

ICS 25.166.10

J 33

备案号: 40018-2013

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 754 — 2013

代替 DL/T 754 — 2001

母线焊接技术规程

Code of the welding technique for bus

2013-03-07 发布

2013-08-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般规定	1
4 材料和机具	2
5 坡口准备	3
6 焊接	4
7 质量检验	6
8 技术文件	7
附录 A (规范性附录) 母线焊接工艺试验	8
附录 B (规范性附录) 母线焊工技术考核规定	10
附录 C (资料性附录) 常用铝材、铜材的相关资料	11
附录 D (规范性附录) 母线焊接接头射线检测规定	13

前 言

本标准与 DL/T 754—2001 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 扩充了标准的范围，因而变更标准的名称为：母线焊接技术规程；
- 规定了铜、铝母线焊接焊工操作技能考核要求；
- 补充了铜材、焊接材料的质量要求；
- 规定了焊材的选用原则；
- 增加了铜材焊接的技术要求；
- 调整焊接工艺试验的内容，并作为规范性附录 A；
- 将热处理强化铝合金的焊接接头强度值从 60% 提高到 75%；
- 调整了焊工考核试件尺寸和数量表，并与新版 DL/T 679 进行了衔接；
- 增补了铜母线焊接接头射线检测的规定；
- 调整原标准其他不适应当前技术发展的部分。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站焊接标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：北京电力设备总厂、神华国华（北京）电力研究院有限公司、江苏方天电力技术有限公司、浙江火电建设公司、河南电力试验研究院。

本标准主要起草人：郭军、梁军、周安本、张力、乔亚霞、葛兆祥、张学锋、李夕强、武英利、许江晓。

本标准首次发布日期为 2001 年，本次为第一次修订。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）

引 言

根据国家能源局《关于下达 2010 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2010〕320 号）的要求，有关单位组织对 DL/T 754—2001《铝母线焊接技术规程》进行了修订。其格式遵从 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的规定。

本标准修订过程中，吸收了近年来变电领域母线焊接技术发展的成果，参照了有关国际标准、国家标准和国内有关行业标准及规定。

本标准为相对独立的标准。

本标准可以作为电站及输变电领域所涉及的业主、监理、施工单位等各方均认可的焊接技术要求使用。

母线焊接技术规程

1 范围

本标准规定了电力行业设备制作、安装和检修工作中所涉及母线焊接工作的技术要求。

本标准适用于纯铝及铝合金、纯铜及铜合金制成的母线的钨极惰性气体保护焊（TIG）和熔化极惰性气体保护焊（MIG）。

铝合金制电力金具的焊接工作可参照本标准执行。

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 985.3 铝及铝合金气体保护焊的坡口（GB/T 985.3—2008，ISO 9692-3:2000，MOD）

GB/T 3048.2 电线电缆电性能试验方法 第2部分：金属材料电阻率试验（GB/T 3048.2—2007，IEC 60468:1974，MOD）

GB/T 3048.4 电线电缆电性能试验方法 第4部分：导体直流电阻试验

GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分

GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相

GB/T 3880.1—GB/T 3880.3 一般工业用铝及铝合金板 带材

GB/T 4842 氧

GB/T 5231 加工铜及铜合金属牌号和化学成分

GB/T 9460 铜及铜合金焊丝

GB/T 10858 铝及铝合金焊丝

CB/T 3692 角焊缝折断试验方法

DL/T 675 电力工业无损检测人员资格考核规则

DL/T 679 焊工技术考核规程

DL/T 819 火力发电厂焊接热处理技术规程

DL/T 821 钢制承压管道对接焊接接头射线检验技术规范

JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

SJ/T 10743 惰性气体保护电弧焊和等离子焊接、切割用钨钍电极

3 一般规定

3.1 焊接前，应做焊接工艺试验。母线产品标准对母线焊接工艺评定有要求时应符合其规定。若母线材料与引进国外发电机组一并供货时，其焊接工作除应符合合同中的具体规定外，还应按本标准的规定进行。

3.2 产品标准对焊接工艺试验没有要求的，应按照附录 A 的要求进行焊接工艺试验。

3.3 应根据焊接工艺试验的结果，结合现场施工条件编制焊接工艺（作业）指导书。

3.4 母线焊工应根据 DL/T 679 焊工考核的基本要求，并按本标准附录 B 的规定进行考核，取得相应条件的母线焊工资质证。正式施焊前，应进行与实际情况相当的模拟练习，经外观检查符合要求，方可从事母线的焊接。

