

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T XXXXX—XXXX

地下水封洞库工程物探技术规程

Specification of Engineering geophysical exploration for underground water-sealed  
cavern

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家能源局 发布



## 目 次

前 言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 方法功能与应用条件 .....	1
4.1 概述 .....	1
4.2 方法功能 .....	1
4.3 应用条件 .....	2
5 技术设计 .....	2
5.1 编制原则 .....	2
5.2 编制准备 .....	2
5.3 工作布置原则 .....	2
5.4 方法选择 .....	2
5.5 设计书内容 .....	3
6 数据采集与测量 .....	3
6.1 数据采集技术要求 .....	3
6.2 测量技术要求 .....	3
6.3 检查观测要求 .....	4
7 不同勘察阶段技术要求 .....	4
7.1 预可研阶段 .....	4
7.1.1 工作任务 .....	4
7.1.2 基本要求 .....	4
7.2 可研阶段 .....	4
7.2.1 工作任务 .....	4
7.2.2 基本要求 .....	4
7.3 初步设计阶段 .....	5
7.3.1 工作任务 .....	5
7.3.2 基本要求 .....	5
7.4 施工图设计及施工阶段 .....	5
7.4.1 工作任务 .....	5
7.4.2 基本要求 .....	5
8 资料解释技术要求 .....	5
8.1 一般规定 .....	5
8.2 覆盖层探测 .....	5

8.2.1	工作内容	5
8.2.2	资料解释	5
8.2.3	探测精度	6
8.3	构造破碎带探测	6
8.3.1	工作内容	6
8.3.2	资料解释	6
8.3.3	探测精度	6
8.4	岩体风化带探测	6
8.4.1	工作内容	6
8.4.2	资料解释	6
8.4.3	探测精度	7
8.5	软弱层探测	7
8.5.1	工作内容	7
8.5.2	资料解释	7
8.5.3	探测精度	7
8.6	地下水探测	7
8.6.1	工作内容	7
8.6.2	资料解释	7
8.6.3	探测精度	8
8.7	地质超前预报	8
8.7.1	工作内容	8
8.7.2	资料解释	8
8.7.3	预报准确率	8
8.8	洞室围岩松动圈检测	8
8.8.1	检测内容	8
8.8.2	资料解释	8
8.8.3	检测精度	9
8.9	注浆效果检测	9
8.9.1	检测内容	9
8.9.2	资料解释	9
8.9.3	检测精度	9
8.10	喷锚质量检测	9
8.10.1	检测内容	9
8.10.2	资料解释	9
8.10.3	检测精度	9
8.11	环境放射性检测	10
8.11.1	检测内容	10
8.11.2	资料解释	10
8.11.3	检测精度	10
9	成果报告	10
9.1	编写适用范围	10
9.2	编写内容	10

9.3 原始资料要求 .....	10
9.4 成果资料要求 .....	11
9.4.1 提交审查资料要求 .....	11
9.4.2 成果审查要求 .....	11
9.4.3 成果提交要求 .....	11
参 考 文 献 .....	12



## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由石油工业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：浙江省工程物探勘察院、中海油石化工程有限公司、中国石油东方地球物理公司综合物化探处、中国地质大学（北京）、北京麦斯达夫科技有限公司。

本标准主要起草人：黄立勇、钟庆华、蔡伟忠、彭振华、江裕标、杨海翔、朱国强、江汶波、张彬、郑波、李俊彦、王建历、梁红波、黄明、洪旭程、刘泽丞、吴宏达、叶林米、张雪成、黎银、陈史兵、王金昌。



