



中华人民共和国国家标准

GB/T 5959.11—2016/IEC 60519-11:2007
代替 GB 5959.11—2000

电热装置的安全 第 11 部分： 对液态金属电磁力作用装置的特殊要求

Safety in electroheat installations—Part 11: Particular requirements for
installations using the effect of electromagnetic forces on liquid metals

(IEC 60519-11:2007, IDT)

2016-02-24 发布

2016-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

| | |
|------------------------------------|---|
| 前言 | Ⅲ |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 感应器 | 2 |
| 5 电容器 | 3 |
| 6 工频电源 | 3 |
| 7 固态变频器 | 3 |
| 8 开关装置 | 3 |
| 9 电缆、电线和母线 | 4 |
| 10 液体冷却 | 4 |
| 11 铭牌 | 4 |
| 12 电气间隙和爬电距离 | 5 |
| 13 触电防护 | 5 |
| 14 无线电干扰 | 7 |
| 15 使用说明 | 7 |
| 附录 A (规范性附录) 对电磁浇注设备的特殊要求 | 8 |
| 附录 B (规范性附录) 对具有炉衬的电磁设备的特殊要求 | 9 |

前 言

《电热装置的安全》有如下 13 个部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：对电弧炉装置的特殊要求；
- 第 3 部分：对感应和导电加热装置以及感应熔炼装置的特殊要求；
- 第 4 部分：对电阻加热装置的特殊要求；
- 第 41 部分：对电阻加热设备——玻璃加热和熔化装置的特殊要求；
- 第 5 部分：对等离子体装置的特殊要求；
- 第 6 部分：工业微波加热设备的安全规范；
- 第 7 部分：对具有电子枪的装置的特殊要求；
- 第 8 部分：对电渣重熔炉的特殊要求；
- 第 9 部分：对高频介质加热装置的特殊要求；
- 第 10 部分：对工业和商业用电阻式伴热系统的特殊要求；
- 第 11 部分：对液态金属电磁力作用装置的特殊要求；
- 第 13 部分：对具有爆炸性气氛的电热装置的特殊要求。

本系列标准除第 13 部分外，均采用对应的 IEC 60519《电热装置的安全》各部分制定。

本部分为第 11 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB 5959.11—2000《电热设备的安全 第 11 部分：对液态金属电磁搅拌、输送或浇注设备的特殊要求》，与 GB 5959.11—2000 相比主要变化如下：

- 标准的适用对象由“液态金属电磁搅拌、输送或浇注设备”更改为“液态金属电磁力作用装置”；
- 规范性引用文件中增加 GB/T 3984.1—2004、CISPR 11、IEC 60143-1:2004，删除 GB 5959.3；
- 增加对高功率等级感应器磁轭的要求；
- 增加突然停电时，防止液态金属飞溅危害的要求；
- 删除感应器电流、电压的规定（见 2000 版中 3.5）；
- 删除对电源线连接的设计要求（见 2000 版中 3.7）；
- 删除对移动式电磁场感应器的要求（见 2000 版中 3.9）；
- 简化了对液冷却电容器的要求；
- 删除对电容器温度监视的替代规定（见 2000 版中 4.6、4.7）；
- “工频电源”中补充了对并联谐振的要求；
- 删除“电动发电机式变频机组”一章（见 2000 版第 6 章）；
- “电子变频装置”改为“固态变频器”，增加对“储能危害”的要求；
- 删除“铁磁倍频器”一章（见 2000 版第 8 章）；
- 修改了对开关装置的设计要求；
- 对“电缆、电线和母线”内部连线增加“设计应注意避免过度的内部过流”；
- 对“液体冷却”增加“应考虑开关阀时可能的引起压力急增”；
- “铭牌”中增加了对射频设备的要求；
- 删除“触电防护”中直接接触和连续接触允许接触电压与频率关系的说明（见 2000 版中 14.2.1 和 14.1.1）；

