

DB11

北京市地方标准

DB 11/1536—XXXX

代替 DB11/T 1536—2018

水泵节能监测

Monitoring and testing for energy saving of pump

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

北京市市场监督管理局 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 监测项目 1

5 监测方法 2

6 计算方法 3

7 评价指标 5

8 监测结果评价 5

附录 A（规范性） 水泵节能监测报告..... 6

附录 B（资料性） 水泵节能监测记录..... 7

参 考 文 献 9

前 言

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

本文件代替DB11/T 1536—2018《水泵节能监测》，与DB11/T 1536—2018相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 将“本文件适用于不低于 5.5kW 电动机拖动的水泵机组节能监测”更改为“本文件适用于额定功率大于和等于 5.5kW 电动机拖动的水泵机组节能监测”（见第 1 章，2018 版的第 1 章）；
- b) 增加了术语和定义“输入功率比”（见 3.2）；
- c) 将“水泵及驱动电动机是否有国家明令淘汰的高耗能落后机电设备（产品）。”更改为“水泵及驱动电动机应符合 GB18613 中 2 级能效标准”（见 4.2.1，2018 年版的 4.2.1）；
- d) 将“电动机电源电压与额定电压的偏差范围为：（-10%~+6%）×额定电压”更改为“电动机电源电压应在（-10%~+6%）×额定电压的范围内”（见 5.1.2，2018 年版的 5.1.2）；
- e) 删除了“监测周期应符合 GB/T 15316 的相关规定”（见 2018 年版的 5.1.4）；
- f) 增加了“节能监测的技术条件应符合 GB/T 15316 的相关规定”（见 5.1.4）；
- g) 将“应在检定/校准周期内”更改为“应定期进行检定/校准，并在检定/校准周期内”（见 5.2.1，2018 年版的 5.2.1）；
- h) 将“准确度等级应不低于 1.5 级”更改为“电流、电压测量准确度等级不低于 0.5 级，电功率测量准确度等级不低于 1.0 级”（见 5.2.2，2018 年版的 5.2.2）；
- i) 将“准确度等级应不低于 0.5 级”更改为“最大允许误差不超过±0.5℃”（见 5.2.5，2018 年版的 5.2.5）；
- j) 增加了“钢直尺（1000mm）最大示值允许误差不超过±0.20mm”（见 5.2.6）；
- k) 增加了“应保证被测数值在其量程的 1/3~2/3 之间”（见 5.2.7）；
- l) 增加了“选取最后 3 次测量数据”（见 5.3.1、5.3.2、5.3.3、5.3.4）；
- m) 删除了“并对不合格的水泵机组提出改进建议”（见 2018 年版的 8.1.2）。

本文件由北京市发展和改革委员会提出并归口。

本文件由北京市发展和改革委员会组织实施。

本文件起草单位：……

本文件主要起草人：……

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2018 年首次发布为 DB11/T 1536—2018；

——本次为第一次修订。

水泵节能监测

1 范围

本文件规定了水泵机组节能监测的监测项目、监测方法、计算方法、评价指标及监测结果评价。
本文件适用于额定功率大于或等于5.5kW电动机拖动的水泵机组节能监测，不适用于自控程序控制的多联泵联合工作机组的节能监测。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3214 水泵流量的测定方法
- GB/T 15316 节能监测技术通则
- GB/T 16666 泵类液体输送系统节能监测
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB/T 21056 风机、泵类负载变频调速节电传动系统及其应用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水泵机组运行效率 operating efficiency of pump unit

水泵输出功率与电动机输入功率的比值,以百分数(%)表示。

3.2

输入功率比 input power ratio

电动机输入功率与其额定输入功率之比。

[来源: DB11/T 051—2015, 3.4]

4 监测项目

4.1 总则

水泵节能监测包括检查项目和测试项目。

4.2 检查项目

- 4.2.1 水泵及驱动电动机应符合 GB 18613 规定的 2 级能效标准。
- 4.2.2 水泵和电动机铭牌应齐全、完好。
- 4.2.3 计量仪表配置应符合 GB/T 16666 的规定。
- 4.2.4 水泵运行时的轴密封正常，无渗漏等现象。
- 4.2.5 水泵机组应有完整的运行台账、维保记录等技术档案资料。
- 4.2.6 水泵机组采用变频调速装置时，其变频调速装置应符合 GB/T 21056 的规定。

