

关键字

有效的氰化物

CNLab

CNSolution

氰化物

方法 OIA-1677

在 1999 年匹兹堡分析化学和应用实验室光谱会议上展出，奥兰多市，佛罗里达州，1999 年 3 月 7-12 日



USEPA 方法 OIA-1677：氰化物分析的新途径

总结

在 1998 年 7 月 7 日，美国环境保护署（USEPA）建议，通过加入方法 OIA-1677：采用流动注射、价位交换和安培计检测有效的氰化物，于清洁水法案的 304（h）部分，修改建立污染物分析的测试过程的指南。这个方法采用流动注射分析（FIA），由 ALPKEM™ 公司（在 1996 年由 OI 分析仪器公司购买）与内华达大学 Reno Mackay 矿业学院合作开发并验证。按照联邦法规的观点，USEPA 认为 OIA-1677 方法是“有效氰化物分析测试过程方法的重要的补充，因为它（1）当采用当前批准的方法检测氰化物时面临基体干扰的情况下，这个方法对于氰化物有更大的选择性，（2）相比当前批准的氰化物方法，有更好的精密度和准确度，（3）能够测量更低浓度的有效氰化物，（4）提供更好的分析安全性，（5）缩短了样品分析时间，和（6）降低了实验室污染物的排放。”

简介

按照清洁水法案（CWA）¹ 的 307（a）（1）节，氰化物是一种毒性污染物，是来自于毒性污染物列表²中的主要污染物。公共和私立的机构关于清洁水法案下的氯化处理的氰化物的调整限制，以及清洁水法案的调整权威，已经指出，当采用当前批准的方法测量特定样品基体时存在干扰。在第十七届环保署年会上关于环境污染物的分析中（1994 年 5 月 3-5 日），这个干扰的现状被公开，要求评价和考虑一种氰化物的方法以降低或消除这些干扰。³ 此时，ALPKEM 公司与华达大学 Reno Mackay 矿业学院合作，显著地简化和改进了氰化物的分析。ALPKEM 公司开始与 USEPA 对话，并且快速发展为使这个新的氰化物方法成为 USEPA 格式建议的一个测试手段。⁴

OIA-1677 方法的总结

OIA-1677 方法划分为两个部分：（1）样品预处理，和（2）通过安培计检测以定量氰化物。在样品预处理阶段，价位交换试剂加入到样品。价位交换试剂从弱的或中等强度的金属氰化物络合物中替代了氰化物离子（CN⁻）。图 1 显示了有效氰化物的流路图。

在 FIA 系统中，一份 200 μL 的经过预处理的样品被注入到流动注射模板中。加入盐酸 (HCl) 将氰化物离子转化为氰化氢 (HCN)。HCN 通过一片气体扩散 (GD) 膜片扩散进入碱性的吸收溶液中，在这里转换回氰化物离子 (CN^-)。在碱性吸收溶液中的氰化物离子采用包括银工作电极、银/氯化银参比电极和施加 0V 电位的铂/不锈钢计数电极的安培计 (AMP) 进行测量。在池中生成的电流比例于样品中存在的氰化物浓度，并由校准曲线定量。分析时间为每个样品 90 秒钟。

