

资 料

GB/T 3620.1—2016《钛及钛合金牌号和化学成分》标准解析

冯军宁^{1,2}, 解 晨^{1,2*}, 马忠贤^{1,2}, 胡志杰^{1,2}, 魏佳琦², 冯永琦^{1,2}

(1. 宝鸡钛业股份有限公司, 陕西 宝鸡 721014; 2. 宝钛集团有限公司, 陕西 宝鸡 721014)

摘 要: 主要介绍新版标准 GB/T 3620.1-2016 的历史演变, 修订的原因、依据、内容, 以及工业纯钛牌号与材料标准的关系。最后, 阐述了过渡期易出现的问题及预防措施, 以期为标准在后续引用、生产、验收过程提供指导, 加深对新版标准的理解, 从而更全面、系统地掌握和应用新版标准。

关键词: 钛及钛合金; 牌号; 化学成分; 标准; 解析

中图分类号: TF823.G255.54

文献标志码: A

文章编号: 1004-7638(2022)02-0192-05

DOI: 10.7513/j.issn.1004-7638.2022.02.029

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



听语音
与作者互动
聊科研

Analysis of Chinese standard GB/T 3620.1—2016: Designation and composition of titanium and titanium alloys

Feng Junning^{1,2}, Xie Chen^{1,2*}, Ma Zhongxian^{1,2}, Hu Zhijie^{1,2}, Wei Jiaqi², Feng Yongqi^{1,2}

(1. Baoji Titanium Industry Co., Ltd., Baoji 721014, Shaanxi, China; 2. BAO Ti Group Co., Ltd., Baoji 721014, Shaanxi, China)

Abstract: This article mainly introduces the historical evolution, the reason, basis, and content of the revision of the new Chinese standard GB/T 3620.1—2016, as well as the relationship between industrial pure titanium designations and material standards. Finally, it expounds the problems that are easy to appear in the transition period and the preventive measures, in order to provide guidance for the reference, production and acceptance of the standard in the follow-up process, deepen the understanding of the new standard, so as to master and apply the new standard in a more comprehensive and systematic way.

Key words: titanium and titanium alloys, designation, composition, standard, analysis

0 引言

目前, 最新版标准 GB/T 3620.1—2016《钛及钛合金牌号和化学成分》^[1] 已于 2016 年 12 月 30 日发布, 2017 年 11 月 1 日实施。近年来, 宝钛集团有限公司作为标准的主要起草单位发现, 国家标准 GB/T 3620.1—2016 在其他产品类国家标准制修订时的

引用过程中, 以及实际产品的订货、生产和验收的过程中仍存在异议。笔者旨在阐述标准修订的原因、依据、内容, 以及相应牌号新旧版本的对应关系, 为标准在后续引用、生产、验收过程提供指导。

1 GB/T 3620.1—2016 的历史演变

YB 761-1970《钛及钛合金牌号和化学成分》^[2]

收稿日期: 2022-01-25

作者简介: 解晨 (1987—), 男, 陕西延安人, 硕士, 工程师, 通讯作者, 主要从事标准化及材料加工研究, E-mail: xiechen@baoti.com;

首次发布于1970年,是我国第一项钛及钛合金牌号和化学成分的标准,标准共包含21个牌号,其中3个纯钛牌号(TA1、TA2和TA3,但TA2和TA3的化学成分完全一致,仅加工材料的性能有差异),对性能影响较大的Fe、O元素报实测值,且作为参考。纯钛牌号主要以苏联体系为基础建立,但又与苏联牌号无法完全对应。

由于标准化管理机构的变化,1983年对YB 761-1970《钛及钛合金牌号和化学成分》进行了首次修订,修订后的国家标准GB/T 3620—1983《钛及钛合金牌号和化学成分》^[3]中共包含18个牌号,其中4个纯钛牌号,同时增加碘化钛TAD牌号(该牌号为后来的TA0的增加做了准备)。编制过程已提出国内纯钛牌号的化学成分与力学性能不匹配的情况,并对美国、西德纯钛化学成分和性能与我国纯钛化学成分和性能方面存在的差异和不协调进行了说明。明确提出“适当提高纯钛牌号的氧、铁含量指标,向美国标准靠拢是必要的”规划。

