

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2054—2023

多功能血气分析仪校准规范

Calibration Specification for Multifunctional Blood Gas Analyzers

2023-06-30 发布

2023-12-30 实施

国家市场监督管理总局 发布

多功能血气分析仪

校准规范

Calibration Specification for

Multifunctional Blood Gas Analyzers

JJF 2054—2023
代替 JJG 553—1988

归口单位：全国生物计量技术委员会

主要起草单位：江苏省计量科学研究院

参加起草单位：中国计量科学研究院

北京市计量检测科学研究院

上海市计量测试技术研究院

张家港市第一人民医院

本规范委托全国生物计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

崔宏恩（江苏省计量科学研究院）

张 超（江苏省计量科学研究院）

封志明（江苏省计量科学研究院）

参加起草人：

米 薇（中国计量科学研究院）

王晓阳（北京市计量检测科学研究院）

黄天浩（上海市计量测试技术研究院）

袁董瑶（张家港市第一人民医院）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(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 测量标准及其他设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 示值误差	(3)
7.2 重复性	(4)
7.3 携带污染率	(4)
7.4 线性	(4)
8 校准结果表达	(5)
8.1 校准结果处理	(5)
8.2 校准结果的测量不确定度	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 缩略语	(6)
附录 B 气体张力法	(7)
附录 C 血气分析仪的测量原理	(9)
附录 D 标准溶液配制方法	(11)
附录 E 校准原始记录格式	(13)
附录 F 校准证书（内页）格式	(16)
附录 G 测量不确定度评定示例	(17)
参考文献	(27)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范与 JJG 553—1988 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

——由检定规程改成校准规范；

——名称由“血液气体酸碱分析仪”改为“多功能血气分析仪校准规范”；

——根据对校准项目和校准方法的修改，对适用范围、引用文件、术语和计量单位、概述进行了增减（见 1、2、3、4）；

——根据 YY/T 0589—2016《电解质分析仪》、CLSI C46-A2 血气和 pH 分析及相关测量；批准指南 第二版（Blood Gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline—Second Edition）、CLIA’ 88 能力验证计划的分析质量要求（Proficiency Testing Regulations Related to Analytes and Acceptable Performance）和 NCCL-C-05-2020 血气和酸碱分析（Blood Gases and Electrolytes）修改完善了计量特性、标准器及配套设备、校准项目和校准方法（见 5、6、7）；

——新增了缩略语、气体张力法、血气、pH 及相关分析物仪器中使用的测量技术、标准溶液配制方法作为附录（见附录 A、附录 B、附录 C、附录 D）；

——根据新的校准方法重新进行了不确定度评定（见附录 G）；

本规范历次版本发布情况为：

——JJG 553—1988。

多功能血气分析仪校准规范

1 范围

本规范适用于电化学和光学测量原理的多功能血气分析仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

YY/T 0589—2016 电解质分析仪

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

YY/T 0589—2016 中界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 CO₂和 O₂的分压 partial pressure of CO₂ and O₂

在平衡溶液中 CO₂和 O₂以气相存在的压力。

注：

1 “分压”表示该气体是特定环境中总气体压力的一部分。

2 其常规单位是毫米汞柱，用符号 mmHg 表示，在国际单位制（SI）中，压力（分压）的计量单位是千帕（kPa），两种单位之间的换算关系是 1 mmHg = 0.133 kPa。

[来源：CLSI C46-A2，4.1.2，有修改]

3.2 总血红蛋白浓度 concentration of total hemoglobin, c_t (Hb)

所有有活性和无活性（相对于氧结合能力）血红蛋白浓度的总和。

注：

1 活性成分是 O₂Hb 和 HHb，非活性成分（异常血红蛋白）包括 COHb、MetHb 和 SulfHb。

2 据报道，还有极少数尚未确定的成分，但实际上这些成分的浓度极低，可忽略不计，则 $c_t(\text{Hb}) = c(\text{O}_2\text{Hb}) + c(\text{HHb}) + c(\text{COHb}) + c(\text{MetHb}) + c(\text{SulfHb})$ 。

3 总血红蛋白的参考方法是氰化高铁血红蛋白方法。

[来源：CLSI C46-A2，4.1.9，有修改]

