

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

稀土镁合金挤压舱体

Extruded cabins of rare earth magnesium alloys

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国国际科技促进会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 要求 1

5 试验方法 4

6 检验规则 4

7 标志、包装、运输、贮存及质量证明书 5

8 合同（或订单）内容 5

参考文献 7

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。

本文件由中北大学提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：中北大学、中国航天科工集团第二研究院第二总体设计部、北京临近空间飞行器系统工程研究所、北京航天长征飞行器研究所、山西银光华盛镁业股份有限公司、山西中北睿智精诚科技有限公司、太原市康镁科技发展有限公司。

本文件主要起草人：张治民、于建民、王 强、于江祥、王云海、王胜、焦胜海、王泽晓、王宏伟、程 眉、李国俊、黄国栋、韩晶晶、黄有旺、聂璐、李延松、王纵坤、孟模、李旭斌、韩永茂、朱文睿。

稀土镁合金挤压舱体

1 范围

本文件规定了稀土镁合金挤压舱体的一般规定，技术要求，试验方法，检验规则及其标志、包装、运输和贮存等要求。

本文件适用于稀土镁合金VW124、VW93挤压成形的各种舱体、壳体等。

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 T228.1-2021 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB T228.2-2015 金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法

GB/T 4297-2004 变形镁合金低倍组织检验方法

GB/T 5153-2016 变形镁及镁合金牌号和化学成分

GB/T 6519-2013 变形铝、镁合金产品超声波检验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 13748.8-2013 镁及镁合金化学分析方法 第8部分：稀土含量的测定 重量法

GB/T 16865-2013 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法

GB/T 26637-2011 镁合金锻件

GB/T 32792-2016 镁合金加工产品包装、标志、运输、贮存

GJB 1330-91 军工产品批次管理的质量控制要求

ASTM B951-11 (2018) Standard practice for codification of unalloyed magnesium and magnesium alloys, cast and wrought

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 要求

4.1 产品分类

4.1.1 合金牌号及代号

稀土镁合金VW124、VW93合金代号包括字母和数字。按ASTM B951-11 (2018) 和GB/T 5153-2016规定，镁合金中，V代表元素Gd，W代表元素Y，124、93代表主要元素重量百分比，前一、两位12和9代表Gd元素的名义重量百分比为12%、9%，最后一位4或3代表Y元素的名义重量百分比为4%和3%。合金牌号按GB/T 5153-2016 规定为MgGd12Y3Zr和MgGd9Y3Zr。

4.1.2 挤压舱体状态

挤压舱体根据使用要求和热处理有T5和T6两种状态。T5为完全人工时效。T6为固溶处理加完全人工时效。

4.1.3 挤压舱体分类

挤压舱体根据工作条件和用途以及在使用过程中损坏所造成的危害程度，以及舱体内部组织特征分为三类，其定义见表1。

表1 VW124、VW93 稀土镁合金挤压舱体分类

挤压件类别	定 义	
I 类	承受大载荷，工作条件复杂，用于关键部位的重要结构件，该挤压件损坏将直接危及整机安全	合金内部不允许总面积大于 4mm ² 、最大点面积大于 2mm ² 的化合物偏析。
II 类	承受中等载荷，用于重要部位的结构件，该挤压件损坏将影响部件的正常工作，引起事故。	合金内部不允许总面积大于 6mm ² 、最大点面积大于 3mm ² 的化合物偏析。
III 类	承受低载荷，用于一般部位的构件。	合金内部不允许总面积大于 9mm ² 、最大点面积大于 4mm ² 的化合物偏析。

4.2 标记及示例

产品标记按产品名称、本标准编号、牌号、状态、代号（尺寸）、类别的顺序表示，标记实例如下：

示例1：VW124 牌号、H112 状态、代号为 K12、挤压舱体类别为 II 类的挤压件，标记为：

挤压舱体 T/****-2022 -VW124H112-K12-II 类

示例2：VW93 牌号、T5 状态、尺寸为直径 Ø 650mm、高度为 80mm、挤压舱体类别为 II 类，标记为：

挤压舱体 T/****-2022-VW93T5- Ø 650×80-II 类

4.3 合金化学成分

VW124、VW93合金化学成分及杂质允许含量见表2。

表2 VW124、VW93 合金的化学成分及杂质允许含量

单位为重量百分比%

合金代号	主要元素					杂质元素（不大于）				
	Gd	Y	Zr	Zn	Mg	Si	Cu	Fe	Ni	总和
VW124	12.0~13.0	3.8~4.6	0.4~0.5	1.9~2.3	其余	≤0.01	≤0.01	≤0.004	≤0.01	0.04
VW93	8.8~10.0	3.0~4.0	0.4~0.5	1.9~2.3	其余	≤0.01	≤0.01	≤0.004	≤0.01	0.30

