

# 钢混桩光纤光栅传感器监测实施方案



深圳市简测科技有限公司

2014年6月

## 1、前言

钢混桩工作位置深埋在地下，它所在的环境的限制了常规监测方法的正常使用。地下环境湿度很大，从地表到桩底的温度差也很大。从这些原因来看采用常规的电类传感器不能满足地下桩的监测需要，而采用防水性能强，不受电磁干扰，不怕漏电的光纤光栅传感器能很好的解决上述问题。但光纤光栅传感器本身比较脆弱，在混凝土施工过程中如果没有采取切实可行的保护措施很有可能出现破坏损伤。这就要求我们采取合理的保护措施和可行的施工方案。

## 2、实施方案

结合本工程试桩桩芯及桩头配筋图纸对监测位置的要求和现场情况，确定监测施工方案如下：

2.1 为了减轻施工现场的工作压力，确保安装和监测工作顺利完成，首先预制一部分直径 20mm 的 HRB335 钢筋把传感器先安装上去，在施工现场只需把预制好的钢筋与待测部位 HRB335 钢筋绑扎在一起。

2.2 A 区桩从上而下敷设 2 条 1 吋的铝塑 PPR 管，铝塑 PPR 管与纵向钢筋绑扎在一起。一条在标高-15m 处安装三通管件后另一端延伸至光纤保护盒内。另外一条 1 吋的铝塑 PPR 管在-8.2m、-5.5m、0.0m 和 4.0 处断开安装三通管件另一端延伸至光纤保护盒内。B 区桩从上而下敷设 2 条 1 吋的铝塑 PPR 管，铝塑管与纵向钢筋绑扎在一起。一条在标高-17.5m、-10.05m 处安装三通管件后另一端延伸至光纤保护盒内。另一条 1 吋的铝塑 PPR 管在-5.5m 和 1.2m 处断开安装三通管件另一端延伸至光纤保护盒内。

2.3 将两芯光纤一端分别从三通管件处与安装好的传感器相连接，另一端通过铝塑 PPR 管伸至桩基地面的光纤保护盒内便于监测。

2.4 传感器到铝塑 PPR 总管的之间的光纤用金属软管保护后绑扎在环向箍筋上。传感器部位用硬 PVC 板保护后用绝缘胶带包裹。三通处和铝塑管最下端用发泡剂封闭，避免水泥砂浆进入总管内。。

2.5 根据土建施工方案，钢筋骨架在地面上拼一半后吊装在桩口固定，然后对接上面一半钢筋骨架，然后焊接成一个整体后吊装就位。这就要求在钢筋骨架拼装完成后和吊装就位之前这一时间段内完成传感器的安装、光纤敷设、管线敷设以及光纤和传感器的保护工作。这个期间就需要做好准备工作，要求土建施工方的吊装设备配合完成以上工作。也就是说当吊装下半截钢筋骨架时第一条铝塑管和与之对应的传感器和光纤已经安装就位。上下两节钢筋骨架对接时，第二条铝塑管和与之对应的传感器和光纤保护盒已经就位。对接完成

