

ZHIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

■ 职 业 技 能 培 训 鉴 定 教 材 ■

常用电机检修工

CHANGYONG DIANJI JIANXIUGONG

(基础知识)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

ZHIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

■ 职业 技能 培 训 鉴 定 教 材 ■

常用电机检修工

CHANGYONG DIANJI JIANXIUGONG

(基础知识)

主 编 张友芬

编 者 杨 镔 李琳琳 柳丽丽 陈连美

刘 宁 赵淑静 耿俊英 董焕和

主 审 杜 勇

审 稿 赵争菡



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

常用电机检修工：基础知识/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京：
中国劳动社会保障出版社，2009

职业技能培训鉴定教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 7814 - 3

I. 常… II. 人… III. 电机-检修-职业技能鉴定-教材 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 048751 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

北京谊兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 326 千字
2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

定 价：28.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211

发行部电话：010 - 64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64954652

内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。教材以《国家职业标准·常用电机检修工》为依据，紧紧围绕“以企业需求为导向，以职业能力为核心”的编写理念，力求突出职业技能培训特色，满足职业技能培训与鉴定考核的需要。

本教材详细介绍了各级别常用电机检修工要求掌握的基础知识。全书分为五个模块单元，主要包括：电路与电磁场基础知识、机械基础知识、电机的基本原理与构造、电机检修知识、安全知识。每一单元后安排了单元测试题及答案，供读者巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材是各级别常用电机检修工职业技能培训与鉴定考核用书，也可供相关人员参加就业培训、岗位培训使用。

前 言

1994 年以来，劳动和社会保障部职业技能鉴定中心、教材办公室和中国劳动社会保障出版社组织有关方面专家，依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》，编写出版了职业技能鉴定教材及其配套的职业技能鉴定指导 200 余种，作为考前培训的权威性教材，受到全国各级培训、鉴定机构的欢迎，有力地推动了职业技能鉴定工作的开展。

劳动保障部从 2000 年开始陆续制定并颁布了国家职业标准。同时，社会经济、技术不断发展，企业对劳动力素质提出了更高的要求。为了适应新形势，为各级培训、鉴定部门和广大受培训者提供优质服务，教材办公室组织有关专家、技术人员和职业培训教学管理人员、教师，依据国家职业标准和企业对各类技能人才的需求，研发了职业技能培训鉴定教材。

新编写的教材具有以下主要特点：

在编写原则上，突出以职业能力为核心。教材编写贯穿“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以职业能力为核心”的理念，依据国家职业标准，结合企业实际，反映岗位需求，突出新知识、新技术、新工艺、新方法，注重职业能力培养。凡是职业岗位工作中要求掌握的知识和技能，均作详细介绍。

在使用功能上，注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求，教材力求体现职业培训的规律，反映职业技能鉴定考核的基本要求，满足培训对象参加各级各类鉴定考试的需要。

在编写模式上，采用分级模块化编写。纵向上，教材按照国家职业资格等级单独成册，各等级合理衔接、步步提升，为技能人才培养搭建科学的阶梯型培训架构。横向上，教材按照职业功能分模块展开，安排足量、适用的内容，贴近生产实际，贴近培训对象需要，贴近市场需求。

在内容安排上，增强教材的可读性。为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象，同时也便于培训对象迅速抓住重点，提高学习效率，在教材中精心设置了“培训目标”“特别提示”等栏目，以提示应该达到的目标，需要掌握的重点、难点和有关的扩展知识。另外，每个学习单元后安排了单元测



