

团 体 标 准

T/CNS 50.3—2021

核电厂用奥氏体不锈钢构筑成形工艺 技术要求 第3部分:锻造加热

Additive forging technique applied to austenitic stainless steel used in nuclear
power plant—Part 3: Heating for forging

2021-07-26 发布

2021-11-01 实施

中 国 核 学 会 发 布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 加热温度范围 1

5 装炉 1

6 炉温控制与加热技术要求 2

7 构筑坯质量检查 3

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 T/CNS 50《核电厂用奥氏体不锈钢构筑成形工艺技术要求》的第 3 部分。T/CNS 50 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：连铸板坯；
- 第 2 部分：组坯封焊；
- 第 3 部分：锻造加热。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国核学会提出。

本文件由核工业标准化研究所归口。

本文件起草单位：中国科学院金属研究所、伊莱特能源装备股份有限公司、中国原子能科学研究院。

本文件主要起草人：徐斌、孙明月、赵龙哲、任秀凤、李敏、徐海涛、燕春光、银伟、李雅平、李殿中、牛余刚、王明政、李依依。

引 言

金属构筑成形技术是由我国科研人员在国际上原创的一项低成本高品质新型增材制造技术,该技术突破了传统的“以大制大”思路局限,采用均质化程度高、品质稳定的连铸坯或锻坯作为原料,对板坯表面进行加工、清洁,然后进行堆垛、真空封装成构筑封焊坯,最后将封焊坯进行加热、锻造,实现“无痕”连接,最终获得一体化的大尺寸均质锻坯,可以巧妙地解决大锻件的均质化制备难题。

影响构筑成形产品质量的主要原因有:

- 连铸坯或锻坯等构筑基元的质量存在问题;
- 构筑基元待结合表面污染物清除不彻底;
- 真空电子束封装后或加热过程开裂,导致待结合面破真空;

连铸坯是金属构筑成形的主要原材料,其内部质量直接决定了最终锻件产品能否满足设计要求,连铸坯的形状则影响材料的成材率,T/CNS 50.1 涵盖了连铸坯的内部质量和外观尺寸的要求。板坯的组坯封焊是金属构筑成形技术的关键工艺过程,其过程质量控制直接影响了最终锻件产品质量,T/CNS 50.2 对板坯的组坯封焊工艺过程及检验方法进行了规定。构筑坯的锻造加热是金属构筑成形技术的重要工序,加热速率过快容易造成构筑坯的开裂,加热速率过慢又会造成资源的浪费,T/CNS 50.3 对封焊坯的加热速率和锻造温度进行了约束,以提高构筑成形产品的质量稳定性。

核电厂用奥氏体不锈钢构筑成形工艺
技术要求 第 3 部分：锻造加热

1 范围

本文件规定了采用金属构筑成形工艺生产的 316H 奥氏体不锈钢构筑坯锻造加热技术要求。
本文件适用于采用金属构筑成形工艺生产 316H 奥氏体不锈钢大型锻件的构筑坯的锻造加热。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

JB/T 6052—2017 钢质自由锻件加热 通用技术条件
T/CNS 50.2 核电厂奥氏体不锈钢构筑成形工艺技术要求 第 2 部分：组坯封焊

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 加热温度范围

奥氏体不锈钢构筑坯锻造加热温度应严格控制，其加热温度范围见表 1。

表 1 奥氏体不锈钢构筑坯的始锻、终锻加热温度

加热阶段	锻造方式	始锻加热温度/℃	终锻回炉加热温度/℃
第一阶段加热	变形连接	≤1 220	≥900
第二阶段加热	分步多向锻造	≤1 220	≥850
第三阶段加热	成形锻造	≤1 200	≥800

5 装炉

- 5.1 构筑坯质量应满足 T/CNS 50.2 的要求。
- 5.2 构筑坯装炉前，应检查其材质、质量、尺寸、表面质量。
- 5.3 构筑坯应装入炉中有效加热区内，避免过热，并采取防污染措施。
- 5.4 构筑坯放置时应确保焊缝在水平方向上。
- 5.5 构筑坯装炉应单层并排放置。构筑坯间距 D 应不小于构筑坯长边 L 或直径 d 的 $1/2$ 。装炉方式如图 1 所示。

