**《医用气体和真空用无缝铜管》**

**标准（预审稿）编制说明**

1. 任务来源

根据工信部《工业和信息化部办公厅关于印发2017年第一批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科[2017]40号）、《工业和信息化部办公厅关于印发2017年第二批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科[2017]70号）和有色标委[2017] 31号文件《关于转发2017年第二批有色金属国家、行业、协会标准制（修）订项目计划的通知》，其中附件2《2017年有色金属行业标准项目计划表》序号第100项（项目计划号2017-0228T-YS），《医用气体和真空用无缝铜管》行业标准由浙江海亮股份有限公司、佛山市华鸿铜管有限公司和金龙精密铜管集团股份有限公司等共同起草修订，完成年限2019年12月。

1. 工作简况
2. 立项目的和意义

该产品主要应用于医院集中供氧、手术室净化气体输送、压缩空气、负压吸引等医疗用气体和真空用领域。

目前国内医疗气体和真空用无缝铜管需求量大增，主要体现在如下方面：

一、随着人们对医疗要求的不断提高，医院的医疗设施要求也需要不断提升。国内八九十代建设的医院，医疗用输送气体管道使用的都是有缝焊接不锈钢管，由于国家于2012年出版了GB 50751《医疗气体工程技术规范》，规范要求，医疗气体输送管道必须使用无缝不锈钢管和无缝铜管，该批医院面临需要对原有有缝焊接不锈钢管道进行改造，在实际生产中，无缝不锈钢管由于加工难度较大无缝铜管，壁厚几倍于同一通径的铜管，导致其使用成本大幅上升；在安装过程中，其连接难度大于铜管，使用可靠性低于铜管，所以大量业主和建设单位纷纷改用无缝铜管。

二、新建医院数量大大增加，使医疗气体和真空用无缝铜管的需求也大大增加。

三、铜管有抑制细菌繁殖作用，特别适用于医院场所。

2007版标准与当前的生产和使用情况存在差异，为规范国内医疗气体用铜管的生产水平，该标准急需修订。该标准修订后可以提升我国医疗用铜管的生产技术和工艺水平，在当前市场需求中还可减少进口产品，例如：当前南京明基、上海禾新等港台资医院对国内生产的医疗气体用铜管还存在质疑，多选用进口无缝铜管，随着该标准在使用要求方面进一步规范，使铜管达到国外先进水平，相信国内铜管的占有率还将大幅提高。

1. 申报单位简况

浙江海亮股份有限公司（以下简称海亮股份 002203）是海亮集团有限公司(中国企业500强第110位)控股的中外合资股份有限公司，成立于1989年，目前总资产154亿元，现有员工5300余名。2017年度，公司总收入298亿元，同比上涨66.41%，利润总额77832万元，同比上涨12.40%。税收30072万元，同比上涨了68.74%。

公司现拥有浙江海亮、上海海亮、安徽海亮、越南海亮、广东海亮、中山海亮奥托、泰国海亮、重庆海亮、美国海亮等十个产地，下属浙江科宇金属材料有限公司、浙江铜加工研究院有限公司等10多家控股子公司。企业连续年荣获浙江省信用AAA级企业，公司是高新技术企业，全国企事业知识产权试点单位，国家级博士后科研工作站设站单位，省级创新型企业，省级三名示范企业、省级标准创新型企业，省绿色企业，省工业循环经济示范企业，拥有国家企业技术中心、浙江省首批省级企业研究院、省级高新技术研发中心、教育部重点实验室“海亮铜加工技术开发实验室”、省级重点创新团队。

海亮股份是全球规模最大的铜加工企业，国际知名铜加工企业。核心业务主要分为三大系列（铜管、铜棒和管件；铝型材；铜铝复合材）、八大主导产品（铜合金管、制冷用空调管、无缝铜水（气）管、精密铜棒、管件、微通道铝扁管、铝型材、铜铝复合材）。产品囊括了近百个牌号、数千种规格，广泛用于核电、航空航天、舰船及海洋工程、海水淡化、空调和冰箱制冷、建筑水管、装备制造、汽车工业、电子信息等军工和民用行业。海亮股份近年来不断推出高效能内螺纹铜管、新型铜合金管、环保型无铅精密铜棒等高端产品，使企业的产品结构日趋优化。

自2000年开始，海亮股份通过积极牵头主持、参与国家标准起草制订，为我国铜管行业的整体技术进步、行业有序发展做出突出贡献。至今，行业中铜管材产品标准80%以上由海亮股份主起草，相关行业发展的管理性标准（如能耗标准、安全生产标准等）也都由公司作为第一起草单位起草。公司还积极参与国际标准化组织的活动，是我国有色金属标准化委员会委员单位，公司总裁曹建国同志承担了国际标准化组织铜和铜合金技术委员会（ISO/TC26）主席职务，也是我国有色金属标准化委员会副主任委员，公司踊跃参加国家标准对国际标准的转化工作等。企业已牵头起草制定和计划起草制定的国家行业标准共44项，其中行业标准15项。

