

石化环境监测 LIMS 系统中 BOD₅ 的组态方法王 成^{1,2} 孙士华¹

(1. 中国石油独山子石化公司环境监测中心; 2. 重庆大学化学化工学院)

摘 要 文章阐述了石化环境监测 LIMS 系统中 BOD₅ 的组态方法。在组态之前,需要根据实际工作中变量的常规取值对 BOD₅ 和溶解氧的计算公式进行简化,组态 BOD₅ 的 LIMS 分析方法所需的组态分项包括水样在培养前后的溶解氧浓度等 15 个,每个分项均应根据数据类型、修约规则、计量单位设置相应的属性,空白样在培养前后的溶解氧质量浓度用 LabWare LIMS 的“标准试剂”功能实现组态。BOD₅ 值根据分析方法的计算公式、检出限、测定范围等限定条件编程序语句计算出最终结果,编程组态后的 LIMS 分析经反复测试完全正确。

关键词 BOD₅; 环境监测; LIMS; 组态; 应用方法

中图分类号: X832

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2013)03-0044-05

0 引 言

随着实验室信息化技术的发展和成熟, LIMS (Laboratory Information Management Systems, 实验室信息管理系统) 已经开始在不同行业分析测试实验室应用并表现出极为突出的优越性^[1-2], 我国大型的石化、制药、环境监测、冶金等行业的实验室都已开始逐步使用 LIMS 系统^[3-5]。

LabWare 是全球领先的专注于 LIMS 产品研发的专业公司^[6-8], 该公司的 LIMS 产品连续三年在 SDI 的全球 LIMS 调查中排名第一, 被全球很多跨国公司和科研机构的大型实验室使用^[9-12]。我国石化行业环境监测 LIMS 主要使用 LabWare LIMS 编制。

生化需氧量(BOD₅)是表征水体受有机物污染程度的重要指标^[13]。在环境监测 LIMS 系统中, 需要编程组建 BOD₅ 的分析程序, 但是由于分析方法中嵌套了溶解氧(DO)的分析, 同时国家标准对计算 BOD₅ 的数据修约、质量控制等方面有严格而且较复杂的要求, 而且 BOD₅ 需要测定 5 d 前后的溶解量含量, 存在时间跨度, 加之每批样品只做两个空白试验等因素, 使得 BOD₅ 的分析在 LIMS 中很难编程实现, 诸多实验室都是人工计算求解后在 LIMS 中录入结果, 几乎放弃了 LIMS 的计算和质控功能。文章阐述了石化环境监测 LIMS 系统中 BOD₅ 的分析组态过程和编程方法, 结果经反复测试完全正确, 以为同行提供参考。

1 BOD₅ 的分析方法与计算公式

1.1 分析方法

BOD₅ 的分析方法有稀释与接种法、紫外法、压力传感器或微生物传感器快速测定法等^[13-17], 在我国使用最广泛的是稀释与接种法。该法的检出限为 0.5 mg/L, 方法的测定下限为 2 mg/L, 测定上限为 6 000 mg/L。该法要求稀释的程度应使培养中所消耗的溶解氧大于 2 mg/L, 而剩余溶解氧在 1 mg/L 以上。BOD₅ 测定结果以氧的质量浓度(mg/L)报出。

1.2 BOD₅ 计算公式

HJ 505-2009《水质 五日生化需氧量(BOD₅)的测定 稀释与接种法》测定 BOD₅ 的计算公式如下:

$$\rho = [(\rho_1 - \rho_2) - (\rho_3 - \rho_4)f_1]/f_2 \quad (1)$$

式中: ρ 为 BOD₅ 质量浓度, mg/L; ρ_1 是稀释接种水样在培养前的 DO 质量浓度, mg/L; ρ_2 是稀释接种水样在培养后的 DO 质量浓度, mg/L; ρ_3 是空白样在培养前的 DO 质量浓度, mg/L; ρ_4 是空白样在培养后的 DO 质量浓度, mg/L; f_1 是接种稀释水或稀释水在培养液中所占的比例, mg/L; f_2 是原样品在培养液中所占的比例, mg/L。在实际的分析工作中, 以 V_t 表示培养液的总体积, V_e 表示制备试验水样用去的样品体积, 则 $f_1 = (V_t - V_e)/V_t$, $f_2 = V_e/V_t$, 公式(1)可变为:

$$bod = [(\rho_1 - \rho_2) - (\rho_3 - \rho_4) \times \left[\frac{(v_1 - v_e)}{v_1} \right]] / (v_e / v_1) \quad (2)$$

