

燃气工业锅炉能效在线监测技术规范

Technical specification for online monitoring on energy efficiency of gas fired
industrial boilers

2019-02-28 发布

2019-06-01 实施

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由上海市经济和信息化委员会提出并组织实施。

本标准由上海市能源标准化技术委员会技术归口。

本标准起草单位：上海能效中心、上海东方延华节能技术服务股份有限公司、上海节能技术服务有限公司、上海工业锅炉研究所。

本标准主要起草人：魏玉剑、于兵、秦宏波、金俭、杨麟、薛恒荣、侯震寰、王翔宇。

燃气工业锅炉能效在线监测技术规范

1 范围

本标准规定了燃气工业锅炉实际运行工况下能效在线监测的系统组成、数据采集、采集装置安装、能效计算方法和能效指标对标的技术要求。

本标准适用于以可燃气为燃料的、以水或有机热载体为介质、额定工作压力小于 3.8 MPa 的固定式锅炉。锅炉房的能效数据采集、计算和对标可参照执行。

为了便于对标,本标准数据监测和能效评价的范围只限定为锅炉本体及锅炉烟道上安装的余热回收装置。不包含锅炉房内水处理设备、余热回收、输配管道等锅炉本体外的热能转换部分。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2589 综合能耗计算通则

TSG G0003 工业锅炉能效测试与评价规则

DB31/T 1057 在用工业锅炉安全、节能和环保管理基本要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锅炉能效 energy efficiency for boilers

锅炉对输入能量的利用程度或转换程度,等于有效利用或转换能量占输入能量的百分比。

注:又称锅炉的能源利用效率。

3.2

实时(瞬时)能效指标 real-time energy efficiency for boilers

在锅炉运行期间,利用系统实时采集的数据,采用反平衡法实时计算锅炉当前的热效率 η_z 。

注:实时(瞬时)能效指标计算开始时间以燃气输入后 60 分钟开始,以燃气停止输入时间结束。

3.3

周期性能效评价指标 periodic energy efficiency for boilers

以一定时段内,如一周、一月、半年或一年等,使用锅炉实际运行的相关能效指标数据,来衡量这段时期的锅炉运行能效。

3.4

能效历史对标 historical benchmarking of energy efficiency for boilers

对目标锅炉某一时间段内的几项周期性能效评价指标与其自身历史对应的指标进行比较,并使用模型计算得出的综合指标值,用于评价该锅炉在这个时间段的相对能效水平。

3.5

能效横向对标 benchmarking of energy efficiency for boilers

对目标锅炉某一时间段内的几项周期性能效评价指标与锅炉能效监测平台上其他同类锅炉对应

的能效指标进行比较,并使用模型计算得出的综合指标,用于评价该锅炉与同类锅炉的相对能效水平。

3.6

数据采集终端 data acquisition terminal unit

负责对计量表具、传感器进行信号采集,并将采集的信息进行解析、存储、转换、上传的嵌入式装置。

4 系统基本组成

4.1 基本组成

燃气工业锅炉能效在线对标系统由物理层、数据采集层、传输网络层、应用层四个层次组成。

4.2 物理层

系统采集信息的前端,包含锅炉本体系统、传感器、仪器仪表。

4.3 数据采集层

通过各种计量装置的多协议数据采集装置,采集物理层的信息。

4.4 传输网络层

通过无线或传输介质以及网络技术实现数据传输,包括现场端局域网、公用广域网,完成数据采集层的信息与上位应用层的信息交换。

4.5 应用层

基于应用对象基本档案以及在线传输的数据存储、处理、分析和展示,通过图、文、表格等形式直观地在计算机或手机设备上展现燃气工业锅炉能效相关信息,如数据报表、对标分析、异常警报等。

5 锅炉能效监测和数据采集

5.1 燃气工业锅炉运行工况能效监测和采集的数据项目,宜根据 DB31/T 787、DB31/T 786 和 TSG G0003 的要求进行,具体采集项、符号和单位如表 1 所示。

表 1 采集项、符号和单位

序号	采集项	符号	单位	备注
1	排烟温度	t_{py}	℃	
2	排烟处含氧量	O_{py}	%	
3	排烟处 CO 含量	CO_{py}	%或 10^{-6}	
4	入炉冷空气温度	t_{lk}	℃	
5	给水瞬时流量	D_s	kg/h 或 t/h	
	给水累计流量	D_{gs}	kg 或 t	
6	给水温度	t_{gs}	℃	
7	燃气瞬时流量	B_s	m^3/h	是指在 101 325 Pa 大气压力、0 ℃ 状态下测得的流量,不在此工况下测得流量需按此进行折算
	燃气累计流量	B	m^3	

