,如TSRS的拆分功能。

基于数据驱动的自动化测试思想,结合TSRS系统测试的特点,提出一种测试用例和测试数据相互独立的测试框架。测试用例顺序地描述测试过程。测试数据描述限速信息和期望结果。独立开发的仿真测试服务器进行测试调度。

该自动化测试框架有如下优点:

- (1) 使用简单的输入文件,测试数据有很高的维护性;
- (2) 线路数据修改时,不必修改测试用例;
- (3) 由开发人员和测试人员分别创建测试过程的驱动和数据文件,从而提高测试效率。

## 2.3 自动测试流程

由仿真测试服务器读取由列控数据表生成的测试数据,依据测试用例中的测试步骤,向被测TSRS发送模拟人工操作的命令或向仿真TCC发送改变仿真状态的命令。同时接收、过滤被测TSRS的反馈信息,以实现测试结果的自动判定。在每一项测试完成后进行“清理现场”的操作,恢复仿真信息到初始状态,清除被测TSRS中保留的限速命令,初始化有关限速的所有公共变量,为下一条测试项目做好准备。测试完成后,自动生成测试报告,使测试结果一目了然。

TSRS 自动测试流程如图3。

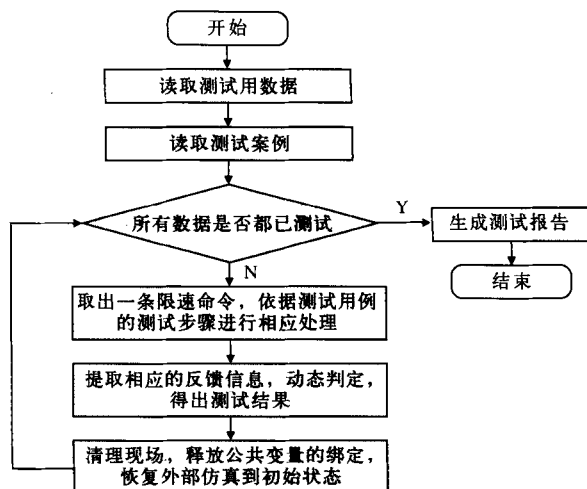


图3 TSRS 自动测试平台测试流程

## 3 测试序列的自动生成

### 3.1 测试用临时限速的自动生成

从长期的测试工作经验得知,大量的错误发生在输入输出范围的边界上,不是在输入范围的内部,因此如果针对各种边界情况设计测试数据,就可以查出更多的错误。结合等价类的测试思想,对于划分好的等价类的测试输入域,以输入等价类的边界作为测试的边界情况,选取正好等于,刚刚大于或刚刚小于边界值作为测试数据的一部分。

等价类是某个输入域的子集合,在这样的一个集合内部所有数据揭露错误的能力都是相同的。对于不同功能的测试,等价类有可能不同。依据不同的等价类进行边界选值得到测试用数据。测试数据自动生成流程如图4。

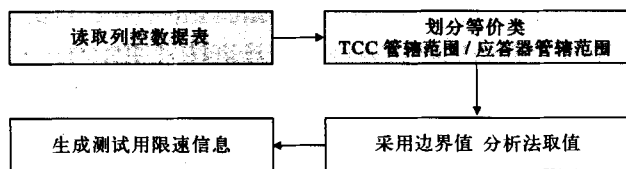


图4 测试数据生成流程图

如某TCC管辖范围为 $[\min, \max]$ ,  $\min$ 为管辖范围的最小值,  $\max$ 为管辖范围的最大值,利用边界值分析取输入变量的最小值 ( $\min$ )、略大于最小值 ( $\min+$ )、域内任意值 ( $\text{nom}$ )、略小于最大值 ( $\max-$ )、最大值 ( $\max$ ),除了这5个值外还需考虑略大于最大值 ( $\max+$ )、略小于最小值 ( $\min-$ ) 的取值,测试限速完全覆盖和完全不在该TCC管辖范围内时的情况。

边界值选定后,进而可以确定限速的起始和结束公里标。可固定一个变量,使另一个变量依次取边界值;然后固定另一变量重复上述步骤。此种方法生成的测试数据能够完全覆盖该站管辖范围内起始、结束公里标覆盖标志的所有情形,避免了选择测试数据的盲目性和冗余性。

