

首钢京唐钢铁联合有限责任公司曹妃甸钢铁基地  
一期项目详勘Ⅱ标段

# 岩土工程勘察报告书

(海水淡化工程部分)

工程编号：勘 06-125

总 经 理：

副 总 工 程 师：

主 任 工 程 师：

审 核 人：

工程技术负责人：

中冶沈勘工程技术有限公司

(工程勘察综合类甲级证书编号：060007-kj)

二 〇 〇 七 年 五 月

文字目录

1. 序言 ..... 1

    1.1 拟建工程概况 ..... 1

    1.2 技术要求、依据的技术标准和勘察目的 ..... 1

    1.3 勘察方法、勘察工作量布置及完成情况 ..... 2

2. 场地工程地质条件 ..... 3

    2.1 场地位置及地形、地貌 ..... 3

    2.2 地基土的岩性主要特征 ..... 3

    2.3 场地地质构造 ..... 7

3. 地基土的工程特性 ..... 7

    3.1 地基土的物理力学性质及评述 ..... 7

    3.2 地基土承载力特征值  $f_{ak}$  和压缩模量  $E_s$  ..... 9

    3.3 地基均匀性评价 ..... 9

    3.4 土层沉积应力历史 ..... 9

4. 水文地质条件 ..... 10

    4.1 地下水 ..... 10

    4.2 地下水、土的腐蚀性 ..... 10

    4.3 浅层地基土的渗透性 ..... 10

    4.4 防渗设计水位及抗浮设计水位 ..... 11

5. 场地不良地质作用和场地稳定性 ..... 11

    5.1 场地不良地质作用 ..... 11

    5.2 场地稳定性评价 ..... 11

6. 场地及地基的地震效应 ..... 11

    6.1 建筑场地类别划分 ..... 11

    6.2 地基土液化判别及液化分区 ..... 12

7. 地基基础方案建议 ..... 12

    7.1 天然地基方案 ..... 12

    7.2 复合地基方案 ..... 12

    7.3 桩基方案 ..... 12

8. 基坑开挖、支护与降水 ..... 13

    8.1 基坑开挖、支护 ..... 13

    8.2 基坑降水及监测 ..... 13

    8.3 施工建议 ..... 14

9. 结论与工程建议 ..... 14

附件目录

- 附件一：工程地质勘察任务书(共 5 页)
- 附件二：测量说明及钻孔数据一览表(共 4 页)
- 附件三：物探成果报告(共 4 页)

图表目录

分册	图号	图 名	页 数
第一册	No. 1	拟建场地及勘探点位置平面图	1
	No. 2	地震液化区划图	1
	No. 3	桩端持力层层顶标高等高线图	5
	No. 4	剖面图图例	1
	No. 5	工程地质剖面图	55
	No. 6	钻孔柱状图	18
	No. 7	波速试验综合成果图	4
	No. 8	土的物理力学性质综合统计表	5
	No. 9	场地地震液化计算表	6
	No. 10	三轴试验成果图表	31
第二册	No. 11	固结试验成果图表（e~P 曲线）	96
	No. 12	高压固结试验成果表（e~logP）	16
	No. 13	土工试验成果报告表	34
	No. 14	分层土工试验成果报告表	34
	No. 15	水质分析成果表	1
	No. 16	土的易溶盐分析成果表	1
	No. 17	天然地基方案基础中心沉降计算书	1
	No. 18	CFG 复合地基方案基础中心沉降计算书	1
	No. 19	钻孔灌注桩方案基础中心沉降计算书	1
图表共 312 页			

# 1. 序言

## 1.1 拟建工程概况

首钢搬迁方案于 2005 年年初获国务院批准，列为国家重点项目，为河北省重点项目 1 号工程。拟建的首钢京唐钢铁联合有限责任公司钢铁厂一期工程包括钢铁码头料场、自备电站、烧结、球团、炼铁、炼钢、热轧、冷轧、取向硅钢、道路与综合管网等。总用地面积约为 12km<sup>2</sup>，为填海造地所形成。建筑物使用性质：现代化的钢铁精品基地。

本工程曾于 2003 年 11~12 月由首钢地质勘查院北京爱地地质勘察基础工程公司进行了可行性研究阶段的勘察并提交了《首钢曹妃甸钢铁厂选址可行性研究阶段岩土工程勘察报告书》。于 2005 年 4~6 月由冶金工业部勘察研究总院、冶金工业部宁波勘察研究院、首钢地质勘查院北京爱地地质勘察基础工程公司进行了初步设计阶段的岩土工程勘察并提交了《曹妃甸钢铁基地一期初步设计阶段岩土工程勘察报告书》。2006 年 6 月首钢京唐钢铁联合有限责任公司工程部提出了一期工程详细勘察阶段的岩土工程勘察任务，通过招标择优选择勘察单位，分为 6 个标段（标段编号 I~VI）进行招投标，中冶沈勘工程技术有限公司（以下简称“我公司”）中标 II 标段。

一期工程 II 标段主要包括的拟建建筑物为：自备电站工程、烧结工程、球团工程、2#110KV 变电站工程、污水处理间一、1#一级换热交换站、自备电站、三废中转站、海水淡化、码头公辅工程等。

本报告为海水淡化工程勘察成果报告。

本次岩土工程勘察项目的建设单位是首钢京唐钢铁联合有限责任公司，监理单位是中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司。

## 1.2 技术要求、依据的技术标准和勘察目的

### 1.2.1 勘察目的和本次勘察技术要求

本次勘察的目的是通过岩土工程勘察，查明建筑场地的地质条件，提供设计施工所需岩土参数，为施工图设计提供依据。

根据《首钢京唐钢铁联合有限责任公司钢铁厂一期项目详勘及控制测量工程

招标文件》及所附总图、招标预备会答疑资料、首钢京唐钢铁联合有限责任公司地质详勘技术要求，本次详细勘察的技术要求为：

（1）查明建筑物范围内的地质构造、地层岩性、结构及其均匀性，以及各岩土层的物理力学性质和工程特性，并对地基的均匀性和承载力作出评价。

（2）查明场地不良地质作用的成因、分布、规模、发展趋势，有无影响建筑场地稳定性的不良地质条件、并对其危害程度建筑场地稳定性作出评价，提出预防措施的建议。

（3）查明地下水埋藏情况、类型和水位变化幅度和规律，以及地下水和土对建筑材料的腐蚀性，设计的抗浮水位，提出施工降水方法的建议和有关技术参数。

（4）提供抗震设防烈度、分组及有关技术参数，场地土类型和场地类别，并对饱和砂土和粉土进行液化判别，对场地和地基的地震效应、场地地震安全性作出初步评价。

（5）场地土的标准冻结深度。

（6）对可供采用的地基基础设计方案进行论证分析，建议适当的基础形式和基础持力层，并提出地基和基础经济合理的设计方案和建议。

（7）拟采用桩基成桩的可能性分析，施工对周围环境影响分析和评价，提供桩侧土水平抗力系数的比例系数。

（8）提供与设计要求相对应的地基承载力特征值及变形计算参数，预估基础沉降量，估算沉降差和桩基沉降值，并对设计与施工应注意的问题提出建议。

（9）深基坑开挖的边坡稳定计算和支护所需的岩土技术参数，论证其对周围已有建筑物和地下设施的影响。

### 1.2.2 依据的技术标准

中华人民共和国国家标准：

1. 《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2002；
2. 《建筑抗震设计规范》GB 50011-2001；
3. 《岩土工程勘察规范》GB 50021-2001；

