

文章编号: 1005-8451 (2011) 01-0001-04

## 高速铁路客运服务系统联调联试技术研究

崔德山<sup>1</sup>, 张彦<sup>2</sup>, 刘育欣<sup>2</sup>

(1.铁道部运输局, 北京 100844; 2.中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081)

**摘要:** 针对高速铁路客运服务的特点和信息系统的测试理论, 给出高速铁路联调联试工作的定位, 提出在客运服务系统进行整体集成后采用联调联试手段的必要性, 阐述客运服务联调联试的内容、方法和技术、实施程序和测试过程, 结合工程实际情况说明在联调联试工作中应重点关注的问题。

**关键词:** 高速铁路; 联调联试; 客运服务

**中图分类号:** U291.6

**文献标识码:** A

### Research on TOC technologies of Passenger Service System of high speed railway

CUI De-shan<sup>1</sup>, ZHANG Yan<sup>2</sup>, LIU Yu-xin<sup>2</sup>

(1. Transport Administration, Ministry of Railways, Beijing 100844, China;

2. Institute of Computing Technology, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Aimed at the characteristic of high speed railway passenger service and testing theory of Information Systems, it was given the position of high speed railway TOC (Test on Completion), proposed the necessity of using the TOC means after integration of Passenger Service System, expatiated the content, the method and the technology of TOC of Passenger Service System, as well as actualize procedure and testing process, explaining the important concern problem of TOC with engineering practice instance.

**Key words:** high speed railway; TOC; passenger service

为保证客运服务系统的工程质量, 系统从开发到交付用户使用前, 按信息工程测试要求开展单元测试、集成测试、系统测试和验收测试, 这4个环节分别对应软件系统开发的不同过程。单元测试是对软件的基本组成单元进行的测试, 一般是针对一个独立的模块或过程, 目的是检验软件基本单元的正确性; 集成测试是在各级开发商的应用软件子系统已集成, 并搭建好了测试环境下进行的测试, 目的是检查各级应用软件之间的接口是否正确, 一个子系统的功能是否会对另一个子系统的功能产生不利影响, 各组成部分是否合拍; 系统测试是对已经集成好的软件系统进行的测试, 以验证集成软件系统功能的正确性, 验证性能是否满足设计要求; 验收测试是在系统测试完成后和投入使用前, 按用户需求开展的设计确认测试, 测试内容通常是用户需求说明书中明确的要求。

联调联试作为第5个环节纳入高速铁路信息系统建设工程, 是在安装现场开展的验收测试, 旨

在对测试过程中发现的问题进行调试和整改, 确保系统满足开通运营要求。

单元测试、集成测试由开发人员配合本公司的测试人员自行开展, 系统测试由开发单位组织专家进行自测, 验收测试由开发商委托第三方单位开展测试, 联调联试由业主委托第三方单位在集成商的配合下开展测试和调试。

### 1 联调联试的内容

客运服务系统联调联试工作围绕测试环境检查、系统场景测试和系统专项测试3个方面开展。

#### 1.1 客运服务系统测试环境检查

在开展联调联试工作前, 需要在现场对系统的准备情况进行全面检查, 检查的重点是各系统的设备安装情况, 软件调试情况和运行数据的配置情况, 按照目前高速铁路客运服务系统的建设范围, 可将环境检查内容按子系统定位, 包括:

