

附件 2:

ICS 号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CAEPI □□-20□□

燃煤电厂高效除尘系统技术评估指南

Guidelines of technical assessment for high efficiency dust removal in coal-fired
power plants

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

中 国 环 境 保 护 产 业 协 会 发 布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	2
5 评估的流程和方法.....	3
6 高效除尘技术评估内容.....	5
7 试验与测试方法.....	7

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，推动燃煤电厂高效除尘技术进步，指导燃煤电厂高效除尘技术评估工作，制定本标准。

本标准规定了燃煤电厂高效除尘技术评估的基本要求、评估的流程和方法、高效除尘技术评估内容及试验与测试方法。

本标准为首次发布。

本标准由中国环境保护产业协会组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、中国能源建设集团规划设计有限公司、中国华电科工集团有限公司、浙江菲达环保科技股份有限公司、福建龙净环保股份有限公司、国电环境保护研究院有限公司、华电电力科学研究院有限公司。

本标准由中国环境保护产业协会 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由中国环境保护产业协会负责管理和解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区扣钟北里甲 4 楼，邮编 100037）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

燃煤电厂高效除尘系统技术评估指南

1 适用范围

本标准规定了燃煤电厂高效除尘系统技术评估的基本要求、评估的流程和方法、高效除尘技术评估内容及试验与测试方法。

本标准适用于单台机组容量300MW及以上的燃煤电厂整体除尘技术的评估,单台机组容量300MW以下的燃煤电厂可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本标准;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

GB/T 6719	袋式除尘器技术要求
GB 13223	火电厂大气污染物排放标准
GB/T 13931	电除尘器 性能测试方法
GB/T 15187	湿式除尘器 性能测试方法
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB / T 16845	除尘器 术语
GB/T 32154	电袋复合除尘器 性能测试方法
GB 37484	除尘器能效限定值及能效等级
HJ 836	固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法
T/CSES 1-2015	环境保护技术验证评价 通用规范

3 术语和定义

GB/T 16845、GB 13223 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

高效除尘技术 efficient particle collection technology

使燃煤电厂烟尘排放浓度不高于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 的组合除尘技术，包含主体的干式除尘器、脱硫塔协同除尘及湿式电除尘器（如有）。

3.2

烟尘目标值偏离率 particle emission compliance rate

燃煤电厂按 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 烟尘浓度排放要求，烟尘排放浓度高于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 小时数与机组投运小时数的比值，以%表示。

3.3

系统除尘效率 system particle collection efficiency

同一时间段内，干式除尘、湿法脱硫协同除尘和湿式电除尘（如有）等设备脱除烟尘总质量与干式除尘器入口烟尘总质量的比值，以%表示。

3.4

干式除尘器除尘效率 collection efficiency of dry precipitator

同一时间段内，干式除尘器脱除烟尘总质量与干式除尘器入口烟尘总质量的比值，以%表示。

3.5

除尘器漏风率 air leakage rate of precipitator

标准状态下，干式或湿式电除尘器出口气体体积流量和进口气体体积流量之差占进口气体体积流量的比值，以%表示。

3.6

比电耗 specific power consumption

除尘器（包括电除尘器、电袋复合除尘器、袋式除尘器、湿式电除尘器）处理单位工况含尘烟气量所消耗的阻力电耗和高、低压用电总量，单位 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 。

3.7

比水耗 specific water consumption

湿式电除尘器处理单位工况含尘烟气量所消耗的水量。

4 基本要求

4.1 燃煤电厂高效除尘技术评估（以下简称“评估”）应以环境保护法律、法规、标准为依据，以达到国家、地方以及行业标准为前提，科学、客观、公正、公平地评价燃煤电厂烟气除尘设施的管理水平、运行水平和烟尘控制水平。

