

Henrich Electronics Corporation

7421 El Vallencito Drive

Walnut, CA 91789

United States

Phone 860-487-9869

Fax 860-487-9478

Email dhe@henrich-inc.com

www.henrich-inc.com.cn

Henrich China

中国·江苏省

苏州市高新区

建林路 666 号二区 9 栋

VIP 电话 189 621 22333

电话 0512-68097866

传真 0512-68095966

邮箱 vip@henrich-inc.com.cn



轨道交通完整解决方案

我们的愿景

使恒启的产品和服务成为全球工业以太网用户的第一选择



企业简介

恒启的核心研发人员来自美国工业控制高科技公司，对于工业控制产品的设计和应用，有着深厚的积累和成功案例。恒启对所有产品拥有 100% 的知识产权。自 2003 年进入中国市场以来，公司一直专注于工业控制产品的研发、生产和销售。经过长期以来对中国市场的研究和开发积累，恒启为众多工业客户提供了完善的工业控制系统解决方案。

核心价值

- 坚守共同愿景和使命观
- 围绕提升给客户的价值而创新
- 公司，员工，社会相互公平对待
- 爱心，沟通，双赢
- 持续改善，弥补差距，超越期望
- 额外付出，投资未来

轨道交通

- ▶▶▶ 基于 IEC61375 的以太网列车通信网络描述 01~04
 - TTDP 列车拓扑自动发现协议描述
 - R-NAT 轨道网络地址转换描述
 - Bypass 列车控制和管理系统描述
- ▶▶▶ 有轨电车 AFC 通信系统描述 07~08
 - 恒启在有轨电车 AFC 通信系统中的解决方案
 - 案例拓扑图
 - 成功案例
 - 推荐产品
- ▶▶▶ 有轨电车车站设备控制系统描述 13~14
 - 案例拓扑图
- ▶▶▶ 列车故障上传系统描述 05~06
 - 恒启在 TCDS 系统中的解决方案
 - 案例拓扑图
 - 成功案例
 - 推荐产品
- ▶▶▶ 有轨电车骨干通信系统描述 09~12
 - 设计方案
 - 案例拓扑图
 - 成功案例
 - 推荐产品



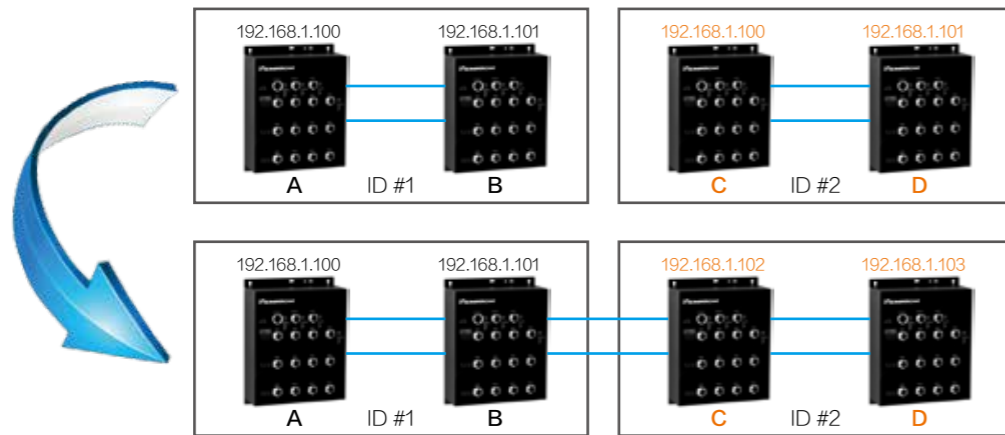
基于 IEC61375 的以太网列车通信网络

以太网技术已经被广泛的用在列车通信网络和车载终端设备。国际 IEC 标准化组织推出了基于以太网的列车通信网络标准，包括列车骨干以太网 ETB（由 IEC61375-2-5 定义）和编组以太网 ECN（由 IEC61375-3-4 定义）。ETB 定义了不同列车编组之间的互连接和互操作规范，而 ECN 定义了在每个编组内各种终端设备组成的以太网络的通信规范。

由于列车骨干网络不同于典型的固定不变的通信网络，尤其是在列车编组和解编，列车网络拓扑会发生较大变化。ETB 可以很好的适应在解编和编组时列车网络拓扑发生的变化，并能及时调整三层路由信息。IEC61375 定义了 TTDP、R-NAT 等功能，目的是为 TCMS（列车控制和管理系统）快速建立起一个高可靠高带宽的以太网列车通信网络。

