

海绵钛和钛锭单位产品 能源消耗限额

（GB 29448-202×）

编制说明

（送审稿）

2022-5

《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》

编制说明（送审稿）

一、工作简况

1. 任务来源

根据 2020 年国家标准化管理委员会的要求，强制性国家标准《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》制定项目由全国能源基础与管理标准化技术委员会与全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：20205272-Q-469，项目周期为 24 个月，计划完成年限为 2022 年 10 月，标准起草单位为宝钛集团有限公司、遵义钛业股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、宝鸡钛业股份有限公司等。

2. 起草单位、起草人员及其所作的工作

2.1. 起草单位情况

标准主编单位宝钛集团有限公司在标准的编制过程中，主动收集国内外相关标准，负责项目的总体实施和策划，带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业的修改意见，编制实测数据统计表，最终带领编制组完成标准的编制工作。

遵义钛业股份有限公司、宝鸡钛业股份有限公司积极参加标准调研工作，针对标准的讨论稿和征求意见稿提出修改意见，主要负责标准中海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额指标的编写和把关。有色金属技术经济研究院有限责任公司为本标准提供理论研究基础，并积极配合国内外标准对比工作。

攀钢集团攀枝花钛材有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、洛阳双瑞万基钛业有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、宝钛华神钛业有限公司、宁夏中色金航钛业有限公司、忠世高新材料股份有限公司、朝阳金达钛业股份有限公司、湖南金天钛业科技有限公司、云南国钛金属股份有限公司、西部钛业有限责任公司负责提供相关数据。

2.2. 主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表 1。

表1 主要起草人及工作职责

起草人	工作职责
胡志杰、冯军宁	负责方案制定、标准的编写以及组织协调等工作
盛远禄、郑亚波	负责标准中相关内容的编写及把关
甄雷、胥永、岳旭、张小航、姜宝伟、同晓乐、曲银化、周可心、张泽春、史小云、彭晖、刘洋、吴晓东、李建锋、李永林、陈建立、刘海波、王英辉	负责提供企业的现场调研及配合标准编写开展试验验证及数据积累
张江峰	提供理论支撑
白智辉	提供技术指导

3. 工作过程

3.1. 预研阶段

2020 年 5 月至 2020 年 7 月，由宝钛集团有限公司及宝鸡钛业股份有限公司对国内海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额现状调研，在 GB/T 29136—2012《海绵钛单位产品能源消耗限额》和 GB/T 29448—2012《钛及钛合金铸锭单位产品能源消耗限额》的基础上，收集相关数据，在数据对比和标准现状分析的基础上，起草《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

3.2. 立项阶段

2020 年 7 月，宝钛集团有限公司向全体委员提交了《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，全体委员会议论证结论为同意国家标准立项。由秘书处组织委员网上投票，投票通过后转报国标委，并挂网向社会公开征求意见。

2020 年 12 月 30 日，国家标准化管理委员会下达了制定《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》国家标准的任务，计划编号：20205272-Q-469，完成年限为 2022 年，技术归口单位为全国能源基础与管理标准化技术委员会。

3.3. 起草阶段

本标准修订标准，在起草阶段进行了大量的数据收集，同时兼顾我国海绵钛和钛锭生产企业能耗现状。

1) 2021 年 4 月成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。

2) 2021 年 5 月对海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额现状进行了相关资料的收集和总结，并对相关的技术资料进行了对比分析。

3) 2021 年 5 月根据对海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额的相关资料进行分析和总结，形成了《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》的草案稿。

4) 2021 年 5 月 27 日，由全国有色金属标准化技术委员会在杭州市组织召开了《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》国家标准工作会议。来自全国 20 家单位 36 位代表参加了会议，与会代表对《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》国家标准进行了认真、仔细的讨论，本标准编制组依据会上意见和建议对讨论稿整理修改后，于 2021 年 6 月形成了《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》的征求意见稿。

3.4. 征求意见阶段

3.4.1. 标准征求意见会议

2021 年 5 月 7 日，宝钛集团有限公司在陕西省宝鸡市组织召开了《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》国家标准修订方案及后续工作安排研讨会，会上，针对国内海绵钛生

产所采用的工艺技术、工艺线路、装备以及今后的发展趋势等方面进行探讨协商，最终达成一致意见：

1）、《海绵钛单位产品能源消耗限额》国家标准修订新框架还是采用 GB29136-2012 版的框架进行。理由为：在海绵钛生产企业中几乎以工序为车间（工段）进行组织生产，采取以工序为主要计量单元进行统计，即使企业由于某种原因需停产（增设）某工序，只要将这些工序能耗剔除（增加）即可。这样便于执行、操作、考核。

2）、删除《海绵钛单位产品能源消耗限额》GB29136-2012 版中的钛渣工序。理由为：①、由于国内钛渣工序所产钛渣 90%以上都用于制钛白粉，只有 5%左右钛渣用于生产海绵钛，所占比例较小，不好单独统计；②、国内海绵钛企业目前几乎没有钛渣工序，大部分钛渣工序已经剥离出海绵钛行业，单独组建企业，删除能更准确计量海绵钛生产所消耗的能源。

