

第二部分 主动预警系统

1、总体设计

结合乌龙江特大桥桥梁情况，本次主动防船撞设施系统总体设计方案为在距离桥梁、桥墩一定的范围内设置三个区域：预警区域、报警区域和紧急报警区域。

1.1 差异化预警

主通航孔桥船舶撞击风险主要来源于两个方面：①气原因或违规操作导致船舶偏离航道碰撞桥墩的风险；②船舶因超高碰撞梁板的的风险。通过设置主动防撞预警系统，严密监控过往船只是否在规定航道内航行，一旦发现船只偏离航道即可自动通过声光电警告；同时对通航孔桥墩承台设置物理防撞设施，确保船舶撞击对桥墩产生的影响在可承受的范围内。同时设置测高监控模块，重点对过往特种作业船只（带起重作业臂）进行超高监测并对超高船只进行声光电警告驱离。

非通航孔桥船舶撞击风险主要来源于面临船舶因偏离航道误入非通航区域，直接碰撞非通航孔桥的风险。所以设置主动预警系统，严密监控过往船只，一旦发现船只出现在监控水域即可采取声光警告，若警告无效仍有进入禁航水域趋势，则由预先设置的被动物理防撞拦阻设施予以拦截。

1.2 全天候预警

因为工程项目属于海上，而海上气候存在台风多、雨雾天气频发等现象，台风会影响数据采集的可靠性和稳定性，雨雾天气会影响雷达以及摄像机的探测精度。针对上述问题，运用团队提出的结合全固态波雷达和热成像摄像机的改进算法，能透过雨雾天气以及在晚上识别出船只轮廓，捕捉到船舶行驶轨迹，从而实现对过往船只进行全天候的监测和预警。

1.3 远距离桥区智能监测

建立近-远距离范围的桥区通航环境信息获取系统，实现对视频技术、三维激光测距技术、微型雷达技术、AIS 的融合，达到在大范围内通过多源技术途径获取桥区通航环境信息的目的；通过对多源异构数据进行模型化，建立可靠的分析预测方法，综合实现桥区通航安全的在线监测预警。

基于上述分析，提出综合采用雷达、AIS 系统、高清视频摄像、红外热成像、桥区信息播报等系统，对桥区过往船舶的航行情况进行探测、识别、跟踪、监控及主动预警，避免严重的船撞桥事故的发生。主动桥梁防船舶碰撞预警系统软件架构分为信息采集层、传输与数据处理层、支撑层、应用层和展示层。

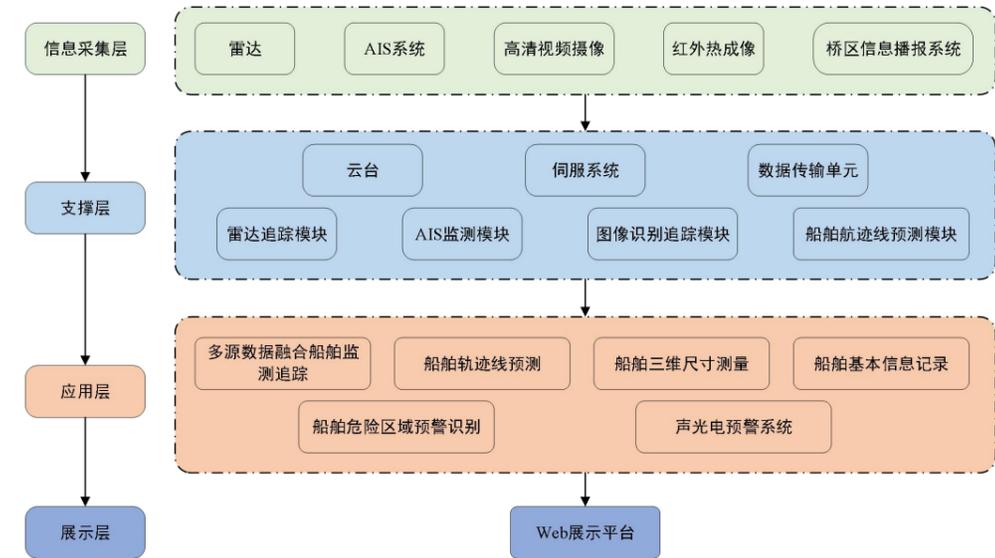
信息采集层：信息采集层由桥梁上安装的雷达、AIS 基站、高清视频摄像、远红外热成像及其他监测终端组成，终端将采集数据上传到系统中。信息采集层还预留了其它监测终端的数据采集扩展接口，方便后续采集数据的扩展。

支撑层：支撑层以主流地图平台为主，加上雷达追踪、AIS 监测、图像识别及追踪和船舶航迹线

预测等必需的支撑算法模块，形成对桥梁防船舶碰撞预警系统的有效支撑。

应用层：应用层主要基于主流地图平台，结合动态危险分区预警技术，实现对船舶基本信息的视频取证、船舶三维尺寸测量、航迹线预测、多源数据融合船舶监测追踪和桥区信息播报系统等功能。

展示层：通过 web 展示平台实时在线对过往船只进行监测和数据采集并进行图形化展示，同时按等级进行实时风险提醒，以供业主单位、海事局等各主管单位做管理依据。



2、功能设计

防船撞预警监控技术是一项新兴技术，是一项结合遥感技术、计算机应用、信息技术、软件开发技术等多学科融合的高新技术，主要针对船舶超速、偏航、监管、事故后期管理等功能需求，建立起专门的预警系统，预警技术正处于高速发展阶段，是传统防船撞理念的进步和提升，前景广阔。本项目本着“安全至上，预防为主，综合管防”的根本原则，在满足功能性需求的前提下，将主要围绕以下思路进行设计：

(1) 综合考虑系统的可靠性、经济性，使用寿命防船撞主动预警系统其本质是一套电子系统，可分为硬件部分和软件部分。硬件部分由各种传感器、采集设备、传输设备和管线等设备组成，生产厂家的质保期往往不满足系统的设计需求。因此，对于硬件系统设计，首先应从仪器原理和生产厂家方面选取可靠性高的设备；其次，进行可更换式设计，即出现传感器或设备损坏现象，能够更换该传感器而不影响该点数据的测量；最后，应重视安装工艺，形成标准化流程，避免或减少环境因素对设备寿命、可靠性等方面的影响。

(2) 综合考虑系统兼容性和开发性

随着桥梁监测等技术的发展，在设计时，要考虑与桥梁安全监测系统的兼容和数据共享。同时，在系统平台和软件系统的设计，到标准化、模块化，以便后期进行维护和升级，且做到可以扩容。

(3) 综合考虑系统前瞻性和先进性

在设计时，尽量考虑当前云平台、大数据和移动互联等技术，以提高系统的性能，使用的方便性，降低系统的维护成本。

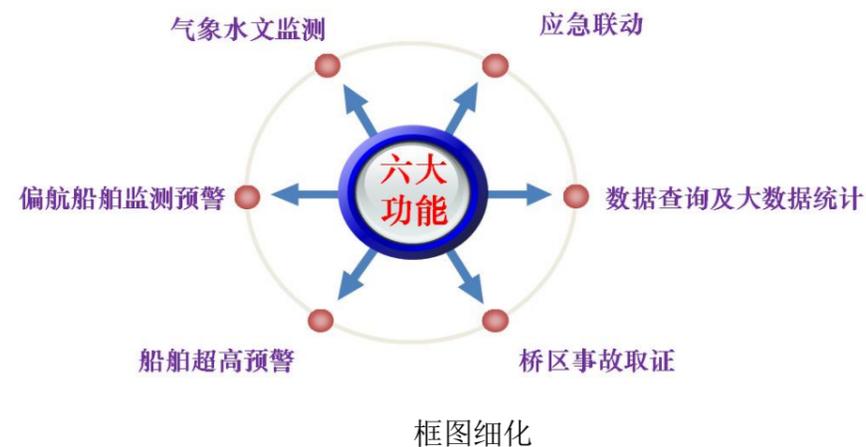
(4) 综合考虑系统实用性

设计技术和手段要求能够对过往船舶的高度及航迹进行监控，降低漏报误报率，如发生超速、偏航等违章事件，发出声光报警信号以及通过无线电台、AIS（船舶自动识别系统）警告违规船舶，并且自动拍摄录像取证。