3.5 射线检测的人员应按 DL/T 675 的规定,取得资格证书,并从事相应等级的检测工作。

3.6 焊接工作应遵守国家和行业的安全、环保规定和其他专项规定。

4 材料和机具

4.1 母材

4.1.1 铝材和铜材的材质应符合设计选用标准的规定,并附有材料质量证明书。

4.1.2 应按批号抽查采购的材料,检验结果应符合合同规定或符合 GB/T 3190、GB/T 3880.1~GB/T 3880.3、GB/T 5231 等标准的相应规定。进口的材料应符合合同规定的技术条件。常用铝材和铜材的牌号、成分和力学性能参见附录 C 表 C.1~表 C.4。

4.2 焊接材料

4.2.1 焊接材料应根据所焊母材的化学成分、力学性能、使用工况条件和焊接工艺试验的结果选用。

4.2.2 焊接材料的质量应符合 GB/T 9460、GB/T 10858 等相关标准的规定。常用母线焊丝的型号、化学成分和适用范围见表 1。

表 1 常用母线焊丝的型号、化学成分和适用范围

焊丝 型号	类别	化学成分(质量分数) %							熔点 ℃	用 途
		Cu	Sn	Mg	Mn	Si	Fe	Al		
SAI1100	铝	—	—	—	—	≤0.30	—	99.5	660	纯铝或一般铝合金
SAI4043	铝硅	—	—	≤0.05	≤0.05	4.5~6.0	≤0.80	余量	580~610	通用焊丝
SAI3103	铝锰	—	—	—	1.0~1.6	≤0.60	≤0.70	余量	643~654	铝锰及其他铝合金,耐蚀,有强度
SAI5356	铝镁	—	—	4.7~5.5	0.5~1.0	≤0.25	≤0.40	余量	638~660	铝镁及其他铝合金,耐蚀,性能好
SCu1898	纯铜	≥98.0	≤1.0	—	≤0.50	0.1~0.4	≤0.30	≤0.01	—	焊接脱氧铜和电解铜

4.2.3 焊接材料的选择应符合下列规定:

- 熔敷金属的化学成分应与母材相当;
- 电阻率不低于母材;
- 焊接工艺性能良好;
- 耐腐蚀性能不应低于母材相应要求。

4.2.4 焊前应清理焊接材料表面的油污、氧化膜和其他杂质。

4.2.5 焊接用氩气纯度不得低于 99.99%,并应符合 GB/T 4842 的规定。

4.2.6 焊接用钨钨电极应符合 SJ/T 10743 标准的规定。

4.3 焊接机具

4.3.1 焊接设备及仪表应定期检查,需要计量校验的部分应在校验有效期内使用。

4.3.2 焊接所涉及的仪器、设备、仪表在使用前应确认其与承担的焊接工作相适应。

4.3.3 采用 TIG 焊接铝母线,宜选用交流方波弧焊电源。该弧焊电源应具有非接触引弧的功能。

4.3.4 应选用指示准确、安全可靠、调节灵活的氩气减压流量计。

4.3.5 焊接热处理仪器、设备、仪表应符合 DL/T 819 相关规定。

5 坡口准备

5.1 一般规定

5.1.1 母线焊接接头所处的部位,应符合下列规定:

- a) 离支持绝缘子、母线夹板的边缘不应小于 100mm;
- b) 同相母线不同片上的对接焊缝,其位置应错开,距离不应小于 50mm。

5.1.2 母线表面应光洁平整,不应有裂纹、折皱、夹杂物、变形和扭曲,且无内部损伤。

5.1.3 母线对口的接触面不得有氧化膜,加工应平整。

5.1.4 母线应在各段全部就位并调整后,且误差值符合规定时,方可进行焊接。

5.2 坡口形式与加工

5.2.1 母线焊接的坡口形式和尺寸应按 GB/T 985.3 或设计图纸规定执行。常用的坡口基本形式及尺寸见表 2。

表 2 坡口基本形式及尺寸

序号	接头类型	坡口形式	图形	焊件厚度 δ mm	接头结构尺寸			适用范围
					a (°)	b mm	p mm	
1	对接接头	I		<5	—	0.5~2	—	板件
2		Y		5~12	35~40	2~3	1~2	板件或管件
3		X		>10	30~35	2~3	1.5~3	板件
4		U		>5	25~30	6~8 5~6	1~2	板件或管件
5	T形接头			3~12	—	—	—	板件
6				>10	35~40	1~2	2~3	板件
7				>15	35~40	1~2	2~3	板件
8	搭接接头			>5	搭接长度 $L \geq 2\delta$			板件或管件

