

## 电力线路系统巡检及管控方案

### —— 三维激光扫描仪电力行业应用

#### 一、电力系统概述

##### 1.1 国内电力系统发展

随着经济建设的飞速发展，用电需求的高速增长，且我国电力资源分布及其不均匀，为满足经济快速发展，人民生活需要，对电网建设的需求日亦强烈。同时，面对已有的庞大电力网络，有效管理、维护、以保证电网的正常运行，确保电力的安全输送，亦显得更加重要。一次停电事故的发生不但会带来巨大的经济损失，同时也会对众多的电力用户和整个社会造成严重的影响。

##### 1.2 目前电力系统测量现状及问题

电力传输巡检是有效保证电力设备安全、提高电力设备可靠率、确保电力设备最小故障率的一项基础工作。目前，国内普遍采用的巡检方式有：



##### 1.2.1 手工纸介质记录

这种方式存在着人为因素多、管理成本高、无法监督巡检人员工作、巡检信息化程度低、实时性差等缺陷，是一件耗时且费用高的工作，已经越来越难以跟上时代要求。

##### 1.2.2 特殊标记法

需要在所有杆塔上做特殊标记，由巡检员记下标记已确保其巡检到位。此方法仍然受认为因素影像大，实用效果不理想，增加管理成本，也无法解决信息采集、传递中的一些列误差问题。

##### 1.2.3 条形码识别法

在塔杆处贴条形码，由识别器自动识别存储，最终输入计算机统一管理。此方法虽

然见简单，但是条形码易于受环境影像，在野外长期受雨雪风沙侵蚀，极易褪色、残缺无法辨认。

#### 1.2.4 GPS 定位法

为了提高下路巡检的工作效率，避免漏巡、漏检等问题的发生，巡检工作在逐步由“人工”向“数字化”过渡，提出了基于 GPS 定位的巡检线路信息管理系统。

但是国内市场 GPS 基本为民用级，误差均在几米至几十米，不适用于杆塔密集等区域，而且 GPS 配套设施多，投资大，维护管理也存在一定困难。

#### 1.2.5 直升机巡检法

为了有效提取电力线信息，近年来开始采用直升机或飞行机器人对电力线路进行巡检工作，此种方法能够有效解决了外业工作量繁重的问题。

但是，此种测量手段需要保证飞行测量过程中既能获取有效的精确的测量数据，同时直升机或飞行器不碰触到电力线路等设施，这就需要对巡检的空中线路进行精确设计，通过严密复杂的算法获取电力系统空中坐标，确保测量的准确性和有效性。

而且，此种测量方法受天气影像，尤其在环境较为恶劣的西北山区，常年风沙较大，不利于飞行测量工作的开展，而在山林植被茂密的多雨区域，高植被及雨天也不利于测量工作的进行。

### 1.3 长距离三维激光测量系统整体解决方案

综上所述，传统测量手段对电力线、配电所、基建设施进行测量和模型建立，不仅数据采集效率低、精度差，且建模工艺繁琐、信息集成困难度高，难以适应和满足自动化电力系统管理中的真实性、时效性、安全性以及精细化、智能化、立体化的平台需求。

基于长距离三维激光测量系统同步采集高精度的点云以及高分辨率影像数据，与地理信息技术结合，能够有效解决巡检工作中的诸多难题在电网建设和管理中具有广泛的用途。

#### 1.4 北京咏归科技有限公司

北京咏归科技有限公司拥有世界上最先进的超长测距三维激光扫描仪——I-site8810。而三维激光测量与工程事业部一直致力于应用测绘领域高新技术，将车载和地面三维激光扫描仪测量数据高精度融合、通过智能化三维数字建模，利用管控应用平台，解决系统自动化建设中各个环节的数据采集及成果制作需求。

## 1.5 I-Site 8810 三维激光测量方案

I-Site8810 工作优势——多种测量模式结合应用，实现全方位覆盖，高效率测量，最大限度降低作业强度，提高工作效率。



车载快速移动测量



移动站测量



固定站测量

## 二、I-Site8810 三维激光测量系统在电力线巡检及监控中的应用

### 2.1 I-Site8810 三维激光扫描仪在外业采集中的应用

#### 2.1.1 保障作业安全，提高作业效率

传统电力线巡检方法是由电力公司采取人工空中作业的方式用皮尺来量取，获取数据会受到风振、温差和人为等因素的影响。

I-Site8810 三维激光扫描仪非接触式测量，安全、快速、低成本、数据精确可靠，避免了传统人工上线带电作业的危险性和人为因素对测量结果的影响，数据成果更加客观、真实。

