

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—××××

液液分离设备 能效检测方法

Liquid-liquid separators—Test method for energy efficiency

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

初稿

20230815

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

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 概述	1
5 测试方法	2

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国分离机械标准化技术委员会（SAC/TC 92）归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、南京中船绿洲机器有限公司、辽宁富一机械有限公司、浙江轻机离心机制造有限公司、合肥通用环境控制技术有限责任公司。

本文件主要起草人：

液液分离设备 能效检测方法

1 范围

本文件确立了液液分离设备能效检测的一般要求，并描述了液液分离设备能效检测的测试和计算方法。

本文件适用于分离或浓缩用的液液分离设备（包括液液离心萃取机、碟式分离机及管式分离机）的能效检测。

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文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改的）适用于本文件。

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 4774 过滤与分离 名词术语

3 术语和定义

GB/T 4774界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 供给能 supply energy

液液分离设备（以下简称设备）在规定的工作周期内，达到额定转速，完成最大通量或通过能力（离心萃取机：最大通量；碟式分离机及管式分离机：通过能力）所输入的能量。

3.2 有效能 efficient energy

设备在在规定的的工作周期内，达到额定转速，完成最大通量或通过能力所消耗的能量。

3.3 能效值 energy efficiency

设备在规定的的工作周期内，最大通量或通过能力条件下的载荷，加速到额定工作转速消耗的能量与供给能的比值。

4 一般要求

4.1 设备要求

4.1.1 待测设备应符合相关产品标准的规定，并符合 GB 19814 的规定。

4.1.2 设备运转前应保证设备及附属装置安装完整和正确，并按 GB 19814 的规定具备保护装置和措施。

4.1.3 设备的操作应由熟悉设备操作的专业人员进行。

4.2 测试场地要求

- 4.2.1 设备应安装在符合相关产品标准规定的基础上或专门的试验台上。
- 4.2.2 测试场地环境温度宜为+20℃~+40℃。
- 4.2.3 供电系统在测试设备电机输入电缆接入处的电压波动不应超过额定值的±10%，三相电压不平衡率不应大于1.5%。

4.3 测试仪器、仪表和量具要求

- 4.3.1 所有测试用仪器、仪表和量具应法定计量部门检定合格，并在规定的有效期内。所选仪器、仪表的量程应使测试值在该仪器、仪表满量程的三分之一以上。仪器仪表的精度应符合表1的规定。

表1 测试用仪器、仪表精度要求

名称	用途	精度要求
计时器（秒表）	测量时间	0.1s
容积测量器具（标定相对误差）	测容积	1.5%
流量计（标定相对误差）	测流量	
测速仪	测转速	±0.5%
三相电流表（钳形电流表）	测电流	2%±5位
电压表	测电压	±2%
三相电度表 ^a	测功耗	1%
功率计（瓦特计）		±1%

^a 三相电度表应具有记录反向电能功能，有效分辨力不应低于0.001度（显示位数不应少于小数点后三位）。

- 4.3.2 测试仪器应按照制造商提供的说明文件进行操作。

5 测试和计算方法

5.1 概述

- 5.1.1 首先通过电能测量仪器测量设备的供给能，然后计算将设备在额定载荷（设备允许的最大通量或通过能力）下转鼓加速到额定转速时消耗的能量作为设备的有效能量，然后再以有效能量除以供给能，便得到该设备的能效值（比值）。

5.2 供给能的测试

5.2.1 电度表法

- 5.2.1.1 将三相电度表（电能测试仪器）接入设备动力电路中，按设备使用说明书接通电源并起动设备，测量从起动至达到额定转速时，记录电能测试仪器的数值。
- 5.2.1.2 在设备达到额定转速时通入自来水，达到允许的最大通量或通过能力的载荷时，记录电能测试仪器的数值。
- 5.2.1.3 设备允许的最大通量或通过能力应按设备的型号来确定。
- 5.2.1.4 通过电能测量仪器（装置）测量的测量值，按式（1）计算起动到额定转速周期内的供给能：

$$E_{G1} = 3.6 \times 10^6 \times D_1 \dots\dots\dots (1)$$

GB/T ×××××—××××

式中:

E_{G1} ——启动周期供给能, 单位为焦耳(J);