3）将《海绵钛单位产品能源消耗限额》GB29136-2012 版中的氯化工序和精制工序合并。理由为：原 GB29136-2012 版制订时，国内海绵钛企业的氯化工序绝大部分是采用沸腾氯化炉生产，精制工序是采用铜丝除钒、矿物油除钒和铝粉除钒等工艺，并且为单独的分厂（车间），耗能计量统计可单独计量。可随着新工艺、新技术、新方法的引入，氯化工序有沸腾氯化工艺和熔盐氯化两种主流工艺，而且氯化 and 精制融为一体，产出品就为精四氯化钛（合格四氯化钛），为了适应技术发展，建议对氯化 and 精制两个工序进行合并考核更合理。

4）删除《海绵钛单位产品能源消耗限额》GB29136-2012 版中 A 工艺。理由：因为将钛渣工序删除，将氯化工序与精制工序合并后，A 工艺与 B 工艺就相同，因此，建议删除 GB29136-2012 版中 A 工艺，同时将 GB29136-2012 版中 B 工艺改为 A 工艺，GB29136-2012 版中 C 工艺改为 B 工艺。

3.4.2. 标准发函征求意见

本标准同时以发送标准邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。

2021 年 10 月 27 日，由全国有色金属标准化技术委员会主持，在江苏常州市召开了有色金属材料标准工作会，对宝钛集团有限公司编制的《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》进行了讨论，共有 12 个单位的 28 名代表参加会议。与会的专家和代表通过认真的审查和广泛、充分的讨论与交流，对标准征求意见稿提出了以下修改意见和建议：删除 5.1.4 条“能源的计量单位”，删除表 3；图 1 中氯化精制工序增加补充氯气环节；图 2 中将配料和制备电极合并工序等。

在征求意见阶段，共发函 12 家相关生产应用单位和科研院所，回函的单位共 10 家、回函并有建议或意见的单位共 8 家、没有回函的单位共 2 家（征求意见情况详见《标准征求意见稿意见汇总处理表》）。

2022 年 3 月，本标准编制组依据各单位提出的意见和建议，继续对征求意见稿进行了修改和完善，形成了标准送审稿及其编制说明，并提交标委会对标准送审稿进行审查。

5. 审查阶段

6. 报批阶段

二、标准编制原则及技术要求确定依据

1. 编制原则

本标准在编制时，主要参考了各企业单位的统计数据，结合市场发展趋势调研，完成了标准稿编制。同时，项目组确定出以下主要原则：

a) 海绵钛和钛锭能耗等级分为 3 级，其中 1 级能耗等级最高。能耗指标分为三个指标，即 3 级（限定值）、2 级（新建准入值）、1 级（先进值）。3 级就是按照国家政策，淘汰落后工艺，淘汰高能耗企业，能耗指标达不到者出局。2 级就是新建企业的能耗指标必须达到或者超过国家发改委的现有准入条件，或者能耗指标要达到国内同类产品能耗的先进水平或者接近世界先进水平，才允许建设投产。1 级就是世界先进水平，是企业今后几年要努力达到的目标。

b) 对各生产厂家工艺和装备的调研基础上，确定的技术指标应充分反映当前国内海绵钛和钛锭的技术水平，便于操作和考核，适应性强，同时应充分考虑未来的发展趋势。

2. 主要技术要求的依据（包括验证报告、统计数据等）及理由

1) 适用范围说明

本文件规定了海绵钛、钛及钛合金铸锭单位产品能源消耗（以下简称能耗）限额的要求、计算原则、计算方法、节能管理和措施。

本文件仅适用于 Kroll 镁热还原法生产海绵钛（以下简称海绵钛）、真空自耗电弧炉生产钛及钛合金铸锭（以下简称钛锭）的能源消耗的计算、评定及考核。

2) 能耗边界、能耗计算方法及数据计量、监测、质量和报告要求的详细说明

a) 能耗边界

海绵钛生产全流程见图 1，钛锭生产全流程见图 2。以工序生产能耗为基础，核算海绵钛和钛锭单位产品能源消耗。

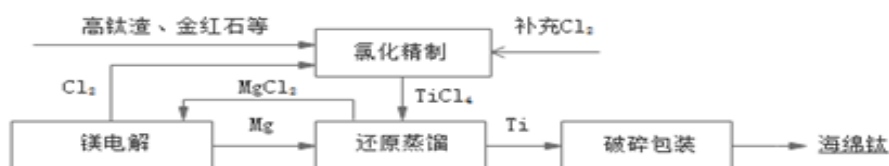


图 1 镁热法生产海绵钛工艺流程图



图 2 钛锭真空自耗熔炼工艺流程图

b) 能耗计算方法

产品能源单耗按公式（1）计算，涉及工序单耗按公式（2）计算：

$$Z = (E_z + F + S) / P \quad \text{----- (1)}$$

式中：

Z——统计报告期内单位产品综合能耗；

E_z ——统计报告期内工艺能耗总量；

F——统计报告期内工艺辅助能耗；

S——统计报告期内工艺能源损耗；

P——统计报告期内合格产品产量。

$$E_i = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i \times k_i) - q}{p} \quad \text{----- (2)}$$