表 1 (续)

序号	采集项	符号	单位	备注
8	蒸汽瞬时流量	D_{qs}	kg/h 或 t/h	
	蒸汽累计流量	D_{qi}	kg 或 t	
9	过热蒸汽温度	t_{gr}	℃	
10	热水(热载体)瞬时流量	G_s	kg/h 或 t/h	
	热水(热载体)累计流量	G	kg 或 t	
11	热水进水(热载体)温度	t_{js}	℃	
12	热水出水(热载体)温度	t_{cs}	℃	
13	燃气压力	P_q	Pa	
14	燃气温度	t_q	℃	
15	蒸汽压力	P	MPa	
16	热水进水(热载体)压力	P_{js}	MPa	
17	热水出水(热载体)压力	P_{cs}	MPa	
18	锅炉累计耗电量	W_{PP}	kWh	
19	锅炉运行开始时间	ON	yymmdd hh:mm	以燃气输入后 60 分钟为开始时间
20	锅炉运行关闭时间	OFF	yymmdd hh:mm	以燃气停止输入时间为关闭时间
21	燃气收到基低位发热值	$Q_{net,v,ar}$	kJ/m ³	由所属燃气公司按批次提供,人工录入系统
22	锅炉散热表面积	F	m ²	

5.2 燃气工业锅炉运行工况能效监测和采集的数据项由数据采集终端完成,数据采集终端有本地存储功能。

5.3 数据采集应采用全时段连续在线采集。

5.4 各数据项的采集应保持同步。

5.5 数据采集频率宜小于 5 min/次。

5.6 数据采集终端对采集到的数据在终端内进行暂存后,以每 5 min 为频率向上位系统实时上传,上传时间的延时应小于 5 min。

5.7 上位系统按规定计算方法实时计算锅炉实时能效,定期计算规定时间段内(如一小时、一天、一周等)的统计能效。

5.8 采集和上传的数据记录格式应符合表 2 要求。

表 2 数据记录格式

记录项	记录项说明	数据项格式	示例
Org_id	用能单位编码	采用统一组织代码	5131xxxxxxx 指:某企业
boiler_id	该单位中的锅炉系统编码	按附录 A 燃气工业锅炉编码规则	wns20-01 指:1#20 吨卧式锅炉
Function_id	数据项编码	按附录 B Function_id 编码与对应	WPPFJ 指:风机累计正向有功电量

表 2（续）

记录项	记录项说明	数据项格式	示例
Value	数据值	xxxxxx.xx	1234.56 指：风机用电量
Timestamp	数据时标	yyyymmdd hhmmss	20170101 08:00:00 指：数据采集时标

6 计量采集装置要求、安装及其采样

- 6.1 监测采集锅炉运行参数的仪器仪表应经过检定或校准合格。
- 6.2 所用仪器仪表在测量量程内应满足采集项目的精度要求，主要采集项的所用仪器仪表的精度应符合表 3 的规定。

表 3 主要采集项的所用仪器仪表的精度要求

序号	测量项目		仪器和仪表的最低精度要求
1	用电量测量	电能表	1.0 级
		互感器	0.5 级
2	流量测量	气体燃料流量	1.5 级
		其他介质(不含空气和烟气)流量	1.0 级
3	温度测量		0.5 级 (采用热电阻温度计时精度应不低于 B 级,且其显示仪表(二次仪表)的读数分辨率应不低于 0.1 ℃)
4	压力测量	介质压力、燃气压力	1.6 级
5	烟气成分测量	O ₂	1.0 级
		CO 等含量	5.0 级

