ICS 25.020
CCS J 32

团　　体　　标　　准

T/CCMI 9—2020

风力发电机组 整锻塔架法兰制造技术规范

Technical specification for manufacturing forged tower flanges of wind turbine generator system

2020－10－27 发布　　2020－12－01 实施

中 国 锻 压 协 会 发 布

目　次

前言 II
引言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　通则 2
5　原材料控制 4
6　技术要求 4
7　制造过程控制 8
8　检验 9
9　标识及可追溯性 12
10　储存、防护、包装和运输 13
11　质量证明书 13
12　售后服务 13
附录 A（规范性附录）　常用锻造比的计算方式和表示方法 14
附录 B（资料性附录）　整锻塔架法兰常用标准中外对照表 16

STANDARD PRESS OF CCMI
CCMI

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。

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这些专利的责任。

本文件由伊莱特能源装备股份有限公司提出。

本文件由中国锻压协会归口。

本文件起草单位：伊莱特能源装备股份有限公司、新疆金风科技股份有限公司、远景能源有限公司、天顺风能（苏州）股份有限公司、江阴市恒润重工股份有限公司、丹东丰能工业股份有限公司、山西天宝集团有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司。

本文件起草人：牛余刚、任秀凤、赵兴明、胥勇、淮凯文、朱国学、唐广林、安凤军、胡全喜、夏冬冬、张丹丹、赵丽美、韩军杰、李彬、王伟红、承刚、孙传金、闫志龙、刘谦、景财年、杨明。

引 言

风能作为清洁可再生能源，越来越受到世界各国的重视，自2004年以来，全球风力发电能力逐年提升。随着风力发电技术越来越成熟，风力发电机组巨型化成为发展趋势，海上风电装机规模迅速增长。

本文件的编制规范和统一了风力发电机组塔架整锻法兰的制造标准，覆盖整锻塔架法兰制造的全过程要素，技术指标与国际要求接轨，提高行业标准要求和整体制造水平，确保产品质量稳定可靠性。

本规范的发布和实施，将有力提高风力发电机组整锻塔架法兰的采购和交付标准化、规范化水平，促进塔架法兰质量提升，推动风电行业健康可持续发展。

风力发电机组　整锻塔架法兰　制造技术规范

1　范围

本文件规定了生产风力发电机组用整锻塔架法兰（以下简称法兰）的制造企业应满足的能力要求及整锻塔架法兰的原材料控制、技术要求、制造过程控制、检验、标识及可追溯性、包装和运输要求等。

本文件适用于兆瓦级风力发电机组整锻塔架法兰（含基础环法兰）的订货、制造、检验和验收。

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。

GB/T 222　钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223　钢铁及合金化学分析方法（适用部分）

GB/T 226　钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

GB/T 228.1　金属材料　拉伸试验　第1部分：室温试验方法

GB/T 229　金属材料　夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1　金属材料　布氏硬度试验　第1部分：试验方法

GB/T 1184　形状和位置公差　未注公差值

GB/T 1591　低合金高强度结构钢

GB/T 1804　一般公差　未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 4336　碳钢和中低合金钢　多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 5313　厚度方向性能钢板

GB/T 6394　金属平均晶粒度测定法

GB/T 7232　金属热处理工艺术语

GB/T 8541　锻压术语

GB/T 10561　钢中非金属夹杂物含量的测定——标准评级图显微检验法

GB/T 13299　钢的显微组织评定方法

GB/T 20066　钢和铁　化学成分测定用试样的取样和制样方法

NB/T 47013.3　承压设备无损检测　第3部分：超声波检测

NB/T 47013.4　承压设备无损检测　第4部分：磁粉检测

TSG Z8001　特种设备无损检测人员考核规则

ISO 9712　无损检测　无损检测(NDT)人员的资格鉴定与认证（Non-destructive testing-Qualification and certification of NDT personnel）

