



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJFZ（机械）007—2024

电线电缆全自动结构尺寸测量装置校准规范

Calibration Specification of wire and cable automatic structure size
measuring device

（报批稿）

2024—xx—xx 发布

2024—xx—xx 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

电线电缆全自动结构尺寸测量装置校准规范

Calibration Specification of wire and cable
automatic structure size measuring device

JJFZ(机械)007—2024

归口单位：全国机械汽车专业计量技术委员会

负责起草单位：上海国缆检测股份有限公司

宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心

参加起草单位：杭州魔方智能科技有限公司

安徽徽宁电器仪表集团有限公司

江苏亨通电力电缆有限公司

宝胜科技创新股份有限公司

浙江万马股份有限公司

无锡江南电缆有限公司

江苏上上电缆集团有限公司

上海起帆电缆股份有限公司

上海赛克力光电技术有限责任公司

本规范主要起草人：

陈 超（上海国缆检测股份有限公司）
张人文（上海国缆检测股份有限公司）
刘亚俊（宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心）
李丽娜（上海国缆检测股份有限公司）
范洪欣（上海国缆检测股份有限公司）

参加起草人：

李世昌（杭州魔方智能科技有限公司）
华齐东（安徽徽宁电器仪表集团有限公司）
鞠麟麟（江苏亨通电力电缆有限公司）
陈智通（宝胜科技创新股份有限公司）
施冠群（浙江万马股份有限公司）
黄长彪（无锡江南电缆有限公司）
郑燕飞（无锡江南电缆有限公司）
王 芳（江苏上上电缆集团有限公司）
高武祥（上海起帆电缆股份有限公司）
于龙福（上海赛克力光电技术有限责任公司）

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

目 录

引言

1 范围.....1

2 引用文件.....1

3 术语和计量单位.....1

4 概述.....1

5 计量特性.....2

6 校准条件.....2

 6.1 环境条件.....2

 6.2 校准用器具.....2

7 校准项目和校准方法.....3

 7.1 校准项目.....3

 7.2 校准方法.....3

8 校准结果表达.....6

 8.1 校准证书.....6

 8.2 校准结果数据处理.....6

9 复校时间间隔6

附录 A：测量不确定度评定示例 电线电缆全自动结构尺寸测量装置直径测量的不确定度
评定.....8

附录 B：测量不确定度评定示例 电线电缆全自动结构尺寸测量装置偏心度测量的不确定
度评定.....10

附录 C：线缆试样切片机.....12

附录 D：校准原始记录格式（参考）13

附录 E：校准证书（报告）内页格式（参考）15

引 言

电线电缆全自动结构尺寸测量装置使用图像技术大范围选点测量，可重复性高，测量精度高，并可以排除人为因素导致的读数误差。

本规范依据 JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1094-2002《测量装置特性评定》进行编制。

本规范为首次制定。

请注意本规范的某些内容可能涉及专利。本规范的发布机构不承担识别专利的责任。

电线电缆全自动结构尺寸测量装置校准规范

1 范围

本规范规定了电线电缆全自动结构尺寸测量装置的校准项目及技术要求、校准用器具、校准方法和校准结果及处理。

本规范适用于新制造、修理后和使用中的用于测量线缆绝缘和护套结构尺寸的电线电缆全自动结构尺寸测量装置的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1071 国家计量校准规范编写规则

JJF 1094 测量装置器特性评定

GB/T 2951.11 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分：通用试验方法——厚度和外形尺寸测量——机械性能试验

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 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

偏心度 eccentricity

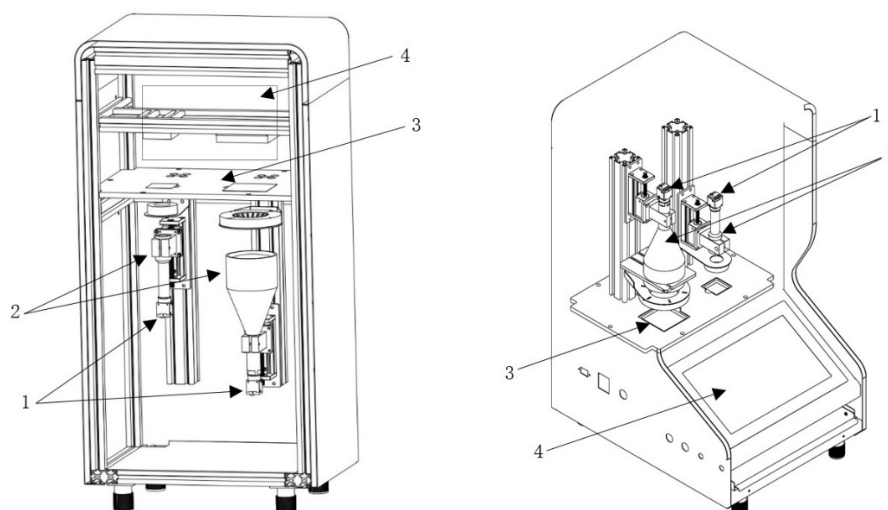
同一个线缆横截面中，绝缘层最大测量厚度与最小测量厚度之差同最大测量厚度之比的百分数。

