

宁波市工程建设地方细则

2018甬DX-13

宁波市人工冻土试验取样技术细则

Implementation rules for sample preparation of
artificial frozen soil test in Ningbo

2018-11-16 发布

2019-01-01 实施

宁波市住房和城乡建设委员会

发布

图书在版编目(CIP)数据

宁波市人工冻土试验取样技术细则 / 宁波市住房和城乡建设委员会发布. — 杭州: 浙江工商大学出版社, 2018.12

ISBN 978-7-5178-3063-4

I. ①宁… II. ①宁… III. ①人造冻土—土质取样—土工试验—技术规范—宁波 IV. ①P642.14-65
②TU412-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第269468号

宁波市人工冻土试验取样技术细则

Ningboshi Rengong Dongtu Shiyang Quyang Jishu Xize

宁波市住房和城乡建设委员会 发布

责任编辑 张婷婷

封面设计 林朦朦

责任印制 包建辉

出版发行 浙江工商大学出版社

(杭州市教工路 198号邮政编码 310012)

(E-mail: zjgsupress@163.com)

(网址: <http://www.zjgsupress.com>)

电话: 0571-88904980, 88831806 (传真)

排 版 杭州彩地电脑图文有限公司

印 刷 杭州宏雅印刷有限公司

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 2.125

字 数 51千

版 印 次 2018年12月第1版 2018年12月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5178-3063-4

定 价 23.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江工商大学出版社营销部邮购电话 0571-88904970

宁波市住房和城乡建设委员会文件

甬建发〔2018〕164号

宁波市住房和城乡建设委员会关于 发布人工冻土试验取样技术 细则的通知

各区县（市）、开发园区住房城乡建设行政主管部门，各有关单位：

为规范我市人工冻土工程勘察取样工作，统一冻土试验取样技术，结合宁波地方工程特点，由宁波工程学院、浙江省工程勘察院、中国矿业大学等主编了《宁波市人工冻土试验取样技术细则》。现已通过专家评审验收并批准发布，编号为 2018 甬 DX-13，自 2019 年 1 月 1 日起执行。相关文本可在宁波市绿色建筑与建

筑节能网（<http://www.nbjzjn.com>）下载。

宁波市住房和城乡建设委员会

2018年11月16日



宁波市住房和城乡建设委员会办公室

2018年11月16日印发

前 言

人工冻结法是宁波市轨道交通等市政工程中重要的特殊施工方法，是通过对地层的加固和改良，来解决软弱或含水地层中地下工程建设遇到的施工难题。人工冻土试验获得的冻结参数对冻结工程的设计和施工意义重大，而现场的取样质量又会直接影响到人工冻土试验结果的可靠性和准确性。为提高人工冻土试验的取样水平，保证轨道交通等市政工程建设中人工冻结法的设计和施工安全，编制组在参考相关标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T 87）、《土工试验方法标准》（GB/T 50123）、《岩土工程勘察规范》（GB 50021）、《人工冻土物理力学性能试验》（MT/T 593）和《宁波市土工试验技术细则》（2018 甬 DX-02）等资料的基础上，充分总结宁波市人工冻土试验方面的实践经验与研究成果，并借鉴国内外先进经验，在广泛征求意见的基础上，完成了本细则的制定工作。

本细则共分为 6 章内容，另有细则用词说明、引用标准名录及条文说明。其中，内容包括：总则；术语；基本规定；原状土的取样；扰动土的取样；冻结原状土的取样；附录。

本细则由宁波市住房和城乡建设委员会负责管理，宁波工程学院、浙江省工程勘察院、中国矿业大学等编制单位负责具体技术内容的解释。为了提高本细则质量，请各单位在执行过程中，结合工程实践，总结经验，积累资料，并将意见和建议寄至：宁波市海曙区丽园南路 501 号地质大厦主楼浙江省工程勘察院《宁波市人工冻土试验取样技术细则》编制组，邮编：315012，以供修编时参考。

