

团 体 标 准

T/CAMET XXXX—XXXX

现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范

Code for technology of modern tramway train integrated dispatcher automatic system engineering

（征求意见稿）

（本稿完成日期：20190614）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国城市轨道交通协会 发布

目 次

前言	IV
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 现代有轨电车 modern tramway	1
3.2 现代有轨电车行车指挥综合自动化系统 modern tramway train integrated dispatcher automatic system	1
3.3 集成子系统 integrated subsystem	1
3.4 互联系统 interconnected system	1
3.5 列车调度管理系统 dispatch management system(DMS)	2
3.6 电力监控系统 Power Supervision Control And Data Acquisition (PSCADA) ..	2
3.7 环境与设备监控系统 Building Automatic System (BAS)	2
3.8 售检票系统 Fare Collection System (FCS)	2
3.9 广播系统 Public Address (PA)	2
3.10 乘客信息系统 Passenger Information System (PIS)	2
3.11 视频监控系统 Closed Circuit TV (CCTV)	2
3.12 周界安防系统 Perimeter Defense System	2
3.13 无线系统 Radio Communication System (RC)	2
3.14 电话系统 Telephone System(TEL)	2
3.15 时钟系统 Clock System(CLK)	2
3.16 火灾报警系统 Fire Alarm System(FAS)	2
3.17 门禁系统 Access control system(ACS)	3
4 基本规定	3
5 系统功能	4
5.1 基本功能	4
5.2 列车调度管理功能	5
5.3 电力监控功能	5
5.4 环境与设备监控功能	6
5.5 火灾报警功能	6
5.6 视频监控功能	6
5.7 周界安防报警功能	7
5.8 广播功能	7
5.9 乘客信息发布功能	7
5.10 门禁监控功能	7
5.11 售检票设备监控功能	8

5.12	无线呼叫及设备监视功能	8
5.13	电话设备监视功能	8
5.14	对时功能	8
5.15	联动功能	8
5.16	培训功能	8
5.17	扩展功能	8
5.18	智能维护功能	8
6	系统性能	9
6.1	一般规定	9
6.2	系统响应性	9
6.3	系统可靠性、可用性、可维护性、安全性要求	10
6.4	设备负载要求	10
7	系统组成	10
7.1	系统设备	10
7.2	系统网络	10
7.3	系统平台	10
7.4	系统结构	10
8	软件设计要求	11
8.1	平台软件	11
8.2	数据库软件	11
9	接口设计要求	12
10	施工安装及施工验收	12
10.1	施工安装准备	12
10.2	管线敷设	12
10.3	设备安装	13
10.4	设备上电测试	13
10.5	施工验收	13
11	系统调试	14
11.1	单机调试	14
11.2	11.2 集成子系统调试	14
11.3	综合联调	14
12	系统验收	15
12.1	系统功能及性能验收	15
12.2	系统不间断运行测试	15
12.3	系统预验收	15
12.4	竣工验收	16
附录 A (规范性附录)	系统调试验收记录表	17
附录 B (规范性附录)	系统功能/性能验收记录表	18
附录 C (规范性附录)	系统不间断运行测试验收记录表	19

T/CAMET XXXX—XXXX

附录 D（规范性附录）	预验收记录表.....	20
附录 E（规范性附录）	竣工验收记录表.....	21

前 言

本标准按GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国城市轨道交通协会现代有轨电车分会提出。

本标准由中国城市轨道交通协会归口。

本标准起草单位：卡斯柯信号有限公司、深圳市现代有轨电车有限公司、成都地铁运营有限公司、北京城建设计发展集团有限公司、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国中铁二院工程集团有限责任公司、北京市轨道交通设计研究院有限公司、同济大学

本标准主要起草人：孙军峰、林立、吴坚、袁虎林、林辰、苏忠、廖理明、杨荣兵、王晨、喻智宏、张静、刘圣革、何利英、金建飞、刘涛、杨安玉、张涛、燕强、杨珂、欧东秀、胡恩华、张立鹏、李建全、裴加富、李德宏、李春梅

引 言

现代有轨电车具有运量适宜、工程实施简单、投资较低、建设周期短、绿色环保、运营灵活等特点，近年来在国内取得了蓬勃的发展。在已经建成或正在建设的现代有轨电车线路中，其运营调度系统大多采用分立的行车调度系统、电力调度系统、乘客信息系统、广播系统和视频监控系统等，各系统设备冗余，系统间信息共享联动不足，调度员操作不便，越来越多的现代有轨电车业主倾向于采用高度集成一体化的运营调度系统，但目前尚未形成统一的建设规范。

为了规范现代有轨电车运营调度系统的建设，结合现代有轨电车的特点，本规范提出现代有轨电车的运营调度系统应采用以行车指挥为核心的行车指挥综合自动化系统的建设模式，本规范的编制，弥补了我国现代有轨电车综合运营调度系统建设规范的空缺，具有十分重要的现实意义。

现代有轨电车行车指挥综合自动化系统技术规范

1 范围

本规范规定了现代有轨电车行车指挥综合自动化系统的系统功能、系统性能、系统组成、软件设计、接口设计、施工安装及施工验收、系统调试、系统验收的相关要求。

本规范适用于现代有轨电车行车指挥综合自动化系统的工程设计、施工与验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 50093-2013 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》
GB 50303-2015 《建筑电气工程施工质量验收规范》
GB 50312-2016 《综合布线系统工程验收规范》
GB 50174-2017 《数据中心设计规范》
GB/T 50636-2018 《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》
GB/T 20041.21-2017 《电缆管理用导管系统第21部分：刚性导管系统的特殊要求》
JT/T 1091-2016 《有轨电车试运营基本条件》
T/CAMET 07002-2018 《现代有轨电车运营安全评价规范》
T/CAMET 07004-2018 《现代有轨电车信号系统通用技术条件》

3 术语和定义

3.1 现代有轨电车 modern tramway

一种采用低地板、电力驱动车辆，智能化机电系统，钢轮钢轨制式，可与社会车辆共享路权的中低运量城市轨道交通系统。

[T/CAMET 07004-2018, 术语和定义3.1]

3.2 现代有轨电车行车指挥综合自动化系统 modern tramway train integrated dispatcher automatic system

