**国家标准《液压元件用铜合金棒、型材》（送审稿）编制说明**

1. 任务来源

国家标准化管理委员会以国标委综合[2015]59号文件下达了《液压元件用铜合金棒、型材》国家标准的起草任务，其计划号为20152297-T-610。由宁波博威合金材料股份有限公司负责起草，安徽鑫科新材料股份有限公司、~~海亮集团有限公司、~~武汉泛洲中越合金有限公司、绍兴市质量技术监督检测院、宁波正元铜合金有限公司参与起草。

1. 工作简况
	1. 立项目的和意义

液压泵、马达是工程机械的核心部位，作为工程机械的“心脏”，液压泵、马达的工况载荷大、转速高，因此对用于生产缸体、滑靴、球铰、配油盘等元件的铜合金材料性能、组织稳定性有很高的要求。液压泵、马达用的铜合金主要有多元复杂锰黄铜、铝青铜、铅锡青铜三大类。其中多元复杂锰黄铜、铝青铜具有高强度、高硬度、高耐磨、优异的耐各种介质腐蚀能力以及极好的热加工成型等性能，铅锡青铜具有优异的自润滑性能、耐磨性能。

国外现有液压泵、马达的研究高地，主要是以德国和美国为代表的，这两个国家在机械制造的工艺研究及新材料研发已经走在世界前列，德国的工业巨头蒂森克虏伯、代傲精工、维兰德、力士乐等，每家企业都掌握了自己的技术和专利，美国的康卡斯特、安博科等，也掌握了世界领先的新材料制造技术及工艺。

我国工程机械巨头中联重科、三一重工、徐工等企业，该行业总产值超过5000亿，但其大部分利润被德国和日本企业吃掉，因为其液压泵、马达严重依赖进口，且供货得不到保障，国内的液压泵、马达生产企业受益于国家政策扶持，动辄上亿的投资进行产品开发，始终是投入大，产出微乎其微，已经成为工程机械产业之痛。我国在数个“五年计划”中，为了战略产业振兴，连续出台政策鼓励上述领域的技术创新和产业发展，取得了一定的成果。

随着世界制造业东移的发展趋势，中国现已成为世界制造业的中心。但国内液压泵、马达生产商使用的铜合金没有统一的产品标准，依赖于国外进口，交货期长、价格昂贵，而有部分厂家通过拆解国外原装产品，分析铜合金零部件成分来采购铜合金，使得生产的产品品质无法提高，究其原因是我国没有出台液压元件用铜合金的相关标准，使得该领域设计人员在设计产品时无相应标准参照。

宁波博威合金材料股份有限公司自2007年以来一直致力于液压元件用铜合金棒、型材的研发与生产。公司分别对多元复杂锰黄铜、铝青铜以及铅锡青铜三个系列产品成立项目组，以项目的方式对三个耐磨铜合金系列进行研究开发。通过对合金成分、铸造工艺、挤压工艺和热处理工艺进行研究、改进和优化，实现了批量生产。宁波博威合金材料股份有限公司自2007年研发到正式投产后，国内外客户对公司产品应用稳定性给予很高的评价，其中液压泵行业全球排名第二的丹佛斯动力系统中国分公司铜合金原材料从2012年起由博威合金替代德国代傲进口，实现铜合金原材料国产化。目前，国内还没有液压元件用铜合金棒、型材的专用标准，其生产和订货均参考国外企业如美国标准ASTM B505、欧盟标准EN1982以及国外厂家如蒂森克虏伯、维兰德、代傲等企业标准，为了满足国内、外市场对液压元件用铜合金棒、型材的需要，保证产品质量和企业权益，制订该产品标准迫在眉睫。

* 1. 项目编制组成员

本项目的编制组由宁波博威合金材料股份有限公司 、安徽鑫科新材料股份有限公司、海亮集团有限公司、武汉泛洲中越合金有限公司、绍兴市质量技术监督检测院、宁波正元铜合金有限公司等单位组成。

* 1. 主编单位的技术基础

本标准的负责起草单位宁波博威合金材料股份有限公司,成立于1987年，是目前铜合金线、棒材质量最优、品种最多的中国龙头企业，是全国有色金属标准化技术委员会铜及铜合线棒材产品标准主要起草单位，主持起草多项国家及行业标准。

2013年公司承担宁波市重大科技专项，重大基础装备专用多元复杂耐磨铜合金产业化开发，以宁波博威合金材料股份有限公司牵头，组织了中科院宁波材料所、浙江大学、宁波工程学院等国内著名大学和研究机构联合攻关，研发高性能耐磨铜合金棒、型材的产业化开发。经过几年的攻关，目前已成功的开发出锰黄铜、铝青铜、铅锡青铜等系列耐磨铜合金产品，产品广泛应用于液压元件，汽车发动机、涡轮增压器等行业。2013年至2015年产品累计销售已达3900吨，年增长率达到30%，预计三年内将达到每年近3000吨的产销量。博威合金在高性能耐磨铜合金棒、型材项目的成功研发及产业化，为起草本国家标准提供了有力的技术支撑，具备了起草本国家标准的技术基础。

4 主要工作过程

接到标准起草任务后，宁波博威合金材料股份有限公司立即成立了标准编制小组，主要由总工程师办公室、技术部、研发中心等技术人员组成。首先整理收集本企业曾经生产的产品的技术要求及产品使用现状，同时会同市场开发和营销人员对液压元件用铜合金棒、型材进一步调查、收集全国一些主要生产、使用及回收的企业的情况，收集了相关的产品标准，经综合研究、分析、整合调查的资料，对液压元件用铜合金棒、型材的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则等进行了反复试验、检测、验证和确定。开始了本标准的起草工作，经过编制小组多次内部讨论及广泛征求意见，于2016年10月19日形成了本标准的初稿。于2016年11月3日请相关单位的专家在南昌标准会上，对讨论稿进行初步评审，经会议专家讨论修改和会后征求意见，并邀请了宁波金田铜业（集团）股份有限公司、宁波正元铜合金有限公司对标准中涉及的牌号命名、成分范围、尺寸及其偏差、金相组织等各项要求进行了充分的沟通、讨论，形成本标准预审稿。于2017年5月24日请相关单位的专家在赤壁标准会上，对预审稿进行讨论评审，经会议专家讨论修改和会后征求意见（征求意见的情况也要描述，发了多少单位，有多少回复意见等），形成本标准《送审稿》。

1. 标准编制原则

本标准起草单位自接受起草任务后，成立了本标准编制工作组负责收集生产统计、检验数据、市场需求及客户要求等信息。初步确定了《液压元件用铜合金棒、型材》标准起草所遵循的基本原则和编制依据：

1）查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求；

2）根据国内液压元件用铜合金棒、型材生产企业具体情况，力求做到标准的合理性与实用性；

3）根据技术发展水平及测试数据确定技术指标取值范围；

4）完全按照GB/T 1.1和有色加工产品标准和国家标准编写示例的要求进行格式和结构编写。

1. 确定标准主要内容的论据

1标准题目与适用范围

1.1 本标准立项名称为“液压元件用铜合金棒、型材”。此标准名称一方面规定了产品是铜合金，应用领域为液压元件，使得液压元件设计、制造或使用单位能方便快捷的查询到标准；另一方面也体现了加工产品形状是棒材或型材。