AMS 2750E　高温测定法（Pyrometry）

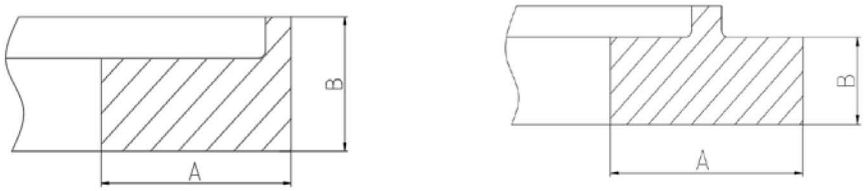
3　术语和定义

GB/T 8541 、GB/T 7232中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

法兰公称厚度 nominal thickness

法兰最终精加工后的公称宽度A与公称高度B中的较小者（Min{A,B}），参见图1。



a）L 型法兰　　b）T 型法兰

图1　法兰公称厚度示意图

3.2

检验批次 inspection batch

同一冶炼炉号、同一热处理批号、同一公称厚度范围的法兰为一个检验批次。

3.3

主要变形方向 main direction of deformation

法兰的主变形方向为切向（圆周方向），也称为纵向，参见图2。

注：沿法兰半径方向为径向，也称为横向；沿法兰高度方向为轴向,也称为Z向。

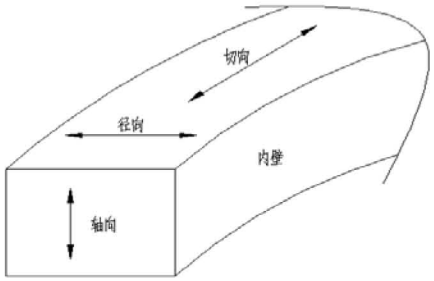


图2　法兰主变形方向示意图

3.4

法兰预内倾 flange pre-tilt

法兰预内倾是指为预防法兰焊接时连接面受热外翻,在法兰连接面上沿着特定方向预加工的倾斜量。

3.5

仿形轧制 profile rolling

在轧环机上采用模具或异形工具轧环，使法兰毛坯形状更接近成品的成型方式。

4　通则

4.1　制造能力

4.1.1 一般要求

法兰制造企业必须具备产品所需的技术能力、生产制造能力和检验、检测能力，两年以上锻造行业经验。

4.1.2 制造设备

法兰制造企业应配备工作压力至少为3000T的压力机、轧环直径至少5000mm的轧环机、加热炉、热处理炉及数控车床、数控钻床等设备。

4.1.3 热处理设备要求

a) 热处理炉应满足法兰所要进行的热处理（有效容积、加热速率、控温精度、炉温均匀性等）要求；
b) 热处理炉保温期间炉温均匀性≤±10℃；
c) 热处理炉应定期维护保养，定期按 AMS 2750E 进行炉温均匀性（TUS）和精度(SAT)检测并做好记录；炉温均匀性检测应至少每半年实施一次；精度检测应至少每季度实施一次。

4.1.4 检测设备和检测能力要求

a) 法兰制造企业应具备力学性能检测、低温冲击性能检测、化学成份检测、金相检测等检测设备。所有检测设备应工作状况良好，定期校准，并在有效期内；
b) 法兰制造企业应具备超声波探伤仪、磁粉探伤仪等无损检测设备，所有设备工作状况良好，定期校准，并在有效期内；
c) 法兰制造企业应建立有效的试验室管理体系，理化检测能力、无损检测能力均应获得 CNAS 认可证书；
d) 生产过程中与产品质量相关的检测仪器如：游标卡尺、内、外径千分尺、百分表、红外线测温仪等，均应定期校准，并在有效期内。

4.2 质量体系要求

4.2.1 法兰制造企业应建立有效的、完善的质量管理体系，并通过 ISO 9001(GB/T 19001)认证。

4.2.2 法兰生产前，法兰制造企业应编制锻造、热处理、无损检测等工艺文件及规范。

4.2.3 生产过程中应及时填写各工序相关记录，记录应规范、准确，确保每件产品在生产和交付的所有阶段都具有可追溯性。

4.3 人员资质要求

4.3.1 法兰制造企业的理化检测人员，应通过国家或行业的考核，并取得相应资质证书，持证上岗。

4.3.2 法兰制造企业的无损检测人员应取得国家或行业的 II 级或 II 级以上相关资质证书；且应至少有一名III级无损检测人员，III级无损检测人员不得外聘。

4.3.3 法兰制造企业的关键工序（锻造、轧环、热处理）操作人员应持证上岗。

4.4 首件鉴定要求

合同或技术规范中要求进行首件鉴定的，法兰制造企业应按要求进行首件鉴定，首件鉴定至少应包含以下内容：

a) 应制定产品制造计划、质量计划、工艺流程图等文件并提交客户；

b) 首件产品的检验和试验报告；

c) 首件鉴定报告等；

d) 首件鉴定合格，经客户批准后，才能批量投产。

4.5 客户认可

必要时，法兰制造企业应获得客户或主机厂或委托授权机构的认可及认证。

5 原材料控制

5.1 原材料供应商选择

原材料供应商应经法兰制造企业或客户的认可，并具备相应的冶炼及制造资质。

5.2 原材料要求

法兰用原材料应为采用电炉或氧气转炉冶炼、炉外精炼、真空脱气工艺生产的镇静钢；经供需双方协商，可采用电渣重熔或其它更好的冶炼方法。

5.3 原材料复验

5.3.1 法兰制造企业应对供应商提供的合格证、质量证明书等质量证明文件进行检查。

5.3.2 法兰制造企业应对原材料进行复验，复验内容至少应包括外观、尺寸和化学成份。必要时可复验低倍组织。

5.3.3 原材料经复验合格后投入使用。

6 技术要求

6.1 钢的牌号及化学成分

6.1.1 熔炼分析

法兰锻件用钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表1的规定，成分允许偏差应符合GB/T 222要求。

