国家标准

GB/T xxxx《高强度镁合金棒材》

编制说明

**（审定稿）**

**标 准 编 制 组**

**2019年9月5日**

国家标准GB/T XXXX《高强度镁合金棒材》

(审定稿)编制说明

1、工作简况

1.1 任务来源

镁合金是国际公认的最有潜力的轻量化材料之一，对解决我国关键装备和重大工程的轻量化问题具有举足轻重的作用，对缓解我国日益严峻的环境和能源危机具有重要意义。随着国防军工、航空航天和交通运输装备的发展，对轻量化和强度要求越来越高，使得镁合金材料的应用前景非常广阔，同时也对特殊功能性镁合金尤其是（超）高强镁合金的需求也越来越大。镁合金棒材具有密度小、比强度高、导电导热性好、耐腐蚀、造型美观、易加工成形等优异性能,被广泛应用于在航空、航天、汽车、建筑、电气、化工、机械制造、能源采掘等行业，在国防建设和国民经济发展中具有重要应用价值。



图1 高强镁合金棒材的应用领域：航空航天、轨道交通、国防军工、能源采掘等

国内外对高强镁合金材料有深入的研究，新修订的《中国大百科全书》镁合金词条中对高强度镁合金定义为抗拉强度在350MPa以上的镁合金。目前国内外研究者针对该类合金，开发出了一系列含稀土和不含稀土的高强变形镁合金和铸造镁合金，如Mg-Zn-Zr、Mg-Gd-Y、Mg-Y-Zn、Mg-Gd-Nd、Mg-Sn-Zn及Mg-Ni-Y等系列。围绕这些高强镁合金的变形棒材，生产出的各类高性能产品已大量应用于航空航天、轨道交通、石油开采等重点领域的关键部位。在当前高强镁合金棒材市场应用量急剧增大和合金研发相对成熟的背景和现状下，开展高强度镁合金棒材标准化，意义巨大。主要意义表现如下：

**1、高强度镁合金棒材虽然销售量大、前景广阔，但无统一技术标准进行约束，高强度棒材标准化有助于规范市场。**目前，虽然既有标准GB/T 5153、GB/T 5154、GB/T 5155、GB/T 5156等分别对变形镁合金材料、镁合金板带材、镁合金挤压棒材、镁合挤压型材等进行了标准化，但是针对市场需求量巨大的高强度镁合金棒材，仍无统一国家标准规范，各生产厂商无标可依，产品品质良莠不齐，严重制约了高强镁合金棒材产品进一步市场化应用。高强度棒材标准化有助于规范市场，并促进镁合金材料和产品的进一步开发和大规模批量化应用。

**2、较多镁合金技术标准缺失，高强度棒材标准化有助于丰富镁合金标准体系。**我国的镁合金技术标准体系包括“基础通用标准”、“方法标准”、“产品标准”，但不够完整和完善。因此，很多尚未建立标准的技术，如加工、检测方法等大多参照国内铝合金或钢件以及ISO、ASTM、EN、JIS等标准，造成各厂家参照的技术标准不统一，不利于建立规范的产品机制及合理的竞争机制，从而大大限制了镁合金材料和产品的进一步开发和大规模批量化应用。

3、**在世界范围内无统一高强度棒材技术标准，本次标准化有助于提升我国在此领域的影响力和话语权。**国际组织对我国镁及镁合金行业地位高度认可，目前，我国是ISO/TC79/SC5（镁及镁合金）主席国和秘书处。因此，制定高强镁合金棒材标准，对完善统一我国的镁合金技术标准体系，提升我国在此领域的影响力和话语权有重要作用和深远意义。

《高强度镁合金棒材》国家标准是根据国家标准化管理委员会国标委综合［2017］128号 20173784-T-610号文件的要求，由重庆大学国家镁合金材料工程技术研究中心牵头，联合国内其他相关单位共同起草。

1.2 起草单位

在全国有色金属标准化技术委员会的组织下，成立了重庆大学、重庆市科学技术研究院、有研工程技术研究院有限公司、山西银光华盛镁业股份有限公司、中南大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、东北轻合金有限责任公司、贵州安吉航空精密铸造有限责任公司、重庆昱华新材料科技有限公司等单位组成的编制工作组。编制工作组主要负责单位简介如下：

1）重庆大学国家镁合金材料工程技术研究中心

重庆大学是教育部直属的全国重点大学，是国家“211工程”和“985工程”重点建设的高水平研究型综合性大学。重庆大学材料科学与工程学院现已成为学科齐全、设备先进、师资雄厚的学院，是人才培养和科学研究的重要基地。在钢铁冶金、镁合金、材料加工及成型、核工业新材料、新型建材等方面形成了鲜明特色，部分研究领域的科技实力已进入国内领先、国际先进行列。先后获得国家级科技奖10项，部省级科技奖60余项。近五年(2012.6.1-2017.5.31)，实到科研经费超过2.7亿元；在国内外刊物上发表学术论文2100多篇，其中SCI论文1300多篇；重庆大学材料科学领域ESI于2010年进入全球前1%，逐年向好发展，2017年年中已达到0.21%。国家镁合金材料工程技术研究中心于2007年经科技部批准组建。目前已经成为我国重要的镁合金材料研发基地，同时也是世界范围内最大最先进的镁合金研究团队之一，是镁合金研究的教育部创新团队、科技部创新团队。主要开展的研究包括高性能镁合金材料、先进镁合金加工技术、镁合金纯化净化技术等，特别是开发了系列高强度变形镁合金方面牌号，并得到较好应用。在重庆市科学技术研究院和万盛工业园建立了大型镁合金中试和产业化示范基地，在青海盐湖、山西闻喜、贵州安顺、香港等地建立了镁合金研究分中心或产业化基地。中心在本部拥有镁合金熔炼、压铸、半连续铸造、薄带连铸、挤压、轧制和冲压等成套研发设备和世界一流的先进分析检测仪器。在中试及产业化核心基地拥有压铸、挤压、装备制造等工业设备，技术支持建立建有多条镁合金产业化生产线。