一种建立在统一软硬件平台基础上的以行车指挥为核心的现代有轨电车综合运营调度系统，系统具备全线行车监控和调度指挥、电力监控、机电设备监控、乘客信息发布、广播、视频监控、车辆运行状态监视以及智能维护等功能，调度员采用统一的人机界面实现现代有轨电车的综合调度指挥。

3.3 集成子系统 integrated subsystem

全部功能由行车指挥综合自动化系统实现的自动化系统，是行车指挥综合自动化系统的一部分。

3.4 互联系统 interconnected system

与行车指挥综合自动化系统通过外部接口进行信息交互的、独立运行的自动化系统。

3.5 列车调度管理系统 dispatch management system(DMS)

对现代有轨电车线路中列车进行调度管理及监控的计算机集成系统，主要包括列车的追踪和监控、进路办理、列车运行调整、派班管理、运行图管理、信号设备运行状态的监控、路口优先监控等相关功能。

3.6 电力监控系统 Power Supervision Control And Data Acquisition (PSCADA)

对现代有轨电车线路中的电力系统进行监控的自动化系统，主要包括遥控、遥信、遥测、遥调、故障报警、保护定值管理及保护复归等监控功能。

3.7 环境与设备监控系统 Building Automatic System (BAS)

对现代有轨电车运营相关的机电设备进行监控的自动化系统，主要包括对机电设备的数据采集、监视及控制功能。

3.8 售检票系统 Fare Collection System (FCS)

现代有轨电车线路中，为乘客提供购票验票服务的计算机集成系统。

3.9 广播系统 Public Address (PA)

现代有轨电车线路中，为乘客及运营人员提供实时广播、定时广播、预录制广播服务的计算机集成系统。

3.10 乘客信息系统 Passenger Information System (PIS)

现代有轨电车线路中，为乘客提供列车运营信息、临时通知及广告等服务的计算机集成系统。

3.11 视频监控系统 Closed Circuit TV (CCTV)

现代有轨电车线路中，对运营相关的地点如车站、路口、变电所、车辆基地、控制中心进行视频监视及控制的计算机集成系统。

3.12 周界安防系统 Perimeter Defense System

现代有轨电车线路中，通过视频、激光、红外等探测技术，对重要场所例如车辆基地进行非法入侵检测的计算机集成系统。

3.13 无线系统 Radio Communication System (RC)

现代有轨电车线路中，提供无线对讲通话功能以及为其他系统提供车地无线传输通道的计算机集成系统。

3.14 电话系统 Telephone System(TEL)

现代有轨电车线路中，提供公务电话、专用电话通话服务的计算机集成系统。

3.15 时钟系统 Clock System(CLK)

现代有轨电车线路中，提供标准时间接入服务，并为其他系统提供对时服务的计算机集成系统。

3.16 火灾报警系统 Fire Alarm System(FAS)

现代有轨电车线路中，通过传感技术提供消防火灾报警的计算机集成系统。

3.17 门禁系统 Access control system(ACS)

现代有轨电车线路中，提供开关门的自动锁闭和释放的计算机集成系统。

3.18 行车指挥综合自动化系统软件平台 train integrated dispatcher automatic system software platform

行车指挥综合自动化系统软件平台是对有轨电车各专业自动化系统进行集成或互联、具有开放架构、可进行持续开发及功能扩展的软件平台。

3.19 互联互通 interconnection

现代有轨电车网络不同线路之间“跨线”运行的一种运营方式，具体是指不同线路的轨道、车辆、供电、信号、通信、乘客信息、售检票及运营组织等相互兼容，实现不同线路之间车辆、信息资源的相互调配和资源共享，提高线路网络化运营能力。

[T/CAMET 07004-2018, 术语和定义3.8]

3.20 点到点测试 point-to-point test

行车指挥综合自动化系统工程中，检查接口双方系统数据库对应关系正确性的测试。

3.21 端到端测试 end-to-end test

行车指挥综合自动化系统工程中，检查接口双方从行车指挥综合自动化系统人机界面经接入系统至现场设备数据传送正确性的测试。

3.22 综合联调 integrated test

行车指挥综合自动化系统与一个或多个集成或互联系统进行的联合调试。

4 基本规定

4.1 行车指挥综合自动化系统应基于一个统一的分层分布式软件平台，具有开放的系统接口、较高的集成度和自动化程度，满足有轨电车安全运营的需求，提高运营服务质量的需求和简化运营组织、提高自动化程度的需求。

4.2 行车指挥综合自动化系统设计应满足控制指挥中心调度管理和车辆基地调度管理的要求。

4.3 行车指挥综合自动化系统应采用集成和互联方式构建，集成和互联的范围应符合下列规定：

4.4 应将列车调度管理系统、电力监控系统、环境与设备监控系统集成到行车指挥综合自动化系统；

4.5 宜将火灾报警系统、视频监控系统、周界安防系统、广播系统、乘客信息系统、门禁系统集成或互联到行车指挥综合自动化系统；

4.6 宜将道路交通信号控制系统、售检票系统、无线系统、电话系统等互联到行车指挥综合自动化系统；

4.7 应将时钟系统互联到行车指挥综合自动化系统。

4.8 行车指挥综合自动化系统的设计应符合下列规定：

4.8.1 系统应满足对有轨电车集中监控和管理的需求；

4.8.2 系统架构、软硬件配置应满足运营功能和性能需求；

4.8.3 系统应满足分期实施、线路延伸及业务扩展需求；

4.8.4 系统应满足接口开放需求，满足集成和互联系统的接口要求，满足线网运行时线路间互联互通的接口要求；

4.8.5 系统安装于室外的设备应考虑外部环境条件例如温湿度、防尘防水、防盗的要求。

4.9 行车指挥综合自动化系统应采用统一的软件平台、统一的人机界面、统一的命名和编码规则。并应建立开放的、统一的系统接口标准。

4.10 行车指挥综合自动化系统应通过接入各专业信息，实现数据信息共享，实现正常及故障情况下的多专业联动。

4.11 行车指挥综合自动化系统应设置基本的网络边界设备，满足基本的信息安全边界防护的要求。

4.12 行车指挥综合自动化系统施工与质量验收应分两个阶段实施。第一阶段为施工安装及施工验收；第二阶段为系统调试及系统验收。

4.13 行车指挥综合自动化系统的施工安装及施工验收应包括设备和材料的施工准备、管线敷设、设备安装、设备上电测试等工序。

4.14 行车指挥综合自动化系统的系统调试应包括单机调试、子系统调试、系统联调等工序。

4.15 行车指挥综合自动化系统的系统验收范围应包括功能验收和性能验收。验收步骤应分为过程验收、预验收和竣工验收，验收内容应符合《有轨电车试运营基本条件》JT/T 1091-2016及相关专业验收规范的要求，当专业验收规范对工程中的验收项目未做出相应规定时，由建设单位组织监理、设计、施工等相关单位制定专项验收要求。