- 6.3 仪表安装需满足选用设备安装说明书的安装要求。
- 6.4 给水或循环水流量测量采用的流量计应适应被测介质的温度要求。测点通常布置在给水泵后给水管道的直段上,并尽量与给水温度和给水压力测点处于同一区域。
- 6.5 过热蒸汽流量测点一般布置在主蒸汽管道的直管段上。
- 6.6 温度测点应选择在被测介质温度分布比较均匀的位置。测温仪表的测温端应插至管道截面的 1/3 至 2/3 处。入炉冷空气温度测点应设在鼓(送)风机进风口处。排烟温度测点应设置在最后一级受热面后 1 m 以内的烟道上。
- 6.7 锅炉蒸汽压力、给水压力、热水(有机热载体)锅炉进水(有机热载体)和出水(有机热载体)压力,可采用压力表进行测量。饱和蒸汽锅炉蒸汽压力的测点应布置在锅筒或锅壳上,过热蒸汽锅炉蒸汽压力的测点应布置在过热蒸汽主管道上,热水(有机热载体)锅炉介质压力测点应布置在进、出水(有机热载体)管道上。
- 6.8 烟气成分测点应开设在烟道截面上介质流速比较均匀的位置,并应设置在最后一级受热面后 1 m 以内的烟道上。

- 6.9 锅炉各辅机的用电量可采用符合 6.2 要求的仪器和仪表进行测量,测点一般布置在锅炉动力柜中。
- 6.10 燃气流量测点位置一般在锅炉燃气管道的直管道上,可使用在线燃气流量计。燃气低位发热值由所属燃气公司按批次提供,人工录入系统。
- 6.11 锅炉散热表面积可以根据锅炉(含尾部节能器)的尺寸一次性输入。

7 能效计算方法

- 7.1 燃气工业锅炉运行工况的实时能效计算,依据 GB/T 2589 和 TSG G0003,采用反平衡法进行。
- 7.2 排烟热损失 q_2 ,按照式(1)计算:

$$q_2 = (0.5 + 3.45 \times \alpha_{py}) \times \left(\frac{t_{py} - t_{lk}}{100} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

α_{py} ——排烟过量空气系数;

t_{py} ——排烟温度,单位为摄氏度(℃);

t_{lk} ——入炉冷空气温度,单位为摄氏度(℃)。

式(1)中 α_{py} 按式(2)计算:

$$\alpha_{py} = \frac{21}{21 - O_{py}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

O_{py} ——排烟处烟气含氧量。

- 7.3 气体未完全燃烧损失 q_3 ,当 CO 有测量值则按照表 4 选取,如没有测量数据则按 0.5 选取。

表 4 气体未完全燃烧热损失

项目	单位	数量		
排烟处 CO 含量	%	$CO_{py} \leq 0.05$	$0.05 < CO_{py} \leq 0.1$	$CO_{py} > 0.1$
	或 10^{-6}	$(CO_{py} \leq 500)$	$(500 < CO_{py} \leq 1\ 000)$	$(CO_{py} > 1\ 000)$
q_3	%	0.2	0.5	1

- 7.4 散热损失 q_5 ,按照式(3)计算:

$$q_5 = \frac{1\ 670 \times F}{Q_{net,v,ar} \times B_s} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

F ——锅炉散热表面积,单位为平方米(m^2);

$Q_{net,v,ar}$ ——燃气收到基低位发热值,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

B_s ——燃气瞬时标态流量,单位为立方米每小时(m^3/h)。

- 7.5 锅炉热效率 η_2 ,按照式(4)计算:

$$\eta_2 = 100 - q_2 - q_3 - q_5 \dots\dots\dots (4)$$

8 能效指标与对标

8.1 燃气工业锅炉运行工况的实时能效评价分类

燃气工业锅炉运行工况的实时能效评价分为实时能效指标和周期能效指标,实时性评价根据在线

采集获得的数据频率,参照能效计算方法使用瞬时数据每 5 分钟至 60 分钟实时计算;周期性评价是利用一个时段内采集数据的累积进行计算,可分为日、周、月、季、年,参照能效计算方法计算这段时间段内的设备平均能效。

8.2 实时(瞬时)能效指标计算

燃气工业锅炉运行工况的实时热效率 η_2 采用反平衡法计算。实时热效率计算开始时间以燃气输入后 60 分钟为开始,以燃气停止输入时间为结束,能效计算方法按式(4);计算出的实时热效率,可根据 DB31/T 1057 中的热效率限定值和目标值进行比较对标,评价目标锅炉的实际运行能效。

8.3 周期性能效指标计算

8.3.1 按日、月、季、半年、一年为周期,计算评价周期内的平均热效率、最高热效率、最低热效率;计算方法按式(4)。

8.3.2 评价周期内单位有效吸收热量的耗气量(耗气量/有效吸收热量):

$$E = \frac{B}{D} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$E = \frac{B}{Q} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

E ——周期内单位有效吸收热量的耗气量,单位为立方米每千克(m^3/kg)或立方米每兆焦(m^3/MJ);

