

ICS 29.020

K 04

备案号: 61511-2018

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 42136 — 2017

电网设施金属构件 湿热环境防腐涂层技术要求

**Metal structural components of power facilities
—Technical requirements of anticorrosion coatings
in hot and humid environment**

2017-11-15 发布

2018-03-01 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 湿热特殊环境条件 2

4 防腐技术措施 4

5 防腐试验方法 5

6 标志、包装、贮存的要求 7

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。

本标准由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会（SAC/TC 8）提出并归口。

本标准主要起草单位：广东电网有限责任公司电力科学研究院、中国电器科学研究院有限公司。

本标准参与起草单位：广州供电局有限公司电力试验研究院、广东电网有限责任公司珠海供电局、无锡华东锌盾科技有限公司、清华大学深圳研究生院。

本标准主要起草人：吕旺燕、揭敢新、苏伟、王俊、黄海军、黄开云、阮红梅、黄青丹、李欣、梁永纯、杨震洋、刘静、贾志东、许雪冬、陈川、杨志华、王希林、刘世念、刘鑫。

本标准为首次发布。

电网设施金属构件 湿热环境防腐涂层技术要求

1 范围

本标准规定了一般钢结构、输电铁塔等电网设施金属构件在湿热环境地区服役过程中经受的主要腐蚀环境因素、腐蚀等级分类、防腐技术措施及其试验要求以及标志、贮存和包装等。

本标准适用于 GB/T 4797.1—2005 规定的“湿热”和“亚湿热”两个气候区的电网设施金属构件的防腐设计、运输、贮存、服役运行等过程。

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。

B/T 1741—2007 漆膜耐霉菌性测定法

GB/T 1771—2007 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定

GB/T 2421.1—2008 电工电子产品环境试验 概述和指南

GB/T 4768—2008 防霉包装

GB/T 4797.1—2005 电工电子产品自然环境条件 温度和湿度

GB/T 4879—2016 防锈包装

GB/T 5048—1999 防潮包装

GB/T 5210—2006 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB/T 7350—1999 防水包装

GB/T 8166—2011 缓冲包装设计

GB/T 14092.1—2009 机械产品环境条件 湿热

GB/T 19292.1—2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 分类

GB/T 23987—2009 色漆和清漆 涂层的人工气候老化曝露 曝露于荧光紫外线和水

ISO 3231: 1993 色漆和清漆 耐二氧化硫湿空气作用的测定 (Paints and varnishes-determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide)

ISO 4628-2: 2016 色漆和清漆 色漆涂层剥蚀的评定 一般性缺陷程度数量和大小规定表面统一变化强度 第2部分: 起泡程度的评定 (Paints and varnishes-Evaluation of degradation of coatings-Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance-Part 2: Assessment of degree of blistering)

ISO 4628-3: 2016 色漆和清漆 色漆涂层剥蚀的评定 一般性缺陷程度数量和大小规定表面统一变化强度 第3部分: 生锈程度的评定 (Paints and varnishes-Evaluation of degradation of coatings-Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance-Part 3: Assessment of degree of rusting)

ISO 4628-4: 2016 色漆和清漆 色漆涂层剥蚀的评定 一般性缺陷程度数量和大小规定表面统一变化强度 第4部分: 裂纹程度的评定 (Paints and varnishes-Evaluation of degradation of coatings-Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance-Part 4:

Assessment of degree of cracking)

ISO 4628-5: 2016 色漆和清漆 色漆涂层剥蚀的评定 一般性缺陷程度数量和大小 的规定表面统一变化强度 第 5 部分: 剥落程度的评定 (Paints and varnishes -Evaluation of degradation of coatings-Designation of quantity and size defects,and of intensity of uniform changes in appearance-Part 5: Assessment of degree of flaking)

ISO 12944-5: 2018 色漆和清漆 防护漆体系对钢结构的腐蚀防护 第 5 部分: 防护漆体系 (Paints and varnishes-Corrosion protection of steel structures by protective paint systems-Part 5: Protective paint systems)

