

ICS 93.01

CCS P25

团 体 标 准

T/CNIDA ***—2024

摩擦焊钢筋锚固板应用技术规程

Technical specification for application of friction welding headed bars

（征求意见稿）

2024—**—**发布

2024—**—**实施

中国核工业勘察设计协会 发 布

目 次

前言.....	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	3
5 材料	5
6 设计	6
7 施工	7
8 验收	8
附录	11

前 言

根据中国核工业勘察设计协会《关于<摩擦焊钢筋锚固板应用技术规程>等 10 项团体标准立项的通知》（核设协〔2022〕59 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：范围、术语和定义、基本规定、材料、设计、施工、验收。

在摩擦焊钢筋锚固板应用相关活动中使用本规程时，必须遵守所有适用的国家法律、法规和强制性标准。

请注意本规程的某些内容可能涉及专利。本规程的发布机构不承担识别专利的责任。

本规程由中国核工业勘察设计协会提出并归口。

本规程由中建研科技股份有限公司会同有关单位编制完成并负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中建研科技股份有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路 30 号；邮政编码：100013）。

本规程主编单位：中建研科技股份有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

摩擦焊钢筋锚固板应用技术规程

1 范围

本规程规定了摩擦焊钢筋锚固板应用技术的基本规定、材料、设计、施工、验收。
本规程适用于混凝土结构中摩擦焊钢筋锚固板的设计、施工与验收。

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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 34630.5 搅拌摩擦焊铝及铝合金第5部分：质量与检测要求

GB/T 26955 金属材料焊缝破坏性试验 焊缝宏观和微观检验

GB/T 32259 焊缝无损检测 熔焊接头目视检测

GB/T 37777 惯性摩擦焊工艺方法

GB/T 2650 金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法

JGJ 256 钢筋锚固板应用技术规程

JB/T 4251 摩擦焊通用技术条件

JB/T 8086 摩擦焊机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 锚固板 anchorage head for rebar

设置于钢筋端部用于锚固钢筋的承压板。

3.2 摩擦焊 friction welding

利用焊件表面相互摩擦所产生的热，使端面达到热塑性状态，然后迅速顶锻，完成焊接的一种压焊方法。

3.3 摩擦焊钢筋锚固板 friction welded headed bars

采用摩擦焊接方式将钢筋与锚固板连接形成的钢筋锚固板组合件。

3.4 部分锚固板 partial anchorage head for rebar

依靠锚固长度范围内钢筋与混凝土的粘结作用和锚固板承压面的承压作用共同承担钢筋规定锚固力的锚固板。

3.5 全锚固板 full anchorage head for rebar

全部依靠锚固板承压面的承压作用承担钢筋规定锚固力的锚固板。

3.6 锚固板承压面积 bearing area of anchorage head

锚固板承压面在钢筋轴线方向的投影面积。

3.7 摩擦焊机 friction welding machine

利用被焊工件表面相互摩擦所产生的热使其达到塑性状态，然后迅速顶锻而完成焊接的一种热压焊机。

4 基本规定

4.1 分类及构造

摩擦焊锚固板按受力性能不同分为部分锚固板和全锚固板。

全锚固板承压面积不应小于锚固钢筋公称面积的 9 倍。

部分锚固板承压面积不应小于锚固钢筋公称面积的 4.5 倍。

摩擦焊钢筋锚固板厚度不应小于锚固钢筋公称直径。

当采用不等厚或长方形锚固板时，除应满足上述面积和厚度要求外，尚应通过省部级的产品鉴定。

4.2 工艺

摩擦焊工艺参数宜根据钢筋、锚固板、摩擦焊机具体情况确定，可参考附录 A 参数。

5 材料

5.1 钢筋

用于钢筋锚固的钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB/T 13014 及《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1 的规定。经供需双方协商，并在合同中注明，也可使用其他钢筋。