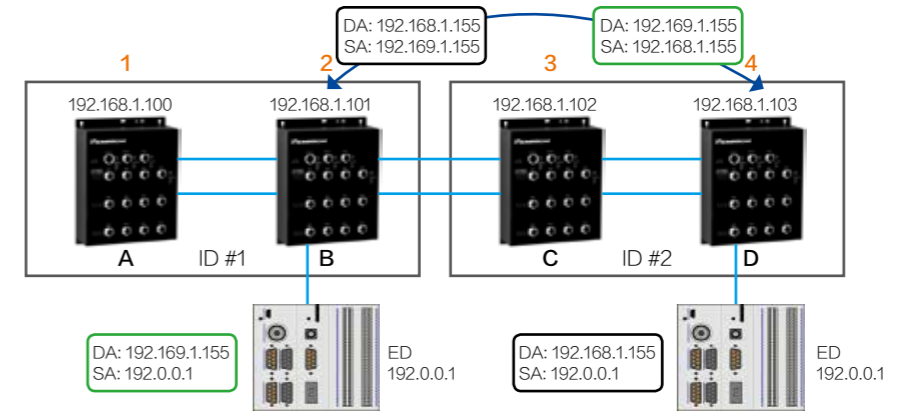
TTDP 列车拓扑自动发现协议

所有 ETBN（ETB 节点设备）支持 TTDP 协议，以便完成列车初运行和拓扑快速建立。在下面的图中，当 ID #2 与 ID #1 组建新的编组时，TTDP 将帮助每个 ETBN 更新拓扑信息并完成 IP 地址的自动配置，新编组的列车骨干网不会产生 IP 地址冲突和混乱。



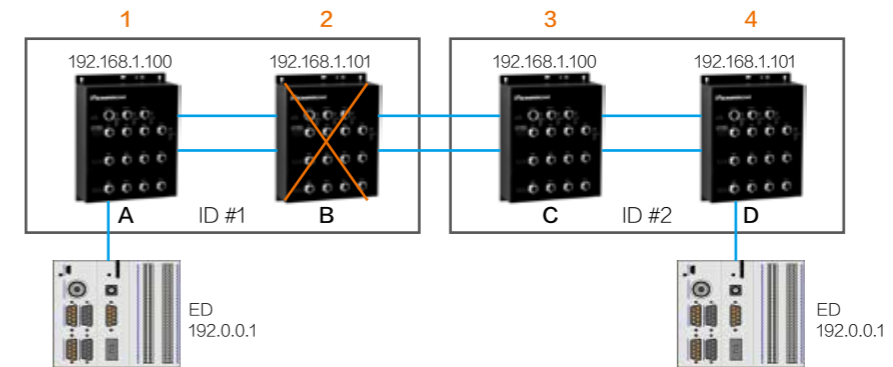
R-NAT 轨道网络地址转换

为了保证部分终端设备在不同编组以太网中拥有相同的 IP 配置，并且可以顺利完成相互通信，特提出 R-NAT 功能，用于完成对终端设备的 IP 地址转换，协助不同编组下的拥有相同 IP 配置的终端设备完成相互通信。在下图中，两个不同编组下的 ED 设备被分配了相同的 IP 地址。首先，ETBN_B 收到其下联 ED 设备发来的数据包（目的地址为另一个 ED 设备），ETBN_B 将其中的源地址进行替换，然后将该数据包发送到 ETBN_D，ETBN_D 根据地址映射关系，找到目的地址 192.168.1.155 对应的本编组内的 ED 设备（192.0.0.1），并将数据包传送给 ED 设备。



Bypass

列车控制和管理系统对于列车运行是至关重要的，高可靠的列车通信网络也是非常关键。当列车骨干网中的某台 ETBN 设备发生故障，整个列车通信网络应能保证正常运行而不受干扰。在下图中，ETBN_B 的 Bypass 功能保证了当其本身出现故障时，ETBN_A 和 ETBN_D 下面的 ED 之间仍能正常通信而不受干扰。





推荐产品

HEST8GM 系列

8 口 M12 全干网管型工业以太网交换机



产品特性

- ✓ 最大提供 8 个千兆 M12 接口
- ✓ 符合轨道交通 EN50155, EN50121, EN55011 等标准
- ✓ 满足 IEC61375-2-5 的 ETB 功能, 包括 TTDP 协议 (列车拓扑发现协议), R-NAT 和掉电直通 Bypass 功能
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术 (自愈时间小于 15ms)
- ✓ 内置 Web Server, 可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议, 简易网络规划
- ✓ 支持多等级服务质量 (QoS) 控制功能
- ✓ 支持 IGMP Snooping 过滤组播封包
- ✓ 可通过邮件和继电器输出自动报告意外事件
- ✓ 坚固的金属外壳, IP67 防护等级
- ✓ 提供 12~36VDC 或 10~24VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计, 宽温: -40~+85°C