4.3 测试项目

水泵节能监测应包括以下测试项目：

- 水泵机组运行效率；
- 电动机输入功率比。

5 监测方法

5.1 测试条件

- 5.1.1 测试期间，水泵机组应正常稳定运行，测试宜逐台进行。
- 5.1.2 测试时，电动机电源电压应在 $(-10\% \sim +6\%) \times$ 额定电压的范围内。
- 5.1.3 当水泵机组采用变频调速装置时，应在实际工作状态下进行测试。
- 5.1.4 节能监测的技术条件应符合 GB/T 15316 的相关规定。
- 5.1.5 水泵机组各参数应同步进行测试。

5.2 测试仪表

- 5.2.1 应定期进行检定/校准，并在检定/校准周期内。
- 5.2.2 电动机参数测试仪表宜选用电能质量综合分析仪，电流、电压测量准确度等级不低于 0.5 级；电功率测量准确度等级不低于 1.0 级；变频调速装置参数测试仪表宜选用变频功率分析仪，准确度等级应不低于 0.5 级。
- 5.2.3 流量测量仪表准确度等级应不低于 1.5 级。
- 5.2.4 压力测量仪表准确度等级应不低于 0.5 级。
- 5.2.5 温度测量仪表最大允许误差不超过 ± 0.5 °C。
- 5.2.6 钢直尺（1000 mm）最大允许误差不超过 ± 0.2 mm。
- 5.2.7 应保证被测数值在其量程的 $1/3 \sim 2/3$ 之间。

5.3 测试方法

5.3.1 电动机参数测试

电动机输入电压、电流、频率、功率、功率因数测试应按 DB11/T 051 规定执行。测试时间不少于 30 min，数据记录时间间隔为 5 min，选取最后 3 次连续测量数据，取算术平均值作为测试结果。无变频调速装置的电动机测点应布置在电动机输入端或电气柜输出端，有变频调速装置的电动机测点应布置在电动机输入端或变频调速装置输出端。

5.3.2 水泵扬程测试

应对下列参数进行测试：

——水泵进、出口压力值。测试时间不少于 30 min，数据记录时间间隔为 5 min，选取最后 3 次连续测量数据，取算术平均值作为测试结果；

——水泵进、出口测压点管径中心线分别与水泵水平中心线的垂直距离。测试 3 次，取测量值的算术平均值作为测试结果。

5.3.3 水泵出口水温测试

测试时间不少于 30 min，数据记录时间间隔为 5 min，选取最后 3 次连续测量数据，取算术平均值作为测试结果。

5.3.4 水泵流量测试

流量测试宜按 GB/T 3214 的规定执行。具备超声波流量计测试条件的现场，可使用超声波流量计测试，测试时间不少于 30 min，数据记录时间间隔为 5 min，选取最后 3 次连续测量数据，取算术平均值作为测试结果。

6 计算方法

6.1 水泵机组运行效率计算

6.1.1 变频调速装置输出基波有功功率 P_1 应按公式 (1) 进行计算：

$$P_1 = \frac{\sqrt{3} \times U_1 \times I_1 \times \cos \phi_1}{10^3} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

P_1 ——变频调速装置输出基波有功功率，单位为千瓦 (kW)；

U_1 ——变频调速装置输出基波电压，单位为伏特 (V)；

I_1 ——变频调速装置输出基波电流，单位为安培 (A)；

$\cos \phi_1$ ——变频调速装置输出功率因数。

6.1.2 电动机输入功率 P_2 应按公式 (2) 进行计算：

$$P_2 = \frac{\sqrt{3} \times U_2 \times I_2 \times \cos \phi_2}{10^3} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P_2 ——电动机输入功率，单位为千瓦 (kW)；

U_2 ——电动机输入电压，单位为伏特 (V)；

I_2 ——电动机输入电流，单位为安培 (A)；

$\cos \phi_2$ ——电动机输入功率因数。

6.1.3 水泵进口截面处液体平均流速 v_1 应按公式 (3) 进行计算，水泵出口截面处液体平均流速 v_2 应按公式 (4) 进行：

$$v_1 = \frac{Q}{900 \times \pi \times D_1^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$v_2 = \frac{Q}{900 \times \pi \times D_2^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

v_1 ——水泵进口截面处液体平均流速, 单位为米每秒 (m/s);

v_2 ——水泵出口截面处液体平均流速, 单位为米每秒 (m/s);

Q ——水泵的流量, 单位为立方米每小时 (m³/h);

D_1 ——水泵进口管道内径, 单位为米 (m);

D_2 ——水泵出口管道内径, 单位为米 (m)。

6.1.4 水泵扬程 H 应按公式 (5) 进行计算:

$$H = \frac{10^6(p_2 - p_1)}{\rho_t \times g} + (z_2 - z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