5 系统功能

5.1 基本功能

5.1.1 行车指挥综合自动化系统应具备基本数据采集与处理功能。

5.1.2 行车指挥综合自动化系统应具备控制与调节、参数设置功能。控制应包括单点控制、模式控制、程序控制功能。

5.1.3 行车指挥综合自动化系统应具备监视功能，通过画面监视被监控对象的运行状态、运行参数及运行过程。

5.1.4 行车指挥综合自动化系统应具有完善的综合报警和报警管理功能。报警方式应提供报警列表、报警画面、声光报警功能。应提供报警排序、报警确认功能。对于重要报警可定义推图功能。应提供实时报警、历史报警查询及管理功能。

5.1.5 行车指挥综合自动化系统应具有完善的事件管理功能，包括事件记录、事件查询功能。应能在线查看实时事件和历史事件。

5.1.6 行车指挥综合自动化系统应具有报表生成、管理和打印功能。报表应根据用户需求定制各种统计报表、日志报表、月报表、年报表等。被授权的用户可定制报表及报表格式。

5.1.7 行车指挥综合自动化系统应具备权限管理功能。具备系统管理级权限的用户可对其他等级的用户进行权限和角色的定义，应能够根据不同权限和角色定义给予相应的监控功能。系统的权限级别应至少具有3个层级：系统管理级、运营操作级和浏览级。

5.1.8 行车指挥综合自动化系统应具有趋势曲线显示功能，展现被监控对象的状态量和模拟量随时间的变化情况，系统应具有实时趋势曲线显示功能和历史趋势曲线显示功能。

5.1.9 行车指挥综合自动化系统宜具有事件回放功能，以便对事件发生的时间进行跟踪。

5.1.10 行车指挥综合自动化系统应具有历史数据管理功能，可对历史数据记录进行处理、分析、统计和存档。

5.1.11 行车指挥综合自动化系统可具备大数据分析，并根据分析结果提供决策支持等运营辅助管理功能。

5.1.12 行车指挥综合自动化系统应具备在线、离线的配置组态功能。

5.1.13 行车指挥综合自动化系统的各级设备宜具备自诊断功能。

5.1.14 行车指挥综合自动化系统应具有时钟同步功能。

5.1.15 行车指挥综合自动化系统配置中的冗余设备之间应实现无扰动自动切换。切换时间应满足系统性能指标要求。

5.1.16 行车指挥综合自动化系统应具备在一个画面进行多专业综合运行状态显示及控制功能，显示元素可根据用户定义，以满足用户综合调度功能需求。

5.1.17 行车指挥综合自动化系统应具有系统备份和恢复功能。

5.2 列车调度管理功能

5.2.1 应能够实时监控一条或多条运营线路。监控多条运营线路时，应保证各条线路具有独立运营或混合运营的能力。

5.2.2 应具备轨旁信号设备监控功能，实时显示轨道区段、道岔、进路、信号机等设备的状态；提供进路办理、进路取消、道岔单操、道岔单锁、计轴复位等控制功能。

5.2.3 应实现列车自动识别、自动追踪、车次号显示、进路自动控制或人工控制功能。

5.2.4 应实现列车运行自动调整，包括运行等级的选择和跳停、扣车、催发车等功能。

5.2.5 应具备列车运行图或时刻表的编制与管理功能，描绘当天计划、预测计划和实际运行图。

5.2.6 应具备等间隔调整模式，按照选择的交路运行路线按照操作设定的运行间隔计算列车运行命令，分配运行任务，自动办理进路。

5.2.7 应提供地理信息地图功能，显示全线的线路、车站、车辆基地布局及列车车组号、位置及列车定位状态。

5.2.8 应具备出入库计划管理功能，实现出入库计划编辑、出入库预告、自动分配列车运行任务等功能。

5.2.9 应具备有轨电车路口专用信号机监控功能，实时显示路口专用信号机状态及路口优先功能开启/关闭的状态，并提供路口优先请求功能开启/关闭请求操作。

5.2.10 可采集并显示路口优先控制设备的工作状态，包括但不限于软件工作状态、接口工作状态、路口优先控制设备的机柜门状态以及路口当前是否处于交警手控状态等信息。

5.2.11 可给路口优先控制设备提供列车发车计划、列车定位信息、列车速度等状态信息，供路口优先控制设备进行路口优先的控制。

5.2.12 应可根据中心存储的大数据实时分析计算与运营效率相关的指标，并可通过图形化进行展示，包括但不限于平均旅行速度、正线及折返间隔、路口延误时间、站间运行时间、司机驾驶行为、轨旁设备使用频率等数据。

5.2.13 应可根据中心存储的大数据实时分析影响运营效率的原因，并给出运营效率提升的建议。

5.2.14 应采集车辆客室环境相关的参数信息，包括温湿度、感烟感温等信息。

5.2.15 当车辆配置有储能装置时，应采集车辆储能装置例如超级电容的设备状态以及电压电流参数，以便实时监视车辆储能装置的运行状态。宜采集车辆储能装置的储能衰减系数。

5.2.16 可采集车辆当前牵引、制动状态。

5.2.17 可采集车辆当前的运行速度。

5.2.18 可采集车辆的车门状态。

5.3 电力监控功能

5.3.1 应提供交流全线供电系统图、全线牵引直流系统图、变电所主接线图、光字牌、程序控制等用户画面。

- 5.3.2 可根据用户需求在控制中心设置的大屏指定区域显示交直流供电系统图。
- 5.3.3 应实时采集及显示变电所设备状态量、模拟量和电度量等信息。
- 5.3.4 应实时采集设备报警信息及故障报警信息，以及故障报警的时标信息。
- 5.3.5 应实现对遥控对象的遥控功能，包括单点遥控、单站顺序控制、多站并发顺序控制。
- 5.3.6 应实现保护复归功能。
- 5.3.7 应实现遥控屏蔽、遥控挂牌及摘牌功能。
- 5.3.8 应实现实时趋势和历史趋势显示功能。
- 5.3.9 应实现电能统计报表及打印功能。
- 5.3.10 宜实现定值管理功能。
- 5.3.11 应实现拓扑着色功能。
- 5.3.12 可实现故障录波显示功能。
- 5.3.13 可实现事故追忆及反演功能。
- 5.3.14 应实现对充电桩的状态监视及控制功能。

