扩频激电施工说明

一、 施工方法

本次施工的方法为扩频激电三极测深，如图 1 所示，先根据剖面长度和点距计算出测点数量，然后一次性在整条剖面上布置全部测量电极和采集站，再根据设计的供电点逐点供电，每次供电时，所有通道同时测量，当所有设计供电点完成后，整条剖面测量完成。

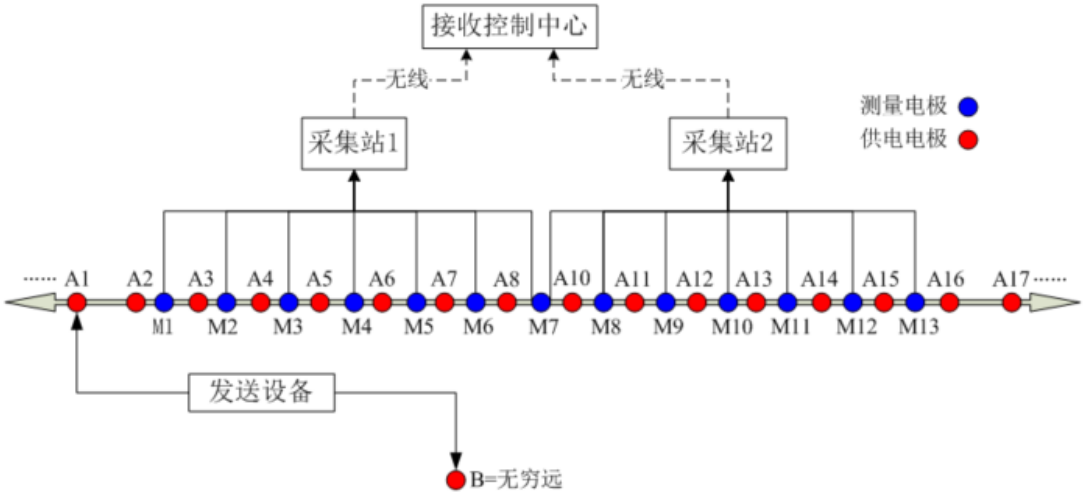

图 1. 三极测深野外布极装置示意图

扩频激电施工的主要步骤如下：

1. 根据剖面长度、测量点距和测量深度计算需要的仪器数量，并设计供电点；
2. 布设接收系统；
3. 布设发送系统；
4. 供电点跑极及数据采集。

二、 布设接收系统

布设接收系统的工作包括接收电极放点、接收电极埋设、测量线缆布设、

仪器布设。

1. 接收电极放点

接收电极放点是将接收电极放置到指定位置，位置的精度要求较高，位置误差一般不超过极距 MN 的 1%；如遇特殊地形无法布设，可在垂直测线方向偏移 20%的距离，并记录在施工记录文档中；如果在允许偏移范围内仍然无法布设电极，则丢弃该电极点，并在采集时将该电极点对应的两个通道设置为无效道。接收电极放点使用的仪器一般为高精度 RTK 测量仪。

2. 接收电极埋设

接收电极一般使用不极化电极。找到接收电极打点位置，挖出深约 10cm、直径约 10cm 的泥坑，并浇灌盐水，将泥土与盐水搅和成稀泥状态，再将电极放置在泥坑中使稀泥淹过电极的一半，然后向泥坑中填埋干泥土并压实，干泥土刚好达到电极上部边缘。

注意：(1)在使用前，需要将不极化电极底部的红色橡胶套取掉，在使用完成后再将橡胶套套上，避免长时间不使用导致电极内部电极液干涸损坏；（2）如果不极化电极埋设位置为碎石堆等接地不好的地方，需要将其它地方的泥土放置在此处以降低接地电阻。

3. 接收线缆布设

接收线缆包括一个插头和 7 个抽头，插头连接在接收仪器上，每个抽头与一个电极连接，每两个电极组成一个通道，共 6 个通道，靠近插头的电极为小号电极，对应的通道为小号通道。在布设线缆时，如果因地形等原因导致线缆抽头够不着电极，可以使用电线作为延长线将电极和线缆抽头连接起来。单台仪器每个通道与电极间的关系如下表所示。

通道号	通道输入负极	通道输入正极
1	电极 1	电极 2
2	电极 2	电极 3
3	电极 3	电极 4
4	电极 4	电极 5
5	电极 5	电极 6
6	电极 6	电极 7

4. 接收机布设

每台接收机通过接收线缆连接 7 个电极(相邻两个电极为 1 道，共 6 道)，相邻两个电极之间的距离为设计的接收点距，前 1 台仪器的第 7 个电极与后 1 台仪器的第 1 个电极放在同一个电极坑中，图 1 为首电极为-540m，极距为 20m 的布极方式。

测量坐标(m)	-540	-520	-500	-480	-460	-440	-420	-400	-380	-360	-340	-320	-300
大线电极编号	1	2	3	4	5	6	7						1
							1	2	3	4	5	6	7
接收机	接收机1						接收机2						接收机3

