

J33

备案号:8388—2001

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 752 — 2001

火力发电厂异种钢焊接技术规程

The code of the welding on dissimilar steel for power plant

2001-02-12 发布

2001-07-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

前 言

根据原电力工业部 1996 年电力行业标准计划项目（综科技〔1996〕40 号文）的安排，电力建设研究所组织系统内有关单位组成编写组，制定了本标准。

本标准对电力建设工程与电力生产设备的检修和维护中涉及的异种钢焊接的人员、材料、工艺、质量检验等做出了具体的规定，是对 DL5007—1992《电力建设施工及验收技术规范》（火力发电厂焊接篇）的专项补充，是异种钢焊接的基础性标准。本标准将使电力行业的焊接技术工作的规范更趋完善。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准由电力行业电站焊接标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：国家电力公司电力建设研究所、华北电力集团公司焊接技术培训中心、湖北省电力试验研究所、山东电力研究院、华北电力科学研究院、河南电力试验研究所、安徽省电力公司。

本标准主要起草人：郭军、杨建平、何钢、谢钟钰、章亚林、许江晓、刘国众、赵卫东。

本标准由电力行业电站焊接标准化技术委员会负责解释。

目 次

前言

1 范围	1
2 引用标准	1
3 一般规定	1
4 焊前准备	2
5 钢材和焊接材料	3
6 焊接工艺	3
7 焊后热处理	7
8 质量检验	7
9 技术文件	8
附录 A (标准的附录) A 类异种钢对接焊缝超声波检验方法	9
附录 B (标准的附录) 各类异种钢焊接推荐的焊接材料和焊后处理温度表	10

中华人民共和国电力行业标准

火力发电厂异种钢焊接技术规程

DL/T 752—2001

The code of the welding on dissimilar steel for power plant

1 范围

本标准规定了在火力发电厂承压部件的设计、制作、安装和检修工作中,以及在火力发电厂承压部件上焊接非承压件时,奥氏体钢、马氏体钢、贝氏体钢、珠光体钢之间的异种钢焊接技术要求。

本标准适用于采用手工电弧焊、手工钨极氩弧焊、气体保护焊、药芯焊丝电弧焊等方法从事电站承压部件的异种钢焊接,其他部件的异种钢焊接可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

DL/T679—1999	焊工技术考核规程
DL 5007—1992	电力建设施工及验收技术规范(火力发电厂焊接篇)
DL/T5048—1995	电力建设施工及验收技术规范(管道焊接接头超声波检验篇)
DL/T5069—1996	电力建设施工及验收技术规范(钢制承压管道对接焊接接头射线检验篇)
SD340—1989	火力发电厂锅炉、压力容器焊接工艺评定规程

3 一般规定

3.1 焊接人员

参加异种钢焊接工作的焊接人员应符合 DL5007 和 DL/T679 的要求,并取得相应的工作资格。

金相和光谱检验人员应取得电力行业相应的检验资格。焊工在分别取得异种钢两侧钢材、规格、相应位置和焊接材料的焊接合格证之后,经培训考核合格,方可上岗施焊。

3.2 钢材组合与焊缝分类

3.2.1 根据钢材供货金相组织形态,异种钢焊接分为 3 类 6 组: A 类异种钢接头的一侧为奥氏体钢,另一侧为其他组织形态钢种; M 类异种钢接头的一侧为马氏体钢,另一侧为非奥氏体的其他组织形态钢种; B 类异种钢接头的一侧为贝氏体钢,另一侧为珠光体钢,其主要组合见表 1。

表 1 异种钢焊接接头分类表

异种钢焊接接头类别、组别		异种钢接头两侧金属分类 (按 SD340—1989 分类)
类别	组别	
A	AM	Ⅶ + V
	AB	Ⅶ + IV
	AP	Ⅶ + III
M	MB	V + IV
	MP	V + III
B	BP	IV + III