为了保障船只的安全通航，加强桥下通航区域的监测，利用雷达技术、热成像、可见光技术等，并结合 AIS 技术、图像监控技术手段对桥区通航船舶的航行状态进行监测，保障桥梁的安全，避免船舶撞击桥梁，最大程度减少事故的发生。



系统主要功能有：气象水文监测、偏航船舶监测预警、船舶超高预警、桥区事故取证、数据查询及大数据统计、应急联动等六大主要功能。



2.1 系统软件

(1) 主控操作系统：Windows Server 2008

主控系统主要用于现场设备控制及数据等采集传输，拟选用嵌入式免风扇工业控制计算机，有利于减少体积，降低功耗，提高系统稳定性。

Windows Server 2008 是专为强化下一代网络、应用程序和 Web 服务的功能而设计。拥有 Windows Server 2008，可在企业中开发、提供和管理丰富的用户体验及应用程序，提供高度安全的网络基础架构，提高和增加技术效率与价值。Windows Server 2008 建立在网络和虚拟化技术之上，可以提高你的基础服务器设备的可靠性和灵活性。Windows Server 2008 包括一个新的实现 TCP/IP 协议栈的称为下一代 TCP/IP 协议栈。下一代 TCP/IP 协议栈是一个完全重新设计 TCP/IP 功能为互联网协议第 4 版（IPv4）和互联网协议第 6 版（IPv6）符合当前不同的网络环境和技术的连通性和性能需要。

(2) 数据库系统 MySQL

数据库系统是由数据库及其管理软件组成的系统。数据库系统是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理系统，也是一个为实际可运行的存储、维护和应用系统提供数据的软件系统，是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。

数据库系统是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理的核心机构。计算机的高速处理能力和大容量存储器提供了实现数据管理自动化的条件。

MySQL 数据库简称 MySQL，是一款由瑞典 MySQLAB 公司开发并且广泛应用在于小型企业或者组织中的小型数据管理系统，MySQL 数据库因其体积小、速度快、总体拥有成本低受到中小企业的热捧，本项目使用 MySQL 完全满足需求。

2.2 系统功能模块设计

(1) 登录系统

输入用户名、密码、验证码登录系统；用户名、密码、验证码输入错误需要给出相应的提示；用户登录系统时需要记录登录信息。

(2) 桥梁管理模块：

1) 以列表的形式显示桥梁

选择不同的桥梁就可以直接操作选择的桥梁。

2) 桥梁详情信息查看

可以通过 GIS 地图查看桥梁的详细位置及详情信息。

(3) 设备管理模块：

系统中主要的硬件设备记录在数据库中，并且实时更新数据库中的设备状态，用户可以实时查看设备运行状态；可以远程对现场的设备测试；可以查看设备运行事件信息。

(4) 船舶探测模块

查看过往船舶探测信息，显示船舶捕捉信息、图像视频。

(5) 船舶识别及跟踪模块

系统对过往船舶进行记录，过往桥区 5 公里内的船舶实时跟踪动态，船舶中文名称、船号、位置、航向、航速、大小、船的类型信息录入数据库，以文字列表的形式给用户浏览。

(6) 船舶偏航模块

查看偏离常规航迹线，进入预警区域的船舶情况，包括船舶位置、航向、航速、大小、船的类型等信息。

(7) 电子地图模块

显示的桥梁中心位置、上下游监控点的位置、监控船舶的范围对 AIS 解码后的船舶中文名称、船号、位置、航向、航速、大小、船的类型信息实时显示在地图上，点击船舶显示该船舶的信息。

(8) 视频信息模块

可以在实现实时图像浏览；图像可以叠加监测点名称、时间、设备编号。

(9) 预警信息模块

1) 超高报警信息查看

查看船舶超高报警信息，要显示船舶信息、设备对船舶警示的内容、图像视频；

2) 超速报警信息查看

查看船舶超速报警信息，要显示船舶信息、设备对船舶警示的内容。

3) 偏航报警信息查看

查看船舶偏航报警信息，要显示船舶信息、设备对船舶警示的内容、历史轨迹信息；

4) 违规关闭 AIS 报警信息查看

查看船舶违规关闭 AIS 报警信息，要显示设备对船舶警示的内容。

(10) 助航信息浏览模块

查看对过往的船舶提示的信息，要显示船舶信息和设备对船舶提示的内容；可以通过一些条件查询；可以导出数据为表格文件。

(11) 水位信息模块

可按年/月/日条件查询，以图/表的形式直观地呈现统计信息。

3、技术方案

3.1 桥区雷达系统

基于连续波雷达技术的桥梁防撞预警系统主要由现场数据采集子系统、数据处理控制中心、预警

子系统三个部分组成。各子系统之间通过无线网络技术进行数据传输，系统框架图下图所示。

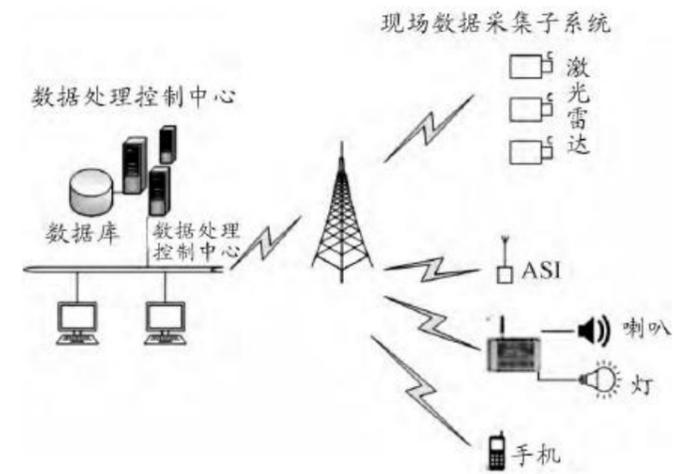


图 3.1 雷达预警技术系统框架图

现场数据采集子系统，主要由场外激光雷达组成，安装在桥梁特定位置和高度。利用激光对通航水域内危险目标进行扫描，在一定距离内发现水面上航线的船舶，并测量船舶的方位、距离、高度，通过无线网络传输至数据处理控制中心。

数据处理控制中心，通过无线网络接收场外激光雷达采集数据，对数据计算分析，判断即将通行船舶是否能安全通过桥梁。一旦分析结果表明可能发生撞击，立即向预警子系统发送命令进行预警。

预警子系统由喇叭、ASI、灯光、人工预警四部分组成，当接收到数据处理控制中心传递的报警信号，根据当时现场环境，采取适当报警措施进行报警。

激光雷达与其他检测设备相比具有以下几方面的优势：（1）高分辨率：激光雷达可以通过内部许多个发射接收激光组件形成点云。组件越多，点云密度越高，形成的图像就越清晰，得到被测目标数据分辨率越高；（2）获取信息量丰富：通过点云，可同时跟踪多个被测目标；（3）对外界环境依赖小：即使在夜晚，激光雷达也能正常工作，能最大程度上实现全天候的实时监控。