4 概述

多功能血气分析仪（以下简称血气分析仪）是测定生物体血液及其他体液 pH、 $p(\text{CO}_2)$ 、 $p(\text{O}_2)$ 、电解质和代谢物等参数的专用血气分析仪，广泛用于急性呼吸衰竭诊疗、外科手术、抢救与监护领域。血气分析仪通常采用电化学和光学原理测量血气、

电解质和代谢物等参数（详见附录 C）。血气分析仪根据所测得的 pH 、 $p(\text{CO}_2)$ 、 $p(\text{O}_2)$ 和 $c_t(\text{Hb})$ 参数通过算法和列线图计算出 $c_t(\text{HCO}_2)$ 、 $c(\text{HCO}_3^-)$ 、 pK' 、 β_{ecf} 、 $\text{BE}(\text{ecf})$ 、 $\text{BE}(\text{B})$ 、 $s(\text{O}_2)$ 、 $B(\text{O}_2)$ 、 $c_t(\text{O}_2)$ 、 $p50$ 以及 O_2Hb 、 HHb 、 COHb 、 MetHb 、 SulfHb 的浓度和分数等参数。

血气分析仪根据样品与试剂发生的化学反应是否为固相化学反应分为湿式血气分析仪和干式血气分析仪。血气分析仪通常主要由电极系统、管路系统和电路系统组成，其中干式血气分析仪使用干试剂条作为固相试剂，以样品中的水为溶剂来替代湿式血气分析仪的管路系统。

5 计量特性

血气分析仪各项计量特性指标见表 1。

表 1 血气分析仪的主要计量特性指标

计量特性	计量特性指标							
	pH	$p(\text{CO}_2)$	$p(\text{O}_2)$	$c(\text{K}^+)$	$c(\text{Na}^+)$	$c(\text{Ca}^{2+})$	$c(\text{Cl}^-)$	$c_t(\text{Hb})$
示值误差	± 0.04	± 5 mmHg 或 $\pm 8\%$ (取较大者)	± 15 mmHg 或 $\pm 15\%$ (取较大者)	± 0.3 mmol/L 或 $\pm 6\%$ (取较大者)	± 4 mmol/L 或 $\pm 4\%$ (取较大者)	± 0.25 mmol/L 或 $\pm 5\%$ (取较大者)	$\pm 5.0\%$	$\pm 10\%$
重复性	$\leq 0.3\%$	$\leq 3.0\%$	$\leq 3.0\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 3\%$
携带污染率	$\leq 1.5\%[c(\text{K}^+)]$							
线性	$r \geq 0.99[c(\text{K}^+)]$							
注： 1 若血气分析仪 $c_t(\text{Hb})$ 不是实测值，而是通过计算得出，则不适用。 2 携带污染率不适用于干式血气分析仪。 3 其他代谢物的计量特性指标可参照厂商给出的技术要求或其他技术标准。 4 以上技术指标不用于合格判别，仅供参考。								

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(15 \sim 30)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

注：上述条件与制造商的产品规定不一致时，以产品规定为准。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 标准器

6.2.1.1 pH 标准物质

应选择测量范围为 6.8~7.8 内的 pH 标准物质, $U \leq 0.01$ ($k=2$)。

6.2.1.2 人血清无机成分电解质标准物质

包括 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 和 Cl^- 等项目, 应满足 $c(K^+)$: (1.5~7.5) mmol/L, $U_r \leq 3.0\%$ ($k=2$); $c(Na^+)$: (100.0~180.0) mmol/L, $U_r \leq 3.0\%$ ($k=2$); $c(Ca^{2+})$: (0.50~2.50) mmol/L, $U_r \leq 4.5\%$ ($k=2$); $c(Cl^-)$: (80.0~160.0) mmol/L, $U_r \leq 3.0\%$ ($k=2$)。

