

中国钛标准 40 年

黄永光

(宝钛集团有限公司, 宝鸡 721014)

摘 要: 回顾中国钛及钛合金标准从雏形的建立和 3 次重大改进, 阐述历次改进的重点, 特别是 2007 年至今钛标准体系的重要变化及完善情况, 如大量纳入新研制的钛合金牌号、纯钛的化学成分及力学性能实现与国际的接轨、加强检验标准的系统完善, 制修订近 10 项方法标准, 部分性能检验方法与国际接轨、注重产品标准新类别的制定, 包括铸锭、网板、焊接管、挤压管及钛废料等。并与国际和国外先进标准体系进行对比分析, 标准体系整体达到国际先进水平。提出进一步完善我国钛标准体系的发展思路和建议: 提高标准的认知程度, 达到国际通用; 加快新研发合金的纳标, 推动新合金的应用; 加强方法标准的制定, 使标准体系更加完善。

关键词: 钛; 钛合金; 标准体系; 牌号; 成分; 性能

中图分类号: T652.1

文献标志码: A

40 years of Chinese titanium standard

HUANG Yong-guang

(Baoti Group Co., Ltd., Baoji 7210141, China)

Abstract: The Chinese National Standard (GB) system of titanium and titanium alloy from the establishment and development of three major changing stages was reviewed, and the important changes in the system and improvement situation in Chinese Titanium GB, in specialty, the important changes since 2007 years. including the development of new designations, adoption of international practices in chemical composition and mechanical property, perfection of basic standards and testing methods for the standard system, about 10 test method standards were constituted and revised. The international practices in part of the performance test methods, establishment of new classificatory product standard, including ingot, halfone, welded tube, extrusion tube and titanium scraps, etc were adopted. The international and foreign advanced titanium standards system reaching international advanced level were compared, and further improvement ideas and suggestions on Chinese titanium standards system development: heighten standard cognizing degree to achieve international currency; quicken standardization of new developed designations to promote new alloys application; strengthen constituting method standards were proposed to make Chinese titanium standard system more perfect.

Key words: titanium; titanium alloy; standard systems; designation; composition; performance

随着中国钛工业的快速发展, 及钛加工材在航空、航天、船舶、冶金、石化、电子、交通、医疗、海洋工程、制冷工程、建筑、体育和旅游等领域的大量应用, 促进了钛标准的快速发展。中国的钛工业标准起

步于 20 世纪 70 年代初^[1], 国家标准体系建立于 80 年代初, 经过 30 多年的发展和完善, 经历了 3 次重大调整, 直到本世纪修订和制定完成的新国家标准, 已经形成较为完善的钛标准体系。

1 中国钛标准化回顾

1.1 体系的建立

中国第一套(批)钛及钛合金加工材产品标准是由冶金工业部于 1970 年 7 月 23 日正式批准颁布的行业标准(YB ×××)。这套标准数量不多,只有 9 个标准,主要有海绵钛,钛及钛合金牌号和化学成分,钛及钛合金管、棒、板、焊丝、钛带及钛和钛合金材的包装、标志、运输和保管(见表 1)。当时的钛材标准虽然只是钛材标准体系的雏形,但对当时的钛工业的发展中起到了重要的作用,为中国钛材标准体系的建立和发展奠定了良好的基础。

表 1 中国第一批钛标准—冶金行业标准(YB)

Table 1 First lot titanium standard in china(YB)		
No	Standard number	Standard name
1	YB 696—1970	Sponge titanium
2	YB 761—1970	Designation and composition of titanium and titanium alloys
3	YB 762—1970	Titanium and titanium alloy plate and sheet
4	YB 763—1970	Titanium strip
5	YB 764—1970	Titanium and titanium alloy wire
6	YB 765—1970	Titanium and titanium alloy disc
7	YB 766—1970	Titanium and titanium alloy bar
8	YB 767—1970	Titanium and titanium alloy tubes
9	YB 768—1970	Wrought titanium and titanium alloy products packing, marking, transporting and storing