5.2.2 坡口加工应采用机械加工,也可采用等离子弧切割。等离子弧切割时应留有 1mm~2mm 的机加工余量。

5.2.3 单面焊接时应在根部放置垫板或垫圈。不可拆除的垫板或垫圈宜采用同质材料。

5.3 焊前清理

5.3.1 焊接前应将被焊口油污、氧化膜和其他杂质清除干净。

5.3.2 焊件清理范围应包括：坡口表面及其附近母材。附近母材的清理范围为 10mm~15mm。

5.3.3 可采用机械或化学方法清理。对各种污物的清理应符合下列要求：

- 除油污：用汽油或丙酮等有机溶剂清除表面的油污。
- 除氧化膜：可用机械方法处理，宜用钢丝刷；也可用化学方法清理，其具体步骤为：5%~10%NaOH 水溶液（约 70℃），浸泡 30s~60s，然后用清水冲洗，并随即用 15%HNO₃ 水溶液（常温）浸泡 2min，用清水冲洗干净，并作干燥处理。

5.3.4 清理后的焊件应立即进行焊接。

6 焊接

6.1 环境要求

6.1.1 焊接操作场所的温度应不低于 5℃。最低环境温度可在施焊部位为中心的以 1m 为半径的空间范围内测量。

6.1.2 焊接现场应具有防风、防潮、防雨、防雪设施。

6.2 预热温度

6.2.1 采用 TIG 方法焊接厚度超过 15mm 的焊件时，焊前应预热，预热温度为 50℃~100℃。

6.2.2 采用 TIG、MIG 方法焊接铜母线，铜母线的预热温度见表 3、表 4。

表 3 铜母线 TIG 焊接工艺参数

板厚 mm	直径 mm			焊接电流 A	氩气流量 L/min	坡口形式	焊接层数 正面/反面	预热温度 ℃
	焊丝	钨极	喷嘴					
0.8~1	2	2	8~10	80~90	5~6	I	1	—
1~3	2	3	8~10	150~200	6~8	I	1/1 或 1	—
3~5	3	3~4	10~12	200~240	8~10	V	1~2/1	200~350
5~7	4	4~5	12~14	260~300	10~14	V	2/1	350~450
7~10	5	6	14~16	300~350	14~18	X	2/1~2	450~550

表 4 推荐的铜母线 MIG 焊接工艺参数

板厚 mm	直径 mm		焊接电流 A	氩气流量 L/min	坡口形式	焊接层数 正面/反面	预热温度 ℃
	焊丝	喷嘴					
3~5	1.2	14	220~270	16	I	1	—
5~7	1.6	14	250~290	16	V	1/1 或 1	—
7~10	1.6	16	280~300	18	V	(1~2)/1	300~350
>10	1.6	16	300~320	18	V	多层/1	350~450

6.3 焊件组对

6.3.1 采取定位焊组对的焊件应根据焊件规格及焊缝尺寸确定。

6.3.2 定位焊选用的焊接材料、焊接工艺、预热温度和焊工资格条件等应与正式施焊时要求相同。

6.3.3 定位点的布置应根据部件形状和焊缝长度按下列要求确定：

- a) 板件：焊缝长度不大于 500mm 时，可点固 2~3 点；焊缝长度大于 500mm 时，每间隔 200mm 设置一个定位点。
- b) 管件：直径小于 300mm 时，可每隔 120° 定位一处，一般不得少于 3 点；直径为 300mm~500mm 时可定位 3~5 点；直径大于 500mm 时，应沿圆周每隔 60° 进行一次定位焊。

6.3.4 定位焊焊缝的长度宜为 20mm~30mm，特殊件可达 50mm。

6.3.5 焊件组对需要锤击整形的，宜采用木槌。

6.4 焊接工艺

6.4.1 铝母线焊接

6.4.1.1 当铝母线的厚度超过 8mm 时，宜采用多层焊接，焊接工艺参数应根据焊接工艺试验确定。

6.4.1.2 TIG 焊接时，应采用交流、非接触法引弧，焊接工艺参数参见表 5。

6.4.1.3 MIG 焊接时，应采用直流反接，焊接工艺参数参见表 6。

6.4.2 焊后热处理

6.4.2.1 焊接接头有强度要求，应对焊接接头进行固溶+时效处理。

6.4.2.2 牌号为 6063 铝材的焊接接头，其固溶处理工艺为：500℃~520℃，保温 1h 后采用常温水冷却后人工时效。热处理工艺参数应该在工艺试验中得到验证。

表 5 铝母线 TIG 焊接工艺参数

焊件厚度 mm	焊丝直径 mm	钨极直径 mm	焊接电流 A	氩气流量 L/min	喷嘴内径 mm	焊接层数
5~6	4	4	180~240	10~20	10~12	1~2
7~8	4	4~5	240~280	10~20	12~14	2
9~12	5	5~6	280~340	10~20	14~16	2~3
12~20	6	6	340~380	10~20	16~18	3~4

