

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010 年工程建设标准制订、修订计划〉的通知》（建标〔2010〕43 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 勘探与取样；5. 地下水；6. 地表水；7. 室内试验和现场试验；8. 现场监测；9. 成果报告。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由建设综合勘察研究设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中若有意见和建议，请寄送建设综合勘察研究设计院有限公司（北京东直门内大街 177 号，邮政编码：100007）。

本 标 准 主 编 单 位：建设综合勘察研究设计院有限公司
江苏山水环境建设集团股份有限公司

本 标 准 参 编 单 位：机械工业勘察设计院
中国有色西安勘察设计院
河北建设勘察研究院有限公司
中国建筑西南勘察设计院有限公司
中南勘察设计院集团有限公司
上海勘察设计院（集团）有限公司
中航勘察设计院
安宜建设集团有限公司
重庆大学
北京华清集团公司

北京勘察设计研究院有限公司
内蒙古电力勘测设计院
中国建筑科学研究院
中国建筑设计研究院
山东建筑大学
北京工业大学建筑工程学院
特灵空调系统（中国）有限公司
中联世纪集团有限公司
富尔达烟台低温热源工程技术研究中心
北京际高建业有限公司

本标准主要起草人员：徐 前 吴方华 邓军涛 姚锁坤
吴晓寒 毕文明 赵晓峰 周 涛
王 勇 苏 强 孙保卫 崔俊奎
姚锁平 董忠级 王享林 施恂根
聂庆科 张宝藏 刘佑详 金宗川
辛 伟 曾小兵 毛向阳 高俊彪
朱清宇 刘凤玉 潘云刚 刁乃仁
陈 超 贾 晶 栾丽艳 闫 立
冯婷婷 陈凤君 张风安 李海滨
本标准主要审查人员：徐张健 王长科 张海东 乔 社
杨成斌 官善友 俞晋高 方肇洪
李小杰

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
3.1	一般规定	4
3.2	地埋管地源热泵系统工程勘察	7
3.3	地下水地源热泵系统工程勘察	9
3.4	地表水地源热泵系统工程勘察	10
4	勘探与取样	12
4.1	一般规定	12
4.2	勘探点布置	12
4.3	钻探	12
4.4	地球物理勘探	13
4.5	岩土取样	13
4.6	地下水位量测及采取水试样	14
4.7	埋设地埋管	14
4.8	钻孔回填	15
4.9	勘探编录与成果	15
5	地下水	17
5.1	一般规定	17
5.2	含水层分布及特征、地下水来源	17
5.3	水文地质参数测定及试验方法	18
5.4	水质分析	19
5.5	抽水试验	19
5.6	回灌试验	21
6	地表水	23

6.1	一般规定	23
6.2	地表水调查	23
6.3	水质与水温	24
6.4	水体与地质勘察	24
7	室内试验和现场试验	25
7.1	一般规定	25
7.2	岩土物理性质指标和试验	25
7.3	室内热物理性试验	26
7.4	热响应试验	26
8	现场监测	28
8.1	一般规定	28
8.2	地埋管地源热泵系统的监测	28
8.3	地下水地源热泵系统的监测	29
8.4	地表水地源热泵系统的监测	30
9	成果报告	31
9.1	成果报告的基本要求	31
9.2	成果报告的内容和建议	31
附录 A	回灌试验方法	33
	本标准用词说明	36
	引用标准名录	37

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
3.1	General Requirements	4
3.2	Engineering Investigation of Ground-coupled Heat Pump System	7
3.3	Engineering Investigation of Groundwater Heat Pump System	9
3.4	Engineering Investigation of Surface Water Heat Pump System	10
4	Exploration and Sample	12
4.1	General Requirements	12
4.2	Exploration Point Arrangement	12
4.3	Drilling	12
4.4	Geophysical Exploration	13
4.5	Rock and Soil Sample	13
4.6	Groundwater Level Measurement and Water Sample	14
4.7	Lay of Underground Pipe	14
4.8	Backfill of Drill	15
4.9	Record and Report of Exploration	15
5	Groundwater	17
5.1	General Requirements	17
5.2	Aquifer Distribution and Features, Groundwater Source	17
5.3	Hydrogeological Parameter Determination and Test Method	18

5.4	Analysis of Water Quality	19
5.5	Pump Test	19
5.6	Injection Test	21
6	Surface Water	23
6.1	General Requirements	23
6.2	Survey of Surface Water	23
6.3	Water Quality and Temperature	24
6.4	Investigation of Water Body and Geology	24
7	Indoor Test and Site Test	25
7.1	General Requirements	25
7.2	Rock and Soil Physical Property Index and Test	25
7.3	Indoor Thermal-Physical Test	26
7.4	Thermal Response Test	26
8	Site Monitor	28
8.1	General Requirements	28
8.2	Monitor of Ground-coupled Heat Pump System	28
8.3	Monitor of Groundwater Heat Pump System	29
8.4	Monitor of Surface Water Heat Pump System	30
9	Result Report	31
9.1	Basic Requirement of Result Report	31
9.2	Content and Proposal of Result Report	31
	Appendix A Injection Test Method	33
	Explanation of Wording in This Standard	36
	List of Quoted Standard	37

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家技术经济政策，在地源热泵系统工程建设中做到技术先进、因地制宜、经济合理、节能环保，确保工程建设质量，提高工程投资效益，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于工业与民用建筑的地源热泵系统的工程勘察。

1.0.3 地源热泵系统工程勘察除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 地源热泵系统 ground-source heat pump system

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、换热系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据换热系统的不同，地源热泵系统可分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

2.0.2 换热系统 heat exchange system

与低温热源进行热交换的系统。

2.0.3 岩土导热系数 rock-soil thermal conductivity

表示沿热传导方向，在单位厚度岩土两侧的温度差为 1 开尔文时，单位时间内所通过的比热流量，又称岩土导热率。

2.0.4 岩土比热容 rock-soil specific heat capacity

单位质量岩土体的热容量，也就是使单位质量岩土体温度改变 1 开尔文时吸收或释放的热量，是表示物质热性质的物理量，代表物质的蓄热能力，又称岩土质量热容量。

2.0.5 地埋管换热器 ground-coupled heat pump system

由埋于地下的密闭循环管组构成的、用于传热介质与岩土体换热用的换热器，又称土壤热交换器。

2.0.6 地下水换热系统 groundwater heat pump system

与抽水井抽取的地下水进行热交换的系统。分为直接和间接地下水换热系统。

2.0.7 地表水换热系统 surface water heat pump system

与地表水进行热交换的换热系统。

2.0.8 岩土热响应试验 rock-soil thermal response test

通过测试仪器，对项目所在场区的测试孔（槽）进行一定时间的连续加热，获得岩土综合热物性参数及岩土初始平均温度的

试验。

2.0.9 回灌试验 reinjection test

向井中连续注水，使井内保持一定水位，或计量注水、记录水位变化来测量含水层渗透性、注水量和水文地质参数的试验。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 地源热泵系统工程勘察应取得设计单位提出的勘察任务书。任务书内容应包括项目名称、用地面积及工程规模、供暖或空调面积、换热类型、基础形式及地下室情况、平面及立面布设特征等设计基础资料和对勘察工作的技术要求。

