

蒸汽作为高效的二次能源，广泛应用于食品饮料行业的生产制程中。当蒸汽直接接触食品或接触用于存储、输送物料的容器及管道时，它已经成为产品的原材料之一！本文通过对工业蒸汽和洁净蒸汽的特性分析，结合相关法规要求，为食品饮料行业安全健康生产推荐使用洁净蒸汽。

洁净蒸汽助力食品饮料行业安全健康生产

斯派莎克中国 苏蕊

工业蒸汽

工业蒸汽是锅炉产生的蒸汽，也称为“黑蒸汽”。通常锅炉、管道都是碳钢材质，给水为软化水，在高温有氧情况下，易发生腐蚀、结垢。为了保护锅炉和管道往往会添加化学药剂，比如除氧剂、阻垢剂、缓蚀剂，输送过程中碳钢管道存在污垢和铁锈。

蒸汽释放热量后，冷凝水被回收到锅炉房，如果制程过程发生泄漏，比如CIP工艺或油脂加热，冷凝水会被污染，锅炉会受到腐蚀，有机物质会使锅炉容易发泡，蒸汽携带化学物质更加复杂。

因此工业蒸汽到达用汽点，会含有各种化学物质，铁锈、污垢。在食品饮料行业中，当蒸汽与食品或与食品接触表面接触时，蒸汽就成为产品的原料之一，蒸汽中含有各种污染物会影响产品的口感、品质，同时会给产品生产带来化学风险和物理风险。

电厂锅炉对给水水质以及锅炉控制更为严格，因此加药也更为复杂，经过长距离的输送，蒸汽品质也更差。因此蒸汽品质不受控制，在直接接触应用中，这是难以接受的。

相关法规

(1) USA FDA: Code of Federal Regulation, Title 21, Volume 3, Section 173.310

FDA boiler water additive limitations

The following information is an extract from the Food and Drug Administration (FDA) regulation (USA), controlling the types and limitations of boiler water additives, when steam is used in direct contact with the process, (21 CFR173.310):

Boiler water additives may be safely used in the preparation of steam that will contact food, under the following conditions:

- (a) The amount of additive is not in excess of that required for its functional purpose, and the amount of steam in contact with food does not exceed that required to produce the intended effect in or on the food.
- (b) The compounds are prepared from substances identified in paragraphs (c) and (d) of this Section, and are subject to the limitations, if any, prescribed.
- (c) List of substances:

Substances	Limitations
Cyclohexylamine 环己胺	Not to exceed 10 parts per million in steam, and excluding use of such steam in contact with milk and milk products.
Diethylaminoethanol 二乙氨基乙醇	Not to exceed 15 parts per million in steam, and excluding use of such steam in contact with milk and milk products.
Hydrazine 联氨	Zero in steam.
Morpholine	Not to exceed 10 parts per million in steam, and excluding use of such steam in contact with milk and milk products.
Octadecylamine 十八胺	Not to exceed 3 parts per million in steam, and excluding use of such steam in contact with milk and milk products.

该法规规定：“在蒸汽与食品直接接触的应用中，锅炉添加剂种类和用量要进行控制。有些添加使用量严格限制，比如有致癌作用的联氨，需要确保该产品不在锅炉添加剂清单内。”

(2) GB14881-2013食品生产通用卫生规范

“食品加工用水的水质应符合GB5749的规定，对加工用水水质有特殊要求的食品应符合相应规定。间接冷却水、蒸汽用水、锅炉用水等食品生产用水的水质应符合生产需要。如果冷凝水用来配料或蒸汽直喷加热物料，冷凝水的水质也应符合GB5749的规定。”



工业蒸汽管道



每天擦拭的灭菌柜蒸汽喷嘴处有锈渍和白色盐析出





在某食品加工企业的冷凝水取样检测结果表明：“铁、铅”离子含量均已超过GB5749的限制。在很多食品加工企业中，原料要求采用纯水，严格控制离子含量，相应的与产品接触的蒸汽品质应该达到上述要求。



在HACCP认证中规定，如果蒸汽用于直接加热物料，对锅炉的添加剂需要符合食品级，如果产品没有食品认证，也要有涉水证明等相关文件。



综上所述，在食品饮料行业，食品安全与品牌非常重要，食品企业对产品的品质和风险控制一直非常关注。因此在食品生产过程中，应尽量降低或消除风险。在蒸汽与食品直接接触的应用场合，可以采用洁净蒸汽消除蒸汽带给产品的风险。

