

上海市工程建设规范

迪士尼度假区场地形成工程技术规范

Technical specification for Disney Resort site formation

DG/TJ 08—2197—2016

J 13371—2016

主编单位：上海国际旅游度假区管理委员会

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2016 年 7 月 1 日

同济大学出版社

2016 上海

图书在版编目(CIP)数据

迪士尼度假区场地形成工程技术规范/上海国际旅游度假区管理委员会,中国建筑西南勘察设计研究院有限公司主编. —上海:同济大学出版社,2016.6

ISBN 978-7-5608-6328-3

I. ①迪… II. ①上… ②中… III. ①旅游区—
场地—建筑设计—工程技术—技术规范—上海市
IV. ①TU247.9-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 109783 号

迪士尼度假区场地形成工程技术规范

上海国际旅游度假区管理委员会
中国建筑西南勘察设计研究院有限公司 主编

策划编辑 张平官

责任编辑 朱 勇

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 浦江求真印务有限公司

开 本 889mm×1194mm 1/32

印 张 3.625

字 数 97 000

版 次 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-6328-3

定 价 32.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定[2016]127 号

上海市住房和城乡建设管理委员会关于批准 《迪士尼度假区场地形成工程技术规范》 为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海国际旅游度假区管理委员会、中国建筑西南勘察设计研究院有限公司主编的《迪士尼度假区场地形成工程技术规范》，经审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ 08—2197—2016，自 2016 年 7 月 1 日起实施。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海国际旅游度假区管理委员会负责解释。

特此通知。

上海市住房和城乡建设管理委员会
二〇一六年二月二十二日

前 言

根据上海市城乡建设和交通委员会关于印发《2013 年上海市工程建设规范和标准设计编制计划(第二批)》(沪建交[2013]391)的通知,编制组在深入调查研究、认真总结现有工程经验及广泛征求有关单位和专家意见的基础上,制订了本规范。

本规范共 8 章,主要内容有:1 总则;2 术语与符号;3 基本规定;4 工程测量与岩土工程勘察;5 设计;6 施工;7 监测;8 质量检验与工程验收。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理,由中国建筑西南勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中如有意见或建议,请反馈至中国建筑西南勘察设计研究院有限公司(地址:上海金新路 58 号银桥大厦 1001 室;邮编:201206;E-mail:thf@263.net),或上海市建筑建材业市场管理总站(地址:上海市小木桥路 683 号;邮编 200032;E-mail:shgcjsgf@sina.com),以便修编时参考。

主 编 单 位:上海国际旅游度假区管理委员会

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位:上海申迪建设有限公司

同济大学

上海市基础工程集团有限公司

主 要 起 草 人:刘庆华 康景文 彭建华 王庆国 金大成

叶观宝 李耀良 唐海峰 袁 芬 胡志刚

郑晓兴 崔孝凯 康旭辉 邓治钢 彭永辉

周 钧 刘 高 王 晓 孙德铭 杨 斌

邹道敏 王 颖

主 要 审 查 人:周知信 范庆国 石长礼 项培林 高大铭
吴时敏 朱剑锋

上海市建筑建材业市场管理总站

2016 年 3 月

目 次

1	总 则	1
2	术语与符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	基本规定	5
4	工程测量与岩土工程勘察	7
4.1	一般规定	7
4.2	工程测量	8
4.3	岩土工程勘察	12
5	设 计	16
5.1	一般规定	16
5.2	填料选择	17
5.3	土方调配	18
5.4	清表与地下障碍物清除	19
5.5	明浜与暗浜处理	20
5.6	场地填筑	21
5.7	地基处理	21
5.8	大面积平整	31
5.9	边坡工程	32
5.10	排水工程	36
6	施 工	39
6.1	一般规定	39
6.2	土方调配	40
6.3	清表与地下障碍物清除	40

6.4	明浜与暗浜处理	40
6.5	场地填筑	42
6.6	地基处理	43
6.7	边坡工程	48
6.8	大面积平整	49
7	监 测	50
7.1	一般规定	50
7.2	环境监测	50
7.3	地基处理监测	51
8	质量检验与工程验收	53
8.1	一般规定	53
8.2	土方工程	55
8.3	真空预压与堆载预压	58
8.4	边坡与排水	60
8.5	场地验收	63
8.6	场地移交	64
附录 A	承载力检验要点	66
附录 B	目标沉降值检验要点	67
	本规范用词说明	68
	引用标准名录	69
	条文说明	71

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic requirements	5
4	Engineering survey and geotechnical investigation	7
4.1	General requirements	7
4.2	Engineering survey	8
4.3	Geotechnical investigation	12
5	Design	16
5.1	General requirements	16
5.2	Fill selection	17
5.3	Earthwork transition	18
5.4	Cleaning of surface and removing of underground obstructions	19
5.5	Replacement of creek and hidden creek fill	20
5.6	Site filling	21
5.7	Ground treatment	21
5.8	Large-scale site leveling	31
5.9	Slope engineering	32
5.10	Drainage engineering	36
6	Construction	39
6.1	General requirements	39
6.2	Earthwork transition	40

6.3	Cleaning of surface and removing of underground obstructions	40
6.4	Replacement of creek and hidden creek fill	40
6.5	Site filling	42
6.6	Ground treatment	43
6.7	Slope engineering	48
6.8	Large-scale site leveling	49
7	Monitoring	50
7.1	General requirements	50
7.2	Monitoring of environment	50
7.3	Monitoring of ground treatment	51
8	Quality inspection and acceptance	53
8.1	General requirements	53
8.2	Earthwork	55
8.3	Surcharge preloading and vacuum preloading	58
8.4	Slope and drainage	60
8.5	Site acceptance	63
8.6	Handing-over of site	64
Appendix A	Key points for bearing capacity test	66
Appendix B	Key points for target settlement value test ...	67
	Explanation of wording in this code	68
	List of quoted standards	69
	Explanation of provisions	71

1 总 则

1.0.1 为了规范迪士尼度假区场地形成工程建设行为,统一勘察、设计、施工、监测、检验与验收标准,做到技术先进、确保质量、安全适用、环保节能,特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于迪士尼度假区场地形成工程的勘察、设计、施工、监测、检验与验收。同类建设项目的场地形成工程可参考执行。

1.0.3 场地形成工程应综合考虑工程地质、水文地质、环境条件、目标控制标准和施工条件,因地制宜,就地取材,强化实施组织和过程控制。

1.0.4 迪士尼度假区场地形成工程除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。



2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.1 场地形成 site formation

根据场地既有地质条件和环境条件及拟建工程对场地用途的要求,采用合理的土方调配和处理方法对场地及地基进行预处理,使其在场地标高、地基强度、沉降控制等方面达到一定控制标准,以满足拟建建(构)筑物及场地其余部分在后续建造期间和使用期间有足够的安全度。

2.1.2 不良地质条件 geological disadvantages

对场地形成及处理效果等建设的安全性、经济性带来不利影响的地质条件。如液化、沼气、暗浜、厚层新填土等。

2.1.3 真空预压法 vacuum preloading

通过对覆盖于地基的不透气薄膜内抽真空,而使地基土加速固结的地基处理方法。

2.1.4 堆载预压法 preloading

在地基上堆加荷载使地基土固结压密的地基处理方法。

2.1.5 大面积平整 large-scale site leveling

对场地分层压实填筑,达到场地竖向设计地面标高的工程行为。

2.1.6 压实系数 factor of compaction

表征现场土体或其他材料经压实处理后密度状况的参数。用材料压实后的实际干密度与标准最大干密度之比表示。

2.1.7 目标沉降值 target settlement value

根据场地形成的设计要求,在场地形成地基处理时应消除的

地表竖向沉降量,它是场地形成地基处理的主要控制指标。

2.1.8 平板载荷试验 plate loading test

通过一定面积的刚性承压板向地基土逐级加荷,测定地基土的压力与变形特性的原位测试方法。

2.2 符 号

2.2.1 尺寸参数

b ——塑料排水板宽度;

d_e ——单桩分担的处理地基面积的等效圆直径;

H ——固结土层竖向渗流的最大距离;

δ ——塑料排水板厚度。

2.2.2 性能参数

c_h ——地基土的径向排水固结系数;

c_v ——地基土的竖向排水固结系数;

d_p ——塑料排水板当量直径;

k_s ——涂抹区土的水平向渗透系数;

k_h ——天然土的水平向渗透系数;

U_r ——地基径向平均固结度;

\bar{U}_t —— t 时间地基的平均固结度;

\bar{U}_z ——双面排水层或固结应力均匀分布的单面排水土层的平均固结度;

U_z ——地基竖向平均固结度;

q_n ——第 n 级荷载的加载速率;

q_w ——竖向排水体的通水能力。

2.2.3 作用效应

s_c ——单向压缩分层总和法计算的沉降量;

s_f ——沉降量。

2.2.4 计算系数

G ——井阻因子；

J ——涂抹因子；

s ——涂抹比；

ψ_s ——沉降计算经验系数。

3 基本规定

3.0.1 场地形成工程应包括场地形成的勘察、设计、施工、监测、检验与验收等工作内容。

3.0.2 场地形成工程应满足场地标高、地基强度和沉降控制等要求。

3.0.3 场地形成工程应根据使用功能和目标沉降值的要求按表 3.0.3 划分处理等级区域。

表 3.0.3 处理等级划分

等级	目标要求	特征	方式
高等级	1. 稳定的长期沉降及不均匀沉降； 2. 满足复杂建筑物及大型景观等荷载的需要； 3. 目标沉降值大于 700mm； 4. 地基承载力特征值大于 120kPa	1. 经常呈现在游人眼前； 2. 持续稳定保持建筑物和路面装饰的美观； 3. 长期不需要采取维护措施； 4. 主题乐园的游乐区等	全面处理
中等级	1. 允许长期沉降及不均匀沉降缓慢变化； 2. 满足混合建(构)筑物及一般景观等荷载的需要； 3. 目标沉降值 500mm~700mm； 4. 地基承载力特征值为 100kPa~120kPa	1. 对游客具有部分可见度； 2. 保持建筑物和路面装饰的美观； 3. 仅需采用有限的维护措施； 4. 酒店、乐园后勤区、零售和餐饮娱乐等	适当处理
低等级	1. 长期沉降及不均匀沉降无明确要求； 2. 满足道路、人行道、小体量的独栋低层建(构)筑物、小型景观等荷载的需要； 3. 目标沉降值小于 500mm； 4. 地基承载力特征值小于 100kPa	1. 游客基本不可见的场地； 2. 常规周期维护可满足使用要求； 3. 人行道路、公共交通连接段(PTC)、停车场等	简捷处理

3.0.4 场地形成工程宜分为土方工程和地基处理工程两个分项工程。

3.0.5 工程测量和岩土工程勘察阶段应与场地形成设计阶段相适应。

3.0.6 场地形成工程设计应包括土方调配、清表与地下障碍物清除、明浜与暗浜处理、场地填筑、地基处理、大面积平整、边坡和排水等内容。

3.0.7 场地形成工程设计和施工应兼顾与其同步或后续施工的围场河、湖泊、市政设施、种植土铺填等附属和辅助设施的有序实施。

3.0.8 场地形成工程施工前应编制施工组织方案,并应在大范围施工前进行试验性施工及相应的测试。

3.0.9 场地形成工程应进行过程检验和质量检验。检验项目、检验数量及方法应满足现行规范或设计要求。

3.0.10 场地形成工程完成后应按单位工程进行验收和移交。

4 工程测量与岩土工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 工程测量应包括原始场地测量、过程控制测量和验收测量。宜采用上海统一坐标系统和高程系统,并可根据工程需要建立场地独立坐标系。

4.1.2 工程测量和岩土工程勘察范围应依据批准的工程建设项目规划总平面确定,周围环境复杂时宜适当扩大。

4.1.3 工程测量和岩土工程勘察前宜搜集以下资料:

- 1 建设和设计单位对测量和勘察的技术要求等;
- 2 建设项目的批准文件、用地规划图、场地原始地形图、总平面布置图、地下管线图等;
- 3 场地既有设施、障碍物、道路、保护建筑等现状及周边环境资料。

4.1.4 场地形成的岩土工程勘察等级应综合考虑场地、地基的复杂程度和场地处理等级按表 4.1.4 划分为甲级、乙级和丙级。

表 4.1.4 场地形成的测量和勘察等级

场地处理等级 复杂程度	高等级	中等级	低等级
	高等级	中等级	低等级
场地、地基均复杂	甲级	甲级	乙级
地基或场地中等复杂	甲级	乙级	丙级
场地、地基均简单	乙级	丙级	丙级

注:场地、地基复杂程度按现行上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37 执行。

4.1.5 工程测量和岩土工程勘察阶段和深度应根据工程需要确定,宜划分为方案设计阶段、初步设计阶段、试验设计阶段和施工图设计阶段。

4.1.6 当场地水文地质和工程地质条件复杂、设计有特定要求时,应进行专项勘察或施工勘察,并符合下列规定:

1 专项勘察应为特定设计要求提供解决岩土或环境问题的成果资料,并进行相应的分析、评价和提出建议;

2 施工勘察应针对所需解决的具体问题,提供相应的成果资料,并进行相应的分析、评价和提出建议。

4.2 工程测量

4.2.1 工程测量应设置平面和高程控制点(网),首级平面、高程控制点应埋设永久性测量标志。

4.2.2 与设计阶段和施工阶段相应的工程测量比例应符合下列要求:

1 方案设计阶段和初步设计阶段应根据场地规划设置控制点,建立测量控制网,并宜进行比例为 1:2000~1:5000 的地形测量。

2 试验阶段和施工图设计阶段宜按设计要求或采用 20m×20m~40m×40m 的方格网进行地形图测量,比例宜为 1:1000,对填方区、浜沟地段比例宜为 1:500。

3 测量范围内的沟、浜、坑、塘等地形变化较大区域宜进行比例为 1:200~1:500 的平面图测量,并按每间隔 20m~40m 测点绘制横剖面。

4 对排水构筑物、道路和各种管线应测定其位置、高程、结构尺寸,并绘制竖向比例尺为 1:100、横向比例尺为 1:2000 的纵断面图和比例尺为 1:2000 的带状地形图和横断面图,标桩距宜为 40m,地物地形变化处应增加设标桩。

5 对于复杂地形、穿越障碍物地段及附属工程等部位应测

绘 1:500 地形图。

4.2.3 首级平面、高程控制点(网)测量应符合下列要求:

1 精度符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 中的一级导线和二等水准,加密及独立地段的平面、高程控制点(网)可采用图根导线和三等水准,平面控制网的布网精度应符合 1:500 比例尺地形图测量精度的要求,并应与国家高一级或同级控制点(网)相联测。

2 首级平面、高程控制点(网)可沿轴线及其延长线一侧或两侧布置,间距宜为 200m~400m。

3 高程控制点(网)的布置可与平面控制点(网)的布置相结合,并可利用相应平面控制点作为高程控制点。

4.2.4 控制测量应符合下列规定:

1 方案设计阶段和初步设计阶段控制测量应建立适用于场地建设各阶段的永久性首级控制网,首级控制网的等级应根据工程规模、控制网的用途和精度要求合理选择。

2 试验设计阶段和施工图设计阶段控制测量应布设满足相关规范 and 设计要求精度指标的加密网,并可越级布设或同等级扩展。

3 控制测量应满足地形测量和后期工程建设测量的定位要求,精度应满足场地各个建设阶段的测量精度要求。

4 控制点应布设延长线,并应埋设作为场地永久性平面、高程控制点的标石(深层标)。每条延长线上每端宜各设置 2~3 个永久性标石。

4.2.5 高程控制测量应符合下列规定:

1 高程系统应符合本规范第 4.2.3 条的规定。

2 无法联测高等级高程控制点时,高程控制网内复合精度应达到相应水准测量等级的要求。

3 施工图设计阶段高程控制测量应以二等水准网作为首级高程控制网,其他等级可布设三~五等水准测量。

4.2.6 施工控制网测量应符合下列规定：

1 施工控制网测量应包括平面控制测量和场地高程控制测量。

2 场地土石方施工前，应根据场地分区定位和施工放样的需要布设施工控制网。

3 网格线点的间距宜为 30m~50m，按一级导线或二级导线精度测设，高程采用二等水准精度进行施测。

4 施工控制网精度应满足平面轴线误差不大于 50mm、高程误差不大于 3mm 的要求。

4.2.7 地形图的基本等高距应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 地形图的基本等高距 (m)

地形倾角 $\alpha(^{\circ})$	比例尺			
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000、10000
$\alpha < 3^{\circ}$	0.5	0.5	1	2
$3^{\circ} \leq \alpha < 10^{\circ}$	0.5	1	2	5
$10^{\circ} \leq \alpha < 25^{\circ}$	1	1	2	5
$\alpha \geq 25^{\circ}$	1	2	2	5

注：每个测区宜统一比例尺，并宜采用一种基本等高距。

4.2.8 施工测量应包括施工区原始地形图或断面图测绘、放样测站点的测设、开挖和填筑轮廓点的放样、竣工地形图及断面图测绘、验收测量和相应测量工作的工程量计算等。

4.2.9 放样测站点可采用各种交会方法、导线测量方法或卫星定位方法进行测设。放样测站点的点位限差应符合表 4.2.9 的要求。

表 4.2.9 放样测站点的点位限差 (mm)

项目	点位限差	
	平面	高程
土石料开挖、填筑工程	±35	±35
其他附属工程	±15	±15

4.2.10 开挖工程测量应符合下列规定：

1 放样应测放出设计开挖轮廓点,点位限差应符合表 4.2.10 的要求,并用明显标志加以标定。

2 开挖施工过程中,应经常在适当部位以醒目的标志标明桩号、高程和开挖轮廓点。

3 开挖部位接近竣工时应及时测放挖坑或挖槽轮廓点和散点高程,并将欠挖部位及尺寸标于实地;必要时,在实地以适当密度标出开挖轮廓点以备验收测量使用。

4 开挖完成时,应及时测绘竣工地形图或断面图,对有地质缺陷的部位,应详细测绘地质缺陷地形图。

表 4.2.10 开挖轮廓放样点的点位限差(mm)

