



# 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 41007—2017

---

## 交流电弧炉供电技术导则 供电设计

Power supply technical guidelines for AC electric arc  
furnace—Design of power supply

2017-08-02 发布

2017-12-01 实施

---

国家能源局 发布

目 次

前言 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语与定义 ..... 1

4 供电电源要求 ..... 1

5 总降压变电站设计要求 ..... 2

6 电弧炉(EAF)的用电设计 ..... 2

    6.1 电弧炉装置供电线路 ..... 2

    6.2 高压配电装置 ..... 2

    6.3 电弧炉变压器 ..... 2

    6.4 串联电抗器 ..... 3

    6.5 电弧炉装置大电流线路 ..... 3

    6.6 保护、测量和信号 ..... 4

    6.7 设备布置 ..... 4

    6.8 电气安全 ..... 4

7 钢包精炼炉(LF)的用电设计 ..... 5

    7.1 钢包精炼炉(LF)装置供电线路 ..... 5

    7.2 钢包精炼炉(LF)变压器 ..... 5

    7.3 其他 ..... 5

附录 A (资料性附录) 典型的电弧炉供电系统主接线图 ..... 6

附录 B (资料性附录) 电弧炉装置供电线路典型示例图 ..... 7

附录 C (资料性附录) 钢包精炼炉(LF)装置供电线路典型示例图 ..... 9

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国电压电流等级和频率标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中冶京诚工程技术有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司、中机生产力促进中心。

本标准主要起草人：陈奇志、刘广文、张豫川、朱蕾蕾、刘居柱、刘志廉、刘晶。

# 交流电弧炉供电技术导则

## 供电设计

### 1 范围

本标准规定了交流电弧炉供电电源、总降压变电站和交流电弧炉用电系统的设计要求。

本标准适用于由 330 kV 及以下电压等级供电的不小于 70 t 交流电弧炉的供配电系统。其他容量的交流电弧炉可参照本标准执行。

### 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 2900.15 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器

GB/T 2900.23 电工术语 工业电热装置

GB 5959.1 电热装置的安全 第 1 部分:通用要求

GB 5959.2 电热装置的安全 第 2 部分:对电弧炉装置的特殊要求

GB/T 10066.10 电热装置的试验方法 第 10 部分:直接电弧炉

GB/T 10067.21 电热装置基本技术条件 第 21 部分:大型交流电弧炉

GB 50059 35 kV~110 kV 变电站设计规范

GB 50060 3~110 kV 高压配电装置设计规范

GB/T 50063 电力装置电测量仪表装置设计规范

DL/T 5218 220 kV~750 kV 变电站设计技术规程

DL/T 5352 高压配电装置设计技术规程

JB/T 9640 电弧炉变压器

JB/T 10429 钢包精炼炉变压器

### 3 术语与定义

GB/T 2900.15、GB/T 2900.23、GB 5959.2、GB/T 10066.10 和 GB/T 10067.21 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**电弧炉变压器二次侧电压调节** voltage regulation of EAF transformer

电弧炉变压器通常采用变磁通调压、前置自耦变压器调压和串联变压器调压三种调压方式使得电弧炉变压器二次侧电压在一定的范围内调节,满足冶炼工艺的需要。后面两种方式可以实现电弧炉变压器二次侧电压调节级差相等。

