

化都较平缓，初步判定 3#~12#墩柱内部无明显的混凝土缺陷。

墩身水平钻孔发现墩柱侧壁为 30~50cm 厚混凝土，内部为风化混凝土。侧壁混凝土和内部风化混凝土的声波传播速度可能接近，导致 CT 扫描中难以分辨。卵石夹砂本身是非均质材料，声波传播路径复杂，增加了信号解读的难度，声波 CT 的分辨率有限，无法清晰捕捉细微的界面差异。声波 CT 扫描未能分辨出墩柱外包混凝土与内侧卵石夹砂的区别，以钻芯论证为主。

5) 相控阵 CT 扫描通过对 3~12#墩顶部测线二维频率分布的数字图像分析，桥墩结构特征为由外及内分层现象，经钻孔验证外侧为较完整混凝土，内部为强风化混凝土。桥墩结构内部混凝土频率图像存在不均匀分布但大范围高于 300 赫兹，表明混凝土存在材料非均匀性但无大尺寸缺陷，整体应力条件良好。

相控阵 CT 扫描中发现桥墩侧壁混凝土厚度最大值为 48cm，最小值为 23cm，墩身混凝土壁厚与墩高并无明显变化规律，墩身混凝土壁厚取其检测值的平均值为代表值。3#墩身混凝土壁厚为 30.9cm，4#墩身混凝土壁厚为 34.4cm，5#墩身混凝土壁厚为 37.6cm，6#墩身混凝土壁厚为 35.4cm，7#墩身混凝土壁厚为 31.4cm，8#墩身混凝土壁厚为 34.6cm，9#墩身混凝土壁厚为 33.6cm，10#墩身混凝土壁厚为 35.4cm，11#墩身混凝土壁厚为 32.6cm，12#墩身混凝土壁厚为 32.9cm。

桥墩水下基础专项检测及基础下岩溶发育专项检测

1) 本次桥墩水下基础检测，发现 3#~9#墩基础与河床相接部位有不同程度掏空，11#墩墩身有水泥块脱落。

2) 墩柱水平钻孔结果表明，桥墩侧壁混凝土厚度最大值为 46cm，最小值为 29cm，墩身混凝土壁厚取其检测值的平均值为代表值。6#墩身混凝土壁厚为 32.3cm，8#墩身混凝土壁厚为 37.8cm，9#墩身混凝土壁厚为 39.7cm，10#墩身混凝土壁厚为 35.0cm，11#墩身混凝土壁厚为 36.3cm。基础水平钻孔结果表明，基础侧壁混凝土厚度最大值为 58cm，最小值为 30cm，基础混凝土壁厚取其检测值的平均值为代表值。6#墩基础混凝土壁厚为 36.5cm，8#基础混凝土壁厚为 44.5cm，9#基础混凝土壁厚为 53.0cm，10#基础混凝土壁厚为 54.0cm，11#基础混凝土壁厚为 47.0cm。

3)水中竖向钻芯(基础)中发现 3#墩基础 3-1#孔深度 24.8~27.1m 为溶洞密集区,3-2#孔深度 26.4~27.6m 为串珠溶洞，3-4#孔深度 23.9~27.8m 为串珠溶洞。4#墩基础 4-1#孔深度 20.1~30.5m 为溶洞，4-2#孔深度 27.4~27.9m、28.3~30.1 为溶洞，4-3#孔深度 21.9~27.7m 为串珠溶洞,深度 29.5~30.2 为溶洞，4-4#孔深度 24.7~28.1m 为溶洞密集区。5#墩基础 5-1#孔深度 25.5~28.9m 为串珠溶洞，5-2#孔深度 24.7~29.7m 为串珠溶洞，5-3#孔深度 23.4~25.2m 为溶洞，5-4#孔深度 23.6~28.9m 为串珠溶洞。6#墩基础 6-1#孔