轮廓放样点位	点位限差	
	平面	高程
附属工程轮廓点	±100	±100
土、砂、石覆盖面开挖轮廓点	±150	±150

4.2.11 断面图测量应符合下列规定：

1 工程开工前应实测原始地形图或断面图;施工过程中应及时测绘不同填筑材料的分界线,并定期测绘地形图或断面图;施工完成后应实测竣工地形图或竣工断面图。

2 断面间距可根据用途、工程部位和地形复杂程度确定,宜为 5m~20m,有特殊要求的部位按设计要求执行,断面图测量宽度应超出工程部位边线 5m~10m。

3 填筑区域的竣工地形图或断面图比例尺宜 1:200,地质缺陷地形图应视面积大小确定比例尺;大范围的收方图的比例尺宜为 1:500。

4 断面测点的精度宜符合表 4.2.11 的要求。

表 4.2.11 断面测量测点的精度要求 (mm)

断面类别	点位限差	
	平面	高程
原始断面、收方断面	±10	±10
土石方工程竣工断面	±5	±5
附属工程竣工断面	±2	±2

4.2.12 施工测量资料整理应符合下列规定：

1 每次测量放样作业结束后应及时整理测量放样记录、放样计算数据资料、测量放样通知单、测量放样交样单或测量检查成果表,并按工程项目或工程部位归档保存。

2 每次测量工作完成后应及时将地形图、断面图、工程量计算表及外业数据资料整理保存。

3 单项工程竣工后应及时整理竣工测量记录手簿、各种竣工图表、使用的设计图纸和测量技术总结。

4.2.13 竣工测量应随施工进展逐步采集资料。单项工程完工后,应进行一次全面的竣工测量,施测精度应不低于施工测量放样的精度;竣工测量的部位应与设计、监理、施工等单位协商确定。

4.2.14 竣工测量宜包括下列主要项目：

- 1 竣工地形图或高程平面图。
- 2 关键部位与设计图同位置的开挖竣工纵、横断面图。
- 3 变形监测设备埋设、安装竣工图。

4.3 岩土工程勘察

4.3.1 岩土工程勘察应根据不同阶段的要求编制勘察纲要。勘察纲要应完整、合理、切合实际,并满足工程需要。

4.3.2 勘察纲要应包括下列内容：

- 1 建设项目概况、工程特点。
- 2 对已有岩土工程资料的分析结果和利用。
- 3 勘察目的和编制依据。
- 4 勘探技术手段和计划工作量统计。
- 5 计划进度、人员及设备机具安排及质量安全保证措施。
- 6 拟定勘察报告的章节目录等。

4.3.3 各阶段岩土工程勘察应符合下列规定：

1 方案设计勘察可通过搜集资料、现场踏勘、调查和必要的勘探试验工作，了解场地的工程地质条件，判断场地的稳定性和适宜性，为场址选择、功能区划、建设项目的技术经济方案比选提供依据；

2 初步设计勘察应初步查明建设场地的地基土构成、地基稳定性、主要不良地质条件及地基土的物理力学性质，评价工程适宜性，为场地形成工程设计提供初步的岩土工程资料；

3 试验设计阶段和施工图设计阶段勘察应查明场地的工程地质和水文地质条件、地基土的物理力学性质及其分布、各层作为填筑材料的地基土的适用性及其储藏量，并评价工程场地均匀性，为场地形成试验段和整个场地设计提供岩土工程资料。

4.3.4 勘察工作量布置应根据设计要求，结合工程性质、勘察阶段、勘察等级、处理等级、处理方法和地基土特点等综合确定。

4.3.5 岩土工程勘察报告应包括以下内容：

1 场地的地形、地貌等特征及地基处理影响深度范围内地基土的成因与形成年代、构成、分布规律、工程性质及其均匀性。

2 场地工程地质单元及各单元内各层地基土的物理力学性质指标。

3 场地地下水类型、埋藏、补给及排泄条件，地下水位，地下水对地基土对混凝土腐蚀性。

4 场地不良地质条件，如明浜、暗浜、厚层填土、沼气、液化土、古河道等。

5 地下设施、地下障碍物等。

6 场地的地震效应,包括场地的抗震设防烈度、设计基本地震加速度、设计地震分组、场地类别、场地液化、震陷和抗震地段划分等;

7 场地的稳定性和适宜性。

4.3.6 场地形成的岩土工程勘察应根据设计要求和场地形成等级采用多种勘察手段和方法,高等级区域应采取两种或两种以上测试方法进行对比验证。当遇有地下设施、地下障碍物、污染土、环境保护等特殊情况时,应进行专门探测和研究。

4.3.7 场地形成的岩土工程勘察除按常规的勘察手段外还应进行现场十字板剪切试验。

4.3.8 静力触探试验可采用单桥探头或双桥探头,宜在不少于1/5的静力触探孔选用孔压探头,并应选取部分孔压静力触探孔在预定深度进行孔压消散试验。

4.3.9 暗浜、厚层新填土等不良地质条件宜采用搜集资料、历史地形图比对、现场踏勘方法调查,并有针对性布置小螺纹钻探查明其分布范围及断面形态;必要时可采用静力触探、轻型动力触探等方法进行测试和评价。

4.3.10 勘察孔平面布置应根据勘察阶段、勘察等级等条件综合确定,勘察孔间距应符合以下规定:

1 勘察孔间距可按表 4.3.10 确定。

2 当地质条件复杂时或设计有特殊要求时,勘察孔应适当加密。

3 明浜、暗浜勘察时,宜沿河浜走向间距 30m 布置 1 条~2 条测量断面,每条断面布置不少于 5 个小螺纹钻孔,控制明浜、暗浜边界的小螺纹钻孔孔距宜为 2m~3m。

表 4.3.10 勘察孔间距

勘察阶段 勘察等级	方案设计勘察	初步设计勘察	试验设计勘察 施工图设计勘察
甲级	200~300	100~200	≤ 50
乙级		150~300	≤ 75
丙级			≤ 100

4.3.11 勘察孔深度应符合下列规定：

1 一般性勘察孔的深度应揭穿淤泥质土层或拟采用地基处理方法影响深度。

2 控制性勘察孔深度应满足目标沉降值计算厚度需要。

3 小螺纹钻探测明浜和暗浜时孔深应进入原状土层不小于 0.5m。

4.3.12 场地形成工程除应进行常规土工试验项目外,宜根据需要进行下列试验。

1 无侧限抗压强度试验、三轴压缩试验。

2 渗透试验。

3 固结系数试验,主要土层的先期固结压力试验。

4 击实试验(轻型和重型)。

5 水和土腐蚀性等试验。

4.3.13 岩土工程勘察成果文件应按不同勘察阶段进行编制,并应满足设计要求和现行上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37 的要求。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 场地形成工程设计宜根据工程建设需要划分为方案设计、初步设计、试验设计和施工图设计。

5.1.2 场地形成工程设计应具备下列资料。

1 附有原始地形的场地规划设计资料。

2 控制标准、处理等级分区等技术要求。

3 场地工程测量和岩土工程勘察资料。

4 场地内既有建(构)筑物及设施、地下障碍物和可能受施工影响的环境条件现状资料的勘查资料。

5 分期施工或改(扩)建工程应具备场地工程现状及使用情况等资料。

6 工程需要的土方来源的调研资料。

5.1.3 场地形成工程应根据原始场地地质条件、场地标高、处理等级、目标沉降控制值等条件,采用分层碾压法进行场地填筑,并采用排水固结法进行地基处理。必要时可通过试验性施工确定其他处理方法的适用性。

5.1.4 场地填筑施工图设计应通过施工前试验区(段)的试验和量测下列项目确定设计和施工参数:

1 粗粒土料的粒径、级配、土石比,细粒土料的最大干密度和最优含水量和质量控制指标。

2 分层填筑标高、厚度、松铺系数、施工工艺。

3 分层压(夯)实施工方法和施工参数等。

4 检验内容、方法、检验数量或频率、质量控制指标与评价

标准。

5.1.5 场地地基处理目标沉降值应根据下列条件综合确定：

- 1 地形测量的原始场地标高,或场地初始整平标高。
- 2 场地的土层分布及土体参数。
- 3 规划使用需求的附加荷载、工后沉降。
- 4 拟采用的地基处理方法和估算的最终沉降量。

5.1.6 处理后地基承载力宜通过现场载荷试验、取土分析法、标准贯入和静力触探等多种方法综合确定。

5.1.7 场地填筑和地基处理经检验不满足设计要求时,应查明原因,调整设计参数或地基处理方法,并对不满足要求的区域进行补充处理。

5.2 填料选择

5.2.1 填筑材料不得含有下列物质：

- 1 泥炭、植物根系、污染土和垃圾。
- 2 可溶性或易腐烂、有毒或可燃性等物质。
- 3 可能对人员产生伤害的污染物。
- 4 金属、橡胶、塑料或合成物质。
- 5 有机质含量不得大于 5%。
- 6 其他不符合环境保护的材料。

5.2.2 填筑材料应进行下列试验确定其适用性：

- 1 粉土和砂土进行颗粒分析试验。
- 2 黏性土的液限试验和塑性指数试验。
- 3 pH 酸碱值。
- 4 氯离子及硫酸根离子含量。
- 5 最优含水量及最大干密度。

5.2.3 作为填筑材料的混合粗粒土料、土夹石料、细粒土料以及其他材料等除满足本规范第 5.2.1 条规定要求外,尚应符合下列

规定：

1 混合粗粒土料：粒径大于 2mm 且小于 50mm 的碎石、卵石、角砾、圆砾等粗粒土质量应超过总质量 50%，且不得含有黏土块。

2 土夹石料：粒径大于 2mm 且小于 50mm 的粗粒土质量占总质量的 30%~50%，不得含有黏土块。

3 细粒土料：粒径大于 2mm 的粗粒土质量应小于总质量的 30%，不得含有大于 50mm 粒径的黏土块。

4 其他填筑材料应通过水稳性、耐久性和有害性等试验后确定。

5.2.4 场地外引进的填筑材料应经检验满足本规范第 5.2.1 条、第 5.2.2 条和第 5.2.3 条的规定。

5.2.5 填筑材料宜优先选用细粒土料，对变形、稳定有特殊要求的区域宜选用级配良好的粗粒料。

5.2.6 压实处理的填筑材料应符合下列规定：

1 宜选用粉质黏土，灰土、粉煤灰、级配良好的砂土或碎石土，土工合成材料，质地坚硬、性能稳定、无腐蚀性和放射性危害的工业废料等，不得使用淤泥、耕植土。

2 最大粒径不宜大于 50mm。

3 以粉质黏土、粉土作填料时，其含水量宜在采用击实试验确定的最优含水量 $\pm 2\%$ 的范围内。

5.2.7 填筑材料含水量超过最优含水量 $\pm 2\%$ 时应采取措施降低填筑材料的含水量。

5.3 土方调配

5.3.1 土方调配设计内容应包括填料选择、填筑范围、场地挖填平整标高、纵横坡度、土石比及密实度标准等。

5.3.2 土方调配设计应满足场地整体平整要求，并应符合下列

规定：

- 1 符合就近取料、挖填平衡、节约土地、保护环境要求。
 - 2 绘制挖填方分区图、土石方调配图和工程量清单等。
 - 3 确定挖填方分区的平整标高、纵横坡度、范围、不同填筑材料调配、边坡坡形和坡比。
 - 4 确定土石比、松铺系数及密实度等参数。
 - 5 确定填料的含水量和有机质含量标准。
- 5.3.3** 土方调配工程量应包括换填污染土及不合适土、回填及地基处理所造成的短期沉降、地基处理采用的排水层材料、经改良后用于结构性填埋的表层土和场地绿化的种植土等。
- 5.3.4** 土方量和石方量应根据填筑材料的自然松方的干重度进行折算。当缺少试验资料时,折算系数可按表 5.3.4 采用。

表 5.3.4 土石方折算系数

<div>土方类别 材料种类</div>	自然方	松方	填筑方
粗粒土料	1.00	1.50~1.70	1.25~1.35
混合粗粒土料或土夹石料	1.00	1.20~1.25	0.95~1.10
细粒土料	1.00	1.25~1.35	0.85~0.90

5.4 清表与地下障碍物清除

- 5.4.1** 清表厚度应根据场地地表土性质和分布确定,并不宜小于 300mm。
- 5.4.2** 当地表下 300mm 深度下存在下列物质时,应继续清除至满足环境保护要求：
- 1 树木和灌木及其根茎,以及其他植物残屑。
 - 2 生活垃圾以及污染土等。
 - 3 不符合填筑材料要求的其他物质或材料。

5.4.3 对环境无影响的表面耕植土宜根据场地绿化规划需要有计划集中堆积和使用。

5.4.4 拆迁时未拆除的既有建(构)筑物及其基础、地下结构、管径大于 25mm 的地下管线、道路和驳岸及附着物等各类影响后期施工和地基处理效果的地下障碍物应清除。

5.4.5 既有桩基、桥基等深基础,应在现状地表下截断并移除,截断深度应在设计地表以下不小于 3m。

5.4.6 地下障碍物宜采用人工或振动、噪声较小的机械等进行清除。

5.4.7 地下障碍物清出后遗留坑、槽应结合后续场地处理要求及时填筑。

5.5 明浜与暗浜处理

5.5.1 场地形成工程中明浜、暗浜应根据处理等级、浜内填充材料性状等采用换填法处理或直接进行地基处理。

5.5.2 高等级、中等级区域的明浜、暗浜应进行换填处理;低等级区域应对浜底淤泥进行换填处理。

5.5.3 明浜、暗浜换填处理时应清淤至浜底和浜壁的原状土,并铺设厚度 300mm 的中、粗砂压实后,使用选定的填筑材料填筑压实至清表后地面标高。

5.5.4 明浜、暗浜应分层进行换填,且厚度均匀。

5.5.5 换填压实方法应符合本规范第 5.6 节的相关规定。

5.5.6 每个换填层区块间应相互搭接,各层搭接部位应错开,搭接部位坡率不得小于 1:1。

5.5.7 换填施工应先填低洼或浜中部地段,后填一般地段并逐渐填至浜顶边。

5.5.8 换填层表面应能保持排水流畅。

5.6 场地填筑

5.6.1 场地填筑的厚度应根据场地标高、填料虚实土方比例和预计填筑后处理沉降量等计算确定。

5.6.2 填筑体填筑时应设置地表排水系统。

5.6.3 填筑压实方法应根据填料性质选用振动碾压法、冲击碾压法。

5.6.4 压实施工的分层厚度、碾压遍数、碾压范围和有效加固深度等参数应根据地基土的性质、填筑材料、压实机械的压实能量等通过现场试验确定,压实系数不小于 0.93。

5.6.5 压实法填筑应采用堆填摊铺法分层进行,严禁抛填填筑。

5.7 地基处理

5.7.1 场地形成工程以工后沉降、不均匀沉降和地基承载力为主要控制目标时,宜采用真空预压法、堆载预压法或真空联合堆载预压法进行地基处理,必要时采用复合地基进行处理。

5.7.2 真空预压法、堆载预压法或真空联合堆载预压法适用于处理淤泥质土、淤泥、冲填土等饱和黏性土地基,真空预压法适用于处理黏性土为主的软弱地基;沉降变形应按本规范第 5.7.24 条进行计算。

5.7.3 场地地基处理设计前应在现场选择代表性区域进行试验性施工和测试,并应符合下列规定:

1 确定加载速率控制指标,推算土的固结系数、固结度及最终竖向变形等。

2 进行地基竖向变形、侧向位移、孔隙水压力、地下水位等项目的监测。

3 根据试验处理效果修正设计和施工参数。

5.7.4 堆载预压处理强度较低的地基土时,预压荷载应分级逐步施加,确保每级荷载下地基的稳定性。

5.7.5 场地地基处理应按处理等级和处理面积分区进行,处理范围宜根据处理等级外扩 5m~10m,高等级取大值。

5.7.6 处理区边线与周边建筑物和地下管线等的距离应根据土质情况和被保护物的重要性确定,不宜小于竖向排水体插入深度的 1.5 倍。

5.7.7 预压法地基处理应设置竖向排水系统和水平排水系统。竖向排水系统宜穿透软土层,且不应进入下卧透土层。

I 真空预压

5.7.8 真空预压法地基处理设计应包括下列内容:

1 选择竖向排水体,确定其断面尺寸、间距、排列方式和深度;确定水平向排水体的布置、厚度和材料。

2 确定预压区范围、分块大小。

3 真空预压施工工艺。

4 密封墙的设计。

5 要求达到的真空度和土的固结度。

6 真空预压和未来荷载下土层的变形计算。

7 提出监测目的和要求,确定监测项目、监测设备、监测方法、监测频率、控制标准、测点布置和数量。

5.7.9 对边界密封条件良好的淤泥、淤泥质土或黏土地基,真空预压真空度不宜小于 85kPa;当处理区土层条件复杂时,真空预压真空度不宜小于 80kPa。

5.7.10 真空预压处理应分区进行,每块预压面积应尽可能大且成方形,分区面积宜为 $20\,000\text{m}^2 \sim 40\,000\text{m}^2$ 。

5.7.11 对于表层存在良好的透气层或在处理范围有充足水源补给的透水层,应采用水泥黏土搅拌桩或黏土搅拌桩密封墙等有效措施隔断透气层或透水层。

5.7.12 采用水泥黏土搅拌桩密封墙时应符合下列规定：

1 水泥掺入量宜为 5%，膨润土掺入量宜为 0.8%， Na_2CO_3 掺入量宜为膨润土重量的 5%，水灰比（含膨润土）宜为 1.9～2.0。

2 水泥为 P.O42.5 级硅酸盐水泥。

3 膨润土加碱加水搅拌后应放置 24h。

4 密封墙厚度不宜小于 1.2m，墙体的黏粒含量应大于 15%，渗透系数应小于 $1\times 10^{-5}\text{cm/s}$ 。

5.7.13 真空预压法应设置竖向排水系统，并应符合下列规定：

1 竖向排水体宜采用正方形或等边三角形布置。

2 塑料排水板型号及性能指标应符合表 5.7.13 的要求。

3 软土层深厚时，对以地基承载力或稳定性控制的工程，打设深度应超过危险滑动面下 3m；对以沉降控制的工程，打设深度应满足工程对地基残余沉降量的要求。

表 5.7.13 塑料排水板型号及性能指标

型号 项目		A 型	B 型	C 型	D 型	试验条件
打设深度(m)		≤15	≤25	≤35	≤50	
纵向通水量(cm^3/s)		≥15	≥25	≥40	≥55	侧压力 350kPa
滤膜渗透系数(cm/s)		≥ 5×10^{-4}				水中浸泡 24h
滤膜等效孔径(mm)		<0.075				以 O_{95} 计
塑料排水板抗拉强度 ($\text{kN}/10\text{cm}$)		≥1.0	≥1.3	≥1.5	≥1.8	延伸率 10%时
滤膜抗拉强度 (N/cm)	干	≥15	≥25	≥30	≥37	延伸率 10%时
	湿	≥10	≥20	≥25	≥32	延伸率 15%时， 水中浸泡 24h