——删除“间接接触防护”中“应采用星点接地或保护接地的保护措施”(见 2000 版中 14.2.3);

——“接地规定”中,补充了无需检测接地线电流的情况并将对铠装电缆、导管或管道通过第 3 电压区段高压电路柜时的接地要求改为第 2 电压区段。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60519-11:2007《电热装置的安全 第 11 部分:对液态金属电磁力作用装置的特殊要求》(第二版,英文版)。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

——GB 4824 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法(GB 4824—2013,CISPR 11:2010,IDT);

——GB/T 6115.1—2008 电力系统用串联电容器 第 1 部分:总则(IEC 60143-1:2004,MOD)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国工业电热设备标准化技术委员会(SAC/TC 121)归口。

本部分起草单位:西安电炉研究所有限公司、中冶电炉工程技术中心、国家电炉质量监督检验中心、陕西省电炉工程技术研究中心。

本部分主要起草人:黄奎刚、葛华山、袁芳兰、朱琳。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 5959.11—2000。

电热装置的安全 第 11 部分： 对液态金属电磁力作用装置的特殊要求

1 范围

GB/T 5959 的本部分适用于以电磁力为主对液态金属作用的装置,包括:

- 低频液态金属电磁(感应)搅拌或输送装置;
- 以电磁场影响浇注过程的装置;
- 直接受电磁搅拌、输送或浇注装置影响的部件。

应用举例:

- 铸造机、电弧炉、钢包等的搅拌装置;
- 用于排空或加注炉子、流槽或铸模的液态金属的输送;
- 液态金属定量输送装置,例如加注压铸机;
- 在连铸过程中通过电磁场影响铸锭表面或浇注流以强化结晶;
- 熔融容器机械缝隙的密封,例如,用于垂直镀锌线。

本部分包括:

- 对液态金属电磁力作用装置的通用要求;
- 对电磁浇注设备的特殊要求(附录 A);
- 对具有炉衬的电磁设备的特殊要求(附录 B)。

注:当本部分与 GB 5959.1—2005 配合使用时,术语“电热装置”或“电热设备”应换成“液态金属电磁力作用装置”。

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 2900.23—2008 电工术语 工业电热装置(IEC 60050-841:2004, IDT)

GB/T 3984.1—2004 感应加热装置用电力电容器 第 1 部分:总则(IEC 60110-1:1998, IDT)

GB 5959.1—2005 电热装置的安全 第 1 部分:通用要求(IEC 60519-1:2003, IDT)

GB 16895.21—2011 低压电气装置 第 4-41 部分:安全防护 电击防护(IEC 60364-4-41:2005, IDT)

IEC 60143-1:2004 电力系统用串联电容器 第 1 部分:总则(IEC 60143-1:2004, IDT)

CISPR 11 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法[Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment—Electromagnetic disturbance characteristics—Limits and methods of measurement]

3 术语和定义

GB 5959.1—2005 和 GB/T 2900.23—2008(它们中的某些在此重复列出)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液态金属电磁力作用装置 **installation using the effect of electromagnetic forces on liquid metals**
由感应器以及电气和机械设备组成的,利用电磁力对液态金属作用的装置。

3.2

液态金属电磁搅拌 **electromagnetic stirring of liquid metals**

利用电磁场在液态金属中实现搅拌运动的过程。

[GB/T 2900.23—2008,841-27-24,已改写]

3.3

液态金属电磁输送 **electromagnetic transport of liquid metals**

利用电磁场使液态金属在某一规定方向上运动的过程。

[GB/T 2900.23—2008,841-27-25,已改写]

3.4

液态金属电磁铸造 **electromagnetic casting of liquid metals**

浇注后利用电磁场使液态金属流成型或影响其表面质量的过程。

[GB/T 2900.23—2008,841-27-26]

3.5

电磁场内液态金属强化结晶 **enhancing crystallization of liquid metal in electromagnetic fields**