1.2 体系的改进

20 世纪 80 年代初,随着钛工业的技术进步和民用推广的需要,适应国内钛加工材科研、生产发展的新形势,国家提出了修改原钛材部颁标准、起草国家标准的计划。并于 1980 年国家标准局正式发文实施。这是中国第一批国家标准,起草工作从 1982 年开始到 1989 年结束。是在原冶标(YB ×××—××)的基础上向国际(西方)标准过渡,形成了国家标准系统。至此,中国钛及钛合金标准体系基本形成,包括牌号和化学成分、各类加工材、复合材、无损检测方法等。产品标准 15 项,基础标准 3 项。除分析方法外有 21 项标准,见表 2。基本满足当时国家发展的需要。

表 2 中国第一代钛国家标准(GB)

Table 2 First lot titanium national standard in china(GB)		
No	Standard number	Standard name
1	GB 2524—1981	sponge titanium
2	GB 3620—1983	Designation and composition of titanium and titanium alloys
3	GB 3621—1983	Titanium and Titanium alloy plate and sheet
4	GB 3622—1983	Titanium strip
5	GB 3623—1983	Titanium and Titanium alloy wire
6	GB 3624—1983	Seamless titanium and titanium alloy tube
7	GB 3625—1983	Seamless titanium tube for condensers and heat exchangers
8	GBn 194—1983	Titanium and titanium alloy disc
9	GBn 195—1983	Titanium and Titanium alloy ring
10	GB 2965—1982	Titanium and Titanium alloy bar
11	GB 2966—1982	TC4 titanium alloy bars of quality
12	GB 4367—1984	Welded and weld-rolled titanium tube
13	GB 4368—1984	Welded and weld-rolled titanium tube for condensers and heat exchangers
14	GB 5168—1985	Structure Examination of $\alpha+\beta$ Titanium Alloy
15	GB 5193—1985	Method of ultrasonic inspection for wrought titanium and titanium alloy products
16	GB 6611—1986	Terminology of titanium and titanium alloy
17	GB 6614—1986	Titanium and Titanium alloy castings
18	GB 8180—1987	Wrought titanium and titanium alloy products packing, marking, transporting and storing
19	GB 8546—1987	Titanium clad stainless steel plate
20	GB 8547—1987	Titanium clad steel plate
21	GB 8755—1988	Collection of metallographs on titanium and titanium alloy terms
22	GB 4698.1~16—1984	Chemistry analytical method of titanium and titanium alloy

随着生产的不断发展,从 20 世纪 90 年代初期开始对部分国标进行了修订。国标注重对材料标准的修订,在化学成分标准和各类加工材标准中增加了市场需求的新牌号,并制定了部分特殊用途用钛加工材标

准,并增加了部分化学成分分析标准,对标准体系进行了规范,在技术要求上积极采用国外先进标准,以提高标准的水平,同时使我国钛材标准体系趋于合理和完善,为与国际接轨奠定基础。

20 世纪 90 年代修订和制定的标准见表 3。修订标

表 3 20 世纪 90 年代制修订的钛国家标准(GB/T)

Table 3 Constituted and revised national standard (GB/T) of titanium in nineties of twentieth century

No	Standard number	Standard name
1	GB/T 3620.1—1994	Designation and composition of titanium and titanium alloys
2	GB/T 3620.2—1994	Titanium and titanium alloys permissible variations of chemical composition for wrought product analysis
3	GB/T 3621—1994	Titanium and titanium alloy plate and sheet
4	GB/T 3622—1999	Titanium and titanium alloy strip and foil
5	GB/T 3623—1998	Titanium and titanium alloy wire
6	GB/T 3624—1995	Titanium and titanium alloy tubes
7	GB/T 3625—1995	Titanium and titanium alloy tube for condensers and heat exchangers
8	GB/T 2965—1996	Titanium and titanium alloy bar
9	GB/T 6614—1994	Titanium and titanium alloy castings
10	GB/T 16598—1998	Titanium and titanium alloy disc and ring
11	GB/T 12769—1991	Titanium clad copper bar
12	GB/T12969.1-1991	Method of ultrasonic inspection for titanium and titanium alloy tubes
13	GB/T12969.2—1991	Method of eddy current inspection for titanium and titanium alloy tubes
14	GB/T 13810—1992	Wrought TC4 titanium alloy for surgical implants
15	GB/T 14845—1993	Titanium sheet for plate heat exchangers
16	GB/T 15073—1994	Designation and composition of cast titanium and titanium alloys
17	GB/T 4698.1~25—1996	Chemistry analytical method of titanium and titanium alloy