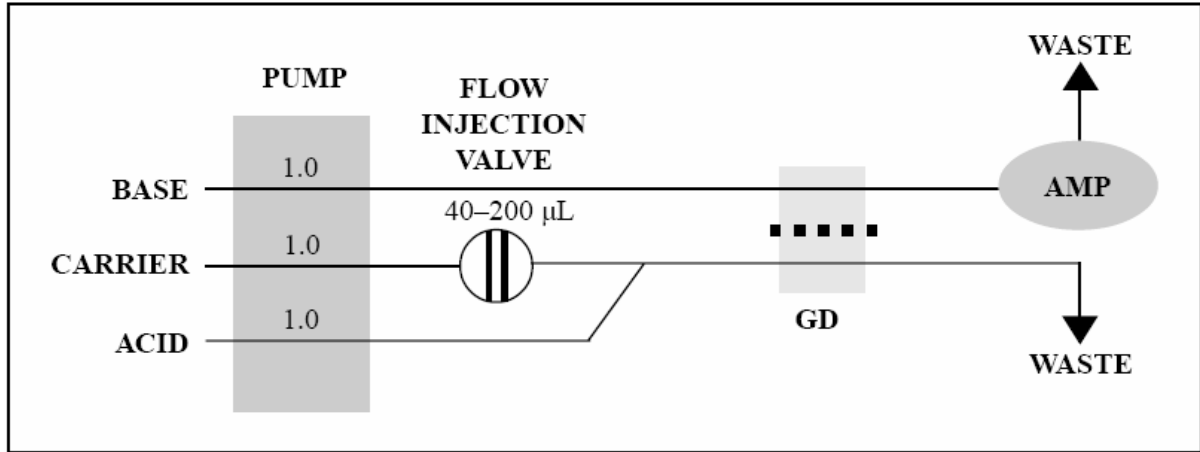


图 1 流动注射分析有效氰化物流路图

单独实验室研究

起初，ALPKEM 公司执行单独的实验室验证研究，以改善方法并确认方法的特定性和选择性。研究的结果可以从 USEPA 的 *草拟方法 OIA-1677 单独实验室验证研究的报告*⁵ 中获得。单独实验室研究包括三部分测试，以建立 (1) OIA-1677 方法用于识别各种金属氰络合物中的氰化物的能力，(2) OIA-1677 方法用于识别存在干扰物质时的氰化物的能力，和 (3) OIA-1677 方法相比 USEPA 的 335.1 方法和标准方法 4500 $\text{CN}^- \text{ I}$ 时的回收率和精密度。

要检测方法测量各种金属氰络合物中的氰化物的能力，15 种不同的金属氰络合物的两种浓度 (0.2 和 2.0mg/L) 被单独分析 3 次，共 90 个分析结果 (见表 1)。OIA-1677 方法对于 15 中络合物中的 7 种得到 97% 到 104% 的回收率 (锌、镉、铜、银、镍和汞)。与当前批准的有效氰化物的方法一样，OIA-1677 方法不能检测钴、金和铁的热力学和动力学稳定络合物中的氰化物。

要比较 OIA-1677 方法的性能与当前批准的方法的性能，与上述相同的 15 种不同的金属氰络合物的两个不同的浓度被单独分析 3 次，分别按照 USEPA 批准的 CATC 335.1 方法、标准方法 4500 $\text{CN}^- \text{ I}$ 和 OIA-1677 方法。这生成了另外 180 个数据点的集合 (见表 2)。这些结果显示了 OIA-1677 方法相比标准方法 4500 $\text{CN}^- \text{ I}$ 和 CATC 方法，对于选定的分析物得到了改善的回收率和改善的精密度。对于氰化汞络合物，回收率从标准方法 4500 $\text{CN}^- \text{ I}$ 的 59%，提高到 OIA-1677 方法的 99%，在镍和银的检测中存在高浓度的干扰时，相比于 CATC 方法得到了同样的改善。对于锌、镉和铜的数据，三种氰化物过程是相当的。另外，对于那些钴、金和铁的热力学和动力学稳定的氰络合物，没有回收率的差别。

表 1 采用流动注射有效氰化物方法 OIA-1677 获得的不同氰化物种类的回收率 (%) ^a

种类	0.200mg/L CN ⁻	2.00mg/L CN ⁻
[Zn(CN) ₄] ²⁻	97.4 (0.7)	98.5 (0.7)
[Cd(CN) ₄] ²⁻	100.0 (0.8)	100.0 (0.2)
[Cu(CN) ₄] ³⁻	100.9 (1.3)	99.0 (0.6)
[Ag(CN) ₄] ⁻	101.8 (0.9)	100.0 (0.5)
[Ni(CN) ₄] ⁻	104.3 (0.2)	103.0 (0.5)
[Hg(CN) ₄] ²⁻	100.0 (0.6)	99.0 (0.3)
Hg(CN) ₂	103.0 (0.4)	98.0 (0.3)
[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	0.0	0.0
[Fe(CN) ₆] ³⁻	0.0	0.0
[Pd(CN) ₄] ²⁻	0.0	0.15 (4.9)
[Pt(CN) ₄] ²⁻	0.0	0.0
[Pt(CN) ₆] ²⁻	0.0	0.0
[Ru(CN) ₆] ⁴⁻	0.0	0.0
[Au(CN) ₄] ⁻	1.3 (0.0)	0.0
[Co(CN) ₆] ³⁻	2.9 ^b (0.0)	2.0 ^b (0.0)