主编单位：宁波工程学院
浙江省工程勘察院
中国矿业大学

参编单位：宁波市轨道交通集团有限公司
宁波冶金勘察设计研究股份有限公司
宁波市交通规划设计研究院有限公司
宁波市城建设计研究院有限公司
中煤隧道工程有限公司

主要起草人：陈 斌 潘永坚 姚燕明 岳丰田

（以下按姓氏笔画排列）

王继成	牛富生	孔 锐	石荣剑	叶荣华
朱敢为	孙 猛	李占涛	张立勇	张春进
张俊杰	张 勇	陆 路	陈建伟	林乃山
施素芬	姚任行	唐 江	蒋安夫	韩乾坤
嵇 彭	温小栋	楼希华	蔡国成	

主要审查人：张皖湘 刘干斌 饶 猛 王小军 胡立明

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 原状土的取样	5
4.1 一般规定	5
4.2 回转式取样	7
4.3 贯入式取样	7
4.4 原状土样的包装和运输	8
4.5 原状土样的接收、贮存和初步处理	10
5 扰动土的取样	12
5.1 一般规定	12
5.2 扰动土样的采集	12
5.3 扰动土样的包装和运输	13
5.4 扰动土样的接收、贮存和初步处理	13
6 冻结原状土的取样	15
6.1 一般规定	15
6.2 冻结原状土样的采集	15
6.3 冻结原状土样的包装、运输和贮存	16
附录 A 钻孔口径及钻具规格	17
附录 B 取土器技术标准	18
附录 C 各类取土器结构示意图	20
附录 D 各类表格内容推荐格式	23
细则用词说明	29
引用标准名录	30
条文说明	31

1 总 则

1.0.1 为科学引导和规范宁波市人工冻土试验的取样工作，统一取样方法，促进冻土试验水平和试验质量的提高，制定本细则。

1.0.2 本细则适用于宁波市市政工程、房屋建筑建设中人工冻土试验的取样工作，也可用于指导其他工程人工冻土试验的取样工作。

1.0.3 人工冻土试验的取样工作内容包括土样的采集、包装、运输、接收、贮存和初步处理等。

1.0.4 在取样工作中，应采取有效措施，保护环境和节约资源，保障人身和施工安全，保证取样质量。

1.0.5 人工冻土试验的取样工作除应符合本细则的规定外，尚应符合国家、行业和地方现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 人工冻土 artificially frozen soil

