

南京变电站实施方案

——上海攻壳物联网科技有限公司

1、项目背景介绍

由于电站早期建设没有相关要求，目前大多数变电站没有建立起完善的站内人员和设备定位系统，虽然少部分地区在电站巡视、检修过程中试点开展了 RFID、GPS、Wi-Fi、视频定位等典型定位应用，但还是存在着定位精度低、部署复杂、实时性差、易受环境因素影响等问题。

针对上述问题，结合当前基于无线脉冲 UWB（超宽带）定位技术的飞速发展，通过采用基于无线脉冲测距原理的 UWB 定位技术，实现带电区域精细划分、复杂空间人员三维定位、作业危险区判别等基于定位技术的人员安全管理，进一步提高定位系统部署效率，降低定位系统建设运维成本。借助安全管理对象的高精度位置信息，结合电站已有基础设施信息，建设基于无线脉冲测距的多目标高精度系统，可以解决安全区域管理控制的问题，实现电站内部的主动安全管控，为今后大规模智慧电站主动安全管理的实现提供先导研究成果。

2、实施该方案的动因

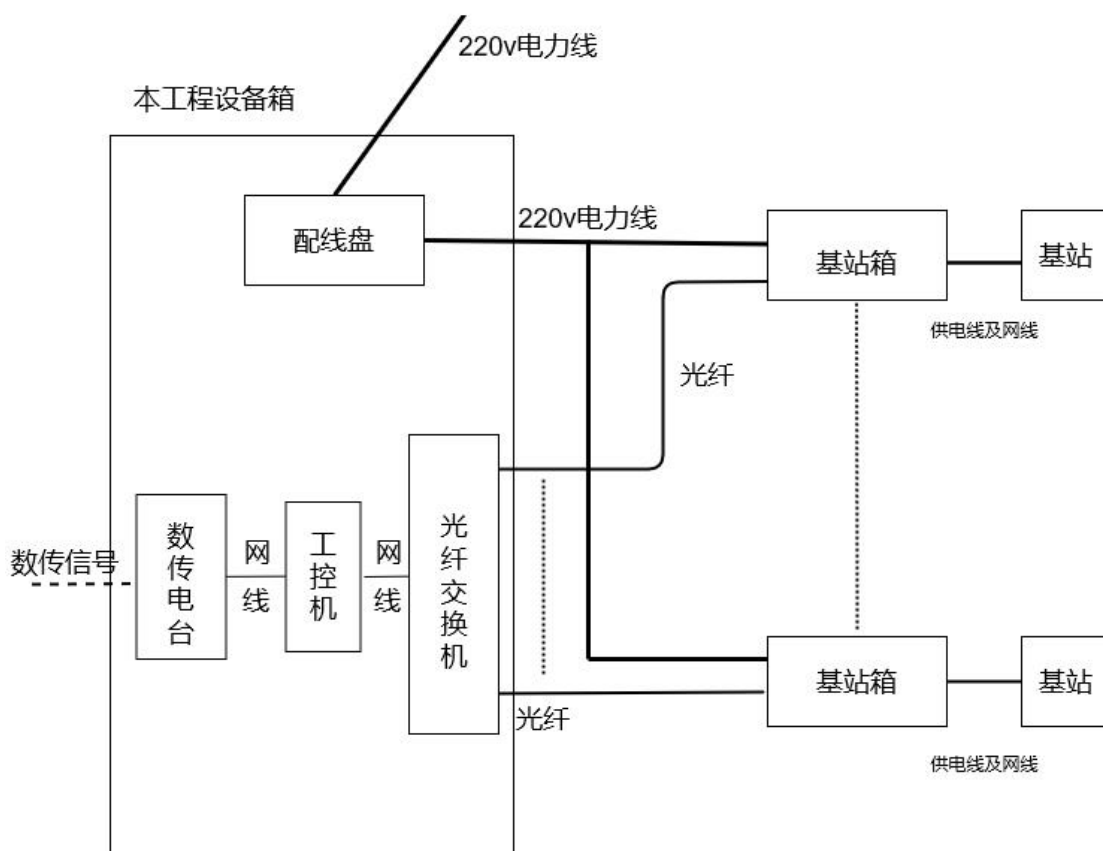
为此江苏省电力试验研究院有限公司和上海巨视安全防范技术有限公司双方各取所长决定在该领域展开研究与开发力求为电站的安全生产献一份热、出一份力，于是双方展开多方面的研究，研究内容包括但不限于对带电区域进行精细划分，实现对人员在不同等级安全区域的实时判别和精细化管理，对进入危险作业区域的人员进行实时告警；在复杂的环境当中实现高精度三维定位，以实现对人体关键部位（如头部、腰部、手腕）和器具（如安全绳）的高精度实时定位。完成对如“安全绳-高挂低用”等状态的实时判断和告警；快速部署高进度定位系统，降低定位系统的部署成本、提高部署效率。如：尽量通过不测绘或者便捷测绘的方式部署定位系统；此外还有一些针对算法的研究，并由此产生了一些专利。