船舶偏航预警系统(雷达)设备布置图

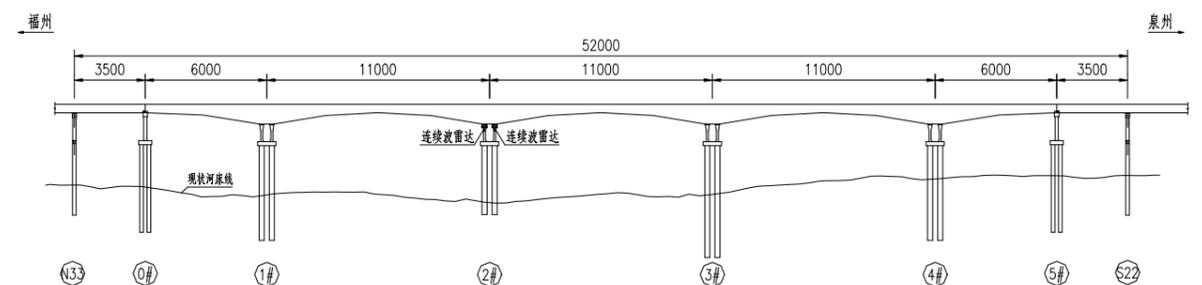


图3.2 桥梁雷达设备总体布置示意图

表 3.1 桥区雷达系统测点布设

序号	通航区域	测点布设位置	测点数量	传感器类型	主要功能
1	通航孔	2 号桥墩	2	连续波雷达	探测船舶位置、船舶轨迹预测及偏航预警等
测点数量总计：2					

3.2 桥区视频系统

视频分析技术在桥梁防撞主动预警系统中常常扮演着对目标船舶进行实时监控的角色。即有船舶高度超过预先设定好的高度时，激光检测设备立即发出指令让前方的警示显示屏提示船长船舶超高警示（声光报警），船长处理船舶超高部分后方可通过。如果超高船舶继续前进，监控人员可以从视频录像里看清现场情况，并通过对讲功能对现场船只进行喊话通知，同时平台可以帮助管理部门进行事后违章取证。此外，桥区视频检测系统可以在离桥墩较远的距离范围内识别船舶航迹，通过相应的算法并比对相关通航规范，对具体船舶航迹带的“合法性”进行预判和预警，可以在碰撞危险发生的早期阶段对船桥避碰风险进行消除。

基于视频信息处理的船舶检测预警流程主要包括三个步骤：（1）视频的采集；（2）视频图像序列分析，包括由图像分析及船舶位置、速度、大小以及对船舶计数；（3）对船舶进行预警处理。其中视频采集由视频采集与存储系统完成。视频图像序列分析阶段通过图像处理分析技术获得船舶位置、速度、大小，以及对船舶计数等信息。对船舶进行预警处理阶段，首先通过图像域向实际域（地图区域）的映射获得船舶的实际位置，再根据预先设定预警区域对船舶实现瞬态预警和预测预警。

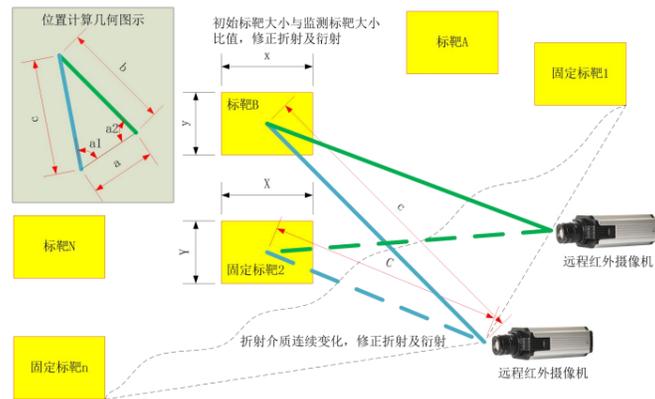


图3.3 视频监控系统示意图

一般而言，基于视频分析技术的桥梁防撞主动预警系统具有以下目标：（1）24 小时不间断监测桥梁上游一定范围内的航行的船舶，包括通航区和非通航区；（2）能够识别监测范围内的船舶大小、位置、航速、方向、航迹、数量，并依据识别的结果进行桥梁防船撞预警；（3）在发生预警事件后能够采用声、光、通讯等方式与船舶进行沟通、报警；（4）用户操作界面简单易用、人性化；（5）在积累一定量的数据后，尝试进行船舶瞬态预测预警和主动预警；（6）在积累一定量的数据后，尝试船

舶模式自学习功能，对航道内的船舶进行自动归类。

视频监控使用视频监控单元，其主要功能是 7×24 小时全天候监视桥梁的工作状态，一旦发生船舶碰撞事故，视频监控资料作为一个重要的取证资料，及时掌握大桥的性能和运营状态，及时发现异常现象，做出判断并找出原因，及早发现安全隐患；全桥共有 3 条航道，主通道的 3 号、5 号桥墩各设置 2 个枪式摄像机，4 号桥墩设置 4 个枪式摄像机；北通道的 2 号、3 号桥墩各设置 2 个枪式摄像机；南通道的 3 号、4 号桥墩各设置 2 个枪式摄像机；对桥梁通航情况进行全天候的远程监控录像。视角设置为监视上下游进出桥梁通航孔及桥墩，监视上下游来往船舶。

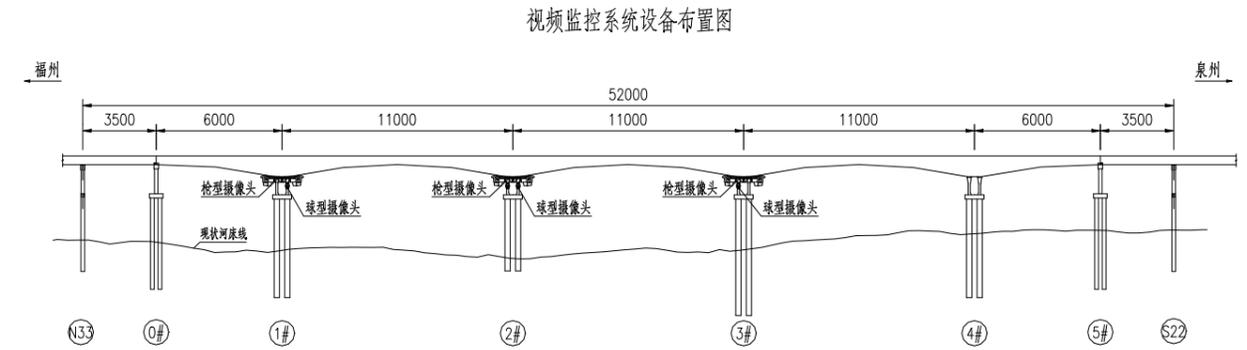


图3.4 桥梁视频监控系统总体布置示意图

表 3.2 桥区视频系统测点布设

序号	通航区域	测点布设位置	测点数量	传感器类型	主要功能
1	通航孔	1 号桥墩	4	枪型摄像机	查看现场情况、抓拍取证等等
2		2 号桥墩	4		
3		3 号桥墩	4		
4		1 号桥墩	1	球型摄像机	
5		2 号桥墩	2		
6		3 号桥墩	1		
测点数量总计：16					