5.7.14 真空预压法处理地基时顶部应设置水平排水垫层和排水滤管，并应符合下列规定：

1 具有良好的透水性和连续性。

2 宜采用含泥量不大于 5% 的中砂或粗砂,厚度不宜小于 0.5m。砂料的渗透系数宜大于 $1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ 。

3 排水滤管横向间距宜为 6m~7m,纵向间距宜为 30m~40m。

5.7.15 砂资源缺乏的地区,经充分论证并试验后可不设砂垫层,可将塑料排水板和水平滤管直接连接后铺膜进行真空预压处理,设计计算时应根据表层情况确定是否考虑竖向固结。

5.7.16 真空预压法处理时地基顶部应设置密封膜。密封膜宜采用 2 层~3 层聚乙烯或聚氯乙烯薄膜。单层密封膜的技术要求应符合表 5.7.16 的规定。

表 5.7.16 密封膜的技术要求

最小抗拉强度(MPa)		最小断裂伸长率 (%)	最小直角撕裂强度 (kN/m)	厚度 (mm)
纵向	横向			
18.5	16.5	220	40	0.12~0.16

5.7.17 真空预压处理区四周应开挖密封沟。密封沟深度应低于不透水、不透气层顶面以下 0.5m;密封沟开挖困难时可直接将密封膜踩入地面以下 0.5m。

5.7.18 抽真空设备、布置及使用应符合下列规定:

1 采用射流泵,单机功率不宜低于 7.5kW,在进气孔封闭状态下,真空压力应不小于 96kPa。

2 每台设备的控制面积宜为 $900\text{m}^2 \sim 1100\text{m}^2$ 。

3 处理区四周均匀布置,必要时也可适量布置在处理区中部。

4 施工后期抽真空设备开启数量应超过总数的 80%。

5.7.19 当处理区表层为较厚的超软土层且垫层施工困难时,宜采用二次处理方法,并符合下列规定:

1 用人力打设塑料排水板至新填超软土层底部。

2 将塑料排水板和滤管直接连接后铺膜抽真空。

3 新填软土层强度有一定程度提高后进行真空预压处理。

5.7.20 真空预压法停泵标准应根据目标沉降值和沉降速率确定。

5.7.21 真空预压地基平均固结度可按下式计算。

$$U_{rz} = 1 - (1 - U_z)(1 - U_r) \quad (5.7.21-1)$$

$$U_z = 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-\frac{\pi^2}{4} T_v} \quad (5.7.21-2)$$

$$T_v = \frac{c_v t}{H^2} \quad (5.7.21-3)$$

$$U_r = 1 - e^{-\beta_r t} \quad (5.7.21-4)$$

式中: U_{rz} ——地基平均固结度;

U_z ——地基竖向平均固结度;

T_v ——时间因子;

U_r ——地基径向平均固结度;

β_r ——径向固结指数;

t ——固结时间。

5.7.22 对于欠固结地基,其固结度和沉降计算应分析欠固结因素的影响。

5.7.23 地基变形计算深度应符合下式要求,当计算深度下有较软土层时应继续计算。

$$\Delta s'_n \leq 0.025 \sum_{i=1}^n \Delta s'_i \quad (5.7.23)$$

式中: $\Delta s'_n$ ——在由计算深度向上取厚度为 Δz 的土层计算变形值;

$\Delta s'_i$ ——在计算深度范围内,第 i 层的计算变形值。

5.7.24 沉降量应按下式计算:

$$s_i = \phi_s s_c \quad (5.7.24-1)$$

$$s_c = \sum_{i=1}^n \frac{e_{0i} - e_{1i}}{1 + e_{0i}} h_i \quad (5.7.24-2)$$

式中: s_t ——沉降量(m);

s_c ——单向压缩分层总和法计算的沉降量(m);

e_{0i} ——第 i 层中点土自重压力所对应的孔隙比,由室内固结试验 $e \sim p$ 关系曲线查得;

e_{1i} ——第 i 层中点土自重压力和附加应力之和所对应的孔隙比,由室内固结试验 $e \sim p$ 关系曲线查得;

h_i ——第 i 层土层厚度(m);

ψ_s ——沉降计算经验系数。

II 堆载预压

5.7.25 堆载预压法处理地基设计应包括下列内容:

1 选择竖向排水体,确定其断面尺寸、间距、排列方式和深度;确定水平向排水体的布置、厚度和材料。

2 确定预压区范围、预压荷载大小、荷载分级加载速率、预压时间和卸载标准。

3 计算地基土的固结度、强度增长、稳定性和变形。

4 提出监测目的和要求,确定监测项目、监测设备、监测方法、监测频率、控制标准、测点布置和数量。

5.7.26 竖向排水体可选用普通砂井、袋装砂井及塑料排水板,并符合下列规定:

1 普通砂井直径可取 300mm~500mm,袋装砂井直径可取 70mm~120mm,砂料应选用中、粗砂,黏粒含量应小于 3%。

2 塑料排水板的宽度不宜小于 100mm,厚度不宜小于 3.5mm,其当量直径可按式(5.7.26)进行计算。

$$d_p = \alpha \frac{2(b + \delta)}{\pi} \quad (5.7.26)$$

式中: d_p ——塑料排水板当量直径(mm);

α ——换算系数,无试验资料时可取 $\alpha = 0.75 \sim 1.00$;

b ——塑料排水板宽度(mm);

δ ——塑料排水板厚度(mm)。

3 竖向排水体可采取等边三角形或正方形布置。

4 竖向排水体的间距可根据地基土固结特性和预定时间内所要求达到的固结度按表 5.7.26 确定。

5 排水体深度应根据建筑物对地基的稳定性、变形要求和工期确定。以地基稳定性为控制标准的工程,深度应超过最危险潜在滑动面深度下不小于 2.0m;以变形量为控制标准的工程,深度应根据在限定的预压时间内需完成的变形量确定,并宜穿透主要压缩土层。

表 5.7.26 竖向排水体的间距

竖向排水体类型	井径比 $n(d_e/d_w)$
塑料排水板或袋装砂井	15~22
普通砂井	6~8

注:1 表中 d_w 为排水体直径,对塑料排水板可取其带当量直径 d_p ;
2 表中 d_e 为排水体等效影响圆的直径,等边三角形布置时 $d_e=1.05s$ (竖向排水体间距,mm),正方形布置时 $d_e=1.13s$ 。

5.7.27 堆载预压法处理地基宜在地表铺设与竖向排水体相连的砂垫层;在预压区边缘应设置排水沟,在预压区内宜设置与砂垫层相连的排水盲沟。砂垫层符合下列规定:

- 1 厚度不应小于 0.5m。
- 2 砂料宜用中、粗砂,黏粒含量不宜大于 5%,砂料中可混有少量粒径小于 50mm 的砾石,确保加固全过程中垫层排水通畅。
- 3 砂垫层质量控制标准及检验方法应符合表 5.7.27 的规定。

表 5.7.27 砂垫层允许偏差、检验数量和方法

项目	允许偏差 (mm)	检验单元和数量	单元 测点	检测方法
顶面标高	+30、-20	每处(100m ² 一处)	1	用水准仪 测量
厚度(h)	±h/10		1	

5.7.28 当软基处理区域砂料资源较缺乏且填土呈流塑状态、高含水量和极低的强度、承载力时,可采用无砂垫层堆载预压法,并应符合下列要求:

1 将竖向排水体与透水软管绑扎,形成水平排水系统,并与抽真空系统直接连接。

2 无纺土工布或其他排水体系等无砂垫层应具备一定的透水性能,并能满足排水要求。

5.7.29 预压荷载大小应根据设计要求确定,可与使用功能的设计荷载相同。对严格要求控制沉降和不均匀沉降、工后沉降量不满足工程要求、地基承载力和稳定性的工程及缩短预压时间的工程,可采用超载预压。

5.7.30 堆载预压法或超载预压法均应根据现场试验确定荷载限度、施工步骤和预压时间。

5.7.31 堆载预压荷载宜采用土、砂石等材料。当采用覆水辅助预压荷载时,覆水预压高度不宜大于 2m。预压荷载的顶面范围应大于工程要求处理的范围。

5.7.32 加载速率应根据地基土的强度确定。当地基土的强度满足预压荷载下地基的稳定性要求时可一次性加载;分级逐渐加载时应待前期预压荷载下地基土的强度增长满足下一级荷载下地基的稳定性要求时方可加载。

5.7.33 堆料加载应分层摊铺,临时堆高不得超过设计厚度 1.0m。施工中分小块摊铺时,应避免引起地表隆起或加载边界区域沉降速率过快。

5.7.34 堆载预压法卸载应符合下列规定:

1 对主要以变形量为控制标准的工程,排水竖向排水体深度范围和竖向排水体底面以下压缩土层经预压所完成的变形量和平均固结度符合设计要求。

2 对主要以地基承载力为控制标准的工程,地基土经预压而增长的强度满足地基承载力要求。

5.7.35 预压地基在一级或多级等速加载条件下,某一固结时间对应总荷载下的地基平均固结度可按下式计算:

$$\bar{U}_t = \sum_1^n \frac{q_n}{\sum \Delta p} \left[(T_n - T_{n-1}) - \frac{\alpha}{\beta} e^{-\beta t} (e^{\beta T_n} - e^{\beta T_{n-1}}) \right] \quad (5.7.35)$$

式中: \bar{U}_t —— t 时间地基的平均固结度(%) ;

q_n ——第 n 级荷载的加载速率(kPa/d) ;

$\sum \Delta p$ ——各级荷载的累加值(kPa) ;

T_{n-1} 、 T_n ——分别为第 n 级荷载加载的起始和终止时间(从零点起算),当计算第 n 级荷载加载过程中某时间 t 的固结度时, T_n 改为 t ;

α 、 β ——参数,按表 5.7.35 采用 ;

\bar{U}_z ——双面排水层或固结应力均匀分布的单面排水土层的平均固结度(%) ;

c_h ——地基土的径向排水固结系数(mm²/s) ;

c_v ——地基土的竖向排水固结系数(mm²/s) ;

H ——固结土层竖向渗流的最大距离(mm),单面排水时, H 取填土层的厚度,双面排水时, H 取两排水面间土层厚度之半 ;

J ——涂抹因子, $J = \ln(s) \left(\frac{k_h}{k_s} - 1 \right)$;

G ——井阻因子,与竖向排水通水能力有关, $G = \frac{\pi^2 k_h H^2}{4q_w}$;

F_n ——井径比因子 $F_n = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) - \frac{3n^2 - 1}{4n^2}$;

s ——涂抹比,涂抹区直径 d_s 与竖向排水体直径 d_w 的比值,可取 $s = 2.0 \sim 3.0$,对中等灵敏度取低值,对高等灵敏度取高值 ;

k_s ——涂抹区土的水平向渗透系数(mm/s), $k_s =$

$$\left(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{3}\right) k_h;$$

k_h ——天然土的水平向渗透系数(mm/s);

q_w ——竖向排水体的通水能力(mm³/s)。

表 5.7.35 α 、 β 值

排水固结参数		径向排水	竖向排水 $\bar{U}_z > 30\%$	竖向和径向 组合三维排水
β	理想井	$\beta_r = \frac{8c_h}{F_n d_e^2}$	$\beta_z = \frac{\pi^2 c_v}{4H^2}$	$\beta_r + \beta_z$
	非理想井	$\beta_r = \frac{8c_h}{(F_n + J + \pi G) d_e^2}$		
α		1	$\frac{8}{\pi^2}$	$\frac{8}{\pi^2}$

注:1 理想井为不考虑井阻和涂抹对固结影响的情况,非理想井为考虑井阻和涂抹作用的情况;

2 表中 β_r 、 β_z 分别为径向和竖向固结指数。

5.7.36 对竖向排水体未穿透受压土层的地基,应分别计算排水体范围土层的平均固结度和底面以下受压土层的平均固结度,通过预压使两部分固结度和所完成的变形量满足设计要求。

5.7.37 堆载预压填土地基某点任意时间的抗剪强度可按下式计算。

$$\tau_{ft} = \tau_{f0} + \eta \Delta \tau_{fc} \tag{5.7.37-1}$$

对欠固结土

$$\Delta \tau_{fc} = (\Delta \sigma_z + \mu_0) U_t \tan(\varphi_{cu}) \tag{5.7.37-2}$$

对正常固结土

$$\Delta \tau_{fc} = \Delta \sigma_z U_t \tan(\varphi_{cu}) \tag{5.7.37-3}$$

对超固结土

$$\Delta \tau_{fc} = (\Delta \sigma_z - \sigma_c) U_t \tan(\varphi_{cu}) \tag{5.7.37-4}$$

式中: τ_{ft} —— t 时刻填筑地基中某点土的抗剪强度(kPa);

τ_{f0} ——地基土天然抗剪强度(kPa),由十字板剪切试验

测定；

η ——土体由于剪切蠕变等因素而引起强度衰减的折减系数，可取 0.90~0.95，剪应力越大，取值越小；

$\Delta\tau_{ic}$ ——该点土由于固结而增长的抗剪强度(kPa)；

$\Delta\sigma_z$ ——预压荷载引起的该点的附加竖向压力(kPa)；

μ_o ——自重下该点的孔隙水压力(kPa)；

U_t ——该点土的固结度(%)；

φ_{cu} ——三轴固结不排水剪试验得到的土的内摩擦角；

σ_c ——该点的超固结压力(kPa)。

5.7.38 预压荷载下地基的最终竖向变形量可按本规范 5.7.24 条计算。

Ⅲ 真空和堆载联合预压

5.7.39 当真空预压荷载小于预压荷载设计值时，宜采用真空和堆载联合预压法。

5.7.40 堆载体的坡肩线宜与真空预压范围边线重合。

5.7.41 密封膜上下均应设置保护层。保护层可采用土工织物等材料。

5.7.42 真空预压密封膜上堆载时间，一般软黏土应在真空预压满载 10d 后进行，高含水量的淤泥类土宜在真空预压满载 20d~30d 开始堆载。

5.7.43 加载过程中地基向处理区外的侧向位移速率不应大于 5mm/d，地表沉降速率不应大于 15mm/d。

5.8 大面积平整

5.8.1 大面积平整包括地基处理后不满足场地标高、地面坡形区域的填筑和修整等。

5.8.2 大面积平整填筑压实方法可选用振动碾压或冲击碾压等

方法,不宜采用强夯等可能扰动深层土体的处理方法。

5.8.3 场地填筑的厚度应根据场地标高、填料虚实土方比例和预计处理沉降量等计算确定。

5.8.4 大面积平整填筑压实技术要求应符合本规范第 5.6 节的相关规定。

5.9 边坡工程

5.9.1 场地形成工程的边坡可分填筑前的原始边坡、挖方和填方形成的临时及永久性边坡。当工程项目分期建设时,应结合工程建设计划,综合进行边坡设计,减少临时边坡。

5.9.2 边坡设计前应做好下列工作:

1 搜集工程建设规划、场地使用要求、工程测量和岩土工程勘察资料。

2 了解建设场地规划的边坡用地条件及水土保持、环境保护的相关规定和要求。

3 掌握原始边坡、填方和挖方边坡的土石方调配和总体施工方案。

4 景观绿化效果等要求。

5.9.3 边坡设计内容除应根据建设计划、本期工程和后续工程使用要求以及符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 和行业相关标准的规定外,尚应符合下列规定:

1 根据边坡工程有关的岩土工程勘察资料及填料特性,确定边坡稳定性分析的计算参数。

2 边坡稳定性分析应选择不少于 2 个具有代表性的剖面进行计算。

3 结合填筑后的状况综合分析原始边坡的稳定性。

4 永久边坡在保证稳定和场地设计条件的前提下,应提高综合坡比。

5.9.4 边坡应进行施工期、使用期的整体抗滑稳定分析、局部抗滑稳定分析及地基承载力计算。

5.9.5 边坡稳定性应根据原场地土质条件、填筑体材料及高度等条件采用不同的方法进行分析,并应符合下列规定:

1 当原地基比较均匀或为软土地基时,宜采用圆弧滑动法或简化毕肖普法进行分析。

2 当原地基与填筑体界面高程变化较大时,宜采用平面或折线滑裂面进行分析。

3 对于复杂场地除进行工程地质类比法分析外,尚宜进行三维数值法分析。

5.9.6 边坡稳定性计算所采用的参数应根据室内试验或现场试验成果,结合工程经验综合确定,并应符合下列规定:

1 施工期边坡稳定性分析宜采用击实曲线上要求压实系数对应含水量制备的试样所做的直接快剪和三轴不固结不排水剪参数。

2 地下水位以下原场地地基和粗粒土料填筑地基、毛细水上升高度以下的细粒土料填筑地基,应采用饱水试件的直接快剪和三轴不固结不排水剪参数。

3 粗粒土料采用相同干密度、固体体积率、相同级配条件下的室内三轴试验或现场大型剪切试验获取抗剪参数。

4 预计填筑地基浅层局部破坏、填筑地基内部排水不良以及填筑地基与原场地地基结合部排水不畅时,应采用饱水试件的直接快剪和三轴不固结不排水剪参数。

5 在条件许可时宜采用现场大型直剪试验参数,试验点应选在代表性土层。

6 新建和已建的填方边坡稳定性分析宜采用原状土样直接快剪和三轴不固结不排水剪参数。

5.9.7 边坡稳定计算所得的安全系数不应小于表 5.9.7 的要求。

表 5.9.7 边坡稳定安全系数

边坡类别	天然工况	暴雨工况	暴雨+地震工况
圆弧法	1.30	1.15	1.05
平面滑动法和折线法	1.35	1.20	1.10

注：重要的边坡工程应采用综合计算方法，各种方法计算的安全系数均应大于本表中的数值。

5.9.8 当受场地地形、填料等限制，不能通过放坡满足边坡稳定要求时，除提高原场地地基承载力外，宜采取加筋土、挡土墙等措施提高填筑地基边坡稳定性。

5.9.9 填筑边坡形式和坡率应根据填料的物理力学性质、边坡高度、荷载及地基工程地质条件等确定，并应符合下列规定：

1 边坡形式应在稳定分析的基础上进行不同形式的比较确定，并应采用变坡形式优化土石方量。

2 当填筑体条件良好时，边坡形式和坡率可按表 5.9.9-1 采用。

3 当边坡各高度构成大于表 5.9.9-1 的数值时，其超出的下部边坡形式和坡率应根据填料的性质由稳定分析计算确定，最小稳定安全系数应符合本规范第 5.9.7 条的规定，边坡形式宜采用阶梯型。