4.4 热处理

4.4.1 稀土镁合金挤压舱体一般采用 T5 和 T6 进行热处理。

4.4.2 除另有规定外，VW124、VW93 挤压舱体的热处理设备、质量控制以及技术安全按 GB/T 26637-2011 执行。

4.4.3 当挤压舱体尺寸或壁厚较大时，允许单独热处理。

4.5 力学性能

挤压舱体以本体取样的形式检验力学性能，试样应符合GB/T 16865-2013的要求。VW124、VW93合金同一个挤压舱体切取试样部位由需方在图样上注明，切取试样的轴向、切向室温、高温力学性能应符合表3的规定。

4.6 低倍组织

4.6.1 挤压舱体的低倍组织不许有疏松、裂纹、非金属夹杂和溶剂夹渣等缺陷。

4.6.2 挤压舱体的流线方向应符合图样上标明的要求。当图样未标明时，流线方向应沿最大外形尺寸方向分布，不许有明显的切断、穿流和严重涡流。

4.6.3 低倍组织中氧化膜缺陷应符合表 4 的规定。

4.6.4 金属化合物偏析应符合表 5 的规定。

4.7 内部缺陷

挤压舱体内部缺陷由供需双方协商确定，并在订货单（或合同）中注明。

4.8 尺寸和重量

4.8.1 挤压舱体尺寸和几何形状、尺寸偏差应符合双方签订图纸或订货单（或合同）要求。

4.8.2 当需方对挤压舱体重量有要求时，另行规定。

表3 VW124、VW93 合金挤压舱体力学性能

合金代 号	挤压件 类别	取样 部位	测试 温度	抗拉强度 R _m ^{1)、2)} MPa				屈服强度 Rp0.2 ^{1)、2)} MPa				伸长率 A ^{1)、2)} %			
				轴向		切向		轴向		切向		轴向		切向	
				平均值	最小值	平均值	最小值	平均值	最小值	平均值	最小值	平均值	最小值	平均值	最小值
VW124	I 类	指定 部位	室温	≥410	≥390	≥400	≥380	≥300	≥280	≥290	≥270	≥7.0	≥6.0	≥6.0	≥5.0
			200℃	≥360	≥340	≥350	≥330	-	-	-	-	≥12.0	≥10.0	≥11.0	≥9.0
			250℃	≥300	≥280	≥290	≥270	-	-	-	-	≥18.0	≥16.0	≥16.0	≥14.0
			300℃	≥200	≥180	≥190	≥170	-	-	-	-	≥25.0	≥22.0	≥23.0	≥20.0
	II 类	指定 部位	室温	≥400	≥380	≥390	≥370	≥280	≥260	≥270	≥250	≥6.0	≥5.0	≥5.5	≥4.5
			200℃	≥340	≥230	≥330	≥220	-	-	-	-	≥10.0	≥8.0	≥9.0	≥7.0
			250℃	≥280	≥260	≥270	≥250	-	-	-	-	≥16.0	≥14.0	≥14.0	≥12.0
			300℃	≥190	≥170	≥180	≥160	-	-	-	-	≥23.0	≥20.0	≥20.0	≥18.0
	III 类	指定 部位	室温	≥390	≥370	≥380	≥360	≥260	≥240	≥250	≥230	≥5.5	≥4.5	≥5.0	≥4.0
			200℃	≥300	≥200	≥290	≥190					≥8.0	≥6.0	≥7.0	≥5.0
			250℃	≥260	≥240	≥250	≥230					≥14.0	≥12.0	≥12.0	≥10.0
			300℃	≥180	≥160	≥170	≥150					≥20.0	≥18.0	≥18.0	≥16.0
VW93	I 类	指定 部位	室温	≥370	≥350	≥350	≥330	≥260	≥240	≥250	≥230	≥8.0	≥6.5	≥7.0	≥6.0
			200℃	≥290	≥270	≥280	≥260	-	-	-	-	≥13.0	≥10.0	≥12.0	≥10.0
			250℃	≥260	≥250	≥250	≥240	-	-	-	-	≥20.0	≥18.0	≥19.0	≥17.0
			300℃	≥190	≥170	≥180	≥160	-	-	-	-	≥30.0	≥25.0	≥28.0	≥24.0
	II 类	指定 部位	室温	≥350	≥330	≥340	≥320	≥250	≥230	≥240	≥220	≥7.0	≥5.0	≥6.0	≥5.5
			200℃	≥280	≥260	≥270	≥250	-	-	-	-	≥11.0	≥9.0	≥10.0	≥8.5
			250℃	≥250	≥240	≥240	≥230	-	-	-	-	≥18.0	≥16.0	≥17.0	≥15.0
			300℃	≥180	≥160	≥170	≥150	-	-	-	-	≥25.0	≥22.0	≥24.0	≥22.0
	III 类	指定 部位	室温	≥340	≥320	≥330	≥310	≥240	≥220	≥230	≥210	≥6.0	≥4.0	≥5.0	≥4.0
			200℃	≥270	≥250	≥260	≥240					≥10.0	≥8.0	≥5.0	≥4.0
			250℃	≥240	≥230	≥230	≥220					≥17.0	≥15.0	≥16.0	≥14.0
			300℃	≥170	≥150	≥160	≥140					≥23.0	≥20.0	≥23.0	≥20.0
注1：切取试样应取至少三根，平均值系指挤压舱体上切取试样的平均值，最小值系指试样中允许有一根低于平均值但不低于最小值。															
注2：当取样部位无法切取三根试样时，每根试样力学性能不得低于平均值。															

