

ICS 19.020

A 21

备案号: 47857-2015

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 31060 — 2014

风力发电设备 环境条件

Enviromental conditions for wind power generation equipment

2014-10-15 发布

2015-03-01 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 环境参数及其代号说明 1

4 风力发电设备的环境条件 2

 4.1 气候条件 2

 4.2 生物条件 3

 4.3 化学活性物质条件 4

 4.4 机械活性物质条件 4

 4.5 机械条件 5

 4.6 电磁条件 6

附录 A（资料性附录） 环境条件应用的说明 7

参考文献 9

前 言

本系列标准包括以下 6 个部分：

- 风力发电设备 环境条件；
- 风力发电设备 海上特殊环境条件与技术要求；
- 风力发电设备 湿热特殊环境条件与技术要求；
- 风力发电设备 干热特殊环境条件与技术要求；
- 风力发电设备 寒冷特殊环境条件与技术要求；
- 高原用风力发电设备环境技术要求。

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。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由能源行业风电标准化技术委员会负责归口。

本标准主要起草单位：中国电器科学研究院有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所。

本标准参加起草单位：广东明阳风电产业集团有限公司、南车株洲电机有限公司、新疆金风科技股份有限公司、上海电气集团股份有限公司输配电分公司、湘潭电机股份有限公司、湘潭牵引电气设备研究有限公司、浙江运达风电股份有限公司、永济新时速电机电器有限责任公司、华锐风电科技（集团）股份有限公司。

本标准主要起草人：揭敢新、果岩、黄开云、曹人靖、李进泽、关山、缪勇、李素平、朱广辉、周民强、贺志学、张健、王俊、陈心欣、黄海军。

风力发电设备 环境条件

1 范围

本标准规定了风力发电设备服役所处的环境参数组分级及其严酷等级。
本标准适用于在我国各地区（参见 GB/T 4797.1）使用的风力发电设备。
本标准仅规定直接影响产品的环境条件，但不描述这些环境条件对产品的具体影响。
本标准所描述的环境条件，不包括贮存、运输和安装，这类条件的规定见相关标准和技术规范。
本标准不考虑由着火、爆破和离子辐射造成的环境条件和其他意外事故造成的环境条件。在特殊情况下，应考虑这些因素发生的几率。

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。

- GB/T 4796 电工电子产品环境条件分类 第1部分：环境参数及其严酷程度
- GB/T 4797.1 电工电子产品自然环境条件 温度和湿度
- GB/T 4798.3 电工电子产品应用环境条件 第3部分：有气候防护场所固定使用
- GB/T 4798.4 电工电子产品应用环境条件 第4部分：无气候防护场所固定使用
- GB/T 4798.10 电工电子产品应用环境条件 引言
- GB/T 14091 机械产品环境参数分类及其严酷程度分级

3 环境参数及其代号说明

环境参数的等级及对应代号的标识如下：

——第一位数字，标识了条件的适用范围。（其中，3表示有气候防护的风力发电设备场所，4表示无气候防护的风力发电设备场所，如第一位无数字则表示此条件对于有无气候防护的场所均适用）。

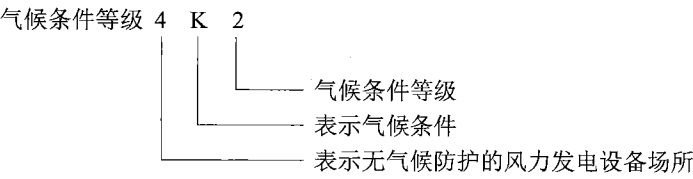
注：GB/T 4798系列标准规定的应用环境条件的代号，第一位数字对应的适用范围分别为：1—贮存；2—运输；3—有气候防护场所的固定使用；4—无气候防护场所的固定使用；5—地面车辆使用；6—船用；7—携带和非固定使用；9—产品内部的微气候。本标准只考虑3与4条件下的环境。