下述的具体方案就是按照双方的拟定的框架性合作协议和具体的合同进行实际安装。针对变电站的实际情况，如何满足人员定位，与安全控制的要求。如严重多径问题，任何用于定位的测量信号都会面临多径问题，变电站金属物件多，其多径问题更为严重。没有适当的处理，多径问题会导致定位精度严重下降甚至无法定位。如何解决非视距（NLOS）问题或降低非视距造成的影响。非视距问题是指在无线电的直达传输路径被遮挡或其他原因导致破坏：无线电只有穿过遮挡物体（无线电信号较强或遮挡物体的衰减较弱是）才能到达接收机；或无线电信号无法穿过遮挡物体只能通过反射路径绕射到达接收机，甚至信号无法到达接收机；前者会导致由于衰减加大了飞行时间测量误差、后者会导致收到错误的信号或者根本无法收到信号导致测量失败。下述的方案中既包含用户的需求也包含实验结果的应用。

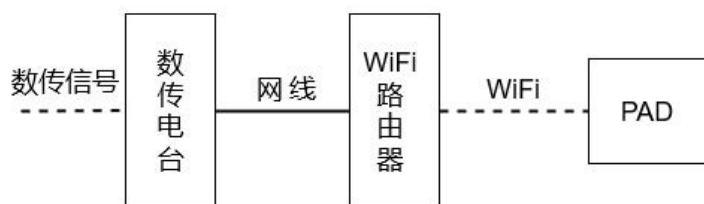
3、方案总体情况

该项目的具体安装地址为江苏省电力试验研究院有限公司，南京市江宁区帕威尔路 1 号内试验变电站内。

通过在试验变电站内安装固定的 UWB 基站（以下简称基站），采用 POE 供电，2.4G 高速数传电台上报数据，进入站内的人员都携带 UWB 标签（以下简称标签）。站内的每一个标签与周边的基站进行 UWB 通讯而完成测距工作，所有基站在一个测距周期结束后将各自所收到的测距信息通过光纤及交换机上报至上位机，上位机采用 Android 平板或 PC 平板，在上位机完成数据的收集、滤波、修复和定位并最终记录、呈现在客户面前。该电脑放置于安全技术中心。在交换机与上位机之间有一对高速数传电台，详见图一“总体设备连接关系图”。下一节将给出方案实施的细节。



