

中华人民共和国国家标准

GB/T 16475—2023
代替 GB/T16475—2008

变形铝及铝合金产品状态代号

Temper designation system for wrought aluminium and aluminium alloy products

2023-08-06发布

2024-03-01实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

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。

本文件代替 GB/T 16475—2008《变形铝及铝合金状态代号》，与 GB/T 16475—2008相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了 T39、T4P、T61、T64、T66、T6A、T6B、T77、T84、T89A状态(见 6.3.3)；
- b) 更改了 T73、T74、T76、T79状态释义(见 6.3.3,2008年版的 6.2.5)；
- c) “T状态热处理验证状态”中增加了 T62A状态及其释义(见 6.4,2008年版的第 8章)；
- d) 更改了 W_h/_51、W_h/_52、W_h/_54状态释义(见 6.5,2008年版的 7.2)。

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC243)归口。

本文件起草单位：西南铝业(集团)有限责任公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、有研工程技术研究院有限公司、福建省南铝板带加工有限公司、福建祥鑫新材料科技有限公司、天津忠旺铝业有限公司、中铝瑞闽股份有限公司、东北轻合金有限责任公司、江苏鼎胜新能源材料股份有限公司、山东南山铝业股份有限公司、广东豪美新材股份有限公司、西北铝业有限责任公司、广西南南铝加工有限公司、厦门厦顺铝箔有限公司。

本文件主要起草人：邓广艳、葛立新、潘祯、李锡武、张流峰、刘馥兵、杜恒安、王爱军、黄瑞银、高新宇、祝楷、周华、吴保剑、阎昭辉、丁冈平、王守业、任月路、张惠红。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1996年首次发布为 GB/T 16475—1996,2008年第一次修订；
- 本次为第二次修订。

变形铝及铝合金产品状态代号

1 范围

本文件规定了变形铝及铝合金产品的状态代号。
本文件适用于轧制、挤压、拉伸、锻造等方法生产的变形铝及铝合金产品。

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/T8005.1 铝及铝合金术语 第1部分：产品及加工处理工艺

3 术语和定义

GB/T8005.1界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般规定

- 4.1 状态代号分为基础状态代号和细分状态代号。基础状态代号用一个英文大写字母表示，细分状态代号用基础状态代号后缀一位或多位阿拉伯数字或英文大写字母来表示，这些阿拉伯数字或英文大写字母表示影响产品特性的基本处理或特殊处理。
- 4.2 基础状态代号后缀有“×”或“_”时，代表具有某些相同特征的细分状态代号系列。其中“×”表示未指定的任意一位阿拉伯数字或英文大写字母，“_”表示未指定的任意一位或多位阿拉伯数字或英文大写字母。如“H2×”表示“H21~H29”中的任意状态，“H××4”表示“H114~H194”或“H224~H294”或“H324~H394”中的任意状态；“T_51”表示状态代号后缀的末位为“51”的任意状态，如“T351、T651、T6151、T7351、T7651”等。
- 4.3 各细分状态对应的产品力学性能见《变形铝及铝合金产品状态与性能登记表》。
- 4.4 按本文件命名的状态代号与曾用状态代号的对照表见附录A。