- 4. 《土工试验方法标准》GB/T50123-1999;
- 5. 《地基动特性测试规范》GB/T 50269-97;
- 6. 《岩土工程基本术语标准》GB/T 50279-98;
- 7. 《土的分类标准》GBJ 145-90。

中华人民共和国行业标准:

- 1. 《建筑工程地质钻探技术标准》JGJ 87-92;
- 2. 《原状土取样技术标准》JGJ 89-92;
- 3. 《建筑桩基技术规范》JGJ 94-94;
- 4. 《建筑基坑支护技术规范》JGJ 120-99;
- 5. 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79-2002;
- 6. 《岩土工程勘察报告编制标准》CSCS99:98。

1.3 勘察方法、勘察工作量布置及完成情况

1.3.1 勘察方法

本次岩土工程勘察采用工程地质钻探、原位测试、土工试验、地球物理勘探等综合方法。

工程地质钻探采用 XY-100 型、XY-150 型钻机进行施钻,采用回转钻进方法。钻进成孔直径 108mm 或 91mm。

采用的原位测试方法包括标准贯入试验 N、静力触探试验、波速测试。

标准贯入试验在粘性土、粉土、砂类土中进行,试验目的为评价粘性土、砂类土的承载力及变形参数;确定砂类土的密实度,判别砂土液化势;估算单桩极限承载力,评价沉桩可能性。采取扰动样,鉴别和描述土的类别。

静力触探试验采用 ZY-20D 分体式静力触探设备,双桥探头,自动记录、自动采集数据。试验的目的是评价地层的均匀性,土层分界面,提供地基土的工程性能指标,单桩承载力及桩基参数。

波速测试采用 RSM24FD 数字工程测试仪,单孔检层法,在地表设置震源,孔口激发,孔内接收。测试的目的是确定各层土的剪切波速及动弹性参数。确定场地覆盖层厚度及建筑场地类别。

本次勘察在粘性土中采取了原状土样,进行物理性质试验(包括含水量、天然密度、饱和度、孔隙比等)、力学性质试验(包括常规压缩试验、直剪试验、三轴剪切试验)等,综合确定土的物理力学性质指标。砂土采取代表性砂样进行颗分试验,确定土类名称。

当地下水位埋藏较浅时,采取地下水样进行水质分析试验,评价场地地下水对建筑材料的腐蚀性。采取地下水位以上的土样,进行土的易溶盐分析,评价场地土对建筑材料的腐蚀性。

1.3.2 勘察工作量布置

1.3.2.1 勘察方案及工作量布置

本工程重要性等级为一级~二级,场地复杂程度等级为二级,地基复杂程度等级为二级,综合评价本工程的岩土工程勘察等级为乙级。

布孔原则是:勘探点间距按地基复杂程度等级确定,沿建筑物周边、柱列线布置,孔距 20~30m,重要建筑物的勘探点数量按不少于 4 个进行布置。勘探点深度根据建筑物的结构类型、荷载特点、使用功能和用途确定,具体情况见勘探点平面布置图(附图表№.1)及勘探点一览表(附件二)。

1.3.3 勘察工作量完成情况

本次勘察外业工作于 2007 年 3 月 13 日~2007 年 4 月 26 日间陆续完成,完成的工作量情况见表 1.3.3-1:

完成的勘察工作量一览表				表 1.3.3-1
项目	工作内容		实物工作量	备 注
勘探	钻探		58 个孔，共 2320m	采用 XY-100 型、XY-150 型钻机进行施钻，回转钻进工艺。
	静力触探		30 个孔，共 904m	采用 ZY-20D 分体式静力触探设备，双桥探头，自动记录、自动采集数据。
取样	原状样		217 件	
	扰动样		445 件	
原位测试	标准贯入试验 N		433 次	粘性土、粉、细砂、中、粗砂
地球物理勘探	波速测试		2 孔 97.5m	单孔法
室内土工试验	常规物性试验（原状样）		216 组	含水量、比重、密度、液-塑限等
	常规压缩试验		135 组	部分计算垂直基床系数
	直 剪	快剪	142 组	
	颗分试验		442 组	

本次勘察工作的勘探点坐标以图解坐标的方法确定，坐标系统为钢铁厂施工坐标系统（AB 独立坐标系统），高程系统为 1985 国家高程基准。勘探点的测放工作以甲方提供的基准点 IV11、IV12、IV13、IV14 为基准，采用徕卡 TC（R）307 电子全站仪进行施测，基准点坐标、高程数据及仪器精度详见测量说明及钻孔数据一览表（附件二）。

本次勘察的测量放点工作由我公司测绘二处完成。工程地质钻探工作由我公司岩土工程勘察一处、二处、三处、秦皇岛公司完成。室内土工试验水质分析工作由我公司试验室完成。工程物探工作由我公司物探测试中心完成。

2. 场地工程地质条件

2.1 场地位置及地形、地貌

场地位于渤海海域中的曹妃甸岛西北侧，属河北省唐山市滦南海域，距大陆海岸线约 18km，地理坐标中心位于北纬 38° 56′，东经 118° 30′。陆路由青林公路（通岛公路）连接，距唐海县城约 42km，海路西南距天津新港约 38 海里，东北距秦皇岛港约 92 海里，距京唐港 33 海里，距南堡 12 海里。

拟建厂区地貌上属于滨海浅滩。曹妃甸一带为滦河三角洲平原海岸，具有双重海岸线特征，其中内侧大陆海岸线为滦河古三角洲前沿发育的冲积海积平原。

本勘察场地为吹填而成的陆地，地形平坦，勘探孔孔口处地面高程 3.15m～4.29m，平均 3.56m。

2.2 地基土的岩性主要特征

勘察区地处滦河冲积扇的前部。新生代以来，在古老的基底岩石上堆积了巨厚的松散层。主要是晚更新世（Q<sub>3</sub>）及全新世（Q<sub>4</sub>）海相、陆相交互层，多为细砂，部分为粘性土层。其下是基底岩石，分布有震旦系以来至侏罗系地层。

