



乳业水足迹研究

The Study on Water Footprint in Dairy

龚广予

光明乳业股份有限公司

Contents

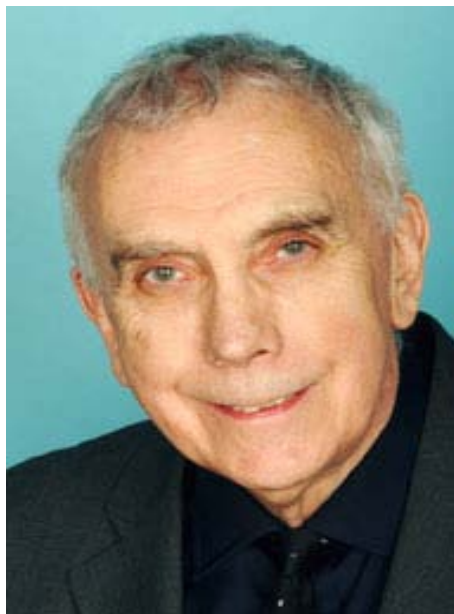
1. 水足迹的基本概念

2. 水足迹的计算方法

3. 企业水足迹核算

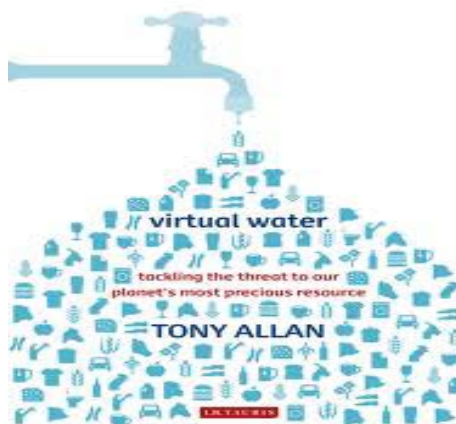
4. 乳业水足迹核算

虚 拟 水



“虚拟水”之父

Tony Allan在90年代研究中东和北非水资源管理的时候发现许多缺水国家或地区大量进口水密集型产品，以缓解当地水资源短缺情况。他将伴随着贸易的看不见的水的交易称之为虚拟水贸易。



每年以贸易形式进入中东和北非的虚拟水量比进入尼罗河水量还多。

水足迹概念的提出

Hoekstra and Hung from UNESCO-IHE
Published a report in 2002 on “virtual
water trade: a quantification of virtual
water flows between nations in relation
to international crop trade”（虚拟水贸易：
与国家作物贸易相关的国家间虚拟水流的
量化）。**Water footprint was first
introduced** in this report.



For each nation of the world a “water footprint has been calculated (a term chosen on the analogy of the “ecological footprint”}. The water footprint, equal to the sum of the domestic water use and virtual water import, is proposed here as a measure of a nation’s actual appropriation of the global water resources. It gives a more complete picture than if one looks at domestic water use only, as is being done until date. In addition to the water footprint, indicators are proposed for a nation’s ‘water self-sufficiency’ and a nation’s ‘water dependency’

水 足 迹 概 念

水足迹是衡量消费者或生产者直接或间接使用水资源的指标

The water footprint is an indicator of freshwater use that looks at both direct and indirect water use of a consumer or producer.

个人、社区或企业水足迹定义为个人、社区或企业生产产品和服务所消耗的总水资源量

The water footprint of an individual, community or business is defined as the total volume of freshwater used to produce the goods and services consumed by the individual or community or produced by the business.



阿尔杰恩·胡克斯特拉



水 足 迹 概 念

依据单位内消耗（蒸发或嵌入产品）或污染的水资源量对水资源利用进行度量

Water use is measured in terms of water volumes **consumed** (evaporated or incorporated into a product) **and/or polluted** per unit of time.

水足迹是一个具有空间维度的指标，不仅显示水资源使用和污染的量，而且显示其位置

A water footprint can be calculated for a particular, for any well-defined group of consumers (for example, a private enterprise). The water footprint is a geographically explicit indicator, showing **not only volumes of water use and pollution, but also the locations.**

水足迹的组成

Direct water footprint

Green water footprint

Blue water footprint

Grey water footprint

Indirect water footprint

Green water footprint

Blue water footprint

Grey water footprint

水足迹概念

灌溉用水

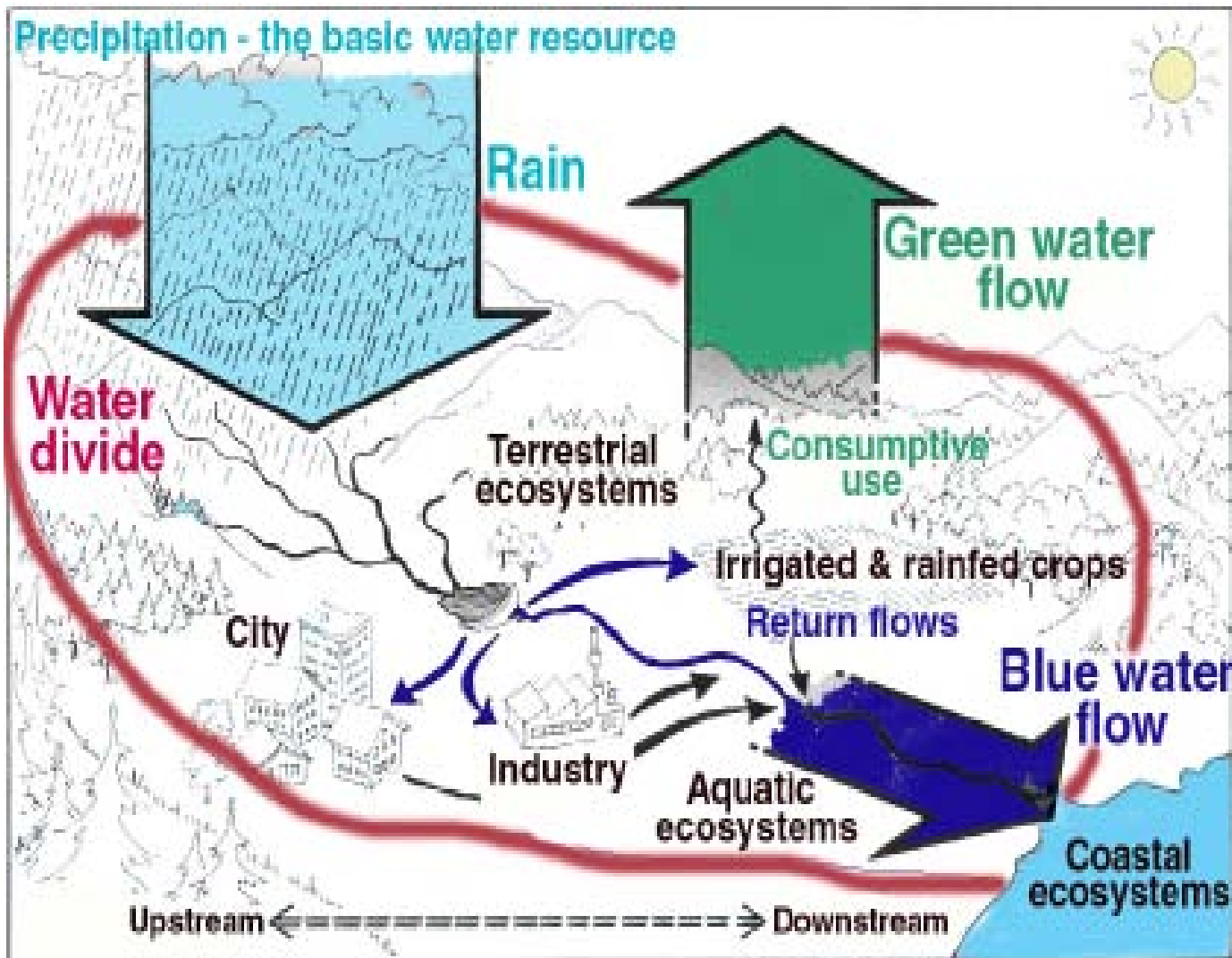
间接用水

饮水

准备食物用水

直接用水

蓝、绿 水



Green water is the water that comes from precipitation, is stored in the soil, and fed back to the atmosphere.

Blue water is the water in rivers, lakes, reservoirs, ponds and aquifers.

蓝水足迹和绿水足迹

蓝水足迹

生产产品或服务所消耗的地表和地下水量。消耗是指淡水使用后蒸发或进入产品以及从一个流域取水然后回流到另一个流域或者海洋中，即从流域地表水或地下水中抽取的水没有回流到该流域。

Blue water footprint

Volume of surface and groundwater consumed as a result of the production of a good or service. Consumption refers to the volume of freshwater used and then evaporated or incorporated into a product.

绿水足迹

生产过程中消耗的雨水量。绿水足迹尤其与农林产品密切相关，这些产品的绿水足迹指雨水总蒸散量，加上储存在作物或林木内的水分。

Green water footprint

Volume of rainwater consumed during the production process. This is particularly relevant for agricultural and forestry products (products based on crops or wood), where it refers to the total rainwater evapotranspiration (and plantations) plus the water incorporated into the harvested crop or wood.

