

ICS 13.020.01
Z 04
备案号: 56036-2017

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1414—2017

清洁生产方案产生与效益计算技术要求

Technical requirements for solution generation and benefit calculation
of cleaner production

2017 - 06 - 29 发布

2017 - 10 - 01 实施

北京市质量技术监督局

发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 清洁生产方案产生技术要求.....	1
5 清洁生产方案效益计算技术要求.....	4
附录 A（资料性附录） 清洁生产方案产生示例	7
附录 B（资料性附录） 清洁生产方案筛选方法	9
参考文献.....	11

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由北京市发展和改革委员会提出并归口。

本标准由北京市发展和改革委员会组织实施。

本标准起草单位：北京节能环保中心、中国轻工业清洁生产中心。

本标准主要起草人：李晓丹、孙晓峰、李旭、于凤菊、张佟佟、于承迎、简玉平、刘曼、高山、李忠武、薛鹏丽、王靖、钱堃、刁晓华。

清洁生产方案产生与效益计算技术要求

1 范围

本标准规定了清洁生产方案产生与资源、环境效益计算的术语和定义，技术要求。
本标准适用于清洁生产审核过程中的清洁生产方案产生与清洁生产方案资源、环境效益计算。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3484 企业能量平衡通则
GB/T 12452 企业水平衡测试通则
GB/T 13234 工业企业节能量计算方法
GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

清洁生产审核 Cleaner Production Audit

按照一定程序，对生产和服务过程进行调查和诊断，找出能耗高、物耗高、污染重的原因，提出减少有毒有害物料的使用、产生，降低能耗、物耗以及废物产生的方案，进而选定和实施技术经济及环境可行的清洁生产方案的过程。

3.2

清洁生产方案 Cleaner Production Solution

从清洁生产备选方案中筛选出可实施的无低费方案，以及经过可行性分析论证后可实施的中高费方案。

注：清洁生产方案划分为无低费方案、中高费方案，划分标准应与清洁生产备选方案一致。

3.3

清洁生产方案效益计算 Benefit Calculation of Cleaner Production Solution

按照一定方法对已实施和拟实施清洁生产方案产生的资源节约和环境效益进行计算。

4 清洁生产方案产生技术要求

4.1 基本原则

4.1.1 清洁生产方案应符合国家、地方和行业清洁生产、环境保护、能源节约等方面法律法规、政策标准要求。

4.1.2 清洁生产方案应体现源头削减、过程控制的理念，应符合降低有毒有害物质使用、提高资源与能源利用效率、减少或避免污染物产生与排放、提高生产或服务效率、提供绿色产品和服务以及提升经济效益的要求。

4.1.3 清洁生产方案应符合行业发展方向以及审核单位实际情况和发展需求，并具有先进性和可实施性。

4.2 清洁生产方案产生及筛选方法

清洁生产方案产生方法包括但不限于：头脑风暴、标杆对比、散点图、帕累托图、平衡分析、因果图等；清洁生产方案筛选方法包括但不限于：简易筛选法、权重总和计分排序筛选法等。清洁生产方案产生及筛选方法见图1。