# 地下水封洞库工程物探技术规程

## 1 范围

本标准规定了地下水封洞库工程物探的术语和定义、方法功能与应用条件、技术设计、数据采集与测量、不同勘察阶段技术要求、资料解释技术要求和成果报告等技术要求。

本标准适用于地下水封洞库工程物探工作。

## 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。

SY/T 0610 地下水封洞库岩土工程勘察规范

## 3 术语和定义

### 3.1

**地下水封洞库** **underground water-sealed cavern**

在稳定地下水位以下的岩体中挖掘形成的以水封原理储存油气的地下空间系统，包括主洞室、水幕系统、操作竖井等。

### 3.2

**工程物探** **engineering geophysical exploration**

研究地下水封洞库建设中有关水文地质、工程地质及环境地质问题的地球物理探测方法。

### 3.3

**不良地质体** **unfavorable geology (bad geology)**

由地球外动力作用引起的，对工程建设不利或有不良影响的地质现象。如崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、土洞、地面塌陷等称为不良地质体。

## 4 方法功能与应用条件

### 4.1 概述

地下水封洞库工程物探应贯穿洞库岩土工程勘察全过程，即预可研阶段、可研阶段、初步设计阶段、施工图设计及施工阶段。勘察阶段划分应符合SY/T 0610的相关规定。

### 4.2 方法功能

开展工程物探工作，主要用于解决下列问题：

- a) 探测覆盖层、风化带及基岩面的起伏形态；
- b) 探测隐伏断层、破碎带及裂隙密集带的空间分布；
- c) 探测水底地形起伏形态、水下地质构造和破碎带，划分水下地层结构；

- d) 探测基岩裂隙带、喀斯特发育带、断层破碎带等富水情况；
- e) 探测滑坡、洞穴、岩溶、采空区等地质体；
- f) 探测基岩中软弱夹层；
- g) 划分围岩类别；
- h) 预报洞室施工掌子面前方有无断层破碎带、溶洞、地下水富集区等不良地质体；
- i) 检测施工过程中的爆破松动圈、喷锚质量和注浆效果等；
- j) 检测地下水封洞库开挖部位  $\gamma$  辐射强度。

### 4.3 应用条件

开展工程物探工作应满足下列条件：

- a) 被探测对象与其周围介质间存在一定的物性差异；
- b) 被探测对象的几何尺寸（规模）与其埋藏深度或探测距离之比应不小于 1/10；
- c) 被探测对象引起的场强度（信号强度）可以从背景场中被分辨；
- d) 场地具备实施相应探测方法的条件。

## 5 技术设计

### 5.1 编制原则

- 5.1.1 技术设计应以勘察技术要求为依据。
- 5.1.2 同一项目由多家单位参与实施时，应编制总体设计。

### 5.2 编制准备

- 5.2.1 了解勘察任务的要求，从物性、经济等多方面初步分析任务完成的可能性。
- 5.2.2 明确工作任务、工作范围、工作期限、技术要求、工作量等。
- 5.2.3 全面收集和整理工作区及周边的测绘、地质、物探、钻探等资料。
- 5.2.4 进行工作区踏勘，掌握工作环境条件、地形地貌特征。
- 5.2.5 核实收集资料的可利用程度。

### 5.3 工作布置原则

- 5.3.1 工作范围应大于拟选库区的范围。
- 5.3.2 拟选库区毗邻海域时，预可研阶段、可研阶段应同步布置陆域、海域工程物探工作，宜采用地面与井中相结合的方式。
- 5.3.3 测网应根据探测工作需要和地形地质条件布置，密度应与勘察阶段相适应。
- 5.3.4 测线应垂直或大角度相交于探测对象走向，长度应保证物探异常的完整。

### 5.4 方法选择

- 5.4.1 地下水封洞库工程物探方法选择应符合下列要求：
  - a) 针对目的任务，选用有效的探测方法；
  - b) 复杂地质条件下宜采用多种方法综合探测；
  - c) 采用新技术、新方法时，应验证其成果的可靠性。
- 5.4.2 不同勘察阶段可选用的物探方法见表 1。