4.2 评估对象包括干式除尘器、脱硫塔协同除尘及湿式电除尘器（如有）整体除尘设施。

4.3 评估对象的基本条件：

a) 通过环境保护验收；

b) 未发生较大及以上的安全生产责任事故，不存在重大安全隐患，未受到安全生产监管部门的处罚；

c) 未发生环境污染事故，未受到生态环境监管部门的处罚。

5 评估的流程和方法

5.1 评估基本流程

根据评估工作开展的过程，评估流程可分为确定评估对象、评估准备、评估方案制定及确认、评估报告编写与评审、评估结论公示与公布五个环节。评估基本流程见图 1。

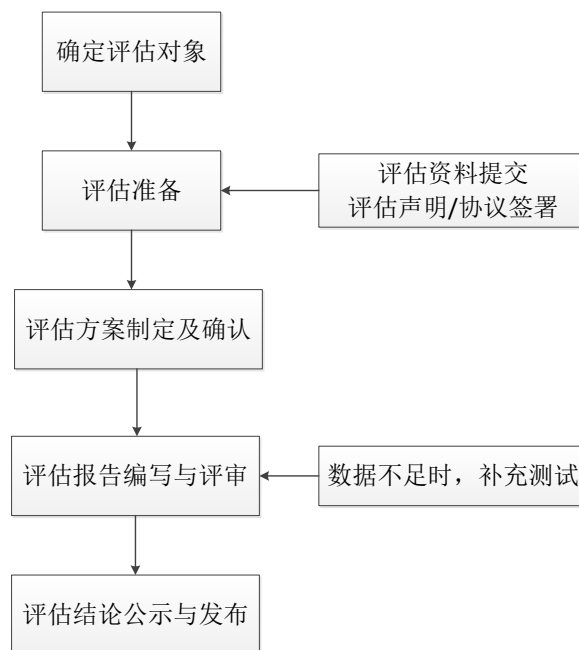


图 1 评估工作流程示意图

5.2 确定评估对象

5.2.1 通常燃煤电厂高效除尘系统包括以下 5 种技术组合：

- a) 常规电除尘器→湿法烟气脱硫工艺→湿式电除尘器；
- b) 常规电除尘器→湿法烟气脱硫工艺（设高效除雾器）；
- c) 低低温电除尘器→湿法烟气脱硫工艺（设高效除雾器）；
- d) 电袋复合除尘器→湿法烟气脱硫工艺（设高效除雾器）；
- e) 袋式除尘器→湿法烟气脱硫工艺（设高效除雾器）。

5.2.2 评估对象确定过程需要注意明确评估对象的边界和工艺节点。

5.3 评估准备

5.3.1 评估对象确定后，被评估方应组织、整理详细的评估资料，并将其提交给评估方，评估资料的准

备可参见附录 A。

5.3.2 评估资料包括但不限于如下内容：

- 技术名称；
- 技术原理；
- 适用范围；
- 工艺路线；
- 工艺参数；
- 性能指标描述；
- 检测/监测/分析数据，包括：
 - a)有资质的检测机构出具的检测报告；
 - b)运行设备的分散控制系统（DCS）数据；
 - c)污染治理设施的在线监测（CEMS）数据；
 - d)符合《国家重点监控企业自行监测及信息公开办法》的自行监测数据等。
- 技术所属工程情况，包括：
 - a)工程基本介绍；
 - b)竣工时间；
 - c)验收情况；
 - d)排污许可证核发情况；
 - e)运行情况；
 - f)用户报告等。
- 其它可反映技术情况的材料（专利、鉴定、资质证明等）。

5.3.3 被评估方应对提供的评估资料的真实性、准确性、完整性负责。

5.3.4 被评估方和评估方宜对评估内容、各方权利义务、知识产权归属、保密要求、费用及争议等问题进行讨论和确认，并以协议的形式进行约定。

5.4 评估方案制定及确认

5.4.1 评估方应依据被评估方提供的评估资料编制评估方案。

5.4.2 评估指标的选取宜参照 6.1.1 确定。

5.4.3 编制完成的评估方案应由评估方和被评估方共同确认。

5.5 评估报告编写

5.5.1 评估过程中，数据的选择筛选、处理与分析可参考 T/CSES 1。

5.5.2 评估报告模板可参考附录 B。

6 高效除尘技术评估内容

6.1 评估指标与权重

6.1.1 评估指标包括：

(1) 运行特性指标：烟尘排放浓度、目标值偏离率；

(2) 技术性能特性指标：系统除尘效率、干式除尘器除尘效率、比电耗、比水耗、设备阻力、漏风率；

(3) 其他管控指标：工艺流程复杂度、技术成熟度、安全性、装置可用率。

6.1.2 评估指标权重参见表 1。对于不含湿式电除尘器的高效除尘系统技术路线评估，湿式电除尘器比电耗、水耗按表 1 权重给予满分。

表 1 燃煤电厂高效除尘技术评估指标权重

序号	评估指标	权重占比 (%)	
运行特性指标	烟尘排放浓度 (mg/m^3)	20	
	目标值偏离率 (%)	15	
性能特性指标	系统除尘效率 (%)	10	
	干式除尘器除尘效率 (%)	10	
	比电耗 ($\times 10^{-3}\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$)	干式除尘器	10
		湿式电除尘器	10
	湿式电除尘比水耗 (m^3/h)	5	
	单元设备阻力 (Pa)	干式除尘器	5
		湿式电除尘器	5
单元设备漏风率 (%)	2		
其他管控指标	工艺流程复杂度	2	
	技术成熟度	2	
	安全性	2	
	装置可用率 (%)	2	