灰水足迹

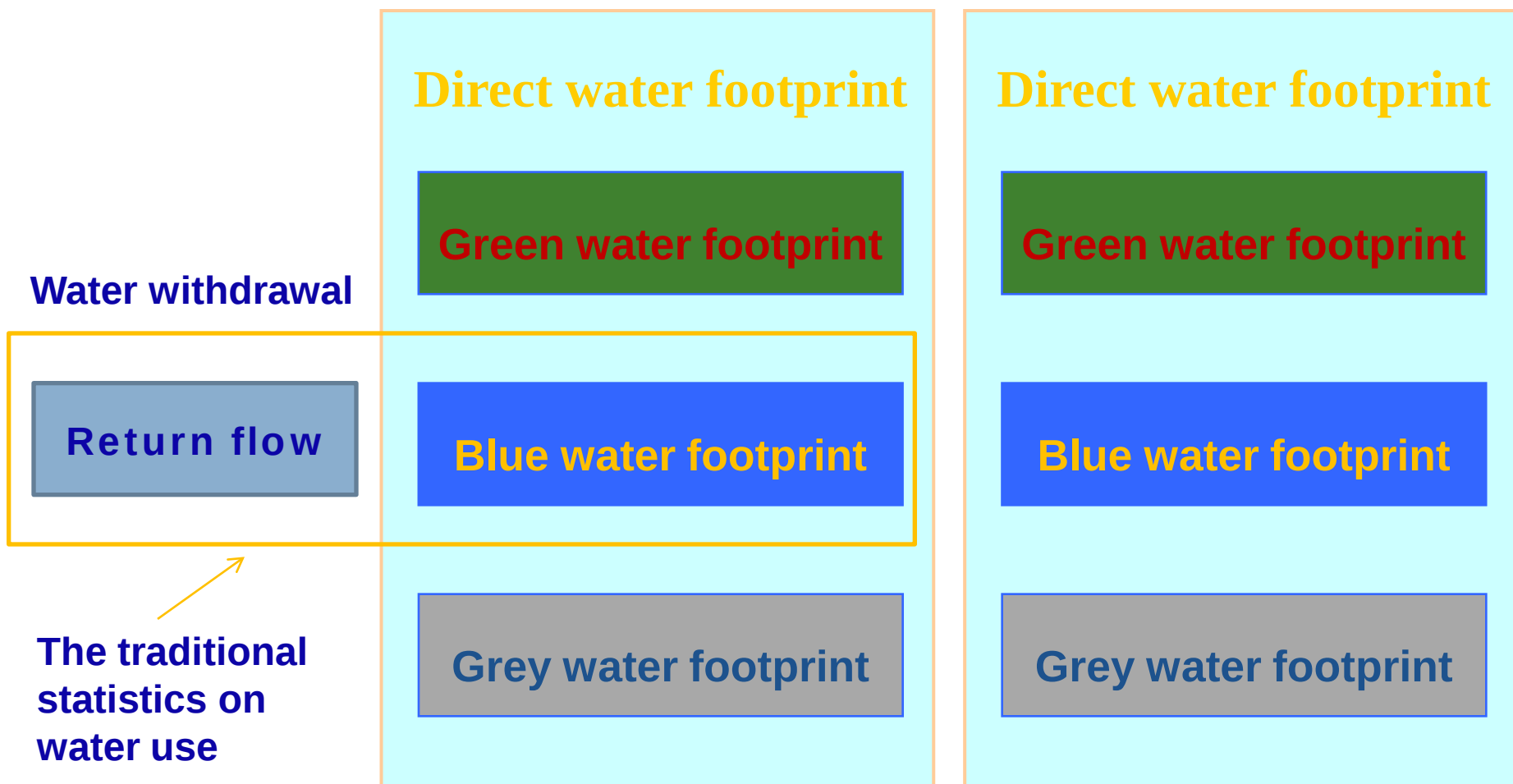
灰水足迹

是反应在整个供应链中产品生产所造成的淡水污染的指标，定义为以自然本底浓度和现有的环境水质标准为基准，将一定的污染负荷吸收同化所需的淡水的体积。

Grey water footprint

The grey water footprint of a product is an indicator of freshwater pollution that can be associated with the production of a product over its full supply chain. It is defined as the volume of freshwater that is required to assimilate the load of pollutants based on natural background concentrations and existing ambient water quality standards. It is calculated as the volume of water that is required to dilute pollutants to such an extent that the quality of the water re... agreed water quality standards.

水足迹的组成



小 结

- 水足迹的基本概念
- 水足迹的计算方法
- 企业水足迹核算
- 乳业水足迹核算

水足迹的计算方法

- ❖ 过程水足迹核算
- ❖ 作物或树木生长的水足迹核算
- ❖ 产品水足迹核算
- ❖ 消费者水足迹核算

过程水足迹-蓝水足迹

蓝水足迹是蓝水消耗的指标，也就是地表水和地下水的消耗指标，包括以下四部分：

- 蒸发水
- 产品内的水
- 未回到原流域的水，如回到其他流域或海洋的水
- 未在同一时间段返回的水，如干旱期流失、湿润期返回的水



过程蓝水足迹 =

蓝水蒸发水量+结合到产品内的蓝水量+不能被重新利用的回水量

过程水足迹-绿水足迹

绿水足迹是生产过程中消耗的雨水水量，与农业和林业产品（作物产品或林木产品）密切相关。



过程绿水足迹 = 绿水蒸发量 + 结合到产品内的绿水量

农业消耗的绿水可以通过经验公式或采用合适的模拟作物蒸散发的模型进行测量或评价。这些模型往往以气候、土壤或作物特征为基本输入数据。

过程水足迹-灰水足迹

$$GWF = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}}$$



是反映在整个供应链中产品生产所造成的淡水污染的指标，
灰水足迹（ GWF ）定义为以自然本底浓度（ C_{nat} ）和现有的环境水质标准（ C_{max} ）为基准，将一定的污染负荷（ L ）吸收同化所需的淡水的体积。

过程水足迹-灰水足迹

点源污染灰水足迹的核算

$$WF_{proc, grey} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} = \frac{Effl \times C_{effl} - Abstr \times C_{act}}{C_{max} - C_{nat}}$$

$Effl$: 污水体积

C_{effl} : 污水中某污染物的浓度

$Abstr$: 抽取水量

C_{act} : 水中某污染物的实际浓度



过程水足迹-灰水足迹

热污染灰水足迹的核算

$$WF_{proc.grey} = \frac{T_{effl} - T_{act}}{T_{max} - T_{nat}} \times Effl$$

$Effl$: 污水体积

T_{effl} : 污水的温度

T_{act} : 受纳水体的温度

T_{max} : 最大容许温度

T_{nat} : 受纳水体的自然温度



过程水足迹-灰水足迹

面源污染灰水足迹的核算

$$WF_{proc.grey} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} = \frac{\alpha \times Appl}{C_{max} - C_{nat}}$$

α : 淋溶率

$Appl$: 农用化学品施用量

当化学物质被应用到土壤表面或土壤中时，如固体废弃物处理、化肥和杀虫剂的使用等，可能会有一小部分化学物质渗入地下水或通过地表径流流入河流，此时，就产生了面源污染。



过程水足迹-灰水足迹

当污水中包含多种形式污染物时：

1. 估算不同污染物的灰水足迹
2. 灰水足迹一般由关键污染物决定，以造成最大灰水足迹的污染物为准（若具有足够的水稀释这种污染物，那么所有其他的污染物也能够被稀释同化）。





作物或树木生长的 水足迹核算

作物水足迹

作物产品水足迹 = 作物耗水量 (CWU) / 产量 (Y)

