



中华人民共和国国家标准

GB 28736—2019
代替 GB 28736—2012

电焊机能效限定值及能效等级

Minimum allowable values of energy efficiency and energy efficiency
grades for welding machines

2019-12-31 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 28736—2012《电弧焊机能效限定值及能效等级》，与 GB 28736—2012 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了电阻焊机的能效限定值的术语和定义(见 3.1)；
- 增加了电阻焊机的能效等级(见第 5 章表 7～表 10)；
- 增加了试验方法(见第 6 章)。

本标准由国家标准化管理委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国标准化研究院、成都三方电气有限公司、唐山开元电器集团有限公司、深圳市佳士科技股份有限公司、上海沪工焊接集团股份有限公司、深圳市瑞凌实业股份有限公司、杭州凯尔达电焊机有限公司、深圳市鸿栢科技实业有限公司、上海通用电焊机股份有限公司、天津七所高科技有限公司、深圳麦格米特电气股份有限公司、浙江肯得机电股份有限公司、小原(南京)机电有限公司、上海威特力焊接设备制造股份有限公司、成都焊研科技有限责任公司、东莞市鹏煜威高智能科技有限公司、宁夏吴忠市好运电焊机有限公司、江苏浙南装备技术有限公司、永康市加效焊接自动化设备有限公司、锦州市圣合科技电子有限责任公司、湖南楚熵信息科技有限公司。

本标准主要起草人：刘韧、杨庆轩、苏东、陈洁、罗卫红、舒振宇、王巍、侯润石、韩沛文、王进成、朱宣辉、赵中秋、何志军、张祖旺、刘群、杨光、刘兴伟、周银、李锋、程豪建、夏吉夫、陈嘉。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 28736—2012。

电焊机能效限定值及能效等级

1 范围

本标准规定了电弧焊机及电阻焊机的能效等级、能效限定值和试验方法。

本标准适用于为工业和专业用途而设计,不超过 GB/T 156 中规定的电压供电的电弧焊机和电阻焊机。

本标准适用的电阻焊机特指与机架、输入回路和二次回路实现最终安装的电阻焊变压器。

本标准不适用于交流 TIG 电弧焊机、交直流两用 TIG 电弧焊机、工频次级整流电阻焊机、缝焊机、电阻对焊机、闪光对焊机、储能电阻焊机、逆变式交流电阻焊机、单独出售的电阻焊变压器和机械设备驱动的电焊机。

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 156 标准电压

GB/T 2900.22 电工名词术语 电焊机

GB/T 8118 电弧焊机通用技术条件

GB/T 8366 阻焊 电阻焊机 机械和电气要求

GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波

GB 15578 电阻焊机的安全要求

GB/T 15579.1 弧焊设备 第 1 部分:焊接电源

GB/T 25301 电阻焊设备 适用于所有变压器的通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.22、GB/T 8118、GB/T 15579.1、GB/T 8366、GB 15578 和 GB/T 25301 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电焊机能效限定值 minimum allowable values of energy efficiency for welding machines

在标准规定测试条件下,电弧焊机在额定状态所允许效率的最低保证值,电阻焊机在额定挡级所允许短路损耗的最高限值。

3.2

电阻焊机的空载损耗 no-load loss for resistance welding machine

电阻焊机(适用时,包括整流器)的次级处于开路,且在额定挡级位置,在电阻焊机的初级绕组施加以额定频率的额定电压,输入到电阻焊机的有功功率。

3.3

电阻焊机的短路损耗 short circuit loss for resistance welding machine

电阻焊机(适用时,包括整流器)的次级处于最佳短路状态,且在额定挡级位置,在电阻焊机的初级

绕组施加以额定频率的适当电压,当流经初级绕组的电流为电阻焊机的连续输入电流 I_{IP} 时,输入到电阻焊机的有功功率。

4 电焊机能效等级

电焊机能效等级分为 3 级,其中 1 级能效最高。各等级电弧焊机的能效指标均应符合表 1~表 6 的相应规定;各等级电阻焊机的能效指标均应符合表 7~表 10 的相应规定。如果电阻焊机标称的负载持续率为 50% 的功率 S_{50} 与表 7~表 10 确定的 S_{50} 不一致,则按照相邻的小的标称功率 S_{50} 对应的能效指标确定能效等级。具有两种及以上焊接功能的电焊机的能效等级以其铭牌和/或说明书表明的主要功能的能效等级确定,但非主要功能的能效等级不得低于 3 级。

