

志丹苑

上海元代水闸遗址研究文集

上海博物馆 © 编著



科学出版社

志丹苑

——上海元代水闸遗址研究文集

上海博物馆 编著

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

志丹苑：上海元代水闸遗址研究文集 / 上海博物馆编著.
—北京：科学出版社，2015.1

ISBN 978-7-03-043012-0

I. ①志… II. ①上… III. ①水闸—文化遗址—上海市—文集 IV. ①K878.44—53

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第009080号

责任编辑：李 茜 / 责任校对：钟 洋

责任印制：肖 兴 / 书籍设计：北京美光设计制版有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京华联印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年1月第 一 版 开本：889×1192 1/16

2015年1月第一次印刷 印张：12 3/4

字数：367 000

定价：228.00元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

编委会

主 编 宋 建

撰 文 (按姓氏笔画为序)

王 昕	王张华	王莲芬	牟建华
吴来明	何继英	宋 建	张玉兰
陈 杰	陈 静	陈中原	欧永康
周 云	周 浩	周 祥	赵泉鸿
贾 丽	徐方圆	徐革芳	解玉林
翟 杨			

编辑小组 宋 建 何继英 周 云 陆耀辉

前言 FORWARD

宋 建

元代水闸遗址的发现历程起始于2001年5月3日，住宅小区“志丹苑”的基础建设遇阻为这一重大发现提供了最初的线索。迄今为止，水闸遗址先后经过三次发掘。第一次是2002年8月至11月的发掘，目的是确定遗址的性质、年代和准确的空间位置。在确保安全的地下深基坑围护工程完成后，2006年7月至12月进行第二次发掘，完整地揭示了水闸遗址的全貌。因发掘成果具有极其重要的学术价值与历史价值，在国家文物局、中国考古学会和《中国文物报》联合设立主办的评选活动中，被评为“2006年全国十大考古新发现”之一。第二次发掘结束后开始在原址原位建造水闸遗址博物馆。因建馆工程的需要，在已经被揭露的遗址上作全面回填保护。随着博物馆建筑主体工程的完成，2012年2月至6月进行第三次发掘，主要收获是通过平面清理和纵向解剖，分析水闸的建筑工程及建造方法，系统还原水闸的建造过程。

志丹苑元代水闸遗址的发现是一项系统工程。700余年的漫长岁月在水闸上覆盖了厚厚的泥沙堆积和生活废墟，水闸主体深深埋藏在今天的地面以下大约7米。上海地处江海互动、泥沙沉积形成的三角洲平原，在此发掘埋藏得这样深的遗址属于开挖“深基坑”，对建筑工程安全性具有严格的要求。因此考古发掘之前首先要进行地质、地理学领域的研究论证和建筑围护工程的设计、建设。

早在遗址发现之初就已经有了考古发掘之后建立上海第一座遗址博物馆的设想。当第一次发掘看清楚水闸遗址的学术价值后即将博物馆的构思提上议事日程，在设计、建设“深基坑”围护工程时兼顾了考古发掘的安全、遗址整体结构的保护和博物馆建筑的基础工程，从而避免了多次设计和重复施工的弊端。

文物遗存是一项系统工程的主体，水闸遗址的保护必须始终放在头等重要的位置。保护工作分为遗址整体结构的保护和各类不同材质文物的保护。水闸是由木、石、金属等不同材质的部件精心连接为一个整体。水闸废弃湮没后原封不动地埋藏在地下，其上覆盖着厚达7米的泥沙等物质，700年来基本是稳定的。考古发掘、回填保护、围护工程等行为和地下水的升降改变了水闸的埋藏环境和地下应力，有些改变还反复多次，它们对原先稳定的水闸整体结构将会造成怎样的影响，这是保护水闸遗址必须重点考虑的问题，必须先行针对性研究、设计对策。木、石、金属等构件埋藏在饱水环境中，考古发掘使它们部分脱离了水环境，保护工作事先必须做好准备，做好预案，与发掘进程同步。

正是在做好文物保护、拟建遗址博物馆的充分准备基础上，再开始分阶段考古发掘，并在2012年6月完成田野工作。目前水闸遗址发掘资料的全面整理和深入研究正在进行中，我们将以发掘报告的形式完整公布资料和研究成果。考虑到十多年来已经发表了相当一部分发掘资料、学术论文和科普文章，也考虑到上海第一座遗址博物馆——元代水闸遗址博物馆建成开放，公众迫切知晓相关信息，因此将这些文字、图片结集出版，以满足公众与学界的需求。