6.1.2 成品分析

法兰做成品分析时，分析结果应符合表2的规定。

6.1.3 碳当量

a) 碳当量公式：CEV（%）= C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15；

b) 熔炼分析碳当量应符合表 1 要求，成品分析碳当量允许+0.02%偏差；

c) 客户有其它要求，按客户要求执行。

表1　法兰原材料牌号和化学成分表（熔炼分析）

材料牌号	化学成分（质量分数）/%														
	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Al_s	Cr	Ni	Cu	Mo	N	CEV
	不大于			不大于					不小于	不大于					
Q355ND	0.20	0.50	0.90～1.65	0.015	0.005	0.005～0.05	0.01～0.12	0.006～0.05	0.015	0.30	0.50	0.20	0.10	0.015	0.41
Q355NE	0.18			0.015	0.005										
Q355NF	0.16			0.015	0.005										
S355NL	0.18			0.015	0.005				0.02	0.30	0.50	0.20	0.10	0.015	
SM490[a]	0.2	0.55		0.020	0.005				0.02	0.30	0.50	0.35	0.10	0.015	
SM520[a]	0.2	0.55		0.015	0.005				0.02	0.30	0.50	0.35	0.10	0.015	
Q420NE	0.20	0.60	1.00～1.70	0.015	0.005	0.01～0.05	0.10～0.20		0.02	0.30	0.80	0.20	0.10	0.025	0.50
S420NL															

注1：钢中至少含有Al、V、Nb、Ti等细化晶粒元素中的一种，单独加入或组合加入时，应保证至少有一种合金元素含量不小于表中规定含量的下限。

注2：可用全铝Al_t代替铝含量，此时全铝含量最小为0.020%；当钢中添加了V、Nb、Ti等细化晶粒元素且含量不小于表中规定含量最下限时，Al含量下限值不限。

注3：H≤0.0002%；O≤0.003%。

[a] SM490、SM520碳当量计算公式：Ceq=C+（Mn/6）+（Si/24）+（Ni/40）+（Cr/5）+（Mo/4）+（V/14）。

6.2　力学性能

法兰的力学性能应符合表3的规定。

6.3　厚度方向性能

根据客户要求，并在合同中明确附加要求厚度方向（轴向Z）性能的，按GB/T 5313标准执行；厚度方向性能分别为Z25、Z35两个级别，其断面收缩率应符合表4的规定。

表2　法兰成品化学成分表（成品分析）

材料牌号	化学成分（质量分数）/%														
	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Al_s	Cr	Ni	Cu	Mo	N	CEV
	不大于			不大于					不小于	不大于					
Q355ND	0.22	0.53	0.85～1.70	0.025	0.012	0.055	0.14	0.07	0.012	0.35	0.55	0.25	0.11	0.017	0.43
Q355NE	0.20			0.020	0.012										
Q355NF	0.18			0.020	0.012										
S355NL	0.20	0.55		0.020	0.012	0.06	0.14	0.06	0.015	0.35	0.55	0.25	0.13	0.017	
SM490	0.23	0.60		0.025	0.017	0.10	0.15	0.10	0.015	0.40	0.53	0.38	0.13	0.017	0.43
SM520	0.23	0.60		0.025	0.017	0.10	0.15	0.10	0.015	0.40	0.53	0.38	0.13	0.017	

表2　法兰成品化学成分表（成品分析）（续）

材料牌号	化学成分（质量分数）/%														
	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Al_s	Cr	Ni	Cu	Mo	N	CEV
	不大于			不大于					不小于	不大于					
Q420NE	0.22	0.65	0.95～1.80	0.025	0.020	0.06	0.22	0.06	0.015	0.35	0.85	0.25	0.13	0.027	0.52
S420NL															

表3　法兰的力学性能指标

牌号	上屈服强度 R_{eH}/MPa						抗拉强度 R_m/MPa		断后延伸率 A%	冲击功/J	
	公称厚度/mm						公称厚度/mm		公称厚度/mm	温度/℃	
	>60～80	>80～100	>100～150	>150～200	>200～250	>250	>60～150	>150	>60	-20	-50
Q355ND	325	315	295	285	275	275	470～630	450～630	≥21	54	-
Q355NE	325	315	295	285	275	275				-	54
Q355NF	325	315	295	285	275	275				-	54
S355NL	325	315	295	285	275	275				-	54
Q420NE	370	360	340	330	320	310	520～680	500～650	≥18	-	27
S420NL	370	360	340	330	320	310				-	27
SM490		295	275		-	-	490～610		23	47	27
SM520		325	295		-	-	520～640		21	47	27
注：法兰的冲击性能指标允许一个试样的单个值低于规定值，但不能低于规定值的70%。当客户有特殊要求时，按客户要求执行。											