1.2规定了本标准适用范围：本标准适用于加工液压泵、马达用的缸体、滑靴、配油盘、球铰、衬

套、滑块、回程盘挡块、主板、副板、侧板等元件的棒、型材，以利于用户选材。

2要求

2.1产品分类

产品分类是对液压元件用铜合金棒、型材的截面形状、牌号、状态、规格应符合的规定，同时规定了产品标记方法。相关情况分别说明如下：

（1）本标准根据我国液压元件行业应用的实际，选取了相关国家标准中的5个牌号：ZQSn10-10（同GB/T1176中ZCuPb10Sn10）、QAl9-4、QAl10-3-1.5、HMn62-3-3-1、HAl61-4-3-1，以及液压元件行业常用的10个牌号：ZQSn7-7-3、ZQSn10-5-1、ZQSn10-7-3、ZQPb15-5-1、ZQPb15-7-1、HMn59-2-2-0.5、HMn57-2-1.5-0.5、HMn60-3-1-0.75、HMn60-3-1、HMn57-2-2-1。以上牌号命名方法参照GB/T29091-2012铜及铜合金牌号和代号表示方法

（2）状态的确定，本标准根据我国标准编写习惯及参照GB/T29094-2012铜及铜合金状态表示方法，确定M07（水平连铸）、M30（热挤压）、HR50（拉拔+应力消除）三种状态。

（3）规格范围：本标准根据液压元件行业使用铜合金棒、型材的要求，根据实际生产控制水平和目前客户的使用要求，规定公称尺寸为5.0mm—150.0mm，都能满足目前用户的使用要求。

（4）产品标记方法：按照GB/T1.1-2009的规定，产品标记按产品名称、标准编号、合金牌号、供应状态、横截规格和长度的顺序表示，标准中分别给出了棒材和型材的典型标记示例。

2.2 化学成分

本标准牌号有锰黄铜、铝青铜、铅锡青铜三个系列。

（1）铝青铜牌号QAl9-4、QAl10-3-1.5的化学成分直接引用GB/T 5231标准的规定；

（2）锰黄铜牌号HMn62-3-3-1、HAl61-4-3-1的化学成分直接引用GB/T5231标准的规定；

（3）锰黄铜牌号HMn59-2-2-0.5、HMn57-2-1.5-0.5的化学成分参照EN12164标准，具体按照本标准内范围规定；

（4）锰黄铜牌号HMn60-3-1-0.75、HMn57-2-2-1、HMn60-3-1的化学成分参照国外企业标准，具体按照本标准范围规定；

（5）铅锡青铜牌号ZQSn10-10的化学成分直接引用GB/T1176标准中ZCuPb10Sn10的规定；

（6）铅锡青铜牌号ZQSn7-7-3的化学成分参照美标ASTM B505标准，具体按照本标准范围规定；

（7）铅锡青铜牌号ZQSn10-5-1、ZQSn10-7-3、ZQPb15-5-1、ZQPb15-7-1的化学成分参照国外企业标准，具体按照本标准范围规定。

2.3尺寸偏差

对每一批产品，企业都要在出厂前对产品的外形尺寸进行严格的抽样检测。本标准外形尺寸及尺寸允许偏差根据电工、电气和金属机械加工行业使用铜及铜合金合金棒材和型材的要求，参考相关棒、型材标准规范而制定的。其中尺寸偏差、直度指标的水平略严于GB/T4423《铜及铜合金拉制棒》标准公差水平。

部分液压元件用铜合金棒材规格尺寸检测数据如附1和附2，各规格段棒材产品规格实际偏差如下：

单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 直径（对边距） | 圆形 | 矩形、方形 |
| 拉制 | 挤制或铸造 | 拉制 | 挤制或铸造 |
| 6—10 | 0.01—0.08 | — | 0.05—0.09 | — |
| ＞10~15 | 0—0.10 | — | 0.05—0.12 | — |
| ＞15~18 | 0—0.10 | 0.01—0.35 | 0.07—0.12 | 0.09—0.40 |
| ＞18~30 | 0—0.14 | 0—0.50 | 0.07—0.15 | 0.20—0.80 |
| ＞30~50 | 0—0.20 | 0—0.99 | 0.08—0.25 | 0.79—1.50 |
| ＞50~80 | 0—0.24 | 0.02—1.20 | 0.08—0.40 | 0.09—1.80 |
| ＞80~150 | — | 0.07—1.99 | — | 0.34—2.99 |

 部分液压元件用铜合金型材规格尺寸检测数据如附3所示，表中数据显示主板型材外圆R1偏差为0.3~0.52mm，外圆R2偏差为0.05~0.2mm，外圆R3偏差为1.2~1.5mm；侧板型材内圆r的偏差为0~0.6mm，外圆R的偏差为0~0.5mm，中心距h的偏差为0.2~0.3mm，高度H的偏差为0.2~0.9mm。规定产品公称尺寸偏差应符合标准中表6、表7以及表8的规定，都能满足目前用户的使用要求。

部分液压元件用铜合金棒、型材外形尺寸检测数据见附4，表中数据显示切斜度大多在2mm以下，长度公差基本在5mm以内，扭拧度都在2°以内。规定产品长度公差要求、扭拧度、切斜度及圆度要求应符合标准中4.2.4、4.2.5、4.2.6、4.2.8以及4.2.9条的规定，圆角半径应符合标准中表9的规定。基本都能满足目前用户的使用要求。

2.4室温拉伸力学性能

本标准力学性能是根据液压元件用铜合金棒、型材使用的要求，参考相关棒、型材标准规范而制定的。

棒、型材力学性能、布氏硬度HBW部分检测数据统计分析数据见附5。

根据实际生产控制水平和目前用户使用要求，抗拉强度标准及延伸率标准都是按实际数据的下限再降低一点，规定产品性能应符合标准中表10和表11的规定，都能满足目前用户的使用要求。

2.5 金相组织

液压元件用铜合金棒、型材的典型金相组织见资料性附录A。

根据产品应用的情况，合金的金相组织组成和所需控制相的比例应符合标准中表12的规定，能满足目前用户的使用要求。

2.6外观质量

根据液压元件用铜合金使用行业的要求，参考相关棒型材标准规范，规定棒、型材的表面应清洁，不应有影响使用的有害缺陷。

3 本标准与国内外标准要求对比

本标准中产品与国内外类似的标准的对比如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 本标准制定的指标 | 欧标EN 12164-1998EN 1982-2008 | 美标ASTM B 505 |
| 化学成分 | 按GB/T 5231和GB/T 1176以及表1 | 按表1 | 按表1 |
| 力学性能 | 按表2和表3 | 按表5、表6、表8和表9 | 按表7和表10 |
| 金相组织 | 按表4 | 无 | 无 |
| 无损探伤 | 超声波探伤和渗透探伤试验 | 无 | 无 |
| `产品形状 | 棒材、型材 | 棒材 | 棒材 |
| 其它 | 其它指标基本与国内标准相近 | 有要求 | 有要求 |