2）重庆市科学技术研究院

重庆市科学技术研究院是整合原属中央和地方的10个研究院所于2008年重组而建，是重庆市政府批准成立的正厅级事业单位。重庆科学院是集研究开发、技术转移、成果转化、人才培训和国际交流为一体的工业技术的综合研究机构，是重庆市组建的最大的科学研究和科技创新服务机构，是全国科学院联盟的重要成员，辖有9个转制所（中心）和10个事业性质的研究中心，共有人员2000多人。重庆市科学技术研究院立足服务重庆市经济社会发展，瞄准世界科技前沿和全市经济社会发展中的关键技术问题与产业发展中的技术瓶颈，坚持科研与产业化并重、创新与服务并重，突出以技术开发与成果转化为主导，重点开展科技创新、产业共性技术研发和相关应用技术基础研究，已成为“西部领先、全国一流、有重要国际影响”的省级科学院。重庆市科学技术研究院下属的新材料研究中心，重点研究方向之一为镁合金重视产业化研究，为多家镁合金生产企业提供技术开发和服务，并辅助成立重庆盛镁镁业有限责任公司、重庆轻强镁科技有限公司等多家镁合金相关企业。承担及参与国家级及省部级镁合金相关项目30余项，发表论文100余篇，拥有从研发到中试的能力，有多条镁合金中试生产线，如大型镁合金专用轧机、500吨镁合金挤压机及大中小镁合金铸造设备。

3）有研科技集团有限公司

有研科技集团有限公司(简称有研集团),前身是北京有色金属研究总院，创建于1952年11月，2017年12月经国务院国资委批准完成公司制改制成为国有独资公司，是我国有色金属行业规模最大的综合性研究开发机构,现为国务院国资委管理的中央企业和国家首批百家创新型企业、国家双创示范基地，拥有首个国家级制造业创新中心。在半导体材料、有色金属复合材料、稀土材料、生物冶金、有色金属新能源材料与制品等领域拥有16个国家级研究中心和实验室，目前承担了一批国家重大科技专项研究课题和国家战略性新兴产业开发项目。

有研集团成立以来，共获得国家级和省部级科技成果奖励1100余项，授权专利和制订国家及行业标准1800余项。先后为“两弹-星”、“神舟飞船”、“载人航天”、“探月工程”等国家重点工程和有色金属行业提供了一大批新材料、新工艺、新技术和新设备，为我国有色金属工业和国防军工建设提供了强有力的科技支撑。在微电子材料、光电子材料、稀土材料、有色金属粉末、特种有色金属加工材料、新能源材料、高端冶金装备、分析测试等方面形成了产业集群。

有研集团现有员工4100余人，其中两院院士5人，国家有突出贡献的中青年专家、国家百千万人才和政府特殊津贴专家等各类高级技术人才共120余名。在“材料科学与工程”和“冶金工程”等学科具有博士、硕士授予权，并设有博士后科研流动站。

有研工程技术研究院有限公司(简称有研工研院)是有研集团以研发类全部资产出资设立的全资子公司，于2018年1月11日取得营业执照，注册资本为10亿元人民币，原北京有色金属研究总院研发类、生产类业务由有研工研院承继。

4）山西银光华盛镁业股份有限公司

山西闻喜银光镁业集团始建于1988年，是一家集矿山开采、原镁冶炼、镁合金深加工为一体的民营股份制企业，是中国有色金属工业协会镁业分会连续多届的副会长单位、国家级镁及镁合金产业基地、国家高新技术企业、山西省百强潜力发展企业。2008 年以集团优势资产注册成立了山西银光华盛镁业股份有限公司。公司下辖11个分公司，占地2000余亩，职工3000余人，总资产12亿元，拥有年产原镁10万吨、镁合金3万吨、镁深加工产品2万吨的产能，企业综合实力连年居全国同行业首位。

近年来，公司按照“科技引领，创新创造，精细管理、打造品牌”的发展思路，以银光科技工业园为依托，以高铁、汽车、电子信息、军工航空航天扩大应用为目标，致力于镁合金深加工产品的研发与生产，实现银光集团的转型跨越发展。目前，代表中国镁产业发展方向的七条深加工生产线已全部实现产业化生产(包括压铸、挤压、锻压、轧板、铸造等全产业链), 形成门类齐全、技术完整的镁深加工体系，成为全国镁行业规模最大、品种最全的深加工企业，为全市、全省乃至全国镁产业的转型升级起到了示范带动作用。同时企业还通过了各种国际标准、国军标、保密等认证，形成了较为完善的质量管理体系。

银光集团目前拥有两个国家级的技术创新平台，一个是中国镁行业唯一的国家级企业技术中心，一个是镁合金关键工艺技术国家地方联合工程研究中心。为加大企业的技术创新力度，推进企业创新创造步伐，公司与中科院金属所、清华大学、重庆大学、东北大学、中南大学、中北大学等20余家院校建立了长期合作关系。通过产学研用合作，相继承担了国家“863”、“973”和科技支撑、国防军工计划项目20余项，获批专利30余项，产品涉及国防军工、航空航天、汽车、高铁、电子信息等领域，为国家的国防建设和重大工程建设做出了积极的贡献。

5）中南大学

中南大学是教育部直属的全国重点大学，是国家“211工程”和“985工程”重点建设高校，是国家双一流建设A类高校。经过60多年的建设，中南大学材料科学与工程学院已经发展成为以有色、稀有金属材料为主，兼有无机非金属材料、高分子材料等基础理论研究、技术创新、成果转化和高层次人才培养的中心和重要基地，并与粉末冶金研究院共建“粉末冶金国家重点实验室”和“轻质高强国防重点实验室”，拥有教育部“有色金属材料科学与工程重点实验室”和湖南省“有色、稀有金属材料科学与工程重点实验室”以及科技部“中俄新材料产业化技术中心”和“中澳轻金属国际研究中心”，并于2013年首批进入国家2011协同创新中心计划。近年来，学院承担了120余项国家和省部级重大科研课题，研究成果获国家级、省部级奖励10余项，其中获国家“973”首席项目2项，国家科技进步一等奖1项和二等奖1项；授权或申请国家发明专利近500项；研究人员在包括Angewandte, Advanced Functional Materials, Energy & Environmental Science, Nano Energy，Small，Acta Materialia等国内外著名期刊上发表论文1400余篇；科研总经费约2亿元。并在2018年10月，成立了中南大学变形镁合金研究中心，该中心在镁合金材料与制造的基础理论、技术与工程化实践方面有持续创新的深厚积累,并形成了自己的优势和特色，具备从成份设计、半连续铸造、塑性加工成形的完整研发能力，为我国多个重点型号装备提供了高性能变形镁合金材料。近五年承担包括国家“973”计划、装备预研、军品配套以及自然科学基金等在内的重大课题20余项，目前注册镁合金牌号3个，获38项授权发明专利，发表相关研究论文百余篇，获得2017中国有色金属工业协会科学技术奖（发明）一等奖，2018年3项专利技术实现成果转化1.068亿元。