式中：

E_i ——统计报告期内某工序能源单耗，单位为 tce/t；

n ——某工序消耗能源的介质数；

e_i ——统计报告期内某工序消耗的第 i 种能源实物量，单位为 kg、kW·h、m³；

k_i ——统计报告期内某工序中第 i 种能源折算系数，按能量的当量或能源等价参考值折算；

q ——统计报告期内某工序回收余热折算标煤量（未返回系统利用），单位为 tce；

p ——统计报告期内某工序产出的合格产品产量，单位为 t。

c) 数据计量、监测、质量和报告要求

能源消耗应按照 GB/T 8170 相关条款的规定进行修约，保留三位有效数字；企业的原辅材料及能源使用量、产品产量及相关技术经济指标等，以法定月报表或年报表为准；企业的原辅材料及能源使用量、产品产量及相关技术经济指标等也可选取有代表性生产时间段进行同步实测，所选取的计量生产时间一般不少于一个月；指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用国家或行业标准监测分析方法。

3) 技术指标确定依据及理由，包括：

a) 统计数据、来源

A. 海绵钛能源数据（产量可覆盖全国产量的 80%以上）

海绵钛 2020 年主要产量分布如下表。

表 1 海绵钛 2020 年产量（单位吨）

企业名称	2020 年产量	企业名称	2020 年产量
攀钢集团攀枝花钛材有限公司	22768	龙蟒佰利联新立钛业公司	8870
朝阳金达钛业股份有限公司	16118	宝钛华神钛业有限公司	8212
洛阳双瑞万基钛业有限公司	16000	盛丰钛业有限公司	3600
新疆湘润新材料科技有限公司	15430	鞍山海量有色金属有限公司	2900
朝阳百盛钛业股份有限公司	13560	中信锦州锦铁合金股份有限公司	1700

贵州遵钛（集团）有限责任公司	12500	宝鸡力兴钛业集团	1300
合计	122958		

修订组收集到国内相关海绵钛企业近 5 年单位产品能源消耗水平及相关的数据分析资料。2020 年数据产量可覆盖全国产量的 80%以上。

表 2 工序实物单耗指标统计

工序实物单耗	厂家	实物能源		单耗指标				
		名称	单位	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
氯化精制工序 ^a	A	石油焦	t/t. TiCl ₄					
		交流电	kwh/t. TiCl ₄					
	B	石油焦	t/t. TiCl ₄					
		交流电	kwh/t. TiCl ₄					
	C	石油焦	t/t. TiCl ₄					
		交流电	kwh/t. TiCl ₄					
	D	石油焦	t/t. TiCl ₄					
		交流电	kwh/t. TiCl ₄					
镁电解工序 ^b	A	交流电	kwh/t. Mg					
	B	交流电	kwh/t. Mg					
	C	交流电	kwh/t. Mg					
	D	交流电	kwh/t. Mg					
	E	交流电	kwh/t. Mg					
还原蒸馏工序 ^c	A	交流电	kwh/t. Ti					
	B	交流电	kwh/t. Ti					
	C	交流电	kwh/t. Ti					
	D	交流电	kwh/t. Ti					
	E	交流电	kwh/t. Ti					
	F	交流电	kwh/t. Ti					
	G	交流电	kwh/t. Ti					
破碎包装工序 ^d	A	交流电	kwh/t. Ti					
	B	交流电	kwh/t. Ti					
	C	交流电	kwh/t. Ti					
	D	交流电	kwh/t. Ti					
	E	交流电	kwh/t. Ti					
	F	交流电	kwh/t. Ti					
	G	交流电	kwh/t. Ti					
海绵钛产品综合能耗	A	A 工艺	tce/t	5.064	4.708	4.571	4.509	4.434
		B 工艺	tce/t	1.062	0.994	0.976	0.990	0.953
	B	A 工艺	tce/t	/	/	/	4.976	3.372
		B 工艺	tce/t	/	/	/	1.497	0.856
	C	A 工艺	tce/t	4.869	4.741	4.746	4.621	4.715
		B 工艺	tce/t	1.002	0.981	0.956	0.825	0.909
	D	A 工艺	tce/t	/	/	/	/	4.827
		B 工艺	tce/t	0.945	1.054	1.113	1.146	1.147
	E	A 工艺	tce/t	/	/	/	/	4.680
		B 工艺	tce/t	/	/	/	1.488	1.005
	F	B 工艺	tce/t	/	0.801	0.826	0.866	0.907
	G	B 工艺	tce/t	0.905	0.958	0.973	0.892	1.001

^a氯化精制现采用熔盐氯化 and 沸腾氯化两种工艺，除钒有采用铝粉除钒和矿物油除钒等多种方法；考虑随着矿产资源的供应状况，矿产资源品位有可能降低，鉴于此，结合表 2 的数据与实际生产情况确定氯化精制工序实物单耗（限定值）指标为：石油焦(3[#])：0.170 t/t. TiCl₄，交流电：600 kwh/t. TiCl₄。

