
以下内容选自何希辉编写、北京科技出版社出版的《药物分析》一书。

第二章 药物分析基础

第一节 药品检验的相关基础

一、药品检验工作的基本程序

(一) 药品检验的取样、检验、记录和检验报告

1. 取样

取样是指从一批产品中,按取样规则抽取一定数量具有代表性的样品供检验用。为使取样具有代表性,对生产规模的固体原料要用取样探子取样,取样量因产品数量不同而不同。设总件数为 n ,则: $n \leq 3$ 时,每件取样; $3 < n \leq 300$ 时,取样件数为 $\sqrt{n}+1$; $n > 300$ 时,取样件数为 $\sqrt{n}/2+1$ 。制剂取样视具体情况而定。一次取得的样品至少可供3次检验用;取样时应填写取样记录,取样容器和被取样包装上应贴上标签。

2. 检验

检验是根据药品质量标准对样品进行检测,将检测结果与标准规定比较来判断是否符合要求。

3. 记录

检验记录应真实、完整、简明、具体。主要内容包括:检品的名称、批号、规格、数量、来源(取样或送样部门或单位)、取样方法、外观性状、包装情况、检验目的、检验项目、依据、检验方法;取样日期或收到日期、报告日期。检验中观察到的现象、检验数据(有计算式)、结论及处理意见、检验者签名或盖章、复核者签名或盖章等。完成检验记录后,应由另一人对记录内容、计算结果进行复核。

4. 检验报告

检验后出具检验报告书,主要内容按如下顺序书写:供试品名称、批号、规格、数量、来源、外观性状、包装情况、检验目的、检验项目、检验依据、取样日期或收到日期、报告日期、检验结果、结论、检验人、复核人、负责人签名或盖章。

检验报告是对药品质量检验结果的证明书,结论必须明确。

二、药品检验标准操作规范的基本内容

为了促进药品检验实验操作的规范化、标准化,中国药品生物制品检定所组织编写了《中国药品检验标准操作规范》一书。《中国药品检验标准操作规范》根据《中国药典》附录中收录的剂型和相关检测方法编写,基本包涵了药品检验的所有方法和标准,是执行药典标准的重要补充。

《中国药品检验标准操作规范》的基本内容包括:1)简述,2)仪器与用具,3)操作方法,4)注意事项,5)记录与计算,6)结果与判定

三、常用计量器具的使用和校正

(一) 分析天平的正确使用

分析天平是定量分析工作中最基本、最常用的精密称量仪器,其称量的准确度对分析结果的

影响很大,因此,必须掌握分析天平的正确使用方法,并按规定对分析天平进行校正和检定。

分析天平按称量原理可粗略分为机械天平和电子天平两类。药物分析实验室常用的分析天平的感量有 0.1mg、0.01mg、0.001mg 三种,选用天平时,应根据取样量和精度要求,选择适当感量的天平。使用天平称取样品时,基本称量方法有减量法和增量法两种。

(二) 常用分析仪器的校正

药物分析实验室常用的分析仪器主要有旋光仪、折光计、pH 计、紫外-可见分光光度计、液相色谱仪、气相色谱仪、红外分光光度计等。各种分析仪器均应按使用说明书和《中国药典》附录的有关要求进行校正和定期检定。

1. 旋光计 可用标准石英旋光管进行,读数误差应符合规定。
2. 折光计 测定用的折光计需能读数至 0.0001,测量范围 1.3~1.7。测定前,折光计读数应用校正用棱镜或水进行校正,水的折光率 20°C 时为 1.3330,25°C 时为 1.3325,40°C 时为 1.3305。
3. pH 计 (酸度计) 用标准缓冲液进行校正。《中国药典》常用的标准缓冲液有:草酸三氢钾标准缓冲液、邻苯二甲酸氢钾标准缓冲液、磷酸盐标准缓冲液 (pH6.8)、磷酸盐标准缓冲液 (pH7.4)、硼砂标准缓冲液。