3 湿热特殊环境条件

3.1 大气腐蚀性的描述

在湿热环境下, 大气腐蚀的关键因素包括大气潮湿时间、二氧化硫污染物含量和空气中盐分含量。根据这三个因素确定大气腐蚀性等级。

注 1: 大气潮湿时间用 τ 表示, 二氧化硫含量用 P 表示, 盐分含量用 S 表示, 大气腐蚀性等级用 C 表示。
在一定的潮湿环境下, 影响大气腐蚀最重要的因素主要是二氧化硫或空气中盐分。

3.2 气候条件

参照 GB/T 14092.1—2009, 确定了对电网设施金属构件的腐蚀造成影响的气候环境条件参数, 见表 1。

表 1 气候环境条件等级参数

环境参数		单位	使用场所		
			有气候防护		无气候防护
			3K5L	3K5 ^a	4K3Hs ^b
空气温度	年最高	℃	+40	+45	+40
	年最低		-5	-5	-5, -10 ^c
相对湿度≥95%时的最高温度		℃	28		28
太阳辐照强度		W/m ²	700		1000
凝露条件		—	有		有
降水条件（雨、雪、雹）		—	—		有
<div><div>^a 通常选用 3K5L，仅在特殊的情况下选择 3K5。</div><div>^b 字母 Hs 的等级表示环境参数中有个别项目不同于原等级 4K3。</div><div>^c 亚湿热地区内陆采用-10℃。</div></div>					

3.3 潮湿时间的分类

潮湿时间取决于大气候和地区分类。湿热环境下大气的潮湿时间分类见表 2, 分类值是根据地区分类的典型条件下的大环境范围内的长期特征。

表2 潮湿时间分类

等级	潮湿时间 τ		举 例
	h/a	% ^a	
τ_4	$2500 < \tau \leq 5500$	$30 < \tau \leq 60$	在所有气候的室外大气中（除了干冷气候外）在潮湿条件下通风的工作间，在温带气候下不通风的工作间
τ_5^b	$\tau > 5500$	$\tau > 60$	部分潮湿气候，在潮湿气候中不通风的工作间
^a 潮湿时间的百分数值是经过四舍五入的，并且仅作为参考。			
^b 有盐分沉积的海洋性气候中被遮蔽的表面实际上增加了潮湿时间，由于吸湿性盐的存在，因此被列在 τ_5 等级。			
注 一个指定地点的潮湿时间取决于开放型大气中温度和湿度的综合作用和地点等级，并且按每年小时或按占暴晒时间的比例（百分数）表达。			

3.4 污染物等级的分类

大气污染物分为由二氧化硫造成的污染和由空气中的盐分造成的污染两类。对于室外大气中以二氧化硫和盐类污染物为主的污染物的分类参考 GB/T 19292.1—2003。

3.5 湿热环境下大气腐蚀性等级

湿热环境下大气腐蚀性等级见表 3。

表3 湿热环境下大气腐蚀性分级

腐蚀等级	腐蚀性	典型环境举例
C3	中等	湿热环境下低二氧化硫污染与低含盐度电网设施所在场所
C4	高	湿热环境下中等二氧化硫污染或中等含盐度电网设施所在场所
C5	很高	高湿热环境下中等二氧化硫污染或中等含盐度以上的电网设施所在场所

3.6 根据标准金属的腐蚀速率进行大气腐蚀性等级

根据标准金属的第一年腐蚀速率值，确定的每一个大气腐蚀等级见表 4。

表4 基于标准金属第一年腐蚀速率确定大气腐蚀性等级

腐蚀等级	金属的腐蚀速率 r_{corr}		
	单位	低碳钢	锌
C3	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$200 < r_{\text{corr}} \leq 400$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 2.1$
C4	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$400 < r_{\text{corr}} \leq 650$	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$50 < r_{\text{corr}} \leq 80$	$2.1 < r_{\text{corr}} \leq 4.2$
C5 ^a	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$650 < r_{\text{corr}} \leq 1500$	$30 < r_{\text{corr}} \leq 60$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$80 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$4.2 < r_{\text{corr}} \leq 8.4$
^a 超过上限等级 C5 的腐蚀速率表明环境超出本标准的范围。			

