

辽宁省地方计量技术规范

JJF (辽) 460—2025

智能电能表状态评价与更换技术规范

Technical Specification for Smart Electricity Meter Status Evaluation
and Replacement

2025-10-23 发布

2025-11-23 实施

辽宁省市场监督管理局 发布

智能电能表状态评价与更换技术规范

Technical Specification for Smart Electricity
Meter Status Evaluation and Replacement

JJF (辽) 460—
2025

归口单位：辽宁省市场监督管理局

主要起草单位：辽宁省计量科学研究院

参加起草单位：国网辽宁省电力有限公司

本规范由辽宁省计量科学研究院负责解释。

本规范主要起草人：

尹 福 成 （辽宁省计量科学研究院）

赵 宇 东 （国网辽宁省电力有限公司）

梁 国 鼎 （辽宁省计量科学研究院）

参加起草人：

刘 璐 （国网辽宁省电力有限公司）

崔 雨 （国网辽宁省电力有限公司）

吴 彤 （国网辽宁省电力有限公司）

代 宇 （国网辽宁省电力有限公司）

目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
4 概述.....	(2)
5 技术要求.....	(2)
6 评价条件.....	(3)
7 状态评价.....	(4)
8 评价结果与更换原则.....	(5)
附录 A 电能表计量功能失效诊断方法.....	(7)
附录 B 运行电能表状态评价方法.....	(8)
附录 C 电能表工作误差校准示例.....	(10)
附录 D 评价结果格式.....	(13)
附录 E ×××抽检批量（次）运行质量检验报告.....	(14)

引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则编写》中的要求进行编写。

本规范是对 JJF(辽)460-2020《智能电能表状态评价与更换技术规范》的修订。与上一版本相比，除了编辑性的修改外，主要变化如下：

- 对于术语定义进行了修订；
- 规定了智能电能表更换的原则，即根据监测评价结果判定电能表失准，失准的电能表立即进行更换，所有在运智能电能表均需要通过抽检的方式判定是否需要更换；
- 增加了 2（A）级、1（B）级、0.5S（C）级、0.2S（D）级表的误差要求；
- 对评价条件进行了更高的要求；
- 增加了抽样检验的相关要求。

智能电能表状态评价与更换技术规范

1 范围

本规范适用于低压台区中 2 (A) 级、1 (B) 级、0.5S (C) 级、0.2S (D) 级运行智能电能表 (以下简称电能表) 的状态评价更换和运行质量监督。

2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJG 596 电子式交流电能表

JJF1245.1-2019 安装式交流电能表形式评价大纲 有功电能表

GB/T 2828.2-2008 计数抽样检验程序 第 2 部分:按极限质量 LQ 检索的孤立批检验抽样方案

DL/T 448-2016 电能计量装置技术管理规程

Q/GDW 10373-2025 用户用电信息采集系统功能规范

凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规范; 凡是不注日期的引用文件, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本规范。

3 术语

3.1 智能电能表 smart electricity meter

由测量单元、数据处理单元、通信单元等组成, 具有电能量计量、信息存储及处理、实时监测、自动控制、信息交互等功能的电能表。

3.2 低压 low voltage

用于配电的交流电力系统中 1000V 及其以下的电压等级。

3.3 工作误差 operating error

电能表在现场运行状态下的计量误差。

3.4 智能电能表状态评价与更换系统 monitoring system for condition evaluation and replacement

通过获取在线监测和在线采集的电能计量数据, 基于能量守恒原理, 构建电能表计量功能判断与工作误差分析模型, 对电能表工作误差进行监测的平台。

3.5 电能表飞走 electricity meter exceed normal value

电能表日电量明显超过正常值。

3.6 电能表倒走 electricity meter running invert

电能表正向有功总电能示值出现下降。

3.7 电能表停走 electricity meter running stop

实际用电情况下电能表停止走字。

3.8 电能表计量失准 electricity meter metering inaccuracy

电能表在运行过程中出现飞走、倒走、停走等计量功能失效或工作误差超差。

3.9 最小电流 minimum current ($I_{\min}$)