根据钻探揭示结合本工程可行性研究阶段及初步勘察阶段勘察成果对地层成因、年代的分析，本工程场地勘察深度范围内（0～80m）的地层有第四系全新统人工堆积层（Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>）、第四系全新统海相沉积层（Q<sub>4</sub><sup>m</sup>）、第四系晚更新统海陆交互相沉积层（Q<sub>3</sub><sup>mc</sup>）。地基土层的岩性主要特性见表 2.2-1。地层编号和划分标准是根据技术要求，按照初步勘察的标准和原则进行的。

各层土的埋藏情况及分布规律详见工程地质剖面图、钻孔柱状图（附图表 No. 5～6）。



地层岩性主要特征一览表

表 2.2-1

地质 年代 及成因	分层 编号	岩土名称	地层描述	稠度或 密实度	摇 振 反 应	光泽	干强度	韧性	土层层厚		层顶标高		层底标高		备 注
									(m)		(m)		(m)		
									界限值	平均值	界限值	平均值	界限值	平均值	
Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	①	吹填砂	浅灰色，主要由粉、细砂组成，含贝壳碎片，湿～很湿，水下饱和。	松散 ～稍密					4.19 ～6.30	5.40	3.15 ～4.29	3.56	-2.95 ～0.52	-1.84	在场地内普遍分布
	①-1	淤泥质 粘土	灰黑色，含有机质，有腥臭味。	流塑～ 软塑	无	稍有 光泽	中等	中等	0.20 ～0.30	0.25	-1.69 ～-0.77	-1.23	-1.99 ～-0.97	-1.48	仅在Ⅱ1-080、Ⅱ1-081孔分布
Q <sub>4</sub> <sup>m</sup>	②	粉质 粘土	灰黑色，含有机质、贝壳碎片，有腥臭味，具层理，局部地段为淤泥质粉质粘土。	流塑 ～软塑	无	稍有 光泽	中等	中等	0.10 ～1.05	0.41	-3.19 ～-0.52	-1.88	-3.39 ～-0.97	-2.29	在场地内广泛分布
	③	细砂	灰～灰黑色，主要为细砂，部分为细砂与粉砂互层，长石～石英质，颗粒呈亚圆形，均粒结构，含多量云母、贝壳，有粘性土夹层，具层理，饱和。	稍密 ～中密					0.24 ～2.50	1.50	-3.39 ～-0.97	-2.23	-4.79 ～-1.75	-3.74	在场地内广泛分布
	④	细砂	灰-灰黑色，主要为细砂，部分为细砂与粉砂互层，长石～石英质，颗粒呈亚圆形，均粒结构，含多量云母、贝壳，有粘性土夹层，具层理，饱和。	中密 ～密实					13.53 ～23.39	16.60	-4.79 ～-1.34	-3.65	-25.73 ～-16.87	-20.26	在场地内普遍分布
	④-2	粉质 粘土	灰色，含有机质，贝壳碎片，有腥臭味，混砂。	软塑 ～可塑	无	稍有 光滑	中等	中等	0.20 ～2.25	0.90	-12.04 ～-7.06	-9.58	-12.68 ～-8.11	-10.49	在场地内局部分布 层顶埋深 11.0～16.0m

地层岩性主要特征一览表 续表 2.2-1

地质 年代 及成因	分层 编号	岩土名 称	地层描述	稠度或 密实度	摇 振 反 应	光泽	干强度	韧性	土层层厚		层顶标高		层底标高		备 注
									(m)		(m)		(m)		
									界限值	平均值	界限值	平均值	界限值	平均值	
Q <sub>4</sub> <sup>m</sup>	⑤	粉质 粘土	灰黑色，含有机质、少量贝壳碎 片，有腥臭味，具层理，有淤泥 质粉质粘土、粉土、粘土及砂夹 层。	软塑 ~可塑	无	稍有 光滑	中等	中等	1.20 ~4.81	2.64	-25.73 ~ -16.78	-20.20	-24.77 ~-19.42	-22.72	在场地内普遍分布
	⑤-1	粘土	灰黑色，含有机质，具腥臭味。	可塑	无	光滑	高	高	1.00 ~4.00	2.48	-26.42 ~ -23.65	-24.69	-29.79 ~-25.08	-27.32	在场地内普遍分布，部分 30m 深度勘 探孔未穿透该层，层底标高为穿透该 层勘探孔的统计值
	⑤-3	粉土	灰色，含有机质，贝壳碎片，有腥 臭味，混砂，夹粉质粘土，粉砂薄 层，呈互层状，饱和。	中密 ~密实	迅 速	无	低	低	0.60 ~4.83	1.99	- 24.77 ~ -19.42	-22.72	-26.42 ~-23.65	-24.69	在场地内普遍分布，勘探孔基本穿透 该层
Q <sub>3</sub> <sup>mc</sup>	⑥	粉质 粘土	褐黄~黄褐色，含氧化铁、云母， 铁锰质结核及灰色条纹，具水平 层理，局部含粉土和粉砂薄层， 呈互层状	可塑 ~硬塑	无	稍有 光滑	中等	中等	1.10 ~11.00	5.46	-34.73 ~ -25.08	-27.69	- 39.33 ~-27.91	-33.29	在场地内普遍分布， 30m 深度勘探 孔未穿透该层，层底标高为穿透该层 勘探孔的统计值
	⑥-3	粉土	灰黄-黄褐色，含氧化铁、云母， 铁锰质结核，具水平层理，夹粉 质粘土、细砂薄层，很湿。	密实	迅 速	无	低	低	1.00 ~9.50	3.84	-35.57 ~ -27.91	-32.57	-37.68 ~-32.42	-36.41	在场地内普遍分布， 30m 深度勘探 孔未穿透该层，层底标高为穿透该层 勘探孔的统计值
	⑦	细砂	灰黄~灰褐色，长石~石英质， 均粒结构，含贝壳碎片，混粘性 土，层理，饱和。	密实					最大揭 露厚度 10m		-39.33 ~ -35.79	-36.71			在场地内普遍分布，本次勘察未穿透 该层

2.3 场地地质构造

拟建厂址所属区域位于华北断块区的东部。厂址位于燕山隆起南部的华北断陷区内，从区域上看，西部有 NE~NEE 向华北平原地震构造带的北段，东部有我国东部规模最大的 NNE 向郯庐地震构造带的渤海段。厂址位于 NW~NWW 向张家口~蓬莱地震构造带上，该带海域历史上曾发生过 1888 年渤海 7.5 级地震和 1969 年渤海 7.4 级地震。

本区位于华北断块的东部，在区域地质构造上，场区位于黄骅拗陷南部及埕宁隆起交接的地区。

黄骅拗陷地处渤海湾盆地中部，西以 NNE 向沧东断裂埕宁隆起相接，北部通过 NEE 向宁河~昌黎断裂同燕山隆起区相毗，总体呈 NE 向分布，具有一系列 NE~NEE 向断裂左阶斜列往西聚敛而向东北撒开的帚状构造。