5.2 锚固板

5.2.1 原材料

摩擦焊锚固板原材料宜使用钢的牌号为 45 的优质碳素结构钢。

摩擦焊锚固板原材料可选用经试验证明符合本规程规定的其他钢材。

5.2.2 外观

摩擦焊锚固板外表面可为加工表面或钢材的自然表面。

摩擦焊锚固板表面应无肉眼可见裂纹或其他缺陷。

摩擦焊锚固板表面不宜有锈斑或浮锈，不应有防锈液残留物。

5.2.4 锚固板尺寸

圆形摩擦焊钢筋锚固板的最小尺寸参考附录 B。

5.3 摩擦焊钢筋锚固板

5.3.1 外观、尺寸

摩擦焊钢筋锚固板焊件飞边大小适中，沿圆周方向均匀分布，焊缝金属封闭良好。

摩擦焊钢筋锚固板焊件几何形状、尺寸应符合工艺文件规定（如同轴度、直线度、圆度、长度等）。

摩擦焊钢筋锚固板焊件焊缝直径至少应比工件母材直径大 0.5mm~1mm。

去掉飞边后，焊件表面不准许有裂纹。

5.3.2 力学性能

摩擦焊钢筋锚固板试件的极限拉力不应小于钢筋达到极限强度标准值时的拉力 $f_{stk}A_s$ 。

摩擦焊钢筋锚固板在混凝土中的锚固极限拉力不应小于钢筋达到极限强度标准值时的拉力 $f_{stk}A_s$ 。

摩擦焊钢筋锚固板试件硬度试验，硬度平均值应不低于母材规定值。

摩擦焊钢筋锚固板试件弯曲试验，试样表面上缺欠应小于 3mm 长。

摩擦焊钢筋锚固板试件冲击试验，常温冲击吸收平均功均值应不低于母材规定值，如无母材规定值时应不低于 27J，并且至多允许有一个试样的击吸收功低于上述指标值的 70%。

5.3.3 金相

摩擦焊钢筋锚固板试件金相试验，横截面金相组织不应出现未焊透、裂纹、夹渣现象。

5.4 摩擦焊机

摩擦焊钢筋锚固板加工用设备摩擦焊机应符合现行行业标准《摩擦焊机》JG/T8086 的有关规定。

摩擦焊机宜由锚固技术提供单位提供，并应有设备合格证和使用说明书。使用说明书应包含设备操作、运行、连接施工等所需作业空间和安全注意事项等内容。

6 设计

6.1 摩擦焊钢筋锚固板的设计应满足国家现行有关标准的规定。

6.2 核电工程摩擦焊钢筋锚固板的设计应用。

6.2.1 板抗冲切钢筋

承受局部荷载或集中反力的混凝土板和预应力混凝土板，当板厚受到限制，需要提高抗冲切承载力时，可采用钢筋锚固板作为板的抗冲切钢筋。

混凝土板中采用抗冲切钢筋锚固板时，除应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的计算规定外，尚应满足下列构造要求：

- 1 混凝土板厚不应小于 200mm;
- 2 柱面与钢筋锚固板的最小距离 s_0 不应大于 $0.35 h_0$, 且不应小于 50mm;
- 3 钢筋锚固板的间距 s 不应大于 $0.4h_0$;
- 4 计算所需的钢筋锚固板应在 45° 冲切破坏锥面范围内配置, 且应等间距向外延伸, 从柱截面边缘向外布置长度不应小于 $1.5h_0$ (图 6.1);