表 5.9.9-1 边坡类型和坡率

边坡高度(m)			边坡坡率			边坡类型
总高度	上部高度	下部高度	坡率	上部坡率	下部坡率	
H	$H/3$	$2H/3$	1:2.00			直线型
			—	1:1.50	1:1.75	折线型

4 临时边坡形式和坡率可按表 5.9.9-2 选用。

表 5.9.9-2 边坡类型和坡率

坡型	总坡率	边坡设计参数		
		单级边坡坡比	马道宽度(m)	马道坡度(%)
临时边坡	1:1.5~1:2.5	1:1.3~1:2.0	1.5~2.0	1~2

注：土料填筑的边坡和高度大的边坡坡比、坡高取小值，马道宽度取大值。

5.9.10 永久性边坡坡脚外应设置不小于 2m 宽的天然保护地带或坡脚墙。

5.9.11 永久性坡体内排水应符合下列要求：

1 块(碎)石和透水性大的材料填筑的地基可不设边坡内部排水,黏性土填筑的地基内部可采用单一或综合的水平排水滤层、塑料(丝)排水笼或排水管等排水方法。

2 水平排水滤层可采用碎石铺设。碎石滤层垂直间距应根据填料、气候条件、水文地质条件确定,可在对应马道布设一滤层;滤层厚度不宜大于分层填筑碾压厚度。

3 塑料(丝)排水笼或排水管的长度、间距应根据排水量和填料的性质确定。对应于填筑地基内部排水系统出口应布设不少于一个排水笼或排水管,其长度不应小于填筑地基内部泄水系统出口与坡面之间的距离。

4 碎石排水层和排水笼的坡度宜为 1%~2%。

5 填筑地基内部排水排出口应与坡面排水沟结合,不得破坏边坡坡脚。

5.9.12 永久性边坡坡面排水应与边坡内部排水相结合,并应符合下列要求：

1 渗透性小的填筑体应在坡面上设置纵向与横向排水系统。

2 纵向排水可在马道上设置砌石排水沟,排水沟断面尺寸应根据地形、地质和汇水面积确定,坡度不宜小于 0.3%。

3 横向排水应顺坡方向每隔 30m~50m 设置一道。

4 受水浸淹边坡宜采用浆砌护坡,高度应大于历史最高水位。

5.9.13 填方边坡坡面防护应根据当地气象条件、水文条件、边坡的岩土性质、水文地质条件、边坡坡率与高度、环境保护、水土保持要求等,选用适宜的防护措施,防护范围应包括边坡坡面和边坡稳定影响区。

5.9.14 坡脚下设置的排水沟或盲沟应与场地排水工程有效结合。

5.10 排水工程

5.10.1 场地形成排水工程包括场内排水工程和场外排水工程。

5.10.2 排水工程应充分利用场地地形和天然排水系统进行总平面规划设计,形成完整的排水系统。

5.10.3 排水工程设计应根据场地地形地貌、地区气候条件、场地工程地质和水文地质条件、地下水的类型和补给来源、地下水的活动规律、工程排水范围、汇水面积、汇水流量等有关水文气象资料确定参数。

5.10.4 排水工程应与边坡排水和坡面防护工程综合考虑,防止填筑体遭受冲刷和失稳。

5.10.5 排水工程设计应符合下列规定:

1 对排水系统各主、支沟控制段的汇水面积进行分段计算,并根据降雨强度和校核标准分别计算各主、支沟段汇流量和输水量。

2 确定排水沟断面或校核已有排水沟的过流能力。

3 汇水面积可采用积仪法、方格法、称重法、梯形计算法或经验公式法计算。

4 表面排水的设计降雨重现期宜为 15 年。

5.10.6 场地地面临时排水设施应满足地表水(含临时暴雨)、地下水和施工用水等的排放要求,并宜与地面工程的永久性排水措施相结合。

5.10.7 场内永久性排水应符合下列规定:

1 地表排水设施位置、数量和断面尺寸应根据地形、降雨强度、历时、分区汇水面积、地面径流量、渗水量等确定。

2 排水沟断面宜为矩形、梯形、复合型或 U 形,进出口平面

布置,宜采用长度取设计水深 3 倍~4 倍的喇叭口或八字形导流翼墙;当排水沟断面变化时,应采用渐变段衔接,其长度可取水面宽度之差的 5 倍~20 倍。

3 排水沟顶部应高于沟内设计水面不小于 0.2m。

4 排水沟的纵坡应根据地形、地质及与场外排水系统连接条件等确定,当自然纵坡大于 1:20 或局部高差较大时,可设置陡坡或跌水。

5 对排水沟的弯曲段,防止水位壅高的安全超高,不宜小于 0.3m。

6 开裂变形的坡体或填筑交界面处,应及时用黏土或水泥浆填实裂缝,整平积水坑、洼地,迅速排除雨水。

5.10.8 场外永久性排水应符合下列规定:

1 系统应包括排除地表水、地下水和减少地表水下渗等措施;

2 地表排水、地下排水与减少地表水下渗的措施应相互结合形成体系,连接方式应根据沟线、地形、地质条件等因素确定;

3 排水沟和截洪沟布设应利用原始地形和天然水系,沿工程场地周边设置,离填方、坡脚的距离不宜小于 5m。

5.10.9 排水工程结构应安全可靠,便于施工、检查及维修,并应符合下列规定:

1 纵向排水沟每 100m~300m 应设置一条,其纵向坡降不应小于 0.12%。

2 排水沟宜预留 0.1m~0.2m 超高值,在转弯半径较小的坡段,凹向侧超高宜适当增加。

3 排水沟应进行防渗处理,当坡度大于 1:20 或局部高差较大时应设置跌水。

4 应根据场内排水流量及毗邻地带的地表水流入量确定排水沟和截洪沟的断面尺寸、坡度和长度。

5 排水沟宜采用浆砌砖、片(块)石砌筑,松软地基地段宜采

用毛石混凝土或素混凝土修筑。砌筑砂浆的强度等级宜为 M7.5～M10,砌筑的排水沟可用比砌筑砂浆高一级的砂浆进行勾缝,毛石混凝土或素混凝土的强度等级不宜低于 C15。

6 外围截(排)水沟应在迎水面设置泄水孔,泄水孔尺寸宜为 100mm～300mm。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 场地形成工程施工应对施工设施、施工道路进行系统的总体规划布置,并依据总体布置对局部区块进行具体布置。

6.1.2 施工前应作好下列准备工作:

1 对填筑材料取样进行复检试验。

2 核查探明和清除地下障碍物。

3 设置不受施工影响的基准点、基准线和水准基点,并做好复核测量和保护。

4 逐级施工技术交底,熟悉工程图纸和工程地质资料。

5 场地基本平整,供电、供水、排水等设施准备完善。

6 设备进场安装调试、检查和修理工作。

6.1.3 场地填筑过程中应保证填土的均匀性和表面平整度,并严格控制填土施工的含水量。

6.1.4 当天然地面坡度大于 20%时,应采取防止压实填土可能沿坡面滑动的措施,并应避免雨水沿斜坡排泄冲刷坡面。

6.1.5 当压实填土阻碍原地表水排泄时,应根据地形修筑雨水截水沟或设置其他排水设施。

6.1.6 雨期施工应进行场地有组织排水。填筑体表面坡度宜保持不小于 1.5%;地下水位高于处理界面时,应采取排水措施。

6.1.7 冬期进行压实施工时,宜采取防冻措施。

6.1.8 施工过程中严禁扰动下伏层,并防止其受水浸泡。施工结束后应根据采用的施工工艺,待土层休止期后再进行后续工程的施工。

6.1.9 施工过程中,应保证监测仪器埋设与监测工作的正常进行,保护埋设仪器和测量标志完好无损。

6.1.10 场地形成应采取动态化设计和信息化施工。

6.2 土方调配

6.2.1 土方调配应按照设计要求的填料、计算填筑量和总体施工组织顺序进行实施。

6.2.2 土方调配应兼顾各个施工区域的土方需求,同一施工区域应采用同一土源,严禁不同土源混用。

6.2.3 土方调配过程中形成的坑、槽应及时填平压实。当压实系数达不到要求,应采取翻晒和换填等处理措施。

6.2.4 土方调配过程中应根据施工进度及时进行标高量测,控制不同区域的地形和土方用量。

6.3 清表与地下障碍物清除

6.3.1 清表与地下障碍物清除应根据地基处理方法等设计要求和障碍物调查结果进行施工。

6.3.2 清表应采用挖机清除地表设计要求厚度的表层土,并碾压平整。

6.3.3 对清表、障碍物清除形成的坑、槽、穴应填平压实。当压实系数达不到要求,应采取翻晒和换填等处理措施。

6.3.4 清表、障碍物清除前后应进行标高量测,控制不同区域的场地标高和地形。

6.4 明浜与暗浜处理

6.4.1 场地内明浜、暗浜处理分层换填应达到设计要求的标高,

每层填料应碾压密实。

6.4.2 明浜、暗浜换填处理填筑材料除应符合本规范第 5.2 节外,尚应符合下列规定:

- 1 直径小于 $75\mu\text{m}$ 的颗粒所占比例应小于 25%。
- 2 氯离子含量不应多于 500mg/kg , pH 值宜为 6~8。
- 3 良好级配,不均匀系数(d_{60}/d_{10})应大于 5。

6.4.3 明浜、暗浜换填处理填筑材料应现场验证其适宜性。

6.4.4 明浜、暗浜换填处理填筑材料的含水量应控制在最优含水量的 $\pm 2\%$ 的范围内。

6.4.5 明浜、暗浜换填开挖施工应符合下列规定:

- 1 应用挖机清淤并呈台阶状挖至原状土,挖方底线以上 200mm 应采用人工挖除,开挖边坡的整体坡度宜为 1:1.5。

- 2 砂垫层施工应采用平板振动器分层振实,每层松砂铺设厚度宜为 150mm,应防止扰动坑底原状土。

- 3 浜底宜设水平向排水盲沟,竖向间隔布置集水井,水平向排水盲沟宜采用 1.5‰的坡度汇集至集水井。

6.4.6 明浜、暗浜换填填筑施工应符合下列规定:

- 1 换填应按先填低洼、浜中部,后一般地段并逐渐填至浜边。

- 2 换填应采取水平分层回填并振动碾压,对于高等级、中等级处理区每层厚度应均匀且压实后厚度不大于 250mm,低等级处理区,每层厚度应均匀且压实后厚度不大于 200mm。

- 3 换填应分层错缝搭接,搭接宽度不应小于 1m。

- 4 分层换填应确保回填层的均匀性和表面平整度,填筑体表面应做到保持排水流畅。

6.4.7 明浜、暗浜换填处理施工过程中不应扰动河浜护岸。

6.5 场地填筑

6.5.1 场地填筑应按设计要求分层压实。下层的密实度应经检验合格后方可进行上层施工。

6.5.2 填筑施工顺序应先两边、后中间。

6.5.3 填筑高度应根据设计标高、填筑材料和压实工艺等预留一定的工后下沉高度。

6.5.4 分层施工交接位置处理应符合下列规定：

1 各填筑层应错开搭接，上下层错缝距离不应小于 1.0m。

2 分层碾压各区域间应做好搭接并修筑成大于 1:1.5 的接坡。

3 搭界区域宜增加 2~3 遍压实遍数；边角及转弯处应采取双向或交叉碾压等措施确保压实到设计标准。

4 碾迹重叠不应小于 0.5m。

6.5.5 填筑施工过程中应控制场地排水，填土区应中间稍高，两边稍低，坡度宜保持在 1.5‰或以上。

6.5.6 分层碾压施工要求应符合下列规定：

1 分层碾压设备应根据实际情况选取，其压实宽度、振动频率、理论振幅等参数视现场施工情况进行确定。

2 分层碾压每层压实后厚度不应大于设计要求，应保证回填的均匀性和表面平整度。

3 碾压时应充分注意层面材料的含水量，必要时应进行浇水以确保其处于最佳含水量状态。

6.5.7 冲击碾压施工应符合下列规定：

1 运行速度应遵循“先慢后快、先轻后重”的原则。

2 冲压初期速度宜为 10km/h~12km/h，待土体具有一定强度后可提高到 12km/h~15km/h。

3 施工过程中应对冲压前后的地表及时进行刮平处理和碾

压处理,避免地表不平影响压实设备运行速度和低洼处雨水滞留影响压实质量。

4 对于含水量较低的填料,冲击碾压出现松动现象时应及时洒水,避免扰动层厚度随冲压遍数的增加而增大,影响冲击能向深层传递的效果。

6.6 地基处理

6.6.1 施工前排水材料、密封膜和施工设备的质量与性能应经检验合格后方可使用。

6.6.2 堆载加载应分期分级进行,连续观测,并应根据观测资料综合分析、判断地基的稳定性。

6.6.3 抽真空停泵、堆载预压卸载应符合设计及规范要求。

6.6.4 覆水预压围堰的尺寸和材料应符合设计要求。

6.6.5 施工结束后宜量测沉降值、检验地基土的强度和物理力学性能指标及设计要求的其他指标。

I 真空预压

6.6.6 水平排水砂垫层施工应符合下列规定:

1 砂垫层的材质、厚度和铺设质量满足设计要求。

2 排水砂垫层中砂或粗砂含泥量不大于5%,渗透系数宜大于 $1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$,干密度应大于 15 kN/m^3 。

3 中粗砂紧缺的地区,经过充分论证并实验后可采用其他材料或其他形式的排水通道。

4 砂垫层应清理平整,无淤泥和泥砂混合、尖石、铁器等有棱角的或尖锐的硬物。

5 当处理区表层无法直接铺设水平排水垫层采取无砂垫层法时应符合本规范第5.7.28条的规定,并确保抽真空时出水清澈,出水混浊时应返工检查。

6.6.7 塑料排水板施工应符合下列规定：

1 施工插板机就位后导管中心应与排水板地面定位重合。

2 根据排水板的间距和深度要求进行插打，排水板定位偏差不应大于 30mm，施工前应先进行试打。

3 打设时套管下桩定位偏差应控制在 $\pm 30\text{mm}$ 以内，管靴与板位标记的偏差应不大于 50mm。

4 打设过程中套管的垂直度偏差应不大于 1.5%。

5 排水板接长时板芯应对插搭接，搭接长度不应小于 200mm；其打设时回带长度不应超过 500mm，回带的根数不宜超过打设总根数的 5%。

6 导管拔出剪断排水板露出砂垫层的长度不应小于 200mm。

7 施工插板机移机到下一点位时应及时用砂充实排水板孔眼。

8 打设过程中逐根自检，不符合检验标准时在临近板位处补打。

9 六级以上风力时应停止排水板打设施工。

6.6.8 滤管施工应符合下列规定：

1 主管、滤管材料性能指标应符合设计及相关规范要求。

2 主管横向、滤管纵向布置，主管间距应符合设计要求，主管和滤管直径应相同。

3 主管与滤管之间应使用软胶管连接，连接长度应不小于 100mm。

4 滤管上应设置有直径为 10mm 的圆孔，滤管圆孔间距和排距宜为 40mm。

5 主管和滤管均应在砂垫层中开沟连接并埋设入内，深度宜为 250mm。

6 滤管出膜装置安装时应严格密封，不得漏气，滤管伸出密封膜外部分应确保密封效果。

7 滤管连接件与滤管连接牢固,连接长度不小于 100mm;滤管及其连接件在预压过程中能适应地基变形。

8 水平排水滤管伸出密封膜的开口部分应用土工布包裹,防止砂土进入管内。

9 塑料排水板和滤管宜采用缠绕或自拉锁固定的方式进行连接。

6.6.9 抽真空主管与滤管、滤管与滤管之间采用四通、三通或二通接头连接,并确保地基沉降后不致拉脱。

6.6.10 当处理区域边界透水层、透气层较深采用水泥黏土搅拌密封墙应符合下列规定:

1 宜采用 $\Phi 700$ 双排搅拌桩工法,搭接宽度不宜小于 200mm。

2 成桩搅拌应均匀,水泥黏土密封墙的深度、厚度、黏粒含量和渗透系数应符合设计要求。

3 搅拌后墙体的黏粒含量应大于 15%,渗透系数不应大于 $1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 。

6.6.11 密封沟施工应满足下列要求:

1 密封沟深度和宽度满足设计要求。

2 当处理区四周围未采用密封墙时,密封沟深度应挖至不透水、不透气的顶面以下不小于 0.5m。

3 当处理区四周采用密封墙时,密封沟宜挖到密封墙顶下不小于 0.5m。

4 密封沟内回填的黏土不应含杂质并分层压实。

5 密封沟内的塑料排水板应沿沟边伸入到处理区内的水平排水砂垫层中不小于 200mm。

6.6.12 土工布及真空膜的规格及其各项性能指标应符合设计及规范要求。土工布应使用工业缝纫机缝合,缝合尼龙线强度应大于 150N,采用包缝或丁缝,搭接宽度应大于 200mm。

6.6.13 铺设密封膜之前,各种监测仪器应埋设完毕。膜下砂垫

层中的真空表应布置在两滤水管平行距离的中部,严禁将真空表测头埋入滤管和主管内。

6.6.14 密封膜铺设应符合下列规定:

1 密封膜应采用热合平搭接粘结法,搭接宽度不应小于20mm,热合不紧或融穿现象、有孔洞时及时修补。

2 密封沟内的密封膜紧贴内侧坡面铺平,第一层密封膜铺设符合要求后方可铺设第二层密封膜。

3 密封膜加工后的边长大于处理区相应边长不少于4m,当处理区地质条件复杂时,适当加长密封膜并松弛铺设。

4 密封膜应在白天应按顺风向铺设,且风力不得超过5级。

5 铺设时密封膜的展开方向应与包装标明的方向一致。

6 应根据需要对密封膜采取覆水或覆土等保护措施,严禁施工人员着硬底鞋在膜上作业或行走。

7 抽气期间应经常检查密封膜,有破损时应及时修补。

8 膜上堆载施工前应先在密封膜上按设计要求铺设保护层,堆载施工时间和各级荷载大小符合设计要求。

6.6.15 抽真空设备宜采用真空射流泵,真空射流泵的功率不宜低于7.5kW,其真空压力不应小于96kPa,抽真空设备的位置和数量应满足设计要求。

6.6.16 铺膜完成时应先安装少量真空泵进行工作以吸住铺设好的膜。正式抽气前应进行试抽气,试抽气时间宜为4d~10d,发现问题应及时处理;正式抽气阶段膜下真空压力应满足设计要求。

