

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 10213 — 2019

风力发电机组 变桨滑环

Wind turbines—Pitch slip ring

2019-06-04 发布

2019-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 技术要求	1
3.1 专用技术要求	1
3.2 通用技术要求	2
4 试验方法	5
4.1 试验设备	5
4.2 测量仪器	5
4.3 电气性能试验	6
4.4 型式试验	6
4.5 寿命试验	8
4.6 外观检查	8
5 检验规则	8
5.1 检验分类	8
5.2 检验条件	9
5.3 抽样	9
5.4 出厂检验	9
5.5 型式试验	10
6 标识、包装、运输及贮存	10
6.1 标识	10
6.2 包装	11
6.3 运输和贮存	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由国家能源局提出。

本标准由国家能源行业风电标准化技术委员会风电机械设备分技术委员会（NEA/TC 1/SC 5）归口。

本标准起草单位：中船重工海博威（江苏）科技发展有限公司、中国船舶重工集团公司第七二三研究所、扬州海通电子科技有限公司、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司、北京金风科创风电设备有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、国电联合动力技术有限公司、远景能源（江苏）有限公司、上海电气风电集团有限公司、东方电气风电有限公司、浙江运达风电股份有限公司、中国航天万源国际（集团）有限公司、杭州全盛机电科技有限公司、九江精达检测技术有限公司、中能动力（北京）滑环设备制造有限公司、史莱福灵传输科技（天津）有限公司、基腾新能源科技（上海）有限公司、国家电投集团内蒙古新能源有限公司。

本标准主要起草人：陈竟飞、沙旭南、申振、刘亚林、吕彬、李旭辉、陈素芳、袁凌、钱振华、俞庆、杨雄杰、项峰、郝向非、刘益清、薄夫森、李问国、师晓峰、蒋大炜、樊亮。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

风力发电机组 变桨滑环

1 范围

本标准规定了风力发电机组变桨滑环（简称滑环）的技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输、贮存等。

本标准适用于风力发电机组电接触摩擦式变桨滑环，其他摩擦式滑环可参照执行。

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 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.18 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB/T 2423.21 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 M：低气压

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

3 技术要求

3.1 专用技术要求

滑环应符合本标准的要求和订货合同（或技术协议）的规定。最低限度技术要求应包含：

- a) 环境要求；
- b) 机械接口要求；
- c) 电气接口要求；
- d) 环道定义及电压、电流、信号传输要求；
- e) 配套的编码器或传感器要求及其接线定义（可选）；
- f) 加热器要求（可选）；
- g) 验收程序和要求；
- h) 质量和其他要求。

3.2 通用技术要求

3.2.1 电气性能要求

3.2.1.1 接触电阻

滑环工作时，要求滑环环道和电刷接触可靠，不能有断开、错位及其他接触不良现象，接触电阻（不含电缆）见表 1。

表 1 接 触 电 阻

序号	环道名称	静态接触电阻波动值 mΩ	动态接触电阻ΔR mΩ
1	所有环	≤30	≤30

3.2.1.2 绝缘性

滑环各环对外壳地、各环之间的绝缘电阻见表 2。

表 2 绝 缘 电 阻

序号	环道名称	绝缘电阻 MΩ	电压等级 V
1	动力环	≥300	DC1000
2	信号环	≥100	DC500

3.2.1.3 绝缘介电强度

滑环各环对外壳地、各环之间的工频耐受电压按表 3 的规定，漏电电流应不大于 10mA。

表 3 工 频 耐 受 电 压

额定绝缘电压 U_i V	工频耐受电压（交流方均根值） V	耐受时间 s	漏电电流 mA
$U_i \leq 12$	250	30	≤ 10
$12 < U_i \leq 60$	500	30	
$60 < U_i \leq 300$	2000	60	
$300 < U_i \leq 690$	2500	60	
$690 < U_i \leq 800$	3000	60	
$800 < U_i \leq 1500^a$	3500	60	
^a 仅指直流。			