1.3 溶解氧计算公式

从公式(2)可看出,溶解氧是计算 BOD₅ 的一个重要参数,所以在 LIMS 分析方法的组态和编程中溶解氧的计算公式必不可少,实验室中溶解氧一般使用 GB 7489-87《水质 溶解氧的测定 碘量法》中的碘量法进行测定,溶解氧含量 c_1 (mg/L) 由式(3)求出:

$$\rho = \frac{M_r V_2 c}{4V_1} \cdot \left(\frac{V_0}{V_0 - V'} \right) \quad (3)$$

式中: M_r 为氧的分子量, $M_r = 32$; V_1 是滴定时样品的体积, mL, 一般取 $V_1 = 100$ mL; 若滴定细口瓶内水样, 则 $V_1 = V_0$; V_2 是滴定时样品时所耗硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 的体积, mL; c 是 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的实际浓度, mol/L; V_0 是细口瓶的体积, mL; V' 是二价硫酸锰溶液和碱性试剂体积的总和。

在 LIMS 分析方法的编程中, 参数越少、公式越简单, 编程越容易, 对于使用者而言工作量也越小, 通常在实验室的操作中, 一般取 $V_1 = 100$ mL, $V_0 = 300$ mL, $V' = 3$ mL。

其中, 由于 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液不稳定, 所以其浓度每次需要标定, 标定后 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的实际浓度 C (mol/L) 的计算公式为 $C = (10.00 \times 0.0250) / V$, 式中 V 是 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定量。

2 组态方法

2.1 组态 BOD₅ 分析所需的分项

结合 BOD₅ 的分析方法原理及公式(2)~(4)可得出组态 BOD₅ 的分析所需的分项有: 培养前标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 时 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定量 V_{01} ; 培养后 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定量 V_{02} ; 培养前 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的实际浓度 C_1 ; 培养后 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的实际浓度 C_2 ; 试验样品的总体积 V_i ; 制备试验样品用去的废水水样体积 V_e ; 滴定时样品的体积 V ; 空白样在培养前的 DO 质量浓度 C_3 ; 空白样在培养后的 DO 质量浓度 C_4 ; 培养前滴定时样品时所耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 体积 V_1 ; 培养后滴定时样品时所耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 体积 V_2 ; 稀释接种水样在培养前的 DO 质量浓度 ρ_1 ; 稀释接种水样在培养后的 DO 质量浓度 ρ_2 ; 不同稀释比下的 BOD₅ 的值 BOD₅ (每次); 最终结果 BOD₅。

在以上各分项中, V_{01} 、 V_{02} 、 V_e 、 V_1 、 V_2 均为需要输入数据的体积参数, 需要组态的只是数据类型和修约规则, 其数据类型为数值型。在属性中将其单位设定为 mL (量值单位需要在 LIMS 表资源管理器中的 units 表中进行组态, 下同); 修约规则选择为小数位数或有效数字奇进位; 根据所用计量器具的最小分度值, 选择 V_{01} 、 V_{02} 、 V_1 、 V_2 的小数位数为 2 位, V_e 为 1 位。值得注意的是, 因为需要测定 1~4 次不同稀释比水样的 BOD₅, 所以需将 V_1 、 V_2 、 V_e 的重复数设置为 4, 同时将“可选”和“允许取消”设定为 yes。

其余分项的数据类型均为计算型或标准型, 即需要通过编程实现各分项。其中, V_i 与 V 由实验室中实际的习惯或者规矩而定, 并且一般情况下长期为一个固定数值, 所以对于其分项计算, 只需用 return a (a 为常数, 由实验室规定) 的语句即可实现。