### 4 供电电源要求

4.1 为电弧炉供电的总降压变电站宜由两回独立的高压电源供电。

## NB/T 41007—2017

4.2 在工程可行性研究阶段,应对接入电弧炉的公共连接点(PCC 点)的电能质量进行预评估,结果应满足相关国家标准的要求。

## 5 总降压变电站设计要求

5.1 总降压变电站宜采用专用降压变压器或与其他电力用户隔离的专用母线为电弧炉变压器供电,典型的电弧炉供电系统主接线见附录 A 中图 A.1。

5.2 设计应符合 GB 50059 及 DL/T 5218 中的相关规定。

5.3 专用降压变压器的容量应大于其供电的电弧炉变压器容量之和。其容量和结构上应考虑电弧炉变压器的负载周期、冲击过电流值、负序和谐波电流等因素。

5.4 为电弧炉变压器供电导体截面的选择应考虑电弧炉变压器的过载、谐波电流等因素的影响。

5.5 电能质量控制装置宜就近装设在交流电弧炉车间。

5.6 配电给电弧炉变压器的中压系统的中性点宜采用低电阻接地。

## 6 电弧炉(EAF)的用电设计

### 6.1 电弧炉装置供电线路

6.1.1 单台电弧炉的供电系统宜采用线路-变压器组方式供电。电弧炉的高压开关单元设计应接线简单、操作方便。电弧炉装置供电线路典型设计见附录 B 中图 B.1。

6.1.2 在电抗器或电弧炉变压器(无电抗器时)的前端宜设隔离开关和接地开关。

6.1.3 电弧炉装置供电线路的导体载流量及电气设备额定电流应大于计入电弧炉变压器过载能力后的电流值。

6.1.4 在电弧炉变压器一次侧应采取限制操作过电压的措施,三相之间和每相对地间宜装设氧化锌避雷器,且相对地间宜装设阻容吸收装置。

6.1.5 电弧炉变压器应在二次侧装设过电压吸收电容器,如果有引出的第三绕组,应该在第三绕组引出处设氧化锌避雷器或阻容吸收装置。

### 6.2 高压配电装置

6.2.1 设计应符合 GB 50060 及 DL/T 5352 中的相关规定。

6.2.2 电弧炉变压器高压侧的断路器应具有频繁操作能力,应在主操作台上进行控制。断路器、隔离开关及接地开关应设置防误操作的联锁装置。

### 6.3 电弧炉变压器

6.3.1 设计应符合 JB/T 9640 中的相关规定。

6.3.2 电弧炉变压器的容量和过负荷能力应符合工艺系统的用电要求;可选的一次电压应经技术经济比较后确定;电弧炉变压器二次侧各级分接电压和电弧炉变压器二次侧电压调节方式应符合生产工艺的要求。

6.3.3 电弧炉变压器应采用有载调压方式。当变压器一次侧电压超过 35 kV 时,宜采用串联变压器调压方式或前置自耦变压器调压方式;对于一次电压采用 220 kV、容量超过 120 MVA 的电弧炉变压器,宜采用前置自耦变压器调压方式。

6.3.4 电弧炉变压器二次侧电压级数推荐值宜按表 1 选取。

表 1 电弧炉变压器二次侧电压级数推荐值

变压器容量/MVA	50~90	≥90
电压级数/个	15~17	17~23
注：对于现代“三位一体”流程中的电弧炉，在不影响变压器有载调压开关使用寿命的前提下，可适当减少变压器二次侧电压的级数。		

6.3.5 电弧炉宜采用等电压调节级差的电弧炉变压器，根据变压器容量确认电压调节级差，级差推荐值宜按表 2 选取。

表 2 电弧炉变压器二次侧电压级差推荐值

变压器容量/MVA	50~90	≥90
电压级差/V	20~35	25~40

6.3.6 电弧炉变压器二次电压的恒功率段应满足主熔化期和快速升温期大功率供电的要求，电弧炉变压器二次电压的恒电流段应满足起弧和精炼期调温、保温的要求。电弧炉变压器二次电压的恒功率段级数推荐值宜按表 3 选取。

表 3 电弧炉变压器二次电压恒功率段级数推荐值

变压器容量/MVA	50~90	≥90
恒功率段电压级数/个	6~9	9~12
注：对于现代“三位一体”流程中的电弧炉，宜设置更多的恒功率档位，占档位总数的 40%~50%。若电弧炉承担较多的精炼和保温任务，可适当减少恒功率段档位，但不宜少于总档位数的 25%。		