因此将三维激光测量技术应用到电力线路巡检领域，可以大大降低人为因素在测量上引起的误差，有效减少了风振因素等对测距精度影响，同时有效提高作业人员安全性。

#### 2.1.2 大范围测量，快速获取地表信息

在电力线路测量中，需要对电杆倾斜度、基础下沉及防护设施等情况进行数据的采集。I-Site8810 三维激光扫描仪一站数据采集仅需 3 分钟，即可获得直径 4KM 范围内的地表及地物信息。

同时，I-Site8810 三维激光扫描仪垂直视角 80 度，可以同步采集几米、几十米上空的

导线信息，通过专业配套的数据处理软件，可以直接在采集的点云数据或三维模型上快速计算导线对地面、路面、树木、建筑物的距离是否合格，以及周边建筑物或设备是否侵入线路界限。

### 2.1.3 点云与真实影像同步采集，成果丰富

I-Site8810 三维激光扫描仪内置的 7000 万像素高分辨率相机，可以同步采集测区真实影响，这些数据给工作人员提供了实时、可靠的现场信息，我们在办公室内就可以直观分析电力线路配套设施、附件的完好度，线路上是否有悬挂物，以及周边是否存在动土等施工情况。

### 2.1.4 高精度测量，保障数据准确有效

I-Site8810 三维激光扫描仪具备毫米级测量精度，外业测量中不仅能快速获取电缆、导线的绝对坐标数据，通过后期建模，能够快速分析线缆张弛度有无过大、过紧或不均等情况。

## 2.2 I-Site8810 三维激光测量系统外业工作方法介绍

### 2.2.1 测量前地形勘察

采用 I-Site8810 三维激光测量系统进行外业扫描之前，需要对测区进行地形及路况勘察，并根据地形及路况设计测量路线。

### 2.2.2 测量方法选择

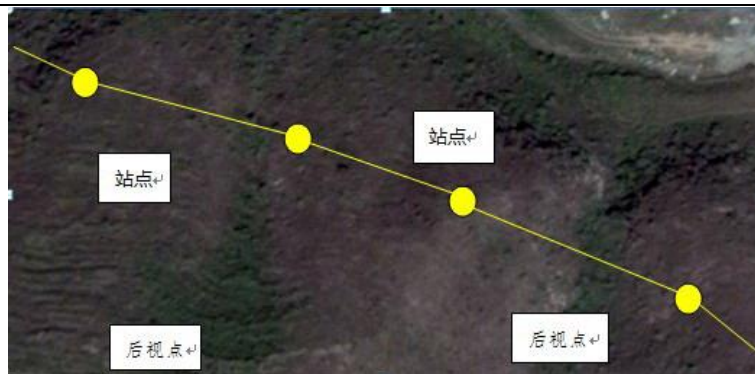
I-Site8810 三维激光测量系统测量方式十分灵活，可采用三脚架架站测量、车载测量、GPS 结合测量、后视点测量等多种方式。

在电力线路测量中，因为测区范围广，外业工作量大，建议结合 GPS 获取绝对坐标，采用后视测量方法，保证每站测量精度。

在设备架设上，可选用三角架测量或车载方式均可。

### 2.2.3 测量站点及控制点选择

通过野外实际考察，电力线一般呈直线走势，每两个之间的间距在 400-800 米左右，高度几米至十几米不等。在测站点和后视点的选择上，尽量选择视野开阔通视条件良好的地区架设或者高地上架设后视点，且保证测站点与后视点距离大于 500 米，保证测量精度的同时减少后视点架设次数。



电力线路（黄色）以及测站点、后视点布设示意图

#### 2.2.4 扫描范围及点密度选择

I-Site8810 三维激光测量系统特别设计了 5 个扫描档位，可实现快速全局扫描的同时，针对现场环境及测量成果需求，用户可自定义多任务的高密度扫描，获取更加丰富的测区细节信息。