表1产品牌号及化学成分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 本标准制定的指标 | 欧标 | 美标 |
| 铅锡青铜 | ZQSn10-10 | 按照GB/T 1176ZCuPb10Sn10 | EN 1982-2008CuPb10Sn10-B和CuPb10Sn10-C | ASTM B 505C93700 |
| ZQSn7-7-3 | Sn：6.3-7.5%；Pb：6.0-8.0%；Zn：2.0-4.0%；Cu：余量；Fe：≤0.2%；Sb：≤0.35%；Ni：≤1.0%；S：≤0.08%；P:≤0.15%;Al：≤0.005%；Si：≤0.005% | EN 1982-2008CuSn7Zn4Pb7-B和CuSn7Zn4Pb7-C | ASTM B 505C93200 |
| ZQSn10-5-1 | Sn：9-11%；Pb：4-6%Ni：0.7-1.2；Cu：余量Fe：≤0.1%；Al：≤0.01%；Si：≤0.01%Zn：≤1%杂质总和：≤0.5% | — | — |
| ZQSn10-7-3-2 | Cu：余量；Sn：9.0-11.0%；Pb：5.0-8.0%；Ni：2.0-4.0%；Zn：1.0-3.0%，其他：≤1.0% | — | — |
| ZQPb15-5-1 | Pb：14-17%；Sn：4-6%Ni：1.0-2.0；Cu：余量Fe：≤0.3%；Al：≤0.1%Si：≤0.1%；Zn：≤0.05%杂质总和：≤0.5% | — | — |
| ZQPb15-7-1 | Pb：13.0-17.0%；Sn：6.0-8.0%；Ni：0.5-2.0；Cu：74.0-78.0%；Fe：≤0.06%；Al：≤0.01%Si：≤0.01%；Zn：≤2%杂质总和：≤0.5% | — | — |
| 铝青铜 | QAl9-4 | 按照GB/T 5231 QAl9-4 | — | ASTM B 505C62300 |
| QAl10-3-1.5 | 按照GB/T 5231 QAl10-3-1.5 | DIN 17665-1983CuAl10Fe3Mn2 | — |
| 多元复杂锰黄铜 | HMn59-2-2-0.5 | Cu：57-59%；Mn：1.5-3.0%Al：1.3-2.3%；Si：0.3-1.3%Pb：0.2-0.8%；Fe：≤1.0%Sn：≤0.4%；Ni：≤1.0%Zn：余量；杂质总和：≤0.3% | EN 12164-2016CuZn37Mn3Al2PbSi | SAE J 463C67400 |
| HMn57-2-1.5-0.5 | Cu：56.5-58.5%；Mn：1.5-2.3%Al：1.3-2.1%；Si：0.4-0.8%Pb：0.3-0.9%；Fe：0.3-0.8%Sn：≤0.5%；Ni：≤0.5%Zn：余量；杂质总和：≤1.0% | 蒂森克虏伯企业标准3830 | — |

表1续

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 本标准制定的指标 | 欧标 | 美标 |
| 多元复杂锰黄铜 | HMn60-3-1-0.75 | Cu：58-63%；Mn：2.0-3.5%；Si：0.5-1.5%；Pb：0.4-3.0%；Sn：≤0.3%；Ni：≤0.25%；Al：≤0.25%；Fe：≤0.5%；Zn：余量；杂质总和：≤0.5%。 | 蒂森克虏伯企业标准3740 | SAE J 463C67300 |
| HMn60-3-1 | Cu：60-63%；Mn：2.25-3.0%Si：0.6-1.5%；Pb：≤0.2%Al：≤0.25；Fe：≤0.1；Ni：≤0.25；Zn：余量杂质总和：≤0.5% | 代傲精工企业标准HMS-16 | — |
| HMn62-3-3-1 | 按照GB/T 5231 HMn62-3-3-1 | 日标MBA-2 |  |
| HAl61-4-3-1 | 按照GB/T 5231 HAl61-4-3-1 |  | 通用企业标准C4083S |
| HMn57-2-2-1 | Cu：56.0-58.0%；Mn：1.0-2.5%Pb：0.2-0.8%；Ni：1.5-3.0%；Si：0.5-1.5%；Fe：≤0.5%；Al：≤0.5%；Zn：余量杂质总和：≤1.0% | 蒂森克虏伯企业标准3805 | — |

表2本标准产品棒材力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 材料状态 | 直径（对边距）mm | 抗拉强度RmMPa | 屈服强度Rp0.2MPa | 断后伸长率A% | 布氏硬度HBW |
| 不小于 |
| ZQSn7-7-3 | M07 | 15—120 | 245 | 140 | 10 | 65 |
| ZQSn10-10 | 245 | 140 | 6 | 65 |
| ZQSn10-5-1 | 200 | 100 | 6 | 65 |
| ZQSn10-7-3 | 215 | 100 | 6 | 65 |
| ZQPb15-5-1 | 180 | 100 | 6 | 60 |
| ZQPb15-7-1 | 200 | -- | 8 | 65 |
| QAl9-4 | HR50 | 12—25 | 605 | 305 | 15 | 150 |
| ＞25—50 | 580 | 275 | 15 |
| ＞50—80 | 525 | 255 | 20 |
| M30 | ＞80—120 | 515 | 205 | 20 | 110 |
| ＞120—150 | 实测值 |
| QAl10-3-1.5 | HR50 | 12—50 | 690 | 340 | 7 | 180 |
| M30 | 15—80 | 590 | 250 | 12 | 150 |
| HMn59-2-2-0.5 | HR50 | 6—15 | 640 | 340 | 10 | 160 |
| ＞15—50 | 590 | 320 | 14 | 160 |
| M30 | ＞50—120 | 540 | 270 | 18 | 140 |
| ＞120—150 | 实测值 |
| HMn57-2-1.5-0.5 | HR50 | 6—15 | 640 | 280 | 10 | 160 |
| ＞15—50 | 590 | 280 | 14 | 150 |
| M30 | ＞50—120 | 540 | 280 | 16 | 140 |
| ＞120—150 | 实测值 |
| HMn60-3-1-0.75HMn60-3-1 | HR50 | 6—15 | 485 | 345 | 15 | 120 |
| ＞15—50 | 440 | 320 | 15 | 110 |
| M30 | ＞50—120 | 380 | 172 | 20 | 95 |
| ＞120—150 | 实测值 |
| HMn57-2-2-1 | HR50 | 6—15 | 530 | 320 | 15 | 135 |
| ＞15—50 | 510 | 300 | 15 | 135 |
| M30 | ＞50—120 | 450 | 175 | 20 | 135 |
| ＞120—150 | 实测值 |
| HAl61-4-3-1 | HR50 | 15—30 | 650 | 450 | 5 | 200 |
| M30 | ＞30—120 | 600 | 400 | 5 | 180 |
| ＞120—150 | 实测值 |