准 9 项(包括分开和合并),全部为产品标准;新制定标准 7 项(5 项产品、2 项方法);化学分析增加到 26 项。除分析方法外国标达到 24 项。

1.3 体系的完善

21 世纪初,国家对国家标准进行了大规模的清理整顿,结合“十一五”规划的制定,钛材标准体系经历第 3 次大修订和体系完善。确定对 20 多项国标进行修订,并将制约定 20 项新国标,使钛国标体系进一步完善。

本次标准体系的完善主要任务是,一方面对部分原标准进行修订,内容除增加部分新的合金牌号外,对标准中原牌号进行了改进,并对部分技术指标进行了修订,宗旨是实现与国际先进标准接轨。另一方面,是增加部分新的材料品种,从品种上对标准体系进行完善,同时增加了部分基础标准和检验方法标准,从标准类别上进行完善。本次制、修订完成后,将形成一个崭新、完善的钛标准体系。

1.3.1 已完成并发布的标准

钛类标准体系从建立以来虽然经历了两次较大规模的修订和补充,但标准均已实施 10 年以上,有些标准已近 20 年未修订,同时标准体系仍需进一步健全和完善。从 21 世纪开始,对钛类标准体系进行了大修订和补充。

2002 年开始到 2009 年,已完成修订钛类国家标准 18 项。其中产品标准 12 项、方法标准 4 项、术语图谱 1 项、包装标准 1 项。见表 4 和表 5。

为贯彻国家建设节约型社会发展循环经济的相关政策,加强废料的回收和加工利用,提高废旧料的利用率,制定了《钛及钛合金废料》国家标准。

同时制定新方法标准 5 项,2009 年发布。表 6 所列为已发布实施的新制定的钛类国家标准。

为对钛标准体系进行有益的补充和完善,2005 年到 2009 年制定了部分有色行业标准^[2],主要是产品标准,共 5 项,表 7 为已发布实施的新制定钛类有色行业标准。

1.3.2 已报批及正在进行的标准

目前已完成报批的国家标准有 9 项,其中修订项目 5 项、制定 4 项;产品标准 5 项、方法标准 4 项。具体内容见表 8。

目前正在进行的钛类国家标准有:钛及钛合金连接件、冷轧带卷等。

至此,中国钛标准除分析方法外,国标达到 34

表 4 2000 年后已发布实施的新修订的钛产品类国家标准

Table 4 Revised national standard (GB/T) of titanium productions in 21 century

No	Standard number	Standard name
1	GB/T 2524—2002	sponge titanium
2	GB/T 12769—2003	Titanium clad copper bar
3	GB/T 8547—2006	Titanium clad steel plate
4	GB/T 2965—2007	Titanium and Titanium alloy bar
5	GB/T 3620.1—2007	Designation and composition of titanium and titanium alloys
6	GB/T 3620.2—2007	Titanium and titanium alloys permissible variations of chemical composition for wrought product analysis
7	GB/T 3621—2007	Titanium and Titanium alloy plate and sheet
8	GB/T 3623—2007	Titanium and Titanium alloy wire
9	GB/T 3625—2007	Titanium and Titanium alloy tube for condensers and heat exchangers
10	GB/T 8546—2007	Titanium clad stainless steel plate
11	GB/T 13810—2007	Wrought titanium and titanium alloy for surgical implants
12	GB/T 14845—2007	Titanium sheet for plate heat exchangers

表 5 2000 年后已发布实施的新修订的钛方法类国家标准

Table 5 Revised national standard (GB/T) of titanium methods in 21 century

No	Standard number	Standard name
1	GB/T 5193—2007	Method of ultrasonic inspection for wrought titanium and titanium alloy products
2	GB/T 8180—2007	Wrought titanium and titanium alloy products packing, marking, transporting and storing
3	GB/T12969.1—2007	Method of ultrasonic inspection for titanium and titanium alloy tubes
4	GB/T12969.2—2007	Method of eddy current inspection for titanium and titanium alloy tubes
5	GB/T 6611—2008	Terminology and metallographs on terms for titanium and titanium alloys
6	GB/T 5168—2008	Microstructure and macrostructure examination for $\alpha+\beta$ titanium alloy

