

[通信系统]

岸边集装箱起重机吊具通信系统分析与优化

文/上海振华重工(集团)股份有限公司 梁 明

随着大型化岸桥的发展，吊具通信系统受到的干扰愈发严重，一旦出现吊具通信干扰问题，如不能彻底找到原因，会严重影响岸桥作业的效率和安全。对各种吊具通信系统进行对比分析，总结了吊具通信系统防干扰的设计标准。

岸边集装箱起重机（以下简称岸桥）目前采用的吊具品牌主要有ZPMC、BROMMA、STINIS和RAM，吊具和岸桥电控系统主PLC（以下简称电控PLC）通信方式主要有点对点、AS-I和CAN。随着大型化岸桥的发展，吊具通信系统受到的干扰愈发严重。在岸桥产品制造、使用过程中，一旦出现吊具通信干扰问题，会涉及卷盘电缆、滑环箱等联动部件，排查难度很大，如不能彻底找到原因会严重影响岸桥作业的效率和安全，必须在设计施工过程中严格按照相关规范执行，保证吊具通信质量。

点对点模式

吊具点对点通信模式，是指岸桥电控PLC发送给吊具命令信号和接收吊具反馈信号，都是通过吊具电缆中对应的每一芯线传送。这种模式优点是抗电磁干扰能力强；缺点是吊具电缆线心多，成本大，线路繁杂、检修困难，吊具柜内继电器抗振性较差。

AS-I模式

执行器、传感器和接口代表（Actuator、Sensor、Interface，AS-I），是用在主站（控制器）和从站（传感器/执行器）之间传输信息的通信总线。这种模式的优点是使用两线电缆传输

数据和电源，成本较低，同时节省控制柜安装空间；维护方便，模块有短路保护及故障自诊断功能，采用标准的M12接插件针刺式连接方式；吊具程序安装在司机室柜的主站模块里，容易实现在工控机上查看吊具程序。缺点是通信有效距离为100 m，超过需加信号中继器，对吊具卷盘电缆长度有限制；扁平电缆与地址板之间连接的插针，时间长容易电化腐蚀锈蚀。

目前BROMMA和STINIS吊具基本不采用AS-I，以RAM和ZPMC吊具为例，如图1所示。常规配置如下：①电源模块为SIEMENS PS307；②CPU模块为SIEMENS 315-2DP；③AS-I通信主站模块为SIEMENS CP343-2；④AS-I电源模块为IFM AC1226；⑤各从站为数字量输入、输出模块IFM AC2474、AC2476；模拟量输入、输出模块IFM AC2617或SIEMENS 3RK1 207-2BQ40-0A30等。

通信过程是电控PLC发出命令信号通过PROFIBUS DP通信发给吊具PLC（由PS307、315-2-DP和CP343-2等组成），经过吊具程序逻辑控制后输出AS-I信号，再经过ASI电源模块数据解耦后发送到各从站去执行；从站反馈信号通过相反路径反馈到电控PLC。司机室、吊具控制柜都安装了浪涌保护器，保护通信系统稳定。终端电阻用于提高通信质量，延长传输距离，无需电

源。通信中继器用于延长传输距离，需配合ASi电源使用。

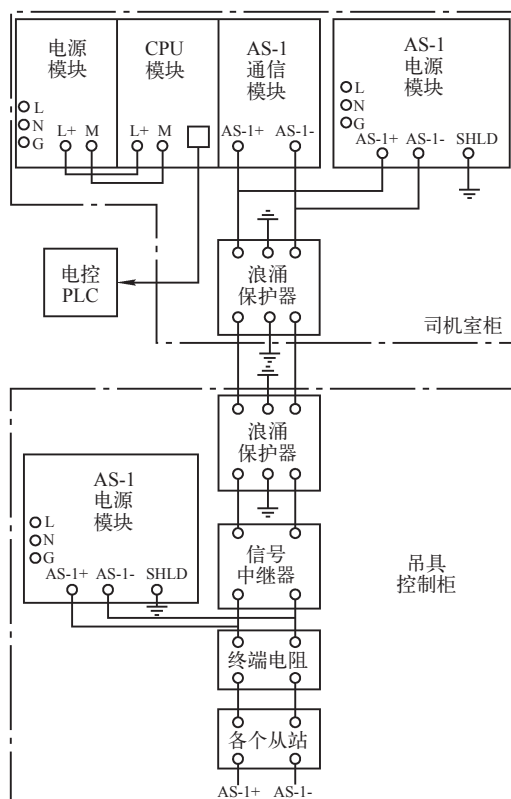


图1 ASI模式

CAN模式

控制器局域网络代表（Controller Area Network, CAN）。这种模式的优点是数据通信可靠、实时和灵活；通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤。缺点是控制器在吊具控制柜内，难以实现在工控机上查看吊具程序。