3.7 基于环境数据的大气腐蚀性等级

与标准金属腐蚀速率一样，污染物、潮湿时间的等级可以用于大气腐蚀性等级。湿热环境下潮湿时间、污染等级所对应的大气腐蚀性等级见表 5。

表 5 基于环境数据评估大气腐蚀性等级

等级	碳钢						锌					
	τ_4			τ_5			τ_4			τ_5		
	S ₀ -S ₁	S ₂	S ₃	S ₀ -S ₁	S ₂	S ₃	S ₀ -S ₁	S ₂	S ₃	S ₀ -S ₁	S ₂	S ₃
P ₀ -P ₁	3	4	5	3 或 4	5	5	3	4	5	3 或 4	5	5
P ₂	4	4	5	4 或 5	5	5	3 或 4	4	5	4 或 5	5	5
P ₃	5	5	5	5	5	5	4 或 5	5	5	5	5	5
注 腐蚀性用腐蚀性等级代号的数字部分（如 3 代表 C3）。												

4 防腐技术措施

4.1 不同腐蚀等级下有机防腐涂层要求

依据标准 ISO 12944-5：2018 对不同腐蚀等级下电网设施金属构件常用有机防腐涂层最小干膜厚度要求见表 6。

表 6 不同腐蚀等级下常用有机防腐涂层要求

腐蚀等级	底漆类型	中间漆类型	面漆类型	有机防腐涂层最小干膜厚度 μm
C3	环氧富锌底漆	环氧中间漆	聚氨酯面漆	200
C4				240
C5				320
注 1 面漆类型也可以选用氟碳面漆，一般来说氟碳面漆耐候性比聚氨酯面漆更佳。				
注 2 环氧富锌底漆中锌固体含量 80%，环氧富锌底漆额定干膜厚度适宜选择范围为 40μm~80μm。				

4.2 不同腐蚀等级下热镀锌涂层要求

依据标准 ISO 12944-5：2018 对不同腐蚀等级下电网设施金属构件常用热镀锌涂层最小干膜厚度要求见表 7。

表 7 不同腐蚀等级下常用热镀锌涂层要求

腐蚀等级	底漆类型	中间漆类型	面漆类型	热镀锌涂层最小干膜厚度 μm
C3	热镀锌	—	—	86
C4		环氧中间漆	聚氨酯面漆	240
C5				320
注 面漆类型也可以选用氟碳面漆，一般来说氟碳面漆耐候性比聚氨酯面漆更佳。				

4.3 不同腐蚀等级下冷喷锌涂层要求

依据标准 ISO 12944-5：2018 对不同腐蚀等级下电网设施金属构件常用冷喷锌涂层体系最小干膜厚度要求见表 8。

表 8 不同腐蚀等级下常用冷喷锌涂层要求

腐蚀等级	底漆类型	中间漆类型	面漆类型	冷喷锌涂层最小干膜厚度 μm
C3	冷喷锌	—	—	100
C4		环氧中间漆	聚氨酯面漆	240
C5				320
注 面漆类型也可以选用氟碳面漆，一般来说氟碳面漆耐候性比聚氨酯面漆更佳。				

5 防腐试验方法

5.1 一般要求

对同一试验样品需依次进行两种及以上的环境试验项目时，产品技术条件一般按 GB/T 2421.1—2008 第七章以及附录 B.6 的要求来安排试验顺序。

5.2 试验环境条件

- 推荐电网设施金属构件在如下实验室大气环境下进行试验：
- 温度：15℃～35℃；
 - 相对湿度：25%～75%；
 - 气压：86kPa～106kPa。

5.3 紫外光老化试验

试验目的：验证试样在湿热地区服役时，在光照环境下的适应性。

依据标准：按 GB/T 23987—2009 中的规定进行。

试验技术要求见表 9。

表 9 紫外光老化试验

腐蚀等级	严酷等级	应用示例	技 术 要 求
C3	光源：UVB340， 试验时间：1000h	金属构件有机防腐涂层体系	紫外光老化试验后，参考 GB/T 1766—2008 对样品变色、失光、粉化、开裂等方面老化程度评级，按照 GB/T 1766—2008 要求综合等级为 0 或 1 级
C4、C5	光源：UVB340， 试验时间：1000h	金属构件有机防腐涂层体系、金属构件热镀锌、冷喷锌涂层体系	
注 C3 腐蚀等级下，电网设施金属构件防腐涂层体系为热镀锌、冷喷锌涂层体系时，不考虑太阳辐射对防腐涂层体系的影响。			