$$WF_{green} = \frac{CWU_{green}}{Y}$$

$$WF_{blue} = \frac{CWF_{blue}}{Y}$$

$$WF_{grey} = \frac{\alpha \times Appl}{Y \times (C_{max} - C_{nat})}$$

$$WF = WF_{green} + WF_{blue} + WF_{grey}$$

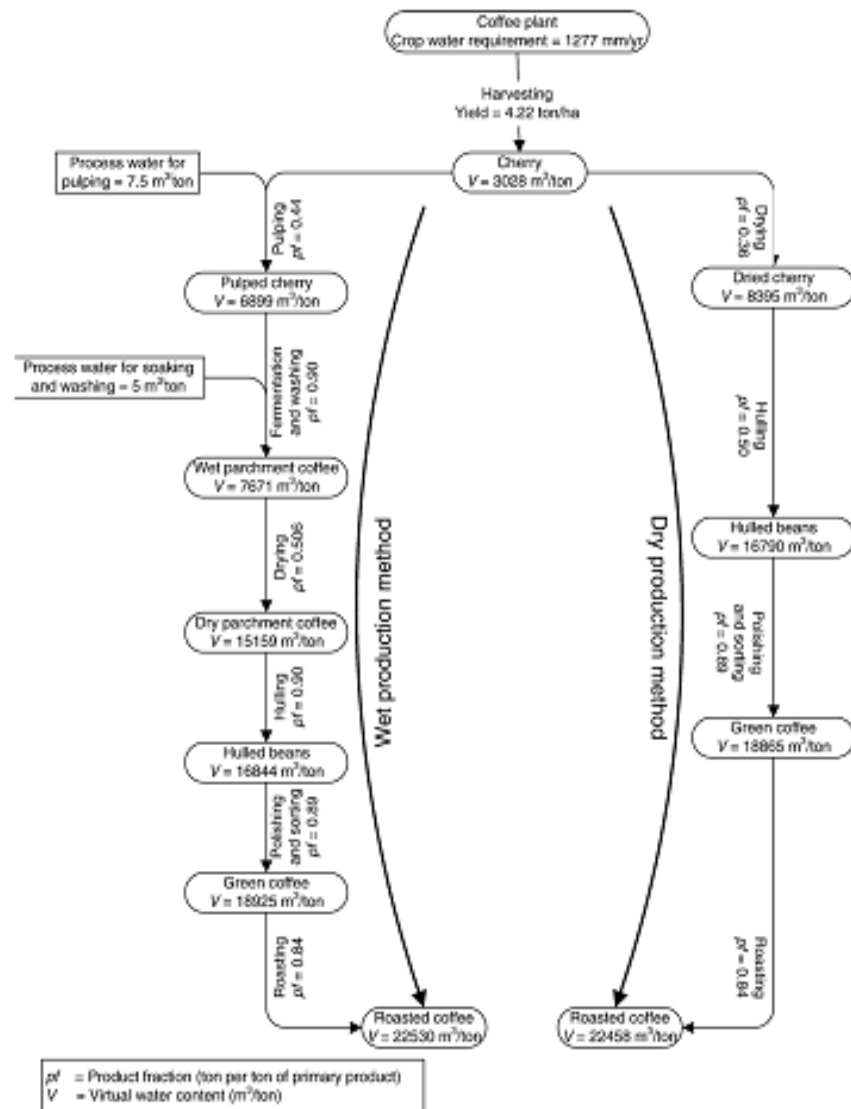
产品水足迹核算

产品水足迹核算

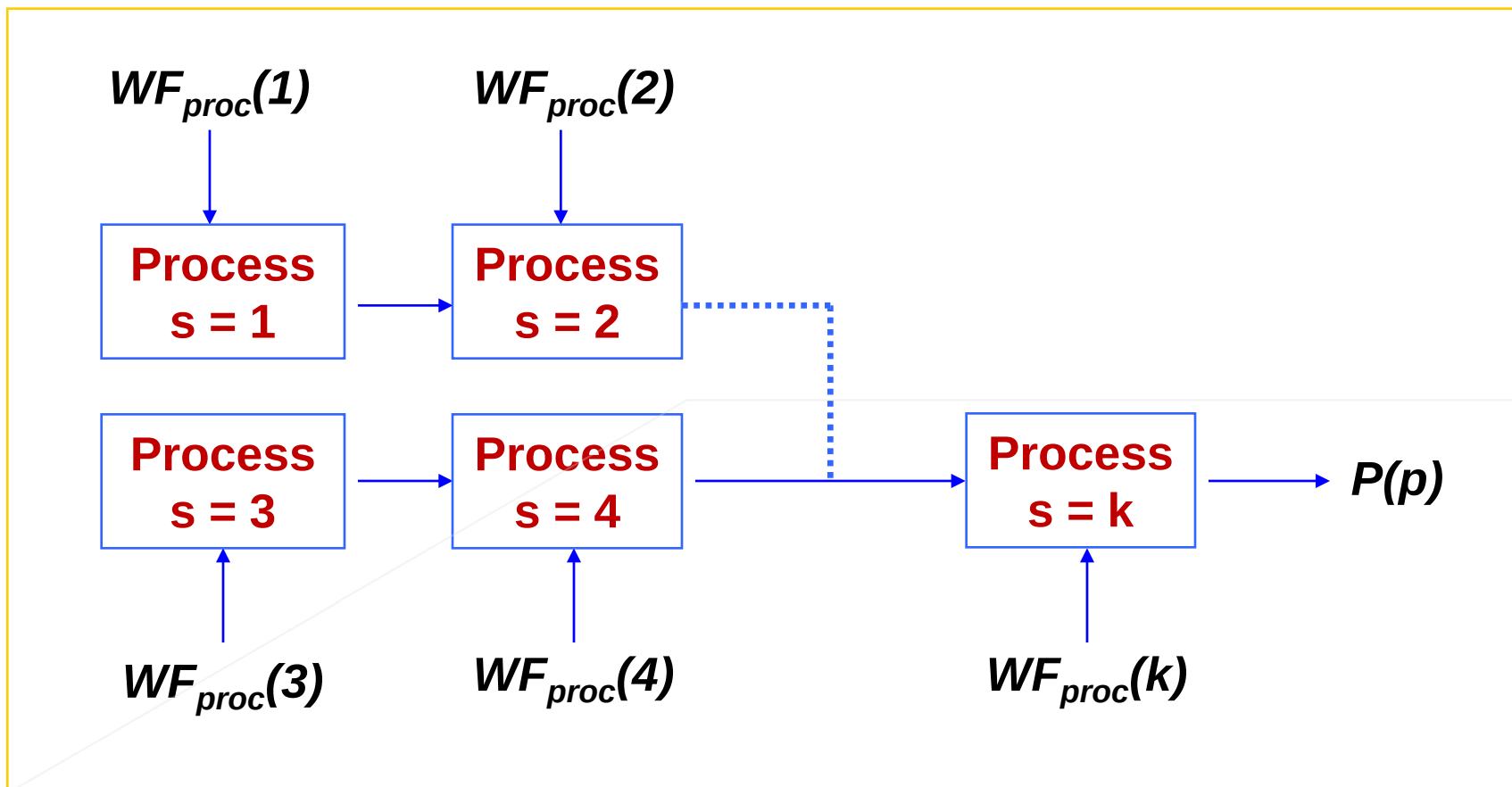


产品水足迹

- 产品水足迹指生产某产品直接或间接消耗的淡水总量。
- 产品水足迹以可称为“虚拟水含量”，但后者含义较狭窄。
- 研究产品水足迹，必须先了解生产过程，即确认产品的“生产”系统。生产过程往往不为简单的线性关系，而是树形结构，称为产品树。