通过人工制冷的方法使含水地层降温冻结，形成的处于负温或者零度并含有冰的土体称人工冻土。

2.0.2 人工冻结法 artificial ground freezing method

用人工制冷的方法，将含水地层进行冻结，形成具有临时承载和隔水作用并满足工程施工安全需要的冻结壁，在冻结壁的保护下进行掘砌作业的一种施工方法。

2.0.3 冻结壁 frozen soil wall

用制冷技术在构筑物周围地层中所形成的具有一定厚度和强度的连续冻结土体，称为冻结壁，工程中也称为冻土墙。

2.0.4 原状土样 undisturbed soil sample

土样取出后其含水率、密度、胶结性和结构等物理力学性能保持不变或变化很小，能满足室内试验各项要求的土样。

2.0.5 扰动土样 disturbed soil sample

天然结构受到破坏或含水率等指标发生改变的土样。

2.0.6 重塑土样 remolded soil sample

土样取出经重新制备后其胶结性、含水率、密度和结构等物理性能有所改变的试样。

2.0.7 冻土试验 frozen soil tests

在不同温度条件下，按照规定的程序来测试冻土试样的物理力学性能参数及热物理参数的操作过程。

2.0.8 原状土冻结试样 undisturbed soil frozen specimen

从未冻结地层中取得未受扰动的土样，在实验室内进行加工后，进行人工冻结而形成的冻土试样。

2.0.9 重塑土冻结试样 frozen remolded soil specimen

经重新配制、加工成型，在负温条件下冻结而形成的冻土试样。

2.0.10 人工冻结原状土试样 frozen undisturbed soil specimen

将地层进行人工冻结后，地层中形成冻土，从冻结地层中取得冻结后的原状土样，进行加工而成的冻土试样。

2.0.11 钻进 drilling

利用钻机或者专用工具，以机械或人力作动力，向地下钻孔以取得试样的过程。

2.0.12 回转钻进 rotary drilling

利用回转器或者孔底动力机具转动钻头，切削或破碎孔底土层的钻进方法。

2.0.13 螺旋钻进 auger drilling

利用螺旋钻具转动旋入孔底土层的钻进方法。

2.0.14 冲击钻进 percussion drilling

借助钻具重量，在一定的冲程高度内，周期性地冲击孔底破碎岩土钻进方法。

2.0.15 冲击回转钻进 percussion-rotary drilling

在回转钻具上安装冲击器，利用液压或风压产生冲击，使钻具既有冲击作用又有回转作用的综合性钻进方法。

2.0.16 取土器 soil sampler

在钻孔中采取岩土样的专用管状器具。

2.0.17 薄壁取土器 thin-wall sampler

内径为75mm~100mm、面积比不大于10%(内间隙比为0)或面积比为10%~13%(内间隙比为0.5~1.0)的无衬管取土器。

2.0.18 厚壁取土器 thick-wall sampler

内径为75mm~100mm、面积比为13%~20%的有衬管的取土器。

2.0.19 土样回收率 soil sample recovery rate

土样长度与取土器贯入孔底以下土层深度的比值。

3 基本规定

3.0.1 本细则适用于黏性土、粉土、砂性土等原状土、扰动土及人工冻结原状土的取样工作。

3.0.2 施工现场取样的深度范围除人工冻结施工区域外,还应包括冻结施工影响范围内的地层。

3.0.3 取样工作应根据取样技术要求、地层类别、场地及环境条件,选择合适的钻探设备、钻进工艺、取样方法和取样器具。

3.0.4 现场钻探取样施工时应考虑钻探对工程自然环境的影响,施工前应对施工场地进行调查,防止钻探施工对地下管线、地下工程和自然环境的破坏。

3.0.5 钻探、探井、探槽、探洞等取样施工结束后,应根据工程要求选用适应的材料分层回填,防止对后续施工的影响。

3.0.6 土样数量和规格应满足试验项目的要求,根据不同的试验内容要求,确定每层土的取样数量和土样尺寸规格,土样最小尺寸应大于土样中最大颗粒粒径的 10 倍。

3.0.7 原状土样或者需要保持天然含水率的扰动土样,在取样之后,应采取措施及时密封土样,并做好标识。

3.0.8 送样时应提供土样的送样单和试验委托书。

3.0.9 试验单位接到土样后,应按送样单和试验委托书进行验收,送样单位与试验单位签字确认。

3.0.10 土样的运送和贮存过程中应根据要求控制环境条件,避免对土样产生较大扰动。

3.0.11 土样从取样之日起至开始试验的贮存时间不应超过 3 周。

4 原状土的取样

4.1 一般规定

4.1.1 取原状土样时，应保证土样的原状结构和天然含水率不改变。

4.1.2 原状土样宜从地面采用钻探方法采集，钻探口径和钻具规格应符合现行国家标准的规定，可参照本细则附录 A 的相关规定。成孔口径应根据钻孔取样、地层条件和钻进工艺确定，钻孔孔径应比使用的取土器外径大一个径级。

4.1.3 钻探过程中设备的性能应符合相关技术标准的要求。

4.1.4 对于黏性土、饱和粉土宜采用回转钻进的方法。粉、细砂土层可采用活套闭水接头单管钻进；中、粗、砾砂土层可采用无泵反循环单层岩芯管回转钻进并连续取芯，取芯困难时，可用贯入法取样。

4.1.5 地下水位以上地层应采用干法钻进，不得注水或使用冲洗液。

4.1.6 在地下水位以下地层中钻进时，可选用清水、泥浆、套管等护壁措施。当采用套管护壁时，应先钻进后跟进套管，套管的下设深度与取样位置之间应保留三倍管径以上距离，并保持套管内的水位不低于地下水位。