^a 在圆括号内给出的是%相对标准偏差 (n=3)。
^b 商业产品, 包含一些游离的氰化物。

表 2 采用 ASTM WAD 和 USEPA CATC 蒸馏方法获得的不同氰化物种类的回收率 (%) ^a

种类	0.200mg/L CN ⁻		2.000mg/L CN ⁻	
	WAD	CATC	WAD	CATC
[Zn(CN) ₄] ²⁻	102.3 (1.9)	99.5 (0.5)	100.9 (0.3)	104.4 (2.6)
[Cd(CN) ₄] ²⁻	101.5 (1.5)	103.8 (1.3)	101.6 (1.8)	102.9 (1.7)
[Cu(CN) ₄] ³⁻	97.3 (1.1)	97.7 (1.9)	96.0 (1.5)	98.0 (1.2)
[Ag(CN) ₄] ⁻	97.8 (1.6)	97.8 (1.2)	99.0 (2.7)	54.8 (2.9)
[Ni(CN) ₄] ²⁻	105.8 (1.2)	104.2 (3.5)	97.3 (1.8)	72.0 (1.1)
[Hg(CN) ₄] ²⁻	71.3 (2.5)	95.8 (2.5)	58.9 (2.6)	97.6 (3.3)
Hg(CN) ₂	38.3 (9.0)	98.0 (5.9)	20.7 (7.1)	85.4 (3.8)
[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	0.0	0.0	0.0	0.0
[Fe(CN) ₆] ³⁻	0.0	0.0	0.0	0.0
[Pd(CN) ₄] ²⁻	32.6 (6.5)	0.0	9.4(3.0)	0.0
[Pt(CN) ₄] ²⁻	0.0	0.0	0.0	0.0
[Pt(CN) ₆] ²⁻	0.0	0.0	0.0	0.0
[Ru(CN) ₆] ⁴⁻	0.0	0.0	0.0	0.0
[Au(CN) ₄] ⁻	10.0	0.0	0.0	0.0
[Co(CN) ₆] ³⁻	0.0	0.0.	1.9 ^b (2.9)	1.9 ^b (4.3)

^a 在圆括号内给出的是%相对标准偏差 (n=3)。
^b 商业产品, 包含一些游离的氰化物。

要测试 OIA-1677 方法当存在干扰物质时识别氰化物的能力, 16 种不同的可能干扰的物质取 2 个不同的浓度 (20 和 200mg/L) 进行测试 (见表 3)。另外, 16 种干扰物的 2 个不同的浓度, 对于一个单独

的氰化物溶液分析三次，生成第二个包括 96 个分析结果的集合（见表 4）。即使存在这些干扰物质，采用这个方法的氰化物的回收率从 99% 到 103%。表 5 和 6 显示了干扰物和不同的掩蔽试剂得到的数据。表 7 和 8 显示存在硫化物干扰时的数据。图 2 和 3 是涵盖这个方法整个动态范围的校准曲线。

表 3 有效氰化物方法对于可能存在的干扰物的响应^a

干扰物	干扰物浓度	
	20 mg/L	200 mg/L
CH ₃ CHO	0.0	0.0
C ₆ H ₁₂ O ₆	0.0	0.0
C ₃ H ₈ O ₃	0.0	0.0
OCl ⁻	0.0	0.0 ^b
OCN ⁻	0.0	0.0
SO ₃ ²⁻	0.0	2.0
SCN ⁻	0.0	1.0
SO ₄ ²⁻	0.0	0.0
S ₂ O ₃ ²⁻	0.0	2.0
Cl ⁻	0.0	0.0
Br ⁻	0.0	0.0
I ⁻	0.0	0.0
CO ₃ ²⁻	0.0	0.0
NH ₄ ⁺	0.0	0.0
NO ₂ ⁻	0.0	0.0
NO ₃ ⁻	0.0	0.0

^a 以 μ g/L (ppb) 表示的明显的氰化物。
^b 加入抗坏血酸之后的结果；否则得到 3 μ g/L 的明显的氰化物。

表 4 存在可能的干扰物情况下，采用有效氰化物方法测得的 CN⁻^a
(在圆括号内给出的是%相对标准偏差 (n=3))