B ——周期内总燃气用量,单位为立方米(m^3);

D ——周期内总蒸汽产量,单位为千克(kg);

Q ——周期内总产热量,单位为兆焦(MJ)。

式(6)中 Q 按式(7)计算:

$$Q = G(h_{\text{cs}} - h_{\text{js}})10^{-3} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

G ——锅炉周期内总循环水(热载体)流量,单位为千克(kg)或吨(t);

h_{cs} ——锅炉出水(热载体)焓,其焓值根据出水(热载体)温度查取,单位为千焦每千克(kJ/kg);

h_{js} ——锅炉进水(热载体)焓,其焓值根据进水(热载体)温度查取,单位为千焦每千克(kJ/kg)。

8.3.3 评价周期内水泵风机等辅助设备单位有效吸收热量的耗电量(耗电量/有效吸收热量)按式(8)、式(9)计算:

$$E_j = \frac{W_{\text{PP}}}{D} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$E_j = \frac{W_{\text{PP}}}{Q} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

E_j ——周期内的水泵风机等辅助设备单位有效吸收热量的耗电量,单位为千瓦时每千克(kWh/kg)或千瓦时每兆焦(kWh/MJ);

W_{PP} ——周期内辅助设备总用电量,单位为千瓦时(kWh);

D ——周期内总蒸汽产量,单位为千克(kg);

Q ——周期内总产热量,单位为兆焦(MJ)。

8.4 能效历史对标的计算

8.4.1 对锅炉运行热效率进行历史对标评价,按式(10)计算:

$$\alpha_{\eta} = \frac{\eta_s - \eta_p}{\eta_g - \eta_p} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

α_{η} ——锅炉能效历史自对标系数；

η_s ——锅炉实时热效率，%；

η_p ——锅炉在对标周期内的平均热效率，%；

η_g ——锅炉在对标周期内的最高热效率，%。

8.4.2 对锅炉运行周期内单位有效吸收热量的耗气量进行对标评价，按式(11)计算：

$$\alpha_e = \frac{E_p - E_s}{E_p - E_g} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

α_e ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的耗气量对标值；

E_p ——锅炉运行周期内的单位有效吸收热量的平均耗气量，单位为立方米每千克(m^3/kg)或立方米每兆焦(m^3/MJ)；

E_s ——锅炉运行实时单位有效吸收热量的耗气量，单位为立方米每千克(m^3/kg)或立方米每兆焦(m^3/MJ)；

E_g ——锅炉运行周期内的单位有效吸收热量的最小耗气量，单位为立方米每千克(m^3/kg)或立方米每兆焦(m^3/MJ)。

8.4.3 对锅炉运行周期内单位有效吸收热量的耗电量进行对标评价，按式(12)计算：

$$\alpha_{ej} = \frac{E_{jp} - E_{js}}{E_{jp} - E_{jg}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

α_{ej} ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的耗电量对标值；

E_{jp} ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的平均耗电量，单位为千瓦时每千克(kWh/kg)或千瓦时每兆焦(kWh/MJ)；

E_{js} ——锅炉运行实时单位有效吸收热量的耗电量，单位为千瓦时每千克(kWh/kg)或千瓦时每兆焦(kWh/MJ)；

E_{jg} ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的最小耗电量，单位为千瓦时每千克(kWh/kg)或千瓦时每兆焦(kWh/MJ)。

8.4.4 对锅炉运行周期内单位有效吸收热量的总能耗进行对标评价，按式(13)计算：

$$\alpha_z = k_q \times \alpha_e + k_d \times \alpha_{ej} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

α_z ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的总能耗对标值；

k_q ——可燃气体的折标准煤系数；

k_d ——电的折标准煤系数。

8.5 能效横向对标的计算

8.5.1 对锅炉运行热效率进行对标评价，按式(14)计算：

$$\beta_h = \frac{\eta_s - \eta_{hp}}{\eta_{hg} - \eta_{hp}} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

β_h ——锅炉能效平台对标值；

η_{hp} ——锅炉在对标周期内的平台平均热效率，%；

η_{hg} ——锅炉在对标周期内的平台最高热效率，%。

8.5.2 对锅炉运行周期内单位有效吸收热量的耗气量进行平台对标评价，按式(15)计算：

$$\beta_{he} = \frac{E_{hp} - E_s}{E_{hp} - E_{hg}} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：