3.3 材料

3.3.1 母材和焊接材料的规格、型号和其他技术要求应符合合同规定的设计文件的规定，并具有出厂合格证明书和质量保证书。

3.3.2 施工前应对材料按其标准进行检查验收，对材质有怀疑时，应按规定进行复验，合格后方可使用。

3.4 焊接设备和检验器具

3.4.1 焊接设备、热处理设备和检测器具应具有标有计量等级的出厂合格证，各种需要计量的计量器具应具有有效的定期检定证明。

3.4.2 焊接设备、热处理设备应具有参数稳定、调节灵活和安全可靠等性能，应满足焊接工艺的要求。

3.5 焊接工艺

3.5.1 焊接前，应根据母材的焊接性、结构特点、设计要求，按照有关工艺评定的规定进行焊接工艺评定。

3.5.2 应进行焊接工艺评定，并在焊接工艺评定合格的基础上，结合施工现场的条件编制焊接工艺指导书。焊接工艺指导书的主要内容是：

- a) 坡口型式、尺寸和加工方法及防污、防锈要求；
- b) 对焊接方法、焊接设备及焊接材料的要求；
- c) 定位焊及装配要求；
- d) 预热方法及规范，层间温度控制；
- e) 焊接规范；
- f) 焊道和层数安排及作业时间的控制要求，连续焊接要求以及被迫中断焊接时的对应措施；
- g) 焊缝层间清理要求；
- h) 后热和焊后热处理方法和规范；
- i) 质量检验项目、标准以及返修规定。

3.6 质量要求

异种钢焊接接头质量要求应符合 DL5007 对Ⅰ类焊缝质量要求的规定。

3.7 安全要求

异种钢焊接工作（包括焊接、热处理和检验）必须遵守有关安全、环保、防火规程的规定。

3.8 技术档案

异种钢焊接的技术资料应作为焊接工程技术资料的组成部分，按有关规定收集、记录、整理和归档。

4 焊前准备

4.1 焊缝布置

4.1.1 异种钢焊缝的设置应满足设计及有关规程对锅炉受热面管子、管道焊缝位置的要求。

4.1.2 对锅炉受热面管子异种钢焊缝，其中心线距离管子弯曲起点或锅筒、集箱外壁以及支吊架边缘至少 100mm，两个对接焊缝间距离不得小于 200mm，且不小于管子直径的 2.5 倍。

4.1.3 对管子对接焊缝，其中心线距离管子弯曲起点不得小于管子外径，且不小于 200mm（焊接、锻制、铸造成型管件除外），距支吊架边缘至少 100mm，两个对接焊缝间距不得小于管子直径，且不得小于 200mm。

4.1.4 容器和承压管道上接管座一般不得设置异种钢接头。

4.1.5 异种钢焊缝上不得开孔。

4.2 焊缝坡口型式

4.2.1 管子、管道和压力容器上的异种钢焊缝坡口型式应符合设计图纸的规定，如无规定时，坡口的

型式和尺寸应按能保证焊接质量、改善劳动强度、便于操作、减少焊接应力与变形、适于探伤要求等原则选用。

4.3 焊件下料与坡口加工

4.3.1 焊件下料宜采用机械方法，对奥氏体钢和马氏体钢禁止采用火焰切割。当采用碳弧气刨或电弧切割奥氏体钢和马氏体钢时，必须在满足工艺评定规定的预热条件下进行，并设有足够的加工余量。

4.3.2 采用火焰切割下料时，切口部分应留有足够的加工余量，以除去淬硬层及过热金属。

4.3.3 坡口的制备应采用机械方法，对使用火焰切割下料的工作，应去除淬硬层、过热金属、飞溅物等，并将不平处修理平整。

4.4 焊件组对

4.4.1 焊件在组对前应将焊口表面及附近母材表面的污物清理干净，直至发出金属光泽，清理范围为：

- a) 对接接头每侧各为 10mm~15mm；
- b) 角接接头焊脚 K 值加 10mm。

4.4.2 焊件坡口应按下列要求检查合格后，方可进行组对：

- a) 坡口处母材无裂纹、重皮、坡口损伤及毛刺等缺陷；
- b) 坡口尺寸符合设计图纸要求；
- c) 在第 4.4.1 条规定的清理范围内无裂纹、夹层等缺陷。