规定的有功电能表满足准确度要求的最小电流值。

3.10 转折电流 transitional current (I_{tr})

规定的电流值，在大于等于该值时，与有功电能表准确度等级对应的最大允许误差在最小极限内。

3.11 起动电流 starting current (I_{st})

在功率因数为 1 时，规定的仪表应起动并连续记录电能的最小电流值，多相仪表带平衡负载。

4 概述

本规范规定了在网运行智能电能表的状态评价方法和更换的技术条件。通过智能电能表状态评价与更换系统监测低压台区中有功等级为 2（A）级、1（B）级、0.5S（C）级、0.2S（D）级电能表的工作误差。根据监测评价结果判定电能表是否失准，失准的电能表立即进行更换。所有在运智能电能表均需要通过抽样检验的方式判定是否需要更换。

5 技术要求

电能表工作误差应不超过基本误差限要求，基本误差限应在表 1、表 2 规定的范围内。

表 1 运行电能表（0.2S 级~2 级）基本误差限（%）

负载电流 $I^{\text{①}}$		功率因数 ^②		各等级电能表的基本误差限（%）			
直接接入	经互感器接入 ^④			2 级	1 级	0.5S ^③ 级	0.2S ^③ 级
-	$0.01I_n \leq I < 0.05I_n$	$\cos \varphi$	1	-	-	±1.0	±0.4
$0.05I_b \leq I < 0.1I_b$	$0.02I_n \leq I < 0.05I_n$		1	±2.5	±1.5	-	-
$0.1I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.05I_n \leq I \leq I_{\max}$		1	±2.0	±1.0	±0.5	±0.2
-	$0.02I_n \leq I < 0.1I_n$		0.5L	-	-	±1.0	±0.5
			0.8C	-	-	±1.0	±0.5

表 1 (续) 运行电能表 (0.2S 级~2 级) 基本误差限 (%)

负载电流 $I^{①}$		功率因数 ^②		各等级电能表的基本误差限（%）			
直接接入	经互感器接入 ^④			2 级	1 级	0.5S ^③ 级	0.2S ^③ 级
$0.1I_b \leq I < 0.2I_b$	$0.05I_n \leq I < 0.1I_n$	$\cos \varphi$	0.5L	± 2.5	± 1.5	-	-
			0.8C	-	± 1.5	-	-
$0.2I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.1I_n \leq I \leq I_{\max}$		0.5L	± 2.0	± 1.0	± 0.6	± 0.3
			0.8C	-	± 1.0	± 0.6	± 0.3

① I_b —基本电流； $I_{\max}$ —最大电流； I_n —经电流互感器接入的电能表额定电流，其值与电流互感器次级额定电流相同；经电流互感器接入的电能表最大电流 $I_{\max}$ 与互感器次级额定扩展电流（ $1.2I_n$ ， $1.5I_n$ 或 $2I_n$ ）相同。

②角 φ 是星形负载支路相电压与相电流间的相位差；L—感性负载，C—容性负载。

③对 0.2S 级、0.5S 级表只适用于经互感器接入的有功电能表。

④经互感器接入的宽负载电能表（ $I_{\max} \geq 4I_b$ ）[如 $3 \times 1.5(6)A$]，其计量性能仍按 I_b 确定。

表 2 运行电能表 (A 级~D 级) 基本误差限 (%)

负载条件	电流 I	功率因数	准确度等级			
			A 级	B 级	C 级	D 级
			基本误差限 (%)			
平衡负载 不平衡负载	$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	1	± 2.0	± 1.0	± 0.5	± 0.2
		0.5L~1~0.8C	± 2.0	± 1.0	± 0.6	± 0.3
		0.25L	-	± 3.5	± 1.0	± 0.5
		0.5C	-	± 2.5	± 1.0	± 0.5
		0.25C	-	-	-	-
	$I_{\min} \leq I < I_{tr}$	1	± 2.5	± 1.5	± 1.0	± 0.4
		0.5L~1~0.8C	± 2.5	± 1.5	± 1.0	± 0.5
平衡负载	$I_{st} \leq I < I_{\min}$	1	$\pm 2.5 \cdot I_{\min}/I$	$\pm 1.5 \cdot I_{\min}/I$	$\pm 1.0 \cdot I_{\min}/I$	$\pm 0.4 \cdot I_{\min}/I$