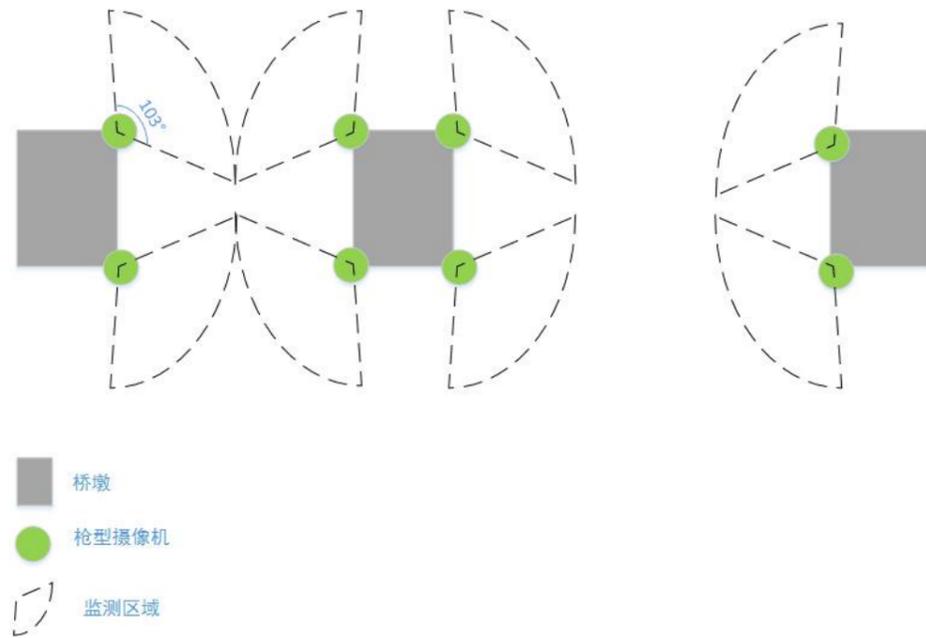


图 3.5 桥区视频系统监测范围示意图

3.3 AIS 系统

通用自动识别系统 (AIS) 是一种新兴的船舶和岸基广播助航系统, 它采用自组织时分多址链接技术, 在海事 VHF 频段无需人工干预的情况下连续自动地播发本船静态、动态、与航次相关信息及安全短消息, 同时也能自动接收周围船舶发出的这些消息, 并与海岸基站进行信息交换。总体而言, 船舶自动识别系统的组成包括一台 VHF 发射机、两台 VHF TDMA 接收机、一台 VHF 数字寻呼 (DSC) 接收机、一台为时隙提供同步时间基准的差分全球卫星定位系统 (DGPS) 接收机、船用电子设备通信接口、AIS 信息处理器相以及船用导航设备, 如雷达、ARPA、计程仪和陀螺罗经。AIS 的船舶动态显示以电子海图信息与显示系统 (ECDIS) 为终端。AIS 系统的构成图如图 5.3 所示。

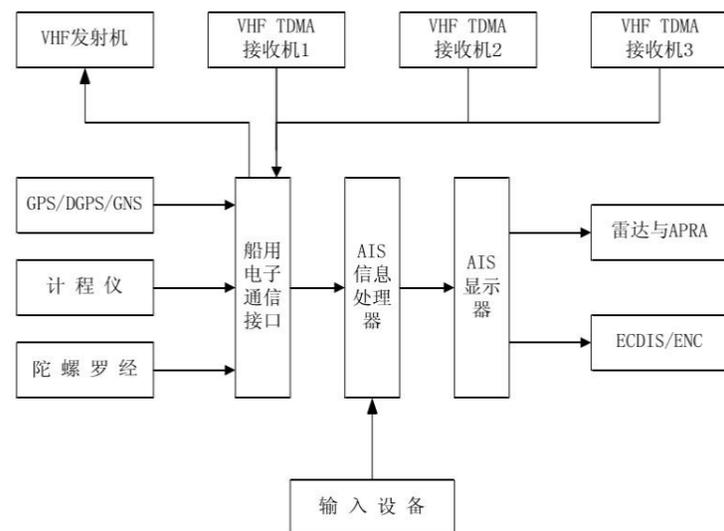


图 3.6 船舶自动识别系统 (AIS) 组成结构图

AIS 系统 (船舶自动识别系统) 由岸基 (基站) 设施和船载设备共同组成, 主要包括 AIS 接收机、甚高频电台等, 是一种新型的集网络技术、现代通讯技术、计算机技术、电子信息显示技术为一体的数字助航系统和设备。

AIS 系统可以提供三类数据, 其中包含:

- (1) 船舶静态数据, 包含船名、呼号、MMSI、IMO、船舶类型、船长、船宽等;
- (2) 船舶动态数据, 包含经度、纬度、船首向、航迹向、航速等;
- (3) 船舶航程数据, 包含船舶状态, 吃水, 目的地、ETA 等。

为保证通航船舶顺利通航, 拟利用 AIS 系统对过往船舶偏航信息进行监测, 利用船舶 AIS 系统提供的位置信息对船舶行驶位置进行判断其是否偏航, 具有距离远、数据准确、不受天气影响的优点。

船舶识别系统 (AIS) 设备布置

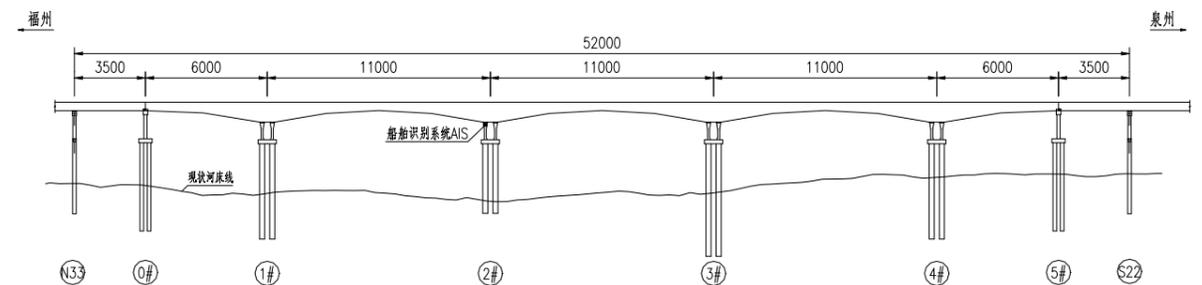


图 3.7 主通航桥梁船舶识别系统总体布置示意图

表 3.3 AIS 系统测点布置

序号	通航区域	测点布置位置	测点数量	传感器类型	主要功能
1	通航孔	2 号桥墩	1	AIS 接收机	监测船舶通行情况
2			1	甚高频电台	针对异常船舶进行预报
测点数量总计: 1 个 AIS, 1 个甚高频电台					

3.4 超高监测系统

主动防船撞预警系统的重要内容就是检测进入桥区的船舶是否超高, 针对过往船舶是否超高拟采用红外热成像摄像机进行监测, 红外热成像摄像机是采用热像仪接收物体发出的红外线, 根据温度的微小差异来找出温度的异常点, 将温差转换成实时视频图像显示出来, 所以只能看到物体的轮廓, 看不清物体的真实面目, 采用红外热成像摄像机对超高进行监测具有可全天候工作、透雾性强、不受天气的影响、灵敏度高等优点, 结合本桥实际特点, 拟在淮河特大桥上下游各布设一套红外热成像摄像机结合水位传感器对超高进行监测, 分别安装在桥墩的位置, 高度与桥体高度一致, 水平观测航道。

