

CSEE

中国电机工程学会标准

T/CSEE XXXX-YYYY

粗颗粒盐渍土区岩土工程勘测技术规程

Technical code of geotechnical engineering investigation

in coarse saline soil regions

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电机工程学会

发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号、代号和缩略语	2
5 基本规定	2
6 工程地质调绘	3
7 勘探与取样	4
7.1 一般规定	4
7.2 钻探	4
7.3 井探与槽探	5
7.4 取样	5
8 试验与监测	5
8.1 一般规定	5
8.2 原位测试	6
8.3 室内试验	6
8.4 监测	7
9 分析与评价	7
9.1 一般规定	7
9.2 溶陷性	8
9.3 盐胀性	8
9.4 腐蚀性	9
10 勘察成果	10
10.1 一般规定	10
10.2 勘察报告的基本要求	10
附录 A 粗颗粒盐渍土主要物理力学性质指标	12
附录 B 粗颗粒盐渍土类型的野外鉴别特征	12
附录 C 粗颗粒盐渍土地基的浸水载荷试验	12
附录 D 粗颗粒盐渍土盐胀性现场试验	12
附录 E 适用于粗颗粒盐渍土区的主要地基处理方法	12
索引	12
编制说明	12

前言

为规范电力工程中粗颗粒盐渍土区岩土工程勘测与评价，制定本标准。

本标准由中国电机工程学会××××提出并解释。

本标准起草单位：中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、中国能源建设集团甘肃省电力设计院有限公司、中国电力建设集团青海省电力设计院有限公司、长安大学。

本标准起草人：程东幸、刘志伟、王国尚、刘常青、李哲、刘亚峰、张希宏、赵栋、胡昕、樊柱军、杨生彬、曹荣泰、刘宇平、高建伟、袁俊、郭葆、伍艳丽。

本标准×年×月首次发布。

粗颗粒盐渍土区岩土工程勘测技术规程

1 范围

本标准规定了粗颗粒盐渍土区岩土规程的勘测内容、方法及分析与工程评价等内容。
本标准适用于粗颗粒盐渍土区的发电工程、变电工程、新能源工程、输电工程等各类电力工程项目。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50021 岩土工程勘察规范
GB/T 50942 盐渍土地区建筑技术规范
GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

3.1

盐渍土 saline soil
岩土中易溶盐含量大于 0.3%，并具有溶陷、盐胀、腐蚀等工程特性的土。

3.2

粗颗粒土 coarse-grained soil
粒径大于 0.075mm 和小于或等于 60mm 的颗粒含量大于总质量的 50% 的土。

3.3

粗颗粒盐渍土 coarse particle saline soil
洗盐后，按土颗粒粒径组成定名为粗粒土的盐渍土。

3.4

盐渍土场地 saline soil field
由盐渍土地基和周边的盐渍土环境组成的建筑场地。

3.5

盐渍土地基 saline soil foundation
主要受力层由盐渍土组成的地基。

3.6

易溶盐 soluble salt
易溶于水的盐类，主要指氯盐、碳酸盐、碳酸氢钠、硫酸钠、硫酸镁等，在 20℃ 时，其溶解度约为 9%~43%。

3.7

含盐量 salinity content
土中所含盐的质量与土颗粒质量之比。

3.8

溶陷 collapsibility

盐渍土在一定压力下，下沉稳定后，受水浸润所产生的附加下沉。

3.9

溶陷系数 coefficient of collapsibility

单位厚度的盐渍土的溶陷量。

3.10

盐胀 salt expansion

盐渍土因温度或含水量变化引起硫酸盐结晶导致土体体积增大。

3.11

盐胀系数 coefficient of salt expansion

单位厚度的盐渍土的盐胀量。

3.12

易溶盐分布形态 soluble salt distribution

地基土中易溶盐聚集、分散的状态，其特征多呈层状、窝状或均匀分布。

3.13

盐分充填 salt filling

盐晶体以接触状态分布于颗粒孔隙中，地层呈散体状。

3.14

盐分胶结 salt cementation

盐晶体将土颗粒连结在一起，地层致密、坚硬，呈块状或板状。

3.15

盐分迁移 salt migration

粗颗粒土中盐分在毛细作用下聚集或分散的运动过程。

4 符号、代号和缩略语

列入本规程中计算、表达等相关的符号、代号及缩略语。

δ_{rx} ——溶陷系数

s_{rx} ——溶陷量

η ——盐胀系数

S_{yz} ——最大盐胀量

H ——有效盐胀区厚度

ϕ ——内摩擦角

c ——黏聚力

w ——烘干法测得含水量

K_v ——竖向渗透系数

E_s ——变形模量

f_α ——承载力特征值

γ ——重力密度

P ——承压板或基础的底面压力

s ——由荷载引起的地基变形值

b ——承压板宽度或直径

$\overline{\delta_{rx}}$ ——平均溶陷系数

h_{jr} ——承压板下盐渍土的湿润深度

5 基本规定

5.1 粗颗粒盐渍土区岩土工程勘测应根据工程项目类型、建(构)筑物布置及重要性、环境条件及变化特点,在查明场地工程地质条件的基础上,进行溶陷性、盐胀性、腐蚀性和地基工程性能分析评价,为地基基础设计及施工提供岩土工程资料。