金属晶粒在电磁场中成型和构造的过程。

[GB/T 2900.23—2008,841-27-27]

3.6

感应器 **inductor**

液态金属电磁力作用装置的一个部件(例如线圈),用来产生电磁场以提供所需的电动力。

注:感应器已在 GB/T 2900.23—2008,841-27-47 定义过,但对本部分而言,需要上述更具体的定义。

4 感应器

4.1 高功率感应器可配备磁轭(线圈导磁体),以引导感应线圈外的磁通量,进而减少可能加热附近金属构件的杂散场。

磁轭的设计宜注意它们被涡流过度加热的风险。

4.2 感应器或其部件因损坏需要替换,或者为了满足新的生产要求需要更换的,应遵照制造厂的说明。

4.3 若感应器的冷却效果不足,对工作人员造成危险或损坏设备关键部件时,应发出报警信号并自动切断电源。

在突然停电可能由于液态金属飞溅而对操作人员造成潜在危害的情况下,宜采取可控制的降低功率的措施。

4.4 对具有强迫冷却感应器且有高热容量炉料和/或炉衬的液态金属电磁力作用装置,建议设置紧急备用冷却源,用来冷却线圈和传送设备(若有的话),直至热炉料被移走且炉衬冷却到安全温度。

4.5 感应器的设计应考虑到由线圈中的低频大电流所产生的能引起震动的集中电磁力,以及局部的电磁场集中。

4.6 感应器的设计和制造应能满足恶劣的运行条件和环境要求,例如水的喷溅、蒸汽和热辐射。

4.7 感应器附近的部件的设计应考虑到电磁场的影响。除选用合适的材料和形状外,还需采取其他措施,例如屏蔽、绝缘、强迫冷却和避免形成闭合金属环路,以使电磁和热影响限制在允许的范围之内。

5 电容器

5.1 本章涉及电力电容器。对其他电容器,例如安装在控制电路上的电容器,则按 GB 5959.1—2005 中 6.2.4 的规定。

5.2 应采取一切必要措施对断电后接触有接触危险的电容器快速放电。

应在醒目位置设置警告标识:“接触电容器之前应进行放电”。

5.3 对与感应器或变压器固定地并联连接的电容器,可省去放电装置。

对与感应器或变压器并联,且仅在卸去负载状态下断开的电容器,若在断电与打开电容器开关间有足够的放电时间,则也可省去放电装置。

如果有直流充电的危险,则放电装置不可省。

5.4 带负荷操作或通过外部熔断器连接的电容器应有放电设施。

5.5 有关串联电容器放电的要求见 GB/T 3984.1—2004 的 6.8、6.9 和 6.10 以及 IEC 60143-1:2004 的 5.1。

5.6 对内部具有串联元件的电容器,应在断开之前短接其端子。

注:虽然放电装置已经工作,但是由于熔断器烧断、内部连接断开、电容值的差异或由先前充电的直流分量所造成的介质重充电,有时在串联电容器内联接头上会有残余电荷。

5.7 无电力电子控制的装置中的电容器应通过保护装置连接。若电容器内部有熔断器,则可省去外部保护措施。

5.8 对液冷电容器,应按 GB 5959.1—2005 中 6.2.8 的规定。

6 工频电源

对由三相电源向单相负载供电并采用电容器和电抗器以达到三相电流合理平衡的工频电源,如果与平衡电路的电容器和电抗器的公共点相连接的那相开路,例如熔断器熔断或供电线路上接触器出现故障,则可能发生串联谐振而引起危及安全的过电压。