6）哈尔滨工业大学

哈尔滨工业大学是工业和信息化部直属，国家“985工程、211工程”，国家“双一流大学建设A类高校”，是一所以理工为主、多学科协调发展的国家重点大学。哈尔滨工业大学材料科学与工程学院拥有先进焊接与连接国家重点实验室、金属精密热加工国家级重点实验室、空间环境材料行为与评价技术国家级重点实验室，还拥有教育部创新团队1个，国家自然科学基金委创新研究群体1个，国防科技创新团队3个。学院成立至今，完成国家各类科技计划项目和企业合作科研项目数百项，自主掌握了一批高性能材料制备及复杂构件近净成形与精密连接核心关键技术，为汽车工业、装备制造等行业提升竞争力做出了重要贡献，成果已经在航天和汽车等工业生产得到实际应用。自 2010 年以来，学院获10项国家科技奖，1项入选2016年度“中国高校十大科技进展”，学科SCI论文数量世界排名第7，综合竞争力目前世界排名29，是进入ESI千分之一的优势学科。主要学科研究方向：高温陶瓷材料、金属基复合材料、空间环境材料、信息功能材料、轻质材料近净成形、特种塑性成形、高效智能焊接、高性能材料连接等。在2003年3月，成立了镁合金研究所，该研究所包括新材料研究室、液态成形研究室、固态成形研究室、焊接研究室和表面处理研究室，有力加强与企业的合作，在军民两用镁合金研究和应用方面取得突破，为国家镁合金产业发展做出贡献。

1. 上海交通大学

上海交通大学是教育部直属的全国重点大学，是国家“211工程”和“985工程”重点建设的高水平研究型综合性大学。上海交通大学材料科学与工程学院拥有一级学科“材料科学与工程”，是国内首批国家重点一级学科，连续多年入围ESI世界前1‰学科。上海交通大学材料科学与工程学院师资力量雄厚，院士、讲席教授、特聘教授占正高教师的比例近三分之一。有中国科学院院士1人，中国工程院院士4人，还有国家“973”计划首席科学家4名、长江特聘学者6名、长江讲座教授1名、国家杰出青年基金获得者5名。上海交通大学材料科学与工程学院科研成果丰富。近五年，累计到款科研经费10.2亿元，累计发表SCI论文1618篇，发表论文数全球排名第10名，论文被引次数全球排名第27名。学院累计申请发明专利797项，其中授权454项，共获得国家级二等奖4项，国家国际合作将1项，省部级科技奖25项。学院学术研究成果在《Nature》、《Science》等世界著名期刊上发表论文多篇，多项关键技术成果成功应用于航空、航天、船舶海洋及核电等重大工程装备，解决了国家重要领域的关键性问题，满足了国家重大工程需求。上海交通大学材料科学与工程学院拥有金属基复合材料国家重点实验室、轻合金精密成型国家工程研究中心、激光制造与材料改性上海市重点实验室、国家机械工业联合会先进热处理及表面工程技术研究中心以及学院公共分析测试平台等研究和实验基地，并通过国际合作建设了一批联合实验室，其中中德合作激光加工中心被科技部授予“国际科技合作基地”。上海交通大学材料科学与工程学院配备大量先进的科研教学仪器设备，如高分辨场发射电子显微镜、场发射扫面电子显微镜、热模拟试验机等分析测试设备，以及大功率激光焊接系统、半导体表面激光处理系统、高温熔炼设备、大型压力装置等材料制备及制造设备，满足了专业教学和科学研究的需要。

1. 东北轻合金有限责任公司

东北轻合金有限责任公司是国家为了增强国防力量，建立自己的航空工业而建立的铝合金加工企业。1992年，东北轻合金有限责任公司被认定为国有特大型企业，1995年被国务院认定为“中国最大的铝镁合金加工基地”，被盛誉为“祖国的银色支柱”、“中国铝镁加工业的摇篮”。东北轻合金有限责任公司主要生产铝、镁及其合金板、带、箔、管、棒、型、线、粉材、锻件和深加工制品，共有18大类、258种合金，目前是唯一一家主持一项和参与一项国家“863”计划的铝加工企业，在同行业中发挥着不可替代的作用。东北轻合金有限责任公司的主导产品主要技术指标处于国内先进水平，军工产品在国内处于领先甚至垄断地位。出口主导产品铝合金预拉伸板符合德国EN标准及美国ASTM-B209，AMS-Q/Q-A-250/N标准。东北轻合金有限责任公司生产的蒙皮板、各种型材、棒材、模压件等产品广泛用于航空、航天、舰船、兵器、通讯、核工业等领域，并出口到美国、英国、德国等24个国家和地区，具有很强的市场竞争力。过去几十年来，东北轻合金有限责任公司在航空航天、兵器舰船、核工业等领域完成科研课题169项，累计提供1330个品种7000多吨新产品，完成为两弹一星、东风系列、长征火箭、风云二号（卫星）、尖兵三号（卫星）、921（飞船工程）、运八飞机、歼七、歼八系列飞机、十号（飞机）工程、直（升机）九武装机、三七（兵器）工程、493（核反应堆）、舰载雷达（天线面阵专用波导、舰用高镁可焊铝合金材料）研（试）制项目。确保了国家重点工程所用合金材料的急需，为我国国防工业的发展做出了重大的贡献。

9）贵州安吉航空精密铸造有限责任公司

贵州安吉航空精密铸造有限责任公司是中国航空工业第一集团公司下属唯一的专业化铸造企业。公司位于贵州安顺市西秀区蔡官镇，建筑面积约38万平方米，其中生产科研建筑面积11.6万多平方米。企业注册资本2680万元，企业总资产85000万元。公司现有员工约1500人，其中工程技术人员180人，管理人员160人。公司技术力量雄厚，设备精良，拥有各类设备1000余套，其中：铸造设备143套、金切设备95台、动力设备412台、试验设备212台。还拥有全国最大致密化处理设备——热等静压、三维坐标仪、快速成型机、数控高速铣、加工中心、铸造仿真系统等先进仪器和设备。

组建有精铸铝、精铸镁、精铸钛、精铸钢等铸造生产线和为之配套的模具设计制造中心以及理化测试中心。能研制生产各种牌号的镁合金、铝合金、钛合金、铜合金、合金铸铁、钢铸件和高温合金铸件等。拥有熔模精密铸造、砂型铸造、金属型铸造、离心铸造、陶瓷型铸造、双金属铸造、粉末冶金以及低压铸造等多种工艺方法。其中钛、铝精密铸造技术从国外引进，尤其擅长生产大型薄壁的钛、镁合金、铝合金等精铸件。2016年，公司斥巨资新建大型镁合金精铸件生产线，解决了在大尺寸、高难度的镁合金精铸件领域合格率的难题，走在了镁合金精铸件的前列。公司铸造和模具加工水平处于全国领先地位，目前在研发和批量生产的铸件项目共计5000余项，具有很强的工程化制造能力。