6 评价条件

6.1 环境条件

智能电能表状态评价与更换系统监测智能电能表时, 一般应满足下列条件:

- 环境温度: $-25^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度 $\leq 90\%$;
- 三相电压和电流相序为正相序, 并接线正确、可靠, 无虚接;

- d) 无可觉察到的振动；无较强的电磁辐射干扰，现场电磁场强应在 10V/m 以下；
- e) 表壳封印完整；
- f) 电能表端钮盒或联合试验接线盒无影响接线的严重损坏；
- g) 电能质量应符合公用电网电能质量标准。

6.2 评价系统要求

6.2.1 运行安全要求

智能电能表状态评价与更换系统的程序应实现软件防篡改和版本控制。

6.2.2 数据安全要求

智能电能表状态评价与更换系统应具有数据防修改、防丢失功能，不得修改工作误差监测评价的原始数据。原始数据应保存三年以上。

6.2.3 数据质量要求

智能电能表状态评价与更换系统应具有数据筛选功能。电能表时钟对时合格，其所在台区的日均电量采集成功率应大于 99%；采集的电量数据少于 300 组、月同期线损率大于 10%或为负损的台区应能准确识别并剔除。电能表所在台区户变关系应完全准确，台区所有电能表的电量数据应完整。

6.2.4 评价间隔

运行电能表评价间隔应小于 7 天。

6.3 抽样检验要求

按照 DL/T 448-2016 《电能计量装置技术管理规程》相关要求进行。

7 状态评价

7.1 智能电能表状态评价与更换系统评价项目

评价项目见表 3。

表 3 评价项目一览表

序号	评价项目	评价方法条款
1	计量功能	7.2.1
2	工作误差	7.2.2

7.2 智能电能表状态评价与更换系统评价方法

7.2.1 计量功能

通过采集的电表运行数据，对电表计量功能进行在线诊断。计量功能诊断方法参见附录 A。

7.2.2 工作误差

利用台区总表与台区分表的定时冻结电量，基于智能电表状态评价与更换系统采用能量守恒定律建立方程组并求解得到运行电表的评价误差。评价方法参见附录 B，校准示例见附录 C。

7.3 抽样检验方法

按照 DL/T 448-2016 《电能计量装置技术管理规程》相关要求进行。

8 评价结果与更换原则

8.1 数据修约

运行电表评价误差测量数据按表 5 的相应等级进行修约。判断测量数据是否满足要求，一律以修约后的结果为准。

表 4 运行电表评价工作误差修约间距

电表准确度等级	2 (A) 级	1 (B) 级	0.5S (C) 级	0.2S (D) 级
修约间距 (%)	0.2	0.1	0.05	0.02

8.2 评价结果表达

如电表出现计量功能失效或工作误差超过表 1、表 2 规定的误差限值，则判定为计量失准。评价结果格式参见附录 D。对需判定批量（次）电表合格与否的，应依据抽样检验出具“×××抽检批量（次）运行质量检验报告”，并存档备查。运行质量检验报告参见附录 E。

8.3 抽样检验结果表达

根据样本检验的结果，若在第一样本量中发现的不合格品数小于或等于第一次抽样合格判定数，则判定该批表为合格批；若在第一样本量中发现的不合格品数大于或等于第一次抽样不合格判定数，则判定该批表为不合格批。

若在第一样本量中发现的不合格品数，大于第一次抽样合格判定数并小于第一次抽样不合格判定数，则抽取第二样本量进行检验。若在第一和第二样本量中发现的不合格品累计数小于或等于第二次抽样合格判定数，则判定该批表为合格批；若第一和第二样本量中的不合格品累计数大于或等于第二次抽样不合格判定数，则判定该批表为不合格批。