表 6 铝母线 MIG 焊接工艺参数

焊件厚度 mm	焊丝直径 mm	焊接电流 A	焊接电压 V	送丝速度 m/min	氩气流量 L/min	焊接层数
8	1.6	180~220	24~26	4.5~6.2	25~28	2
8~12	1.6	190~230	25~27	4.8~6.5	27~30	>2
12~20	1.6	200~240	25~27	5.0~6.5	27~30	>3

6.4.3 铜母线焊接

6.4.3.1 当铜母线的厚度超过 7mm 时，宜采用多层焊接，焊接工艺参数应根据焊接工艺试验确定。

6.4.3.2 TIG 焊接时，宜采用直流正接，焊接工艺参数参见表 3。

6.4.3.3 MIG 焊接时，宜采用直流反接，焊接工艺参数参见表 4。

6.4.4 其他要求

6.4.4.1 直径大于 300mm 的管形母线对接接头宜采取对称焊。

6.4.4.2 应避免在拘束条件下进行焊接。

6.4.4.3 焊接完毕的接头，经自检合格后，应在焊缝附近按规定打上焊工钢印代号或做出永久性标记。

6.4.5 缺陷返修

6.4.5.1 焊接接头经检查有缺陷时，应查明原因，制定措施，进行返修。

6.4.5.2 应采取机械方式消除缺陷。

6.4.5.3 返修工艺应按施焊工艺执行。

7 质量检验

7.1 焊接质量的检查和检验工作，实行三级检查验收制度，贯彻自检和专检相结合的方法，做好质量检查和验收。

7.2 焊接质量检查和检验工作，强调焊接全过程的监督，在焊接前、焊接过程中和焊接结束后三个阶段都有检查，并严格按检验项目和程序进行。

7.3 焊接接头的检查范围、项目及数量按表 7 规定进行。检验比例按照焊缝长度计算。

7.4 焊接接头宜先进行外观检查，再进行其他项目检查。

表 7 母线焊接接头检查范围、项目及比例

序号	范 围	检验项目及比例 %			
		外观检查		搭接接头 渗透检测	对接接头 射线检测
		自检	专检		
1	发电机出口至变压器之间导体	100	100	5	10
2	主回路至厂用变压器之间导体	100	50	5	10
3	交、直流励磁导体	100	20	2	5
4	变电站中导体	100	20	2	5
5	其他部件	100	5	1	—

7.5 焊缝外形尺寸和焊缝表面质量应分别符合表 8、表 9 的规定。

表 8 焊缝外形尺寸允许范围

单位：mm

接头类型	焊缝余高		焊缝表面高低差		焊缝宽度 (比坡口宽度)		焊脚尺寸		
	平焊	其他位置	平焊	其他位置	两侧增宽	每侧增宽	K	K_1	尺寸差
对接接头	2~4	2~4	≤2	≤2	2~4	1~2	—	—	—
搭接接头	—	—	≤2	≤2	—	—	$\delta + (1 \sim 3)$	δ	≤2

注：δ为材料厚度。当两侧材料厚度不同时，δ为较薄材料厚度。

表 9 焊缝表面缺陷允许范围

缺陷名称			允 许 范 围
裂纹、未熔合、密集气孔、烧穿			不允许
未焊透	单面 焊缝	带衬垫焊缝	不允许
		不带衬垫焊缝	深度不大于焊件厚度的 5%且不大于 1mm，总长度不大于焊缝长度的 20%
	双面焊缝		不允许
咬边			深度不大于焊件厚度的 10%且不大于 1mm，长度不大于焊缝长度的 20%

表 9 (续)

缺陷名称		允许范围
根部凸出及凹坑	不带衬垫单面焊缝	根部凸出不大于 4mm, 凹坑不大于 2mm
	带衬垫 可拆衬垫单面焊缝	根部凸出不大于 3mm, 凹坑不大于 2mm
	不可拆衬垫单面焊缝	衬垫的背面不允许有焊透凸出及焊穿凹坑

7.6 焊件变形弯折偏移不应大于 0.2%, 错口值(中心偏移)不应大于 0.5mm ($\leq 0.15\delta$, 且不得大于 3.0mm), 见图 1。