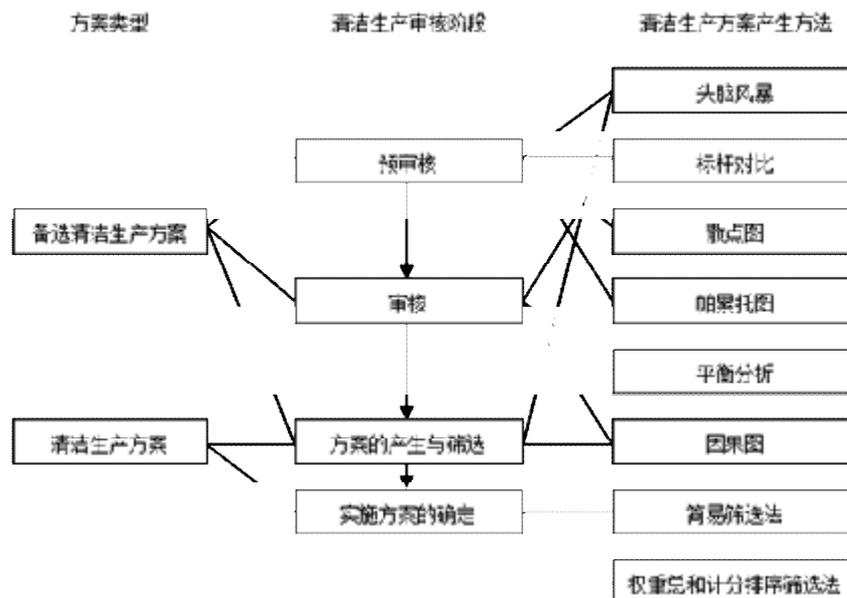


图1 清洁生产方案产生及筛选方法图

4.3 清洁生产方案产生方法

4.3.1 头脑风暴

借助头脑风暴的理论和方法，获得清洁生产方案清单。头脑风暴的工作步骤一般包括：

- a) 围绕清洁生产确定讨论议题，召开研讨会，邀请审核组成员、技术骨干、咨询机构和专家等相关人员，在相关负责人的引导下，参加者提出清洁生产备选方案；
- b) 在审核单位内部征集合理化建议，发动全体员工提出清洁生产备选方案。

4.3.2 标杆对比

4.3.2.1 借助标杆管理的理论和方法，对比发现生产、经营和服务环节存在的问题，针对问题提出清洁生产备选方案。标杆对比的工作步骤一般包括：

- a) 收集审核单位相关资料和数据，通过分析，判断审核单位清洁生产水平现状；

b) 收集参照对象相关要求，核实审核单位执行参照对象相关要求的依据，通过对比，分析审核单位存在的差距和问题，从而提出相应的清洁生产方案。

4.3.2.2 标杆对比的参照对象可包括但不限于以下内容：

a) 国家和地方政策法规标准，如污染物排放标准、清洁生产评价指标体系、环境标志产品标准、行业清洁生产推行方案、污染防治技术政策、准入条件或规范、最佳可行性技术指南、取水定额、能耗限额等；

b) 国外发达国家和地区政策法规标准或技术指南；

c) 行业或同类型单位清洁生产先进水平；

d) 相近工况条件下，审核单位历史先进水平等。

4.3.3 散点图

借助散点图的理论和方法，研究并确定两个变量（如原辅材料消耗与产量、水资源消耗与产量、能源消耗与产量、污染物排放量与产量等）之间存在的关系，提出清洁生产备选方案。散点图的工作步骤一般包括：

a) 根据审核单位实际情况，选择具有一定相关性的变量；

b) 收集数据，运用数据分析方法判断各种变量之间的相关性，并判断各种变量之间的因果关系；

c) 根据变量因果关系，分析影响清洁生产水平的敏感性因素及其存在的问题，针对问题提出清洁生产备选方案。

4.3.4 帕累托图

借助帕累托图的理论和方法，找出审核单位存在清洁生产问题的关键原因，将注意力集中于关键原因，提出清洁生产备选方案。帕累托图的工作步骤一般包括：

a) 收集审核单位原辅材料消耗、能源消耗、资源消耗、污染物排放等数据；

b) 通过数据分析，按贡献率大小排序，明确影响原辅材料消耗、能源消耗、资源消耗、污染物排放等方面的一个或多个重点环节；

c) 分析重点环节存在的问题，针对问题提出清洁生产备选方案。

4.3.5 平衡分析

借助水平衡、能量平衡、物料平衡和关键因子平衡等测试分析方法，通过分析平衡结果和影响平衡的因素，研究提出清洁生产备选方案。平衡测试应符合但不限于以下要求：

a) 审核单位应建立计量管理系统，能源计量器具配备应符合GB 17167；水计量器具配备应符合GB 24789；

b) 水平衡测试应执行GB/T 12452；

c) 能量平衡测试应执行GB/T 3484；

d) 生产、使用或排放重金属的审核单位应开展重金属污染物平衡测试分析，明确重金属来源、排放种类、排放浓度及排放总量；

e) 生产、使用或排放挥发性有机物（VOCs）的审核单位应开展VOCs平衡测试分析，明确VOCs的来源、排放种类、排放浓度及排放总量。

4.3.6 因果图

借助因果图的理论和方法，从原辅材料和能源、工艺技术、设备、过程控制、产品（服务）、废物、管理和员工等方面出发，分析清洁生产问题与原因之间的关系，提出清洁生产备选方案。因果图见图2。