公司是中国宇航工业规模最大、铸造门类最全的铸造企业，也是中国宇航工业唯一的铸造专业化企业。公司产品覆盖航空、航天、兵器、电子、医疗、汽车等领域，主要产品为军品，为多种不同类型的飞机、航空发动机、机载设备、航空附件提供了各类铝合金、钛合金、镁合金、耐热钢、不锈钢、结构钢、铜合金、和合金铸铁等优质铸件。

公司质量体系完备，是国家二级计量合格单位，分别通过了GJB9001A-2001、AS9100、QS9000、ISO9002、ISO/吨S16949质量体系认证、Nadcap特种工艺认证和ISO14001、OHSAS18001环境安全认证。

10）重庆昱华新材料科技有限公司

重庆昱华新材料科技有限公司位于重庆市万盛经开区平山工业园，工厂面积约80亩，拥有国内自动化程度最高的3600吨镁合金专用挤压生产线、650吨镁合金专用挤压线、120吨镁合金温矫线各一条、镁合金专用淬火生产线两条、镁合金均质化生产线一条、镁合金退火生产线和时效生产线各两条、镁合金稀土中间合金生产线四条、镁合金半连续铸棒生产线四条；电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP）、超声波探伤仪等各类检查设备40余台（套）；各类镁合金机加设备20余台（套）。

公司致力于新型高性能轻合金材料和产品的研发和销售。已开发了镁基中间合金、稀土中间合金、铝基中间合金、及高性能镁合金，高纯稀土金属等多个系列数十个品种，其中镁钕、镁锆、镁钇等镁稀土合金及镁稀土中间合金和镁合金棒材成为企业主营产品，被广泛用于航空航天、能源采掘、轨道交通、机械制造、通讯和电子产业等行业。

1.3 主要工作过程和内容

接到标准制定任务后，在全国有色金属标准化技术委员会组织下成立了以重庆大学国家镁合金材料工程技术研究中心为主的《高强度镁合金棒材》标准制订工作小组，组织成立了起草小组，制定了工作计划，查阅、收集和整理了大量国内外的相关的资料。2017年1月在重庆召开了该标准征求意见稿的讨论会，制定起草计划及工作分配。2017年3月9日-10日受全国有色金属标准化技术委员会委托，在广东省东莞市召开了“镁及镁合金国内外标准研讨会”。会上讨论和制订了标准制定进度和下一步工作计划，与会专家对高强度镁合金棒材标准的材料牌号和性能规定进行了认真的讨论，提出了宝贵意见。2017年6月经过标准制定工作小组成员的认真调查、分析、研究，初步制定了高强度镁合金棒材标准草稿。2018年10月30日在全国有色金属标准项目论证会暨标准制修订工作会议上经过了预审，各相关单位和企业对该标准提出了修订建议。2019年4月在全国有色金属标准项目论证会暨标准制修订工作会议经过了二次预审，各相关单位和企业对该标准提出了修订建议，补充了多个新型高强镁合金牌号。2019年4-6月，重庆大学组织各单位对每个镁合金牌号的技术资料进行了撰写和收集，汇总整理合金牌号的成分、性能指标及其它研究资料，形成了初步研究报告，并对标准文本进行了部分修改。2019年6月在广东省东莞市召开的《有色金属领域国际标准研究》课题工作会议及《镁及镁合金牺牲阳极》等6项标准讨论会上，各相关单位和企业对该标准提出了修订建议。2019年7-9月，针对各项修订意见，重庆大学组织各单位对标准相关文件进行了部分修改，并且进一步完善了每个镁合金材料的牌号注册和资料补充工作。

在该标准的起草过程中，工作组认真调查、分析、研究高强镁合金材料、棒材成型工艺、现行相关标准规范，并对我国目前高强度镁合金棒材的应用市场进行调研，以及采集具有代表性的产品样品，在重庆大学、重庆市科学技术研究院、有研工程技术研究院有限公司、山西银光华盛镁业股份有限公司、中南大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、东北轻合金有限责任公司、贵州安吉航空精密铸造有限责任公司、重庆昱华新材料科技有限公司等单位进行产品试制与试验。最后，在综合研究、分析、整理所有调查资料及试验数据的基础上，对技术要素、参数、性能指标、试验方法等进行确立，最终于2019年9月完成该标准的审定稿。

2、标准制定主要原则和依据

1）标准编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，尽可能与国际国内标准接轨，注重标准的可操作性。

2）本标准严格按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》的规定进行编写和描述。

3）本标准制定过程中广泛获取资料，查阅相关标准和国内外新增高强度镁合金种类、镁合金棒材制备工艺等。

4）本标准中主要技术指标和试验方法参考GB/T 4297《变形镁合金低倍组织检验方法》、GB/T 5153《变形镁及镁合金牌号和化学成分》、GB/T 5155《镁合金热挤压棒材》、GB/T 6519-2013《变形铝、镁合金产品超声波检验方法》、GB/T 13748《镁及镁合金化学分析方法》、GB/T 16475《变形铝及铝合金状态代号》、GB/T 16865《变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法》、GB/T 17432《变形铝及铝合金化学成分分析取样方法》、GB/T 32792《镁合金加工产品包装、标志、运输、贮存》、YS/T 1036《镁稀土合金光电直读发射光谱分析方法》、ASTM B107：2006《镁合金挤压制棒材、条材、型材、管材和线材》和ISO 3116-2019(E) 《Magnesium and magnesium alloys - Wrought magnesium and magnesium alloys》

等标准进行编制，并参照其技术指标做出相应规定，并制定相应的取样及试验方法，以确高性能镁合金棒材质量。

5）本标准采用特征值来衡量产品质量性能指标值的大小。特征值不仅能考核产品自身质量水平，还能体现整批产品的质量稳定性。采用特征值来衡量产品质量性能，是一种依赖于概率论与数理统计并将其作为强有力的理论依据的科学计算方法。

6）本标准着重考虑高强度镁合金棒材化学成分、力学性能、外观质量等标准。

3、确定标准主要技术内容

3.1 高强度镁合金棒材判定指标的确定

在实际应用中，很多场合对镁合金提出了高强度要求。《中国大百科全书-材料学科卷》对高强度镁合金的定义为抗拉强度在350 MPa以上的镁合金，且在本标准收集的镁合金牌号的抗拉强度均高于350 MPa，因此将高强度镁合金棒材的判定指标定为350 MPa以上。

3.2 原材料与生产工艺保证的确定

原材料与生产工艺保证参考GB/T 32182-2015《轨道交通用铝及铝合金板材》的规定，从原材料、生产装备和工艺等方面，保证棒材质量。

对于原材料，在本标准中规定：“供方应采用能有效保证棒材成分的原材料，保证原材料具有足够纯度。具体原材料要求，由供需双方协商确定。”