5.4 环境与设备监控功能

- 5.4.1 应能监视车辆基地、车站、沿线天桥及区间的机电设备运行状态，并提供设备布局图进行状态显示。
- 5.4.2 应能监视设备用房、管理用房的温湿度环境参数。
- 5.4.3 应实现对机电设备的控制功能。
- 5.4.4 宜实现对车站照明监视及控制。
- 5.4.5 宜实现对线路给排水设备的监视及控制。
- 5.4.6 可实现对轨行区雨水水位的监测，保证行车安全。
- 5.4.7 宜对地下电缆井，集水井积水进行监视。

5.5 火灾报警功能

- 5.5.1 应实现火灾报警管理功能。
- 5.5.2 当发生火灾报警时，应能以明显的方式提示调度人员。包括声音报警、图元闪烁报警以及推图报警。
- 5.5.3 应记录所有消防设备的运行状态，当发生火灾报警时，以地图式画面显示报警点。
- 5.5.4 当发生火灾时，应联动广播系统进行防灾广播，联动视频监控系统查看火灾场景，联动乘客信息系统进行信息发布，同时还应联动防排烟、紧急疏散释放设备。
- 5.5.5 应实现对所监测设备的故障状态进行监视。

5.6 视频监控功能

- 5.6.1 应提供摄像头地理布置图便于视频调阅。
- 5.6.2 应实现实时视频预览以及轮询预览功能。
- 5.6.3 应实现对云台的全方位移动控制和变焦控制功能。
- 5.6.4 应实现视频回放功能。
- 5.6.5 应实现控制视频上大屏显示功能。