2.2 分项 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 的组态

2.2.1 分项 C_1 、 C_2 的组态

C_1 、 C_2 为培养前后 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的实际浓度, 其数值需要利用培养前后标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 时 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定量 V_{01} 、 V_{02} 计算。在 LabWare LIMS 中, 选择数据类型为计算型, 在属性中选择单位为 mol/L, 修约方式选择小数位数奇进位, 小数位数选择 4 位。在计算对话框中, 以 C_1 为例, 首先在输入对话框中添加 V 的变量, 变量类型为“分项”型, 选择 BOD₅ 分析方法中的 V_{01} 分项, 在“变量属性”对话框中, 将“分析”选择为“特定分析”、“触发器”选择为“当任何重复结果输入时计算”、“值”选择为“FORMATTED_ENTRY”、“输出”选择为“已处理”、“函数”选择为“AVE”。根据公式(4), 在公式栏中用 $C = 10.00 \times 0.0250 / V$, return c 的语句即可计算。

2.2.2 分项 C_3 、 C_4 的组态

◆ 标准试剂 C_3 、 C_4 为空白样在培养前、后 DO 的质量浓度, 需要用 LabWare LIMS 的“标准试剂”功能实现, 在录入数据时只需直接选择标准试剂的列表即可。此标准试剂不同于化学中的“标准试剂”概念, 需要引用批量的固定子分析或固定子数据时, 都可以使用标准试剂的模块功能实现。根据 BOD₅ 的分析方法原理, 需要在培养前后 5 d 的时间间隔分别测定空白样的 DO 浓度, 而对于一批样品而言, 只需要同一个 (或一组空白平均值) 空白值, 为减少大量重复录入和重复计算, 同时使程序更加完善, 需要使用标准试剂功能, 使用该功能在以后的分析中只需改变原标准试剂的相关数据, 不需要再次创建, 简化了数据的录入

过程。

◆ 建立样品登陆模板 以 C_3 为例,创建此“标准试剂”需要需要创建样品登陆模板。具体方法 LabWare LIMS 的表资源管理器中,找到 Sample Login Templates,在文件中选择新建,填写模板名称,如“STD”,选择或添加相应的组态条件,即可建立标准试剂模板。

◆ 制作检测单 首先添加“水质 STD 溶解氧空白 1”、“水质 STD 溶解氧空白 2”分析,这两个分析的分项和组态可根据公式(3)、(4)很容易进行编制,在此不再赘述。在表资源管理器的 Test Lists 表中,新建名称为“水质 STD 溶解氧”的检测单,在此检测单中需要添加这两个溶解氧空白的分析。

◆ 建立标准试剂模板 在表资源管理器的 Standard & Reagents Template 表中,新建名称为“溶解氧空白”的标准试剂模板,在其组态中,样品模板选择“STD”,检测单选择“水质 STD 溶解氧”。

◆ 管理标准试剂 在管理标准试剂的模块中,打开模板,模板选择为“溶解氧空白”,选择建立新标准,输入标准号,输入 C_3 、 C_4 的相关数值,并将标准试剂激活,即建立完成。

2.2.3 分项 ρ_1 、 ρ_2 的组态

ρ_1 、 ρ_2 为稀释接种水样(或不经稀释直接培养的水样)在培养前后的溶解氧浓度,数据类型、单位、修约方式的设置同 C_1 、 C_2 ,因为是质量浓度,所以小数位数选择 2 位。在计算对话框中,以 ρ_1 为例,添加 3 个变量类型为“分项”型的变量 c 、 v 、 v_1 ,分别表示 C_1 、 V 、 V_1 三个分项,变量属性和 C_1 、 C_2 的设定相同。在公示栏中输入 $x=1000 \times 32 \times v_1 \times c \times 300 / (4 \times v \times 297)$,return x 的语句即可完成组态。