3.2.1.4 电流传输

动力环过载电流不小于额定电流的 2 倍，过载时间不少于 3s，或达到技术协议中规定的指标。

3.2.1.5 信号传输

以太网信号传输丢帧率 0，总线信号传输误码率不大于 10^{-6} 。

3.2.2 环境适应性要求

3.2.2.1 耐低温性能

滑环的耐低温能力应符合 GB/T 2423.1 的规定。

滑环低温试验等级见表 4。

表 4 低温试验等级

等级	贮存温度 ℃	贮存时间 h	工作温度 ℃	贮存时间 h
1	-45	2	-25 ± 2	16
2			-33 ± 2	
3			-40 ± 2	
4			-45 ± 2	

3.2.2.2 耐高温性能

滑环的耐高温能力应符合 GB/T 2423.2 的规定。

滑环高温试验等级见表 5。

表 5 滑环高温试验等级

等级	贮存温度 ℃	贮存时间 h	工作温度 ℃	贮存时间 h
1	70 ± 2	2	50 ± 2	16
2			60 ± 2	
3			65 ± 2	
4			70 ± 2	

3.2.2.3 耐湿热性能

滑环的耐湿热性能应符合 GB/T 2423.3 的规定。

滑环湿热试验等级见表 6。

表 6 滑环湿热试验等级

等级	温度 ℃	相对湿度 %	时间 h
1	30 ± 2	93 ± 3	16
2	40 ± 2	93 ± 3	
3	50 ± 2	93 ± 3	

3.2.2.4 耐低气压性能

滑环的耐低气压性能应符合 GB/T 2423.21 的规定。
滑环低气压试验等级见表 7。

表 7 滑环低气压试验等级

等级	海拔 m	气压 kPa
1	3000	70
2	4000	60
3	4850	55

3.2.2.5 高低温湿热低气压综合

滑环按 3.2.2.1~3.2.2.4 的要求，将低温、高温、湿热、低气压进行综合试验，将低温与低气压、高温与低气压结合在一起，高温与湿热条件结合起来，一次完成试验，综合考察滑环的环境适应性。
滑环高低温湿热低气压综合试验曲线见图 1。