后整体就位的时候，需要起吊设备配合慢慢下降，在一定的位置短暂停顿一下，将第一条铝塑管绑扎在上半截钢筋骨架上，直至全部就位。见下图 1 和图 2 所示：

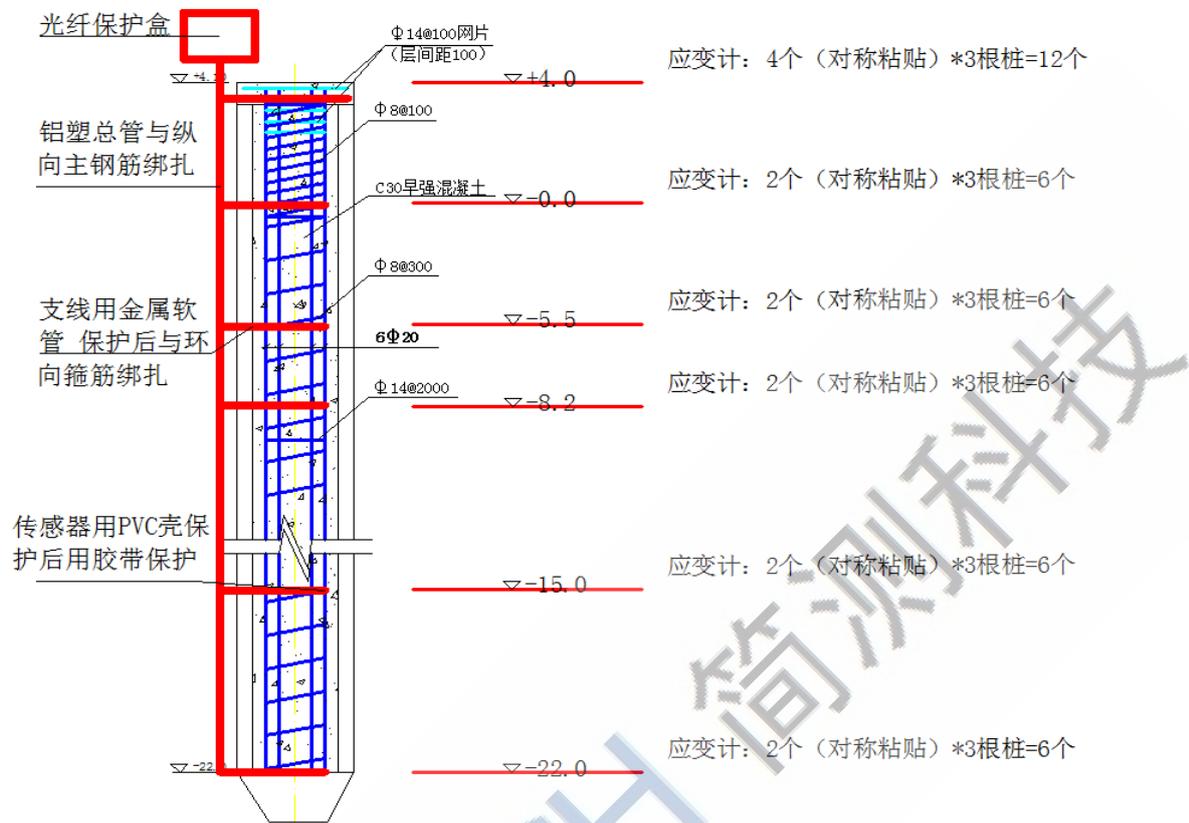


图1. A区桩传感器分布及光纤走向示意图

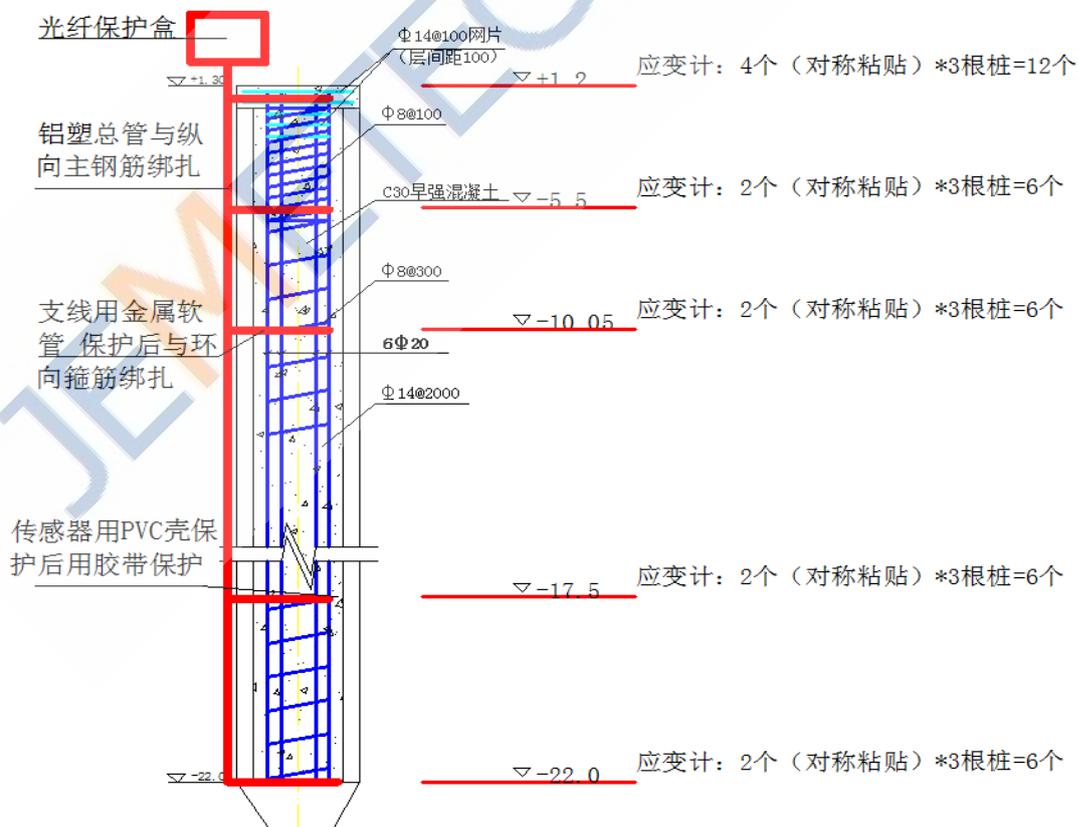


图2. B区桩传感器分布及光纤走向示意图

### 3、注意事项

3.1 对光纤线路进行保护：主要采用了铝塑 PPR 管保护线路和小电箱保护光纤端头和光纤耦合器的方法。铝塑 PPR 管具有很高的强度可以对抗混凝土施工时产生的摩擦、撞击和挤压力。同时铝塑 PPR 管还具有很好的可塑性，可以在很小的弯曲半径内任意弯曲，便于在复杂的施工现场情况下绕过或穿越障碍物使光纤得到顺利的敷设。如图 3 和图 4 所示：



图 3. 铝塑管和光纤保护盒对光纤和端头的保护（浇筑前）



图 4. 铝塑管和光纤保护盒对光纤和端头的保护（浇筑后）

3.2 对光纤接头和适配器进行防水、防腐和防污处理：先用电工胶布将光纤的端头和光纤适配器紧密包裹，包裹的时候应该用力拉紧电工胶布使电工胶布有一定的伸长量，然后紧密的包裹在光纤的端头和光纤适配器上，这样基本保证了该部分不受灰尘、水泥和空气伤害。然后再在电工胶布的基础上紧密的包裹一到两层防水胶布，防水胶布首先能起到防水的作用，同时它还有橡胶的缓冲减震作用能使该部位具有一定的抗冲击功能。由于防水胶布的橡胶很柔软，时间久了会吸附在物体表面，对物体有一定的污染作用，所以在使用防水胶布之前对该部位用电工胶布紧密包裹，充分的保护了光纤接头和适配器，如图 5 和图 6 所示。



图 5. 光纤端头和光适配合器图光纤连接



图 6. 接头部位电工胶布包裹图接头部位防水胶布包裹

3.3 混凝土浇筑之前对已经植入的传感器进行一次数据采集作为以后数据对照的重要参考依据。如果有条件可以在整个浇筑过程中实时监测，用于了解浇筑过程中传感器的变化和保护情况，发现损坏可以及时采取办法修复弥补。同时对混凝土的浇筑也起到很好的辅助和指导作用。如果条件不允许在浇筑的同时监测，那就采用以上所述的保护方法对光纤、光纤端头和耦合器进行保护，待浇筑完成后第一时间开始实时监测。