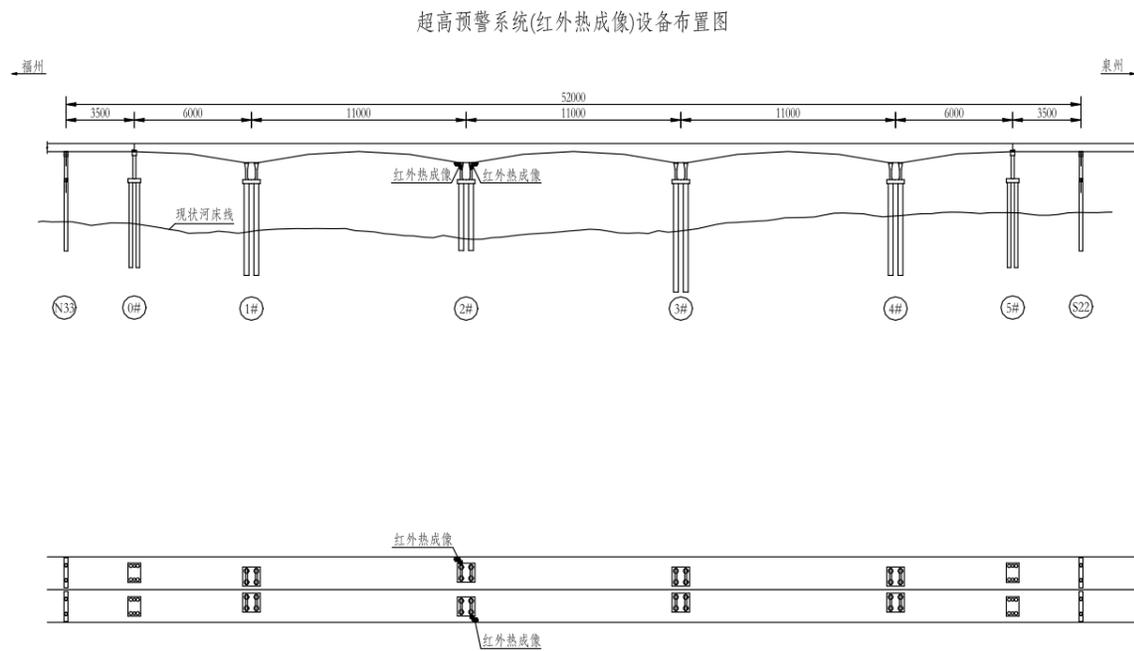


图3.8桥梁超高监测系统总体布置示意图

表 3.4 超高监测系统测点布置

序号	通航区域	测点布置位置	测点数量	传感器类型	主要功能
1	通航孔	2号桥墩	2	红外热成像摄像机	超高监测
测点数量总计：2					

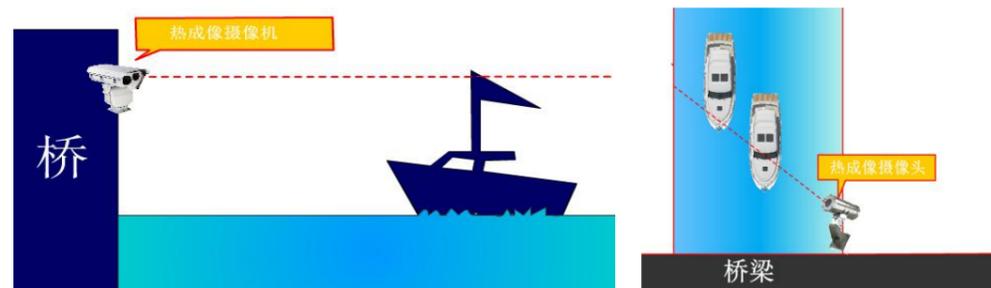


图 3.9 超高监测示意图

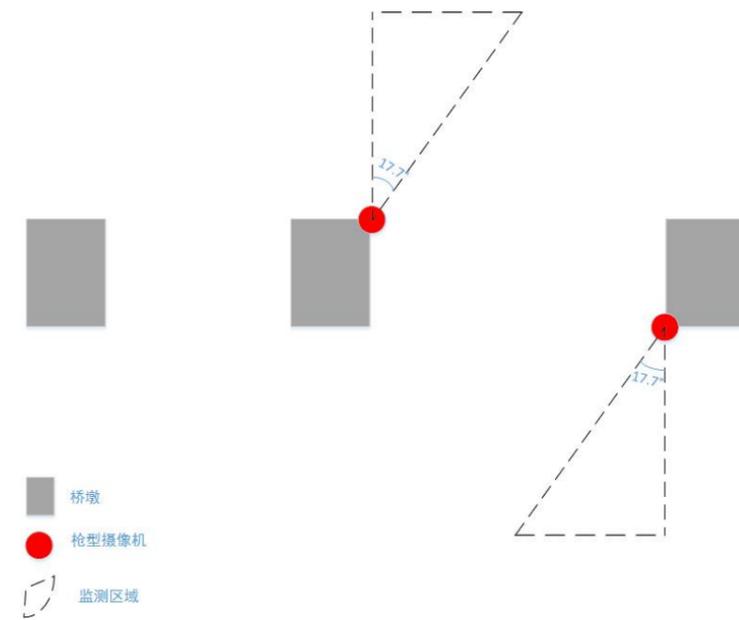


图 3.10 超高监测范围示意图

3.5 预警系统

在桥梁现场，采用声、光电、文字等一系列设备实现桥区实时告警，提示桥区航道信息，辅助船舶航行。主要设施有：高亮、透雾、耐腐蚀的LED 显示屏；电笛；爆闪灯；桥梁示廓灯等设施。通过光电等多渠道手段，引起驾驶人员注视，加强安全驾驶意识，避免撞击事件发生。预警设备如下图所示。



图3.11 预警设备

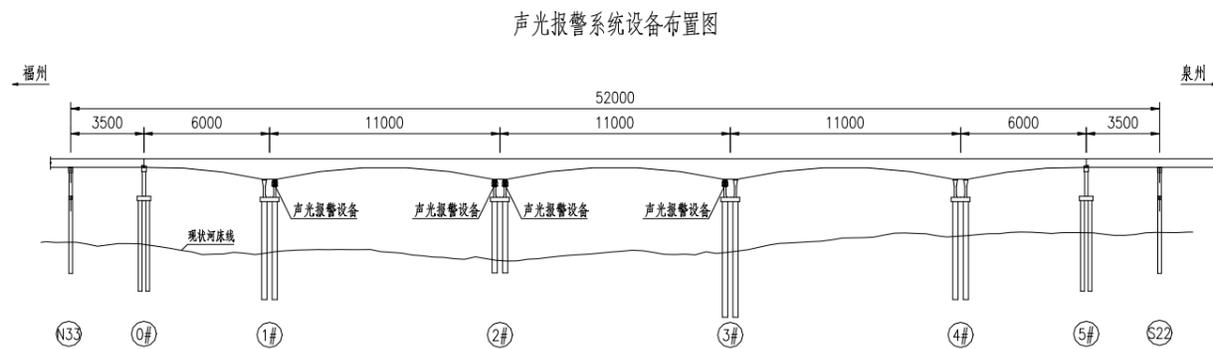


图3.12桥梁预警系统总体布置示意图

表 3.5 预警系统测点布设

序号	通航区域	测点布设位置	测点数量	传感器类型	主要功能
1	主通道	1号桥墩	1	声光报警设备	偏航超高预警
2		2号桥墩	2	声光报警设备	
3		3号桥墩	1	声光报警设备	
测点数量总计：4					

3.6 方案汇总

表 3.6 桥梁主动防船撞预警系统测点汇总

序号	通航区域	测点布设位置	雷达	枪式摄像头	球形摄像头	AIS	甚高频	红外热成像	声光预警设备
1	主通道	1号墩	/	4	1	/	/	/	1
2		2号墩	2	4	2	1	1	2	2
3		3号墩	/	4	1	/	/	/	1
测点数量总计：			2	12	4	1	1	2	4

4、技术参数

4.1 雷达

雷达能够在复杂监控环境条件下实现对监控区域内监测目标的识别、跟踪，对于远处目标的识别效果较好；同时，相较于军用雷达以及大型民用雷达，本项目雷达的安装位置为城区，环境相对复杂，难以规划较大区域面积以及专用供电系统来维持。为保证雷达系统在系统内功能的实现，雷达设备的选择应满足以下要求：

- 1) 精度高，能够准确识别监测范围内的大小船只目标；
- 2) 体积小，能够灵活选择位置进行安装；



图4.1 雷达样机

表 4.1 雷达设备参数

序号	参数名称	参数内容
1	工作波段	X 波段
2	探测距离	在通视条件下，对运动中的小型渔船 (RCS ≥ 10m ²): R ≥ 5 km
3	探测范围	方位: 360°, 距离: R ≥ 10 km。
4	波束宽度	水平: ≤ 5°, 垂直: ≥ 20°
5	精度	方位精度: ≤ 5°, 距离精度: ≤ 10m
6	发射体制	全固态连续波
7	峰值功率	≤ 50W
8	物理尺寸	≤ Φ 500mm*290mm
9	重量	≤ 10kg

4.2 枪式摄像机

视频监控使用视频监控单元，其主要功能是7×24小时全天候监视桥梁的工作状态，一旦发生船舶碰撞事故，视频监控资料作为一个重要的取证资料，及时发现构件异常现象，做出判断并找出原因，及早发现安全隐患；