5 技术要求

电焊机能效限定值应为能效等级的 3 级,其中电弧焊机的效率(%)应不低于表 1~表 6 中 3 级的规定,电阻焊机的短路损耗应不高于表 7~表 10 中 3 级的规定。如果电阻焊机标称的负载持续率为 50% 的功率 S_{50} 与表 7~表 10 确定的 S_{50} 不一致,则按照相邻的小的标称功率 S_{50} 对应的 3 级的规定。

表 1 交流手工焊条电弧焊机能效等级

额定电流/ A	效率/%			负载状态下的功率因数		空载电流占额定输入 电流的百分比/%
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
200~249	67.0	71.0	74.5	0.58	0.66	4.0
250~314	71.0	76.0	78.0	0.60	0.67	5.0
315~399	72.0	76.5	78.5	0.60	0.68	6.0
400~499	73.0	82.0	88.0	0.62	0.68	6.0
500~599	81.0	85.0	89.0	0.62	0.68	6.0
600~800	81.5	87.5	90.0	0.65	0.68	6.0

表 2 直流手工焊条电弧焊机能效等级

额定电流/ A	效率/%			负载状态下的功率因数		空载电流占额定输入 电流的百分比/%
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
160~249	78.0	84.0	85.0	0.75	0.90	2.5
250~314	78.0	84.0	87.0	0.76	0.90	2.5
315~399	68.0	85.0	87.0	0.88	0.91	2.5
400~499	70.0	86.0	88.0	0.89	0.92	3.0
500~599	74.5	87.0	89.0	0.89	0.92	3.0
600~800	76.5	88.0	90.0	0.90	0.93	3.0

表 3 MIG/MAG 弧焊机能效等级

额定电流/ A	效率/%			负载状态下的功率因数		空载电流占额定输入 电流的百分比/%
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
200~249	72.0	82.0	86.0	0.82	0.90	3.5
250~314	73.0	82.0	86.0	0.82	0.90	3.5
315~399	74.0	84.0	86.0	0.88	0.91	3.5
400~499	75.0	85.0	87.0	0.89	0.92	3.5
500~599	76.0	86.0	88.0	0.89	0.92	3.5
600~699	78.0	87.0	89.0	0.90	0.93	3.5

表 4 直流 TIG 焊机能效等级

额定电流/ A	效率/%			负载状态下的功率因数		空载电流占额定输入 电流的百分比/%
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
160~199	73.0	82.0	85.0	0.75	0.90	3.0
200~249	73.0	83.0	85.0	0.76	0.90	3.0
250~314	67.0	83.0	85.0	0.88	0.91	3.0
315~399	67.0	83.5	85.0	0.89	0.92	3.0
400~499	70.0	84.0	86.0	0.89	0.92	3.0
500~650	74.0	85.0	87.0	0.90	0.93	3.0

表 5 直流埋弧焊机能效等级

额定电流/ A	效率/%			负载状态下的功率因数		空载电流占额定输入 电流的百分比/%
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
630~999	78.0	89.0	90.0	0.90	0.93	4.0
1 000~1 300	80.0	90.0	92.0	0.91	0.95	4.0
1 301~2 000	81.0	91.0	93.0	0.92	0.95	4.0

表 6 等离子弧切割机能效等级

额定电流/ A	效率/%			负载状态下的功率因数		空载电流占额定输入 电流的百分比/%
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
30~62	78.5	86.0	88.0	0.85	0.90	3.0
63~99	72.5	86.5	89.0	0.87	0.91	3.0

表 6 (续)

额定电流/ A	效率/%			负载状态下的功率因数		空载电流占额定输入 电流的百分比/%
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
100~159	74.0	88.0	90.0	0.88	0.92	3.0
160~199	82.0	89.0	90.0	0.90	0.92	2.5
200~500	85.0	90.0	91.0	0.90	0.92	2.5

表 7 手持式电阻焊机(工频)的能效等级

负载持续率为 50% 的 标称功率 S_{50} /kVA	短路损耗/kW			空载电流/A		空载损耗/kW
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
35	3.8	3.0	2.2	25.0	10.0	0.16
40	4.0	3.5	2.5	25.0	15.0	0.20
50	4.5	4.2	3.0	30.0	20.0	0.30
63	5.0	4.5	3.5	35.0	24.0	0.40
80	6.0	5.4	4.0	40.0	28.0	0.48
100	7.5	6.0	5.2	50.0	30.0	0.55