2.3 分项 BOD₅ (每次)的组态

不同稀释比下的 BOD₅ (每次)值,数据类型、单位、修约、小数位数的设置同 ρ_1 、 ρ_2 和 V_1 、 V_2 一样需要将重复数设定为 4。在计算对话框中,添加 6 个变量类型为“分项”型的变量 c_3 、 c_4 、 s_1 、 s_2 、 v_e 、 v_t ,分别表示 C_3 、 C_4 、 ρ_1 、 ρ_2 、 V_e 、 V_t 。 c_3 、 c_4 的变量属性对话框中,值选择格式化输入,输出选择为已处理、函数选择为 AVE; s_1 、 s_2 、 v_e 输出选择为单一值、无函数; v_t 输出选择为已处理、函数选择为 AVE;其他同 C_1 、 C_2 中的变量属性的设定。

根据公式(2),在公式栏中输入类似如下 LIMS Basic 语句即可完成组态。

```
if (ve = 600) and (s2 >= 2) then
if ((s1 - s2 < 0.5) ) then return “0.5 L” else
```

```
return s1 - s2
endif
if ((s2 >= 2) and (s1 - s2 >= 2)) then
bod = ((s1 - s2) - ((vt - ve) / vt * c)) *
vt / ve
if (bod < 0.5) then return “0.5L” else return
bod
’ “0.5L”为低于检出限时的输出值,不同实验室
有不同规定,
endif
return “/” “/”为不满足条件“该法要求稀释的
程度应使培养中所消耗的溶解氧大于 2 mg/L,而剩
余溶解氧在 1 mg/L 以上”时的输出值。
```

2.4 分项 BOD₅ 的组态

分项 BOD₅ 表示最终计算值,为计算型数据,重复数为 0,在 BOD 的分项属性中,需要设置单位,不需要设置修约规则和小数位数,不同的结果需要不同的修约规则,故需要在计算公式中用代码实现。

在计算对话框中,添加 1 个变量类型为“分项”型的变量 x ,表示 BOD₅ (每次)分项,在变量属性对话框中,其他设定同 C_1 、 C_2 中变量,但是需要将输出选择为“数组”。在公式栏中输入类似如下 LIMS Basic 语句即可完成组态。

```
x1 = x[1]
..... ’ x2、x3、x4 同 x1
i=4; k=4
if (x1 = “0.5L”) then return x1
..... ’ 若 x2、x3、x4 小于检出限时间 x1
if (IsEmpty(x1)) then k=k-1
..... ’ 若 x2、x3、x4 为空时间 x1
if (k=4) then
if (x1 = “/”) then i=i-1
..... ’ 若 x2、x3、x4 不满足方法条件时间 x1
if (i=0) then return “0.5L”
i=4
if (isempty(x1) or (x1 = “/”)) then (x1 =
0 and i=i-1)
..... ’ 若 x2、x3、x4 为空或不满足方法条件
时间 x1
x1 = val(x1)
..... ’ x2、x3、x4 同 x1
lastvalue = x1 + x2 + x3 + x4 ; lastvalue =
lastvalue / i
if (lastvalue < 100) then
```

```

lastvalue=RoundOddUp(lastvalue, 1)
elseif ((lastvalue >= 100) and (lastvalue <=
1000)) then
    lastvalue=RoundOddUp(lastvalue, 0)
endif
return lastvalue
endif    if (k=2) then
..... 'k=2 时,同 k=4

```

3 BOD₅ 的 LIMS 分析的验证

当 $C_3 = 7.62 \text{ mg/L}$ 、 $C_4 = 7.36 \text{ mg/L}$ 时 (LIMS 的标准试剂计算值和人工计算值均为此值), 4 个不同水样的监测数据录入所创建的 BOD₅ 的 LIMS 分析中, 数据及结果如表 1 所示。4 个水样 BOD₅ 的 LIMS 计算值和人工计算值完全一致, 表明以上 BOD₅ 的 LIMS 分析的组态方法和过程是完全正确的。