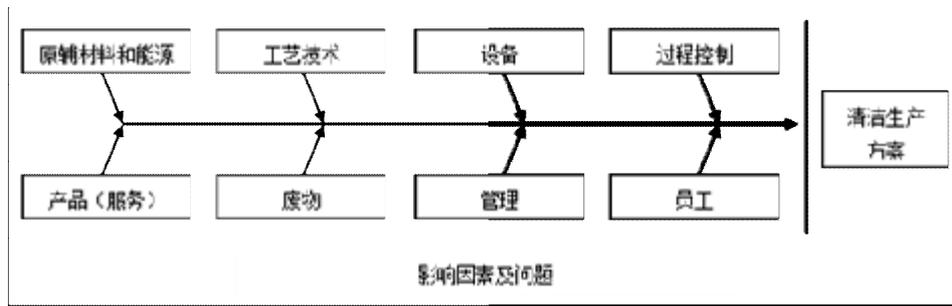


图2 用于产生清洁生产方案的因果图

4.3.7 清洁生产方案示例见附录 A。

4.4 清洁生产方案筛选和确定

4.4.1 方案筛选方法

4.4.1.1 简易筛选法

根据技术可行性、环境可行性、经济可行性、实施难易程度以及对生产、产品（或服务）的影响等方面，通过清洁生产审核工作组和技术人员进行初步讨论筛选，去除不可行的方案。对初步可行的中高费方案，利用权重总和计分排序筛选法进一步筛选。

4.4.1.2 权重总和计分排序筛选法

对于方案数量较多或指标较多，相互比较有困难的中高费方案的筛选和排序可采用权重总和计分排序筛选法。权重因素可包括但不限于：原辅材料消耗量、资源能源消耗量、废物量、清洁生产潜力、员工积极性等。权重值的确定方法可包括但不限于：层次分析法、德尔菲法等。

层次分析法是将与决策有关的元素分解成目标、准则、方案等层次，在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。

德尔菲法是由调查者拟定调查表，按照既定程序，以函件的方式分别向专家组成员进行征询；而专家组成员又以匿名的方式（函件）提交意见。经过反复征询和反馈，专家组成员的意见逐步趋于集中，最后获得具有很高准确率的集体判断结果。

清洁生产方案筛选方法见附录B。

4.4.2 方案的确定

经初步筛选的中高费方案，进行技术、环境、经济等方面的分析和评估。通过分析比较，确定技术先进适用、环境效益明显、经济可行的中高费方案，推荐实施。

5 清洁生产方案效益计算技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 清洁生产审核产生的各项可行方案应进行资源、环境效益计算。

5.1.2 清洁生产方案效益计算应包括核算和估算。已实施清洁生产方案宜采用核算为主，估算为辅的方法；拟实施清洁生产方案宜采用估算方法。

5.1.3 清洁生产方案效益计算应遵循定量和定性评价相结合的原则。

5.1.4 涉及技术设备改造、原辅材料替代、能源结构调整、废物循环利用、过程优化控制等方面的清洁生产方案的效益计算宜采用定量评价；涉及管理优化、员工素质提升等方面的清洁生产方案的效益计算宜采用定性评价。

5.1.5 清洁生产方案效益定量评价应提供核算依据，应以实测数据、统计记录等客观信息和真实有效数据为基础。

5.1.6 涉及节约资源和节能的清洁生产方案的效益计算，应通过监测值或根据能量平衡分析、物料平衡分析、水平衡分析、能源转换效率、能源损失率、水重复利用率、原料利用率等参数计算获得。