4.1.7 采用冲洗、冲击、振动等方式钻进时，应在预计取样位置 1m 以上改用回转钻进。

4.1.8 应严格控制钻进的回次进尺，使取样的深度精度符合要求。钻进深度和取样深度的量测精度，不应低于

±50mm。

4.1.9 钻孔取土器技术规格应符合本细则附录B的规定。
各类钻孔取土器的结构应符合本细则附录C的规定。

4.1.10 取土样前，应对所使用的钻孔取土器进行检查，并应符合下列规定：

1 取土器刃口卷折、残缺累计长度不应超过周长的3%，刃口内径偏差不应大于标准值的1%；

2 对于取土器，应量测其上、中、下三个截面的外径，每个截面应量测三个方向，且最大与最小值之差不应超过1.5mm；

3 取样管内壁应保持光滑，其内壁的锈斑和黏附土块应清除；

4 各类活塞取土器活塞杆的锁定装置应保持清洁、功能正常，活塞松紧适度、密封有效；

5 取土器的衬筒应保证形状圆整、内侧清洁平滑、缝口平接、盒盖配合适当，重复使用前，应予以清洗和整形；

6 敞口取土器头部的逆止阀应保持清洁、顺向排气排水畅通、逆向封闭有效；

7 回转取土器的单动、双动功能应保持正常，内管超前度应符合要求，自动调节内管超前度的弹簧功能应符合设计要求；

8 当零部件功能失效或者有缺陷时，应修复或更换后才能投入使用。

4.1.11 取土器下放之前应清孔，孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度。采用敞口取土器取样时，孔底残留浮土的厚度不得超过5cm。

4.1.12 采取原状土试样宜用快速静力连续压入法。对于软土地层，应采用薄壁取土器；对于较硬土层，宜采用二（三）重管回转取土器钻进取样。

4.2 回转式取样

4.2.1 钻机安装必须牢固，保持钻进平稳，防止钻具回转时抖动，升降钻具时应避免对孔壁的扰动破坏。

4.2.2 采用单动、双动二（三）重管采取原状土样，应事先校直钻杆，保持钻具垂直、平稳回转钻进，并可在取土器上加接重杆。

4.2.3 冲洗液宜采用泥浆，钻进参数宜根据各场地地层特点通过试钻确定，或根据已有经验确定。

4.2.4 取样开始时应将泵压、泵量减至能维持钻进的最小限度，然后随着进尺的增加，逐渐增加至正常值。

4.2.5 回转取土器应具有可改变内管超前长度的替换管靴。内管管口至少应与外管齐平，随着土质变软，可使内管超前长度增加至 50mm ~ 150mm。对软硬交替的土层，宜采用具有自动调节功能的改进型单动二（三）重管取土器。