GB/T 3620.1—1994《钛及钛合金牌号和化学成分》^[4],共24个牌号,其中包括5个纯钛牌号,在TAD、TA1、TA2、TA3的基础上,增加了TA0牌号,调整了TA1、TA2、TA3的化学成分,“基本理顺了化学成分与力学性能的关系”,但依然没有解决国内外纯钛牌号、化学成分及力学性能的对应性能问题。

GB/T 3620.1—2007《钛及钛合金牌号和化学成分》^[5]共包含76个牌号。删除了TAD、TA0,“参照国际标准ISO 5832-2和ASTM标准,将纯钛牌号修改为TA1~TA4,化学成分与ISO和ASTM标准相应级别对应一致”。解决了多次修订中提出的与国际国外牌号不协调的问题。

GB/T 3620.1—2016《钛及钛合金牌号和化学成分》共包含100个牌号。除增加了合金牌号外,纯钛牌号的变化较大:①恢复了GB/T 3620.1—1994版中的TA0、TA1、TA2、TA3;②在2007版的工业纯钛TA1、TA2、TA3、TA4牌号后增加了“G”,表示为工业纯钛,即TA1G、TA2G、TA3G、TA4G,相对应的“EIL”、“-1”等牌号也均增加了“G”。

2 GB/T 3620.1—2016 修订原因及依据

GB/T 3620.1—2016的修订原因及依据主要为以下三点:①标龄较长;②新注册钛牌号较多,需要及时纳入国标体系;③总装、国标委要求修订。

2013年,总装、国标委收到部分国防领域单位

的反映,认为:GB/T 3620.1—2007版修订中规定的TA1、TA2、TA3与早期定型型号中的TA1、TA2、TA3要求不一致,导致订货出现差错,产品性能不能满足设计要求,出现批次不合格情况,影响装备交付和质量。

2014年,航天、航空、舰船等行业及钛加工企业代表在北京召开了专题协调会,会议确定标准修订内容主要为以下几个方面:

1) 增加GB/T 3620.1—1994中TA0、TA1、TA2、TA3四个纯钛牌号;GB/T 3620.1—2007中TA1、TA2、TA3、TA4改为TA1G、TA2G、TA3G、TA4G。

2) 修订GB/T 2965—2007等相关钛及钛合金产品标准,使其中的纯钛产品的牌号与修订后的GB/T 3620.1协调一致。

3) 现有的GJB 2218A—2008和GJB 2505A—2008也应尽快修订,使其中的纯钛产品的牌号与修订后的GB/T 3620.1协调一致。

3 GB/T 3620.1—2016 修订内容

GB/T 3620.1—2016与GB/T 3620.1—2007相比,除了编辑性修改外,对其主要内容进行了较大的修订,主要集中在牌号及其技术要求的恢复、修订、删除和新增,同时增加了钛合金牌号命名规则,规定了工业纯钛牌号和化学成分实施要求,具体修订内容如下:

1) 恢复了GB/T 3620.1—1994中工业纯钛的牌号和化学成分,以及相关材料标准在随后的修订中也将增加与GB/T 3620.1—1994中相应纯钛牌号相对应的材料性能。

2) 将GB/T 3620.1—2007中的工业纯钛牌号统一进行变更,变更方式是在GB/T 3620.1—2007中的工业纯钛牌号后增加“G”字母。

3) 将原GB/T 3620.1—2007的牌号按钛的分类方式分别列表规范。在GB/T 3620.1—2016中进行明确:表1为工业纯钛及 α 型、近 α 型钛合金牌号及化学成分;表2为 β 型和近 β 型钛合金牌号及化学成分;表3为 α - β 型钛合金牌号及化学成分。