6.4 串联电抗器

- 6.4.1 设计应符合 JB/T 9640 中相关规定。
- 6.4.2 串联电抗器宜采用铁芯式，并应设置过电压保护装置。当采用附录 B 的电弧炉装置供电线路典型示例图时，电抗器应靠近电弧炉变压器安装。
- 6.4.3 串联电抗器应设置可按工艺需要改变电抗值的中间抽头。抽头档位宜设置 4 档~6 档，可按总电抗值平均分配各档位；或按总电抗值的 40%及以上平均分配，40%以下不设置档位。

6.5 电弧炉装置大电流线路

- 6.5.1 设计应符合 GB 10067.21 中相关规定。
- 6.5.2 电弧炉变压器二次侧应做三角形封接。大型电弧炉宜在变压器内部或在水冷电缆前端封接。
- 6.5.3 电弧炉装置大电流线路的三相阻抗的不平衡系数应不大于 5%。
- 6.5.4 导体的动稳定校验应计入母线交叉和转弯处增加的电磁力。导体支架间的距离应进行谐振校验。
- 6.5.5 电弧炉导体的支架、保护遮板、套管、铠装、紧固件和邻近的金属部件的设置及其材料的选择应减小感应发热。

## NB/T 41007—2017

## 6.6 保护、测量和信号

6.6.1 设计应符合 GB/T 50063 及 GB 10067.21 中的相关规定。

6.6.2 电弧炉电极调节器用电弧电流宜在变压器二次侧出口处设置罗氏线圈直接测量。

6.6.3 电弧炉变压器采用串联变压器调压方式时,可在第三绕组(串联调压绕组)装设电流互感器检测二次侧电流,并应进行变比换算,且应保持相位一致。

6.6.4 电弧炉变压器的一次侧检测回路应装设电流表、电压表、可检测最大需量的有功功率表、有功和无功电度表。电弧炉操作台应配置显示电极电流和相电压的表计。上述电流表和功率表的量程应考虑电弧炉过负荷的工况。

6.6.5 电弧炉应设置以下联络信号:

- a) 电弧炉变压器高压侧通电及断电信号;
- b) 电弧炉变压器电压档位指示信号;
- c) 电抗器档位的指示信号;
- d) 电弧炉每相电弧电压信号;
- e) 油循环系统故障信号;
- f) 电弧炉变压器水或风冷却系统故障信号;
- g) 操作电源失压信号;
- h) 工艺要求的其他信号。

## 6.7 设备布置

6.7.1 设计应符合 DL/T 5352、GB 50059 及 GB 50060 中的相关规定。

6.7.2 电弧炉宜设置单独的高压开关室,电抗器靠近变压器安装。电抗器在高压开关前端时可设置单独的电抗器室,并宜采用电缆连接。

6.7.3 电弧炉变压器在保证检修空间情况下应靠近电弧炉以缩短电弧炉装置大电流线路的长度,必要时可抬高变压器的安装高度。

6.7.4 电弧炉变压器室宜预留装设有载调压开关换油或过滤油的空间。

6.7.5 应设置容量为 100%变压器油量的贮油坑,或设置将油排到安全处所的设施。

6.7.6 电弧炉应设操作室,并宜采用操作台控制。操作室地面的标高以及观察窗和控制台的位置,应能使操作人员观察到所操作机械设备的动作和炉前情况。电弧炉通电操作应在主操作台上控制。控制室应采取防烟尘侵入的措施。