4 概述

电线电缆全自动结构尺寸测量装置（以下简称测量装置）采用相机和光学镜头获取线缆试样切片的图像，由计算机软件操作系统对获取图像进行处理和分析后，能一次性自动获得线缆试样切片结构尺寸的各项参数（包括但不限于直径、偏心度、厚度）。不同规格的光学镜头对应不同的测量范围。

测量装置的结构（见图 1）一般由相机、光学镜头，工作台、计算机软件操作系统、

自校标定物组成。线缆试样切片可采用附录 C 给出的切片机进行制样。宜使用厚度为 3 mm 的透明玻璃使线缆试样切片贴合在工作台上。



1-相机；2-光学镜头；3-工作台；4-计算机软件操作系统

图 1 电线电缆全自动结构尺寸测量装置结构示意图

5 计量特性

- 5.1 视场不同位置参数测量一致性
- 5.2 直径测量示值误差和测量重复性
- 5.3 偏心度测量示值误差和测量重复性
- 5.4 不同测量高度对测量示值的影响

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度与相对湿度应符合以下条件；

a)温度：(20±5)℃；湿度不大于 70%RH。

b)校准前，测量装置与校准用器具平衡温度时间不少于 2 小时。

6.2 校准用器具

6.2.1 标定板

标定板（见图 2 和图 3）厚度 3 mm，直径扩展不确定度满足 $U \leq 0.002\text{mm}$ ， $k=2$ 。偏心度标准值范围宜为 5%~15%，扩展不确定度满足 $U \leq 0.5\%$ ， $k=2$ （直径 $\leq 10\text{ mm}$ ）； $U \leq 0.1\%$ ， $k=2$ （直径 $> 10\text{ mm}$ ）。

6.2.2 量块

0.5 mm 四块，1 mm 四块；准确度：3 级。

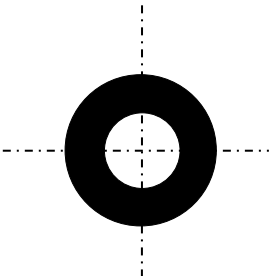


图 2 标定板（同心圆环）示意图

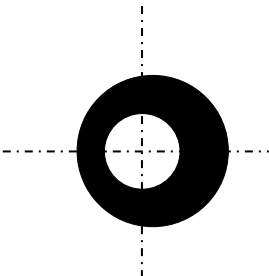


图 3 标定板（非同心圆环）示意图

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

电线电缆全自动结构尺寸测量装置的校准项目见表 1。

表 1 电线电缆全自动结构尺寸测量装置的校准项目一览表

序号	校准项目
1	视场不同位置参数测量一致性
2	直径测量示值误差和测量重复性
3	偏心度测量示值误差和测量重复性
4	不同测量高度对示值的影响

7.2 校准方法

7.2.1 一般检查

- a) 测量装置应能水平、平稳地放置在工作台面上。
- b) 测量装置的工作台应保持整洁干净。
- c) 计算机软件操作系统应工作正常，其测量图谱宜包括但不限于图 4 中给出的 8 种示例类型。









			
单层三芯	单层多芯	单层单芯	扇形
			
三层共挤	双层共挤	缺口试样	扁平双芯

图 4 测量图谱示例

7.2.2 视场不同位置参数测量一致性

在测量装置每个测量视场范围内选择均匀分布的 5 个测量位置（见图 5），选取尺寸合适的标定板，将其按同一方位依次放置于各测量位置，测得直径、偏心度。视场不同位置结构尺寸测量一致性结果分别取直径、偏心度的最大值与最小值之差。

