

报告编号：成桥桩-140405

某电厂码头桩 检测报告

北京同度工程物探技术有限公司

福建省建设工程物探试验检测中心

二〇一四年四月五日

某电厂码头桩

检测报告

委托单位：某电力有限公司

项目负责：贾 超

技术负责：赵永贵

参加人员：贾 超 柳超 蒋辉 候景方

报告编写：贾 超

报告审核：赵永贵 蔡洪美

承担单位：北京同度工程物探技术有限公司

福建省建设工程物探试验检测中心

报告提交：2014 年 4 月

目录

一、工程概况.....	3
二、检测方法.....	5
三、检测仪器和观测布置.....	5
四、资料处理流程.....	8
五、检测结果和解释.....	8
六、结论和建议.....	12
七、附录.....	12



某电厂码头桩检测报告

一、工程概况

受损码头位于某电厂厂区内（图 1-1）。



桥梁与桩基常规的检测方法如外观检查、回弹检测和小应变等方法都不能胜任该类具有上部结构的桩体的检测。受某电厂的委托，北京同度物探技术有限公司和福建省建设工程物探试验检测中心采用 PST 成桥桩检测技术对被撞桩体的水下部分进行检测，和应用 CT 技术对桩体上部受损部位进行检测，以便对桩体修复提出建议。



图 1-2. 1、2、3、4 号桩相对位置



图 1-3. 1 号桩受损情况



图 1-4. 2 号桩受损情况

二、检测方法

本次检测的对象是具有上部结构的桩体，了解水下隐伏部分的受损情况。同时对桩体上部的受损成度进行评价。对桥桩水下部分的检测采用 PST 成桥桩检测技术，对桩体上部受损部位的检测采用工程 CT 技术。

1、PST 成桥桩技术的检测原理

PST 技术是专为具有上部结构的成桥桩检测开发的。在混凝土桩体中激发声波时，声波会沿桩身向上传播。当遇到桩体结构变化断面、损伤与缺陷、地基地层界面时声波发生

反射。上部结构的反射波向下传播，称下行波；下部结构的反射波向上传播，称上行波。

PST 技术通过检波器串记录桩体中声波的传播，并对下行波与上行波进行有效地分离，根据波的走时与混凝土波速，确定桩体中发生反射的结构部位。通过分析排除结构截面变化与地层结构变化的影响，可确定桩体中的缺陷与损伤的部位、损伤的程度。据此对桩体的质量与健康状况做出诊断。

2、混凝土波速 CT 技术的检测原理

混凝土波速 CT 技术使用声波穿透桩体，通过测量声波的走时重建混凝土桩体内部弹性波速度分布的图像。弹性波速直接反应混凝土的弹性模量的大小，它是混凝土密实性和强度分布的定量指标，在工程中用于评价混凝土的质量和损伤程度。通过寻找混凝土的低波速异常部位，发现混凝土结构的内部缺陷。它具有分辨率高，可靠性好，图像直观等优点，可有效地解决工程病害诊断问题。

三、检测仪器和观测布置

混凝土 CT 和桥桩 PST 检测均采用北京同度工程物探技术公司开发的 PST 成桥桩检测仪。PST 仪器配置为 16 通道，配有专用的检波电缆。电缆内检波器间距 0.1m。仪器及配套见表 3-1。

检测仪器技术指标

PST 成桥桩病害检测仪	
 <p>指标： A/D 转换：16 位 通道数：16 道 采样率：1MHz 单道记录长度：120KS 功能： 记录桩体中声波传播过程，确定混凝土波速和结构界面、损伤与地层界面。</p>	 <p>检波器串指标： 频率范围：20Hz-16KHz 通道数：16 道 道间距：10cm 工作方式：直接耦合，水陆两用</p>

表 3-1. PST 仪器

观测布置

(1) PST 桥桩检测

PST 检测时，检波器电缆下部配重，上部固定，检波电缆靠近桩身。敲击点在检波器电缆上方，距第 1 个检波器距离 0.1m。在完成第一个次敲击后，检波器电缆下移 0.05m，敲击点不变，第 2 次敲击。两次记录合成，达到加密观测的目的。此次检测，1 号桩激发