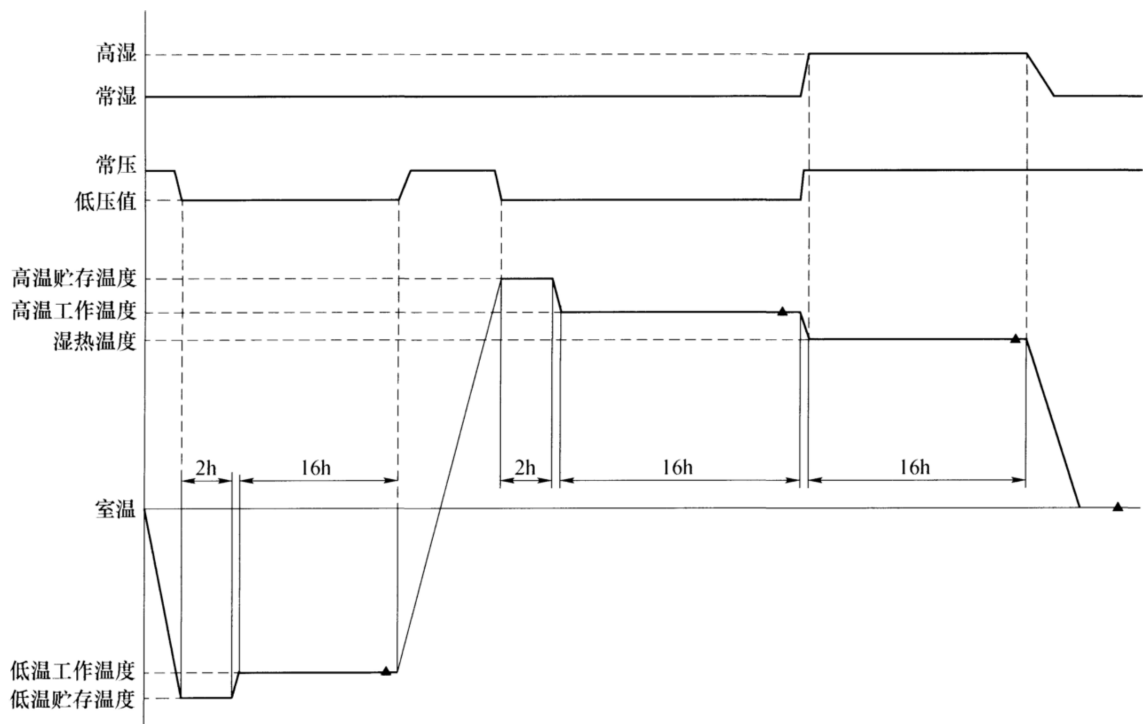


图 1 高低温湿热低气压综合试验曲线（标▲的点为检测点）

3.2.2.6 防护

外壳防护等级按 GB/T 4208 的规定陆上 IP54，海上 IP55。

3.2.2.7 抗振动性能

滑环的抗振动性能应符合 GB/T 2423.10 的规定。
滑环振动试验等级见表 8。

表 8 振 动 试 验 等 级

等级	下限频率 Hz	上限频率 Hz	幅值 mm	加速度 m/s ²	扫频循环数
1	0	200	0.075	9.8	20
2	0	200	0.15	19,6	
注：安装方式：模仿滑环在风力发电机组上的安装。 扫描方向：轴向和径向。 扫频速率：1oct/min。 滑环转速：10r/min。					

3.2.2.8 防盐雾性能

滑环的防盐雾性能应符合 GB/T 2423.18 严酷等级 2 的规定。
滑环盐雾试验条件见表 9。

表 9 滑 环 盐 雾 试 验 条 件

喷雾时间 h	湿热贮存时间 h	循环次数 次
2	22	3

3.2.2.9 抗电磁干扰性能

滑环的抗电磁干扰性能达到技术协议中规定的指标。

3.2.3 寿命要求

滑环工作寿命不应少于 5×10^7 转。

3.2.4 外观要求

滑环外观美观，表面平整、光滑、颜色均匀。滑环外部应设有明显的禁止踩踏标识、安全性标识及铭牌。

4 试验方法

4.1 试验设备

- 试验设备主要包含：
- a) 试验转台。滑环的试验转台应为滑环提供相应的转速，转台应便于穿线测试。
 - b) 负载。滑环的负载满足滑环的电流测试的功率需求。

4.2 测量仪器

- 测量仪器应尽量满足实际读数的需要。测量仪器应满足以下要求：
- 测量仪器的各项性能指标应符合国家规定的有关标准或计量部门的检定规程，并按规定期限进行检定；
 - 测量仪器的精度应比实际检测所需精度高一个等级。

4.3 电气性能试验

4.3.1 接触电阻检测

滑环环道与电刷相对静止时，用微欧计测量各环路的电阻，减去导线的电阻，即为实际的环路的静态接触电阻。

滑环滑道与电刷以 $0\text{r/min} \sim 20\text{r/min}$ 的相对转速转动时，转动时间不少于 5min ，观察电刷与环道的接触情况，同时用微欧计测量各环路的最大接触电阻 R_{\max} 与最小接触电阻 R_{\min} ，动态接触电阻 $\Delta R = R_{\max} - R_{\min}$ 。