6.2.1.3 血红蛋白标准物质

应选择氰化高铁血红蛋白标准物质, 应满足 $c_t(Hb)$: (5.0~18.0) g/dL, $U_r \leq 2.0\%$ ($k=2$)。

6.2.1.4 标准气体

可选择氮中二氧化碳、氧混合气体标准物质或精密混气系统产生的标准气体混合物, 应满足 $U_r \leq 1.5\%$ ($k=2$)。

6.2.1.5 标准溶液

详见附录 D 标准溶液配置方法。

6.2.2 主要配套设备

6.2.2.1 张力平衡仪

恒温控制模块满足 $(37.0 \pm 0.1)^\circ\text{C}$, 详见附录 B.3 设备 b)。

6.2.2.2 空盒气压表

测量范围 (80~106) kPa, 最大允许误差: ± 0.2 kPa。

6.2.3 其他

6.2.3.1 平衡样品

静脉血液 (从健康志愿者抽取到含有肝素抗凝剂的收集管, 储存在 4°C 冰箱中) 或缓冲液 (包括含有缓冲增强剂的磷酸盐溶液、血红蛋白缓冲液和全氟化碳乳液)。

6.2.3.2 试剂

校准过程中需要的血气分析仪配套体外诊断试剂, 应按照说明书要求的条件进行储存并在有效期内使用。

7 校准项目和校准方法

血气分析仪在正常工作条件下按常规测试程序先行自校准。

7.1 示值误差

pH、 $c(K^+)$ 、 $c(Na^+)$ 、 $c(Ca^{2+})$ 、 $c(Cl^-)$ 和 $c_t(Hb)$ 项目的校准采用标准物质法, $p(\text{CO}_2)$ 和 $p(\text{O}_2)$ 的校准采用气体张力法。

7.1.1 标准物质法

对标准物质连续测定 3 次, 按公式 (1) 计算相对示值误差或按公式 (2) 计算绝对示值误差:

$$B = (M - T) / T \times 100\% \quad (1)$$

$$B' = M - T \quad (2)$$

式中：

B ——相对示值误差，%；

B' ——绝对示值误差；

M ——标准物质 3 次测量结果的平均值；

T ——标准物质标准值。

7.1.2 气体张力法

在 37 °C 下，通过气体张力法将气体标准物质或精密混气系统产生的标准气体混合物充分溶解于血液或缓冲液中，以其为标准（参见附录 B），使用被校仪器连续测定 3 次，按公式（1）计算相对示值误差或按公式（2）计算绝对示值误差。

注：优先采用血液基质。

7.2 重复性

用血气分析仪对低值标准物质重复测量至少 6 次，并根据公式（3）计算相对标准偏差 RSD，作为重复性的表征。

$$RSD = \frac{1}{\bar{x}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

RSD —— 相对标准偏差，%；

x_i —— 第 i 次标准物质的测量值；

\bar{x} —— 测量平均值；

n —— 测量次数， $n = 6$ 。

7.3 携带污染率

选用测量范围内的标准物质作为高值和低值样品，分别交替进行测试。先对低值样品连续测量 4 次，接着对高值样品连续测量 4 次，最后再对低值样品测量 1 次，然后按公式（4）计算从高浓度到低浓度的携带污染率（ C_{HL} ）。

$$C_{HL} = \frac{L_5 - (L_2 + L_3 + L_4)/3}{(H_2 + H_3 + H_4)/3 - (L_2 + L_3 + L_4)/3} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$L_1 \sim L_5$ —— 低浓度样品的第 1 次至第 5 次测量值；

$H_1 \sim H_4$ —— 高浓度样品的第 1 次至第 4 次测量值。

7.4 线性

选用测量范围内的标准溶液至少 5 个浓度，然后将样品依次分别测定 3 次，取均值作为测量值，各被分析项目均得到一组不同浓度的测量值（ y_i ）。在各被分析项目不同浓度的测量值（ y_i ）和其对应的不同浓度的标准值（ x_i ）之间，按公式（5）计算线性相关系数（ r ），作为线性的表征。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (5)$$

式中：

r ——线性相关系数；

x_i ——被分析项目各个浓度水平标准溶液的标准值；

\bar{x} ——被分析项目各个浓度水平标准溶液的标准值的平均值；

y_i ——被分析项目各个浓度水平标准溶液的测量值；

\bar{y} ——被分析项目各个浓度水平标准溶液的测量值的平均值；

n ——被分析项目浓度水平的个数。

8 校准结果表达

8.1 校准结果处理

经校准后的血气分析仪应核发校准证书，校准证书应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求，并给出各校准项目名称和测量结果以及扩展不确定度。校准原始记录格式（推荐性表格）见附录 E，校准证书内页格式（推荐性表格）见附录 F。