^b 镁电解主要为多极电解槽，但有海绵钛企业电解槽采用其他形式的电解槽。镁电解能耗受供电状况影响较大，因此，镁电解工序电力消耗可考虑 0.1 的调整系数。根据表 2 的数据并考虑生产实际状况，确定镁电解工序实物单耗（限定值）指标为：交流电：16500 kwh/t. Mg。

^c 还原蒸馏工序采用的炉型有多种（3.5 ‘I’ 型炉；5 吨 ‘I’ 型炉；7.5 吨 ‘I’ 型炉；5 吨和 5.5 吨倒 ‘U’ 型炉；10 吨倒 ‘U’ 型炉；12 吨倒 ‘U’ 型炉），而且每种炉型都有自己的特色，根据表 2 的数据结合现实情况权衡考虑，确定还原蒸馏工序实物单耗（限定值）交流电：7500 kwh/t. Ti。

^d 破碎包装工序，海绵钛生产企业会增设一些设备（如降噪设备、色选机等）使其满足客户日益提高的要求，可能导致能耗增加，为此，确定破碎包装工序实物单耗（限定值）交流电：400 kwh/t. Ti。

B. 钛锭能源数据（产量可覆盖全国产量的 50%以上）

钛锭 2020 年产量分布如下表。

表 3 钛锭 2020 年产量（单位吨）

企业名称	2020 年产量	企业名称	2020 年产量	企业名称	2020 年产量
1	20250	12	3500	23	1000
2	18304	13	3430	24	1000
3	7000	14	3000	25	950
4	3000	15	3000	26	940
5	6500	16	2600	27	920
6	5800	17	2000	28	800
7	6000	18	2000	29	800
8	5872	19	1810	30	800
9	5048	20	1500	31	678
10	5000	21	1200	32	560
11	3600	22	1010	33	277
合计		119937			

修订组收集到国内部分相关钛锭企业近 5 年单位产品能源消耗水平及相关的数据分析资料。

表 4 产品能耗统计表

企业	能源及耗能工质	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
1	电能（Kwh）					
	新水/生产水（t）					
	新水/生活水（t）					
	压缩空气（m3）					
	柴油（kg）					
	天然气（kg）					
	总产量，t					
	二次 VAR 铸锭产量，t	29.2	28.0	4.5	6.2	10.6
	三次 VAR 铸锭产量，t	3933.8	4223	4412.5	5927.8	7364.4
	综合单耗（折算二次锭），tce/t	0.40	0.4	0.39	0.39	0.40
2	电能（Kwh）	-	-			
	新水（t）	-	-			
	压缩空气（m3）	-	-			
	总产量，t	-	-			
	二次 VAR 铸锭产量，t	-	-			
	三次 VAR 铸锭产量，t	-	-	-	372.9	346.0
	综合单耗（折算二次锭），tce/t	—	—	—	0.39	0.39
3	电能（kWh）					
	辅助电能（kWh）					
	蒸汽（t）					
	新水（t）					
	总产量，t					
	二次 VAR 铸锭产量，t	1495	1025	1115	864	1323
	三次 VAR 铸锭产量，t	151	144	125	234	278
	综合单耗（折算二次锭），tce/t	0.56	0.83	0.64	0.64	0.52

4	电能 (Kwh)					
	新水 (t)					
	总产量, t					
	二次 VAR 铸锭产量, t	-	-	1719.8	1560.5	897.7
	三次 VAR 铸锭产量, t	-	-	1300	2061	2138
	综合单耗 (折算二次锭), tce/t	—	—	0.54	0.51	0.63
5	电能 (Kwh)	-				
	压缩空气 (m3)	-				
	柴油 (kg)	-				
	生产水 (t)	-				
	氩气 (m3)	-				
	真空泵油 (kg)	-				
	液压油 (kg)	-				
	总产量, t	-	1435.9585	1446.03046	1164.0835	1214.975
	二次 VAR 铸锭产量, t	-	804.1155	891.94636	866.8122	987.8401
	三次 VAR 铸锭产量, t	-	214.637	48.6015	11.631	19.723
	综合单耗 (折算二次锭), tce/t	—	0.38	0.36	0.38	0.40
6	电能 (Kwh)	-				
	新水 (t)	-				
	总产量, t	-				
	二次 VAR 铸锭产量, t	-	2619	3104	2843	851
	三次 VAR 铸锭产量, t	-	716	1231	1563	2119
	综合单耗 (折算二次锭), tce/t	—	0.46	0.45	0.46	0.47
7	电能 (Kwh)	-	-			
	新水/生产水 (t)	-	-			
	新水/生活水 (t)	-	-			
	柴油 (kg)	-	-			
	汽油	-	-			
	蒸汽(t)	-	-			
	总产量, t	-	-	12148	17080	16496
	二次 VAR 铸锭产量, t	-	-	8369	9619	6452
	三次 VAR 铸锭产量, t	-	-	5779	7461	10043
	综合单耗 (折算二次锭), tce/t	—	—	0.47	0.39	0.40