滑环接触电阻应符合 3.2.1.1 规定。

注：高低温湿热低气压测试时允许只测量静态接触电阻。

4.3.2 绝缘性检测

按表 2 中规定的要求分别测量外壳地与所有环路之间，各环路之间的绝缘电阻。

绝缘性符合 3.2.1.2 规定。

4.3.3 绝缘介电强度试验

选择满足使用要求的耐压测试仪对所有环路与外壳地、各环路之间进行绝缘介电强度测试，耐受电压及时间见表 3。

绝缘介电强度应符合 3.2.1.3 规定。

4.3.4 电流传输试验

滑环每环两端接负载与电源，在滑环转动的条件下，对各组环路进行通电测试。通电电流大于额定电流，通电时间不少于 10min 。

电流传输应符合 3.2.1.4 规定，滑环动静接触面不应有烧焦、打火现象。

注：高低温湿热低气压试验时允许无转速。

4.3.5 信号传输试验

总线通信：滑环转速 10r/min ，通信回路长 30m ，波特率 12MBd/s ，传输 10^6B ，发送时间间隔 40ms 。

以太网通信：滑环转速 10r/min ，通信协议 UDP，通信回路长 30m ，帧长 1000B ，传输 10^5 帧，发送时间间隔 10ms 。

滑环信号传输应满足 3.2.1.5 规定。

注：高低温湿热低气压试验时允许无转速。

4.4 型式试验

4.4.1 低温试验

低温试验按 GB/T 2423.1 的规定和本标准表 4 规定的温度、时间进行。

低温试验过程中，按 4.3.1~4.3.5 测试滑环的接触电阻、绝缘性、绝缘介电强度和电流传输和信号传输。

低温试验应满足 3.2.1.1~3.2.1.5 规定。

4.4.2 高温试验

高温试验按 GB/T 2423.2 的规定和本标准表 5 规定的温度、时间进行。

高温试验过程中,按 4.3.1~4.3.5 测试滑环的接触电阻、绝缘性、绝缘介电强度、电流传输和信号传输。

高温试验应满足 3.2.1.1~3.2.1.5 规定。

4.4.3 湿热试验

湿热试验按 GB/T 2423.3 的规定和本标准表 6 规定的温湿度和周期进行。

湿热试验过程中,按 4.3.1~4.3.5 在第二个周期高温高湿稳定后 3h~8h 之间测试滑环的接触电阻、绝缘性、绝缘介电强度和电流传输和信号传输。

湿热试验应满足 3.2.1.1~3.2.1.5 规定。

4.4.4 低气压试验

低气压试验按照 GB/T 2423.21 的规定和本标准表 7 规定的气压进行。

低气压试验过程可以和低温、高温试验同时进行,在低温与高温的检测点测试。

注:适用于有海拔要求的滑环。

4.4.5 高低温湿热低气压试验

高低温湿热低气压试验按 4.4.1~4.4.4 的试验步骤进行,高低温湿热低气压试验曲线见图 1,在画“▲”处检测。

高低温湿热低气压试验应满足 3.2.1.1~3.2.1.5 的规定。

4.4.6 防护试验

防护试验按照 GB/T 4208 的规定进行。

防护试验结束后按 4.3.1~4.3.5 测试滑环的接触电阻、绝缘性、绝缘介电强度和电流传输和信号传输。若滑环安装有编码器,编码器的性能检验应满足使用要求。

防护试验应满足 3.2.1.1~3.2.1.5 的规定。

4.4.7 振动试验

振动试验按照 GB/T 2423.10 的规定和本标准表 8 规定的振动条件进行。

振动试验过程中及结束后,按 4.3.1~4.3.5 测试滑环的接触电阻、绝缘性、绝缘介电强度和电流传输和信号传输。若滑环安装有编码器,编码器的性能检验应满足使用要求。