4) 修订了TA22-1、TA24、TC15、TC17牌号的编辑错误。将TA22-1中Al含量由“2.5~3.5”修改为“2.0~3.0”;TA24中Al含量由“2.5~3.5”修改为“2.0~3.0”;TC15删除了Sn、Mo、Cr、Zr、Nb、Fe含量要求,将Fe含量由“ ≤ 0.30 ”修改为“2.0

~ 3.0”，将 H 含量由“≤0.015”修改为“≤0.013”；2Mo-0.1Si”修改为“Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo-0.08Si”；
TC17 增加 Cr 含量为“3.5 ~ 4.5”。化学成分中的 Si 含量由“≤0.13”修改为“0.06 ~
5) 将 TA19 名义化学成分由“Ti-6Al-2Sn-4Zr- 0.10”。

表 1 新注册 α 型和近 α 型合金
Table 1 Newly registered α-type and near α-type alloys

牌号	名义成分	研制名称
TA29	Ti-5.8Al-4Sn-4Zr-0.7Nb-1.5Ta-0.4Si-0.06C	600 °C 高温钛合金
TA30	Ti-5.5Al-3.5Sn-3Zr-1Nb-1Mo-0.3Si	
TA31	Ti-6Al-3Nb-2Zr-1Mo	Ti-80
TA32	Ti-5.5Al-3.5Sn-3Zr-1Mo-0.5Nb-0.7Ta-0.3Si	Ti-55
TA33	Ti-5.8Al-4Sn-3.5Zr-0.7Mo-0.5Nb-1.1Ta-0.4Si-0.06C	Ti-60
TA34	Ti-2Al-3.8Zr-1Mo	CT20
TA35	Ti-6Al -4Zr-2Sn-1Mo-2Nb-0.2Si	BTi-62 421S
TA36	Ti-1Al-1Fe	Ti50

表 2 新注册 β 型和近 β 型合金
Table 2 Newly registered β-type and near β-type alloys

牌号	名义成分	研制名称
TB12	Ti-25V-15Cr-0.3Si	Ti40
TB13	Ti-4Al-22V	Ti-4Al-22V
TB14	Ti-45Nb	Ti45Nb
TB15	Ti-6Cr-5Mo-5V-4Al	BTi6554
TB16	Ti-5Mo-5V-6Cr-3Al	Ti5563
TB17	Ti-6.5Mo-2.5Cr-2V -2Nb-1Sn-1Zr-4Al	Ti-1350

表 3 新注册 α-β 型合金
Table 3 Newly registered α-β type alloys

牌号	名义成分	研制名称
TC27	Ti-5Al-4Mo-6V-2Nb-1Fe	Ti-5Al-4Mo-6V-2Nb-1Fe
TC28	Ti-6.5Al-1Mo-1Fe	Ti8LC
TC29	Ti-4.5Al-7Mo-2Fe	Ti12LC
TC30	Ti-5Al-3Mo-1V	BT14
TC31	Ti-6.5Al-3Zr-3Sn-3Mo-3Nb-1W-0.2Si	BTi-6431S
TC32	Ti-5Al-3Mo-3Cr-1Zr-0.15Si	Ti-12M

6) 增加了 TA29、TA30、TA31、TA32、TA33、
TA34、TA35 和 TA36 共计 8 个新注册 α 型和近 α
型合金牌号。新注册牌号名义成分及研制名称见
表 1。
7) 增加了 TB12、TB13、TB14、TB15、TB16
和 TB17 共计 6 个新注册 β 型和近 β 型合金牌号。
8) 增加了 TC27、TC28、TC29、TC30、TC31

和 TC32 共计 6 个新注册 α+β 型合金牌号。
9) 增加了钛合金牌号命名规则。
a) 牌号命名的基本规则
钛及钛合金牌号分为三类,即 α、β 和 α-β。钛
及钛合金牌号依据其名义成分含量计算所得的钼当
量的结果进行分类;钛及钛合金牌号的命名采用注
册制,牌号命名前应进行牌号注册,统一命名,采用