图 2. 接收机布极方式

接收机放置在对应位置上后，连接好接收线缆、电源，然后开机，并通知控制中心查看是否能发现接收机、GPS 是否锁定、接地电阻是否满足要求。如果控制中心无法发现接收机，则应架设三角架，并将 ZigBee 天线通过延长线放置在三脚架顶部，或者在接收机之间放置中继站中转信号。如果接收机 GPS 长时间无法锁定，则应将接收机放置在能看到大范围天空的空旷地带，保证接收机面板上的 GPS 天线能够接收到尽量多的卫星信号。

三、 布设三极发送系统

1. A 极布设

A 极为测线上跑极的供电点，一般使用多个不锈钢电极。测线内供电点的接地电阻不超过 1KΩ，故在测线内可以不用挖坑，只需将电极打入土中，并

在电极上浇适当盐水即可；测线外供电点的接地电阻越低越好，一般需要挖坑、浇盐水、搅拌泥浆，然后再打入电极，在接地条件差的地方可以多挖几个泥浆坑，并将电极分组后打入泥浆坑中。

2. B 极布设

B 极为固定的供电点，一般 B 极位置在测线中心点的垂线上，距测线中心点大于等于 6 倍测量深度。该点的接地电阻需要尽量降低，至少需要挖出 6 个泥坑，每个泥坑尺寸约为长度 1m、宽度 0.6m、深度 30cm。挖完泥坑后先浇盐水、加入泥土搅拌成稀泥，再放入铝箔，在铝箔上再浇盐水，并加入泥土搅拌成稀泥，再覆盖上 20cm 左右的干土，最后将所有泥坑分为 2 组，每一组的铝箔利用电线接在一起，测量两组铝箔的之间的电阻，如果电阻小于 50 欧姆，则 B 极的接地电阻符合要求，否则需要不断增加泥坑，直到两组泥坑的接地电阻小于 50 欧姆为止。

四、 发送系统连线

图 3 为整个发送系统的连线图，图中发电机输出 220V 交流信号，整流器将交流信号转换为直流信号，再由发送机将直流信号转换为需要的扩频激电波形，经由供电电极 A 和 B 输出到大地。

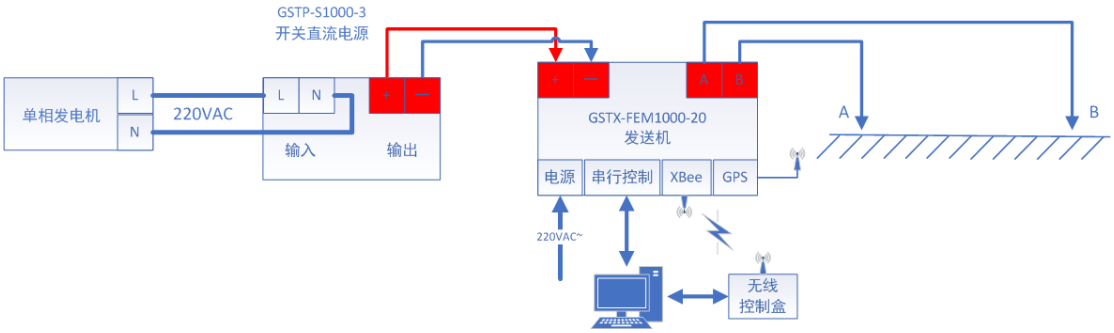

图 3. 发送系统连接图

特别注意：(1)发送系统连线前请关闭发电机，请勿带电接线；(2)整流器和

发送机的正负输入和输出一定要严格对应，否则会导致设备烧毁；(3)重启发送机前，请先停止整流器供电，保证整流器上显示的电压小于 36V；（4）供电前请一定确认 A 极和 B 极 15m 范围内无人，供电后必须有专人在供电点附近值守；（5）经过马路及村庄的供电线需要派人看守。

五、 跑极

在整个系统布设完成后，跑极人员按照设计的供电点在测线上跑极，每个供电点供电时，所有接收机都同步测量，当所有接收机测量到合格的数据后，跑极人员再移到下一个供电点供电，接收机在原位置继续测量，以此方式跑完所有设计供电点，则整条剖面测量完成。具体的供电点位置见附件"三极测深线设计.xlsx"。

在一条剖面测量过程中，接收线和接收电极只用布设 1 次，唯一需要跑极的点为供电点。供电信号发送和数据采集的控制统一由控制中心的操作人员完成，控制中心的位置在一条剖面完成前无需移动。

六、 数据采集

数据采集前，需要确保控制中心已经找到了布设的所有接收机，并且每台接收机各有效通道的接地电阻不超过 5 KΩ，极差特殊地形条件不超过 10 KΩ，每台接收机的 GPS 都为"锁定"状态或"已失锁"状态。

数据质量要求：

(1)电阻率误差小于 1%，相对相位均方差小于 1 度，如果数据不满足要求，则需要降低接地电阻以增大供电电流或者增大采集次数至 12 次；

(2) 整条测线的通道饱和数不超过 4 道(通道电场振幅值超过 600mV 即为饱和通道)，如果超过，则需要减小供电电流。一般测线内分别供一次小电流和一

次大电流，小电流能保证近端通道数据不饱和，大电流能保证远端通道数据的高信噪比。

注意：(1)在打开接收控制软件前，请断开电脑与发送机控制线的连接，否则可能会出现接收控制软件无法发现 ZigBee 模块的问题；(2)如果出现所有接收站离线，请检查无线控制模块是否松动，确保连接稳定后重启接收控制软件。