3.1.2 地源热泵系统工程勘察宜分为可行性研究阶段和施工图勘察阶段。当地质环境条件简单或有充分地区经验时，可合并勘察阶段。当场地进行岩土工程勘察时已经规划采用地源热泵系统时，地源热泵系统工程勘察也可与岩土工程勘察一并进行，勘察成果应符合地源热泵系统勘察要求。

3.1.3 地源热泵系统工程勘察应根据工程规模及地质环境条件，划分为甲、乙、丙三个等级。勘察等级可按表 3.1.3 划分。

表 3.1.3 地源热泵系统工程勘察等级

地质环境条件的 复杂程度 工程规模（应用 建筑面积）	I 级	II 级	III 级
规模大（大于等于 50000m ² ）	甲级	甲级	乙级
规模中等（5000m ² ~50000m ² ）	甲级	乙级	丙级
规模小（小于等于 5000m ² ）	乙级	丙级	丙级

3.1.4 不同类型地源热泵系统的地质环境复杂程度，应依据岩土介质的复杂程度、地下水的复杂程度及地表水的复杂程度进行划分。

3.1.5 地埋管式地源热泵系统地质环境条件复杂程度，应根据

岩土介质的性质按表 3.1.5 划分。复杂程度等级划分时，应由Ⅰ级向Ⅲ级推定。同一级别中，岩土种类、岩土均匀性、岩土腐蚀性、不良岩土等满足其中之一即可判定为该级别。

表 3.1.5 地质环境条件复杂程度按岩土介质性质分级

地质环境复杂程度	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
岩土种类	种类多，岩性差异大	种类较多，岩性差异较大	种类较单一，岩性差异较小
岩土均匀性	不均匀	较均匀	均匀
岩土腐蚀性	强烈	中等	弱
特殊性岩土	存在严重湿陷、膨胀、盐渍、污染等	存在中等程度的湿陷、膨胀、盐渍、污染等	无不良岩土或存在轻微程度的湿陷、膨胀、盐渍、污染等

3.1.6 地下水地源热泵系统地质环境条件复杂程度应根据地下水条件按表 3.1.6 划分。复杂程度等级划分时，应由Ⅰ级向Ⅲ级推定。同一级别中，含水层埋深及厚度、富水及储水性、水质等满足其中之一即可判定为该级别。

表 3.1.6 地质环境条件复杂程度按地下水条件分级

地质环境复杂程度	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
含水层埋深及厚度	埋深大，厚度小	埋深较大，厚度较大	埋深浅，厚度大
富水性及储水性	差	较好	好
水质	水质差	水质较好	水质好

3.1.7 地表水地源热泵系统地质环境条件复杂程度应根据地表水条件按表 3.1.7 划分。复杂程度等级划分时，应由Ⅰ级向Ⅲ级推定。同一级别中，水量水质水温、水量季节变化、洪水影响、污染程度等满足其中之一即可判定为该级别。

表 3.1.7 地质环境条件复杂程度按地表水条件分级

地质环境复杂程度	I 级	II 级	III 级
水量、水质	水量较少， 水质差	水量较丰富， 水质较差	水量丰富， 水质较好
水量、水温 季节变化	水量、水温随季节 变化大	水量、水温随季节 变化较大	水量、水温随季节 变化较小
洪水影响	洪水影响大	洪水影响较大	洪水影响小
污染程度	严重	中等	无或轻微

3.1.8 可行性研究阶段勘察应对拟建工程的适宜性作出评价，并应符合下列规定：

1 应收集区域地质、地形地貌、场地岩土工程条件及当地类似工程经验等；

2 应了解当地政策、法律、法规对地源热泵系统勘察、设计及施工的相关要求；

3 在收集和分析已有资料的基础上，应通过踏勘了解场地地层、岩性、地下水、地表水体等条件，对工程的适宜性、拟采用的热交换方式及对环境影响等作出评价；

4 根据场地环境、地质条件、水文地质条件、工程条件等对场地提出工程分区建议及施工图勘察应解决的重点问题及注意事项等。

3.1.9 可行性研究阶段勘察应进行现场踏勘、调查，必要时可布设少量勘探及原位测试工作。现场调查应包括下列主要内容：

1 地形、地貌；

2 气象、水文情况；

3 场地规划面积、形状等；

4 场地已有建（构）筑物及拟建建（构）筑物的分布情况、基础形式、地基处理方法等；

5 场地植被、地表水体、排水沟（渠）、架空输电线、电信电缆等的分布情况；

6 场地内已有或计划修建的地下管线、地下设施的分布及埋藏情况；

7 场地内及其附近井、泉等的分布，并对井的运行情况及泉的出水量等进行调查；

8 收集附近类似工程的经验；了解附近已建的地源热泵系统及其对项目的可能影响；

9 对地埋管地源热泵系统，重点收集工程影响范围的地层结构、成因类型、地下水、各层土的物理力学性质指标及热物理参数，附近工程实测的岩土热响应试验成果等资料；

10 对地下水地源热泵系统，重点收集场地水文地质条件及地下水的补给、径流及排泄情况，附近场地工程抽水试验、回灌试验的成果资料等；

11 对地表水地源热泵系统，重点收集地表水水源性质、水面用途、深度、面积及其分布；地表水体的补给、排泄等水均衡条件及水量、水位动态变化规律等；不同区域及不同深度的水温动态变化；地表水流速和流量动态变化；地表水水质及其动态变化；地表水利用现状；洪水情况等。

3.1.10 施工图勘察阶段应提供工程施工图设计所需的岩土物理性质指标、水文地质参数、岩土热物理参数等，评价工程建设对地质环境的影响，预测工程建设过程及工程建成以后可能遇到的岩土工程问题，并提供相关建议。当可行性研究勘察与施工图勘察合并为施工图勘察阶段时，尚应满足拟建工程适宜性评价要求。