表4 氧化膜

锻件类别	低 倍			断 口		
	受检面积 a mm ²	氧化膜b		受检面积 mm ²	氧化膜c	
		点数	每点长度 mm		总面积 mm ²	单点面积 mm ²
I、II、III	1*10 ⁵	≤5	≤2	1*10 ⁴	≤9	≤3
注1：受检面积是指同一挤压件所有受检面积之和。受检面积若达不到规定面积，也按规定面积计算。若超过规定面积则缺陷点数按比例计算，每点缺陷长度要求不变。						
注2：低倍试片上的氧化膜起算长度不小于0.3mm。						
注3：断口试片上氧化膜缺陷成线条状时，以长度计算，其允许值应符合表中低倍试片氧化膜的规定。						

表5 金属化合物偏析

锻件类别	低 倍			断 口		
	受检面积 a mm ²	总面积 mm ²	单点面积 mm ²	受检面积 mm ²	总面积 mm ²	单点面积 mm ²
I	1*10 ⁵	≤4	≤2	1*10 ⁴	≤4	≤2
II		≤6	≤3		≤6	≤3
III		≤9	≤4		≤9	≤4
注：受检面积是指同一挤压件所有受检面积之和。受检面积若达不到规定面积，也按规定面积计算。若超过规定面积则缺陷点数按比例计算，每点缺陷长度要求不变。						

4.9 表面质量

- 4.9.1 挤压舱体应光滑、洁净。不得有毛刺、飞边，特殊情况由供需双方商定。
- 4.9.2 挤压舱体应进行氧化处理。其氧化层应完好，不露基体金属，不脱落。氧化处理后需进行涂油防护。
- 4.9.3 挤压舱体上作为加工基准所用到的部位应平整。
- 4.9.4 在挤压舱体的待加工表面上的裂纹、折叠应清除。清除或不清除缺陷的部位应保证锻件有二分之一的名义加工余量。
- 4.9.5 挤压舱体的非加工表面不许折叠、碰伤、起皮等缺陷，但允许供方对存在的缺陷进行清除处理，清除部位应圆滑过渡，清除缺陷的部位应保证挤压件的单面极限尺寸。

5 试验方法

5.1 化学成分

合金化学成分检验按GB/T 13748.8-2013的规定执行。在保证分析精度的条件下，允许使用其它方法。

5.2 力学性能

室温拉伸性能检验按GB T228.1-2010的规定进行。高温拉伸性能检验按GB T228.2-2015的规定进行。数值修约规则按GB/T 8170的规定执行或由供需双方商定。