6.2 评估指标与赋分

6.2.1 评估指标应按表 2-表 4 进行赋分，评估总分为 100 分。

6.2.2 运行特性指标评估数据可采用电厂 CEMS 的监测数据。烟尘排放浓度为评估周期内的平均值，一般取年均值；目标值偏离率为评估周期内烟尘浓度高于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 的小时数占比。运行特性指标赋分按表 2 执行。

表2 燃煤电厂高效除尘技术运行特性指标赋分表

运行特性指标	赋分原则
烟尘排放浓度 (mg/m ³)	达到基准值 5 mg/m ³ 得 80 分。比目标值每升高 1mg/m ³ 扣 10 分，每降低 1mg/m ³ 加 5 分；本项最低得 0 分，最高得 100 分。
目标值偏离率 (%)	达到 100% 得 100 分。比目标值每降低 0.1% 扣 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。

6.2.3 性能特性指标数据可采用评估周期内第三方性能测试数据。性能特性指标赋分按表 3 执行。

表3 燃煤电厂高效除尘系统性能特性指标赋分表

性能特性指标	评估对象	不同等级燃煤电厂赋分原则		
		300MW	600 MW	1000 MW
系统除尘效率 (%)	技术路线 (1)	目标值 99.99%，达到目标值得分 60。比目标值每增加 0.002% 加 10 分，比目标值每降低 0.001% 扣 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
	技术路线 (2) ~ (5)	目标值 99.98%，达到目标值得分 60。比目标值每增加 0.002% 加 10 分，比目标值每降低 0.001% 扣 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
干式除尘器除尘效率 (%) ^a	电除尘器 电袋复合除尘器、袋式除尘器	目标值 99.90%，达到目标值得分 60。比目标值每增加 0.01% 加 5 分，比目标值每降低 0.01% 扣 5 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
比电耗 (×10 ⁻³ kW·h/m ³)	电除尘器 ^b	目标值 0.34kW·h/m ³ ，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02kW·h/m ³ 加 10 分，比目标值每增加 0.06kW·h/m ³ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。	目标值 0.32kW·h/m ³ ，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02kW·h/m ³ 加 10 分，比目标值每增加 0.06kW·h/m ³ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。	目标值 0.31kW·h/m ³ ，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02kW·h/m ³ 加 10 分，比目标值每增加 0.06kW·h/m ³ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。
	电袋复合除尘器 ^c	目标值 0.26kW·h/m ³ ，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02kW·h/m ³ 加 10 分，比目标值每增加 0.06kW·h/m ³ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。		
	袋式除尘器	目标值 0.32kW·h/m ³ ，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02kW·h/m ³ 加 10 分，比目标值每增加 0.06kW·h/m ³ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。	目标值 0.31kW·h/m ³ ，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02kW·h/m ³ 加 10 分，比目标值每增加 0.06kW·h/m ³ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。	——
	湿式电除尘器	目标值 0.19kW·h/m ³ (蜂窝式) / 0.15kW·h/m ³ (板式)，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02kW·h/m ³ 加 10 分，比目标值每增加 0.06kW·h/m ³ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。		
比水耗	湿式电除尘器	目标值 0.17×10 ⁻⁵ (蜂窝式) / 1.1×10 ⁻⁵ (板式)，达到目标值得分 60。比目标值每降低 0.02×10 ⁻⁵ 加 10 分，比目标值每增加 0.06×10 ⁻⁵ 扣 10 分。本项最低得分 0 分，最高得分 100 分。		