5 基础状态代号

5.1 F—自由加工状态

适用于在成型过程中，对加工硬化和热处理条件无特殊要求的产品，该状态产品对力学性能不作规定。

5.2 O—退火状态

适用于经完全退火后获得最低强度的产品状态。

5.3 H—加工硬化状态

适用于通过加工硬化提高强度的产品。

5.4 W—固溶热处理状态

适用于经固溶热处理后,在室温下自然时效的一种不稳定状态。该状态不作为产品交货状态,仅表示产品处于自然时效阶段。

5.5 T—不同于 F、O 或 H 的热处理的稳定状态

适用于高温成型或固溶热处理后,经过(或不经过)加工硬化达到稳定的状态。该状态仅适用于可热处理强化铝合金。

6 细分状态

6.1 O 状态的细分状态

O 后面可以跟随除零以外的数字或数字下角标,O 状态的细分状态应符合表 1 的规定。

表 1 O 状态的细分状态

细分状态		细分状态释义
代号	名称	
O ₁	高温退火后慢速冷却状态	适用于超声波探伤检验或尺寸稳定化前,将产品或试样加热至近似固溶热处理规定的温度并进行保温(保温时间与固溶热处理规定的保温时间相近),然后缓慢冷却至室温的状态。该状态产品对力学性能不作规定,一般不作为产品的最终交货状态
O ₂	热机械处理状态	适用于需方在产品进行热机械处理前,将产品进行高温(可至固溶热处理规定的温度)退火,以获得优异的塑性成型性能的状态。适用于在固溶热处理前需承受大变形量的塑性加工产品
O ₃	均匀化状态	适用于铸锭,为达到优异的均匀化效果或提高成型性能而进行的高温退火状态

6.2 H 状态的细分状态

6.2.1 H 后面可以跟随 2 位或 3 位数字或数字与字母的组合。

6.2.2 H 后面的第 1 位数字表示获得该状态的基本工艺,用数字 1~4 表示(见表 2)。

6.2.3 H 后面的第 2 位数字表示产品的最终加工硬化程度,用数字 1~9 来表示,数字 8 表示硬状态。通常采用 O 状态的最小抗拉强度与表 3 规定的强度差值之和,来确定 H×8 状态的最小抗拉强度值。H×1~H×9 加工硬化程度应符合表 4 的规定。

6.2.4 H 后面的第 3 位数字或字母,表示影响产品特性,但产品特性仍接近其两位数字状态(H112、H116、H321 状态除外)的特殊处理(见表 2)。

表 2 H状态的细分状态

细分状态		细分状态释义
代号	名称	
H1×	单纯加工硬化的状态	适用于未经附加热处理,只经加工硬化即可获得所需强度的状态
H2×	加工硬化后不完全退火的状态	适用于加工硬化程度超过成品规定要求后,经不完全退火,使强度降低到规定指标的产品。对于室温下自然软化的合金,H2×状态与对应的H3×状态具有相同的最小极限抗拉强度值;对于其他合金,H2×状态与对应的H1×状态具有相同的最小极限抗拉强度值,但伸长率比H1×稍高
H3×	加工硬化后稳定化处理的状态	适用于加工硬化后经低温热处理或因加工受热致使其力学性能达到稳定的产品。H3×状态仅适用于在室温下自然软化的合金(主要是3×××、5×××系铝合金产品)
H4×	加工硬化后涂漆(层)处理的状态	加工硬化后涂漆(层)处理的状态。适用于加工硬化后,经涂漆(层)处理导致了不完全退火的产品
H×11	—	适用于最终退火后又进行了适量的加工硬化(如拉伸或矫直),但加工硬化程度又不及H×1状态的产品
H112		适用于经热加工成型但不经冷加工而获得一些加工硬化的产品,该状态产品对力学性能有要求
H116		适用于镁含量(质量分数)≥3.0%的5×××系铝合金制成的产品。这些产品通过控制中间过程的加工或热处理工艺,最终经加工硬化后,具有稳定的拉伸性能和在快速腐蚀试验中合适的抗腐蚀能力。腐蚀试验包括晶间腐蚀试验和剥落腐蚀试验。这种状态的产品适用于温度不大于65℃的环境
H321		适用于镁含量(质量分数)≥3.0%的5×××系铝合金制成的产品。这些产品通过控制中间过程的加工或热处理工艺,最终经热稳定化处理后,具有稳定的拉伸性能和在快速腐蚀试验中合适的抗腐蚀能力。腐蚀试验包括晶间腐蚀试验和剥落腐蚀试验。这种状态的产品适用于温度不大于65℃的环境
H××4		适用于H××状态坯料制作花纹板或花纹带材的状态。这些花纹板或花纹带材的力学性能与坯料不同,如H22状态的坯料经制作成花纹板后的状态为H224
H××5		适用于H××状态带坯制作的焊接管。管材的几何尺寸和化学成分与带坯相一致,但力学性能可能与带坯不同
H32A		对H32状态进行强度、弯曲性能和腐蚀性能改良的工艺改进状态