6.6.17 出膜装置安装时应严格密封,真空管管路中应设置止回阀和闸阀,每套抽真空设备应安装一个标准真空表。

6.6.18 抽真空过程中,应保证膜下真空度达到并稳定在80kPa以上。

II 堆载预压

6.6.19 堆载预压法的施工流程宜按图 6.6.19 实施。

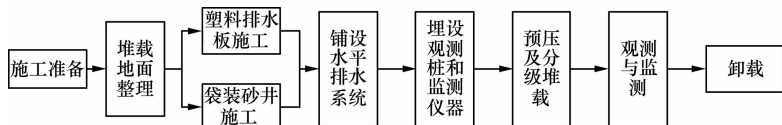


图 6.6.19 堆载预压法施工流程图

6.6.20 塑料排水板施工除应符合本规范第 6.6.7 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 塑料排水板的性能指标应符合设计要求。

2 塑料排水板在现场应妥善保管，破损或污染的塑料排水板不得在工程中使用。

3 所用套管应确保插入地基中的排水板不扭曲。

4 塑料排水板需接长时，应采用滤膜内芯带平搭接的连接方法，搭接长度不宜小于 200mm。

6.6.21 采用袋装砂井所用套管应符合下列规定：

1 套管内径宜略大于砂井直径。

2 施工时拔管与冲击应交替重复进行，直至砂充满井孔后拔出井管。

3 拔管的速度宜控制在 $1\text{m}/\text{min} \sim 1.5\text{m}/\text{min}$ ，使砂借助重力留于井孔中形成密实的砂井。

4 可二次打入井管灌砂，形成扩大砂井。

6.6.22 塑料排水板、袋装砂井施工宜配置能检测其插入深度的设备。设备埋设平面位置偏差应小于井径，垂直度偏差应小于 1.5%，深度不得小于设计要求，埋入砂垫层中的长度不应小于 500mm。

6.6.23 采用无砂垫层法施工宜符合下列规定：

1 对软土表面通过架设浮桥形成施工便道进行预处理，或

采用厚度为 300mm 的轻质泡沫塑料板。

2 在打设排水板前,应先在淤泥表面铺设一层 $150\text{g}/\text{m}^2 \sim 200\text{g}/\text{m}^2$ 的土工编织布,防止淤泥渗入水平滤层。

3 铺设由水平排水管和竖向排水板组成的排水通道时,竖向排水管的布置宜为正三角形或正方形,板头出地面的长度宜为 200mm \sim 300mm。

6.6.24 堆载施工时应分层堆载,分层压实,其中第一层堆载宜使用石粉等散粒材料,并应避免对排水板和排水管造成破坏。

6.6.25 覆水堆载预压施工应符合下列规定:

1 排水板打设过程中应及时用砂或干土充填排水孔并捣实。

2 密封膜的厚度、抗拉强度、延伸率应满足设计要求。

3 铺膜过程中加强防护,铺设过程中发现膜有破损应及时修补。

4 对地基发生剧烈变化时,宜采取在处理区域外围堆筑高于地面 300mm、宽 1.0m 虚方堆料的方法减缓沉降差。

6.7 边坡工程

6.7.1 填筑体施工工艺和方法按本规范第 6 章的相关规定执行。

6.7.2 放坡和马道应按边坡设计要求施工,每完成一个边坡台阶(马道)后,应及时修整。

6.7.3 边坡修整后,按设计要求及时进行坡面防护。

6.7.4 采用冲击碾压时,外边轮到坡面距离宜为 0.8m \sim 1.0m,行驶速度宜为 10km/h \sim 12km/h,修坡水平厚度 0.5m;采用碾压施工时,外边轮到坡面距离宜为 1.0m,修坡水平厚度 0.5m。

6.7.5 填筑边坡施工应控制填筑速率。当填筑地基沉降量大于 10 mm/d、水平位移大于 3 mm/d 时,应分析原因,并减缓填土速度、停止加载或卸载。

6.8 大面积平整

6.8.1 场地分层碾压处理完成后应及时进行场地大面积平整施工。

6.8.2 大面积平整前应进行测量控制,设置铺筑标高控制桩。

6.8.3 大面积平整施工应符合下列规定:

- 1 平整工作应按设计地面高程控制标高和压实系数。
- 2 表面平整度偏差应控制在 30mm 以内。
- 3 平整后场地标高应满足区块大面积平整图的标高要求。

6.8.4 平整施工完成后应按设计要求检验填筑土层的压实效果。



7 监 测

7.1 一般规定

7.1.1 施工期间应采用满足设计指标要求的仪器监测场地变形。所有监测仪器和元件必须在地基处理施工前可正常运行,并确保在施工期间有相协调的读数。

7.1.2 监测内容应根据填筑材料、地下水、地基处理和环境影响等特点确定。在地基处理影响范围内有需保护的道路上、湖泊、地铁等建(构)筑物时,应根据需要布置深层土体水平位移和地表水平位移观测点。

7.1.3 各监测点应均匀分布在处理区和处理影响区之内。

7.1.4 土层内孔隙水压力监测点宜由间隔不超过 5m 的测压管计组成;分层沉降磁环应延伸至沉降计算影响深度以下。

7.1.5 各监测项目的监测频率应符合下列规定:

1 处理影响区建(构)筑物、地下管线或采用真空联合堆载预压时应对侧向位移加密观测。

2 出现异常情况时应加密观测。

3 设计有特殊要求时,应按要求及时调整监测频率。

7.1.6 监测过程中应实时更新记录,并及时提交所有的记录与报告。

7.2 环境监测

7.2.1 填筑过程中的环境保护监测宜包括下列内容:

1 生态环境变化监测宜包括地形地貌和水系、建设项目占

地和扰动地表面积、挖填方数量及面积、弃渣量及堆放面积以及项目区林草覆盖率等的变化情况。

2 环境保护动态监测宜包括环境保护面积、强度和总量的变化及其周边区段造成的危害与趋势。

3 环境保护措施防治效果监测宜包括各类防治措施的数量和质量、林草成活率和生长情况及覆盖率、工程措施的稳定性和运行情况,以及各类防治措施的拦渣保土效果。

7.2.2 环境保护监测应采取定位监测与实地调查、巡查监测相结合的方法,大范围可同时采用遥感监测方法。

7.2.3 施工过程中宜对处理区外侧边坡支护结构位移、周边建筑物的位移和沉降等进行监测。

7.3 地基处理监测

7.3.1 监测仪器的数量及布设应符合设计要求,监测仪器应在打设竖向排水体后、铺设密封膜前布设。

7.3.2 真空预压法施工过程中应对下列项目进行监测:

- 1 地表沉降。
- 2 分层沉降。
- 3 膜下真空度。
- 4 孔隙水压力。
- 5 土体深部水平位移。

7.3.3 真空预压法监测频率应符合表 7.3.3 的规定。

7.3.4 堆载预压法施工过程中监测应包括下列内容:

- 1 堆载高度、沉降速率。
- 2 地基竖向变形、侧向位移和孔隙水压力等。
- 3 在加载过程中应进行竖向变形、边桩水平位移及孔隙水压力等项目的监测,且根据监测资料控制加载速率。

表 7.3.3 真空预压法监测频率表

项目	监测频率		
	预压期第 1 个月	预压期第 2 个月	预压期第 3 个月及以后
分层沉降	1 点·次/(1d)	1 点·次/(2d)	1 点·次/(3d)
沉降标	1 点·次/(1d)	1 点·次/(2d)	1 点·次/(3d)
孔隙水压力	1 点·次/(1d)	1 点·次/(2d)	1 点·次/(3d)
土体深部 水平位移	1 点·次/(1d)	1 点·次/(2d)	1 点·次/(3d)
真空度	真空度达到设计要求前,1 点·次/4h;真空度稳定后,1 点·次/1d		

注:停泵前一周,监测频率应调整至 1 点·次/(1d)。

7.3.5 填筑地基处理区域的监测点数量应符合表 7.3.5 的规定。

表 7.3.5 地基处理区域的监测点数量

处理等级	监测点数量
高等级处理	每 150m×150m 区块内 25 个沉降监测点(包括至少 9 个分层沉降观察点)和 5 个孔隙水压力监测点
中等级处理	每 150m×150m 区块内 16 个沉降监测点(包括至少 5 个分层沉降观察点)和 3 个孔隙水压力监测点
低等级处理	根据设计要求确定

7.3.6 填筑地基变形监测基准点高程应由专业测量单位引入,基准点应设置在不易受施工影响的稳定地区,并注意保护。

8 质量检验与工程验收

8.1 一般规定

8.1.1 场地形成工程质量检验可分为施工前检验、过程检验和验收检验。应符合下列规定：

- 1 施工前应对使用的材料进行检查和检验；
- 2 明浜、暗浜处理和场地填筑采用碾压处理时，应按设计要求对填料、分层厚度和压实系数等进行检验；
- 3 采用排水固结法等处理且以目标沉降值作为主要技术要求时应采用浅层平板静载荷试验进行预压效果检验，有特定要求时应进行其他的原位测试和室内试验；
- 4 以稳定控制的重要工程，应在预压区内选择代表性地点预留孔位，在加载不同阶段进行原位十字板剪切试验和取土进行室内土工试验；
- 5 场地竖向设计检验和验收应以大面积平整后标高进行验收。

8.1.2 塑料排水板、密封膜、土工布等抽样检验应满足现行行业标准《水运工程塑料排水板应用技术规程》JTS 206—1、《公路工程土工合成材料 土工膜》JT/T 518、《公路工程土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》JT/T 519 等标准和设计要求。每批排水板应附有厂方合格证及性能鉴定书。

8.1.3 填土压实的施工质量应分层进行检验，检验项目和方法除应符合现行国家相关标准要求外，尚应符合下列规定：

- 1 粗粒土填料分层压(夯)实质量检验应采用现场干密度试验，试验坑的直径宜大于3倍最大填料粒径。

2 对于密度检验的试验坑、动力触探和标准贯入孔等,检验后应及时填实恢复。

3 地基均匀性评价可根据密度检验结果采用统计分析方法,变异系数应小于 0.05。

8.1.4 地基处理前、处理后应进行现场原位强度检验和现场取土及室内试验,并根据设计要求进行地基承载力检验。

8.1.5 填土压实地基验收检验应采用平板载荷试验检验填土地基承载力。当采用标准贯入法或动力触探法检验填筑质量时,每层检验点的间距应小于 4m。

8.1.6 地基承载力检验要点应符合本规范附录 A 的规定。平板载荷试验点宜选择通过静力触探试验或轻便触探等原位试验确定的薄弱点。

8.1.7 质量检验项目、范围及频数应符合表 8.1.7 的规定。

表 8.1.7 质量检验项目、范围及频数(每 2000m²)

项目 \ 范围	检测频数		
	高等级处理区	中等级处理区	低等级处理区
填筑层厚	≥5 处	≥4 处	≥3 处
压(夯)层面沉降量	10m×10m 方格网测量	20m×20m 方格网测量	50m×50m 方格网测量
压实系数	≥4 点	≥4 点	≥4 点
土的物理力学指标	≥3 点	≥2 点	≥1 点
轻型动力触探	≥3 孔	≥2 孔	≥1 孔
载荷试验	≥2 点		

注:建(构)筑物区、填方区、边坡及边坡稳定影响区处理面积小于表面积时每处不得少于 3 个点。

8.1.8 场地形成工程移交场地时,其场地标高不得低于大面积平整的标高要求。检验宜采用水准测量法,按 20m×20m 的网格测量场地标高,其精度应满足现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 三等测量精度的要求。

8.1.9 当检验指标不满足设计要求时,应进行两组以上的复检。当复检指标仍未达到设计要求,应对检验划定的不合格范围进行重新处理。

8.1.10 目标沉降控制值应按本规范附录 B 进行检验和验收。

8.1.11 质量检验报告应包括下列主要内容:

- 1 检验目的及要求。
- 2 检验项目及检测点布置图。
- 3 检验方法及仪器设备型号。
- 4 检验资料整理与分析评价。
- 5 检验结论。

8.2 土方工程

8.2.1 土石方开挖检验应符合下列规定:

1 施工前应检查定位放线、排水系统,以及对周边影响范围内地下管线和建(构)筑物保护措施的实施;

2 施工过程中应检查平面位置、水平标高、边坡坡度、压实系数、排水系统、分层厚度、支护结构的变形,并随时观测周围环境变化;

3 施工结束后应检查平面几何尺寸、水平标高、边坡坡度、表面平整度和基底土性等。

8.2.2 土方开挖施工质量检验标准应符合表 8.2.2-1、8.2.2-2 的规定。

表 8.2.2-1 土方开挖工程的质量检验标准

项	序	项目	允许值		允许偏差		检验方法
			单位	数值	单位	数值	
主控项目	1	标高	设计值		mm	-50	水准仪
	2	长度、宽度(由设计中心线向两边量)	设计值		mm	+200 -50	全站仪、测距仪或用钢尺量
	3	边坡	设计值		设计值		观察或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	—		mm	20	用 2m 靠尺和契形塞尺检查
	2	基底土性	设计要求		—		观察或土样分析

表 8.2.2-2 挖方场地平整质量检验标准

项 序	项目	允许值	允许偏差			检验方法
		数值	单位	数值		
主控项目	1 标高	设计值	mm	人工	±30	水准仪
				机械	±50	
	2 长度、宽度（由设计中心线向两边量）	设计值	mm	人工	+300 -100	全站仪、测距仪或用钢尺量
				机械	+500 -150	
	3 边坡	设计值	设计值			观察或用坡度尺检查
	一般项目	1 表面平整度	—	mm	人工	20
机械					50	
2 基底土性		设计要求	—			观察或土样分析

8.2.3 填筑施工前应检查基底,测量基底标高、边坡坡度等。

8.2.4 填筑施工过程中应检查排水措施,每层填筑厚度、辗迹重叠程度、含水量控制、有机质含量、压实程度。填筑厚度及压实遍数应根据土质、压实系数及所用机具确定;当无试验依据,应符合表 8.2.4 的规定。

表 8.2.4 填土施工时的分层厚度及压实遍数

压实机具	分层厚度(mm)	每层压实遍数
平辗	250~300	6~8
羊足碾	250~350	8~16
振动碾	500~1200	6~8
冲击碾	600~1500	20~40

8.2.5 分层回填每层填土的压实系数不应小于 0.93,其检测频率宜符合以下要求:

1 明(暗)浜处理时,采用环刀法对每条浜中的每一压实层按每 100m² 采样一个,不足 100m² 时不得少于 1 个。

2 场地填筑和大面积平整时,采用环刀法对每一压实层按每 2000m² 采样 1 个,每单位工程不得少于 4 个。

3 填料最大粒径大于 30mm 应挖探坑采用灌水法检测干密度或固体体积率;粒径小于 30mm 可采用灌砂法或环刀法检测密度。

8.2.6 施工结束后,应检查标高、边坡坡度、压实程度等。

8.2.7 填方工程质量检验标准应符合表 8.2.7-1、8.2.7-2 的规定。

表 8.2.7-1 填方工程质量检验标准

项	序	项目	允许值		允许偏差		检验方法
			单位	数值	单位	数值	
主控项目	1	标高	设计值		mm	—50	水准仪
	2	压实系数	设计值		不小于		现场实测
一般项目	1	回填土料	设计要求		—		取样检查
	2	分层厚度	设计值		mm	±50	水准仪
	3	含水量	最优含水量		%	±2	烘干法
	4	有机质含量	设计值		%	≤5	灼烧减量法

表 8.2.7-2 场地平整工程质量检验标准

项	序	项目	允许值	允许偏差		检验方法
			数值	单位	数值	
主控项目	1	标高	设计值	mm	人工 ±30	水准仪
					机械 ±50	
	2	压实系数	设计值	不小于		现场实测
一般项目	1	回填土料	设计要求	—		取样检查
	2	分层厚度	设计值	mm	±50	水准仪
	3	含水量	最优含水量	%	±2	烘干法
	4	表面平整度	—	mm	人工 20	水准测量
					机械 30	
	5	有机质含量	设计值	%	≤5	灼烧减量法

8.3 真空预压与堆载预压

8.3.1 塑料排水板应在现场随机抽样送实验室进行性能指标的测试,其性能指标包括纵向通水量、复合体抗拉强度、滤膜抗拉强度、滤膜渗透系数和等效孔径等。

8.3.2 对不同来源用于砂井和砂垫层的砂料,应取样进行颗粒分析和渗透性试验。

8.3.3 施工前应检查施工监测措施,沉降、孔隙水压力等原始数据,排水设施;在加载过程中应检查竖向变形、边桩水平位移及孔隙水压力等监测资料以控制加载速率。

8.3.4 真空预压施工应按 8.3.4 表进行检验。

表 8.3.4 真空预压地基和塑料排水板质量检验标准

项目	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
		单位	数值	
主控项目	真空度	%	±2	按规定方法
	固结度(与设计要求比)	%	≤2	按规定方法
	承载力或其他性能指标	设计要求		按规定方法
一般项目	沉降速率(与控制值比)	%	±10	水准仪
	砂井或塑料排水板位置	mm	±100	用钢尺量
	砂井或塑料排水板插入深度	mm	±200	用钢尺量
	插入塑料排水板时的回带长度	mm	≤500	用钢尺量
	塑料排水板或砂井高出砂垫层距离	mm	≥100	用钢尺量
	插入塑料排水板的回带根数	%	<5	目测

8.3.5 堆载预压地基及塑料排水板质量检验标准应符合表 8.3.5 的规定。

表 8.3.5 堆载预压地基及塑料排水板质量检验标准

项目	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
		单位	数值	
主控项目	预压荷载	%	≤2	水准仪
	固结度(与设计要求比)	%	≤2	按规定方法
	承载力或其他性能指标	设计要求		按规定方法