表1 不同勘察阶段的常用物探方法

勘察阶段	探测对象	常用物探方法
预可研阶段	区域性（隐伏）断裂	高密度电阻率法、可控源音频大地电磁测深法
	覆盖层厚度	高密度电阻率法、可控源音频大地电磁法、折射波法、反射波法
可研阶段	断层、破碎带、节理裂隙密集带	高密度电阻率法、可控源音频大地电磁测深法
	松散、软弱层	高密度电阻率法、声波法、电测井、声波测井、井径测量
	不良地质体	高密度电阻率法、瞬变电磁法、折射波法、反射波法
初步设计阶段	滑坡体探测	高密度电阻率法、可控源音频大地电磁测深法、折射波法、反射波法
	放射性元素（环境放射性检测）	γ能谱测量法
	松散、软弱层	高密度电阻率法、声波法、电测井、电磁波测井、井径测量
施工图设计及施工阶段	超前地质预报	探地雷达法、瞬变电磁法、垂直地震剖面法
	注浆效果	单孔声波法、地震层析成像、声波测井
	洞室松动圈	探地雷达法、声波法、声波测井
	喷锚质量	声波法、声波测井

## 5.5 设计书内容

设计书应包括下列内容：

- 工作区的范围、目的任务、工作期限、工作量；
- 工作区的自然地理、区域地质、气象水文、水文地质、工程地质及地球物理特征；
- 工作部署及技术路线；
- 方法技术及质量要求；
- 施工组织及工作进度；
- 保障措施；
- 拟提交的成果资料。

## 6 数据采集与测量

### 6.1 数据采集技术要求

在数据采集过程中为保证所采集数据的准确性和可靠性，应符合下列原则：

- 在设计时，应根据工作任务的要求及被探测对象可能产生的场强度（信号强度）和特征、干扰水平，合理确定观测精度；
- 当被观测信号太弱，应采用增加观测次数、重复观测的方法来提高信噪比和异常的可靠性；
- 适当提高观测精度。

### 6.2 测量技术要求

测量工作应根据任务特点和要求进行，应符合下列要求：

- 测网应有国家首级控制点控制；
- 测点的点位中误差（图上）不大于 0.6 mm，高程中误差（图上）不大于 0.6 mm；

- c) 水域测点的高程应根据水位的变化进行校正。

### 6.3 检查观测要求

对已完成的原始观测点进行抽样检查或对质量有疑议的地段的检查，应符合下列要求：

- a) 检查点在时间上和空间上应分布均匀；
- b) 检查观测与初始观测应同点位、不同时间、不同仪器、不同操作员；
- c) 检查点数量应不低于工作总量的 3%~5%；
- d) 剖面测量的检查观测以异常地段为主要对象，正常背景地段做适量的检查；
- e) 检查完毕计算原始观测与检查观测之间的误差，当计算误差大于设计误差时应增加检查数量，若检查量扩大到工作总量的 20%，且计算误差仍大于设计误差，应组织返工。

## 7 不同勘察阶段技术要求

### 7.1 预可研阶段

#### 7.1.1 工作任务

预可研阶段物探工作任务应包含下列内容：

- a) 调查拟选库址及周边区域性断裂（尤其是隐伏断裂）的分布；
- b) 调查拟选库址范围内覆盖层厚度；
- c) 为库址的选择及下一步工作提出合理化的建议。

#### 7.1.2 基本要求

预可研阶段工程物探宜符合下列要求：

- a) 将测线布置在重点勘察区段；
- b) 测网采用 1:25000~1:50000 的比例尺或线距 250 m~500 m；
- c) 在代表性的地段进行方法试验；
- d) 对于单一方法不易判定的或较复杂的地质问题，采用两种及以上的方法进行综合探测。

### 7.2 可研阶段

#### 7.2.1 工作任务

可研阶段物探工作任务应包含下列内容：

- a) 探测地下水封洞库库址范围内（隐伏）断层、破碎带、节理裂隙密集带的分布；
- b) 探测地下水封洞库库址范围内软弱层的分布；
- c) 探测地下水封洞库库址范围内不良地质体的发育情况。

#### 7.2.2 基本要求

可研阶段工程物探应符合下列基本要求：

- a) 在预可研阶段物探工作的基础上加密测线，测网采用 1:10000~1:25000 的比例尺，线距 100 m~250 m，同时确保洞库范围垂直测线方向不少于 4 条测线；
- b) 主要测线尽可能通过已有钻孔；
- c) 在钻孔中探测软弱夹层时选用多种方法进行测井；
- d) 对典型物探异常进行钻探验证。