I-Site8810 三维激光测量系统配备了可视化的手持控制器，能实现 WIFI 控制，同时现场即可查看扫描的点云和影像结果。因此，在外业实际测量中，建议先采用全局扫描，先查看结果并完善测量方案后，可对重点区域进行高精度局部扫描方法。



#### 2.3 I-Site8810 三维激光测量系统内业工作方法介绍

I-Site8810 三维激光测量系统配有专业的点云数据处理及成果输出软件——I-site studio。其智能化的模块设计，可快速实现多站数据的自动拟合、过滤、抽稀工作，并可以输出与 CAD、CASS、3DMAX 等软件兼容的三维模型、平面立面图、现状图等文件。

I-site studio 数据处理主要步骤：

数据拟合 → 除噪、过滤 → 三维建模

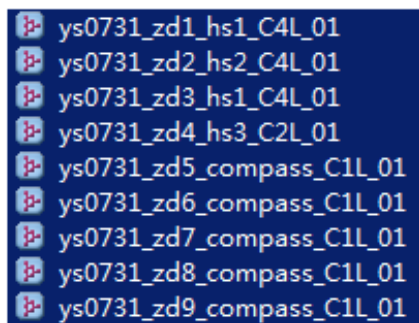


点云数据的处理，可通过功能强大的 I-Site studio 点云处理软件，快速实现智能化的数据过滤、多站数据拟合工作，地形建模；

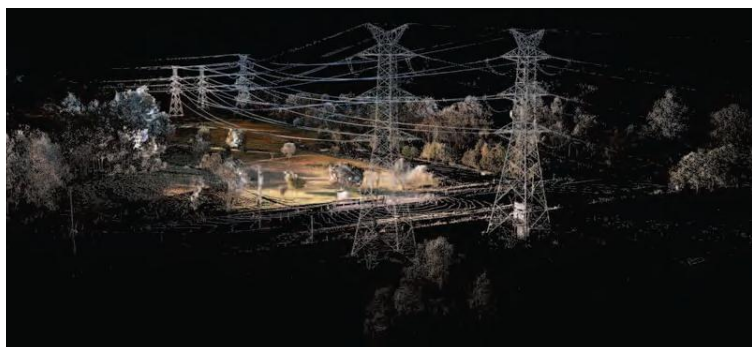
精细建模采用 Point Cloud 软件；设备建模采用 Cyclone、Edgewise 软件等，完成真实精准的三维模型。

内业处理流程如下：

### 2.3.1 多站点云数据导入 I-Site studio 软件；



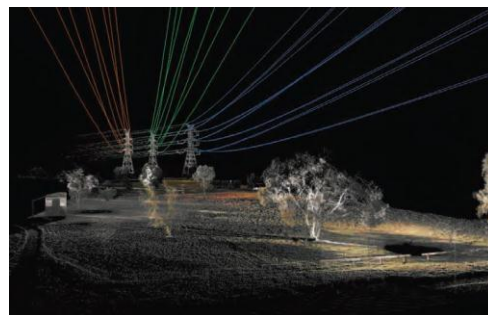
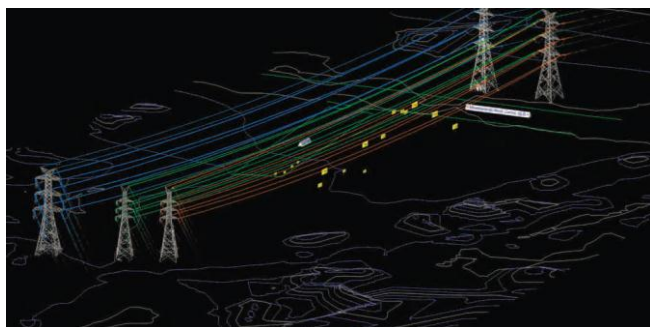
### 2.3.2 多站点云数据拟合