埕宁隆起北东向分布于渤海湾盆地中部，埕宁隆起早在第三纪时，南部基本隆起剥蚀而缺失沉积，北部被北西向埕北断裂和沙南断裂横切形成规模不大的埕北和沙南拗陷，堆积有厚 2000m 左右的下第三系。自晚第三纪以来，埕宁隆起和两侧的拗陷一起同渤海湾盆地整体下沉，沉积了厚 1000~1500m 的上第三系和第四系。

场区位于黄骅拗陷南部及埕宁隆起交接的地段，包括了南堡垒凹陷和沙垒田凸起的大部分，南凹陷分陆区和海区，拟建勘察区位于南堡凹陷海区范围内。

南堡凹陷面积 2100 平方公里，下部是盆地充填沉积的下第三系，上部是面状覆盖的上第三系和第四系，厚 2000~2600m，呈二元结构。

沙垒田凸起位于厂址西南部，沙垒田凸起是埕宁隆起北端的一个凸起，面积 1650 平方公里。晚第三纪以来此凸起随同周围地区一起沉降，接受了厚约 1200m 左右的上第三系和第四系沉积。

本勘察区内，沉积有厚层的粘性土和砂层。场区内第四纪地层中未发现有新近断层和断裂活动迹象。

3. 地基土的工程特性

3.1 地基土的物理力学性质及评述

3.1.1 地基土的物理性质指标

根据室内土工试验及现场原位测试结果，将各地层的物理力学性质指标统计于土的物理力学性质综合统计表（附图表 No. 9）。基床系数见表 3.1.1-1，波速测试结果及动力参数见表 3.1.1-2。

土的物理力学性质综合统计表（附图表 No. 9）的统计内容包括常规物性指标（包括天然含水量，质量密度，孔隙比、塑限、液性指数等）、压缩性指标、抗剪强度指标（包括三轴剪切试验结果）、原位测试指标（标准贯入试验、静力触探试验）。

统计方法是：当子样数大于等于 6 时，提供岩土参数的子样个数、最大值、最小值、平均值、标准差、变异系数、标准值；当子样数小于 6 时，提供岩土参数的子样数、最大值、最小值、平均值。统计前，遵循 **Grubbs** 准则，对异常数据进行了剔除。

推荐值的确定原则是：当样本数大于等于 6 时，抗剪强度指标用标准值做为推荐值；其它指标用平均值做为推荐值。当样本数量小于 6 时，含水量、孔隙比、压缩系数用大值平均值（即最大值和平均值再平均）；塑限含水量采用平均值；其它指标用小值平均值（即最小值和平均值再平均）确定推荐值。

表 3.1.1-1 内容为基床系数。推荐的基床系数根据土层性状并参考国标《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》GB50307-1999 有关经验值综合确定。

表 3.1.1-2 内容为剪切波速度、压缩波速度、动剪切模量、动弹性模量及动泊松比，推荐值是实际波速测试结果及计算结果的平均值。其界限值指标详见附件三（《首钢京唐钢铁联合有限责任公司曹妃甸钢铁基地一期项目详细勘察 II 标段物探成果报告（海水淡化工程部分）》）。



基床系数推荐值表(单位: MPa/m) 表 3.1.1-1

地层 编号	地层 名称	统计项目			
		最大值	最小值	平均值	推荐值
①	吹填砂	46.1	42.8	44.3	10.0
③	细砂	68.1	48.0	55.2	15.0
④	细砂	73.1	54.5	64.0	25.0
⑤	粉质粘土	115.5	16.9	44.8	15.0
⑤-1	粘土	124.2	13.6	49.8	20.0
⑤-3	粉土	138.5	14.6	45.5	20.0
⑥	粉质粘土	130.1	18.8	54.5	25.0
⑥-3	粉土	75.4	46.8	55.0	25.0
⑦	细砂	110.9	84.3	98.7	30.0

波速及动力参数表 表 3.1.1-2

地层 编号	岩性 名称	剪切波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	压缩波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	动剪切模量 G <sub>d</sub> (MPa)	动弹性模量 E <sub>d</sub> (MPa)	动泊松比 μ <sub>d</sub>
①	吹填砂	116	914	20.3	60.5	0.49
③	细砂	193	1132	55.5	165.1	0.48
④	细砂	249	1303	92.6	274.0	0.48
⑤	粉质粘土	187	1303	62.6	186.5	0.49
⑤-1	粘土	185	1303	61.3	182.6	0.49
⑤-3	粉土	223	1303	89.2	264.8	0.48
⑥	粉质粘土	197	1303	69.9	208.1	0.49
⑥-3	粉土	237	1303	100.7	298.6	0.48
⑦	细砂	286	1303	147.2	434.3	0.47

备注：波速计算指标为平均值。

3.1.2 地基土工程性质评价

根据统计结果和野外钻探鉴定，对各层地基土的工程性质作如下评价：

第①层吹填砂：主要由细砂组成，标准贯入试验实测击数 N=7~16 击，平均值为 10.2 击；双桥静探锥尖阻力 0.82~4.99MPa，平均值为 2.92MPa；由于吹填时间短，密实度不均。

第①-1 层吹填砂中的淤泥质粉质粘土：呈软塑~流塑状态，属高压缩性土。

第②层粉质粘土：双桥静探锥尖阻力 0.01~0.63 MPa，平均值为 0.38MPa。呈软塑状态，属高压缩性土。

第③层细砂：标准贯入试验实测击数 N=11~16 击，平均值为 14 击；双桥静探锥尖阻力 0.55~3.98 MPa，平均值为 1.95MPa；饱和，呈稍密~中密状态。

第④层细砂：标准贯入试验实测击数 N=19~45 击，平均值为 32 击；双桥静探锥尖阻力 3.65~23.44MPa，平均值为 15.19MPa；饱和，呈中密~密实状态。

第④-2 层粉质粘土：双桥静探锥尖阻力 0.42~4.53MPa，平均值为 1.93MPa；呈软塑~可塑状态，属中压缩性土。

第⑤层粉质粘土：天然孔隙比 e 界限值为 0.641~1.154，平均值为 0.824；液性指数 I<sub>L</sub> 界限值为 0.35~1.12，平均值为 0.77；压缩系数 a<sub>1-2</sub> 界限值为 0.21 MPa<sup>-1</sup>~0.33MPa<sup>-1</sup>，平均值为 0.26MPa<sup>-1</sup>；双桥静探锥尖阻力 0.53~6.62MPa，平均值为 3.06MPa；呈可塑状态，属中压缩性土。

第⑤-1 层粘土：第⑤-1 层粘土：天然孔隙比 e 界限值为 0.646~1.344，平均值为 0.876；液性指数 I<sub>L</sub> 界限值为 0.30~1.00，平均值为 0.59；压缩系数 a<sub>1-2</sub> 界限值为 0.18MPa<sup>-1</sup>~0.58MPa<sup>-1</sup>，平均值为 0.38MPa<sup>-1</sup>；双桥静探锥尖阻力 0.01~2.69MPa，平均值为 1.43MPa；呈可塑状态，属中压缩性土。