b) 影响因素分析及折算系数确定

A. 海绵钛

当今世界海绵钛生产主要采用镁热还原法,即以金属镁还原四氯化钛制取钛。镁热法海绵钛生产全流程包含高钛渣、金红石等原料经氯化精制制取精四氯化钛,精四氯化钛与镁经还原蒸馏制得金属钛,金属钛经破碎包装成规定粒度的产品,还原副产物氯化镁经电解得金属镁和氯气等 4 个工序环节和镁、氯两个闭路循环(见图 1),由于镁热法生产的金属钛具有海绵状特征被称为海绵钛。各海绵钛生产企业根据自身情况采用其中全部或部分工序环节形成各自的海绵钛生产工艺。计算工艺能耗的指标确定和考核须与采用的生产工序相结合。针对国内海绵钛生产企业的实际情况,本标准主要对如下 2 种典型生产工艺进行规定。

A 工艺:该工艺包含氯化精制工序、还原蒸馏工序、镁电解工序及破碎工序等生产工序,实现了镁、氯循环利用,可节约成本。海绵钛产品工艺能源消耗为同一统计期内自产四氯化钛、金属镁、氯气等原材料为能满足生产要求所消耗的能耗总和与海绵钛合格产品总量之比。

B 工艺：该工艺只包含还原蒸馏工序和破碎工序两个生产工序，建设周期短，见效快，是小型海绵钛生产企业普遍采用的生产工艺，该工艺以外购精四氯化钛和精镁进行还原蒸馏，将制取的钛坨进行破碎包装得到产品，流程短，只有还原蒸馏工序及破碎工序两各环节的能源消耗，工艺能耗为同一统计期内还原蒸馏工序及破碎工序能源消耗之和与海绵钛合格产品总量之比。

B. 钛锭

钛锭能耗受铸锭产品结构（熔炼次数）、铸锭牌号（化学成分）、生产工艺、企业生产产能及地域等多方面影响。

本标准指标制定以企业提供的基础数据为依据，规定综合能耗水平。同时因现阶段企业设备共用，且受生产计划影响，无法独立核算二次及三次熔炼的单独能耗，本标准以两次真空自耗电弧熔炼成品铸锭单耗限额为基准制定限额值（生产三次熔炼成品铸锭所增加的能耗，其单位产品综合能耗限额乘以 1.9 的系数）。

c) 能耗指标确定及测算情况说明

A. 海绵钛综合能耗限额确定及测算情况说明

对现有海绵钛企业的能源消耗数据作为确定 3 级能耗限额指标的基础，在考虑各企业实际情况后进行推算；依据国家（政府）相关政策导向、技术革新以及海绵钛企业的发展趋势等方面综合权衡，确定新建、改建、扩建海绵钛企业的准入能耗指标 2 级；随着科技发展，新工艺、新材料、新技术的引入、余热回收利用等手段和方法的实现，对环境质量的追求提高等因素考虑，预判了未来一段时间内先进能耗目标值定为 1 级指标。

通过对所收集国内主要海绵钛企业现有生产装置、工艺技术和用能设备现状以及发展趋势，权衡估算了镁热法海绵钛生产企业工序实物单耗（见表 5）。根据表 5 的数据通过折算为标煤得到表 6。

表 5 海绵钛生产工序生产系统实物单耗限额

工序	实物能源		工序生产系统实物单耗		
	名称	单位	1 级	2 级	3 级
氯化精制	石油焦	t/tTiCl ₄	≤0.15	≤0.16	≤0.17
	电力	10 ⁴ kW·h/t. TiCl ₄	≤0.04	≤0.05	≤0.06
镁电解	电力	10 ⁴ kW·h/ t. Mg	≤1.45	≤1.55	≤1.65
还原蒸馏	电力	10 ⁴ kW·h/ t. Ti	≤0.60	≤0.70	≤0.75
破碎	电力	10 ⁴ kW·h/ t. Ti	≤0.02	≤0.03	≤0.04
注：镁电解实物单耗以多极电解槽及缓冲炉（精炼炉）为参照；					

表 6 海绵钛生产工序生产系统能耗限额

工 序	单位	工序生产系统能耗限额		
		1 级	2 级	3 级
氯化精制	tce /tTiCl ₄	≤0.21	≤0.24	≤0.26
镁电解	tce / t. Mg	≤1.78	≤1.90	≤2.03
还原蒸馏	tce / t. Ti	≤0.74	≤0.80	≤0.92