注：测量装置无法识别时可微调标定板的位置。

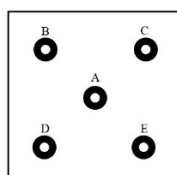


图 5 视场测量位置分布示意图

7.2.3 直径测量示值误差和测量重复性

7.2.3.1 直径测量示值误差

在测量装置不同的测量视场范围，均匀选取相应的视场尺寸作为校准点，确定相应的标定板，进行直径示值测量。每个校准点重复测量 6 次并记录测量装置示值，取算术平均值作为测量结果。按公式（1）计算直径测量示值误差。

$$\delta_D = \bar{D} - D_0 \dots\dots\dots (1)$$

式中： δ_D ——直径测量示值误差，单位为毫米（mm）

\bar{D} ——测量装置直径测量的算术平均值，单位为毫米（mm）

D_0 ——标定板直径标准值，单位为毫米（mm）

7.2.3.2 直径测量重复性

根据 7.2.3.1 测得的直径示值，按公式（2）计算实验标准偏差作为测量重复性结果，每一个校准点均给出重复性测量结果。

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

式中： S_D ——重复性测量结果，单位为毫米（mm）

\bar{D} ——测量装置直径测量的算术平均值，单位为毫米（mm）

D_i ——测量装置第*i*次测得的直径示值，单位为毫米（mm）

n ——测量次数， $n=6$

7.2.4 偏心度测量示值误差和测量重复性

7.2.4.1 偏心度测量示值误差

在 7.2.3.1 直径测量的同时，可测得偏心度示值，每个校准点重复测量 6 次并记录测量装置示值，取算术平均值作为测量结果。按公式（3）计算偏心度测量示值误差。

$$\delta_P = \bar{P} - P_0 \dots\dots\dots (3)$$

式中： δ_P ——偏心度测量示值误差，%

\bar{P} ——测量装置偏心度测量的算术平均值，%

P_0 ——标定板偏心度标准值，%

7.2.4.2 偏心度测量重复性

根据 7.2.4.1 测得的偏心度示值，按公式（4）计算实验标准偏差作为测量重复性结果，每一个校准点均给出重复性测量结果。

$$S_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4)$$

式中： S_P ——重复性测量结果，%

\bar{P} ——测量装置偏心度测量的算术平均值，%

P_i ——测量装置第*i*次测得的偏心度示值，%

n ——测量次数， $n=6$

7.2.5 不同测量高度对示值的影响

在不同规格光学镜头下，在视场范围内的中心位置放置标定板，测得直径示值。再在标定板的四角下方分别用 0.5 mm 和 1 mm 的量块垫高，依次测得直径示值。取不垫高、垫高 0.5 mm 和垫高 1 mm 三次直径示值测量的最大差值作为不同测量高度对示值影响的校准结果。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果校准证书与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
- h) 如果校准证书与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8.2 校准结果数据处理

由于数据修约引起的不确定度应不超过被校仪器最大允许误差绝对值的 1/10。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A:

测量不确定度评定示例

电线电缆全自动结构尺寸测量装置直径测量的不确定度评定

A.1 测量方法

在视场范围内（以 0 mm~10 mm 为例），选择对应的标定板，对相应的直径示值重复测量 6 次，取算术平均值为该点的测量值，测量值与标定板直径标准值的差值，即为该点的直径测量示值误差。

A.2 测量模型

$$\delta_D = \bar{D} - D_0$$

式中： δ_D ——直径测量示值误差，单位为毫米（mm）

\bar{D} ——测量装置直径测量的算术平均值，单位为毫米（mm）

D_0 ——标定板直径标准值，单位为毫米（mm）

A.3 不确定度传播率

考虑各分量彼此独立，依据公式 $u_c^2(y) = \sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i)$ 得：

$$u_c^2 = u^2(\delta) = c_1^2 u^2(\bar{D}) + c_2^2 u^2(D)$$

$$\text{式中: } C_1 = \frac{\partial \delta}{\partial \bar{D}} = 1, C_2 = \frac{\partial \delta}{\partial D} = -1$$

$$\text{则: } u_c^2 = u^2(\bar{D}) + u^2(D)$$

A.4 标准不确定度分量计算

A.4.1 由重复性引入的标准不确定度分量 u_1

用测量装置连续重复测量直径 6 mm 的标定板 10 次。10 次测量值分别为 6.004 mm、6.005 mm、6.006 mm、6.004 mm、6.005 mm、6.006 mm、6.005 mm、6.007 mm、6.005 mm、6.005 mm。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0009 \text{ mm}$$

因测量取 6 次测量平均值为测量结果，则：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{6}} = 0.00037 \text{ mm}$$