3.2 地埋管地源热泵系统工程勘察

3.2.1 地埋管地源热泵系统工程勘察应包括下列内容：

1 应根据场地环境、地质条件、水文地质条件、工程条件等对场地进行工程分区。并按工程分区对其工程适宜性及其相关设计参数进行评价。

2 应查明工程影响范围地层结构、成因类型，工程需要时，

提供各层土的物理性质指标，同时尚应提供主要土层的热物理参数。

3 应查明工程影响范围内多层地下水的埋深、赋存条件、水质、水温，影响较大的地下水层（或厚度大于 3m）应查明径流方向与速度等水文地质条件。

4 工程需要时，应查明地下水的稳定水位、水温及水质情况，包括水位的年变幅、水温随深度及季节变化情况等。

5 应查明岩土体的温度，提出可能的变化规律。

6 应提供建设场地的冻土深度。

7 应判定水、土对工程管道材料等的腐蚀性。

3.2.2 地埋管地源热泵系统的勘探点数量，当地埋管孔数已由设计单位确定时，勘探点的数量不应低于设计孔数的 1%；当设计孔数没有确定时，不应低于预估孔数的 1%，且应符合下列规定：

1 甲级工程勘察项目：同一工程分区内勘探点数量不应小于 1 个，岩土热响应测试孔数量不小于 1 个；同一场地勘探点及岩土热响应测试点数量均不应小于 3 个；

2 乙级工程勘察项目：同一工程分区内勘探点数量不应小于 1 个，岩土热响应测试孔数量不应小于 1 个；同一场地勘探点及岩土热响应测试点数量均不应小于 2 个；

3 丙级工程勘察项目：可根据场地附近类似工程经验确定相关的换热参数。当无类似工程经验时，同一场地勘探点及岩土热响应测试点数量均不应小于 1 个。

3.2.3 地埋管地源热泵系统勘探深度及现场试验、测试内容应符合下列规定：

1 勘探深度应大于预计地埋管底标高 5.0m；

2 勘探深度范围内各土层均应进行岩土热物理指标的测试，或进行综合性的测试；

3 如遇厚度大于 1m 的含水层还应进行水温、水质等测试；调查地下水的赋存条件、补给、排泄、径流方向、流速等；

- 4 进行场地水、土对工程管道材料的腐蚀性测试等。

3.3 地下水地源热泵系统工程勘察

3.3.1 地下水地源热泵系统工程勘察应包括下列主要内容：

- 1 根据场地环境、水文地质条件及工程条件等对场地进行工程分区；
- 2 详细查明工程影响范围内地层结构、成因类型，并提供各层土的物理性质指标；
- 3 查明工程影响范围内的地下水的埋深、赋存条件、含水层岩性、含水层厚度及其分布情况；
- 4 拟取水含水层的富水性、储水、失水能力、渗透性评价、地下水位动态变化，地下水的径流方向、流速和水力梯度等；
- 5 拟抽取地下水的水温变化情况，地下水水质及其在热交换过程中的水质变化；
- 6 当场地靠近地表水时，地下水与地表水的水力联系及相互影响；
- 7 场地附近已有泉、抽水井、回灌井的流量、水质等调查；
- 8 判定水、土对工程管道材料等的腐蚀性。

3.3.2 地下水地源热泵系统的勘探点数量应符合下列规定：

- 1 甲级工程勘察项目：同一工程分区内勘探点数量及抽水试验和回灌试验均不应少于 1 处；同一场地，勘探点数量不应少于 2 个，抽水试验和回灌试验均不应少于 2 处；
- 2 乙级工程勘察项目：同一场地勘探点数量不应少于 1 个，同一场地抽水试验和回灌试验均不应少于 1 处；
- 3 丙级工程勘察项目：可根据场地附近类似工程抽水及回灌试验的工程经验确定相关的水文地质、水质、水温、水量等参数；当无类似工程经验时，同一场地勘探点数量及抽水试验和回灌试验均不应少于 1 处；
- 4 当拟勘察工程已有的岩土工程勘察报告不能满足场地水文地质评价要求时，应进行专门的水文地质勘察工作。

3.3.3 地下水地源热泵系统勘探深度及现场试验、测试内容应符合下列规定：

- 1 勘探深度应大于预计工程用抽水井及回灌井的最大深度；
- 2 应通过抽水试验和回灌试验计算确定各含水层的渗透系数，估算单井、群井的涌水量、回灌量等；
- 3 应测试地下水水温及其变化情况；
- 4 应测试地下水水质及其随温度的变化情况。

3.4 地表水地源热泵系统工程勘察

3.4.1 地表水地源热泵系统工程勘察，以现场调查为主，应包括下列主要内容：

- 1 地表水水源性质、水面用途、深度、面积及其分布；
- 2 地表水体的补给、排泄等水均衡条件及水量、水位动态变化规律等；
- 3 不同区域及不同深度的水温动态变化；
- 4 地表水流速和流量动态变化；
- 5 地表水水质及其动态变化；
- 6 地表水利用现状；
- 7 地表水取水和回水的适宜地点及路线；
- 8 洪水情况；
- 9 判定水、土对工程管道材料等的腐蚀性。

3.4.2 地表水地源热泵系统勘察应收集已有水文、水文地质、水量、水质、水温等资料和现场测绘调查。同一工程分区及分区内同一代表条件下，调查及测试点的数量均不得少于 3 处，并应满足地表水环境评价的要求。