续表 8.3.5

项目	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
		单位	数值	
一般项目	沉降速率(与控制值比)	%	±10	水准仪
	砂井或塑料排水板位置	mm	±100	用钢尺量
	砂井或塑料排水板插入深度	mm	±200	用钢尺量
	插入塑料排水板时的回带长度	mm	≤500	用钢尺量
	塑料排水板或砂井高出砂垫层距离	mm	≥100	用钢尺量
	插入塑料排水板的回带根数	%	<5	目测

8.3.6 堆载预压法施工过程中应检查堆载高度、沉降速率。

8.3.7 处理前的地基检验应在打设塑料排水板前进行,处理后的检验应在卸载 3d~5d 后进行。

8.3.8 预压法处理地基完成后,质量验收检验应符合下列规定:

1 竖向排水体处理深度范围内和竖向排水体底面以下受压土层,经预压所完成的竖向变形和平均固结度应符合设计要求。

2 应进行原位十字板剪切试验和室内土工试验。必要时,尚应进行现场载荷试验,试验数量不应少于 3 点。

8.4 边坡与排水

8.4.1 边坡工程质量检验应符合下列要求:

1 检验项目应包括压实系数、级配、均匀性、黏聚力、内摩擦角、天然密度检测等。

2 压实系数可采用灌砂法或灌水法进行检测。

3 检测点的布置和检测频率宜根据工程特点、填料性质、设计要求及施工工艺等因素确定,对施工完成后处于地下水位以下地段宜增加检测频率。

8.4.2 排水工程施工质量检验应包括施工过程中和工程完成后

的质量检验。

8.4.3 排水设施的检验应包括下列内容：

1 排水设施的断面尺寸、高程、坡度，可用水准仪和全站仪进行检验。

2 应查验排水设施所用材料规格、强度及其他各项指标并取样复试。

3 填筑边坡排水设施的渗透性应进行原位渗透试验。

8.4.4 排水设施外观质量应符合下列要求：

1 纵坡顺直，曲线线形圆滑。

2 沟壁平整、稳定，无贴坡。

3 沟底平整，排水畅通，无冲刷和阻水现象。

4 各类防渗、加固设施坚实稳固。

5 浆砌片石工程，嵌缝均匀、饱满、密实，勾缝平顺无脱落、密实、美观，缝宽均衡协调；砌体咬扣紧密；抹面平整、压光、顺直，无裂缝、空鼓。

6 干砌片石工程，砌筑咬合紧密，无叠砌、贴砌和浮塞。

7 水泥混凝土砌块的强度符合设计要求，砌体平整，勾缝整齐牢固。

8.4.5 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量应符合表 8.4.5 的要求。

表 8.4.5 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
1	沟底纵坡	符合设计要求	200m 测 8 点	水准仪
2	沟底高程	+0, -30	每 200m 测 8 处	水准仪
3	断面尺寸	不小于设计要求	每 200m 测 8 处	用钢尺量
4	边坡坡度	不陡与设计要求	每 50m 测 2 处	水准仪
5	边棱顺直度	50	20m 拉线， 每 200m 测 4 处	用钢尺量

8.4.6 浆砌水沟、截水沟、边沟施工质量应符合表 8.4.6 的要求。

表 8.4.6 浆砌水沟施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差 (mm)	数量	检查方法
1	砂浆强度	符合设计要求	同一配合比， 每台班 2 组	
2	轴线偏位	50	每 200m 测 8 处	经纬仪
3	墙面直顺度 或坡度	30 符合设计要求	每 200m 测 4 处	经纬仪或 吊线、钢尺
4	断面尺寸	±30	每 200m 4 处	用钢尺量
5	铺砌厚度	不小于设计值	每 200m 4 处	用钢尺量
6	基础垫层 宽、厚度	不小于设计值	每 200m 4 处	用钢尺量
7	沟底高程	±15	每 200m 8 点	水准仪

8.4.7 混凝土排水管施工质量应符合表 8.4.7 的要求。

表 8.4.7 混凝土排水管施工质量标准

序号	检查项目		规定值或 允许偏差	数量	检查 方法
1	混凝土强度		符合设计要求	同一配合比， 每台班 2 组	
2	管轴线偏位 (mm)		15	每两井间测 5 处	经纬仪 或拉线
3	管内底高程 (mm)		±10	每两井间测 4 处	水准仪
4	基础厚度		不小于设计值	每两井间测 5 处	用钢尺量
5	管座	肩宽(mm)	+10, -5	每两井间测 4 处	用钢尺量、 挂边线
		肩高(mm)	±10		
6	抹带	宽度	不小于设计	20%	用钢尺量、 抽查
		厚度	不小于设计		
7	进出口、管节 接缝处理		有防水处理	100%	每处 检查

8.5 场地验收

8.5.1 场地形成工程施工质量验收应符合下列要求：

- 1 具备完整工程设计、施工质量文件。
- 2 工程施工质量检验内容应符合本规范和相关专业验收规范和标准的规定。
- 3 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。
- 4 工程质量的验收应在施工单位自行检查评定合格、监理单位复查认可的基础上进行。
- 5 工程质量应按主控项目和一般项目验收。
- 6 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查共同确认评定。

8.5.2 高等级、中等等级区域地基处理的验收标准应符合下列规定：

- 1 场地标高需等于或高于“大面积平整图”中所示的场地标高。
- 2 拟定的地基处理方案的沉降值需达到目标沉降值，目标沉降值应在现有地面标高测量。
- 3 检验上层土体地基处理之后的效果，平板载荷试验所引起的沉降不应超过允许值。

8.5.3 低等级地基处理的验收标准应符合下列规定：

- 1 场地标高需等于或高于“大面积平整工程图”中所示的场地标高。
- 2 回填材料的压实系数等于或超过 0.93 的要求。
- 3 检验上层土体地基处理之后的效果，平板载荷试验所引起的沉降不应超过允许值。

8.5.4 工程验收时应提交的资料：

- 1 设计文件和设计变更通知。

- 2 岩土工程勘察报告。
- 3 工程测量、定位放线记录。
- 4 开、竣工报告。
- 5 施工组织设计。
- 6 图纸会审记录。
- 7 技术交底资料。
- 8 试验性施工记录。
- 9 检测、检验资料。
- 10 竣工图。

8.6 场地移交

8.6.1 场地形成工程质量验收合格后,应在规定时间内将场地及工程竣工验收资料交付场地使用单位。

8.6.2 场地形成工程移交资料应包括下列内容:

- 1 勘察设计文件及咨询评估意见。
 - 2 专项施工组织设计。
 - 3 原材料的产品合格证、出厂检验报告,进场复验报告或委托试验报告。
 - 4 混凝土或砂浆试块抗压强度试验报告及评定结果。
 - 5 水泥黏土墙质量检验报告。
 - 6 设计变更通知、重大问题处理文件和技术洽商记录。
 - 7 监测报告。
 - 8 施工记录、竣工资料及竣工图。
 - 9 场地使用条件、维护规划和注意事项。
 - 10 其他必须提供的文件和记录。
- 8.6.3 监测单位提交监测报告应包含下列内容:
- 1 实际测点布置图。
 - 2 量测信息反馈结果记录。

- 3 地下水水位观测资料。
- 4 测量原始记录及整理汇总资料,现场监控量测记录。
- 5 位移测量时态曲线图。
- 6 监测结论和建议。
- 7 使用要求和注意事项。



附录 A 承载力检验要点

- A.0.1 平板载荷试验用于检验地基处理之后的效果。
- A.0.2 平板载荷试验的承压板用不应小于 $1\text{m}\times 1\text{m}$ ，厚度不应小于 3mm 的钢板，或具有一定刚度的钢筋混凝土板。
- A.0.3 试验压板安装在处理后场地标高以下 1m 处，试验步骤应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。
- A.0.4 平板载荷试验的验收标准应符合表 A.0.4 的要求。

表 A.0.4 平板载荷试验允许沉降值

地基处理等级	平板载荷试验数量	平板载荷试验荷载 (kN/m^2)	平板载荷试验设计荷载下的允许沉降量 (mm)
高等级处理	每 $150\text{m}\times 150\text{m}$ 区块内 7 个	设计要求	25
中等级处理	每 $150\text{m}\times 150\text{m}$ 区块内 5 个		
低等级处理	每 $150\text{m}\times 150\text{m}$ 区块内 3 个		

附录 B 目标沉降值检验要点

B.0.1 地基处理目标沉降值控制标准应符合下列规定：

1 目标沉降值大于等于 700mm 区域，满足以下标准中的任意一条可认为达到目标控制标准。

- 1) 沉降观测点达到该区块的设计目标沉降值。
- 2) 沉降观测点未达到该区块的目标沉降值，真空度达到 80kPa 后预压时间超过 90d 时，连续 5d 的实测平均沉降速率小于 1.5mm。

2 目标沉降值小于 700mm 区域，沉降观测点达到该区块的设计目标沉降值。

B.0.2 区块观测点应是随机分布，沉降观测值达到目标沉降值应符合下列规定：

- 1 所有点观测沉降值的平均值不小于该区块的目标沉降值。
- 2 85% 观测点沉降观测值均不小于该区块的目标沉降值。
- 3 所有点沉降观测值不小于该区块的目标沉降值的 80%。
- 4 小于目标沉降值的任意两点不得相邻。

B.0.3 施工阶段目标沉降值调整应符合下列条件：

- 1 竖向排水体间距等于或小于 1.1m。
- 2 竖向排水体插入深度等于或大于 20m。
- 3 预压荷载等于或大于 95kPa。
- 4 荷载时间(达到 95kPa 后)等于或大于 90d。
- 5 沉降速率等于或小于每天 1.5mm。

B.0.4 在全部满足本规范第 B.0.3 条的情况下，距处理区块边缘超过 40m 处测得的沉降可作为该区块该部分及其边缘邻近部分的目标沉降。

本规范用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为:“应按……执行”(或采用)或“应符合……规定(或要求)”。非必要按指定的标准、规范执行的写法为“可参照……”。

引用标准名录

- 1 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 2 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 3 《工程测量规范》GB 50026
- 4 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 5 《公路路基设计规范》JTG D30
- 6 《港口工程地基规范》JTS 147—1
- 7 《疏浚与吹填工程设计规范》JTS 181—5
- 8 《水运工程塑料排水板应用技术规程》JTS 206—1
- 9 《疏浚与吹填工程施工规范》JTS 207
- 10 《建筑变形测量规程》JGJ/T 8
- 11 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 12 《公路工程土工合成材料土工膜》JT/T 518
- 13 《公路工程土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》JT/T 519
- 14 《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40
- 15 《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37

上海市工程建设规范

迪士尼度假区场地形成工程技术规范

DG/TJ 08—2197—2016

J 13371—2016

条文说明

2016 上海

目 次

1	总 则	77
3	基本规定	79
4	工程测量与岩土工程勘察	81
4.1	一般规定	81
4.2	工程测量	82
4.3	岩土工程勘察	83
5	设 计	86
5.1	一般规定	86
5.2	填料选择	86
5.3	土方调配	87
5.4	清表与地下障碍物清除	88
5.5	明浜与暗浜处理	89
5.6	场地填筑	89
5.7	地基处理	90
6	施 工	96
6.1	一般规定	96
6.2	土方调配	96
6.3	清表与地下障碍物清除	96
6.4	明浜与暗浜处理	97
6.5	场地填筑	98
6.6	地基处理	98
6.7	边坡工程	101
7	监 测	102
7.1	一般规定	102
7.3	地基处理监测	102

Contents

1	General provisions	77
3	Basic requirements	79
4	Engineering survey and geotechnical investigation	81
4.1	General requirements	81
4.2	Engineering survey	82
4.3	Geotechnical investigation	83
5	Design	86
5.1	General requirements	86
5.2	Fill selection	86
5.3	Earthwork transition	87
5.4	Cleaning of surface and removing of underground obstructions	88
5.5	Replacement of creek and hidden creek fill	89
5.6	Site filling	89
5.7	Ground treatment	90
6	Construction	96
6.1	General requirements	96
6.2	Earthwork transition	96
6.3	Cleaning of surface and removing of underground obstructions	96
6.4	Replacement of creek and hidden creek fill	97
6.5	Site filling	98
6.6	Ground treatment	98
6.7	Slope engineering	101

7	Monitoring	102
7.1	General requirements	102
7.3	Monitoring of ground treatment	102

1 总 则

1.0.1 上海迪士尼度假区(Shanghai Disney Resort)是迪士尼在中国大陆的第一个度假区,由上海申迪(集团)有限公司与华特迪士尼公司共同投资。上海迪士尼度假区东至唐黄路西侧红线以西 30m,南距航城路北侧红线以北 20m,西至沪芦高速公路(S2)东侧红线以东 40m,北至迎宾高速公路(S1)南侧红线以南 500m,规划建设基地呈方形,面积约 7km^2 。其一期工程(面积 3.9km^2)位于度假区西北部,已于 2011 年 4 月 8 日开工建设,计划 2016 年开门迎客,主题乐园和人工湖为主要的核心,并辅以公共交通枢纽(PTH)、地铁站、游客停车场、零售餐饮娱乐(RD&E)、酒店、市政设施、公用事业和服务等建设内容。

上海迪士尼度假区一期已开工建设,其在国内首次正式提出场地形成的概念,并在上海地区成功地进行了大面积的真空预压实践,取得了一定的社会和经济效益。本技术规范的制定,总结了上海地区类似工程,特别是迪士尼度假区一期谈判、勘察、设计、施工和科研的成果,填补国内和上海相关规范的空白,使后期开发的迪士尼度假区和同类工程有据可依,避免设计、施工和验收时因标准不同产生的歧义,也有利于中外工程技术交流和满足与国际接轨的需求。

1.0.2 场地形成(site formation)是迪士尼公司建设乐园的全球惯例,是迪士尼度假区项目建设关键线路上的关键任务,是迪士尼度假区项目建设最基础性的工作,其既要满足迪士尼乐园全球防洪标准的要求,又要消除不均匀沉降对游乐设施造成的安全隐患,使承载游乐设施的地基具备较高的承载力。

场地形成在国内尚属全新的概念,其既有场地平整的工作内

容,也需进行地基处理以满足工程使用的普遍要求。由于国内尚无先例可循,现有的技术标准也与超大面积深厚软基在设计理念、技术标准和设计计算等方面存在明显的差异,因此场地形成建设标准成为上海迪士尼度假区项目谈判的重要内容,最终在中美双方总体开发协议(MDA)的相关章节达成共识。

从浦东国际机场、F1 赛车场的建设,到上海迪士尼度假区正式提出场地形成的概念,这一专用名词所表达的工程内容将更加频繁地出现在中外合作的工程项目中,上海迪士尼度假区场地形成(一期)工程已顺利竣工,本规范适用于后续开发地块的开发建设,并可供国内同类大面积软土地基场地形成工程参考。

1.0.3 本工程场地属典型的上海软土地基,高压缩性的软土层深厚。对上海迪士尼度假区场地形成工程而言,由于迪士尼乐园有着很高的建设标准,但软土地基在荷载作用下,其地基承载力低,地基沉降变形大,容易产生较大的不均匀沉降,而且沉降稳定历时比较长。若采用过高的建设标准,会造成工期和成本的浪费,因此怎样做到美国的“迪士尼建设标准”与中国的“上海最佳实践”紧密融合,就至关重要。

1.0.4 与本工程相关的规范主要有国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《工程测量规范》GB 50026,行业标准《地基处理技术规范》JGJ 79,上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37、《地基基础设计规范》DGJ 08—11、《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40 等,但应注意其适用的范围、施工技术、验收标准等各方面均与场地形成特点存在一定差异,且迪士尼乐园有着更高的全球标准。

3 基本规定

3.0.1 根据场地的地质条件,场地形成时需要清除不适宜建筑的土壤和地下障碍物,进行地基处理,以促进短期沉降、减少长期沉降、限制不均匀沉降,以及达到场地拟建建筑物长期稳定性所需要的地基强度和承载力,并通过填筑达到交地时所需要的标高。

场地形成工程可能涉及的环境评估与治理、绿化种植土、附属工程(如临时围墙、现场管理用房、临时道路、临时用电与照明、临时给排水、临时通信等)等内容不属本规范规定范畴。

3.0.2 场地形成工程是场地平整填筑和地基处理的过程,对于人工湖和围场河这样需开挖的项目不必进行,对于尚未明确使用用途的未来开发用地也无必要。

3.0.3 由于场地形成工程实施阶段其内部的拟建物尚属于创意阶段,无法根据拟建物具体位置和性质进行有针对性的设计,因此宜根据使用功能的不同划分相应的处理等级。

3.0.4 由于场地形成工程在国内尚无单独立项的先例,如何准确划分单项工程,成为进行专业设计和概算编制的首要问题,宜为土方工程和地基处理工程两个分项工程,两个专业相互独立,又相互在标高、压实系数等方面相互协调。

3.0.5 测量和勘察阶段应与场地形成设计的阶段划分一致,场地形成设计阶段一般划分为方案设计阶段、初步设计阶段、试验设计阶段和施工图设计阶段,对应测量和勘察阶段划分为方案设计阶段测量和勘察、初步设计阶段测量和勘察、试验设计阶段测量和勘察及施工图设计阶段测量和勘察。

3.0.7 场地形成工程在地基处理施工时,会对周围环境造成一

定影响,如已建成道路和管线的沉降、湖泊和围场河护岸的位移等。因此,施工时应做好与同步工程的协调工作。建议以场地形成工作为核心,共同协调施工方案。

场地形成工程一般是填方工程,土方的来源、运输和使用是其顺利完工的关键。本土方工程中的一个显著特点是土方不仅按量计量,而且由于分类复杂,还有“质”的区别(不仅限于土的物理力学特性,还有如作为种植土收集的表土、需要治理的污染土、无法作为工程使用的浜底淤泥等),同时还有土方因所处区位或需求区位、处理方式或利用时间等的不同。因此,对土方的调配需要从一般项目的一维或二维的角度,调正为从每一轮调配中以量、质、位、时的四维需求特征进行深入分析,指导土方调配。

3.0.8 场地形成工程是一个庞大的土方工程,土方的挖和填,引进和外运贯穿整个场地形成工程的过程中。由于场地形成工程对土方有着较高的要求,为确保土方资源满足场地形成施工的需求,应在开工前做好土方的调研工作,编制施工组织方案。