表3 本标准型材力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 材料状态 | 主板型材内圆R1mm | 侧板型材高度Hmm | 抗拉强度RmMPa | 屈服强度Rp0.2MPa | 断后伸长率A% | 布氏硬度HBW |
| 不小于 |
| ZQSn7-7-3 | M07 | — | 70—220 | 245 | 140 | 10 | 65 |
| ZQSn10-10 | 245 | 140 | 6 | 65 |
| ZQSn10-5-1 | 200 | 100 | 6 | 65 |
| ZQSn10-7-3 | 215 | 100 | 6 | 65 |
| ZQPb15-5-1 | 180 | 100 | 6 | 60 |
| ZQPb15-7-1 | 200 | — | 8 | 65 |
| HMn59-2-2-0.5 | M30 | 20—40 | — | 540 | 270 | 18 | 160 |
| HMn57-2-1.5-0.5 | 540 | 280 | 16 | 140 |
| HMn60-3-1-0.75HMn60-3-1 | 380 | 172 | 20 | 95 |
| HMn57-2-2-1 | 450 | 175 | 20 | 135 |
| HAl61-4-3-1 | 600 | 400 | 5 | 180 |

表4 本标准产品金相组织

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 相组成 | 金相组织描述 |
| ZQSn7-7-3ZQSn10-10ZQSn10-5-1ZQSn10-7-3ZQPb15-5-1ZQPb15-7-1 | M07 | α+（α+δ）共析体+Pb | α呈含锡量不均的枝晶，其间分布着（α+δ）共析体，Pb相在基体上均匀分布 |
| HMn59-2-2HMn58-2-1.5-0.5 | HR50 | β+α+Pb | β相为基体，α相在晶界上呈针状析出，Mn-Si、Al-Fe、等强化相及Pb相在α+β基体上均匀分布 |
| HMn60-3-1-0.75HMn60-3-1 | α+β+Pb | α相为基体，Mn-Si强化相及Pb相在基体上均匀分布 |
| HMn57-2-2-1 | α+β+Pb | α相为基体，Ni-Si、Mn-Si等强化相及Pb相在基体上均匀分布 |
| HMn62-3-3-1 | β+α | 以β相为基体，Mn-Si强化相在基体上均匀分布 |
| HAl61-4-3-1 | β+α | β相为基体，Co-Si、Ni-Si、Fe-Si等化合物在β+α基体上均匀分布 |

表5 EN 1982-2008产品力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 材料状态 | 抗拉强度RaMPa | 屈服强度Rp0.2MPa | 断后伸长率A% | HB硬度最小 |
|
|
| CuSn10Pb10-B和CuSn10Pb10-C | 连铸-GC | 220 | 110 | 8 | 70 |

表6 EN 12164-2016产品力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 公称横截面尺寸 | 抗拉强度RmN/mm²最小 | 0.2%屈服强度Rp0.2N/mm² | 伸长率 | 硬度 |
| 字符牌号 | 材料状态 | 直径mm | 横截面mm | A100mm最小 | A11.3%最小 | A%最小 | HB/HV大约 |
| CuZn37Mn3Al2PbSi | ≥ | ＞ | ≤ | ≥ | ＞ | ≤ |
| M | 6 | — | 80 | — | — | — | 成品 |
| R540 | 6 | — | 80 | — | — | — | 540 | （280） | — | 12 | 15 | （150） |
| R590 | 6 | — | 50 | — | — | — | 590 | （320） | — | 10 | 12 | （160） |
| R570 | — | 50 | 80 | — | — | — | 570 | （300） | — | — | 12 | （150） |
| R640 | 6 | — | 15 | — | — | — | 640 | （400） | — | （3） | 5 | （180） |
| R620 | — | 15 | 50 | — | — | — | 620 | （350） | — | — | 8 | （170） |

表7 ASTM B 505 产品力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 材料状态 | 尺寸范围 | 抗拉强度（MPa）最小 | 0.2%屈服强度（MPa）最小 | 断后伸长率（%）最小 | HB硬度最小 |
| 直径mm | 横截面mm |
| ＞ | ≤ | ＞ | ≤ |
| C62300 | M30 | 80 |  | 80 |  | 515 | 205 | 20 | — |
| HR50 | 12 | 25 | 12 | 25 | 605 | 305 | 15 | — |
| 25 | 50 | 12 | 25 | 580 | 275 | 15 | — |
| 50 | 80 | 12 | 25 | 525 | 255 | 20 | — |
| C63000 | HR50 | 12 | 25 | 12 | 25 | 690 | 345 | 5 | 195 |
| 25 | 50 | 25 | 50 | 620 | 310 | 6 | 195 |
| 50 | 80 | 50 | 80 | 585 | 295 | 10 | 195 |
| C93200 | M07 | — | — | — | — | 241 | 138 | 10 | — |
| C93700 | — | — | — | — | 241 | 138 | 6 | — |

表8 蒂森克虏伯企业标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 尺寸mm | 抗拉强度RaMPa | 屈服强度Rp0.2MPa | 断后伸长率A% | 布氏硬度HB最小 |
| ＞ | ≤ |
| 3740 | 10 | 60 | 490 | 310 | 10 | 135 |
| 10 | 30 | 560 | 400 | 6 | 150 |
| 3805 | — | 60 | 510 | 300 | 15 | 135-170 |
| 2805 | 20 | 40 | 650 | 450 | 5 | 175 |
| 40 | 80 | 600 | 400 | 4 | 160 |

表9 代傲精工企业标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 尺寸mm | 抗拉强度Rapsi最小 | 屈服强度Rp0.5psi最小 | 延伸率%最小 | 布氏硬度HB |
| ＞ | ≤ |
| HMS-16 | 15 | 40 | 70000 | 50000 | 15 | 120-170 |

表10 SAE J 463-2002 产品力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 尺寸mm | 抗拉强度RaMPa最小 | 屈服强度Rp0.2MPa最小 | 延伸率%最小 | 洛氏硬度HRB |
| ＞ | ≤ |
| C67300 | 挤压 | 所有 | 360 | 170 | 20 | 60 |
| 软 | 所有 | 360 | 170 | 25 | 50 |
| 1/2硬 |  | 25 | 450 | 275 | 12 | 70 |
| 25 | 75 | 400 | 240 | 15 | 70 |
| 75 |  | 360 | 205 | 18 | 65 |
| 1/2硬 | 所有 | 415 | 205 | 20 | 70 |
| 硬 |  | 25 | 485 | 345 | 10 | 70 |
| 25 | 50 | 425 | 290 | 15 | 70 |
| C67400 | 挤压 | 所有 | 485 | 235 | 12 | 75 |
| 挤压+冷拔 |  | 25 | 540 | 275 | 8 | 84 |
| 25 | 50 | 515 | 275 | 10 | 80 |
| 50 | 75 | 485 | 250 | 12 | 78 |