破碎	tce / t. Ti	≤0.025	≤0.04	≤0.05
----	-------------	--------	-------	-------

综合能耗限额是以吨钛合格品为基础进行折算为标煤，表中数据全部以工艺相配套来进行换算的，以就是说所采用的四氯化钛、电解镁全部来自自己生产。采用理论与实践相结合的原则，生产1吨合格海绵钛需要1.1吨钛坨（钛坨破碎为海绵钛产品合格率为90%左右），理论上生产1吨海绵钛需消耗3.965吨四氯化钛（100%纯度），实际上四氯化钛含量在99.9%左右，在生产现场有损耗，再考虑产品合格率这些因素影响，确定生产1吨合格海绵钛需要消耗4.5吨四氯化钛；理论上生产1吨海绵钛需消耗1.015吨金属镁（100%纯度），生产中所用金属镁含量在99.9%左右，由于海绵钛生产工艺的特殊性，在还原过程中需要加超过50%的金属镁量，还原结束后通过穿火又排出多余的金属镁返回镁电解回收，生产现场会受损耗、产品合格率影响，权衡后确定生产1吨合格海绵钛需要消耗1.2吨金属镁。由此可得：生产1吨合格海绵钛产品的工艺系统综合能耗为〔（氯化精制工序生产系统能耗×4.5 +（镁电解工序生产系统能耗×1.2） +（还原蒸馏工生产系统序能耗×1.1） + 破碎工艺生产系统能耗〕。当前国内绝大部分海绵钛生产企业各工序辅助能耗没有分别对应各工序进行计量，只是总消耗量。通过数据收集分析，国内现有海绵钛生产企业中A工艺生产系统的辅助能耗占A工艺生产系统9%左右、B工艺生产系统的辅助能耗占B工艺生产系统15%左右，因此，现有海绵钛企业所达到的综合能耗限额（3级标准）A工艺综合能耗为〔A工艺生产系统能耗×（1+9%）〕；B工艺综合能耗为〔B工艺生产系统能耗×（1+15%）〕。

随着科技进步，新技术、新材料、新工艺、新方法引入海绵钛行业，并结合我国海绵钛行业的发展趋势和国家能源政策导向，海绵钛生产系统耗能会得到一定程度降低；国家（政府）及人民对安全环保的追求越来越高，海绵钛用户对产品质量提出越来越特殊化、个性化，迫使海绵钛生产企业加大力度处理三废、降低噪音，提升安全舒适的工作环境和改善产品质量，必然会使能耗相对增加。可以设想一下：今后辅助能耗会相对增加而生产系统能耗则会相对降低，这可导致辅助能耗占生产系统能耗的比例会加大，对于新建、改建、扩建的海绵钛企业应满足2级能耗限额指标和未来一段时期内海绵钛所追求的目标1级能耗限额指标，加之损耗分摊经估算确定辅助能耗与损耗分摊A工艺按13%计，B工艺按20%计。则对2级综合能耗限额和1级综合能耗限额指标而言，换算出A工艺综合能耗限额为〔A工艺生产系统能耗×（1+13%）〕，B工艺综合能耗限额为〔B工艺生产系统能耗×（1+20%）〕，得出表7。

表7 海绵钛生产企业单位产品综合能耗限额

生产工艺		综合能耗限额（tce/t t. Ti）		
		1级	2级	3级
A（氯化精制—镁电解—还原蒸馏—破碎）		≤4.45	≤4.82	≤5.08
B（还原蒸馏—破碎）		≤1.00	≤1.10	≤1.23
当前水平	A工艺	25%产能可达标（第一梯队企业）	70%产能可达标	90%产能可达标
	B工艺	20%产能可达标（第一梯队企业）	70%产能可达标	90%产能可达标
注：现有海绵钛企业正积极拓展全流程工艺，B工艺产能可能会逐步减少。				

B. 钛锭综合能耗限额确定及测算情况说明

现钛锭单位产品能耗受产品结构、工艺水平、企业规模、地域及管理水平等影响较大，各企业单位产品能耗相差较大，国内现阶段目前综合平均水平约为 0.48 tce/t，部分具有先进管理、生产理念的企业投产后，单位能耗水平可低至 0.38（后期随着产品结构、质量提升、环保及智能化投入，将会有所提高），现结合国内实际情况及后续发展现状，钛锭生产企业单位产品能耗限额订制见下表的要求。

其中 3 次与 2 次熔炼铸锭系数定为 1.9，确定依据为三次锭与二次锭耗能比值（不考虑后期环保、智能检测等设备投入前提下，以典型三次锭生产企业单位能耗均值 747kg/kgce 与先进二次锭生产企业单位产品综合能耗均值 394kg/kgce 比值为依据确定）。

表 8 钛锭单位产品能耗限额

熔炼工艺	单位产品能耗限额 ^a ，tce/t		
	1 级	2 级	3 级
两次真空自耗电弧熔炼	≤0.42	≤0.48	≤0.58
当前水平	15%产能可达标（第一梯队企业）	55%产能可达标	85%产能可达标
^a 以两次真空自耗电弧熔炼成品铸锭单耗限额为基准，生产三次熔炼成品铸锭所增加的能耗，其单位产品综合能耗限额乘以 1.9 的系数。			

C. 钛锭主要试验（或验证）情况分析

项目组对某新投产钛锭生产企业及老企业进行了调研，汇总数据如下：

表 9 某新投产企业数据

2020 年 1-12 月年数据情况			
项目	汇总数据	标准煤系数	
电（万 Kwh）		0.1229	kgce/Kwh
水（m³）		0.257	kgce/t
压缩空气（m³）		0.04	kgce/m³
柴油（kg）		1.4571	kg/kg
产量（吨）	8303.2（二次锭占比 95.83%）		
标准能耗（t _{bm} /t）	0.39		
注：随着环保设备及智能化设备投入，能耗会有所提高；随着生产逐步展开，结构的调整将会使能耗进一步提升。			