佛山市华鸿铜管有限公司

金龙精密铜管集团股份有限公司

青岛宏泰铜业有限公司

1. 主要工作过程

2.3.1项目分工

标准制订计划任务正式下达后，项目成立了标准编制组，并落实起草任务，确定标准的主要起草人，拟定该标准的工作计划。具体分工为：浙江海亮股份有限公司总负责、市场和同行业信息收集、资料汇总及执笔；佛山市华鸿铜管有限公司、金龙精密铜管集团股份有限公司和青岛宏泰铜业有限公司负责补充市场信息和标准数据的验证。各企业分工明确，紧密合作，进行了全面的市场调研、资料查询，收集了产品测试、用户使用方面的相关技术数据，比较全面和准确地了解医疗气体和真空用应用领域的需求及其技术要求，为本标准的制定提供了依据。本标准在制定过程中，与用户进行了多次沟通，以此来保证本标准的数据采集和各项技术指标的验证以及标准文本的编制任务的顺利完成。

2.3.2 主要起草过程

经过编制小组工作人员对国内外资料的分析，该产品国外相关标准主要有：ASTM B819-2006《医用气体系统用无缝铜管》、BS EN13348-2016《铜及铜合金医用气体或真空用无缝圆铜管》和YS/T 650-2007《医用气体和真空用无缝铜管》三项标准。

经具体分析：ASTM B819-2006《医用气体系统用无缝铜管》，包括一个牌号C12200，一个状态H58,该标准规定了两种壁厚，管材经特殊程序清理，有K型和L型两种标志，适用于医疗气体装置。

BS EN13348-2016《铜及铜合金医用气体或真空用无缝圆铜管》，包括一个牌号CW024A，三个状态R220、R250、R290，该标准规定了在真空条件下或分配输送工作压力不大于2000KPa的医用气体的管路系统。

YS/T 650-2007《医用气体和真空用无缝铜管》，包括两个牌号TP2、TU1,三个状态O60、H80、H58，本标准是针对医用气体系统用铜管。

经分析国内外资料和用户的使用要求及企业的生产情况，编制小组对YS/T 650-2007《医用气体和真空用无缝铜管》的主要修订如下：

——按新国标修改合金牌号和状态表示方法；

——直管外径范围由“6mm~159mm”扩大到“6mm~219mm”，壁厚由“0.7mm~4.0mm”扩大到“0.6mm~6.0mm”；盘管外径由≤28 mm修改为6 mm ~28 mm；

**——**术语和定义中，将公称尺寸（DN）的英文nominal dimension修改为nominal size；将公称尺寸定义中的注3移到该条款最后，作为第3条款的备注；

**——**表2中，外径为18mm的管材公称外径修订为15，外径76mm的管材公称外径修订为80；

壁厚类型增加C类型，增加相应类型的理论重量和最大工作压力；

——取消原表3---管材的标准尺寸；

——取消原4.3.1一般要求及相关规定；

—— “>108mm~159mm” 范围外径允许偏差由±0.70mm修改为±0.50mm；

——直度允许偏差按照GB/T 16866的规定进行了修改；

——部分力学性能指标进行了提高；

——对软化退火（O60）态管材增加了晶粒度的要求；

——拉伸试样类型的选取按照GB/T 34505-2017的规定进行的修订；

——新增加了加热炉高温脱脂和超声波清洗脱脂方法，删除了原有对环境和操作人员有不良影响

的制冷剂脱脂和采用三氯乙烯或三氯乙烷清洗的脱脂方法，将该清洗方法修订为附录B，并删除原附录B的内容。

按照以上修订意见，编制小组于2018年7月形成了YS/T 650-XXXX《铜医用气体和真空用无缝铜管》的讨论稿。

该讨论稿于2018年7月在哈尔滨召开了讨论会，会上专家对该标准进行了认真详尽的讨论和沟通，给出了有效的修改意见，会后，编制小组根据专家给出的意见重新进行了数据分析和查阅相关资料，经过修改后，与2019年3月份形成了该预审稿。

1. 编制原则

本标准本着提升产品质量、节能降耗、绿色环保的编制原则，以提升我国舰船制造水平为目标，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》给出的规则进行起草。同时参照了ASTM B819-2006《医用气体系统用无缝铜管》、BS EN13348-2016《铜及铜合金医用气体或真空用无缝圆铜管》和我国的实际生产情况进行的编制。

1. 确定标准主要内容的论据

4.1标准题目与适用范围

4.1.1本标准立项名称为“医用气体和真空用无缝铜管”，英文名称“Seamless copper tubes for medical gass and vacuum”,在标准征求意见的过程中未提出其他建议，仍确定为此项标准的名称。

4.1.2规定了本标准适用范围：本标准是针对医用气体系统用铜管

4.2要求

4.2.1产品分类

产品分类是对铜管产品的牌号、状态、规格进行规定，同时规定了产品标记方法。相关情况分别说明如下：

（1）我国目前生产的医用管牌号主要有TP2、TU1，种类为直圆管和盘圆管两种，外径范围由

“6mm~159mm”扩大到“6mm~219mm”，壁厚由“0.7mm~4.0mm”扩大到“0.6mm~5.0mm”，直管的交货长度为1000 mm～6100 mm，盘管的交货长度≥15000mm。按照实际生产情况，在原有尺寸的基础上，本标准将外径为18mm的管材公称外径修订为15，外径76mm的管材公称外径修订为80；壁厚类型增加C类型，增加相应类型的理论重量和最大工作压力；具体尺寸系列如下：