对于生产工艺，在本标准中规定：“供方应采用能有效保证棒材性能的生产装备和工艺，并采取完善的质量保证措施，以保证棒材质量稳定，且满足本标准要求。”

3.3 产品分类（牌号、状态和标记）的确定

依据所查阅的国内外相关资料，给出高强度镁合金棒材所涉及的合金牌号和状态，并列表给出（如表1所示）。并指出“需方需要其他牌号、状态时，双方协商并在订货单（或合同）中注明”，以满足多种需求和未来的发展需求。标记示例则参考[GB/T 5155-2013](http://www.zjsis.com/DataCenter/Standard/StdDetail.aspx?ca=KxmfQWYySB4=" \t "_blank)《镁合金热挤压棒材》给出示例。最终确定将AQ80M、VW75M、VW83M、VW84M、VW93M、VW94M、VW84N、WN54M及VWN921九个合金牌号列入本标准。

表1 合金牌号、状态

|  |  |
| --- | --- |
| 合金牌号 | 状态 |
| AQ80M、VW75M、VW83M、VW84M、VW93M、VW94M、VW84N、WN54M、VWN921 | H112 / T5 / T6 |
| 注：需方需要其他牌号、状态时，由供需双方协商确定后在订货单（或合同）中注明。 | |

3.4 化学成分的确定

本标准涉及合金牌号分为两类：第一类是GB/T 5153和ISO 3116中已经规定的牌号（AQ80M、VW75M、VW83M、VW84M）；第二类是已经在标委会注册，并收录于本标准中的牌号（如VW93M、VW94M、VW84N、WN54M和VWN921等）。该类牌号合金的化学成分（如表2所示）依据所查阅的国内外相关资料和相关研发单位提供的研究报告及第三方检测报告。

表2 化学成分

| 合金组 | 牌号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mg | Gd | Y | Zn | Zr | Mn | Sr | Al | Ag | Er | Nd | Si | Fe | Cu | Ni | 其他元素 | |
| 单个 | 总计 |
| MgGdY | VW93M | 余量 | 8.0～9.5 | 1.8～3.5 | - | 0.3～0.7 | - | - | - | 0.02～0.50 | 0.02～0.30 | - | 0.02 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.1 |
| MgGdYZnZr | VW94M | 余量 | 8.5～9.5 | 3.5～4.5 | 0.8～1.5 | 0.4～0.7 | - | - | - | - | - | - | - | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.02 | 0.3 |
| MgGdYNiMn | VW84N | 余量 | 7.9～9.0 | 3.5～5.0 | - | - | 0.6～1.0 | - | - | - | - | - | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 1.0-3.0 | 0.02 | 0.2 |
| MgNiY | WN54M | 余量 | - | 4.5～6.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 3.5～5.0 | 0.02 | 0.2 |
| MgGdYZnNdZr | VWN921 | 余量 | 8.8～9.8 | 1.6～2.4 | 1.6～2.4 | 0.4～1.0 | - | - | - | - | - | 0.7～1.4 | - | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.02 | 0.2 |
| 注：元素含量为上下限者为基体元素和合金元素，元素含量为单个数值者为杂质元素，单个数值表示最高限量。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.5 尺寸允许偏差的确定

棒材的尺寸允许偏差参考GB/T 5155《镁合金热挤压棒材》的规定，以保持标准体系的统一性和系统性。并补充了“需方有特殊要求时，由供需双方协商确定后在订货单（或合同）中具体注明”。

3.6 室温力学性能指标的确定

依据查阅国内外相关资料，给出高强度镁合金棒材所涉及的合金牌号和状态的力学性能，并列表给出（如表3所示）。

抗拉强度、屈服强度、断后伸长率三个指标是合金力学性能通用的指标；国内外相关资料给出的高强度镁合金棒材各种合金牌号和状态的室温力学性能指标都含有抗拉强度、屈服强度、伸长率三个指标；国家标准GB/T 5154-2010《镁及镁合金板、带材》中规定的镁及镁合金板材的室温力学性能指标亦为抗拉强度、屈服强度、伸长率；在ASTM B90/B90M-13《镁合金板、带材标准规范》中力学性能指标也是采用抗拉强度、屈服强度、断后伸长率来表征。综合以上情况，结合客户要求，确定本标准的力学性能指标为：抗拉强度、屈服强度、断后伸长率，且明确规定为“室温力学性能”，并将“屈服强度”修改为更科学的描述“规定非比例延伸强度”，注明为塑性变形率为0.2%即标志为“*R*p0.2”时的强度值；并依据生产实际规定直径≤160mm的棒材三种室温力学性能指标的最小值，以确保性能。

表3 棒材的室温纵向力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 合金牌号 | 棒材规格（圆棒直径，六角棒、方棒内切圆直径）  mm | 状态 | 抗拉强度  *R*m/MPa | 规定非比例延伸强度*R*p0.2/MPa | 断后伸长率  *A*/% |
| 不小于 | | |
| AQ80M | ≤80 | T6 | 370 | 260 | 4.0 |
| 80~160 | T6 | 365 | 240 | 3.0 |
| VW75M | ≤20 | T5 | 430 | 350 | 5.0 |
| 20~160 | T5 | 350 | 250 | 3.0 |
| VW83M | ≤100 | T5 | 420 | 320 | 8.0 |
| VW84M | ≤65 | H112 | 380 | 300 | 10.0 |
| T6 | 470 | 340 | 6.0 |
| 65~160 | H112 | 360 | 230 | 9.0 |
| T5 | 440 | 350 | 8.0 |
| VW93M | ≤80 | T5 | 390 | 300 | 8.0 |
| 80~160 | T5 | 350 | 280 | 5.0 |
| VW94M | ≤80 | H112 | 375 | 290 | 10.0 |
| T5 | 420 | 330 | 8.0 |
| 80~160 | H112 | 370 | 270 | 8.0 |
| T5 | 400 | 330 | 5.0 |
| VW84N | ≤80 | H112 | 370 | 260 | 9.0 |
| T5 | 460 | 340 | 5.0 |
| 80~160 | H112 | 350 | 240 | 8.0 |
| T5 | 420 | 310 | 4.0 |
| WN54M | ≤80 | H112 | 370 | 280 | 7.0 |
| 80~160 | H112 | 350 | 260 | 6.0 |
| VWN921 | ≤50 | H112 | 350 | 280 | 20.0 |
| T5 | 370 | 270 | 15.0 |
| T6 | 390 | 280 | 9.0 |
| 注：表中不涉及的其他规格棒材力学性能由供需双方商定。 | | | | | |