4.4.3 对接管口端面应与管子中心线垂直，其偏斜度 Δf 不得超过 DL 5007—1992 中表 4.0.6 的规定。

4.4.4 焊件对口应做到对口两端壁厚相等，如两端壁厚不等时，应按 DL 5007—1992 中图 4.0.8 的要求处理。

4.4.5 焊口的局部间隙过大时，应修整使其符合规定尺寸，严禁在间隙内填塞物。

4.4.6 焊件组对好后，应将其装配牢固，并有措施防止在焊接或热处理过程中产生变形和附加应力。

4.4.7 除设计规定的冷拉口外，焊口不得采用强力对口、热膨胀对口。

4.5 焊接材料准备

4.5.1 焊丝、焊条应按规定存放于干燥、通风良好、温度大于 5℃、相对湿度小于 60% 的库房内。

4.5.2 焊条使用前应按其说明书要求进行烘焙，重复烘焙不得超过两次，现场使用应按规定置于有效的专用保温箱筒内，其保温温度为 80℃~150℃，随用随取。焊丝使用前应除净污物。

4.6 预热和热处理准备

4.6.1 测温器具应在规定的计量检定有效期内测温 and 校验。

4.6.2 加热设备应具有可靠的控温系统。

5 钢材和焊接材料

5.1 钢材应符合相应的国家标准、行业标准（或专业技术条件），进口钢材应符合该国国家标准，电厂常用第Ⅲ~Ⅶ类钢材的化学成分、力学性能和参考数据见表 2。

5.2 焊接材料（焊丝、焊条、药芯焊丝、钨棒、氩气、氧气和乙炔气）的质量应符合国家标准（或有关标准）。电厂常用的焊丝、焊条的化学成分和力学性能见 DL5007—1992 附录 B。

5.3 对异种钢接头焊接，其焊接材料的选择应根据不同的异种钢焊接类别决定。

5.3.1 A 类异种钢焊接，宜选用镍基焊丝或焊条。

5.3.2 M 类和 B 类异种钢焊接，宜选用与钢材级别低的一侧相配的或成分介于两侧钢材之间的焊丝或焊条。

5.3.3 各类异种钢焊接推荐的焊接材料见附录 B。

5.4 钨极氩弧焊用的电极，宜采用铈钨极或钍钨极棒，所用氩气纯度不低于 99.95%。

6 焊接工艺

6.1 基本要求

表 2 电厂常用第Ⅲ~Ⅷ类钢材的化学成分、机械性能和参考数据

序号	牌 号		化 学 成 分 %								
	钢号	标准号	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	Ti	B
1	12CrMo	GB5310	0.08~0.15	0.40~0.70	0.17~0.37	0.40~0.70	0.40~0.55	—	—	—	—
2	15CrMo	GB5310	0.12~0.18	0.40~0.70	0.17~0.37	0.80~1.10	0.40~0.55	—	—	—	—
3	12CrMoV	GB/T077	0.08~0.15	0.40~0.70	0.17~0.37	0.30~0.60	0.25~0.35	0.15~0.30	—	—	—
4	12Cr1MoV	GB5310	0.08~0.15	0.40~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	0.25~0.35	0.15~0.30	—	—	—
5	10CrMo910	DIN17175	0.08~0.15	0.40~0.70	≤0.50	2.00~2.50	0.90~1.20	—	—	—	—
6	12Cr2MoWVTiB	GB5310	0.08~0.15	0.45~0.65	0.45~0.75	1.60~2.10	0.50~0.65	0.28~0.42	—	0.08~0.18	≤0.008
7	12Cr3MoVSiTiB	GB5310	0.09~0.15	0.50~0.80	0.60~0.90	2.50~3.00	1.00~1.20	0.25~0.35	—	0.22~0.38	0.005~0.011
8	X20CrMo-V121	DIN17175	0.17~0.23	≤1.00	≤0.50	10.0~12.50	0.80~1.20	0.25~0.35	0.30~0.80	—	—
9	T91/P91	SA213	0.08~0.12	0.30~0.60	0.20~0.50	8.0~9.50	0.85~1.05	0.18~0.25	≤0.40	—	—
10	1Cr5Mo	GB/T1221	≤0.15	≤0.60	≤0.50	4.00~6.00	0.40~0.60	—	≤0.60	—	—
11	0Cr13Al	GB/T1220	≤0.08	≤1.00	≤1.00	11.5~14.5	—	—	—	—	—
12	1Cr13	GB/T1220	≤0.15	≤1.00	≤1.00	11.5~13.5	—	—	≤0.60	—	—
13	1Cr17	GB/T1220	≤0.12	≤1.00	≤0.75	16.0~18.00	—	—	—	—	—
14	0Cr18Ni9	GB/T1220	≤0.07	≤2.00	≤1.00	17.0~19.00	—	—	8.0~11.00	—	—
15	1Cr18Ni9	GB/T1220	≤0.15	≤2.00	≤1.00	17.0~19.00	—	—	8.0~10.00	—	—
16	0Cr18Ni9Ti	GB/T1220	≤0.15	≤2.00	≤1.00	22.0~24.00	—	—	8.0~10.00	—	—
17	1Cr18Ni9Ti	GB/T1220	≤0.12	≤2.00	≤1.00	17.0~19.00	—	—	8.0~11.00	5(Cr-0.02)~0.80	—
18	0Cr23Ni13	GB/T1220	≤0.08	≤2.00	≤1.00	22.0~24.00	—	—	12.0~15.0	—	—
19	1Cr23Ni18	GB/T2270	≤0.08	≤2.00	≤1.00	22.0~24.00	—	—	12.0~15.0	—	—
20	ZG20CrMo	JB755	0.15~0.25	0.50~0.80	0.20~0.45	0.50~0.80	0.40~0.60	—	—	—	—
21	ZG20Cr-MoV	JB2640	0.18~0.25	0.40~0.70	0.17~0.37	0.90~1.2	0.50~0.70	0.20~0.30	—	—	—
22	ZG15Cr1-Mo1V	JB2640	0.14~0.20	0.40~0.70	0.17~0.37	1.20~1.70	1.00~1.20	0.20~0.40	—	—	—