D_1 ——启动周期数字式电能表(仪)测量值, 单位为千瓦时(kW·h)。

5.2.1.5 额定转速下, 进料到最大通量或通过能力, 运行周期内的的供给能, 按式(2)计算。

$$E_{G2} = 3.6 \times 10^6 \times D_2 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

E_{G2} ——运行周期供给能, 单位为焦耳(J);

D_2 ——运行周期数字式电能表(仪)测量值, 单位为千瓦时(kW·h)。

5.2.1.6 所有测量的数据应测量3次, 代入公式计算时应取其算数平均值。

5.2.2 电流电压法

5.2.2.1 三瓦特表法

5.2.2.1.1 被测设备上使用的电动机接入电源是三相四线制电路时, 使用三瓦特表法(三功率计法)测量设备的供给能, 按图1将三个功率计接入设备动力电路中, 测量设备的供给能。

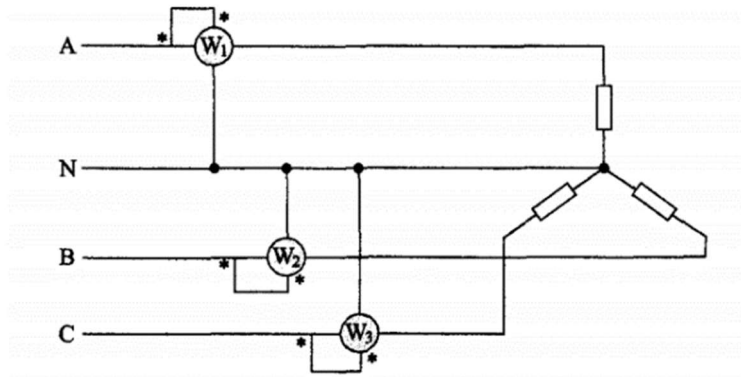


图1 三瓦特表法测三相四线制三相负载平均功率的接线示意图

5.2.2.1.2 接好电路后, 检查设备应满足起动的条件, 接通电源, 测量设备从起动加速到额定转速启动周期内的三只功率表的数值, 并用计时器测量启动周期的时间, 各项数值的记录参考附录A, 按公式3或公式4计算设备启动周期的供给能:

$$E_{G1} = (P_{1A} + P_{1B} + P_{1C}) t_1 \dots\dots\dots (3)$$

$$E_{G1} = \int_{t_1} U_{1A} I_{1A} \cos\varphi_{1A} + \int_{t_1} U_{1B} I_{1B} \cos\varphi_{1B} + \int_{t_1} U_{1C} I_{1C} \cos\varphi_{1C} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

P_{1A} 、 P_{1B} 、 P_{1C} ——启动周期内的三只表分别测得的功率值, 单位为瓦特(W);

t_1 ——启动周期的工作时间, 单位为秒(s);

U_{1A} 、 U_{1B} 、 U_{1C} ——启动周期内的三只表分别测得的电压值, 单位为伏特(V);

I_{1A} 、 I_{1B} 、 I_{1C} ——启动周期内的三只表分别测得的电流值, 单位为安培(A)。

φ_{1A} 、 φ_{1B} 、 φ_{1C} ——启动周期内的三只表分别测得的电压与电流间的相位差角;

5.2.2.1.3 设备达到额定转速时, 开始进料(自来水), 测量在额定转速下设备进料到最大通量或通过能力是, 运行周期内的三只功率标段数值和进料周期的时间, 按式(5)或(6)计算设备运行周期的供给能:

$$E_{G2} = (P_{2A} + P_{2B} + P_{2C}) t_2 \dots\dots\dots (5)$$

$$E_{G2} = \int_{t_2} U_{2A} I_{21A} \cos\varphi_{2A} + \int_{t_2} U_{2B} I_{2B} \cos\varphi_{2B} + \int_{t_2} U_{2C} I_{2C} \cos\varphi_{2C} \dots\dots\dots (6)$$

GB/T ×××××—××××

式中:

P_{2A} 、 P_{2B} 、 P_{2C} ——运行周期内的三只表分别测得的功率值,单位为瓦特(W);

t_2 ——运行周期的工作时间,单位为秒(s);

U_{2A} 、 U_{2B} 、 U_{2C} ——运行周期内的三只表分别测得的电压值,单位为伏特(V);

I_{2A} 、 I_{2B} 、 I_{2C} ——运行周期内的三只表分别测得的电流值,单位为安培(A);

