

团 体 标 准

T/SCS XXXX—2021

多极子阵列声波测井发射换能器用
高温压电陶瓷材料

High temperature piezoelectric ceramic
for multipole array acoustic logging transmitting transducers

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

上海市硅酸盐学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 型号命名	1
5 要求	2
5.1 外观	2
5.2 外观尺寸	2
5.3 物理性能	2
6 检验方法	3
6.1 测试条件	3
6.2 外观	3
6.3 外观尺寸	3
6.4 物理性能	3
7 检验规则	4
7.1 检验分类和项目	4
7.2 出厂检验	4
7.3 型式检验	5
8 标志、包装、运输和贮存	5
8.1 标志和包装	6
8.2 运输	6
8.3 贮存	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市硅酸盐学会提出、归口、宣贯并实施。

本文件起草单位：中国科学院上海硅酸盐研究所、中海油田服务股份有限公司、中国石油集团测井有限公司、中国科学院声学研究所、海鹰企业集团有限责任公司。

本文件主要起草人：范晓荣、董显林、梁瑞虹、卢晓蓉、张文斌、仇傲、刘付火、魏倩、高峰。

本文件承诺首批执行单位：中国科学院上海硅酸盐研究所、中海油田服务股份有限公司、中国石油集团测井有限公司、中国科学院声学研究所、海鹰企业集团有限责任公司。

本文件为首次制定。

引 言

上世纪90年代开始,我国油气勘探开发区域中复杂和隐蔽岩性油气藏占比越来越高,勘探深度越来越深,难度越来越大。深部油气资源的勘探与开发已成为当今解决油气资源短缺的一个重要途径。

多极子阵列声波测井仪是新一代声波测井仪器,但却被国际三大测井巨头垄断,长期以来,我国一直依赖进口。换能器是声波测井仪器的核心部件,其关键材料就是高温高稳定的压电陶瓷材料。由于深部勘探的特殊作业环境要求,压电陶瓷不仅要具有优异的压电特性,更重要的是能够在高温($\sim 200^{\circ}\text{C}$)下稳定工作。多年来高温高稳定压电陶瓷材料已成为制约我国高端声波测井仪器发展的主要技术瓶颈。目前,该类材料虽然实现了产业化,但经检索国内外还未见相应的标准制定与实施,这直接导致国内相关产品的规范制造和评价无依据,限制了这一行业的产业升级。

制定声波测井发射换能器用高温压电陶瓷团体标准,有助于国内相关企业评估声波测井发射换能器用压电陶瓷的性能和质量,使该产品的质量控制更具标准性、规范性、通用性和可操作性。

多极子阵列声波测井发射换能器用高温压电陶瓷材料

1 范围

本文件规定了多极子阵列声波测井发射换能器用压电陶瓷材料产品的型号命名、要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于使用温度在150℃～200℃的多极子阵列声波测井发射换能器用高温压电陶瓷(以下简称“产品”)。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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/T 2414.1	压电陶瓷材料性能测试方法	圆片径向伸缩振动模式
GB/T 3389	压电陶瓷材料性能测试方法	性能参数的测试
GB/T 3389.1	铁电压电陶瓷词汇	
GB/T 11309	压电陶瓷材料性能测试方法	纵向压电应变常数d33的准静态测试
GB/T 11310	压电陶瓷材料性能测试方法	相对自由介电常数温度特性的测试
CB/T 3794	压电陶瓷材料性能测试方法	电极结合强度试验方法

3 术语和定义

GB/T 3389.1界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 单极子发射换能器

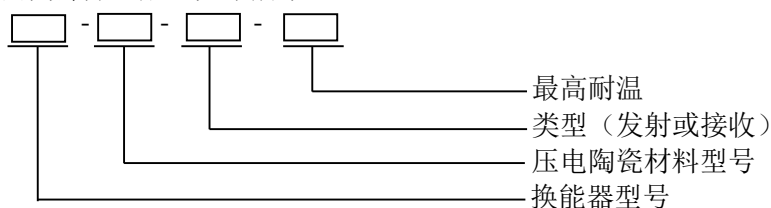
圆管状结构的压电振子,其在沿径向膨胀和收缩的振动过程中始终保持圆管状的对称外形不变,在井的横截面内辐射各向同性声波。

3.2 偶极子发射换能器

一种弯曲振动的板状声源,在液体中激发指向性位移,这种指向性位移在井壁介质中产生弯曲波,可用于探测各种地层中的横波声速。

4 型号命名

产品型号由四部分组成,如下所示:



示例:发射换能器为偶极子发射换能器,压电陶瓷材料型号为PF-20,类型为发射的压电陶瓷元件,最高耐温200℃,其产品型号命名为:DP-PF20-T1-200。

5 要求

5.1 外观

产品应无裂纹、砂点等缺陷，电极面应图案完整、清晰，色泽自然、均匀、无氧化锈蚀等缺陷。允许有缺口，但缺口尺寸需小于等于2.5mm，数量不超过3个，且片状产品缺口只能位于同一面。

5.2 外观尺寸

外形应符合图1、图2要求，具体按图样要求。

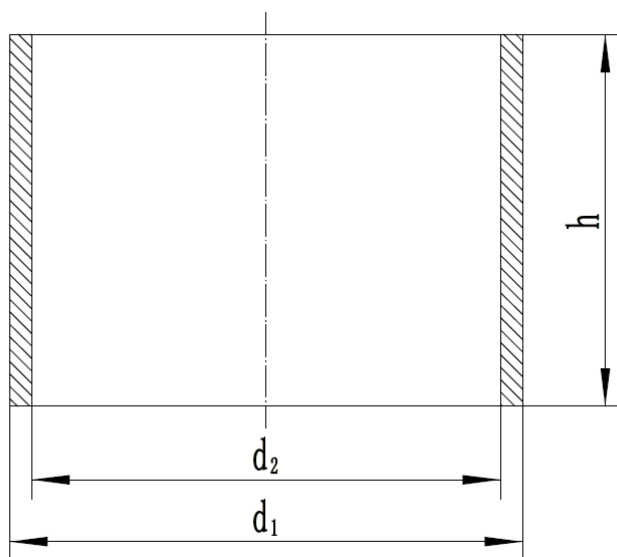


图1 单极子发射换能器用压电陶瓷元件外形图



图2 偶极子发射换能器用压电陶瓷元件外形图

5.3 物理性能

5.3.1 单极子发射换能器用高温压电陶瓷元件物理性能应符合表1的要求

表1 单极子发射换能器用高温压电陶瓷材料物理性能

序号	性能参数名称	符号	指标	单位
1	机电耦合系数	k_p	≥ 0.59	-
		k_t	≥ 0.47	-
2	相对自由介电常数	ϵ_r^T	1350 ± 100	-
3	介电损耗角正切值	$\tan \delta$	≤ 0.50	%
4	压电应变常数	d_{31}	$-140 \pm 12.5\%$	pC/N
5	居里温度	T_c	≥ 330	$^{\circ}\text{C}$
6	机械品质因数	Q_m	≥ 440	-
7	电极结合强度	T	≥ 10.0	MPa
8	机电耦合系数 k_p 最大相对变化率(25 $^{\circ}\text{C}$ 为基准, 25~200 $^{\circ}\text{C}$)	$\Delta k_p/k_p$	≤ 12.5	%

5.3.2 偶极子发射换能器用高温压电陶瓷元件物理性能应符合表2的要求

表2 偶极子发射换能器用高温压电陶瓷材料物理性能

序号	性能参数名称	符号	指标	单位
1	机电耦合系数	k_p	≥ 0.58	-
		k_t	≥ 0.46	-
2	相对自由介电常数	ϵ_r^T	1400 ± 100	-
3	介电损耗角正切值	$\tan \delta$	≤ 0.30	%
4	纵向压电应变常数	d_{33}	≥ 300	pC/N
5	居里温度	T_c	≥ 330	$^{\circ}\text{C}$
6	机械品质因数	Q_m	≥ 800	-
7	电极结合强度	T	≥ 10.0	MPa
8	机电耦合系数 k_p 最大相对变化率(25 $^{\circ}\text{C}$ 为基准, 25~200 $^{\circ}\text{C}$)	$\Delta k_p/k_p$	≤ 10.5	%

6 检验方法

6.1 测试条件

6.1.1 测试大气条件

- 1) 温度: 15 $^{\circ}\text{C}$ ~ 35 $^{\circ}\text{C}$;
- 2) 相对湿度: 25 % ~ 75 %;
- 3) 气压: 86 kPa ~ 106 kPa。

6.1.2 测试仪器仪表

- a) 测试所用的仪器仪表、测试装置等, 应定期计量、校验合格, 并在有效期内, 其最大误差绝对值与被测量最大允许误差绝对值的比应不大于其三分之一, 测量范围应覆盖被测参数变化范围;
- b) 凡自制的仪器仪表和测试装置应经鉴定合格。