深度 19.0~23.5m、25.5~30.2m 为串珠溶洞，6-2#孔深度 18.5~20.9m、21.5~23.4m、24.3~25.5 为串珠溶洞，6-3#孔深度 18.7~23.6m 为串珠溶洞，6-4#孔深度 20.5~21.2m 为溶洞,深度 28.1~30.3 为串珠溶洞。7#墩基础未检测出溶洞。8#墩基础 8-1#孔深度 23.2~23.6m 为岩溶发育段 9#墩基础未检测出溶洞。10#墩基础未检测出溶洞。11#墩基础未检测出溶洞。12#墩基础 12-1#孔深度 17.2~17.9m 为溶洞填充沙。

4) 水中竖向钻芯（墩柱-基础）中发现 6#墩基础 6-4#孔存在深度 20.1~1.4m 为串珠溶洞。根据墩柱-基础的钻芯图及层状分析图，推测 6#墩、8#墩、9#墩、10#墩、11#墩墩柱基础埋深，以 4 孔推测基础埋深平均值为代表值，6#墩基础埋深推测值为 -18.55m，8#墩基础埋深推测值为-19.4m、9#墩基础埋深推测值为-19.775m、10#墩基础埋深推测值为 -20.7m、11#墩基础埋深推测值为-18.9m。

5) 水中跨孔 CT 检测中发现 3#墩基础的 3-1~3-3 剖面深度 24.5~26.8m、28.5~29.9m 为溶洞，3-2~3-4 剖面深度 23.0~27.4m 为溶洞。4#墩基础的 4-1~4-3 剖面深度 21.2~28.5 为溶洞，4-2~4-4 剖面深度 27.2~30.5m、22.2~27.7m 为溶洞。5#墩基础的 5-1~5-3 剖面深度 20.8~24.7m、24.8~30.1m 为溶洞，5-2~5-4 剖面深度 23.2~29.5m 溶洞。6#墩基础的的 6-1~6-3 剖面深度 18.6~23.1m、18.7~23.6m 为溶洞,6-2~6-4 剖面深度 18.5~25.5m、27.5~29.0m 为溶洞。9#墩基础的 9-2~9-4 剖面深度 20.7~21.4m 为溶洞

6)水中管波法发现 3#墩基础的 3-1 剖面深度 24.5~27.1m 为岩溶发育段,3-2 剖面深度 26.1~27.6m 为岩溶发育段，3-4 剖面深度 23.9~27.9m 为岩溶发育段。4#墩基础的 4-2 剖面深度 27.2~30.1m 为岩溶发育段，4-3 剖面深度 21.9~27.7m、29.5~30.2 为岩溶发育段，4-4 剖面深度 24.6~28.1m 为岩溶发育段。5#墩基础的 5-1 剖面深度 25.2~28.7m 为岩溶发育段，5-2 剖面深度 24.3~29.7m 为岩溶发育段，5-3 剖面深度 22.5~24.8m、27.1~28.6 为岩溶发育段，5-4 剖面深度 23.7~28.9m 为岩溶发育段。6#墩基础的 6-1 剖面深度 19.0~23.5m、25.5~30.2 为岩溶发育段,6-2 剖面深度 18.2~20.9m、21.5~25.5 为岩溶发育段，6-3 剖面深度 18.4~23.6m 为岩溶发育段，6-4 剖面深度 20.5~21.2m、27.9~30.3 为岩溶发育段。7#墩基础未检测出溶洞。8#墩基础的 8-1 剖面深度 23.2~24.5m 为岩溶发育段。9#墩基础未检测出溶洞。10#墩基础未检测出溶洞。11#墩基础的 11-2 剖面深度 18.0~19.8m 为岩溶发育段。12#墩基础的 12-1 剖面深度 17.2~18.4m 为岩溶发育段，12-2 剖面深度 29.2~30.4m 为岩溶发育段。

动载试验：对曲江桥第 5~8 跨进行脉动试验检测，桥梁自振频率为 5.065Hz，阻尼比为 0.364%。根据测量的结构尺寸，通过建模得出自振频率理论值，计算得到桥梁竖向自振频率为 4.90Hz，自振频率误差为 3.36%。