3.4.3 地表水地源热泵系统现场工程勘察及测试内容应符合下列规定：

- 1 地表水水温的勘察应调查近年的极端最高和最低水温，全年水温变化、流入水体的水源温度及变化。对于水深较深的水体，应对冬季和夏季不同深度的水温进行现场测试。

2 地表水水位及流量勘察应调查年最高和最低水位及最大和最小水量等。

3 地表水的水质勘察应取样测试引起腐蚀与结垢的主要化学成分，地表水源中含有的水生物、细菌、固体含量及盐碱量等。

4 对利用海水作为热泵系统的冷热源，应评价海水对设备和管道的腐蚀性以及海洋生物附着造成的管道和设备的堵塞等。

4 勘探与取样

4.1 一般规定

4.1.1 查明岩土层分布情况，确定热物性能指标时，可采用钻探的方法并采取岩土试样。勘探方法的选取应符合地源热泵系统工程勘察的目的，并适合岩土的特性。

4.1.2 地源热泵系统勘探与取样应采取有效措施，保护环境和节约资源，保障人身及施工安全，并应对地下管网，地下工程采取保护措施。

4.2 勘探点布置

4.2.1 勘探孔布孔前，应收集场区地层分布信息，了解换热器的分布范围及设计要求。

4.2.2 勘探孔宜沿场区对角线长向布置，勘探孔间距宜为 50m~100m。当对角线短向大于 50m 时，勘探孔应沿两条交叉的对角线布置。

4.2.3 勘探点的数量和深度应分别满足本标准第 3.2.2 条、第 3.3.2 条、第 3.3.3 条的要求。

4.2.4 勘探孔布置，应明确标明热响应试验孔。热响应试验孔孔数应达到设计要求和满足本标准第 3.2.2 条的要求。

4.2.5 勘察场区可在水平沟槽位置布置适量的槽探点，确定水平沟槽开挖及回填的相关施工参数。

4.3 钻 探

4.3.1 钻探工作应符合现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的规定。

4.3.2 钻孔直径不应小于设计要求，且应满足取样、下地埋管

测试等要求。岩石地层成孔直径不应小于 130mm，非岩石地层成孔直径不应小于 150mm。

4.3.3 钻孔垂直度每 25m 测量一次，垂直度允许偏差应为 1%。

4.3.4 钻探方法应根据地层情况合理选取，并符合下列规定：

1 需采取岩芯的钻孔应采用回转钻进，无需取芯的钻孔可采用冲击或振动等钻进方法。

2 需鉴别土层天然湿度和划分地层的钻孔，地下水位以上应采用干钻；当需加水或使用循环液时，可采用无泵反循环钻进。

3 钻进时，应保持孔壁稳定，孔内通畅。应统计不同岩土层的钻进速度。

4 同一钻孔，对于不同的地层，可采用多种成孔方法。

5 当使用潜孔锤冲击钻进行钻进时，覆盖层应埋设套管，套管底端应置于中（微）风化岩层岩面上。

4.4 地球物理勘探

4.4.1 勘探场区在埋管深度范围内，可能存在较为稳定的含水层时，可采用地球物理勘探的方法，确定含水层的空间分布。

4.4.2 地球物理勘探成果的判释具有多解性，可采用多种方法探测，应有一定数量的钻孔验证。

4.5 岩土取样

4.5.1 岩土试样质量分级及取样方法，应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

4.5.2 当有明确要求对岩土体取样进行室内热物性指标测试时，岩土试样的质量等级不得低于Ⅱ级样品质量。取样品数量宜按下列方法确定：

1 勘探深度范围内厚度大于 50m 的单一岩土层，该层取样数量应大于 6 组；

2 厚度 30m~50m 的岩土层，取样数量应大于 5 组；

- 3 厚度 10m~30m 的岩土层，取样数量应大于 4 组；
 - 4 厚度小于 10m 的岩土层，取样数量应大于 2 组。
- 4.5.3** 当岩土体试样不进行室内热物性指标测试时，岩土试样的质量等级可低于Ⅱ级。取样品数量应能满足土类定名及相关技术要求。

4.6 地下水位量测及采取水试样

- 4.6.1** 地下水位量测应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。
- 4.6.2** 每个含水层的取水样数量不宜少于 2 组。当有多个含水层时，应采取分层隔水措施，分层采取水样。
- 4.6.3** 除应分层测量含水层的稳定水位外，应测量各含水层混合后的稳定水位。
- 4.6.4** 采取水样后，应及时量测地下水温度，精确到 0.1℃。

4.7 埋设地埋管

- 4.7.1** 对需进行热响应试验的钻孔，应按设计要求埋设地埋管。
- 4.7.2** 埋设地埋管前，应进行下列工作：
- 1 应检查钻孔，孔身不应有塌孔或缩颈现象，下管前应确保孔身通畅；
 - 2 应明确钻孔循环液或地下水顶面标高，循环液尚应测定比重。
- 4.7.3** 地埋管埋设时应符合下列规定：
- 1 若循环液或地下水顶面距地表小于 20m，应用钻杆将地埋管导入孔底，提钻杆时，应采取措施防止地埋管上浮；
 - 2 无地下水或循环液的钻孔，可依靠地埋管自重或在管头处配置重物，在人力约束下落入孔底；
 - 3 无论采用何种方法下管，均应定量记录下管速度和卡管情况。

4.7.4 地理管埋设完成后，应在保压状态下对地理管的通畅情况进行检验检测，并应定量记录。

4.8 钻 孔 回 填

4.8.1 对于无需做热响应试验的勘探孔，应按照现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的规定及时进行回填。

4.8.2 对需要进行热响应试验的勘探孔，应按下列步骤回填：

1 检查地理管的埋设情况，确保地理管埋设达到设计要求后，方可进行回填；

2 勘探孔段回填可采用黏土或水泥砂浆注浆回填。

4.8.3 对有套管护壁的钻孔，应边起拔套管边进行回填。

4.8.4 回填全过程均不应损伤地理管，回填完成后，应对地理管通畅情况及保压性能进行检测。

4.9 勘探编录与成果

4.9.1 勘探现场编录除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定，尚应符合下列规定：

1 对钻进方式及成孔速度应定量记录，对钻孔循环液的成分及比重应有描述与测量；

2 下地理管全过程应定性和定量记录，主要包括：下管方式、地理管抗浮方法、下管速度、地理管损伤情况等；

3 应记录钻孔各段的回填方式、回填料的成分组成及回填难易程度，应描述回填对地理管的影响情形。

4.9.2 勘探成果应包括下列内容：

1 勘探现场记录；

2 岩土芯样及照片；

3 钻孔柱状图及展开图；

4 勘探点坐标、高程数据一览表；

- 5 不同岩土层钻进方法、难易程度、回填方法一览表；
 - 6 采用基础下地埋管时，成孔及护壁方式对持力层的影响。
- 4.9.3** 室内热物性指标试验的岩土试样应保留芯样至地源热泵系统工程结束。

5 地 下 水

5.1 一 般 规 定

5.1.1 水文地质特征应根据地源热泵系统工程的要求，通过现场调查和勘察手段查明，应包括下列内容：

- 1 地下水类型和赋存状态；
- 2 主要含水层的分布规律，包括含水层岩性、分布、埋深、厚度、富水性和渗透性等；
- 3 地下水的水位、水温、水质及分布；
- 4 主要含水层地下水径流方向、流速；
- 5 区域性气候资料，如年降水量、蒸发量及其变化和对地下水水位的影响；
- 6 地下水的补给排泄条件、地表水与地下水的补排关系及其对地下水水位的影响；
- 7 对地下水和地表水的污染源及其可能的污染程度。