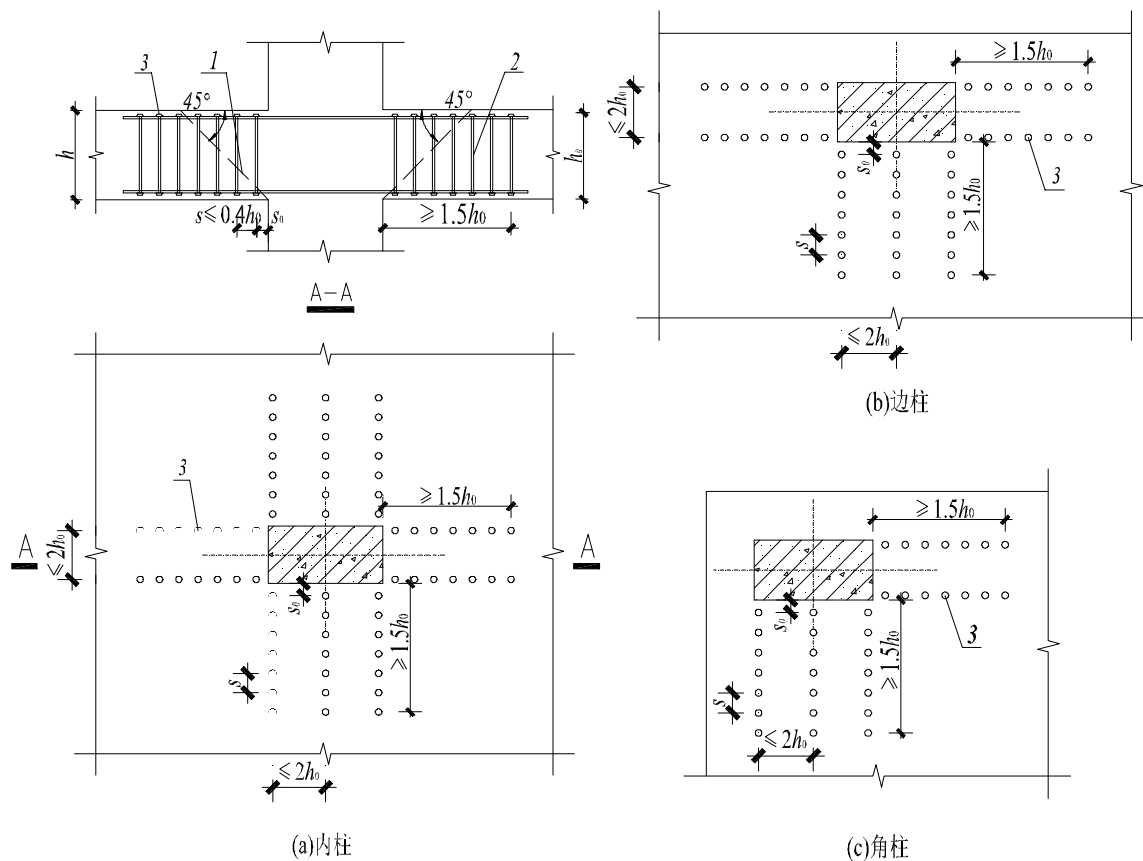


图 6.1 板中抗冲切钢筋锚固板排列布置

1—冲切破坏锥面; 2—抗冲切钢筋锚固板; 3—锚固板

7 施工

7.1 操作工人应经专业技术人员培训，合格后持证上岗，人员应相对稳定。

7.2 用于加工摩擦焊钢筋锚固板的焊机应能在下列环境条件下正常工作：

1 周围环境空气温度范围：在焊接期间为 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；在运输和存储过程中为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ；

2 周围空气中的灰尘、酸、腐蚀性气体或物质等不超过正常含量，由于焊接过程而产生的这些物质除外；

3 冷却液进口温度不超过 30°C ；

4 海拔不应超过 1000m；

5 焊机的额定供电电压为三相 380 V，50 Hz 电压波动在额定值的 $\pm 10\%$ 之内。带计算机监控装置的焊机的安装场地应远离工作时产生强电磁干扰的设备。