4. 紫外-可见分光光度计

(1) 波长校正 由于温度变化对机械部分的影响,仪器的波长经常会略有变动,因此除应定期对所用的仪器进行全面校正检定外,还应于测定前校正测定波长。常用汞灯中的几根较强谱线或用仪器中氙灯的 486.02nm 与 656.10nm 谱线进行校正,钡玻璃在数个特定波长处有尖锐吸收峰,也可作波长校正用,但因来源不同会有微小的差别,使用时应注意。仪器波长的允许误差为:紫外光区 $\pm 1\text{nm}$,500nm 附近 $\pm 2\text{nm}$ 。

(2) 吸光度的准确度 可用重铬酸钾的硫酸溶液检定。取在 120°C 干燥至恒重的基准重铬酸钾约 60mg,精密称定,用 0.005mol/L 硫酸溶液溶解并稀释至 1000ml,在规定的波长处测定并计算其吸收系数,并与下表规定的吸收系数比较,应符合下表中的规定。

波长/nm	235 (最小)	257 (最大)	313 (最小)	350 (最大)
吸收系数 $E_{1\text{cm}}^{1\%}$	124.5	144.0	48.6	106.6
允许范围	123.0~126.0	142.8~146.2	47.0~50.3	105.5~108.5

(3) 杂散光的检查 可按下表的试剂和浓度,配制成水溶液,置 1cm 石英吸收池中,在规定的波长处测定透光率,应符合表中的规定。

试剂	浓度% (g/ml)	测定用波长 (nm)	透光率 (%)
碘化钠	1.00	220	< 0.8
亚硝酸钠	5.00	340	< 0.8

5. 红外分光光度计

(1) 波数的准确性 用聚苯乙烯薄膜 (厚度约为 0.04mm) 校正仪器,绘制其光谱,用 3027 cm^{-1} 、2851 cm^{-1} 、1601 cm^{-1} 、1028 cm^{-1} 、907 cm^{-1} 处的吸收峰对仪器的波数进行校正。《中国药典》要求,在 3000 cm^{-1} 附近的波数误差应不大于 5 cm^{-1} ,在 1000 cm^{-1} 附近的波数误差应不大于 1 cm^{-1} 。

(2) 仪器的分辨率 用以上聚苯乙烯薄膜的红外光谱图进行分辨率检查,要求在 3110~2850 cm^{-1} 范围内应能清晰地分辨出 7 个峰,峰 2851 cm^{-1} 与谷 2870 cm^{-1} 之间的分辨深度不小于 18% 透光率,峰 1583 cm^{-1} 与谷 1589 cm^{-1} 之间的分辨深度不小于 12% 透光率。仪器的标称

分辨率，除另有规定外，应不低于 2cm^{-1} 。

（三）常用玻璃量器的正确使用和校正

实验室常用的玻璃量器有移液管、容量瓶、滴定管、量筒和量杯等。玻璃量器应定期进行校正。校正玻璃量器的方法通常为：在一定温度下，以该容器装入或放出水的重量，再除以该温度时水的密度，计算出量器的体积，并与玻璃容器的标示容积比较，其误差应小于规定的允许误差。

1. 容量瓶：将供试品准确稀释至一定体积时，需使用容量瓶。
2. 移液管：准确量取一定体积的液体时，需使用移液管。
3. 滴定管：容量分析时用于滴加滴定液并测量加入滴定液体积的量器。

第二节 药物分析数据的处理

阅读提示：学习这一部分的内容，除了明确相关概念的含义外，更重要的是相关知识的实际应用，如误差的计算、不同来源误差的针对性减免方法、有效数字修约和运算规则的实际应用等，可关注文中所举实际例子。

一、误差

误差是测量值对真实值的偏离，是衡量测量准确度高低的尺度，误差越小，测量的准确性越高。误差按计算方法的不同，可分为绝对误差和相对误差；按来源不同又可分为系统误差和偶然误差。

（一）绝对误差和相对误差

1. 绝对误差：绝对误差是测量值与真实值之差。测量值 (χ)、真实值和绝对误差 (δ) 的关系为：

$$\delta = \chi - \mu$$

δ 有单位和方向 (\pm)，其单位与测量值的单位相同，测量值越接近真实值，绝对误差越小，反之越大。

2. 相对误差：相对误差表示误差在测量值中所占的比例，为绝对误差与真实值的比值。无单位，有方向 (\pm)。测量值 (χ)、真实值和相对误差的关系为：

$$\text{相对误差} = \frac{\delta}{\mu} \times 100\% = \frac{\chi - \mu}{\mu} \times 100\%$$