5.6.6 应实现预置位控制功能。

5.6.7 应实现时序控制功能。

5.6.8 应实现视频监控系统设备的运行状态监视功能。

5.7 周界安防报警功能

5.7.1 应实现对周界安防系统摄像头视频调阅和控制功能。

5.7.2 应实现入侵报警功能。

5.7.3 宜实现入侵位置自动定位、自动推送入侵视频图像功能。

5.7.4 宜实现入侵联动广播功能。

5.7.5 应实现对所监测设备的故障状态进行监视。

5.8 广播功能

5.8.1 应根据列车运行到发站情况自动触发列车到发站广播。

5.8.2 应可对车站、车场进行广播区域选择，对选定的区域实现话筒广播。

5.8.3 应实现定时广播功能，可自定义广播的区域，开始和结束时间。

5.8.4 应实现预录制广播播放功能。

5.8.5 应实现音量调节功能。

5.8.6 应实现广播设备状态监视和报警、广播区占用显示功能。

5.8.7 应实现与应急指挥预案匹配的联动功能。并在发生故障、灾害等紧急情况时，发布警报，指挥救援和疏导乘客。

5.9 乘客信息发布功能

5.9.1 应根据列车运行到发站情况自动触发列车到发站信息显示。

5.9.2 应实现文本信息的编辑管理功能。

5.9.3 应实现信息发布区域选择，对选定的区域发布普通文本信息和紧急文本信息功能。

5.9.4 应实现发布信息的审核功能。

5.9.5 应实现已发布信息的清除功能。

5.9.6 应实现定时信息发布功能，可自定义发布的区域，开始和结束时间。

5.9.7 应实现 PIS 屏音量调节，远程开关屏功能。

5.9.8 应实现 PIS 设备状态监视，信息发布监视功能。

5.10 门禁监控功能

5.10.1 可实现对车辆基地设备用房和管理用房、变电站等地的门禁系统开关门状态监视功能。

5.10.2 可实现对门锁进行开关控制功能。

5.10.3 可采集门禁系统故障信息、状态信息以及通信状态功能。

5.10.4 应实现火灾联动控制功能。

5.10.5 应实现对所监测设备的故障状态进行监视。

5.11 售检票设备监控功能

5.11.1 应采集客流量信息，并生成客流量运行报表。

5.11.2 如车站设置有售票机，应实现对售票机远程开关机、启运\停运、打印机缺纸报警、钱箱异常打开报警功能。

5.11.3 可实现对车站实时客流量监测分析，并动态调整运行图功能。

5.11.4 应采集售检票系统主要设备的运行状态信息和设备故障信息。

5.12 无线呼叫及设备监视功能

5.12.1 应提供列车车次信息给无线系统。

5.12.2 应实现在站场图上无线呼叫列车司机功能。

5.12.3 宜实现通过无线系统，对电车司机发布文字信息命令功能。

5.12.4 宜通过无线系统实现中心对乘客的广播功能。

5.12.5 应实现无线系统设备状态及报警的监视。

5.13 电话设备监视功能

当行车指挥综合自动化系统互联电话系统时，其应实现电话系统设备状态监视及报警管理等功能。

5.14 对时功能

行车指挥综合自动化系统应与时钟系统互联，应具有接受时钟系统对时功能，中央级、车站级设备时钟系统应同步，应采集时钟系统设备故障报警信息。

5.15 联动功能

行车指挥综合自动化系统应实现满足正常模式、故障模式、灾害模式下的联动控制功能。提高正常情况下的运行效率和故障情况下的处置效率。

5.16 培训功能

行车指挥综合自动化系统应具有培训管理功能，实现对操作使用人员进行运行管理、操作、日常维护、故障排除等业务的培训功能。

5.17 扩展功能

5.17.1 行车指挥综合自动化系统可实现乘务调度管理，包括司机派班计划、乘务人员派班计划、司乘人员出勤管理等功能。

5.17.2 行车指挥综合自动化系统可实现施工管理功能。包括施工计划及派工单管理等功能。

5.17.3 行车指挥综合自动化系统可实现通过互联网平台向公众移动终端发布运营信息功能，例如早晚开始运营、停止运营时间，对应车站到发站时间等。

5.18 智能维护功能

5.18.1 应实现对所集成或互联系统的设备运行状态、故障状态的实时在线监测和报警功能。

5.18.2 对于涉及行车安全、行车运行的重要设备，应采集板级故障信息，并提供故障原因。

5.18.3 应具备对设备故障进行智能分析和故障定位功能，以便能快速排故、压缩故障处理延时。

5.18.4 宜具备设备隐患预警分析功能，能够提前发现设备隐患并进行预警提示，支持设备预防修。

5.18.5 宜具备多专业、跨系统诊断分析功能，定位故障点所在的系统。

5.18.6 应具备故障处理维护指导功能，基于历史故障处理经验，指导维护人员快速排除故障。

- 5.18.7 应具备维护建议报告功能,通过报告呈现作业周期内存在的故障或问题,便于交接班工作及指导维护作业。
- 5.18.8 宜提供故障在线和离线回放功能,对故障现象进行回放和再现,辅助维护人员进行故障分析或应急处置演练培训。
- 5.18.9 应具有网络管理功能,实现网络管理、配置管理、网络监控、安全管理、事件记录、参数调整等功能。
- 5.18.10 应实现设备处理器占有率、硬盘使用率、内存使用率、设备主备状态、通道状态等实时监视功能。
- 5.18.11 应实现远程维护、软件远程安装功能。
- 5.18.12 应具备故障报表统计功能,包括故障次数统计、故障等级统计、趋势统计等功能。
- 5.18.13 可具备设备全生命周期维护管理功能,为每个设备建立设备台账,实现设备从上线、检修、返修直至报废全生命周期维护和追踪。
- 5.18.14 可提供设备备品备件管理功能,包括备品备件入库、出库、流转、库存盘点等功能。
- 5.18.15 可提供维修及维护工作的管理功能,包括维修计划、维修工单等。
- 5.18.16 可提供移动维护管理功能,基于移动 APP 实现故障推送、维修作业、故障统计、设备台账等相关功能实现。
- 5.18.17 宜预留开放的接口,提供对第三方专业维护软件的集成能力,例如车辆专家系统。通过对第三方专业维护软件的集成,提升维护功能集成度和智能化水平。
- 5.18.18 应预留维护信息对外数据接口,可向线网级维修中心或其他维护系统输出维护数据。

6 系统性能

6.1 一般规定

- 6.1.1 控制命令响应时间是指从操作员在工作站上发出控制执行命令开始,到该控制命令发到被控设备的外部接口为止所经历的时间。控制命令响应时间不包括行车指挥综合自动化系统之外的处理时间,如设备机构的执行时间。
- 6.1.2 状态量变化响应时间是指与外部接入系统的接口收到数据开始,到人机界面更新完该数据为止所经历的时间。状态量变化响应时间不包括外部系统的响应时间。
- 6.1.3 画面调阅时间是指从操作员点击键盘或鼠标调阅画面开始,到工作站显示屏上完全显示出该画面的图形和数据所需的时间。
- 6.1.4 冗余切换时间是指冗余的服务器或者通信前置机单机发生故障开始,切换到备机所有功能恢复正常所需的时间。

6.2 系统响应性

- 6.2.1 遥控命令在行车指挥综合自动化系统中的传送时间应小于 2s。
- 6.2.2 设备状态变化信息在行车指挥综合自动化系统中的传送时间应小于 2s。
- 6.2.3 实时数据画面在操作员工作站屏幕上整幅调出响应时间应小于 1s。
- 6.2.4 冗余设备切换时间应符合下列规定:
 - 6.2.4.1 冗余服务器切换时间不应大于 2s;
 - 6.2.4.2 网络切换时间不应大于 0.5s;

6.2.4.3 通信处理机切换时间不应大于 1s。

6.3 系统可靠性、可用性、可维护性、安全性要求

6.3.1 系统的平均无故障时间不应小于 8000h。

6.3.2 系统可用性指标应大于 99.98%。

6.3.3 系统应满足可靠性、可用性、可维护性、安全性的需求，关键设备例如实时服务器、历史服务器、通信前置机等设备应采用冗余配置，应满足故障或灾害不扩散、不传播的要求。

6.3.4 系统的安全性应满足《现代有轨电车运营安全评价规范》T/CAMET 07002-2018 的规定。

6.3.5 系统设计和设备选型应满足有轨电车环境条件与电磁兼容性要求。

6.4 设备负载要求

6.4.1 服务器中央处理器平均负荷率宜小于等于 60%。

6.4.2 工作站中央处理器平均负荷率宜小于等于 60%。

6.4.3 通信处理机中央处理器平均负荷率宜小于等于 50%。

7 系统组成

7.1 系统设备

7.1.1 现代有轨电车控制中心应采用以行车指挥为核心的行车指挥综合自动化系统，应进行统一的硬件配置，各专业所需的服务器、工作站、通信处理机应统筹考虑，宜合设。

7.1.2 行车指挥综合自动化系统的核心设备应冗余配置，例如实时服务器、数据库服务器、通信前置机、骨干网络节点交换机等。单个组成设备故障时，不得导致系统功能失效。

7.1.3 当行车指挥综合自动化系统为线网运营服务时，系统的服务器和工作站宜采用私有云平台部署方案，方便运维管理、节约成本。

7.2 系统网络

7.2.1 有轨电车行车指挥综合自动化系统应采用统一的有线网络和无线网络设计，满足所有子系统的网络需求。有线网络应采用工业以太网，宜按汇聚层、接入层进行设计，汇聚层宜采用冗余网络设计，接入层可根据实际情况采用单网或者双网。无线网络宜根据实际情况采用租用 4G/5G 公网或自建专网的方式。有线网络和无线网络设计应满足可靠性和安全性要求。