振动试验应满足 3.2.1.1~3.2.1.5 的规定。

4.4.8 盐雾试验

盐雾试验按照 GB/T 2423.18 的规定和本标准表 9 规定的条件进行。盐雾试验后,目测滑环外观。

盐雾试验应满足 3.2.4 的规定。若滑环安装有编码器,编码器外观无损伤。

注:适用于海上风力发电机组滑环要求。

4.4.9 电磁兼容试验

电磁兼容试验按技术协议中规定的试验程序进行。电磁兼容性应符合 3.2.2.9 的规定。

4.4.10 型式试验测试项目

型式试验测试项目见表 10。

表 10 型式试验项目分类表

序号	试验项目		接触电阻	绝缘性	绝缘介电强度	电流传输	信号传输	外观	编码器 (若有)
1	试验前检测		√	√	√	√	√	√	√
2	高低温湿热 低气压试验	低温	√	√	√	√	√	/	/
		高温	√	√	√	√	√	/	/
		湿热	√	√	√	√	√	/	/
		试验后	√	√	√	√	√	√	√
3	振动试验	试验中	√	/	/	/	√	/	/
		试验后	√	√	√	√	√	√	√
4	防护试验	试验后	√	√	√	√	√	√	√
5	盐雾试验	试验后	/	/	/	/	/	√	/
6	电磁兼容 试验	试验中	/	/	/	/	√	/	/
注 1：高低温湿热低气压试验过程中，低气压试验的结果与高低温试验结果合并，不单独列出。 注 2：高低温湿热低气压试验过程中仅需测量静态接触电阻值，与该试验不同阶段的值进行对比。 注 3：“√”表示做此项试验，“/”表示不做。									

4.5 寿命试验

在实验室环境下，将测试合格的滑环水平安装，按照 200r/min 的转速进行加速磨损试验，磨损试验过程中不通电。

每转 10⁷ 转按 4.3.1～4.3.5 测试滑环的接触电阻、绝缘性、绝缘介电强度和电流传输和信号传输，若滑环安装有编码器，编码器的性能检验应满足使用要求。

滑环寿命应符合 3.2.3 的规定。

滑环的接触电阻、绝缘性、绝缘介电强度、电流传输满足 3.2.1.1～3.2.1.4 的规定，动态接触电阻不大于 50mΩ。

4.6 外观检查

在正常照明条件下，目视检查滑环外观。其外观质量应符合 3.2.4 的规定。

5 检验规则

5.1 检验分类

本标准规定的检验分为：

- a) 出厂检验；
- b) 型式试验。

5.2 检验条件

5.2.1 检验的资质条件

出厂检验的检测人员应具备检测资格。

型式试验的检测单位应为具备专业国家检测资质的第三方机构。

5.2.2 检验的环境条件

检验场地应满足滑环检验所需的各种环境条件和空间。

5.2.3 检验用设备、仪器、仪表和工具

生产厂家应提供检验所需的仪器、仪表和测试设备，并应符合下列要求：

- a) 检验用的仪器、仪表和测试设备（包括非标准测试设备）应具有计量单位给出的有效检定期内的合格证明；
- b) 自制的非标准测试设备，应经过鉴定合格并征得订购方的同意才能使用。

5.3 抽样

抽样方案及合格质量水平应符合技术协议的规定或符合 GB/T 2828.1 的规定。

5.4 出厂检验

5.4.1 检验项目

除非另有规定，每台滑环均应进行出厂检验，出厂检验项目见表 11。

表 11 滑 环 检 验 项 目

序号	检验项目	出厂检验	型式试验	技术要求	试验方法	备注
1	接触电阻检测	▲	●	3.2.1.1	4.3.1	
2	绝缘性检测	▲	●	3.2.1.2	4.3.2	
3	绝缘介电强度检测	▲	●	3.2.1.3	4.3.3	
4	电流传输检测		●	3.2.1.4	4.3.4	
5	信号传输检测	▲	●	3.2.1.5	4.3.5	
6	低温试验		●	3.2.2.1	4.4.1	
7	高温试验		●	3.2.2.2	4.4.2	
8	湿热试验		●	3.2.2.3	4.4.3	
9	低气压试验		○	3.2.2.4	4.4.4	
10	高低温湿热低气压试验		●	3.2.2.5	4.4.5	包含序号 6~9
11	防护试验		●	3.2.2.6	4.4.6	
12	振动试验		●	3.2.2.7	4.4.7	
13	盐雾试验		○	3.2.2.8	4.4.8	
14	电磁兼容试验		○	3.2.2.9	4.4.9	