字母和数字表示钛及钛合金的牌号。

b) 牌号编制方法

牌号的第一位用大写字母“T”表示钛及钛合金;牌号的第二位表示合金的类型,分别用大写字母A、B和C表示,A表示工业纯钛、 α 型和近 α 型合金,B表示 β 型及近 β 型合金,C表示 α - β 型合金;牌号中的阿拉伯数字按注册的先后自然顺序排序;相同牌号的超低间隙合金在数字后加大写字母“ELI”,数字与“ELI”之间无间隔。

c) 名义成分编制规则

钛合金牌号的名义化学成分仅列出必须控制范围的元素;名义化学成分中元素含量的确定应以其控制范围的算术平均值为基本原则。

10) 规定了工业纯钛牌号和化学成分实施要求。

GB/T 3620.1—2016的表1中规定的TA0、TA1、TA2及TA3分别对应于2007年1月1日前发布的相关钛国家标准、国家军用标准、行业标准中相应的TA0、TA1、TA2及TA3牌号和化学成分。

GB/T 3620.1—2016的表1中规定的TA1GELI、TA1G、TA1G-1、TA2GELI、TA2G、TA3GELI、TA3G、TA4GELI、TA4G分别对应于GB/T 2965—2007、GB/T 3621—2007、GB/T 3622—2012、GB/T 3623—2007、GB/T 3624—2010、GB/T 3625—2007、GB/T 12769—2007、GB/T 13810—2007等标准中相应的TA1ELI、TA1、TA1-1、TA2ELI、TA2、TA3ELI、TA3、TA4ELI及TA4牌号和化学成分。

GB/T 3620.1—2016的附录D中罗列了自2007年以来,所有发布实施的涉及纯钛牌号的钛加工材国家标准、行业标准和国家军用标准,主要目的是为解决这些标准在修订前与本标准之间的衔接关系,因为在这些标准中依然使用TA1-TA4表示纯钛,而本标准发布后这些标准中的纯钛应分别对应TA1G-TA4G,在过渡期采取此种方式是可行的。

4 工业纯钛牌号与材料标准的关系

针对国家标准(GB)、行业标准(YS),依据GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》^[6]的规定:“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。”所有涉及国家标准(GB)、行业标准(YS等)中,均未注明年

代号,故GB/T 3620.1—2016中纯钛牌号的对应关系可按如下原则执行:

1)2007年1月1日以前发布的钛国家标准、行业标准,应对应于GB/T 3620.1—2016中的TA0至TA3。

2)2007年1月1日以后发布的钛国家标准、行业标准,应对应于GB/T 3620.1—2016中的TA1G至TA4G。

针对国家军用标准(GJB),依据GJB 0.1-2001《军用标准文件编制工作导则 第1部分:军用标准和指导性技术文件编写规定》^[7]:“下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本使用于本标准。”所有涉及国家军用标准(GJB)的均未注明年代号。GJB 2218A-2008^[8]和GJB 2505A-2008^[9]中均引用了GB/T 3620.1,并将纯钛牌号和加工材的力学性能按照GB/T 3620.1—2007的修订进行了调整。

5 问题及预防措施

5.1 易出现的问题

近年来,通过市场调研GB/T 3620.1—2016的实施过程,可能出现的问题如下:

1)2007年至今发布材料标准未修订,标准中的TA1、TA2、TA3与GB/T 3620.1—2016中的TA1、TA2、TA3不对应。

2)在线执行合同用料与实际订货文件不符合。

3)材料化学成分与性能不匹配。

4)GJB 2218A-2008和GJB 2505A-2008中的纯钛牌号对应于GB/T 3620.1—2007,纯钛性能与GB/T 3620.1—2007中的成分匹配。

5.2 预防措施

针对易出现的问题,GB/T 3620.1—2016标准编制组给出如下预防措施:

1)明确材料标准规定的纯钛牌号所对应的化学成分及其对应的性能关系。

2)合同中注明材料标准完整编号的同时,还应向用户确认化学成分标准版次,并在合同中注明。

3)应依据合同将订货材料标准编号和化学成分对应的标准编号完整移植到设计、生产、检验等过程中。

6 结语

GB/T 3620.1—2016 经四次研制修订后,基本解决了 GB/T 3620.1 与其他国家标准、国家军用标准、有色行业标准的协调一致性,尤其是相关国家标准和有色行业标准后续修订时的引用方案。通过