5.2 粗颗粒盐渍土区岩土工程勘测应根据场地的复杂程度及工程特点有针对性地采用资料收集、现场调绘、勘探和测试等综合勘察方法,必要时进行专项勘测或专题研究。

5.3 粗颗粒盐渍土区宜选择溶陷性、盐胀性、腐蚀性相对较弱的场地进行建设,避让水环境和地质环境变化大的地段。

5.4 粗颗粒盐渍土区勘测阶段划分、盐渍土地类型划分、工作量布置,应符合GB/T 50942和GB 50021的规定。

5.5 粗颗粒盐渍土的化学成分分类和含盐量分类,应符合GB 50021的要求。

5.6 粗颗粒盐渍土按结构类型可分为盐分胶结型和盐分充填型两类,野外鉴别特征见附录B。

5.7 根据工程实施前后环境条件的变化和工程过程中的环境条件,粗颗粒盐渍土地基可分为A类使用环境和B类使用环境:

a) A类环境:工程实施前后和工程使用过程中不会发生大的环境变化,能保持粗颗粒盐渍土地基的天然结构状态,地基受淡水侵蚀的可能性小或能够有效防止淡水侵蚀。

b) B类环境:工程实施前后和工程使用过程中会发生较大的环境变化,粗颗粒盐渍土地基受淡水侵蚀的可能性大,且难以防范。

6 工程地质调绘

6.1 工程地质调查,宜搜集下列资料:

- a) 区域地质、第四纪地质、水文地质、遥感图像等既有资料;
- b) 气温、地温、湿度、降雨量、蒸发量,土的最大冻结深度和冻结初终期、干燥度等主要气象资料;
- c) 地表水的径流通道、最高洪水位及其发生时间、淹没范围等水文资料。

6.2 工程地质调绘,宜采用遥感图像解译和地面调绘相结合的方法,查明盐渍土的分布范围、地层岩性、含盐程度、含盐类型、胶结程度、地下水的埋藏条件和地表水的积聚、排泄条件。

6.3 遥感图像解译,应包括下列内容:

- a) 盐渍土区的地形、地貌特征;
- b) 盐渍土的分布范围、地表组成物质、植被覆盖率及分布情况;
- c) 地表水分布形态、地表积水情况及地下水露头点等;
- d) 利用不同时相的遥感图像,解译判释盐渍土的发展趋势。

6.4 工程地质调绘,应包括下列内容:

- a) 盐渍土区的地形、地貌特征;
- b) 盐霜、盐壳的分布范围、厚度、坚硬程度;
- c) 地表土层的成因类型、地层结构与岩性、含盐类型、盐分分布特征及季节迁移规律;
- d) 盐渍土地区植物的种类, 包括生态特征、覆盖度、均匀度、分布规律、代表性植物与盐渍土发育的关系等;
- e) 雨季勘察时, 宜补充调查旱季地表的泛盐情况;
- f) 既有道路、房屋及其他建筑物的使用情况与被腐蚀程度、防护措施及效果。

6.5 水文地质与水环境调绘, 宜包括下列内容:

- a) 地表水和地下水的分布状况、补给、径流、排泄条件, 地下水与地表水的补给关系;
- b) 不同地貌单元地下水的赋存条件, 地表、地下水的化学成分及其与上部土层盐渍化的关系;
- c) 地下水动态变化规律调查, 包括常年最高水位、水位季节变化幅度和逐年变化趋势;
- d) 河、湖、水库的水位变化及农田水利工程的渗漏、灌水、排水、对附近地下水水位的影响。