HEST12M-4G 系列

8+4G 口 M12 网管型工业以太网交换机



产品特性

- ✓ 最大提供 8 个百兆 M12 接口 +4 个千兆 M12 接口
- ✓ 最大支持 8 个 PoE 端口, 满足 IEEE802.3af 和 IEEE802.3at 标准
- ✓ 符合轨道交通 EN50155, EN50121, EN55011 等标准
- ✓ 满足 IEC61375-2-5 的 ETB 功能, 包括 TTDP 协议 (列车拓扑发现协议), R-NAT 和掉电直通 Bypass 功能
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术 (自愈时间小于 15ms)
- ✓ 内置 Web Server, 可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议, 简易网络规划
- ✓ 支持多等级服务质量 (QoS) 控制功能
- ✓ 支持 IGMP Snooping 过滤组播封包
- ✓ 可通过邮件和继电器输出自动报告意外事件
- ✓ 坚固的金属外壳, IP67 防护等级
- ✓ 提供 12~36VDC 或 10~24VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计, 宽温: -40~+85°C

HEST20M-2G 系列

18+2G 口 M12 网管型工业以太网交换机



产品特性

- ✓ 最大提供 18 个百兆 M12 接口 +2 个千兆 M12 接口
- ✓ 最大支持 12 个 PoE 端口, 满足 IEEE802.3af 和 IEEE802.3at 标准
- ✓ 符合轨道交通 EN50155, EN50121, EN55011 等标准
- ✓ 满足 IEC61375-2-5 的 ETB 功能, 包括 TTDP 协议 (列车拓扑发现协议), R-NAT 和掉电直通 Bypass 功能
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术 (自愈时间小于 15ms)
- ✓ 内置 Web Server, 可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议, 简易网络规划
- ✓ 支持多等级服务质量 (QoS) 控制功能
- ✓ 支持 IGMP Snooping 过滤组播封包
- ✓ 可通过邮件和继电器输出自动报告意外事件
- ✓ 坚固的金属外壳, IP67 防护等级
- ✓ 提供 12~36VDC 或 10~24VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计, 宽温: -40~+85°C

MX6004LN 系列

4 口 DB9 钉轨三层网管型工业以太网交换机



产品特性

- ✓ 最大提供 4 个百兆电口 (DB9 接口)
- ✓ 符合轨道交通 EN50155, EN50121, EN55011 等标准
- ✓ 支持三层静态 IP 路由, OSPF v1/v2, RIP v1/v2
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术 (自愈时间小于 15ms)
- ✓ 内置 Web Server, 可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议, 简易网络规划
- ✓ 支持多等级服务质量 (QoS) 控制功能
- ✓ 支持 IGMP Snooping 过滤组播封包
- ✓ 可通过邮件和继电器输出自动报告意外事件
- ✓ 支持广播风暴控制
- ✓ 坚固的金属外壳, IP40 防护等级
- ✓ 提供 12~36VDC 或 10~24VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计, 宽温: -40~+85°C



第一章 列车故障上传系统

系统描述

传统的列车故障上传系统主要是将列车行驶过程中的故障信息暂时存储在车载设备上，恒启电子在苏州地铁二号线设计了一套不改动原有网络拓扑的情况下将列车故障信息实时上传到控制中心的方案。使得控制中心在列车行驶中随时可以查询列车行驶中的故障信息防患未然。

恒启在 TCDS 系统中的解决方案

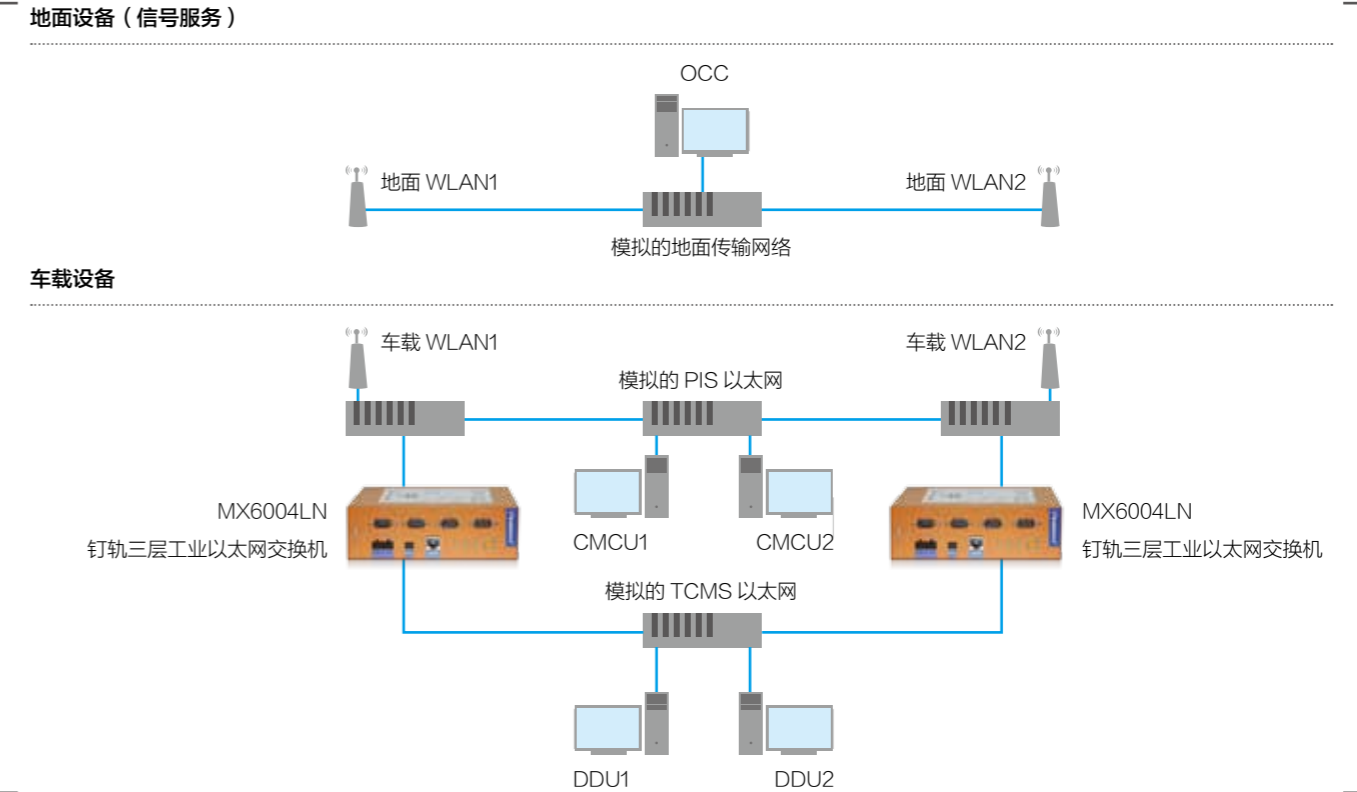
故障上传系统中恒启交换机作为一个不同子网的中转站，需要将 TCDS 系统的 DDU 设备中存储的故障信息转发到地面，或者是将地面发来的请求、命令数据转发到 TCDS 系统。