——字母，标识了对应的环境条件（K—气候条件；B—生物条件；C—化学活性物质条件；S—机械活性物质条件；M—机械条件；E—电磁条件；Z—特殊气候条件）。

注：特殊气候条件用两个字母表示，其他环境条件均用一个字母。

——另一位数字，标识了严酷程度，一般数值越大条件越严酷。某些等级还可以进一步分为H（高）与L（低），以考虑到例如对高温有限制或对低温有限制的环境条件。

示例：



环境条件参数的详细分类及应用导则见 GB/T 4796 及 GB/T 4798.10。

4 风力发电设备的环境条件

4.1 气候条件

风力发电设备的有无气候防护场所的气候条件等级及主要环境参数分别见表 1、表 2，各等级环境条件应用的说明见附录 A.2。更多的环境参数参见 GB/T 4798.3 与 GB/T 4798.4。

表 1 风力发电设备的有气候防护场所的气候条件等级及主要环境参数

环境参数		单位	等 级					
			3K3	3K4	3K5	3K6	3K7L ^c	3K8L ^c
空气温度 ^a	年最低	℃	5	-5	-5	-25	-40	-55
	年最高	℃	40	45	45	55	40	55
低相对湿度 ^a		%	5	5	5	10	10	10
高相对湿度 ^a		%	85	95	95	100	100	100
温度变化率 ^b		℃/min	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
降水条件（雨、雪、雹等）		—	无	无	无	有	有	有
凝露		—	无	有	有	有	有	有
结冰和结霜条件		—	无	无	有	有	有	有
^a 年最低空气温度、年最高空气温度、低相对湿度和高相对湿度的环境参数，均采用年极值的平均值。 ^b 温度变化率按 5min 的平均值。 ^c 3K7L 和 3K8L 是在 3K7 和 3K8 等级的基础上，考虑到我国风力发电设备实际所处的环境条件，对高温进行了限制。								

表 2 风力发电设备的无气候防护场所的气候条件等级及主要环境参数

环境参数		单位	等 级					
			4K1	4K2	4K3	4K3H	4K3L	4K4
空气温度	年最低	℃	-20	-33	-50	-20	-50	-65
	年最高	℃	35	40	40	40	35	55
低相对湿度		%	20	15	15	15	20	4
高相对湿度		%	100	100	100	100	100	100
温度变化率		℃/min	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
太阳辐射强度		W/m ²	1120	1120	1120	1120	1120	1120
降雨强度		mm/min	6	6	15	15	15	15
雨水温度		℃	5	5	5	5	5	5
降水条件（雨、雪、雹等）			有	有	有	有	有	有
凝露			有	有	有	有	有	有
结冰和结霜条件			有	有	有	有	有	有

在风力发电设备的服役过程中，特殊气候条件（热辐射、周围空气运动、降雨以外的水源等）会以任意严酷程度与其他气候条件同时出现。特殊气候条件等级及环境参数见表 3，雷暴条件等级及环境参数见表 4。

表 3 特殊气候条件等级及环境参数

环境参数		有气候防护				无气候防护			
热辐射	等级	3Zh1		3Zh2		4Zh1		4Zh2	
	特殊条件	可忽略		有热辐射		可忽略		有热辐射	
周围空气运动 ^a m/s	等级	3Za4	3Za5		3Za6	4Za3		4Za4	4Za5
	特殊条件	5	10		30	20		30	50
除雨以外的 其他水源	等级	3Zw7	3Zw8	3Zw9	3Zw10	4Zw6	4Zw7	4Zw8	4Zw9
	特殊条件	滴水	淋水	溅水	喷水	可忽略	溅水	喷水	水浪
注：对于特殊环境条件，Zh 表示热辐射条件；Za 表示周围空气运动条件；Zw 表示除雨以外的其他水源条件。									
^a 周围空气运动按 10min 的平均值。									

表 4 雷暴条件等级及环境参数

等级	Zt1	Zt2	Zt3	Zt4
区域	少雷区	多雷区	高雷区	强雷区
雷暴日	20 天及以下	大于 20 天，不超过 40 天	大于 40 天，不超过 60 天	超过 60 天及以上
注：雷暴日按当地年平均雷暴日数为准，参见 GB 50343—2012。Zt 表示雷暴条件。				