7.2.2 行车指挥综合自动化系统监控的现场设备宜采用以太网或者现场总线方式接入。

7.3 系统平台

7.3.1 行车指挥综合自动化系统宜基于开放的平台，并具有标准的外部接口定义，具备与其他信息自动化系统的互联互通的能力。

7.3.2 当行车指挥综合自动化系统为线网运营服务时，该系统宜根据用户权限的不同，对不同运营线路或不同运营区域的监控职责进行划分。

7.4 系统结构

典型的行车指挥综合自动化系统的系统结构图见图1。

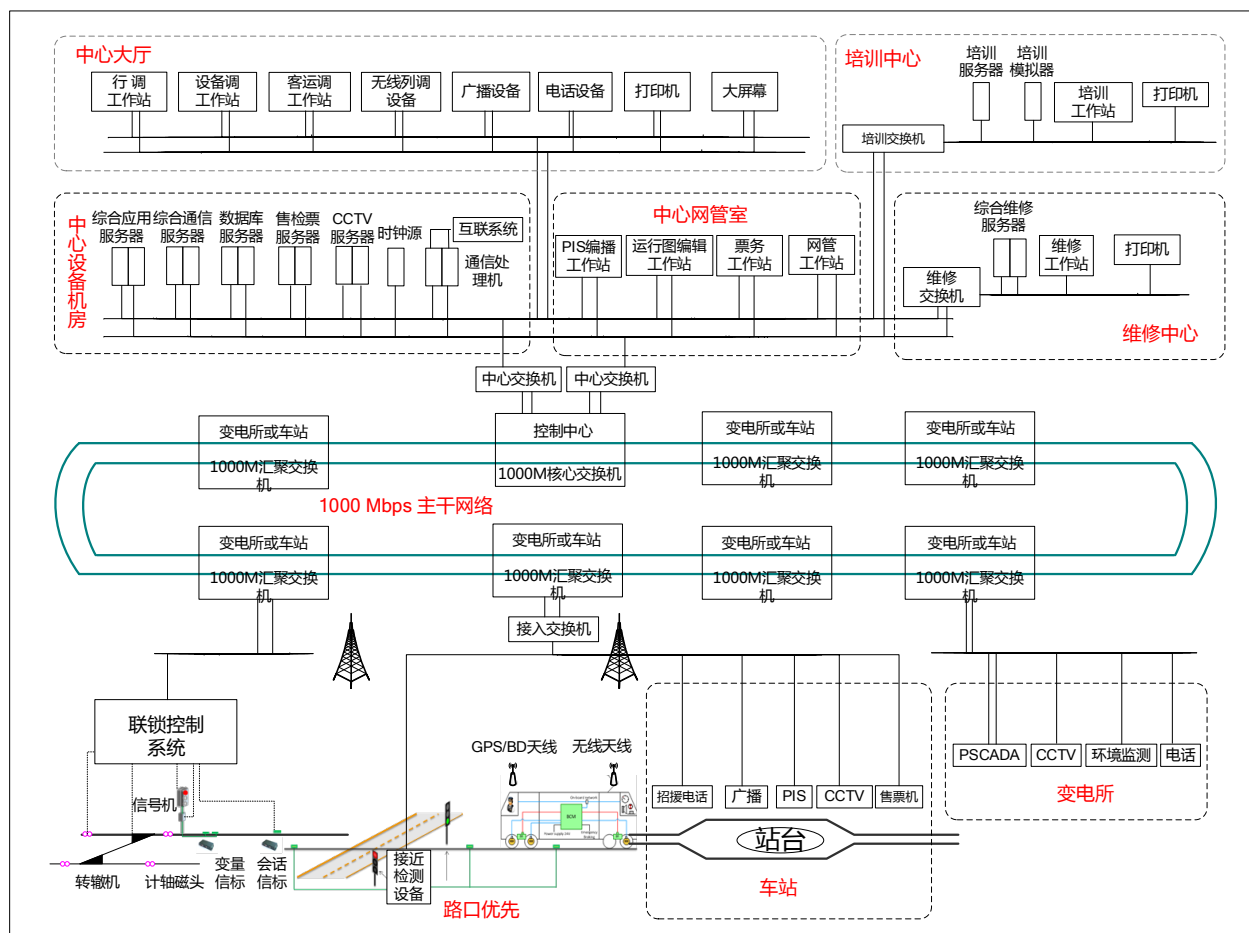


图1 系统结构图

8 软件设计要求

8.1 平台软件

- 8.1.1 应采用基于实时数据库处理技术的平台软件系统，并应具备开放的二次开发接口。应支持各种标准的通信协议，对各类集成系统的接入具有包容性和适应性。
- 8.1.2 软件系统应采用模块化结构，支持多人协同开发，并支持分布式部署。
- 8.1.3 系统响应性、设备负载等性能指标应符合本标准第6章的要求。
- 8.1.4 配置数据应具有完整性和一致性，同一用户同一时间在任何等效操作位置所获取的数据应一致。
- 8.1.5 人机界面设计应易于操作，简洁大方，符合用户的使用习惯。
- 8.1.6 应提供方便的软件维护工具，包括数据制作工具、数据库维护工具以及其他调试工具，应支持远程部署和在线更新。
- 8.1.7 应提供详细的使用手册和帮助信息。

8.2 数据库软件

- 8.2.1 应提供标准数据接口。
- 8.2.2 应具备数据备份、数据恢复等功能。
- 8.2.3 应具备数据库操作权限定义、用户标识与鉴别、存取控制等安全控制机制。

8.2.4 数据库应采用实时数据库和历史数据库共存的方式，以支持数据的实时性要求和历史数据查询及分析的要求。

9 接口设计要求

9.1 行车指挥综合自动化系统应提供对各种系统的信息接入机制，应以标准的、可扩展的方式通过接口进行访问。

9.2 行车指挥综合自动化系统与其它系统的接口应明确接口目的，描述详细的接口功能。

9.3 行车指挥综合自动化系统与其它系统的接口应明确接口物理特性，包括接口位置、冗余要求、通信介质、链路数量、连接形式、物理接口界面、电磁兼容性要求。

9.4 行车指挥综合自动化系统与其它系统的接口应采用标准的、开放的通信协议，并明确定义通信次序、协议格式、通信参数、报文详述、通信方式等协议内容。

9.5 行车指挥综合自动化系统与其它系统的接口应详细定义接口所传输的内容。

9.6 接口信息传输速率应满足专业应用功能要求。

9.7 接口软件应具有冗余处理机制，具有最大限度的连通支持。

9.8 接口软件应具有故障诊断能力和故障自修复能力。

9.9 行车指挥综合自动化系统与轨旁道岔控制系统的接口应满足功能安全的要求，宜采用安全通信协议。

10 施工安装及施工验收

10.1 施工安装准备

10.1.1 施工单位应进行施工现场检查、管线预埋配合、安装材料报验、设备开箱检验。

10.1.2 工程所用设备及材料均应现场检查，其规格、型号、数量应符合设计要求，技术文件应齐全，并应有出厂合格证。

10.1.3 工程所用设备及材料的储存环境和方法、装卸搬运方式应符合产品说明书的规定，安装位置和安装方式应符合设计要求及产品说明书的要求。

10.1.4 设备用房宜符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174-2017 中的有关规定。