为实现跨多网段的数据转发，恒启电子专门针对 2 号线网络情况开发了具有 BNAT 功能的三层交换系统。成功实现故障信息的上传下载。

成功案例

- ✓ 苏州地铁 2 号线
- ✓ 苏州地铁 4 号线
- ✓ 上海地铁 4 号线
- ✓ 上海地铁 7 号线
- ✓ 北京地铁 1 号线
- ✓ 武汉地铁 2 号线

案例拓扑图



推荐产品



MX6004LN
钉轨三层工业以太网交换机

产品特性

- ✓ 最大提供 4 个百兆电口 (DB9 接口)
- ✓ 符合轨道交通 EN50155, EN50121, EN55011 等标准
- ✓ 支持三层静态 IP 路由, OSPF v1/v2, RIP v1/v2
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术 (自愈时间小于 15ms)
- ✓ 内置 Web Server, 可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议, 简易网络规划
- ✓ 支持多等级服务质量 (QoS) 控制功能
- ✓ 支持 IGMP Snooping 过滤组播封包
- ✓ 可通过邮件和继电器输出自动报告意外事件
- ✓ 支持广播风暴控制
- ✓ 坚固的金属外壳, IP40 防护等级
- ✓ 提供 12~36VDC 或 10~24VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计, 宽温: -40~+85°C

第二章 有轨电车 AFC 通信系统

系统描述

南京有轨电车 AFC 系统主要由中央 AFC 系统、车站 AFC 系统、终端设备和车票四部分组成。主要设备包括有中央计算机，系统工作站，编码分拣机，车站计算机，自动售票机，闸机，网络设备。

恒启电子为南京有轨电车一号线 AFC 系统提供了网络解决方案。

恒启在有轨电车 AFC 系统中的解决方案

通过三层光纤环网交换机 MX6012GLN 组成环网冗余实现链路备份以保证数据传输的可靠性。恒启 MX6012GLN 交换机采用千兆光纤组环，结合恒启独有 RingOn 环网技术，自愈 <15ms，通过三层路由功能将数据转发到中心服务器，可以确保网络传输的可考性，安全性。接入层采用 HES18MC-2G 管理型二层交换机，将闸机刷卡数据转发到站台服务器和中心服务器。

成功案例

- ✓ 南京有轨电车 1 号线
- ✓ 成都 有轨电车 2 号线
- ✓ 重庆有轨电车 1 号线



推荐产品



HES18MC-2G
机架式千兆网管型工业以太网交换机

产品特性

- ✓ 最大支持 2 个千兆 Combo 接口和 16 个百兆电口
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术（自愈时间小于 15ms）
- ✓ 内置 Web Server，可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议，简易网络规划
- ✓ 提供 120~370VDC 或 85~264VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计，宽温：-40~+75℃