8.4 智能电能表的更换

若智能电能表状态评价与更换系统判定电能表为计量失准，立即进行更换。若电能表抽样检验批为不合格批，此批电能表进行全部更换。若无异常可继续使用。

附录 A 电能表计量功能失效诊断方法

电能表如出现表 A.1 中的计量功能异常事件，则判定为计量功能失效。异常事件及判定方法如表 A.1 所示。

表 A.1 电能表计量功能失效诊断方法

计量功能异常事件	判定方法
电能表飞走	$EF=E1/E2$, $EF>1$ 式中： E1：电能表日电量； 计算方法为：（日正向有功总电能示值-前一天正向有功总电能示值）×倍率。 E2：用户日可能最大用电量； 计算方法为：最大电流×额定电压×24h。
电能表倒走	$ED=E1-E2$, $ED<0$ 式中： E1：电能表日冻结正向有功总电能示值； E2：前一天的电能表日冻结正向有功总电能示值。
电能表停走	$ET=E1-E2$, $ET=0$ and $I>0.1A$ 式中： E1：电能表日冻结正向有功总电能示值； E2：前一天的电能表日冻结正向有功总电能示值； I：该时段内监测到的电流值。

附录 B 运行电能表状态评价方法

台区拓扑结构如图 B.1 所示。

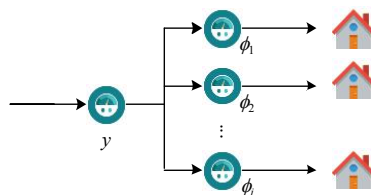


图 B.1 台区拓扑结构

根据能量守恒定律，“台区总表供电量”=“所有分表用电量之和”+“线路损耗”+“台区固定损耗”，可得：

$$y(i) = \sum_{j=1}^P \phi_j(i)(1 - \varepsilon_j) + \varepsilon_y y(i) + \varepsilon_0 \quad (\text{B.1})$$

式中：

P ——台区分表总数

$y(i)$ ——计量周期 i 供电总表供电量

$\phi_j(i)$ ——计量周期 i 分表 j 计量值

ε_j ——分表 j 的估计相对误差，因电能表相对误差 $\varepsilon'_j = \frac{\varepsilon_j}{1 - \varepsilon_j}$ ，当 $\varepsilon_j \ll 1$ ，用 ε_j 近似 ε'_j 。

ε_y ——台区线损率

ε_0 ——台区固定损耗

以台区总表的计量值 $y'(i)$ 近似台区总供电量 $y(i)$ ，可得：

$$y'(i) = \sum_{j=1}^P \phi_j(i)(1 - \varepsilon_j) + \varepsilon_y y'(i) + \varepsilon_0 \quad (\text{B.2})$$

当台区积累 N 个周期的数据后，可由式 (B.2) 得到由 N 个方程组成的方程组，可得：

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi_1(1)(1 - \varepsilon_1) + \phi_2(1)(1 - \varepsilon_2) + \dots + \phi_p(1)(1 - \varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(1) + \varepsilon_0 = y'(1) \\ \phi_1(2)(1 - \varepsilon_1) + \phi_2(2)(1 - \varepsilon_2) + \dots + \phi_p(2)(1 - \varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(2) + \varepsilon_0 = y'(2) \\ \phi_1(3)(1 - \varepsilon_1) + \phi_2(3)(1 - \varepsilon_2) + \dots + \phi_p(3)(1 - \varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(3) + \varepsilon_0 = y'(3) \\ \vdots \\ \phi_1(n)(1 - \varepsilon_1) + \phi_2(n)(1 - \varepsilon_2) + \dots + \phi_p(n)(1 - \varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(n) + \varepsilon_0 = y'(n) \end{array} \right. \quad (\text{B.3})$$