表 2(续完)

序号	牌 号		化 学 成 分 %					常 温 机 械 性 能					分类号 SD340
	钢号	标准号	W	Nb	N	S	P	σ_s , MPa	σ_b , MPa	δ , %	α_k , J/cm ²	HB	
1	12CrMo	GB5310	—	—	—	≤0.035	≤0.035	206	412~559	21	69		Ⅲ
2	15CrMo	GB5310	—	—	—	≤0.035	≤0.035	235	441~638	21	59		Ⅲ
3	12CrMoV	GB/T1077	—	—	—	≤0.035	≤0.035	225	440	22	78		Ⅲ
4	12Cr1MoV	GB5310	—	—	—	≤0.035	≤0.035	255	471~638	21	59		Ⅲ
5	10CrMo910	DIN17175	—	—	—	≤0.035	≤0.035	269~280	450~600		Ⅳ		
6	12Cr2Mo-WV-TiB	GB5310	0.30~0.55	—	—	≤0.035	≤0.035	343	540~738	18	Ⅳ		
7	12Cr3MoV-Si-TiB	GB5310	—	—	—	≤0.035	≤0.035	441	608~804	16	Ⅳ		
8	X20CrMo-V121	DIN17175	—	—	—	≤0.030	≤0.030	490	690~840	17	V		
9	T91/T91	SA213	—	0.06~0.100	0.03~0.07	≤0.010	≤0.020	≥415	≥585	20		≤250	V
10	1Cr5Mo	GB/T1221	—	—	—	≤0.030	≤0.035	392	588	18	55	156~241	V
11	0Cr13Al	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	177	412	20	98.1	≤183	Ⅵ
12	1Cr13	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	343	539	25	98.1	≥159	Ⅵ
13	1Cr17	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	205	450	22		≤183	Ⅵ
14	0Cr18Ni9	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	205	520	40		≤187	Ⅶ
15	1Cr18Ni9	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	206	520	40		≤187	Ⅶ
16	0Cr18Ni9Ti	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	206	520	40		≤187	Ⅶ
17	1Cr18Ni9Ti	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	206	520	40		≤187	Ⅶ
18	0Cr23Ni13	GB/T1220	—	—	—	≤0.030	≤0.035	206	520	40		≤187	Ⅶ
19	1Cr23Ni18	GB/T2270	—	—	—	≤0.030	≤0.035	206	520	40		≤187	Ⅶ
20	ZG20CrMo	JB755	—	—	—	≤0.040	≤0.040	≥25	≥47°	≥18	≥3	135	Ⅲ
21	ZG20Cr-MoV	JB2640	—	—	—	≤0.030	≤0.030	313	420	14	29.4		Ⅲ
22	ZG15Cr1-Mo1V	JB2640	—	—	—	≤0.030	≤0.030	343	420	14	29.4		Ⅲ