3. 举例

对某片剂进行含量测定，若其真实含量为 $0.2003\text{mg}/\text{片}$ ，用某种方法测得的含量为 $0.2018\text{mg}/\text{片}$ ，则：

$$\text{绝对误差} = 0.2018 - 0.2002 = 0.0016 \text{ (mg/片)}$$

$$\text{相对误差} = \frac{0.2018 - 0.2002}{0.2002} \times 100\% = 0.80\%$$

（二）系统误差和偶然误差

1. 系统误差

系统误差是由于某种确定的原因引起的，一般有固定的大小和方向，重复测定（方法、仪器、试剂、操作）时重复出现。根据来源，系统误差可分为以下四种：

- （1）方法误差：由于分析方法本身不完善或方法选用不当造成的误差。

(2) 试剂误差：由于试剂不符合要求而造成的误差，如试剂不纯等。试剂误差可通过更换试剂减少甚至避免，也可通过空白试验加以校正。

(3) 仪器误差：由于仪器不准或仪器选用不当造成的误差。如称量时使用的天平灵敏度低、量程与取样量不匹配、所用砝码本身质量不准确，滴定管、移液管、容量瓶的刻度不够准确等造成的误差。

(4) 操作误差：由于分析者操作不当造成的误差。例如，容量分析中对滴定终点颜色变化的判断不当，或未按仪器正确的操作规程进行操作等引起的误差。

2. 偶然误差

即随机误差，由偶然原因引起的。例如实验室温度、湿度的变化、仪器电压的偶然波动等造成的误差。偶然误差服从正态分布规律，即大误差出现的概率小，小误差出现的概率大，正、负误差出现的几率大致相同。

(三) 减免误差的方法

根据上述误差的来源，可从以下方面来减免测量误差、提高分析准确度：

1. 减少测量过程中的系统误差：例如，选择合适的分析方法减免方法误差；通过更换试剂减免试剂误差；通过在使用前校正仪器、选用符合要求的仪器或用校正正值对结果进行校正来减小仪器误差；按要求（如 SOP）正确操作减免操作误差；通过对照试验、空白试验和回收试验减免方法、试剂、仪器、操作等引入的误差。

2. 减少测量过程中的偶然误差：根据偶然误差出现的规律，可通过增加平行测定的次数，以平均值作为最后结果，以减少测定的偶然误差。

二、有效数字

(一) 有效数字、有效数字的修约及运算法则

1. 有效数字

在科学实验中，由于受到测量过程中各种因素（如分析方法、仪器精度等）的影响，测量结果的准确度是有一定限度的，简单地说，测量值只可能无限接近真实值，而几乎不可能等于真实值。测量值的记录，必须与测量的准确度相符合。在分析工作中实际上能测量到的数字，称为有效数字。对于有效数字，只允许最末一位欠准，即所记录的测量结果的最末一位为可疑数字，而其只能上下差 1。在测量和计算时，要根据测量所能达到的准确度确定有效数字的位数，即保留一位可疑数值，因为超过有效数字的位数再多也不可能提高结果的可靠性。从 0~9 这 10 个数字中，有效数字的位数是从第一个非 0 数字开始计算，后面所有的数字均为有效数字，而此前的 0 作为定位用的数字。

举例：0.02100 和 0.2100 均为四位有效数字，0.0210 为三位有效数字，0.021 为两位有效数字。有效数字也可用 10 的幂表示，如上述几个有效数字可分别表示为 2.100×10^{-2} ， 2.100×10^{-1} ， 2.10×10^{-2} ， 2.1×10^{-2} ，有效数字的位数不变。

2. 有效数字的修约

在计算时，由于各测量值的有效数字位数可能不同，需舍弃多余的尾数，对有效数字进行修约，其修约规则有：

(1) 四舍六入五留双：对于被修约的那个数字，小于或等于 4 时舍弃，大于或等于 6 时进位；等于 5 时，看其后有无数字，若无数字，则看前一位数字的奇偶决定是否进位，前一位为奇数就进位，总之使进位后末位数为偶数（即留双），若 5 后还有数字，则宜进位。举例：下列数字，若保留两位有效数字时，分别修约为：2.0521→2.1（五后有数要进）；0.155→0.16；0.165→0.16（五后没数看前方）。