5.1.7 涉及污染物减排的已实施清洁生产方案的效益计算，应以方案实施前后污染物排放数据为依据进行核算；涉及污染物减排的拟实施清洁生产方案的效益计算，应参考同类技术或设施的效益进行估算。

5.2 效益计算方法

5.2.1 节能量计算方法

节能量计算方法执行GB/T 13234。节能量按公式（1）计算：

$$DE = E_0 - E_1 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔE —清洁生产方案节能量，吨标准煤/年（tce/a）；

E_0 —方案实施前年度消耗能源量，吨标准煤/年（tce/a）；

E_1 —方案实施后提供与方案实施前相同数量和质量产品或服务的年度所需要消耗能源量，吨标准煤/年（tce/a）。

5.2.2 资源节约量计算方法

资源节约量应包括水资源节约量和物料节约量。

水资源节约量按公式（2）计算：

$$DQ = Q_0 - Q_1 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ΔQ —清洁生产方案水资源节约量，立方米/年（ m^3/a ）；

Q_0 —方案实施前年度取水量，立方米/年（ m^3/a ）；

Q_1 —方案实施后提供与实施前相同数量和质量产品或服务的年度取水量，立方米/年（ m^3/a ）。

物料节约量按公式（3）计算，参照执行：

$$DM = M_0 - M_1 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

ΔM —清洁生产方案物料节约量，吨/年（t/a）；

M_0 —方案实施前年度物料消耗量，吨/年（t/a）；

M_1 —方案实施后提供与实施前相同数量和质量产品或服务的年度物料消耗量，吨/年（t/a）。

5.2.3 污染物减排量计算方法

5.2.3.1 废水减排量计算方法

废水减排量按公式（4）计算：

$$\Delta W = W_0 - W_1 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔW —清洁生产方案废水减排量，立方米/年（ m^3/a ）；

W_0 —方案实施前年度废水排放量，立方米/年（ m^3/a ）；

W_1 —方案实施后提供与实施前相同数量和质量产品或服务所排放的废水量，立方米/年（ m^3/a ）。

5.2.3.2 水污染物减排量计算方法

水污染物应包括常规污染物和特征污染物。主要污染因子符合本市或国家水污染物排放标准相关要求。

化学需氧量、氨氮、重金属污染物减排量计算执行国家和地方相关规定。

水污染物减排量按公式（5）计算：

$$DP = W_0 \cdot C_0 \cdot 10^{-6} - W_1 \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ΔP —清洁生产方案水污染物减排量，吨/年（ t/a ）；