洁净蒸汽

洁净蒸汽是独立蒸汽发生器产生的蒸汽。热源，比如蒸汽，加热给水产生蒸汽。该设备将锅炉或电厂的蒸汽和工艺过程隔离，通过高标准蒸汽发生器的设计和控制，提供高品质的洁净蒸汽。洁净蒸汽发生器和洁净蒸汽的特点如下：

配置	洁净蒸汽发生器特点	蒸汽品质
以去离子水或反渗透水作为供水与水或洁净蒸汽接触的管路材质为316L	洁净侧不易发生腐蚀和结垢	无需添加剂 纯度高
气动压力控制	反应迅速	压力稳定
连续的液位控制	合适的汽水分离空间	干度高
TDS排污控制	洁净侧离子含量低	纯度高
有排气性能	排除给水溶解氧和起机阶段不凝性气体	不凝性气体含量低
安全阀、破真空器等	设备运行安全合规	/

当纯水符合EN285情况下，通过良好的发生器配置，洁净蒸汽冷凝水可以达到EN285要求，其离子含量比纯水还要低。

Table B.1 — Contaminants in feed water supplied to a dedicated steam generator

Determinant	Feed water
Residue on evaporation	≤ 10 mg/l
Silicate	≤ 1 mg/l
Iron	≤ 0.2 mg/l
Cadmium ^a	≤ 0.005 mg/l
Lead ^b	≤ 0.05 mg/l
Rest of heavy metals except iron, cadmium, lead	≤ 0.1 mg/l
Chloride ^b	≤ 0.5 mg/l
Phosphate	≤ 0.5 mg/l
Conductivity (at 20 °C) ^c	≤ 5 µS/cm
pH (20 °C) value	5 to 7.5
Appearance	Colourless clean without sediment
Hardness (Σ ions of alkaline earth)	≤ 0.02 mmol/l

NOTE Compliance can be tested in accordance with acknowledged analytical methods.

^a The limiting values meet the requirements for potable water.

^b Maximal chloride concentration in feed water influences corrosion in combination with high temperatures.

^c See European Pharmacopoeia.

配合洁净蒸汽发生器，下游设备也需采用不锈钢材质。洁净蒸汽的特点是无化学添加、无杂质、纯度高、压力稳定。同时也有如下益处：

1. 符合法规要求；
2. 符合工艺要求，提高产品品质；
3. 无物理和化学污染风险，保证产品安全；
4. 无化学品、铁锈味道，有利于产品口感；
5. 提高产品定位，提高利润水平，利于品牌可持续发展；

洁净蒸汽应用

洁净蒸汽在乳品、饮料、啤酒、包装食品、粮油等行业如下工艺流程中有广泛的应用：

- 乳品——UHT、SIP
- 啤酒——糖化、无菌灌装、活性炭灭菌
- 饮料——直接加热、SIP、无菌灌装
- 包装食品——直接加热、蒸煮
- 粮油——脱溴

各个行业的龙头企业、国内外的大型OEM在新建项目和改造项目中都会选择洁净蒸汽，这是食品安全的需求，也是行业的发展趋势。

Table 4 — Suggested maximum values of contaminants in condensate from steam supply to the sterilizer chamber

Determinant	Condensate
Silicate	≤ 0.1 mg/l
Iron	≤ 0.1 mg/l
Cadmium ^c	≤ 0.005 mg/l
Lead ^b	≤ 0.05 mg/l
Rest of heavy metals except iron, cadmium, lead ^b	≤ 0.1 mg/l
Chloride	≤ 0.1 mg/l
Phosphate	≤ 0.1 mg/l
Conductivity (at 20 °C) ^a	≤ 4.3 µS/cm
pH (20 °C) value	5 to 7
Appearance	Colourless clean without sediment
Hardness (Σ ions of alkaline earth)	≤ 0.02 mmol/l

^a See European Pharmacopoeia.

^b If the condensate meets the requirements on conductivity, it is not necessary to perform heavy metal tests.

^c The limiting values meet the requirements for potable water.