表 11（续）

序号	检验项目	出厂检验	型式试验	技术要求	试验方法	备注
15	寿命试验		●	3.2.3	4.5	厂家提供试验报告
16	外观	▲	●	3.2.4	4.6	
注：●为必检项目，▲为终检抽检项目，○为按技术协议要求检验项目。						

5.4.2 合格判定

按批提交，成批判决时的合格标准为：抽检合格，则该批次产品合格。

5.4.3 复检规则

抽检中出现缺陷或故障时，查明原因，采取整改措施后，本批次按照出厂检验规则全体复检，复检全部通过方视为合格。

5.5 型式试验

5.5.1 检验条件

在下列条件下，须进行型式试验：

- a) 试制新产品时；
- b) 当设计、工艺、材料的改变可能影响产品性能时；
- c) 产品转厂时；
- d) 产品停产 1 年再次生产时；
- e) 成批和大量生产（每年不少于 1 次的定期抽检）时。

5.5.2 检验项目

除另有规定或要求外，检验项目应符合表 10 的规定。

5.5.3 合格判定

所有型式试验项目均达到上述规定的要求，可判定为型式试验合格。

5.5.4 复检规则

检验中出现某个项目不合格时，应停止检验，进行分析，查明原因，根据缺陷严重程度，确定是否进行复检。复检原则如下：

- a) 存在不影响滑环性能的缺陷时，经修复后可继续进行检验。
- b) 存在影响滑环性能但滑环基本功能不丧失的缺陷时，采取措施纠正，并写出技术分析报告，说明原因后，可重新进行检验。重新检验仍不合格时，则停止本次检验。
- c) 存在致使滑环丧失基本功能的缺陷时，终止本次检验。

6 标识、包装、运输及贮存

6.1 标识

每台滑环应在滑环外表设置永久性铭牌，铭牌格式满足 GB/T 13306 的要求或由厂家指定，铭牌内容

一般包括：

- a) 制造厂名称和商标；
- b) 产品型号和名称；
- c) 产品出厂编号；
- d) 制造日期；
- e) 动力环额定电压；
- f) 动力环额定电流；
- g) 环道数；
- h) 海拔。

6.2 包装

包装应符合 GB/T 13384 的规定，一般应满足如下要求：

- a) 产品在装箱前，应通过定制的塑料泡沫、海绵或其他缓冲防震物品将产品固定；
- b) 每台产品应用塑料袋包好，装在具有一定防震能力的包装箱内，包装箱应适应远距离运输、防潮、防震、防雨等要求，以确保产品安全无损地运抵指定现场；
- c) 产品随机文件、附件要求齐全成套后一并包装；
- d) 包装箱外表面应印制相应标识；
- e) 带电缆的滑环，包装前先对两侧外露电缆终端采取保护措施，利用缓冲物定型后装入包装箱，盘绕电缆，放入干燥剂，用塑料袋密封，其他附件最后装入，包装箱封闭后外部用扎带固定，箱体不会由于内部电缆盘绕后变形；
- f) 不带电缆的滑环，利用缓冲物定型后装入包装箱，放入干燥剂，用塑料袋密封，其他附件最后装入，包装箱箱封闭后外部用扎带固定；
- g) 设备在运输前对包装箱编制运输箱号、装箱号和设备序号对照表，包装好的全套设备，应能经受汽车、火车、飞机及船舶的运输。

6.3 运输和贮存

在运输和贮存过程中不得碰撞、跌落、倒置、倾斜、曝晒和雨雪淋袭，产品应放置在库房或有遮盖的场所，场地应通风良好，保持干燥、防尘、通风、清洁，无酸、碱等腐蚀性气体和腐蚀性化学药品，并无强磁场。

滑环贮存期为自出厂日期起五年。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
风 力 发 电 机 组 变 桨 滑 环
NB/T 10213—2019

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2019年11月第一版 2019年11月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1印张 29千字

印数 001—200册

*

统一书号 155198·1733 定价 15.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.1733