5.1.2 对缺乏常年地下水位监测资料的地区，地源热泵系统宜设置长期观测孔，对有关层位的地下水进行长期观测。

5.1.3 根据地源热泵系统采用的热源性质，宜对地源热泵系统可能造成的地下水位变化及由此引起的环境影响进行评价。

5.2 含水层分布及特征、地下水来源

5.2.1 应通过收集资料、现场调查、钻探、物探等手段，查清工程场地的主要含水介质、主要含水层埋藏深度、厚度及水位变化情况。

5.2.2 应查明地下水补给、径流、排泄条件及相邻含水层关系等水文地质条件。

5.2.3 应查明地下水径流、排泄条件及相邻含水层关系等水文

地质条件。

5.3 水文地质参数测定及试验方法

5.3.1 水文地质参数测定项目，应根据地源热泵系统采用的换热方式进行确定。

5.3.2 对地下水地源热泵系统，应测定的水文地质参数包括地下水水位、渗透系数影响半径、最大涌水量；对地埋管地源热泵系统，应测定的水文地质参数包括地下水水位、渗透系数、地下水径流方向和速度等。

5.3.3 地下水位的量测应符合下列规定：

1 遇地下水时应量测水位；

2 对地源热泵系统工程有影响的多层含水层，应分层量测地下水位，并应采取止水措施，将被测含水层与其他含水层隔开。

5.3.4 初见水位和稳定水位可在钻孔、探井或测压管内直接量测，稳定水位的间隔时间应按地层的渗透性确定，砂土和碎石土不应少于 0.5h，粉土和黏性土不应少于 8h，并宜在勘察工作结束后统一量测稳定水位。量测读数至厘米，精度宜为 $\pm 2\text{cm}$ 。

5.3.5 渗透系数应采用现场抽（注）水试验测定。

5.3.6 地下水地源热泵系统，应选择代表性地段进行回灌试验。回灌水水质不应低于回灌目标层地下水的水质，回灌试验之前应进行水质检验。

5.3.7 地下水径流方向应收集当地水文地质资料。确无资料可循时，宜采用几何法来量测，量测点不应少于呈三角形分布的 3 个测孔。测点间距按岩土渗透性、水力梯度和地形坡度确定，宜为 50m~100m。应同时量测各孔内水位，确定地下水的径流流向。

5.3.8 地下水流速的测定可采用指示剂法或充电法。

5.4 水质分析

5.4.1 地埋管地源热泵系统宜采取水样进行水质简分析，每件试样宜为 1000ml；地下水地源热泵系统应采取水样进行水质全分析，每件试样宜为 3000ml，必要时应采取水样进行专门分析，试样数量根据具体项目确定。

5.4.2 地下水试样应代表天然条件下的客观水质情况。

5.4.3 水试样应及时试验，清洁水放置时间不宜超过 72h；稍受污染的水不宜超过 48h；受污染的水不宜超过 12h。

5.5 抽水试验

5.5.1 地源热泵勘察抽水试验，应测定含水层的渗透系数和管井最大涌水量。抽水试验应以稳定流法为主。

5.5.2 抽水试验前，应根据试验场地的水文地质条件及已有工程经验计算含水层的渗透系数，设计抽水试验方案。抽水试验方案内容应包括：

- 1 试验目的；
- 2 抽水孔和观测孔的布置；
- 3 造孔要求和钻孔结构；
- 4 抽水设备的规格及数量；
- 5 试验设备的安装和试验的技术要求；
- 6 计算公式的初步选择和对成果图件的要求等。

5.5.3 抽水试验可采用单孔或群孔抽水试验，宜布置观测孔。

5.5.4 观测孔的布置应根据试验的目的和计算公式要求确定，应符合下列规定：

1 布置一条观测线时，观测线应以抽水孔为中心垂直地下水流方向布置。布置两条观测线时，宜垂直与平行地下水流向布置。

2 对岩性变化较大的松散层和基岩，可布置两条观测线分别平行和垂直于岩性变化较大的方向或透水性强的方向。

3 每条观测线上的观测孔宜为 3 个，若选用 $s\text{-}lgt$ 关系计算最少应布置一个观测孔。

4 第一个观测孔应避开紊流的影响，最远观测孔距第一观测孔不宜太远，相邻两观测孔水位下降值的差不应小于 0.1m，观测孔相互距离应满足在对数轴上呈均匀分布的要求。

5 各观测孔的过滤器长度宜相等，并安置在同一含水层和同一深度。

5.5.5 单层厚度大于 10m 的多层含水层具有下列条件之一时，应分层抽水试验：

- 1 水质差别较大；
- 2 水文地质参数差异较大；
- 3 不同类型含水层。

5.5.6 对富水性强的大厚度含水层，划分几个试验段进行抽水时，试验段的长度可采用 20m~30m。

5.5.7 当采用数值法评价地下水资源时，宜进行大流量、大降深的群孔抽水试验，并应以稳定流法抽水试验为主。

5.5.8 抽水试验前和抽水试验时，同步测量抽水孔和观测孔、点的自然水位和动水位。自然水位的日动态变化很大时，应掌握其变化规律。抽水试验停止后，应测量抽水孔和观测孔的恢复水位。抽水试验结束后，应检查孔内沉淀情况，必要时，应进行处理。

5.5.9 抽水试验时，应防止抽出的水在抽水影响范围内回渗到含水层中。

5.5.10 在同一试验区应采用同一方法和工具进行水位观测。抽水孔的水位测量应读数到厘米，观测孔的水位测量应读数到毫米。

5.5.11 出水量的测量，采用堰箱或孔板流量计时，水位测量应读数到毫米；当采用容积法时，量桶充满水的时间不宜少于 15s，应读数到 0.1s；当采用水表时，应读数到 0.1m^3 。