这部文集共有19篇文章，大部分已经在书刊上发表，少数为新作。根据文章内容将本文集分为四个部分。第一部分为“发现”，有7篇文章，涵盖自2001年5月获得遗址的最初线索开始至2012年的第三次发掘，历时12年的水闸遗址发现历程。第二部分为“论证”，有4篇文章，是水闸遗址学术价值与文化底蕴的发掘。2001年和2006年分别召开两次专家论证会，前次论证会为考古发掘的顺利实施奠定了科学基础。后次论证会召开于全面了解水闸遗址的基本结构之后，完整地总结了考古发掘的水平和成就，论证了遗址在中国水利工程发展史和上海地方史研究方面的科学价值与学术意义。第三部分为“保护”，有2篇文章，内容分别为水闸遗址整体结构的保护和不同材质文物遗存的保护。第四部分为“研究”，有6篇文章，是运用多学科方法和技术手段，专题研究水闸遗址的相关课题，重点是建造水闸的环境背景、建造技术和使用水闸的工作原理。

目录 CONTENTS

前言 / 宋 建	
2006 年度全国十大考古新发现	1
发现	3
综合物理探查在上海元代水闸遗址考古中应用 / 牟建华	4
志丹苑石构水工建筑遗址的发现 / 志丹苑考古队	13
志丹苑水闸遗址的考古发掘与研究 / 志丹苑考古队	19
上海市普陀区志丹苑元代水闸遗址发掘简报 / 上海博物馆考古研究部	31
2012年志丹苑水闸遗址考古发掘主要收获 / 上海博物馆考古研究部	54
志丹苑水闸遗址发现记 / 王莲芬	69
志丹苑元代水闸揭秘 / 宋 建	74
论证	83
志丹苑遗址2001年专家论证会纪要	84
志丹苑遗址2006年专家论证会纪要	87
志丹苑遗址2006年专家论证会论证意见	90
关于志丹苑元代水闸遗址的发掘与保护——徐莘芳在2006年专家论证会上的发言	91
保护	95
上海志丹苑元代水闸遗址防护工程的实施 / 欧永康	96
上海志丹苑元代水闸遗址文物保护技术思路探讨 / 周 浩 吴来明 解玉林 徐方圆	106
研究	123
志丹苑元代水闸遗址与元水利专家任仁发 / 何继英	124
上海志丹苑遗址元代水闸的技术解析 / 陈 杰 陈 静	145
上海志丹苑遗址元代水闸的再现及古河道演变 / 张玉兰 宋 建 赵泉鸿	158
上海志丹苑元代水闸遗址的发现及其古环境 / 张玉兰 宋 建 贾 丽	163
上海志丹苑埋藏元代水闸兴废因素探讨 / 王 昕 王张华 陈中原 何继英 宋 建	168
志丹苑出土的铁锭樁 / 周 祥	176
志丹苑考古大事记	185

2006 年度全国十大考古新发现

24 个入选项目 46 家发掘单位 19 位评委无记名投票 全程公证

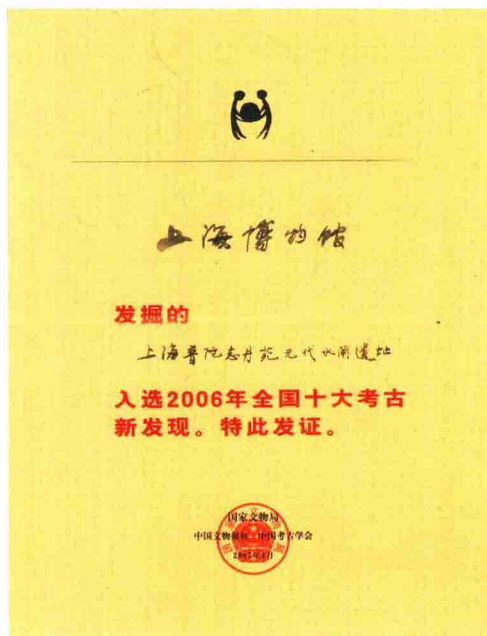
由国家文物局领导，中国文物报社、中国考古学会主办的“2006年全国十大考古新发现”，专家们经过评议，在3月9日联合推荐24项进入入围名单，涵盖了旧石器时代至明清各个类型的文化遗存。