表 1 4 个不同水样 BOD₅ 在 LIMS 中的录入与计算

项目	1 [#] 水样	2 [#] 水样	3 [#] 水样	4 [#] 水样
培养前标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 时的滴定量 V_{01}/mL	9.99	9.99	9.99	9.99
培养后标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 时的滴定量 V_{02}/mL	9.98	9.98	9.98	9.98
培养前 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的实际浓度 $C_1/(\text{mol/L})$	0.025 0	0.025 0	0.025 0	0.025 0
培养后 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的实际浓度 $C_2/(\text{mol/L})$	0.025 0	0.025 0	0.025 0	0.025 0
试验样品的总体积 V_1/mL	600.0	600.0	600.0	600.0
制备试验样品用去的水样体积 V_e/mL	600.0	600.0	600.0	30.0
	400.0	400.0	400.0	10.0
滴定时所用样品的体积 V/mL	100.0	100.0	100.0	100.0
空白样在培养前的溶解氧浓度 $C_3/(\text{mg/L})$	标准试剂溶解氧空白			
空白样在培养后的溶解氧浓度 $C_4/(\text{mg/L})$	标准试剂溶解氧空白			
培养前滴定样品时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的体积 V_1/mL	1.86	3.27	2.73	3.26
	2.95	3.51	3.14	3.59
培养后滴定样品时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的体积 V_2/mL	1.03	0.69	1.56	0.93
	1.64	1.65	2.49	1.91
稀释接种水样在培养前的溶解氧浓度 $\rho_1/(\text{mg/L})$	3.76	6.61	5.52	6.59
	5.97	7.10	6.35	7.26
稀释接种水样在培养后的溶解氧浓度 $\rho_2/(\text{mg/L})$	2.08	1.40	3.16	1.88
	3.32	3.34	5.04	3.87
BOD ₅ (每次)/ (mg/L)	1.7	/	2.4	/
	3.8	5.4	/	179.8
BOD ₅ / (mg/L)	2.8	5.4	2.4	180

4 结果与讨论

需要根据实际工作中变量的常规取值对 BOD₅ 和溶解氧的计算公式进行简化以便于 LIMS 分析方法组态和编程。对 BOD₅ 的 LIMS 分析方法组态之前需要根据计算公式列出组态所需的分项, 组态所需的分项包括空白样在培养前后的溶解氧浓度等 15 个。对于只需要输入数据的提及参数分项, 所需组态的是数据类型和修约类型。如果长期为固定取值的计算型分项用 return a(a 为固定常数)的语句实现。

培养前后的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的实际浓度 C_1 、 C_2 在设定

分项属性后, 输入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的浓度计算公式语句实现组态。空白样在培养前、后的溶解氧质量浓度 C_3 、 C_4 用 LabWare LIMS 的“标准试剂”功能实现组态。使用“标准试剂”功能通过建立样品登录模板、制作检测单、建立标准试剂模板、管理标准试剂四个步骤实现。水样培养前后的溶解氧浓度 ρ_1 、 ρ_2 按照分析方法的要求设定数据属性后输入溶解氧的计算公式语句实现组态。

不同稀释比下的 BOD₅ (每次)值在设定相应属性后, 按照分析方法的检出限及分析方法的测定范围等限定条件编制程序语句, 实现组态。最终计算结果分

项 BOD₅ 根据 BOD₅ (每次) 分项的可能计算结果分别编制语句, 并根据 BOD 的计算公式和修约规则、使用条件等编制语句实现组态。用组态完成的 BOD₅ 的 LIMS 分析方法计算水样的 BOD₅ 浓度, 经过多次比对, 程序计算值和人工计算值完全一致, 证明 BOD₅ 的 LIMS 分析方法的组态方法和过程完全正确。