表 10 技改后某老企业典型数据

2020 年 1-12 月年数据情况			
项目	汇总数据	标准煤系数	
电（万 Kwh）		0.1229	kgce/Kwh
水（m³）		0.257	kgce/t
产量（吨）	2970（二次锭占比 28.65%）		
标准能耗（t _{bm} /t）	0.47		
注：辅助能源，如柴油、压缩空气等缺少统计数据，因此真实单位产品能耗应会增加。			

表 11 二次熔炼钛企业典型数据

能源及耗能工质	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
电能（Kwh）					
新水（t）					
压缩空气（m3）					
产量（吨）					
产品单位能耗 kg/kgce	403	392	384	396	394
注：五年平均能耗 394kg/kgce；辅助能源，如柴油、压缩空气等缺少统计数据，因此真实单位产品能耗应会增加。					

表 12 三次熔炼钛企业典型数据

能源及耗能工质	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
---------	--------	--------	--------	--------	--------

电能 (Kwh)					
新水 (t)					
天然气 (kg)					
柴油 (kg)					
产量 (吨)					
产品单位能耗 kg/kgce	770	729	729	755	757
注：五年平均能耗 747kg/kgce；且随着产品结构变化、环保设备及智能化设备投入，能耗会有所提高或变化。					

在后续统计中，详细统计了单炉、单熔次的电能耗值，而水、压缩空气、蒸汽等能耗无法实现单炉、单熔次统计，且这些能耗在随着设备的差异消耗量有不同，但相对于电能耗来说，他们的耗能较小，单炉、单熔次的浮动值也可不用细究，统一平均至单耗中即可。

由表 13、表 14 的数据分析，标准中规定综合能源消耗等规定是科学合理的，同时便于生产厂家工艺改进和调整。标准中规定的能耗指标，属于国家强制标准规定，通过本标准的实施，将有利于企业进行能源监测设备的投入，将促进行业的技术发展提高及绿色生产。

d) 与国外水平对比分析

现无法查询到国外相关数据及标准。

e) 标准实施带来的节能效益测算结果

现制定的标准指标与 GB29136-2012《海绵钛单位产品能源消耗限额》和 GB29448-2012《钛锭单位产品能源消耗限额》对比如下：

表 13 海绵钛单位能耗 标准对比

生产工艺	标准	综合能耗限额 (tce/t t. Ti)		
		1 级	2 级	3 级
A (氯化精制—镁电解—还原蒸馏—破碎)	本标准	≤4.45	≤4.82	≤5.08
	GB29136-2012	≤4.40	≤5.30	≤6.10
B (还原蒸馏—破碎)	本标准	≤1.00	≤1.10	≤1.23
	GB29136-2012	≤1.00	≤1.10	≤1.30

表 14 钛锭单位产品能耗 标准对比

熔炼工艺	标准	单位产品能耗限额 ^a , tce/t		
		1 级	2 级	3 级
两次真空自耗 电弧熔炼	本标准	≤0.42	≤0.48	≤0.58
	GB29448-2012	≤1.00	≤1.10	≤1.15
三次真空自 耗电弧熔炼	本标准 ^a	≤0.80	≤0.91	≤1.10
	GB29448-2012	≤1.30	≤1.45	≤1.55
^a 以两次真空自耗电弧熔炼成品铸锭单耗限额为基准，生产三次熔炼成品铸锭所增加的能耗，其单位产品综合能耗限额乘以 1.9 的系数。				

钛锭基础限额较以前标准缩小了 50%左右，按 2020 年全国钛锭产量 12 万吨计算，可节约标准煤约 7 万吨；海绵钛基础限额较以前标准缩小了 13%左右，按 2020 年全国海绵钛产量 12.5 万吨计算，可节约标准煤约 10 万吨；且随着钛行业产能释放及不断提升，节能

潜力也会更大。

三、与有关法律、行政法规和其他强制性标准的关系、配套推荐性标准的制定情况

该标准的制定符合现行法律、法规的要求，本标准与其他强制性国家标准无矛盾与不协调之处。标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规。

本标准在制定过程中主要参考了 GB/T 2589—2020《综合能耗计算通则》、GB/T 29136—2012《海绵钛单位产品能源消耗限额》和 GB/T 29448—2012《钛及钛合金铸锭单位产品能源消耗限额》。本标准属于整合修订，能耗指标以国内主流海绵钛和钛锭生产企业的能耗数据为依据，满足钛行业绿色发展的生产需要。

四、与国际标准化组织、其他国家或者地区有关法律法规和标准的对比分析

现无查询到国外相关海绵钛及钛锭单位产品能源消耗限额的标准。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