### 3.2 测试期望结果的自动生成

利用自动生成的测试数据,通过逻辑运算自动生成测试期望结果。

测试平台使用不同的算法实现了与被测TSRS相同的逻辑功能,能够根据测试数据自动生成测试期望结果。此种方案使TSRS部分功能逻辑算法得到了验证,提高了测试的正确率。

## 4 结束语

经昌九城际线TSRS设备部分功能通过自动

测试平台进行测试验证表明,自动测试平台能节省测试时间,减少了人为造成的错误,便于再现以前的测试步骤,利于进行回归测试,且对发现系统软件缺陷,验证线路数据起着重要作用。

### 参考文献:

- [1] Mosley D J, Posey B A. 软件测试自动化[M]. 北京:机械工业出版社, 2003.
- [2] 朱 菊, 王志坚, 杨 雪. 基于数据驱动的软件自动化测试框架[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16 (5): 68-70.
- [3] 石 坤, 穆建成, 叶 峰. 基于数据驱动的列控中心报文自动化测试研究[J]. 铁路计算机应用, 2011, 20 (8): 47-49.
- [4] 季学胜, 李开成, 张 勇, 等. CTCS-3 级列控系统测试案例生成方法的研究[J]. 铁道通信信号, 2009, 45 (10): 1-5.

责任编辑 徐侃春

(上接 P25)

### 4.2 安全方案建议<sup>[8]</sup>

#### 4.2.1 文件备案安全机制

地市分公司上报添加、删除、更新站点请求时均须提交书面申请与操作清单,以作备案。

#### 4.2.2 用户与数据库安全机制

地市监控负责人或代理维护人员欲使用监控系统客户端软件,需向运营商申请内网权限,并限定使用期限。省级监控中心为不同级别和不同区域内的人员按需分配权限,以保证地市监管员设备维护管理的效率,也降低域外攻击的危险性。

#### 4.2.3 多机备份机制

(1) 服务器备份:核心应用服务器应配备备份服务器,提高系统安全性、可靠性;

(2) 数据库备份:系统关联数据库做到实时备份、按需备份,并存在于其他服务器上的异地备份,对用户的访问权限也应分别而议。

## 5 结束语

室内干放站远程监控系统的搭建将有效解决运营商对所辖区域内所有室内干放站设备型号与协议不统一、应急故障处理能力差、维修更新成本高等问题,另外国内部分省市已建立了针对直放

站的设备监控管理平台,而对室内干放站设备的远程监管还存在缺口,本系统的开发,对直放站监控管理平台的扩容也有一定的参考价值。但是系统在短信收发效率和安全性方面的研究还不是十分成熟,有待继续改进。

### 参考文献:

- [1] 韩春燕, 姜琳颖, 吴辰锐. 一种基于SMS的干放站远程监控系统[J]. 小型微型计算机系统, 2008, 29 (7): 1372-1377.
- [2] 黄 新, 许 谦, 施明龙. 一种无线信号直放站监控系统[P]. 中国专利: N201854439U, 2011, 6.
- [3] 张 敏. 基于B/S结构的直放站集中监控网管的设计与实现[J]. 商场现代化, 2008, 12, 下旬刊 (561): 11-13.
- [4] 许 涵, 陈月云, 蒋美景. GIS支持下的3G网管系统的研究与应用[J]. 微计算机信息, 2007, 23 (6-3): 102-104.
- [5] 中国移动通信有限公司. 中国移动直放站设备网管接口技术规范[S] 1.0.0, QB-W-003-2005.
- [6] 尹 林. 利用成熟网管平台建设直放站集中监控系统[J]. 通信世界, 2005 (10): 30-32.
- [7] 倪天权, 陈靖宇, 张玉强. 干放监控系统软件设计及研究[J]. 微计算机信息, 2006, 22 (6-1): 82-84.
- [8] 贺丽萍. 浅析影响省级网管系统数据质量的原因与解决方案[C]. 黑龙江: 黑龙江省通信协会学术年会论文集, 214-217.

责任编辑 徐侃春