8.2 校准结果的测量不确定度

血气分析仪校准结果的测量不确定度按 JJF 1059.1—2012 的要求评定，校准结果测量不确定度评定示例见附录 G。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由血气分析仪的使用情况、使用者、血气分析仪本身质量等诸因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，复校时间间隔建议不超过 1 年。

附录 A

缩略语

以下缩略语适用于本规范。

pH: 酸碱度 (potential of hydrogen)

$p(\text{CO}_2)$ & $p(\text{O}_2)$: CO_2 和 O_2 的分压 (partial pressure of CO_2 and O_2)

$c(\text{K}^+)$: 钾离子浓度 (concentration of potassium ion)

$c(\text{Na}^+)$: 钠离子浓度 (concentration of sodium ion)

$c(\text{Ca}^{2+})$: 钙离子浓度 (concentration of calcium ion)

$c(\text{Cl}^-)$: 氯离子浓度 (concentration of chloride ion)

$c_t(\text{Hb})$: 总血红蛋白浓度 (concentration of total hemoglobin)

pK' : 血浆 CO_2 的表观解离常数 (apparent pK of CO_2 in plasma)

$c_t(\text{CO}_2)$: 血浆室中的总 CO_2 浓度 (concentration of total CO_2 in plasma compartment of whole blood)

$c(\text{HCO}_3^-)$: 碳酸氢盐浓度 (bicarbonate concentration)

β_{ef} : 细胞外液中非碳酸氢盐缓冲液的表观缓冲液值 (apparent buffer value of non-bicarbonate buffers in extracellular fluid)

$\text{BE}_{(\text{ef})}$: 细胞外液碱剩余 (base excess of extracellular fluid)

$\text{BE}(\text{B})$: 血液碱剩余 (base excess of blood)

O_2Hb : 氧合血红蛋白 (oxyhemoglobin)

HHb : 脱氧血红蛋白 (deoxyhemoglobin)

COHb : 羧基血红蛋白 (carboxyhemoglobin)

MetHb : 高铁血红蛋白 (methemoglobin)

SulfHb : 硫基血红蛋白 (sulfhemoglobin)

$F_{(\text{O}_2\text{Hb})}$: 总血红蛋白的氧合血红蛋白分数 (oxyhemoglobin fraction of total hemoglobin)

$s(\text{O}_2)$: 血红蛋白氧饱和度 (hemoglobin oxygen saturation)

$s_p(\text{O}_2)$: 脉搏血氧仪的氧饱和度 (oxygen saturation from pulse oximetry)

$B(\text{O}_2)$: 血液中血红蛋白的氧容量 (oxygen capacity of hemoglobin in blood)

$c_t(\text{O}_2)$: 血氧含量 (总氧浓度) [oxygen content (concentration of total oxygen) of blood]

p_{50} : 半饱和度氧分压 (half-saturation oxygen tension)

附录 B

气体张力法

B.1 概述

气体张力法（液体和气体之间的气体分压平衡）是在控制条件下（如温度、气压、湿度）采用一种已知的混合气体来平衡一种液体的过程，包括全血气体张力法和非全血气体张力法。当采用可溯源的气体混合物时，血液气体张力法被认为是建立血液 $p(\text{CO}_2)$ 和 $p(\text{O}_2)$ 准确性的参考程序。非血液气体张力法是采用特殊处理的缓冲溶液（不含血红蛋白）的气体张力法，这种方法可用于评估 $p(\text{CO}_2)$ ，但对于 $p(\text{O}_2)$ 的评估有更多限制，因其中没有血红蛋白来缓冲 $p(\text{O}_2)$ 。

B.2 材料

气体张力法试验中使用的材料为：

a) 标准气体：厂商建立 $p(\text{CO}_2)$ 和 $p(\text{O}_2)$ 测量仪器准确性的参考方法时应采用可溯源的气体混合物，应选择代表呼吸性碱中毒、正常和呼吸性酸中毒患者血气值的混合气体作为标准气体，如 3% $\text{CO}_2/25\% \text{O}_2$ ，6.6% $\text{CO}_2/17\% \text{O}_2$ 或 12% $\text{CO}_2/7.5\% \text{O}_2$ ，可选择气体标准物质或精密混气系统产生的标准气体混合物，参见 6.2.1.4。

b) 平衡样品：参见 6.2.3.1。

B.3 设备

气体张力法试验中使用的主要仪器为：

a) 精密混气系统：参见 6.2.1.4。

b) 张力平衡仪：进行张力平衡的仪器，IFCC 推荐作为参考方法的张力平衡仪为开放系统，即已知组成的气体混物流过系统，在流体样品和气体混合物中产生相同的气体分压，张力平衡仪通常由标准气体混合物、加湿室、平衡室和恒温控制模块等组成，加湿室和平衡室需在恒温控制模块中进行恒温（37.0℃）。理想的张力平衡仪应该具有以下特征：