φ_{2A} 、 φ_{2B} 、 φ_{2C} ——运行周期内的三只表分别测得的电压与电流间的相位差角。

5.2.2.2 两瓦特表法

5.2.2.2.1 被测设备电动机上接入电源是三相三线制时,使用两瓦特表法(两功率计法)测量,按图2将两个功率计接入在设备负载电路中,测量设备的供给能。

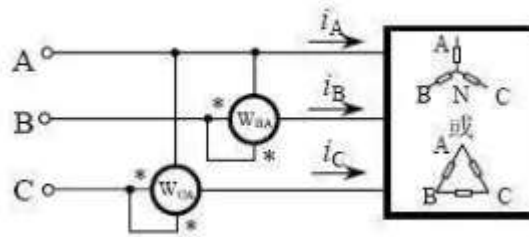


图2 二瓦特表法测量三相三线制三相负载平均功率的测量接线图

5.2.2.2.2 接好电路后,检查设备应满足起动的条件,接通电源,测量设备从起动加速到额定转速起动周期内的两只功率表的数值,并用计时器测量起动周期的时间,各项数值的记录参考附录A,按式(7)或(8)计算:

$$E_{G1} = (P_{1A} + P_{1B}) t_1 \dots\dots\dots (7)$$

$$E_{G1} = \int_{t_1} U_{1A} I_{1A} \cos\varphi_{1A} + \int_{t_1} U_{1B} I_{1B} \cos\varphi_{1B} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

P_{1A} 、 P_{1B} ——启动周期内的两只表分别测得的功率值,单位为瓦特(W);

t_1 ——启动周期的工作时间,单位为秒(s);

U_{1A} 、 U_{1B} ——启动周期内的两只表分别测得的电压值,单位为伏特(V);

I_{1A} 、 I_{1B} ——启动周期内的两只表分别测得的电流值,单位为安培(A);

φ_{1A} 、 φ_{1B} ——启动周期内的两只表分别测得的电压与电流间的相位差角;

5.2.2.2.3 设备达到额定转速时,开始进料(自来水),测量在额定转速下设备进料到最大通量或通过能力是,运行周期内的两只功率标段数值和进料周期的时间,按式(9)或(10)计算:

$$E_{G2} = (P_{2A} + P_{2B}) t_2 \dots\dots\dots (9)$$

$$E_{G2} = \int_{t_2} U_{2A} I_{2A} \cos\varphi_{2A} + \int_{t_2} U_{2B} I_{2B} \cos\varphi_{2B} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

P_{2A} 、 P_{2B} ——运行周期内的两只表分别测得的功率值,单位为瓦特(W);

t_2 ——运行周期的工作时间,单位为秒(s);

U_{2A} 、 U_{2B} ——运行周期内的两只表分别测得的电压值,单位为伏特(V);

I_{2A} 、 I_{2B} ——运行周期内的两只表分别测得的电流值,单位为安培(A);

φ_{2A} 、 φ_{2B} ——运行周期内的两只表分别测得的电压与电流间的相位差角。

5.3 能效值的测试

5.3.1 测试周期

设备从起动到加速到**额定转速**，开始进料到最大通量或通过能力为一次工作周期，以这个工作周期作为测试周期。

5.3.2 测试物料

用作测试载荷的物料为自来水。

5.3.3 测试参数

5.3.3.1 选取原则

测试参数包括测试测试周期时间、工作转速、最大通量或通过能力时的进水流量。必要时，可复检设备主要技术参数如转鼓内径、转鼓高度、碟片直径、碟片数量等。

5.3.3.2 测试载荷

测试载荷质量应不超过设备的最大通量或通过能力。

5.3.3.3 测试转速

工作转速应不低于设备额定转速的97%。

5.3.3.4 测试数据

按起动周期、运行周期分别测量，测试过程中重复测试3次，取其连续3次有效测量值的算术平均值。数据记录表参照附录（A）。

5.3.4 测试方法

5.3.4.1 测试参数

测试工作转速n；测试最大通量Q；

5.3.4.2 测试周期

起动周期：离心萃取机起动，直至达到额定转速；

运行周期：在额定转速下，按离心萃取机进料要求，直至进料量达到最大通量。

5.3.4.3 能效值计算

离心萃取机能效值按起动周期和运行周期分别进行计算，起动周期能效值按公式（11）进行计算：

$$\eta_{\text{空}} = \frac{1000 \times m \omega^2 R^2 / 2}{E_{G1}} \times 100\% \dots \dots \dots (11)$$