(2) 一次修约到位，不能分次修约。举例：4.1349 修约为三位有效数字是 4.13，而不是先

修约为 4.135，再修约为 4.14。

(3) 运算时，可先多保留一位有效数字，尔后再修约。

(4) 修约标准偏差或其他表示不确定的数字时，修约的结果应使准确度的估计值变得更差。

举例：对标准偏差 0.213，如取两位有效数字，宜修约为 0.22，取一位有效数字宜为 0.3。

3. 有效数字运算法则

在计算分析结果时，必须根据误差传递规律，按有效数字的运算法则，合理取舍，才不致影响结果准确度的表达。有效数字运算的一般法则是：

(1) 在加、减法中，和、差的误差是各数值绝对误差传递的结果，所以结果的绝对误差必须与各数中绝对误差最大的那个相当。为便于计算，可按照各数值中小数点后位数最少的那个数值保留其他各数的位数，再相加减。

(2) 在乘、除法中，积、商的误差是各数值相对误差传递的结果，所以结果的相对误差必须与各数中相对误差最大的那个相当。为便于计算，可按照各数值中有效数字最少的那个数值保留其他各数的位数，再相乘除。

举例：

$$\begin{array}{r} 0.5362 \\ 0.001 \\ + 0.25 \\ 0.79 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4.2568 \\ - 3.25 \\ 1.01 \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} 0.12 \times 9.6732 = 0.12 \times 9.67 = 1.2 \end{array} \right.$$

第三节 药品质量标准分析方法的验证

阅读提示：学习这一部分的内容，应明确各种验证参数的含义和验证方法，以及不同分析项目所要求的验证内容。

《中国药典》从 2000 年版起收录了“药品质量标准分析方法验证指导原则”。分析方法验证的目的是证明采用的方法适合于相应检测要求。在起草药品质量标准、药物生产方法变更、制剂的组分变更或对原分析方法进行修订时，需对质量标准分析方法进行验证。

分析方法验证主要涉及以下三个方面：

(1) 需要验证的分析项目：分析项目是为控制药品质量，保证安全有效而设定的测试项目。根据分析项目的设定目的和验证内容的不同要求，需验证的分析项目分为鉴别、杂质检查（限度试验、定量试验）、定量测定（含量测定、溶出度、释放度等）、其他特定检测项目等四类。

(2) 分析方法：指的是为完成上述各检测项目而设定和建立的测试方法，一般包括分析方法原理、仪器及仪器参数、试剂、系统适用性试验、供试品溶液制备、对照品溶液制备、测定、计算及测试结果的报告等。同一测试方法可用于不同的检测项目，但验证内容可不相同。

(3) 验证内容：有准确度、精密度（包括重复性、中间精密度和重现性）、专属性、检测限、定量限、线性、范围和耐用性。

一、准确度

准确度系指用该方法测定的结果与真实值或认可的参考值接近的程度，一般以回收率（%）表示。

1. 含量测定方法的准确度

(1) 原料药可用已知纯度的对照品或样品进行测定，或用本法所得结果与已建立准确度的另一方法测定的结果进行比较。

(2) 制剂可用含已知量被测物的各组分混合物进行测定。如不能得到制剂的全部组分，可向制剂中加入已知量的被测物进行测定，或与另一个已建立准确度的方法比较结果。

2. 杂质定量测定的准确度

可向原料药或制剂中加入已知量杂质进行测定。如果不能得到杂质或降解产物，可用本法测定结果与另一成熟的方法进行比较，如药典标准方法或经过验证的方法。如不能测得杂质或降解产物的相对响应因子，则可用原料药的响应因子。应明确证明单个杂质和杂质总量相当于主成分的重量比(%)，或是面积比(%)。

3. 数据要求在规定范围内，至少用9次测定结果进行评价，例如制备3个不同浓度的样品，各测定3次。应报告已知加入量的回收率(%)，或测定结果平均值与真实值之差及其可信限。