干扰物	比例 ^b	检测 CN ⁻ (mg/L)	比例 ^b	检测 CN ⁻ (mg/L)
CH ₃ CHO	59	0.157 (0.5)	590	0.019 (1.5)
C ₆ H ₁₂ O ₆	14	0.199 (1.2)	140	0.200 (2.5)
C ₃ H ₈ O ₃	28	0.200 (2.2)	280	0.201 (1.0)
OCl ⁻	50	0.0	500	0.0
OCN ⁻	62	0.199 (0.1)	620	0.198 (0.2)
SO ₃ ²⁻	32	0.073 (0.8)	320	0.003 (7.9)
SCN ⁻	45	0.197 (0.2)	450	0.200 (0.4)
SO ₄ ²⁻	27	0.201 (1.4)	270	0.200 (0.6)
S ₂ O ₃ ²⁻	23	0.199 (1.0)	230	0.200 (0.2)
Cl ⁻	73	0.198 (1.2)	730	0.200 (2.1)
Br ⁻	33	0.199 (1.9)	330	0.199 (0.2)
I ⁻	20	0.195 (1.2)	430	0.198 (0.6)
CO ₃ ²⁻	43	0.199 (1.2)	430	0.198 (0.6)
NH ₄ ⁺	144	0.200 (1.7)	1440	0.198 (0.9)
NO ₂ ⁻	56	0.200 (1.0)	560	0.201 (0.6)
NO ₃ ⁻	42	0.199 (0.4)	420	0.197 (2.4)

^a 所有包含 0.200mg/L CN⁻和 20 或 200mg/L 的潜在的干扰物质，在分析之前保存在 4℃的冰箱中 12 个小时。

^b 摩尔浓度比：干扰物/ CN⁻。

表 5 存在可能的干扰物情况下，是否包含干扰物预处理，采用有效氰化物方法的响应^a
(在圆括号内给出的是%相对标准偏差 (n=3))

干扰物	比例	检测 CN ⁻ (mg/L)	
		未处理	经过处理 ^b
CH ₃ CHO	59	0.157 (0.5)	0.190 (1.1)
	590	0.019 (1.5)	0.142 (1.3)
OCl	5	0.000	0.120 (0.2)
	50	0.000	0.000
SO ₃ ²⁻	3.2	0.168 (0.7)	0.193 (0.6)
	32	0.073 (0.8)	0.171 (0.7)

^a 所有包含 0.200mg/L CN⁻的样品，在分析之前保存在 4℃的冰箱中 12 个小时。

^b 包括干扰物去除方法 (对于 CH₃CHO: 每 100mL 样品加入 2mL 3.5%的乙二胺溶液; 对于 OCl⁻和 SO₃²⁻: 每 100mL 样品加入 50mg 抗坏血酸)。

注意: 乙二胺和抗坏血酸需要在将 CN⁻与干扰物混合之后一分钟之内加入。

表 6 存在潜在的还原剂情况下，流动注射/价位交换的有效氰化物方法的响应^a
(在圆括号内给出的是%相对标准偏差 (n=3))

样品+还原剂	摩尔比(还原剂 / CN ⁻)	氰化物浓度 (ppm)			
		0 小时	24 小时	48 小时	72 小时
0.2ppm CN ⁻ + 0.010g 亚砷酸钠	100	0.197 (0.52)	0.197 (1.56)	0.197 (0.26)	0.198 (0.62)
0.2ppm CN ⁻ + 0.025g 亚砷酸钠	250	0.198 (0.44)	0.196 (1.34)	0.198 (0.51)	0.196 (0.99)
0.2ppm CN ⁻ + 0.050g 亚砷酸钠	500	0.198 (2.70)	0.191 (0.52)	0.198 (1.21)	0.198 (0.25)
0.2ppm CN ⁻ + 0.010g 抗坏血酸	74	0.200 (1.79)	0.181 (0.69)	0.176 (0.49)	0.173 (0.48)
0.2ppm CN ⁻ + 0.025g 抗坏血酸	185	0.197 (0.62)	0.182 (0.16)	0.168 (0.10)	0.139 (0.58)
0.2ppm CN ⁻ + 0.050g 抗坏血酸	370	0.196 (0.40)	0.172 (0.33)	0.141 (0.62)	0.063 (0.67)
0.2ppm CN ⁻ + 0.010g 草酸	103	0.199 (0.56)	0.204 (0.42)	0.199 (0.31)	0.201 (0.88)
0.2ppm CN ⁻ + 0.025g 草酸	258	0.196 (0.38)	0.196 (0.38)	0.198 (0.76)	0.199 (1.61)
0.2ppm CN ⁻ + 0.050g 草酸	516	0.2000 (0.16)	0.200 (0.18)	0.201 (0.18)	0.201 (0.48)
0.2ppm CN ⁻ + 0.010g 硫代硫酸钠	82	0.202 (0.26)	0.198 (0.86)	0.198 (0.94)	0.198 (0.36)
0.2ppm CN ⁻ + 0.025g 硫代硫酸钠	205	0.203 (0.34)	0.203 (0.57)	0.202 (0.75)	0.200 (0.51)
0.2ppm CN ⁻ + 0.050g 硫代硫酸钠	410	0.202 (0.64)	0.200 (0.53)	0.197 (0.39)	0.200 (0.66)