3.4 混凝土固化需要几天时间，在这个过程中要不间断的采集数据，分析数据。时刻都能了解混凝土内部发生的微妙变化。植入传感器的保护装置设计制作的完美的情况下，传感器的成活率基本是 100%。等到混凝土凝结强度达到 100%后监测任务完成。同时对光纤和端头进行保护，便于以后长期监测混凝土服役期间受力、震动、温度变化、地震等引起的混凝土内部变化。

3.5 合理计算传感器安装位置和数量，不管多完美的保护设计在施工现场都有可能出现不可预料的损坏，因此要考虑传感器的数量有一定的余量。

3.6 保护装置切实有效的保护传感器，使每一个传感器都能尽可能正常工作。

3.7 植入传感器一定按设计位置正确植入。

3.8 植入时间一定要恰当，太早了使传感器在施工现场暴露时间太长，增加了其他专业施工人员无意间破坏的风险，太晚了没有足够时间去准备安装和调整位置，难以保证安装精度。

3.9 光纤和接头保护一定要有效，浇筑时候外力和污染对光纤和端头的保护装置是一个严峻的考验。

3.10 监测期间不能任意中断，必须一次连续完成，得到完整的数据。

## 4、材料与设备

### 4.1 需用主要材料与设备

需用主要材料与设备一览表

表 1

序号	机械设备物资	型号、规格	单位	数量
1	小型直流焊机	220v	台	1
2	铁丝	10#	米	10
3	开泰管	8"	米	300
4	对讲机		台	3
5	发泡剂		瓶	1
8	光纤光栅传感器采集仪		台	1
9	笔记本电脑		台	1
10	两芯光纤		米	600
11	焊条	2.5	Kg	1
12	电工胶布		卷	4
13	防水胶布		卷	4
14	光纤保护盒	300X400	个	6
15	钢筋	20mm, HRB335	米	36

## 5、质量控制

### 5.1 易出现的质量问题

5.1.1 传感器安装定位完成后在浇筑的时候由于震动挤压等因素使传感器发生错位，从而使传感器数据不能准确反映混凝土内部的物理量变化情况。

5.1.2 光缆施放由于震动和挤压因素出现破坏和断开。

5.1.3 光纤端头和耦合器受水泥和其他杂物的污染。

### 5.2 保证措施

5.2.1 为防止传感器安装定位完成后在浇筑的时候由于震动挤压等因素使传感器发生错位，传感器植入后要用细铁丝将保护装置和植入的传感器牢固的帮扎在钢筋上。必要时增加一些辅助钢筋。