(1) 窗口售票系统: 检查制票机的驱动功能、系统的启动功能、窗口权限定义、售票员相关数据定义、测试用车次信息和席位信息等。

收稿日期: 2010-11-22

作者简介: 崔德山, 高级工程师; 张彦, 研究员。

(2) 自动售票系统: 检查自动售票机主要部件的工作情况、自动售票系统启动情况和 GUI 车站线路图配置情况等。

(3) 自动检票系统: 检查系统启动情况、闸机通行情况、残票通行情况、检票系统与票务系统、集成管理平台的接口数据等。

(4) 到站补票系统: 检查系统启动情况、制票机驱动功能、售票处及窗口和操作员等参数定义等。

(5) 旅客服务集成管理平台: 检查车站基础设施区域划分、车站设备点位数据配置、集成平台与票务系统接口数据、调度计划及客运计划和广播计划数据等。

(6) 通信网络环境检查: 检查机房通信设备安装情况、配线间网线连接情况和信息点接线面板安装情况等。

(7) 电源环境检查: 检查 UPS 运行参数及状态和外部接入电源等。

## 1.2 客运服务系统场景测试

客运服务信息系统建设的主要目的是提高客车站的现代化服务手段, 为旅客提供高水准的服务质量。客运服务系统联调联试的场景设计以旅客为中心, 站在旅客角度验证系统为旅客提供的各项服务功能在开通运营前是否达到设计要求, 主要有以下场景:

### (1) 旅客购票

测试场所主要定位在售票大厅, 测试窗口售票、自动售票、自助查询和余票显示各项功能的匹配情况。

### (2) 旅客候车

测试场所主要定位在站前广场和候车大厅, 测试上述位置为旅客提供的广播和引导信息的准确性和及时性。

### (3) 旅客检票进站

测试场所主要定位在检票口, 测试进站检票、检票屏显示信息和检票广播业务的一致性。

### (4) 旅客进站上车

测试场所主要定位在进站通道和站台, 测试始发及途经列车在进站通道屏、站台屏、编组屏等显示的信息与广播信息的正确性和一致性。

### (5) 旅客下车出站

测试场所主要定位在站台和出站口, 测试到达列车在站台的引导和广播情况及出站口的检票

情况。

### (6) 旅客接站

测试场所主要定位在出站口和出站大厅, 测试出站口和出站大厅到达列车的显示及广播情况。

### (7) 旅客补票

测试场所主要定位在出站补票处, 测试出站旅客的补票情况。

### (8) 系统非正常工作时的旅客购票

测试场所主要定位在售票处, 测试应急情况下的售票功能。

### (9) 系统非正常工作时的旅客检票

测试场所主要定位在检票口, 测试应急情况下的检票功能。

### (10) 火灾情况下的应急处置

测试场所主要定位在检票口和安装门禁系统的场所, 测试火灾报警情况下闸机、安全门和消防广播的联动情况。

## 1.3 客运服务系统专项测试

要确保系统的整体功能达到设计要求, 除按场景测试外, 还需对下述专项功能和性能进行测试:

### (1) 集中管控模式下客服系统功能测试

验证在集中管控模式下, 中心站或铁路局指挥中心直接管控其他车站的广播、引导业务, 以及对视频信息和设备运行状态进行监控。

### (2) 结账功能测试

验证售票、退票、补票和检票等结账功能。

### (3) 双机切换业务可恢复性测试

验证数据库服务器、交换机等主要设备主备两套系统是否能正常切换工作。

### (4) 客服系统与外部系统间的接口测试

验证客运服务系统与铁路运输调度管理系统(TDMS)、综合视频监控系统、通信时钟系统、银行系统等外部系统交换数据的正确性, 以及客运服务系统与外部系统的联动情况。

### (5) 通信网络性能测试

测试广域网和车站局域网的吞吐量、误码率、丢包率、时延、衰减率、近端串扰和回波损耗等参数与国家相关标准的符合性。

## 2 联调联试方法

### 2.1 等价分类测试

将客服系统按照特定属性进行类型划分,从功能、性能、硬件设备指标、内外部接口和业务流程等不同层面进行测试。

2.2 需求分析测试

(1) 采用软件测试分析法,从分析所测系统的规格和原始需求着手,按测试类型和功能交互关系逐步细化测试需求。

(2) 在此基础上,进一步将测试需求分解为具体的各项测试用例,然后根据测试分析表组织各项测试,从而验证每个测试用例是否达到预期结果。

(3) 在测试过程中,采用正交分析法确定用例的编写范围,避免因丢失测试项或穷举测试项造成测试工作的被动。

2.3 专用工具测试

(1) 采用网络性能仿真测试仪和局域网认证测试仪对通信网络性能进行测试。

(2) 采用专用性能测试软件对系统在指定用户数情况下的系统处理能力和每个连接请求的平均响应时间进行测试。

(3) 采用自动化测试工具对系统的功能进行回归测试。

2.4 实验室模拟测试

通过在实验室模拟系统的运行情况,及时发现系统中存在的问题并反馈,从而缩短现场联调联试的时间,最大可能地避免对现场运行环境的干扰。

2.5 主观评价法测试

所有参加主观评价的检测员对视频画面质量按表 1 的评价指标给出评分,对评分结果进行算术平均(不考虑离散情况),平均值即为该项评价指标的平均得分  $N_i$ 。 $N_i \geq 4$  者,判为该项合格; $N_i < 4$  者,判为该项不合格。

$N_i$  的计算公式为:

$$\bar{N}_i = (\sum_{j=1}^J n_{ij}) / J$$

式中:

$i$ —第  $i$  项评价指标的代号(从 1~ $I$ ), $I$  为单项的总数;

$j$ —第  $j$  号观测员的代号(从 1~ $J$ );

$J$ —观测员的总数;

$n_{ij}$ —第  $j$  个观测员对第  $i$  项评价指标的评分。

表 1 视频画面质量主观评价指标

编号	评价内容	评分					加权值
		5 分	4 分	3 分	2 分	1 分	
1	售票窗口点钞,能清楚分辨钞票时间 2 min,取售票的类型,能记录点钞全过程。	良	中	差	极差		0.35
2	室内多人运动,2 min。能看清人员面部、衣着及动作。	良	中	差	极差		0.2
3	室外多人、物运动,2 min。能分清各人员的动作和衣着,看清车辆运动情况。	良	中	差	极差		0.2
4	低照度环境,2 min (2 lx)。基本分清人员的面部特征及衣着。	良	中	差	极差		0.1
5	火车运行环境,2 min,低速(40 km/h)。能分清车型,并看清车号、货车篷布苫盖和车窗关闭等。	良	中	差	极差		0.15

3 联调联试实施程序及测试过程

联调联试正式开始前 2 个月需要收集资料,编制联调联试大纲,开始 1 个月前,根据大纲编写实施方案、作业指导手册等,测试执行过程需要详细记录测试过程,每日提交测试日报,测试结束后提交动态检测报告,详细实施程序见表 2,现场测试过程见表 3。

4 需要关注的重点事项

在每条线的高速铁路客运服务系统实际测试过程中,会遇到各种各样的问题,导致测试过程不能顺利开展,主要问题表现在前提条件不满足、工期紧张和后期整改反馈不及时 3 方面。为做好联调联试工作,需要重视资料及时获取、选择现场勘查时机、关注工程进度、后期整改反馈等问题,在此提出几点重点关注事项,希望同行加以借鉴。