点位置距离平台底面 1.5m，2、3、4 号桩激发点位置距离平台底面 7.5m。

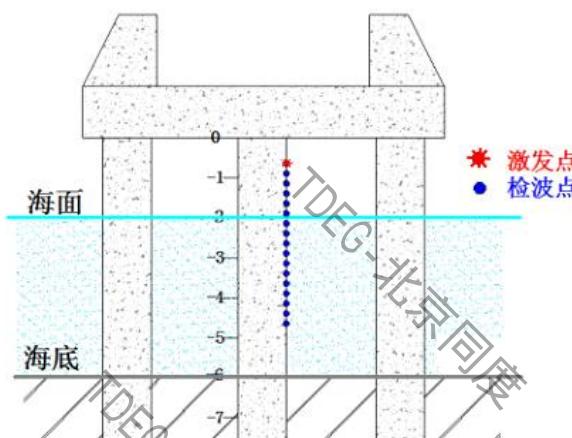


图 3-1. 成桥桩 PST 布置示意图

(2) 2 号桩 CT 检测布置

2 号桩 CT 检测布置在距平台底面 1.3m 的断面上，桩体方形断面为 $0.6m \times 0.6m$ 。检波电缆长 1.5m，沿桩身缠绕，围成一个水平平面。观测分为 2 个排列。

第 1 排列数据的采集：将检波器布置在两个相邻侧面，检波器间距 0.1m。在检波器对面相邻两侧面进行敲击，间距 0.1m，共 12 个敲击点。每个敲击点与 16 个检波器联成 16 条射线，获得 16 个走时。

第 2 排列数据的采集：第 1 排列完成后，将检波器与敲击点的位置按顺时针方向向前移动 0.05m，再完成 12 个点的敲击与记录；

将两组数据进行合成，使点距加密成 0.05m，观测布置见图 3-2。

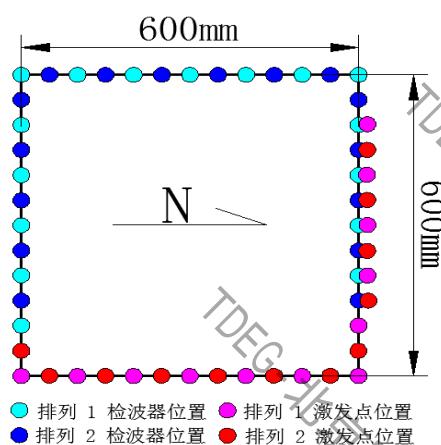
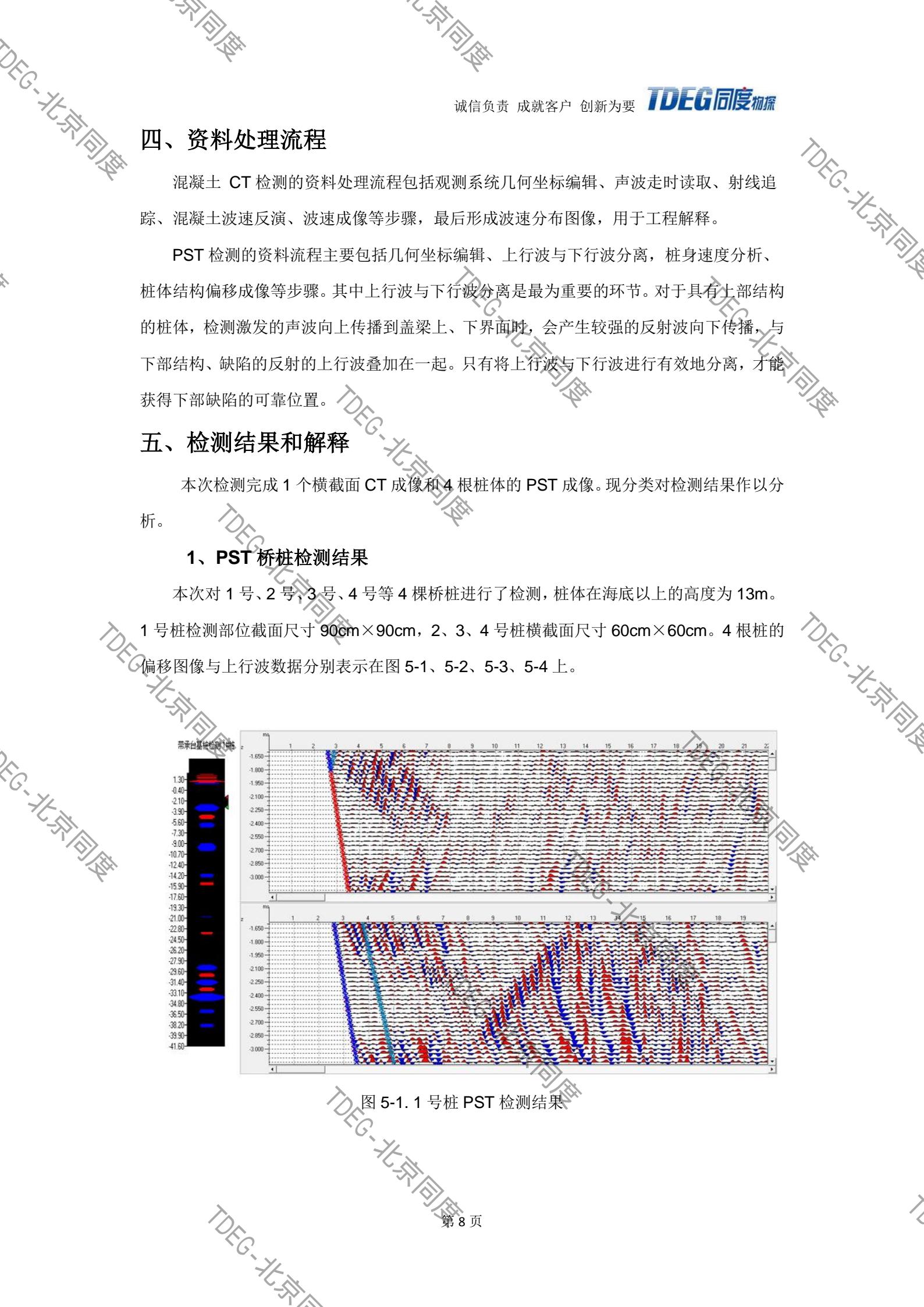