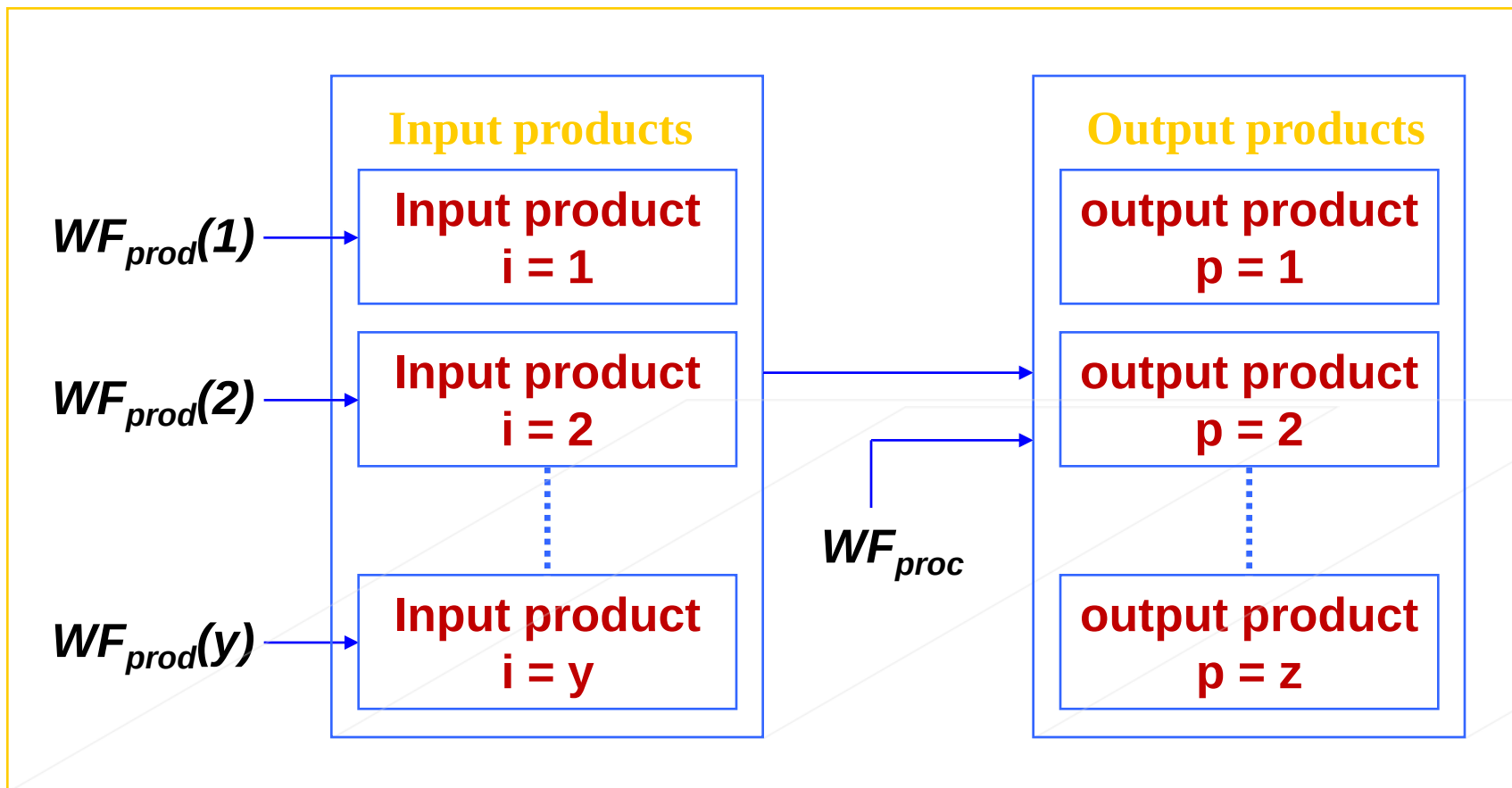
产品水足迹核算方法一：链式求和法



链式求和法：

$$WF_{prod}[p] = \frac{\sum_{s=1}^k WF_{proc}[s]}{p[p]}$$

产品水足迹核算方法二：阶段累计法



阶段累计法:
$$WF_{prod}[p] = \left\{ WF_{proc}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{WF_{prod}[i]}{f_p[p,i]} \right\} \times f_v[p]$$

畜牧产品水足迹核算

畜牧产品水足迹 =
饲料水足迹+饮用水水足迹+生产服务的水足迹

饲料水足迹
作物耗水量 (m^3 / ha) / 作物产量 (ton / ha)

牲畜水足迹
饲料、饮用水和生产服务用水的总和

牲畜产品水足迹
把牲畜水足迹分配到相关产品中



产品水足迹

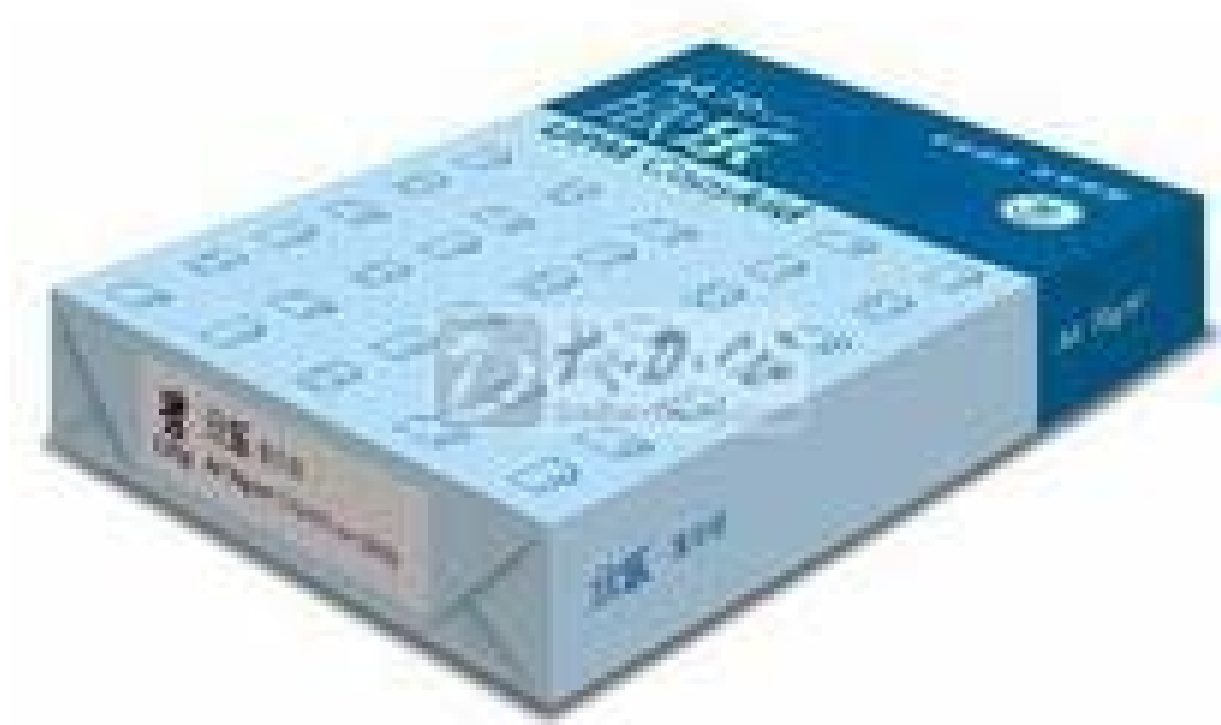
全球平均水足迹

产品 (kg)	水足迹 (吨)
小麦	1
水稻	3
牛奶	1
奶酪	5
猪肉	5
牛肉	15
白砂糖	1.5
巧克力	24



产品水足迹

每张A4纸的水足
迹量为10升水



产品水足迹

每杯咖啡的水足
迹量为140升水



产品水足迹

每件纯棉衬衫的水足
迹量为2500升水



产品水足迹

每条猪（90kg）的水

足迹量为435吨水



Hoekstra & Chapagain, 2008

产品水足迹

每只鸡（去骨：1.7kg）的
水足迹量为6630升水



Hoekstra & Chapagain, 2008

消费者水足迹核算

消费者水足迹

- 消费者水足迹指生产消费者消费的所有产品和服务所需要的淡水消耗量和污染量。
- 消费者群体水足迹指该群体所有消费者水足迹的总和。

$$WF_{cons} = WF_{cons, dir} + WF_{cons, indir}$$

$$WF_{cons, indir} = \sum_p (C[p] \times WF^*_{prod}[p])$$

$$WF^*_{prod}[p] = \frac{\sum_x (C[x,p] \times WF_{prod}[x,p])}{\sum_x C[x,p]}$$

$C[p]$: 产品p的消耗量。

$C[x,p]$: 产地x的产品p的消耗量。

$WF^*_{prod}[p]$: 产品p的水足迹

$WF_{prod}[x,p]$: 产地x的产品p水足迹

$WF_{cons, dir}$: 消费者的直接水足迹

$WF_{cons, indir}$: 消费者的间接水足迹

英国一个消费者的水足迹



- 他的水足迹的3%是在家产生的

150 L/d

- 他的水足迹的97%是“不可见”的，这些水足迹与他在超市等购买的商品有关

农业产品 3400 L/d

工业产品 1100 L/d

- 他的水足迹中60-65%来自于其他国家



素食与荤食的水足迹

	荤食	Kcal/d	升/kcal	升/d	素食	Kcal/d	升/kcal	升/d
发达国家	动物类	950	2.5	2375	动物类	300	2.5	750
	蔬菜类	2450	0.5	1225	蔬菜类	3100	0.5	1550
	合计	3400		3600	合计	3400		2300
发展中国家	动物类	350	2.5	875	动物类	200	2.5	500
	蔬菜类	2350	0.5	1175	蔬菜类	2500	0.5	1250
	合计	2700		2050	合计	2700		1750

小 结

- 水足迹的基本概念
- 水足迹的计算方法
- 企业水足迹核算
- 乳业水足迹核算案例

水资源核算概念

What is water accounting?

水资源核算是统计水资源量、用水情况及水质状况的标准方法

Water accounting is a formalised way to:

- 不同尺度上的水量平衡
- **Build comparable water balances at the appropriate level**
- 自然-经济活动用水；水量供需关系
- **Enforce comparability between natural resources and economic users and integrate supply uses and consumption in a systematic approach.**
- 水量水质综合评价
- **Integrate water quality as an accounting variable to supplement the validity of usage volumes.**

为什么要进行企业水核算？

Why corporate water accounting?

1. 企业运营效率、产品生态设计和可持续生产

**Operational efficiency
product eco-design,
sustainable
manufacturing.**

2. 水风险评估

water risk assessment.



为什么要进行企业水核算？

Why corporate water accounting?



3. 社会和环境的影响与响应管理

Managing social and environmental impacts and response.

4. 与利益相关者交流

Communicating with stakeholders.

企业水足迹

企业水足迹是指支撑和运营一个企业直接或间接消耗或污染的淡水资源量。包括运营水足迹（直接水足迹）和供应链水足迹（间接水足迹）。

- ❖ 运营水足迹：指企业经营时消耗和污染的淡水量。
- ❖ 供应链水足迹：指企业需要的投入产品所消耗和污染的淡水量。



为什么企业应该关心水足迹？

Why a corporate should think about water footprint?

企业水风险

Water risks for business

- Physical risk
- Reputational risk
- Regulatory risk
- Financial risk

企业水机遇

Water opportunity for business.