表4　厚度方向（轴向 Z）性能

厚度方向（轴向）性能级别	断面收缩率 Z，% （三个试样平均值，不小于）	断面收缩率 Z，% （单个试样，不小于）
Z25	25	15
Z35	35	25

6.4　金相检验

6.4.1　晶粒度

法兰的晶粒度，按照GB/T 6394的要求进行检测，晶粒度N≥6。

6.4.2　带状组织

法兰带状组织按GB/T 13299评定，应满足不大于2级的要求。

6.4.3　非金属夹杂物

法兰的非金属夹杂物应符合表5的规定。

6.5 无损检测

6.5.1 超声波检测

法兰应在粗加工后逐件进行超声波检测。

超声波波检测时锻件表面粗糙度应不大于Ra6.3，至少在两个相互垂直的表面上进行100%扫查。

验收标准应符合NB/T 47013.3Ⅰ级或与客户约定的其它标准的规定。

表5 非金属夹杂物

A类		B类		C类		D类		DS类
细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	粗系
1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5
注：细系：A+C≤2.0；B+D≤2.0；粗系：A+B+C+D≤3.5								

6.5.2 磁粉检测

客户要求时，应在法兰精加工后、钻孔之前进行100%的磁粉检测，验收标准符合NB/T 47013.4Ⅰ级或与客户约定的其它标准的规定。

6.6 表面质量尺寸

6.6.1 法兰表面应无肉眼可见的裂纹、折叠、夹渣、砂眼等影响质量的有害缺陷。

6.6.2 法兰的形状、尺寸、表面粗糙度应逐件检查并符合图纸要求。客户未明确规定时，法兰尺寸和形位公差宜按表6执行。

6.6.3 法兰不应采用补焊的方式进行修复。对于法兰表面的磕碰、划伤等轻微缺陷允许修磨清理，深度应不大于1mm，周边圆滑过渡。

表6 法兰的尺寸公差和形位公差

名称	尺寸范围 mm	偏差 mm	备注
外圆直径	≤5000	+2/0	
	＞5000	+3/0	
内圆直径	≤5000	0/-2	
	＞5000	0/-3	
孔直径	＜70	±0.3	
	≥70	±0.5	
法兰盘厚		+2/0	
法兰总高		+2/0	
颈部宽度		+1/0	
钝边尺寸	外径≤5000	+0.5/0	
	外径＞5000	+0.8/0	

表6 法兰的尺寸公差和形位公差（续）

名称	尺寸范围 mm	偏差 mm	备注
孔位置度		Φ1	
平面度/跳动		0.3	顶法兰
		0.5	
上下端面的平行度		0.5	其他法兰

7 制造过程控制

7.1 通用要求

法兰应采用无缝热轧环工艺成型，其制造过程应包含锻造、轧环、热处理关键工序，且关键工序不准许外包。

7.2 锻造

7.2.1 法兰采用钢锭锻造时，钢锭的水口、冒口应有足够的切除量，确保无缩孔、疏松、裂纹、折叠、严重偏析等影响质量的缺陷。

7.2.2 锻压设备应有足够的能力以保证锻件整个截面锻透。锻造时整个截面应得到充分变形，以确保锻件内部组织均匀。总锻造比最小为4。锻造比计算方法应符合附录A规定。

7.2.3 锻造开坯过程应包含下料、镦粗、冲孔、扩孔、平整等工步的几种。

7.2.4 锻造工艺应标明材料牌号、工件编号、毛坯重量和尺寸；主要变形过程和变形图；始（终）锻温度、锻造比，以及锻造过程中使用的设备、工装、辅具等。

7.2.5 法兰应有唯一的标识，具有可追溯性。

7.3 轧环

7.3.1 轧环设备应有足够的能力以保证锻件整个截面轧透。整个截面应得到充分变形，以确保锻件内部组织均匀。轧制比不宜小于1.5。锻造比计算方法应符合附录A规定。

7.3.2 轧环后及时进行标识移植。

7.4 热处理

7.4.1 法兰应进行正火（N）或正火+回火（N+T）处理。

7.4.2 热处理工艺应明确材料牌号、工件编号、规格、热处理方式、装炉温度、升温速率、保温温度、保温时间、冷却方式等工艺参数。工艺参数应及时做好记录，并列入热处理质量证明书。

7.4.3 多件法兰同炉热处理时，法兰之间应放置高度不小于50mm的等高垫铁，垫铁上下对齐、圆周均布，相邻垫块间隔应不大于1500mm。

7.4.4 法兰冷却时宜采取风冷、喷雾等适当措施使法兰各部分快速冷却且冷速均匀。

7.4.5 热处理完成后要及时进行标识移植，保证产品的可追溯性。

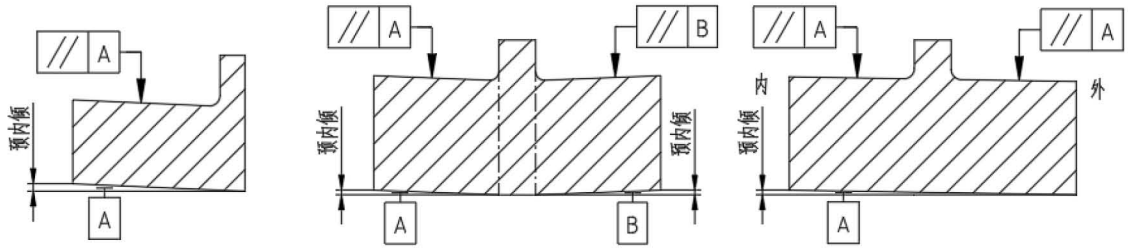
7.4.6 客户有实体测温要求时，每炉至少应放置 2 支负载热电偶监测法兰实体温度并记录，热电偶上下各一支，交叉 90° 放置。