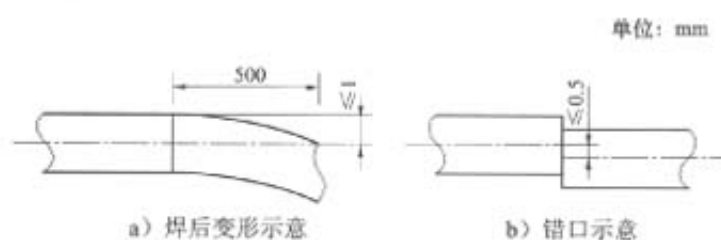


图 1 焊后变形及错口测量示意

7.7 搭接接头的渗透检测按照 JB/T 4730.5 规定进行, 无裂纹、未熔合、密集气孔现象为合格。

7.8 对接接头射线检测应按照附录 D 的要求进行, II 级及以上为合格。

7.9 射线检测结果如出现不合格时, 应从该焊工同一批焊缝中按不合格数加倍进行检测; 加倍检测中仍有不合格时, 应判定该批焊缝不合格。

7.10 返修后的焊接接头应重新进行检验。

8 技术文件

8.1 母线焊接工作的技术文件应包括下列内容:

- a) 母线焊接工程一览表(焊接量、渗透检测量、射线检测量等);
- b) 母线材质证明书;
- c) 焊接材料(焊丝)质量证明书;
- d) 焊工技术考核登记表;
- e) 各项检验报告和射线检测底片等;
- f) 母线总体或分部的系统图(标示出焊接接头、渗透检测、射线检测等位置标记)。

8.2 母线焊接过程中有关事宜记录(如设计变更、返修记录等)应整理成资料。

8.3 资料汇总整理完毕后, 应按合同规定办理资料移交。

附录 A

(规范性附录)

母线焊接工艺试验

A.1 焊接工艺试验由企业工艺(或技术)管理部门组织,焊接专业技术负责人主持,选派有经验的焊工完成焊接作业。

A.2 焊接工艺试验可按材料种类和结构形式分别进行试验。焊接工艺试验的主要内容:

- 焊接材料的选择和与母材的匹配;
- 焊接工艺参数(焊接电流、焊接电压、焊接速度、氩气流量、焊前预热等)的调整。

A.3 焊接工艺试验分对接焊缝和角焊缝试件(做成 T 形接头),其试件规格见图 A.1。试件规格见表

A.1,角焊缝长度 l 应不小于 $\frac{1}{2}L$ 。

表 A.1 焊接工艺试验试件规格

焊接方法	焊缝形式	试件尺寸 mm				试验件数 件
		δ	L	B	B_1	
TIG、MIG	对接焊缝	$6 \leq \delta \leq 10$	≥ 300	≥ 240	—	各 1
TIG、MIG	角焊缝	$6 \leq \delta \leq 10$	≥ 300	≥ 150	≥ 40	各 1



图 A.1 试件尺寸规格

A.4 焊接工艺试件厚度的适用焊件厚度范围为试件厚度(δ)的 0.5~2.5 倍。

A.5 焊接工艺试验试件的试样应采用机械方法或等离子切割方法截取,对接接头试验项目和取样方法见图 A.2,试样的加工规格见图 A.3,试样加工尺寸见表 A.2。T 形接头的角焊缝折断试验试样加工尺寸和具体试验方法执行 CB/T 3692 的规定。

表 A.2 试样加工尺寸

试样类型	试样名称	试样尺寸 mm		
		长度 B	宽度 b_1	厚度 S
板 件	拉伸试验	≥ 200	20	$6 \leq S \leq 10$
	直流电阻试验	240	5	5

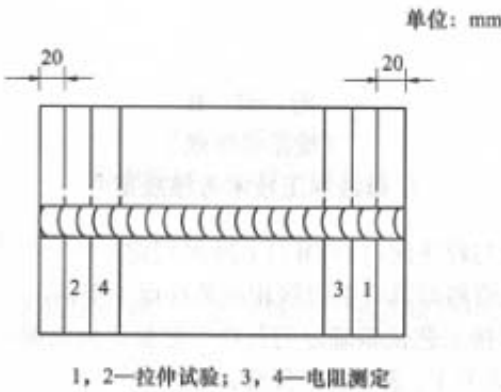
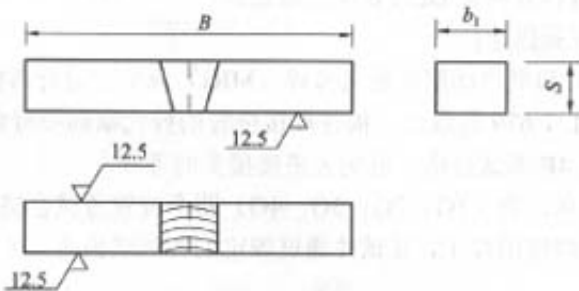


图 A.2 对接接头试验项目与取样位置示意



A.6 焊接工艺试验的结果应进行检查和判定。在焊缝外形匀整、接头边缘平滑过渡和外形尺寸符合要求的基础上, 对对接试件进行射线透照、电阻测定和拉伸试验; 对角焊缝试件进行焊缝截面检查。