图 3-2. 2 号桩体截面的 CT 检测现场布置



四、资料处理流程

混凝土 CT 检测的资料处理流程包括观测系统几何坐标编辑、声波走时读取、射线追踪、混凝土波速反演、波速成像等步骤，最后形成波速分布图像，用于工程解释。

PST 检测的资料流程主要包括几何坐标编辑、上行波与下行波分离，桩身速度分析、桩体结构偏移成像等步骤。其中上行波与下行波分离是最为重要的环节。对于具有上部结构的桩体，检测激发的声波向上传播到盖梁上、下界面时，会产生较强的反射波向下传播，与下部结构、缺陷的反射的上行波叠加在一起。只有将上行波与下行波进行有效地分离，才能获得下部缺陷的可靠位置。

五、检测结果和解释

本次检测完成 1 个横截面 CT 成像和 4 根桩体的 PST 成像。现分类对检测结果作以分析。

1、PST 桥桩检测结果

本次对 1 号、2 号、3 号、4 号等 4 棵桥桩进行了检测，桩体在海底以上的高度为 13m。

1 号桩检测部位截面尺寸 $90\text{cm} \times 90\text{cm}$ ，2、3、4 号桩横截面尺寸 $60\text{cm} \times 60\text{cm}$ 。4 根桩的偏移图像与上行波数据分别表示在图 5-1、5-2、5-3、5-4 上。