H ——水泵扬程, 单位为米 (m);

p_1 ——水泵进口压力值, 单位为兆帕 (MPa);

p_2 ——水泵出口压力值, 单位为兆帕 (MPa);

ρ_t ——水在温度为 t 时的密度, 单位为千克每立方米 (kg/m³), 根据水泵出口水温 and 压力获得;

g ——重力加速度, 单位为米每二次方秒 (m/s²), 取 9.807;

z_1 ——水泵进口测压点管径的中心线到水泵水平中心线的垂直距离, 单位为米 (m);

z_2 ——水泵出口测压点管径的中心线到水泵水平中心线的垂直距离, 单位为米 (m)。

6.1.5 水泵输出功率 P_3 应按公式 (6) 进行计算:

$$P_3 = \frac{\rho_t \times Q \times g \times H}{3.6 \times 10^6} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

P_3 ——水泵输出功率, 单位为千瓦 (kW)。

6.1.6 水泵电动机设有变频调速装置, 水泵机组运行效率 η_x 应按公式 (7) 进行计算:

$$\eta_x = \frac{P_3}{P_1} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中:

η_x ——水泵机组运行效率, 单位为百分数 (%)。

6.1.7 水泵机组无变频调速装置, 水泵机组运行效率 η_x 应按公式 (8) 进行计算:

$$\eta_x = \frac{P_3}{P_2} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中:

η_x ——水泵机组运行效率, 单位为百分数 (%)。

6.2 水泵电动机输入功率比计算

6.2.1 水泵电动机额定输入功率 P_{NR} 应按公式 (9) 进行计算:

$$P_{NR} = \frac{P_N}{\eta_N} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

P_{NR} ——电动机额定输入功率，单位为千瓦（kW）；

P_N ——电动机额定输出功率，单位为千瓦（kW）；

η_N ——电动机额定效率，单位为百分数（%）。

6.2.2 有变频调速装置水泵电动机输入功率比 A 应按公式（10）进行计算：

$$A = \frac{P_1}{P_{NR}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：

A ——输入功率比，单位为百分数（%）。

6.2.3 无变频调速装置水泵电动机输入功率比 A 应按公式（11）进行计算：

$$A = \frac{P_2}{P_{NR}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

7 评价指标

监测评价指标应符合表1的规定。

表1 水泵节能监测合格评价指标

判定项目	评价指标
水泵机组运行效率 η_s / %	$\geq 78\% \times a \times b \times c$
电动机输入功率比 A / %	$\geq 65\%$
注1：a——水泵额定效率； 注2：b——电动机额定效率； 注3：c——电动机与水泵连接传动效率，详见GB/T 16666； 注4：采用变频调速装置的水泵机组不对电动机输入功率比进行监测评价。	

8 监测结果评价

8.1 水泵机组检查结果应符合 4.1 的要求，监测评价应符合表 1 的要求。

8.2 监测机构应在监测报告中做出监测结果合格或不合格的评价。

8.3 节能监测报告应符合附录 A 的规定，节能监测记录参见附录 B。

附 录 A
(规范性)
水泵节能监测报告

表A.1规定了水泵节能监测报告的内容。

表A.1 水泵节能监测报告

报告编号：

委托单位			监测日期		
被监测单位			监测依据		
监测地点			设备编号		
铭 牌 参 数					
设备名称			生产厂家		
水 泵	规格型号		电动机	规格型号	
	额定流量	m ³ /h		额定功率	kW
	额定扬程	m		额定效率	%
	额定效率	%		额定转速	r/min
变频器参数					
检查项目					
序号	检查内容				检查结果
1	水泵机组是否符合二级能效				是□ 否□
2	水泵和电动机铭牌是否齐全、完好				是□ 否□
3	计量仪表配置是否符合 GB/T16666 的规定				是□ 否□
4	水泵运行时的轴密封是否正常、是否无渗漏等现象				是□ 否□
5	水泵机组应有完整的运行台账、维保记录等技术档案资料				是□ 否□
6	水泵机组运行工况是否满足变频调速装置应用条件				是□ 否□
测试项目					
序号	测试内容	测试结果	考核指标	结果评价	
1	水泵机组运行效率 /%		≥78%×a×b×c	合格□ 不合格□	
2	电动机输入功率比 /%		≥65%（定频）	合格□ 不合格□	
监测结果评价：合格□ 不合格□					
单位名称					
年 月 日					
编制：		审核：		批准：	