式中：

$\eta_{\text{空}}$ ——起动周期离心萃取机能效值，单位为百分数（%）；

m ——转鼓体质量，单位为千克（kg）；

R ——转子筒体外径，单位为毫米（mm）；

ω ——转子角速度，单位为弧度每秒（rad/s）；

E_{G1} ——起动周期供给能，单位为焦耳（J）。

运行周期能效值按公式（12）进行计算：

$$\eta_{\text{运}} = \frac{1000 \times m \omega^2 R^2 / 2 + Q \rho \omega^2 r^2 t}{E_{G2}} \times 100\% \dots \dots \dots (12)$$

式中：

$\eta_{\text{运}}$ ——运行周期离心萃取机能效值，单位为百分数（%）；

m ——转鼓体质量，单位为千克（kg）；

Q ——设备最大通量，单位为立方米每小时（m³/h）；

R ——转子筒体外径，单位为毫米（mm）；

GB/T ×××××—××××

- r——转鼓筒体内径，单位为毫米（mm）；
- ω ——转子角速度，单位为弧度每秒（rad/s）；
- ρ ——自来水密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；
- t——运行周期的工作时间，单位为秒（s）；
- E_{G2} ——运行周期供给能，单位为焦耳（J）。

5.4 测试报告书

测试和计算工作完成后，应提交《液液分离设备能效测试报告书》，格式参考附录A，并应包括（不限于）以下内容：

- a) 设备基本信息；
- b) 主要原始数据；
- c) 测试方法及测试参数；
- d) 计算过程；
- e) 测试报告表；
- f) 分析；
- g) 其他。

附录 A
液液分离设备能效测试报告书
(资料性附录)

液液分离设备能效测试报告书封面格式见表A.1, 首页格式见表A.2, 离心萃取机的能效测试报告表见表A.3, 碟式分离机的能效测试报告表见表A.4, 管式分离机的能效测试报告表见表A.5, 检验用仪器设备精度要求见表A.6

表A.1 报告书封面

<h3>液液分离设备能效测试报告书</h3>	
编 号 :	
设备名称:	
使用单位:	
测 试 负 责 人 :	_____
审 核 人 :	_____
测 试 单 位 (章):	_____
日 期 :	_____

表A.2 测试报告首页样式

一、设备基本信息			
设备名称:		规格型号:	出厂编号:
生产厂家:			
设备外形: (拍照)		铭牌信息: (拍照)	
二、主要原始数据			
转鼓直径(mm):		转鼓高度(mm):	
转鼓壁厚(mm):		额定转速(r/min):	
电机型号:		额定功率(kW):	
额定电压(V):		额定电流(A):	
转鼓材质:	<input type="checkbox"/> 碳钢 <input type="checkbox"/> 不锈钢 <input type="checkbox"/> 工业纯钛TA2 <input type="checkbox"/> 氟塑料 <input type="checkbox"/> 其它:		
三、测试方法及测试参数			
供给能:	<input type="checkbox"/> 电度表法 <input type="checkbox"/> 三瓦特表法 <input type="checkbox"/> 两瓦特表法		
启动周期		运行周期	
供给能 E_{G1} (J):		供给能 E_{G2} (J):	
四、计算过程			
计算结果:			
能效值 η (%) :		结论:	

表A.3 离心萃取机 能效测试报告表

检测日期:	年 月 日	检测地址:	
检测单位:			
检测人员:			
启动时间:		停机时间:	
一、工作转速n (r/min):			
第1次测量值	第2次测量值	第3次测量值	平均值
二、最大通量Q (m^3/h):			
第1次测量值	第2次测量值	第3次测量值	平均值
三、供给能E_{c1}、E_{c2} (J):			
供给能:	<input type="checkbox"/> 电度表法 <input type="checkbox"/> 三瓦特表法 <input type="checkbox"/> 两瓦特表法		
启动周期		运行周期	
电能表(仪)测量值 D_1 (kW):		电能表(仪)测量值 D_2 (kW):	
功率值 P_{11} (W):		功率值 P_{21} (W):	
功率值 P_{12} (W):		功率值 P_{22} (W):	
功率值 P_{13} (W):		功率值 P_{23} (W):	
电压值 U_{11} (V):		电压值 U_{21} (V):	
电压值 U_{12} (V):		电压值 U_{22} (V):	
电压值 U_{13} (V):		电压值 U_{23} (V):	
电流值 I_{11} (A):		电流值 I_{21} (A):	
电流值 I_{12} (A):		电流值 I_{22} (A):	
电流值 I_{13} (A):		电流值 I_{23} (A):	
相位差角 φ_{11} :		相位差角 φ_{21} :	
相位差角 φ_{12} :		相位差角 φ_{22} :	
相位差角 φ_{13} :		相位差角 φ_{23} :	