参考文献

- [1] Scott FI. LIMS Comes of Age: Realistic Appraisals and Enterprise-wide Prospects [J]. American Laboratory, 1999, 31(7):4-10.
- [2] Croft M, G Fraser, G C Gaul, et al. Role of the New South Wales Department of Primary Industries Laboratory Information Management System (LIMS) in the 2007 Equine Influenza Emergency Animal Disease Response[J]. Australian Veterinary Journal, 2011, 89 (S1):47-49.
- [3] 鲁志文. LIMS 的开发及在水环境监测中的应用[J]. 人民长江, 2010, 41(17):100-103.
- [4] 刘芳. LIMS 项目成功的关键[J]. 现代科学仪器, 2004 (5):17-21.
- [5] Ozlem Cagindi, Semih Oetles. Importance of Laboratory Information Management Systems (LIMS) Software for Food Processing Factories[J]. Journal of Food Engineering, 2004, 65(4):565-568.
- [6] Colin Thurston. A Business Case for LIMS[J]. Chemistry Industry, 2011(21):21-23.
- [7] New Zealand Laboratory News Group. LabWare Unveils the Next Major Release of Its Popular LabWare LIMS Software Suite at PITTCON-R2008 [J]. New Zealand laboratory news, 2008(65):13-13.
- [8] New Zealand Laboratory News Group. LabWare Meets Web Development Challenge[J]. New Zealand Laboratory News, 2008(68):13.
- [9] 赵丽, 邹立梅. LabWare LIMS 在大连石化的应用和实施 [J]. 上海计量测试, 2004, 31(3):34-37.
- [10] 马永娇. LABWARE LIMS: 实验室管理的优化者访 LABWARE 亚太区总裁 Dr. David McClelland[J]. 食品安全导刊, 2009(4):76-77.
- [11] 王吉溪. LabWare 树立全球 LIMS 的典范[J]. 现代科学仪器, 2002(2):24-27.
- [12] 邹立梅, 赵丽. LabWare LIMS 的组态实施[J]. 现代科学仪器, 2004(5):14-17.
- [13] Jin XL, Jing M, Chen X, et al. A Study on the Relationship Between BOD₅ and COD in a Coastal Seawater Environment with a Rapid BOD Measurement System [J]. Water Science and Technology, 2010, 61 (6):1499-1503.
- [14] Muzio FM, Robinson CW, Graff S, et al. BOD₅ Estimation for Pulp and Paper Mill Effluent Using UV Absorbance[J]. Water Research, 2001, 35 (7): 1842-1850.
- [15] Trancoso MA, Calisto SCS. Comparison of Models for Estimation of Measurement Uncertainties. Determination of BOD₅ in Wastewaters Using a Manometric Method [J]. Accreditation and Quality Assurance, 2008, 13(1): 19-28.
- [16] Paixao SM, Santos P, Tenreiro R, et al. Performance Evaluation of Mixed and Pure Microbial Inocula as Surrogate Culture in a BOD₅ Test[J]. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2003, 19(5):539-544.
- [17] HJ 505-2009 水质 五日生化需氧量(BOD₅)的测定 稀释与接种法[S].

(收稿日期 2013-03-30)

(编辑 张爽)

2013 年中华环保世纪行宣传活动启动

2013 年中华环保世纪行宣传活动 5 月 17 日在京启动。全国人大环资委主任委员、中华环保世纪行组委会主任陆浩在讲话中指出, 今后五年中华环保世纪行宣传活动的总体思路是: 全面贯彻落实党的十八大精神, 高举科学发展旗帜, 紧紧围绕党中央确定的生态文明建设的重大方针和战略任务, 紧紧围绕全国人大常委会生态文明建设立法和监督工作, 始终把“大力推进生态文明, 努力建设美丽中国”作为世纪行宣传活动主题, 每年围绕这个宣传主题组织开展好有关专题和重点采访活动, 宣传成功经验, 弘扬先进典型, 反映百姓诉求, 维护法律尊严。今年中华环保世纪行宣传活动将以“治理大气污染, 改善空气质量”、“保护饮用水源地, 保障饮用水安全”和“大力推进可再生能源产业健康发展”为专题和重点, 组织新闻媒体赴有关地区进行采访报道。

中华环保世纪行宣传活动从 1993 年开展至今, 已成为环境保护的一个品牌, 成效和影响越来越大。世纪行活动把人大监督、舆论监督和群众监督有机结合起来, 对于推动环境与资源保护领域许多重大问题的解决和有关政策措施的出台、维护群众权益, 以及集中力量解决关系人民群众切身利益、社会反映大的环境问题等方面, 发挥了积极作用。

(摘编自 中国环境报 2013-05-20)