单元设备阻力 (Pa)	电除尘器	达到目标值 200Pa 得 100 分。比目标值每升高 10Pa 扣 10 分；本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
	电袋复合除尘器	达到目标值 1200Pa 得 60 分。比目标值每升高 100Pa 扣 10 分，每降低 150Pa 加 10 分；本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
	袋式除尘器	达到目标值 1500Pa 得 60 分。比目标值每升高 120Pa 扣 10 分，每降低 150Pa 加 10 分；本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
	湿式电除尘器	达到目标值 300Pa 得 60 分。比目标值每升高 50Pa 扣 10 分，每降低 50Pa 加 10 分；本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
单元设备漏风率 (%)	干式除尘器	漏风率达到目标值 2.0% 得 100 分，每增加 0.25% 扣 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。	漏风率达到目标值 1.5% 得 100 分，每增加 0.25% 扣 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。	漏风率达到目标值 1.5% 得 100 分，每增加 0.25% 扣 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。
	湿式电除尘器	漏风率达到目标值 2.0% (蜂窝式)/1.0% (板式) 得 60 分，每增加 0.2% 扣 10 分，每降低 0.2% 加 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。		
<p>^a 当干式除尘器入口烟尘浓度低于 15g/m³ 时，目标值按 99.85% 考虑；当干式除尘器入口烟尘浓度高于 30g/m³ 时，目标值按 99.93% 考虑。</p> <p>^b 当入炉煤种除尘难易性为“较易”或“较难”时，比电耗值应分别乘以 0.9 或 1.1 的修正系数；当电除尘器入口烟尘浓度大于 30g/m³ 时，比电耗值应乘以 1.1 的修正系数。入炉煤种除尘难易性评价参考 GB 37484-2019 附录 A。</p> <p>^c 当电袋复合除尘器入口烟尘浓度大于 30 g/m³ 而小于 60g/m³ (含 60g/m³) 时，目标值为 0.28×10⁻³kW·h/m³；当电袋复合除尘器入口烟尘浓度大于 60g/m³ 时，目标值为 0.28×10⁻³kW·h/m³。</p>				

6.2.4 其他管控指标数据可采用评估周期内电厂运行报表、工作维修记录等数据。其他管控指标赋分按表 4 执行。

表 4 燃煤电厂高效除尘技术其他管控指标赋分表

管控指标	赋分原则
工艺流程复杂度	技术路线 (1) 得 70 分，技术路线 (2) 得 100 分，技术路线 (3) 得 85 分，技术路线 (4) 得 85 分，技术路线 (5) 得 85 分。
技术成熟度	运行期间安全稳定运行且无维修记录得 100 分；运行期间安全稳定运行，维修记录 1 次扣 10 分。本项最低得 0 分，最高得 100 分。
安全性	未发生安全生产事故得 100 分，发生 1 次安全生产事故得 60 分，发生安全生产事故高于 1 次得 0 分。
装置可用率 (%)	达到目标值 98% 得 60 分，低于目标值得 0 分，比目标值每升高 0.5% 加 10 分。

7 试验与测试方法

7.1 烟尘排放浓度

根据烟尘浓度对应的范围选择对应的测试标准，按照 GB/T 16157 或 HJ 836 进行测试，并按 GB13223 进行大气污染物基准氧含量排放浓度折算。

7.2 目标值偏离率

目标值偏离率按式 (1) 计算。

$$r = \frac{h_r}{h_o} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

r ——目标偏离率，%；

h_r ——烟尘排放浓度高于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 的小时数，h；

h_o ——机组投运小时数，h。

7.3 系统除尘效率

系统除尘效率按式（2）~式（4）计算。

$$f = \frac{m_{\text{inlet}} - m_{\text{outlet}}}{m_{\text{inlet}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$m_{\text{inlet}} = c_{\text{inlet}} \times Q_{\text{inlet}} \times 1000 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$m_{\text{outlet}} = c_{\text{outlet}} \times Q_{\text{outlet}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

f ——系统除尘效率；%；

m_{inlet} ——干式除尘器入口烟尘质量流量，mg/h；

m_{outlet} ——系统出口烟尘质量流量，mg/h；

c_{inlet} ——干式除尘器入口烟尘浓度， g/m^3 ；

Q_{inlet} ——干式除尘器入口烟气流量， m^3/h ；

c_{outlet} ——系统出口烟尘浓度， mg/m^3 ；

Q_{outlet} ——系统出口烟气流量， m^3/h 。

烟尘浓度测试方法参照 7.1，烟气流量可按 GB/T 16157 或 GB/T 13931 确定。

7.4 除尘器除尘效率

烟尘浓度测试方法参照 7.1 进行，烟气流量测试方法按照 GB/T 16157 或 GB/T 13931 进行。除尘效率可按 GB/T 13931、GB/T 32154、GB/T 6719、GB/T15187 确定。