5.4 湿热试验

试验目的：验证试样在湿热地区服役时，在湿热条件下的适应性。

依据标准：按 GB/T 1740—2007 中的规定进行。
试验技术要求见表 10。

表 10 湿 热 试 验

腐蚀等级	严酷等级	应用示例	技 术 要 求
C3	试验温度为 (47±1)℃，湿度为 (96±2)%，试验时间：1000h	金属构件有机防腐涂层体系	湿热试验前，按照 GB/T 5210—2006 测试附着力 ≥5MPa，湿热试验后，按 ISO 4628-2: 2016、ISO 4628-3: 2016、ISO 4628-4: 2016 以及 ISO 4628-5: 2016 评价没有起泡、锈蚀、开裂、剥落现象。按照 GB/T 5210—2006 测试附着力，试验后不低于试验前数值 80%
		金属构件热镀锌、冷喷锌涂层体系	湿热试验后，按 ISO 4628-2: 2016、ISO 4628-3: 2016、ISO 4628-4: 2016 以及 ISO 4628-5: 2016 评价没有起泡、锈蚀、开裂、剥落现象，允许表面泛白
C4	试验温度为 (47±1)℃，湿度为 (96±2)%，试验时间：2000h	金属构件有机防腐涂层、金属构件热镀锌、冷喷锌涂层	湿热试验前，按照 GB/T 5210—2006 测试附着力 ≥5MPa，湿热试验后，按 ISO 4628-2: 2016、ISO 4628-3: 2016、ISO 4628-4: 2016 以及 ISO 4628-5: 2016 评价没有起泡、锈蚀、开裂、剥落现象。按照 GB/T 5210—2006 测试附着力，试验后不低于试验前数值的 80%
C5	试验温度为 (47±1)℃，湿度为 (96±2)%，试验时间：3000h		

5.5 中性盐雾试验

试验目的：验证试样在湿热地区服役时，考核试样的防腐蚀性能。
依据标准：按 GB/T 1771—2007 中的规定进行。
技术要求见表 11。

表 11 中 性 盐 雾 试 验

腐蚀等级	严酷等级	应用示例	技 术 要 求
C3	试验时间：1000h	金属构件有机防腐涂层	中性盐雾试验前，按照 GB/T 5210—2006 测试附着力 ≥5MPa，中性盐雾试验后，按 ISO 4628-2: 2016、ISO 4628-3: 2016、ISO 4628-4: 2016 以及 ISO 4628-5: 2016 评价没有起泡、锈蚀、开裂、剥落现象。按照 GB/T 5210—2006 测试附着力，试验后不低于试验前数值 80%
		金属构件热镀锌、冷喷锌涂层	中性盐雾试验后，按 ISO 4628-2: 2016、ISO 4628-3: 2016、ISO 4628-4: 2016 以及 ISO 4628-5: 2016 评价没有起泡、锈蚀、开裂、剥落现象，允许表面泛白
C4	试验时间：2000h	金属构件有机防腐涂层、金属构件热镀锌、冷喷锌涂层	中性盐雾试验前，按照 GB/T 5210—2006 测试附着力 ≥5MPa，中性盐雾试验后，按 ISO 4628-2: 2016、ISO 4628-3: 2016、ISO 4628-4: 2016 以及 ISO 4628-5: 2016 评价没有起泡、锈蚀、开裂、剥落现象。按照 GB/T 5210—2006 测试附着力，试验后不低于试验前数值 80%
C5	试验时间：3000h		

5.6 霉菌试验

试验目的：验证试样在湿热地区服役时，考核试样在霉菌生长条件下的长霉程度及影响。

依据标准：按 GB/T 1741—2007 中的规定进行。
技术要求见表 12。

表 12 霉 菌 试 验

腐蚀等级	严酷等级	应用部件示例	技 术 要 求
C3	试验时间：28d	金属构件有机防腐涂层、金属构件热镀锌、冷喷锌涂层	长霉试验后，长霉面积不超过 GB/T 1741—2007 中规定的 1 等级的长霉程度
C4			
C5			