表 3 H×8状态与 O状态最小抗拉强度的差值

单位为兆帕

O状态的最小抗拉强度	H×8状态与 O状态的最小抗拉强度差值
≤40	55
45~60	65
65~80	75

表 3 H×8状态与 O状态最小抗拉强度的差值 (续)

单位为兆帕

O状态的最小抗拉强度	H×8状态与 O状态的最小抗拉强度差值
85~100	85
105~120	90
125~160	95
165~200	100
205~240	105
245~280	110
285~320	115
≥325	120

表 4 H×1~H×9状态之间的关系

细分状态代号	最终加工硬化程度
H×1	最终抗拉强度极限值,为 O状态与 H×2状态的中间值
H×2	最终抗拉强度极限值,为 O状态与 H×4状态的中间值
H×3	最终抗拉强度极限值,为 H×2状态与 H×4状态的中间值
H×4	最终抗拉强度极限值,为 O状态与 H×8状态的中间值
H×5	最终抗拉强度极限值,为 H×4状态与 H×6状态的中间值
H×6	最终抗拉强度极限值,为 H×4状态与 H×8状态的中间值
H×7	最终抗拉强度极限值,为 H×6状态与 H×8状态的中间值
H×8	硬状态,最小抗拉强度符合表 3的规定
H×9	超硬状态,H×9状态的最小抗拉强度极限值,超过 H×8状态至少 10 MPa及以上

6.3 T状态的细分状态

- 6.3.1 T后面可以跟随数字或数字与字母的组合。
- 6.3.2 T后面的数字 1~10表示基本处理状态,状态释义见表 5。
- 6.3.3 T1~T10后面的附加数字或字母表示影响产品特性的特殊处理,状态释义见表 6。
- 6.3.4 T后面附加的“51、510、511、52、54”表示消除应力状态,状态释义见表 7。

表 5 T状态—基本处理状态

代号	关键工艺	细分状态释义
T1	高温成型+自然时效	适用于高温成型后冷却、自然时效,不再进行冷加工(或影响力学性能极限的矫平、矫直)的产品,仅适用于可热处理强化铝合金
T2	高温成型+冷加工+自然时效	适用于高温成型后冷却,进行冷加工(或影响力学性能极限的矫平、矫直)以提高强度,然后自然时效的产品

表 5 T 状态—基本处理状态（续）

代号	关键工艺	细分状态释义
T3 ^a	固溶热处理 + 冷加工 + 自然时效	适用于固溶热处理后,进行冷加工(或影响力学性能极限的矫平、矫直)以提高强度,然后自然时效的产品
T4 ^a	固溶热处理 + 自然时效	适用于固溶热处理后,不再进行冷加工(或影响力学性能极限的矫直、矫平),然后自然时效的产品
T5	高温成型 + 人工时效	适用高温成型后冷却,不经冷加工(或影响力学性能极限的矫直、矫平),然后进行人工时效的产品
T6 ^a	固溶热处理 + 人工时效	适用于固溶热处理后,不再进行冷加工(或影响力学性能极限的矫直、矫平),然后人工时效的产品
T7 ^a	固溶热处理 + 过时效	适用于固溶热处理后,进行过时效至稳定化状态的产品,为获取除力学性能外的其他某些重要特性,在人工时效时,强度在时效曲线上越过了最高峰点的产品
T8 ^a	固溶热处理 + 冷加工 + 人工时效	适用于固溶热处理后,经冷加工(或影响力学性能极限的矫直、矫平)以提高强度,然后人工时效的产品
T9 ^a	固溶热处理 + 人工时效 + 冷加工	适用于固溶热处理后,人工时效,然后进行冷加工(或影响力学性能极限的矫直、矫平)以提高强度的产品
T10	高温成型 + 冷加工 + 人工时效	适用于高温成型后冷却,经冷加工(或影响力学性能极限的矫直、矫平)以提高强度,然后进行人工时效的产品
^a 某些 6×××系或 7×××系的铝合金,无论是固溶热处理,还是高温成型后急冷以保留可溶性组分在固溶体中,均能达到相同的固溶热处理效果,这些合金的 T3、T4、T6、T7、T8和 T9状态可采用上述两种处理方法的任一种,但应保证产品的力学性能和其他性能(如抗腐蚀性能)。		

