都市快轨交通·第 25 卷  第 4 期  2012 年 8 月 机电工程

doi： 10． 3969 /j． issn． 1672 － 6073． 2012． 04． 028

轨道交通车载综合监控系统设计

蒋卫中

（ 国电南瑞科技股份有限公司   南京   210061）

摘   要   介绍上海轨道交通 10 号线车载综合监控系

统的基本组成及原理，阐述车载综合监控系统的功能

及软件设计。提出一种无人驾驶模式下的系统解决方

案： 通过车载综合监控系统，实现地面控制中心对列车

的乘客保护、车载信息通信及乘客监控功能。

关键词   轨道交通； 车载系统； 综合监控； 无人驾驶； 网

络； 上海轨道交通 10 号线

中图分类号   U231． 7 文献标志码   A

文章编号 1672 － 6073（ 2012） 04 － 0116 － 03

于运营 管 理 及 非 常 事 件 的 处 理，起 着 重 要 的 作 用。

ISCS 通过机电系统的集成及互联，构成 ISCS 的集成方

案。从传统系统的各个子系统独立分散监控，到为集

成的机电系统进行综合监控，并与车辆、信号系统协调

配合，这是技术的飞跃。上海轨道交通 10 号线综合监

控系统采用完全分布式体系结构，由车站综合监控系

统、车载综合监控系统、控制中心综合监控系统、备用

中心综合监控系统等组成； 每个节点都是一套独立的

小综合监控系统，能自治独立运行，相互共享数据，协

调工作，共同构成一个大综合监控系统，如图 1 所示。

计算机、通信、自动控制等技术的不断发展及在轨

道交通领域的广泛深入应用，城市轨道交通列车运行

控制系统从最初基本的自动监督和防护功能，到提供

部分的自动控制功能，最终完全替代列车驾驶员的职

能，实现无人驾驶。目前，在很多国内外城市规划、建

设及既有轨道交通线路改造中，有相当部分采用无人

驾驶系统。

全自动无人驾驶系统 作 为 先 进 的 城 市 公 共 交 通

系统，代表了城市轨道交通领域的发展方向，它要求

系统具有高度的可靠性、可用性、可维护性和安全性，

具有完善的控制功能，具备快速、准确的故障检测与

排除功能。控制中心直接面向乘客、直接 服 务 乘 客，

可指导乘客 处 理 紧 急 事 务；  通 信 系 统 具 备 高 度 可 靠

的、大容量的实时传输功能，可实现列车与控制中心

的实时联系，提供视频信息，并具有较为完善的维护

辅助功能。

1 综合监控系统概述

综 合  监  控  系  统  （  integrated supervisory control

system，ISCS） 对于实现无人驾驶至关重要，它 直 接服务

收稿日期： 2011 － 08 － 31   修回日期： 2011 － 10 － 20

作者简介： 蒋卫中，男，工学学士，从事轨道交通综合监控工程研究，

jiangweizhong@sgepri． sgcc． com． cn

116

图 1   综合监控系统总体结构

上海轨道交通 10 号线综合监控集成了电力监控、设

备监控、闭路电视监控、广播、乘客信息、门禁、维修支持、

车载综合监控等系统，以及互联火灾报警，列车自动监

控、自动售检票和屏蔽门等系统，可实现对全线各车站

和区间内设备及其相关系统的全面集中监视、报警、遥

控、时间同步、信息汇总、报表、网络管理等功能。根据无

人驾驶的特殊功能要求，10 号线在常规 ISCS 的要求上

增加了车载综合监控（ TISCS） 的集成，确保在全自动无

人驾驶运营时，实现地面对列车的乘客保护、车载信息

通信及乘客监控，这在国内尚属首次。

2    车载综合监控系统的组成及原理

为实现对列车的乘客保护、车载信息通信及乘客

监控功能，上海轨道交通 10 号线车载综合监控系统囊

括了车载闭路电视监控系统（ TCCTV） 及车载乘客信息

系统（ TPIS） ，由车载综合监控服务器统一管理，见图 2。

轨道交通车载综合监控系统设计

管对 TMS 的链接控制权，并发送带主标志位的数据给

TMS。当 TISCS 发生切换时，对 TMS 没有影响。

对于 TETRA 系统，TISCS 服务器同时响应 TETRA

系统的请求，从 TISCS 服务器会将所有来自于 TETRA

的请求转发到主服务器进行处理。当 TETRA 系统发

生切换时，对 TISCS 没有影响。

当 TISCS 发生切换时，TISCS 发送 TISCS 与 TETRA

图 2   车载综合监控系统组成

车载综合监控系统由车载摄像机、视频编码器、工

业以太网交换机、车载网路录像机、TISCS 服务器（ 兼车

载视频服务器） 、司机室液晶触摸显示屏等设备组成。

TISCS 服务器是车载综合监控系统的核心设备，由

车头、车 尾 两 台 同 时 工 作 的 冗 余 热 备 服 务 器 组 成。

TISCS 的两台车载服务器通过其自身的 10 /100 Mbit / s