5.5.12 抽水试验井结构设计、施工、验收应符合国家现行标准

《管井技术规范》GB 50296、《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13 的相关规定。

5.6 回灌试验

5.6.1 回灌试验前，应根据试验场地的水文地质条件及已有工程经验计算单井回灌量和回灌影响半径，进行回灌试验方案设计。

5.6.2 回灌试验方案设计主要内容应包括：

- 1 试验目的；
- 2 回灌孔和观测孔的布置；
- 3 钻孔结构和造孔要求；
- 4 回灌加压设备或装置；
- 5 试验设备的安装和试验的技术要求等。

5.6.3 回灌试验可采用单孔回灌试验，预估工程回灌井之间存在相互干扰时应进行单井和群井回灌试验，均应布置水位观测孔。

5.6.4 观测孔布置宜符合下列规定：

- 1 布置一条观测线时，观测线应以回灌水孔为中心垂直地下水流向布置，布置两条观测线时，应垂直与平行地下水流向；
- 2 对岩性变化较大的松散层和基岩可布置两条观测线分别平行和垂直于岩性变化较大的方向或透水性强的方向；
- 3 每条观测线上的观测孔不宜少于 2 个；
- 4 观测孔布置范围应能准确确定回灌影响范围；
- 5 各观测孔的过滤器长度宜相等，并应安置在同一含水层和同一深度。

5.6.5 当有多层地下水时，应采用同层回灌试验。

5.6.6 回灌试验井应布置在抽水井主要影响范围之外。

5.6.7 回灌试验前，应同步测量回灌孔和观测孔的自然水位和动水位。

5.6.8 水位的观测，在同一试验中应采用同一方法和工具，水

位观测读数至厘米。

5.6.9 若采用抽取的地下水进行回灌，应对地下水进行除砂处理。

5.6.10 回灌试验方法宜按本标准附录 A 进行。

6 地 表 水

6.1 一 般 规 定

6.1.1 地表水地源热泵系统工程勘察应以现场调查为主，应包括下列内容：

- 1 流动水体和滞留水体特征；
- 2 水体水温、水位、水质、水量等水体特征；
- 3 温度、湿度、太阳辐射、风速、降雨等当地气候特征；
- 4 取水、排水路线以及场地的地质特征。

6.1.2 当水体性质和水文特征发生变化时，原水体的水文特征不宜作为设计依据。应对现有水体的水温和水质进行长期监测。

6.2 地表水调查

6.2.1 对冬夏季水位变化较大的水体，应调查冬季和夏季的最低水位和最高水位，以及 50 年一遇或设备生命周期内的最枯水位和洪水位。

6.2.2 对蓄水后水位变化的水体，应收集水文部门提供的水位变化成果资料。

6.2.3 地表水地源热泵系统工程周边的环境调查工作，应包括下列内容：

- 1 场地规划面积、形状及坡度；
- 2 场地内已有建筑物和规划建筑物的占地面积及其分布；
- 3 场地内植被、池塘、排水沟及埋地输电线、电信电缆的分布；
- 4 场地内已有的、计划修建的地下管线和地下构筑物的分布及其埋深；
- 5 可利用的地表水源距拟建建筑物换热机房的距离及高差；

6 污染源性质与分布。

6.3 水质与水温

6.3.1 应对水体进行物理分析、化学成分分析。水体性质多年未发生变化的流动水体，已有资料可以利用，但应取样检测。滞留水体应进行现场检测和分析。

6.3.2 滞留水体有补充水源时，应对补充水源进行水质检测。

6.3.3 在勘察阶段，应测量水体不同深度的水温，并收集全年温度变化资料。对于滞留水体，应进行系统运行过程中的水温动态变化监测；对于以流动水体为低位冷、热源的大型地表水换热工程，应监测运行过程中排水影响区域的水温变化。

6.3.4 应调查补充水源的全年水温变化。

6.4 水体与地质勘察

6.4.1 对流动水体应勘察水体河床的断面形态，应绘制断面图，确定断面流量。

6.4.2 对滞留水体应绘制横向和纵向的水体断面图，确定不同深度和断面的水量。

6.4.3 应对取水点的地质条件进行勘察，满足取水设施建设的需要；应对取水管路和排水管路铺设路线沿线的地质条件进行勘察，满足取水和排水管路铺设的要求。

6.4.4 取水构筑物的勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

7 室内试验和现场试验

7.1 一般规定

- 7.1.1** 室内试验采集的试样、现场试验点的选取应具有代表性。
- 7.1.2** 测试仪器应定期进行检定和校验，测试仪器应具有检验合格证、校准证书或检定证书。
- 7.1.3** 试验和测试除应符合本标准要求外，还应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123、《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定。

7.2 岩土物理性质指标和试验

- 7.2.1** 地源热泵系统勘察宜测定岩土物理性质指标，并应包含下列内容：

- 1 砂土的颗粒级配、比重、孔隙比、天然含水量、天然密度、最大和最小密度；
- 2 粉土的颗粒级配、液限、塑限、比重、孔隙比、天然含水量、天然密度和有机质含量；
- 3 黏性土的液限、塑限、比重、孔隙比、天然含水量、天然密度和有机质含量；
- 4 岩石的比重、天然含水量、天然密度。

- 7.2.2** 岩土试验试样采取、保管、运输应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定，土试样质量等级应满足测定相关指标的要求。

- 7.2.3** 岩土层的分类和鉴定，应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

7.3 室内热物理性试验

7.3.1 导热系数试验。原状的黏性土、粉土、砂土，以及岩石试样，宜采用稳态比较法热物性试验测定土和岩石的导热系数。

7.3.2 比热容试验。黏性土、粉土、砂土和岩石可采用绝热法测定比热容，可将试样烘干后按要求的含水率配制或采用天然含水率状态土样及岩石。

7.3.3 试验室的相对湿度应不大于 60%，并能通风换气。

7.4 热响应试验

7.4.1 岩土热响应试验测试参数应包括下列内容：

- 1 岩土初始平均温度；
- 2 地埋管换热器的循环水进出口温度、流量、压力以及试验过程中向地埋管换热器施加的加热功率。

7.4.2 岩土热响应试验装置可由恒加热系统、循环系统、电控系统、测量系统组成。岩土热响应试验测试仪表允许误差应符合下列规定：

- 1 加热功率的测量允许误差应为 $\pm 1\%$ ；
- 2 流量的测量允许误差应为 $\pm 1\%$ ；
- 3 温度的测量允许误差应为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ；
- 4 压力的测量允许误差应为 $\pm 0.3\text{Pa}$ ；
- 5 各个测量仪表与数据采集系统相连接时，数据采集系统接收并转化输出的显示数据与测量仪表记录数据间的允许偏差应为 $\pm 1\%$ 。