站内设备关系图



安全技术中心设备关系图

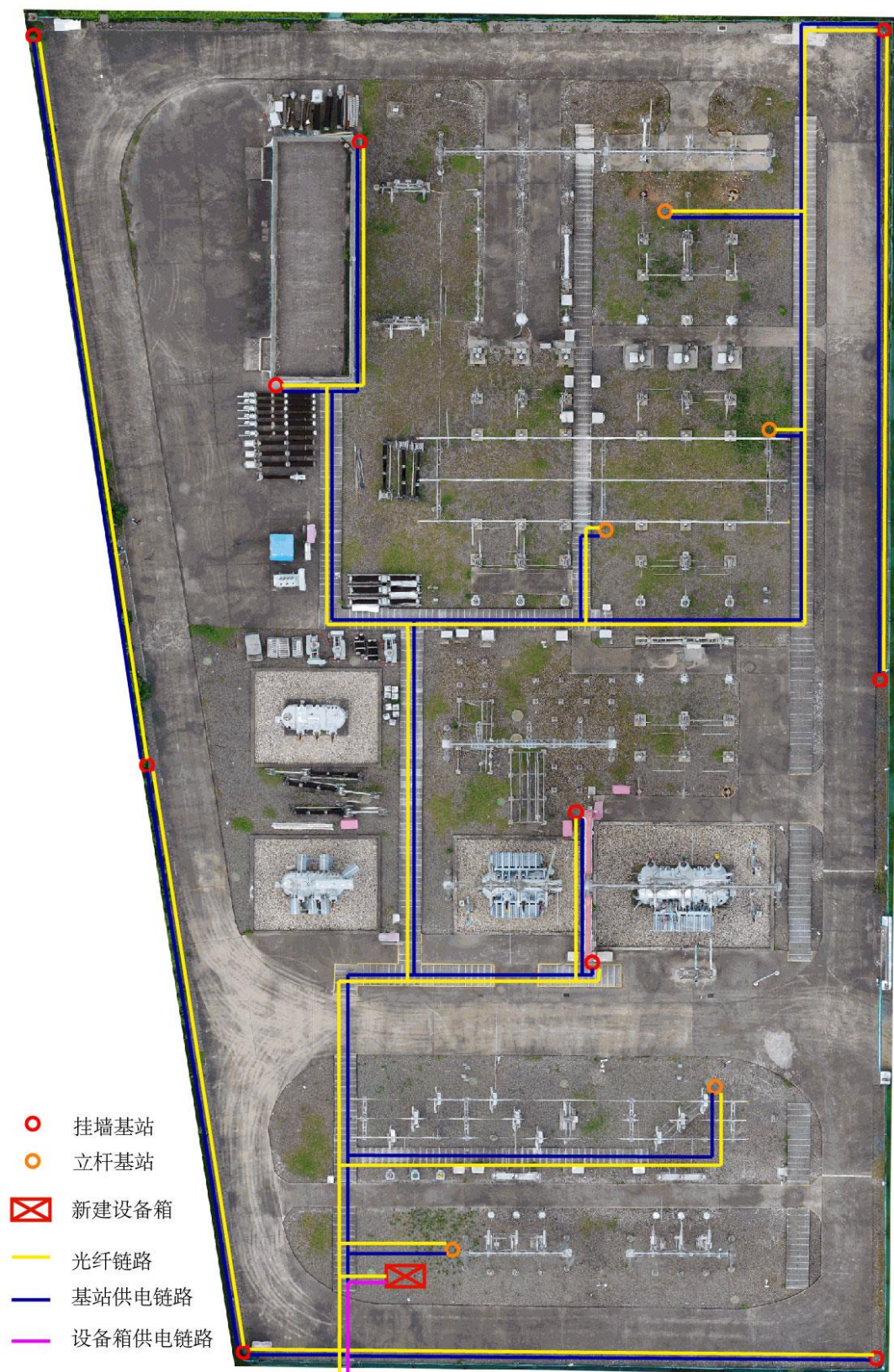
图一 总体设备连接关系图

项目的实施需要网线的布设和电力线的布线、还需要安装支架、还有可能需安装立杆。

4、具体方案及待确定问题的提出

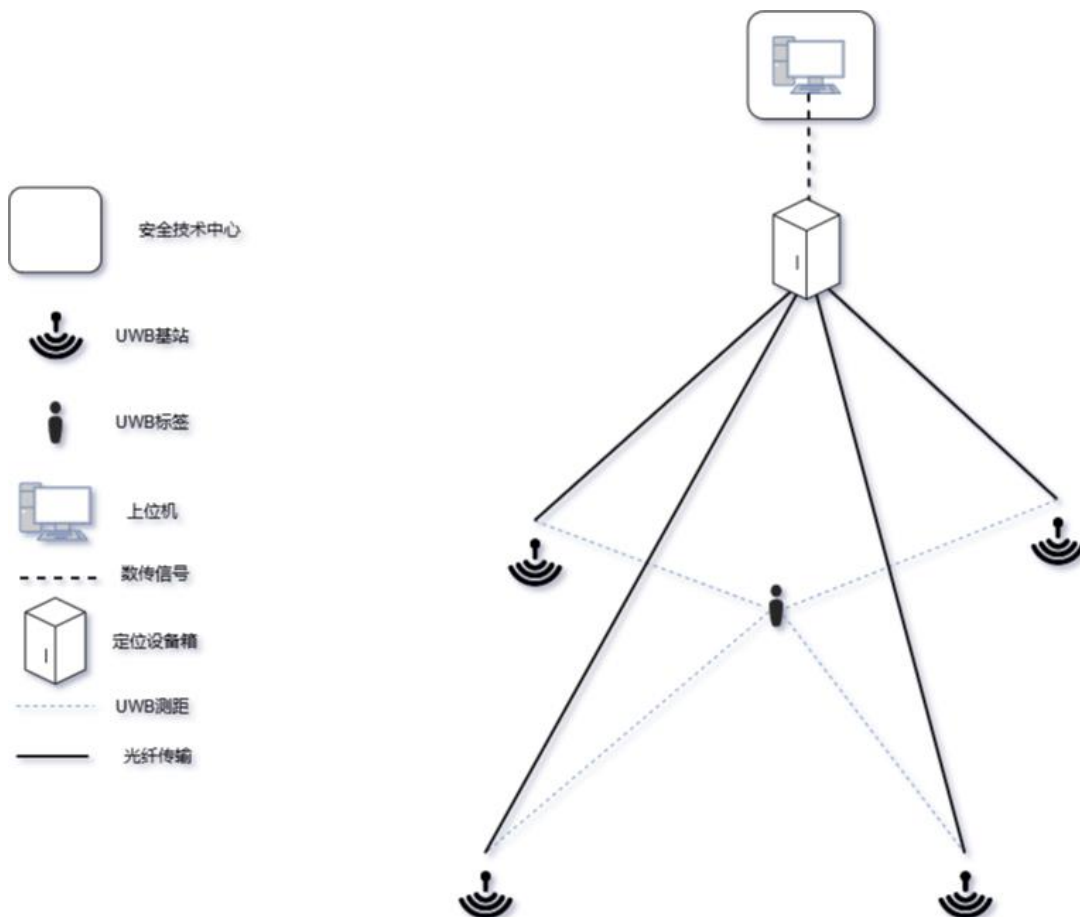
具体安装方案图即如何在变电站内布置基站以及多少个基站，分别布局与何处，见图二“变电站基站分布与布线图”。

位于江苏省电力试验研究院有限公司安全技术中心主控室配备一台平板电脑，并安装我们公司的管理软件。在图二图示中新建设备箱的位置安装一台光纤交换机、一台工控机和一台高速数传电台，安全技术中心主控室也配有一台高速数传电台。所有测距数据就是通过数传电台上报至上位机的。所有的设备无论是立杆式还是墙边式都采用横杆支架进行安装。交换机、基站安装在立杆和支架上，上面有防水、防晒罩；由安全技术中心拉一根 220v 电源线至本工程设备箱（一下简称设备箱）；设备箱内可安装开关，在无需使用定位服务时关断交换机电源，从而所有的基站也不再工作达到节能的目的。每一个基站都配有一个小的配电设备箱简称基站箱。为便于扩展，基站箱内配有不少于四口的 POE 交换机，基站有一根网络线与 POE 交换机相连，走线路径见图二“变电站基站分布与布线图”。



图二 变电站基站分布与布线图

设备之间的逻辑关系见图三“变电站 UWB 方案逻辑图”。其基本定位方式为：由进场工作人员携带 UWB 标签，该标签与周边的 UWB 基站进行数据通讯以完成测距工作，并将测距信息及可靠性信息上报至上位机，上位机根据测距信息的可信度及几何信息选取合适的基站对 UWB 标签进行定位，并将其呈现、存贮。图三给出的设备之间的逻辑关系，而图一则给出了数据通讯的路径及方式。由图一可知 UWB 标签的测距信息首先由 UWB 基站进行 UWB 通讯得到距离及可信度信息，再通过以太网线传至数传电台（当然途径交换机及 POE 模块），再由无线 WiFi（途径 WiFi 路由器）传至平板电脑。