表 6 T1~T10后面附加第 1 位数字或字母的状态

代号	关键工艺	细分状态释义
T34	固溶热处理 + 冷加工 + 自然时效	适用于固溶热处理后,经 3% ~ 4.5%永久冷加工变形,然后自然时效的产品
T39		适用于固溶热处理后,经适当的冷加工获得规定强度,然后自然时效的产品
T4P	固溶热处理 + 人工时效	适用于固溶热处理后经过预时效处理,在一定时间内,强度稳定在一个较低值的产品
T61		适用于固溶热处理,然后不完全时效处理以改善成型性能的产品
T64		适用于固溶热处理,然后不完全时效处理以改善成型性能的产品。该状态产品的性能介于 T6状态与 T61状态产品的性能之间
T66		适用于固溶热处理,然后人工时效的产品,该状态产品通过对工艺过程进行特殊控制,使力学性能比 T6状态的高一些(适用于 6×××系铝合金),其力学性能由供需双方商定
T6A		适用于固溶热处理后不完全时效处理,以改善材料电导率的产品
T6B		适用于对 T4P处理后再进行不完全时效的产品(时效工艺模拟烤漆过程的时效温度和时间)

表 6 T1~T10后面附加第 1 位数字或字母的状态 (续)

代号	关键工艺	细分状态释义
T73 ^a	固溶热处理 + 过时效	适用于固溶热处理后完全过时效,抗腐蚀性能优于 T74、T76、T79,强度远低于 T74状态的产品
T74 ^a		适用于固溶热处理后中等程度过时效,强度、抗腐蚀性能介于 T73状态与 T76状态之间的产品
T76 ^a		适用于固溶热处理后轻微过时效,强度、抗腐蚀性能介于 T74状态与 T79状态之间的产品
T77	固溶热处理 + 预时效 + 回归处理 + 人工时效	适用于固溶热处理后,经回归再时效(属于典型的三级时效),要求强度达到或接近 T6状态,抗腐蚀性能接近 T76状态的产品
T79 ^a	固溶热处理 + 过时效	适用于固溶热处理后极轻微过时效,抗腐蚀性能优于 T6状态,强度低于 T6状态的产品
T81	固溶热处理 + 冷加工 + 人工时效	适用于固溶热处理后,经 1%左右的冷加工变形,然后进行人工时效的产品
T84		适用于固溶热处理后,经 3% ~ 4.5%永久冷加工变形,然后进行人工时效的产品
T87		适用于固溶热处理后,经 7%左右的冷加工变形,然后进行人工时效的产品
T89		适用于固溶热处理后,冷加工适当量以达到规定的力学性能,然后进行人工时效的产品
T89A		适用于固溶热处理后,经 8% ~ 10%左右的冷加工变形,然后进行人工时效的产品
^a 过时效状态的性能曲线示意图见图 1(图中曲线仅示意规律,真实的变化曲线应按合金来具体描绘)。		