二、精密度

精密度系指在规定的测试条件下，同一个均匀样品，经多次取样测定所得结果之间的接近程度。精密度一般用偏差(d)、标准偏差(SD)或相对标准偏差(RSD)表示。若对同一样品重复测定 n 次，第 i 次测定结果为 x_i ， n 此测定结果的平均值为 \bar{x} ，则有：

$$d = x_i - \bar{x}; \quad SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

含量测定和杂质定量测定应考虑方法的精密度：

1. 重复性 在相同条件下，由一个分析人员测定所得结果的精密度称为重复性。在规定范围内，至少用9次测定结果进行评价，如制备3个不同浓度的样品，各测定3次，或把被测物浓度当作100%，用至少测定6次的结果进行评价。

2. 中间精密度 在同一个实验室，不同时间由不同分析人员用不同设备测定结果的精密度，称为中间精密度。为考察随机变动因素对精密度的影响，应设计方案进行中间精密度试验。变动因素为不同日期、不同分析人员、不同设备。

3. 重现性 在不同实验室由不同分析人员测定结果的精密度，称为重现性。当分析方法将被法定标准采用时，应进行重现性试验。如建立药典分析方法时通过协同检验得出重现性结果，协同检验的过程、重现性结果均应记载在起草说明中。

4. 数据要求 均应报告标准偏差、相对标准偏差和可信限。

三、专属性

专属性系指在其他成分(如杂质、降解产物、辅料等)可能存在的情况下，采用的方法能准确测定出被测物的特性。鉴别反应、杂质检查、含量测定方法，均应考察其专属性。如方法不够专属，应采用多个方法予以补充。

四、检测限

检测限系指试样中被测物能被检测出的最低量。确定检测限的常用方法如下：

1. 非仪器分析目视法 用已知浓度的被测物，试验出能被可靠地检测出的最低浓度或量。

2. 信噪比法 用于能显示基线噪声的分析方法，即把已知低浓度试样测出的信号与空白样品测出的信号进行比较，算出能被可靠地检测出的最低浓度或量。一般以信噪比为3:1或2:1时相应的浓度或注入仪器的量确定检测限。

3. 数据要求应附测试图谱，说明测试过程和检测限结果。

五、定量限

定量限指样品中被测物能被定量测定的最低量，其测定结果应具一定准确度和精密度。杂质和降解产物用定量测定方法研究时，应确定定量限。

常用信噪比法确定定量限。一般以信噪比为 10：1 时相应的浓度或注入仪器的量进行确定。

提示：检测限和定量限的区别在于：定量限对精密度和准确度有一定的要求，而检测限对精密度和准确度不作要求。

六、线性

线性指在设计的范围内，测试结果与试样中被测物浓度直接呈正比关系的程度。

应在规定的范围内测定线性关系。可用一贮备液经精密稀释，或分别精密称样，制备一系列供试样品进行测定（至少制备 5 份供试样品）。以测得的响应信号作为被测物浓度的函数作图，观察是否呈线性，再用最小二乘法进行线性回归。必要时，响应信号可经数学转换，再进行线性回归计算。

数据要求：应列出回归方程的相关系数和线性图。

七、范围

范围系指能达到一定精密度、准确度和线性的测试方法适用的高低限浓度或量的区间。

范围应根据分析方法的具体应用和线性、准确度、精密度结果和要求确定。原料药和制剂含量测定，范围应为测试浓度的 80%~120%；制剂含量均匀度检查，范围应为测试浓度的 70%~130%，根据剂型特点，如气雾剂、喷雾剂，范围可适当放宽，溶出度或释放度中的溶出量测定，范围应为限度的±20%；如规定限度范围，则应为下限的-20%至上限的+20%；杂质测定，研究时，范围应根据初步实测，拟订出规定限度的±20%。如果含量测定与杂质检查同时测定，用百分归一化法，则线性范围应为杂质规定限度的-20%至含量限度（或上限）的+20%。

八、耐用性

耐用性指在测定条件有小的变动时，测定结果不受影响的承受程度，为常规检验提供依据。开始研究分析方法时，就应考虑其耐用性。经试验，应说明小的变动能否通过设计的系统适用性试验，以确保方法有效。