4月8日晚，“2006年全国十大考古新发现”在京揭晓。

上海普陀志丹苑元代水闸遗址

该遗址位于上海市普陀区志丹路和延长西路交接处。水闸总面积1500平方米，由闸门、闸墙、底石、夯土等部分组成。根据考古发掘及出土文物，结合文献记载，确定志丹苑水闸遗址为元代建造，距今有700年历史，是已发现的同类遗址中规模最大、做工最精、保存最好的一处，在中国水利工程发展史上有极其重要的地位。

徐苹芳点评：这是一个年代十分标准的水闸，以前这样的遗迹发现很少。它是建立在宋元时代的吴淞江旧道上，说明上海在当时已很重视水利工程。此外，它的建筑模式完全符合宋代《营造法式》的要求。它的发掘对研究宋元时期江南地区的水利工程、流域的历史变迁等具有非常重要的科学价值。



发现

志丹苑——上海元代水闸遗址研究文集



志丹苑——上海元代水闸遗址研究文集

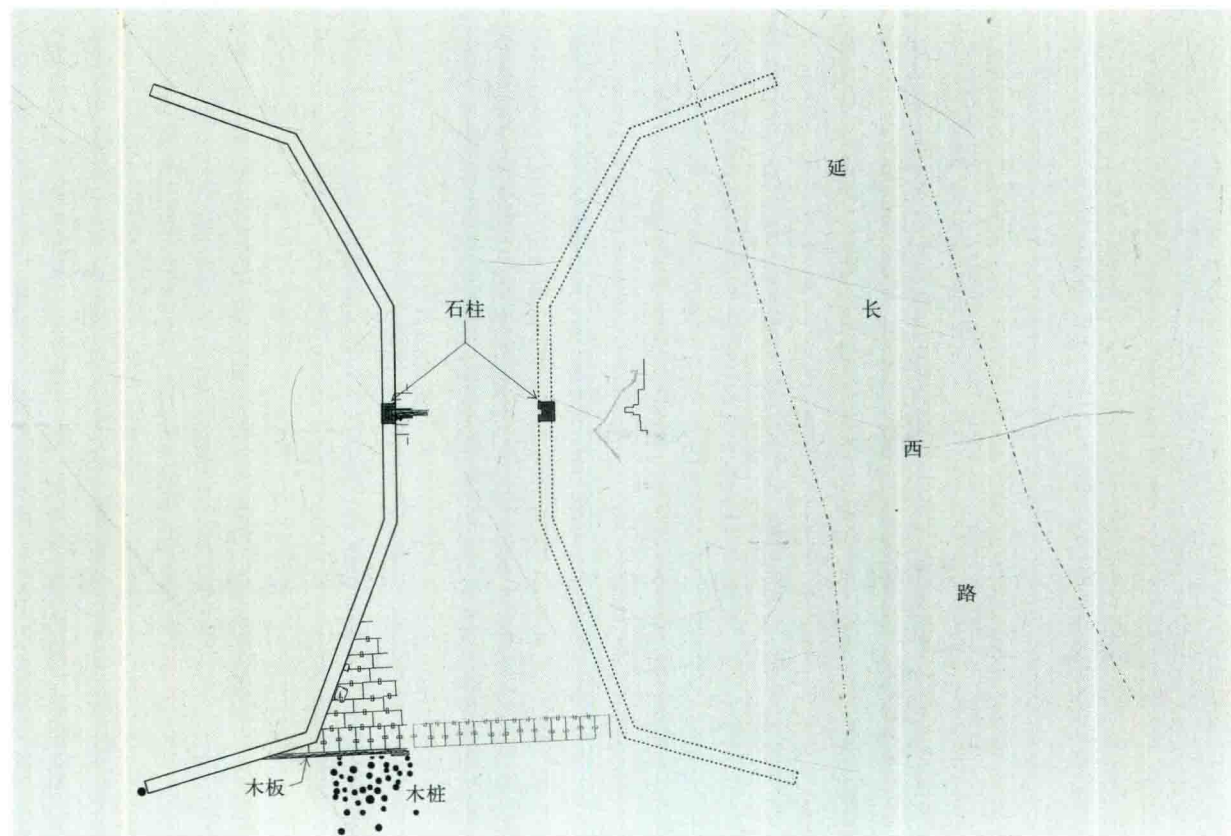
4

综合物理探查在上海元代水闸遗址考古中应用

牟建华（上海市岩土工程检测中心）

一、概述

志丹苑位于上海市普陀区，处在上海西北方向苏州河（古时称吴淞江）以北（图一）。2001年初，在志丹苑商住建设地基工程桩施工过程中，发现地下有异常现象存在，并引起上海博物馆考古研究部的关注和重视。地下究竟是否存在文物遗址？其范围有多大？都成了当时的疑问，



