



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 47107—2026

## 燃料电池铂碳电催化剂

Platinum-carbon electrocatalyst for fuel cells

2026-01-28 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类 .....	2
5 技术要求 .....	3
5.1 化学成分 .....	3
5.2 比表面积 .....	3
5.3 催化性能 .....	3
5.4 含水率 .....	4
5.5 铂平均粒径 .....	4
5.6 有序度 .....	4
5.7 外观 .....	5
6 试验方法 .....	5
6.1 化学成分 .....	5
6.2 比表面积 .....	5
6.3 催化性能 .....	5
6.4 含水率 .....	5
6.5 铂平均粒径 .....	5
6.6 有序度 .....	5
6.7 外观 .....	5
7 检验规则 .....	5
7.1 检查和验收 .....	5
7.2 组批 .....	6
7.3 检验项目 .....	6
7.4 检验结果的判定 .....	6
8 标志、包装、运输、贮存及随行文件 .....	6
8.1 标志 .....	6
8.2 包装 .....	6
8.3 运输 .....	6
8.4 贮存 .....	7
8.5 随行文件 .....	7
9 订货单内容 .....	7

附录 A (规范性) 有序度的测试及计算方法 .....	8
A.1 方法提要 .....	8
A.2 仪器设备 .....	8
A.3 样品 .....	8
A.4 试验条件 .....	8
A.5 试验数据处理 .....	8
A.6 有序度的计算 .....	9
A.7 计算示例 .....	10
参考文献 .....	11
图 A.1 PtCo 合金样品的 XRD 数据积分图 .....	10
表 1 分类 .....	2
表 2 化学成分 .....	3
表 3 催化性能 .....	3
表 4 产品检验项目 .....	6
表 A.1 PtCo 的 PDF 卡片 (#43-1358) .....	9

## 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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。



本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本文件起草单位：贵研新能源科技(上海)有限公司、格林美股份有限公司、云南贵金属实验室有限公司、嘉庚创新实验室、东方电气(成都)氢能科技有限公司、江西省君鑫贵金属科技材料有限公司、深圳市氢蓝时代动力科技有限公司、西安凯立新材材料股份有限公司、四川蜀泰化工科技有限公司、北京化工大学、成都光明派特贵金属有限公司、上海捷氢科技股份有限公司、江苏北矿金属循环利用科技有限公司、昆明贵研新材料科技有限公司、武汉理工氢电科技有限公司、武汉氢能与燃料电池产业技术研究院有限公司、南京工程学院、新源动力股份有限公司、陕西氢能研究院有限公司、云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司、宣城先进光伏技术有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、陕西瑞科新材料股份有限公司、云南省产品质量监督检验研究院、天津理工大学、同济大学、上海交通大学。

本文件主要起草人：刘锋、栗云彦、许开华、徐伟铖、王雅宁、刘健、方晓亮、谢东权、自雅娴、李婷、孔禹、郁丰善、杨帆、曹桂军、陈丹、牟博、许云波、刘景军、孙艳辉、沈亚莉、任欢、马成龙、刘贵清、王芳、田明星、段奔、程凤、叶东浩、赵振东、韩志佳、李光伟、黄晔、朱武勋、王英、向磊、蔡万煜、李晓龙、张林涛、丁轶、李冰、种丽娜。



# 燃料电池铂碳电催化剂

## 1 范围

本文件规定了燃料电池铂碳电催化剂的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于以碳材料为载体、以铂为主要活性组分的铂碳电催化剂，主要用于燃料电池阴极。

## 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 5816 催化剂和吸附剂表面积测定法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 15072.3 贵金属合金化学分析方法 第3部分：铂含量的测定

GB/T 20042.4 质子交换膜燃料电池 第4部分：电催化剂测试方法

GB/T 20042.5 质子交换膜燃料电池 第5部分：膜电极测试方法

GB/T 39285 钯化合物分析方法 氯含量的测定 离子色谱法

GB/T 42208 纳米技术 多相体系中纳米颗粒粒径测量 透射电镜图像法

YS/T 372.8 贵金属合金元素分析方法 PtCo合金中钴量的测定 EDTA络合滴定法

YS/T 372.9 贵金属合金元素分析方法 镍量的测定 EDTA络合滴定法

YS/T 1379 纯铂化学分析方法 钯、铑、铱、钌、金、银、铝、铋、铬、铜、铁、镍、铅、镁、锰、锡、锌、硅含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**燃料电池 fuel cell**