7.5 机加工

7.5.1 法兰机加工包含粗加工、精加工和钻孔等工序。

7.5.2 法兰机加工后外形尺寸应符合图纸要求。客户未明确规定时，法兰尺寸和形位公差宜按表 6 执行。

7.5.3 法兰如有预内倾要求，预内倾加工形式参考图 3，客户有特殊要求按客户要求执行。



L 型法兰预内倾形式　　T 型法兰预内倾形式 1　　T 型法兰预内倾形式 2

图3 法兰预内倾形式

8 检验

8.1 一般要求

法兰检验由制造厂质量检验部门进行检测，并建立产品质量档案。如客户要求独立第三方检测，按客户要求执行。

8.2 检验规则

法兰应按表7进行检验。客户有特殊要求时，按客户要求执行。

8.3 组批原则及抽样要求

同一冶炼炉号、同一热处理炉号、同公称厚度范围的法兰为一个检验批次，每检验批次抽取一件法兰取样检测。

多件法兰同炉热处理时，应抽取每托靠近中间部位的法兰进行取样检测。

8.4 取样

8.4.1 取样数量

取样法兰上应至少制取三组试样，一组用于制造企业自检、一组供客户检验、一组存档。每组试样至少应包括1个拉伸试样、3个冲击试样、1个晶粒度、微观组织试样，1个非金属夹杂试样；如客户有要求进行厚度方向断面收缩率检验，应取3组厚度方向拉伸试样，每组3个。

8.4.2 取样方向

法兰一般应取切向（主变形方向）试样；如客户有要求时，也可取径向或轴向试样，锻件厚度方向拉伸检验必须取轴向试样。

8.4.3 取样位置

8.4.3.1 试样应取自最终热处理的锻件本体或延伸部位，每组试样在锻件圆周上间隔 120°。试样中心距离最近的热处理表面至少为 15mm，如图 4 所示。

8.4.3.2 如法兰采用仿形轧制技术成型，成型截面应预留足够取样余量，或与客户协定取样位置。

表7 检验规则

序号	检验项目	检验频次	试样数量	检验位置	检验方法
1	原材料化学成分	每一熔炼炉号	1 个	GB/T 20066	GB/T 4336 GB/T 223
2	成品化学成分	每检验批次	1 个		
3	室温拉伸		3 组 3 个	切向，位置见图 4	GB/T 228
4	冲击		3 组 9 个	切向，位置见图 4	GB/T 229
5	厚度方向拉伸		3 组 9 个	切向，位置见图 4	GB/T 5313
6	晶粒度		1 个	轴向断面	GB/T 6394
7	显微组织			轴向断面	GB/T 13299
8	非金属夹杂物		1 个	轴向断面	GB/T 10561
9	超声波检测	逐件	-	相互垂直的两平面	NB/T 47013.3
10	磁粉检测	逐件	-	100%全检	NB/T 47013.4
11	外观检测	逐件	-	100%表面	目视
12	尺寸检测	逐件	-	全尺寸检验	量具
注：厚度方向拉伸允许从螺栓孔内制取。					

8.5 试样

8.5.1 拉伸试样采用 GB/T 228.1 中的 R4 号标准圆截面试样，直径为 d_0=10mm；厚度方向拉伸试样采用 GB/T 5313 中的圆截面试样，直径为 d_0=10mm。

8.5.2 冲击试样采用 GB/T 229 中的标准 V 形缺口试样。切向试样、径向试样的 V 形缺口朝向法兰连接面，轴向冲击试样的 V 型缺口朝向法兰中心。参见图 5。

8.6 试验

法兰试验项目及要求按第8.1条表7执行。

8.7 试验结果评定

法兰原材料化学成分检测结果应符合表1规定，成品化学成分检测结果应符合表2规定。
法兰拉伸试验、冲击试验结果应符合表3规定，如客户有特殊要求，按客户要求执行。
厚度方向性能应符合表4规定。
法兰金相、晶粒度、非金属夹杂物检测结果应符合第6.4条规定。