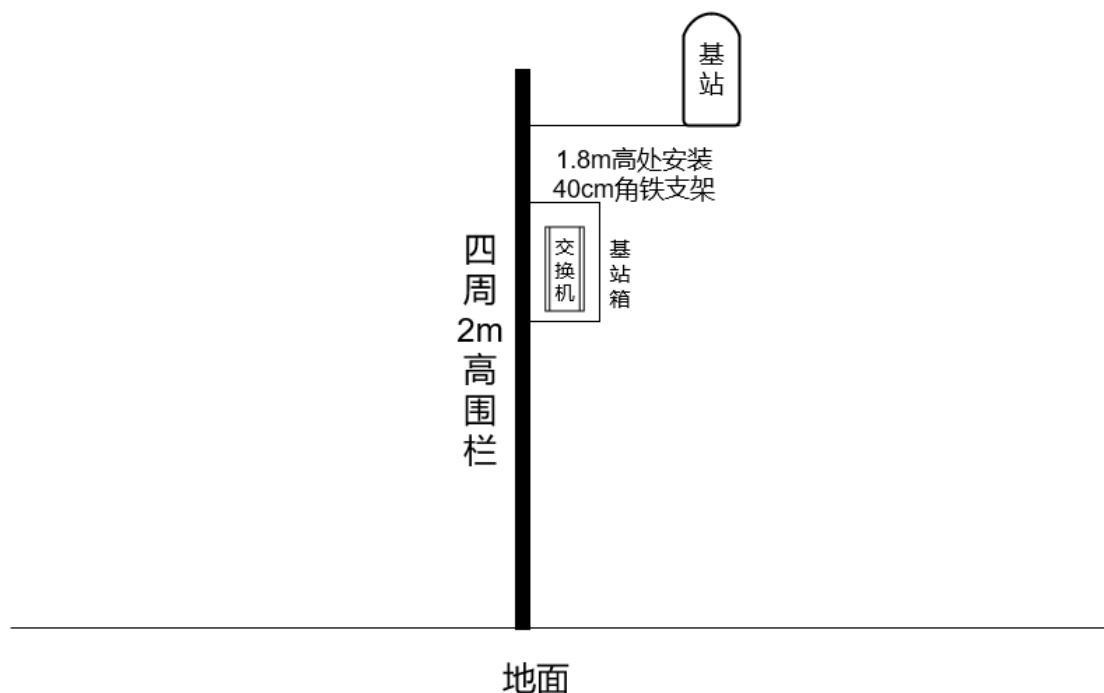


图三 变电站 UWB 方案逻辑图

如图所示，一共 15 个基站，其中红色、橙色空心小圈表示拟安装基站。为减少工程量，尽可能利用现有的围墙布设基站。基站、路由器及其他电源供电的设备统一的开关放置在交换机控制箱内，总体数据上传、记录、呈现的设备放在主控室。之后该系统的数据还可以和电科院现有的数据管理系统相连即融入到现有系统之中。该图中还给出了每一个基站如何布线，详见图二“变电站基站分布与布线图”，该图给出所有基站及交换机的位置及布线路径，下面不再赘述。在考虑如何布线时，我们尽可能利用现有的条件即地面的走线槽，可能需要部分地面的开挖；（在布局设计时多加考虑，尽量