- Frontrunner advantage
- Corporate image

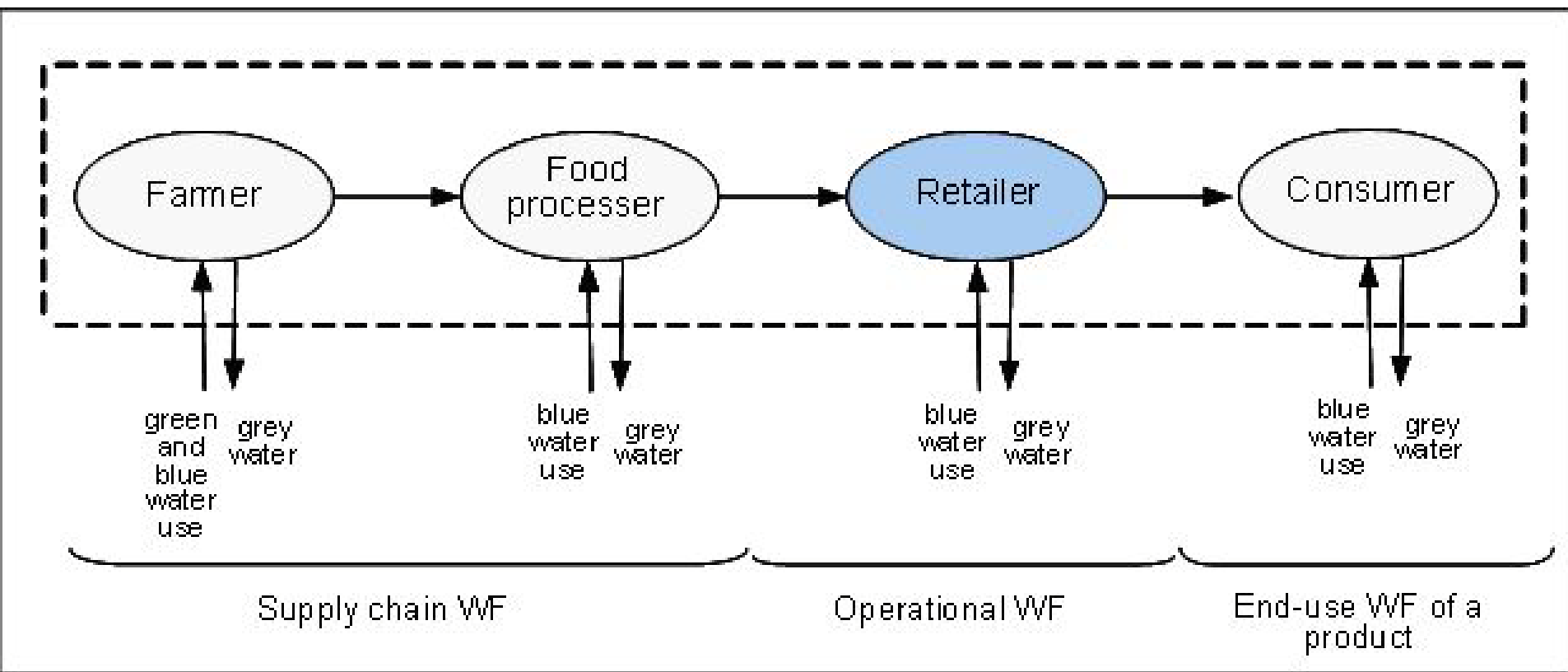
企业社会责任

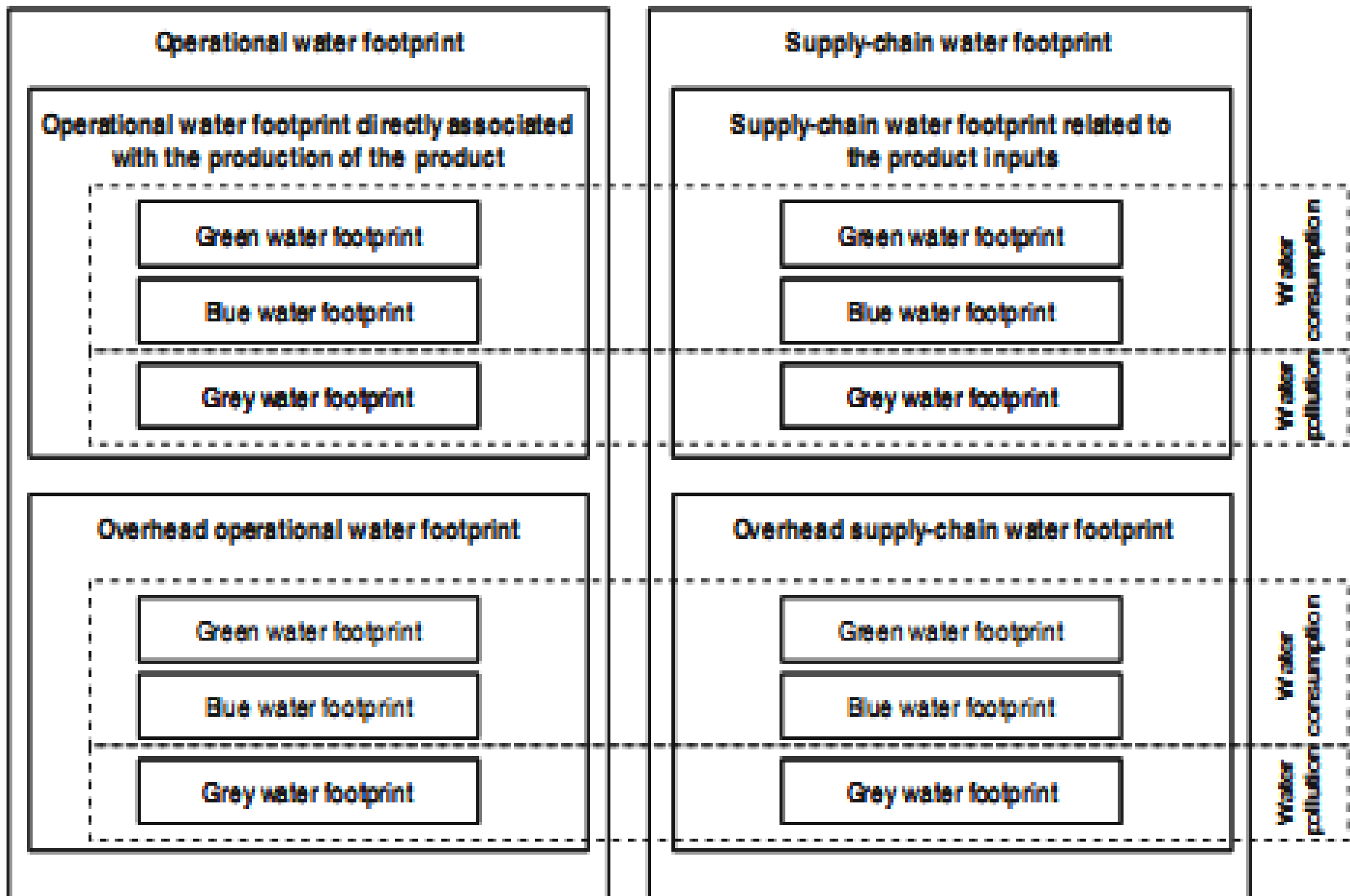
Corporate social responsibility



企业水足迹的组成

零售商的水足迹





企业水足迹的组成

运营水足迹		供应链水足迹	
与企业产品生产直接相关的水足迹	企业日常开支部分的水足迹	与企业产品生产直接相关的水足迹	企业日常开支部分的水足迹
❖ 产品内的水 ❖ 清洗等过程消耗和污染的水 ❖ 冷却过程造成的水热污染	❖ 厨房、厕所、保洁、园艺、工作服清洗等消耗的水	❖ 企业购买的原材料的水足迹 ❖ 与企业购买的原材料的生产相关的其他形式的水足迹	❖ 基础设施（如建材等）的水足迹 ❖ 日常消耗的材料和能源的水足迹（如办公用品、动力、差旅等）

企业水足迹核算步骤

阶段 1

设定目标和范围
Setting goals
and scope

阶段 2

水足迹核算
Water footprint
accounting

阶段 3

水足迹可持续性评价
Water footprint
sustainability
assessment

阶段 4

制定水足迹响应方案
Water footprint
response
formulation

企业水足迹核算步骤

Tools for corporate water accounting

四种主要核算方法

Four key accounting methods/tools:

1. 水足迹网络的水足迹核算方法及水足迹评价工具（WFA）
The Water Footprint Network's Water Accounting and the Water Footprint Assessment（WFA） Tool
2. 生命周期评估法
Life Cycle Assessment（LCA）
3. 世界可持续发展工商理事会（WBCSD）的全球水评价工具
the WBCSD Global Water Tool
4. 全球环境管理倡议（GEMI）水资源可持续规划工具
GEMI Water Sustainability Planner / Tool

水足迹网络的水足迹评价工具 the Water Footprint Assessment (WFA) Tool



Water Footprint

Introduction

Water Footprint
NETWORK

[Introduction](#)

[About WFN](#)

[Product Water Footprints](#)

[Your Water Footprint](#)

[National Water Footprints](#)

[Corporate Water Footprints](#)

[Global Water Footprint](#)

[Training](#)

[Publications](#)

[WaterStat Database](#)

[WFA Tool](#)

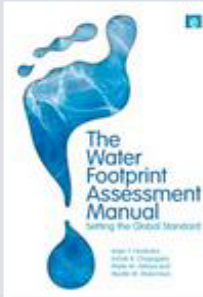
[Glossary](#)

[FAQ](#)

[\[Arabic\]](#) [\[Chinese\]](#) [\[Dutch\]](#) [\[French\]](#) [\[German\]](#) [\[Greek\]](#) [\[Italian\]](#) [\[Korean\]](#) [\[Persian\]](#) [\[Portuguese\]](#) [\[Spanish\]](#) [\[Turkish\]](#)

Vacancy

The Water Footprint Network currently has a [vacancy for a project officer](#).