图 5-1. 1 号桩 PST 检测结果

诚信负责 成就客户 创新为要

TDEG 同度物探

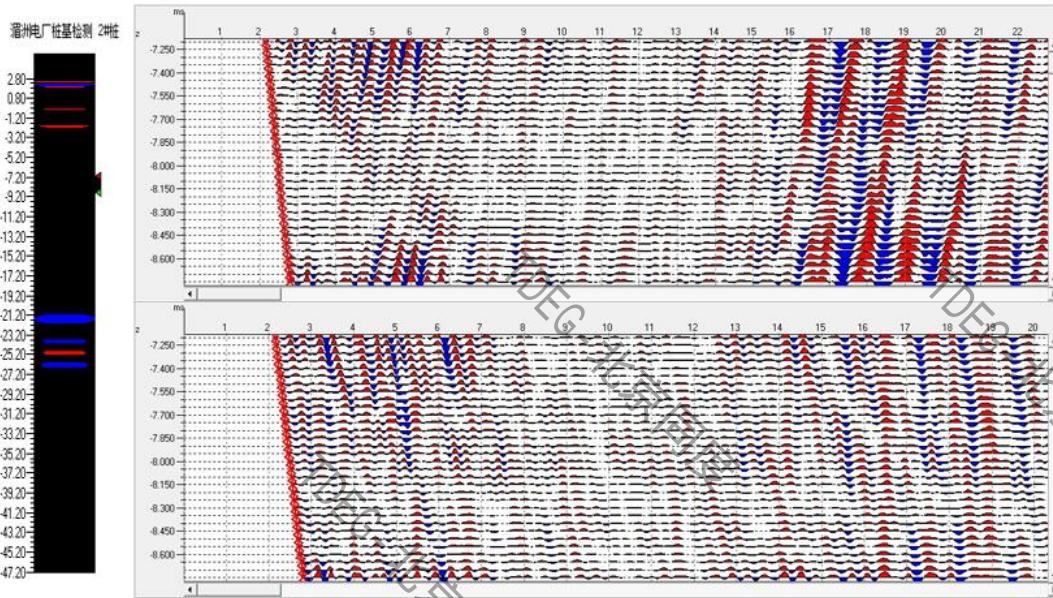


图 5-2. 2 号桩 PST 检测结果

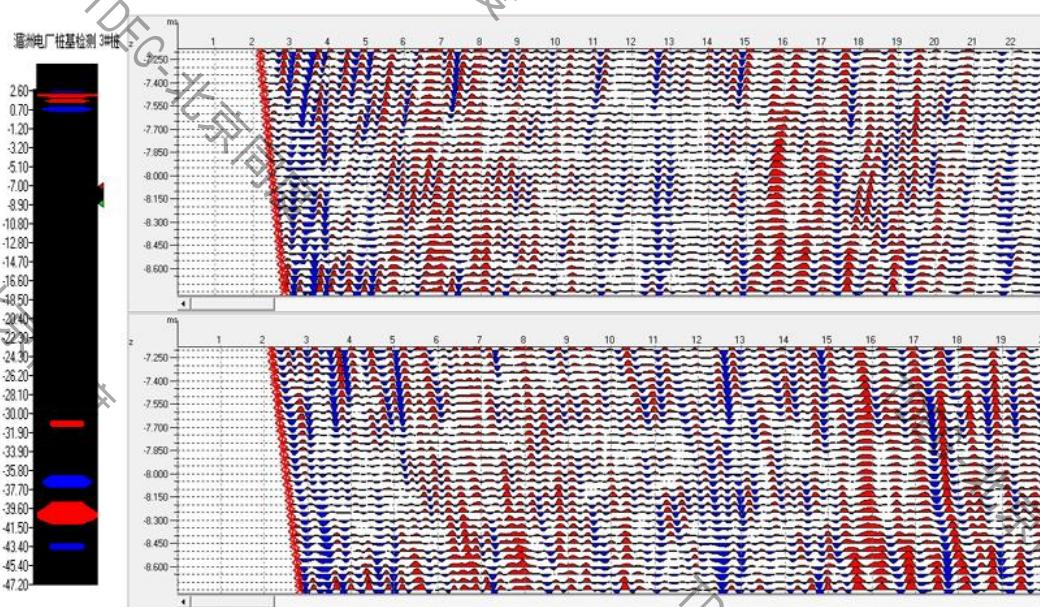
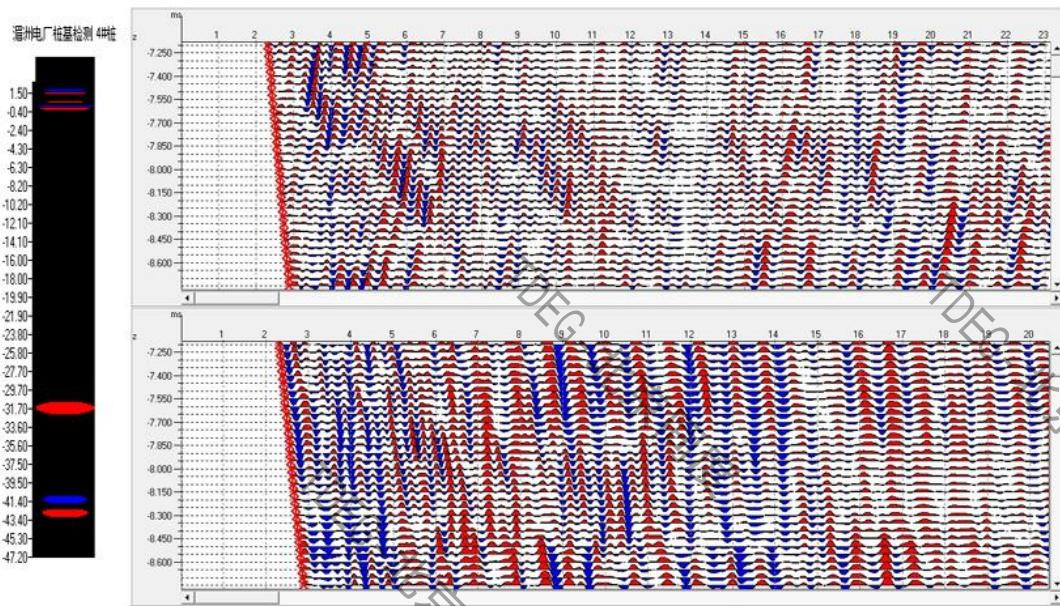