8.8 复验

8.8.1　拉伸试验试验结果不符合要求时，可在受检法兰原取样位置的附近截取双倍拉伸试样进行复验；如果复验结果全部符合要求，则该批法兰判为合格。

当拉伸试样的断裂面与标记端点之间距离小于$L_0/3$，而断后延伸率未达到标准规定时，试验视为无效。允许补做同样数量试样的试验。

厚度方向拉伸试验，参照以上规定执行。

8.8.2　冲击试验结果不符合要求时，允许从同一抽样产品上再取一组三个试样，在第二组试样实验后，如果同时符合下列条件，其实验单元可接受：

a)　六个试样的平均值不低于规定的最小值；
b)　低于规定最小值的试样不超过两个；
c)　于规定值 70%的试样不超过一个。

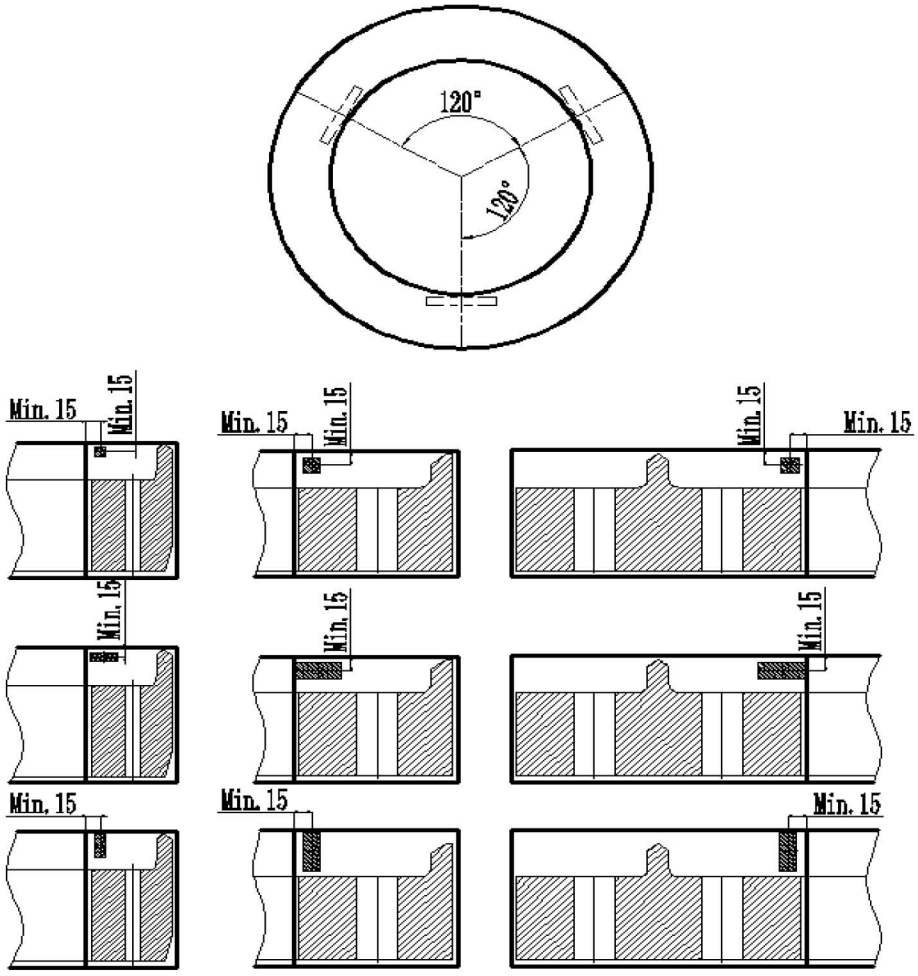


图4　取样位置示意图

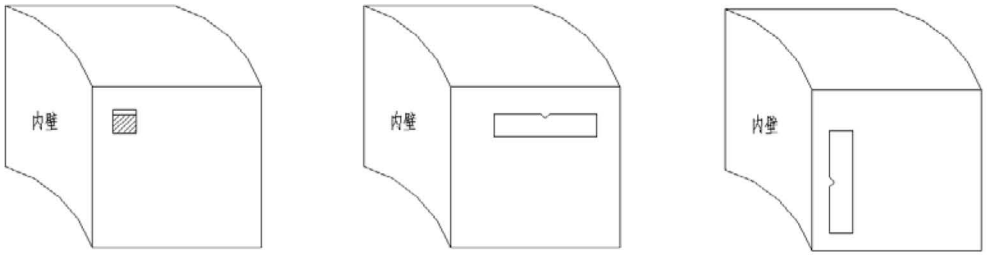


图5　冲击试样缺口朝向

8.9　检验文件

法兰制造完成后应按要求出具检验证明文件，随产品交付客户。

8.10　重新热处理

当力学性能试验或复验不合格时，允许对该批（件）法兰重新热处理，但重新热处理（重新奥氏体化）的次数不得超过2次，回火次数不限。

8.11　试样保管

8.11.1　试验用的剩余试料和经试验后的试样应由法兰制造企业妥善保管，做好标识，从锻件交货之日起应保留至少 18 个月。

8.11.2　生产和检验记录，应保留至少 5 年。

8.11.3　提供客户的试样应标记材料牌号及厚度方向级别（如需要）、炉批号、热处理炉号等相关信息。试样应随货同行或提前发运。

9　标识及可追溯性

9.1　每件法兰制造全过程均应保持清晰、明确的工件标识，确保法兰具有可追溯性。

9.2　成品包装前法兰外圆表面应张贴法兰检验合格证。

9.3　钢印标识应采用无应力钢印打在法兰的内圆表面或客户指定部位，打印标识深度不小于 0.3mm，打印位置和方式应不影响锻件最终使用。

9.4　产品法兰标识应包含以下内容：

a)　制造单位（或代号）；
b)　订单编号；
c)　图纸编号及版本号；
d)　材料牌号及厚度方向拉伸性能级别（如需要）；
e)　炉号；
f)　CEV；
g)　锻件编号。