6.7.7 电弧炉应设低压及控制室,1 000 V 以下的电力设备及控制设备,可装设在控制室内。

6.7.8 需在炉旁操作的电弧炉机械装置,应在炉旁设置操作设备。

## 6.8 电气安全

6.8.1 设计应符合 GB 5959.1 及 GB 5959.2 的相关规定。

6.8.2 电弧炉装置应可靠接地,接地电阻应不大于 4  $\Omega$ ;在高土壤电阻率地区宜不大于 10  $\Omega$ 。

6.8.3 对危及人员安全或装置正常运行的静电荷,应采取接地、屏蔽等抑制措施,并保持足够防护距离。

6.8.4 电弧炉应设置保证维修和操作安全要求的联锁措施。

6.8.5 应在电弧炉操作区域内操作人员能看清的地方装设通电及断电的指示灯。

6.8.6 当电弧炉向浇注场地倾动时,应设置浇注场地内的人员能听到和见到的声光信号。

6.8.7 电弧炉平台下和水冷电缆下应设置防止人员进入的警告牌或栅栏。

## 7 钢包精炼炉(LF)的用电设计

### 7.1 钢包精炼炉(LF)装置供电线路

7.1.1 供电线路典型设计见附录 C 中图 C.1。

7.1.2 其他设计内容可参照电弧炉装置供电线路的相关内容执行。

### 7.2 钢包精炼炉(LF)变压器

7.2.1 设计应符合 JB/T 10429 相关规定。

7.2.2 钢包精炼炉变压器应经技术经济比较后确定一次电压、二次电压和调压方式应符合工艺系统的要求。

7.2.3 宜采用有载调压方式。

7.2.4 钢包精炼炉变压器应根据钢包耐材寿命、冶炼工艺、升温速度等要求确定二次电压。一般情况下,以工艺造渣的厚度能遮蔽电弧得出最大弧长,并由此确定最高二次电压。另外,电弧电压宜高于 70 V。

7.2.5 宜采用等电压级差的变压器抽头,电压级差宜设置为 10 V~20 V,级数宜设置为 7 级~13 级。

7.2.6 钢包精炼炉变压器抽头设计应设恒功率段和恒电流段电压。恒功率段电压应满足炉况条件较好时的快速升温要求,恒电流段电压应满足钢液保温的要求。恒功率段抽头电压宜设置 3 级~5 级,恒电流段抽头电压宜设置 5 级~8 级。