A.7 焊接工艺试验的焊接接头整体状况应无明显异常和缺陷, 其焊缝外形尺寸和焊缝表面质量应符合本标准 7.5 的规定。

A.8 T 形接头折断口检查焊缝缺陷允许范围应符合表 A.3 的规定。

表 A.3 T 形接头折断口检查焊缝截面缺陷允许范围

缺陷名称	允许范围
裂纹、未熔合、未焊透	不允许
单个气孔及夹渣	任何方向的最大尺寸不大于 1/3 厚度, 但最大不超过 8mm
分散缺陷面积	不大于被检面积的 10%

A.9 焊接接头试件的射线检验及结果的评定, 应按照附录 D 的要求进行。

A.10 焊接接头直流电阻值应不大于规格尺寸均相同的原材料直流电阻值的 1.05 倍, 电阻及电阻率测试分别按 GB/T 3048.2、GB/T 3048.4 的要求进行。

A.11 焊接接头抗拉强度不应低于原材料抗拉强度标准值的下限。经热处理强化的铝合金, 其焊接接头的抗拉强度不得低于原材料标准值下限的 75%。

附录 B
(规范性附录)
母线焊工技术考核规定

- B.1** 母线焊工技术考核的组织与程序应符合 DL/T 679 的规定。
- B.2** 取得铝母线相关条件焊工资格即具有铜母线相应条件焊工资格。
- B.3** 母线焊工技术考核应以焊接工艺试验确定的各项工艺参数为依据,以焊接方法、焊接位置为内容组织实施,考核材料从附录 C 表 C.1~表 C.3 中任选。
- B.4** 参加母线焊接技术考核的焊工应取得符合 DL/T 679 III类焊工规定的资质。
- B.5** 焊工的基本知识考核内容应符合 DL/T 679 的规定。
- B.6** 焊工技能考核应符合下列规定:
- a) 钨极氩弧焊(TIG)和半自动熔化极氩弧焊(MIG)应单独进行考核。
 - b) 焊接位置应符合 DL/T 679 的规定。板件焊接位置的替代原则应符合 DL/T 679 的规定。
 - c) 角接头 2F、3F、4F 考试合格,可免去搭接接头的考核。
 - d) 对接接头平、横、立、仰(1G、2G、3G、4G)四个位置考试合格,可以从事管件焊接。
 - e) 完成工艺试验试件焊接的焊工,其试件通过规定的各项试验者,可以认为通过了相应的操作技能考核。
- B.7** 考核用试件尺寸及数量见表 B.1。

表 B.1 试件尺寸及数量

试件类型	接头形式	焊接方法	试件尺寸 mm				试件数量 件	
			长度 L	宽度 B	宽度 B_1	厚度 δ	焊接位置	数量
板件	对接接头	TIG/MIG	≥ 300	≥ 240	—	10	1G、2G、3G、4G	各 1
	角接头	TIG/MIG	≥ 300	≥ 150	≥ 50	10	2F、3F、4F	各 1

- B.8** 考核用试件及焊丝的焊前清理应符合本标准第 5 章的规定。
- B.9** 考核试件应全部进行外观检查。对接接头应进行射线检验,角接头应进行渗透检验。检验要求应执行本标准第 7 章的规定。对接接头应切取 2 件试件进行拉伸试验。
- B.10** 对接接头拉伸试验按附录 A 的规定取样和试验。
- B.11** 焊工技术考核的成绩评定、合格证的发放与吊销应符合 DL/T 679 的有关规定。
- B.12** 合格焊工如连续 6 个月无相应的工作,应由原考核单位组织进行工艺技能测定,无测定记录的视为中断相应焊接工作。
- B.13** 焊工合格证的填写方式为:焊接方法+母材牌号+焊接位置(如 TIG-1060-2G)。