表1 管材的外形尺寸系列

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称尺寸  DN | 外径mm | 壁厚/mm | | | 理论重量 / kg/m | | | 拉拔（硬）（H80） | | | 常规拉拔（H58） | | | 软化退火（O60） | | |
| 类 型 | | | A | B | C | 最大工作压力P  N/mm2 | | | 最大工作压力p  N/mm2 | | | 最大工作压力p  N/mm2 | | |
| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 4 | 6 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.140 | 0.117 | 0.091 | 24.00 | 18.80 | 13.70 | 19.23 | 14.93 | 10.9 | 15.83 | 12.3 | 8.95 |
| 6 | 8 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.197 | 0.162 | 0.125 | 17.50 | 13.70 | 10.00 | 13.89 | 10.87 | 7.98 | 11.44 | 8.95 | 6.57 |
| 8 | 10 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.253 | 0.207 | 0.158 | 13.70 | 10.70 | 2.94 | 10.87 | 8.55 | 6.30 | 8.95 | 7.04 | 5.19 |
| 10 | 12 | 1.2 | 0.8 | 0.6 | 0.364 | 0.252 | 0.192 | 13.67 | 8.87 | 6.65 | 10.87 | 7.04 | 5.21 | 8.96 | 5.80 | 4.29 |
| 15 | 15 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.465 | 0.393 | 0.281 | 10.79 | 8.87 | 6.11 | 8.55 | 7.04 | 4.85 | 7.04 | 5.80 | 3.99 |
| 18 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.566 | 0.477 | 0.386 | 8.87 | 7.31 | 5.81 | 7.04 | 5.81 | 4.61 | 5.80 | 4.79 | 3.80 |
| 20 | 22 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.864 | 0.701 | 0.535 | 9.08 | 7.19 | 5.32 | 7.21 | 5.70 | 4.22 | 6.18 | 4.70 | 3.48 |
| 25 | 28 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 1.116 | 0.903 | 0.685 | 7.05 | 5.59 | 4.62 | 5.60 | 4.44 | 3.30 | 4.61 | 3.65 | 2.72 |
| 32 | 35 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 1.854 | 1.411 | 1.140 | 7.54 | 5.54 | 4.44 | 5.98 | 4.44 | 3.52 | 4.93 | 3.65 | 2.90 |
| 40 | 42 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 2.247 | 1.706 | 1.375 | 6.23 | 4.63 | 3.68 | 4.95 | 3.68 | 2.92 | 4.08 | 3.03 | 2.41 |
| 50 | 54 | 2.5 | 2.0 | 1.2 | 3.616 | 2.921 | 1.780 | 6.06 | 4.81 | 2.85 | 4.81 | 3.77 | 2.26 | 3.96 | 3.14 | 1.85 |
| 65 | 67 | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 4.529 | 3.652 | 2.759 | 4.85 | 3.85 | 2.87 | 3.85 | 3.06 | 2.27 | 3.17 | 3.05 | 1.88 |
| 80 | 76 | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 5.161 | 4.157 | 3.140 | 4.26 | 3.38 | 2.52 | 3.38 | 2.69 | 2.00 | 2.80 | 2.68 | 1.65 |
| 89 | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 6.074 | 4.887 | 3.696 | 3.62 | 2.88 | 2.15 | 2.87 | 2.29 | 1.71 | 2.36 | 2.28 | 1.41 |
| 100 | 108 | 3.5 | 2.5 | 1.5 | 10.274 | 7.408 | 4.487 | 4.19 | 2.97 | 1.77 | 3.33 | 2.36 | 1.40 | 2.74 | 1.94 | 1.16 |
| 125 | 133 | 3.5 | 2.5 | 1.5 | 12.731 | 9.164 | 5.54 | 3.38 | 2.40 | 1.43 | 2.68 | 1.91 | 1.14 | — | — | — |
| 150 | 159 | 4.0 | 3.5 | 2.0 | 17.415 | 15.287 | 8.820 | 3.23 | 2.82 | 1.60 | 2.56 | 2.24 | — | — | — | — |
| 200 | 219 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 35.898 | 30.055 | 24.156 | 3.53 | 2.93 | 2.33 | — | — | — | — | — | — |
| 注： 1、加工铜的密度值取8.94g/cm3，作为计算每米铜管重量的依据。  2、最大工作压力（p）指工作条件为65℃时，拉拔（硬）（H80）管允许应力（S）为63 N/mm2，常规拉拔（H58）态管允许应力（s）为50 N/mm2，软化退火（O60）态管允许应力（s）为41.2 N/mm2。 | | | | | | | | | | | | | | | | |

（2）产品标记方法：按照GB/T 1.1-2009的规定，产品标记按产品名称、标准编号、牌号、状态、规格的顺序表示，标准中给出了产品的典型标记示例。

4.2.2化学成分

管材所用的牌号化学成分应符合GB/T 5231中相应牌号的规定。

4.2.3尺寸偏差

根据实际生产情况管材的壁厚允许偏差应为管材壁厚的±10％。

外径偏差将“>108mm~159mm” 范围外径允许偏差由±0.70mm修改为±0.50mm，具体指标如下：

表2 管材的外径允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 外径 | 外径允许偏差 | | |
| 适用于平均外径 | 适用任意外径a | |
| 所有状态b | 拉拔（硬）（H80） | 常规拉拔（H58） |
| 6～18 | ±0.04 | ±0.04 | ±0.09 |
| >18～28 | ±0.05 | ±0.06 | ±0.10 |
| >28~54 | ±0.06 | ±0.07 | ±0.11 |
| >54~76 | ±0.07 | ±0.10 | ±0.15 |
| >76~89 | ±0.07 | ±0.15 | ±0.20 |
| >89~108 | ±0.07 | ±0.20 | ±0.30 |
| >108~159 | ±0.20 | ±0.50 | ±0.40 |
| >159~219 | ±0.40 | ±1.0 | — |
| a 包括圆度偏差；  b软化退火（O60）管材外径公差仅适用平均外径公差。 | | | |