试题，方便培训对象及时巩固、检验学习效果。

本书在编写过程中得到天津市职业技能培训研究室、天津市中环天虹微电机有限公司、天津市涉外机电技术学校、河北工业大学的大力支持和热情帮助，在此一并致以诚挚的谢意。

编写教材有相当的难度，是一项探索性工作。由于时间仓促，不足之处在所难免，恳切希望各使用单位和个人对教材提出宝贵意见，以便修订时加以完善。

人力资源和社会保障部教材办公室



目 录

第1单元 电路与电磁场基础知识/1—28

第一节 电路基础知识/2

- 一、电路的基本概念
- 二、电路的状态
- 三、直流电路
- 四、交流电路

第二节 电磁场基础知识/18

- 一、磁场的基本概念
- 二、磁场对通电导体的作用
- 三、电磁感应

单元测试题/26

单元测试题答案/28

第2单元 机械基础知识/29—88

第一节 机械制图知识/30

- 一、识图
- 二、手工绘图
- 三、计算机绘图

第二节 常见机械零件及其性质/58

- 一、轴
- 二、轴承
- 三、键、销、螺钉

第三节 机械传动知识/68

- 一、带传动
- 二、齿轮传动
- 三、蜗杆传动



四、联轴器与离合器

第四节 钳工基本操作/74

一、整削

二、锉削

三、锯削

四、钻孔

五、螺纹加工

六、锡焊

七、装配连接

单元测试题/86

单元测试题答案/87

第3单元 电机的基本原理与构造/89—164

第一节 电机的分类和型号/90

一、电机的分类

二、电机的型号及类型

第二节 直流电动机的结构与工作原理/96

一、直流电动机的结构

二、直流电动机的工作原理

三、直流电动机的用途及分类

四、直流电动机的运行

第三节 异步电动机的结构与工作原理/102

一、三相异步电动机的结构

二、三相异步电动机的工作原理

三、三相异步电动机的机械特性

四、三相异步电动机的运行

五、单相异步电动机的结构与工作原理

第四节 电动机的控制设备与控制线路图/125

一、常用电气元件、电机的图形与文字符号

二、电动机的控制设备

三、控制设备线路图

第五节 电动机绕组/137

一、绕组的基本概念

二、三相异步电动机的绕组



三、单相异步电动机的定子绕组

四、直流电动机绕组

第六节 电动机的使用与维护/155

一、电动机的选用

二、电动机的使用与日常维护

单元测试题/162

单元测试题答案/164

第4单元 电机检修知识/165—220

第一节 电机检修常用工器具/166

一、常用电工工具

二、专用电工器具

第二节 常用电机材料/173

一、绝缘材料

二、导电材料

三、磁性材料

四、润滑剂

第三节 电机拆装的基本方法/189

一、电机的拆装步骤

二、联轴器的拆装方法

三、轴承外盖的拆装方法

四、端盖的拆装方法

五、轴承的拆装方法

六、转子的拆装方法

七、电动机机座的安装

八、电动机的校正

九、电动机传动装置的安装与校正

十、电动机操作开关的安装

十一、控制开关的安装

十二、熔断器的安装

十三、电压表和电流表的安装

十四、电动机接线盒的接线

第四节 电机维修的基本方法/199

一、电机的维修方法

二、电机清洗的基本方法



三、电机浸渍工艺

四、常用烘干方法

第五节 电机检修后的检查与试运转/207

一、电机的启动准备

二、电机修理后的试运转

三、电机电气试验

单元测试题/215

单元测试题答案/220

第5单元 安全知识/221—229

一、安全用电

二、触电紧急救护知识

三、消防知识

单元测试题/228

单元测试题答案/229

第 7 单元

电路与电磁场基础知识

- 第一节 电路基础知识 /2
- 第二节 电磁场基础知识 /18



第一节 电路基础知识



- 掌握电路的基本概念和电路的状态
- 掌握直流电路和交流电路的基本知识

一、电路的基本概念

电路是由电源、负载、导线和控制元件构成的电流路径。

1. 电源

电源是提供电能的设备。常见的电源有干电池、蓄电池和交、直流发电机等。

2. 负载

电源的负载也叫用电器（或电气设备），它是把电源提供的电能转化为其他形式能的装置，如电灯、电阻器、电动机等。