The Water Footprint Assessment Manual

The Global Water Footprint Standard developed through a joint effort of the Water Footprint Network, its partners, and scientists of the University of Twente in the Netherlands has garnered international support from major companies, policymakers, NGOs and scientists as an important step toward solving the world's ever increasing water problems. The standard is contained in the Water Footprint Assessment

Manual.

More info on the [Global Water Footprint Standard](#).
Download [The Water Footprint Assessment Manual](#).

Translations available in [Chinese](#) and [Portuguese](#).

The Water Footprint of Modern Consumer Society

The new book by professor Arjen Hoekstra, creator of the water footprint concept, is available now: The Water Footprint of Modern Consumer Society. An absolute must-read for everyone interested in sustainable water use.



Purchase the [The Water Footprint of Modern Consumer Society](#).

www.waterfootprint.org

水足迹网络的水足迹评价工具 the Water Footprint Assessment (WFA) Tool



Water Footprint

Water Footprint
NETWORK

Water Footprint Assessment Tool

Introduction

About WFN

Product Water Footprints

Your Water Footprint

National Water Footprints

Corporate Water Footprints

Global Water Footprint

Training



The Water Footprint Assessment Tool

The Water Footprint Assessment (WFA) Tool is a free online web application assisting users in water footprint quantification, sustainability assessment and response formulation.

Target users

The WFA Tool can be used by companies, governments, NGOs, investors, consultants, researchers or anyone else interested in the Water Footprint.

Access the tool

The version 1.0 of the tool is online [Click here.](http://www.waterfootprint.org/tool/home/) We will continue working on the tool with new functionalities and better user experience. We hugely appreciate your feedback to improve the tool in future.

Start the Water Footprint Assessment Tool

To fulfill its commitment to a sustainable future, the Water Footprint Network offers the Water Footprint Assessment Tool for free, online, for everyone to use.



Start Assessment →

www.waterfootprint.org/tool/home/

小 结

- 水足迹的基本概念
- 水足迹的计算方法
- 企业水足迹核算
- 乳业水足迹核算

牛奶的水足迹=奶牛的水足迹+包装水足迹+运营水足迹

- 奶牛水足迹：饲料用水、饮用水、服务用水
- 包装水足迹：瓶子、标签、其他包装材料等用水
- 运营水足迹：工厂供能、建材
单位用纸、车辆、燃料及其他
与直接运营不相关的项目



牛奶的水足迹=奶牛的水足迹+包装水足迹+运营水足迹

- 饲料水足迹： 喂养饲料中作物的用水， 饲料混合的水（蓝水足迹+绿水足迹）
- 饮用水足迹： 奶牛直接饮用的水（蓝水足迹）
- 服务水足迹： 清洗养殖场， 清洗动物， 以及维持环境的必须用水（绿水足迹+灰水足迹）

饲料水足迹

$$WF_{feed}[a, c, s] = \frac{\sum_{p=1}^n (Feed[a, c, s, p] \times WF_{prod}[p]) + WF_{mixing}[a, c, s]}{Pop^*[a, c, s]}$$

a: 动物种类a; c: 地区c; s生产系统s; p: 饲料的种类

$WF_{feed}[a, c, s]$: 动物所需要的饲料水足迹

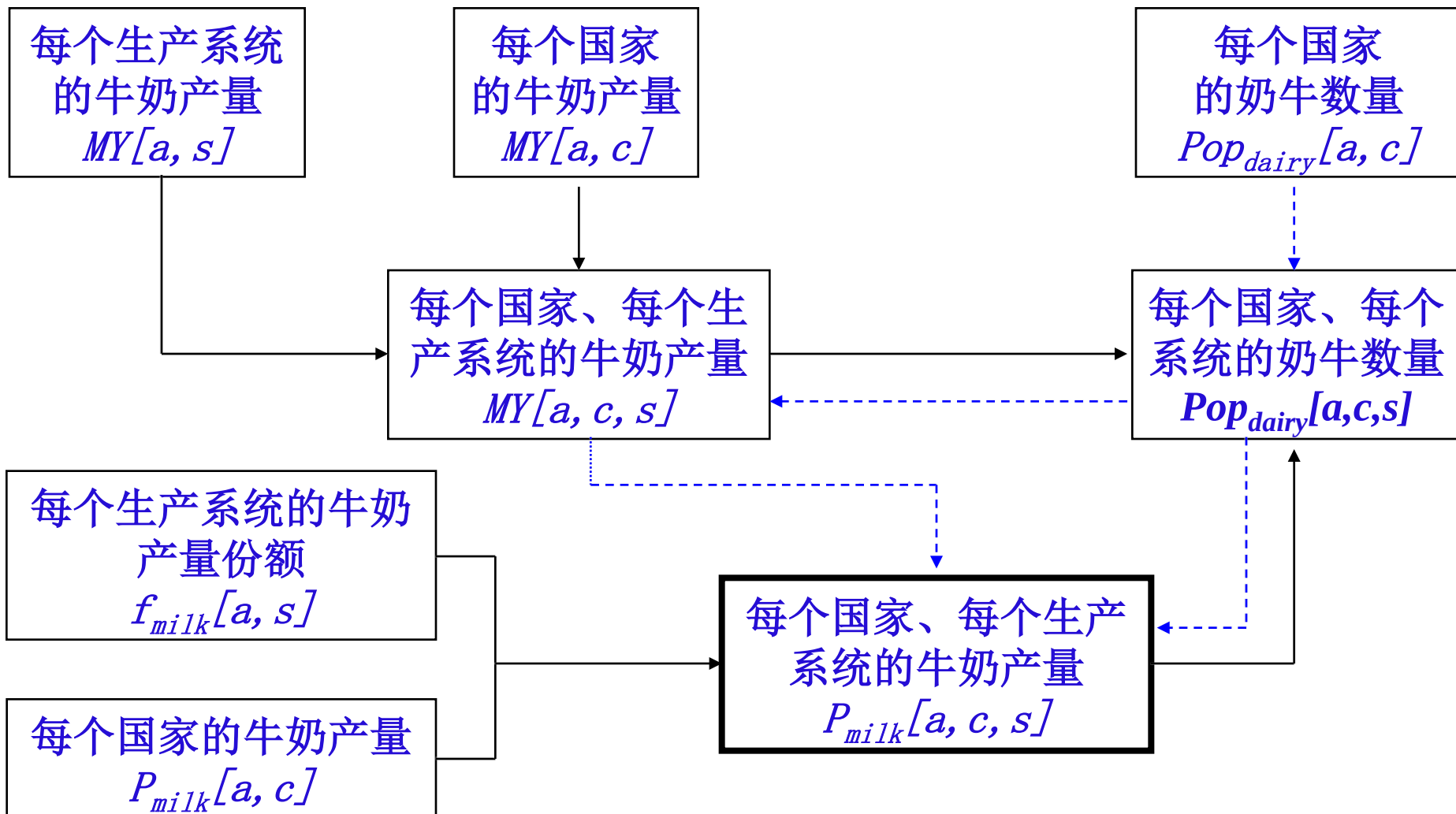
$Feed[a, c, s, p]$: 饲料p的量

$WF_{prod}^*[a, c, s]$: 饲料p的水足迹

$WF_{mixing}[a, c, s]$: 混合饲料所需要的水足迹

$Pop^*[a, c, s]$: 生产牛奶的量





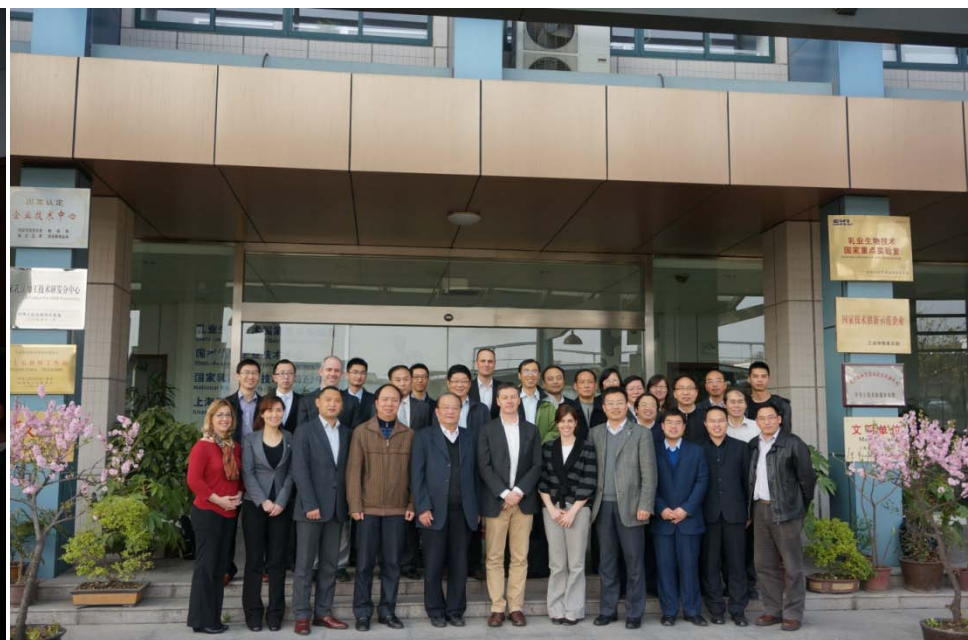
(b) Milk production and yield per country per production system