7 勘探与取样

7.1 一般规定

7.1.1 粗颗粒盐渍土区的勘探宜根据盐渍土环境条件、地基土结构特征采用钻探、井探、槽探相结合的综合勘探方法。

7.1.2 需了解地基整个受力层粗颗粒盐渍土性状及地层结构的, 宜采用钻探方法; 仅需了解浅表层地基土结构及易溶盐分布特性的, 可采用井探、槽探方法。

7.1.3 勘探和取样工序应紧密衔接。勘探、取样完成后, 应及时完成勘探井、孔的填实封闭。

7.2 钻探

7.2.1 钻探工作应根据勘察技术要求、地层类别、场地及环境条件, 选择适宜的钻机、钻具和钻进方法。

7.2.2 浅部土层勘探可采用小口径钻、小口径螺旋麻花钻和洛阳铲钻进等方法。

7.2.3 对于需要鉴别土层天然湿度、含盐特征、颗粒组成和划分地层的钻孔, 地下水位以上应采用干法钻探。

7.2.4 地下水位以上易坍塌的岩土层钻探宜采用套管护壁。

7.2.5 钻探回次进尺宜为0.5m~0.8m, 并应满足鉴别厚度小于0.2m的薄层的要求。

7.2.6 钻探过程中, 岩芯采取率应逐回次计算。岩芯采取率对砂土层不宜小于80%, 对碎石土层不宜小于50%。

7.2.7 钻探岩芯应按钻进回次先后顺序排列, 注明深度和岩土名称。

7.2.8 钻孔中遇地下水应立即停钻, 并进行初见水位和稳定水位的测定。

7.2.9 土层鉴别和编录应及时进行，对含盐量高的薄层应单独详细记录，岩芯宜拍摄照片保存。

7.3 井探与槽探

7.3.1 为满足取样要求和查明粗颗粒盐渍土的结构特征，可采用井探或槽探进行勘探。

7.3.2 井探或槽探时，应根据岩土层稳定性、坍塌情况采取支护措施。

7.3.3 开挖过程中，土石方堆放位置应距离井、槽口边缘大于 1.0m。雨期施工时，应采取措施防止雨水流入井、槽内。

7.3.4 井探、槽探的勘探深度不宜超过地下水位。

7.4 取样

7.4.1 粗颗粒盐渍土应采用井探、槽探或干法钻探取样。试样采取方法可按表 7.4.1 选择。

表 7.4.1 粗颗粒盐渍土取样方法

试样质量等级	取样方法	适宜土层	备注
I、II	钻孔	盐分胶结土层	干钻
III、IV	井探、槽探、钻孔	盐分充填土层	钻探应干钻

7.4.2 力学试验、含水量、密度测试的土试样等级应为 I 级或 II 级；颗粒分析、化学分析的土试样等级可为 III 级或 IV 级。土试样质量等级可按 GB50021 相关要求划分。

7.4.3 粗颗粒盐渍土的取样深度不宜小于 6m，取样宜从地表开始，3m 深度以内取样间距宜为 0.5m，3m 深度以下取样间距可为 1.0m。当遇到易溶盐富集层时，应加密取样。试样质量不宜小于 1000g。

7.4.4 I、II 级样应妥善密封，防止湿度变化，保持原有结构状态运至试验室进行试验。

7.4.5 对存在单层或多层易溶盐的盐渍土土层，易溶盐汇集部位应采取试样；以化学分析为主的试样采取宜在干旱季节进行。

7.4.6 勘察深度范围内有地下水时，应取地下水试样进行室内分析。取样数量每一建筑场地不得少于 3 件，各项指标的测试应按现行国家标准 GB/T 50123 的规定执行。

8 试验与监测

8.1 一般规定

8.1.1 室内试验时，对粒径大于 60mm 的颗粒宜予以剔除，并按照试验数据统计要求，辅以全样结果分析。

8.1.2 颗粒表面有较厚结晶盐的盐渍土体，室内试验时应进行洗盐处理，以保证试验数据的准确性。

8.1.3原位测试方法应根据场地岩土工程条件、建（构）筑物地基设计要求和测试方法的适用性等因素合理选用。

8.1.4现场监测应根据监测对象与要求选择合理的监测方法。

8.2 原位测试

8.2.1常用原位测试方法、适用条件以及应用范围可按表8.2.1选择。

表 8.2.1 原位测试方法、适用条件及应用范围

测试项目	粗颗粒盐渍土类型	应用范围	试验方法
动力触探试验	盐分充填类型	1. 判定地基土的密实度, 力学分层; 2. 评价地基土承载力及地基土的变形模量	重型动力触探 超重型动力触探
密度试验	盐分充填类型	测定地基土的天然密度;	灌水法、灌砂法
渗透试验	盐分充填、盐分胶结类型	1. 确定地基土的渗透系数; 2. 进行粗颗粒盐渍土的类型划分	双环法、单环法、试坑法
静力载荷试验	盐分充填、盐分胶结类型	1. 确定地基土承载力 (含饱和状态); 2. 计算地基土的变形模量 3. 计算地基土的基床系数; 4. 测定地基土的溶陷系数	平板载荷试验 (含天然、浸水两种工况)
波速测试	盐分充填、盐分胶结类型	1. 确定场地土类型 2. 划分场地类别	单孔法、跨孔法 面波法

8.2.2当初步判定为溶陷性土时, 应根据地基土结构类型、场地复杂程度、建（构）筑物基础埋深及对变形的敏感程度等, 采用本标准附录C规定的现场浸水载荷试验法测定地基土的溶陷系数。变形敏感和带水运行的建（构）筑物, 同一地质单元或建设场地应进行不少于3处测定溶陷系数的浸水载荷试验。

8.2.3当初步判定为盐胀性土时, 应根据地基土结构类型、场地复杂程度、建（构）筑物基础埋深及对变形的敏感程度等, 采用本规范附录D规定的试验方法测定地基土的盐胀性。对于基础埋深小于3m, 变形敏感和带水运行的建（构）筑物, 同一地质单元或建设场地应进行不少于3处进行盐胀试验。