附 录 B
(资料性)
水泵节能监测记录

表B. 1给出了水泵节能监测记录内容。

表 B. 1 水泵节能监测记录

被监测单位		监测日期	
监测地点		监测依据	
水泵铭牌参数			
设备名称		规格型号	
额定流量	m³/h	额定扬程	m
额定转速	r/min	额定效率	%
生产日期		编 号	
生产厂家		设备用途	
电动机铭牌参数			
设备名称		规格型号	
额定功率	kW	额定电压	V
额定电流	A	额定效率	%
能效等级		功率因数	
生产日期		生产厂家	
编 号		变频器参数	
水泵电动机连接方法			
检 查 项 目			
序号	检查项目		检查记录
1	水泵及驱动电动机应符合 GB 18613 规定的二级能效标准		
2	水泵和电动机铭牌应齐全、完好		
3	计量仪表配置应符合 GB/T 16666 的规定		
4	水泵运行时的轴密封正常，无渗漏等现象。		
5	水泵机组应有完整的运行台账、维保记录等技术档案资料。		
6	水泵机组采用变频调速装置时，其变频调速装置应符合 GB/T 21056 的规定。		

表 B.1 水泵节能监测记录（续）

监 测 数 据				
序 号	项 目	符 号	单 位	监 测 记 录
1	水泵入口压力	p_1	MPa	$p_1^1 = \quad p_1^2 = \quad p_1^3 = \quad p_1 = (p_1^1 + p_1^2 + p_1^3) / 3 =$
2	水泵出口压力	p_2	MPa	$p_2^1 = \quad p_2^2 = \quad p_2^3 = \quad p_2 = (p_2^1 + p_2^2 + p_2^3) / 3 =$
3	水泵出口温度	t	℃	$t^1 = \quad t^2 = \quad t^3 = \quad t_1 = (t^1 + t^2 + t^3) / 3 =$
4	水泵流量	Q	m ³ /h	$Q^1 = \quad Q^2 = \quad Q^3 = \quad Q_1 = (Q^1 + Q^2 + Q^3) / 3 =$
5	水泵输出功率	P_3	kW	$P_3^1 = \quad P_3^2 = \quad P_3^3 = \quad P_3 = (P_3^1 + P_3^2 + P_3^3) / 3 =$
6	电动机输入电压	U_2	V	$U_2^1 = \quad U_2^2 = \quad U_2^3 = \quad U_2 = (U_2^1 + U_2^2 + U_2^3) / 3 =$
7	电动机输入电流	I_2	A	$I_2^1 = \quad I_2^2 = \quad I_2^3 = \quad I_2 = (I_2^1 + I_2^2 + I_2^3) / 3 =$
8	变频调速装置输出基波电压	U_i	V	$U_i^1 = \quad U_i^2 = \quad U_i^3 = \quad U_i = (U_i^1 + U_i^2 + U_i^3) / 3 =$
9	变频调速装置输出基波电流	I_i	A	$I_i^1 = \quad I_i^2 = \quad I_i^3 = \quad I_i = (I_i^1 + I_i^2 + I_i^3) / 3 =$
10	功率因数	$\cos \phi$	——	$\cos \phi^1 = \quad \cos \phi^2 = \quad \cos \phi^3 =$ $\cos \phi = (\cos \phi^1 + \cos \phi^2 + \cos \phi^3) / 3$
11	变频调速装置输出基波有功功率	P_i	kW	依据公式（1）计算 P_i
12	电动机输入功率	P_2	kW	依据公式（2）计算 P_2
13	水泵进口测压点管径的中心线到水泵水平中心线的垂直距离	z_1	m	$z_1^1 = \quad z_1^2 = \quad z_1^3 = \quad z_1 = (z_1^1 + z_1^2 + z_1^3) =$
14	水泵出口测压点管径的中心线到水泵水平中心线的垂直距离	z_2	m	$z_2^1 = \quad z_2^2 = \quad z_2^3 = \quad z_2 = (z_2^1 + z_2^2 + z_2^3) / 3 =$
15	水泵进口截面液体平均流速	v_1	m/s	依据公式（3）计算 v_1
16	水泵出口截面液体平均流速	v_2	m/s	依据公式（4）计算 v_2
17	水泵进口管道内径	D_1	m	铭牌标注：
18	水泵出口管道内径	D_2	m	铭牌标注：
19	扬程	H	m	依据公式（5）计算 H
20	水泵机组运行效率	η_X	%	依据公式（7）或（8）计算 η_X
21	电动机输入功率比	A	%	依据公式（10）或（11）计算 A

监测员：（签字）

审核员：（签字）

参 考 文 献

- [1] GB/T 13469 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵系统经济运行
 - [2] JJG 1—1999 钢直尺检定规程
 - [3] DB11/T 051—2015 电机系统节能监测
-