- 6.1.1 异种钢焊接的施焊现场的最低环境温度为 5℃，并应具有遮风、避雨、防雪和防寒设施。
- 6.1.2 异种钢焊接工作应严格按照焊接作业指导书的规定进行。
- 6.1.3 严禁在非焊接部位的母材上引弧、试电流或焊接临时物，严禁在母材表面焊接对口卡具。
- 6.1.4 不宜采用火焰加热，可选用中频、工频感应法或远红外加热法预热。
- 6.1.5 点固焊时，除焊接材料、焊接工艺、焊工和预热温度等均应与正式施焊相同外，还应满足下列要求：
- a) 对小直径或薄壁管应采取对口夹具或直接点固法，不宜采取在母材上点焊钢筋、铁板等外点固法；
 - b) 在对口根部点固焊时，点固后应检查每个焊点质量，如有缺陷应立即清除，重新点固；
 - c) 对厚壁大直径管，若采用楔形物在坡口内临时定位，在去除楔形物时，不应损伤母材，并将其残留焊疤清除干净，打磨修整好。
- 6.1.6 定位焊缝的数量、长度和厚度等的确定，一般应以去除对口卡具后以及施焊中，定位焊缝不会因载荷或热膨胀等作用而撕裂为原则。
- 6.1.7 异种钢焊接应采用氩弧焊，打底后应立即进行宏观检查，确认无缺陷后及时进行焊接。
- 6.1.8 厚壁大直径管的焊接应采用多层多道焊，当壁厚大于 35mm 时，焊接工艺应符合下列规定：
- a) 氩弧焊打底的焊层厚度不小于 3mm；
 - b) 其他焊道的单层厚度不大于所用焊条直径加 2mm；
 - c) 单焊道摆动宽度不大于所用焊条直径的 5 倍。
- 6.1.9 对于外径大于或等于 219mm 的管道及锅炉密集排管的对接焊口，宜采用两人对称焊。
- 6.1.10 施焊中，应特别注意焊道接头和收弧的质量，收弧时应将熔池填满，多层多道焊的焊道接头应错开。
- 6.1.11 施焊过程除工艺和检验上要求分次焊接外，应连续完成。如被迫中断焊接，就应采取防止产生裂纹的措施（如后热、缓冷、保温）。再焊时应检查并确认无裂纹后，方可按照工艺要求继续施焊。
- 6.1.12 对需做检验的隐蔽焊缝，应经检验合格后，方可进行其他工序。
- 6.1.13 焊口焊完后应进行清理，经自检合格后在焊缝附近打上焊工本人的代号钢印或其他永久性标记。
- 6.1.14 整个对口焊接和热处理完毕后，方可拆卸安装管道冷拉口所使用的加载工具。
- 6.1.15 不得对焊接接头进行加热校正。
- 6.1.16 焊接接头出现超过标准的缺陷时，可采取挖补的方式返修，同一位置上的挖补次数不得超过两次。挖补应遵守下列规定：
- a) 焊补前应采用机械方法彻底清除缺陷；
 - b) 补焊应在具体的补焊工艺措施指导下进行；
 - c) 需进行热处理的焊接接头，返修后应重新进行热处理。
- 6.2 A 类异种钢焊接
- 6.2.1 管壁厚度不大于 6mm 的 AB、AP 组异种钢焊接，不必预热。AM 组异种钢焊接应预热，预热温度为 100℃～150℃。
- 6.2.2 打底焊应采用背面氩气保护。对于壁厚小于 5mm 的管子，推荐全氩弧焊方法；壁厚大于或等于 5mm 的管子或管道，推荐采用氩弧焊打底，手工电弧焊盖面工艺。
- 6.2.3 应认真清理氩弧焊道的表面，确认焊道表面无氧化物，方可进行次层焊道的焊接。
- 6.2.4 对于炉内换管，应采用炉外焊接异种钢短管，炉内焊接同种钢焊口的方法，以确保焊接质量。
- 6.3 M 类和 B 类异种钢焊接
- 6.3.1 M 类异种钢焊接应进行预热，预热温度为 250℃～350℃。B 类异种钢焊接预热温度按 DL5007 的规定执行。