W_0 —方案实施前年度废水排放量，立方米/年（ m^3/a ）；

W_1 —方案实施后提供与实施前相同数量和质量产品或服务所排放的废水量，立方米/年（ m^3/a ）；

C_0 —方案实施前水污染物排放浓度， mg/L ；

C_1 —方案实施后提供与实施前相同数量和质量产品或服务的水污染物排放浓度， mg/L 。

5.2.3.3 大气污染物减排量计算方法

大气污染物应包括常规污染物和特征污染物。主要污染因子符合本市或国家大气污染物排放标准相关要求。

二氧化硫、氮氧化物、重金属污染物、挥发性有机物（VOCs）减排量计算执行国家和地方相关规定。

大气污染物减排量按公式（6）计算：

$$\Delta G = G_0 - G_1 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

ΔG —清洁生产方案大气污染物减排量，吨/年（ t/a ）；

G_0 —方案实施前年度大气污染物排放量，吨/年（ t/a ）；

G_1 —方案实施后提供与实施前相同数量和质量产品或服务所排放的大气污染物，吨/年（ t/a ）。

5.2.3.4 固体废物减排量计算方法

固体废物包括一般固体废物和危险废物。危险固体废物减排量应以废物转移联单为主要核算依据。

固体废物减排量按公式（7）计算：

$$DS = S_0 - S_1 \dots\dots\dots (7)$$

式中：

ΔS —清洁生产方案固体废物减排量，吨/年（ t/a ）；

S_0 —方案实施前年度固体废物产生量，吨/年（ t/a ）；

S_1 —方案实施后提供与实施前相同数量和质量产品或服务年度固体废物产生量，吨/年（ t/a ）。

附 录 A
(资料性附录)
清洁生产方案产生示例

A.1 清洁生产方案产生示例

清洁生产方案产生见表A.1。

表A.1 清洁生产方案产生示例表

因素	问题	方案
原辅材料	原辅材料领用随意，易造成资源浪费	实施原辅材料定量管理考核
	使用有毒有害原辅材料，存在环境污染和环境风险隐患	推行生态设计，使用无毒无害或低毒低害原辅材料替代有毒有害原辅材料； 建立并有效运行危险化学品管理制度
资源能源	能源消费结构不合理	采用清洁能源或再生能源替代传统能源
	存在能源消费浪费现象	实施能源使用定量管理考核
	新鲜水消耗量大	实施用水定额管理；采用水资源梯级利用、逆流洗涤、废水再生利用等措施，提高水重复利用率；使用节水器具
	缺乏对水资源、能源利用情况的了解	根据国家和地方规定，定期开展水平衡测试和能量平衡测试
工艺	使用淘汰工艺	参照《产业结构调整指导目录》等国家或地方文件，选用清洁生产工艺替代淘汰工艺
	手工作业，劳动强度大，存在污染和健康危害等问题	采用自动化生产工艺和设备
设备	使用高耗能机电设备	参照国家或地方规定，更换高效机电设备
	设备能耗高	对设备进行诊断，确认设备是否正常运行，是否老化；选用更换工艺设备降低能耗；采用变频等措施降低大功率设备能耗
	设备噪声大，产生环境污染或危害员工身心健康	对设备进行诊断，确认设备是否正常运行；选用低噪声设备；采用噪声屏蔽措施
过程控制	生产经营不稳定，导致资源能源浪费	调整生产结构，合理组织安排生产，实现连续生产，降低能源消耗
	缺乏各环节资源能源消耗数据	健全资源能源计量系统，按照国家规定安装水、电、蒸汽等计量仪表
	由于控制问题，导致资源能源消耗量大	优化过程控制参数
	基础设施建设不完善	涉废水排放单位应实施雨污分流、建设初期雨水收集池、事故应急池
产品（服务）	使用或废弃环节产生环境影响	推行生态设计；推行生产者责任延伸制
	服务流程设计不合理而产生环境问题	优化服务流程

表 A.1 清洁生产方案产生示例表（续）

因素	问题	方案
废物	废气无组织排放量大	通过优化过程控制、提高废气收集效率等措施，减少废气无组织排放
	废水及水污染物排放量大	通过优化过程控制等措施减少水污染物产生量；通过废水深度治理等措施提高废水回用率
	危险废物管理不完善，存在环境风险隐患	实行固体废物分类收集；按国家和地方规定建立危险废物暂存设施；委托有资质的机构处理处置危险废物；实行危险废物转移联单制度
	环保设施运行不稳定	完善环保设施运行维护，加强环境监测能力建设，建立环保档案
	环境信息不透明	根据国家和地方规定，开展环境信息公开，接受社会监督
管理	缺少节能环保动力	制定管理制度和激励机制，倡导节能环保；将节能环保工作纳入管理战略
	缺乏对能源环境工作的管理	建立健全能源环境管理机构，明确管理职能
	不了解国家节能环保政策法规标准	收集并分析节能环保政策法规标准
	环境风险点不明晰，存在环境安全隐患	制定环境风险应急预案，应急设施、物资齐备，并定期培训和演练；定期开展环境风险隐患排查、评估
	存在跑冒滴漏现象	定期进行设备维护管理，建立日常巡检制度
员工	操作不当，导致资源能源浪费	加强员工技能培训，关键环节应持证上岗
	缺乏节能环保意识	加强清洁生产宣传培训，提高员工清洁生产意识