### 7.3 其他

钢包精炼炉的高压配电装置、大电流线路、保护测量和信号、设备布置、电气安全的要求参照电弧炉的相关项内容。



附 录 A  
(资料性附录)  
典型的电弧炉供电系统主接线图

典型的电弧炉供电系统主接线见图 A.1。  
2 回 330 kV(或 220、110、66 kV)电源,引自地区电网

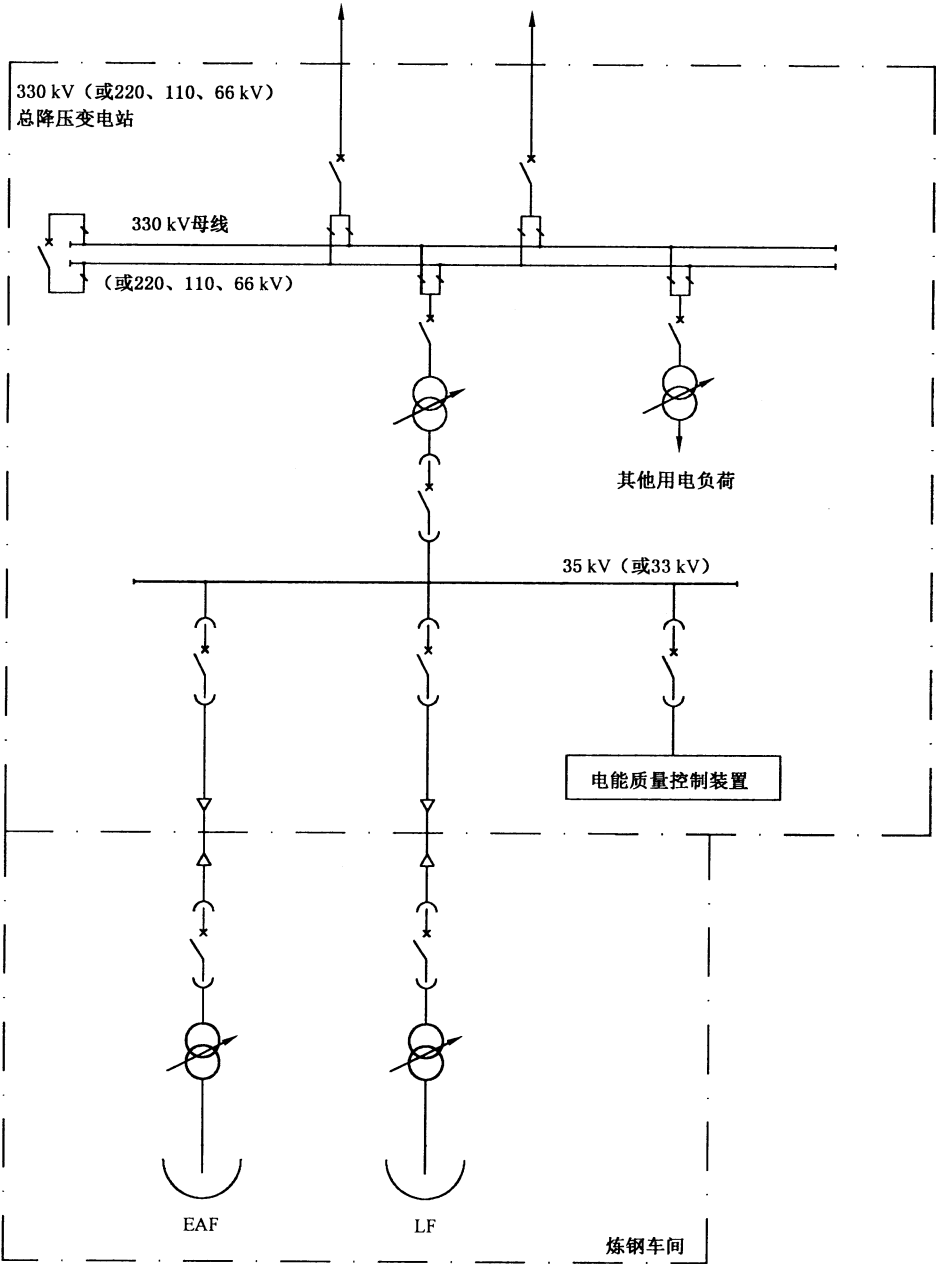


图 A.1 典型的电弧炉供电系统图

附录 B  
(资料性附录)