6.3.2 M类异种钢的打底焊,应采用背面氩气保护。

6.3.3 外径大于或等于 219mm 的 M 类异种钢焊口,宜采用两人对称焊的方法,并一次连续完成焊接。当遇特殊情况无法一次连续完成焊接时,必须采取有效措施保证焊口缓冷以防止产生裂纹。

6.3.4 焊接过程中应尽可能采用小的热输入量,多层多道焊,严格控制层间温度。

6.3.5 对需要进行中间探伤的厚壁焊口,应进行后热处理,保证缓冷;在探伤完成之后,应重新预热继续焊接。

6.4 过渡层焊接

6.4.1 当壁厚超过 12mm,异种钢接头两侧的材料合金成分差异较大时,可以采取堆焊过渡层的方法来减小接头部分的材料合金的成分差。

6.4.2 一般在低成分侧堆焊一种中间成分的材料,形成过渡层,过渡层的厚度应不小于 4mm。

6.4.3 过渡层焊接应当按本规程的要求,严格进行操作。

6.5 层间温度

6.5.1 AB 组、AP 组异种钢焊接的层间温度不应超过 150℃。

6.5.2 对 M 类、B 类及 AM 组异种钢焊接,一般应按预热温度较高一侧的钢材要求来设置异种钢焊接的层间温度。

6.6 清理焊缝

6.6.1 对 A 类异种钢焊缝,应仔细去除每层焊缝表面的氧化物。对怀疑有夹渣部分,应进行打磨,确保无层间缺陷。

6.6.2 对其他异种钢焊缝,除打底层焊道按 6.6.1 的规定处理外,其余焊道均应进行清理,同时对容易引起夹渣的部位进行打磨整形。

7 焊后热处理

7.1 对壁厚小于 6mm 的 AB 组、AP 组焊接接头一般不需焊后热处理;对 AM 组及壁厚不小于 6mm 的 AB 组、AP 组焊接接头的焊后热处理,应按非奥氏体侧材料的热处理工艺要求进行操作。

7.2 对 M 类异种钢焊接接头,一般应在焊后缓冷至 100℃~150℃ 保温,确保钢材的马氏体充分转变,然后进行热处理,热处理温度不超过低合金钢侧材料的相变温度 A_{Cl} 。

7.3 对壁厚大于 6mm 的 B 类异种钢焊接接头,应进行热处理,其热处理温度不超过低合金钢侧材料的相变温度 A_{Cl} 。

7.4 焊后热处理一般为高温回火,异种钢焊接接头的焊后热处理温度见附录 B。

7.5 热处理的升温、降温速度,一般可按 $250 \times 25 / \text{壁厚}^\circ\text{C} \cdot \text{h}$ 计算,保温时间按 DL5007 中的相应规定执行。

8 质量检验

8.1 一般规定

8.1.1 除非工艺指导书规定进行中间检验,需进行热处理的接头,其检验应在热处理之后进行。

8.2 外观检验

8.2.1 各类异种钢接头的外观检验应符合 DL5007—1992 中的表 8.0.1-1 和表 8.0.1-2 中 I 类焊缝的要求。

8.2.2 各类异种钢接头的角变形应符合 DL5007—1992 中的表 8.0.1-3 的要求,其管子、管道焊缝的内壁不允许错口,外壁错口不得超过以下规定:

- a) 锅炉受热面管子:小于或等于壁厚的 $10\% + 1\text{mm}$;
- b) 其他管道:小于或等于壁厚的 10% 且小于或等于 4mm 。

8.3 无损检验

8.3.1 对承压管道异种钢焊接接头按 DL/T5048、DL/T5069 的规定进行，但是对 A 类异种钢焊接接头进行超声波检验，按附录 A 规定进行。

8.3.2 焊缝的质量应符合 DL5007—1992 中的表 8.0.2 中 I 类焊缝的要求。

8.4 力学性能和金相试验

8.4.1 异种钢焊接接头的力学性能试验结果应符合 DL 5007—1992 中的表 8.0.3 的规定，但对抗拉强度的合格标准作如下调整：接头的抗拉强度不低于低强度侧母材的规定值下限。