表3 管材的直度 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 长 度 | 直度 , 不大于 |
| ≤6100 | 任意3000mm不超过12 |

直管的端部应锯切平整，在不使管材长度超出允许偏差的条件下，切口允许有不超出表4规定的切斜度。

表4 管材端部的切斜度 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称外径 | 切斜度，不大于 |
| ≤15 | 0.40 |
| >15 | 外径的2.5% |

4.2.7室温拉伸力学性能

为确定管材的力学性能指标，编制小组在编制前收集了浙江海亮股份有限公司、佛山市华鸿铜管有限公司 金龙精密铜管集团股份有限公司 青岛宏泰铜业有限公司等生产单位的生产实测数据，主要指标为抗拉强度Rm、规定塑性延伸强度Rp、伸长率%和硬度HV，具体指标数据见附表1-3。

为保证各项性能指标的合理性，编制小组对收集数据进行了整理、分析和研究，具体分析内容如下：

铜管性能频数和频率分布表

表5 实测TP2 H80 抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [408 410] | 409 | 0 | 0.00 |
| 2 | [410 412] | 411 | 3 | 0.01 |
| 3 | [412 414] | 413 | 57 | 0.16 |
| 4 | [414 416] | 415 | 180 | 0.51 |
| 5 | [416 418] | 417 | 93 | 0.27 |
| 6 | [418 420] | 419 | 17 | 0.05 |
| 7 | [420 422] | 421 | 0 | 0.00 |
|  |  |  | 350 |  |

实测TP2 H80 抗拉强度频数直方图

表6 实测TP2 H80 硬度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [123.5 124.5] | 124 | 0 | 0.00 |
| 2 | [124.5 125.5] | 125 | 3 | 0.01 |
| 3 | [125.5 126.5] | 126 | 87 | 0.25 |
| 4 | [126.5 127.5] | 127 | 116 | 0.33 |
| 5 | [127.5 128.5] | 128 | 111 | 0.32 |
| 6 | [128.5 129.5] | 129 | 33 | 0.09 |
| 7 | [129.5 130.5] | 130 | 0 | 0.00 |
|  |  |  | 350 |  |

实测TP2 H80 硬度频数直方图

表7 实测TP2 H58 抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [257 259] | 258 | 0 | 0.00 |
| 2 | [259 261] | 260 | 5 | 0.06 |
| 3 | [261 263] | 262 | 0 | 0.00 |
| 4 | [263 265] | 264 | 17 | 0.22 |
| 5 | [265 267] | 266 | 10 | 0.13 |
| 6 | [267 269] | 268 | 31 | 0.40 |
| 7 | [269 271] | 270 | 15 | 0.19 |
| 8 | [271 273] | 272 | 0 | 0.00 |
|  |  |  | 78 |  |

实测TP2 H58抗拉强度频数直方图

表8 实测TP2 H58 延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [29.9 30.5] | 30.2 | 0 | 0.00 |
| 2 | [30.5 31.1] | 30.8 | 55 | 0.71 |
| 3 | [31.1 31.7] | 31.4 | 16 | 0.21 |
| 4 | [31.7 32.3] | 32.0 | 1 | 0.01 |
| 5 | [32.3 32.9] | 32.6 | 6 | 0.08 |
| 6 | [32.9 33.5] | 33.2 | 0 | 0.00 |
|  |  |  | 78 |  |

实测TP2 H58 延伸率频数直方图

实测TP2 H58 硬度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [79.5 81.5] | 80.5 | 0 | 0.00 |
| 2 | [81.5 83.5] | 82.5 | 2 | 0.03 |
| 3 | [83.5 85.5] | 84.5 | 9 | 0.12 |
| 4 | [85.5 87.5] | 86.5 | 51 | 0.65 |
| 5 | [87.5 89.5] | 88.5 | 14 | 0.18 |
| 6 | [89.5 91.5] | 90.5 | 2 | 0.03 |
|  |  |  | 78 |  |

实测TP2 H58 硬度频数直方图

实测TP2 O60 抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [231.5 234.5] | 233.0 | 0 | 0.00 |
| 2 | [234.5 237.5] | 236.0 | 3 | 0.01 |
| 3 | [237.5 240.5] | 239.0 | 47 | 0.20 |
| 4 | [240.5 243.5] | 242.0 | 99 | 0.43 |
| 5 | [243.4 246.5] | 245.0 | 51 | 0.22 |
| 6 | [246.5 249.5] | 248.0 | 24 | 0.10 |
| 7 | [249.5 252.5] | 251.0 | 6 | 0.03 |
|  |  |  | 230 |  |