表 6 2000 年后已发布实施的新制定的钛类国家标准

Table 6 Issued and actualize constituted national standard (GB/T) of titanium in 21 century

No	Standard number	Standard name
1	GB/T 20927—2007	Scraps of Titanium and Titanium alloy
2	GB 23102—2008	Implants for surgical-metallic materials wrought titanium 6-aluminium 7-niobium alloy
3	GB/T 23601—2009	Method of eddy current inspection for titanium and titanium alloy bar and wire
4	GB/T 23602—2009	Methods of descaling and cleaning for titanium and titanium alloy surfaces
5	GB/T 23603—2009	Test method of titanium and titanium alloy surface contamination layer
6	GB/T 23604—2009	Titanium and titanium alloy products-Location and preparation of test pieces for mechanical testing
7	GB/T 23605—2009	Method for β transus temperature determination of titanium alloys

表 7 已发布的新制定的钛类有色行业标准

Table 7 Constituted non-ferrous metal industry standard (YS/T) of titanium productions in 21 century

No	Standard number	Standard name
1	YS/T 576—2006	Titanium and Titanium alloy tube for general industrial liquid
2	YS/T 577—2006	Titanium and titanium alloy baskets
3	YS/T 580—2006	Titanium sheet and plate for watch
4	YS/T 658—2007	Titanium strip for welding tube
5	YS/T 654—2007	Titanium powder

表 8 2009 年已报批钛类标准制修订项目

Table 8 Finished national standard of titanium in 2009 year

No	Standard number	Standard name
1	GB/T 3624	Titanium and titanium alloy seamless tubes
2	GB/T XXXX	Titanium and titanium alloy ingot
3	GB/T XXXX	Titanium and titanium alloy extrusion pipes
4	GB/T XXXX	Titanium and titanium alloy welded tubes
5	GB/T XXXX	Titanium and titanium alloy halftone
6	GB/T 4698.2.7.14.15.16	Chemistry analytical method of titanium for C, N, H, O, Fe

项,行业标准5项,共39项。2002年开始到2009年共完成制、修订国标30项,行业标准5项,总计35项。

1.3.3 拟制修订的钛类国家标准项目

近几年还将对其他几项钛类国家标准进行修订,如钛及钛合金带、箔材(GB/T 3622)、钛及钛合金饼和环(GB/T 16598)、铸造钛及钛合金牌号和化学成分(GB/T 15073)和钛及钛合金铸件(GB/T 6614)等。另外,制定部分新标准,如钛薄板探伤方法、钛及钛合金化学成分分析取样方法等。

钛及钛合金化学分析标准目前已应用十几年了,有些方法已不太适应,同时还将增加部分新元素的测定方法标准。2009年已完成了4项,剩余标准将在近几年进行修订。

2 各阶段标准制修订的主要特点

2.1 初阶阶段

处于20世纪80年代,即标准体系的建立阶段。该阶段为体系的初步建立,是一些主要的产品标准和少数方法标准的制定,只是标准体系的雏形。合金牌号数量非常有限,只有18个牌号^[3]。

2.2 改进阶段

处于20世纪90年代,该阶段主要是产品标准的修订提高,及方法标准的补充制定。对整个主要产品标准基本上全进行了修订,并制定了钛铜复合棒、外科植入物用钛加工材及板式换热器用钛板等特殊用途产品标准;合金牌号从18个增加到24个:制定了管材无损检验标准,并增加了部分化学成分分析方法标准。

2.3 完善阶段

2.3.1 增加了大量近年来开发研制的钛合金新牌号

GB/T 3620.1—2007在原24个牌号的基础上新纳入54个新牌号,删除了2个牌号^[3],使总体牌号达到76个。重点包括航空、航天、船舶、化工及生物等领域用新钛合金牌号^[4-6]。