自适应以太网端口与车载局域网连接，通过车载局域

网保持工作、信息同步。在系统运行时，两台服务器均

处于工作状态，但其中一台为主 TISCS 服务器，另外一

台为从 TISCS 服务器，主服务器和从服务器之间通过

“心跳”连接机制，保持同步、“握手”和数据交换。

在正常情况下，只有主服务器可以被其他系统访

问，接受或拒绝与 TCCTV、TPIS 连接及信息交换。当主

服务器发生故障、不能与从服务器维持心跳连接时，从

服务器会接管 TISCS 的控制权，并打开服务端口供其

他系统连接。当主服务器恢复到正常工作状态并能够

维持心跳检测时，从服务器就交还控制权，并关闭服务

端口。当 TPIS  与 车 载 综 合 监 控 系 统 建 立 连 接 时，主

TISCS 服务器打开 TPIS 的服务端口，从 TISCS 服务器

关闭 TPIS 的服务端口。当主 TISCS 服务器故障、TISCS

需要切换时，从 TISCS 服务器会打开 TPIS 的连接端口。

此时，当 TPIS 发现无法连接到主 TISCS 服务器时，也会

尝试连接从 TISCS 服务器。同时，TPIS 的切换不影响

TISCS。另外，TCCTV 系统与车载综合监控系统建立连

接的工作方式与此类似。

TISCS 服务器提供车载综合监控系统与其他相关

系统的接口，包括车辆管 理 系 统  TMS、无 线 集 群 系 统

Tetra、无线宽带系统 WRF 及控制中心信息接入等。

对于 TMS，TISCS 服务器同时响应 TMS 的请求，并

由主服务器来处理，从服务器会根据其同步来的设备

状态应答 TMS。从 TISCS 服务器会将所有来自于 TMS

的请求转发到主服务器，进行相应的处理。当 TMS 与

TISCS 主服务器发生通信故障时，TISCS 从服务器将接

系统的通信故障信息给 TMS。

3    系统的功能实现与软件设计

TISCS 具备管理控制、监控、联动等相关功能。

3． 1    管理功能

TISCS 具备对 TCCTV 及 TPIS 的管理功能。

1）   能够在控制中心的控制下，调用 TCCTV 的任意

一路或多路图像，并通过 WRF 系统，将实时图像码流

发送到监控中心。

2）   能够实时接收由 TMS 和 Tetra 传送过来的实时

TPIS 信息，并将相关的实时 TPIS 信息发送给 TPIS，实

现相关信息在车载 LCD 屏上的显示。

3）   能够接收 TMS 时钟信息，进行 TCCTV 系统与

TPIS 的时钟同步。

3． 2    监控功能

TISCS 具备对自身系统、TCCTV、TPIS 的监控功能。

1）   显示主从 TISCS 服务器的状态、主从 TISCS 服

务器的同步异常等相关信息。

2）   显示 TCCTV 系统中的视频服务器状态、视频编

码器状态、车载摄像机状态、车载交换机状态。

3）   显示 TPIS 中车载服务器、车载控制器等的状态。

4）   TISCS 实时汇总各种故障信息，汇报到 TMS。

5）   TISCS 也会将所有故障信息通过 WRF 系统，传

送给中心 ISCS。

3． 3    联动功能

1）   列车客室车门紧急拉手动作 / 复位、盖子动作 /

复位时，通过 TMS 将车门的位置信息和联动控制信息

发送给车载 TISCS 服务器，报警信息和相关位置的摄

像头信息将由 TISCS  服务器通知到地面控制中心，由

控制中心来调度、调用和显示。

2）   列车两端紧急疏散安全门手动装置或盖子移

动 / 复位，通过 TMS 将相关位置信息和联动控制信息发

送给车载 TISCS  服务控制器，报警信息和相关位置的

摄像头信息将由 TISCS  服务器通知到控制中心，由控

制中心来调度、调用和显示。

117

都市快轨交通·第 25 卷  第 4 期  2012 年 8 月

3）   车载火灾报警信息通过 TMS 发送给车载 TISCS

控制器，相关位置的摄像头图像将由 TISCS  服务控制

器发送给控制中心。

4）   列车上乘客紧急对讲 （  IPH）  的信息通过  TMS

发送给车载 TISCS  控制器，报警信息和相关位置的摄

像头信息将由 TISCS  服务器通知到控制中心，由控制

中心来调度、调用和显示。

5）   TISCS 接收列车 TMS  提供的列车运营信息，并

传给 TPIS。

6）   当控制中心调用 TCCTV 系统的车头车尾摄像

机图像时，TISCS 将通知 TMS 将车头车尾泛光灯打开。

3． 4   软件功能模块设计

TISCS 系统的软件结构及组成模块如图 3 所示。

图 3   车载综合监控系统软件结构

TCCTV 系统接入模块用于和 TCCTV 系统进行对

接，具有调用多路图像、状态监控等功能； TPIS 接入模