附录 B
(资料性附录)
清洁生产方案筛选方法

B.1 简易筛选法

简易筛选法是对所有清洁生产备选方案进行简单检查和评估，分出可行的无低费方案、初步可行的中高费方案和不可行方案三大类。其中，可行的无低费方案可立即实施；初步可行的中高费方案供下一步进行研制和进一步筛选；不可行的方案则搁置或否定。

- a) 确定初步筛选因素：初步筛选因素可考虑技术可行性、环境可行性、经济可行性、实施难易程度以及对生产、经营和服务的影响等几个方面。
- 1) 技术可行性。主要考虑清洁生产方案的成熟程度和先进性，例如是否已在审核单位内部其他部门采用过或同行业其他单位采用过，以及采用的条件是否基本一致等。
 - 2) 环境可行性。主要考虑清洁生产方案是否能有效减少废物的数量和毒性，是否能改善操作环境等。
 - 3) 经济可行性。主要考虑清洁生产方案投资和运行费用的承受能力，是否有经济效益等。
 - 4) 实施的难易程度。主要考虑清洁生产方案实施的复杂程度，如现有场地、公用设施、技术人员配置、实施周期等。
 - 5) 对生产、经营和服务的影响。主要考虑清洁生产方案的实施过程中对审核单位正常生产、经营、服务的影响程度。
- b) 进行初步筛选：在进行清洁生产方案的初步筛选时，可采用简易筛选法，即组织审核单位相关人员进行讨论。简易筛选法步骤如下：第一步，参照前述筛选因素的确定方法，结合审核单位的实际情况确定筛选因素；第二步，确定每个清洁生产方案与这些筛选因素之间的关系，若是正面影响关系，则打“√”，若是反面影响关系则打“×”；第三步，综合评价，得出结论。

简易筛选法见表B.1。

表B.1 简易筛选法

筛选因素	清洁生产方案编号				
	F1	F2	F3	……	Fn
技术可行性	√	×	√	……	√
环境可行性	√	√	√	……	×
经济可行性	√	√	×	……	√
……	……	……	……	……	……
结论	√	×	√		×

B.2 权重总和计分排序筛选法

权重总和计分排序筛选法适合于处理清洁生产方案数量较多或指标较多相互比较有困难的情况，一般用于中高费方案的筛选和排序。

清洁生产方案的权重因素和权重值的选取可参照以下执行。

- a) 技术可行性，权重值 $W=8-10$ 。主要考虑清洁生产方案的技术是否成熟、先进；是否能够匹配有经验的技术人员；国内外同行业是否有成功的先例；是否易于操作、维护等。
- b) 环境可行性，权重值 $W=7-10$ 。主要考虑清洁生产方案是否减少使用有毒有害原料；是否减少有毒有害物质的排放；是否减少了对员工安全和健康的危害；是否符合相关环境标准要求等。
- c) 经济可行性，权重值 $W=6-8$ 。主要考虑清洁生产方案费用效益比是否合理。
- d) 可实施性，权重值 $W=4-6$ 。主要考虑清洁生产方案实施过程中对生产、经营和服务的影响大小；施工难度，施工周期；员工是否易于接受等。

权重总和计分排序筛选法见表B.2。

表B.2 权重总和计分排序筛选法

权重因素	权重值 (W)	清洁生产方案得分									
		方案1		方案2		方案3		……		方案n	
		R	R*W	R	R*W	R	R*W	R	R*W	R	R*W
技术可行性											
环境可行性											
经济可行性											
可实施性											
总分 $\sum R*W$											
排序											

注：R表示分值。

参 考 文 献

- [1] 《中华人民共和国清洁生产促进法》（中华人民共和国主席令 第五十四号）.
 - [2] 《关于印发<“十二五”主要污染物总量减排核算细则>的通知》（环发[2011]148号）.
 - [3] 《关于印发<重金属污染综合防治“十二五”规划实施考核办法>及<重点重金属污染物排放量指标考核细则>的通知》（环发[2012]81号）.
 - [4] 《北京市清洁生产管理办法》（京发改规〔2013〕6号）.
 - [5] 《北京市工业污染源挥发性有机物（VOCs）总量减排核算细则》（京环发[2012]305号）.
-