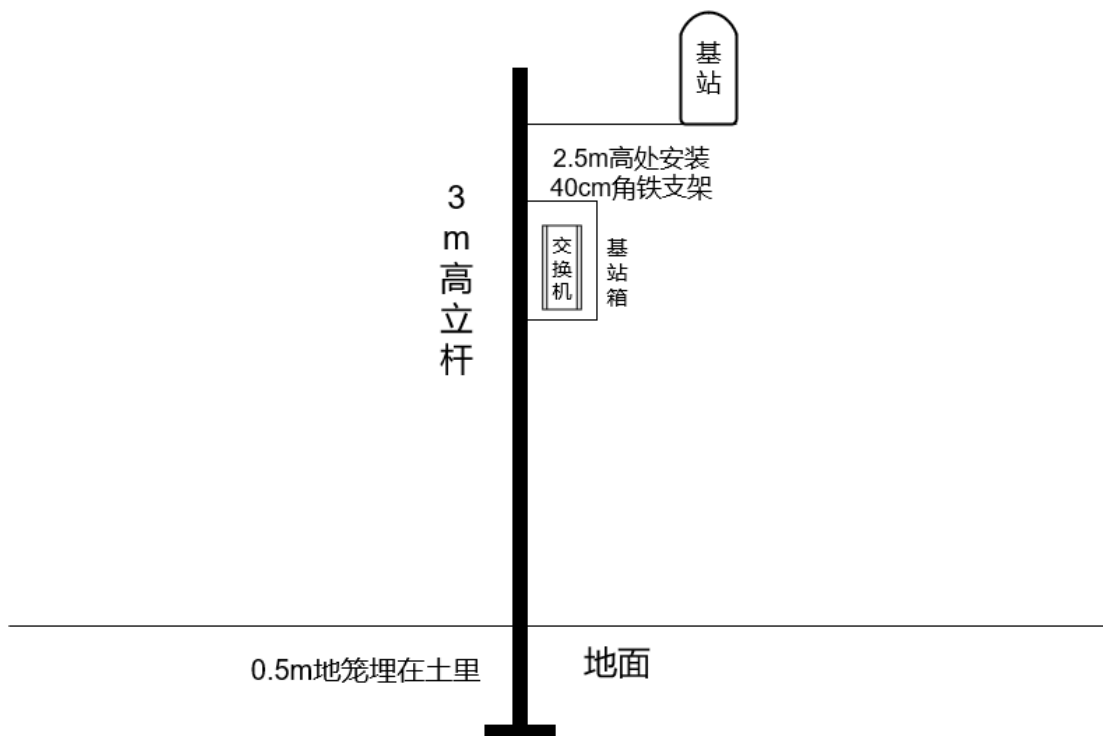
减少对路面的开挖)。

共有 10 个基站可以布设在围墙上，为此需要六个约 40cm 的横杆支架，支架上方还需考虑防水挡板，基站及交换机具体安装方式详见图四“围墙支架示意图”；



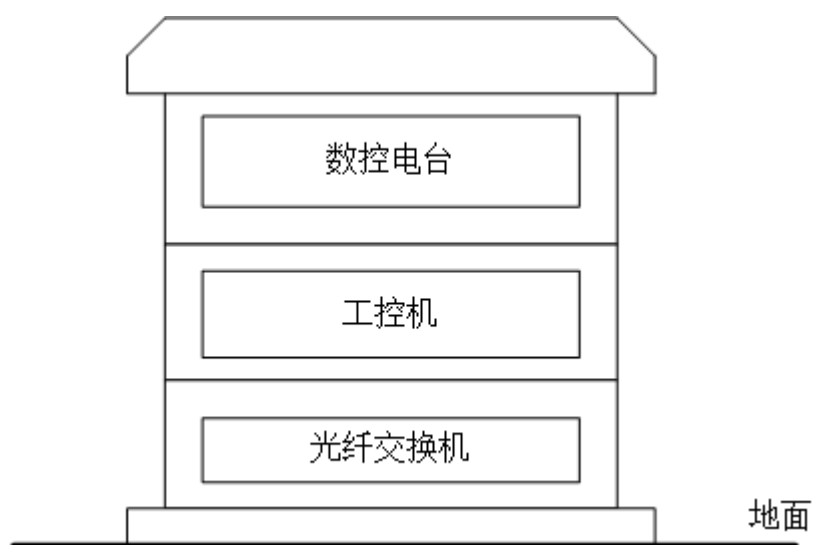
图四 围墙支架示意图

另有 5 个基站（橙色空心圈表示）布设方式到现场商定后再定，尽可能利用现有的柱子，必要时安装立柱。所以可能需要 3 个 3 米高的立柱及横杆支架，基站及交换机具体安装方式详见图五“立杆示意图”；



图五 立杆示意图

设备箱内光纤交换机的安装及数控电台、工控机的安装方式，详见图六“设备箱机安装图”



图六 设备箱安装图

其实物图见图七“立杆实物图”、图八“支架实物图”和图九“防水装配箱”，交换机就放置在防水装配箱内。



图七“立杆实物图”



图八“支架实物图”



图九 “防水装配箱”

该方案的提出是基于之前一系列的实验的结果，力图尽可能的降低由于变压器、金属箱和电线杆等其他物体照成的影响。其中有些定位还需要近期研发的一维、二维和三维融合算法加以滤波、平复由于遮挡照成的不利影响。这样的布设方式可确保百分之九十五以上的区域尤其是变电站内敷设的工作人员行走通道上可以正确定位，变电站敷设的工作人员行走路线、变电站周边道路已得到优先考虑，确保其可正确定位。

对于数据的上传，目前拟采用高速数传电台的方式进行数据传输（4G 数据传输作为后备）。

基站采用外部有线供电，这样可减少人员的干预（充电），随时可以向领导和参观者进行演示。后台也可以看到变电站人员走动情况。在不用时可通过主控室的开关将其关断以节省能源。

标签尽量设置为静态休眠时间较长以增加续航时间，如测距周期 300ms，连续测距两次后休眠 300 秒，其动态测距周期拟设置为 200 或 300ms。这样可保证一个标签可用 3 个月以上。

数据上传以太网方式上传，模块采用 POE 供电，因此需配备 POE 模块，并留下足够的扩展空间可以增加或融入其他设备。

定位算法采用 2 维定位，对于高度不一致的基站在参数设置里给出高度差，再通过三角函数计算出投影在 2 维同一平面的距离，再在此基础上进行定位。