8.2.4 原位试验所采用的仪器设备、操作方法、原始记录、资料整理等应符合现行国家标准GB 50021及GB/T 50942的相关规定。成果资料分析时, 应考虑仪器设备、试验季节、试验方法等对试验结果的影响, 结合场地环境和地层条件, 剔除异常数据。

8.3 室内试验

8.3.1 试验项目和试验方法应根据工程要求和岩土性质确定, 并应注意地基土的非均质性和不连续性以及由此产生岩土试样在工程性状上的差别。

8.3.2室内物理力学试验内容宜包括: 颗粒分析试验、含水率试验、密度试验、直接剪切试验、溶陷试验、盐胀试验等。

8.3.3室内化学分析试验项目应包括: 易溶盐含量(DS)、酸碱度(pH)、主要离子 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $(Na^+ + K^+)$ 。

8.3.4直接剪切试验、溶陷试验、盐胀试验适用于盐分胶结型粗颗粒盐渍土。

8.3.5室内试验方法应符合现行国家标准GB/T 50123GB/T 50942的有关规定。

8.4 监测

8.4.1 粗颗粒盐渍土的监测内容和监测方法应根据工程的具体要求确定。

8.4.2 地基土盐渍化程度的初判可用遥感方法监测；地基土中盐分迁移趋势和地基土胀溶变形的监测可在现场设立监测点，通过传感器实时监测。

8.4.3利用遥感图像数据进行地基土盐分信息提取时，所选遥感影像应包含可见光和红外波段区间的波段范围。

8.4.4 场地监测宜根据地貌单元、建筑地段、基础埋深选择典型断面进行，监测断面主要布设在如下位置：

- a) 地势低洼地段；
- b) 变电构架、电厂辅助设备等荷重小、基础埋深浅的建（构）筑物基底及基础周边；
- c) 带水运行的建（构）筑物基底及基础周边。

8.4.5 监测应符合下列要求：

- a) 监测内容应包括垂直变形和盐分的动态变化；
- b) 监测仪器的精度应满足对变形和盐分迁移数据的测量要求；
- c) 盐分迁移可采用自动监测；地基变形可用自动监测，也可用人工监测；
- d) 监测周期不宜少于1年。

9 分析与评价

9.1 一般规定

9.1.1 岩土工程分析与评价应在工程地质调绘、勘探、测试及收集已有资料的基础上，结合电力工程特点和要求进行。

9.1.2 岩土工程分析应符合下列要求：

- a) 充分了解建（构）筑物的结构类型、荷载及变形控制要求；
- b) 掌握地层结构，分析地基土中易溶盐的分布特性、地层胶结情况等；
- c) 分析比较不同测试方法所得的结果；
- d) 对比已有建筑经验和分析结果的差异，必要时，可利用原体试验检验和校正。

9.1.3 岩土工程评价应符合下列要求：

- a) 应充分考虑当地气候、汇水条件、集盐环境以及建构筑物基础埋深与变形要求等条件和地区工程经验；
- b) 宜根据现场浸水载荷试验定量评价地基土的溶陷性和盐胀性；
- c) 应根据易溶盐含量评价地基土的腐蚀性。
- d) 应评价地基土的抗剪强度、地基承载力及变形模量等主要力学指标，无工程经验时，砾砂和角砾类土可按本标准附录A选取。

9.1.4 盐分胶结地基土，应重点分析、评价地基土的盐胀性和腐蚀性；盐分充填地基土，应重点分析、评价地基土的溶陷性和腐蚀性。

9.1.5 线路塔基、锅炉房等基础埋置深、荷重大的建（构）筑物，应重点分析、评价地基土的腐蚀性；变电设备区、光伏电站、电厂辅助设备区、辅机设备区、带水运行建（构）筑物，应分析、评价地基土的溶陷、盐胀和腐蚀性。

9.2 溶陷性

9.2.1 当粗颗粒盐渍土为饱和状态，且工程使用环境条件不变时，可不计溶陷性对建（构）筑物的影响。

9.2.2 当无条件进行现场浸水载荷试验时，可通过测定地基土粒度成分、易溶盐含量、地基土渗透系数等定性分析地基土的溶陷性，并符合下列要求：

a) 洗盐后地层中大于2mm颗粒粒径质量大于地基土质量的70%，且地层中不存在层状或窝状的易溶盐分布时，可不计溶陷性对建（构）筑物的影响；

b) 地基持力层的渗透系数小于 1.0×10^{-5} cm/s 时，在保持地层原状结构的形态下，可不考虑盐渍土的溶陷性。

9.2.3 当溶陷系数（ δ_{rx} ）大于或等于0.01时，应判定为溶陷性粗颗粒盐渍土。根据溶陷系数的大小可将盐渍土的溶陷程度分为下列三类：

a) 当 $0.01 \leq \delta_{rx} \leq 0.03$ 时，具轻微溶陷性；

b) 当 $0.03 < \delta_{rx} \leq 0.05$ 时，具中等溶陷性；

c) 当 $\delta_{rx} > 0.05$ 时，具强溶陷性。

9.2.4 若可取得地层原状样，粗颗粒盐渍土的总溶陷量（ s_{rx} ）除可按本规范附录C的方法直接测定外，也可按下式计算：

$$s_{rx} = \sum_{i=1}^n \delta_{rxi} h_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (9.2.4)$$