实测TP2 O60 抗拉强度频数直方图

实测TP2 O60 屈服强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [59.5 62.5] | 61.0 | 0 | 0.00 |
| 2 | [62.5 65.5] | 64.0 | 8 | 0.08 |
| 3 | [65.5 68.5] | 67.0 | 61 | 0.61 |
| 4 | [68.5 71.5] | 70.0 | 22 | 0.22 |
| 5 | [71.5 74.5] | 73.0 | 4 | 0.04 |
| 6 | [74.5 77.5] | 76.0 | 0 | 0.00 |
| 7 | [77.5 80.5] | 79.0 | 0 | 0.00 |
| 8 | [80.5 83.5] | 82.0 | 5 | 0.05 |
| 9 | [83.5 86.5] | 84.0 | 0 | 0.00 |
|  |  |  | 100 |  |

实测TP2 O60 屈服强度频数直方图

实测TP2 O60 延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [42.5 45.5] | 44.0 | 0 | 0.00 |
| 2 | [45.5 48.5] | 47.0 | 37 | 0.16 |
| 3 | [48.5 51.5] | 50.0 | 153 | 0.67 |
| 4 | [51.5 54.5] | 53.0 | 29 | 0.13 |
| 5 | [54.5 57.5] | 56.0 | 10 | 0.04 |
| 6 | [57.5 60.5] | 59.0 | 0 | 0.00 |
| 7 | [60.5 63.5] | 62.0 | 1 | 0.00 |
|  |  |  | 230 |  |

实测TP2 O60 延伸率频数直方图

实测TP2 O60 硬度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [37.5 40.5] | 39.0 | 0 | 0.00 |
| 2 | [40.5 43.5] | 42.0 | 21 | 0.11 |
| 3 | [43.5 46.5] | 45.0 | 44 | 0.24 |
| 4 | [46.5 49.5] | 48.0 | 44 | 0.24 |
| 5 | [49.5 52.5] | 51.0 | 40 | 0.22 |
| 6 | [52.5 55.5] | 54.0 | 13 | 0.07 |
| 7 | [55.5 58.5] | 57.0 | 14 | 0.08 |
| 8 | [58.5 61.5] | 60.0 | 10 | 0.05 |
| 9 | [61.5 64.5] | 63.0 | 0 | 0.00 |
|  |  |  | 186 |  |

实测TP2 O60 硬度频数直方图

根据以上数据分析整理，确定了本标准力学性能的数据，具体指标如下表。

表5 管材的力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 抗拉强度Rm / N/mm2 | 规定塑性延伸强度Rp / N/mm2 | 伸长率A / ％ | 硬度/ HV |
| 不小于 | 不小于 | 不小于 |
| TU1、TP2 | 拉拔（硬）（H80） | 400 |  | — | ≥110 |
| 常规拉拔（H58） | 250 |  | 30 | 75～100 |
| 软化退火（O60） | 220 | 60 | 40 | 40～70 |
| 1. 硬度为参考值。 | | | | | |

4.2.8晶粒度

根据实际生产情况，本次标准修订新增加了晶粒度的要求，具体要求是：软化退火（O60）态管材的平均晶粒度应为0.020mm～0.045mm。

4.2.9工艺性能

4.2.9.1扩口试验

外径不大于54mm的软态和半硬态管材进行扩口试验。外径大于54mm管材可用压扁试验代替扩口试验。

4.2.9.2压扁试验

软化退火（O60）状态管材应进行压扁试验，压至两壁间距离等于壁厚，试样不应产生肉眼可看见的裂纹或裂口。

4.2.9.3弯曲试验

外径不大于28mm的拉拔（硬）（H80）态管材应按表8规定的弯曲半径进行弯曲试验，弯曲角度为90°，用专用工具弯曲，试验后，管材表面应无肉眼可见的裂纹或破损等缺陷。

表6 管材的弯曲半径 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称外径 | 最小弯曲角半径 | |
| 弯曲角内径 | 中心轴半径 |
| 6 | 27 | 30 |
| 8 | 31 | 35 |
| 10 | 35 | 40 |
| 12 | 39 | 45 |
| 14 | 43 | 50 |
| 15 | 48 | 55 |
| 18 | 61 | 70 |
| 22 | 79 | 90 |
| 28 | 106 | 120 |

4.2.10非破坏性试验

每根管材均应满足水压试验或气压试验或涡流探伤试验的要求，可三者任选其一进行检测。氦气用管材在订货时可由供需双方共同商定特别的渗透试验。

4.2.10.1水压试验

管材最大工作压力按公式（1）计算，管材能承受的最大工作压力见表2。

管材进行水压试验时，其试验压力按公式（2）计算，在该压力下，持续10s～15 s后，管材应无渗漏和永久变形。

2*S*•*t*

p= ……………………(1)

D-0.8*t*

pt=np ………………………………………(2)

式中：p—最大工作压力，单位为牛顿每平方毫米（N/mm2）；

pt—试验压力，单位为牛顿每平方毫米（N/mm2）；

t—管材壁厚，单位毫米（mm）；

D—管材外径，单位毫米（mm）；

S—材料允许应力，硬态管S＝63 N/mm2，半硬态管S＝50 N/mm2，软态管S＝41.2 N/mm2；

n—系数（推荐值n＝1～1.5）。

4.2.10.2气压试验

管材进行气压试验时，试验的空气压力为0.4 N/mm2，并保持在管材内。管材完全浸入水中至少10s，应无气泡出现。

4.2.10.3涡流探伤检验

管材外径≤160mm时，可进行涡流探伤检验。管材进行涡流探伤检验时，在涡流探伤设备信号装置上不发出报警信号的直管，应认为是符合本标准的管材。盘管应的缺陷位置打印不小于300mm长的深色标记，缺陷允许数由供需双方协商确定。标准人工缺陷应为通孔，其钻孔直径应符合GB/T 5248-2016中表4的规定。