^a 所有的样品在 4°C 冷藏。

表 7 硫化物 (S²⁻) 存在时，采用有效氰化物方法检测氰化物^a
(在圆括号内给出的是%相对标准偏差 (n=3))

比例 (S ²⁻ / CN ⁻)	检测 CN ⁻ (mg/L)		比例 (S ²⁻ / CN ⁻)	检测 CN ⁻ (mg/L)	
	加入 PbCO ₃ 之后过滤	不过滤保存 12 小时		加入 PbCO ₃ 之后过滤	不过滤保存 12 小时
81	0.185 (1.5)	0.0	810	0.173 (0.6)	0.0

^a 包含 0.200mg/L CN⁻ 和 20 或 200mg/L 的 S²⁻ 样品，采用 PbCO₃ 处理，直到 S²⁻ 的测试为负值。对于 PbS 的过滤，采用 Acrodisc 0.2-μM 的注射过滤器。样品（过滤和未过滤的）在分析之前保存在 4°C 中 12 个小时。

表 8 硫化物 (S^{2-}) 存在时, 采用流动注射/价位交换的有效氰化物方法检测氰化物^a
(在圆括号内给出的是%相对标准偏差 (n=3))

时间 (小时)	比例 (S^{2-}/CN^-)	检测 CN^- (mg/L)		比例 (S^{2-}/CN^-)	检测 CN^- (mg/L)	
		过滤之后立即分析	12 小时之后分析		过滤之后立即分析	12 小时之后分析 ^b
2	81	0.181	0.185	810	0.178	0.173
4	81	0.163	0.168	810	0.135	0.131
6	81	0.159	0.157	810	0.082	0.085

^a 包含 0.200mg/L CN^- 和 20 或 200mg/L 的 S^{2-} 样品, 采用 $PbCO_3$ 处理。沉淀的 PbS 在接触 2、4 和 6 小时之后被过滤。