1) 能够在适量样品中平衡气体的分压，同时具有最小体积的已知气体成分和保持气液界面处的压力在已知水平；

2) 在已知和控制温度下以快速进行平衡，避免脱水（或发生溶血）；

3) 转移样品时必须避免空气污染，并且应快速完成转移；

4) 张力平衡仪应易于使用、清洁和维护。

注：必须严格控制张力平衡仪的温度 [气体分压随温度变化，如 $p(\text{O}_2)$ 可变化 7%/℃， $p(\text{CO}_2)$ 可变化 4%/℃]。

B.4 平衡过程

使用张力平衡仪时，典型的测试顺序如下：

1) 将一定量的水置于其加湿室中；

2) 在其平衡室中装入所需量的新鲜血液或缓冲液；

3) 将加湿室和平衡室置于恒温控制模块, 使标准气体混合物在 $(37.0 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 下预热;

4) 标准气体混合物在相同温度和气压下流经加湿室时通过水鼓泡使水蒸气饱和后进入平衡室;

5) 进入平衡室的标准气体混合物鼓泡通过样品一段时间完全实现液体和气体之间的气体分压平衡;

6) 过量气体会从平衡室中排出, 经过温度和张力平衡后的样品用于血气分析仪的准确度测试。

注: 气流在相同温度和气压下通过水鼓泡使水蒸气饱和以防止样品中的水蒸发或冷凝, 以及气流进入平衡室而不冷却或改变压力; 由于平衡室会排出过量气体, 则没有额外的气体进入平衡样品并且平衡室排气口被密封, 可避免室内空气对平衡样品造成任何污染。

B.5 平衡结果

用于 $p(\text{CO}_2)/p(\text{O}_2)$ 的标准气体为已知精确组分并被加湿的干燥气体混合物, 适用于以下公式:

$$p(\text{CO}_2) = F(\text{CO}_2)[p_{\text{Total}} - p(\text{H}_2\text{O})] \quad (\text{B.1})$$

$$p(\text{O}_2) = F(\text{O}_2)[p_{\text{Total}} - p(\text{H}_2\text{O})] \quad (\text{B.2})$$

$$p(\text{H}_2\text{O}) = 10^{(0.0244T + 0.7655)} + 0.4 \quad (\text{B.3})$$

其中 F 是干燥气体混合物中的气体的摩尔(物质)分数, p_{Total} 是环境中的大气压力 (mmHg), $p(\text{H}_2\text{O})$ 是平衡温度下的水蒸气压 (mmHg)。公式 (B.1) 和 (B.2) 是从道尔顿分压定律和溶解度的亨利定律导出, 虽然仅严格适用于理想气体, 但也适用于接近或低于大气压的实测气体。

其中 T 表示温度, 以摄氏度 ($^\circ\text{C}$) 为单位, 通过公式 (B.3) 中精确估计 $p(\text{H}_2\text{O})$, 其来自史密森计量表 (Smithsonian Metrological) Table 和盖吉科学表 (Geigy Scientific Tables)^[1], 37°C 时计算出 $p(\text{H}_2\text{O})$ 约为 47 mmHg。

将气体分压值 $[p(\text{O}_2)/p(\text{CO}_2)]$ 转换为标准大气压 (760 mmHg) 下的气体分压值 $[p(\text{O}_2)$ 和 $p(\text{CO}_2)]$ 可通过将测量值或计算值乘以因子 $(760 - 47)/(p_{\text{Total}} - 47)$ 获得。

附录 C

血气分析仪的测量原理

用于血气、pH 和相关分析物的仪器中使用的测量技术可分为两大类：电化学和光学。表 C.1 表示了这两种通用技术对特定分析物的应用。

表 C.1 血气、pH 和相关分析物仪器中使用的测量技术

测量技术	电化学			光学
	电位法	电流法	电导法	吸收光谱法
pH 和血气	pH、 $p(\text{CO}_2)$	$p(\text{O}_2)$		
电解质	K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}			
代谢物		葡萄糖、乳酸		
红细胞压积、血红蛋白、血红蛋白分数			红细胞压积	血红蛋白、血红蛋白分数