1. ZPMC吊具

常规配置：CAN 通信模块采用IFM CR3120，吊具控制器采用IFM CR0020各从站采用IFM CR2032。在电控软件上安装CAN通信模块的GSD文件，建立起电控PLC和CAN通信模块的数据交换，吊具控制器接收命令信号并反馈实时状态。从站选择IFM CR2032，有数字和模拟量输入，数字和PWM输出，满足各从站需求。司机室和吊具控制柜各配一个120 Ω终端电阻，以防止信号反射，提高了信号的可靠性。CAN 通信模块和吊具控制器之间通信波特率是50 kbit/s，吊具控制器和各从站之间通信波特率是125 kbit/s。

2. BROMMA吊具

常规配置：CAN通信模块采用BROMMA

Gateway；通信加强器采用BROMMA CAN Booster；吊具控制器采用SCS4 Node；各从站采用IFM CR2032。BROMMA Gateway 可根据电控选择Profibus或者Profinet接口，但都需要安装GSD文件用于通信，Gateway上自带120 Ω的接插电阻。吊具控制柜内的终端电阻为带滤波、浪涌保护功能的120 Ω终端电阻。CAN Booster用于抬高CAN信号传输电压，提高抗电磁干扰能力。CAN 通信模块和吊具控制器之间通信波特率是125 kbit/s，吊具控制器和各从站之间通信波特率是125 kbit/s。

3. STINIS吊具

常规配置：通信模块采用SIEMENS ET200S；CPU模块采用SIEMENS IM151-8；电源检测模块采用SIEMENS PM-E；CAN通信模块采用SIEMENS 1SI；通信加强器采用STICAN；吊具控制器采用EPEC 5050；各从站采用IFM CR2032、TURCK BLCCO-8M12L-8DI-P-8DI-P。如图2所示，司机室柜内吊具PLC采用SIEMENS模块组合用于和电控PLC的通信，也可根据不同电控系统兼容性采用其他品牌模块组合。STICAN模块信号线P和N之间需要加载24 V电源，CAN通信线在司机室柜内出线和吊具控制柜内进线分别配有2个120 Ω终端电阻。CAN通信模块和吊具控制器之间通信波特率是125 kbit/s，吊具控制器和各从站之间通信波特率是250 kbit/s。

4. RAM吊具

常规配置：电源模块采用SIEMENS PS307；CPU模块采用SIEMENS 315-2DP；DP耦合器采用SIEMENS SIMATIC DP/DP Coupler；DP分配器采用WEIDMULLER 8788580000；DP转CAN模块采用IFM CR3120；通信加强器采用IFM CVB002；吊具控制器采用IFM CR0032；各从站采用IFM CR2033。电控PLC和吊具PLC通信通过DP耦合器，同时配有2个通信加强器，接24 V工作电源，在吊具控制柜内通信加强器和吊具控制器中间配有2个120 Ω终端电阻，CAN 通信模块和吊具控制器之间通信波特率是50 kbit/s，吊具控制器和各从站之间通信波特率是125 kbit/s。

5. CAN转光纤通信

对于CAN模式吊具通信系统，在司机室和上架接线箱内加一对CAN光纤转换器，用光纤作为通信介质代替原本的CAN通信线，规避各种干扰源，吊具通信质量明显改善。目前CAN转光纤通信应用普遍，AS-I转光纤通信理论可行，目前已

有项目在计划实施中，随着岸桥自动化项目对吊具通信可靠性要求的提高，采用光纤传输是未来发展趋势。

双吊具通信模式

因功能性强、操作性好等因素，目前岸桥主要采用RAM、STINIS剪式上架，或者ZPMC双起升系统来完成2个40 ft(1 ft=0.3048 m)或4个20 ft等双吊具模式的集装箱吊装。STINIS CAN模式如图2所示。