块用于和 TPIS 进行对接，将相关的实时 TPIS 信息发送

给 TPIS，实现相关信息车载 LCD 屏上的显示； TETRA

系统接入模块用于接收 TETRA 的 TPIS 命令； WRF 系

统接入模块用于和 WRF 系统进行对接，实现和监控中

心的连接； TMS 接入模块用于和 TMS 进行对接，实现

对 TISCS 的集中控制功能； TCCTV 配置管理模块用于

实现 TCCTV 系统的硬件管理和参数配置； TCCTV 实时

图像控制模块负责对 TCCTV 的实时图像进行控制和

传输，并在液晶触摸屏上提供实时图像监控等功能； 系

统监控和联动模块主要负责对系统的状态进行监控，

并对相关事件进行联动处理； 同步管理模块负责和另

一台 TISCS 服务器进行双向数据同步和信息处理。

118

3． 5    数据流

在地面控制中心的操作下，控制中心的命令通过

WRF 无线传输系统送至车载  TISCS 实时图像控制模

块，该模块将列车任意 一 路 或 多 路 图 像 通 过  WRF  系

统，将实时图像发送到监控中心。TPIS 信息系统接入

模块实 时 接 收 地 面 控 制 中 心 通 过  WRF  系 统 传 送 的

TPIS 信息，将相关的实时 TPIS 信息发送给 TPIS，实现

相关信息在车载 LCD 屏上的显示。车载综合监控系统

的系统监控和联动模块监控主从 TISCS 服务器的状态

与同步异常等信息，并汇报给列车上的 TMS。同时，车

载综合监控系统的系统监控和联动模块还负 责 监 控

TCCTV 系统中视频服务器、视频编码器、车载摄像机、

车载交换机的状态以及 TPIS 中车载服务器、车载控制

器等的状态，并汇报给列车上的 TMS。

4    结语

目前，我国城市轨道交通的车载信息及监控系统、

综合监控系统尚处于刚刚起步或初始应用阶段。通过

上海轨道交通 10 号线车载综合监控系统的建设，地面

控制中心能够实时掌握列车乘客的相关信息，在发生

意外时能及时做出响应，保护乘客。车载综合监控系

统是无人驾驶模式下一个非常重要的系统，也是未来

轨道交通自动化系统建设的一个重点。

参考文献

［1］上海市申通地铁集团有限公司，上海轨道交通 10 号线发

展有限公司． 上海市轨道交通 10 号线工程综合监控系统

供货及服务项目招标文件［G］． 上海，2007： 5 － 7．

［2］ 刘潍清，方鸣，张宇． 基于局域网的城轨列车视频监控系

统［J］． 现代城市轨道交通，2007（ 1） ： 18 － 21．

［3］刘增祥，濮卫兴． 基于数字化视频的轨道交通闭路电视监

控系统［J］． 都市快轨交通，2009，22（ 1） ： 82 － 84．

［4］靳守杰． 城市轨道交通综合自动化系统研究［J］． 城市轨

道交通研究，2007（ 5） ： 8 － 11．

［5］魏晓东． 城市轨道交通自动化系统与技术［M］． 北京： 电

子工业出版社，2004．

［6］王曰凡． 全自动无人驾驶系统———全新理念的城市轨道

交通模式［J］． 城市轨道交通研究，2006（ 8） ： 1 － 5．

［7］上海申通轨道交通研究咨询有限公司． 上海市轨道交通

10 号线应用无人驾驶系统研究论证报告［R］． 上海，2005．

［8］上海申通轨道交通研究咨询有限公司． 全自动无人驾驶

系统研究之系统集成［R］． 上海，2005．

（ 编辑： 郭 洁）

（ 下转第 122 页）

都市快轨交通·第 25 卷  第 4 期  2012 年 8 月

表 2   不同系统的初投资比较

初投资 水冷式 /  蒸发式 /

万元 万元 备注

表 3   不同系统的运行耗能比较           kW

运行费用                 水冷式                 蒸发式

冷却塔                 N =3 ×2                    0

土建 0 110

相对于水冷式而言，“蒸

发式”增加 110 万 元，土 建

冷却泵               N = 18． 5 × 2                  0

冷冻泵               N = 18． 5 × 2            N = 18． 5 × 2

面积增加约 110 m

2

冷水机组               N = 130 × 2             N = 109 × 2

冷凝进、排风机                 0                      7 ×2

冷水

机组 60 × 2 80 × 2

该站的计算冷负荷为

1 050 kW，选 2 台冷水机组，

每台的冷量为 525 kW，下面

的设备费用以此为基础

合计                      340                     269

参考文献