4.1 前提条件

(1) 工程条件:局域网、广域网网络连通;客运服务各子系统安装到位,内部调试完毕,基础数据配置到位;客服系统完成静态验收,提交静态验收报告。

(2) 资料准备:系统工程设计及设计变更相关文件;招标文件(技术部分);合同文件(技术

表2 客运服务系统联调联试实施程序

阶段任务	开始时机	需要文档	工作内容
测试准备阶段	接受联调联试任务。	系统工程设计方案, 招标文件技术条款。	编写大纲, 计划。
初步方案制定	测试大纲编制完成, 测试任务明确。	系统总体设计方案。	了解系统结构, 掌握系统硬件环境和功能, 确定测试设备及工具购置清单, 编写测试方案。
需求分析	测试方案编制完成, 业务需求明确。	详细的业务需求说明书。	编写测试需求分析表, 召开测试需求评审会。
测试案例编制	测试需求评审结束, 各系统开发任务告一段落, 能提供给测试人员使用。	概要设计方案。	编写测试场景和案例, 开发测试软件, 购置测试设备, 搭建测试环境。
作业指导手册编制	现场勘查结束。	设备配置方案, 网络设计和施工图。	按测试站点、测试项编制作业指导手册。
测试执行	测试用例编写完成, 系统内部测试完成, 并提交联调联试。	用户操作使用说明书, 自检报告。	按测试用例和测试方案执行测试任务, 记录测试过程。
测试结果评估	整体联调联试结束。	检查/检测记录, 合同文件技术部分。	编写动态检测报告和联调联试报告。

部分); 总体设计方案; 业务需求说明书; 操作使用说明书; 各站设备配置清单; 各站网络拓扑图和施工图; 客运服务系统的自检自测报告。

#### 4.2 合理工期

按照现场测试流程, 联调联试需要有召开启动会, 进行现场测试和召开总结会的时间, 如果需要复测, 还需要为复测留出时间。一般工期为:

现场启动会: 0.5天; 大型车站测试: 3天/站; 中等车站测试: 2天/站; 小型车站测试: 1天/站; 总结会: 0.5天。

复测时间根据实际情况而定。

### 5 结束语

中国高速铁路客运服务系统联调联试工作已在多条高速铁路上开展, 在摸索中积累了丰富的实际工作经验, 形成了较为完善的组织模式和 workflows, 明确了相关的测试内容和测试方法, 为高速铁路客运服务系统的顺利投产运营提供了强有力的技术保障。

表3 客运服务系统现场测试过程

实施过程	工作周期	组织者	参与方	工作任务
现场勘查	大纲编写后至静态验收时。	客专公司	中国铁道科学研究院/施工单位	(1)了解各站的电、网、设备安装和系统调试情况。(2)根据施工进度协商确定联调联试初步计划。
协调会	现场勘查后, 现场测试前。	客专公司/中国铁道科学研究院/指挥部/集成商/施工单位	铁路局/客专公司/中国铁道科学研究院/指挥部/集成商/施工单位	(1)听取施工方、集成商的施工进度情况。(2)汇报联调联试的方案。(3)确定开始联调联试的日期。
动员会	现场测试出发前。	中国铁道科学研究院	中国铁道科学研究院	(1)检查现场测试工作的人员、设备、资料的准备情况。(2)强调现场测试工作的注意事项。
启动会	正式开始测试前。	客专公司	铁路局/中国铁道科学研究院/指挥部/集成商/施工单位/站段	(1)集成商汇报系统目前进展情况。(2)联调联试工作组汇报联调联试方案。(3)在初步计划的基础上确定最终进度计划。(4)明确现场测试各方职责。(5)明确日报呈报人员。
现场测试	启动会后, 动态验收前。	铁路局/客专公司/中国铁道科学研究院	集成商/施工单位/站段	(1)按进度计划逐站开展测试。(2)详细记录测试过程。(3)每日测试工作结束后召开总结会, 说明当日的测试情况。(4)编写测试日报, 当日向上呈报。
报告编写	现场测试后, 动态验收前。	中国铁道科学研究院	铁路局/客专公司	根据检测记录和日报整理编写动态检测报告和联调联试报告。
复测	问题整改后, 试运营前。	铁路局/客专公司/中国铁道科学研究院	集成商/施工单位/站段	对初测中发现的问题进行复测, 记录复测过程, 修改联调联试报告。

#### 参考文献:

- [1] 高速铁路联调联试技术及规范的深化研究报告[R]. 中国铁道科学研究院研究报告, 2009.
- [2] 斯皮勒, 林 茨, 谢 弗. 软件测试基础教程[M]. 刘 琴. 北京: 人民邮电出版社, 2010, 9.