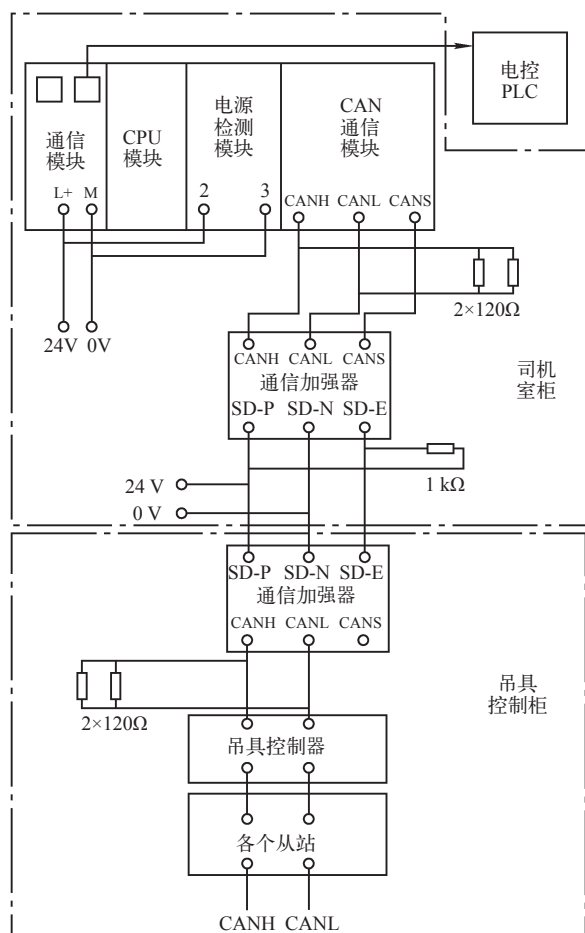


图2 STINIS CAN 模式

1. RAM剪式上架

RAM剪式上架和吊具通信方式可全部采用AS-I或者CAN模式。如图3所示，以CAN模式为例，司机室柜内海侧吊具、陆侧吊具和上架3路CAN总线分别经过CAN BOOSTER模块后，在海侧上架接线箱变回CAN总线。海侧吊具CAN总线通过插头电缆直接到达海侧吊具控制器；陆侧吊具CAN总线通过海陆侧上架自动对接插头到达陆侧上架接线箱，再通过插头电缆到达陆侧吊具控制器；上架CAN总线到海侧上架控制器，从控制

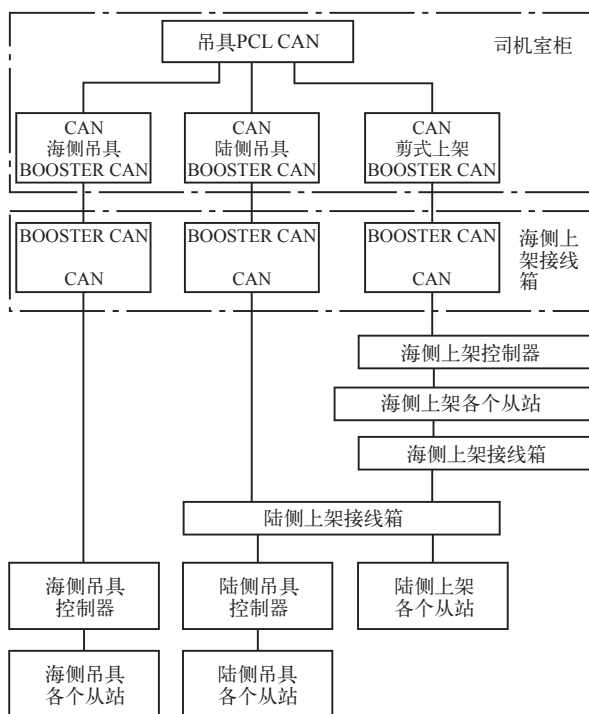


图3 RAM剪式上架

器出来的内部CAN总线继续到达海侧上架的各从站，再通过海陆侧上架自动对接插头到达陆侧上架接线箱以及陆侧上架各从站。

在岸桥海侧下横梁配有吊具切换平台。海侧吊具和剪式上架正常连接（同普通单吊具岸桥），海侧吊具和上架海侧边的CAN通信不受上架单双吊具模式切换的影响，岸桥由单吊具模式向双吊具模式切换时，单吊具首先放到平台海侧（平台陆侧已经备有吊具及上架连接机构），上架滑轮组等机构向陆侧水平方向伸开，自动连接好机械结构和电气插头，待所有CAN通信建立后，切换完成。由双吊具模式切换成单吊具模式可按照上述相反流程操作。