第⑤-3 层粉土：天然含水量 w 界限值为 19.0%~31.3%，平均值为 26.2%；天然孔隙比 e 界限值为 0.603~0.914，平均值为 0.760；液性指数 I<sub>L</sub> 界限值为 0.31~1.00，平均值为 0.61；压缩系数 a<sub>1-2</sub> 界限值为 0.21MPa<sup>-1</sup>~0.55MPa<sup>-1</sup>，平均值为 0.33 MPa<sup>-1</sup>；双桥静探锥尖阻力 0.01~9.49MPa，平均值为 4.51MPa；标准贯入试验实测击数 N=10~23 击，平均值为 16.1 击。呈中密~密实状态，属中压缩性土。

第⑥层粉质粘土：天然孔隙比 e 界限值为 0.559~1.143，平均值为 0.744；液性指数 I<sub>L</sub> 界限值为 0.21~0.76，平均值为 0.52；压缩系数 a<sub>1-2</sub> 界限值为 0.14MPa<sup>-1</sup>~0.50MPa<sup>-1</sup>，平均值为 0.32MPa<sup>-1</sup>；双桥静探锥尖阻力 1.19~3.43MPa，平均值为 1.95MPa，呈可塑~硬塑状态，属中压缩性土。

第⑥-3 层粉土：天然含水量 w 界限值为 19.9%~31.0%，平均值为 23.2%；天然孔隙比 e 界限值为 0.571~0.831，平均值为 0.657；液性指数 I<sub>L</sub> 界限值为 0.25~0.73，平均值为 0.50；压缩系数 a<sub>1-2</sub> 界限值为 0.15MPa<sup>-1</sup>~0.38MPa<sup>-1</sup>，平均值为 0.25 MPa<sup>-1</sup>；标准贯入试验实测击数 N=25~33 击，平均值为 29 击，呈中密~密实状态，属中压缩性土。

第⑦层细砂：标准贯入试验实测击数  $N=37\sim 41$  击，平均值为 40 击，饱和，呈密实状态。

3.2 地基土承载力特征值  $f_{ak}$  和压缩模量  $E_s$

勘察场地（①）吹填砂结构松散，土质杂乱不均，工程性质较差，不宜作为天然地基；其余土层均可作为天然地基。各层土地基承载力特征值  $f_{ak}$  和压缩模量  $E_s$  可按表 3.2-1 取值，压缩模量可根据各建筑物的荷载情况按 N<sub>0</sub>11 《固结试验成果图表（ $e\sim P$ ）曲线》中土的有效自重压力与附加压力之和压力段的压缩模量，估算沉降时可参照表 3.2-1 压缩模量取值：

各层土地基承载力特征值  $f_{ak}$  和压缩模量  $E_s$  表 3.2-1

成因年代	土层编号及名称	地基承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)			压缩模量
		标准贯入试验	静力触探试验	推荐值	$E_s$ (MPa)
$Q_4^m$	②粉质粘土	—	100	80	2.5
	③细砂	120	140	120	8.0
	④细砂	200	220	200	16.0
	④-2 粉质粘土	—	100	100	4.0
	⑤粉质粘土	150	180	150	12.8
	⑤-1 粘土	150	150	150	11.5
	⑤-3 粉土	180	180	180	12.5
$Q_3^{mc}$	⑥粉质粘土	—	200	200	15.0
	⑥-3 粉土	330	—	260	20.0
	⑦细砂	300	—	300	28.0

3.3 地基均匀性评价

场地①层吹填砂回填时间较短，性质变化大：吹填砂的颗粒组成随泥砂的

来源而变化，在吹管的出口处，沉积的颗粒较粗，顺着出口向外围则逐渐变细，在吹填过程中由于泥砂来源的变化，造成吹填砂在纵横方向上的不均匀性。该层土尚未完成自重固结，在 7 度地震作用下，易发生液化，需进行地基处理。

场地①吹填砂以下各天然土层分布基本连续稳定，组成成分均匀，地层分界线坡度较平缓，局部存在夹层。

综上，场地地层①吹填砂，需采取地基处理措施。其下各天然土层分布是均匀稳定的。

3.4 土层沉积应力历史

勘察区地处滦河冲积扇的前部。新生代以来，在古老的基底岩石上堆积了巨厚的松散层。主要是晚更新世（ $Q_3$ ）及全新世（ $Q_4$ ）海相、陆相交互层，多为粉、细砂，部分为粘性土层。其下是基底岩石，分布有震旦系以来至侏罗系地层。

根据本场地可行性研究阶段岩土工程勘察报告中的物探成果解释，本区域第四系各时代地层的底界深度为：

全新统（ $Q_4$ ）：13-30m；

上更新统（ $Q_3$ ）：126-148m；

中更新统（ $Q_2$ ）：270-454m；

下更新统（ $Q_1$ ）：387-586m。

本次勘探在深度 80m 范围内，地基土由第四系全新统人工堆积层（ $Q_4^{ml}$ ）、第四系全新统海相沉积层（ $Q_4^n$ ）、第四系晚更新统海陆交互相沉积层（ $Q_3^{mc}$ ）组成。其中①大为人工新近吹填，属第四系全新统人工堆积层（ $Q_4^{ml}$ ），②～⑤大为属第四系全新统海相沉积层（ $Q_4^n$ ），⑥～⑦大为属第四系晚更新统海陆交互相沉积层（ $Q_3^{mc}$ ）。

根据本次勘察在粘性土及粉土取原状样进行的高压固结试验结果（[图表 N<sub>0</sub>.12](#)），说明第四系全新统粘性土层和第四系上更新统粘性土、粉土层的超固结比 OCR 均小于 1，粘性土及粉土在自重作用下没有完成自重固结，为欠固结土。

①大为人工新近吹填，未完成自重固结，为欠固结土。③层及以下

砂类土由于压缩性很小，而渗透性较大，受力后固结稳定所需的时间很短，场地原为海面，除海浪作用和上覆土层自重应力作用外，未受其它外力的影响，因此可将③-④层细砂及其以下的砂土判定为正常固结土。

勘察场地为沿海软土地区，下部存在的粘性土、粉土渗透系数小，渗透路径长，其沉降的固结过程缓慢，建筑地基在建筑物荷载作用下要经过相当长时间才能达到最终沉降，为了建筑物的安全与正常使用，对于重要建筑物需在工程实践中掌握沉降与时间关系的规律性。