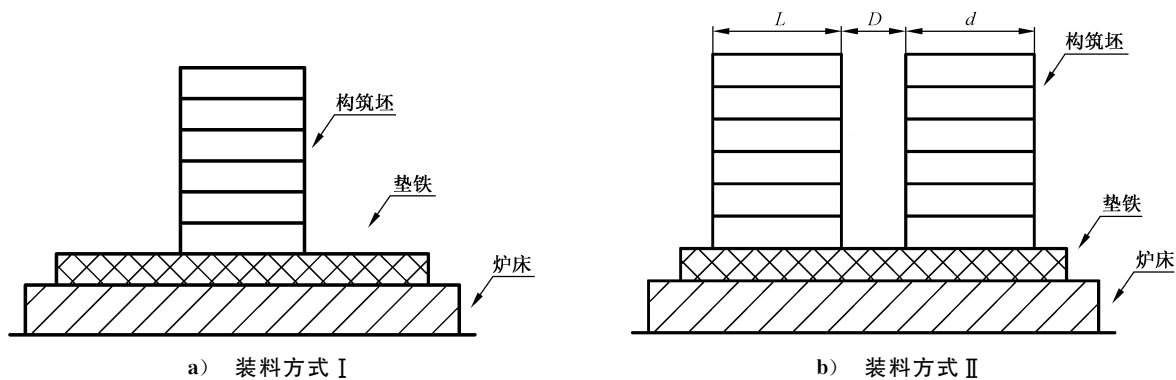
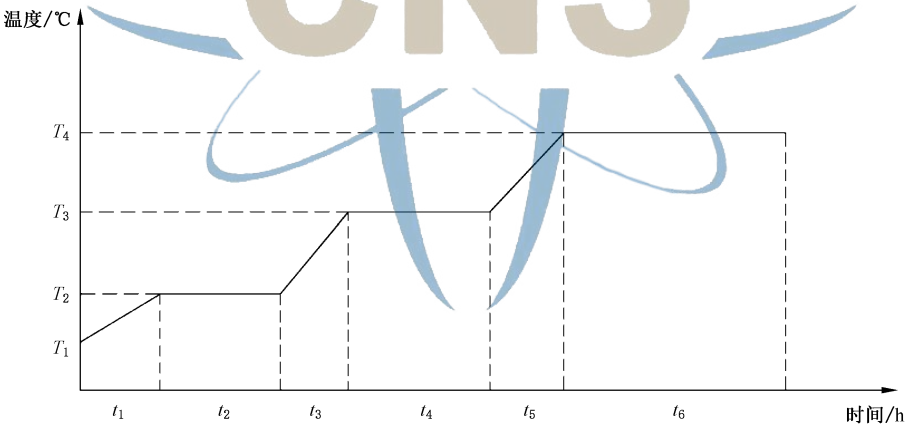


图 1 构筑坯装炉方式

5.6 当室外温度低于 10 ℃时,构筑坯应在室温下放置 12 h 以上才能装炉,严禁将实际温度低于 10 ℃以下的构筑坯直接装炉加热。

6 炉温控制与加热技术要求

- 6.1 构筑坯加热炉温应采用 2 根~3 根 S 型热电偶进行测量,热电偶应均匀放置在加热炉顶端。
- 6.2 构筑坯加热炉的温度均匀性应控制在 $\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.3 构筑坯在锻造温度下的保温时间从其表面达到始锻温度时算起,保温终结时,金属表面温度应与炉温基本保持一致。
- 6.4 构筑坯的加热,应按图 2 升温制度和表 2 的加热规范进行。