2. STINIS剪式上架

如图4所示，在司机室柜内的CAN信号转STICAN信号后到达剪式上架，并分成3路分别用于剪式上架、海侧吊具和陆侧吊具的通信。剪式上架一直是一个整体，故上架通信不受单双吊具模式影响，海陆侧吊具和剪式上架的电源、通信等线路连接靠剪式上架和吊具之间液压对接插头完成。剪式上架上是公插头，吊具上是母插头，插头垂直方向对接后，插头液压推杆始终保持压力输出，保证电源和通信线路的稳定连接。

在岸桥海侧下横梁配有吊具切换平台。岸桥

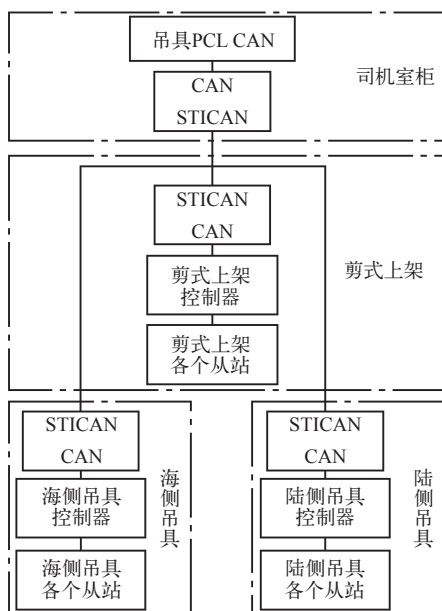


图4 STINIS剪式上架

由单吊具模式向双吊具模式切换时，先将单吊具放入切换平台空白位置处于松绳状态（备用吊具已经占用平台另一个位置），上架脱开，起升上升，小车架滑轮伸开到最大，上架伸开到预设位置后对准两个吊具起升下降，达到松绳状态后，操作液压推杆连接吊具，再操作上架海陆侧电气插头由上向下分别和海陆侧吊具连接，待CAN通信建立后，切换完成。由双吊具模式切换成单吊具模式可按照上述相反流程操作。

3. ZPMC双起升

如图5所示，电控PLC通过Profibus-DP通信总线将海陆侧吊具、上架通信系统连接起来，实现通信功能。

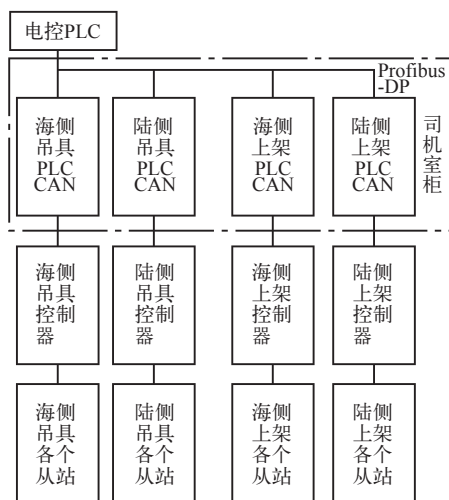


图5 ZPMC双起升

吊具通信防电磁干扰设计优化

1) 在司机室的吊具卷盘驱动器进线电源和吊具动力、控制等电源可采用变压器隔离；吊具信号线和空调器、卷盘驱动器等变频设备电源线分开。

2) 吊具三相动力、二相控制电源在司机室侧分别加装三相和单相滤波器。

3) 通信电缆选型。司机室到吊具卷盘滑环箱，AS-I通信电缆采用非屏蔽双芯黄色扁平电缆，线径1.5 m，CAN通信电缆采用RVVP屏蔽通信电缆，线径1 m。滑环箱到上架接线箱的吊具卷盘电缆采用常规的非屏蔽电缆，线径2.5 m。

4) 通信电缆从司机室到滑环箱走单独金属管路，和其他电缆分开。小车上托架电缆需按电压等级严格分开固定。滑环箱内需提供特殊通信银环。

5) 优化吊具卷盘电缆线芯分布，原则是把受干扰强度最小的线芯排布在离通信线最近位置，把受干扰强度最大的线芯排布在离通信线最远位置。

结束语

针对岸桥吊具通信系统的研究非常有意义，了解各种吊具通信系统特点，更好地优化吊具自身设计选型、卷盘等配套件以及相关电缆的选型、岸桥电力系统的设计、岸桥电气工艺的设计，保证吊具通信系统的安全性、稳定性和可靠性。EA

(收稿日期：2020.11.22)