3. 导线

连接电源与负载的金属线叫导线，常用铜或铝材料制成，它是电能的传输通道。

4. 控制元件

控制元件又叫开关，用于控制电路的通断状态。常用开关有空气开关、按钮开关等。

二、电路的状态

电路的状态通常有三种，通路、断路和短路。

1. 通路

通路也叫闭路，是指电路形成闭合状态，电路中有电流通过，即有载工作状态。

2. 断路

断路也叫开路，是指电路断开，常常是负载的空载状态，此时负载电流等于零，端电压为电源电压。

3. 短路

短路可分为两种情况：一是电源的两极被一导线连接而直接形成回路；二是电路中某一部分负载两端被导线连接而使该部分电路短路。无论哪种短路，对电源和电路上的各类负载都是十分有害的。因此，在电路中必须装有熔断器等保护器件，以防短路。

三、直流电路

1. 基本物理量



(1) 电压。在电路中,任意两点的电位差称为该两点间的电压。 a 、 b 两点间的电压 U_{ab} 在数值上等于单位正电荷在电场力的作用下从 a 点移动到 b 点所做的功,即:

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q} \quad (1-1)$$

式中 W_{ab} ——电场所做的功, J (焦耳);

Q ——电荷量, C (库伦)。

电压的单位名称是伏特,简称伏,用符号 V 表示。通常定义:电场力把 1 C 电量的正电荷从 a 点移到 b 点,如果所做的功为 1 J,那么 a 、 b 两点间的电压就是 1 V。电压常用单位还有 kV、mV、 μ V,其换算关系是:

$$1 \text{ kV} = 1 \times 10^3 \text{ V} \quad 1 \text{ V} = 1 \times 10^3 \text{ mV} \quad 1 \text{ mV} = 1 \times 10^3 \mu\text{V}$$

(2) 电流。电荷的定向运动称为电流,并规定以正电荷移动的方向为电流的方向。电流的大小取决于在一定时间内通过导体横截面的电荷量的多少,并用单位时间内通过导体横截面的电量来表示电流的大小,用字母 I 表示。

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

式中 I ——电流强度, A (安培);

Q ——电荷量, C。

(3) 电流密度。在实际工作中,有时需要选择导线的粗细(截面),这就要用到电流密度这一概念。所谓电流密度就是当电流在导体的横截面上均匀分布时,该电流与导体横截面积的比值。电流密度 J 可用下式表示:

$$J = \frac{I}{S} \quad (1-3)$$

在式(1-3)中,当电流的单位为 A,面积的单位为 mm^2 时,电流密度的单位为 A/mm^2 。导线允许通过的电流大小随导体截面的不同而不同。例如, 1 mm^2 的铜导线允许通过 6 A 的电流; 2.5 mm^2 的铜导线允许通过 15 A 的电流; 120 mm^2 的铜导线允许通过 280 A 的电流。当导线中通过的电流超过允许电流时,导线将会发热,甚至造成事故。

例 1-1 某照明电路中需要通过 21 A 的电流,设铜导线的允许电流密度为 $6 \text{ A}/\text{mm}^2$,试问应采用多粗的铜导线?

$$\text{解: } S = \frac{I}{J} = \frac{21}{6} = 3.5 \text{ mm}^2$$

2. 欧姆定律

欧姆定律是电路的基本定律。它描述的是电压、电流和电阻之间的关系。它的内容是通过电阻的电流与电阻两端的电压成正比,与电阻成反比,即:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-4)$$

也可以写成:

$$U = IR$$

式中 U ——电阻两端施加的电压, V;



I ——电阻所通过的电流, A;

R ——电阻, Ω (欧姆)。

欧姆定律具有普遍性, 在交流电路、磁路中, 均具有欧姆定律的形式。

3. 电阻的串联和并联

(1) 电阻的串联。如图 1—1a 所示的电路是由三个电阻构成的串联电路。串联电路的特点如下:

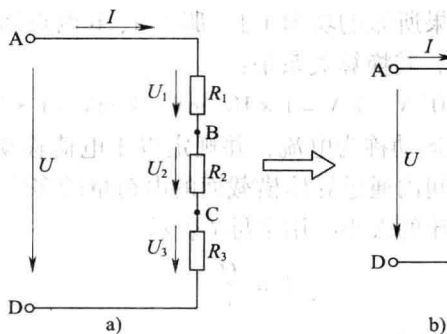


图 1—1 电阻的串联及其等效电路

a) 基本的串联电路 b) 等效电路

1) 电路中流过每个电阻的电流都相等, 即:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n \quad (1-5)$$

2) 电路两端的总电压等于各电阻两端的电压之和, 即:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots + U_n \quad (1-6)$$

3) 电路的总电阻等于各串联电阻之和, 即:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n \quad (1-7)$$

在分析电路时, 为了方便起见, 常用一个电阻来表示几个串联电阻的总阻值, 这个电阻叫等效电阻。如图 1—1b 所示就是采用等效电阻后的等效电路。

4) 电路中各电阻上的电压与各电阻的阻值成正比, 即:

$$U_n = \frac{R_n}{R} U \quad (1-8)$$

式 (1—8) 中 R_n 越大, 它所分配的电压 U_n 也越大。此式常称为分压公式, $\frac{R_n}{R}$ 称为分压比。

(2) 电阻的并联。如图 1—2a 所示的电路是由三个电阻构成的并联电路。并联电路的特点如下:

1) 电路中各电阻两端电压相等, 并且等于电路两端的电压, 即:

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \cdots = U_n \quad (1-9)$$

2) 电路的总电流等于各电阻中的电流之和, 即:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n \quad (1-10)$$

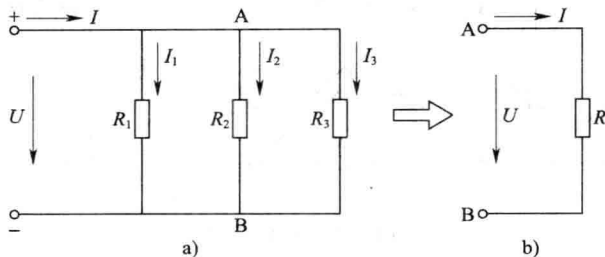


图 1—2 电阻的并联及其等效电路

a) 基本的并联电路 b) 等效电路

3) 电路的等效电阻 (即总电阻) 的倒数, 等于各并联电阻的倒数之和, 即:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad (1-11)$$

计算出总电阻后, 如图 1—2a 所示的电路就可等效为如图 1—2b 所示的电路了。

4) 在电阻并联电路中, 各支路分配的电流与支路的电阻值成反比, 即:

$$I_n = \frac{R}{R_n} I \quad (1-12)$$

式 (1—12) 中电阻 R_n 越大, 通过它的电流就越小; R_n 越小, 通过它的电流就越大。此式常称为分流公式, $\frac{R}{R_n}$ 称为分流比。

(3) 混联电路。电路中电阻元件既有串联又有并联的连接方式称为混联。混联电路在实际电路中经常出现, 如图 1—3 所示的电路就是一些电阻的混联电路。

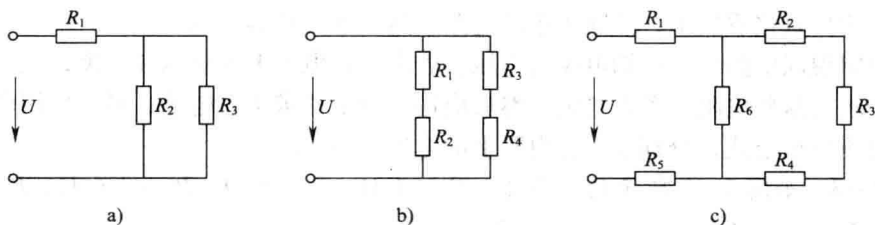


图 1—3 三种电阻混联电路

对于某些较为繁杂的电阻混联电路, 如果不能判别出各电阻的串、并联关系, 就无法求得等效电阻。比较有效的方法就是先画出等效电路图, 即把原电路整理成较为直观的串、并联关系的简单电路图, 然后再计算其等效电阻。