4.2 生物条件

本标准的生物条件只给出典型的参数，没有给出定量的严酷程度值。生物环境条件等级参数见表 5。

表 5 生物环境条件等级参数

环境参数	等 级						
	有气候防护场所			无气候防护场所			
	3B1 ^a	3B2	3B3	4B1	4B2	4B3	4B4
微生物	无	霉菌、真菌等	霉菌、真菌等	霉菌、真菌等	霉菌、真菌等	霉菌、真菌等	生物活动频繁并有各种生物危害
动物	无	鼠类、蛇类、蚂蚁、鸟类等，白蚁除外	鼠类、蛇类、蚂蚁、鸟类等，包括白蚁	鼠类、蛇类、蚂蚁、鸟类等，白蚁除外	鼠类、蛇类、蚂蚁、鸟类等，包括白蚁	鼠类、蛇类、蚂蚁、鸟类等，包括白蚁	
植物	无	无	苔藓	无	苔藓	苔藓、海藻、藤壶	
^a 3B1 环境等级为无生物危害，参见附件 A.3。							

4.3 化学活性物质条件

风力发电设备的化学活性物质条件等级及环境参数见表 6。

表 6 化学活性物质条件等级及环境参数

环境参数	单位 ^a	等 级							
		3C1R ^b	3C1L ^b	3C1, 4C1	3C2, 4C2		3C3, 4C3		
		最大值	最大值	最大值 ^c	平均值 ^c	最大值	平均值	最大值	
二氧化 硫	mg/m ³	0.1	0.1	0.1	0.3	1.0	5.0	10	
	cm ³ /m ³	0.037	0.037	0.037	0.11	0.37	1.85	3.7	
硫化氢	mg/m ³	0.001 5	0.01	0.01	0.1	0.5	3.0	10	
	cm ³ /m ³	0.001	0.007 1	0.007 1	0.071	0.36	2.1	7.1	
氯化氢	mg/m ³	0.001	0.01	0.1	0.1	0.5	1.0	5.0	
	cm ³ /m ³	0.000 66	0.006 6	0.066	0.066	0.33	0.66	3.3	
臭氧	mg/m ³	0.004	0.01	0.01	0.05	0.1	0.1	0.3	
	cm ³ /m ³	0.002	0.005	0.005	0.025	0.05	0.05	0.15	
氧化氮	mg/m ³	0.01	0.1	0.1	0.5	1.0	3.0	9.0	
	cm ³ /m ³	0.005	0.52	0.052	0.26	0.52	1.56	4.68	
环境参数	单位 ^a	等 级							
		3Cs1, 4Cs1		3Cs2, 4Cs2		3Cs3, 4Cs3		3Cs4, 4Cs4	
盐雾	—	基本不受盐雾污染		盐雾交替污染		经常暴露于盐雾环境，但有密封保护		经常暴露于盐雾环境	
^a cm ³ /m ³ 为单位的对应值是根据以 mg/m ³ 为单位的对应值（在 20℃和 101.3kPa 下）计算后的圆整值。 ^b 3C1R 与 3C1L 为包含于 3C1 中的特定等级，其具体说明参见附录 A.4。 ^c 根据实际应用情况，盐雾条件等级单独列出，以 Cs 为代号。									