表 8 移动式电阻焊机(工频)的能效等级

负载持续率为 50% 的 标称功率 S_{50} /kVA	短路损耗/kW			空载电流/A		空载损耗/kW
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
125	6.0	4.0	3.5	12.0	8.5	0.55
160	7.0	4.5	4.0	15.0	10.5	0.60
180	7.5	5.0	4.5	18.0	12.0	0.65
200	8.5	6.0	5.5	20.0	13.0	0.80

表 9 固定式电阻点(凸)焊机(工频)的能效等级

负载持续率为 50% 的 标称功率 S_{50} /kVA	短路损耗/kW			空载电流/A		空载损耗/kW
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
35	2.0	1.5	0.75	8.5	6.5	0.20
50	3.0	2.3	1.8	10.5	8.5	0.25
63	3.2	2.5	2.0	12.5	10.5	0.30
80	4.2	3.0	2.3	15.0	11.0	0.38
100	4.5	3.2	2.5	18.0	12.0	0.55
125	6.5	5.5	3.5	20.0	15.0	0.75

表 9 (续)

负载持续率为 50% 的 标称功率 S_{50} /kVA	短路损耗/kW			空载电流/A		空载损耗/kW
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
160	7.5	5.8	4.0	24.0	16.0	0.95
200	9.0	7.0	5.0	28.0	22.0	1.25

表 10 逆变式电阻点(凸)焊机(中频直流)的能效等级

负载持续率为 50% 的 标称功率 S_{50} /kVA	短路损耗/kW			空载电流/A		空载损耗/kW
	3 级	2 级	1 级	2 级	1 级	1 级
35	8.5	6.5	5.2	0.75	0.55	0.20
50	9.5	6.8	5.5	0.85	0.65	0.23
63	10.5	7.5	6.0	1.0	0.85	0.32
80	12.3	10.5	8.5	1.2	1.05	0.40
100	14.0	13.0	11.5	1.5	1.15	0.45
125	15.5	14.5	12.5	1.8	1.30	0.50
160	18.5	16.5	15.0	2.1	1.55	0.57
180	22.0	19.5	17.5	2.5	1.80	0.68
200	25.0	22.0	19.5	2.8	2.15	0.85
注: 逆变式电阻焊机(直流)比工频的电阻焊机(交流)的短路损耗高,但由于逆变式电阻焊机(直流)流经整个二次回路的电流为直流,降低了二次回路的损耗,可能在实际使用过程中,逆变式电阻焊机(直流)比工频的电阻焊机(交流)更节能。						

6 试验方法

6.1 试验条件

应在 10℃~40℃ 的环境温度下,对新的、干燥的、安装完整的电焊机进行试验。采用液体冷却的电焊机应在制造厂规定的液体冷却条件下进行试验。应在下列条件下测量电焊机的能效:

- a) 在额定工作条件下达到热平衡状态;
- b) 电弧焊机应调节到额定最大焊接电流;
- c) 电阻焊机在 50%负载持续率对应的额定容量挡级;
- d) 负载持续率低于 100%时,在加载时间的中点;
- e) 辅助设备(如送丝机)处于空载运转状态。

6.2 测量装置

测量装置应满足下列要求:

- a) 测量装置应符合相关标准,且应按规定的周期进行校准或检定。
- b) 电气测量装置准确度或精度为 0.5 级(满量程的±0.5%),温度测量仪表为±2 K。
- c) 测量装置应满足被测参数的测量要求,根据电压和/或电流的波形正确选用测量装置,至少应

排除以下因素对测量结果的影响：

- 逆变电焊机输入电流的谐波；
 - 逆变式电阻焊机的频率；
 - 非正弦和/或非周期的电压和/或电流；
 - 纹波因数较大直流电压和/或电流。
- d) 输入功率的测量装置应该为直接测量装置。
- e) 用于测量电弧焊机的负载应为功率因数不小于 0.99 的实际无感恒定电阻负载。

6.3 供电电源

6.3.1 供电方式分类及参数

测量电弧焊机和电阻焊机的能效指标时，若采用电网供电，电焊机的输入电源接入口的电源应满足 6.3.2 的要求。

测量逆变式电阻焊机的能效指标时，可以是电阻焊机自带的变频控制器供电，也可以由其他变频器供电。测量空载电流和空载损耗时：当电阻焊机的标称输入电压为 220 V 时，按标称频率，幅值为 290 V 交流有效值向电阻焊机供电；当电阻焊机的标称输入电压为 380 V 时，按标称频率，幅值为 500 V 交流有效值向电阻焊机供电。若采用非电阻焊机自带的变频控制器供电，向电阻焊机供电的电源应满足 6.3.3 的要求。