7.4.3 岩土热响应试验测试前，准备工作应符合下列规定：

- 1 平整场地，完成测试孔的施工；测试孔的深度应与工程孔相一致，并应符合设计要求；
- 2 测试用水、电接驳点应接至测试现场；测试仪器与测试孔、水源、电源应连接，连接顺序应为先接水后接电；
- 3 测试电源应稳定，符合供电电源相关规范；若采用发电

设备，则发电设备功率应大于测试设备最大功率 3 倍以上；

4 水电等外部设备连接完毕后，应对测试设备本身以及外部设备的连接再次检查；

5 测试仪器与测试孔的管道连接应减少弯头、变径，连接管外露部分应保温，保温层厚度不应小于 10mm；

6 回填工作完成 48h 后，方可进行热响应试验工作。

7.4.4 岩土热响应试验过程，应按下列步骤进行：

1 测试岩土初始平均温度；

2 启动加热器、水泵等试验设备；

3 设备运行正常后连续记录 U 形管进出口温度、水压、流量、加热功率等试验数据；

4 及时核对试验数据的可靠性。

7.4.5 岩土热响应测试应符合下列规定：

1 岩土热响应试验应在测试孔完成并放置至少 48h 以后进行；

2 岩土热响应试验应连续不间断，持续时间不应少于 48h；

3 试验期间，加热功率应保持稳定；

4 地埋管换热器的出口温度稳定后，其温度宜高于岩土初始平均温度 5℃ 以上且维持时间不应少于 12h；

5 地埋管换热器管内流速不应低于 0.2m/s；

6 试验数据读取和记录的时间间隔不应大于 10min。

7.4.6 岩土热响应试验过程中，应对试验设备妥善保管，试验完成后，对测试孔应进行防护。

7.4.7 岩土热物性参数可根据试验条件按线热源或柱热源模型进行分析计算。

7.4.8 岩土热响应试验报告应包括下列内容：

1 项目概况；

2 岩土层特征、水文地质条件；

3 测试仪器，测试方法和过程，质量评价；

4 测试成果图表、分析计算；

5 岩土热物性参数参考值，钻孔单位延米换热量参考值。

8 现场监测

8.1 一般规定

8.1.1 地源热泵系统工程投入运行前应进行室外地下环境监测系统安装。

8.1.2 监测系统应在地源热泵系统安装过程中同步实施，监测系统应具备数据采集、查看、记录、存储及输出功能。

8.1.3 数据采集和记录宜以小时为单位。

8.1.4 信号传输和配电线缆应敷设在保护套管内，线缆敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 和《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》GB 50168 的有关规定。

8.2 地埋管地源热泵系统的监测

8.2.1 地埋管地源热泵系统监测主要为不同岩土体温度的监测。

8.2.2 每个岩土体温度监测点应包括 1 个换热孔内温度监测孔和至少 1 个换热孔间岩土体温度监测孔。

8.2.3 监测孔成孔及温度传感器布设应符合下列规定：

1 换热孔内温度监测孔的钻凿孔径宜适当放大。温度传感器布设应在变温层和恒温层分别布设温度传感器，并且应在含水层和隔水层分别布设温度传感器，温度传感器布设间距不宜大于 30m。

2 换热孔之间岩土体温度监测应单独钻凿监测孔，监测孔深度应至少达到恒温层。传感器布设位置应与换热孔内温度监测孔的温度传感器布设位置对应。

8.2.4 监测点的设置应符合下列规定：

1 监测点的数量应符合表 8.2.4 的要求；

表 8.2.4 监测点数量要求

换热孔数量 n (个)	$n < 50$	$50 \leq n < 100$	$100 \leq n < 500$	$n \geq 500$
监测点数量	可不设置	不宜少于 1 个	不宜少于 2 个	不宜少于 3 个

2 少于 50 个换热孔的建筑若设置监测点可仅设置换热孔内温度监测孔，不设置换热孔之间岩土体温度监测孔；

3 至少应有 1 个监测点设置于换热孔中心区域；

4 大于 100 个换热孔的建筑中，若埋管换热孔布置为若干区块，每个数量大于 100 个换热孔的集中布孔区块应在中心区域设置监测点；

5 当监测点数量大于 3 个时，可在换热孔区域外设置 1 个监测点（监测孔），该监测孔温度传感器的布设应与换热孔内温度监测孔的温度传感器布设原则一致。

8.2.5 温度传感器可采用直埋安装和测温管安装两种方法。

8.2.6 若用于数据采集的监控柜安装位置距离监测点大于 50m 时，应在监测点周边 2m 范围内就地设置检查井或地面基础安装监控柜，监控柜防护等级不应低于 IP65。

8.3 地下水地源热泵系统的监测

8.3.1 地下水地源热泵系统的监测应包括地下水水位、地下水水温、取水量和回灌量，宜进行地下水水质、抽水井出水含砂量以及地面沉降的监测。

8.3.2 地下水水位和地下水水温监测应在抽水井和回灌井内安装液位变送器和温度传感器。水井内安装有潜水泵时，则液位变送器和温度传感器宜安装在潜水泵下方大于 10m 的位置，且配套的信号传输线缆应有保护套管。

8.3.3 抽水井和回灌井应进行取水量和回灌量监测，抽水井应在水泵出口安装水表或流量计，回灌井在水井进水口位置安装水表或流量计，抽灌互用井则应分别在相应位置安装两套水表或流量计。水表或流量计均应设置于水井的井室内。

8.3.4 地下水水质及抽水井含沙量监测时，宜采用定期采集水样化验的方式，每年采样频率宜为（1~2）次。

8.3.5 地面沉降监测，应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定。

8.3.6 每个监测点应单独设置数据采集监控柜。监控柜宜安装在抽水井和回灌井的井室内，监控柜防护等级不应低于 IP65。

8.4 地表水地源热泵系统的监测

8.4.1 地表水源热泵室外参数监测应包括地表水温度和室外环境温度监测，可进行地表水水质监测。

8.4.2 地表水温度监测应包括取水温度和排水温度监测，温度传感器应直接安装于取水口和排水口。

8.4.3 室外环境温度监测应将温度传感器安装在室外通风、空气流通良好的地方，避免阳光直射。

8.4.4 地表水水质监测应采用定期采集水样化验的方式，取水口和排水口水质均应监测。

8.4.5 地表水水质监测时，宜采用定期采集水样化验的方式。每年采样频率宜为（1~2）次，监测内容应符合现行行业标准《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 的有关规定。