8.4.2 异种钢焊接接头折断面和金相宏观检验结果应符合 DL5007—1992 中的表 8.0.4 中 I 类焊缝的要求。

8.4.3 异种钢焊接接头金相微观检验合格的标准如下：

- a) 没有裂纹；
- b) 没有过烧组织；
- c) 没有淬硬的马氏体组织。

8.5 硬度检验

8.5.1 对奥氏体焊缝的硬度不作规定。

8.5.2 对非奥氏体焊缝，其热处理后的硬度值应同时符合下列规定（以合金含量低侧母材的成分计算合金总含量）：

- a) 不超过高合金侧母材布氏硬度值 + 100HB；
- b) 合金总含量小于 3%，布氏硬度 $\leq 270\text{HB}$ ；
- c) 合金总含量为 3% ~ 10%，布氏硬度 $\leq 300\text{HB}$ ；
- d) 合金总含量大于 10%，布氏硬度 $\leq 350\text{HB}$ 。

9 技术文件

9.1 异种钢焊接技术文件应及时进行编制，汇集于工程的焊接技术文件，竣工后移交有关部门，其技术文件的内容应符合 DL5007—1992 中的第 9 章的规定。

附录 A (标准的附录)

A 类异种钢对接焊缝超声波检验方法

A1 范围

本附录适用于小径管（壁厚小于或等于 14mm，外径小于或等于 89mm）奥氏体钢与马氏体钢、贝氏体钢、珠光体钢的异种钢对接焊缝的超声波检验。

A2 探伤人员

探伤人员必须具备由电力行业或劳动部门颁发的Ⅱ级及以上的超声波探伤资格证书。

A3 执行标准

按 DL/T5048 执行。

A4 探伤仪

探伤仪采用数字式智能超声波探伤仪。

A5 试块

参照 DL/T5048，采用奥氏体材料的 RB-3 对比试块、SD-Ⅳ型试块（携带式）、小径管焊接接头超声波探伤专用试块。

A6 探头及灵敏度

探头及灵敏度见表 A1。

表 A1 探头及灵敏度

类型	单斜	折射角	$\geq 70^\circ$	探伤灵敏度	$\phi 2-18\text{dB}$
频率	4MHz	晶片尺寸	6mm×6mm	灵敏度补偿	$\geq 4\text{dB}$
注：探头前沿距离应小于或等于 5mm。					

A7 耦合剂

采用专用耦合剂。

A8 探伤方法

A8.1 声速：奥氏体材料的纵波声速取 5720mm/s。

A8.2 探测方法：用一次波从异种钢对接焊缝两侧对焊缝根部缺陷进行检验。采用二次波对焊缝中上部缺陷进行检验，但二次波探伤应以与焊丝成分相近的母材侧为主。

A8.3 用同一探头从异种钢对接焊缝两侧探伤时，要分别确定探头的折射角（K 值）和探伤灵敏度。

A9 质量评定

质量评定参照 DL/T 5048—1995 中的第 9.4 条规定。

附录 B (标准的附录)