4. 水文地质条件

4.1 地下水

勘察期间，各钻孔均遇见地下水，地下水类型为潜水，稳定水位埋深 0.50m~1.60m，相当于标高 1.78m~3.59 m，由于本次勘察区域内存在多处施工降水，故而稳定水位深度及标高变化较大，地下水位平均埋深 1.00m，相当于标高 2.57m。主要赋存于①吹填砂及其以下细砂层中。该地下水主要以大气降水补给，向海洋排泄。随着场地吹填砂的渗透固结，地下水位将会有所降低。勘察场地毗邻海洋，地下水与海水有密切的水力联系，水位变化将与潮汐变化有一定关系。

4.2 地下水、土的腐蚀性

本场地环境类型属Ⅱ类。

本次勘察在Ⅱ3-45、Ⅱ3-96 钻孔采取 2 组水样进行水质分析，并在Ⅱ3-45、Ⅱ3-96 钻孔采取 2 组土样，进行土的易溶盐试验。分析结果详见附图表 No. 15~16。

根据水分析结果评价为：场地内地下水在长期浸水时对混凝土结构具弱~中等腐蚀性，干湿交替时具中等~强腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋在长期浸水时具弱腐蚀性，干湿交替时具强腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性。地下水位以上土对混凝土结构无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具中等腐蚀性，根据本工程前期焦化场区勘察结果地下水位以上的土对钢结构具强腐蚀性。

4.3 浅层地基土的渗透性

4.3.1 室内渗透试验结果

在本标段前期工作（焦化工程部分）的岩土工程勘察中采取了部分岩土试样进行了室内渗透试验，各层土的渗透系数详见表 4.3.1-1。

渗透系数 K 值		表 4.3.1-1
地层编号	地层名称	渗透系数 (cm/s)
①	吹填砂	$5.9 \times 10^{-3}$
③	细砂	$5.6 \times 10^{-3}$
④	细砂	$4.7 \times 10^{-3}$
④-2	粉质粘土	$2.6 \times 10^{-5}$
⑤	粉质粘土	$3.8 \times 10^{-5}$
⑤-1	粘土	$2.2 \times 10^{-6}$
⑤-3	粉土	$2.6 \times 10^{-4}$

4.4 防渗设计水位及抗浮设计水位

勘察期间本场地地下潜水稳定水位埋深较浅，建筑物基础埋置深度在地下水位以下。设计时需考虑抗浮和防水问题，确保抗浮稳定性。勘察场地为填海造地形成的，缺乏常年地下水位监测资料，基础施工前，宜选择代表性地段设置专门的地下水位长期观测孔，并定期进行观测。关于抗浮和防水设计水位的确定请参考首钢勘察院北京爱地地质勘察基础工程公司与首钢设计院的专项报告。

5. 场地不良地质作用和场地稳定性

5.1 场地不良地质作用

本勘察场地不良地质作用主要有砂土液化，本次勘察现场经强夯处理过，部分在勘察期间新推填的砂土可能存在砂土液化。综合考虑场地按中等液化考虑地基处理及采取结构措施。

勘察期间在钻探深度内存在地下水，地下水类型为全新统松散岩类孔隙潜水，稳定水位埋深一般为 0.50m~1.60m，建筑物基础埋置深度在地下水位以下，设计施工应高度重视地下水对本工程施工的不良影响。

5.2 场地稳定性评价

拟建场地从区域上看，历史地震活动连延成带现象比较明显，与本区的活动

构造带分布是相应的，即主要沿 NNE 向华北平原地震构造带，郯庐断裂和 NW 向蓬莱～张家口地震构造带分布。在 NNE 向与 NW 向构造带的交汇处发生了本区的几次 7 级以上的大地震，即 1679 年三河～平谷 8 级大地震和 1976 年唐山 7.8 级地震均发生在 NNE 向的华北平原构造带和 NW 向的蓬莱～张家口构造带的交汇部位，而 1597 年渤海 7 级地震，1888 年渤海湾 7.5 级地震，1969 年渤海 7.4 级地震发生在 NNE 向的郯庐断裂带和蓬莱～张家口构造带的交汇部位。工程场地处于 NW 向构造带上，但位于两条 NNE 向活动构造带之间。NW 向蓬莱～张家口活动构造带是一条地震构造带。即为一强震连延带、小震密集带和地壳活动构造带。该带东起蓬莱、威海地区，过渤海，向西北经宁河、宝坻、三河、北京、昌平、延庆至张家口地区，带内记录到 6 次 7～7.9 级地震，9 次 6～6.9 级地震。该带在地质构造上的特点是由 NW～NWW 向的和 NE～NNE 向活动构造交织而成的共轭构造格架。沿带分布的 6 级以上地震都发生在带内，由于工程场地区位于该带之上，因此具备发生 6 级以上强震的环境和条件，但它又不处于 NNE 向构造带与 NW 向构造带的交汇部位，因此不具备发生 7 级以上大震的条件（以上资料来源于《曹妃甸钢铁基地一期初步设计阶段岩土工程勘察报告书》，冶金工业部勘察研究总院发，原引自《京唐港曹妃甸港区地震安全性评价》）。

根据本工程前阶段工作成果（《京唐港曹妃甸港区地震安全性评价报告》、《首钢曹妃店钢铁厂选址可行性研究阶段岩土工程勘察报告书》、《曹妃店钢铁基地一期初步设计阶段岩土工程勘察报告书》）的分析资料，推断选址区内无影响厂址稳定性的断裂存在。厂址本身是相对稳定的。可以进行与地层条件相应的钢铁企业建筑活动。

6. 场地及地基的地震效应

据中国地震局[中震安评（2001）3 号]对“京唐港曹妃店港区地震安全性评价报告”的批复，确认本工程场地地震基本烈度为 7 度。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）附录 A 之规定，拟建场区的抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 0.15g，设计地震分组为第一组。场地为对

建筑抗震不利地段。

6.1 建筑场地类别划分

根据波速测试结果（详见附件三《首钢京唐钢铁联合有限责任公司曹妃甸钢铁基地一期项目详细勘察 II 标段物探成果报告（海水淡化工程部分）》，按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）划分场地各层土的类型和建筑场地类别如表 6.1-1 所示。

场地各主要土层的类型和建筑场地类别 表 6.1-1

地层 编号	地层 名称	剪切波速 $U_s$ (m/s)	场地土 类 型	等效剪切波速度 $U_{se}$ (m/s)	场地 类别	备注
①	吹填砂	116	软弱土	183	III	剪切波速为 平均值，等效 剪切波速度 计算深度取 地面下 20m。
③	细砂	193	中软土			
④	细砂	249	中软土			
⑤	粉质粘土	187	中软土			
⑤-1	粘土	185	中软土			
⑤-3	粉土	223	中软土			
⑥	粉质粘土	197	中软土			
⑥-3	粉土	237	中软土			
⑦	细砂	286	中硬土			