综合看来，可以肯定的是本标准力学性能指标体系能全面和较好地反映高强度镁合金棒材现阶段的发展水平，指标具有较强的先进性，可以充分满足用户的需要。

补充规定“需方有特殊要求时，由供需双方协商确定后在订货单（或合同）中具体注明。”。

3.7 低倍组织要求的确定

外观质量检测参考GB/T 4297-2004《变形镁合金低倍组织检验方法》和GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》的规定，以保持标准体系的统一性和系统性；并对“成层”一词添加“（冷隔）”的进一步说明。

将“3.6.1 提供金相检测图，棒材的低倍组织试片上不允许有裂纹、裂口、气孔、缩尾及夹杂物等破坏金属连续性的缺陷。”改为“产品的低倍组织试样上应检验非金属夹杂物（含溶剂夹渣）、气孔、初晶偏析、锰夹杂、大晶粒、缩尾、粗晶环、光亮环、挤压裂纹、压折、片层状断口及流纹不顺等破坏金属连续性的缺陷。”补充了GB/T 4297-2004《变形镁合金低倍组织检验方法》中“初晶偏析”缺陷的要求，规范了对低倍组织检验报告的要求。

将“3.6.4 供锻件用的棒材，要求氧化膜时，可在合同中注明，合同中未注明时不做检查。氧化膜应符合GB/T 5155的规定。”部分删除。

将“3.6.2 产品低倍组织试样上允许有深度不超过直径偏差余量之半的成层（冷隔）存在。如要求无成层棒材，应在合同中注明。”修改为“3.6.2 产品低倍组织试样上允许有深度不超过直径偏差余量（合同规定值）之半的成层（冷隔）存在。如要求无成层棒材，应在合同中注明。”。

3.8 超声波探伤要求的确定

为保证标准完整性和先进性，参考GB/T 6519-2013 《变形铝、镁合金产品超声波检验方法》对高强镁合金棒材超声波探伤等级进行规定“产品的超声波检验验收等级由供需双方协商确定，并列入订货单（或合同）。如无特殊要求，则须达到A级以上验收等级。”

3.9 外观质量要求的确定

外观质量检测参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定，以保持标准体系的统一性和系统性。

将“3.5外观质量”改为“3.8外观质量”。

将“3.5.2 棒材表面允许有不影响用户使用的压伤、碰伤、压坑、气泡、气孔、擦伤和划伤等缺陷，但缺陷深度不得超过直径的允许负偏差。所有允许缺陷的总面积在1 m长度上不超过所在表面的4%。对于直径小于160 mm 的棒材，挤压痕的深度不得超过 0.1 mm, 对于直径大于或等于 160 mm 的棒材，挤压痕深度不得超过 0.3 mm。”拆分修改并拆分为“3.8.2 产品表面允许有不影响用户使用的压伤、碰伤、气泡、擦伤、划伤、凸起、凹陷等缺陷，但缺陷深度不得超过合同规定的外形尺寸的允许负偏差。3.8.3对于直径小于160mm的产品，挤压痕的深度不得超过0.1mm，对于直径大于或等于160mm的产品，挤压痕深度不得超过0.3mm。”补充了对压痕、腐蚀斑点等缺陷和防腐处理前打磨抛光处理相关的约束。将压痕深度的描述另起一点，强调约束挤压痕这一缺陷。

将“3.5.3 棒材表面应进行氧化处理，其氧化层应完好，不露基体金属，不脱落。经供需双方协商，可采取其他防腐保护措施，并在订货单（或合同）中注明。”改为“3.8.4 需方要求对棒材表面进行防腐处理时，应由供需双方商定处理，处理方法包括但不限于磨光、涂油和覆膜等，并在购销合同（或订货单）中注明。涂油应均匀，不暴露基体金属。”。这是基于用户对防腐处理需求的各异化考虑。

3.10 试验方法的确定

3.10.1 化学成分

规定“产品的化学成分分析方法按GB/T 13748（所有部分）或YS/T 1036的规定进行”，以保持标准体系的统一性和系统性。

3.10.2尺寸偏差

尺寸偏差试验方法的确定参考 [GB/T 5155-2013](http://www.zjsis.com/DataCenter/Standard/StdDetail.aspx?ca=KxmfQWYySB4=" \t "_blank)和GB/T 8170-2008的规定，“4.3.2 直径、长度 棒材的直径用精度不低于0.02 mm 的通用量具测量,长度用精度为1 mm的量具测量。其他尺寸采用相应精度的量具进行测量。”改为“4.2 尺寸偏差 产品的直径用精度不低于0.02 mm 的通用量具测量,长度用精度为不低于1 mm的量具测量,其他尺寸采用相应精度的量具进行测量。”

3.10.3力学性能

将“棒材的纵向力学性能检验按GB/T 13239、GB/T 228.1或GB/T 228.2规定的方法进行。”改为“产品的纵向室温力学性能检验按GB/T 16865规定的方法进行。”。这是由于本标准涉及的高强度镁合金棒材力学性能均为室温拉伸性能。

3.10.4 低倍组织

低倍组织试验方法的确定参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定。“棒材的低倍组织检验按照GB/T 4297规定的方法进行”，以保持标准体系的统一性和系统性。

3.10.5 超声波探伤

增加了针对高强度镁合金棒材宏观缺陷的探伤要求“产品的超声波检验按GB/T 6519-2013规定的方法进行。”。

3.10.6 外观质量

外观质量试验方法的确定参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定，并规定对不能确定深度的缺陷进行修磨时“必须保证修磨后的棒材尺寸不超出允许偏差”，以确保棒材具有较高质量。即“在自然散射光条件下，目视检查产品的外观质量。对不能确定深度的缺陷可以修磨，必须保证修磨后的棒材尺寸不超出允许偏差。”

3.11 检验规则的确定

3.11.1 检查和验收

检查和验收规则确定参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定，以保持标准体系的统一性和系统性；将仲裁规定修改为“如需仲裁，应由供需双方协商确定”，以满足供需双方的多样性需求。

3.11.2 组批

组批规则的规定参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定，将“棒材应成批提交验收，每批应由同一批原材料，同一熔炼工艺，同一热处理工艺，同一变形加工工艺，同一牌号、状态、规格组成，批重不限。”改为“产品应成批提交验收，每批应由同一牌号、同一熔次、同一状态、同一加工工艺和同一规格的产品组成。批重不限。”，以保持标准体系的统一性、系统性以及语言结构的逻辑性。