C.1 电化学测量

电化学传感器非常适合血液分析，原因如下：

- 传感器是直接读数，可以在浑浊的基质中使用，而无需样品稀释或预处理；
- 测量是非破坏性的，允许同时测量单个样品中的多个参数；
- 可以使用通用的测量技术来测量 pH 和血气及以外的其他重症监护分析物，从而简化仪器设计。

电化学的子类别如下所示。

C.1.1 电位法

电池电位（两个电极之间产生的电压）与特定分析物的浓度成正比，电极之间的电流为零。这两个电极称为指示电极和参比电极。应用包括用于 pH、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 的离子选择性电极，以及用于 $p(\text{CO}_2)$ 气敏传感器（Stow-Severinghaus 型）的内部 pH 电极。

C.1.2 电流法

施加在两个电极（阳极和阴极）之间的恒定电势用于驱动化学反应，从而导致电极之间的电流流动。应用包括克拉克 $p(\text{O}_2)$ 传感器和用作多数葡萄糖、乳酸和生物传感器的内部换能器的 H_2O_2 电极。葡萄糖和乳酸生物传感器也是电流型传感器，但还包括一种酶作为目标分析物的识别元素。

C.1.3 电导法

在电势梯度下，离子迁移导致两个电极之间的电流通过（电导）与分析物的浓度成正比。由于红细胞是电绝缘体，因此应用包括测量红细胞体积分数（红细胞压积）。

C.2 光学测量

吸收光谱法是通过利用可见光部分组分吸收光谱的差异来测量血红蛋白和血红蛋白的分数组分（见图 C.1）。这项技术通常称为血氧分析（cooximetry）。为了区分各组分，在几个波长下进行测量，总血红蛋白是所有组分的总和。