8.4.6 数据采集监控柜宜设置于取水构筑物内，也可根据现场条件选择安装位置，监控柜防护等级不应低于 IP65。

9 成果报告

9.1 成果报告的基本要求

9.1.1 地源热泵系统工程勘察成果所依据的原始资料，应经整理、检查、分析后使用。

9.1.2 地源热泵系统工程勘察报告应资料完整、真实准确、数据无误、结论有据、便于使用。

9.2 成果报告的内容和建议

9.2.1 地源热泵系统工程勘察报告应包括下列内容：

- 1 勘察的目的、任务要求和依据的技术标准；
- 2 拟建工程概况及供热和供冷概况、要求；
- 3 勘察方法和勘察工作布置；
- 4 场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质；
- 5 岩土物理性质、热物性指标及建议值；
- 6 勘察深度内各含水层地下水赋存情况、类型、水温及季节变化、水位及其变化、径流方向和流速、水质等；
- 7 地表水分布、深度、补给、水质、季节变化、水温及季节变化等；
- 8 如计划采用地下水地源热泵系统，还应提供周边影响范围内各类取水和补给、回灌点等的基本资料。

9.2.2 成果报告中的建议应包含下列内容：

- 1 地源热泵系统工程勘察报告应结合工程要求对该场地地源热泵系统的适宜性、项目对周边建筑的影响进行评价，对其长期运行可能存在的问题进行分析论证。
- 2 应结合场地地质条件和工程要求，对抽水井和回灌井设计与施工提出建议，对长期运行可能存在的问题提出警示。有条

件时对长期运行造成的地下水温变化及这种变化对工程项目的影
响作出预测。

3 应对地埋管施工中遇到的困难和问题提出建议。应对地埋管地源热泵系统的运行监控提出建议。具备条件时，可对系统长期运行导致的地下温度变化进行评价。

4 有条件时，结合地表水条件和水文变化，可对地表水地源热泵系统长期运行的可靠性和环境影响进行评价。

5 地源热泵系统可行性勘察应进行适宜性评价。适宜性评价条件应包括：工程要求、地质和水文地质条件、气候条件、换热系统的环境影响、技术条件、系统长期稳定性、工程经济因素、政策法规要求等。

9.2.3 成果报告应附有下列资料：

- 1** 勘探点平面布置图；
- 2** 工程地质分区图、水文地质分区图；
- 3** 工程地质柱状图、工程地质剖面图；
- 4** 地表水分布平面图和剖面图；
- 5** 现场试验成果图表；
- 6** 室内试验成果图表。

附录 A 回灌试验方法

A.0.1 回灌试验井结构宜包括隔水段和回灌段，隔水段应采用井壁管，钻孔孔壁与井壁管之间应采用隔水材料填实，回灌段应采用滤水管，滤水管与钻孔孔壁之间应回填砾石，见图 A.0.1。

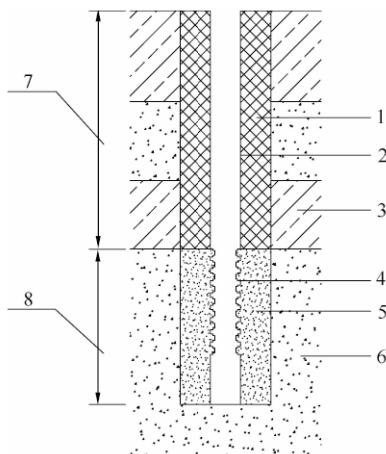


图 A.0.1 回灌井结构示意图

1—隔水材料；2—井壁管；3—隔水层；4—滤水管；
5—回填砾石；6—回灌层；7—隔水区；8—回灌区

A.0.2 回灌试验井井径、井深、过滤器长度应根据含水层特征和回灌要求确定。

A.0.3 回灌试验井应在回灌层内设置过滤器，其余部分应作隔水处理，当为单一含水层，回灌水头低于地表时，可不设隔水段。

A.0.4 井管与钻孔之间的间隙不应小于 10cm。

A.0.5 回灌井成井可按照抽水试验井要求进行施工，安装完成

井管、填砾、隔水段封闭后应采用两种或两种以上方法洗井，并对洗井效果按国家现行标准《管井技术规范》GB 50296、《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13 的相关要求进行检查。

A.0.6 当回灌水头超过地表时，应在井管孔口设置封闭结构。

A.0.7 稳定水量回灌时，回灌水量应保持不变，回灌过程中应同步测量回灌井和观测井的水位（水头高度），直至稳定。

A.0.8 测定稳定水头（压力）回灌时，回灌水头（压力）保持不变，回灌过程中同步测量回灌水量和观测井的水位，直至稳定。

A.0.9 宜根据预估最大回灌量或回灌水头高差，分三次等量递增进行试验。

A.0.10 当在注水稳定延续时间内，注水孔注水量或水位（压力）以及观测孔水位只在一定的范围内波动，且没有持续上升或下降的趋势时，应确定为注水试验的稳定标准。

A.0.11 当有观测孔时，应选取适当的观测孔或以最远观测孔的动水位判定。在判定动水位有无上升或下降趋势时，应考虑自然水位的影响。

A.0.12 注水试验的稳定延续时间，应符合下列规定：

- 1 卵石、圆砾和粗砂含水层应为 8h；
- 2 中砂、细砂和粉砂含水层应为 16h；
- 3 基岩含水层（带）应为 24h。

A.0.13 注水试验时，动水位和注水量观测的时间，宜在注水开始后的第 5min、10min、15min、20min、25min、30min 各测一次，以后每隔 30min 或 60min 测一次。

注水结束后应立即观测恢复水位，观测时间为 1min、2min、3min、5min、7min、10min、15min、20min、30min、40min、60min、80min、100min，以后每隔 30min~60min 观测一次，直至稳定。

A.0.14 试验过程中，应详细记载所发生的有关情况，随时检

查各种观测记录，并现场绘制 QH 和 $H-t$ 与 $Q-t$ 曲线。

A. 0. 15 注水试验成果应包含下列内容：

- 1 试验地段的地质和水文地质文件；
- 2 试验情况和问题；
- 3 成果质量的评价和回灌试验结论与建议；
- 4 试验场地平面图；
- 5 注水孔和观测孔施工技术剖面图；
- 6 $Q-H$ 曲线和 $H-t$ 与 $Q-t$ 曲线图；
- 7 基本数据和成果表。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，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：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况均应这样做的：

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：

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，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 2 《工程测量规范》GB 50026
- 3 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 4 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》
GB 50168
- 5 《电力工程电缆设计标准》GB 50217
- 6 《管井技术规范》GB 50296
- 7 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
- 8 《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13
- 9 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87
- 10 《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91