图 5-3. 3 号桩 PST 检测结果



5-4、4号桩 PST 检测结果

PST 检测的结果集中体现在偏移图像中。4根桥桩的偏移图像列于图 5-5。图像中坐标原点取在盖梁与桩的交界面，纵坐标是从原点算起的深度。图相中不同深度上的红、蓝线条表示反射界面的位置，线条横向的长度表示界面反射强度的大小。线条长表示反射强，界面两侧差异大，或反射面尺度大。线条红色表示介质波阻抗变大、刚度上升的界面，蓝色表示波阻抗变小、刚度下降的界面。偏移图像中波阻抗变化的界面包含多种物理对象，结构缺陷、裂缝、桩身截面积变化、桩体周围地层界面等都在偏移图像中有所反映。根据 PST 图像进行结构缺陷解释时，首先根据设计资料排除桩体结构变化界面，再根据地质资料排除地层界面，除去这些反射界面之后，余下的界面解释为结构损伤的界面。本次检测的桩身结构比较简单，桩之间没有系梁，下部结构的正常反射只有桩底和地层。虽然桩周围的地质资料不清，但可以将相邻桩进行比较，将 4 根桩的偏移图像放在一起进行分析比较，可确定地层反射界面的位置。

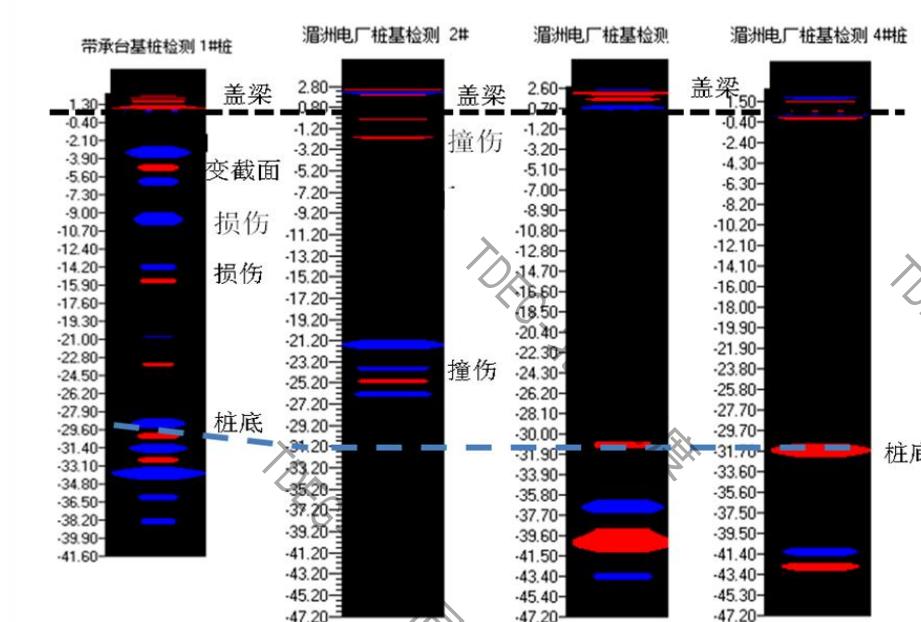


图 5-5. 1、2、3、4 号桩检测结果对比图

根据上述解释原则,对图 5-5 中的 4 根桩的偏移图像进行分析和比对,并结合现场实际,得到以下结论

- 1) 4 幅偏移图像中最上部 0~2.0m 段的红蓝条纹为桥桩上部盖梁的反应;
- 2) 在深度大约 30m 处出现红、蓝强反射条纹,推断为桩底或基岩界面;
- 3) 1 号桩 5~6.0m 位置反射条纹对应桩体变截面处的反射;