本次修订,可以很好地完善标准内容,有助于国家钛标准体系进一步完善和优化,可以使得国内定型项目用钛有据可依,同时,解决了国外引进项目国产化选材问题,为我国钛及钛合金牌号和化学成分的确立和选择提供了技术保障,对促进我国钛及钛合金用金属材料的发展将产生深远的影响。

参考文献

- [1] Feng Junning, Qiao Lu, Ma Zhongxian, *et al.* GB/T 3620.1—2016 Designation and composition of titanium and titanium alloys[S]. Beijing: China Standards Press, 2017.
(冯军宁, 乔璐, 马忠贤, 等. GB/T 3620.1—2016 钛及钛合金牌号和化学成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.)
- [2] YB 761-1970 Designation and composition of titanium and titanium alloys[S]. Beijing: China Standards Press, 1970.
(YB 761-1970 钛及钛合金牌号和化学成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 1970.)
- [3] Meng Qinglin, Deng Weide, Cao Qidong, *et al.* GB/T 3620.1—1983 Designation and composition of titanium and titanium alloys[S]. Beijing: China Standards Press, 1983.
(孟庆林, 邓维德, 曹启东, 等. GB/T 3620.1—1983 钛及钛合金牌号和化学成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 1983.)
- [4] Meng Qinglin, Zhang Yansheng, Cao Qidong, *et al.* GB/T 3620.1—1994 Designation and composition of titanium and titanium alloys[S]. Beijing: China Standards Press, 1994.
(孟庆林, 张延生, 曹启东. GB/T 3620.1—1994 钛及钛合金牌号和化学成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 1994.)
- [5] Huang Yongguang, Zhang Pinghui, Chen Feng, *et al.* GB/T 3620.1—2007 Designation and composition of titanium and titanium alloys[S]. Beijing: China Standards Press, 2007.
(黄永光, 张平辉, 陈峰, 等. GB/T 3620.1—2007 钛及钛合金牌号和化学成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.)
- [6] Bai Dianyi, Pang Zhenghu, Liu Shenzhai, *et al.* GB/T 1.1-2009 Directives for standardization—Part 1: Structure and drafting of standards[S]. Beijing: China Standards Press, 2009.
(白殿一, 逢征虎, 刘慎斋, 等. GB/T 1.1-2009 标准化工作导则 第1部分: 标准化文件的结构和起草规则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.)
- [7] Fu Genguan, Chen Xuhui, Lu Xilin, *et al.* GJB 0.1—2001 Directives for formulating military standardization documents—Part 1: Rules for drafting military standards and guiding technical documents[S]. Beijing: General Equipment Military Standards Press, 2001.
(符根官, 程旭辉, 陆锡林, 等. GJB 0.1—2001 军用标准文件编制工作导则 第1部分: 军用标准和指导性技术文件编写规定[S]. 北京: 总装备部军标出版社, 2001.)
- [8] Zhang Pinghui, Wang Yongmei, Cai Jianming, *et al.* GJB 2218A-2008 Designation and composition of titanium and titanium alloys[S]. Beijing: Commission of Science, Technology and Industry for National Defense Military Standards Press, 2008.
(张平辉, 王永梅, 蔡建明, 等. GJB 2218A-2008 航空用钛及钛合金棒材和锻坯规范[S]. 北京: 国防科工委军标出版社, 2008.)
- [9] Huang Yongguang, Wang Hongwu, Sha Aixue, *et al.* GJB 2505A-2008 Designation and composition of titanium and titanium alloys[S]. Beijing: Commission of Science, Technology and Industry for National Defense Military Standards Press, 2008.
(黄永光, 王红武, 沙爱学, 等. GJB 2505A-2008 航空用钛及钛合金板材和带材规范[S]. 北京: 国防科工委军标出版社, 2008.)

编辑 杨冬梅