注：场地覆盖层厚度大于 50m。

6.2 地基土液化判别及液化分区

当地下水稳定水位标高按 3.59m（勘察期间，各钻孔水位标高最高值）考虑时，依据本次勘察所取得的标准贯入试验数据和粘粒含量数据，按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）进行计算分析后判定：当地震烈度达 7 度时，本场地的饱和砂土会发生地震液化，判定过程详见场地地震液化计算表(图表 No. 8)。场地的主要液化土层为①吹填砂和③层细砂，最大



液化深度为 7.0m，液化指数介于 0.05～12.31。综合划分场地液化等级为中等液化，详见饱和砂土液化区划图（图表 No.2）。

7. 地基基础方案建议

7.1 天然地基方案

勘察场地①层吹填砂地层较软弱，厚度界于 4.19m～6.30m，平均厚度 5.40m。同时存在地震液化，液化土层最大深度 7.0m。液化土层均需通过强夯等方法进行地基处理后方可作为地基持力层。其它各土层均可作为天然地基，其地基承载力特征值  $f_{ak}$  和压缩模量  $E_s$  详见表 3.2-1。对于轻型建筑荷重较小且基础砌置深度较深的建筑，可考虑采用天然地基，以液化深度以下的③细砂层及下部土层作为天然地基持力层。为消除①吹填砂渗透固结过程和液化对拟建建筑物的不利影响，需对上部地层采取强夯等对地基进行处理。

采用天然地基基础方案时，对提升泵房基础的沉降量估算如下：基础尺寸  $32 \times 23m^2$ ，基础埋深 6.0m，单位荷重 200kPa，以④细砂为持力层，对应Ⅱ9-019 钻孔的计算沉降量为 124.2mm。具体计算过程和计算条件详见天然地基方案基础沉降计算书（附图表 No.12）。

7.2 复合地基方案

根据勘察场地工程地质、水文地质条件，由于上部地层及新吹填地层较软弱，同时存在砂土液化，建议对建筑区内普遍进行强夯处理，经处理后的地基土除加强地基强度外，同时可消除砂层及吹填砂的地震液化。

采用 CFG 桩复合地基时，建议以④细砂为桩端持力层；为更好的消除砂土液化，设计 CFG 桩复合地基时可结合有一定的振动沉管碎石桩。采用 CFG 桩对地基进行处理，可采用长螺旋钻机成孔，孔内泵压混凝土的施工工艺。为防止窜桩现象发生，施工中应采用跳打法。

当采用 CFG 桩复合地基，以④层细砂为桩端持力层。CFG 桩可采用长螺旋钻机成孔，孔内泵压混凝土施工工艺，各层土的桩侧阻力特征值（ $q_{sa}$ ）、桩端阻力特征值（ $q_{pa}$ ）可采用表 7.2-1 数值：

CFG 复合地基设计参数 表 7.2-1

地层编号	地层名称	桩侧阻力特征值 $q_{sa}$ (kPa)	桩端阻力特征值 $q_{pa}$ (kPa)
③	细砂	15	—
④	细砂	24	400
④-2	粉质粘土	12	—

采用 CFG 复合地基时，对焙烧主厂房的沉降量估算如下：基础尺寸  $5m \times 6m$ ，基础埋深 2.5m，CFG 桩桩长 18m（以勘察时地表为准），复合地基承载力特征值取 350kPa，压缩模量  $E_s$  取 35MPa，计算沉降量为 49.49mm，具体计算过程和计算条件详见复合地基方案基础沉降计算书（附图表 No.18）。

7.3 桩基方案

对于荷重较大的建筑物，建议采用钻孔灌注桩、预制桩或预应力管桩，以④细砂、⑦细砂为桩端持力层。有关桩端端阻力特征值  $q_{pa}$  和桩侧阻力特征值  $q_{sia}$  及桩侧土水平抗力系数的比例系数可采用表 7.3-1 数值。

桩基设计参数表 表 7.3-1

地层编号	地层名称	混凝土预制桩、预应力管桩（PHC）			钻孔灌注桩		
		桩侧土水平抗力系数的比例系数（ $MN/m^4$ ）	桩侧阻力特征值 $q_{sa}$ (kPa)	桩端阻力特征值 $q_{pa}$ (kPa)	桩侧土水平抗力系数的比例系数（ $MN/m^4$ ）	桩侧阻力特征值 $q_{sa}$ (kPa)	桩端阻力特征值 $q_{pa}$ (kPa)
③	细砂	6.0	15.0		8.0	10.0	
④	细砂	10.0	30.0	1500	25.0	20.0	350
④-2	粉质粘土	5.0	15.0		8.0	12.0	
⑤	粉质粘土	6.0	20.0	950	14.0	15.0	250
⑤-1	粘土	6.0	15.0	1000	14.0	12.0	300
⑤-3	粉土	8.0	20.0	1100	18.0	18.0	300
⑥	粉质粘土	6.0	28.0	1800	14.0	25.0	350
⑥-3	粉土	10.0	32.0	1800	35.0	25.0	450
⑦	细砂	12.0	40.0	3200	40.0	35.0	600

注：表中桩基设计参数参照规范 JGJ94-94 确定。对安全等级为一级的建筑工程，单桩竖向承载力标准值和桩侧土水平抗力系数的比例系数需根据桩静载荷试验确定。

对于①吹填砂和②粉质粘土尚应考虑桩侧负摩阻力的影响，吹填砂经强夯等地基处理后，使其完成渗透固结后，可不再考虑负摩阻力问题。

采用预应力管桩，桩径可采用  $\phi 400mm$ 、 $\phi 500mm$ 、 $\phi 600mm$ ，其对应承载力特征值及沉降量请参考本工程前期地基处理试验工程的 A1～A4 区的 PHC 预应力管桩



试验结果。

采用钻孔灌注桩，桩径可采用φ 800mm、φ 1000、φ 1200；其对应承载力特征值及沉降量请参考本工程前期地基处理试验工程的 A1～A4 区的钻孔灌注桩试验结果。

考虑场地呈中密～密实状态的④层细砂分布普遍，当预制桩桩身需要进入上述地层一定深度或穿过时，可能会遇到沉桩困难的现象。此时，桩身入土深度有限，且沉桩过程中的挤土效果明显。考虑场地地下水位较高，沉桩中产生的超孔隙水压力很可能导致地表变形严重，甚至发生浮桩现象。

对于预应力管桩，也可能发生由于沉桩过程中的大能量锤击造成的桩身破坏现象。综合以上因素，当建筑物对地基强度及变形要求较高时，建议优先考虑钻孔灌注桩方案。

采用钻孔灌注桩，对海水淡化装置的基础沉降量估算如下：基础尺寸 6×6m<sup>2</sup>，基础埋深 3.0m，按群桩基础等效作用分层总和法计算，钻孔灌注桩桩径 1000mm，桩底标高-36.5m，以⑦细砂作为桩端持力层。对应Ⅱ9-019 钻孔的计算沉降量为 42mm，具体计算过程和计算条件详见钻孔灌注桩方案基础沉降计算书（附图表 No.13）。