综合考虑设备长期性能、使用环境及产品性能指标。



图4.2 枪式摄像机

表 4.2 枪式摄像机技术参数

枪式摄像机

项目	技术指标
像素	800 万
宽动态	120dB
红外距离	60 米
最大图像尺寸	1920×1080
工作温度	-30~+60℃

4.3 球型摄像机

综合考虑设备长期性能、使用环境及产品性能指标。



图4.3 球型摄像机

表 4.3 球型摄像机技术参数

球型摄像机	
项目	技术指标
图像传感器	1/2.8"progressivescan CMOS, 双 sensor 架构
焦距	4.8-120mm, 25 倍光学
功耗	70W max(其中加热 12Wmax, 红外灯 15W max)
防护等级	IP67
红外照射距离	200 米
电源接口	AC24V+25% (DC24V)
工作温度和湿度	-40℃-70℃; 湿度小于 90%
重量	8Kg

4.4 AIS 接收机

综合考虑设备长期性能、使用环境及产品性能指标。



图4.4 AIS接收机

表 4.4 AIS 接收机技术指标

选 AIS 接收机	
项目	技术指标
标准	符合 IEC 62287-1 标准;
收发通道	具备国家规定的 ASI 收发通道;
频率响应范围	0-120Hz
工作温度	-40~+120℃

4.5 甚高频电台

综合考虑设备长期性能、使用环境及产品性能指标。



图4.5 甚高频电台

表 4.5 甚高频电台技术指标

甚高频电台	
项目	技术指标
频率误差	≤±10ppm
调制限制	≤±5KHz

4.6 光报警设备

本项目中，光报警设备作为警示设备，为系统的预警手段，能够有效地提醒危险船只。

具体参数如下表所示。

表 4.6 光报警设备参数

序号	参数名称	参数内容
1	额定工作电压 Ue (V)	DC12V、DC24V、AC220V
2	最大功耗 (W)	5
3	最大额定工作电流 I (mA)	270
4	安装螺纹扭矩 (N.m)	2
5	≥85	≥85
6	发光模式	常亮、旋转频闪、频闪
7	发光颜色	发光颜色：红、绿、蓝、黄
8	工作环境温度	上限值不超过+55℃，下限值不低于-25℃，日平均值不超过+35℃。空气的相对湿度不超过 98%。
9	安装地点	海拔不超过 2000 米（将产品安装在高处时，由于外界的条件影响可能会使发光体寿命减短）。

噪声等效温差	< 50mk (@25° C, F#=1.0)
焦距	75mm
空间分辨率	0.5
视场角	7.3×5.5
F 值	1



(a) 光报警设备



(b) 光报警设备

图4.6 光报警设备外观

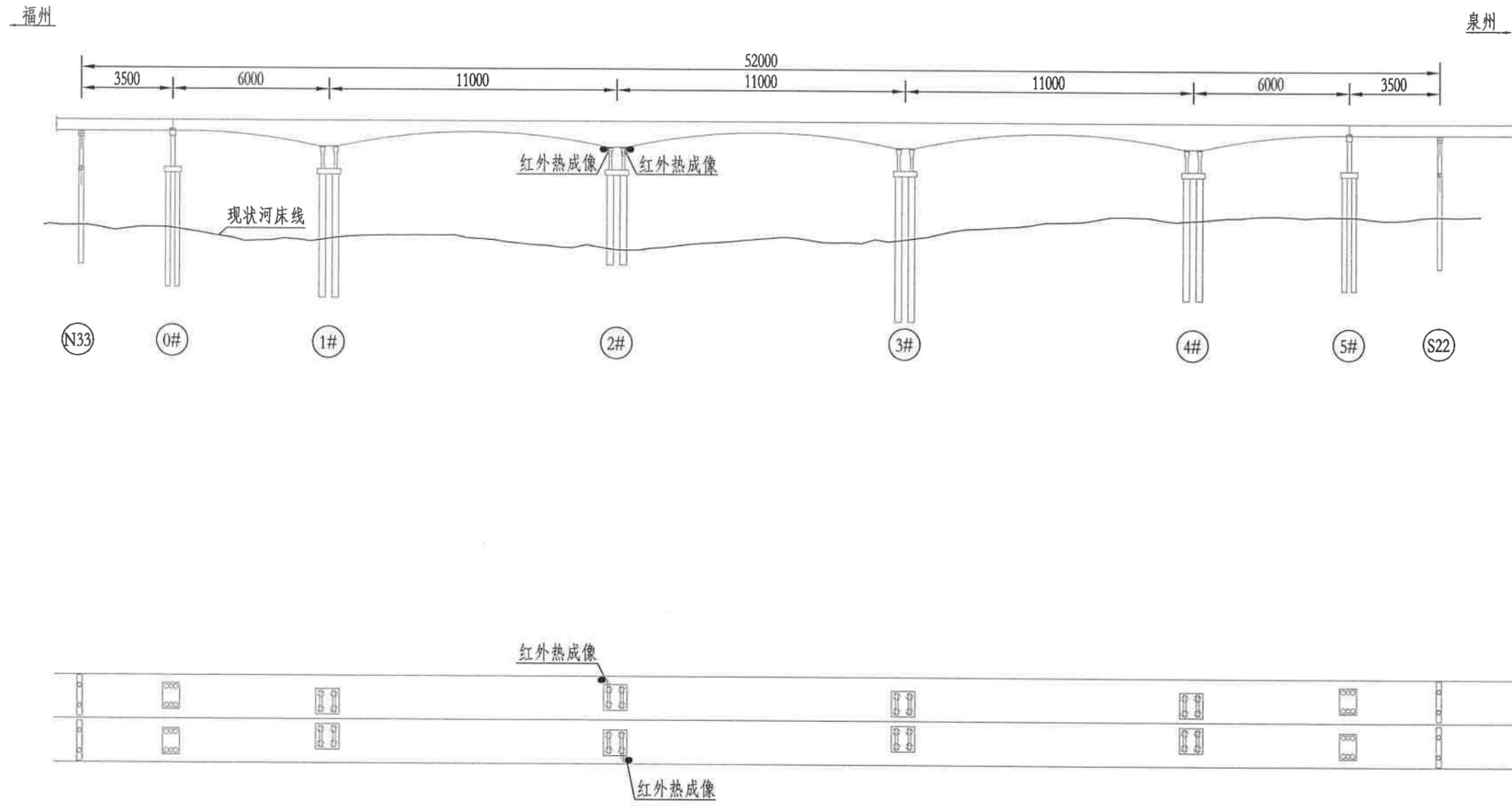
4.7 红外热成像

热成像摄像机的工作原理就是热红外成像技术。其核心就是热像仪，它是一种能够探测极微小温差的传感器，将温差转换成实时视频图像显示出来。但是只能看到人和物体的热轮廓，看不清物体的真实面目。