4.2.6 对硬塑以上的硬质黏性土、密实砾砂中，可采用双动三重管取样器采取原状土试样。对于非胶结的砂层，取样时可在底靴上加置逆爪。

4.2.7 粉土层、砂层取样时，可采用双管单动内环刀取砂器。

4.3 贯入式取样

4.3.1 采用贯入式取样时，取土器应平稳下放，不得碰撞孔壁和冲击孔底。取土器下放后，应核对孔深与钻具长度，残留浮土厚度超过规定时，应提起取土器重新清孔。

4.3.2 采取原状土试样时，应采用快速、连续的静压方式贯入取土器，贯入速度不小于 0.1m/s。当利用钻机的给进系

统施压时，应保证具有连续贯入的足够行程。

4.3.3 在压入固定活塞取土器时，应将活塞杆与钻架连接牢固，避免活塞向下移动。活塞杆位移量不得超过总贯入深度的 1%。

4.3.4 取土器贯入深度宜控制在取样管总长的 90%，贯入深度应在贯入结束后仔细量测并记录。

4.3.5 提升取土器之前，为切断土样与孔底土的联系，可以回转 2~3 圈或者稍加静置之后再提升。

4.3.6 提升取土器时应平稳，避免磕碰。

4.4 原状土样的包装和运输

4.4.1 取土器提出地面之后，应小心地将土样连同容器（衬管）卸下，并应符合下列要求：

1 对于以螺钉连接的薄壁管，卸下螺钉后可立即取下取样管。

2 对丝扣连接的取样管、回转型取土器，应采用链钳、自由钳或专用扳手卸开，不得使用管钳之类易使土样受挤压或使取样管受损的工具。

3 采用外管非半合管的带衬取土器时，应使用推土器将衬管与土样从外管推出，并应事先将推土端土样削至略低于衬管边缘，防止推土时土样受压。

4 对活塞取土器，卸下取样管之前应打开活塞气孔，消除取土器内的真空。

4.4.2 对钻孔中采取的原状土试样，应在现场测定取样回收率。取样回收率大于 1.0 或小于 0.95 时，应检查尺寸量测是否有误、土样是否受压，并根据具体情况决定土样废弃或作扰动土样使用。

4.4.3 土样密封可选用下列方法：

1 将上下两端各去掉约 20mm，加上一块与土样截面面积相当的不透水圆片，再浇灌蜡液，至与容器端齐平，待蜡液凝固后扣上胶皮或塑料保护帽。

2 用配合适当的盒盖将两端盖严后，将所有接缝用纱布条蜡封。

4.4.4 每个土样封蜡后均应填贴主、副土样标签，其中主土样标签贴于土样容器外壁，副土样标签贴于土样容器上盖。

4.4.5 主土样标签上下方向应与土样方向一致，并牢固粘贴于容器外壁。主土样标签应记载下列内容：工程名称、钻孔编号、土样编号、取样深度、土层名称、土层编号、取样日期、取样人姓名等。

4.4.6 副土样标签应牢固贴于土样容器上盖。副土样标签应记载下列内容：工程名称、土样编号、取样深度、取样日期等。

4.4.7 土样的标识应采用防水处理，可以采用铭牌或者填写后用胶带密封处理，防止浸入水后造成标识无法识别。

4.4.8 土样密封后应置于湿度及温度变化小的环境中，避免土样受到曝晒或冰冻。

4.4.9 运输土样，应采用专用土样箱包装，同一土样箱内应装入相同取样时间、相同钻孔、相同取样人所取土样。

4.4.10 装箱时，应与送样单对照清点无误后再装入，并在送样单上注明装入箱号。

4.4.11 整理土样资料时，对不满足要求的土样，应分析原因，补充新的土样。

4.4.12 装箱时土样应按上、下部位将取样筒立放，取样筒之间用柔软缓冲材料填实。

4.4.13 土样装箱后，应在木箱上编号并标出“易碎物

品”“向上”“怕雨”等字样及相应图案，一箱土样总重不宜超过 40kg。

4.4.14 对易于震动液化、水分离析的土样，不宜长途运输，宜在现场或就近进行室内试验。

4.4.15 送样时，应提供送样单和试验委托书，汇总完整的取样资料，以满足试样核查和统计要求。

1 原状土送样单的内容应包括：工程名称、钻孔编号、土样编号、取样深度、土层名称、装箱编号等。

2 原状土试验委托书应明确试验内容，说明具体的测试项目、试验温度等参数，还应包括委托日期、试验目的、负责人和联系人等。

4.5 原状土样的接收、贮存和初步处理

4.5.1 试验单位接到土样后，应按送样单和试验委托书进行验收。验收时需查明土样数量是否有误，编号是否相符，所送土样是否满足试验项目和试验方法的要求，必要时可以抽验土样质量。

4.5.2 土样清点验收后，应根据试验委托书登记于土样接收表内，送样单和试样委托书由委托方和试验方签字确认，并由双方保存。土样接收表登记的内容应包括工程名称、委托单位、送样日期、土样的实验室编号、土样原始编号、试验项目以及要求提出成果的日期、试验后土样保存时间等。

4.5.3 土样送交试验单位验收、登记后，即将土样按顺序妥善存放于恒温恒湿室内环境，按要求逐项进行试验。

4.5.4 对密封的原状土样应小心搬运和妥善存放，在试验前不应打开包装。试验前如果需要进行土样鉴别和分类必须开启时，在检验后应迅速妥善密封保存，使土样少受扰动。

4.5.5 土样的存放要考虑实验室环境、卫生等的要求。