通过上述分析对比,确定了结构变化与地层界面的反射位置,剔除这些反射界面之后,可以对桩体的撞击损伤部位做如下解释。

1) 1 号桩损伤部位

1 号桩在变截面反射界面的下方,还存在 3 处明显的损伤破裂面,分别在 9.5m、14.5m 和 21m 处,其中最下方的损伤相对轻微。

2) 2 号桩损伤部位

2 号桩在 1.5m 的位置存在一个较强的反射界面,这是桩头开裂破损处的反应。除此之外在 21~25m 的范围内存在一组很强的蓝色反射条纹,说明该段损伤比较严重,以至于桩底的反射信号被衰减殆尽,图像中未能出现桩底信号。

2、截面 CT 检测结果

对 2 号桩体上部进行了一个截面的波速 CT 检测。截面位置在盖梁下方 1.3m 处。CT 图像如图 5-6 所示。从该图像中可以清楚地看到,检测截面的波速总体分布均匀,绝大部分

区域波速在 2600-4000m/s 范围内，混凝土的强度不高，推断混凝土标号为 C40 左右。在截面内存在断续的线性低速条带，表明该截面位置的混凝土已经受到撞击的影响，内部形成了北东向与北西向两组微观裂隙带。

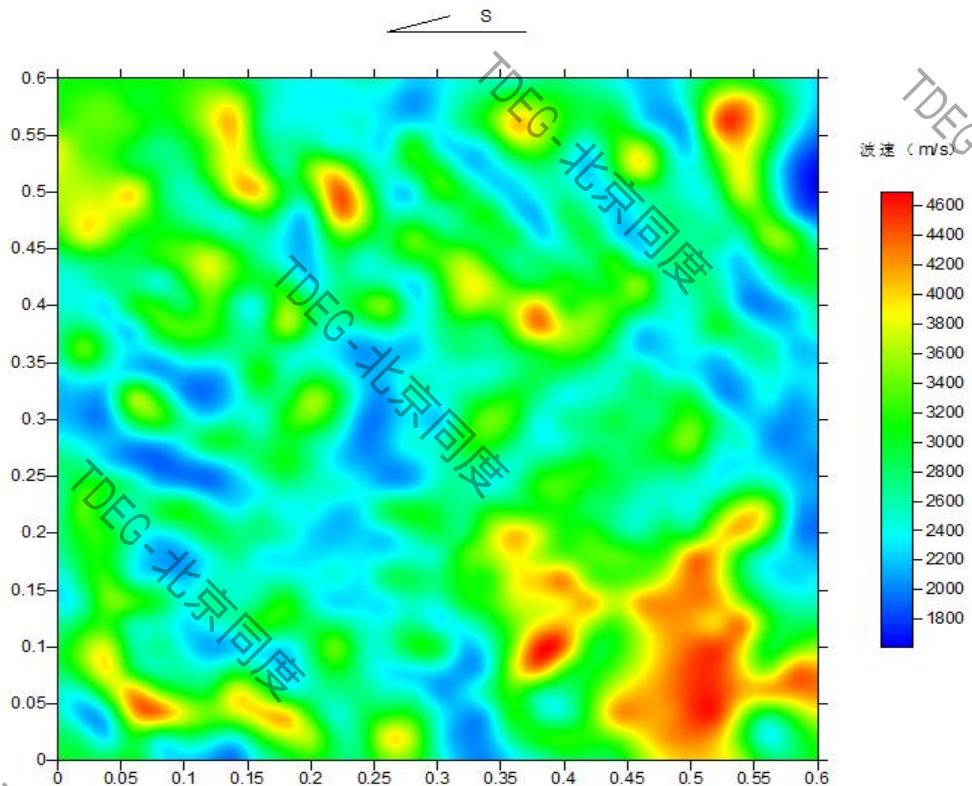


图 5-6. 2 号桩 1.3m 截面的波速 CT 图像

对截面 CT 图像中的微裂纹进行提取，可发现桩体截面内存在一系列北西—南东走向的裂纹带。桩体混凝土中的这些微裂隙带是撞击损伤的重要证据。

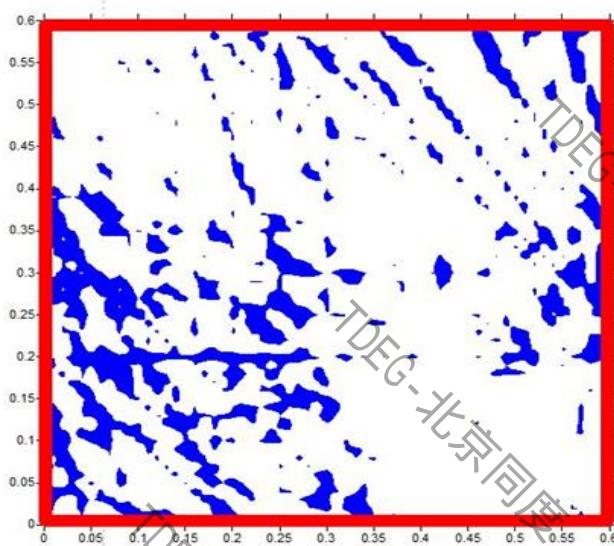


图 5-7 截面 CT 中的微裂纹带