6.2 外观

根据5.1要求进行检查。

6.3 外观尺寸

用符合精度要求的量具进行测量。

6.4 物理性能

6.4.1 机电耦合系数

平面机电耦合系数 k_p 按GB/T 2414.1规定的方法进行检测，厚度伸缩振动机电耦合系数 k_t 按GB/T 3389规定的方法进行检测。

6.4.2 相对自由介电常数和介电损耗角正切值

按GB/T 3389规定的方法进行检测。

6.4.3 压电应变常数

按GB/T 11309规定的方法进行检测。

6.4.4 居里温度

按GB/T 3389规定的方法进行检测。

6.4.5 电极结合强度

按CB/T 3794规定的方法进行检测。

6.4.6 机械品质因数

按GB/T 3389规定的方法进行检测。

6.4.7 机电耦合系数 k_p 最大相对变化率

在25 ~ 200 °C温度范围内按GB/T 11310规定的方法进行检测。

7 检验规则

7.1 检验分类和项目

分为出厂检验和型式检验，检验项目应符合表3的规定。

表3 检验项目

序号	检验项目	要求条款号	检验方法条款号	出厂检验	型式检验
1	外观	5.1	6.2	√	√
2	外形尺寸	5.2	6.3	√	√
3	机电耦合系数	5.3	6.4.1	-	√
4	相对自由介电常数	5.3	6.4.2	√	√
5	介电损耗角正切值	5.3	6.4.2	√	√
6	压电应变常数	5.3	6.4.3	√	√
7	居里温度	5.3	6.4.4	-	√
8	电极结合强度	5.3	6.4.5	-	√
9	机械品质因数	5.3	6.4.6	-	√
10	机电耦合系数 k_p 最大相对变化率	5.3	6.4.7	-	√

注：表中“√”表示必检项目；“-”表示不检项目。

7.2 出厂检验

7.2.1 批的组成

同一批次产品应由同一批原料、在同一条生产线上、经相同工艺条件连续生产、并被同时提交检验的一组产品构成，每批次不超过200件。

7.2.2 抽样方案

每批产品除结构尺寸外均应按表2规定的检验项目进行检验，外形尺寸随机抽取不少于10件产品进行检验。

7.2.3 合格判定

- a) 表2中序号1、3~5的检验项目不符合要求时，则判该产品不合格，予以剔除；
 b) 表2中序号2抽样样品中如有2片不符合要求时，则再按7.2.2随机抽取规定数量的样品进行检验，如有2片不符合要求，则应对该批次产品进行100%检验，不合格产品予以剔除。

7.3 型式检验

7.3.1 检验时机

凡有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 产品鉴定时；
 b) 正式生产过程中，如原料批次、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
 c) 停产一年及以上，恢复生产时；
 d) 批量生产时，每隔12个月进行一次。

7.3.2 检验程序

型式检验的样品数和检验分组应符合表3要求。

- a) 0组检验的样品可以应用到2组检验。
 b) 0组的一只备份样品可用于代替0组中的不合格品，不合格的样品不得用于其他组试验。
 c) 1组样品是已被银且未经极化的，满足外观和外形尺寸的样品，不能用于其他组试验。

表4 型式检验项目及要求

试验分组	检验或试验项目	要求章条号	方法章条号	样品数	允许不合格数
0	外观	5.1	6.2	13（含1只备份样品）	1
	外形尺寸	5.2	6.3		
	机电耦合系数	5.3	6.4.1		
	相对自由介电常数	5.3	6.4.2		
	介电损耗角正切值	5.3	6.4.2		
	压电应变常数	5.3	6.4.3		
	机械品质因数	5.3	6.4.6		
	机电耦合系数最大相对变化率	5.3	6.4.7		
1	居里温度	5.3	6.4.4	1	0
2	电极结合强度	5.3	6.4.5	12	

型式检验的项目见表4规定，型式检验的样品除居里温度这个项目应按GB/T 3389规定的方法制作外，其他均应从合格的出厂产品中随机抽取。

7.3.3 合格判定

型式检验不合格品数不超过规定时，则判定型式检验合格。如不合格品数超过规定，应加倍按7.3.2要求重新进行检验。若不合格品数仍超过规定时，则判型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志和包装

产品上应有明显的正负极性标志，并以阿拉伯数字顺序编号。将产品整齐地叠放成一摞，用电容器纸或牛皮纸包封，并放入泡沫盒内，然后将泡沫盒放入外包装箱内。外包装箱内应附产品合格证和出厂检验数据报告，合格证上应标明产品名称、生产批号、出厂日期、数量及检验印章。

8.2 运输

运输过程中应防止污染，避免潮湿、碰撞、挤压和强烈震动。

8.3 贮存

产品应贮存在通风、干燥、避光、没有酸碱及其他腐蚀性气体的环境中。