将外部供应的燃料和氧化剂的化学能直接转化为电能（直流电）及生成热和反应产物的电化学装置。

[来源：GB/T 20042.1—2017, 2.3.2]

### 3.2

**电化学活性比表面积 electrochemical active surface area; ECSA**

电极中能够参与电化学反应的单位质量铂的有效电化学活性表面积。

注：单位为平方米每克铂( $\text{m}^2/\text{g}_{\text{Pt}}$ )。

### 3.3

**质量比活性 mass activity; MA**

燃料电池在 0.9 V 下电极上单位质量电催化剂中铂所输送的电流。

注：单位为安培每毫克铂( $\text{A}/\text{mg}_{\text{Pt}} @ 0.9 \text{ V}_{\text{IR-free}}$ )。

3.4

**半电池 half cell**

一个电极和它周围的电解质溶液组成的体系,为原电池的一半。

3.5

**耐久性 durability**

电催化剂在特定条件下长期测试后的性能表现,表示电催化剂的衰减情况。

3.6

**有序度 order degree**

用于衡量产品中原子排列有序程度的参数。在合金中,当不同种类的原子按照一定的规则和周期性在晶格中排列时,就形成了有序结构。

注:完全有序的合金,其原子在晶格中的分布具有规律性和周期性;而无序合金中,原子的分布则相对随机。

3.7

**铂碳电催化剂 platinum-carbon electrocatalyst**

以纯铂(Pt)或铂合金(与一种或多种过渡金属元素形成的合金)为活性组分结构负载于碳载体上,用于加速燃料电池阴极电化学反应速率的催化材料。

注:本文件中的过渡金属元素通常指钴元素(Co)、镍元素(Ni)。

4 分类

产品按活性组分为铂碳电催化剂、铂钴碳电催化剂、铂镍碳电催化剂,产品分类应符合表 1 的规定。

表 1 分类

种类	规格	型号
铂碳电催化剂	20%Pt	20%-Pt/C
	30%Pt	30%-Pt/C
	40%Pt	40%-Pt/C
	50%Pt	50%-Pt/C
	60%Pt	60%-Pt/C
	70%Pt	70%-Pt/C
铂钴碳电催化剂	30%PtCo	30%-PtCo/C
	40%PtCo	40%-PtCo/C
	50%PtCo	50%-PtCo/C
铂镍碳电催化剂	30%PtNi	30%-PtNi/C
	40%PtNi	40%-PtNi/C
	50%PtNi	50%-PtNi/C
<p>注 1: 表中的百分数指铂的质量分数。</p> <p>注 2: 其他型号由供需双方协商确定。</p>		

## 5 技术要求

### 5.1 化学成分

产品的化学成分应符合表 2 的规定。

表 2 化学成分

型号	铂质量分数 %	钴质量分数 %	镍质量分数 %	杂质元素含量(质量分数)不大于 %		
				Cl	Fe	Al+Cr+Cu+Mg+Pb
20%-Pt/C	19.0~21.0	—	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
30%-Pt/C	28.5~31.5	—	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
40%-Pt/C	38.0~42.0	—	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
50%-Pt/C	47.5~52.5	—	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
60%-Pt/C	57.0~63.0	—	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
70%-Pt/C	66.5~73.5	—	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
30%-PtCo/C	28.5~31.5	2.85~9.45	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
40%-PtCo/C	38.0~42.0	3.80~12.60	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
50%-PtCo/C	47.5~52.5	4.75~15.75	—	0.010 0	0.010 0	0.030 0
30%-PtNi/C	28.5~31.5	—	2.85~9.45	0.010 0	0.010 0	0.030 0
40%-PtNi/C	38.0~42.0	—	3.80~12.60	0.010 0	0.010 0	0.030 0
50%-PtNi/C	47.5~52.5	—	4.75~15.75	0.010 0	0.010 0	0.030 0

### 5.2 比表面积

产品的比表面积应在  $50 \text{ m}^2/\text{g} \sim 3\,000 \text{ m}^2/\text{g}$ , 具体数值由供需双方协商确定。