7.3 摩擦焊钢筋锚固板加工应符合下列规定：

1 加工应在摩擦焊钢筋锚固板工艺检验合格后方可进行；

2 焊接端面应与轴线垂直。除对端面形式有特殊要求的产品外，垂直度偏差应小于直径的 1%，也不得大于 0.5mm；

3 摩擦焊钢筋锚固板的焊接部位不准有裂纹、夹层、过深的凹痕以及局部腐蚀等缺陷，必要时还要按工艺文件规定进行无损检验；

4 摩擦焊钢筋锚固板的焊接端面不可带有油、锈、氧化膜等；

5 摩擦焊钢筋锚固板应牢固夹紧，不得沿轴向或旋转方向打滑。同轴度应按焊机精度和工件要求确定；

6 摩擦焊钢筋锚固板的伸出量应根据摩擦焊钢筋锚固板材料和尺寸确定。刚度应满足防止焊接时产生振动的要求；

7 焊接有空淬裂纹倾向的材料时，一般应在焊后采取保温缓冷措施（方法按工艺文件规定）。

8 验收

8.1 摩擦焊锚固板产品提供单位应提交经技术监督局备案的企业产品标准。对于不等厚或长方形锚固板，尚应提交省部级的产品鉴定证书。

8.2 摩擦焊锚固板产品进场时，应检查其锚固板产品的合格证。产品合格证应包括适用钢筋直径、锚固板尺寸、锚固板材料、锚固板类型、生产单位、生产日期以及可追溯原材料性能和加工质量的生产批号。产品尺寸及公差应符合企业产品标准的要求。锚固板原材料应有质量证明书。

8.3 摩擦焊钢筋锚固板加工开始前，应对不同钢筋生产厂的进场钢筋进行钢筋锚固板工艺检验，并按附录 D 规定的项目，填写焊接工艺记录卡并存档；施工过程中，更换钢筋生产厂商、变更摩擦焊钢筋锚固板参数、形式及变更产品供应商时，应补充进行工艺检验。工艺检验应符合下列规定：

1 抗拉强度检验

每种规格的摩擦焊钢筋锚固板试件不应少于 3 根；

抗拉强度检验按照本规程附录 C 进行，每根试件的抗拉强度均应符合本规程 5.3.2 的规定；

其中 1 根试件的抗拉强度不合格时，应重取 6 根试件进行复检，复检仍不合格时判为本次工艺检验不合格。

2 硬度检验

每种规格的摩擦焊钢筋锚固板试件不应少于 3 根；

硬度检验按照 GB/T 230.1 进行，每根试件硬度均应符合本规程 5.3.2 的规定；

其中 1 根试件的硬度不合格时，应重取 4 根试件进行复检，复检仍不合格时判为本次工艺检验不合格。

3 弯曲检验

每种规格的摩擦焊钢筋锚固板试件不应少于 3 根；

弯曲检验按照 GB/T 2653 进行，每根试件的弯曲检验均应符合本规程 5.3.2 的规定；

其中 1 根试件的弯曲检验不合格时，应重取 4 根试件进行复检，复检仍不合格时判为本次工艺检验不合格。

4 冲击检验

每种规格的摩擦焊钢筋锚固板试件不应少于 3 根；

冲击检验按照 GB/T 2650 进行，每根试件的冲击检验均应符合本规程 5.3.2 的规定；

其中 1 根试件的冲击检验不合格时，应重取 4 根试件进行复检，复检仍不合格时判为本次工艺检验不合格。

5 金相检验

每种规格的摩擦焊钢筋锚固板试件不应少于 3 根；

金相检验按照 GB/T 26995 进行，每根试件的金相检验均应符合本规程 5.3.2 的规定；

其中 1 根试件的金相检验不合格时，应重取 4 根试件进行复检，复检仍不合格时判为本次工艺检验不合格。

8.4 摩擦焊钢筋锚固板的现场检验应按验收批进行。同一施工条件下采用同一批材料的同类型、同规格的摩擦焊钢筋锚固板，摩擦焊钢筋锚固板应以 300 个为一个验收批，不足 300 个也应作为一个验收批。

8.5 对每一验收批，应随机抽取 3 个试件，并按本规程第 5.3.2 条的抗拉强度要求进行评定。3 个试件的抗拉强度均应符合强度要求，该验收批评为合格。如有 1 个试件的抗拉强度不符合要求，应再取 6 个试件进行复检。复检中如仍有 1 个试件的抗拉强度不符合要求，则该验收批应评为不合格。