方程组 (B.3) 中， $\phi_j(i)$ 和 $y'(i)$ 为已知量，共包括 $n=N$ 个方程，当数量大于或等于 $P+2$ 时，

可求解出未知量 ε_j , ε_y 和 ε_0 , 从而得到台区各用户电能表工作误差。

以上是通过计算得到智能电能表工作误差的过程。当电能表工作误差计算结果超过规范中表 1 规定基本误差限, 则判定电能表计量失准。

附录 C 电能表工作误差校准示例

校准方法架构见附录 B 所示。取台区 N 个周期的数据，可由附录 B 给出的公式 (B.2) 得到方程组：

$$\begin{cases} y'(1) = \phi_1(1)(1-\varepsilon_1) + \phi_2(1)(1-\varepsilon_2) + \cdots \phi_p(1)(1-\varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(1) + \varepsilon_0 \\ y'(2) = \phi_1(2)(1-\varepsilon_1) + \phi_2(2)(1-\varepsilon_2) + \cdots \phi_p(2)(1-\varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(2) + \varepsilon_0 \\ y'(3) = \phi_1(3)(1-\varepsilon_1) + \phi_2(3)(1-\varepsilon_2) + \cdots \phi_p(3)(1-\varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(3) + \varepsilon_0 \\ \vdots \\ y'(n) = \phi_1(n)(1-\varepsilon_1) + \phi_2(n)(1-\varepsilon_2) + \cdots \phi_p(n)(1-\varepsilon_p) + \varepsilon_y y'(n) + \varepsilon_0 \end{cases} \quad (\text{C.1})$$

方程组 (C.1) 中， $\phi_j(i)$ 和 $y'(i)$ 为已知量，共包括 $n=N$ 个方程，当 $N \geq (P+2)$ 时，可求解出未知量 ε_j 、 ε_y 和 ε_0 ，从而计算得到台区各电能表的工作误差 ε'_j 。

假设一个台区有一只总表，两只用户表（A 和 B），并假设该台区每天供电 100 度。用户表 A 的计量工作误差为 +3%，用户表 B 的计量工作误差为 -3%。每天用户表 A 和 B 的用电量都有变动。分如下两种情况进行分析。

C.1 理想台区

假设一个没有线路损耗和固定损耗的完全理想的台区，在这样的台区下只需针对待求的电能表误差建立方程组。如表 C.1 所示为总表电能表供电量与用户表电量分布：

表 C.1 理想台区总表供电量与用户表电量分布表

数据点	第一周期/kWh	第二周期/kWh
总表供电量	100	100
用户 A 实际用电量	49	48
用户 B 实际用电量	51	52
用户表 A 计量值	50.47	49.44
用户表 B 计量值	49.47	50.44

代入数据至公式 (C.1) 中，得到如下方程组：

$$\begin{cases} 50.47 \times (1 - \varepsilon_1) + 49.47 \times (1 - \varepsilon_2) = 100 \\ 49.44 \times (1 - \varepsilon_1) + 50.44 \times (1 - \varepsilon_2) = 100 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_1 = 2.91\% \\ \varepsilon_2 = -3.09\% \end{cases}$$

上面的方程组中，通过用户表计量电能量 * (1 - 估计相对误差) 得到用户实际用电量，

如方程中的 $50.44(1 - \varepsilon_1)$ 就是指用户 A 第一周期的实际用电量。其中估计相对误差的定义为 $\varepsilon_j = (\text{用户表计量电能} - \text{用户实际用电量}) / \text{用户表计量电能}$ ，其与工作误差 $\varepsilon'_j = (\text{用户表计量电能} - \text{用户实际用电量}) / \text{用户实际用电量}$ 之间有如下关系：

$$\varepsilon'_j = \frac{\varepsilon_j}{1 - \varepsilon_j}$$

通过上面求出的估计相对误差，得到对应的工作误差为：

$$\begin{cases} \varepsilon'_1 = 3.00\% \\ \varepsilon'_2 = -3.00\% \end{cases}$$

从以上过程可以得知，在没有线路损耗和固定损耗的理想台区，以用户电能表的电能计量值为已知量，以用户电能表的计量误差为未知量组成的方程组，即可以求解得出每只用户电能表的工作误差。

C.2 真实台区

在真实台区下，是有线路损耗和固定损耗的。设定 4 个计量周期数据如下表，其中用户表 A、用户表 B 的计量工作误差仍然分别为 +3%、-3%。我们按照表 C.2 中 4 个计量周期数据建立方程组进行求解。