### 5.3 催化性能

产品的催化性能应符合表 3 的规定。若有其他需求, 供需双方可协商确定。

表 3 催化性能

项目		催化性能	
		铂碳电催化剂	铂钴碳和铂镍碳电催化剂
半电池	半电池电化学活性比表面积 $\text{m}^2/\text{g}_{\text{Pt}}$	$\geq 60.0$	$\geq 50.0$
	半电池质量比活性 $\text{A}/\text{mg}_{\text{Pt}} @ 0.9 \text{ V}_{\text{IR-free}}$	$\geq 0.2$	$\geq 1.0$

表 3 催化性能 (续)

项目			催化性能	
			铂碳电催化剂	铂钴碳和铂镍碳电催化剂
半电池	半电池中催化剂 0.6 V~0.95 V 30 000 次循环耐久性	电化学活性比表面积衰减率 %	≤20.0	≤30.0
		质量比活性衰减率 %	≤20.0	≤30.0
	半电池中催化剂 1.0 V~1.5 V 1 000 次循环耐久性	电化学活性比表面积衰减率 %	≤20.0	≤40.0
		质量比活性衰减率 %	≤20.0	≤40.0
MEA	MEA 电化学活性比表面积 $\text{m}^2/\text{g}_{\text{Pt}}$		≥50.0	≥30.0
	MEA 质量比活性 $\text{A}/\text{mg}_{\text{Pt}}@0.9 \text{ V}_{\text{IR-free}}$		≥0.2	≥0.7
	MEA 中催化剂 0.6 V~0.95 V 30 000 次循环耐久性	电化学活性比表面积衰减率 %	≤40.0	≤40.0
		质量比活性衰减率 %	≤40.0	≤40.0
		电压电位衰减 $E@0.8 \text{ A}/\text{cm}^2$ mV	≤30.0	≤30.0
	MEA 中催化剂 1.0 V~1.5 V 1 000 次循环耐久性	电化学活性比表面积衰减率 %	≤40.0	≤40.0
		质量比活性衰减率 %	≤40.0	≤40.0
		电压电位衰减 $E@1.5 \text{ A}/\text{cm}^2$ mV	≤30.0	≤30.0

#### 5.4 含水率

产品应提供含水率的实测值,含水率不高于 5%,也可由供需双方协商。

#### 5.5 铂平均粒径

产品的铂平均粒径不应大于 8 nm,具体数值由供需双方协商。

#### 5.6 有序度

铂钴碳电催化剂和铂镍碳电催化剂的有序度不应小于 15%。铂碳电催化剂的有序度无要求。

## 5.7 外观

产品为黑色粉末。

## 6 试验方法

### 6.1 化学成分

将样品在真空  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  烘干直至恒重后进行检测。

铂含量的检验按照 GB/T 15072.3 的规定进行；钴含量的检验按照 YS/T 372.8 的规定进行，镍含量的检验按照 YS/T 372.9 的规定进行；杂质元素 Cl 含量测定按 GB/T 39285 的规定进行；杂质元素 Fe、Al、Cr、Cu、Mg、Pb 含量测定按 YS/T 1379 的规定进行。

### 6.2 比表面积

产品比表面积的测定按 GB/T 5816 的规定进行。

### 6.3 催化性能

#### 6.3.1 半电池催化性能

产品的半电池电化学活性比表面积、质量比活性和循环耐久性测定按 GB/T 20042.4 的规定进行。

#### 6.3.2 MEA 催化性能

产品的 MEA 电化学活性比表面积、质量比活性和循环耐久性测定按 GB/T 20042.5 的规定进行。

### 6.4 含水率

产品的含水率测定按 GB/T 20042.4 的规定进行。

### 6.5 铂平均粒径

产品铂平均粒径测定按 GB/T 42208 的规定进行。

### 6.6 有序度

产品有序度测试方法按照附录 A 的规定进行。

### 6.7 外观

在自然光下，用目视观察法对产品外观进行检验。

## 7 检验规则

### 7.1 检查和验收

产品由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合本文件或订货单的要求。需方可对收到的产品按本文件规定进行检验。如检验结果与本文件或订货单的规定不符时，应在收到产品之日起 30 日内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，可委托双方认可的单位进行，仲裁取样由供需双方在需方共同进行或协商确定。