10 储存、防护、包装和运输

10.1 按订货合同的规定执行。

10.2 在制造、加工和运输过程中应避免可能引起的变形及磕碰，两个法兰之间均匀放置多个等高垫块并做好防护措施，以便于吊装，搬运等。

10.3 法兰包装前应无锈蚀、油污、灰尘等污染物。

10.4 如客户无特殊要求，法兰包装应用聚乙烯拉伸膜缠绕法兰本体，防止锈蚀、损伤。

11 质量证明书

法兰交货时附有质量证明书，质量证明书至少应包含以下内容：

a) 制造单位；
b) 订货合同号；
c) 技术条件、材料牌号、厚度方向性能级别（如需要）、炉批号、热处理炉号、法兰编号和数量；
d) 原材料质量证明书复印件（加盖制造单位质量检验合格专用章）；
e) 化学成分、力学性能、金相组织、非金属夹杂物、晶粒度、无损检测等各项检测报告；
f) 热处理报告及曲线图（复印件）；
g) 尺寸及形位公差检测报告；
h) 合同中规定的附加要求的检测报告；
i) 检验单位及检验人员签章。

12 售后服务

a) 定期拜访客户，进行客户满意度调查；
b) 对客户反馈的质量信息，应及时制定解决方案并实施；
c) 了解、收集客户需求，提出改进措施。

STANDARDS PRESS OF CCMI CCMI

附　录　A（规范性附录）
常用锻造比的计算方式和表示方法

A.1　锻造比

A.1.1　锻造比是锻造时金属变形程度的一种表示方法。现规定用字母“K”表示。

A.1.2　通常将X、Y、Z三个方向中最大变形方向的变形比视为锻造比。

A.1.3　锻造比分为工序锻造比、火次锻造比和总锻造比。不同的锻造工序，锻造比计算方法不同。

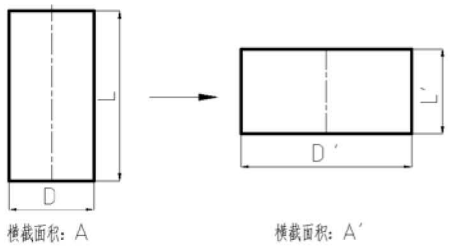
A.2　常见工序的锻造比计算方法

A.2.1　镦粗

截面增大、高度减小，也称为镦粗比，计算方法为镦粗前后的高度之比，用“K_h”表示。

计算方法：

$$K_h=\frac{A'}{A}\text{或}\frac{L}{L'} \qquad \text{.....公式(1)}$$



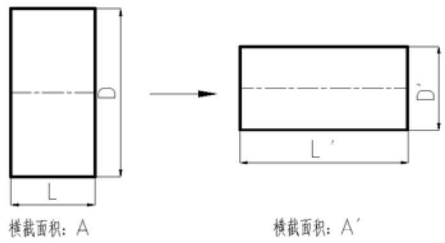
图A.1　镦粗示意图

A.2.2　拔长

截面积减小，长度增加，也称为拔长比，计算方法为拔长前后的截面积之比或拔长后的长度与拔长前的长度之比，用“K_s”表示。

计算方法：

$$K_s=\frac{A}{A'}\text{或}\frac{L'}{L} \qquad \text{.....公式(2)}$$



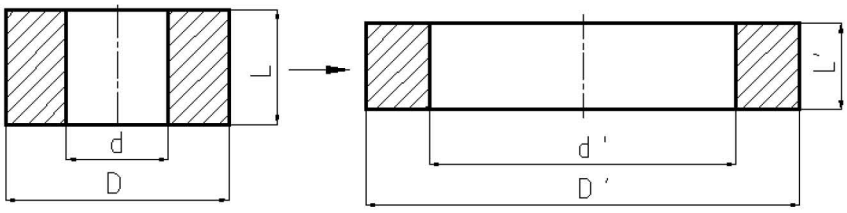
图A.2　拔长示意图

A.2.3　扩孔

环形件内孔扩大的锻造方法，也称扩孔比。计算方法为扩孔前后的截面积之比，用“K_I”表示。

计算方法：

$$K_I=\frac{(D-d)\times L}{(D'-d')\times L'} \qquad \text{.....公式(3)}$$



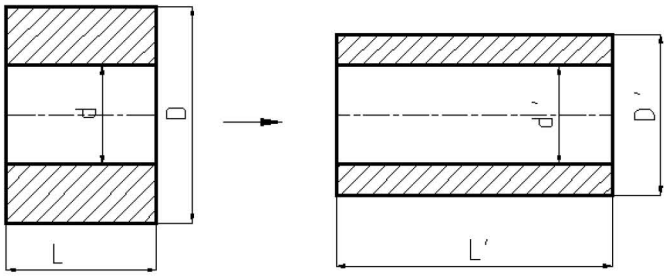
图A.3　扩孔示意图

A.2.4　芯棒拔长

中空工件，用芯棒进行拔长，内孔不变，长度增增加的锻造方法。计算方法为拔长前后的面积之比，或拔长后的长度与拔长前的长度之比。用“K_m”表示。

计算方法：

$$K_m=\frac{A}{A'}\text{或}\frac{L'}{L} \qquad \text{.....公式(4)}$$



图A.4　芯棒拔长示意图

A.3　总锻造比的计算方式

A.3.1　当工序间只采用同方向变形方式时，比如只有镦粗或拔长，则总锻造比为各工序锻造比的乘积。当各工序的变形方向不同时，总锻造比为各工序锻造比的和。

如：工序1为镦粗，镦粗比为K_h；工序2为拔长，拔长比为K_s；总锻造比为K总=$K_h\times K_s$。

如：工序1为镦粗，镦粗比为K_h；冲孔后工序为扩孔，扩孔比为K_I；总锻造比为K总=K_h+K_I。