3.0.9 场地形成工程在国内尚属首创,既无合适的规范可遵,也无同类工程可循,又是中美合作的特殊工程,提出了压实系数、目标沉降值、浅层平板静载荷试验、大面积平整标高四个主要控制指标,作为场地形成各阶段的验收指标,使其既能指导和监督施工,又要有一定的可操作性,便于场地的验收和移交。

4 工程测量与岩土工程勘察

4.1 一般规定

4.1.3 为了使勘察工作的布置和岩土工程的评价具有明确的工程针对性,解决工程设计和施工中的实际问题,搜集有关工程结构资料,了解设计要求,是十分重要的工作。

4.1.4 上海为软土地区,属特殊性土,建筑场地地基复杂程度仅为复杂场地和中等复杂场地两类。具体划分可按现行上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37。

4.1.5 勘察阶段是指根据工程的不同设计阶段要求对岩土工程勘察所划分的阶段,一般分为方案设计阶段勘察、初步设计阶段勘察、试验设计阶段勘察和施工图设计阶段勘察,分别对应设计阶段的方案设计阶段、初步设计阶段、试验设计阶段和施工图设计阶段。

1 场地形成工程一般均为超大型项目,在选址时宜进行方案设计阶段勘察。上海迪士尼度假区已于 2005 年进行过方案设计阶段勘察(可行性研究勘察),因此后续工程可直接利用该资料,不必再进行方案设计阶段勘察。

2 场地形成工程一般均为超大型项目,宜进行初步设计阶段勘察。

3 试验设计阶段勘察是指对选取的试验区域进行勘察,应满足试验设计的要求。

4 施工图设计阶段勘察是必须进行的勘察阶段。对工程规模小或拟建建(构)筑物平面位置已确定的项目,可简化勘察阶段,直接进行施工图设计阶段勘察。

4.1.6 专项勘察指不同于常规的岩土工程勘察,需要建设单位专项委托,如地下管线、障碍物及环境的专项调查,专项水文地质勘察等。

施工勘察是针对施工阶段需要解决的具体问题,由建设单位委托进行的勘察。需要说明的是,因设计变更需补充的勘察资料,不属于施工勘察阶段的范畴。

4.2 工程测量

4.2.2 地形图的比例尺,反映了用户对地形图精度和内容的要求,是地形测量的基本属性之一。分阶段设计时,通常初步设计选择较小比例尺,施工图设计选择较大比例尺。此外,对场地内的沟、浜、坑、塘、填方区、构筑物、道路和各种管线等,要求较大的图面以能反映设计内容的细部,故选用较大比例尺。由此可见,用图情况是多种多样的,因此,本规范规定地形图的比例尺,应按设计阶段、规模大小和地形复杂程度等需要选用。

4.2.3 随着全站仪在我国的普及应用,工程测量单位对中小规模的控制测量大部分采用导线测量的方法。导线测量的主要技术要求是根据多数工程测量单位历年来实践经验、理论公式估算以及规范的科研课题试验验证,并基于以下条件确定:

1 三、四等导线的测角中误差采用同等级三角形网测量的测角中误差值。

2 导线点的密度应比三角形网密一些,三、四等导线的平均边长采用同等级三角测量平均边长的 0.7 倍左右。

3 测距中误差是按常用电磁波测距仪器标称精度的估算值,特别是近年来电磁波测距仪器的精度都相应提高,该指标是容易满足的。

4 设计导线时,中间最弱点点位中误差采用 50mm;起始误差和测量误差对导线中点的影响按“等影响”处理。

5 平面控制网的布网精度应符合 1:500 比例尺地形图测量精度的要求,这样才能保证地形和地物的测量精度,为以后的勘察点位提供基础依据。

4.2.4 建立的首级控制网应稳固,能保证工程从初步设计到最后完成整个工程施工的测量要求和精度。永久性的控制点应与国家高一级的控制点联测,并定期检查其稳定可靠性。无法与高级控制点联测的情况下,可以建立同样满足整个工程要求的精度的独立控制网。

4.2.6 施工图设计阶段要求的高程控制测量精度较高,可以为后续平整场地以及土方开挖及回填等工作的工作量提供依据。

4.2.8 做好施工区原始地形图或断面图测绘,开挖、填筑轮廓点的放样,竣工地形图及断面图测绘和验收测量为工程量计算提供重要的数据支持。

4.2.10 开挖前可以先将开挖的轮廓点放样出来,在开挖至接近边线 and 设计高程时,做好醒目的标志,以免出现超挖的情况,造成工期和资金的浪费。

4.2.11 各阶段的地形图和断面图可作为工程量计算和工程结算的依据。

根据不同的地质情况和施工的要求,选择不同比例尺来绘制断面图可以更好地反映地层细部的情况和有缺陷问题地层的实际位置和缺陷大小。

不同的地层情况在开挖过程中的施工难度和开挖方法也不相同,将导致土石方开挖及后期的地基处理的费用不同。做好不同地层的分界线和地形图和断面图的测绘,为准确的计算工程费用提供了客观有效的数据支持。

4.3 岩土工程勘察

4.3.3 施工图设计勘察即详细勘察,是工程勘察各阶段中必须

进行的勘察阶段。对工程规模小的项目,可简化勘察阶段,直接进行详细勘察。

4.3.5 通过工程勘察查明土层的分布,透水层的位置、厚度及水源补给等,对堆载预压工程,关系到是否需要设置竖向排水体;对真空预压工程,关系到是否需要采取相应措施和实施后的加固效果和处理费用。上海迪士尼度假区场地特别要查明第③、④层软黏土和第③层中粉(砂)性土夹层或透镜体的厚度与分布范围。

4.3.6 钻探取土、静力触探(单桥、双桥或孔压静探)、标准贯入试验、小螺纹钻孔、室内水土试验等是上海常规的勘察手段和方法。由于场地形成工程往往是大面积填土工程和地基处理工程,因此宜采用扁铲侧胀试验、十字板剪切试验等原位测试方法。

4.3.7 本条规定勘察方法中应采用十字板剪切试验,并通过地基处理前后的对比测试,评价地基处理的效果。场地形成工程中地基处理采用真空预压、堆载预压时,勘察方法应采用十字板剪切试验原位测试方法。

4.3.8 孔压静力触探是国际通用的静力触探技术,该技术能测多个参数,在划分土类、求取土层固结系数等方面精度高,适宜在软土地区推广使用。迪士尼度假区为中美合资项目,采用孔压静力触探有利于和美方的技术交流,也能为该技术在上海地区的应用积累经验。

4.3.9 由于场地形成工程的面积大,采用建筑工程的不良地质条件调查和探摸方法,勘探工作量偏大,且受厂房、民居、道路等影响而无法准确探查。因此,建议采用搜集资料、历史地形图比对、现场踏勘等方法调查场地是否存在暗浜、厚层填土等不良地质条件,然后有针对性的布置相关工作。

4.3.10 受人工活动影响,许多明浜边界发生变化,局部填埋后变成暗浜,勘察时应重视明浜岸线边界的变化。

4.3.11 勘察孔深度应根据目标沉降值计算厚度、地基处理方法影响深度等综合确定。

4.3.12 场地形成的岩土工程勘察需要提供地基土的强度、地基土渗透性及变形参数,预测地基沉降量,评价地基排水条件,推荐填土材料和压实标准,因此需要采用这些室内特殊试验。

4.3.13 勘察报告编制时需要分析场地有哪些不良地质条件,如明(暗)浜、厚层填土、沼气、液化土等,并描述其性状、埋深及分布范围等。对桩基工程而言,古河道切割对持力层选择不利时,也属于不良地质条件的范畴。另外,地下障碍物会影响工程建设顺利进行,故勘察报告也需要对其分布情况进行描述。



5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 各类设计规范对设计阶段的划分不同,本条是根据上海迪士尼度假区的设计过程以及参考一般的设计阶段划分而确定的设计阶段。

5.1.2 本条是场地形成工程施工图设计阶段所需资料,根据设计阶段不同可有增减。

5.1.3 场地形成工程一般可选用排水固结法或分层碾压法处理,排水固结法包括真空预压法、堆载预压法、真空和堆载联合预压法。暗浜与障碍物清除后的填筑以及地基处理后的场地填筑采用分层碾压法施工。

5.1.4 由于场地形成工程设计一般缺乏类似的工程经验,因此建议先进行试验区(段)的设计与施工,验证、调整设计技术参数。

5.1.5 场地地基处理的目标沉降值是在规划使用的附加荷载作用下的场地最终沉降量与允许的场地工后沉降量之差。

5.2 填料选择

5.2.1 填筑材料按粗细可分为混合粗粒土料、土夹石料、细粒土料以及其他材料等,按形成原因可分为天然、人造材料以及建筑拆卸材料等,填筑材料粒径应小于 50mm,粒径小于等于 $75\mu\text{m}$ 的含量小于 25%。由于高等级区域和中等等级区域预处理目标沉降值较高,在填筑完成后,还需进行地基处理,因此对填筑材料要求较低,可以使用粗粒土料、土夹石料以及细粒土料;而低等级区域

预处理目标沉降值较低,一般仅进行土方填筑作业,因此对填筑材料要求较高,只能选用细粒土料以确保施工质量。

5.2.2 填筑材料应进行物理性试验、力学性试验、腐蚀性试验等确定是否适用于场地填筑。物理性试验包括含水量、密度、比重,黏性土的液限、塑限、液性指数、塑性指数、粒径级配、不均匀系数、曲率系数等;力学性试验包括最大干密度、CBR_{2.5}等;腐蚀性试验包括供 pH 值、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等。

5.2.3 本条确定了填筑材料划分为混合粗粒土料、土夹石料、细粒土料的分类标准,采用其他填筑材料时必须进行试验确定。

5.2.4 施工期间应实施票签系统监测及跟踪场地内填筑材料的来源,保证填筑材料满足本规范第 5.2.1 条、第 5.2.2 条、第 5.2.3 条的规定。

5.2.6 场地形成中不进行地基处理,只进行碾压处理时,淤泥、耕植土以及含水量超过最优含水量 $\pm 2\%$ 的细粒土料等不能用于填筑材料。

5.2.7 填筑材料天然含水量较高且具有翻晒条件时,可采用翻晒法降低含水量,并通过翻晒试验确定翻晒铺土厚度、每天翻晒的适宜时间和翻晒的方法。

5.3 土方调配

5.3.1 土方调配设计不仅是填筑材料量的调配,还包括填筑材料质的要求,同时还应满足场地填筑、场地大面积平整等要求。

5.3.2 土方调配应保护环境、节约土地,尽可能就近取材、挖填平衡,绘制土方调配图,同时实施票签系统监测及跟踪填筑材料的来源与去处。

5.3.3 土方调配不只为场地填筑、大面积平整调配填筑材料,还包括污染土、种植土以及不适合填筑的不合格土的调配,地基处理等造成的场地沉降回填、施工遗留的表层材料清除等。

5.3.4 土方量应根据填筑材料种类、填筑压实方法等选取土方折算系数。

5.4 清表与地下障碍物清除

5.4.1 清表包括种植土的剥离和非种植土的清除两项工作,清除厚度不小于 300mm。在清表前需对地表土进行判别,若不满足种植土要求,则可直接清除,清除后的土方外运弃置;若为种植土,则在表土清除后还需清除出土中含藏的植物根茎,然后将处理后的种植土运至指定堆放点,以用作后期场地内绿化土。

5.4.2 清表深度一般情况是 300mm,若清表深度以下还存在本条所述物质应继续清除以达到环境保护要求。

5.4.3 种植土范围在施工图设计阶段已初步明确,但仍需进行现场取样鉴别,另外,位于种植土区域内的局部特殊部位,不可用作种植土,具体部位如下:

- 1 沿原建筑外边线以外 15m 范围内的土壤。
- 2 沿原道路两侧外边线外各 3m 范围内的土壤。
- 3 沿原排水沟两侧外边线各 1.5m 范围内的土壤。
- 4 原塑料大棚所有占地区域的土壤。
- 5 原有地上构筑物 and 地下构筑物含结构外边线外 5m 范围内的土壤。

- 6 目前正在施工占地区域外边线外 15m 范围内的土壤。

5.4.4 清除影响后期施工的各类障碍物,包括单独立项的临时工程中的改建道路、地下管线、现有桥梁及基础、动拆迁时未拆除的场内其余道路和驳岸及附着物等。

5.4.5 桩基础中桩的截断深度应在设计地表以下不小于 3m,此深度是保证留在地下的桩不会对后期的施工建设造成不良影响。

5.4.7 清障后坑、槽的填筑应满足本规范第 5.6 节场地填筑中填筑材料、分层厚度、压实系数等技术要求。

5.5 明浜与暗浜处理

5.5.1 处理方式分为换填处理、直接进行地基处理。处理等级以及浜内填筑材料影响明、暗浜的处理方式。

5.5.2 高等级、中等级处理区域内的明、暗浜全部采用换填处理；低等级处理区域充填材料为非素填土、含有浜底淤泥的素填土时采用换填处理，当充填材料为不含有浜底淤泥的素填土、有一定沉积年限的暗浜等可直接进行预压处理或碾压处理。

5.5.4 明、暗浜的换填处理应分层进行填筑压实，换填填筑材料以及填筑要求应满足本规范第 5.6 节场地填筑的规定。

5.5.8 换填施工过程中需控制场地排水，填土区应中间稍高，两边稍低。填方表面做到保持排水流畅不受侵蚀。

5.6 场地填筑

5.6.1 场地填筑主要分两次进行，一次在地基处理前，一次在地基处理后。地基处理前的填筑应满足地基处理的需要，地基处理后填筑应满足场地大面积平整要求。

5.6.2 填筑体排水可根据填筑条件的不同选择下列型式：

1 直立排水、上昂式排水、下昂式排水等竖式排水。

2 不同高程的水平排水层、褥垫式排水、网状排水带、排水管等水平排水。

3 采用均质和用弱透水材料的填筑体，底部可用水平排水体将渗水引出填筑地基外。

4 两种或多种型式组成的综合型排水。

5.6.4 碾压施工的施工参数应通过现场试验确定，上海迪士尼度假区场地填筑要求分层回填时每层压实厚度为 250mm。

5.7 地基处理

5.7.1 场地形成工程一般采用预压法进行地基处理,对于软土地区,常用的处理方法按处理工艺分为真空预压法、堆载预压法、真空和堆载联合预压法。当附加荷载小于真空压力,常采用真空预压处理,当附加荷载大于真空预压的压力时常采用堆载预压法或真空和堆载联合预压法。

5.7.2 真空预压法是在总应力不变的条件下,使孔隙水压力减少,有效应力增加,土体强度增长。对于在持续荷载下体积会发生很大压缩和强度会增长的土,而又有足够时间进行预压时,这种方法特别适用。堆载预压则是通过增加土体的总应力,并使超静水压力消散来增加其有效应力,使土体压缩和强度增长,这种方法特别适用于超载预压处理。

5.7.3 由于土层的复杂性、土质的不均匀性和取样、运输对土体的扰动,以及现有土工试验的条件和设计计算方法的现状,故理论计算获得的加固效果和所需要的时间往往不能很好反映实际工程的情况。为此,对重要工程应进行预压试验,以便修正设计、指导施工。

5.7.4 在堆载预压过程中,地基因排水固结增加强度的同时,剪应力也相应增大。如后者大于前者,则可导致土体的剪切破坏。因此,加载速率应与土的强度增长相适应。

5.7.5 在真空预压边缘,由于真空度会向外部扩散,其加固效果不如中部,为了使预压区加固效果比较均匀,预压区应大于处理边线,堆载预压荷载顶面不小于处理区域。

5.7.6 由于预压加固的范围一般较大,其沉降对周边有一定影响,应有一定安全距离,距离较近时应采取保护措施。

5.7.7 预压法设计,实际上在于合理安排排水系统和加压系统的关系,使地基在受压过程中排水固结。因此,竖向排水系统与

水平排水系统的排水有效性是工程成功的关键。

I 真空预压

5.7.8 真空预压处理地基时,必须设置竖向排水系统,因竖向排水系统能将真空度从砂垫层中传至土体中,并将土体中的水通过其抽至砂垫层然后排出,若不设置,起不到上述作用就达不到加固目的。

为保证加固效果、工期和工程安全,必须对加固全过程进行检测和检验。

5.7.9 真空预压的效果和膜内真空度大小关系很大,真空度越大,预压效果越好,如真空度不高,处理效果将受到较大影响。

5.7.10 在同一区域相同土质情况下,对不同加固面积取得的真空度进行比较,试验结果表明,加固面积越大,加固面积与周边长度之比也越大,气密性就越好,真空度就越高,故每块真空预压的面积尽可能大。

5.7.11 真空预压的关键在于要有良好的气密性,使预压区与大气隔离,当在加固区发现有透气层或透水层时,应采取措施。

5.7.12 国内真空预压密封措施一般采用黏土泥浆搅拌桩,密封性能好,搅拌桩桩身强度低于周边土体强度。上海迪士尼度假区场地形成建设标准要求搅拌桩密封墙与地基处理后土体的强度一致,若密封墙强度不满足要求应对其进行二次加固处理。因此,密封墙既要满足真空预压时的变形、密封性能要求,又要具有周边土体的强度。密封墙采用两排双轴 $\Phi 700$ 水泥黏土搅拌桩,桩长为 10m,水泥掺入量为 5%,膨润土掺入量为 0.8%, Na_2CO_3 掺入量为膨润土重量的 5%,水灰比(含膨润土)为 1.9~2.0,水泥为 P.O42.5 级硅酸盐水泥。施工要求桩位偏差 $<50\text{mm}$,垂直度 $<1\%$,施工应严格按现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08-40 实施。搅拌桩在明、暗浜换填段施工时需增加一次搅拌处理,且水泥掺量提高至 6%。

5.7.13 塑料排水板的排水能力与排水板受到的侧向土压力、板的挠度及排水板内的水头损失有关,塑料排水板的选择应根据型号及性能、打设深度、间距、地基处理深度等综合确定,保证竖向排水能力满足设计要求。

5.7.14 水平排水垫层往往采用的是散体材料中粗砂,其抵抗不均匀变形的能力差,在预压荷载作用下若地基的不均匀变形过大,则水平排水垫层很可能断开而不连续,其排水性能也就失效,导致地层中的孔隙水无法顺利排出,可通过加垫层厚度或减少不均匀变形等措施来解决。