等效电路图的画法: 首先在原电路图中, 给每一个连接点标注一个字母 (同一导线相连的各连接点只能用同一字母), 按顺序将各字母沿水平方向排列, 待求端的字母置于始终两端, 最后将各电阻依次填入相应的字母之间。

例 1—2 求图 1—4a 所示电路 AB 间的等效电阻 R_{AB} 。其中 $R_1 = R_2 = R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = R_5 = 4 \Omega$ 。

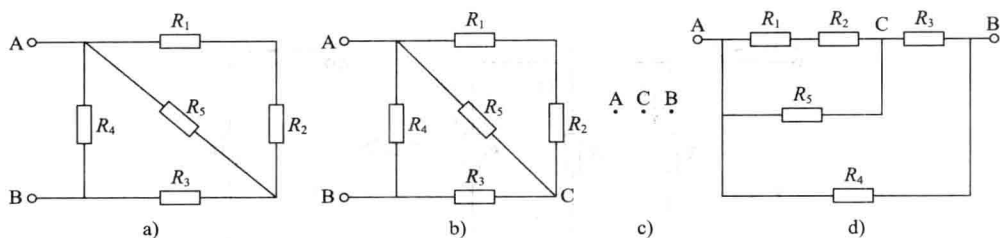


图 1—4 例 1—2 图

解: (1) 按要求在原电路中标出字母 C, 如图 1—4b 所示。

(2) 将 A、B、C 各点沿水平方向排列, 如图 1—4c 所示。

(3) 将 $R_1 \sim R_5$ 依次填入相应的字母之间。 R_1 与 R_2 串联在 A、C 间, R_3 在 B、C 之间, R_4 在 A、B 之间, R_5 在 A、C 之间, 即可画出等效电路图, 如图 1—4d 所示, 其电阻间的串、并联关系一目了然。

(4) 由等效电路可求出 AB 间的等效电阻, 即:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 2 + 2 = 4 \Omega$$

$$R_{1,2,5} = \frac{R_{1,2} \times R_5}{R_{1,2} + R_5} = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2 \Omega$$

$$R_{1,2,5,3} = R_{1,2,5} + R_3 = 2 + 2 = 4 \Omega$$

$$R_{AB} = R_{1,2,5,3} // R_4 = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2 \Omega$$

以上介绍的等效变换方法, 并不是唯一求解等效电阻的方法, 还有一些其他方法, 如利用电流的流向及电流的分、合, 画出等效电路图法; 利用电路中各等电位点分析电路, 画出等效电路的方法等。但无论哪一种方法, 都是将不易看清的串、并联关系电路, 等效为可直接看出串、并联关系的电路, 然后求出其等效电阻。

在电阻混联电路中, 已知电路总电压, 若求解各电阻上的电压和电流, 其步骤一般是: 首先求出这些电阻的等效电阻; 然后应用欧姆定律求出总电流; 最后应用电流分流公式和电压分压公式, 分别求出各电阻上的电压和电流。

例 1—3 如图 1—5 所示的电路中, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 3.6 \Omega$, $R_4 = 4 \Omega$, $R_5 = 0.6 \Omega$, $R_6 = 1 \Omega$, $E = 4 \text{ V}$ 。求各支路电流和电压 U_{AB} 、 U_{CB} 。

解: (1) 计算电路的等效电阻 R :