4.4 机械活性物质条件

风力发电设备的机械活性物质条件等级及环境参数见表 7。

表 7 机械活性物质条件等级及环境参数

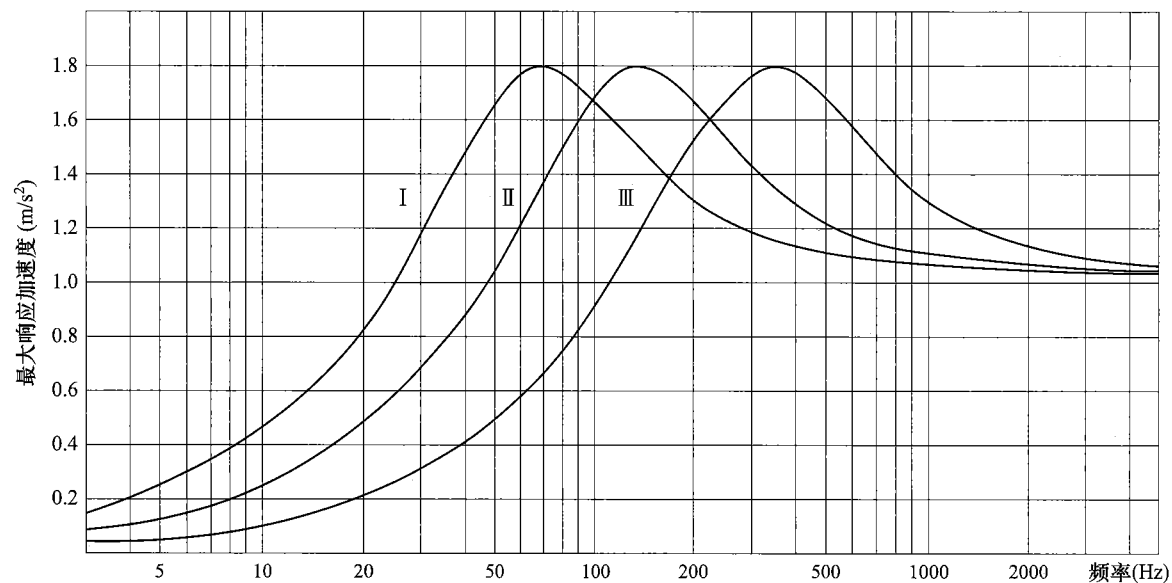
环境参数	单位	等 级							
		有气候防护场所				无气候防护场所			
		3S1	3S2	3S3	3S4	4S1	4S2	4S3	4S4
沙	mg/m ³	—	30	300	3000	30	300	1000	4000
尘（漂浮）	mg/m ³	0.01	0.2	0.4	4.0	0.5	5	15	20
尘（沉积）	mg/（m ² ·h）	0.4	1.5	15	40	15	20	40	80
注：“—”表示此环境条件不予考虑。									

4.5 机械条件

关于振动和摆动的机械环境条件参数等级分别见表 8，其具体频谱类型及响应谱图如图 1 所示，也可参见 GB/T 4796 和 GB/T 14091。

表 8 机械条件等级及环境参数

环境参数			单位	等 级															
				M1		M2		M3		M4		M5		M6		M7		M8	
稳态 振动 (正 弦)	位移		mm	0.3		1.5		1.5		3.0		3.0		7.0		10		15	
	加速度		m/s ²		1		5		5		10		10		20		30		50
	频率 范围		Hz	2~ 9	9~ 200	2~ 9	9~ 200	2~ 9	9~ 200	2~ 9	9~ 200	2~ 9	9~ 200	2~ 9	9~ 200	2~ 9	9~ 200	2~ 9	9~ 200
非稳 态振 动 ^a (含 冲 击, 见 图 1)	第Ⅰ类 冲击谱	加速度	m/s ²	40		40		70		—		—		—		—		—	
	第Ⅱ类 冲击谱	加速度	m/s ²	—		—		—		100		—		—		—		—	
	第Ⅲ类 冲击谱	加速度	m/s ²	—		—		—		—		250		250		250		250	
角运 动倾 斜 ^b	绕 X 轴 回转 (横倾)	角度	°	15		15		15		15		15		15		15		15	
	绕 Y 轴 回转 (纵倾)	角度	°	10		10		10		10		10		10		10		10	
角运 动摇 摆 ^b	绕 X 轴 回转 (横摇)	角度	°	22.5		22.5		22.5		22.5		22.5		22.5		22.5		22.5	
		频率	Hz	0.14		0.14		0.14		0.14		0.14		0.14		0.14		0.14	
	绕 Y 轴 回转 (纵摇)	角度	°	10		10		10		10		10		10		10		10	
		频率	Hz	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2	
	绕 Z 轴 回转 (首摇)	角度	°	4		4		4		4		4		4		4		4	
		频率	Hz	0.05		0.05		0.05		0.05		0.05		0.05		0.05		0.05	
稳态 加速 度 ^b	X 轴向	加速度	m/s ²	5		5		5		5		5		5		5		5	
	Y 轴向	加速度	m/s ²	6		6		6		6		6		6		6		6	
	Z 轴向	加速度	m/s ²	10		10		10		10		10		10		10		10	
注：根据产品、运行的振动冲击强度选择不同的等级。																			
^a 冲击以峰值加速度表示。 ^b 此处的参数为针对海上平台风力发电设备。对应的三条互相垂直的坐标轴分别为： X：艏艉向，即船头至船尾方向；Y：横向；Z：垂向。																			