^b 未过滤的样品在 12 个小时之后分析, 未检测到氰化物, 表明 CN^-+S^{2-} 已经完全反应为 SCN^- 。

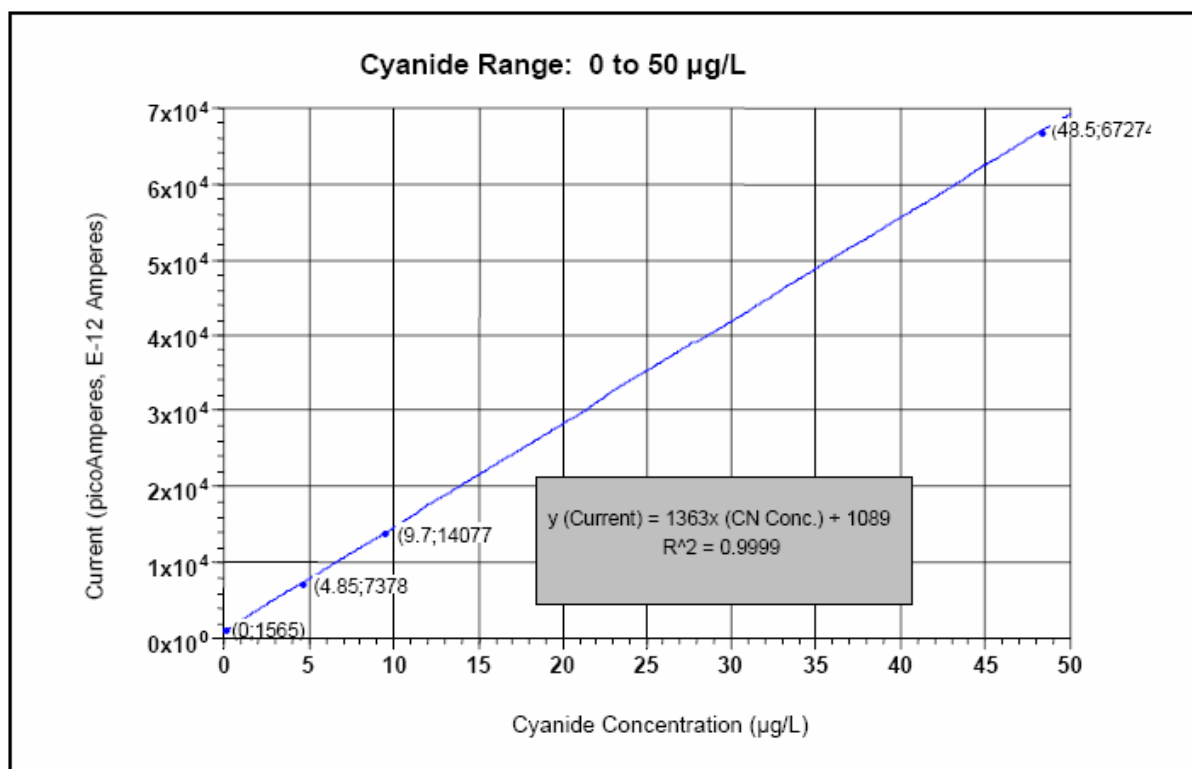


图 2 0 到 50 µg/L 的有效氰化物的校准曲线

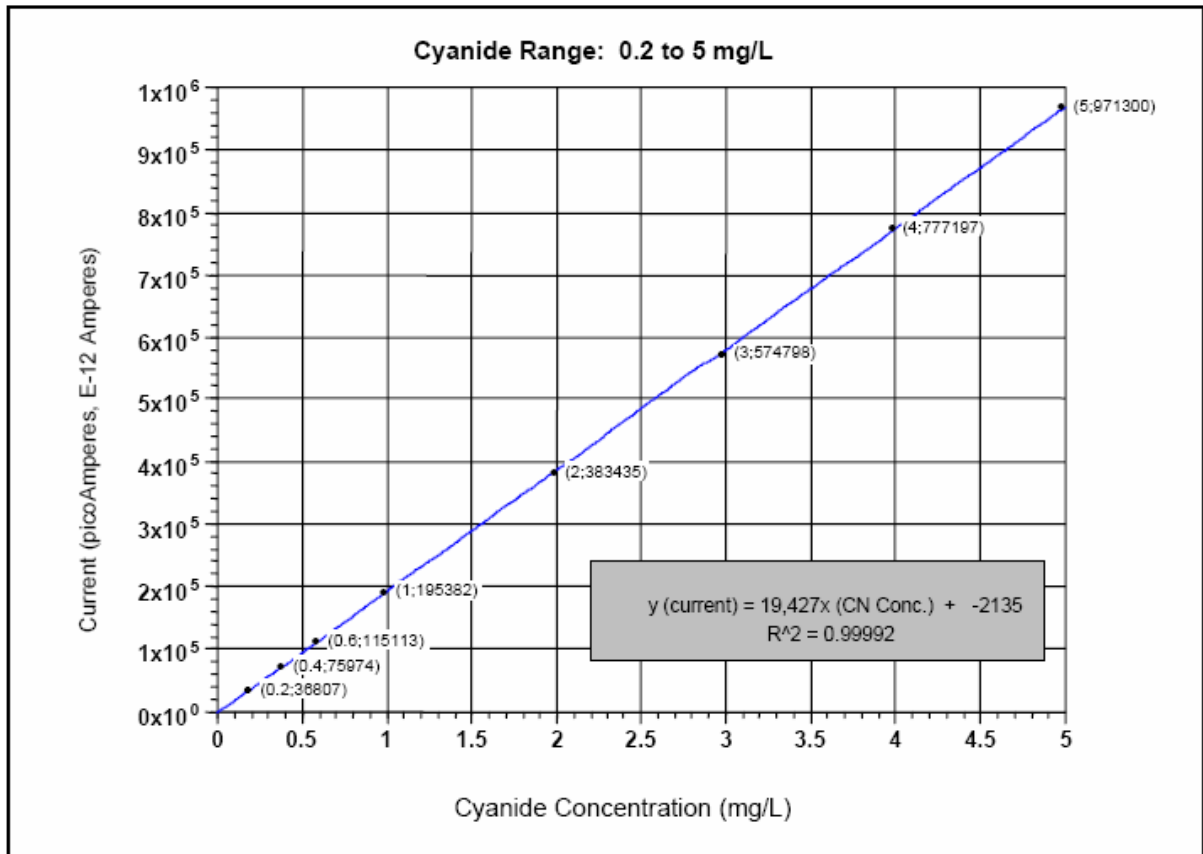


图 3 0.2 到 5mg/L 的有效氰化物的校准曲线

实验室之间的研究

实验室间方法验证的研究在九个实验室中执行，作为 WAD 氰化物 Round Robin 集团合作测试。每个实验室都采用 OIA-1677 方法分析包括同样 9 个野外水样的集合。这些野外的样品取自九个不同位置的排出物，范围从公立处理厂 (POTW) 到已经确认在其排出物中包含氰化物的工厂。每个样品采用这个 FIA 过程分析三次，共计 243 个分析结果 (9 个实验室对 9 个样品分析三次)。野外样品的结果显示于表 9。完整的研究结果的细节请参考标题为方法 OIA-1677 实验室间验证的报告，可以从 USEPA 获得⁵。实验室间研究的目的在于 (1) 在多个实验室内确认 OIA-1677 方法的性能，(2) 评估 OIA-1677 方法实验室间数据的可变性，和 (3) 逐步得到 OIA-1677 方法的质量控制 (QC) 可接受的判据。

连同野外样品的分析一起，每个实验室执行所有必要的 QC 分析，包括初始校准；校准验证；初始精密度和回收率的测定；空白分析；过程中的精密度和回收率 (OPR) 的测定；每个样品类型的基体加标回收率和基体加标重复测试回收率 (MS/MSD) 的测定；评估当 $Hg(CN)_2$ 加标到样品中的氰化物的回收率 (价位交换试剂的性能检查或 LERPC)。另外，每个实验室执行最低检测浓度 (MDL) 的研究。

所有实验室测试所有样品的整个数据结果的相对标准偏差 (RSD) 是 12%。所有类型的排出物测试的平均样品回收率为 96%，所有类型的排出物测试的的平均回收率为 99%。遵照 1998 年 7 月 7 日的联邦法规的提议，“这些结果优于常规分析化学结果的可接受的标准。”

表 9 在实验室之间的研究中有有效氰化物在不同液体基体检测中的回收率

样品描述	样品 CN ⁻ 的浓度	加入 CN ⁻ 的浓度	平均% 回收率	相对 标准偏差
含有 0.01M NaOH 的试剂水	0.0 μ g/L	100 μ g/L 的 KCN	108	4