表A.4 碟式分离机 能效测试报告表

检测日期:	年 月 日	检测地址:	
检测单位:			
检测人员:			
启动时间:		停机时间:	
一、工作转速n (r/min):			
第1次测量值	第2次测量值	第3次测量值	平均值
二、通过能力Q (m^3/h):			
第1次测量值	第2次测量值	第3次测量值	平均值
三、供给能E_{c1}、E_{c2} (J):			
供给能:	<input type="checkbox"/> 电度表法 <input type="checkbox"/> 三瓦特表法 <input type="checkbox"/> 两瓦特表法		
启动周期		运行周期	
电能表(仪)测量值 D_1 (kW):		电能表(仪)测量值 D_2 (kW):	
功率值 P_{11} (W):		功率值 P_{21} (W):	
功率值 P_{12} (W):		功率值 P_{22} (W):	
功率值 P_{13} (W):		功率值 P_{23} (W):	
电压值 U_{11} (V):		电压值 U_{21} (V):	
电压值 U_{12} (V):		电压值 U_{22} (V):	
电压值 U_{13} (V):		电压值 U_{23} (V):	
电流值 I_{11} (A):		电流值 I_{21} (A):	
电流值 I_{12} (A):		电流值 I_{22} (A):	
电流值 I_{13} (A):		电流值 I_{23} (A):	
相位差角 φ_{11} :		相位差角 φ_{21} :	
相位差角 φ_{12} :		相位差角 φ_{22} :	
相位差角 φ_{13} :		相位差角 φ_{23} :	

表A.5 管式离心机 能效测试报告表

检测日期:	年 月 日	检测地址:	
检测单位:			
检测人员:			
启动时间:		停机时间:	
一、工作转速n (r/min):			
第1次测量值	第2次测量值	第3次测量值	平均值
二、通过能力Q (m^3/h):			
第1次测量值	第2次测量值	第3次测量值	平均值
三、供给能E_{c1}、E_{c2} (J):			
供给能:	<input type="checkbox"/> 电度表法 <input type="checkbox"/> 三瓦特表法 <input type="checkbox"/> 两瓦特表法		
启动周期		运行周期	
电能表(仪)测量值 D_1 (kW):		电能表(仪)测量值 D_2 (kW):	
功率值 P_{11} (W):		功率值 P_{21} (W):	
功率值 P_{12} (W):		功率值 P_{22} (W):	
功率值 P_{13} (W):		功率值 P_{23} (W):	
电压值 U_{11} (V):		电压值 U_{21} (V):	
电压值 U_{12} (V):		电压值 U_{22} (V):	
电压值 U_{13} (V):		电压值 U_{23} (V):	
电流值 I_{11} (A):		电流值 I_{21} (A):	
电流值 I_{12} (A):		电流值 I_{22} (A):	
电流值 I_{13} (A):		电流值 I_{23} (A):	
相位差角 φ_{11} :		相位差角 φ_{21} :	
相位差角 φ_{12} :		相位差角 φ_{22} :	
相位差角 φ_{13} :		相位差角 φ_{23} :	

表A.6 检验用仪器设备及精度要求

序号	仪器设备名称	型号规格	检验项目	精度	检定 / 校准单位	最近检定 / 校准日期	备注
1	计时器		工作时间	0.1			
2	容积测量器具		最大通量或 通过能力	1.5			
3	流量计		最大通量或 通过能力	1.0			
4	测速仪		工作转速	0.5			非接 触式
5	三相电度表		供给能	0.5			数字 式
6	电压表		电压	0.5			
7	电流表		电流	0.5			