半正弦脉冲持续时间举例：
—— 频谱 I，持续时间 22ms；
—— 频谱 II，持续时间 11ms；
—— 频谱 III，持续时间 6ms。

图 1 典型冲击响应谱（第一级最大冲击响应谱）图

4.6 电磁条件

风力发电设备的电磁环境条件、电源条件的各等级的环境参数值分别见表 9 与表 10。

表 9 电磁条件等级及环境参数

环境参数		等 级				备 注
		E1	E2	E3	E4	
磁场强度 A/m	交流	2.5	400	4000	—	频率范围：27MHz～500MHz
	直流	8				
电场强度 V/m		1	3	10	—	
静电放电 kV		2	4	8	15	空气放电

表 10 电源条件等级及环境参数

环境参数		等 级				备 注
		E1	E2	E3	E4	
电源变化 %	供电电压	±5	±10	+15 -20	—	
	频率	±1	±2	±5	—	
电源快速瞬变 kV		0.5	1	2	4	脉冲群
电源中断 ms		3	10	200	—	

附 录 A

(资料性附录)

环境条件应用的说明

A.1 说明

A.1.1 本附录对如何正确选择环境参数及其等级做了必要的补充。

A.1.2 标准中的气候条件参数,是以风力发电设备服役过程中所经受的短期内出现的极限条件,一般采用年极值的多年平均值,化学活性物质条件采用最大值,即每天不超过 30min 的极限值或峰值。

A.2 气候条件

3K3: 本等级要求场所采取温度控制,不要求控制湿度。为了保持要求的条件,特别是当风力发电设备内外气候条件有较大差别时,可采取加温、冷却的措施。

3K4: 除 3K3 包括的条件外,本等级适用于湿度变化大的有温度控制的场所,不采取湿度控制。产品可能遇到冷凝水及雨水以外的其他水源的影响。但不受自然降水和冰冻的影响。

3K5: 除 3K4 包括的条件外,本等级适用于采取既无温度控制也无湿度控制的场所。产品可能遇到冰冻,但不受自然降水的影响。

3K6、3K7L、3K8L: 除 3K5 包括的条件外,此三个等级条件适用于既无温度控制也无湿度控制的场所。这些场所可能有与外部相通的出口,这些场所的环境条件虽不属外部气候但明显地受外部气候条件影响。产品可以受到太阳辐射、热辐射、空气流动、凝露以及除雨以外的水的影响,也会受到随风飘来的少量雨、雪等自然降水的影响。