4.2.11清洁度

管材可按附录B提供的方法进行清洗，以保证管材表面的清洁度。

4.2.12表面质量

管材内外表面应光滑、清洁，不应有影响使用的有害缺陷。

1. 标准水平分析：

本标准是修订标准，是根据我国实际生产使用情况和结合国外先进产品标准ASTM B819-2006《医用气体系统用无缝铜管》、BS EN13348-2016《铜及铜合金医用气体或真空用无缝圆铜管》 进行修订的。具体各项指标对比如下（附后）。

根据对比结果，本标准的整体内容达到国际先进水平。

1. 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：

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

1. 重大分歧意见的处理经过和依据

无

1. 标准作为强制性或推荐性标准的建议

本标准建议作为推荐性行业标准

1. 贯彻标准的要求和措施建议

本标准是以我国医用管实际生产现状为基础，结合国内、外订货合同及技术标准要求而进行修订而成。标准全面覆盖了医用管材产品的技术要求，建议相关生产及使用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，并按照新标准进行组织生产，以保证产品质量，满足国内、外市场及用户的需要。

1. 废止现行有关标准的建议

建议废止原标准：YS/T 650-2007《医用气体和真空用无缝铜管》

11 预期效果

本标准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，将更好的规范我国医用铜管产品的性能和技术要求，提高产品在国内、外市场上的竞争力，给生产企业带来更大的经济效益。

2018.7.20

医用气体和真空用无缝铜管编制小组

附表1：水平对比表

附表2：产品尺寸、力学性能等实测数据

附表1：水平对比表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | YS/T 650-XXXX | | | | | | ASTM B 819-2006 | | | | | | | BS EN 13348:2016 | | | | | | | |
| 牌号 | | TP2、TU1 | | | | | | C12200 | | | | | | | CW024A | | | | | | | |
| 状态 | | H80、H58、 O60 | | | | | | H58 | | | | | | | R220（退火态）、R250（半硬态）、R290（硬态） | | | | | | | |
| 壁厚类型 | | A、B、C | | | | | | K、L | | | | | | | 推荐壁厚 | | | | | | | |
| 壁厚范围 | | 0.6mm~6.0mm | | | | | | 0.762 mm ~6.88 mm | | | | | | | 0.7 mm~2.5 mm | | | | | | | |
| 外径范围 | | 6mm~219mm | | | | | | 9.52mm~206mm | | | | | | | 6mm~133mm | | | | | | | |
| 尺寸偏差，mm | 外径允许偏差 | 公称外径 | 外径允许偏差 | | | | | 外径 | | | | 平均外径允许偏差 | | | 公称外径 | 外径允许偏差 | | | | | | | |
| 适用于平均外径 | | 适用任意外径（包括圆度） | | | 适用于平均外径 | | | 适用任意外径  （包括圆度） | | | | |
| 所有状态 | | 拉拔（硬）（H80） | 轻拉，轻冷加工（H55） | | 所有状态 | | | R290(硬) | | R250（半硬） | |
| 6～18 | ±0.04 | | ±0.04 | ±0.09 | | 9.52～22.3 | | | | ±0.025 | | | 6～18 | ±0.04 | | | ±0.04 | | ±0.09 | |
| >18～28 | ±0.05 | | ±0.06 | ±0.10 | | >22.3～34.9 | | | | ±0.038 | | | >18～28 | ±0.05 | | | ±0.06 | | ±0.10 | |
| >28~54 | ±0.06 | | ±0.07 | ±0.11 | | >34.9～156 | | | | ±0.051 | | | >28~54 | ±0.06 | | | ±0.07 | | ±0.11 | |
| >54~76 | ±0.07 | | ±0.10 | ±0.15 | | >156～206 | | | | +0.051  -0.150 | | | >54~76.1 | ±0.07 | | | ±0.10 | | ±0.15 | |
| >76~89 | ±0.07 | | ±0.15 | ±0.20 | | — | | | | — | | | >76.1~89.9 | ±0.07 | | | ±0.15 | | ±0.20 | |
| >89~108 | ±0.07 | | ±0.20 | ±0.30 | | — | | | | — | | | >89.9~108 | ±0.07 | | | ±0.20 | | ±0.30 | |
| >108~159 | ±0.20 | | ±0.40 | ±0.50 | | — | | | | — | | | >108~133 | ±0.20 | | | ±0.70 | | — | |
| >159~219 | ±0.40 | | ±1.0 | — | |  | | | | | | |  | | | | | | | |
| 壁厚允许偏差 | 公称壁厚 | | | 壁厚允许偏差 | | | 公称壁厚 | | | 壁厚允许偏差 | | | | 公称壁厚 | 壁厚允许偏差 | | | | | | |
|  | | |  | | |  | |  | | | | |  | <1 | | | | ≥1 | | |
| 0.6～3.5 | | | 公称壁厚的±10% | | | 0.762 ~6.88 | | 公称壁厚的±10% | | | | | <18 | 公称壁厚的±10% | | | | 公称壁厚的±13% | | |
| >3.5～6.0 | | | 公称壁厚的±12% | | |  | | | | | | | ≥18 | 公称壁厚的±10% | | | | 公称壁厚的±15% | | |
| 力学性能 | | 状态 | | 抗拉强度Rm / N/mm2 | 伸长率A / ％ | | 硬度/ HV | 状态 | 抗拉强度Rm / N/mm2 | | | | 伸长率A / ％ | 硬度/ HRC | 状态 | | 抗拉强度Rm / N/mm2 | 伸长率A / ％ | | | | 硬度/ HV |
|  | | 不小于 | 不小于 | |  |  | 不小于 | | | | 不小于 |  |  | | 不小于 | 不小于 | | | |  |
| H80 | | 400 | — | | ≥110 |  |  | | | | — |  | R290 | | 290 | 3 | | | | ≥100 |
| H58 | | 250 | 30 | | 75～100 | H58 | 250 | | | | — | 30 | R250 | | 250 | 30 | | | | 75～100 |
| O60 | | 220 | 40 | | 40～70 |  |  | | | | — |  | R220 | | 220 | 40 | | | | 40～70 |
|  |  |  | |  |  | |  |  | | | | | | |  | |  |  | | | |  |
|  |  |  | |  |  | |  |  | | | | | | |  | |  |  | | | |  |
|  |  |  | |  |  | |  |  | | | | | | |  | |  |  | | | |  |
|  |  |  | |  |  | |  |  | | | | | | |  | |  |  | | | |  |
|  |  |  | |  |  | |  |  | | | | | | |  | |  |  | | | |  |