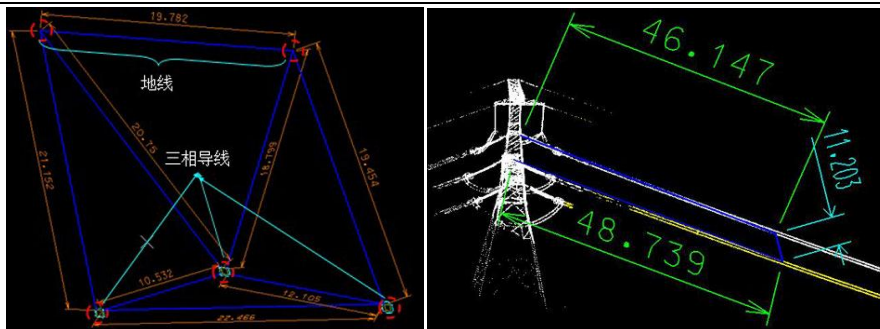
高压杆塔、线、地表点云数据

### 2.3.3 提取电力线位置线画图与成果输出

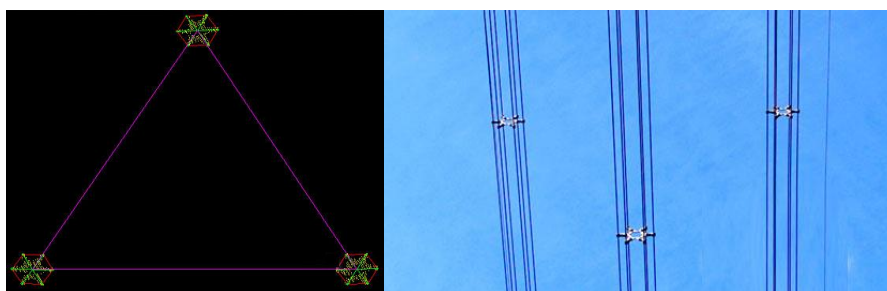
激光测量同步采集影像数据和点云数据，可以用于档距、高差、三相最近距离、最大弧垂以及间隔棒的布置。



电力线、杆塔、地形

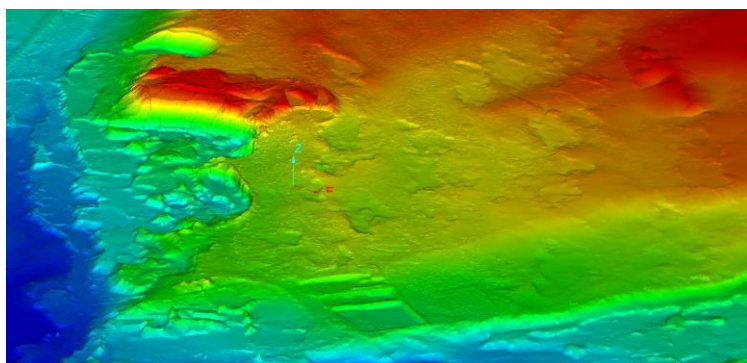


三相间距分布

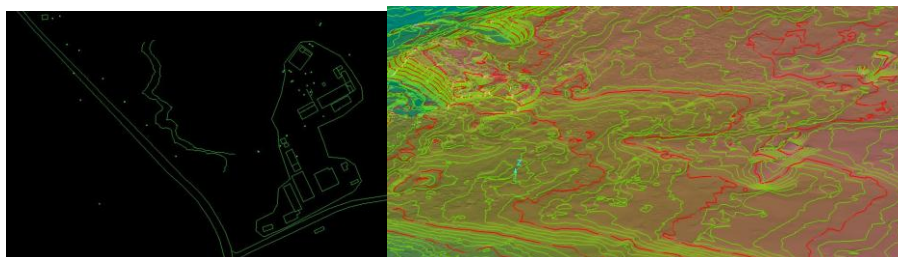


间隔棒的布置

#### 2.3.4 建立地表模型



#### 2.3.5 输出并保存成果



平面图、地表等高线

### 三、I-Site8810 三维激光扫描仪应用于变电站检查

#### 3.1 变电站概述

变电站是电力输送系统交汇站点，往往结构复杂，巡检工作环境危险，利用传统测量手段，很难搜集到完整的基础数据信息。设计资料与实践建设有着巨大差异，设备更新和改造，需要使用最新准确的档案，因此需要对现有的设备进行高精度测量。从成本方面考虑，重新测量及影响设备正常运转的时间，越短越好。利用激光扫描仪仅仅花费一天的时间进行现场勘察就能得到完整的数据，最重要的是不影响变电站的正常运作及现场安全。还可模拟紧急逃生、消防演练等，节省了必要的经济损失及人员伤害，提高工作效率。