### 7.3 初步设计阶段

#### 7.3.1 工作任务

初步设计阶段物探工作任务应包含下列内容：

- a) 基本查明巷道、竖井、洞室、水幕等范围内（隐伏）断层、破碎带、节理裂隙密集带；
- b) 基本查明巷道口地段边坡的稳定性（主要为滑坡）；
- c) 基本查明巷道口地段松散、软弱层分布；
- d) 基本查明洞库范围内岩层中放射性元素的分布情况。

#### 7.3.2 基本要求

初步设计阶段工程物探应符合下列要求：

- a) 选用高密度电阻率法、折射波法等方法进行滑坡地面探测；
- b) 在钻孔中探测软弱夹层时选用不少于两种方法进行测井。

### 7.4 施工图设计及施工阶段

#### 7.4.1 工作任务

施工图设计及施工阶段物探工作任务应包含下列内容：

- a) 超前地质预报；
- b) 施工过程中的爆破松动圈、喷锚质量和注浆效果等检测。

#### 7.4.2 基本要求

施工图设计及施工阶段工程物探应符合下列要求：

- a) 地下水封洞库施工阶段开展超前地质预报；当地质条件复杂时，开展综合超前地质预报；
- b) 超前地质预报连续预报时前后两次预报范围的搭接长度应不小于 10 m，地质条件复杂时，搭接长度应不小于 20 m；
- c) 采用穿透声波、层析成像等方法进行灌浆前后对比检测，并保持观测系统和处理技术相同；
- d) 锚杆抽检应选在地质条件较差的部位和锚杆施工较困难的部位；
- e) 抽检的每一锚杆应重复测试 3 次，且 3 次测试信号应基本一致。

## 8 资料解释技术要求

### 8.1 一般规定

资料解释应在充分利用各种已知资料的基础上，按照从已知到未知、先易后难、点面结合、定性指导定量的原则进行。

### 8.2 覆盖层探测

#### 8.2.1 工作内容

覆盖层探测应包括下列内容：

- a) 覆盖层厚度探测；
- b) 覆盖层分布范围。

#### 8.2.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 充分收集有关地质资料和已有的物探资料，为资料解释提供依据；
- b) 依据物性测试资料，确定物性参数在垂直方向上的变化规律和物性层与地质层的对应关系，计算出基岩和覆盖层的电阻率、波速等物性参数；
- c) 对不同地段进行的试验，应对比分析基岩和覆盖层的物性参数在水平方向的变化情况，当物性参数在水平方向有变化时，宜分段解释和计算；
- d) 在窄河谷、深切沟、陡坎或陡坡等部位，可借助地质钻探资料进行综合分析和解释，必要时可适当补充物探工作；
- e) 采用综合方法探测的地段，对各方法的解释成果进行对比和综合分析；
- f) 若覆盖层平均速度大于强风化基岩速度，应分析覆盖层的岩性并加以说明；
- g) 成果图件包括覆盖层等厚度图、基岩等高线图。当有条件进行覆盖层分层时，可绘制某层等厚度图和层面等高线图。

### 8.2.3 探测精度

探测精度应符合下列要求：

- a) 探测厚度大于 10 m 的覆盖层，深度相对误差小于 15%；地质条件较差的地段，深度相对误差小于 20%；
- b) 水上勘探在水深小于 50 m 时，探测基岩埋深的相对误差小于 10%。

## 8.3 构造破碎带探测

### 8.3.1 工作内容

探测构造破碎带的位置、规模及延伸情况。

### 8.3.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 使用综合物探方法的资料并结合测区的地质结构特征，确定断层破碎带的空间分布；
- b) 依据剖面图和平面图上的异常特征，分析各种异常与探测目标的内在联系；
- c) 当各个方法解释结果出现矛盾时，分析物探方法的应用条件、地形地质条件以及外界干扰因素，使资料解释更加合理。