对这种情况应采取措施断开电源,例如,电源断路器的过电压跳闸。

控制三相电源对电抗器—电容器组合体供电的接触器的设计应确保连接电抗器和电容器的公共点的触头在合闸时提前闭合而在跳闸时延迟断开。

设计时应注意由于并联谐振有可能从供电系统吸收谐波电流的危险。

7 固态变频器

7.1 固态变频器应在输入端加以保护,防止电源侧开关操作时可能产生的瞬时过电压,以确保安全。

7.2 固态变频器应有快速动作的过电压和过电流保护。

7.3 应采取附加措施避免因负载功率快速变化而产生的危险的瞬时电压。

7.4 应采取适当措施避免在发生故障时因储能对操作人员造成伤害。

8 开关装置

8.1 无载开关装置的设计应考虑到变频器、电抗性器件(变压器和电抗器)和电容器的时间特性。

8.2 开关装置的设计应不仅应考虑到电流的基波分量,还应考虑到可能产生的谐波分量。

8.3 当有载分合电容器时,在选择开关装置和开关方式时,尤应考虑如下两点:

- 合闸时,可能产生高频大电流峰值;
- 分闸时,应避免开关装置再起弧引起的过电压达到危险值。

9 电缆、电线和母线

9.1 电缆、电线和母线的规格尺寸和布置应考虑其所载电流的大小和频率,避免发热超过允许值。

注:适合于工频(50 Hz/60 Hz)的电缆载流值一般不适用于更高频率的装置。

在并联连接时,应注意避免因电流分配不均而导致个别导体过热。

应注意避免杂散场对临近构件的过度加热。

9.2 采用强迫冷却的电缆、电线或母线的,应按 GB 5959.1—2005 中 6.2.8、6.6.1 和 6.6.2 的规定。

9.3 对变频器、变压器、电容器、开关装置、感应器和接触系统等部件间的内部连接,如果它们是防短路和防对地漏电的,则装置独自の过电流保护装置可以省去。

注:如果电缆、硬导体和单芯导线间有足够间隙或使用绝缘垫片,或者将它们铺设在各自的绝缘导管中,或使用其设计中已经考虑到短路防护的电缆和电线,以防止它们相互间(也包括与接地部分)的接触,则就属于这种情况。

对中频和高压装置,如果变频器(如固态变频器)的设计能确保可靠的短路保护,则可省去上述加强短路防护的措施。

设计应注意避免过度的内部过流。

9.4 在加热区域的电缆和电线通常应具有抵抗高机械强度和热应力的绝缘层。在大多数情况下,这种绝缘层对触电防护是不够的。因此,如果超出了允许的接触电压(13.1.1),应采取措施防止工作中意外接触这些电缆和电线。

9.5 在选择向感应器供电的电缆或引线时,应考虑热辐射的影响以及水或水蒸气的存在。可能需要采取特殊的措施来保护它们,如采用屏蔽、强迫冷却或设置外罩。

10 液体冷却

GB 5959.1—2005 的 6.6 和以下附加要求适用。

10.1 在采用织品加强的软管中,水汽有可能会沿着织品加强物渗透进去,从而在加强物和冷却液之间形成电位差,该电位差很可能超过软管的电气绝缘强度。

因此,在选择软管材料和布置绝缘软管时应考虑到这一点。

10.2 某些液冷元件(如带水冷套的感应器、陶瓷电容器、电子管的水冷外壳)对压力极其敏感。因此,GB 5959.1—2005 中 6.6.4 的要求不适用于它们,它们应仅能承受额定工作压力。然而,它们的水接头应能承受 1.5 倍的额定工作压力。