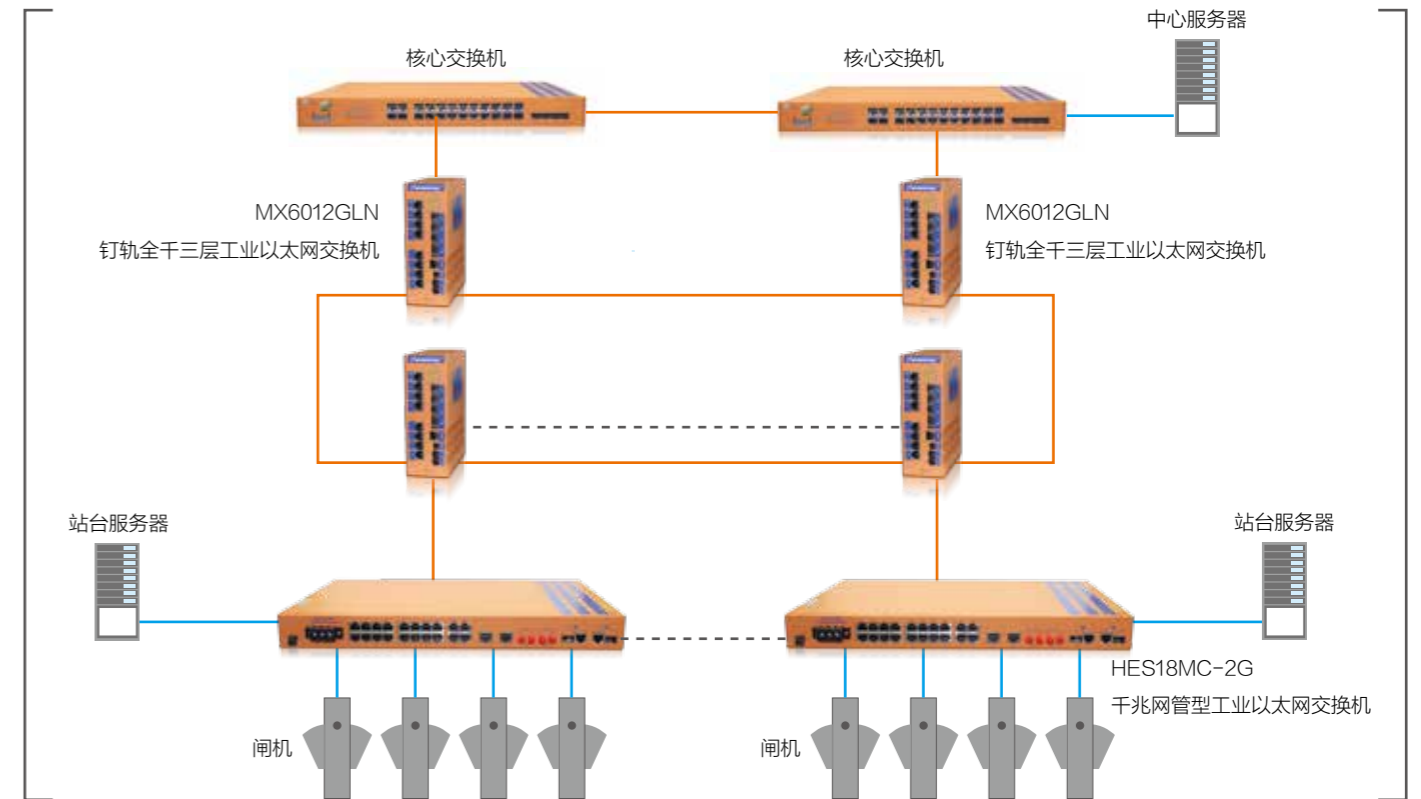


MX6012GLN
钉轨三层工业以太网交换机

产品特性

- ✓ 支持三层静态 IP 路由，OSPF v1/v2，RIP v1/v2
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术（自愈时间小于 15ms）
- ✓ 内置 Web Server，可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议，简易网络规划
- ✓ 支持多等级服务质量（QoS）控制功能
- ✓ 支持 IGMP Snooping 过滤组播封包
- ✓ 可通过邮件和继电器输出自动报告意外事件
- ✓ 支持广播风暴控制
- ✓ 坚固的金属外壳，IP40 防护等级
- ✓ 提供 12~36VDC 或 10~24VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计，宽温：-40~+85℃

案例拓扑图



第三章 有轨电车骨干系统

系统描述

有轨电车骨干网络采用工业以太网组网方式，通过在车站、车辆段、变电所、控制中心之间敷设 2 根 24 芯骨干光缆，并敷设 2 根 16 芯光缆作为区域连接光缆，构建工业级的环形光纤通信网络，用以传输运营调度数据、电力监控数据、乘客服务信息数据及其他整个有轨电车系统需要的其他数据。光缆埋设在上下行线中间的预留管道中，在车站和控制中心等处设置引入手井用于线缆的引入和盘留。整个光纤通信网络采用 1000Mbps 工业以太网交换机构成可控的支撑视频业务、运营业务的安全可靠的光纤环网。在中心配置千兆核心交换机，核心交换机采用模块化、可网管、带三层路由专业版的工业核心骨干网交换机。在变电所配置三层路由千兆汇聚交换机，在站台采用具有 2 层交换能力的可网管工业百兆现场交换机。