A. 4. 2 由标定板不确定度引入标准不确定度分量 u_2

直径 6 mm 的标定板测量不确定度为： $U=0.002 \text{ mm}$ ， $k=2$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.002}{2} = 0.001 \text{ mm}$$

A. 4. 3 由测量装置的测量误差引入标准不确定度分量 u_3

$$u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ mm}$$

A. 5 合成不确定度

A. 5. 1 主要标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度
u_1	重复性	0.00037 mm
u_2	标定板不确定度	0.001 mm
U_3	测量装置的测量误差	0.0029 mm

A. 5. 2 合成标准不确定度计算

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.003 \text{ mm}$$

A. 5. 3 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U = ku_c = 0.006 \text{ mm}$$

附录 B:

测量不确定度评定示例

电线电缆全自动结构尺寸测量装置偏心度测量的不确定度评定

B.1 测量方法

在视场范围内（以 0 mm~50 mm 为例），选择对应的标定板，对相应的偏心度示值重复测量 6 次，取算术平均值为该点的测量值，测量值与标定板偏心度标准值的差值，即为该点的偏心度测量示值误差。

B.2 测量模型

$$\delta_P = \bar{P} - P_0$$

式中： δ_P ——偏心度测量示值误差，%

\bar{P} ——测量装置偏心度测量的算术平均值，%

P_0 ——标定板偏心度标准值，%

B.3 不确定度传播率

考虑各分量彼此独立，依据公式 $u_c^2(y) = \sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i)$ 得：

$$u_c^2 = u^2(\delta) = c_1^2 u^2(\bar{P}) + c_2^2 u^2(P)$$

$$\text{式中：} \quad C_1 = \frac{\partial \delta}{\partial \bar{P}} = 1, C_2 = \frac{\partial \delta}{\partial P} = -1$$

$$\text{则：} \quad u_c^2 = u^2(\bar{P}) + u^2(P)$$

B.4 标准不确定度分量计算

B.4.1 由重复性引入的标准不确定度分量 u_1

用测量装置连续重复测量偏心度 5% 的标定板 10 次。10 次测量值分别为 5.005%、4.980%、4.973%、4.985%、4.963%、4.975%、5.010%、4.968%、5.002%、5.012%。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.018\%$$

因测量取 6 次测量平均值为测量结果，则：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{6}} = 0.007\%$$

B.4.2 由标定板不确定度引入标准不确定度分量 u_2

偏心度 5%的标定板测量不确定度为： $U=0.1\%$ ， $k=2$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.1\%}{2} = 0.05\%$$

A.4.3 由测量装置的测量误差引入标准不确定度分量 u_3

$$u_3 = \frac{0.001\%}{\sqrt{3}} = 0.0006\%$$

B.5 合成不确定度

B.5.1 主要标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度
u_1	重复性	0.007%
u_2	标定板不确定度	0.05%
u_3	测量装置的测量误差	0.0006%

B.5.2 合成标准不确定度计算

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.051\%$$

B.5.3 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则：

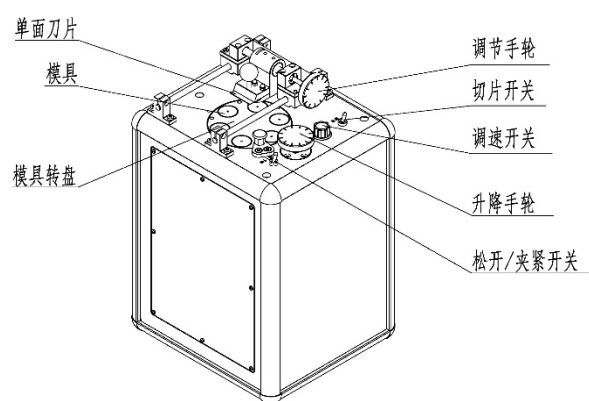
$$U = ku_c = 0.11\%$$

附录 C:

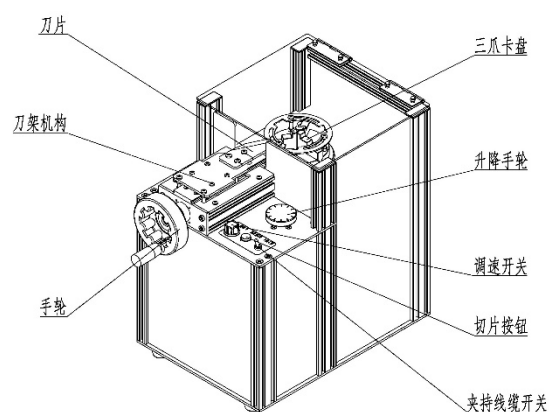
线缆试样切片机

切片机采用旋转切片的方式,用两刀形成一个切片,保证两刀相对平行且垂直于线缆。同时保证试样切片不变形,表面平滑,厚度在 0.5 mm 以内。

线缆直径在 0.8 mm~18.0 mm 的可选择 I 型切片机,线缆直径在 5.0 mm~85.0 mm 的可选择 II 型切片机。



I 型切片机



II 型切片机

附录 D：

校准原始记录格式(参考)

电线电缆全自动结构尺寸测量装置校准原始记录

电线电缆全自动结构尺寸测量装置原始记录

证书编号：

校准依据：

送校单位：

器具名称：

型号/规格：

器具编号：

制造厂/商：

校准地点：

校准环境条件：温度 ℃；湿度 %

校准日期：

年 月 日

校准员：

核验员：

本次校准所使用的主要计量标准器具						
器具名称	编号	测量范围	准确度等级或最大允差或不确定度	证书编号	有效期限	溯源机构

一、一般检查：

测量装置能水平、平稳地放置在工作台面上，测量装置的工作台整洁干净。

检查结果：

二、视场不同位置参数测量一致性：直径 $U=$ mm, $k=2$ ；偏心度 $U=$ %, $k=2$ 。

1 号镜头（标定板标准值：直径 mm；偏心度 %）						
测量点位	A	B	C	D	E	一致性结果
直径(mm)：						
偏心度(%)：						
2 号镜头（标定板标准值：直径 mm；偏心度 %）						
测量点位	A	B	C	D	E	一致性结果

直径(mm):						
偏心度(%):						
3 号镜头（标定板标准值：直径 mm；偏心度 %）						
测量点位	A	B	C	D	E	一致性结果
直径(mm):						
偏心度(%):						

三、直径/偏心度测量示值误差和测量重复性: 直径 $U=$ mm, $k=2$; 偏心度 $U=$ %, $k=2$ 。

1 号镜头									
项目 \ 次数	1	2	3	4	5	6	算数平均值	示值误差	测量重复性
直径(mm)									
偏心度(%)									
2 号镜头									
项目 \ 次数	1	2	3	4	5	6	算数平均值	示值误差	测量重复性
直径(mm)									
偏心度(%)									
3 号镜头									
项目 \ 次数	1	2	3	4	5	6	算数平均值	示值误差	测量重复性
直径(mm)									
偏心度(%)									

四、不同测量高度对示值的影响: 直径 $U=$ mm, $k=2$

镜头	不垫高	垫高 0.5mm	垫高 1.0mm	不同测量高度对示值影响结果
1 号	mm	mm	mm	mm
2 号	mm	mm	mm	mm
3 号	mm	mm	mm	mm

附录 E：

校准证书（报告）内页格式（参考）

电线电缆全自动结构尺寸测量装置校准证书（报告）内页格式

一、 一般检查：

- (1) 测量装置能水平、平稳地放置在工作台上。
- (2) 线缆试样放置平台整洁干净。

二、 视场不同位置结构尺寸测量一致性：直径 $U=$ mm, $k=2$ ； 偏心度 $U=$ %, $k=2$ 。

1号镜头 一致性结果：	直径(mm)	偏心度(%)
2号镜头 一致性结果：	直径(mm)	偏心度(%)
3号镜头 一致性结果：	直径(mm)	偏心度(%)

三、 直径/偏心度测量示值误差和测量重复性：直径 $U=$ mm, $k=2$ ； 偏心度 $U=$ %, $k=2$ 。

1号镜头：	直径示值误差(mm)	直径测量重复性(mm)
	偏心度示值误差(%)	偏心度测量重复性(%)
2号镜头：	直径示值误差(mm)	直径测量重复性(mm)
	偏心度示值误差(%)	偏心度测量重复性(%)
3号镜头：	直径示值误差(mm)	直径测量重复性(mm)
	偏心度示值误差(%)	偏心度测量重复性(%)

四、 不同测量高度对示值的影响：直径 $U=$ mm, $k=2$ 。

1 号镜头： 2 号镜头： 3 号镜头：

注： (1)使用过程中如对校准仪器技术指标产生怀疑，请重新校准。

(2)下次送校时须带此证书。

（以下空白）