10.1.5 应取得工程开工令。

10.1.6 应检查设备安装位置、管槽安装路径、线管穿墙预留孔洞、标高与施工图相符。

10.1.7 安装环境及电源满足施工要求。

10.2 管线敷设

10.2.1 管槽预埋应符合现行国家标准《电缆管理用导管系统第 21 部分：刚性导管系统的特殊要求》GB/T 20041.21-2017 的规定。

10.2.2 管线安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 和《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093-2013 的规定。

10.2.3 线缆敷设、引入、接续应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB 50312-2016 的规定。

10.2.4 电缆的防火、防毒性能及芯线备用余量应符合设计要求。

10.2.5 所有线缆应在两端予以标注，标注应至少包括起点、终点、类型、编号，标注应清晰完整。

10.2.6 动力电缆、控制电缆的线缆端接应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 的规定。

10.2.7 通信线缆的线缆端接应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB 50312-2016 的规定。

10.3 设备安装

10.3.1 设备的安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 及《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093-2013 的规定。

10.3.2 设备应避开送风口、管道阀门等下方位置安装。无法避开时，应采取防水保护措施。

10.3.3 安装在防静电地板上的控制柜、盘应设置专用设备安装底座，底座上表面应保持水平。

10.3.4 控制箱、柜、盘安装应横平、垂直、牢固。成排安装的控制箱、柜的正面宜平齐，高度宜一致，相邻箱、柜之间的接缝间隙不应大于 2mm。柜的开门方向应一致，各排柜之间应预留足够的空间保证机柜开门大于等于 90 度。

10.3.5 挂墙安装的控制箱应悬挂在承重墙上或采取措施加固安装，高度应符合设计要求。

10.3.6 设备铭牌字迹应清晰完整、参数正确。

10.3.7 行车指挥综合自动化系统的电源与接地、防雷应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 的规定。

10.3.8 行车指挥综合自动化系统设备电源接线、设备接地、浪涌保护器设置应符合设计要求。

10.4 设备上电测试

10.4.1 行车指挥综合自动化系统的设备上电测试应符合现行国家标准《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》GB/T 50636-2018 的规定。

10.4.2 设备上电前应进行以下检查测试：

10.4.2.1 控制电缆、通信电缆应进行对线测试；

10.4.2.2 应进行各回路的绝缘检查，绝缘电阻值应符合设计要求，并应作好记录；绝缘电阻测量时，应有防止电子元件或设备被损坏的措施；

10.4.2.3 应进行设备接地保护线可靠性检查。对带有漏电保护装置的线路应做模拟动作试验，并应做好记录；漏电保护装置的动作应正常；

10.4.2.4 设备输入的交流电源、直流电源的电压等级应符合设计要求；

10.4.2.5 设备内的所有开关均应置于断开位置，开关的通断电状态都应有显示或警示标识。

10.4.2.6 设备上电后，各设备指示灯应正常，各开关按钮、接触器、继电器的动作应正确。

10.5 施工验收

10.5.1 当进行施工验收时，应测试骨干网络、局域网络和现场总线的连通性。

10.5.2 施工验收抽检比例应符合现行国家标准《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》GB/T 50636-2018 的规定。

10.5.2.1 隐蔽工程应在下道工序施工前进行 100%验收；

10.5.2.2 线槽、线管、支架敷设质量抽检比例不应低于 20%；

10.5.2.3 线缆敷设和端接质量抽检比例不应低于 20%；

10.5.2.4 各类控制箱、盘、柜安装质量抽检比例不应低于 20%且不应少于 10 台，当少于 10 台时应全部检查；

10.5.2.5 各类传感器、执行器安装质量抽检比例不应低于 20%且不应少于 10 台，当少于 10 台时应全部检查。

10.5.3 应做好施工安装及验收过程记录。

11 系统调试

11.1 单机调试

11.1.1 系统安装完成后，应进行单机调试。

11.1.2 单机调试应包括以下内容：

11.1.2.1 上电后各设备、模块工作指示灯状态应正常；

11.1.2.2 设备的硬件配置、软件配置、网络地址设置、预置参数应符合设计要求；

11.1.2.3 设备中的软件应正常运行，单机功能测试应正常。

11.1.3 单机调试过程记录应符合附录 A 的规定。

11.2 集成子系统调试

11.2.1 单机调试完成后，应进行行车指挥综合自动化系统集成子系统调试。

11.2.2 集成子系统调试应包括行车指挥综合自动化系统的网络调试、集成子系统与现场监控对象的接口调试、集成子系统现场监控设备的功能测试、集成子系统与行车指挥综合自动化系统的接口调试、行车指挥综合自动化系统的集成子系统专业功能测试。