设计方案

系统功能规格及设计本系统网络设备选用恒启推出的专门为核心骨干网络研发的 MX6028GL 系列工业交换机，该系列交换机，端口转发典型时延小于 3.6 微秒。交换机能够在全线速情况下正常工作，丢包率为零。交换机采用模块化的结构，用户可按需要选择不同数量、不同速率和不同接口类型的模块，即插即用，随时更换和更新。MX6028GL 系列工业级交换机提供了大量的数据传输功能，提供了全线速交换带宽。该系列产品在交通自动化行业也有着非常广泛应用，例如在铁路、地铁 & 轻轨、隧道、桥梁、船舶、机场、码头、快速公交系统等交通子行业有大量的应用，同时在新能源、石化、冶金、制造业、核电、电网、管网管线等行业也有着大量的应用。因为以太网已经变成了未来工业传输通信的一个标准。除了在网络中提供最大的可靠性、安全性、实时性和灵活性外，也要求提供更高的端口密集度。MX6028GL 系列工业级交换机还可通过装载不同的操作系统版本提供 3 层路由交换功能。MX6028GL 系列可以提供不同型号的产品，提供用户更广泛的选择。在提供了很高的端口密集度的基础上，还提供了大量的工业特性：

- ✓ 超级冗余环网技术 (HIPER-Ring)
- ✓ 快速超级冗余环网技术 (Fast HIPER-Ring)
- ✓ 多环技术 (Multiple-Ring)
- ✓ RSTP (IEEE802.1D-2004 快速生成树协议)
- ✓ MSTP (IEEE802.1s 多生成树协议)
- ✓ 环间耦合技术 (Network-Coupling)
- ✓ 抗震动、抗高电磁干扰、高低温运行等指标 MX6028GL 系列所有的交换机都通过了 cUL508、EN60950-1/A11、cUL1604、EN50121 (铁路行业)、IEC61850 (智能电网) 等各个工业行业标准认证。

卓越的抗干扰性能

- ✓ EMC 抗电磁干扰性能在 4 级以上，远超过一般的工业以太网网络设备
- ✓ 通过了 cUL508、cUL1604、IEEC61800-3、cUL60950、EN60950-1/A11、EN50121 等多项工业标准
- ✓ 无故障通信，具备零丢包技术

超强的可靠性

- ✓ 严苛环境适应性能，工作温度 -40℃ ~ +85℃，冗余风扇设计
- ✓ MTBF 无故障时间在 15 年以上，有些模块超过 50 年
- ✓ 网络可靠性 > 99.999%
- ✓ 坚固的金属外壳，防护等级：IP40
- ✓ 支持冗余 AC/DC 电源，电源可以负载均衡，完全独立回路接入



网络系统实时性

- ✓ 采用存储-转发交换机制的全双工数据传输方式，没有数据碰撞，数据传输实时性有保证、网络设备端口延时低，典型值小于 3.6 微秒，能满足实时性应用的要求
- ✓ 支持优先级队列，遵循 IEEE 802.1D/p 标准，用于高优先级实时控制
- ✓ 支持 IEEE802.1Q VLAN 服务，隔离实时数据流
- ✓ IGMP Snooping V1/V2/V3 组播控制协议来过滤组播流量
- ✓ 流量控制遵循 IEEE802.3x 标准并支持每端口的速率限制 (可分别针对单播、广播、组播设置速率限制)；可设置交换机 MAC 地址的强制刷新时间并支持端口连接终端后 MAC 地址的快速刷新