附 录 C
(资料性附录)
常用铝材、铜材的相关资料

常用铝材、铜材的相关资料见表 C.1~表 C.4。

表 C.1 常用铝材牌号、化学成分、供货状态和力学性能

牌号	化学成分（质量分数） %						供货 状态	壁厚 mm	力学性能	
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Al			抗拉强度 R_m MPa	断后伸 长率 A %
1060 (L2)	0.25	0.35	0.05	0.03	0.03	99.60	H112	6.5~12.5	≥ 70	≥ 15
								12.5~25	≥ 60	≥ 20
							O	所有尺寸	≤ 118	≥ 20
									H112	≤ 118
3A21 (LF21)	0.6	0.7	0.20	1.0~1.6	0.05	余量	H112	4.5~10.0	≥ 110	≥ 16
							O	所有尺寸	≤ 137	—
									H112	≤ 167
5A02 (LF2)	0.40	0.40	0.10	或 Cr0.15 ~0.40	2.0~2.8	余量	H112	4.5~12.5	≥ 175	≥ 7
							O	所有尺寸	≤ 226	—
									H112	≤ 226
5A05 (LF5)	0.50	0.50	0.10	0.30~0.6	4.8~5.5	余量	H112	4.5~10.0	≥ 275	≥ 16
							O	所有尺寸	≥ 216	≥ 15
									H112	≥ 255
6063	0.2~ 0.6	0.35	0.10	0.10	0.45~ 0.9	余量	O	0.5~5.0	≤ 130	≥ 20
								5.0~12.5		≥ 15
								12.5~20.0		—
							T6	0.5~5.0	240	≥ 8
								5.0~10.0	230	≥ 8

注 1：H112—热加工成型的产品，该状态产品的力学性能有规定要求。

注 2：O—经完全退火获得最低强度的加工产品。

注 3：T6—固溶处理，人工时效。

表 C.2 常用紫铜牌号、主要化学成分

组别	牌号	代号	主要化学成分 (质量分数) %		杂质总和 %
			Cu+Ag	P	
纯铜	一号铜	T1	≥ 99.95	—	≤ 0.05
	二号铜	T2	≥ 99.90	—	≤ 0.1
	三号铜	T3	≥ 99.70	—	≤ 0.3

表 C.2 (续)

组别	牌号	代号	主要化学成分 (质量分数) %		杂质总和 %
			Cu+Ag	P	
磷脱氧铜	一号脱氧铜	TP1	≥99.90	0.004~0.012	≤0.1
	二号脱氧铜	TP2	≥99.90	0.015~0.040	≤0.15

表 C.3 常用黄铜牌号和主要化学成分

组别	牌号	代号	主要化学成分 (质量分数) %						杂质总和 %
			Cu	Fe	Sn	Mn	Al	Zn	
普通黄铜	68 黄铜	H68	67.0~70.0	0.1	—	—	—	余量	≤0.3
	62 黄铜	H62	60.5~63.5	0.15	—	—	—	余量	≤0.5
铁黄铜	59-1-1 铁黄铜	HFe59-1-1	57.0~60.0	0.6~1.2	0.3~0.7	0.5~0.8	0.1~0.5	余量	≤0.3

表 C.4 常用铜材的加工状态和力学性能

合金牌号	材料品种	制造方法和材料状态		抗拉强度 MPa	断后伸长率 %	
					A ₁₀	A ₅
一号铜 (T1)	板材	冷轧	软	196	30	—
二号铜 (T2)		冷轧	硬	294	3	—
三号铜 (T3)		热轧		196	30	—
一号磷脱氧铜 (TP1)	管材	控制	软	206	35	42
			半硬	235~343	—	—
二号磷脱氧铜 (TP2)			硬	294	—	—
68 黄铜 (H68)	板材	冷轧	—	186	35	—
			软	294	40	—
			半硬	343	25	—
62 黄铜 (H62)			硬	392	15	—
			软	294	40	—
			半硬	343	20	—
			硬	412	10	—
		热轧	294	30	—	
68 黄铜 (H68)	管材	控制	软	294	38	43
			半硬	343	30	34
62 黄铜 (H62)		控制	软	294	30	43
				半硬	333	30
			挤制	294	33	43
铁黄铜 (HFe59-1-1)			挤制	431	28	31

附 录 D
(规范性附录)
母线焊接接头射线检测规定

D.1 检测范围

本规定适用于厚度不大于 40mm 的铝母线(包括纯铝、铝镁合金、铝锰合金等),以及厚度为 2mm~40mm 的铜及铜合金母线焊接接头射线透照检测和质量等级评定。

射线检测除应符合 DL/T 821 的有关规定外,还应符合本规定要求。

D.2 像质计和测深计

D.2.1 不同材料的像质计、测深计适用的工件材料范围应符合表 D.1 的规定。

表 D.1 不同材料的像质计、测深计适用的工件材料范围

项目 \ 材料	Al	Cu
像质计、测深计材料	工业纯铝	3 号纯铜
适用工件材料范围	铝、铝合金	铜、铜合金

D.2.2 采用线形像质计。像质计置于射线源侧时,像质计的选用按表 D.2 规定。如像质计置于胶片侧,则像质计相应提高一个等级。

表 D.2 像质计选用表

单位: mm

达到的像质指数	线 径	适合的透照厚度 T_A
16	0.100	—
15	0.125	≤ 6
14	0.160	6~8
13	0.200	8~12
12	0.250	12~16
11	0.320	16~20
10	0.400	20~25
9	0.500	25~23
8	0.630	32~40