应考虑开关阀时可能引起的压力急增。

10.3 应避免冷却到露点之下,因为这可能引起冷凝,例如,在感应器线圈及其端子上形成的结露有可能导致短路。

10.4 用于冷却带电部分和磁心的水应具有特别高的质量,同时不应含杂质和/或铁磁粒子。

10.5 当打开冷却回路,如更换感应器时,应注意避免任何水污染。

10.6 在采用水冷以带走电损耗产热并保护感应器和/或电缆或者引出线免受炉料热辐射的影响时,即便在切断电源后仍应保持冷却水流量,直到不再有热危险时为止。

11 铭牌

GB 5959.1—2005 第 15 章和下列附加要求适用。

液态金属电磁力作用装置的主要部件(例如感应器)应有单独的铭牌。

CISPR 11 中规定的工业、科学和医疗(ISM)射频设备的制造商和/或供应商应确保将设备的等级和分类告知用户,或者通过标签或附带文件进行告知。

12 电气间隙和爬电距离

中频装置的电气间隙和爬电距离不必与工频(50 Hz/60 Hz)的相同。

在采用较小值时,如中频变频器,应采取措施防止产生危害安全的飞弧。

13 触电防护

GB 5959.1—2005 第 9 章和下列附加或修改的规定适用。

13.1 直接接触防护

GB 16895.21—2011 的 412 和下列附加或修改的规定适用。

13.1.1 允许接触电压与频率的关系

允许接触电压的限值是频率的函数:该限值随频率而增加。推荐的限值等级正在考虑之中,应采用现有的国家标准。

13.1.2 电气设备可接近性

液态金属电磁力作用装置的电气设备如电容器、电抗器、变压器、加热感应器或接触系统、开关装置、电缆和母线连接等的所有部件,都应安装在箱柜内,否则应提供足够的保护以防直接接触。对第二和第三电压区段的设备,在不使用扳手或仅由授权人员才有的锁钥匙之类的工具时,应不可能打开箱柜门或移去外盖而接近这些部件。

13.1.3 可接近插头和插座

电压高于 500 V 的直流、交流或高频可接近插头和插座等必须是不可互换的,且在使用中将其断开前或断开时应自动切断电源,以免对人造成伤害。这可以采用机械连锁来实现。

13.1.4 对第二和第三电压区段带电导体的特殊要求

除下列情况外,第二和第三电压区段带电导体应不可接近:

对第二电压区段,仅授权人员才可接近。此外,对第三电压区段,其设计应能防止进行故障查找、试验和维修的授权人员的意外接触。这可通过采用如下的一条或多条措施来实现:

a) 使用上螺钉的盖板

只有切断电源才能接近。

b) 采用带铰链的可锁门或带铰链的内屏蔽

应采用操作可靠、不可复位的安全开关,以确保恢复供电前门是关闭的,同时应提供将合适规格的引出线引到外部连接的试验仪器上的方法。

c) 采用内屏蔽和绝缘

应采用内固定的屏蔽或绝缘物来覆盖要求的电压测试点,该屏蔽或绝缘物上应有尺寸可插入试验探头的孔或槽。

13.2 间接接触防护

GB 16895.21—2011 的 413 和下列附加或修改的规定适用。

13.2.1 允许接触电压与持续时间和频率的关系

如 13.1.1 所述,允许接触电压随频率而增加。在参照现有的工频允许接触电压限值时,应考虑到这一点。

第三电压区段和非工频的允许接触电压限值正在考虑之中。

13.2.2 绝缘电阻

由于温度、电气绝缘、炉衬以及如电容器、水冷绕组等电气部件的变化,特别是所用冷却水水温和水质的变化,液态金属电磁力作用装置的部件的绝缘电阻在整个工作周期中都是变化的。

绝缘电阻的最小值一般是不给出的,因此在装置试运行设定保护装置(例如对地漏电流检测装置)动作值时,有必要考虑这些变化。

感应加热装置通常有很大的漏电流。这可能需要将液态金属电磁力作用装置与供电电源进行电气隔离。

13.3 特殊要求

制造商应在操作手册中做出下列说明:

——不应在中频和高频强电磁场附近(例如感应器附近)佩带金属环和手饰品;

——强电磁场可能会对装有金属植入物、人工起搏器和其他类似物的人员造成伤害,应按照当地相关的安全工作规则采取适当的安全措施。

13.4 接地规定

GB 5959.1—2005 的第 11 章和 12.2 以及下列附加或修改的规定适用。

13.4.1 如果带电部件是通过与供电电源电气隔离的装置中的电阻、阻抗或放电器接地的,则接地连接的尺寸应考虑到故障情况下出现的最大电流的热效应和电动力。应监测这些接地连接线中流过的电流。如果在运行中超过了最大允许电流限值,则应发出报警并自动切断装置的电源。