7.5 单元设备阻力

单元设备阻力的测试与计算可按 GB/T 13931、GB/T 32154、GB/T 6719、GB/T15187 进行。

7.6 单元设备漏风率

漏风率的测试和计算可按 GB/T 13931、GB/T 32154、GB/T 6719 与 GB/T15187 进行。

7.7 比电耗

干式除尘器的比电耗的计算方法按 GB 37484 进行。湿式电除尘器比电耗按式（5）计算。

$$C = \frac{W}{Q} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

C ——比电耗，kW·h/m³；

W ——湿式电除尘器的电耗，kW·h/h；

Q ——湿式电除尘器处理的工况烟气流量，m³/h。

湿式电除尘器的电耗按式（6）计算。

$$W = W_r + W_{hv} + W_{lv} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

W ——湿式电除尘器的电耗，kW·h/h；

W_r ——湿式电除尘器阻力电耗，按式（7）计算，kW·h/h；

W_{hv} ——湿式电除尘器高压供电设备单位时间电耗，kW·h/h；

W_{lv} ——湿式电除尘器低压供电设备单位时间电耗，kW·h/h。

湿式电除尘器阻力电耗按式（7）计算。

$$W_r = \frac{Q \times \Delta p}{1000 \times 3600 \times 0.85} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

W_r ——湿式电除尘器阻力电耗，kW·h/h；

Δp ——湿式电除尘器压力降，Pa；

0.85 为湿式电除尘器引风机、传动设备等引起的综合效率系统。

7.8 比水耗

湿式电除尘器比水耗按式（8）计算。

$$C_w = \frac{W_w}{Q} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

C_w ——湿式电除尘器的比水耗；

W_w ——湿式电除尘器的水耗，m³/h。

水耗根据超声波流量计进行直接测量或通过系统在线流量计累积流量计算。

附录 A

(资料性附录)

评估资料信息参考示例

A.1 申请评估单位情况

申请评估单位名称及基本情况。评估事项联系人和联系方式。

A.2 技术情况

A.2.1 技术名称及适用范围

A.2.2 技术原理与工艺路线

A.2.3 主要技术指标(污染治理效果)(列出针对某对象、在某条件下、应用该技术治理前后的污染物排放情况)

A.2.4 二次污染及其控制

A.2.5 主要工艺运行及控制参数

A.2.6 主要经济指标(列出处理规模、单位投资成本、单位运行成本、单位污染物处理成本等主要经济指标,其中运行成本可细分为水耗、电耗、药耗、其他等)

A.2.7 技术可达到的相关标准(列出应用该技术可以达到的污染物排放标准和限值,资源化利用生产产品的还应列出执行的产品标准)

A.2.8 技术成熟度(说明该技术在国内的工程应用总体情况,以及代表性的工程名称、规模、验收时间和现状)

A.3 示范工程情况

A.3.1 示范工程名称、概况(简要介绍业主单位、建设地点、污染特征、工程规模及项目投入运行时间、验收情况等)

A.3.2 工艺流程(给出本示范工程使用的工艺流程,若为图示,则需对图示进行详细说明)

A.3.3 主要工艺及设备参数(列出该技术应用于本示范工程时的主要参数,即工艺运行参数、设备性能参数等)

A.3.4 应用效果(用文字和数据说明本示范工程应用该技术后达到的效果,列出达到的污染控制标准及资源化利用的产品标准)

A.3.5 二次污染防治情况(列出二次污染产生和治理情况)

A.3.6 投资费用与运行费用

A.3.7 能源、资源节约和综合利用情况(根据实际情况填写。列出本示范工程能源、资源节约、回收及综合利用情况等)

A.4 检测/监测/分析数据

有资质的检测机构出具的检测报告、运行设备的DCS数据、污染治理设施的CEMS数据、符合《国家重点监控企业自行监测及信息公开办法》的自行监测数据等。

A.5 其它资料

专利、鉴定、资质证明、示范工程照片等。

附录 B
(资料性附录)
评估报告参考模板

B.1 评估基本情况

B.1.1 背景和目的

B.1.2 评估相关方情况简介

B.1.3 工作过程简介

B.2 技术介绍

B.2.1 技术原理、适用范围、工艺路线、工艺参数、性能指标描述、技术所属工程简况、知识产权情况等

B.2.2 技术所属工程的基本介绍、竣工时间、验收情况、排污许可证核发情况、运行情况、用户意见等

B.3 评估方法、内容、过程介绍

B.3.1 评估过程采用的数据处理和评价方法简介

B.3.2 评估指标的选取及权重的设定

B.3.3 检测/监测/分析数据获取的基本原则和取得情况

B.3.4 补充检测/监测情况

B.3.5 评估过程相关问题的说明

B.4 评估结果与分析

B.4.1 评估技术结论与分析

B.4.2 专家评审意见

B.4.3 公开情况和意见处理