式中：

s_{rx} ---盐渍土地基的总溶陷量计算值（mm）；

δ_{rxi} ---室内试验测定的第i层土的溶陷系数；

h_i ---第i层土的厚度（mm）；

n---基础底面以下可能产生溶陷的土层层数。

9.2.5 粗颗粒盐渍土地基的溶陷等级可分为三级。溶陷等级的确定应符合表9.2.5的规定。

表 9.2.5 粗颗粒盐渍土地基的溶陷等级

溶陷等级	总溶陷量 s_{rx} （mm）
I级，弱溶陷	$70 < s_{rx} \leq 150$
II级，中溶陷	$150 < s_{rx} \leq 400$
III级，强溶陷	$s_{rx} > 400$

9.3 盐胀性

9.3.1 评价地基土盐胀性应测定盐胀量和盐胀系数。

9.3.2 当无条件进行现场盐胀试验时，可通过测定地基土渗透系数、 Na_2SO_4 含量，评价环境条件变化等分析地基土的盐胀性，应符合下列要求：

- a) 环境条件变化较大、盐分胶结型地层，当 Na_2SO_4 含量超过0.5%时，应考虑地基土的盐胀性；
- b) 环境条件变化不大、盐分充填型地层， Na_2SO_4 含量小于1%，且不存在 Na_2SO_4 富集层时，可不考虑地基土的盐胀性。

9.3.3 盐胀系数可按下列式计算：

$$\eta = \frac{S_{yz}}{H} \quad (9.3.3)$$

式中：

η ---盐胀系数；

S_{yz} ---最大盐胀量（mm）；

H ---有效盐胀区厚度（mm）。

9.3.4 粗颗粒盐渍土的盐胀性，可根据盐胀系数的大小按表9.3.4分类。

表 9.3.4 粗颗粒盐渍土盐胀性分类

指标	非盐胀性	弱盐胀性	中盐胀性	强盐胀性
盐胀系数 η	$\eta \leq 0.01$	$0.01 < \eta \leq 0.02$	$0.02 < \eta \leq 0.04$	$\eta > 0.04$

9.3.5 若可取得地层原状样，粗颗粒盐渍土的总盐胀量（ S_{yz} ）除可按本规范附录D的方法直接测定外，也可按下式计算：

$$S_{yz} = \sum_{i=1}^n \eta_{yzi} h_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (9.3.5)$$

式中：

S_{yz} ---盐渍土地基的总盐胀量计算值（mm）；

η_{yzi} ---室内试验测定的第i层土的盐胀系数；

n---基础底面以下可能产生盐胀的土层层数。

9.3.6 粗颗粒盐渍土地基的盐胀等级可分为三级。盐胀等级的确定应符合表9.3.6的规定。

表 9.3.6 粗颗粒盐渍土地基的盐胀等级

盐胀等级	总盐胀量 s_{yz} （mm）
I级，弱盐胀	$30 < s_{yz} \leq 70$
II级，中盐胀	$70 < s_{yz} \leq 150$
III级，强盐胀	$s_{yz} > 150$

9.4 腐蚀性

9.4.1 粗颗粒盐渍土对建（构）筑物的腐蚀性，可分为强腐蚀性、中腐蚀性、弱腐蚀性和微腐蚀性四个等级。

9.4.2 当环境土层为弱盐渍土、土体含水量小于3%且工程处于A类使用环境条件时，可初步认定工程场地及其附近的土为弱腐蚀性，可不进行腐蚀性评价。

9.4.3 粗颗粒盐渍土腐蚀性评价，应符合下列要求：

- a) 对钢结构、混凝土结构中的钢筋及混凝土结构腐蚀的评价应符合现行国家标准 GB50021 的规定。
- b) 对砌体结构、水泥和石灰的腐蚀性评价应符合现行国家标准 GB/T 50942 的规定。

10 勘察成果

10.1 一般规定

10.1.1 编制岩土工程勘察报告时，应对所依据的原始资料进行整理、检查、分析，确定无误后方可使用。

10.1.2 岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点等具体情况编写，做到资料完整、真实准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理，并应因地制宜、重点突出，有明确的工程针对性。

10.2 勘察报告的基本要求

10.2.1 岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等具体情况编写，并宜包括下列内容：

1 可行性研究阶段宜包括下列内容：

- a) 拟建工程概况；
- b) 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- c) 勘察方法、勘察工作布置及工作量；
- d) 场地稳定性和适宜性的评价；
- e) 场地地形地貌、地层岩性、不良地质作用及特殊岩土；
- f) 初步了解粗颗粒盐渍土的分布范围、含盐类型、盐渍化程度及地下水、地表水等情况；
- g) 初步分析盐渍土地基的溶陷性、盐胀性，腐蚀性；
- h) 初步讨论盐渍土地基的处理方案。