#### 3.2 I-Site8810 与短距离三维激光测量系统结合应用



对于变电站的扫描方法采用：变电站周边设施及范围较大的地物使用 I-Site8810 三维激光测量系统采集数据；变电站内部设施情况及室内情况可选择使用短距离高精度三维激光扫描仪，如 FARO、手持式扫描仪采集数据；两者数据结合就会得到变电站的整体数据。

主要工作流程如下：

- 1、对变电站现场情况进行勘察；
- 2、I-Site8810 采集变电站周边数据，对于重要的设施可采用局部高精度扫描；



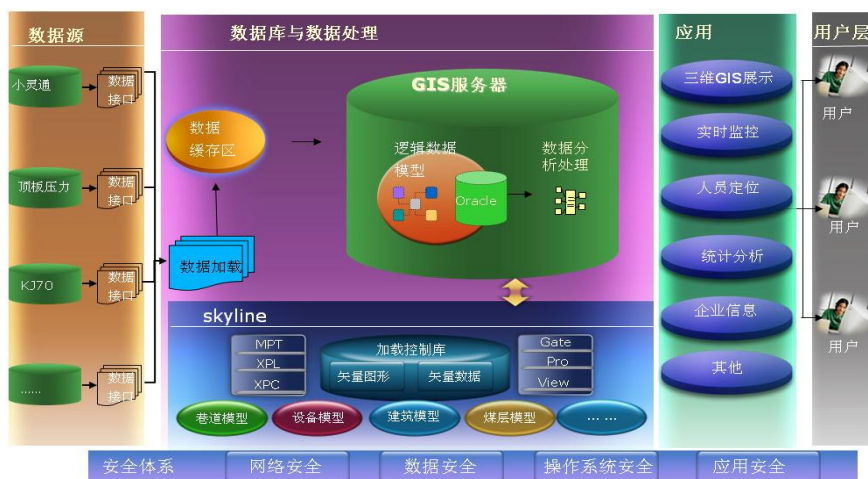
3、短距离高精度三维激光扫描仪采集变电站内部及复杂设备的点云数据。

4、点云数据拼接、拟合、过滤、建模及成果导出。

#### 四、系统管控平台

如何将三维激光测量系统采集到的海量、实时、精准的三维坐标数据信息，进行统一的管理和应用，使电力系统管理人员不仅可以知晓当前各个电力线塔的工作状况，通过调取数据库数据，更可以获得各个电力线塔的历史工作信息数据，从而可以通过统计、汇总等方法实现真正的数字化管理。

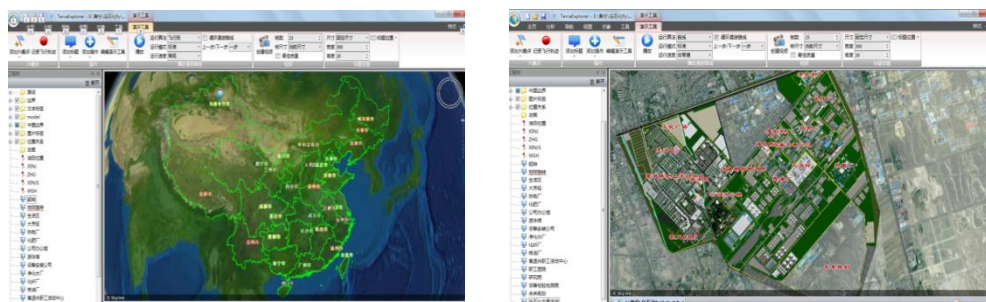
Skyline 真三维系统平台——使管理和应用人员在不同地点和不同环境下，通过计算机网络浏览，即可实现对电力线、变电站的管理调度、站内设备及线路的空间位置、设备属性等信息进行实时查询和预览。