3.11.3 检验项目

检验项目的规定参考GB/T 5154-2010 、GB/T 5155-2013和GB/T 5156-2013 的规定，以保持标准体系的统一性和系统性。并增加对“探伤的要求”，即“每批棒材出厂前应进行化学成分、尺寸偏差、力学性能、低倍组织、探伤及外观质量的检验。”。

3.11.4 取样

取样的规定参考 [GB/T 5155-2013](http://www.zjsis.com/DataCenter/Standard/StdDetail.aspx?ca=KxmfQWYySB4=" \t "_blank)《镁合金热挤压棒材》的规定，并将取样位置和数量规定进行了统一。

力学性能明确指出为“室温力学性能”，并取消对取样位置为“挤压前端”的限定，扩大取样位置范围。按照GB/T 16865的规定进行取样。

补充规定“室温拉伸样品均在1/2半径处平行于轴向取样”。

3.11.5检验结果的判定

检验结果判定的规定中，化学成分、力学性能、外观质量三项参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定。

对尺寸偏差结果的判定进行细化，规定为“尺寸偏差不合格时，应从该批中取双倍数量的试样（包括原来不合格棒材）进行重复实验。复验结果不合格时，判该批不合格。也可由供方逐根检验，合格者交货。”

对低倍组织结果的判定进行细化，依据组织缺陷的不同类型分为三部分。低倍组织结果判定的第一类规定为“因缩尾、粗晶环、光亮环、成层不合格时，允许对不合格棒材切去一定长度后重复试验，直至合格。其余棒材或逐根检验，合格交货，或按复验至合格的棒材最大切尾长度切尾后交货。”；低倍组织结果判定的第二类规定为“当出现非金属夹杂物、气孔、初晶偏析、锰夹杂、大晶粒、压折、层片状断口及流纹不顺等缺陷时，该根棒材由供需双方协商处理。”；低倍组织结果判定的第三类规定为“低倍组织试样中有裂纹时，判该根报废。”

补充“5.5.4 超声波探伤不合格时，判该根不合格。”。

3.12 标志、包装、运输和贮存的确定

3.12.1 标志

镁合金包装标准已有GB∕T 32792-2016《镁合金加工产品包装、标志、运输、贮存》，故将包装箱的标志修改为“棒材的包装箱标志按照GB/T 32792的规定进行”，以保持标准体系的统一性与系统性。

3.12.2 包装、运输和贮存

包装、运输和贮存的规定主体参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定；将棒材的包装、运输、贮存的其他要求修改为“棒材的包装箱标志按照GB/T 32792的规定进行”。

3.13 质量证明书的确定

质量证明书的规定主体参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定；增加对供方联系方式的规定，规定需注明“供方名称、地址、电话、传真”。

3.14 订货单（或合同）内容的确定

订货单（合同）内容规定主体参考GB/T 5154-2010 《镁及镁合金板、带材》、GB/T 5155-2013《镁合金热挤压棒材》和GB/T 5156-2013 《镁合金热挤压型材》的规定；将牌号、状态、规格三项内容分开以细化需求；并对需方的特殊要求进行细化，明确规定“特殊的尺寸偏差要求”、“特殊的室温拉伸力学性能要求”、“特殊的包装要求”、以及“其他特殊要求”应该在订货单（或合同）内容明确指出；并规定若有“其他”内容，也应明确在订货单（或合同）中指出。

4、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于高强度镁合金及镁合金棒材的基础标准，国家、省市各部门没有现行的相关法律、法规、规章及相关标准，更没有本行业的强制标准。

5、标准水平分析

本标准在世界范围首次针对高强度镁合金棒材产品提出统一标准化规定，在此之前，包括美国材料实验协会标准（ASTM）、国际标准化组织标准（ISO）、欧洲标准（EN）、日本工业标准（JISH）等标准体系均未对对高强度镁合金棒材产品进行相关规范统一化要求。如ASTM标准体系对镁合金铸件代号、镁合金变形产品代号、镁合金热处理规范、铸造用镁合金、镁合金砂模/熔模/压模/永久模等铸件等方面进行了标准化。再如ISO标准体系则对纯镁、镁合金铸锭和铸件、变形镁合金产品、镁合金圆棒和圆管尺寸精度、镁合金废料等做出规范。本高强度镁合金棒材标准的制定根据我国实际生产和使用情况，极具创造性和创新性。本标准规定了高强度镁合金棒材的合金化学成分、产品的典型力学性能及外观质量。

本标准涉及的高强度镁合金牌号共有9个，力学性能指标均达到了国际先进水平。在起草过程中等同采用ASTM标准体系和ISO标准体系的命名原则，也规定了如需其他合金牌号、状态时，由供需双方协商解决并在订货单（或合同）中注明，有利于满足不同用户的需求。本标准整体水平与ASTM标准和ISO标准一致，达到了国际先进水平。

1. 合金牌号对标准的贡献
2. AQ80M

研制单位为中南大学，为满足新型武器装备对变形镁合金的迫切需求而设计的新一代耐热镁合金。目前，已采用AQ80M镁合金制备出了挤压材、锻件及环形件等大型结构件，并且已应用于几个重大型号上。例如制备的大直径AQ80M镁合金环形件自2013年1月开始应用于某军用××壳体，顺利通过模态、合练弹、静力、热力联合等地面考核试验，并通过载机发射试验，现已供货37件；航空××发射装置40%主承力结构件使用了AQ80M镁合金模锻件、方棒、棒材和型材，累计供货26套。

1. VW75M

研制单位为有研工程技术研究院有限公司，一种新型高强耐热镁合金，在航空航天、国防军工等许多领域都具有广泛的应用前景。目前，VW75M高强镁合金材料已取代以前同类型号定型采用的2A12铝合金材料，在我国最新型的尖端装备中获得实际应用，实现系统减重7Kg，显著提高了该型号的有效射程、飞行速度和机动能力，并进一步提高系统的工作温度、运行时间以及可靠性，为该型号实现总体目标起到了至关重要的作用，为该型号尖端装备系统结构用材的升级换代提供了保障，填补了镁合金材料在新型尖端装备上应用的空白，达到了国际领先水平。并且该型号已经定型批产并开始列装，标志着该尖端装备材料体系得到了升级换代，同时也为该合金材料在尖端装备承力结构上的应用提供了很好的基础，对推动尖端装备承力结构材料的轻量化具有重要作用。