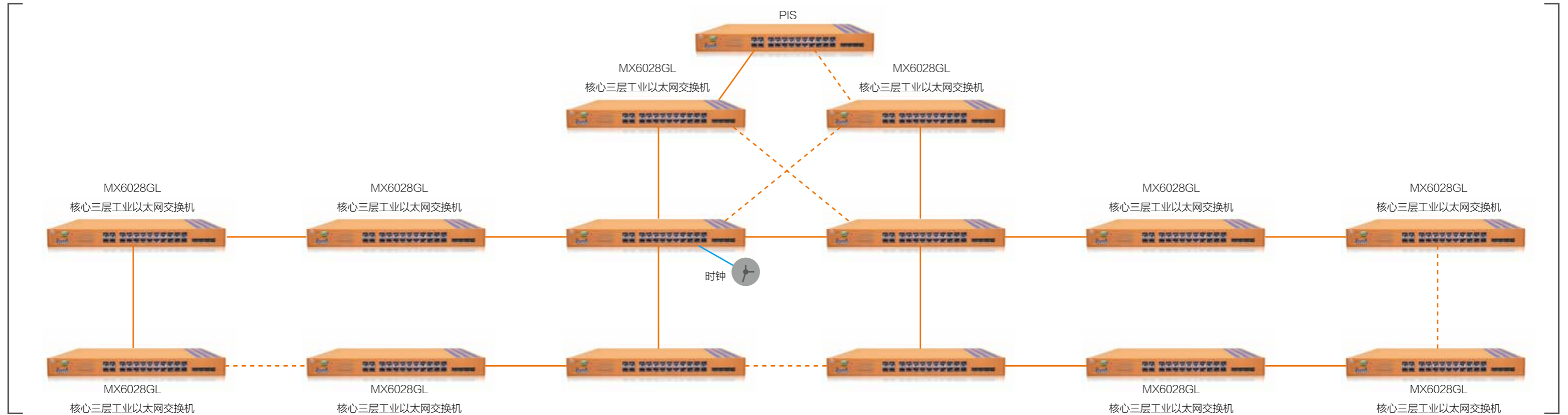


网络系统安全性

交换机在安全方面支持 Authentication IEEE 802.1x、ACL (Access ControlList)、基于 IP 和 MAC 的端口安全、网管访问控制 (可基于 VLAN/IP)、SNMPv3、SSH、SSL 等功能、实现整个网络及每台交换机的安全设定和安全管理功能。具体描述说明如下：

- ✓ 由于每台交换机都带有 SNMP (V1、V2、V3) 管理单元，集成了基于 WEB 的管理系统和支持 RMON 网管。从而保证了良好的安全性，所有登陆交换机的用户名密码必须经过本地认证或者远程 RAIDS 服务器认证
- ✓ 可以通过 SSH 方式对 Telnet 或者 Web 访问进行加密控制，保证远程登陆 Telnet 或者 Web 访问时所有控制数据不会泄露

案例拓扑图



成功案例

- ✓ 南京有轨电车 1 号线
- ✓ 广州有轨电车 1 号线
- ✓ 洛阳有轨电车 3 号线 /5 号线
- ✓ 成都 有轨电车 2 号线
- ✓ 东莞有轨电车 1 号线
- ✓ 郑州有轨电车 1 号线
- ✓ 重庆有轨电车 1 号线
- ✓ 武汉有轨电车 1 号线
- ✓ 徐州有轨电车 1 号线
- ✓ 深圳有轨电车 1 号线
- ✓ 厦门有轨电车 1 号线
- ✓ 绵阳有轨电车 1 号线 /2 号线

推荐产品

MX6028GL
机架式全干三层工业以太网交换机

产品特性

- ✓ 最大支持 28 个千兆 SFP 接口或 24 个千兆电口，可灵活配置光电组合
- ✓ 支持三层静态 IP 路由，OSPF v1/v2，RIP v1/v2
- ✓ 支持 RingOn 环网冗余技术（自愈时间小于 15ms）
- ✓ 内置 Web Server，可通过浏览器远程管理和配置
- ✓ 支持 SNMPv1/v2c/v3 不同等级的网络管理协议
- ✓ 支持 IEEE 802.1Q VLAN 协议，简易网络规划
- ✓ 支持多等级服务质量（QoS）控制功能
- ✓ 支持 IGMP Snooping 过滤组播封包
- ✓ 可通过邮件和继电器输出自动报告意外事件
- ✓ 支持广播风暴控制
- ✓ 坚固的金属外壳，IP40 防护等级
- ✓ 提供 120~370VDC 或 85~264VAC 冗余电源输入
- ✓ 工业级设计，宽温：-40~+85°C



第四章 有轨电车车站设备控制系统

系统描述

有轨电车车站设备控制系统集成了目前车站各个子系统设备的功能，包括 CCTV、网络传输、环境监控、车站广播、PIS 屏显示等功能。

功能简介

视频采集:

本地多路摄像头接入。处理后存入本地硬盘，同时将处理后的视频信号传送给控制中心。

网络交换:

提供包括光口、电口的千兆网络接口。负责车站内的视频、音频、温度、湿度等环境数据的传输数据交换以及车站到控制中心控制指令的网络传输。

车站环境监测:

连接 PLC 模块获取温度、湿度等信息，传送给控制中心。

PIS 屏幕:

车站液晶显示屏控制。支持多路输入的分屏显示。管理和控制由控制中心远程操作，播放内容可存放在本地硬盘。

车站广播:

通过将原有的数字功放系统整合至设备控制器主机系统实现。

设备机柜:

总体体积控制在 1000X700X700 以内 (高 * 宽 * 深 单位: 毫米)