## 7.2 组批

产品应成批提交验收,每批应由同一生产批次和同一型号的产品组成。

## 7.3 检验项目

产品的检验项目应符合表 4 的规定。

表 4 产品检验项目

检验项目	取样规定	技术要求的章条号	试验方法的章条号
化学成分	将同一批产品混合均匀,从不同部位取产品总质量的 1%~5%,保证取样量不少于 10 g,再用四分法缩分至检验所需数量	5.1	6.1
比表面积		5.2	6.2
催化性能		5.3	6.3
含水率		5.4	6.4
铂平均粒径		5.5	6.5
有序度		5.6	6.6
外观	逐瓶(袋)	5.7	6.7

## 7.4 检验结果的判定

7.4.1 检验结果的数值按 GB/T 8170 的规定进行修约,并采用修约值比较法判定。

7.4.2 化学成分、比表面积、催化性能、含水率、铂平均粒径、有序度检验结果不合格时,允许在同批次中另取双倍数量的试样对不合格项进行一次重复检验,若重复检验仍有结果不合格时,则判定该批产品不合格。

7.4.3 外观质量检验结果不合格时,判定该瓶(袋)产品不合格。

## 8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

### 8.1 标志

产品外包装上应清晰标注以下内容:

- a) 产品名称;
- b) 生产企业名称、地址;
- c) 生产日期、批号;
- d) 产品规格、型号;
- e) 保质期;
- f) “防潮”“防热”“小心轻放”等字样或标志。

### 8.2 包装

将产品抽真空密封或惰性气体填充后装入避光的外包装瓶或袋中,确保产品在运输和贮存过程中不受潮、不被污染。也可按需方要求,协商确定包装方式。

### 8.3 运输

8.3.1 产品可用各种方式运输,在运输过程中,不同类别和名称的产品不应混装。

8.3.2 运输温度应控制在 0℃~30℃之间,避免高温或低温环境对产品性能造成影响。

8.3.3 产品在运输过程中避免剧烈震动、碰撞、挤压,防止包装破损。应防雨、防潮、防晒,不应与酸、碱、易燃物等腐蚀性物质混装运输。

#### 8.4 贮存

产品贮存条件应符合:

- a) 无腐蚀性;
- b) 无污染;
- c) 密封贮存;温度在 0℃~30℃,相对湿度不超过 60%;
- d) 无日光直接照射,远离火源、远离热源、远离易燃和易爆物品;
- e) 贮存期间定期巡检,排查安全隐患。

#### 8.5 随行文件

每批产品应附有随行文件,其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外,还宜包括:

- a) 产品质量保证书,内容如下:
  - 产品的主要性能及技术参数,
  - 产品特点(包括制造工艺及原材料的特点),
  - 对产品质量所负的责任,
  - 产品获得的质量认证及带供方质量监督部门检印的各项分析检验结果;
- b) 产品合格证,内容如下:
  - 检验项目及其结果或检验结论,
  - 批号,
  - 检验日期,
  - 检验员签名或盖章;
- c) 产品质量控制过程中的检验报告及成品检验报告;
- d) 产品使用说明;正确搬运、使用、贮存方法等;
- e) 其他。

#### 9 订货单内容

本文件所列产品的订货单包括下列内容:

- a) 供方名称;
- b) 需方名称;
- c) 订货单号;
- d) 产品名称;
- e) 产品型号;
- f) 重量;
- g) 到货日期;
- h) 本文件编号;
- i) 其他。

**附 录 A**  
(规范性)  
有序度的测试及计算方法

**A.1 方法提要**

A.1.1 有序度是衡量材料中原子排列规则性的关键指标,采用 X 射线衍射仪(XRD)进行测试。当单色 X 射线照射到铂合金时,会产生衍射现象。在有序的铂合金中,原子依据特定规则排列,构建出特定晶体结构,不同晶面(hkl)会在特定  $2\theta$  角度产生尖锐衍射峰。

A.1.2 将铂合金样品制备成合适的片状或粉末状,放置于样品台上,确保样品表面平整且与 X 射线束垂直。选择合适的 X 射线源,设定扫描范围、扫描速度和步长等参数。在测试过程中,保持仪器的稳定性和环境条件的一致性。