对于静电放电或类似情况的连接,以及高频感应应用中感应器有防护设施且一旦移去该防护设施即可终止加热器运行的接地连线,可不需上述监测。

13.4.2 当使用保护接地时,应考虑到频率与电流源、带电导体和接地系统形成的回路阻抗有关。

13.4.3 有时需要在不接地的情况下操作直接受电磁场影响的金属件,以避免形成闭合的金属环路并将电磁和热作用限定在允许范围内,在这种情况下,应采取其他保护措施。

当这些金属件的电压易于超过允许接触电压值(见 13.2.1)时,应使操作人员不可能接近它们。如因空间、要求或装置工作方式等原因而不可避免时,应采用操作说明书中给出的其他措施对人员进行保护。

13.4.4 所有铠装电缆、导管或管子在穿过含有第二电压区段高压电路的柜子时,应对它们穿过该柜的那个点接地。

13.5 保护线

13.5.1 低频设备保护线的允许材料为铜、铝或镀锌钢带。对中频和高频设备,宜使用铜或铝。

在确定横截面尺寸时,应适当考虑电容器的放电电流。

在确定保护线的横截面尺寸时应考虑电流透入深度随频率的增加而减小。

13.5.2 如果因工作模式原因可能频繁更换感应器,应特别注意感应器金属护套部件之间以及它们与保护接地线之间连接的安全性和可靠性。

13.5.3 在确定保护接地导线尺寸时应考虑操作性漏电流引起的该导线上的恒定负载电流。若有可能推荐对漏电流进行监测。

14 无线电干扰

液态金属电磁力作用设备在运行时宜注意避免无线电干扰。国家标准或国际标准(也见 GB 5959.1—2005 的 6.4)可给出有关导则。

对无中间直流电路的低频装置的运行,应考虑对供电系统的特别影响,例如功率波动。

15 使用说明

15.1 如果液态金属电磁力作用装置的工作频率可调,应采用合适的措施确保不超出或达到允许的频率范围极限。

15.2 如果液态金属电磁力作用装置允许工作在不同的最大电流下,例如取决于其工作频率,则应提供单独的监测装置确保有合适的保护措施。

15.3 对铸锭搅拌装置,应确保在启动期间,搅拌装置仅在冷态铸锭超出电磁场的影响范围时才通电。

附 录 A

(规范性附录)

对电磁浇注设备的特殊要求

A.1 应提供保护措施在发生危及人员、设备或工艺过程的故障时发出警报并断开设备供电。

A.2 电磁浇注系统的故障可能由不受电气措施控制的金属溢流引起。由于这个原因,操作人员的安全应通过其他非电气方面的措施来保证。

附录 B

(规范性附录)

对具有炉衬的电磁设备的特殊要求

B.1 液态金属穿透感应器炉衬对工作人员和设备都是非常危险的。炉衬厚度在其使用寿命期间是不断变化的。此外也会遇到如由热和机械冲击等引起的炉衬突然损坏。

为了减少这些危险,应以合理的时间间隔检查感应器炉衬状态。这可通过以下方式完成:

- a) 评估装置的电气参数;
- b) 外观检查;
- c) 检查不同位置的炉衬状况;
- d) 温度控制(感应器外壳和冷却液)。

B.2 为确保工作人员的安全并降低电磁设备损坏的危险,推荐提供报警装置以及万一发生耐火炉衬穿透危险时切断电磁设备电源的措施。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电热装置的安全 第 11 部分：
对液态金属电磁力作用装置的特殊要求
GB/T 5959.11—2016/IEC 60519-11:2007

*

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 字数 22 千字
2016 年 3 月第一版 2016 年 3 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-53036 定价 18.00 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



GB/T 5959.11-2016