四、**标准水平分析**

液压元件常用的铜合金牌号主要来源为EN 1982、EN 12164、ASTM B505等美欧国家标准以及相关的企业标准。相关数据见表1。

（1）欧盟标准：EN 12164-2016 易切削用棒材，标准收录的CuZn37Mn3Al2PbSi牌号，R540状态延伸率规定为≥15%，R590状态延伸率规定为≥12%，R640状态延伸率规定为≥5%，且未对无损探伤做具体的要求。在液压元件行业，延伸率过低无法满足滑靴的收口要求，基于客户的应用情况和生产的实际控制水平，本标准对该牌号的延伸率规定对应的三个状态分别为18%，14%，10%，并增加了无损探伤的规定。

（2）欧盟标准：EN1982-2008铜及铜合金铸锭和铸件，标准收录的CuPb10Sn10和CuSn7Zn4Pb7两个牌号，该标准中未对这两个牌号做显微组织和无损探伤的要求。本标准的力学性能要求与该标准相当，为保证行业应用过程中的稳定性，增加了金相组织和无损探伤的规定。

（3）美国标准：SAE J 463-2002标准中收录的C67300牌号，其挤压态力学性能屈服强度和延伸率与本标准要求一致，抗拉强度360MPa低于本标准的380MPa。硬态的力学性能抗拉强度和屈服强度与本标准要求一致，延伸率10%低于本标准的15%。同时本标准与其相比增加了金相组织和无损探伤的规定。

（4）根据目前液压行业使用企业标准较多的情况，收集、整理了常用的企业标准，相关的企业标准信息见表8和表9。这些企业标准主要规定的产品成分、力学性能两个方面，未对产品的尺寸偏差、直度、扭拧度、圆角半径等做要求，本标准从系统化的角度，对液压元件行业涉及的铜合金棒、型材相应牌号做了具体的规定，以满足液压元件行业厂家的设计、选材需求。

目前国内无液压元件用铜合金的专用标准，而液压元件行业对铜合金的要求高，且大量的生产和应用，其生产和订货所参照的标准来源不一，导致在行业内设计、选材没有统一的标准参照，因此制定相应的国家标准迫在眉睫。本标准根据我国实际生产使用情况制定的，填补了我国没有液压元件用铜合金棒、型材的国家标准空白。从各项指标看，本标准对液压元件用铜合金棒材和型材的各项性能指标及要求进行了详细、明确的规定，能更好的对产品进行规范，满足产品的适用性，促进液压元件用铜合金棒材和型材的发展。对比欧盟EN1982、EN 12164、美国ASTM B505以及国外行业先进标准，增加了金相组织、无损探伤的规定、部分牌号力学性能、产品尺寸公差高于国外先进标准，其余指标与国外先进标准相当，本标准的整体内容达到国际先进水平。

五、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**

目前，我国没有《液压元件用铜合金》的国家标准及行业标准。本标准是首次制订，与现行相关法律、法规、规章及相关强制推荐的标准没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、作为强制性国家标准的建议

本标准建议不作为强制性标准，而建议作为推荐性标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

本标准是以我国液压元件用铜合金棒材和型材的实际生产现状为基础，结合国内、外订货合同要求，标准全面覆盖了液压元件用铜合金棒材和型材产品的一般要求，建议相关单位组织专项标准宣贯会进行系统学习。本标准发布后，各企业应积极宣传和贯彻，并立即采用新标准订货，以保证产品质量，满足国内、外市场及用户的需要。

九、废止现行有关标准的建议

 无。

十、其它应予说明的事项

本标准根据目前国内外液压元件用铜合金棒、型材的实际生产现状和订货合同情况确定合金的牌号及成分、性能以及其它的要求，针对摩擦系数、热膨胀系数等研究性质的参数，特别是摩擦系数与配对材质、润滑条件等有很大的关系，本版次标准中未对摩擦系数和热膨胀系数做具体规定。考虑随着新材料的开发使用和生产装备的更新，如果以后生产或订货合同中有其它合金或状态需求可在下一版中进行补充修订。

十一、预期效果

通过标准的贯彻实施，将提高我国液压元件行业的选材、用材规范并提高该类产品的生产控制水平，打破国外企业垄断，有利于重大基础装备行业的安全发展。

本标准结合我国国情，在国内生产企业及国内外用户需求的基础上，参照国内外相关产品标准规范制定的，技术指标先进，具有普遍性、广泛性、适用性、科学性和先进性。本标准发布后，将规范我国液压元件用铜合金棒材和型材的性能和技术要求，提高产品在国内、外市场上的竞争力，给生产企业带来较大的经济效益。

《液压元件铜合金棒、型材》国家标准编制组

2017年9月6日

附1

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金拉制棒材规格尺寸检测数据统计表** |
| 序号 | 规格范围 | 牌号 | 状态 | 形状 | 偏差范围mm |
| 1 | 5—10 | HMn59-2-2-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.05 |
| 2 | HMn59-2-2-0.5 | 矩形 | HR50 | 0.05—0.09 |
| 3 | HMn57-2-1.5-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.08 |
| 4 | HMn60-3-1-0.75 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.03 |
| 5 | HMn60-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.04 |
| 1 | ＞10—15 | QAl9-4 | 圆形 | HR50 | 0.03—0.10 |
| 2 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.04 |
| 3 | HMn59-2-2-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.02—0.05 |
| 4 | HMn57-2-1.5-0.5 | 矩形 | HR50 | 0.05—0.07 |
| 5 | HMn57-2-1.5-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.05—0.06 |
| 6 | HMn60-3-1-0.75 | 圆形 | HR50 | 0.02—0.03 |
| 7 | HMn60-3-1-0.75 | 矩形 | HR50 | 0.11—0.12 |
| 8 | HMn60-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.02—0.03 |
| 1 | ＞15—18 | QAl9-4 | 圆形 | HR50 | 0—0.06 |
| 2 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | HR50 | 0.02—0.05 |
| 3 | HMn59-2-2-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.03 |
| 4 | HMn57-2-1.5-0.5 | 圆形 | HR50 | 0—0.03 |
| 5 | HMn60-3-1-0.75 | 圆形 | HR50 | 0.02—0.03 |
| 6 | HMn60-3-1-0.75 | 方形 | HR50 | 0.07—0.09 |
| 7 | HMn60-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.03—0.10 |
| 8 | HAl61-4-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.02—0.03 |
| 1 | ＞18—30 | QAl9-4 | 圆形 | HR50 | 0.04 |
| 2 | QAl9-4 | 矩形 | HR50 | 0.12—0.15 |
| 3 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | HR50 | 0.05—0.08 |
| 4 | HMn59-2-2-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.03 |
| 5 | HMn59-2-2-0.5 | 方形 | HR50 | 0.1—0.13 |
| 6 | HMn57-2-1.5-0.5 | 圆形 | HR50 | 0—0.06 |
| 7 | HMn60-3-1-0.75 | 圆形 | HR50 | 0.12—0.14 |
| 8 | HMn60-3-1-0.75 | 矩形 | HR50 | 0.09—0.12 |
| 9 | HMn60-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.01—0.04 |
| 10 | HAl61-4-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.06—0.08 |
| 1 | ＞30—50 | QAl9-4 | 圆形 | HR50 | 0.05—0.07 |
| 2 | QAl9-4 | 矩形 | HR50 | 0.09—0.11 |
| 3 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | HR50 | 0.08—0.11 |
| 4 | HMn59-2-2-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.09—0.12 |
| 5 | HMn57-2-1.5-0.5 | 圆形 | HR50 | 0.05—0.14 |
| 6 | HMn60-3-1-0.75 | 圆形 | HR50 | 0.11—0.12 |
| 7 | HMn60-3-1-0.75 | 方形 | HR50 | 0.1—0.13 |
| 8 | HMn60-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.09 |
| 9 | HMn60-3-1 | 方形 | HR50 | 0.2—0.25 |
| 10 | HAl61-4-3-1 | 圆形 | HR50 | 0.06—0.08 |
| 11 | HAl61-4-3-1 | 矩形 | HR50 | 0.08—0.09 |
| 1 | ＞50—80 | QAl9-4 | 圆形 | HR50 | 0.05—0.24 |
| 2 | QAl9-4 | 矩形 | HR50 | 0.16—0.4 |