β_{he} ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的耗气量平台对标值；

E_{hp} ——锅炉运行周期内的单位有效吸收热量的平台平均耗气量，单位为立方米每千克(m^3/kg)或立方米每兆焦(m^3/MJ)；

E_{hg} ——锅炉运行周期内的单位有效吸收热量的平台最小耗气量，单位为立方米每千克(m^3/kg)或立方米每兆焦(m^3/MJ)。

8.5.3 对锅炉运行周期内单位有效吸收热量的耗电量进行平台对标评价，按式(16)计算：

$$\beta_{hjs} = \frac{E_{hjp} - E_{js}}{E_{hjp} - E_{hig}} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

β_{hjs} ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量耗电量的平台对标值；

E_{hjp} ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的平台平均耗电量，单位为千瓦时每千克(kWh/kg)或千瓦时每兆焦(kWh/MJ)；

E_{hig} ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的平台最小耗电量，单位为千瓦时每千克(kWh/kg)或千瓦时每兆焦(kWh/MJ)。

8.5.4 对锅炉运行周期内单位有效吸收热量的总能耗平台进行对标评价，按式(17)计算：

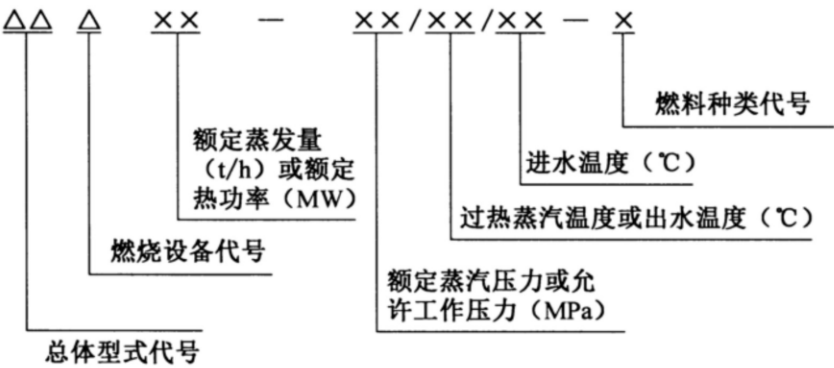
$$\beta_z = k_q \times \beta_{he} + k_d \times \beta_{hjs} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

β_z ——锅炉运行周期内单位有效吸收热量的总能耗横向对标值。

附 录 A
(规范性附录)
燃气工业锅炉编码规则

A.1 燃气蒸汽或热水工业锅炉编码由三部分组成,各部分之间用短横线相连,表示如下:



- a) 第一部分表示锅炉和燃烧设备的型式及锅炉容量,共分三段:第一段用两个汉语拼音字母代表锅炉整体型式(见表 A.1、表 A.2);第二段用一汉语拼音字母代表燃烧设备;第三段用阿拉伯数字表示蒸汽锅炉额定蒸发量(t/h)或热水锅炉额定热功率(MW)。
- b) 第二部介质参数,共分两段(热水锅炉分三段),中间用斜线相连。第一段表示额定压力;第二段表示过热蒸汽温度(蒸汽温度为饱和温度时不表示);热水锅炉时第二段和第三段分别表示出水温度和进水温度。
- c) 第三部分表示燃料种类,用汉语拼音字母代表,同时用罗马字母代表燃料品种分类。
- A.2 燃气蒸汽或热水工业锅炉总体型式代号按表 A.1 或表 A.2 编制。

表 A.1 锅壳锅炉总体型式代号

锅壳锅炉总体型式	代号	锅壳锅炉总体型式	代号
立式锅炉	LS(立水)	卧式外燃	WW(卧外)
立式火管	LH(立火)	卧式内燃	WN(卧内)

表 A.2 水管锅炉总体型式代号

水管锅炉总体型式	代号	水管锅炉总体型式	代号
单锅筒立式	DL(单式)	双管锅炉横式	SH(双横)
单锅筒纵置式	DZ(单式)	纵横锅筒式	ZH(纵横)
单锅筒横置式	DH(单横)	强制循环式	QX(强制)
双锅筒纵置式	SZ(双纵)		

A.3 燃气热载体锅炉总体型式的代号按表 A.3 编制。

表 A.3 热载体锅炉总体型式代号

热载体锅炉总体型式	代号
立式	L
卧式	W

附 录 B

(规范性附录)