2.2013年1月15日，光明乳业研究院 探讨光明乳业全产业链水足迹研究与 示范项目可行性

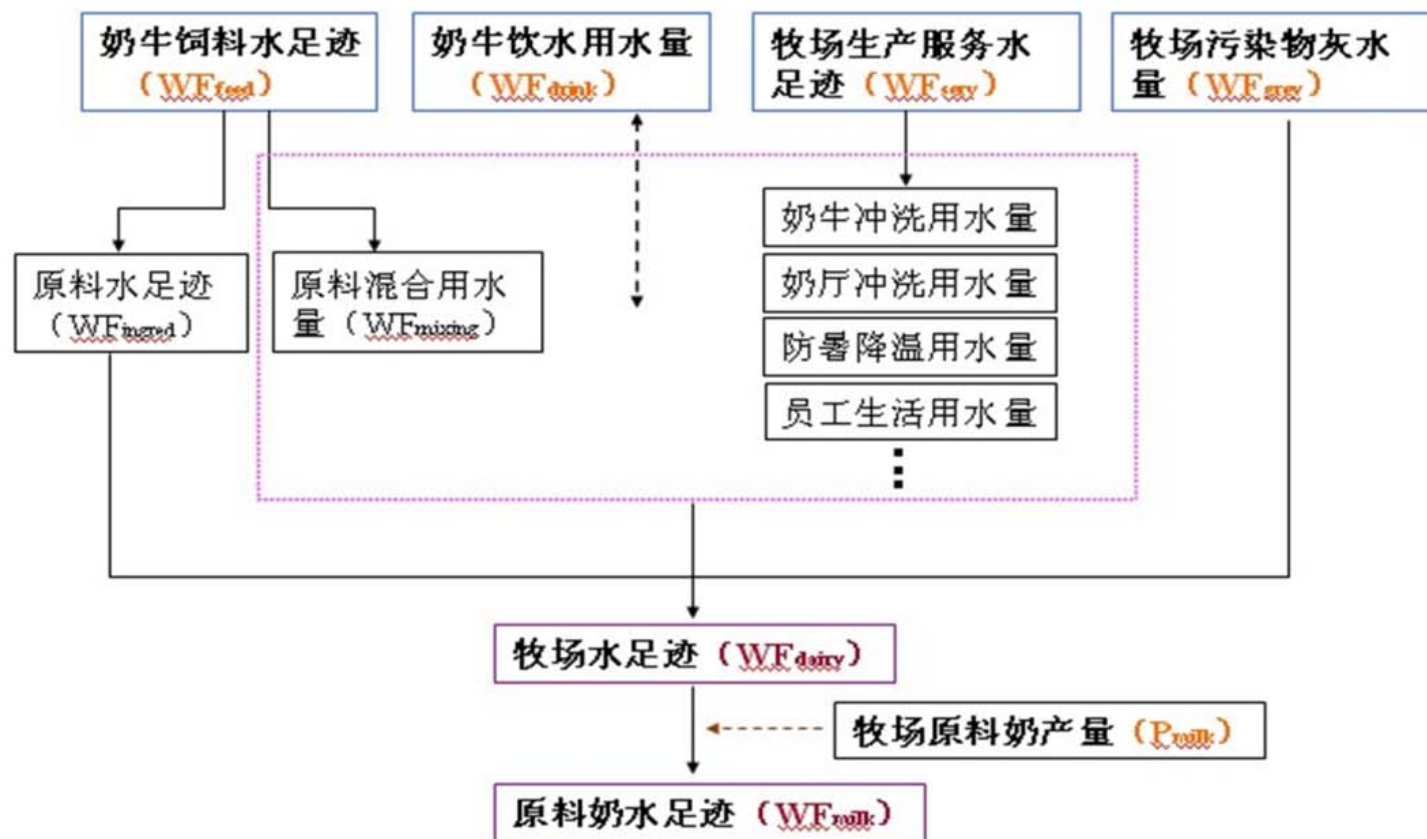


7.2012年3月18日，光明乳业研究院会议

八家单位高层领导推进企业水管理先锋项目示范见面会



1. 牧场水足迹核算-逐项计算法



1. 牧场水足迹核算-逐项计算法

水足迹核算的计算公式：

$$WF_{dairy} = WF_{feed} + WF_{drink} + WF_{serv} + WF_{grey} \quad (1)$$

式中： WF_{dairy} -饲养周期内牧场的水足迹；

WF_{feed} 、 WF_{drink} 和 WF_{serv} -饲养周期内牧场奶牛饲料、奶牛饮水和牧场生产服务的水足迹；

WF_{grey} -饲养周期内奶牛污染物的灰水量。

牧场原料奶的水足迹计算公式：

$$WF_{milk} = WF_{dairy} / P_{milk} \quad (2)$$

式中： WF_{milk} -饲养周期内牧场原料奶的水足迹；

P_{milk} -饲养周期内牧场原料奶的总产量。

1. 牧场水足迹核算-逐项计算法

(1) 牧场原始数据

表1. 牧场能源用量

	某大型牧场	某中型牧场
奶牛生产用水量（万吨）	25.6	3.7
奶牛生产用电量（万度）	199.5	57.6
饲料生产用水量（万吨）	0.17	0.03
饲料生产用电量（万度）	11.9	2.1
粪尿总量（万吨）	10	2.2
水足迹总量（万吨）		

表2. 牧场植物性饲料用量（吨）

		大型牧场	中型牧场	来源地
1	玉米	4195	715	东北
2	大麦	2455	430	
3	膨化黄豆（大豆）	242	46	
4	豆粕	1431	246	美国
5	棉粕	427	82	
6	DDGS	780	138	美国
7	玉米生物饲料	196	45	
8	大豆皮	369	65	
9	双低菜籽粕	822	148	加拿大
10	棉籽	867	167	
11	橙皮茶渣	100	0	
12	甜菜粕	1528	274	
13	青贮玉米	14309	3767	上海
14	青贮小麦	11613	0	上海
15	苜蓿草	2916	476	美国
16	燕麦草	138	30	澳大利亚
17	羊草	2668	682	内蒙古
	水足迹总量			光明乳业 BRIGHT DARY&FOOD



1. 牧场水足迹核算-逐项计算法

(1) 牧场原始数据

表3. 牧场生产情况

	大型牧场	中型牧场
总牛奶年产量（吨）	24600	4300
总奶牛头数（头）	4800	800

1. 牧场水足迹核算-逐项计算法

表4. 牧场能源水足迹估算

	大型牧场水足迹	中型牧场水足迹
奶牛生产年用水量（万吨）	26	3.7
奶牛生产年用电量（万度）	345	100
饲料生产年用水量（万吨）	0.17	0.03
饲料生产年用电量（万度）	21	3.6
粪尿年总量（万吨）	75	16.5
水足迹年总量（万吨）	466.5	123.51

➤参照《GB/T 50441-2007 石油化工设计能耗计算标准》：1度电=0.26kg标准油；1吨水=0.15kg标准油。折算可得出：**1度电=0.26/0.15吨水=1.73吨水**

➤参照《DB31/199-1997 上海污水综合排放标准》：污水排放COD三级标准为300mg/L，《GB 3838-2002 地表水环境质量标准》：第Ⅴ类地表水指标为40mg/L，可知污水稀释倍数为300/40=7.5倍。

1. 牧场水足迹核算-逐项计算法

表5. 牧场植物性饲料用量（2012年） 单位：千吨

		大型牧场水足迹	中型牧场水足迹	来源地
1	玉米	5126	870	东北
2	大麦	3982	700	
3	膨化黄豆（大豆）	519	100	
4	豆粕	3069	500	美国
5	棉粕	4270	820	
6	DDGS	953	169	美国
7	玉米生物饲料	240	55	
8	大豆皮	792	140	
9	双低菜籽粕	4234	762	加拿大
10	棉籽	8670	1670	
11	橙皮茶渣	53	0	
12	甜菜粕	202	36	
13	青贮玉米	17486	4600	上海
14	青贮小麦	21217	0	上海
15	苜蓿草	2192	358	美国
16	燕麦草	235	51	澳大利亚
17	羊草	2006	510	内蒙古
	水足迹总量	75250	11374	