(1). 温度

操作温度: 0~+55℃

存储温度: - 40~+85℃

(2). 机械性能

刀片垂直插入, 左边为第一插口

六个有效插口

顶部安装扶手

侧面可移动罩方便调试效用插口和 RTMS

(3). 冷却系统

高度集成化风扇足以覆盖六个效益插口冷却需求

(4). 电源

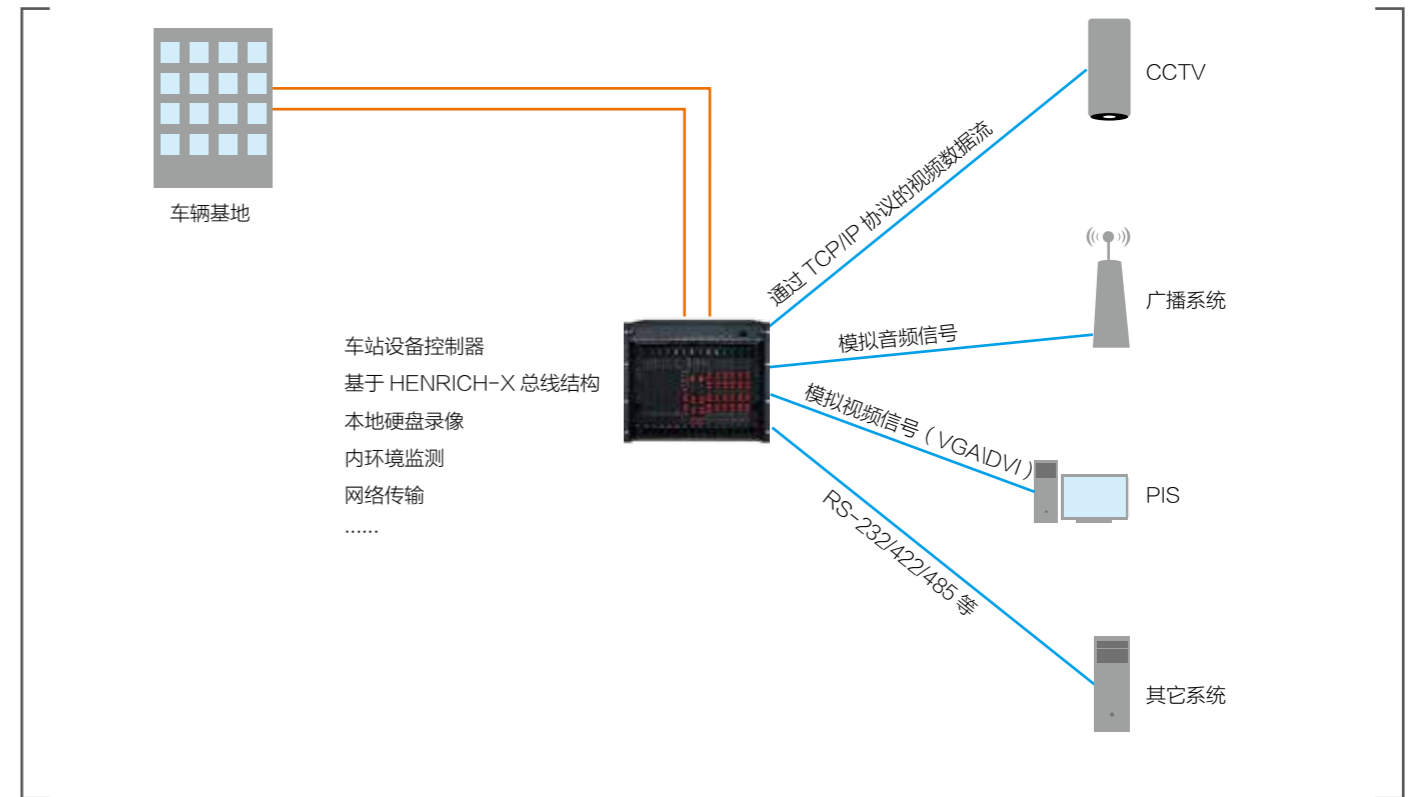
100-140, 200-240 VAC input, 50/60 Hz

后置插口

前置电源开关和灯

1000 瓦总输出

案例拓扑图





我们的业绩

列车故障上传系统

- ✓ 苏州地铁 2 号线
- ✓ 苏州地铁 4 号线
- ✓ 上海地铁 4 号线
- ✓ 上海地铁 7 号线
- ✓ 北京地铁 1 号线
- ✓ 武汉地铁 2 号线
- ✓ 深圳地铁 2 号线
-

有轨电车 AFC 通信系统

- ✓ 苏州地铁 2 号线
- ✓ 南京有轨电车 1 号线
- ✓ 成都有轨电车 2 号线
- ✓ 重庆有轨电车 1 号线
- ✓ 洛阳有轨电车 3 号线
- ✓ 郑州有轨电车 1 号线
- ✓ 徐州有轨电车 1 号线
- ✓ 绵阳有轨电车 2 号线
-

有轨电车骨干系统

- ✓ 南京有轨电车 1 号线
- ✓ 成都有轨电车 2 号线
- ✓ 重庆有轨电车 1 号线
- ✓ 深圳有轨电车 1 号线
- ✓ 广州有轨电车 1 号线
- ✓ 东莞有轨电车 1 号线
- ✓ 武汉有轨电车 1 号线
- ✓ 厦门有轨电车 1 号线
- ✓ 洛阳有轨电车 3 号线 / 5 号线

- ✓ 郑州有轨电车 1 号线
- ✓ 徐州有轨电车 1 号线
- ✓ 绵阳有轨电车 1 号线 / 2 号线
-