1. VW83M

研制单位为上海交通大学，本合金牌号及数据采标于ISO 3116:2019(E）。

1. VW84M

研制单位为重庆大学，一种新型超高强韧变形镁合金，该合金已被国家标委会批准为国家合金牌号VW84M（GB/T 5153-2016 《变形镁及镁合金牌号和化学成分》），并已列入国际合金牌号MVWZ842（ISO 3116:2019 <Magnesium and magnesium alloys - Wrought magnesium and magnesium alloys>）。该合金不仅具有较高的室温力学性能，在300℃下仍然保持了抗拉强度300 MPa的良好力学性能。以该合金为基础开发的高强度镁合金产品，已在航空航天、国防军工、轨道交通等国家重点领域的重大典型装备方面获得初步应用，且轻量化优势十分显著。例如，制备的航空集装器与同规格的传统铝合金航空集装器相比，减重超过20%，通过起吊试验，符合军方设计要求；制备的轨道交通支撑梁型材，性能完全达到轨道交通车辆设计需求。

1. VW93M

研制单位为中南大学，为满足新型武器装备对变形镁合金的迫切需求，而设计的新一代耐热镁合金。目前，采用VW93M镁合金制备的环形件及锻件的力学性能已能满足某型号的设计要求。例如制备的VW93M镁合金环形件，已经通过了南京晨光有限责任公司的力学性能考核，完全满足某型号的设计性能指标，可以在相关型号上推广应用；制备的VW93M镁合金棒材，经后续等温模锻成型后，已应用于某军用××舱段。

1. VW94M

研制单位为哈尔滨工业大学，该合金具有显著的固溶强化、时效强化效果，通过挤压变形和热处理，可调控其再结晶比例和晶粒度、以及时效析出相的形貌、尺寸和分布，显著提其强度和塑性，可同时获得高强度和良好的塑性，在航空航天、军工以及汽车领域有广泛的应用前景，经济效益巨大。目前，该合金大规格挤压棒材已用于航空、航天构件以及锻件的坯料。

1. VW84N

研制单位为重庆大学，一种压裂球用新型快速降解镁合金，可推动国内非常规油气田开发，水力分层压裂技术的大规模广泛应用。对该合金挤压态和时效态的腐蚀性能进行了相关研究，挤压态合金的腐蚀速率到达每小时28.8 mg/cm2，时效态合金的腐蚀速率达到每小时22.8 mg/cm2，均符合密封球腐蚀性能的要求。目前，该合金作为压裂密封球的理想材料，在贵州安吉航空精密铸造有限责任公司、重庆昱华新材料科技有限公司两家企业进行日常生产，压裂密封球产品广泛应用于美国和我国石油开采领域，推动了镁合金在石油开采领域的应用。

1. WN54M

研制单位为重庆大学，一种压裂球用新型快速降解镁合金，压裂技术是开发油气资源的核心技术，而压裂球是决定分段压裂是否成功的关键因素。传统的压裂材料存在一些问题，如不可降解导致工艺增加，不能完全降解导致出油通道堵塞等。该合金的研制能够承受压裂过程中的高压、高温，并能控制其在油井流体环境中进行快速腐蚀，能有效降低施工成本和风险，缩短施工周期，提高施工效率。该合金已成为一种新型压裂球材料，该合金在贵州安吉航空精密铸造有限责任公司、重庆昱华新材料科技有限公司两家企业进行日常生产，压裂密封球产品广泛应用于美国和我国石油开采领域，推动了镁合金在石油开采领域的应用。

1. VWN921

研制单位为山西银光华盛镁业股份有限公司，为满足航空、航天等领域对轻量化、高强度和高温服役条件的要求，而设计的一种高温性能较优的新型镁合金。目前，该合金已在航空航天、国防军工等重点领域得到了初步应用。例如以该合金为基础制备的应用于国防领域的某零部件可在高温环境下仍保持较好的力学性能，可替代原有材料实现显著减重效果，进一步提高相关性能，对促进镁合金在航空航天、国防军工等重点领域的应用发挥显著作用。

7、专利及涉及知识产权

本标准在起草过程中，对于新增的高强镁合金牌号进行了论证；新增的牌号已进行过牌号注册，并且经过了研发单位的许可，不涉及知识产权的问题。

8、重在分歧意见的处理经过和依据

无。

9、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

本标准为高强度镁合金及镁合金棒材的基础标准，包含了现行适用的高强镁合金牌号，现行镁合金挤压棒材表面质量要求以及力学性能范围。但随着高强镁合金应用的不断发展，新型高强镁合金品种的不断研发，新的牌号会层出不穷。因此，建议本标准作为推荐性国家标准发布实施。

10、贯彻标准的要求和措施建议

本标准是高强度镁合金及镁合金棒材的基础标准，是所有高强镁合金生产企业必须使用的标准之一，起规范镁合金行业和与国际镁合金行业发展接轨的作用，本标准发布执行后，建议标准主管单位在相关企业进行推广，相关单位组织宣贯执行。

**11、废止现行有关标准的建议**

无。

**12、其它应予说明的事项**

无。

**13、推广应用的预期效果**

镁是我国战略资源，我国镁产量占世界的80%以上，居于世界首位。随着镁合金行业的飞速发展，高强镁合金棒材应用范围越来越广，是许多军用和民用飞机、交通运输工具、能源采掘用工具中不可缺少的重要结构材料，在国防建设和国民经济发展中具有重要的战略地位。然而相关国家标准的缺乏，限制了高强镁合金的广泛应用以及提高企业间竞争成本。

通过本标准的制定，将显著促进和规范高强镁合金棒材的广泛应用，推动中国镁产业的快速发展。预期效果如下：

1、本标准的制定，有助于轻量化高强度镁合金在轨道交通车辆、飞机等重大装备的大量应用，对其运载能力、行进速度、节能减排和环境保护等意义重大。

2、本标准的制定，有助于促进军民融合，将国防军工用高性能镁合金产品制造技术引入民品行业，显著促进国防和军队现代化建设与经济社会发展相结合。VWN921、VW75M等合金都已作为关键结构材料，在军工武器装备上得到应用。

3、本标准的制定，有助于增加镁产业相关就业岗位，对社会收入分配、市场竞争机制、区域经济发展均起到积极的推动作用，将带动镁产业相关上下游产业进入快速、良性发展模式。

为进一步展示本标准制定后对经济和社会效益的作用，下边以轨道交通车为例描述。若我国轨道交通车用高强度镁合金，使用本标准，可实现单节车厢减重1吨以上。有研究资料显示，牵引能耗在轨道交通中占总电耗的30%,车体重量减轻10%,能耗可降低6%-8%。据测算，在我国现阶段,每节约1度电，就相应节约了0.4千克标准煤，同时减少污染排放0.272千克碳粉尘、0.997千克二氧化碳、0.03千克二氧化硫、0.015千克氮氧化物。可以京沪高铁目前全线运营每天1000多班次的动车组来计算，一天仅直达列车即可节约用电70万度、折合减少二氧化碳排放约700吨，节能减排效果显著。

《高强度镁合金棒材》编制组

2019年9月5日