

**甘 肃 省 地 方 计 量 技 术 规 范**

JJF（甘）XXXX－2024

食品工业用蠕动泵校准规范

**Calibration Specification for Peristaltic Pumps in Food Industry**

#### （报批稿）

小标宋 二号

2024－XX－XX发布 XXXX－XX－XX实施

**甘 肃 省 市 场 监 督 管 理 局**发 布

食品工业用蠕动泵校准规范

**Calibration Specification for Peristaltic Pumps in Food Industry**

JJF（甘）XXXX－XXXX

归口单位：甘肃省市场监督管理局

主要起草单位：甘肃省计量研究院

白银矿冶职业技术学院

参加起草单位：景泰县农业农村局

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

张 晶 （甘肃省计量研究院）

王 敏 （甘肃省计量研究院）

仇 月 （白银矿冶职业技术学院）

参加起草人：

温莉娟 （景泰县农业农村局）

李灵钰 （甘肃省计量研究院）

目 录

引言·······································································································（Ⅱ）

1 范围····································································································（1）

2 引用文件······························································································（1）

3 术语····································································································（1）

4 概述····································································································（1）

5 计量特性······························································································（2）

5.1 流量最大允许误差················································································（2）

5.2 流量重复性·························································································（2）

5.3 转速误差····························································································（2）

6 校准条件······························································································（2）

6.1环境条件·····························································································（2）

6.2 校准介质····························································································（2）

6.3 校准设备····························································································（2）

7 校准项目和校准方法···············································································（3）

7.1 校准前的准备······················································································（3）

7.2 校准方法································· ···············································（4）

7.3 流量相对示值误差················································································（4）

7.4 流量重复性·························································································（4）

7.5 转速误差····························································································（5）

8 校准结果表达························································································（5）

8.1校准结果处理·······················································································（5）

8.2校准结果的不确定度··············································································（5）

9复校时间间隔·························································································（5）

附录A 食品工业用蠕动泵校准记录（推荐）格式·············································（6）

附录B 校准证书内容及内页（参考）格式········································· ·············（7）

附录C不同*t*℃下纯水密度···················································· ·······················（10）

附录D 蠕动泵流量相对示值误差测量结果的不确定度评定示例····················· ······（11）

附录E 蠕动泵转速示值误差测量结果的不确定度评定示例···································（14）

引 言

本规范依据JJF 1071－2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001－2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1－2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范采用了QB/T 5000-2016 《食品工业用蠕动泵》中的相关术语定义和技术内容。

本规范为首次发布。

食品工业用蠕动泵校准规范

1 范围

本规范适用于转速范围在（0.1～600）r/min、流量范围在（0.05～13000）mL/min的食品工业用蠕动泵的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

QB/T 5000 食品工业用蠕动泵

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1流量 flow rate

单位时间内流过管道横截面的流体体积，单位为mL/ min。

3.2 转速 rotational speed

指蠕动泵电机的运转速度，以单位时间内所转圈数作为度量单位，单位为r/min。

4 概述

食品工业用蠕动泵广泛用于化工、制药、食品生产等行业，输送一些带有敏感性、粘稠的、强腐蚀性的、以及含有一定颗粒状物料的介质。食品工业用蠕动泵主要由控制面板、驱动器、泵头和泵管组成。蠕动泵在工作中通过滚轮对泵的弹性输送软管交替进行挤压和释放来泵送流体。它的工作原理类似于用手指夹挤一根充满流体的软管，随着手指向前滑动管内流体向前移动，随着手指的移动，管内形成负压，液体随之流动，可以通过调节泵头的转速，精确控制流量的大小。



驱动器

泵管

泵头

控制面板

图1 蠕动泵结构示意图

1.泵头；2.泵管；3.控制面板；4.驱动器

5 计量特性

5.1 流量最大允许误差

不大于±3%。

5.2流量重复性

不大于2%。

注：以上指标不是用于合格判断，仅供参考。

5.3 转速误差

不大于±3%。

6校准条件

6.1 环境条件

食品工业用蠕动泵应在环境温度为（5～35）℃、相对湿度为（35～85）%、大气压力为（83.6～106）kPa的条件下进行；校准时机械振动对蠕动泵的影响应小到可以忽略不计；外界磁场对蠕动泵的影响应小到可以忽略不计。