2 初步设计阶段宜包括下列内容：

- a) 拟建工程概况；
- b) 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- c) 勘察方法、勘察工作布置及工作量；
- d) 场地地形地貌、地层岩性、不良地质作用及特殊岩土、粗颗粒盐渍土的分布范围、含盐类型、盐渍化程度及地下水、地表水等情况；
- e) 地基土物理力学参数分析；
- f) 讨论分析工程地质、水文地质条件及对环境变化影响；
- g) 进一步评价盐渍土地基的溶陷性、盐胀性和腐蚀性；
- h) 提供粗颗粒盐渍土地基土强度参数、变形参数及地基承载力特征值的范围值；
- i) 建议盐渍土地基的处理措施及方案。

3 施工图设计阶段宜包括下列内容：

- a) 拟建工程概况；
- b) 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- c) 勘察方法、勘察工作布置及工作量；
- d) 场地地形地貌、地层岩性、不良地质作用及特殊岩土、粗颗粒盐渍土的分布范围、含盐类型、盐渍化程度及地下水、地表水等情况；

- e) 物理力学性质指标等参数分析与选用;
- f) 工程地质、水文地质条件及对环境变化影响分析和评价。
- g) 盐渍土地基的溶陷性、盐胀性、腐蚀性评价, 以及粗颗粒盐渍土地地基土的强度参数、变形参数、地基承载力的建议值;
- h) 地基处理方案及防护措施建议, 见附录E;
- i) 对工程施工和使用期间可能发生的工程问题进行预测, 对设计、施工过程中可能存在的安全问题进行分析, 必要时提出场地监测的建议。

10.2.2 岩土工程勘察报告宜包括下列图件:

- a) 勘探点平面布置图;
- b) 场地工程地质剖面图;
- c) 钻孔柱状图;
- d) 原位测试成果图表;
- e) 室内试验成果图表;
- f) 其他相关资料(地下水等水位线图、照片、综合分析图表等)

10.2.3 岩土工程勘察报告的文字、术语、代号、符号、数字、计量单位、标点、均应符合国家有关标准的规定。

附录

附录 A 粗颗粒盐渍土主要物理力学性质指标

附录 B 粗颗粒盐渍土类型的野外鉴别特征

附录 C 粗颗粒盐渍土地基的浸水载荷试验

附录 D 粗颗粒盐渍土盐胀性现场试验

附录 E 适用于粗颗粒盐渍土区的主要地基处理方法

索引

编制说明

附录 A

(资料性附录)

粗颗粒盐渍土主要物理力学性质指标

A.0.1 粗颗粒盐渍土物理力学参数应由试验确定。当无试验条件时，一些主要参数取值可按本规范表A.0.1选用。

表A.0.1 常用粗颗粒盐渍土物理力学参数建议值

粗颗粒盐渍 土类型	物理力学参数					
	内摩擦角 φ (°)	黏聚力 C (kPa)	含水率 ω (%)	渗透系数 Kv (cm/s)	变形模量 E_0 (MPa)	承载力特征值 f_a (kPa)
盐分胶结	36~38	55~80	4~6	$<10^{-5}$	35~50 (饱和)	>400 (饱和)
盐分充填	33~36	8~15	4~6	$>10^{-5}$	13~20 (饱和)	150~170 (饱和)

注：表中参数适用于中密~密实状态的砾砂及角砾类土。

附录 B

(资料性附录)

粗颗粒盐渍土类型的野外鉴别特征

表B 粗颗粒盐渍土类型的野外鉴别特征

特征 类型	地层结构	盐分分布	地基土强度	渗透性
盐分胶结型	整体状结构，地层多以成岩或半成岩的状态存在	以块状、层状形态将土颗粒胶结在一起	地基土强度较高，机械难以开挖，常需爆破	渗透性差，积水难以下渗
盐分充填型	散体状结构	盐分以晶体形式包裹在土颗粒周围或成薄层状分布在地基土中	地基土颗粒间粘结性较差，土颗粒手抠可掉落	渗透性强，土层难以积水

附录 C

(规范性附录)