- 标引序号说明:
- T_1 ——最高允许装炉温度;
- T_2 —— $(350\pm 50)^{\circ}\text{C}$;
- T_3 —— $(850\pm 50)^{\circ}\text{C}$;
- T_4 ——始锻温度;
- t_1 ——升温时间;
- t_2 —— $(350\pm 50)^{\circ}\text{C}$ 保温时间;
- t_3 ——升温时间;
- t_4 —— $(850\pm 50)^{\circ}\text{C}$ 保温时间;
- t_5 ——升温时间;
- t_6 ——初锻温度下保温时间。

图 2 构筑坯升温制度

表 2 构筑坯加热规范

构筑坯重量 t	最高允许装炉温度 ℃	t_1 段最小升温时间 h	t_2 段最小保温时间 h	t_3 段最小升温时间 h	t_4 段最小保温时间 h	t_5 段最小升温时间 h	t_6 段最小保温时间/h	
							装料方式 I	装料方式 II
≤5	350	—	2~3	6	5	4	4~6	5~7
5~13	350	—	4~5	7	6~7	4	7~8	8~9
13~30	350	—	6~7	7~8	8~9	5	10~12	12~14
30~50	300	1	8~9	9~10	10~11	5~6	15~18	17~20
50~80	200	2	10~11	10~11	13~15	6	21~24	23~26
80~120	200	2	12~14	11~12	17~19	7	28~32	30~34
120~150	200	2	15	13	21	7	36	38
150~200	200	2	16	14	23	8	40	42

6.5 分步多向锻造阶段的坯料加热时间,参照表 3 确定。

圆柱形坯料的高度大于直径时,按照直径尺寸确定加热时间,高度小于直径时,按照高度尺寸确定加热时间。方形坯料按照长、宽、高中最小的尺寸确定加热时间。

表 3 分步多向锻造阶段坯料加热规范

钢坯的直径或边长/mm	最高允许装炉温度/℃	锻造温度下最小保温时间/h		总加热时间/h	
		装料方式 I	装料方式 II	装料方式 I	装料方式 II
≤100	850	0.5	0.75	1.5	2.5
100~150	850	0.75	1	2	3
150~200	850	1	1.2	3	3.5
200~250	800	1	1.5	3.5	5
250~300	800	1.25	2	4.5	5.5
300~350	800	1.5	2.5	5.5	6
350~400	750	2.5	3	6.5	7
400~500	750	3	3.5	7.5	8
>500	700	4	5	10	11

6.6 成形锻造阶段的坯料加热时间按照 JB/T 6052—2017 执行。

7 构筑坯质量检查

7.1 冷锻件修整时,不宜进行局部加热。

7.2 冷锻件修整加热时,应按照表 5 中的规定进行加热。

7.3 热锻件修整时,温度不应低于 700 ℃。

7.4 重要锻件的修整,应有专门的加热规范。

表 5 冷锻件修整加热规范

锻件截面尺寸或 当量直径/mm	最高允许装炉 温度/℃	保温/h	加热/h	最小保温时间/h		总加热时间/h	
				装料方式 I	装料方式 II	装料方式 I	装料方式 II
≤300	750	1	2	2	3	5	6
300~500	650	1.5~2	3~4	2.5	3.5	7	9.5
500~750	600	2~2.5	4~5	5	6	11	13.5
750~1 000	550	2.5~3	5~7	6	8	13.5	18
1 000~1 500	500	3~3.5	7~9	7.5	9.5	17.5	22
>1 500	400	4~4.5	9~11	9	11	22	26.5
注：装料方式 I 取表中保温与加热的下限值。装料方式 II 取表中保温与加热的上限值。							

中国核学会
团体标准
核电厂用奥氏体不锈钢构筑成形工艺
技术要求 第3部分:锻造加热
T/CNS 50.3—2021

*

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

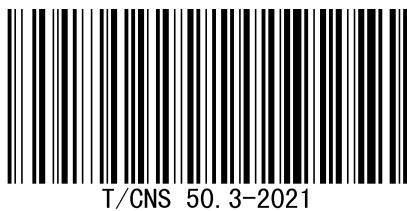
*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 14 千字
2022年1月第一版 2022年1月第一次印刷

*

书号: 155066·5-3786 定价 16.00 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



T/CNS 50.3—2021



码上扫一扫 正版服务到