### 8.3.3 探测精度

探测精度应符合下列要求：

- a) 若覆盖层厚度小于 10 m，查明不小于 2 m 宽度的断层破碎带；若覆盖层厚度大于 10 m，查明宽度为覆盖层厚度 1/4 的断层破碎带；断层破碎带的倾角小于 45°，判断其倾向和大致倾角；
- b) 用层析成像探测断层破碎带，查明宽度不小于 1/10 孔距的断层破碎带。

## 8.4 岩体风化带探测

### 8.4.1 工作内容

探测岩体风化带厚度，进行风化分带和风化程度评价。

### 8.4.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 在分析风化带的变化规律时，充分考虑岩性、断层破碎带、卸荷裂隙带等因素的影响；
- b) 当风化带成层状分布时，可求取似层状风化的各层厚度。当测区有一定数量的探坑、钻孔时，对比分析探坑和钻孔的测试资料，确定各风化层界面；
- c) 当风化带的波速在垂直方向上呈渐变关系时，找出速度随深度变化的规律；
- d) 风化岩体与新鲜岩体纵波速度之比进行岩体风化带的划分应符合SY/T 0610 的规定；
- e) 成果图件包括等岩体风化带等高线图或等厚度图。

### 8.4.3 探测精度

探测精度应符合下列要求：

- a) 当有钻孔、平洞、探坑的弹性波资料可以利用时，岩体风化带分层的深度和厚度相对误差小于 20%；
- b) 不具备上述条件时，深度相对误差应小于 30%。

## 8.5 软弱层探测

### 8.5.1 工作内容

探测软弱层的空间分布位置、连续性及其厚度。

### 8.5.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 依据软弱层在物性上表现为低波速、低电阻率、低密度、易塑变、自然  $\gamma$  强度高的特征进行分析和解释；
- b) 进行多种测井资料对比分析，当测区所测钻孔较多时，应对比分析各孔中软弱层的深度和厚度变化情况；
- c) 可利用声波纵波和横波速度、密度计算软弱层的动力学参数；
- d) 成果图件应包括钻孔综合测井成果图、软弱层深度、厚度及物性参数统计表。

### 8.5.3 探测精度

探测精度应符合下列要求：

- a) 当钻孔直径小于 100 mm、孔壁较完整，且软弱层倾角小于  $30^\circ$  时，微电极系测井、自然电位测井、视电阻率测井、声波测井和  $\gamma-\gamma$  测井不应遗漏厚度大于 10 cm 的软弱层。
- b) 软弱层探测成果中的深度相对误差应小于 5%。

## 8.6 地下水探测

### 8.6.1 工作内容

探测目的层的富水情况。

### 8.6.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 结合水文地质测绘和钻探资料，建立多个典型水文地质条件下的典型物探异常曲线，根据已知资料进行定性分析；
- b) 探测含水目的层的电法勘探、地震勘探资料解释应计算出含水目的层的平面位置、范围和埋深；

- c) 钻孔中的自然电场法、充电法、综合测井、同位素示踪等资料解释应确定含水层和隔水层的深度、厚度；
- d) 在平面图上应标出解释推断的富水地带、渗漏带和地下水流向，有咸水的地区还应标出咸、淡水的分界线。

### 8.6.3 探测精度

探测含水目的层厚度和深度绝对误差应小于 20%。

## 8.7 地质超前预报

### 8.7.1 工作内容

地下水封洞库施工阶段超前地质预报。

### 8.7.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 依据断层破碎带、充水或充泥溶洞以及地下水富集区等不良地质体在物性上常表现为低波速、低电阻率等特征，及不良地质体与围岩的物性有明显差异进行分析和解释；
- b) 利用 VSP 的下行波延长线和深层反射上行波延长线的交点预测未知到界面的位置；
- c) 依据地震时间剖面上反射波的特征推断和预报是否存在不良地质体，并根据反射时间和掌子面围岩的速度参数确定不良地质体的位置；
- d) 探地雷达应依据观测雷达图像的异常形态、波形特征及电磁波衰减等特征进行判断和预报，确定不良地质体的性质和位置；
- e) 当洞室内地质情况复杂时，不仅应仔细分析物探观测成果资料，还应详细了解地面地质情况，并结合当前和以往开挖的地质情况及物性参数等综合分析。