6.2 校准介质

6.2.1作为校准介质的液体应清洁，无颗粒和纤维等物质；

6.2.2 排气操作后液体应充满试验管道，液体中应不夹杂气体；

6.2.3 一次校准过程中，校准介质的温度变化应不超过±0.5℃。

6.3 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表1。

表1 测量标准及其他设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | 测量范围 | 技术要求 | 备注 |
| 电子天平 | （0～1000）g | 分度值：1mg  准确度等级：C:\Users\HP\Documents\WeChat Files\jing19890503\FileStorage\Temp\1729039366051.png级 | 校准流量：（0.05～500）mL/min |
| 电子天平 | （1～5）kg | 分度值：1mg  准确度等级：C:\Users\HP\Documents\WeChat Files\jing19890503\FileStorage\Temp\1729039366051.png级 | 校准流量：（500～2500）mL/min |
| 电子天平 | （5～32）kg | 分度值：0.1g  准确度等级：C:\Users\HP\Documents\WeChat Files\jing19890503\FileStorage\Temp\1729039366051.png级 | 校准流量：（2500～13000）mL/min |
| 数字式转速表 | （0.1～600）r/min | 最小分度值：0.1 r/min  准确度等级：0.5级 | / |
| 手持式微振筒数字密度计 | （650～1000）kg/m3 | 准确度0.5 kg/m3 | / |
| （-40～85）℃ | 准确度±0.1℃ | / |
| 电子秒表 | / | 分辨力0.01s | / |
| 称量容器组 | 1L，5L，30L | 内壁光滑无毛刺 | / |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

目视检查蠕动泵的外观及附件，其主体应有下列标记：制造厂或商标、型号规格、测量范围、出厂编号等，塑料件外壳表面应完整、光滑，不得有明显的缩痕、裂纹、气泡和变形等现象，泵管无破损、内壁光洁平滑。

7.2 校准方法

校准前应保证食品工业用蠕动泵的密封性，在完成几次吸液、排液过程中应没有气泡排出现象。校准介质在实验室放置不少于24h，其温度与室温相差不得大于2℃。被校蠕动泵在实验室放置不少于4h。

校准点可包括最大流量点*q*max和最小流量点*q*min，建议选取*q*max、0.7*q*max、0.5*q*max、0.2*q*max和*q*min，也可以根据客户要求选择校准点。每个流量点至少重复校准三次。对于有转向可逆的蠕动泵应分正、反两个转向进行校准。

校准开始前调节蠕动泵转速，并将流量调至被校准点，通过连续抽排液体排空泵管中气泡。将称量容器置于电子天平秤盘上，待显示稳定后置零。将校准介质收集到称量容器中，使用电子秒表进行计时，可根据流量点大小来调整收集时间，一般不少于2min。将称量容器放回电子天平上进行称重。

7.3 流量相对示值误差

7.3.1 容积值的计算

(1)

式中：—标准装置读出的容积值，mL；

—电子天平的示值，kg；

—实验室温度*t*℃ 的纯水密度，g/cm3，（参见附录C）；

—浮力修正因子。

(2)

式中：—校准时实验室内的空气密度，取0.0012 g/cm3。

7.3.2 流量测量值的计算

(3)

式中：—流量测量值，取三次测量的算数平均值，mL/min；

—收集流体用的时间，min。

7.3.3 流量相对示值误差的计算

(4)

式中：—流量示值误差，%；

—被校蠕动泵的流量设定值，mL/min。

7.4 流量重复性

根据示值误差的校准结果，蠕动泵各校准点的重复性按照(5)式计算：

(5)

式中：—蠕动泵流量重复性，%；

—蠕动泵的最大允许误差，%；

—蠕动泵的最大允许误差，%；

极差系数，其值见表2。

表2 数值表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数n | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 极差系数 | 1.69 | 2.06 | 2.33 | 2.53 | 2.70 | 2.85 | 2.97 | 3.08 |

7.5 转速误差

将标准转速表安装到泵头上，然后将蠕动泵的转速调至转速设定值，待示值稳定后，分别记录蠕动泵转速设定值和标准转速表示值，每一个校准点均应校准三次。取三次校准结果的平均值和设定值计算该校准点的示值误差。对于有正、反两种转速的蠕动泵，应分别进行正转和反转两个方向的校准。

(6)

式中：—蠕动泵的转速示值误差，r/min；

—测得值，r/min；

—蠕动泵的转速设定值，r/min。

8 校准结果表达

8.1 校准结果处理

经校准的蠕动泵出具校准证书，校准证书应符合JJF 1071—2010中5.12的要求，并给出各校准项目名称和测量结果以及测量不确定度。校准原始记录（参考）格式见附录A，校准证书内容及内页（参考）格式见附录B。