5.7 二氧化硫气体腐蚀试验

试验目的：考核试样在含有二氧化硫的腐蚀性大气环境条件下的影响。
依据标准：按 ISO 3231：1993 中的规定进行。
技术要求见表 13。

表 13 二氧化硫气体腐蚀实验

腐蚀等级	严酷等级	应用示例	技 术 要 求
C3	SO ₂ 浓度：0.67% (V/V) 试验时间：120h	金属构件有机防腐涂层	二氧化硫气体腐蚀试验后，按 ISO 4628-2：2016、ISO 4628-3：2016、ISO 4628-4：2016 以及 ISO 4628-5：2016 评价要求没有起泡、锈蚀、开裂、剥落等现象
		金属构件热镀锌、冷喷锌涂层	二氧化硫气体腐蚀试验后，按 ISO 4628-2：2016、ISO 4628-3：2016、ISO 4628-4：2016 以及 ISO 4628-5：2016 评价没有起泡、锈蚀、开裂、剥落现象，允许表面泛白
C4	SO ₂ 浓度：0.67% (V/V) 试验时间：240h	金属构件有机防腐涂层、金属构件热镀锌、冷喷锌涂层	二氧化硫气体腐蚀试验后，按 ISO 4628-2：2016、ISO 4628-3：2016、ISO 4628-4：2016 以及 ISO 4628-5：2016 评价要求没有起泡、锈蚀、开裂、剥落等现象
C5	SO ₂ 浓度：0.67% (V/V) 试验时间：480h	金属构件有机防腐涂层、金属构件热镀锌、冷喷锌涂层	

6 标志、包装、贮存的要求

根据产品的类型、结构、尺寸、运输方式等诸多因素，采用合理的包装材料及方式，在各种储运、装卸条件下，不应因包装不善而产生损坏、变形、精度降低及丢失等现象，并能防止磕、碰、伤、脏、锈、漏、松等七害的发生。防护包装需要采取防水、防潮、防锈、防霉、防震、局部防护等多种防护措施的组合。

- 防水包装：可根据零部件防水包装的等级，按 GB/T 7350—1999 附录 A 选用相应的防水包装方法。防水的产品包装箱应内衬塑料薄膜、抗老化的塑料复合膜等防水材料，内衬的防水材料应平整、紧贴箱内侧，防水材料尽可能使用整块材料，需拼接时可采用焊接、粘接。包装箱开设的通风孔要采取防雨措施，以防止雨水浸入。重要零部件的包装箱箱顶可起脊，防水包装应符合 GB/T 7350—1999 规定。
- 防潮包装：需要防潮包装的零部件，采用塑料薄膜、铝塑复合膜制作的袋、罩、套防护包装，并在其内放置干燥剂，干燥剂应选用含水率小于 4%的硅胶装入透气性良好的小布袋并牢固地

悬挂或妥善地放置在密封包装内，不得直接与金属加工表面接触，密封包装的接头接口采用热合封口。包装箱两端应开通风窗，防潮包装应符合 GB/T 5048—1999 规定。