11.2.3 集成子系统调试应按照经建设方和设计方代表确认的调试大纲进行。

11.2.4 行车指挥综合自动化系统的网络调试应包括集成子系统现场总线、车站局域网、骨干网和中央局域网的联网调试。

11.2.5 冗余设备应实现无扰动自动切换功能。

11.2.6 集成子系统与现场监控对象的点对点测试应按测点清单进行 100%测试。

11.2.7 集成子系统的端到端测试应从人机界面到现场监控对象一次完成，应符合如下规定：

11.2.7.1 控制类测点应进行 100%端到端测试；

11.2.7.2 非控制类测点在经过 100%点到点测试条件下，可抽测进行端到端测试，抽测比例不低于该接口专业总点数的 10%；

11.2.7.3 点到点测试、端到端测试后如发生接口设计变更，应对变更部分进行 100%的端到端测试。

11.2.8 集成子系统现场级监控设备的功能和集成子系统专业功能应符合设计要求。

11.2.9 集成子系统调试过程记录应符合附录 A 的规定。

11.3 综合联调

11.3.1 集成子系统调试完成后，应进行综合联调。

11.3.2 综合联调应按照经建设方和设计方代表确认的调试大纲进行。

11.3.3 综合联调应包括行车指挥综合自动化系统与互联系统接口调试、互联系统功能调试以及联动功能调试。

11.3.4 行车指挥综合自动化系统与互联系统的接口调试应在各互联系统已完成本系统调试后进行。

11.3.5 行车指挥综合自动化系统与互联系统的端到端测试应符合下列规定：

11.3.5.1 应在点对点测试完成后进行；

11.3.5.2 控制类测点应进行 100%测试；

11.3.5.3 非控制类测点应覆盖所有设备类型，每种设备类型宜采用抽测方式，抽测的数量不应低于该类型设备总数的 10%，每个抽测设备应 100%测试。

11.3.6 综合联调应验证各系统联动功能符合设计要求。

11.3.7 综合联调过程记录应符合附录 A 的规定。

12 系统验收

12.1 系统功能及性能验收

12.1.1 行车指挥综合自动化系统功能验收应按照集成系统功能、互联系统功能分别验收。

12.1.2 应编制行车指挥综合自动化系统功能和性能验收大纲，并按照大纲进行功能验收。

12.1.3 列车调度管理系统、电力监控系统功能应 100%验收。

12.1.4 其他集成系统、互联系统功能应按照本标准第 5 章系统功能要求逐项全部验收。抽测车站应不少于车站总数的 10%，且不少于 2 个车站。

12.1.5 行车指挥综合自动化系统性能验收应按照本标准第 6 章系统性能要求逐项验收。

12.1.6 系统功能及性能验收过程记录应符合本标准附录 B 的规定。

12.2 系统不间断运行测试

12.2.1 行车指挥综合自动化系统通过功能验收、性能验收后，应进行不间断运行测试。

12.2.2 不间断运行应保证行车指挥综合自动化系统功能和性能正常，并持续运转。运行时间不得小于 144h。

12.2.3 出现下述情况应重新开始不间断运行：

12.2.3.1 系统硬件未出现故障的情况下，软件运行异常，导致全部或部分系统功能丧失，且运行异常时间超过 5min 时；

12.2.3.2 系统配置的冗余设备同时发生故障，导致全部或部分系统功能丧失，且故障时间超过 5min 时；

12.2.3.3 行车指挥综合自动化系统因自身系统故障导致失去单个站点的单个接口专业全部监控功能，且故障时间超过 5min 时。

12.2.4 系统不间断运行期间应停止修改数据库、数据同步、离线组态、系统启停等维护性操作。

12.2.5 系统不间断运行测试过程应做好记录，并应符合本规范附录 C 的要求。

12.3 系统预验收

12.3.1 行车指挥综合自动化系统预验收应在系统不间断运行测试通过后进行。

12.3.2 预验收应由监理或建设单位组织，设计、施工及质量检查监督站等单位参加。

12.3.3 预验收应包括资料验收和系统质量验收。

12.3.4 资料验收应包括下列内容：

12.3.4.1 施工安装质量验收记录表；

12.3.4.2 调试记录表;

12.3.4.3 系统功能验收记录表;

12.3.4.4 系统性能验收记录表;

12.3.4.5 不间断运行记录表。

12.3.5 系统预验收应包括施工安装验收的抽验、系统功能验收的抽验、系统性能验收的抽检。

12.3.6 预验收过程应做好记录, 并应符合本规范附录 D 的要求。

12.4 竣工验收

12.4.1 竣工验收应在预验收后进行。

12.4.2 竣工验收应由建设单位组织, 监理单位、设计单位、施工单位、质量监督机构参加。

12.4.3 竣工验收应提交竣工资料供审核。竣工资料应包括下列内容:

- a) 移交清单;
- b) 原材料和设备合格证、质量证明、说明书;
- c) 图纸会审记录、变更设计或洽商记录;
- d) 测试与调试记录;
- e) 隐蔽工程验收记录;
- f) 质量记录;
- g) 开工报告;
- h) 竣工验收报告;
- i) 竣工图。

12.4.4 竣工验收过程应做好记录, 并应符合本规范附录 E 的要求。

附 录 A
(规范性附录)
系统调试验收记录表

标题	单机调试/集成子系统调试/综合联调			
测试目的:				
软件版本号:				
调试地点		调试时间		
调试条件:				
序号	调试项目	调试验收标准规定	调试结果	备注
调试参加单位	系统集成商	专业技术负责人: 年 月 日		
	监理(建设)单位	监理工程师(建设单位项目负责人): 年 月 日		

附 录 B
(规范性附录)
系统功能/性能验收记录表

验收项目			
验收时间		验收地点	
验收记录:			
验收结果:			
备注:			
验收单位	施工单位	专业技术负责人: 年 月 日	
	系统集成商	专业技术负责人: 年 月 日	
	监理(建设)单位	监理工程师(建设单位项目负责人): 年 月 日	

附 录 C
(规范性附录)
系统不间断运行测试验收记录表

测 试 编号		测 试 内容	
测 试 地点		起 止 时间	年 月 日 时～ 年 月 日 时
测 试 目的			
测 试 结果	通过[] 未通过[] 其它[]		
备注：			
验 收 单 位	施 工 单 位	专业技术负责人： 年 月 日	
	系 统 集 成 商	专业技术负责人： 年 月 日	
	监 理（建设） 单 位	监理工程师（建设单位项目负责人）： 年 月 日	

附 录 D
(规范性附录)
预验收记录表

组织单位:			编 号		
工 程 项 目名称		项 目 负责人		开 工日期	
施 工 单 位		技 术 负责人		验 收日期	
验收内容		验收结果		验 收人 (签字)	验收日期
资 料 验 收					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
系 统 质 量验收					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
工 程 验 收结论			验收组长(签 字)		
			验收日期		年 月 日
建 议 和 要求					
单 位 盖 章	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位	
签字栏	项目负责人	总监理工程师	项目负责人	项目负责人	
验 收 日 期	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	

附 录 E
(规范性附录)
竣工验收记录表

表E.1 竣工验收记录表

组织单位：			编 号		
工程项目名称		项 目 负 责 人		开工日期	
施工单位		技 术 负 责 人		竣工日期	
验收内容		验收结果		验收人 (签字)	验收日期
施工安装 及施工安装 验收					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
系统调试、 测试及 系统验收					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
					年 月 日
工程验收结论			验收组长(签字)		
			验收日期		年 月 日
建议和要求					
单位盖章	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位	
签字栏	项目负责人	总监理工程师	项目负责人	项目负责人	
验收日期	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	