图一 志丹苑水闸遗址

引发许多猜想和推测。

有着丰富考古经验的上海博物馆考古研究部，在查阅大量的历史文献资料后，会同上海市岩土工程检测中心、上海市文物管理委员会等有关专家对此进行商讨，并于2001年5月8日（农历二〇〇一年四月十六）对志丹苑工地现场进行了勘探。经考古专家们研究判断：地下存在文物遗址的可能性很大，但分布的范围有多大仍缺乏数据。是否超过1000平方米？这也关系到下一步工作和是否发掘的决策。

当时的建筑工地，地下建筑垃圾分布广泛，给“洛阳铲”试探带来了很大的困难。经多方反复研究商议，决定采用综合物理探查方法，在确保地下文物遗址安全的状况下，配合适量的螺纹钻孔验证，圈定地下文物大致分布的轮廓与深度，尽快地为后续的发掘决策提供科学依据。

现场探查工作于2001年5月8日开始，至2001年6月20日结束。先后进行了多次的综合探查工作。

二、综合探查的基本技术思路

本次探查现场工作特点为在建的建筑工地现场，具有场地小、工地下方建筑垃圾多、人员流动频繁、地下各种管线复杂、干扰大等特点。当时施工中的工地，现场还堆放各种施工机械、钢筋等，场地地表高低不平，不少地方地层上还浇筑了混泥土地板，各种金属体和电磁场干扰较大，给现场综合物理探测工作带来了一定的困难。

考虑到本次综合物理探查考古工作的特殊性，将整个工作分为以下几个阶段进行。

首先为物理探查普查阶段：在场地允许情况下布置若干剖面，主要了解场地以下文物分布的平面位置和埋藏深度，并适量的配以螺纹钻探，大致布置在东西和南剖面上。在基本探查工地内地下文物遗址的埋深和轮廓后，又同有关部门协调，利用夜晚，对紧邻工地之外的延长西路进行加大范围的各种测线布置。应用各种物理探查方法，如高密度电法、电磁波反射法等，更高效、安全、精准地探查地下文物遗址轮廓，并结合现场实际情况，采用点面结合方法实施探查，以钻探方法配合验证，最终确定地下文物遗址的实际轮廓与埋深范围。

三、遗址现场的地质条件与物性前提

1. 场地地貌和工程地质

根据工程地质勘察报告，工程区内地基土土层分布情况以及主要物理力学性质见表一。

志丹苑——上海元代水闸遗址研究文集

表一 主要土层分布情况及主要物理力学性质一览表

层号	土层名称	层底标高 (m)	含水量 (%)	空隙比	压缩系数 $\alpha_{0.1-0.2}$ (MPa^{-1})	内摩擦角 ($^{\circ}$)	黏聚力 (kPa)
①	填土	2.08~-1.8					
② ₂	灰黄色黏质粉土	1.05~0.71	32.3	0.91	0.29	28.0	13
② ₃	灰色黏质粉土夹粉质黏土	-3.39~-7.2	37.1	1.03	0.30	27.5	10
③	灰色淤泥质粉质黏土	-5.12~-6.3	40.9	1.15	0.75	16.5	14
④	淤泥质黏土	-11.97~-12.82	50.3	1.41	1.07	9.5	14
⑤ ₁₋₁	灰色黏土	-15.17~-16.12	39.9	1.14	0.66	12.0	17
⑤ ₁₋₂	灰色黏土	-20.57~-21.0	34.1	1.00	0.47	16.5	16
⑥	暗绿色粉质黏土	-25.07~-25.55	23.5	0.68	0.26	20.5	50
⑦ ₁	砂质粉土	-31.17~-31.90	30.7	0.88	0.18	33.5	5
⑦ ₂	灰色粉砂	-35.55~-36.17	26.0	0.75	0.11	35.0	2