- 防锈包装：根据零部件防锈包装等级，按相应的防锈标准和工艺进行防锈和内包装，保证产品在防锈期限内不产生锈蚀。防锈包装应符合 GB/T 4879—2016 规定。可以采用气相缓蚀剂、干燥剂等进行间接防锈，防锈油、防锈脂、防锈剂、气相防锈纸、气相防锈膜、气相防锈油等进行直接防锈。
 - 防霉包装：货物进行防霉包装前，对易长霉的材料必须进行防霉处理，例如：在密封容器（罩）内放置挥发性防霉剂，在包装箱表面涂刷防霉溶液，开设通风孔等。防霉包装应符合 GB/T 4768—2008 规定。
 - 防震包装：防震包装应根据货物的特点采用不同的防震形式。防震材料必须具有质地柔软、富有弹性、不易虫蛀、不易长霉、不易疲劳变形、无腐蚀性等特点。常用防震材料有：瓦楞纸、泡沫塑料、海绵、橡胶、塑料气垫和金属弹簧等。防震包装应符合 GB/T 8166—2011 规定。
 - 防磕碰、防磨：对产品零部件精加工表面、配合表面包装时，应注意采取防护措施，例如采取支撑、隔垫或悬挂等方式。注意防护板材不允许和涂防锈油的表面直接接触。部件之间用木板或纤维板隔开，避免相互间直接接触。所用的垫板、隔板必须清洁干燥，尽可能减少对部件的腐蚀和污染，必须保证吸潮性材料不直接接触产品。产品装箱时，须采用绑绳、垫板或其他缓冲材料固定，以避免部件与包装箱本体及工件间相互冲击和碰撞。如果使用气相防锈纸进行包裹，则垫板应放在气相防锈纸之外。
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
电 网 设 施 金 属 构 件
湿 热 环 境 防 腐 涂 层 技 术 要 求
NB/T 42136—2017

*

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

*

2018年6月第一版 2018年6月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 18千字
印数 001—200册

*

统一书号 155198·797 定价 11.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

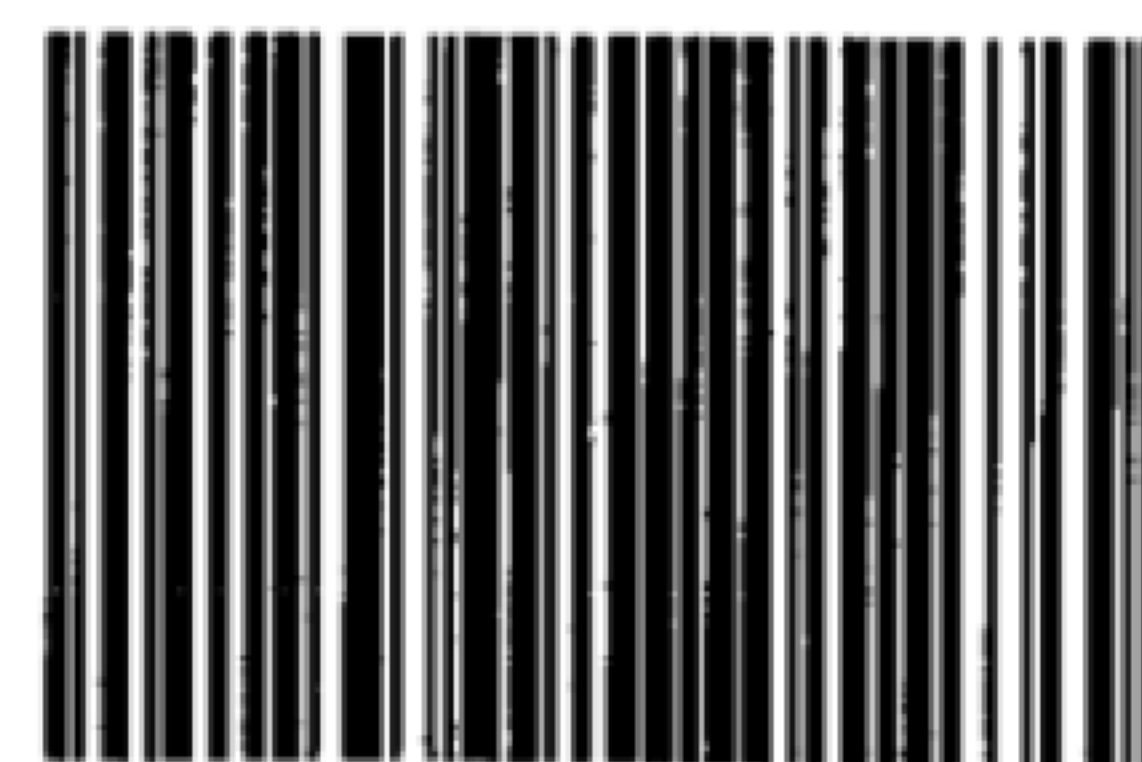


中国电力出版社官方微信



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



155198.797