附表2

**附表2-1拉拔（硬）（H80）态管材力学性能相关实测数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 状态 | 外径 | 壁厚 | 抗拉强度 | 屈服强度 | 延伸 | 硬度 |
| 1 | H80 | 6 | 0.95 | 410 | - | - | 128 |
| 2 |  |  |  | 411 |  |  | 125 |
| 3 |  |  |  | 412 |  |  | 129 |
| 4 |  |  |  | 412 |  |  | 127 |
| 5 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 6 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 7 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 8 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 9 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 10 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 11 | Y | 8 | 0.8 | 411 | - | - | 127 |
| 12 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 13 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 14 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 15 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 16 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 17 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 18 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 19 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 20 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 21 | Y | 8 | 1 | 412 | - | - | 125 |
| 22 |  |  |  | 413 |  |  | 129 |
| 23 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 24 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 25 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 26 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 27 |  |  |  | 413 |  |  | 128 |
| 28 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 29 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 30 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 31 | Y | 10 | 0.8 | 415 | - | - | 125 |
| 32 |  |  |  | 416 |  |  | 129 |
| 33 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 34 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 35 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 36 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 37 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 38 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 39 |  |  |  | 417 |  |  | 128 |
| 40 |  |  |  | 418 |  |  | 126 |
| 41 | Y | 10 | 1 | 416 | - | - | 126 |
| 42 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 43 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 44 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 45 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 46 |  |  |  | 413 |  |  | 126 |
| 47 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 48 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 49 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 50 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 51 | Y | 12 | 0.8 | 418 | - | - | 126 |
| 52 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 53 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 54 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 55 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 56 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 57 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 58 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 59 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 60 |  |  |  | 417 |  |  | 126 |
| 61 | Y | 12 | 1.2 | 415 | - | - | 128 |
| 62 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 63 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 64 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 65 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 66 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 67 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 68 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 69 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 70 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 71 | Y | 15 | 1 | 415 | - | - | 128 |
| 72 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 73 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 74 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 75 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 76 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 77 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 78 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 79 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 80 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 81 | Y | 15 | 1.2 | 412 | - | - | 127 |
| 82 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 83 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 84 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 85 |  |  |  | 413 |  |  | 128 |
| 86 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 87 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 88 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 89 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 90 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 91 | Y | 18 | 1 | 418 | - | - | 127 |
| 92 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 93 |  |  |  | 418 |  |  | 128 |
| 94 |  |  |  | 419 |  |  | 126 |
| 95 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 96 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 97 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 98 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 99 |  |  |  | 418 |  |  | 128 |
| 100 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 101 | Y | 18 | 1.2 | 413 | - | - | 128 |
| 102 |  |  |  | 412 |  |  | 127 |
| 103 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 104 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 105 |  |  |  | 416 |  |  | 129 |
| 106 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 107 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 108 |  |  |  | 414 |  |  | 129 |
| 109 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 110 |  |  |  | 412 |  |  | 127 |
| 111 | Y | 22 | 1.2 | 415 | - | - | 127 |
| 112 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 113 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 114 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 115 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 116 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 117 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 118 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 119 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 120 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 121 | Y | 22 | 1.5 | 414 | - | - | 128 |
| 122 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 123 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 124 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 125 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 126 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 127 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 128 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 129 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 130 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 131 | Y | 22 | 1.65 | 413 | - | - | 128 |
| 132 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 133 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 134 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 135 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 136 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 137 |  |  |  | 418 |  |  | 128 |
| 138 |  |  |  | 419 |  |  | 127 |
| 139 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 140 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 141 | Y | 28 | 1.2 | 416 | - | - | 128 |
| 142 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 143 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 144 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 145 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 146 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 147 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 148 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 149 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 150 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 151 | Y | 28 | 1.5 | 415 | - | - | 129 |
| 152 |  |  |  | 416 |  |  | 129 |
| 153 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 154 |  |  |  | 416 |  |  | 129 |
| 155 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 156 |  |  |  | 412 |  |  | 129 |
| 157 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 158 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 159 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 160 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 161 | Y | 35 | 1.5 | 414 | - | - | 127 |
| 162 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 163 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 164 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 165 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 166 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 167 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 168 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 169 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 170 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 171 | Y | 35 | 2 | 415 | - | - | 126 |