8.2 校准结果的不确定度

蠕动泵校准结果的不确定度按JJF 1059.1的要求评定，校准结果不确定度评定示例见附录D和附录E。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过12个月。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录A

食品工业用蠕动泵校准记录（推荐）格式

客户名称： 任务单号：

客户地址： 型号规格：

生产厂商： 出厂编号：

主要标准器名称 测量范围 准确度等级 证书编号 有效日期至

校准依据的技术文件（代号、名称）：JJF(甘)XXXX-2024 《食品工业用蠕动泵》

校准的环境条件 温度 ℃ 湿度

主要标准器使用前工作状况： 主要标准器使用后工作状况：

校准地点：

校准项目

1. 外观检查：
2. 示值误差与重复性：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 测量点 | 设定值 | 测量值 | 平均值 | 示值误差(%) | 重复性 | 扩展不确定度rel  (%) *k*=2 |
| 流量（mL/min） |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |
| 转速  （r/min） | 正转 |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |
| 反转 |  |  |  |  |  |
|  |
|  |

校准员 核验员 校准日期 年 月 日

附录B

校准证书内容及内页（参考）格式

B.1 校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）送校单位的名称；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

B.2 校准证书内页（参考）格式

证书编号 XXXXXXXXXX

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准机构授权说明 | | | | | | | |
| 校准所依据/参照的技术文件（代号、名称）：  JJF(甘)XXXX-2024 《食品工业用蠕动泵》 | | | | | | | |
| 校准地点及环境条件： | | | | | | | |
| 温 度 | ℃ | | | 地 点 |  | | |
| 湿 度 | %RH | | | 其 它 |  | | |
| 校准使用的主要标准器： | | | | | | | |
| 名 称 | | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | | 溯源机构及证书编号 | 证书有效  日期至 |
|  | |  |  | | |  |  |
| 测量溯源性说明： | | | | | | | |

第X页 共X页

1. 外观检查：
2. 示值误差与重复性：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 测量点 | 设定值 | 平均值 | 示值误差(%) | 重复性 | 扩展不确定度  rel (%)  *k*=2 |
| 流量（mL/min） |  |  |  |  |  |  |
| 转速（r/min） | 正转 |  |  |  |  |  |
| 反转 |  |  |  |  |
| 备注 | / | | | | | |

附录C

不同*t*℃下纯水密度

（单位g/cm3）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 温度*t*℃ | 密度( g/cm3) | 温度*t*℃ | 密度( g/cm3) |
| 5 | 0.999 964 | 21 | 0.997 991 |
| 6 | 0.999 940 | 22 | 0.997 769 |
| 7 | 0.999 901 | 23 | 0.997 537 |
| 8 | 0.999 848 | 24 | 0.997 295 |
| 9 | 0.999 781 | 25 | 0.997 043 |
| 10 | 0.999 699 | 26 | 0.996 782 |
| 11 | 0.999 605 | 27 | 0.996 511 |
| 12 | 0.999 497 | 28 | 0.996 231 |
| 13 | 0.999 377 | 29 | 0.995 943 |
| 14 | 0.999 244 | 30 | 0.995 645 |
| 15 | 0.999 099 | 31 | 0.995 339 |
| 16 | 0.998 943 | 32 | 0.995 024 |
| 17 | 0.998 774 | 33 | 0.994 700 |
| 18 | 0.998 595 | 34 | 0.994 369 |
| 19 | 0.998 404 | 35 | 0.994 029 |
| 20 | 0.998 203 | / | / |

附录D

蠕动泵流量相对示值误差测量结果的不确定度评定示例

D.1 测量模型

依据本规范进行流量相对示值误差校准时，其测量模型见公式(D.1)。

(D.1)

简化为 (D.2)

式中：—流量示值误差，%；

—被校蠕动泵的流量设定值，mL/min；

—流量测量值，取多次测量的算数平均值，mL/min。

D.2 测量不确定度分析

根据测量模型，被校蠕动泵的流量相对示值误差的合成标准不确定度的计算见公式(D.3)。

(D.3)

D.3 标准不确定度

根据上述测量模型以及具体的测量过程，被校蠕动泵的流量相对示值误差的不确定度来源主要包括：

1. 校准蠕动泵流量时的测量重复性引入的标准不确定度分量；
2. 校准蠕动泵流量示值分辨力引入的标准不确定度分量；
3. 蠕动泵流量最大允许误差引入的标准不确定度分量。