表 C.2 真实台区总表供电量与用户表电量分布表

数据点	第一周期/kWh	第二周期/kWh	第三周期/kWh	第四周期/kWh
总表供电量	100	100	100	100
固定损耗	0.05	0.05	0.05	0.05
线路损耗	1.25	1.26	1.25	1.24
用户 A 实际用电量	55	48.09	52	42
用户 B 实际用电量	43.7	50.6	46.7	56.71
用户表 A 计量值	56.6500	49.5327	53.5600	43.2600
用户表 B 计量值	42.3890	49.0820	45.2990	55.0087

(1) 建模时不考虑线路损耗和固定损耗

若建模时不考虑线路损耗和固定损耗，则可参考上面讨论的理想台区的方法，基于前两个计量周期数据建立如下方程组，并求解：

$$\begin{cases} 56.65 \times (1 - \varepsilon_1) + 42.389(1 - \varepsilon_2) = 100 \\ 49.5327 \times (1 - \varepsilon_1) + 49.082(1 - \varepsilon_2) = 100 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_1 = 1.70\% \\ \varepsilon_2 = -4.53\% \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_1' = 1.73\% \\ \varepsilon_2' = -4.33\% \end{cases}$$

此时两块用户表的误差值计算结果(1.73%, -4.33%)与真实值(3%, -3%)相去甚远, 这是因为在建立方程时, 漏掉了客观存在的线路损耗和固定损耗, 而为了遵循能量守恒定律, 漏掉的能量就会在其他地方体现出来, 那么就导致计量误差的计算结果偏差非常大, 计算结果没有实际意义。

(2) 将线路损耗项和固定损耗项作为未知数求解

根据上面的讨论, 为将电能表计量误差准确求解, 必须考虑线路损耗和固定损耗。考虑通过在方程中引入 $\varepsilon_y y'(i)$ 来估计线路损耗 (其中 $y'(i)$ 是台区总表计量的电能量, 近似于台区总供电量; ε_y 是台区线路损耗率 (未知量)), 并引入 ε_0 (未知量) 来估计台区固定损耗, 将表 C.2 的数据代入至公式 (C.1) 中, 建立如下方程组并求解:

$$\begin{cases} 56.65 \times (1 - \varepsilon_1) + 42.389(1 - \varepsilon_2) + 100\varepsilon_y + \varepsilon_0 = 100 \\ 49.5327 \times (1 - \varepsilon_1) + 49.082(1 - \varepsilon_2) + 100\varepsilon_y + \varepsilon_0 = 100 \\ 53.56 \times (1 - \varepsilon_1) + 45.299(1 - \varepsilon_2) + 100\varepsilon_y + \varepsilon_0 = 100 \\ 43.26 \times (1 - \varepsilon_1) + 55.0087(1 - \varepsilon_2) + 100\varepsilon_y + \varepsilon_0 = 100 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_0 = 0.0001 \\ \varepsilon_1 = 2.88\% \\ \varepsilon_2 = -3.06\% \\ \varepsilon_y = 1.29\% \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_0' = 0.0001 \\ \varepsilon_1' = 2.97\% \\ \varepsilon_2' = -2.97\% \\ \varepsilon_y' = 1.29\% \end{cases}$$

由以上过程和结果可知, 当用以上的方法考虑台区线路损耗和台区固定损耗时, 由于未知量增加了两个, 需要在方程组中增加两个方程来支持未知量的求解。而此时求解得到的两块用户表工作误差值(2.97%, -2.97%)较未考虑这两个因素时的准确度大大提高, 且求解得出了线损率较为准确的估计值(1.29%), 但求解得到的固定损耗项(0.0001kWh)与假设的情况相差较大, 因估损一般在台区占比较低, 对计算结果影响较小。

附录 D 评价结果格式

编号 XXXX-XXXXXX

评 价 结 果

一、电能表基本信息

所在台区编号		电能表编号	
规格型号		准确度等级	

二、评价结果

1. 评价依据

本评价结果依据 JJF (辽) 460—2025 进行评价。

2. 评价结果

工作误差 (%)	计量功能

注：计量功能如无异常，则填写无异常，计量功能如有失效异常事件，则填写异常事件名称。

3. 评价结论

符合 JJF (辽) 460—2025 要求。

评 价 员：

核 验 员：

评价日期：

(以下无正文)