### 8.7.3 预报准确率

在地球物理条件有利、施工干扰小的情况下，采用综合物探方法进行洞室施工掌子面超前预报准确率应大于 80%。

## 8.8 洞室围岩松动圈检测

### 8.8.1 检测内容

了解洞室围岩应力状况，查明洞壁岩体的松弛厚度，确定松动圈范围。

### 8.8.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 单孔声波和穿透声波资料依据洞室围岩由洞室内表面沿洞径至围岩深处，因施工松弛、应力重新分布而造成岩体声波速度在洞室二维剖面内呈现规律性分布的特点，划分松动圈和应力分布界线；
- b) 依据洞室围岩波速与围岩深度曲线的关系划分应力下降区、应力上升区和原岩应力区；
- c) 若采用两种或两种以上方法进行测试时，分别解释出同地点（段）处的围岩松弛区的松弛厚度，当两者测试结果误差小于 15%时，可将其结果进行平均作为最终成果提较使用，当两者结果差异较大时，分析其形成的原因并给予说明，以主要测试方法的解释结果为准提交使用；

- d) 采用断面测试围岩松弛深度时，应将声波曲线绘制在断面上，综合分析断面各部位速度差异，确定松弛带深度及形态；
- e) 进行长期观测孔声波测试时，应将多次测试曲线叠加在一张图上，并根据曲线特征，分段计算波速衰减率，绘制随时间变化的衰减率图，综合分析围岩松弛深度的随时间变化和围岩波速降低程度。

### 8.8.3 检测精度

检测松弛层厚度和应力突变位置的相对误差应小于 15%。

## 8.9 注浆效果检测

### 8.9.1 检测内容

通过观测注浆前后岩体波速值、弹性模量、变形模量的变化，结合钻孔全孔壁数字成像等分析判断裂隙的充填情况。

### 8.9.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 检测资料分析应视具体工程情况，选用注浆前和注浆后对比分析、注浆后达标分析或现象描述等评价注浆效果：
  - 1) 对比分析：将同一位置注浆前和注浆后的检测数据进行对比，计算提高率或提高量；
  - 2) 达标分析：将注浆单元内注浆后的检测数据与要求的达标值进行比较，并统计分析；
  - 3) 层析成像可描述注浆前后的变化情况、统计分析成像单元的波速变化情况。
- b) 钻孔电视观察可描述注浆后岩体中张开裂隙、构造破碎带和喀斯特的充填情况；
- c) 成果图件包括检测成果图、统计分析图、低强区或渗漏区分布图。

### 8.9.3 检测精度

注浆检测在薄弱部位的精度应大于 90%。

## 8.10 喷锚质量检测

### 8.10.1 检测内容

检测锚杆长度和砂浆饱和度。

### 8.10.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 对比分析端发端收或侧发侧收的波形，避免将地层结构的反射信号与锚杆底端或不密实砂浆段的反射信号相混淆；
- b) 砂浆饱和度宜结合波形特征和频率特征进行判定；
- c) 锚杆锚固质量可根据工程地质条件、工程设计要求制定评价标准，凡锚杆长度和砂浆饱和度不符合设计要求的均属不合格，合格锚杆可再根据砂浆饱和度程度进一步评定质量等级；
- d) 成果图件包括锚杆检测抽样位置分布图、锚杆检测成果图表。其中，成果图表包含检测原始波形、有关锚杆长度和砂浆饱和度的评价分析结论。

### 8.10.3 检测精度

检测精度应符合下列要求：

- a) 当锚杆长度小于 10 m 时，检测相对误差应小于 5%；当锚杆长度大于 10 m 时，检测相对误差应小于 10%；
- b) 当存在单个砂浆缺陷时，检测砂浆饱和度精度应大于 90%；当存在多个砂浆缺陷时，检测砂浆饱和度精度应大于 80%。