注释：（1）豆粕：水足迹计算时当作“大豆”处理；（2）棉粕和棉籽：水足迹计算时按照“棉花”处理；（3）DDGS和玉米生物饲料：水足迹计算时按照“玉米”处理；（4）双底菜籽粕：水足迹计算时按照“油菜”处理；（5）橙皮茶渣：水足迹计算按照“橙子”处理；（6）甜菜粕：水足迹计算按照“甜菜”处理；（7）青贮玉米、青贮小麦、苜蓿草和燕麦草：按照玉米、小麦、苜蓿和燕麦处理；（8）羊草：内蒙古草原草的水足迹。

1. 牧场水足迹核算-逐项计算法

(2) 牧场水足迹折算

- 参照Waterfootprint官方网站：大豆水足迹折算值为2145L/kg=**2145吨水/吨大豆**；棉花水足迹折算值为10000L/kg=**10000吨水/吨棉花**；玉米水足迹折算值为1222L/kg=**1222吨水/吨玉米**；橙子水足迹折算值为800L/150g=**533.33吨水/吨橙子**；甜菜水足迹折算值为132L/kg=**132吨水/吨甜菜**；小麦水足迹折算值为1827 L/kg=**1827吨水/吨小麦**；
- 参照复旦大学马涛博士的《中国对外贸易中的生态要素流分析》：大麦水足迹折算值为1622L/kg=**1622吨水/吨大麦**；
- 参照小麦和大麦的水足迹：推断燕麦水足迹在1622-1827吨水/吨燕麦，假定其值为**1700吨水/吨燕麦**；
- 参照西北师范大学李亚娟《农畜产品虚拟水计算与虚拟水战略研究》：油菜水足迹为5151.49m³/t=**5151.49吨/吨油菜**；
- 参照甘肃农业大学邹伟硕士的《西北地区水资源紧缺条件下苜蓿种植效益及苜蓿产业发展对策研究》：苜蓿水足迹折算值为751.9L/kg=**751.9吨水/吨苜蓿**；
- 参照苜蓿草的水足迹：推断羊草水足迹为**751.9吨水/吨羊草**

1. 牧场水足迹核算-逐项计算法

(2) 牧场水足迹折算

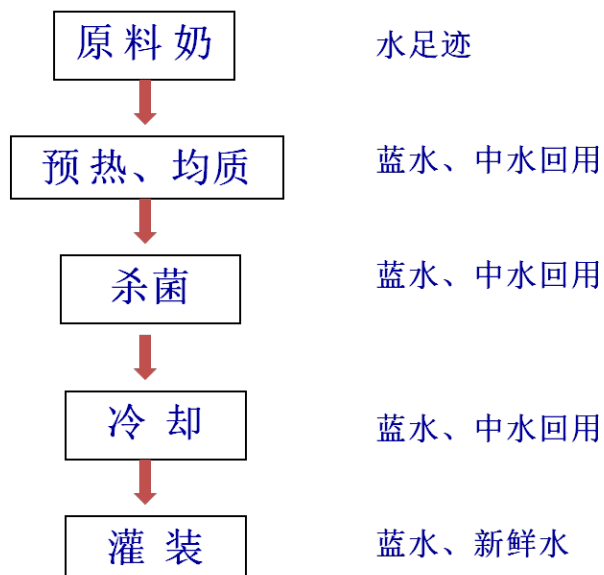
表6. 牧场生产情况（2012年）

项目	金山牧场	星一牧场
总牛奶产量（吨）	24600	4300
每千克牛奶的水足迹（吨）	3.24	2.88
总奶牛头数（头）	4800头	800头
每头牛的水足迹（万吨）	1.64	1.53

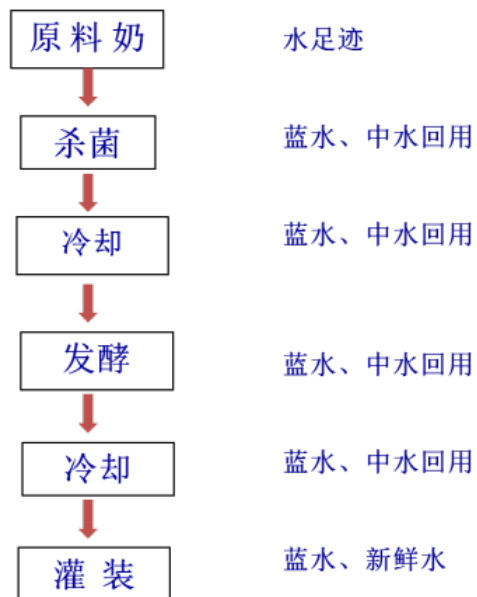
通过上述计算可知：该大型牧场总水足迹为7970万吨，中型牧场总水足迹为1238万吨。结合牧场生产情况，可得出：大型牧场牛奶水足迹为3240kg水/kg牛奶，奶牛水足迹为1.66万吨水/头奶牛；中型牧场牛奶水足迹为2883kg水/kg牛奶，奶牛水足迹为1.55万吨水/头奶牛。综上所述，**无论是奶牛还是牛奶的水足迹，大型牧场均大于中型牧场。**

对牧场饲料来源进行分析，可发现：大型牧场牧场的进口水足迹为1068.43万吨，中型牧场的进口水足迹为186.76万吨。

2. 加工厂水足迹核算-流程算法



牛奶加工工艺



酸奶加工工艺

2. 加工厂水足迹核算-流程计算法

(1) 加工厂原始数据

表7. 加工厂产量及能源用量

	工厂1	工厂2	工厂3	工厂4	工厂5	工厂6
牛奶年产量(吨)	130000	87000	0	1600	88000	13400
酸奶年产量(吨)	34000	16000	140000	34200	0	45000
乳饮料产量(万吨)	0	0	0	0	0	9000
奶粉年产量(万吨)	0	0	0	0	7200	0
全年用水量(万吨)	94	43	55	21	77	25
全年用电（万度）	1830	984	1949	609	1158	51

2. 加工厂水足迹核算-流程计算法

表8. 加工厂水足迹核算

	工厂1	工厂2	工厂3	工厂4	工厂5	工厂6
牛奶年产量(吨)	130000	87000	0	1600	88000	13400
酸奶水足迹量(吨)	34000	16000	140000	34200	0	45000
乳饮料产量(万吨)	0	0	0	0	0	9000
奶粉年产量(万吨)	0	0	0	0	7200	0
全年用水量(万吨)	94	43	55	21	77	25
全年用电（万度）	1830	984	1949	609	1158	51
水足迹总量（万吨）	20121	12256	17088	4725	11852	7020

•参照Waterfootprint官方网站：牛奶水足迹折算值为1020L水足迹/kg牛奶
=1020kg水足迹/kg牛奶=1020万吨水足迹/万吨牛奶。

2. 加工厂水足迹核算-流程计算法

表9. 各种乳制产品的用水量推断

	工厂1	工厂2	工厂3	工厂4	工厂5	工厂6
牛奶年产量(吨)	130000	87000	0	1600	88000	13400
酸奶年产量(吨)	34000	16000	140000	34200	0	45000
乳饮料产量(万吨)	0	0	0	0	0	9000
奶粉年产量(吨)	0	0	0	0	7200	0
水足迹总量(万吨)	20121	12256	17088	4725	11852	7020
酸奶水足迹(万吨)	4351.67	2029.08	17087.63	4364.43		5742.68
牛奶水足迹(万吨)	15769.46	10226.82	-	360.78	9037.20	1366.8
乳饮料水足迹(万吨)	-	-	-	-	-	-89.6
奶粉水足迹(万吨)	-	-	-	-	2814.31	-
酸奶水足迹(吨/吨)	1276.15	1276.15	1276.15	1276.15	-	1276.15
牛奶水足迹(吨/吨)	1201.94	1172.80	-	2254.86	1020	1020
乳饮料水足迹(吨/吨)	-	-	-	-	-	
奶粉水足迹(吨/吨)	-	-	-	-	3908.76	

- **数据源问题**：加工厂原料奶的量还没完全获得；饲料的来源不够明确，无法确定有多少地区支撑上海的水足迹；
- **水足迹的核算问题**：有部分饲料找不到对应的折算值，只能进行大致的估算；
- **工艺流程问题**：加工厂同时生产酸奶和牛奶，但用水量并没有进行分类，因此无法计算生产牛奶和酸奶的水足迹
- **信息披露分享问题**：信息不能及时交流和沟通，一定程度阻碍了项目的发展。

- **原奶数据获得：**原奶能排除加工对成品奶的水足迹的影响，有利于分析比较各加工长的水足迹；
- **加工场水足迹：**进一步划分用于酸奶生产的水量及用于牛奶生产的水量，从而分别比较酸奶水足迹和牛奶水足迹的大小；
- **提高信息分享力度：**做到及时及时交流和沟通，推动项目的发展。



Thank You !

www.brightdairy.com