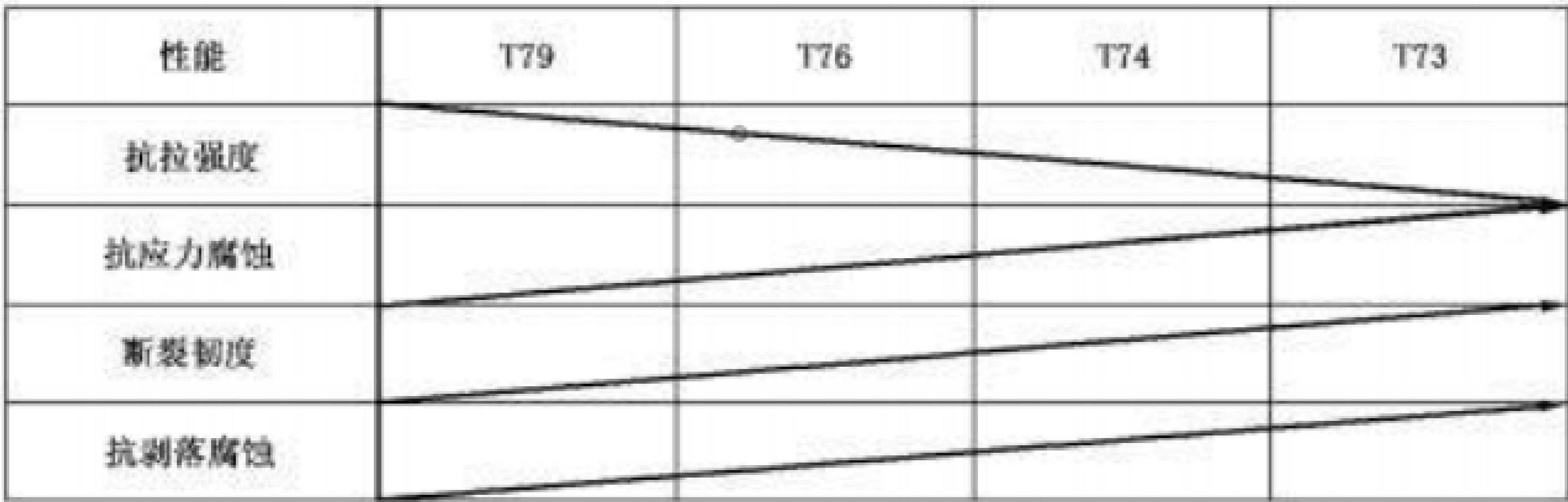


图 1 过时效状态的性能曲线示意图

表 7 消除应力状态

状态	关键工艺	细分状态释义
T_51	拉伸消除应力	适用于固溶热处理或高温成型后冷却,按规定量进行拉伸的厚板、薄板、轧制棒、冷精整棒、自由锻件(含锻环)、轧环,这些产品拉伸后不再进行矫直,其规定的永久拉伸变形量如下: — 厚板 :1.5%~3%; — 薄板 :0.5%~3%; — 轧制棒或冷精整棒 :1%~3%; — 自由锻件(含锻环)、轧环 :1%~5%

表 7 消除应力状态 (续)

状态	关键工艺	细分状态释义
T_510	拉伸消除应力	适用于固溶热处理或高温成型后冷却,按规定量进行拉伸的挤压棒材、型材和管材,以及拉伸(或拉拔)管材,这些产品拉伸后不再进行矫直,其规定的永久拉伸变形量如下: — 挤压棒材、型材和管材 :1% ~ 3%; — 拉伸(或拉拔)管材 :0.5% ~ 3%
T_511		适用于固溶热处理或高温成型后冷却,按规定量进行拉伸的挤压棒材、型材和管材,以及拉伸(或拉拔)管材,这些产品拉伸后可轻微矫直以符合标准公差,其规定的永久拉伸变形量如下: — 挤压棒材、型材和管材 :1% ~ 3%; — 拉伸(或拉拔)管材 :0.5% ~ 3%
T_52	压缩消除应力	适用于固溶热处理或高温成型后冷却,通过压缩来消除应力,以产生 1% ~ 5%的永久变形量的产品
T_54	拉伸与压缩相结合消除应力	适用于在终锻模内通过冷整形来消除应力的模锻件
注:拉伸消除应力状态(T351、T451、T651、T7351、T7651、T851)产品,拉伸前、后的力学性能相近,但可能有一定差异。		