冷却塔  5． 3 × 2 0

水管管材采用内筋 嵌 入

［1］GB 50157—2003 地铁设计规范［S］． 北京： 中国计划出版

社，2003： 50 － 55．

［2］深圳市市政设计研究院有限公司． 深圳地铁 7 号线蒸发

设备

冷却水

管管材

费用

13． 65      0

式 衬 塑 钢 管，冷 却 水 管

DN200，单价按 1 365 元 /m、

长度按 100 m 计； 冷冻水系

统的设备与管材基本一致，

所以未在本表中列出

式冷凝机组可行性研究报告［R］． 深圳，2011．

［3］ 刘纪华，任守宇，焉丽霞． 蒸发冷凝式家用中央空调的应

用［J］．  制冷与空调，2006（ 3） ： 93 － 94．

［4］李志明，杨红波． 蒸发式冷凝在制冷工艺上的应用［J］．

相对于水冷式而言，“蒸发

制冷空调与电力机械，2003（ 6） ： 30 － 32．

风机 0 10

风机 的 参 数 52 000  m  /h，

式”增加 2 台风机强制通风，

3

200 Pa

［5］袁建新． 蒸发式冷凝器的应用分析［J］．   制冷，2000，19

（ 2） ： 85 － 86．

［6］晏刚，马 贞 俊，周 晋，等． 蒸 发 式 冷 凝 器 的 设 计 与 应 用

结构式

消音器 0

4． 15

相对于水冷式而言，“蒸发

式”增加 2 台消音器，1． 8 m

× 3． 2 m × 3． 0 m

［J］．  制冷与空调，2003（ 3） ： 43 － 45．

［7］张景卫，朱冬生，蒋翔，等． 蒸发式冷凝器及其传热分析

合计 144． 25  284． 15

［J］．  化工机械，2007，34（ 2） ： 110 － 114．

（ 编辑： 郭 洁）

Evaporative Condensing Units Applied in a Metro Station

Wu  Yunchang

（ Shenzhen Municipal  Engineering Design and Research Institute Co． ，Ltd． ，Shenzhen 518026）

Abstract： In  view  of  the  concrete  situation  of  a  Shenzhen  metro  station,  the  paper  discusses  the  feasibility   of  applying

evaporative condenser water chillers  in  the station  from the aspects  of  evaporative condensing technique, existing problems  and

investment  and operation costs.

Key words： metro; station; evaporative condensing; water chiller

櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲櫲

（ 上接第 118 页）

Design of Train-borne Integrated Supervisory Control System of Rail Transit

Jiang  Weizhong

（ NARI  Technology  Development  Co． ，Ltd． ，Nanjing 210061）

Abstract： This  article  introduces  the  basic  composition  of  Train-borne  Integrated  Supervisory  Control  System  (TISCS)  for

Shanghai metro Line 10  and describes  the design of software and  functions  of  this  system. It  also  proposes  the implementing

methods  of  TISCS  for  passenger  protection,  telematics  and  passenger  monitoring  from  the  ground  control  center  under  the

unmanned vehicle mode.

Key  words：  rail  transit;  train-borne  system;  Integrated  Supervisory   Control  System;  unmanned   vehicle  mode;  network;

Shanghai metro Line 10

122