5.3 低倍组织

低倍组织按GB/T 4297规定的方法进行。

5.4 内部缺陷

超声波探伤按GB/T 6519 规定的方法进行。

5.5 外观质量

外观质量用目视检查。对缺陷深度不能确定时，可用打磨法测量。

6 检验规则

6.1 挤压舱体批次的组成

挤压舱体批次的组成按GJB 1330-91 的规定执行。

产品应由供方进行检验，保证产品质量符合本标准及订货单(或合同)的规定，并填写质量证明书。

6.2 检验项目

6.2.1 每批挤压舱体均应进行化学成分、力学性能、低倍组织、断口组织、外观质量、尺寸偏差和重量检验。

6.2.2 对挤压舱体内部缺陷有要求的产品，由供需双方协商检验方法及规则。

6.3 力学性能

6.3.1 挤压按其类别检验力学性能，I类、II类挤压舱体应本体取样测试试样的力学性能，测试部位由供需双方协商，III类挤压舱体不检测力学性能。每件每部位至少取三根试样检验力学性能，当力学性能指标有一根试样不符合4.1.3规定时，允许补测两根试样重复测定。

6.3.2 切取试样的尺寸应符合GB/T 16865-2013 的规定，当无法切取符合标准要求的试样时，试样形式和尺寸由专用技术条件另行规定。

6.4 检验结果的判定

6.4.1 任一试样化学成分不合格时，判该批不合格。

6.4.2 任一挤压舱体尺寸偏差不合格时，判该件不合格。

6.4.3 任一试样室温、高温拉伸力学性能不合格时，允许在试样的相邻部位切取双倍数量的试样进行

复检，重复试验结果全部合格，判该件产品合格。经供需双方商定允许供方逐件检验时，合格者交货。

6.4.4 任一试样低倍组织不合格时，按如下判定：

- a) 因疏松、裂纹、非金属夹杂、氧化膜及金属化合物偏析不合格时，判该件不合格；
- b) 因低倍组织流线与标样存在差异或存在涡流和穿流不合格时，允许供方在同一批次同一部位另取双倍数量的试样及逆行复验，复验合格则该批挤压件合格，复验仍有一个试样不合格时，则判该批不合格。

6.4.5 任一挤压舱体外观质量不合格时，判该件不合格。

6.4.6 任一挤压舱体内部缺陷检测不合格时，判该件不合格。

7 标志、包装、运输、贮存及质量证明书

7.1 标志

7.1.1 产品标志

每个验收合格的挤压舱体在规定的位置应打上如下印记：

- a) 供方技术监督部门的检印；
- b) 合金牌号；
- c) 供应状态；
- d) 锻件代号；
- e) 熔次号；
- f) 批号。

7.1.2 包装箱标志

挤压舱体的包装箱标志应符合GB/T 32792-2016的规定。

7.2 包装、运输和贮存

挤压舱体的包装、运输和贮存应符合GB/T 32792的规定。

7.3 质量证明书

每批挤压舱体应开具产品质量证明书，其上应注明：

- a) 供方名称；
- b) 产品名称；
- c) 合金牌号；
- d) 供应状态；
- e) 规格；
- f) 类别；
- g) 熔次号；
- h) 批号；
- i) 净重或件数；
- j) 各项分析检验结果；
- k) 包装日期；
- l) 本标准编号；
- m) 供方技术监督部门印记。

8 合同（或订单）内容

订购本文件所属挤压舱体的合同（或订单）中，应该包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 合金牌号；
- c) 供应状态；

- d) 规格;
- e) 类别;
- f) 重量或件数;
- g) 本标准编号;
- h) 超声波探伤要求;
- i) 其他要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4296-2022 变形镁合金显微组织检验方法
 - [2] GB/T 5155-2022 镁合金热挤压棒材
 - [3] GB/T 37596-2019 航空航天用镁合金锻件
 - [4] GJB 1187A-2001 射线检验
 - [5] YS/T 627-2013 变形镁及镁合金圆铸锭
 - [6] ASTM B1-97 (2004) Standard specification for Magnesium-alloy forgings
-