$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \times 6}{4 + 6} = 2.4 \Omega$$

$$R_{1,2,3} = R_{1,2} + R_3 = 2.4 + 3.6 = 6 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4} = \frac{R_{1,2,3} R_4}{R_{1,2,3} + R_4} = \frac{6 \times 4}{6 + 4} = 2.4 \Omega$$

$$R = R_{1,2,3,4} + R_5 + R_6 = 2.4 + 0.6 + 1 = 4 \Omega$$

(2) 计算电路总电流 I :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{4}{4} = 1 \text{ A}$$

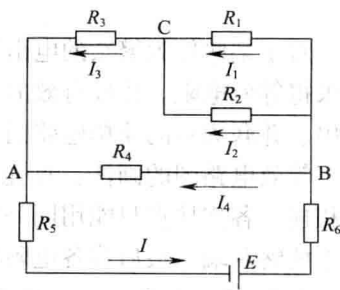


图 1—5 例 1—3 图



(3) 计算各支路电流及电压 U_{AB} 、 U_{CB} ：

应用分流式 (1—12) 得：

$$I_4 = \frac{R_{1,2,3}}{R_{1,2,3} + R_4} I = \frac{6}{6 + 4} \times 1 = 0.6 \text{ A}$$

$$I_3 = I - I_4 = 1 - 0.6 = 0.4 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_3 = \frac{6}{4 + 6} \times 0.4 = 0.24 \text{ A}$$

$$I_2 = I_3 - I_1 = 0.4 - 0.24 = 0.16 \text{ A}$$

根据欧姆定律式 (1—4) 得：

$$U_{AB} = -I_4 R_4 = -0.6 \times 4 = -2.4 \text{ V}$$

$$U_{CB} = -I_1 R_1 = -0.24 \times 4 = -0.96 \text{ V}$$

或

$$U_{CB} = -I_2 R_2 = -0.16 \times 6 = -0.96 \text{ V}$$

4. 复杂电路的分析方法

无法用串、并联关系进行简化的电路称为复杂电路。复杂电路可以包含任意数目的电阻和电源，如图 1—6 所示。对于复杂电路，仅仅应用欧姆定律是不够的，可以用基尔霍夫定律来分析。常用的分析方法有：支路电流法、节点电压法、叠加原理、戴维南定理及非线性电阻电路的图解法等。

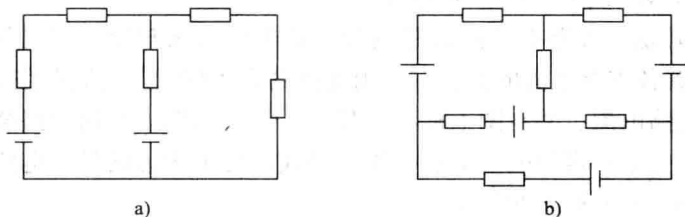


图 1—6 两种复杂电路示例

(1) 基尔霍夫第一定律。基尔霍夫第一定律也称节点电流定律。其内容是：电路中任意一个节点上，流入节点的电流之和等于流出该节点的电流之和，即：

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \quad (1-13)$$

如图 1—7 所示，有五条支路会聚于 A 点，其中 I_1 和 I_3 是流入节点的， I_2 、 I_4 和 I_5 是流出节点的，于是可得：

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5 \quad \text{或} \quad I_1 + I_3 - I_2 - I_4 - I_5 = 0$$

如果规定流入节点的电流为正，流出节点的电流为负，那么基尔霍夫第一定律内容也可以叙述为：电路中任意一个节点上，电流的代数和恒等于零，即：

$$\sum I = 0$$

(2) 基尔霍夫第二定律。基尔霍夫第二定律也称回路电压定律。其内容是：对于电路中的任一回路，沿回路绕行方向各段电压的代数和等于零，其表达式为：

$$\sum U = 0 \quad (1-14)$$

如图 1—8 所示，回路 abcdea 表示复杂电路中的一个回路（其余回路没有画出来）。