附2

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金挤制或铸造棒材规格尺寸检测数据统计表** |
| 序号 | 规格范围 | 牌号 | 状态 | 形状 | 偏差范围mm |
| 1 | 15—18 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | M30 | 0.22—0.34 |
| 2 | QAl10-3-1.5 | 方形 | M30 | 0.09—0.18 |
| 3 | ZQSn7-7-3 | 圆形 | M07 | 0.21—0.29 |
| 4 | ZQSn10-10 | 圆形 | M07 | 0.16—0.35 |
| 5 | ZQSn10-5-1 | 圆形 | M07 | 0.24—0.35 |

附2续

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金挤制或铸造棒材规格尺寸检测数据统计表** |
| 序号 | 规格范围 | 牌号 | 状态 | 形状 | 偏差范围mm |
| 6 | 15—18 | ZQSn10-7-3 | 圆形 | M07 | 0.04—0.09 |
| 7 | ZQSn10-7-3 | 方形 | M07 | 0.36—0.4 |
| 8 | ZQPb15-5-1 | 圆形 | M07 | 0.21—0.28 |
| 9 | ZQPb15-7-1 | 圆形 | M07 | 0.11—0.22 |
| 1 | ＞18—30 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | M30 | 0—0.18 |
| 2 | QAl10-3-1.5 | 方形 | M30 | 0.38—0.51 |
| 3 | ZQSn7-7-3 | 圆形 | M07 | 0.05—0.09 |
| 4 | ZQSn10-10 | 圆形 | M07 | 0.11—0.17 |
| 5 | ZQSn10-10 | 方形 | M07 | 0.20—0.23 |
| 6 | ZQSn10-5-1 | 圆形 | M07 | 0.11—0.18 |
| 7 | ZQSn10-7-3 | 圆形 | M07 | 0.24—0.29 |
| 8 | ZQSn10-7-3 | 矩形 | M07 | 0.49—0.54 |
| 9 | ZQPb15-5-1 | 圆形 | M07 | 0.05—0.09 |
| 1 | ＞30—50 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | M30 | 0.32—0.39 |
| 2 | QAl10-3-1.5 | 方形 | M30 | 1.37—1.49 |
| 3 | ZQSn7-7-3 | 圆形 | M07 | 0.17—0.49 |
| 4 | ZQSn10-10 | 圆形 | M07 | 0.05—0.11 |
| 5 | ZQSn10-10 | 方形 | M07 | 0.79—0.98 |
| 6 | ZQSn10-10 | 矩形 | M07 | 1.15—1.50 |
| 7 | ZQSn10-5-1 | 圆形 | M07 | 0.63—0.71 |
| 8 | ZQSn10-7-3 | 圆形 | M07 | 0—0.38 |
| 9 | ZQPb15-5-1 | 圆形 | M07 | 0.77—0.89 |
| 10 | ZQPb15-5-1 | 圆形 | M07 | 0.79—0.83 |
| 11 | ZQPb15-7-1 | 圆形 | M07 | 0.09—0.32 |
| 1 | ＞50—80 | QAl10-3-1.5 | 圆形 | M30 | 1.02—1.19 |
| 2 | QAl10-3-1.5 | 方形 | M30 | 1.09—1.32 |
| 3 | QAl10-3-1.5 | 矩形 | M30 | 1.73—1.80 |
| 4 | HMn59-2-2-0.5 | 圆形 | M30 | 0.67—0.82 |
| 5 | HMn59-2-2-0.5 | 矩形 | M30 | 0.89—1.73 |
| 6 | HMn57-2-1.5-0.5 | 圆形 | M30 | 1.10—1.19 |
| 7 | HMn57-2-1.5-0.5 | 方形 | M30 | 1.28—1.42 |
| 8 | HMn60-3-1-0.75 | 圆形 | M30 | 1.10—1.18 |
| 9 | HMn60-3-1-0.75 | 矩形 | M30 | 1.32—1.43 |
| 10 | HMn60-3-1 | 圆形 | M30 | 0.65—0.93 |
| 11 | HMn57-2-2-1 | 圆形 | M30 | 0.96—1.02 |
| 12 | HMn57-2-2-1 | 方形 | M30 | 1.26—1.34 |
| 13 | HMn62-3-3-1 | 圆形 | M30 | 0.45—0.49 |
| 14 | HAl61-4-3-1 | 方形 | M30 | 0.09—0.14 |
| 15 | ZQSn7-7-3 | 圆形 | M07 | 0.22—0.31 |
| 16 | ZQSn10-10 | 圆形 | M07 | 0.92—0.99 |
| 17 | ZQSn10-10 | 方形 | M07 | 0.85—0.90 |
| 18 | ZQSn10-7-3 | 圆形 | M07 | 0.02—0.09 |
| 19 | ZQSn10-7-3 | 矩形 | M07 | 1.01—1.14 |
| 20 | ZQPb15-5-1 | 圆形 | M07 | 0.66—0.73 |
| 21 | ZQPb15-7-1 | 圆形 | M07 | 0.19—0.42 |
| 1 | ＞80—150 | QAl9-4 | 圆形 | HR50 | 0.69—1.42 |
| 2 | QAl9-4 | 矩形 | HR50 | 2.12—2.99 |
| 3 | HMn59-2-2-0.5 | 圆形 | M30 | 1.18—1.78 |
| 4 | HMn57-2-2-1 | 方形 | M30 | 2.87—2.99 |
| 5 | HAl61-4-3-1 | 圆形 | M30 | 0.69—0.79 |
| 6 | ZQSn7-7-3 | 圆形 | M07 | 0.09—0.14 |
| 7 | ZQPb15-5-1 | 圆形 | M07 | 1.09—1.21 |
| 8 | ZQPb15-5-1 | 矩形 | M07 | 0.99—1.02 |
| 9 | ZQPb15-7-1 | 圆形 | M07 | 119—1.22 |