各类异种钢焊接推荐的焊接材料和焊后处理温度表

表 B1 各类异种钢焊接推荐的焊接材料和焊后处理温度表

Ⅲ	1/2Cr-1/2Mo	3'-c-C							
	1Cr-1/2Mo	3'-c-C	4-c-C						
	1Cr-1/2Mo	3'-c-C	4-c-C	4-c-C					
	1/2Cr-1/2Mo-V	4-c-D	4-c-C	4-c-C	5-d-E				
	1Cr-1/2Mo-V	4-c-D	4-c-C	4-c-C	5-d-E	5-d-E			
	1Cr-1Mo-V	4-c-D	4-c-D	4-c-D	5-d-E	5-d-E	5'-d-E		
	1Cr-1/2Mo-V	4-c-D	4-c-D	4-c-D	5-d-E	5-d-E	5'-d-E	5'-d-E	
	2Cr-1/2Mo	4-c-D	4-c-D	4-c-D	5-d-E	5-d-E	5'-d-E	5'-d-E	6-d-E
Ⅳ	2Cr-1Mo	4-c-D	5-d-E	5-d-E	5-d-E	5-d-E	5'-d-E	5'-d-E	6-e-E
	2Cr-1/2Mo-V	5-d-E	5-d-E	5-d-E	5-d-E	5-d-E	5'-d-E	5'-d-E	6-e-E
	3Cr-1Mo	5-d-E	5-d-E	5-d-E	5'-d-E	5'-d-E	5'-d-E	5'-d-E	6-e-E
	3Cr-1Mo-V-Ti	5-d-E	5-d-E	5-d-E	5'-d-E	5'-d-E	5'-d-E	5'-d-E	6-e-E
Ⅴ	5Cr-1/2Mo	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E
	7Cr-1/2Mo	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E
	9Cr-1Mo	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E
Ⅵ	12Cr-1Mo-V	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E	6-e-E
Ⅶ	18-8	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A
	钢种	1/2Cr-1/2Mo	1Cr-1/2Mo	1Cr-1/2Mo	1/2Cr-1/2Mo-V	1Cr-1/2Mo-V	1Cr-1Mo-V	1Cr-1/2Mo-V	2Cr-1/2Mo
按 SD340—1989 分类		Ⅲ							
Ⅲ	1/2Cr-1/2Mo								
	1Cr-1/2Mo								
	1Cr-1/2Mo								
	1/2Cr-1/2Mo-V								
	1Cr-1/2Mo-V								
	1Cr-1Mo-V								
	1Cr-1/2Mo-V								
	2Cr-1/2Mo								
Ⅳ	2Cr-1Mo	6-e-E							
	2Cr-1/2Mo-V	6-e-E	6'-f-F						
	3Cr-1Mo	6-e-E	6'-f-F	6'-f-F					
	3Cr-1Mo-V-Ti	6-e-E	6'-f-F	6'-f-F	6'-f-F				
Ⅴ	5Cr-1/2Mo	6-e-E	6''-f-F	6''-f-F	6''-f-F	7-F			
	7Cr-1/2Mo	6-e-E	6''-f-F	6''-f-F	7-F	7-F	7-F		
	9Cr-1Mo	6-e-E	6''-f-F	6''-f-F	7-F	7-F	7-F	8-F	
Ⅵ	12Cr-1Mo-V	6-e-E	6''-f-F	6''-f-F	7-F	7-F	7-F	8-A	8'-g-F
Ⅶ	18-8	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	9-h-A	10-i-A
	钢种	2Cr-1Mo	2Cr-1/2Mo-W	3Cr-1Mo	3Cr-1Mo-V-Ti	5Cr-1/2Mo	7Cr-1/2Mo	9Cr-1Mo	12Cr-1Mo-V
按 SD340—1989 分类		Ⅳ				Ⅴ		Ⅵ	Ⅶ

附录 B (标准的附录)

表 B1 (续完)

注			
1. 当两侧钢材之一为奥氏体不锈钢, 且工作温度低于 425℃ 时, 可选用与所焊奥氏体不锈钢相应的焊条 (焊丝)。			
2. 对工作温度大于 425℃ 的耐热合金钢管子、管件承压部件进行补焊或在其上焊接管接头时, 若限于条件, 焊后无法进行热处理时, 推荐选用镍基焊条。			
3. 当采用氩弧焊打底时, 氩弧焊丝 d' 可同 3、4 电焊条, d'' 可同 5、5' 电焊条, e' 可同 6、6' 电焊条相匹配。			
4. 括号内的酸性焊条为 TIG 盖面焊条。			
5. 代号说明:			
焊条	焊丝	氩弧焊丝	热处理温度 (℃)
3'—热 207 (新热 202)	c—H13CrMo	d'—TIGR30	A—一般不进行热处理
4—热 307 (新热 302)	d—H08CrMoV	d''—TIGR31	B—620~670
5—热 317 (新热 312)	e—H08Cr2Mo1	e'—TIGR40	C—650~700
5'—热 337	f—H08Cr2MoVNb		D—670~720
6—热 407 (新热 402)	g—H16Cr10MoNiV		E—720~750
6'—热 347	h—Inconel 82 AVS ERNiCr3		F—750~780
6''—新热 347	i—H1Cr19Ni9Mo		
7—热 507			
8—热 707			
8'—热 817			
9—奥 302、奥 307、奥 402、奥 407			
10—奥 132、奥 137			

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
火力发电厂异种钢焊接技术规程
DL/T 752—2001

*

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 [http://www cepp. com cn](http://www.cepp.com.cn))
三河实验小学印刷厂印刷

*

2001年7月第一版 2001年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 23千字
印数 0001—5000册

*

书号 155083·291 定价 5.00元
版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)