8. 基坑开挖、支护与降水

8.1 基坑开挖、支护

根据建筑物基坑开挖深度、基坑形状和尺寸，结合支护结构刚度，采用不同支护方式，基坑开挖深度范围内，各层土的抗剪强度指标（C<sub>k</sub>、φ<sub>k</sub>）及重力密度（γ）建议采用表 8.1-1 值。

各层土抗剪强度及天然密度表				
成因 年代	土层编号 及名称	抗剪强度		重力密度 γ（kN/m <sup>3</sup> ）
		C（kPa）	φ（°）	
Q <sub>4</sub> <sup>m</sup>	③细砂	0.9	26.1	16.5
	④细砂	1.1	26.9	17.5
	④-2 粉质粘土	15.0	1.7	19.2

	⑤粉质粘土	27.0	3.0	19.2
	⑤-1 粘土	37. 0	4.0	19.2
	⑤-3 粉土	19.9	3.3	19.3

对于相邻基础埋深不一致的情况，应首先采取措施确保深基坑附近浅基础及建筑物的安全。此种条件下，应首先施工深基础，并在施工的全过程中加强对相邻建筑物的沉降、变形监测。

8.2 基坑降水及监测

建筑物基坑开挖在地下水位以下，基坑开挖过程中需采取施工降、排水措施。有关基坑降水的设计参数见表 4.3.1-1 相关内容。大面积大降深的施工降水会加速地基土的渗透固结，引起地面沉降。场地地层主要由细砂层组成，基坑支护降水设计过程中需进行渗流稳定性分析，进行基坑侧壁管涌验算。降水施工中需加强对地面沉降、孔隙水压力及周围建筑物变形的监测。

8.3 施工建议

基坑支护方案可根据基坑开挖深度采用排桩悬臂支护体系、锚拉排桩支护体系等支护形式。当基坑开挖深度 3～4m 时，建议采用排桩悬臂支护，场地条件允许时，也可采用自然放坡，整体坡角建议采用 1：1（高宽比），并用砂袋防护；当基坑开挖深度 6～9m 时，建议采用锚拉排桩支护体系。

根据本工程的水文地质条件、地层及周围环境特征，当施工降水的深度在 4m 以内时，建议采用真空井点降水方案；当施工降水的深度大于 5m 时，建议采用沿基坑周边布置的管井井点降水方案。降水过程中将形成较大范围的降落漏斗，设计时需考虑降水引起的地面及周围建筑物的附加变形，应加强截水、降水措施，确保施工安全。对距离海岸线较近的地段，需考虑海水潮汐对地下水位的影响。

基坑开挖、降水过程中，建议建立完整的测量和监测系统，施工前制定监测计划，施工中收集研究与地面沉降有关施工参数，基坑开挖及降水过程中的监测项目宜包括：

(1)对地下水进行监测，地下水位的变化及基坑的渗、漏、冒水、潜蚀、管涌

等；

(2)边坡土体顶部及基坑周围地表的水平位移、垂直位移和开裂等；

(3)基坑附近的建筑物、地下设施；

(4)支护系统、墙体和桩基等的应力和应变；

(5)工程降水对区域地下水的影响；

(6)水质、水量的监测。

## 9. 结论与工程建议

综合分析本标段球团工程全部勘察资料，依据有关规范和标准，借鉴当地建筑经验，得出如下结论与工程建议：

9.1 经过岩土工程勘察，查明了场地的工程地质与水文地质条件，确认场地地层分布较均匀。依据前期勘察成果的相关资料反映，推断选址区内无影响厂址稳定性的断裂存在，厂址是相对稳定的。可以进行钢铁企业建设。

9.2 勘察场地除①吹填砂及①-1 吹填砂中的淤泥质粉质粘土外，其它地层均可做为天然地基，各层地基土的物理力学性质指标详见附图表 No.8，地基承载力特征值  $f_{ak}$  和压缩模量  $E_s$  指标详见表 3.2-1，基床系数指标详见表 3.1.1-1，波速及动力参数详见表 3.1.1-2。

9.3 勘察期间，各钻孔勘察深度内均遇见地下水，地下水类型为潜水，稳定水位埋深 0.50m~1.60m，相当于标高 1.78m~3.59m，由于本次勘察区域内存在多处施工降水，故而稳定水位深度及标高变化较大，主要赋存于①吹填砂及以下粉、细砂层中。由于本场地刚刚吹填完毕，地下水位较高。该地下水主要由大气降水补给，向海洋排泄。随着场地吹填砂的渗透固结，地下水位将会有所降低。勘察场地毗邻海洋，地下水与海水有密切的水力联系，水位变化将与潮汐变化相关。由于场地缺乏常年地下水位监测资料，基础施工前，应选择代表性地段设置专门的地下水位长期观测孔，并定期进行观测。关于抗浮设计水位与防水设计水位的确定请参考首钢勘察院北京爱地地质勘察基础工程公司与首钢设计院的专项报告。

场地内地下水在长期浸水时对混凝土结构具弱~中等腐蚀性，干湿交

替时具中等~强腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋在长期浸水时具弱腐蚀性，干湿交替时具强腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性。地下水位以上土对混凝土结构无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具中等腐蚀性，对钢结构具强腐蚀性。

9.4 据中国地震局[中震安评（2001）3 号]对“京唐港曹妃店港区地震安全性评价报告”的批复，确认本工程场地地震基本烈度为 7 度。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）附录 A 之规定，拟建场区的抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，设计地震分组为第一组。勘察场地属对建筑抗震不利地段。

根据波速测试结果，本场地地面下 20m 深度范围内土层的等效剪切波速  $V_{se}=183\text{m/s}$ ，场区的覆盖层厚度（ $d_{ov}$ ）大于 50m，本工程拟建场区的建筑场地类别为 III 类。

根据本工程前期焦化工程勘察地脉动测试结果，得出场地土的卓越周期为 0.46s。

9.5 本勘察场区大部分区域已经进行过强夯处理，在 7 度地震作用下，饱和砂土不会液化，仅局部区域（后期经人工推填）①吹填砂会发生液化，液化等级为中等，建议对该区域进行强夯处理，以加速地基排水固结，消除液化，满足后续场地施工需要。

9.6 对于轻型建筑物和一般建筑，建议采用复合地基，可采用 CFG 桩、挤密碎石桩，以④层中密~密实的细砂为桩端持力层，复合地基的承载力特征值以地基检测结果为准。

9.7 对于荷载较大的建筑物，建议采用钻孔灌注桩、预制桩或预应力管桩。以④细砂及其以下地层为桩端持力层，有关桩端端阻力特征值  $q_{pa}$  和桩侧阻力特征值  $q_{sia}$  可采用表 7.3-1 数值进行估算。

9.8 场地标准冻结深度为 0.80m。

9.9 施工中需加强对地面沉降、孔隙水压力及周围建筑物变形的监测。