无重大分歧意见。

六、对强制性国家标准自发布日期至实施日期之间的过渡期（以下简称过渡期）的建议及理由，包括实施强制性国家标准所需的技术改造、成本投入、老旧产品退出市场时间等；

1. 首先应在实施前保证标准文本的充足供应，使每个生产单位、设计单位以及检测机构等都能及时获取本标准文本，这是保证新标准贯彻实施的基础。

2. 本项目制定的《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》，不仅与生产企业有关，而且与设计单位、检测机构等相关。对于标准使用过程中容易出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3. 可以针对标准使用的不同对象，如生产单位、质量监管等相关部门，有侧重点地进行标准的培训和宣贯，以保证标准的贯彻实施。

4. 建议本标准批准发布 6 个月后实施。

七、与实施强制性国家标准有关的政策措施，包括实施监督管理部门以及对违反强制性国家标准的行为进行处理的有关法律、行政法规、部门规章依据等；

标准实施监督管理部门为：国家发展和改革委员会、工业和信息化部、县级以上人民政府管理节能工作的部门和有关部门。

《中华人民共和国节约能源法》

第十二条县级以上人民政府管理节能工作的部门和有关部门应当在各自的职责范围内，加强对节能法律、法规和节能标准执行情况的监督检查，依法查处违法用能行为。

第十三条 国务院标准化主管部门会同国务院管理节能工作的部门和国务院有关部门制定强制性的用能产品、设备能源效率标准和生产过程中耗能高的产品的单位产品能耗限额标准。

省、自治区、直辖市制定严于强制性国家标准、行业标准的地方节能标准，由省、自治区、直辖市人民政府报经国务院批准

第十五条规定：国家实行固定资产投资项目节能评估和审查制度。不符合强制性节能标准的项目，依法负责项目审批或者核准的机关不得批准或者核准建设；建设单位不得开工建设；已经建成的，不得投入生产、使用。

第十六条规定：生产过程中耗能高的产品的生产单位，应当执行单位产品能耗限额标准。对超过单位产品能耗限额标准用能的生产单位，由管理节能工作的部门按照国务院规定的权限责令限期治理。

——罚则第六十八条规定：负责审批或者核准固定资产投资项目的机关违反本法规定，对不符合强制性节能标准的项目予以批准或者核准建设的，对直接负责的主管人员和其他责任人员依法给予处分。

固定资产投资项目建设单位开工建设不符合强制性节能标准的项目或者将该项目投入生产、使用的，由管理节能工作的部门责令停止建设或者停止生产、使用，限期改造；不能改造或者逾期不改造的生产性项目，由管理节能工作的部门报请本级人民政府按照国务院规定权限责令关闭。

——罚则第七十二条规定：生产单位超过单位产品能耗限额标准用能，情节严重，经限期治理逾期不治理或者没有达到治理要求的，可以由管理节能工作的部门提出意见，报请本级人民政府按照国务院规定的权限责令停业整顿或者关闭。

《节能监察办法》（国家发展改革委【2016】第 33 号令）

第六条 节能监察机构应当开展下列工作：

（一）监督检查被监察单位执行节能法律、法规、规章和强制性节能标准的情况，督促被监察单位依法用能、合理用能，依法处理违法违规行为；

第十一条 节能监察机构依照授权或者委托，具体实施节能监察工作。节能监察应当包括下列内容：

（四）执行强制性节能标准的情况；

第十八条 被监察单位有违反节能法律、法规、规章和强制性节能标准行为的，节能监察机构应当下达限期整改通知书。

第二十四条 被监察单位在整改期限届满后，整改未达到要求的，由节能监察机构将相关情况向社会公布，并纳入社会信用体系记录。被监察单位仍有违反节能法律、法规、规章和强制性节能标准的用能行为的，由节能监察机构将有关线索转交有处罚权的机关进行处理。

《重点用能单位节能管理办法》（国家发改委令〔2018〕15号）

第十七条 重点用能单位应当执行单位产品能耗限额强制性国家标准和能源效率强制性国家标准。鼓励重点用能单位制定严于国家标准、行业标准、地方标准的企业节能标准。

第三十二条 重点用能单位超过单位产品能耗限额标准用能，限期治理，逾期不治理或者没有达到治理要求的，由管理节能工作的部门提请执行惩罚性电价。

八、是否需要对外通报的建议及理由

本标准只对企业在国内的生产过程和新建项目进行监管，不涉及国际贸易，不需要进行 WTO/TBT 通报。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利问题。

十一、强制性国家标准所涉及的产品、过程或者服务目录

本标准所涉及的产品包括按 GB/T 26060 生产的钛及钛合金铸锭、GB/T 2524 生产的海绵钛。

十二、其他应当予以说明的事项。

为了适应现阶段国情发展，节能减排、保护生态环境，标准的有效实施将会进一步规范海绵钛及钛锭生产企业积极响应国家节能减排号召，开展科学节能管理，共享节能技术。为海绵钛和钛锭生产单位提供耗能技术依据，促进生产单位正确使用能源、设备，合理调整或选择生产工艺，达到节能减排要求。为确保标准的有效实施和执行，标准发布后应加强宣贯力度。

《海绵钛和钛锭单位产品能源消耗限额》
标准编制组