4K1: 本等级适用于产品直接暴露在“暖温”和“亚湿热”两种气候类型的场所。

4K2: 本等级适用于产品直接暴露在“寒温”“暖温”“干热”“亚湿热”四种气候类型的场所。

4K3: 本等级适用于产品直接暴露在“寒冷”“寒温”“暖温”“干热”“亚湿热”“湿热”六种气候类型的场所。

4K3H: 本等级适用于产品直接暴露在“湿热”“亚湿热”两种气候类型的无气候防护场所。

4K3L: 本等级适用于产品直接暴露在“寒冷”“寒温”“暖温”“干热”四种气候类型的场所。

4K4: 除 4K3 包括的条件外,本等级适用于产品直接暴露在包括“极端寒冷”和“极干热”两种气候类型的场所。

4K4H: 本等级与 4K3 类似,但低温、低绝对湿度与 4K1 相同。

A.3 生物条件

3B1: 本等级适用于无生物危害的场所。要求产品采取防护措施,或产品基本上在无霉菌生长和无动物破坏的场所使用。

3B2, 4B1: 此两等级适用于产品暴露在有霉菌生长和啮齿动物破坏,但无白蚁的场所。

3B3, 4B2: 此两等级适用于产品暴露在有霉菌生长和啮齿动物(包括白蚁在内)破坏的场所。

4B3, 4B4: 此两等级适用于有海洋生物影响和破坏的场所,根据各海域实际出现的情况确定,我国具体海域对应环境条件等级参见 GB/T 14092.4。

A.4 化学活性物质条件

3C1R: 本等级适用于空气受到严格监控和控制的场所。

3C1L: 除 3C1R 包括的条件外,本等级适用于气候连续控制的场所。

3C1, 4C1: 此两等级适用于较少化学活性物质的场所。

3C2, 4C2: 此两等级适用于有一般程度污染, 环境中化学气体浓度较低, 但有时人可嗅到刺鼻气味的场所。

3C3, 4C3: 此两等级适用于靠近工业生产区存在化学污染物质的场所, 环境中存在中等浓度的化学气体, 人能经常受到化学物质的刺激。

3Cs1, 4Cs1: 此两等级适用于远离海洋的地区, 基本不受盐雾污染腐蚀的作用。

3Cs2, 4Cs2: 此两等级适用于通常在含盐大气与干燥大气之间频繁交替使用的产品。

3Cs3, 4Cs3: 此两等级适用于在海洋环境或在近海地区, 可能经常暴露于海洋环境但通常会受封闭物保护的产品。例如通常在船桥或在控制室内使用的航海设备。

3Cs4, 4Cs4: 此两等级适用于在海洋环境或在近海地区, 大部分使用寿命期间暴露于这种环境的产品。例如船用雷达、甲板设备。

A.5 机械活性物质条件

3S1: 本等级适用于采取措施将尘浮降至最低的场所, 防止沙的进入。

3S2: 本等级适用于无防尘设施的场所, 但该场所不靠近沙、尘源。

3S3: 本等级适用于靠近沙、灰尘或工业粉尘源或地理上位于有风沙或空气中有灰尘的场所。

3S4: 本等级适用于加工中产生工业粉尘或地理位置处于多风沙和灰尘的场所。

4S1: 本等级适用于不靠近沙源的场所。

4S2: 本等级适用于有沙、灰尘或工业粉尘源的场所。

4S3: 本等级适用于有沙、灰尘或工业粉尘源或地理位置上属于有风沙或空气中有灰尘的场所。

4S4: 本等级适用于因地理上或生产条件引起的空气经常有高含量的沙、灰尘或工业粉尘的场所。

A.6 机械条件

M1: 本等级适用于无显著振动和冲击的场所, 例如远离风电塔中可动或旋转的机械等。

M2: 本等级适用于低显著振动的场所, 例如振动来自附近过往车辆等。

M3: 本等级适用于低显著冲击的场所, 例如冲击来自附近过往车辆或海浪拍击等。

M4: 本等级适用于具有显著振动和冲击的场所, 例如振动和冲击来自附近过往车辆或比较大的海浪拍击等。

M5: 本等级适用于冲击大的场所, 例如产品安装在风电塔中可动或旋转的机械附近。

M6: 本等级适用于振动大的场所, 例如产品安装在风电塔中振动大的可动或旋转的机械附近。

M7: 本等级适用于振动很大的场所, 例如产品直接安装于风电塔中可动或旋转的机械上。

M8: 本等级适用于振动极大的场所, 例如产品直接安装于风电塔中振动大的可动或旋转的机械上。

A.7 电磁条件

E1: 此等级适用于具有良好防护措施或处于低能量级的电磁辐射环境。

E2: 此等级适用于具有一般的防护措施或处于中等能级的电磁环境。

E3: 此等级适用于未采取防护措施或处于高能级的电磁辐射环境。

E4: 此等级适用于极恶劣的电磁环境。

参 考 文 献

GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB/T 14092.4 机械产品环境条件 海洋

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
风力发电设备 环境条件
NB/T 31060 — 2014

*

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>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016年3月第一版 2016年3月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 20千字
印数 0001—1500册

*

统一书号 155123·2826 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

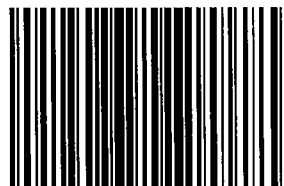
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2826