表 4.7 红外热成像相机

传感器类型	氧化钒非制冷焦平面探测器
最大图像尺寸	384*288
像元	25 μ m
响应波段	8~14 μ m

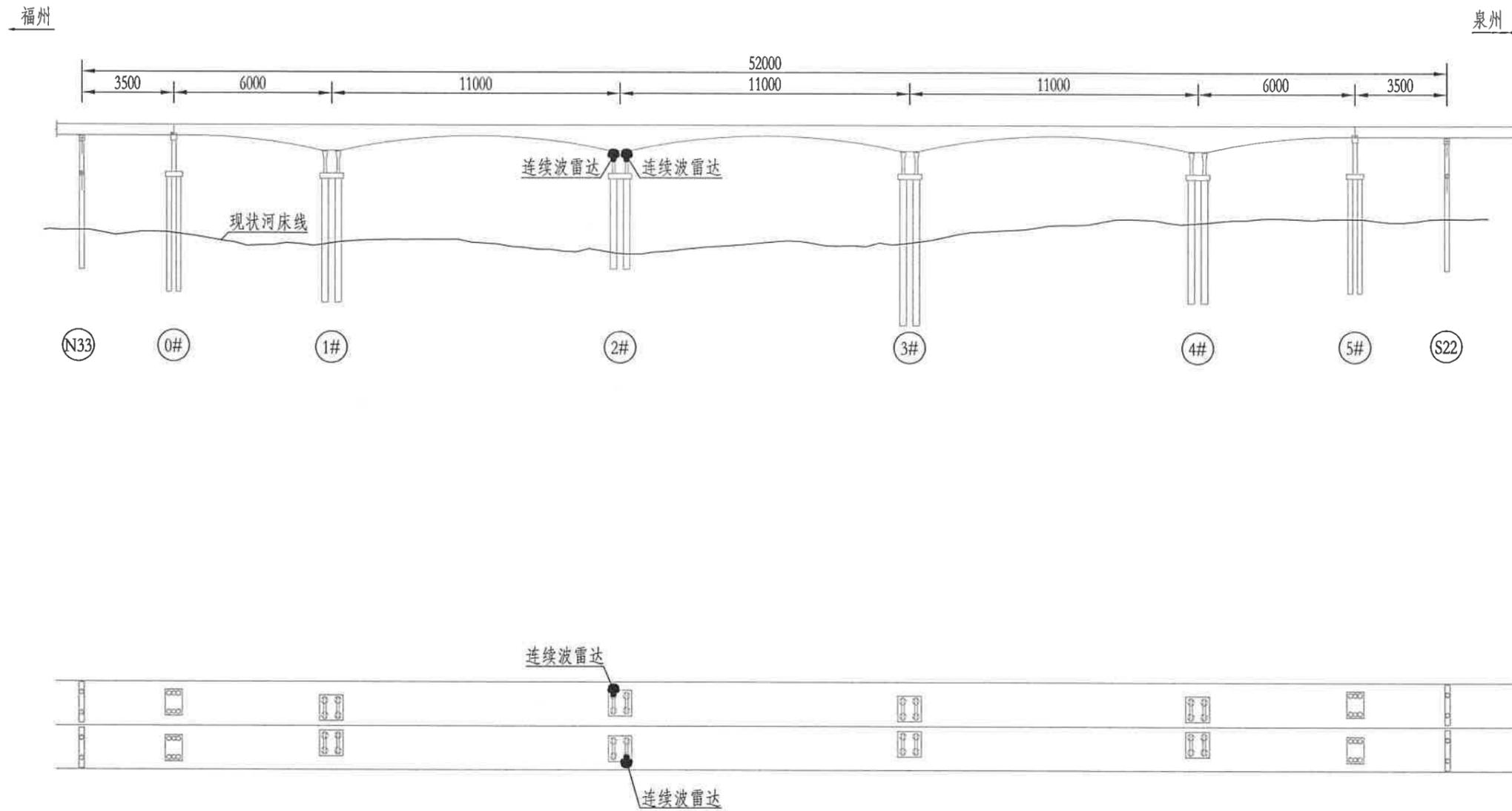
超高预警系统(红外热成像)设备布置图



注:

- 1.本图尺寸以厘米为单位。
- 2.乌龙江特大桥2号桥墩的上下游各布置1个红外热成像。
- 3.乌龙江特大桥共布置2个红外热成像。

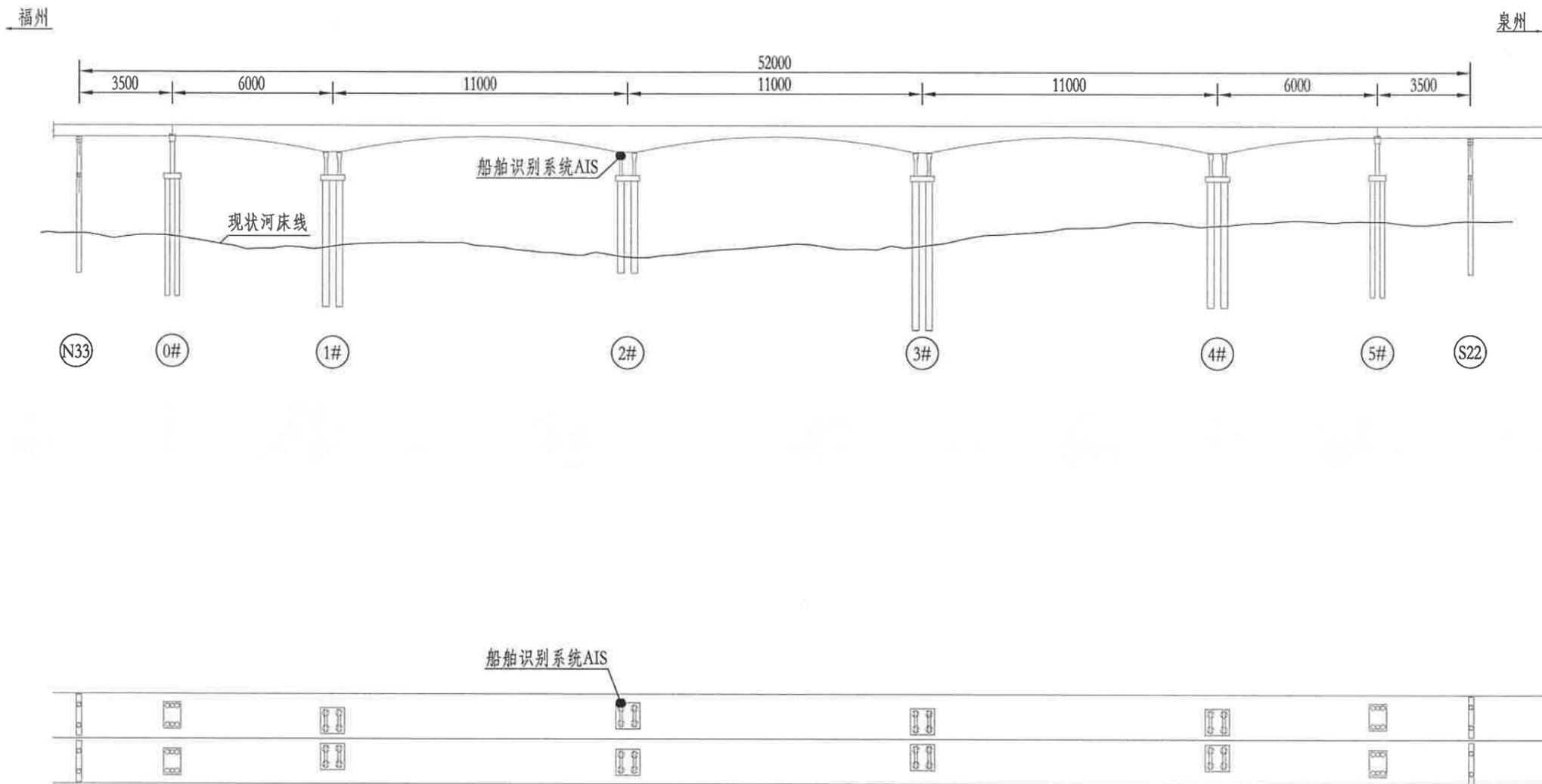
船舶偏航预警系统（雷达）设备布置图



注：

1. 本图尺寸以厘米为单位。
2. 乌龙江特大桥2号桥墩的上下游各布置1个连续波雷达。
3. 乌龙江特大桥共布置2个连续波雷达。

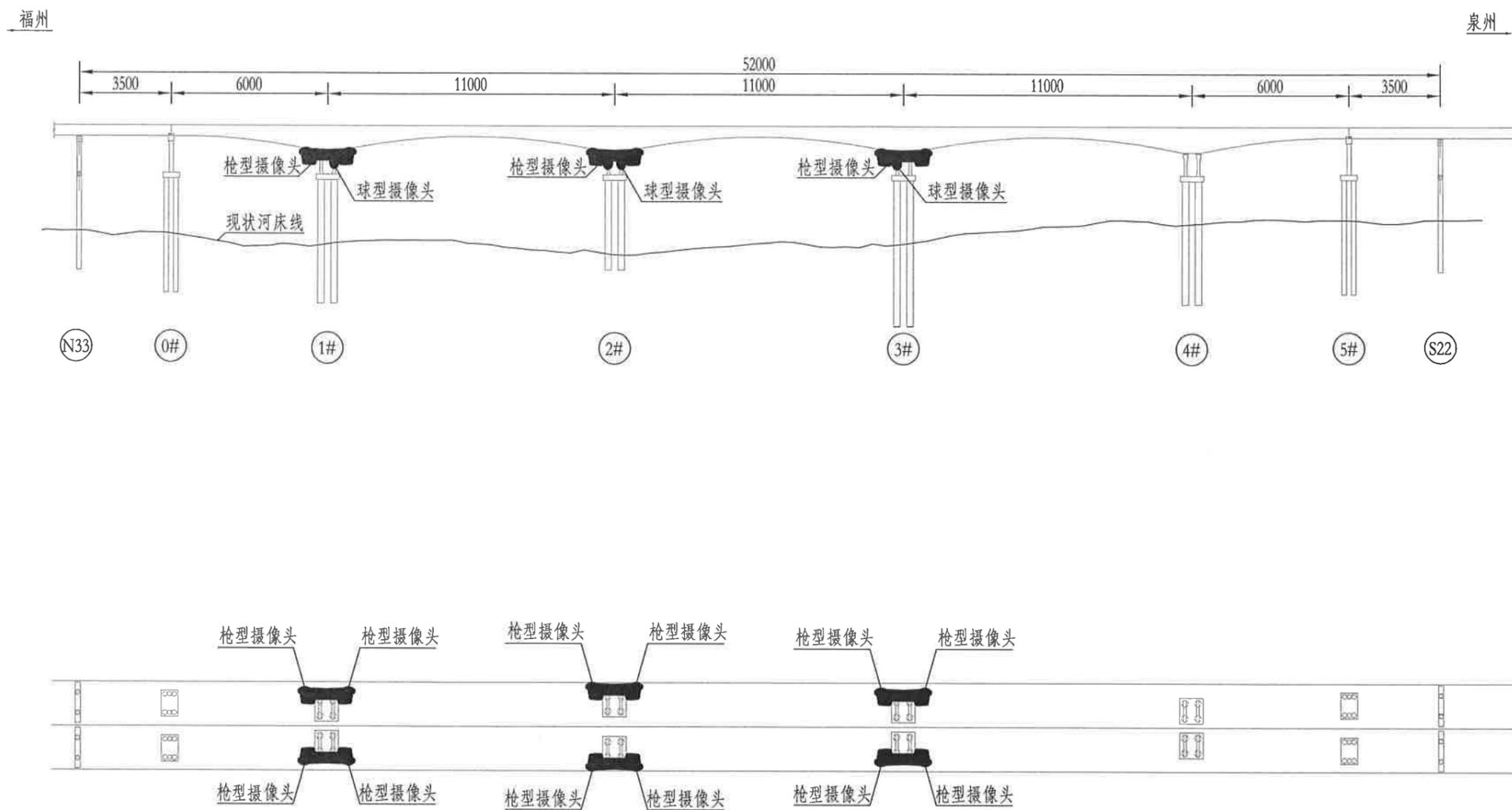
船舶识别系统 (AIS) 设备布置



注:

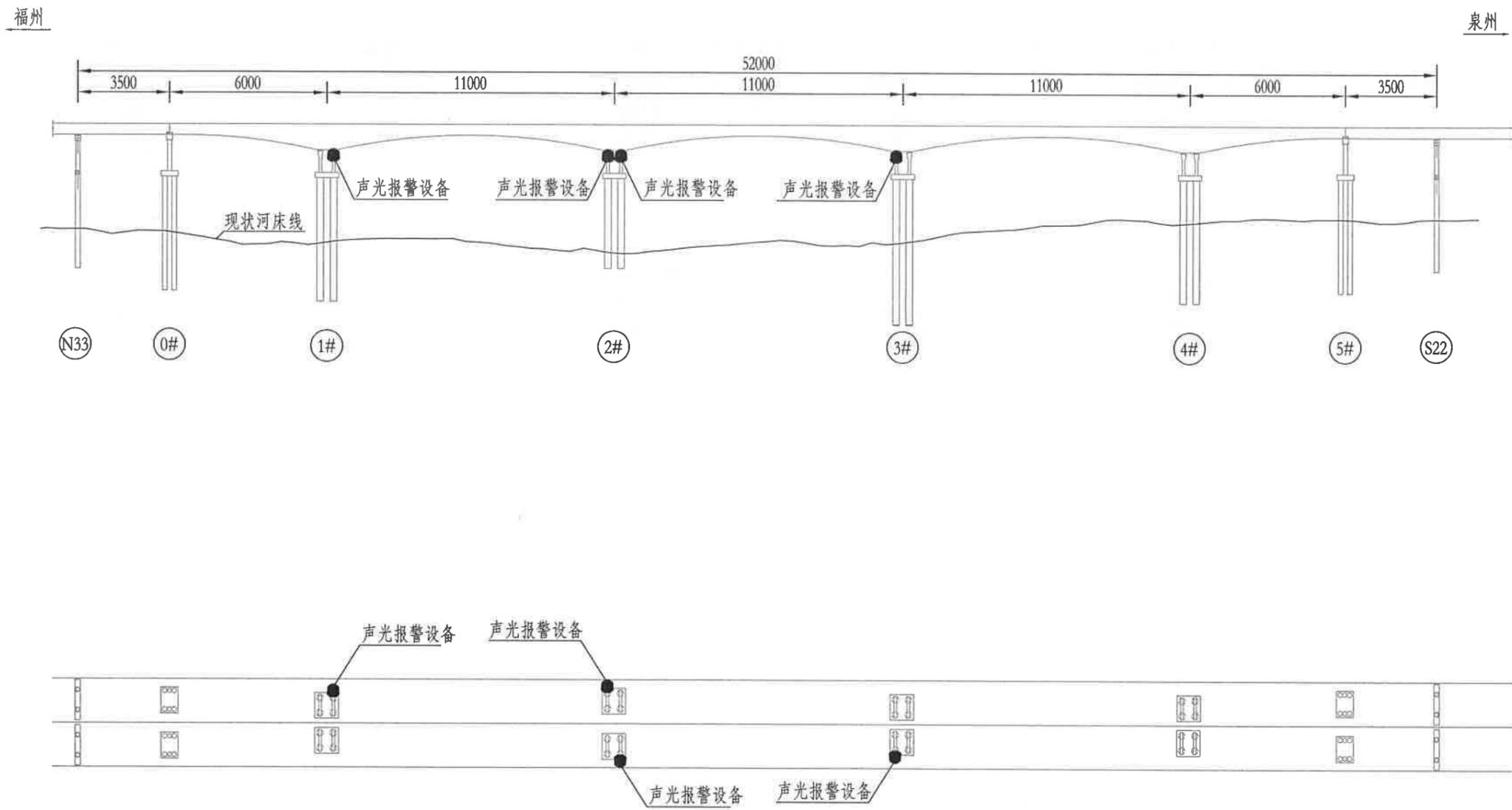
1. 本图尺寸以厘米为单位。
2. 乌龙江特大桥2号桥墩的上游布置1个AIS终端。
3. 乌龙江特大桥共布置1个AIS终端。

视频监控系统设备布置图



- 注：
 1. 本图尺寸以厘米为单位。
 2. 乌龙江特大桥1、2、3号墩上下游各布置2个枪型摄像机，
 1号墩上游、2号墩上下游、3号墩下游各布置1个球形摄像机。
 3. 乌龙江特大桥共布置12个枪型摄像机、4个球形摄像机。

声光报警系统设备布置图



注:

1. 本图尺寸以厘米为单位。
2. 乌龙江特大桥1号墩上游、2号墩上下游、3号墩下游各布置1个声光报警设备。
3. 乌龙江特大桥共布置12个枪型摄像机、4个球形摄像机。