2.3.2 纯钛的牌号、成分和力学性能的完全接轨

从中国第一部钛牌号和成分标准YB 761—1970中规定了4个纯钛牌号,历经1983年的GB 3620—1983和GB/T 3620.1—1994,直到2007年修订后取消了TAD牌号,纯钛牌号依次变为TA1,TA2,TA3和

TA4,与国际标准ISO和ASTM一致,实现了与国际先进标准接轨^[7]。

本次性能调整的特点主要是屈服强度及棒材的断面收缩率指标与ASTM标准完全一致,而其他性能,如抗拉强度和断后伸长率,均高于ASTM标准。

2.3.3 板材的弯曲性能和试验方法

板材的弯曲性能及试验方法进行了调整^[8]。原国标中板材的弯曲性能要求及试验方法与西方标准要求及试验方法有差异。新版板材国标(GB/3621-2007)对弯曲性能和试验方法修订为与ASTMB265—2006a相同。使标准更具国际性。

2.3.4 注重产品品种的拓展

本次制定的新标准一个主要的特点是产品品种的拓展,如近年来贸易量快速增长的《钛及钛合金挤压管》、《钛及钛合金焊接管》,化工领域使用的《钛及钛合金网板》,制表工业专用的《制表用纯钛板材》,压力容器用《工业流体用钛及钛合金管》,及《焊管用钛带》等。

2.3.5 加强基础标准和方法标准的制定力度

本次制定的新标准的另一个主要的特点是加强基础标准和方法标准的制定力度。过去主要注重产品标准的制定,对基础标准和方法标准的制定相对较少,使标准在实施过程中缺乏一致性和规范性,造成有些标准可操作性不强。本次制定了部分急需的基础标准和方法标准。如《钛及钛合金表面污染层测定方法》、《钛及钛合金表面除鳞和清洁方法》等。

2.3.6 提高标准水平

本次修订特别注重标准的水平,特别是产品标准,基本上参照了国外先进标准,在技术指标均等同或高于国外先进标准,使标准总体达到国际先进水平。

特别是GB/T13810—2007^[9],在标准修订时对对产品内部质量增加了无损检验,至今仍超前于所有国家产品标准,引领了该领域材料标准的发展方向。ASTM标准只在F136于09年征求意见时,准备在标准中增加探伤要求,但至今尚未发布实施。

3 中国钛标准体系与国外标准体系对比

表9所列为中国钛标准体系与国外主要钛生产国标准体系对比。从表9可以看出,中国标准体系较为完善,这其中包括2009年完成报批的部分项目。同时中国、ASTM、JIS标准大部分为新修订版本,几年内中国标准将成为全新的标准体系。

表 9 各国钛类标准体系分类对比

Table 9 Comparison of titanium standard system of all countries

Types	ASTM	JIS	DIN	ГОСТ	GB
Composition: material casting	—	—	17850—90 17851—90	19807—91	3620.1—07 3620.2—07 15073—94
Ingot casting	— B367—2009	— H 5801—2000	— 17865—90	— —	GB/T XXX (finished) 6614—1994
Plate, sheet, strip, foil half tone	B265—2009a	H 4600—2007	17860—90	22178—76 23755—79	3621—2007 3622—1999# 14845—2007 GB/T XXX (finished)
Bsr and stick	B348—2009	H 4650—2007	17862—93	26792—85	2965—2007
Forging: disc and ring	B381—2009	H 4657—2007	17864—93	—	16598—1996#
Wire	B863—2009	H 4670—2007	17863—73	27265—87	3623—2007
Seamless tubes welded tube	B861—2009 B862—2009	H 4630—2007 H 4635—2006	17861—90 17866—90	21945, 22897	3624 (finished) GB/T XXX (finished)
Heat exchanger tube	B338—2009	H 4631—2006	—	24890—81	3625—2007
Tubes with integral fins	B891—(2004)	—	—	—	—
Extrusion tube material for surgical implants	— ASTM F	— —	— —	— —	GB/T XXXX (finished) 13810—2007 23102—2008(TC20)
Fittings sponge titanium	B363—2006a B299—2008	— H 2151—94	— —	— 17746—96	GB/T XXXX (finished) 2524—2002
Clad material	B898—2005	G 3603—2005	—	—	8546—2007, 8547—2006 12769—2003
Basis: packing, term and picture	—	—	—	—	8180—2007 6611—2008
Method: composition analysis	E1409—2008 E1447—2009 E1941—2004 E2371—2004	H 1611~26 H 1630	—	19863—91 23902—79 24956—81 38052—97 23782	4698.1~25—1996 2Fe.7N.14C.15H.16O
Surface descaling and cleaning surface contamination layer	B600—2009	—	—	—	23602—2009 23603—2009
Structure inspect	—	—	—	—	5168—2008
β transus temperature determination					23605—2009
Nondestructive electric or ultrasonic testing	—	H0515~16—92 08Reaffirm	—	—	5193—2007 12969.1~12969.2—2007 eddy current 23601—2009
Preparation of test pieces	—	H 1610—01	4930T3—84	23780—79	Mechanical testing 23604—2009