六、结论和建议

综合 PST 桥桩检测和桥桩截面 CT 检测的结果，可以得出如下结论：

1) 1号桩在水下存在 3 处损伤。鉴于损伤部位多，分布范围大，建议采取钢筋混凝土整体加固措施。从 6m 处的变截面处开始向下一直加固到 26m 深处，加固截面扩宽到 100cm × 100cm 为宜。鉴于桩体损伤部位较多，也可以考虑补做一颗新桩。

2) 2号桥桩有两处损伤，桩体上部的损伤破裂严重，形成通裂。1.3m 处的 CT 发现截面内存在微观裂隙带。建议采用钢筋混凝土扩径加固措施，扩径到 90cm × 90cm，从盖梁开始到 3m 深处。

针对 2 号桩深部 21m-25m 处的损伤，建议采用钢筋混凝土扩径加固方案，扩宽到 90cm × 90cm，深度从 20m 到 26m。如果深部加固施工困难，可以考虑增做新桩。

3) 建议完成施工后对加固效果进行复查。复查部位选择 2 号桩上部盖梁下方破坏最严重的区域。复查选用 CT 方法，复查目标为判断加固区的混凝土强度是否达标，以及原有裂缝的灌注程度。

七、附录

7.1 关于检测时状态的说明

2014 年 3 月 31 日，第一次检测，检测时间下午 16-17 点。水下深度 3.5 米，水面距离平台底面约 9 米；

2014 年 4 月 2 日，第二次检测，检测时间中午 12-13 点。水下深度 9.5 米，水面距离平台底面约 3 米；

7.2 桩体损伤位置图

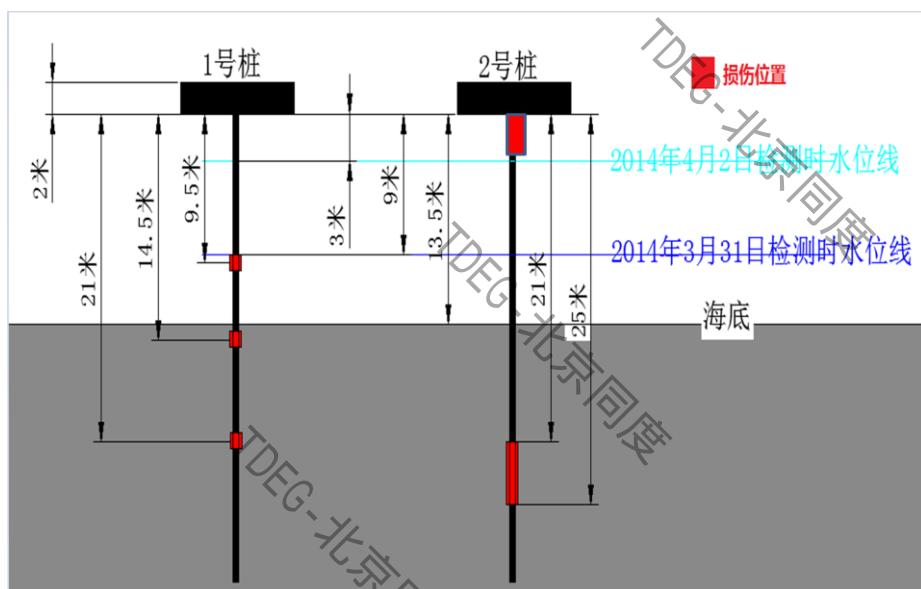


图 7.1 桩损伤位置图