6.3.2 电网供电

供电的电源应符合 GB/T 156 的规定，并满足下列要求：

- a) 电压波形应为实际的近似正弦波。在电焊机能效的检测过程中，馈入到电焊机的电源电压的谐波总量应满足 GB/T 14549—1993 的第 4 章和第 5 章要求。
- b) 供电电源适应性应满足测量要求。馈入到电焊机的输入电流 (I_1) 的峰值和有效值实际上受供电电源阻抗 (R_s) 的影响，为使测量有效，供电电源阻抗应不大于电焊机输入阻抗的 4%，见式(1)：

$$R_s \leq 0.04 \frac{U_1}{I_1} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R_s ——供电电源阻抗，单位为欧姆(Ω)；

U_1 ——额定输入电压，单位为伏特(V)；

I_1 ——额定输入电流，单位为安培(A)。

按式(2)计算供电电源阻抗：

$$R_s = \frac{U_{1\text{空载}} - U_{1\text{负载}}}{I_{1\text{负载}} - I_{1\text{空载}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_s ——供电电源阻抗，单位为欧姆(Ω)；

$U_{1\text{空载}}$ ——电焊机为空载时的电源输入电压；

$U_{1\text{负载}}$ ——电焊机为负载时的电源输入电压；

$I_{1\text{负载}}$ ——电焊机在负载时的输入电流；

$I_{1\text{空载}}$ ——电焊机在空载时的输入电流。

在确定供电电源阻抗时，保证空载与负载时的输入电压差在 1% 以上，且应关闭电源的所有调压或稳压功能。

- c) 电焊机的输入端电压应为其标称额定输入电压值。

- d) 电焊机的输入端电源频率应为其标称输入电源的额定频率。
- e) 三相电压允许不平衡度应不大于 $\pm 1.5\%$ 。

6.3.3 变频电源供电

对逆变式电阻焊机进行能效测量时,需要变频电源供电或电阻焊机变频控制器供电。除采用与电阻焊机配套的变频控制器自行供电以外,向逆变式电阻焊机供电的变频电源应满足下列要求:

- a) 频率在电阻焊机的标称频率 $\pm 1\%$ 范围内,电压波形应为占空比不小于 85% 的极性交替近似全波矩形波,矩形波的上升和下降时间不得超过周期的 1% ,矩形波幅值的最大值与最小值之差不得超过矩形波幅值的最大值与最小值之和的 5% ;
- b) 测量电阻焊机的空载电流和空载损耗时,能提供电阻焊机标称频率下的标称额定输入电压值;
- c) 测量电阻焊机的短路损耗时,能提供电阻焊机标称频率下的连续输入电流(I_{1P})。

6.4 试验现场布置

6.4.1 电焊机布置

对电焊机进行能效测试时,电焊机测试现场布置应满足下列要求:

- a) 电焊机及其辅具应按实际使用时的状况进行布置;
- b) 为了使电焊机处于正常通风和热交换,除支撑面以外,距离电焊机周边 1 m 范围内不得有遮挡,也不得有强的空气对流;
- c) 距离电焊机周边 1 m 范围内不得有影响测试准确性的导磁性材料;
- d) 测量电阻焊机的空载电流和空载损耗时,电阻焊机的输出端为开路状态;
- e) 测量电阻焊机的短路损耗时,电阻焊机的输出端为最佳短路状态。

6.4.2 输入电缆布置

对电焊机进行能效测试时,输入电缆布置应满足下列要求:

- a) 应采用尽量减少由于输入电缆的布置带来的电感;
- b) 输入电缆应折叠成长度不超过 40 cm 的线束,不得打圈。

6.4.3 测量装置布置

对电焊机进行能效测试时,测量装置布置应满足下列要求:

- a) 所有馈入电弧焊机或电阻焊机的输入电流都能被测量;
- b) 除电焊机自带的输入和/或输出电缆以外,其他用于试验连接的电缆所产生的能耗都能被排除;
- c) 应尽量排除因传感器、仪表的布置、取样点的位置、测量线的布置对测量结果造成影响;
- d) 测量直流电阻焊机的空载损耗时,应在电阻焊机输出端连接一个 $10\ \Omega(1\pm 10\%)$ 的负载电阻。

6.5 两种及以上焊接功能的电焊机能效测量

如电焊机具有两种及以上焊接功能时,其能效测试应满足下列要求:

- a) 应分别测量电焊机所有功能的能效指标;
 - b) 应在对应功能约定值的条件下测量该功能的能效指标。
-