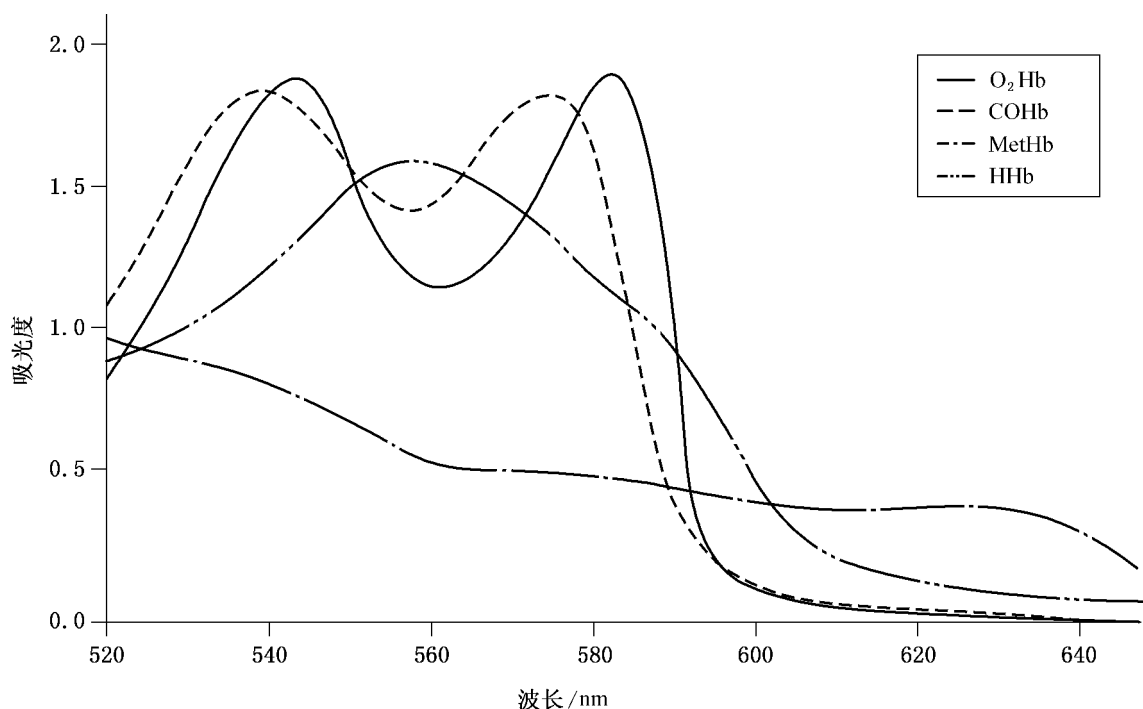


图 C.1 血红蛋白分数组分的吸收光谱

C.2.1 使用溶解和未溶解血液的血氧分析

传统上使用经化学或机械溶解了红细胞的血液进行血氧分析(cooximetry)测量，以消除光学测量过程中的散射。最近，一些血气分析仪使用未溶解的全血进行血氧分析(cooximetry)测量，并对红细胞产生的散射进行数学校正。

C.3 即时检验系统中使用的技术

许多用于即时检验的手持式和便携式系统都使用传感器和一次性测量试剂盒中包含的试剂。使用这些试剂盒在几周内能分析多达几百个固定数量的样品。传感器可以平面形式组装在塑料或其他廉价的基板上，当测量试剂盒达到其样品容量时将其丢弃。传感器技术与大型传统的基于实验室的系统相同，但有一些例外。一些设计用于即时检验的系统使用基于光学的传感器来测量血气、pH 和电解质。但是，由于传感反应的不可逆性，这些传感器仅限于单元使用测试的系统。

用于 pH、Na⁺ 的传感器以及传统的基于实验室的系统中使用的内部 pH 传感器是由离子选择性玻璃组装而成的。由于玻璃传感器无法在塑料基板上制造，因此针对即时检验设计的较新系统在这些应用中使用基于聚合物的传感器。尽管不如玻璃传感器坚固，但基于聚合物的 pH 和 Na⁺ 传感器可用于有限数量的样品分析，并且基于试剂盒系统对于即时应用也是可接受的。

附录 D

标准溶液配制方法

D.1 设备

分析天平（最大称量不大于 200 g，分度值不大于 0.1 mg）和有盖称量瓶；容量瓶（1 000 mL，A 级）和移液管（10 mL，A 级）；电热烘箱、烧杯（100 mL）和干燥器。

D.2 试剂

氯化钾 [KCl]，优级纯（质量分数 $\geq 99.5\%$ ）；氯化钠 [NaCl]，优级纯（质量分数 $\geq 99.5\%$ ）；无水醋酸钠 [CH₃COONa]，优级纯（质量分数 $\geq 99.0\%$ ）；硼酸 [H₃BO₃]，优级纯（质量分数 $\geq 99.0\%$ ）；3-吗啉丙磺酸（MOPS）缓冲剂，优级纯（质量分数 $\geq 99.0\%$ ）和去离子水（电阻率 $\geq 10 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ ）。

D.3 配制要求和方法

D.3.1 配制要求

表 D.1 K⁺ 标准溶液浓度

成分	浓度/mmol/L				
	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号
$c(\text{K}^+)$	7.50	6.00	4.50	3.00	1.50

按表 D.1 溶液浓度的要求配制标准溶液，溶液浓度 c 计算如下式。

$$c = \frac{m \times P}{V \times M}$$

式中：

m ——含有欲配置离子溶液所对应试剂的称量质量，g；

P ——对应试剂的纯度，%；

V ——稀释到的体积，L；

M ——对应试剂的摩尔质量， $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

D.3.2 配制方法

将优级纯 NaCl、KCl、CH₃COONa、H₃BO₃放入称量瓶内，并且置于烘箱中，在 105 °C 温度下烘干 2 h，然后移至干燥器内冷却至室温备用。

D.3.2.1 序号 1 标准溶液配制过程

用分析天平称量烘干过的氯化钾 0.562 3 g、氯化钠 3.847 1 g、无水乙酸钠 2.859 3 g、硼酸 0.8 g 并放入烧杯内，用少量去离子水溶解后，移入 1 000 mL 容量瓶中；移液时，烧杯至少用去离子水冲洗 3 次，洗液并入容量瓶，再用去离子水稀释至满刻度并混匀。

D.3.2.2 序号 3 标准溶液配制过程

用分析天平称量烘干过的氯化钾 0.337 2 g、氯化钠 6.537 5 g、无水乙酸钠

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/146210005010010203>