附录 A
(规范性附录)

摩擦焊锚固板的最小尺寸参数表

钢筋直径 (mm)	外径 (mm)		厚度 (mm)
	部分锚固板	全锚固板	
12	28.4	38.2	12
14	33.1	44.5	14
16	37.8	50.8	16
18	42.5	57.2	18
20	47.2	63.5	20
22	51.9	69.8	22
25	59.0	79.3	25
28	66.0	88.8	28
32	75.4	101.5	32
36	84.8	114.1	36
40	94.1	126.7	40

附录 B
(规范性附录)

摩擦焊工艺参数

钢筋直径 (mm)	12	14	16	18	20	22
接触时间 (s)	30	32	34	36	40	43
顶锻压力 P_1 (MPa)	1.37	1.58	1.77	2.82	3.15	3.81
顶锻压力 P_2 (MPa)	2.78	3.45	3.97	6.36	7.33	8.48
旋转 (rpm)	2500	2418	2364	2284	2120	2002
钢筋直径 (mm)	25	28	32	36	40	50
接触时间 (s)	45.5	48	50	52.5	54.5	57.5
顶锻压力 P_1 (MPa)	4.43	4.97	5.35	6.02	6.64	7.13
顶锻压力 P_2 (MPa)	9.28	10.66	12.03	12.98	14.02	15.45
旋转 (rpm)	1975	1914	1830	1763	1672	1606

附录 C

(规范性附录)

摩擦焊钢筋锚固板试件抗拉强度试验方法

C.0.1 本附录所述试验方法适用于摩擦焊钢筋锚固板试件抗拉强度的检验与评定。

C.0.2 钢筋锚固板试件的长度不应小于 250mm 和 10d。

C.0.3 摩擦焊钢筋锚固板试件的受拉试验装置应符合下列规定：

- 1 锚固板的支承板平面应平整，并宜与钢筋保持垂直。
- 2 锚固板支撑板孔洞直径与试件钢筋外径的差值不应大于 4mm。
- 3 宜选用图 C.0.3 所示专用钢筋锚固板试件抗拉强度试验装置进行试验。

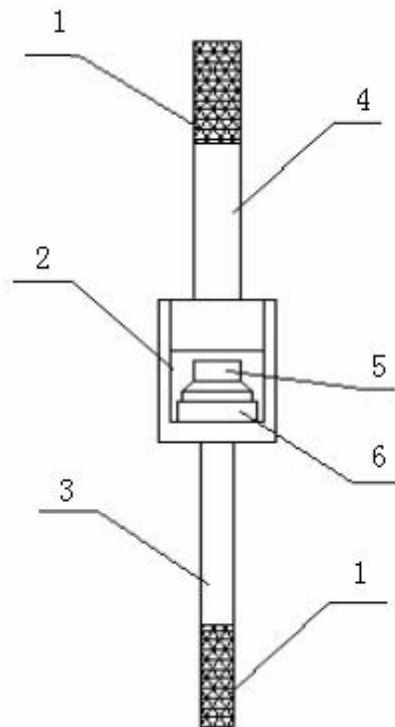


图 C.0.3 摩擦焊钢筋锚固板试件拉伸试验装置示意图

1—夹持区；2—钢套管基座；3—摩擦焊钢筋锚固板试件；4—工具拉杆；
5—锚固板；6—支承板

C.0.4 摩擦焊钢筋锚固板抗拉强度试验的加载速度应符合国家标准《金属材料 室温拉伸试验方法》GB/T 228 的规定。

附录 D
(资料性附录)

焊接工艺记录卡格式及内容

焊 接 产 品				焊工姓名	车间工艺员 姓名	焊接日期
产品名称	材料牌号	焊件尺寸	焊件数			
焊接设备型号	焊件批号	焊 接 规 范				
		转速n (r/min)	压力 (Pa)		时间 (s)	
			摩擦	顶锻	摩擦	刹车
备 注						
车间主任或 调度		班组长			检查员	