电弧炉装置供电线路典型示例图

电弧炉装置供电线路典型示例见图 B.1。

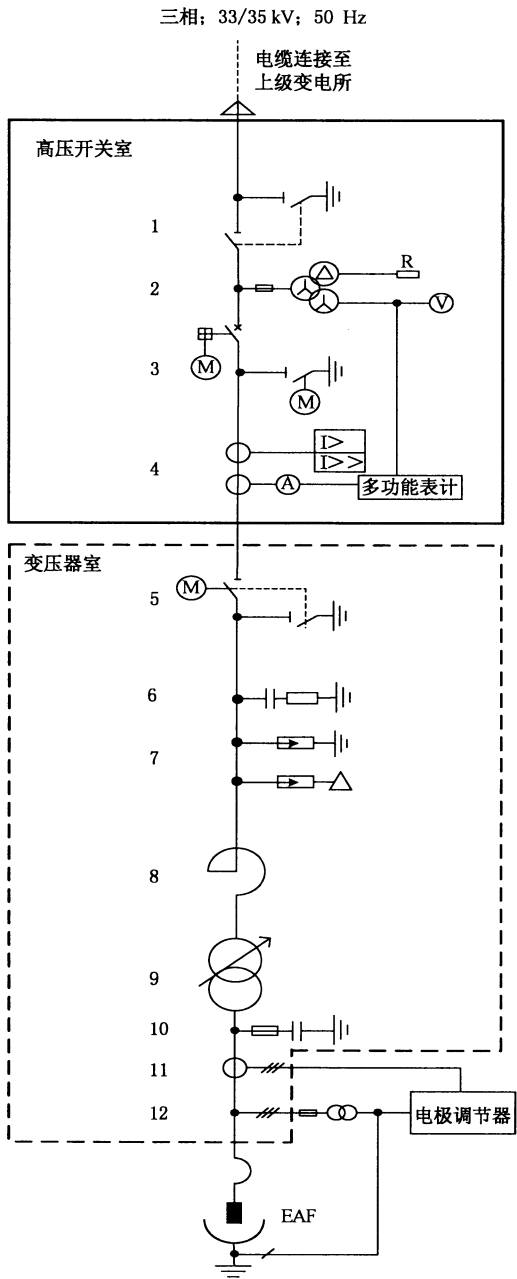


图 B.1 电弧炉装置供电线路典型示例图

说明：

- 1 —— 进线隔离开关；
- 2 —— 电压互感器；
- 3 —— 高压断路器；
- 4 —— 电流互感器；
- 5 —— 变压器室隔离开关；
- 6 —— 阻容吸收器；
- 7 —— 氧化锌避雷器；
- 8 —— 串联电抗器；
- 9 —— 电弧炉变压器；
- 10 —— 限压电容；
- 11 —— 罗氏线圈及积分回路；
- 12 —— 二次侧电压互感器。

注：电弧炉装置供电线路未设置电抗器的情况下，在电弧炉变压器与操作断路器间应设置避雷器和阻容吸收装置；  
电弧炉装置供电线路的电抗器设置在操作断路器和电弧炉变压器之间时，电抗器与变压器应尽可能靠近安装，  
在电抗器与操作断路器间应设置避雷器和阻容吸收装置。

图 B.1（续）

附录 C  
(资料性附录)

钢包精炼炉(LF)装置供电线路典型示例图

钢包精炼炉(LF)装置供电线路典型示例见图 C.1。

三相; 33/35 kV; 50 Hz

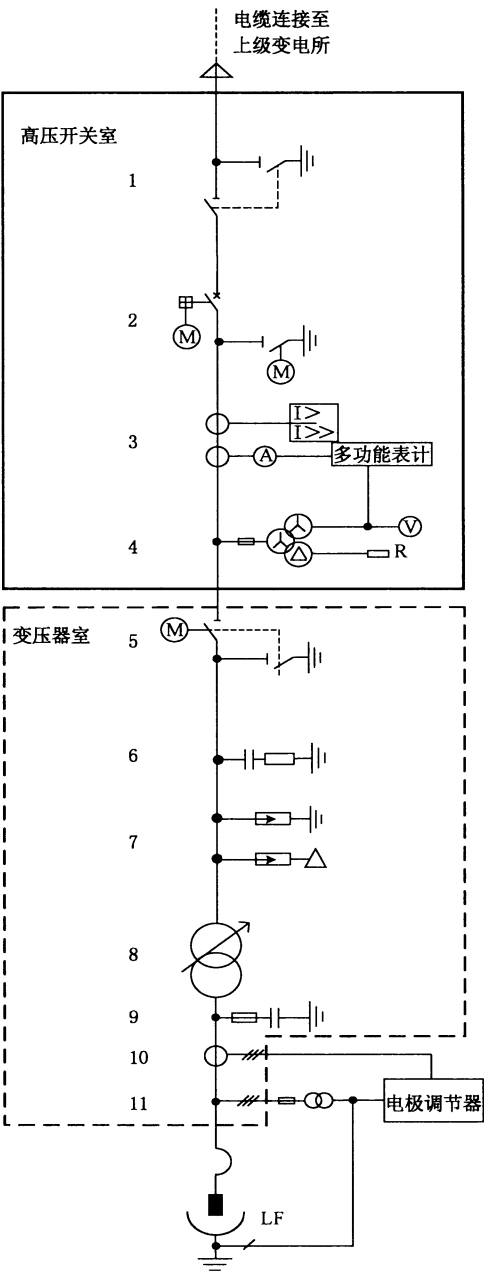


图 C.1 钢包精炼炉(LF)装置供电线路典型示例图

说明：

- 1 —— 进线隔离开关；
- 2 —— 高压断路器；
- 3 —— 电流互感器；
- 4 —— 电压互感器；
- 5 —— 变压器室隔离开关；
- 6 —— 阻容吸收器；
- 7 —— 氧化锌避雷器；
- 8 —— 电弧炉变压器；
- 9 —— 限压电容；
- 10 —— 罗氏线圈及积分回路；
- 11 —— 二次侧电压互感器。

图 C.1 (续)