4 标准体系的发展思路和建议

中国钛标准体系经本次全面制修订后,从体系的完善及标准的水平均有较大的提升,并在制修订过程中也特别注意了与国际接轨,但仍需进行改进、提高和完善。

目前中国钛产品标准的水平基本与国际标准和国外先进标准相同,标准体系的发展应主要从以下几个方面进行。

- 1) 提高标准的认知程度,达到国际通用。
- 2) 加快新研发合金的纳标,推动新合金的应用。
- 3) 加强方法标准的制定,使标准体系更加完善。

REFERENCES

- [1] 黄永光. 我国钛及钛合金标准现状思考[J]. 世界标准化与质量管理, 2004(6): 32-34.
HUANG Yong-guang. The present situation of titanium and titanium alloy standard in our country[J]. World Standardization & Quality Management, 2004(6): 32-34.
- [2] 黄永光, 庞洪, 李宝霞. 中国钛材行业的新标准[J]. 亚洲钛业资讯, 2006(4): 17-20.
HUANG Yong-guang, PANG Hong, LI Bao-xia. The new standard of titanium material industry in China[J]. Asia Titanium Information, 2006(4): 17-20.
- [3] 黄永光. 我国钛及钛合金牌号的发展和标准化[J]. 稀有金属快报, 2008(4): 7-10.
HUANG Yong-guang. Development and standardization of titanium and titanium alloy designations in China[J]. Rare Metals Letters, 2008(4): 7-10.
- [4] 曹春晓. 钛合金在大型运输机上的应用[J]. 稀有金属快报, 2006(1): 17-21.
CAO Chun-xiao. Applications of titanium alloys on large transporter[J]. Rare Metals Letters, 2006(1): 17-21.
- [5] 王治政, 朱益藩, 庞克昌, 计波. 宝钢钛及钛合金的发展[J]. 稀有金属材料与工程, 2005, 34(增刊 3): 736-739.
WANG Zhi-zheng, ZHU Yi-fan, PANG Ke-chang, JI Bo. Development of titanium and titanium alloy of Baosteel[J]. 2005, 34(Suppl 3): 736-739.
- [6] 王贵生, 田荣璋. 钛的应用技术[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2007: 175-243.
WANG Gui-shing, TIAN Rong-zhang. The application technology of titanium[M]. Changsha: Central South University Press, 2007: 175-243.
- [7] 黄永光. 纯钛的化学成分与力学性能[C]//CTA 2007 年会文集. 北京: 中国有色钛协会, 2007: 270-276.
HUANG Yong-guang. Chemical composition and mechanical property of non-alloy titanium[C]//Proceedings of CTA 2007 Annual Conference. Beijing: China Titanium Association, 2007: 270-276.
- [8] 黄永光. 我国钛及钛合金板材标准化现状[J]. 钛工业进展, 2009(2): 8-13.
HUANG Yong-guang. Developments and standardization of titanium and titanium alloy plate and sheet in China[J]. Titanium Industry Progress, 2009(2): 8-13.
- [9] 黄永光. 外科植入用钛及钛合金标准发展现状[J]. 钛工业进展, 2010(1): 1-8.
HUANG Yong-guang. Developments of titanium and titanium alloy and standardization for surgical implant[J]. Titanium Industry Progress, 2010(1): 1-8.

(编辑 陈爱华)