**A.2 仪器设备**

A.2.1 X 射线衍射仪(XRD)应具备高分辨率和良好的稳定性,能精确测量衍射角( $2\theta$ )和衍射强度。典型的仪器参数如下:采用 Cu K $\alpha$  射线源,波长  $\lambda=0.154\ 06\ \text{nm}$ 。

A.2.2 探测器:可选用闪烁计数器、半导体探测器等,能准确采集衍射信号。

A.2.3 测角仪精度:应优于  $\pm 0.001^\circ$ 。

**A.3 样品**

取适量催化剂粉末样品置于玛瑙研钵中进行研磨。研磨时应控制力度均匀,持续至少 3 min,直至样品均匀。将粉末均匀平铺在样品架凹槽内,用平整的玻璃板压实,确保表面平整且无明显孔隙。

**A.4 试验条件**

A.4.1 扫描范围:根据铂合金可能出现的超结构峰位置,确定扫描范围,一般为  $10^\circ\sim 90^\circ$ 。

A.4.2 扫描速度:选择合适的扫描速度以保证峰形的分辨率,通常为  $2^\circ/\text{min}\sim 5^\circ/\text{min}$ 。

A.4.3 步长:步长设置为  $0.01^\circ\sim 0.02^\circ$ ,确保能准确采集到衍射峰的信息。

A.4.4 管电压和管电流:对于 Cu K $\alpha$  射线源,管电压一般设置为 40 kV,管电流为 30 mA。

**A.5 试验数据处理****A.5.1 数据采集与预处理步骤**

A.5.1.1 使用 XRD 仪器配套的数据采集软件,按照设定的测试条件进行扫描,采集衍射数据。

A.5.1.2 采集完成后,对原始数据进行平滑处理,去除噪声干扰,可采用 Savitzky-Golay 滤波算法,滤波窗口宽度一般设置为 7 个~11 个数据点。

A.5.1.3 扣除背底,选择合适的背底扣除方法,如多项式拟合扣除背底,多项式次数一般为 3 次~5 次。

**A.5.2 超结构峰与基体峰识别**

参考相关的铂合金晶体结构数据库(如 ICSD-Inorganic Crystal Structure Database),确定铂合金有序结构对应的超结构峰位置和晶面指数。在预处理后的 XRD 图谱中,准确标记出超结构峰和主要的基体峰。例如,对于具有  $L1_0$  结构的 PtCo、PtNi 合金和具有  $L1_2$  结构的 Pt<sub>3</sub>Co 合金的超结构峰出现在(100)、(110)等晶面的衍射位置。经与标准卡片(见表 A.1)比对分析,X 射线衍射(XRD)图谱显示,

PtCo 合金中 Pt(110)晶面的特征衍射峰出现在  $2\theta = 33.3^\circ$  位置,该峰归属为超晶格衍射峰;而 Pt(111)晶面的特征衍射峰则位于  $2\theta = 41.5^\circ$  处。

表 A.1 PtCo 的 PDF 卡片 (# 43-1358)

$2\theta/(\circ)$	$d/\text{\AA}$	$I/f$	(h k l)	$\theta/(\circ)$	$1/(2d)$	$2\pi/d$
24.025	3.701 0	36.0	(001)	12.013	0.135 1	1.697 7
33.266	2.691 0	25.0	(110)	16.633	0.185 8	2.334 9
41.463	2.176 0	100.0	(111)	20.731	0.229 8	2.887 5
47.621	1.908 0	36.0	(200)	23.810	0.262 1	3.293 1
49.268	1.848 0	28.0	(002)	24.634	0.270 6	3.400 0
54.162	1.692 0	18.0	(201)	27.081	0.295 5	3.713 5
60.764	1.523 0	17.0	(112)	30.382	0.328 3	4.125 5
69.877	1.345 0	19.0	(220)	34.939	0.371 7	4.671 5
71.028	1.326 0	34.0	(202)	35.514	0.377 1	4.738 5
75.092	1.264 0	11.0	(221)	37.546	0.395 6	4.970 9
77.323	1.233 0	3.0	(003)	38.662	0.405 5	5.095 9
79.628	1.203 0	12.0	(130)	39.814	0.415 6	5.222 9
84.648	1.144 0	58.0	(311)	42.324	0.437 1	5.492 3
86.905	1.120 0	36.0	(113)	43.452	0.446 4	5.610 0
90.141	1.088 0	30.0	(222)	45.071	0.459 6	5.775 0
96.310	1.034 0	17.0	(203)	48.155	0.483 6	6.076 6
99.666	1.008 0	32.0	(312)	49.833	0.496 0	6.233 3
108.252	0.950 6	55.0	(040)	54.126	0.526 0	6.609 7