#### 4.1 管控平台之系统架构

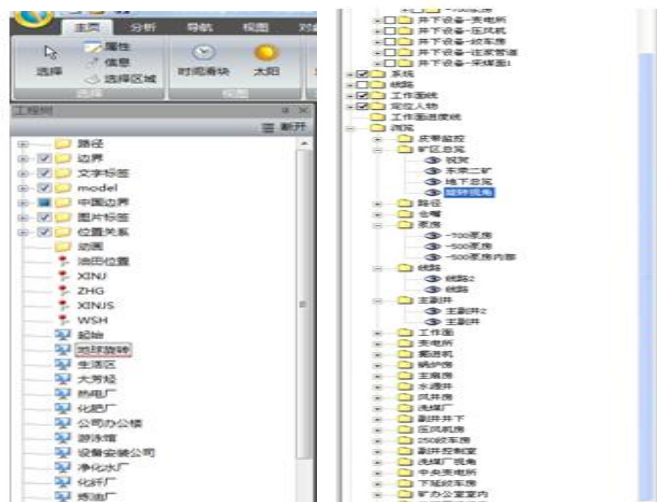
电力线地理信息定位：

采用电力系统真实地理坐标，结合三维激光扫描仪测量的点云坐标数据为依据，对电力线及变电站进行定位。



## 4.2 管控平台之系统划分

采用电力规划图, 结合三维激光扫描仪测量的三维点云数据为依据, 建立管理分类专题图层, 用户可进行整体宏观的监管定位, 以及局部微观的细节查询操作。



### 4.3 管控平台之分层管理

实现对变电站内外设备、线路等的三维模拟，采用“飞行”“行走”两种浏览模式，可以方便的查看三维平台中的线路及室内设备。



#### 4.4 管控平台之场景浏览

可查询电力系统内各设备、线路等属性信息,信息包含坐标位置、电力线类型、等等细节。



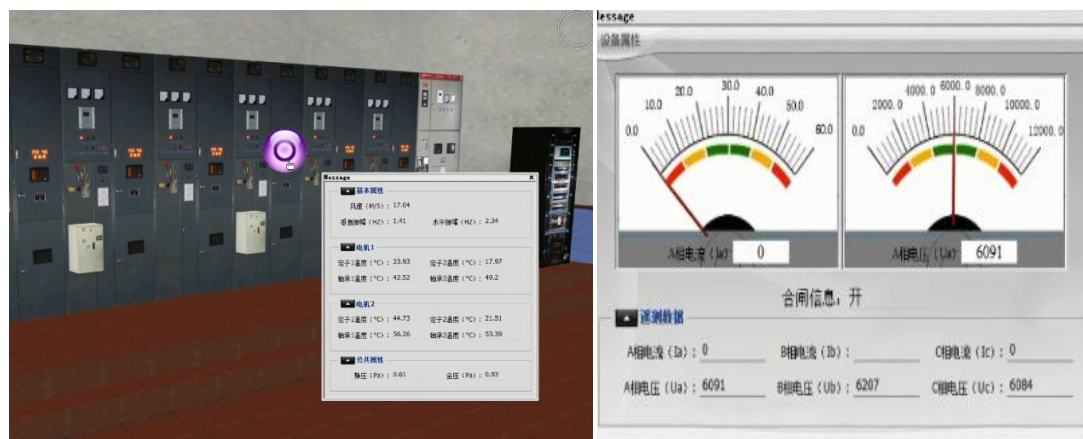
#### 4.5 管控平台之属性查询

可测量电力系统内基础设施的空间距离,也可对地形面积进行计算,同时可在模型上用文字、图片进行注释。管控平台自带有标准模型库,可方便替换、编辑和更改后期有变化的设备模型。



#### 4.6 管控平台之系统集成

借助于 Skyline 管控系统,可以将矿区内各个分散的自动化系统集成进来,实现高效、实时、无缝管理。





---

## 五、方案总结

安全：I-site 8810 三维激光测量系统在危险或难以到达的环境可进行快速测量。

高效：大大缩短外业工作时间，简化内业数据处理工作流程。

坚固：I-site 8810 三维激光测量系统 IP65 防护等级，可适应-40 度~+50 度的恶劣工作环境。

灵活：地面扫描与车载扫描一体化，标准的测量设站功能，结合 GPS 使用更方便

多功能：同步获取点云数据和影像信息，外业任意定义扫描区域及点云密度。

高精度：精确的地形图测绘，可靠的工程量统计，有效避免人为误差。

高度集成：系统集成测程扫描仪、望远镜、数字罗盘、GPS、数码相机、红色激光指示器。

兼容性：通过功能强大的后处理软件提取数据成果可第三方矿业三维软件无缝对接。

整体解决方案：三维激光扫描仪采集到的点云数据与三维管控平台的结合，真正实现三维数字化管理。

北京咏归科技有限公司

三维激光测量事业部

北京市海淀区上地三街道 9 号金隅嘉华大厦 A 座 502

电话：010-82780599

传真：010-82782455