POTW 二级排出物	3.0 μ g/L	100 μ g/L 的 KCN, 2mg/L 的 [Pt(CN) ₆] ⁺	102	7
石油精炼厂的二级 排出物	9.9 μ g/L	2mg/L 的 KCN, 5mg/L 的 [Fe(CN) ₆] ⁺	87	21
Coke® 工厂的二级 排出物	14.0 μ g/L	50 μ g/L 的 KCN	95	4
轧钢厂直接过滤排 出物	4.0 μ g/L	无	80	41
金属抛光的间接一 级排出物	1.0 μ g/L	200 μ g/L 的 KCN, 2mg/L 的 KSCN	92	16
含有 0.01M NaOH 的试剂水	0.0 μ g/L	200 μ g/L 的 KCN	101	8
含有 0.01M NaOH 的试剂水	0.0 μ g/L	10mg/L 的 KCN, 10mg/L 的 [Pt(CN) ₆]	103	2
矿渣池的排出物	842.0 μ g/L	4mg/L 的 KCN	98	3

^a 铂和铁的氰络合物分别加入到 POTW 和石油精炼厂的排出物; 硫氰酸盐加入到金属抛光的排出物中, 以证明氰化物这个分析系统不会检测到这些形态的氰化物。

来自实验室间研究得到的数据用于发展得到 OIA-1677 方法的质控可接受的判据。实验室间的报告完整地描述了实验室的操作过程和质控的计算。OIA-1677 方法的质控判据在各个方面均优于当前批准的 CATC 方法, 包含所有的按照 USEPA 建议的协议格式 (62 FR 14976) 的质控测试, 并且应用于 40 CFR 136 附录的方法。

由初始精密度和回收率 (IPR)、过程中的精密度和回收率 (OPR) 以及当 Hg(CN)₂ 加标到试剂水样品中的氰化物的回收率 (LERPC) 发展得到判据。对于 IPR、OPR、MS、MSD 和对于 MS 和 MSD 的相对百分偏差 (RPD), 采用 USEPA 规范指南中描述的步骤进行计算 (见表 10)。除了这些过程, 质控可接受的判据也发展得到了 Hg(CN)₂ 的分析范围的上限。这个 LEPRC 测试的判据按照与 IPR 测试相同的步骤发展得到。

表 10 在实验室之间的研究中有效氰化物检测中可接受的质控判据

参数	要求的回收率范围 (%)	精密度
初始的精密度和回收率	92-122	<5.1%RSD
过程中的精密度和回收率	82-132	无效
校准验证	86-118	无效
基体加标/基体加标重复测试	82-130	<11%RSD