### A.5.3 积分强度计算

使用专业的峰拟合软件(如 Origin、HighScore),对超结构峰和基体峰进行高斯或洛伦兹拟合,以获得准确的积分强度。拟合过程中,调整拟合参数,使拟合曲线与试验数据点良好吻合,相关系数  $R^2$  应大于 0.99。积分强度计算时,峰的起止范围应准确,避免其他峰的干扰。

### A.6 有序度的计算

基于 Bragg-Williams 模型,铂合金的有序度参数  $S$  计算见公式(A.1):

$$S = \frac{I_S(110)/I_S(111)}{I_0(110)/I_0(111)} \times \kappa \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$S$  ——有序度参数;

$I_S(110)$  ——实测样品中超结构峰(110)的实测积分强度;

$I_S(111)$  ——实测样品中结构峰(111)的实测积分强度;

$I_0(110)$  ——完全有序状态下超结构峰(110)的理论积分强度；

$I_0(111)$  ——完全有序状态下结构峰(111)的理论积分强度；

$\kappa$  ——修正系数,在 300 K 下进行测试时,修正系数  $\kappa=0.95$ 。

### A.7 计算示例

以提供的 PtCo 合金(见图 A.1)为例,经 XRD 测试和数据处理后,超结构峰的实测积分强度  $I_S(110)=4\,892.196(\text{counts})$ 、 $I_S(111)=28\,719.022(\text{counts})$ ,则  $I_S(110)/I_S(111)=0.170$ 。通过对比标准卡片和理论计算,该合金完全有序状态下  $I_0(110)/I_0(111)=0.250$ 。在测试温度为 300 K 时,修正系数  $\kappa=0.95$ 。则该 PtCo 合金的有序度  $S$  计算见公式(A.2):

$$S = \frac{0.170}{0.250} \times 0.95 = 0.646 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

即该 PtCo 合金的有序度为 64.6%。

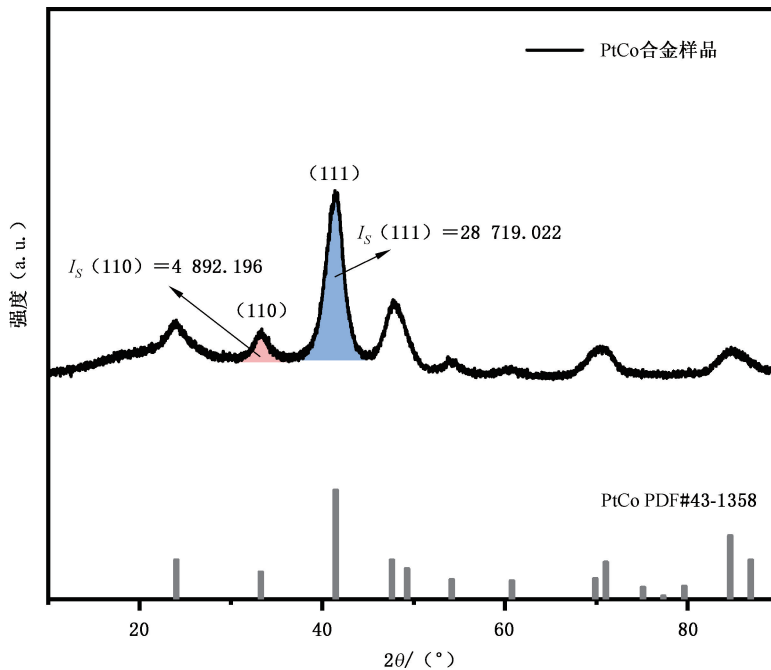


图 A.1 PtCo 合金样品的 XRD 数据积分图



参 考 文 献

- [1] GB/T 20042.1—2017 质子交换膜燃料电池 第1部分:术语
- 