5.2.2 光纤光栅传感器有两个端头，每一个端头都能正常的工作。在敷设光纤时多增加一根光纤（或者多增加一芯光纤）与另一个端头相连，这样对传感器的数据有效传输起到了双保险的作用。从而减少了浇筑混凝土过程中震动和挤压因素对光纤线缆破坏的影响。同时光纤弯曲半径不得小于规定尺寸。光缆敷设过程要平缓光缆弧度，不得出现硬折和 V 型。

5.2.3 虽然在光纤端头包裹里电工胶布和防水胶布并且用保护箱保护，也难免施工现场的一些水泥浆和其他杂物对个别接头的侵入污染。因此要最好清洗准备工作，对受污染的接头及时清洗。要准备的物品有：抹布、酒精、脱脂棉球、小刀片等。

5.2.4 安装植入时一定要按照计算的位置，测试人员要亲自监督、检查、验收施工人员的

每一个施工环节。

5.2.5 一定要和混凝土施工单位保持紧密的联系，实时了解混凝土施工进度和现场情况。

## 6、安全措施

### 6.1 主要安全风险分析

6.1.1 光缆施放时的风险。

6.1.2 线缆吊装运输时的风险。

6.1.3 交叉作业人员安全一定要保证。

6.1.4 交叉作业光纤光栅传感器、线路、接头和设备的保护。

6.1.5 监测施工对其他施工单位的影响。

### 6.2 保证措施

本工法应遵循以下国家、行业有关现行标准、规范的要求：

6.2.1 《建筑施工安全检查标准》

6.2.2 《建筑机械使用安全技术规程》

6.2.3 《施工现场临时用电安全技术规范》

6.2.4 《建筑施工高处作业安全技术规范》

6.2.5 《职业健康安全管理体系规范》

6.3 参加施工的特工作业人员必须是经过培训，持证上岗。施工前对所有施工人员进行安全技术交底。进入施工现场的人员必须戴安全帽、穿防滑鞋，电工、电气焊工应穿绝缘鞋，高空作业必须系好安全带。

6.4 必须采取安全措施，并加强现场警戒。

6.5 操作面应有可靠的架台护身，经检查无误再进行操作。构件绑扎正确，高处作业使用的工具、材料应放在安全地方，禁止随便放置。

6.6 作业区应设警戒线，做明显标志，并设专人负责。工作过程严禁非施工人员进入或其他影响威胁作业的交叉作业人员进入。

6.7 作业人员必须坚守岗位，服从命令听统一指挥，对不明确的信号应立即询问，严禁凭猜测进行操作。现场施工人员必须具备必要的安全知识，并熟悉有关规程、规范。

6.8 开工前要认真组织施工人员熟悉施工图纸、技术资料等，每道工序都要有安全技术交底，交底人员及施工班组负责人要签字见证。凡参加本工程施工的工人，要熟知本工种的安全技术操作规程，在操作中，应坚持工作岗位，严禁酒后操作。对每一个职工必须经过三级安全教育。

## 7、环保措施

7.1 严格按照环境管理体系标准（ISO14001）及公司的环境管理体系文件进行工程管理和施工操作，自觉遵守国家、省、市及地方有关环境保护的规定。

7.2 施工垃圾清运采用容器吊运或袋装，严禁随意凌空抛撒，地面适量洒水，减少污染。

7.3 加强对现场存放油品和化学品的管理，对存放油品和化学品的库房进行防渗漏处理，在存储和使用中，防止油料跑、冒、滴、漏污染水体。

7.4 每晚 22 时至次日早 7 时，严格控制强噪声作业。施工中支设、拆除和搬运时，必须轻拿轻放，构件安装修理晚间禁止使用大锤。

7.5 施工现场设立专门的废弃物临时贮存场地，废弃物应分类存放，对有可能造成二次污染的废弃物必须单独贮存，设置安全防范措施且有醒目标识。

光纤订货表（露出 0.0 标高长度 25 米）

编号	规格	长度（米）	数量
A-22	两芯光缆	47	3
A-15	两芯光缆	40	3
A-8.2	两芯光缆	33.2	3
A-5.5	两芯光缆	30.5	3
A0.0	两芯光缆	25	3
A+4	两芯光缆	21	6
B-22	两芯光缆	47	3
B-17.5	两芯光缆	42.5	3
B-10.05	两芯光缆	35.05	3
B-5.5	两芯光缆	30.5	3
B+1.2	两芯光缆	23.8	6