D.2.3 测深计采用沟槽对比块。沟槽对比块的结构和规格应符合 DL/T 821 的规定。

D.3 透照厚度

透照厚度 T_A 应根据透照条件的实测值确定,如实测有困难时,可按表 D.3 确定。

表 D.3 对接接头透照厚度

单位: mm

透照方式	母材厚度	坡口形式	透照厚度 T_A
单层透照	δ	V	$\delta+2$
		X	$\delta+4$
双层透照	δ	V	$2\delta+2$
		X	$2\delta+4$

D.4 底片质量

D.4.1 底片的像质指数应符合表 D.2 的要求, 底片黑度 D 范围应为 1.5~4.0。

D.4.2 底片上像质计影像位置应正确, 定位标记和识别标记齐全, 且不得掩盖被检测焊缝的影像。

D.4.3 底片上不得有妨碍底片评定的划痕、指纹、脏物、污斑、静电痕迹等伪缺陷。

D.5 射线探伤质量等级评定

D.5.1 根据缺陷的性质和数量, 将焊接接头质量分为 I、II、III、IV 级。

D.5.1.1 I 级焊接接头内应无裂纹、未熔合、未焊透和条状缺陷。

D.5.1.2 II 级和 III 级焊接接头内应无裂纹、未熔合缺陷; 未焊透长度不得超过焊缝总长度的 10% 且在 500mm 长度上连续未焊透不得超过 50mm, 且未焊透深度不大于母材厚度的 5%。条状缺陷的评定同未焊透。

D.5.1.3 缺陷尺寸超过 III 级的, 评为 IV 级焊缝。

D.5.2 圆形缺陷的质量分级如下:

D.5.2.1 长宽比不大于 3 的缺陷定义为圆形缺陷, 可以是圆形、椭圆形、锥形等不规则形状的气孔或夹渣。

D.5.2.2 圆形缺陷评定区为一个与焊缝平行的矩形, 其尺寸见表 D.4。评定区应在底片上缺陷显示最严重的部位。

D.5.2.3 单个圆形缺陷评定:

I 级: 缺陷尺寸不大于 1/5 焊件厚度, 且不大于 4mm 的缺陷, 在 1000mm² 区域内不超过 1 个;

II 级: 缺陷尺寸不大于 1/4 焊件厚度, 且不大于 6mm 的缺陷, 在 1000mm² 区域内不超过 1 个;

III 级: 缺陷尺寸不大于 1/3 焊件厚度, 且不大于 8mm 的缺陷, 在 1000mm² 区域内不超过 1 个。

D.5.2.4 评定圆形缺陷时应按表 D.5 换算成点数在评定区域内累计计算。

表 D.4 圆形缺陷评定区

母材公称厚度 δ mm	≤ 20	> 20
评定区尺寸 mm × mm	10 × 10	10 × 20

表 D.5 圆形缺陷点数换算表

缺陷长径 ρ mm	≤ 1	$1 < \rho \leq 2$	$2 < \rho \leq 3$	$3 < \rho \leq 4$	$4 < \rho \leq 5$	$5 < \rho \leq 6$	$6 < \rho \leq 8$	$8 < \rho \leq 10$
缺陷点数	1	2	3	6	8	10	15	25

D.5.2.5 各级焊接接头允许存在的缺陷点数, 见表 D.6。

表 D.6 各级焊接接头允许存在的缺陷点数

评定区 mm×mm	10×10			10×20
母材公称厚度 δ mm	≤ 5	$5 < \delta \leq 10$	$10 < \delta \leq 20$	$20 < \delta \leq 40$
I 级	4	6	8	10
II 级	8	12	16	20
III级	16	24	32	40
IV级	缺陷点数大于III级或缺陷			
注：当母材公称厚度不同时，取较薄板的厚度。				

D.5.2.6 当缺陷的尺寸小于表 D.7 的规定时，分级评定不计该缺陷的点数。但对于 I 级焊接接头和母材公称厚度 $\delta \leq 5\text{mm}$ 的 II 级焊接接头，不计点数的缺陷在圆形缺陷评定区内不得多于 10 个，超过时焊接接头质量应降低一级。

表 D.7 不计点数的缺陷尺寸

单位：mm

母材公称厚度 δ	缺陷长径
≤ 10	≤ 0.3
$10 < \delta \leq 20$	≤ 0.4
$20 < \delta \leq 40$	≤ 0.7

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
母 线 焊 接 技 术 规 程
DL/T 754—2013
代替 DL/T 754—2001

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

2013年8月第一版 2013年8月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 33千字
印数 0001—3000册

统一书号 155123·1572 定价 11.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.1572

上架建议：规程规范/
电力工程/火力发电