A.4　注意事项

A.4.1　如原材料为钢锭，钢锭的截面积为平均值。

A.4.2　锻造比一般采用四舍五入的方法计数，允许保留两位小数。

附 录 B
（资料性附录）
整锻塔架法兰常用标准中外对照表

整锻塔架法兰常用标准中外对照见B.1。

表B.1 整锻塔架法兰常用标准中外对照表

标准类别	中国GB		欧标 EN		国际标准 ISO		日本 JIS	
	标准号	标准名称	标准号	标准名称	标准号	标准名称	标准号	标准名称
材料标准	GB/T 1591	低合金高强度结构钢	EN 10025-3	热轧结构钢制品 第3部分：正火/正火轧制可焊接细晶粒结构钢的交货技术条件	/	/	JIS G 3106	焊接结构用轧制钢材
试验标准	GB/T 228.1	金属材料 拉伸试验第1部分：室温试验方法	EN ISO 6892-1	金属材料 拉伸试验第1部分：室温试验方法	ISO 6892-1	金属材料 拉伸试验第1部分：室温试验方法	JIS Z 2241	金属材料拉伸试验方法
	GB/T 229	金属材料 夏比摆锤冲击试验方法	EN ISO 148-1	金属材料 夏比摆锤冲击试验方法	ISO 148-1	金属材料 夏比缺口冲击试验 第1部分：试验方法	JIS Z 2242	金属材料冲击试验方法
	GB/T 231.1	金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法	EN ISO 6506-1	金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法	ISO 6506-1	金属材料 布氏硬度试验第1部分：试验方法	JIS Z 2243	布氏硬度试验方法
	GB/T 6394	金属平均晶粒度测定法	EN ISO 643	钢-表观晶粒度的显微照相测定法	ISO 643	钢-表观晶粒度的显微照相测定法	JIS G 0552	钢中铁素体晶粒度的检验方法
	GB/T 10561	钢中非金属夹杂物含量的测定——标准评级图显微检验法	EN 10247	钢中非金属夹杂物含量的测定-使用标准图像的显微检验法	ISO 4967	钢中非金属夹杂物含量的测定--标准评级图显微检验法	JIS G 0555	钢内非金属夹杂物的显微检验方法

表B.1　整锻塔架法兰常用标准中外对照表（续）

标准类别	中国 GB		欧标 EN		国际标准 ISO		日本 JIS	
	标准号	标准名称	标准号	标准名称	标准号	标准名称	标准号	标准名称
	GB/T 20066	钢和铁　化学成分测定用试样的取样和制样方法	EN ISO 14284	钢铁-化合物样品取样和制备方法	ISO 14284	钢铁-化合物样品取样和制备方法	JIS G 0417	钢和铁　化学成分测定用试样的取样和制样方法
无损检测标准	NB/T4701 3.3	承压设备无损检测 第 3 部分：超声波检测	EN 10228-3	钢锻件的无损检测第 3 部分：铁素体或马氏体钢锻件的超声波检测	/	/	/	/
	NB/T4701 3.4	承压设备无损检测 第 4 部分：磁粉检测	EN 10228-1	钢锻件的无损检测第 1 部分：磁粉检测	/	/	/	/
热处理炉测定	GB/T 9452	热处理炉有效加热区测定方法			AMS2750 E	高温测定法		
未注公差标准	GB/T 1184	形状和位置公差未注公差值	EN ISO 2768-2	未注公差的几何形状公差	ISO 2768-2	未注公差的几何形状公差	JIS B 0419	未注明公差的零件的几何公差
	GB/T 1804	一般公差--未注的线性和角度尺寸的公差	EN ISO 2768-1	一般公差--未注的线性和角度尺寸的公差	ISO 2768-1	一般公差--未注的线性和角度尺寸的公差	JIS B 0405	普通公差 第 1 部分：无明确注明的线性及角度尺寸公差