附3

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金型材规格尺寸检测数据** |
| 序号 | 产品牌号 | 产品形状 | 产品规格 | 实测规格 | 偏差 |
| 1 | ZQSn7-7-3 | 侧板型材 | R40xr15xh55xH115 | R40.5xr15xh55.3xH115 | 0.50 |
| 2 | ZQSn7-7-3 | 侧板型材 | R40xr15xh55xH115 | R40.5xr15xh55.2xH115 | 0.50 |
| 3 | ZQSn7-7-3 | 侧板型材 | R40xr15xh55xH115 | R40.5xr15xh55xH115.9 | 0.90 |
| 1 | ZQSn10-5-1 | 侧板型材 | R31xr17xh41xH107 | R31xr17.6xh41xH107.2 | 0.60 |
| 2 | ZQSn10-5-1 | 侧板型材 | R31xr17xh41xH107 | R31xr17.6xh41xH107 | 0.60 |
| 1 | HMn57-2-1-0.5 | 主板型材 | R25.2xR26xR35xr1.5 | R25.39xR26xR35xr1.5 | 0.19 |
| 2 | HMn57-2-1-0.5 | 主板型材 | R25.2xR26xR35xr1.5 | R25.38xR26xR35xr1.5 | 0.18 |
| 1 | HMn60-3-1-0.75 | 主板型材 | R23xR23.5xR30xr1.5 | R23.5xR23.63xR31.2xr1.5 | 1.20 |
| 2 | HMn60-3-1-0.75 | 主板型材 | R23xR23.5xR30xr1.5 | R23.52xR23.6xR31.4xr1.5 | 1.40 |
| 3 | HMn60-3-1-0.75 | 主板型材 | R23xR23.5xR30xr1.5 | R23.5xR23.55xR31.5xr1.5 | 1.50 |
| 1 | HMn57-2-2-1 | 主板型材 | R35xR36xR42xr2.5 | R35.3xR36.2xR43.41xr2.6 | 1.41 |
| 2 | HMn57-2-2-1 | 主板型材 | R35xR36xR42xr2.5 | R35.4xR36.17xR43.45xr2.6 | 1.45 |

附4

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金外形尺寸检测数据** |
| 产品牌号 | 产品形状 | 产品规格 | 定尺长度 | 实测长度 | 直度 | 切斜度 | 扭拧度 | 圆角半径 |
| 全长 | 每米 |
| ZQSn10-10 | 圆 | 28 | 2000 | 1504 | 3.2 | 1.6 | 0.9 | 1.5 | -- |
| ZQSn10-10 | 圆 | 75 | 2000 | 2003 | 3.8 | 1.9 | 1.4 | 2 | -- |
| ZQSn7-7-3 | 圆 | 9 | 2500 | 2504 | 2.5 | 1 | 0.3 | 1.5 | -- |
| ZQSn7-7-3 | 侧板型材 | R31xr17xh41xH107 | 4000 | 4004 | 10 | 2.5 | 1.8 | 1.5 | 1.5 |
| ZQSn10-5-1 | 圆 | 18 | 2000 | 2005 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | -- |
| ZQSn10-5-1 | 圆 | 32 | 2000 | 2005 | 1.6 | 0.8 | 0.5 | 2 | -- |
| ZQSn10-5-1 | 侧板型材 | R40xr15xh55xH115 | 4000 | 4004 | 9.2 | 2.3 | 1.6 | 2 | 1.4 |
| ZQPb15-5-1 | 圆 | 46 | 2500 | 2502 | 3.5 | 1.5 | 0.3 | 1.5 | -- |
| ZQPb15-5-1 | 圆 | 18.5 | 2000 | 2003 | 1 | 0.5 | 0.8 | 2 | -- |
| ZQSn10-7-3 | 圆 | 50 | 2000 | 2003 | 2.5 | 1.2 | 0.4 | 1.5 | -- |
| ZQSn10-7-3 | 圆 | 36 | 2000 | 2003 | 1.5 | 0.8 | 0.5 | 2 | -- |
| QAl9-4 | 矩形 | 19x32 | 2000 | 2001 | 3 | 1.5 | 0.4 | 1.5 | 1.0 |
| QAl9-4 | 矩形 | 20x28 | 2000 | 2003 | 3 | 1.6 | 0.4 | 1.5 | 1.3 |
| QAl9-4 | 方形 | 20.5 | 2000 | 2005 | 1.2 | 0.6 | 0.3 | 2 | 0.5 |
| QAl9-4 | 方形 | 30 | 2000 | 2004 | 1.5 | 0.8 | 0.6 | 2 | 0.6 |
| QAl10-3-1.5 | 圆 | 23 | 3300 | 3300 | 2.5 | 0.7 | 0.7 | 1.5 | -- |
| QAl10-3-1.5 | 圆 | 28 | 3300 | 3301 | 2.5 | 0.7 | 0.6 | 2 | -- |
| HMn59-2-2-0.5 | 圆 | 11.5 | 3000 | 3005 | 1.2 | 0.4 | 0.2 | 2 | -- |
| HMn59-2-2-0.5 | 圆 | 23 | 2500 | 2504 | 1.8 | 0.7 | 0.6 | 1.5 | -- |
| HMn59-2-2-0.5 | 矩形 | 10x20 | 2000 | 2004 | 3.5 | 1.8 | 0.6 | 1.5 | 0.5 |
| HMn59-2-2-0.5 | 矩形 | 15x25 | 2000 | 2004 | 3.5 | 1.8 | 0.7 | 1.5 | 0.7 |
| HMn59-2-2-0.5 | 方形 | 25 | 2000 | 2002 | 3 | 1.5 | 0.4 | 2 | 1.5 |
| HMn59-2-2-0.5 | 方形 | 35 | 2000 | 2004 | 3 | 1.5 | 0.6 | 2 | 2.5 |
| HMn57-2-1-0.5 | 圆 | 26.5 | 2500 | 2501 | 2 | 0.8 | 0.5 | 1.5 | -- |
| HMn57-2-1-0.5 | 圆 | 75 | 1500 | 1503 | 2.8 | 1.9 | 1.7 | 1.5 | -- |
| HMn57-2-1-0.5 | 矩形 | 20x30 | 2000 | 2002 | 3 | 1.5 | 0.8 | 1.5 | 1.8 |
| HMn57-2-1-0.5 | 矩形 | 20x40 | 2000 | 2000 | 3.5 | 1.8 | 0.4 | 2 | 1.3 |
| HMn60-3-1-0.75 | 圆 | 32.5 | 2500 | 2505 | 2 | 0.8 | 0.5 | 1.5 | -- |
| HMn60-3-1-0.75 | 圆 | 60 | 2000 | 2002 | 1.5 | 0.8 | 1 | 2 | -- |
| HMn60-3-1-0.75 | 圆 | 93.5 | 1500 | 1502 | 2.3 | 1.5 | 1.7 | 1.5 | -- |
| HMn60-3-1-0.75 | 圆 | 150 | 1000 | 1001 | 1.9 | -- | 1.8 | 1.5 | -- |
| HMn60-3-1-0.75 | 主板型材 | R35xR36xR42xr2.5 | 1000 | 1004 | 3.3 | -- | 0.5 | 2 | 0.2 |