典型的变动因素有：被测溶液的稳定性，样品提取次数、时间等。

液相色谱法中典型的变动因素有：流动相的组成和 pH 值，不同厂牌或不同批号的同类型色谱柱，柱温，流速等。

气相色谱法变动因素有：不同厂牌或批号的色谱柱、固定相，不同类型的担体、柱温，进样口和检测器温度等。

九、不同检验项目的验证内容

不同的检验项目对方法验证指标要求有所不同，上述 8 个指标在不同检验项目中的要求总结如下表。

表 1-2 不同检验项目对验证内容的要求

项目 内容	鉴别	杂质检查		含量测定及 溶出量测定
		定量测定	限度检查	

准确度	-	+	-	+
精密度	-	-	-	+
专属性	+	+	+	+
检测限	-	-	+	-
定量限	-	+	-	-
线性	-	+	-	+
范围	-	+	-	+
耐用性	+	+	+	+

第二节 非水溶液滴定法

非水溶液滴定法是在非水溶剂中进行的滴定分析法。非水溶剂包括有机溶剂和不含水的无机溶剂。采用非水溶剂作为滴定介质，不仅能增大有机化合物的溶解度，而且能改变物质的化学性质（酸碱性及强度），使在水中不能滴定的滴定反应能够顺利进行，从而扩大了滴定分析的应用范围。

一、非水碱量法

1. 常用溶剂

非水碱量法宜采用给出质子倾向较强的酸性溶剂，如冰醋酸、甲酸、丙酸、硫酸等，通常选用冰醋酸。

2. 高氯酸滴定液（0.1mol/L）的配制和标定

非水碱量法通常使用高氯酸的冰醋酸溶液作为滴定液，因为高氯酸在冰醋酸中有较强的酸性，且绝大多数有机碱类药物的高氯酸盐易溶于有机溶剂，利于滴定进行。

配制：取无水冰醋酸（按含水量计算，每 1g 加醋酐 5.22mL）750mL，加入高氯酸（70%~72%）8.5mL，摇匀，在室温下缓缓地加醋酐 24mL，边加边摇，加完后再振摇均匀，放冷，加无水冰醋酸使成 1000mL，摇匀，放置 24 小时。

标定：取在 105℃干燥至恒重的基准邻苯二甲酸氢钾约 0.16g，精密称定，加无水冰醋酸 20mL 使溶解，加结晶紫指示液 1 滴，用本液缓缓滴定至蓝色，并将滴定结果用空白试验校正。每 1mL 高氯酸滴定液（0.1mol/L）相当于 20.42mg 的邻苯二甲酸氢钾。根据本液的消耗量和邻苯二甲酸氢钾的取用量，计算本液浓度，即得。

标定结果的计算：

$$C = \frac{W \times 10^3 \times 0.1}{20.42 \times (V - V_0)} \quad (\text{mol/mL})$$

式中，W 为基准邻苯二甲酸氢钾的取样量（g），V 和 V_0 分别为标定时滴定和空白消耗的高氯酸滴定液的体积（mL）。

提示：市售高氯酸为含 HClO_4 70.0%~72.0%的水溶液，需加计算量的醋酐除去水分；高氯酸与醋酐混合时发生剧烈反应而放出大量热量，因此配制时先用冰醋酸将高氯酸稀释后，再在不断搅拌下缓缓滴加醋酐适量。测定一般样品，醋酐的量可稍多于计算量；若所测供试品易乙酰化如芳香第一胺或第二胺时，则需用水份测定法测定本液的含水量，再用水和醋酐调节本液的含水量为 0.01~0.2%。高氯酸的冰醋酸溶液，当室温低于 16℃ 时会结冰而影响使用，此时可改用醋酸—醋酐（9：1）的混合溶剂配制。

因为冰醋酸的体膨胀系数（ $1.1 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$ ）较水的体膨胀系数（ $0.21 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$ ）大约五倍，体积随温度改变较大，所以高氯酸冰醋酸溶液滴定样品时和标定时温度若有差别，应重新标定（滴定和标定时温差超过 10℃）或按校正公式进行校正（滴定和标定时温差未超过 10℃）。

3 常用指示剂

非水碱量法中常使用结晶紫作为指示剂，此外，还有喹哪啶红及 α -萘酚苯甲醇等。

4 应用

非水碱量法主要用于含氮碱性有机药物及其氢卤酸盐、磷酸盐、硫酸盐或有机酸盐的含量测

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/608113065141006121>