## 8.11 环境放射性检测

### 8.11.1 检测内容

检测岩体  $\gamma$  射线强度。

### 8.11.2 资料解释

资料解释应符合下列要求：

- a) 根据测区地质构造说明辐射水平、辐射分区的分布情况及其与岩性和地质构造的关系；
- b) 地面  $\gamma$  测量结合测区内露头、构造破碎带、自然  $\gamma$  测井和各种岩样的  $\gamma$  测量进行分析；
- c) 根据空气  $\gamma$  照射量率换算为  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率，再根据  $\gamma$  射线外照射的有效剂量当量与空气吸收剂量率的比值以及在此环境年停留时间，计算出年有效剂量当量；
- d) 成果图件应标明岩性、检测方法、异常点位置、分析结果等，必要时可绘制剖面图或钻孔柱状图。

### 8.11.3 检测精度

放射性测量相对误差应小于 20%。

## 9 成果报告

### 9.1 编写适用范围

采用单项物探方法应编写单项物探(或专题)成果报告。采用多项物探方法应编写综合物探成果报告。完成一个设计阶段的物探工作后，应编写阶段性物探成果报告。

### 9.2 编写内容

报告应包括：

- a) 前言：项目概况、目的任务、工作时间、以往工作程度、工作量完成情况等；
- b) 地质与地球物理特征：工作区地形地貌和地质条件、地球物理特征；
- c) 工作方法与质量评述：方法原理、工作布置、工作方法与质量评述；
- d) 资料解释：资料处理与解释方法、成果分析及解释；
- e) 结论与建议：任务完成情况、取得的主要成果、存在的主要问题，以及下一步工作建议。

### 9.3 原始资料要求

9.3.1 地下水封洞库工程物探工作应按照不同方法和工程性质提交原始资料。

9.3.2 原始记录应齐全完整、真实、清晰，不得擦改、涂改、转抄。确需修改更正时，可在原记录数据和内容上划“一”线后，将正确的数据或内容填写在其旁边，并注记原因，以便查对。

9.3.3 对于记录在磁介质上的原始记录，应当刻录成光盘存档。

## 9.4 成果资料要求

### 9.4.1 提交审查资料要求

提交审查的成果报告应内容完整、资料齐全。有下列情况之一的，成果资料不予审查：

- 未按要求绘制的图件；
- 未经有关人员审核签字；
- 资料和图表混乱；
- 未认真整理装订。

### 9.4.2 成果审查要求

成果报告有下列情况之一的，审查不予通过：

- 综合分析不够充分，对主要问题没有提出明确的结论和建议；
- 概念不清、推断错误、结论不正确；
- 文字报告章节不清、文理不顺、前后矛盾；
- 图件中有严重错误。

### 9.4.3 成果提交要求

提交的成果报告应经审查通过，包含下列资料：

- 各个阶段的成果报告、附图和附表；
- 中间性推断解释成果资料（如速度参数、各种校正资料及解释资料等）；
- 任务书、原始记录、仪器检验记录；
- 与本项目有关的各部门相关技术文件。

### 参 考 文 献

- [1] GB 50287 水利发电工程地质勘察规范
  - [2] GB/T 14499 地球物理勘查技术符号
  - [3] DZ/T 0073-2016 电阻率剖面法技术规程
  - [4] DZ/T 0080-2010 煤炭地球物理测井规范
  - [5] DZ/T 0069 地球物理勘查图图式图例及用色标准
  - [6] DZ/T 0153-2014 物化探工程测量规范
  - [7] DZ/T 0187-2016 地面磁性源瞬变电磁法技术规程
  - [8] DZ/T 0305-2017 天然场音频大地电磁法技术规程
  - [9] SY/T 6589-2016 陆上可控源电磁法勘探采集技术规程
  - [10] SY/T 6687-2007 井中-地面电法勘探技术规程
  - [11] NB/T 35105-2017 水电工程电磁法勘探技术规程
-