九个单独实验室的 MDL 研究作为测定 MDL 和最低浓度 (ML) 的一部分执行。MDL 被定义为一个物质能够被测量和报告的最低浓度, 具有 99% 的置信度, 而且其分析物的浓度大于 0。要测定 MDL, 实验室需要遵照 40 CFR 136 部分, 附录 B 中的步骤执行。

在附录 B 的步骤中，7 份试剂水用分析物和分析物集合加标，并按照建议的方法进行分析。对于 MDL 的研究，KCN 作为加标物质。加标浓度处于估计的检测限的 1 到 5 倍的范围。加入 KCN 后，测定 7 份水样中的氰化物浓度。这项研究中的所有实验室的总的 MDL 是 $0.5 \mu\text{g/L CN}^-$ 。具有代表性的单独实验室 MDL 数据的集合包括在表 11 中。

表 11 单独实验室检测中，有效氰化物方法的最低检测浓度和最低浓度

样品	样品标识符	皮安	$\mu\text{g/L CN}^-$	注释
	Cal	103	0.0	
	Cal	2411	3.0	
	Cal	3713	5.0	线性
	Cal	5050	7.0	R=0.9991
1	$3 \mu\text{g/L}$	2412	3.17	
2	$3 \mu\text{g/L}$	2355	3.09	
3	$3 \mu\text{g/L}$	2367	3.11	
4	$3 \mu\text{g/L}$	2332	3.06	
5	$3 \mu\text{g/L}$	2351	3.09	
6	$3 \mu\text{g/L}$	2305	3.02	
7	$3 \mu\text{g/L}$	2302	3.02	
平均值	$3 \mu\text{g/L}$	2346	3.08	
	标准偏差	38.1	0.054	
	相对标准偏差		1.746%	
	最低检测浓度	$=3.14 \times 0.054 = 0.17 \text{ppb}$		
	最低浓度(ML)	$=3.18 \times 0.17 = 0.5 \text{ppb}$		

ML 被定义为整个分析系统产生的一个可识别的信号和一个可接受的校准点的浓度。ML 由 MDL 乘以 3.18 而得到，取整结果值为最接近 $[1, 2 \text{ 或 } 5] \times 10^n$ 的数字，这里 n 是一个整数。OIA-1677 方法测量得到的 ML 是 $1.0 \mu\text{g/L CN}^-$ 。MDL 研究的结果以及相关的计算，在实验室间研究报告⁵中有详细的描述。

结论

OIA-1677 方法被证明对于基体中的氰化物有更大的特定性，而采用方法将面临极大的干扰。另外，OIA-1677 方法能够测量极低浓度的氰化物，比当前批准的 CATC 方法提供更好的精密度和准确度。这个建议的方法相比于当前批准的 CATC 方法，提供了更好的实验室安全性并且减少了实验室的废液排放，而且格外需要注意的是，消除了蒸馏步骤，因此明显地减小了实验室意外事故的可能性。因为 OIA-1677 方法的测定采用电流测定法，当前批准方法所需要用于比色测量的化学试剂是不需要的。这明显地减少了实验室有害废液的生成。OIA-1677 方法测定氰化物，也明显比当前批准的方法更快速。

由 OI 分析仪器公司和 USEPA 合作努力，OIA-1677 方法的提议已经生效。它是一个创新性的技术，采用价位交换、流动注射分析和电流检测有效的氰化物，指定的一个污染物。批准 OIA-1677 方法将允许采用这些技术克服检测有效氰化物所经常面临的干扰问题，因此将对于常规检测提供更加可靠的结果。

参考书目

1. 40 CFR 401.15. 毒性污染物。

2. 40 CFR 423. 附录。
3. Goldberg 的文章，能够从 USEPA 样品控制中心得到，300 N. Lee Street, Alexandria, VA 22314, (703)519-1140。
4. 方法适应性和 EPA 水方法批准的指南，EPA-821-D-96-004，1996 年 12 月。能够从 USEPA 水资源中心得到，(202) 260-7786。
5. OIA-1677 方法支持文档的复印件可以在 USEPA 水摘要回顾中得到，401M 大街，SW，华盛顿特区，20460。要得到摘要材料，在上午 9:00 到下午 3:30 之间电话联系 (202) 260-3027 预约。



P.O. Box 9010
College Station, Texas 77842-9010
Tel: (979) 690-1711 • FAX: (979) 690-0440 • www.oico.com