5.7.16 为保证真空度,必须采用抗老化性能好,韧性好、抗穿刺能力强的密封膜。

5.7.20 对于预压工程,什么情况下可以卸载,这是工程上很关心的问题,上海迪士尼度假区场地处理采用了目标沉降值和沉降速率综合确定。具体确定如下:

1 目标沉降值 $\geq 700\text{mm}$ 区域满足以下两点中的任意一点即达到卸载标准。

- 1) 沉降观测点达到该区块的目标沉降值;
- 2) 沉降观测点未达到该区块的目标沉降值,但在预压时间(真空度达到 80kPa 后) $\geq 90\text{d}$ 的同时,连续 5d 的实测平均沉降速率 $\leq 1.5\text{mm}$ 。

2 目标沉降值 $< 700\text{mm}$ 区域达到该区块的目标沉降值。沉降观测点达到目标沉降值的计算原则:

- 1) 一个区块中所有沉降观测点沉降值的平均值不小于该区块的目标沉降值;
- 2) 一个区块中 85% 沉降观测点的沉降值均不小于该区块的目标沉降值;
- 3) 一个区块中所有沉降观测点的沉降值不小于该区块的目标沉降值的 80% ;
- 4) 一个区块中小于目标沉降值的观测点应是随机分布的,

且小于目标沉降值的任意两点不得相邻。

5.7.23 地基变形计算深度以现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的相对变形作为控制标准。

5.7.24 地基的总沉降 s 由瞬时沉降 s_d 、主固结沉降 s_c 和次固结沉降 s_s 三部分组成,即 $s=s_d+s_c+s_s$ 。

由于瞬时沉降和次固结沉降的影响因素较复杂,在实际设计计算中,地基的总沉降常以主固结沉降计算结果为基础,用经验系数 ϕ_s 修正的方式综合考虑瞬时固结和次固结产生的沉降。

沉降经验系数 ϕ_s 与地基条件、荷载强度、加荷速率等因素有关。利用上海迪士尼度假区地基处理试验的研究成果,通过真空预压和堆载预压处理区中心点每层沉降实测结果与规范方法计算对比,得出相应土层的沉降经验系数,预压法沉降修正系数见表 1。

表 1 预压法沉降修正系数表

土层编号	②	③	③夹	④	⑤1	⑤3	⑤4	⑥
真空预压修正系数	0.6	1.4	1.4	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
堆载预压修正系数	0.8	1.5	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0

根据各项影响因子的取舍情况,分别计算了考虑不同影响因子作用时的沉降曲线,上海迪士尼度假区工程地基处理试验的计算值与实测曲线对比结果见图 1。

II 堆载预压

5.7.25 预压法设计,实际上在于合理安排排水系统和加压系统的关系,使地基在受压过程中排水固结,增加强度,以满足工程对沉降的要求。同时,合理设计监测系统,通过监测数据指导施工,做到动态化设计和信息化施工。

5.7.26 对于塑料排水板的当量换算直径 d_p ,式(5.7.26)在国内工程中普遍采用。

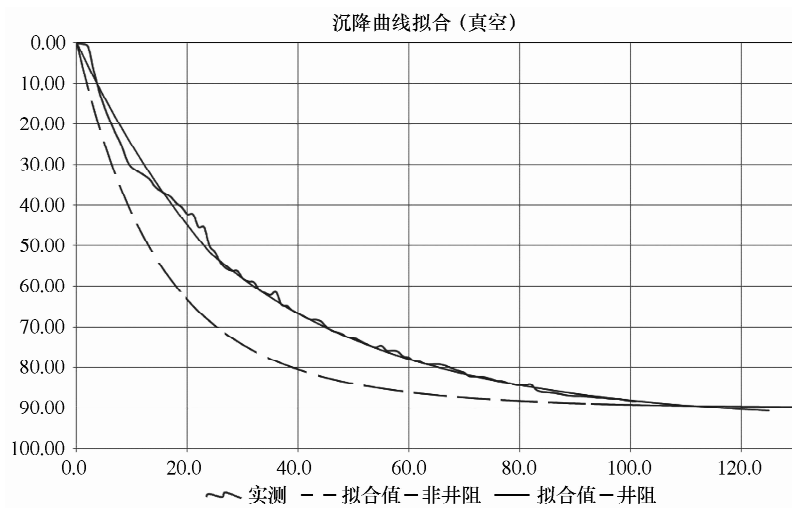


图1 真空预压沉降曲线对比图

5.7.28 对于缺少砂料的地区,以及吹填土强度极低、含水率极高、呈流塑状时,可采用无砂垫层的堆载预压法进行处理。

5.7.29 对于沉降有严格限制的工程,应采取超载预压处理,可减少处理工期,减少工后沉降量。

5.7.30 工程应用时应进行试验性施工,在保证整体稳定的条件下实施。

5.7.32 严格控制加载速率,防止地基发生剪切破坏或产生过大的塑性变形。

5.7.35 现有的固结理论计算公式都是假设荷载是一次瞬间施加的,对逐渐加荷条件下地基的固结度计算则需要经过修正,本规范采用改进的高木俊介法进行修正。

5.7.36 对竖向排水体未穿透受压土层时,竖向排水体范围土层平均固结度与竖向排水体以下土层的平均固结度相差较大,预压期间所完成的固结变形量也因之相差较大,不宜按整个受压土层平均计算而应分别计算。

5.7.37 在预压荷载作用下,地基土的强度一方面因固结而增长,另一方面随着荷载的增加,地基的剪应力也增大,在一定条件下,由于剪切蠕变,导致强度衰减,正常固结饱和黏土可用下式表示:

$$\tau_{ft} = \tau_{f0} + \Delta\tau_{fc} - \Delta\tau_{ft} \quad (1)$$

式中: τ_{f0} ——地基土天然抗剪强度(kPa);

$\Delta\tau_{fc}$ ——由于固结而增长的强度增量(kPa);

$\Delta\tau_{ft}$ ——由于剪切蠕变而引起的强度衰减量(kPa)。

由于剪切蠕变而引起的强度衰减量 $\Delta\tau_{ft}$ 目前尚难计算,为了考虑 $\Delta\tau_{ft}$ 的效应,把上式改写成: $\tau_{ft} = \tau_{f0} + \eta\Delta\tau_{fc}$ 。

Ⅲ 真空和堆载联合预压

5.7.39 真空和堆载联合预压加固,二者的加固效果可以叠加,符合有效应力原理,并经工程试验验证,当采用真空和堆载联合预压时,既抽真空降低孔隙水压力,又通过堆载增加总应力。

5.7.42 开始时抽真空使土中孔隙水压力降低有效应力增大,经过不长时间(7d~10d),在土体保持稳定的情况下堆载,使土体产生正孔隙水压力,并与抽真空产生的负孔隙水压力叠加。正负孔隙水压力叠加,转化的有效应力为消散的正、负孔隙水压力绝对值之和。

5.7.43 对堆载预压工程,应严格控制加载速率,防止地基发生剪切破坏或产生过大的塑性变形。工程上一般根据竖向变形、边桩水平位移和孔隙水压力等监测资料按一定的标准控制。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 场地形成工程涉及的施工工序、工艺繁多,地基处理施工最为重要。场地布置要以提高施工效率为优,充分利用前期现有道路及场地条件展开施工,同时抓紧形成合理的规划场地设施,严格保证施工工期,且规划布置要方便后期施工甚至后续工程的施工。

6.1.4 场地填筑过程中需控制场地排水,填土区应中间稍高,两边稍低,横坡保持在 1.5‰,填方表面做到保持排水流畅,不受侵蚀。

6.2 土方调配

6.2.2 土方调配实施票签系统监测及跟踪填筑材料的来源与去处,同一施工区域严禁使用不同的土源。

6.3 清表与地下障碍物清除

6.3.1 清表的内容为:混凝土块、地基、地下储罐和结构、管径大于 25mm 的地下管线;树木和灌木及其根茎,以及其他植物残屑;建筑和生活垃圾等。清表的深度为 300mm,若清表深度下仍有以上物质时,则应继续清除至素土。

6.3.2 清除方式采用挖机挖除地面 300mm 厚表层土,然后推土机配合进行碾压平整,清除后的耕植土应运至指定堆放区域,作

为将来绿化用土,其余表层土清运场外。

6.3.3 影响后期施工的各类障碍物主要包括单独立项的临时工程中的改建道路、现有建(构)筑物基础、动拆迁时未拆除的场内其余道路和驳岸及附着物等。

6.4 明浜与暗浜处理

6.4.1 对于场地内明浜与暗浜清淤处理,并将其运送到指定地点,再分层回填砂垫层及素土达到要求的标高,每层回填料用压路机来回碾压,使其有一定的压实系数,以满足土方填筑要求。若施工过程中发现地质异常现象,如表层颜色变化、施工机械下沉、地表干湿变化较大等,应及时通知勘察单位进一步明确是否存在遗漏的暗浜。

6.4.2 填筑材料可包括天然或人造材料,以及建筑或拆卸材料等。一般性填筑材料的最大粒径为 50mm,且直径小于 $75\mu\text{m}$ 的颗粒所占比例不应大于 25%。如引进的填筑材料不均匀系数(d_{60}/d_{10})小于等于 5,但是能被压实到 0.93 的压实系数,且平板载荷试验结果也能达到要求,则该材料仍可使用。任何填筑材料需进行如下各项测试且需满足设计要求:

- 1 颗粒分析试验(仅适用于粉土和砂土)。
- 2 液限试验(仅适用于黏性土)。
- 3 塑性指数试验(仅适用于黏性土)。
- 4 不均匀系数(仅适用于粉土和砂土)。
- 5 pH 酸碱值。
- 6 氯离子及硫酸根离子含量。
- 7 最优含水量及最大干密度(轻型击实试验)。

6.4.5 明浜与暗浜处理时应用挖机清淤并挖至原状土,按先深后浅顺序铺设厚度 300mm 的中、粗砂,压实直至河床稳定,再用填筑材料压实至清表后地面标高。水平分层回填采用振动碾压,

应控制碾压速度,确保压实质量。分层搭接施工缝应错开搭接,应妥善保护边坡稳定,防止土坍塌混入垫层中。

6.5 场地填筑

6.5.3 分层填筑应预留一定的下沉高度,以备在行车、堆重或干湿交替的自然因素作用下,土体逐渐沉落密实。振动碾压后如果参数不能满足设计要求,则对该区域应重新碾压施工。

6.6 地基处理

6.6.1 同批次生产、用于同一工程的塑料排水板,每 20 万延米抽样检验不应少于 1 次,不足 20 万延米时应抽样检验 1 次;不同批次的塑料排水板应分批次检验。塑料排水板存放超过 6 个月,使用前应重新抽样检验。塑料排水板主要检验项目包括纵向通水量、塑料排水板抗拉强度、滤膜抗拉强度、滤膜渗透系数和滤膜等效孔径。

真空膜进场时应按现行行业标准《公路工程土工合成材料土工膜》JT/T 518 以批为单位进行验收,同一牌号的原料、同一配方、同一规格、同一生产工艺的产品为一批,每批数量不超过 500 卷,不足 500 卷以五日产量为一批。检验从每批产品中随机抽取三卷。土工布进场时应按现行行业标准《公路工程土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》JT/T 519 以同一品种、同一规格、同一工艺的一个交货批划分检验批。

I 真空预压

6.6.6 真空预压施工是将密封膜铺在砂垫层上抽真空,而单层密封膜厚度一般只有 0.12mm~0.16mm,因此,如砂垫层中混有尖石和铁器等利刃硬物,往往很容易将密封膜扎破,造成真空压

力的损失。

6.6.7 在施工前应首先进行塑料排水板的试打,即先在现场施工区域选择有代表性的点位,试打 2~3 根排水带。在试打过程中,对压入导管的速度、高度、次数,振动锤电机的电流值或静压力等工艺参数做好记录。其后,对排水板作现场检验。若符合设计要求,则可将试打工艺确定为施工工艺。塑料排水板接长时,需将待接排水板的滤膜完整地剥开,将板芯对插搭接,搭接长度不小于 200mm。再将滤膜包好裹紧,并用大号钉书钉钉接。打设时回带不得超过 500mm,若超出,需要在该板位旁 450mm 内重新插入补打一根。有风天气施工时应特别注意,防止风力将板的滤膜撕破,六级以上风力应停止打板。

6.6.8 按主管横向、滤管纵向布置,主管间距 12m,滤管间距 6m。主管和滤管采用 PVC 管,外径为 75mm,管壁厚度 2.3mm。主管和滤管直径应相同,便于连接。主管与滤管之间应用软胶管联接,胶管套入滤管长约 100mm,其接头处至少应用铅丝绑扎两道,且铅丝结头严禁朝上,可以使整个管路系统能较好的适应地面的不均匀沉降。主管上不开孔,滤管上应设置圆孔,滤管圆孔直径 10mm,外包一层土工布。

6.6.10 密封墙采用两排双轴 $\Phi 700$ 水泥黏土搅拌桩,桩长为 10m,水泥掺入量为 5%,膨润土掺入量为 0.8%, Na_2CO_3 掺入量为膨润土重量的 5%,水灰比(含膨润土)为 1.9~2.0,水泥为 P.O42.5 级硅酸盐水泥。施工要求桩位偏差 $< 50\text{mm}$,垂直度 $< 1\%$,施工应严格按现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08-40 实施。搅拌桩在明、暗浜换填段施工时需增加一次搅拌处理,且水泥掺量提高至 6%。

6.6.14 先铺设一层土工布作为保护层,然后铺设塑料密封膜。单幅土工布长度及宽度在施工时应根据现场情况进行调整。第一层塑料膜铺设好后,应检查搭接缝并及时补破漏孔洞,符合要求后再铺设第二层真空膜,第二层真空膜同第一层真空膜一样铺

设并检查。铺膜过程中,随铺随用砂袋进行压膜,防止起风将铺设好的膜卷走或撕裂;清理沟中杂物,使真空膜完整埋入,再小心回填黏土做好密封并压实。

6.6.15 为了防止由于地质突变等不利情况(如遇地下承压水层等),在各加固单元应预留 2 台备用真空射流泵。

6.6.17 出膜装置为膜上管道与膜下管道的连接部件,安装时要严格密封,不得漏气。在真空管管路中设置止回阀和闸阀,避免膜内真空度很快降低,并用来控制间歇抽气和保持真空度的稳定。为掌握现场实际真空度,每套抽真空设备安装一个标准真空表。

6.6.18 抽真空以后,处理区内膜下真空度会持续上升。当膜下真空度达到并稳定在 80kPa 以上时,即进入真空预压正常预压阶段。同时做好各项监测记录工作。通过各项监测记录,严密监视地基与预压系统情况。在抽真空过程中,若膜体表面出现一些漏气小孔洞,有可能使局部膜下真空度出现下降,应仔细检查发现并及时用聚氯乙烯胶水加以修补。若在抽真空开始以后,膜下真空度在预期内达不到 80kPa,则需采取相应的技术措施加以处理。如可起用备用出膜口并增加真空泵,加大抽真空能力,或仔细检查、修补密封情况等,从而确保真空预压能达到设计的效果。

II 堆载预压

6.6.20 塑料排水板的纵向通水量除与侧压力大小有关外,还与排水板的平直、扭曲程度有关。扭曲的排水板将使纵向通水量减少。

6.6.21 由于套管截面往往比排水体截面大,因此会对地基土产生施工扰动。其影响程度与施工机具及地基土的结构性有关,为减小施工过程中对地基土的扰动,袋装砂井施工时所用套管内径宜略大于砂井直径。

6.7 边坡工程

6.7.5 填筑边坡的施工与堆载预压相似,应防止地基发生破坏。



7 监 测

7.1 一般规定

7.1.2 软土地基的失稳通常从局部剪切破坏发展到整体剪切破坏,一般需要有数天时间,因此,应对竖向变形、边桩位移和孔隙水压力等观测资料进行综合分析,研究它们的发展趋势,这是十分重要的。

7.1.3 监测点布置应满足施工方的要求,既不妨碍施工,又能得到有效保护。

7.1.6 利用监测信息可及时掌握地基和周边环境变化程度以及发展趋势,及时应对异常情况,做到信息化施工,防止事故的发生;同时验证设计参数,完善设计理论,提高设计水平。

7.3 地基处理监测

7.3.2 地表沉降观测一般分施工沉降观测和抽气膜面沉降观测。施工沉降主要指打设垂直排水通道、铺设砂垫层、安装滤管等引起的沉降量,对这部分沉降可先在加固场地预埋几个沉降板,测出它的初读数,然后在完成上述施工后再进行测量,从而可以得到施工沉降量。

抽气膜面沉降观测是在铺好的薄膜上,预先放置一些沉降标来完成。大约每 $1000\text{m}^2 \sim 3000\text{m}^2$ 放置一个(视加固面积大小而定),放置位置要均匀,在加固区的边缘、中心及中间部分都得有,以便测得的沉降量能较真实的反映实际情况。

膜下真空度是必须进行监测的项目,因为真空度是真空预压

法中荷载的标志。膜下真空度的量测有助于了解膜下真空压力的大小以及随时间变化的情况,可以得到真空荷载随时间的变化过程曲线,需要在膜下砂垫层中安装真空度测头。在一块加固面积上,膜下真空度测头最少放置五个,四个角上和中心各放一个。面积较大时,平均每 $1000\text{m}^2 \sim 2000\text{m}^2$ 要放置一个。

通过量测土中的负超静孔隙水压力,可以知道土体中有效应力随时间的变化过程,也可以知道土体中强度增长的情况,同时也可利用测到的资料作沉降计算和反推土层的固结系数,求得土层的固结度。目前真空预压中所用的孔隙水压力计基本都是钢弦式孔隙水压力计。建议埋设位置平面上应是垂直排水通道间距的几何形心上,深度上与分层沉降埋设深度相对应,便于比较测得的各种数据。

土体分层沉降观测可以得到不同深度的土层在加固过程中的沉降过程曲线。也可从中了解到各土层的压缩情况,可以判断加固达到的有效深度及各个深度土层的固结成度。

土层深部水平位移观测是量测土体在加固过程中的侧向(水平)位移情况。主要了解土体侧向移动对邻近建筑物的影响,确定真空预压加固的影响范围及了解所采取的保护措施的有效性;另外,也可通过土体侧向移动量的大小了解加固的有效深度、影响深度以及对土体垂直变形的影响。其位置宜设置在加固区长边的中轴线上。