经工程测量与水文监测数据表明：现场周边场地相对较平坦，地面吴淞高程约4米，延长西路路面标高约3.4米，常年地下水位高程约2.5米，坑内土质较差，文物遗址上部为砂填土，第5层为淤泥质黏土，层底高程为-21米左右，第6层为暗绿色粉质黏土，层底高程为-25.5米左右，平均层厚为4.58米。

2. 地下水

场地浅部土层中的地下水属于潜水类型，其水位动态变化主要受控于大气降水和地面蒸发，并随气候而变，场地地下水位埋深1.0~1.3米，地下水对混凝土无侵蚀作用，但对基础钢结构有弱腐蚀性。下卧土层的含水量较高。

第7层砂质粉土层属场地第一承压含水层，该层承压水头标高在-1.49米~-2.05米（吴淞高程）之间变化。

3. 探查的物性前提

物理探查是利用地下不同物质间存在的电、磁、弹性波、密度、强度等物性差异而对介质加以鉴别。与本次考古探查相关物质的介电常数见表二。

由于土层与铁樁、木桩、砖瓦及青石板等不同文物介质的介电常数存在各种差异，这些差异为采用电磁波反射法、高密度电阻率法等物理探查工作提供了前提技术条件和方法实施的可能性。

四、探查方法技术

本次探查以物理探查为主，并以螺纹钻探法验证。在整个探查工作过

表二 不同材质的介电常数值

序号	材质	介电常数值
1	空气	1
2	水（淡）	81
3	砂（干）	3~6
4	砂（湿）	25~30
5	黏土（干）	3
6	黏土（湿）	8~15
7	花岗岩	5~8
8	石灰岩	7~9
9	泥岩（湿）	7
10	砂岩（湿）	6
11	混凝土	6~8
12	沥青	3~5

程中采用SET2C型全站仪极坐标法对探查点位的三维坐标进行测绘，整合探查资料综合分析得出遗址探查成果。

1. 物理探查

物理探查是应用物理学的基本原理和参数，探查地下不均匀体的方法。所谓不均匀体，即是土层与周围目标物在各种物理性质存在不同特性的差异。

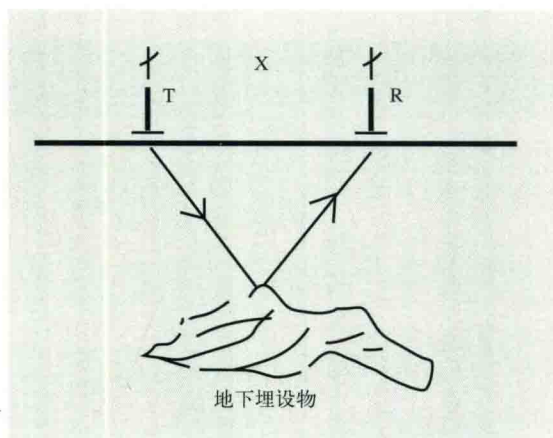
物理探查是一种无损探查技术，它能在远距离目标体的地方，通过土层探查到直接来自目标体的各种物理场信息。通过计算机信息处理与合成形成图像，再结合工程经验判断解释出我们关注的目标体。本次主要使用二种物理探查的方法，即电磁波反射法（探地雷达）、高密度电阻率探查法。

（1）电磁波反射法（探地雷达）

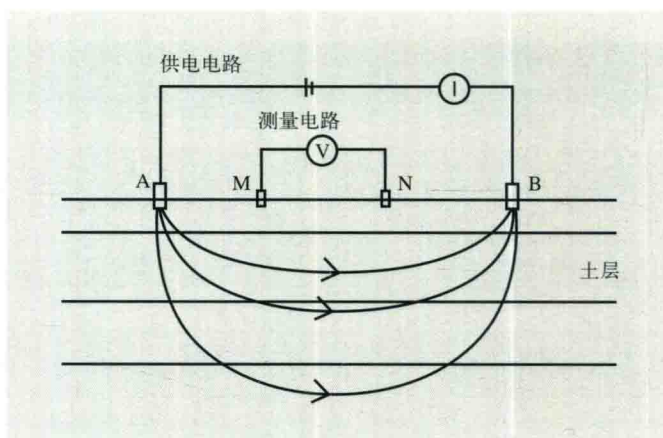
探地雷达（Ground Penetrating Radar，简称GPR）方法是一种广谱电磁技术，它利用发射天线将高频电磁波以宽频带短脉冲形式送入地下，经地层或目标体的反射后回到地面，由接收天线接收回波信号。电磁波在地下介质中传播时，其路径、电磁场强度及波形随所通过的介质的电性性质及几何形态而变化，根据接收的反射回波的双程走时、幅度、相位等信息，对地下介质的结构进行描述以及范围的圈定，探地雷达探测原理图见图二。