Function_ID 编码与对应说明

Function_ID 编码与对应说明表见表 B.1。

表 B.1 Function_ID 编码与对应说明表

序号	点位类型	数据项	Function ID	单位	备注
1	进水	累计流量	TFIW	m ³	
2	进水	瞬时流量	CFIW	m ³ /h	
3	进水	温度	TIW	℃	
4	燃气	累计流量	TFG	m ³	
5	燃气	瞬时流量	CFG	m ³ /h	
6	燃气	压力	PPG	Pa	
7	入炉冷空气	温度	TLK	℃	
8	热水	累计流量	TFOW	m ³	
9	热水	瞬时流量	CFOW	m ³ /h	
10	热水	温度	TOW	℃	
11	蒸汽	累计流量	TFS	m ³	
12	蒸汽	瞬时流量	CFS	m ³ /h	
13	蒸汽	温度	TS	℃	
14	蒸汽	压力	SP	MPa	
15	进水(热载体)压力	压力	PJS	MPa	
16	出水(热载体)压力	压力	PCS	MPa	
17	冷热量	累计热量	THQ	kW·h	
18	冷热量	瞬时热功率	CHQ	kW	
19	排烟	温度	TPY	℃	
20	排烟	O ₂ 含量	aPY	%	
21	排烟	CO 含量	COPY	%	
22	风机_电	累计正向有功电量	WPPFJ	kW·h	
23	风机_电	A 相电流	IaFJ	A	
24	风机_电	B 相电流	IbFJ	A	
25	风机_电	C 相电流	IcFJ	A	

表 B.1 (续)

序号	点位类型	数据项	Function ID	单位	备注
26	风机_电	总有功功率	PsFJ	kW	
27	风机_电	总无功功率	QsFJ	kvar	
28	风机_电	总视在功率	SsFJ	kVA	
29	风机_电	累计正向无功电量	WQPFJ	kvar · h	
30	风机_电	总功率因数	PFsFJ	—	
31	风机_电	频率	FRFJ	Hz	
32	风机_电	累计反向有功电量	WPNFJ	kW · h	
33	风机_电	累计反向无功电量	WQNFJ	kvar · h	
34	水泵_电	累计正向有功电量	WPPB	kW · h	
35	水泵_电	A 相电流	IaB	A	
36	水泵_电	B 相电流	IbB	A	
37	水泵_电	C 相电流	IcB	A	
38	水泵_电	总有功功率	PsB	kW	
39	水泵_电	总无功功率	QsB	kvar	
40	水泵_电	总视在功率	SsB	kVA	
41	水泵_电	累计正向无功电量	WQPB	kvar · h	
42	水泵_电	总功率因数	PFsB	—	
43	水泵_电	频率	FRB	Hz	
44	水泵_电	累计反向有功电量	WPNB	kW · h	
45	水泵_电	累计反向无功电量	WQNB	kvar · h	

附 录 C
(规范性附录)
数据上传通信协议

C.1 网络层数据包格式

C.1.1 数据上传功能模块和能耗监管系统传输的网络层数据包格式是指通过 TCP 协议传输时的格式,不但包括应用层的数据包,还包括因为 TCP 协议特性而增加的附加信息,以保证数据的顺利传输。格式定义见表 C.1:

表 C.1 网络层数据包格式

Head	Type	Length	Data
------	------	--------	------

C.1.2 网络层数据包由四部分组成,分别是“Head”“Type”“Length”“Data”,网络层数据包有 3 种消息类型,分别是“身份认证”“心跳”“能耗数据”,说明见表 C.2:

表 C.2 网络层数据包格式说明

类型	说明	长度	数据的值	数据的说明
Head	消息头	2 字节	0x1F1F	固定内容
Type	消息类型	1 字节	0x1	身份认证
			0x2	心跳
			0x3	数据
Length	Data 的长度	4 字节	计算 Data 长度得到	网络字节顺序,高位字节在前
Data	数据体	变长	XML 数据	原始数据是变长字符串,UTF-8 编码,XML 格式的消息,经过 AES 加密后形成

C.2 客户端发送数据前的准备工作

C.2.1 从中心平台获取服务端的 IP(域名)、端口并 telnet 确认通讯通道畅通。

C.2.2 与平台确认认证密钥,密钥长度 128 bit,储存在本地。

C.3 客户端通讯顺序规则

C.3.1 总体顺序

C.3.1.1 建立 TCP 连接

建立 TCP 连接流程如下:

- a) 客户端向服务端发送“身份认证”完成身份认证过程;
- b) 客户端向服务端发送“能耗数据”;

c) 客户端不定期向服务端发送“心跳”，一般间隔在 15 min 即可。

C.3.1.2 身份认证过程以及能耗数据上传规则

身份认证过程和能耗数据上传流程如下：

- a) 客户端向服务端发送身份认证请求；
- b) 服务端向客户端发送一个随机序列；
- c) 客户端将本地储存的认证密钥和接收到的随机序列组合成字符串，计算这个字符串的 MD5 值发送给服务端；
- d) 服务端将接收到的 MD5 值和本地计算结果相比较，如果一致则认证成功，可以继续发送“能耗数据”；
- e) “能耗数据”中的 Data 数据体使用 AES 加密算法对 XML 数据进行加密，加密密钥和认证密钥相同，都是 128 bit；
- f) AES 加密算法采用 CBC 算法模式，PKCS7/PKCS5 填充模式。加密向量和密钥相同。

C.3.2 通信流程图

通信流程图见图 C.1。

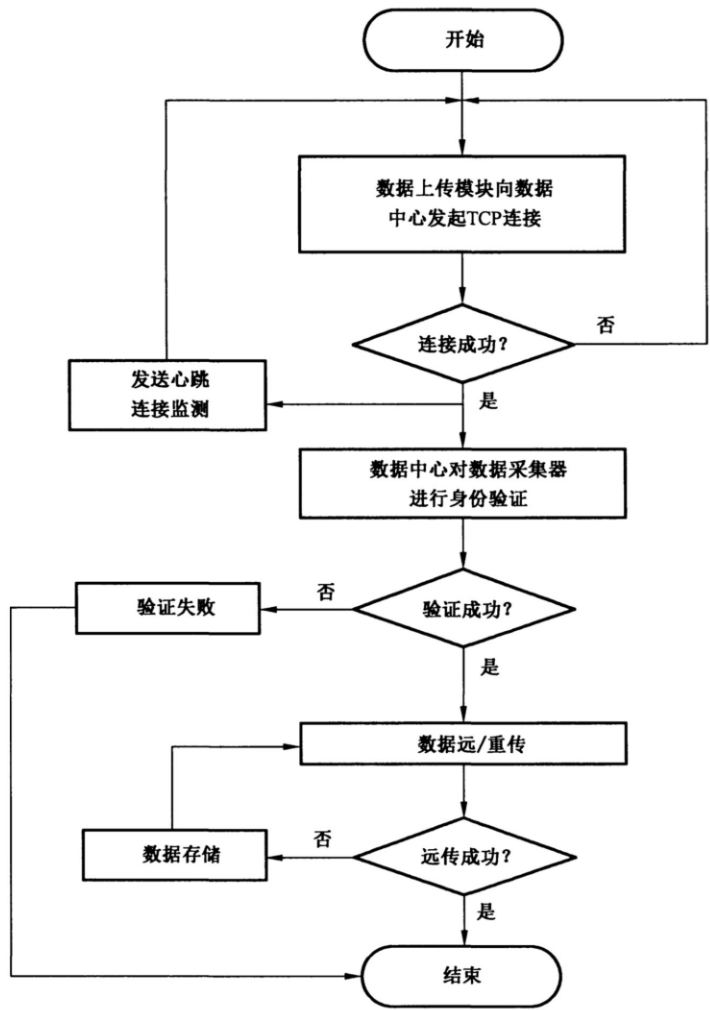


图 C.1 通信流程图

C.4 数据传输的 XML 数据格式(Data 数据体)示范

C.4.1 身份认证数据包_客户端发起请求示例

```
<? xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>xxxx</gateway_id>
    <type>id_validate</type>
  </common>
  <id_validate operation="request">
  </id_validate>
</root>
```

C.4.2 身份认证数据包_服务端答复随机序列示例

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>xxxx</gateway_id>
    <type>id_validate</type>
  </common>
  <id_validate operation="sequence">
    <sequence>123456789abcde</sequence>
    <md5></md5>
    <result></result>
  </id_validate>
</root>
```

C.4.3 身份认证数据包_客户端计算密钥和随机序列的 MD5 继续请求示例

```
<? xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>xxxx</gateway_id>
    <type>id_validate</type>
  </common>
  <id_validate operation="md5">
    <md5>b86c9787fa5de088e5008d2f9968d3f7</md5>
  </id_validate>
</root>
```

C.4.4 身份认证数据包_服务端答复是否认证成功示例