粗颗粒盐渍土地基的浸水载荷试验

C.1 测定粗颗粒盐渍土地基的溶陷系数

C.1.1 粗颗粒盐渍土现场浸水载荷试验用于测定地基的溶陷量、平均溶陷系数和承载力特征值。

C.1.2 承载板的面积可采用 0.5m^2 ，试坑宽度不宜小于承压板宽度或直径的 3 倍。

C.1.3 浸水压力 p 应符合设计要求，一般不宜小于 200kPa ，加荷分级不宜少于 8 级。

C.1.4 试验过程应按下列步骤进行：

a) 根据岩土工程勘察资料，在工程场地选择有代表性的试验点；

b) 开挖试坑，在试坑中心处铺设 $2\text{cm}\sim 5\text{cm}$ 厚的中粗砂，并找平、使之密实，然后在其上安放承压板；

c) 逐级加荷至浸水压力 P ，每级加荷后，按间隔 10min 、 10min 、 10min 、 15min 、 15min ，以后每隔半小时观测一次沉降；当连续两小时内，每小时的沉降量小于 0.1mm 时，则认为已趋稳定，待沉降稳定后，测得承压板沉降量；

d) 维持浸水压力 P 并向试坑内均匀注淡水，保持水头高为 30cm ，浸水时间根据土的渗透性确定，

以 $5\text{d}\sim 12\text{d}$ 为宜；待溶陷稳定后，测得相应的总溶陷量 S_{rx} 。

e) 保持水头不低于 30cm ，继续按设定单级荷载加载。最大加载量不应小于设计要求的 2 倍。

C.1.5 当出现下列情况之一时，即可终止加载：

a) 承压板周围的土体明显的侧向挤出；

b) 沉降 s 急骤增大，荷载-沉降 ($p-s$) 曲线出现陡降段；

c) 在某一级荷载下， 24h 内沉降速率不能达到稳定标准；

d) 沉降量与承压板宽度或直径之比大于或等于 0.06 。

C.1.6 满足本标准第 C.1.5 条前三款的情况之一时，其对应的前一级荷载为粗颗粒盐渍土地基饱水状态下的极限荷载。

C.1.7 盐渍土地基试验土层的平均溶陷系数 $\bar{\delta}_{rx}$ 应按下列式计算：

$$\bar{\delta}_{rx} = \frac{S_{rs}}{h_{jr}} \quad (\text{C.1.7})$$

式中 $\bar{\delta}_{rx}$ ——平均溶陷系数；

S_{rs} ——承压板压力为 p 时，盐渍土层浸水的总溶陷量 (cm)；

h_{jr} ——承压板下盐渍土的湿润深度 (cm)，通过钻探、井探确定。

C.2 测定粗颗粒盐渍土地基饱水状态下的地基承载力特征值

C.2.1 粗颗粒盐渍土应进行现场浸水载荷试验测定饱水状态下的地基承载力特征值。

C.2.2 承载板的面积可采用 0.5m^2 ，试坑宽度不宜小于承压板宽度或直径的 3 倍。

C.2.3 浸水在载荷试验施加荷载前进行，浸水水头保持在 30cm，加压前浸水时间应根据土的渗透性确定且不宜少于 3d，并测定土体浸水产生的沉降。

C.2.4 载荷试验过程中，应保持浸水水头不低于 30cm。

C.2.5 加荷分级不应少于 8 级，最大加载量不应小于设计要求的 2 倍。

C.2.6 每级加荷后，按间隔 10min、10min、10min、15min、15min，以后每隔半小时观测一次沉降；当连续两小时内，每小时的沉降量小于 0.1mm 时，则认为已趋稳定，可加下一级荷载。

C.2.7 当出现下列情况之一时，可终止加载：

- a) 承压板周围的土体明显的侧向挤出；
- b) 沉降 s 急骤增大，荷载-沉降 ($p-s$) 曲线出现陡降段；
- c) 在某一级荷载下，24h 内沉降速率不能达到稳定标准；
- d) 沉降量与承压板宽度或直径之比大于或等于 0.06。

C.2.8 满足本标准第 C.2.7 条前三款的情况之一时，其对应的前一级荷载为粗颗粒盐渍土地基饱水状态下的极限荷载。

C.2.9 粗颗粒盐渍土地基饱水状态下的地基承载力特征值确定应符合下列规定：

- a) 当 $p-s$ 曲线上有比例界限时，应该取该比例界限对应的荷载值；
- b) 当极限荷载小于对应比例界限荷载值的 2 倍时，可取极限荷载值的一半；
- c) 当不能按上述两款要求确定时，可取 $s/b=0.01\sim 0.05$ 所对应的荷载，且其值不应大于最大加载量的一半。

C.2.10 同一土层参加统计的试验点不应少于 3 点，各试验实测值的极差不应大于其平均值的 30%，取此平均值作为该土层的地基承载力特征值 (f_{ak})。

附录 D

(规范性附录)