6.4 T状态的热处理验证

对 O状态(如 O、O1)或 F状态的产品,生产厂或(供应商)可通过固溶热处理进行实验室状态验证,具体要求见表 8。

表 8 T状态热处理验证状态

状态代号	细分状态释义
T42	将 O状态或 F状态的材料,进行固溶热处理,然后自然时效至稳定状态
T62	将 O状态或 F状态的材料,进行固溶热处理,然后人工时效
T62A	将需要采用 T42处理的试样,以特定的人工时效工艺进行模拟自然时效,使试样达到与 T42性能接近的一种试样热处理状态,该状态一般用于工业化工工艺稳定的 2×××系产品快速获得试样性能值
T7_2 ^a	将 O状态或 F状态的材料,进行固溶热处理,然后进行过时效处理,其力学性能和抗腐蚀性能应达到 T7_状态的要求
注:当需方需要对 T状态的材料验证时,生产厂(或供应商)可以将材料通过固溶热处理转换为本表中的状态,并标注“能力验证”标志,例如: — T1状态的材料通过时效转换为 T42状态; — T1状态的材料通过时效转换为 T62状态; — T3状态的材料通过时效转换为 T82状态; — T4状态的材料通过时效转换为 T62状态; — T4状态的材料通过过时效转换为 T762状态; — T6状态的材料通过过时效转换为 T732状态; — T351状态的材料通过重新固溶热处理转换为 T42状态。	
^a 也适用于需方(或使用方)对产品按热处理规范完成最终热处理状态,进行材料验证。	

6.5 W 状态的细分状态

W 状态的细分状态见表 9。

表 9 W 状态细分状态

细分状态		细分状态释义
代号	名称	
W_h	经一定时间自然时效的不稳定状态	如 W2h,表示产品淬火后 ,在室温下自然时效 2h
W_h/_51	室温下经一定时间自然时效再进行冷变形消除应力的不稳定状态	W2h/351,表示产品淬火后 ,在室温下自然时效 2h便开始拉伸以消除应力的状态
W_h/_52		W2h/352,表示产品淬火后 ,在室温下自然时效 2h便开始压缩以消除应力的状态
W_h/_54		W2h/354,表示产品淬火后 ,在室温下自然时效 2h便开始拉伸与压缩结合以消除应力的状态

附录 A
(资料性)

按本文件命名的状态代号与曾用状态代号的对照表

表 A. 1给出了按本文件命名的状态代号与曾用状态代号的对应关系。

表 A. 1 按本文件命名的状态代号与曾用状态代号的对照表

按本文件命名的状态代号	曾用状态代号	按本文件命名的状态代号	曾用状态代号
O	M	T3X	CZY
H112(不可热处理强化的铝及铝合金)	R	T9	CSY
T1(可热处理强化的铝合金)	R	T62 ^a	MCS
H×8	Y	T42 ^a	MCZ
H×6	Y ₁	T73	CGS1
H×4	Y ₂	T76	CGS2
H×2	Y ₄	T74	CGS3
H×9	T	T5	RCS
T4	CZ	T89	C10
T6	CS	T89A	C10S
T_51、T_52、T_54、T_510、T_511	CYS	—	—
^a 原以 R状态交货,却要求提供 CZ、CS试样性能的产品,其状态可分别对应本文件命名的状态代号 T42、T62。			

参 考 文 献

[1] GB/T16865 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法
[2] 葛立新.变形铝及铝合金产品状态与性能登记表[M].北京 :冶金工业出版社 ,2023