D.3.1校准蠕动泵流量时的测量重复性引入的标准不确定度分量

以被校蠕动泵在流量设定值600 mL/min处为例，重复测量10次，采用贝塞尔公式得到测量重复性引入的标准不确定度分量见表D.1。

表D.1 测量重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 流量设定值（mL/min） | | 600 mL/min |
| 流量实际值（mL/min） | 1 | 599.2 |
| 2 | 598.2 |
| 3 | 599.3 |
| 4 | 599.6 |
| 5 | 599.1 |
| 6 | 598.8 |
| 7 | 599.4 |
| 8 | 599.1 |
| 9 | 598.6 |
| 10 | 598.4 |
| 平均值（mL/min） | | 599.0 |
| 标准不确定度（mL/min） | | 0.455 |
| \*标准不确定度（mL/min） | | 0.260 |
| \*在实际校准中取3次测量平均值。 | | |

D.3.2 校准蠕动泵流量示值分辨力引入的标准不确定度分量

校准蠕动泵流量示值分辨力引入的标准不确定度分量见表D.2。

表D.2 分辨力引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 流量设定值（mL/min） | 分辨力（mL/min） | 分布 | 标准不确定度分量 （mL/min） |
| 600 mL/min | 0.1 | 均匀分布 | 0.029 |

D.3.3 蠕动泵流量最大允许误差引入的标准不确定度分量

蠕动泵流量最大允许误差引入的标准不确定度分量见表D.3。

表D.3 最大允许误差引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 流量设定值（mL/min） | 最大允许误差（mL/min） | 分布 | 标准不确定度分量 （mL/min） |
| 600 mL/min | ±3% | 均匀分布 | 1.732 |

D.4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表D.4。

表D.4 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 流量设定值（mL/min） | 标准不确定度 | 标准不确定度来源 | 标准不确定度（mL/min） |
| 600 mL/min |  | 测量重复性 | 0.260 |
|  | 分辨力 | 0.029  （小于重复性引入的不确定度，故舍去） |
|  | 最大允许误差 | 1.732 |

D.5 合成标准不确定度

评定的各输入量相互独立不相关，故合成标准不确定度为：

0.29%

D.6 扩展不确定度

取*k*=2，则扩展不确定度为：

D.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析，可得该台蠕动泵在600 mL/min处的流量相对示值误差的校准结果为：

附录E

蠕动泵转速示值误差测量结果的不确定度评定示例

E.1 测量模型

依据本规范进行转速示值误差校准时，其测量模型见公式(E.1)。

(E.1)

式中：—蠕动泵的转速示值误差，r/min；

—三次测量的平均值，r/min；

—蠕动泵的转速设定值，r/min。

E.2 不确定度传播律

根据测量模型，被校蠕动泵的转速示值误差的灵敏系数见公式(E.2)和(E.3)。

(E.2)

(E.3)

E.3 标准不确定度

根据上述测量模型以及具体的测量过程，被校蠕动泵的转速示值误差的不确定度来源主要包括：

1. 校准蠕动泵转速时的测量重复性引入的标准不确定度分量；
2. 校准蠕动泵转速示值分辨力引入的标准不确定度分量；

E.3.1校准蠕动泵转速时的测量重复性引入的标准不确定度分量

以被校蠕动泵在转速设定值300 r/min处为例，重复测量10次，采用贝塞尔公式得到测量重复性引入的标准不确定度分量见表E.1。

表E.1 测量重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 转速设定值（r/min） | | 300 r/min |
| 转速实际值（r/min） | 1 | 299.2 |
| 2 | 300.5 |
| 3 | 300.1 |
| 4 | 298.6 |
| 5 | 300.6 |
| 6 | 300.8 |
| 7 | 301.4 |
| 8 | 300.3 |
| 9 | 299.6 |
| 10 | 298.9 |
| 平均值（r/min） | | 300.0 |
| 标准不确定度（r/min） | | 0.90 |
| 标准不确定度（r/min） | | 0.90 |

E.3.2 校准蠕动泵转速示值分辨力引入的标准不确定度分量

该转速表的分辨力为0.1 r/min，其半宽为0.05，在该区间内服从均匀分布，取包含因子，所以

E.4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表E.2。

表E.2 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度来源 | 标准不确定度（r/min） | 灵敏系数*c*i | （r/min） |
| 测量重复性 | 0.90 | 1 | 0.90 |
| 分辨力 | 0.029 | -1 | 0.029 |

E.5 合成标准不确定度

评定的各输入量相互独立不相关，故合成标准不确定度为：

E.6 扩展不确定度

取*k*=2，则扩展不确定度为：

相对扩展不确定度为

E.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析，可得该台蠕动泵的转速示值误差的校准结果为：

JJF（甘）XXXX-2024

JJF（甘）XXXX-2024