```

<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>xxxx</gateway_id>
    <type>id_validate</type>
  </common>
  <id_validate operation="result">
    <sequence></sequence>
    <md5>b86c9787fa5de088e5008d2f9968d3f7</md5>
    <result>pass</result>
  </id_validate>
</root>

```

C.4.5 远传数据包_客户端发起上传示例

```

<? xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>xxxx</gateway_id>
    <type>energy_data</type>
  </common>
  <data operation="report">
    <time>yyyyMMDDHHmmss</time>
    <energy_items>
      <energy_items code="10000">4853819.05</energy_item>
    </energy_items>
    <boilers total="2">
      <boiler id="xxxXXXxxxxBwns20-01" name="xxXX-1_xxx">
        <function id="WPP" error="">1625895.750000</function>
        <function id="Ps" error="">152.464609</function>
        <function id="Qs" error="">10.596405</function>
        <function id="Ua" error="">229.147369</function>
        <function id="Ub" error="">229.351242</function>
        <function id="Uc" error="">231.584595</function>
        <function id="Ia" error="">249.266159</function>
        <function id="Ib" error="">247.044189</function>
        <function id="Ic" error="">182.935577</function>
        <function id="PFs" error="">0.997646</function>
        <function id="F" error="">50.099998</function>
      </boiler>
    </boilers>
  </data>
</root>

```

```

    <boiler id="xxxXXXxxxxBwns20-02" name="xxXX-2_xxx">
      <function id="WPP" error="">11254.822266</function>
      <function id="Ia" error="">0.000000</function>
      <function id="Ib" error="">0.000000</function>
      <function id="Ic" error="">0.000000</function>
    </boiler>
  </boilers>
</data>
</root>

```

C.4.6 远传数据包_服务端答复是否接收成功示例

```

<? xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>xxxx</gateway_id>
    <type>energy_data</type>
  </common>
  <data operation="report">
<time>yyyyMMDDHHmmss</time>
<ack>OK</ack>
  </data>
</root>

```

C.4.7 心跳校时数据包_客户端发起示例

```

<? xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>honghuimenzy01</gateway_id>
    <type>heart_beat</type>
  </common>
  <heart_beat operation="notify">
</root>

```

C.4.8 心跳校时数据包_服务端答复当前时间示例

```

<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<root>
  <common>
    <org_id>xxxXXXxxxx</org_id>
    <gateway_id>honghuimenzy01</gateway_id>
    <type>heart_beat</type>
  </common>

```

```

<heart_beat operation="time">
<time>20161010123000</time>
</heart_beat>
</root>

```

C.5 数据传输的 XML 数据格式(Data 数据体)以及说明

数据传输的 XML 格式说明如下：

a) 通用属性

org_id:企业编号；

gateway_id:网关 ID；

type 三种含义: id_validate 为验证; energy_data 为数据; heart_beat 心跳。

b) 身份认证数据包_客户端发起请求

Operation 属性中 Request 含义: 客户端请求身份验证。

c) 身份认证数据包_服务端答复随机序列

Operation 属性中 Sequence 含义: 服务器答复随机序列。

d) 身份认证数据包_客户端计算密钥和随机序列的 MD5 继续请求

Operation 属性中 Md5 含义: 客户端发送计算的 md5。

e) 身份认证数据包_服务端答复是否认证成功

Operation 属性中 Result 含义: 服务器发送验证结果。

f) 能耗远传数据包_客户端发起上传

energy_items 元素: 分项数据；

boilers 元素: 仪表组合；

boiler 元素:

id: 锅炉身份编号；

name: 锅炉名称；

function: 采集功能, 其下的 id 为功能代码, 见附录 B function ID 编码与对应。

g) 远传数据包_服务端答复是否接收成功

ack 中返回 OK 代表接收成功, Time 是客户端发送数据中包含的消息。

h) 心跳校时数据包_客户端发起

Operation 属性中的 notify 是客户端定期给服务器发送存活通知。

i) 心跳校时数据包_服务端答复当前时间

其中的 time 属性是服务器收到存活通知后发送给客户端的授时信息。

上海市地方标准
燃气工业锅炉能效在线监测技术规范
DB31/T 1142—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字
2020年4月第一版 2020年4月第一次印刷

*

书号: 155066·5-1289 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



DB31/T 1142-2019

打印日期: 2020年4月23日