（2）高密度电阻率法

物理上用“电阻率”来表征物质的导电性，同时，电阻率是岩土重要



图二 雷达探测原理图



图三 高密度电法探测原理图

的电学参数，它表示岩土体不同的导电特性。用仪器测量不同岩土体的电阻率差异，来推断、寻找电阻率异常高或异常低的部位（图三）。本次影响岩土体电阻率的因素主要有以下几种：

- 1) 土体内部的组成成分和结构、构造特点。
- 2) 岩土体中孔隙或裂隙中所含水分的多少。
- 3) 岩土体和周围文物遗址的电性差异。

因此根据地下电阻率的变化，可以推断出地下的地质体及埋设物的分布情况。大地电阻率由下面方法测定：沿测线上的测点，分别打入金属电极，并用导线连接供电回路和测量回路，供电电极用A、B表示，测量电极用M、N表示，则测量岩土体的电阻率表达式为：

$$\rho_a = K \Delta U_{MN} / I$$

式中 U_{MN} ……测量电极MN间的电位差（mV）

I ……供电回路的电流强度（mA）

K ……装置系数（m）

用上式求出的电阻率（ ρ_a ）称为视电阻率，它是在一定的探测体积内岩土的综合电阻率（即表示非均匀体综合影响的电阻率），利用电阻率法可以探测地下埋设物，并区分出土体和周围目标体不同视电阻率差异，进而圈定目标体。

2. 螺纹钻探

本次钻孔探查采用螺纹钻形式，孔位布置以原取芯孔为中心，以物理探查资料为依据，向四周成网格状分布，一般孔距为2米，如遇变化则采用内插形式1/2推测法加密布孔。把物探和钻探两种探查手段紧紧结合起来，以准确揭示地下文物遗址顶板边界，圈定文物遗址大致轮廓。

五、综合资料解释

在工地现场允许范围内，共布置四条物理探查剖面，二横二纵四条剖面。分别为东西向两条，南北向两条。围绕剖面所提供的地下遗址信息，分别进行了28个螺纹孔的验证（图四）。

1. 探地雷达数据处理

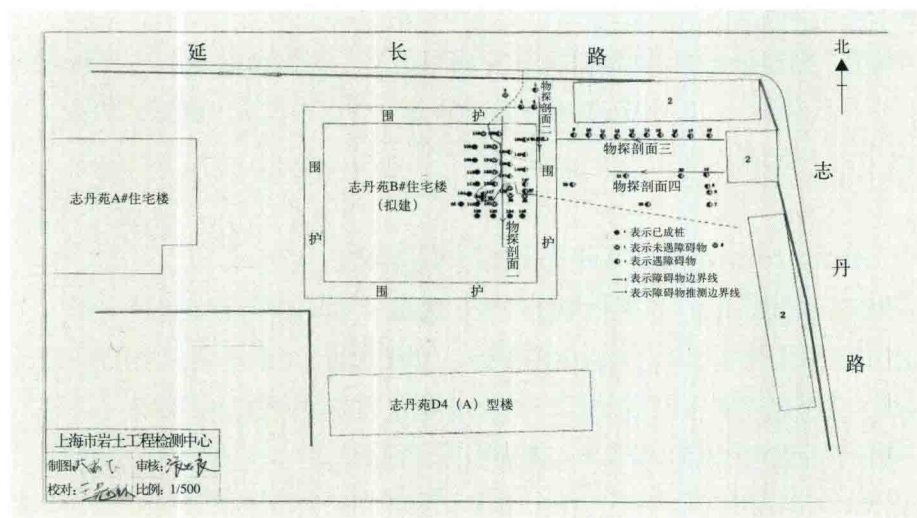
雷达探测资料的解释包含两部分内容：一是数据处理，二是图像处理。由于地下介质相当于一个复杂的滤波器，介质对波的不同程度的吸收以及介质的不均匀性质，使得脉冲到达接收天线时，波幅减小，波形变得与发射波形有较大的差异。另外，不同程度的各种随机噪音和干扰波，也相应地歪曲了实测数据，因此，必须对接收信号实施适当的处理，以改善数据资料，为进一步解释提供清晰可辨的图像。