粗颗粒盐渍土盐胀性现场试验

- D.1 粗颗粒盐渍土盐胀性现场试验适用于测定现场条件下盐渍土地基有效盐胀区厚度及盐胀量，试验宜在秋末冬初、土温变化大的时候进行。
- D.2 试验设备主要由高精度水准仪、带读尺的深层观测标杆、地面观测板、钢筋尺组成。
- D.3 现场试验宜选择土层含盐量、盐胀破坏状况有代表性的工程场地进行。
- D.4 试验区宜为圆形或正方形，其直径或边长不宜小于 20m。在试验区内，选择不少于 3 处进行现场密度试验、颗粒组成分析和土的化学分析。土的化学分析取样应在 3m 深度范围内从地面开始，每隔 0.5m 进行。
- D.5 试验过程按下列步骤进行：
- a) 在试验区的平整地面上砌筑高 0.3m 的围水墙或粘性土挡水围堤，试验区内按 3m 间距网格状设置地面观测板不少于 25 块。试验区内设置 4 个~6 个分层观测点，在 3m 深度范围内，每隔 0.5m 设置观测标杆；
 - b) 在试验区范围内均匀注水，直至浸水深度超过 1.5 倍标准冻结深度时为止，并观测地面及各观测侧标的变形，直至变形稳定；
 - c) 停止注水后继续进行变形观测，每日早 6 时、午后 3 时观测两次，直至盐胀量趋于稳定。
- D.6 试验资料整理应符合下列要求：
- a) 将不同深度处测点位移逐日汇总，编绘盐胀位移随时间变化曲线图；
 - b) 根据分层观测点某深度处无盐胀产生的向上位移确定盐胀土层下限，地表至盐胀土层下限的厚度为盐胀土层厚度；
 - c) 计算各地面观测板的最大盐胀量与盐胀土层厚度的比值得到各点的盐胀系数。计算分层观测点上下观测标杆最大盐胀量与相应土层厚度的比值得到分层的盐胀系数；
 - d) 分析测点的工作状况，综合确定盐胀系数的取值。

附录 E

(资料性附录)

适用于粗颗粒盐渍土区的主要地基处理方法

E.0.1 粗颗粒盐渍土地基的处理应根据土的含盐类型、盐渍土类型、含盐量和场地环境条件等因素选择地基处理方法和抗腐蚀能力强的建筑材料。

E.0.2 常用的地基处理方法主要包括消除溶陷的方法和消除盐胀的方法。适用于粗颗粒盐渍土区的主要地基处理方法见表 E.0.2

表E.0.2 适用于粗颗粒盐渍土区的主要地基处理方法

地基方案 比较类别	消除盐胀			消除溶陷			
	设置变形 缓冲层	设置地面 隔热层	换土垫 层法	强夯法	换土垫 层法	盐化处 理法	桩基法
造价	一般	一般	高	高	很高	一般	很高
工期	较短	较短	长	短	长	长	较长
消除病害的 效果	一般	一般	较好	基本 消除	较好	一般	消除
施工难度	易	难	易	易	易	难	易
适宜粗颗粒 盐渍土类型	盐分胶结 型	盐分充填 型；盐分 胶结型	盐分充填型	盐分充 填型	盐分充填 型	盐分充 填型	盐分充填 型；盐分 胶结型

注：各种方法的具体内容见GB/T 50942。

粗颗粒盐渍土区岩土工程勘测技术规程

编制说明

目 次

1 编制背景.....	20
2 编制主要原则.....	20
3 与其他标准文件的关系.....	20
4 主要工作过程.....	20
5 标准结构和内容.....	20
6 条文说明.....	20

地表层1m~3m深度内,存在成岩、半成岩的盐渍土胶结地层,对盐渍土工程性能起着显著的控制作用。因此,本标准中根据地层结构进行了盐渍土类型的划分。

本标准第7.4.1节c条中,盐分充填型粗颗粒盐渍土,由于气候环境和毛细作用的影响,盐分迁移的过程中,通常在不同的深度会形成薄层状或窝状富集层,这些富集层对粗颗粒盐渍土工程性能的影响非常大,因此,试样采取时,在盐分富集部位应该取样。

本标准9.2.2节a条中,通过对甘肃瓜州两个电厂、新疆吐哈盆地与准噶尔盆地七个电厂的颗粒分析与浸水载荷试验结果对比分析,发现当地基土中大于2mm颗粒粒径的质量大于地基土质量的60%,且地基土中不存在层状或窝状易溶盐时,一般为不溶陷场地。同时,结合其它行业规定中相关要求,制定了本条规定。

本标准9.2.2节b条中,通过对多个粗颗粒盐渍土场地地基土的渗透系数、浸润深度以及场地溶陷系数的现场试验结果可知,当地层的渗透系数小于 1×10^{-5} cm/s 时,地基土的渗透性能很弱,地层结构多呈半胶结或胶结状态,浸水状况下,溶陷系数很小,难以达到溶陷的判定标准。

本标准9.3.2节a条中,盐分胶结地层,地基土孔隙比小, Na_2SO_4 遇水体积膨胀时,地层内部没有空间可耗散晶体析出导致的体积膨胀。同时,好几个工程的现场试验发现:在 Na_2SO_4 含量介于0.3%~0.69%的的场地中,在遇水和环境温度变化的情况下,地层盐胀特性非常明显,因此,根据地层结构和现场试验统计结果,提出本条规定。

本标准9.3.2节b条中,盐分充填型地层,地基土孔隙比较大, Na_2SO_4 遇水体积膨胀时,地层内部的空隙可耗散晶体析出导致的体积膨胀。同时,根据已有室内盐胀研究成果和现场试验结果,提出本条规定。