附4续

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金外形尺寸检测数据** |
| 产品牌号 | 产品形状 | 产品规格 | 定尺长度 | 实测长度 | 直度 | 切斜度 | 扭拧度 | 圆角半径 |
| 全长 | 每米 |
| HMn60-3-1-0.75 | 主板型材 | R23xR23.5xR30xr1.5 | 1000 | 1004 | 3.9 | -- | 0.8 | 1.5 | 0.2 |
| HMn60-3-1 | 圆 | 21.5 | 1500 | 1502 | 1.4 | 0.9 | 0.4 | 2 | -- |
| HMn60-3-1 | 圆 | 46 | 1000 | 1004 | 0.8 | -- | 0.3 | 1.5 | -- |
| HMn57-2-2-1 | 圆 | 13 | 2500 | 2503 | 1.8 | 0.7 | 0.3 | 2 | -- |
| HMn57-2-2-1 | 圆 | 28 | 2500 | 2504 | 2.5 | 1 | 0.5 | 1.5 | -- |
| HMn62-3-3-1 | 圆 | 32 | 2000 | 2002 | 3.4 | 1.7 | 0.6 | 2 | -- |
| HAl61-4-3-1 | 圆 | 110 | 1000 | 1003 | 2 | -- | 1.5 | 2 | -- |

附5

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金力学性能检测数据** |
| 序号 | 牌号 | 形状 | 规格范围 | 状态 | 抗拉强度范围 | 0.2%屈服强度范围 | 延伸率范围 | 布氏硬度HBW范围 |
| 1 | ZQSn10-10 | 棒材 | 15—120 | M07 | 245—265 | 140—161 | 6.5—12 | 65.3—123 |
| 2 | 侧板型材 | 70—220 | M07 | 245.5—260 | 140—158 | 7—13 |
| 1 | ZQSn7-7-3 | 棒材 | 15—120 | M07 | 245—272 | 140.5—159 | 11—18 | 65.3—114 |
| 2 | 侧板型材 | 70—220 | M07 | 246—278 | 140—160 | 10.5—18 |
| 1 | ZQSn10-5-1 | 棒材 | 15—120 | M07 | 201—235 | 101—115 | 6.5—11 | 65.1—118 |
| 2 | 侧板型材 | 70—220 | M07 | 200.5—225 | 101—138 | 6.5—15 |
| 1 | ZQSn10-7-3 | 棒材 | 15—120 | M07 | 221—259 | 100.5—132 | 6.5—14 | 65.8—118 |
| 2 | 侧板型材 | 70—220 | M07 | 215 | 100 | 7 |
| 1 | ZQPb15-5-1 | 棒材 | 15—120 | M07 | 180.5—245 | 101—156 | 6.5—11 | 60.5—112 |
| 2 | 侧板型材 | 70—220 | M07 | 181—238 | 101—159 | 7—12 |
| 1 | ZQPb15-7-1 | 棒材 | 15—120 | M07 | 205-255 | — | 9-14 | 67-90 |
| 2 | 侧板型材 | 70—220 | M07 | 205-250 | — | 8.5-14.5 | 65-86 |
| 1 | QAl9-4 | 棒材 | ＞80—120 | M30 | 515.5—615 | 206—318 | 21—30 | 150.3—175.0 |
| 2 | 12—25 | HR50 | 605.5—718 | 306—435 | 15—25 | 150.3—185.0 |
| 3 | ＞25—50 | HR50 | 581—665 | 276—388 | 16—25 | 150.3—170.0 |
| 4 | ＞50—80 | HR50 | 526—635 | 255.5—336 | 20.5—28 | 150.3—175.0 |
| 1 | QAl10-3-1.5 | 棒材 | 12—50 | HR50 | 692—764 | 341—435 | 7.5—14 | 180.4—213.7 |
| 2 | 15—80 | M30 | 591—658 | 251—296 | 12.5—18 | 150.6—178.9 |
| 1 | HMn59-2-2-0.5 | 5—15 | HR50 | 641—752 | 341—475 | 10.5—18 | 160.3—213.6 |
| 2 | ＞15—50 | HR50 | 591—689 | 320.5—408 | 14.5—24 | 160.3—205.3 |
| 3 | ＞50—120 | M30 | 541—615 | 271—325 | 18.5—26 | 140.5—199.6 |
| 4 | 主板型材 | 20—40 | M30 | 541—568 | 273—296 | 18.5—20.5 |
| 1 | HMn57-2-1-0.5 | 棒材 | 5—15 | HR50 | 642—728 | 281—385 | 10.5—16.0 | 160.5—200.8 |
| 2 | ＞15—50 | HR50 | 591—643 | 282—268 | 14.5—18.0 | 150.6—189.5 |
| 3 | ＞50—120 | M30 | 541—592 | 281—335 | 16.5—26.0 | 140.2—180.2 |
| 4 | 主板型材 | 20—40 | M30 | 541—562 | 281—315 | 16.5—19.0 |

附5续

|  |
| --- |
| **液压元件用铜合金力学性能检测数据** |
| 序号 | 牌号 | 形状 | 规格范围 | 状态 | 抗拉强度范围 | 0.2%屈服强度范围 | 延伸率范围 | 布氏硬度HBW范围 |
| 1 | HMn60-3-1-0.75 | 棒材 | 5—15 | HR50 | 486—565 | 346—431 | 15.5—22.0 | 120.4—170.6 |
| 2 | ＞15—50 | HR50 | 442—538 | 321—396 | 16.0—24.0 | 110.2—160.2 |
| 3 | ＞50—150 | M30 | 381—443 | 172.5—235 | 20.5—32.0 | 95.1—118.4 |
| 4 | 主板型材 | 20—40 | M30 |
| 1 | HMn60-3-1 | 棒材 | 5—15 | HR50 | 486—566 | 346—456 | 15.5—20 | 120.6—174.3 |
| 2 | ＞15—50 | HR50 | 441—532 | 322—418 | 16—26 | 110.4—165.2 |
| 3 | ＞50—120 | M30 | 381—452 | 173—208 | 21—35 | 95.2—115.4 |
| 4 | 主板型材 | 20—40 | M30 |
| 1 | HMn57-2-2-1 | 棒材 | 5—15 | HR50 | 532—628 | 321—435 | 15.5—21 | 135.9—179.8 |
| 2 | ＞15—50 | HR50 | 511—586 | 302—374 | 15.5—24.5 | 135.6—167.3 |
| 3 | ＞50—120 | M30 | 451—523 | 175.5—203 | 21—32 | 135.1—158.8 |
| 4 | 主板型材 | 20—40 | M30 |
| 1 | HMn62-3-3-1 | 棒材 | 15—150 | M30 | 591—653 | — | 8.5—18 | 161—193.5 |
| 1 | HAl61-4-3-1 | 棒材 | 15—30 | HR50 | 651—765 | 451—612 | 5—12 | 200.4—243.7 |
| 2 | ＞30—150 | M30 | 601—683 | 401—561 | 5.5—14 | 180.3—220.6 |
| 3 | 主板型材 | 20—40 | M30 |