数据处理主要是对所记录的波形作处理。为了取得更好的效果，本次探测采取了多种方法进行数字滤波。图像解释的第一步是识别异常，然后进行目的体解释。对于异常的识别在很大程度上基于探地雷达图像的正演，它为识别现场探查中可能遇到的种种有限目的体所引起的异常，以及各类图像进行地下空间解释提供了理论依据。

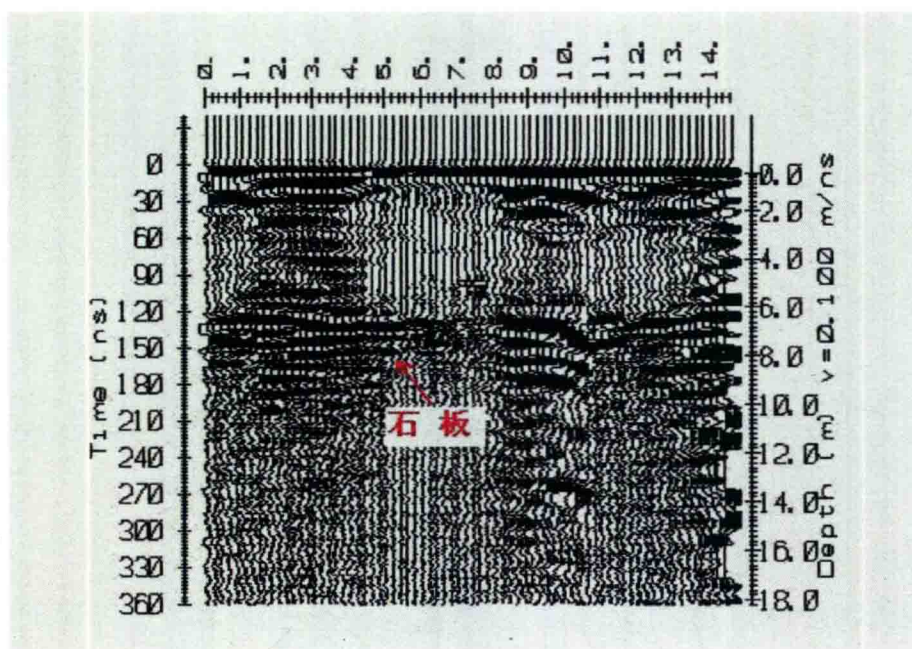
从L3探地雷达剖面（图五）可见，在工地现场自然地坪以下约7米处有一层强反射层存在。预测为石板类高密度物质存在，且具有较大的范围和连续性。

2. 高密度电法数据处理

电法资料解释包含两部分内容：一是数据处理，二是图像处理。高密度电法是通过测量电极之间的视电阻率来探测地下埋设物的，电极与地下



图四 志丹苑考古探查工作布置图



图五 L3 探地雷达剖面

介质接触的好坏直接影响到与该电极相关的测量数据，所以要对测量数据进行适当的处理，以改善数据资料，为进一步解释提供清晰可辨的图像。

数据处理主要包括预处理、数据网格化和等值线成图。预处理主要包括远电极校正、突变点剔除、曲线平滑、剖面切割与剖面连接。之后再对数据进行网格化处理和等值线成图。

图像处理主要包括地形校正、反演和异常识别。对于异常的识别很大程度上依赖于视电阻率的变化，根据各地层电阻率的变化推断出异常高或异常低的区域，从而进一步解释。

从电法剖面三（图六）清晰可见，在工地现场自然地坪以下约7米处有一层高阻体层存在。预测为石板类高电阻率物质存在，且其中局部还参差相对低阻体出现，初步判断为木质类物质。

六、综合探查成果解释

地质雷达探测结果显示，剖面L1~L4都可以发现在深约7米位置附近有强反射界面，电法剖面D3与D4探测较长，能更好地反映地下的实际情况，剖面D3在深约6米位置有明显的电阻率界面，并且比较平稳，不考虑误差，此界面应是青石板的位置，其下电阻率的界面较乱，可能是木桩，因年代久远，有杂乱分布现象。剖面D4除具有剖面D3现象外，其青石板埋深向东有一定程度的抬升，除去边界效应，其深度大约在5米左右。地下文物遗址面积不少于1500平方米。