| 172 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 173 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 174 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 175 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 176 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 177 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 178 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 179 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 180 |  |  |  | 412 |  |  | 127 |
| 181 | Y | 42 | 1.5 | 414 | - | - | 128 |
| 182 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 183 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 184 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 185 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 186 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 187 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 188 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 189 |  |  |  | 418 |  |  | 127 |
| 190 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 191 | Y | 42 | 2 | 416 | - | - | 128 |
| 192 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 193 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 194 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 195 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 196 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 197 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 198 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 199 |  |  |  | 413 |  |  | 128 |
| 200 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 201 | Y | 54 | 2 | 415 | - | - | 126 |
| 202 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 203 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 204 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 205 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 206 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 207 |  |  |  | 413 |  |  | 126 |
| 208 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 209 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 210 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 211 | Y | 54 | 2.5 | 416 | - | - | 127 |
| 212 |  |  |  | 417 |  |  | 126 |
| 213 |  |  |  | 418 |  |  | 128 |
| 214 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 215 |  |  |  | 418 |  |  | 126 |
| 216 |  |  |  | 419 |  |  | 128 |
| 217 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 218 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 219 |  |  |  | 418 |  |  | 128 |
| 220 |  |  |  | 419 |  |  | 127 |
| 221 | Y | 67 | 2 | 414 | - | - | 126 |
| 222 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 223 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 224 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 225 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 226 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 227 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 228 |  |  |  | 412 |  |  | 129 |
| 229 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 230 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 231 | Y | 67 | 2.5 | 415 | - | - | 129 |
| 232 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 233 |  |  |  | 417 |  |  | 129 |
| 234 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 235 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 236 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 237 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 238 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 239 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 240 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 241 | Y | 76 | 2 | 416 | - | - | 127 |
| 242 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 243 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 244 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 245 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 246 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 247 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 248 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 249 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 250 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 251 | Y | 76 | 2.5 | 415 | - | - | 127 |
| 252 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 253 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 254 |  |  |  | 412 |  |  | 127 |
| 255 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 256 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 257 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 258 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 259 |  |  |  | 418 |  |  | 129 |
| 260 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 261 | Y | 89 | 2 | 414 | - | - | 127 |
| 262 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 263 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 264 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 265 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 266 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 267 |  |  |  | 418 |  |  | 129 |
| 268 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 269 |  |  |  | 413 |  |  | 129 |
| 270 |  |  |  | 412 |  |  | 127 |
| 271 | Y | 89 | 2.5 | 416 | - | - | 126 |
| 272 |  |  |  | 418 |  |  | 128 |
| 273 |  |  |  | 414 |  |  | 129 |
| 274 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 275 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 276 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 277 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 278 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 279 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 280 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 281 | Y | 108 | 2.5 | 414 | - | - | 126 |
| 282 |  |  |  | 413 |  |  | 128 |
| 283 |  |  |  | 412 |  |  | 129 |
| 284 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 285 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 286 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 287 |  |  |  | 413 |  |  | 127 |
| 288 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 289 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 290 |  |  |  | 413 |  |  | 128 |
| 291 | Y | 108 | 3.5 | 415 | - | - | 126 |
| 292 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 293 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 294 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 295 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 296 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 297 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 298 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 299 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 300 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 301 | Y | 133 | 2.5 | 414 | - | - | 128 |
| 302 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 303 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 304 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 305 |  |  |  | 414 |  |  | 129 |
| 306 |  |  |  | 413 |  |  | 128 |
| 307 |  |  |  | 412 |  |  | 129 |
| 308 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 309 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 310 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 311 | Y | 133 | 3.5 | 415 | - | - | 128 |
| 312 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 313 |  |  |  | 417 |  |  | 127 |
| 314 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 315 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 316 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 317 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |
| 318 |  |  |  | 413 |  |  | 126 |
| 319 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 320 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 321 | Y | 159 | 2.5 | 416 | - | - | 126 |
| 322 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 323 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 324 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 325 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 326 |  |  |  | 412 |  |  | 128 |
| 327 |  |  |  | 414 |  |  | 126 |
| 328 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 329 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 330 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 331 | Y | 159 | 2.8 | 415 | - | - | 128 |
| 332 |  |  |  | 416 |  |  | 129 |
| 333 |  |  |  | 415 |  |  | 127 |
| 334 |  |  |  | 416 |  |  | 128 |
| 335 |  |  |  | 417 |  |  | 127 |
| 336 |  |  |  | 414 |  |  | 128 |
| 337 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 338 |  |  |  | 416 |  |  | 126 |
| 339 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 340 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 341 | Y | 219 | 4.5 | 414 | - | - | 127 |
| 342 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 343 |  |  |  | 412 |  |  | 126 |
| 344 |  |  |  | 415 |  |  | 128 |
| 345 |  |  |  | 415 |  |  | 126 |
| 346 |  |  |  | 415 |  |  | 129 |
| 347 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 348 |  |  |  | 412 |  |  | 129 |
| 349 |  |  |  | 416 |  |  | 127 |
| 350 |  |  |  | 414 |  |  | 127 |

**附表2-2 常规拉拔（H58）态管材力学性能相关实测数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 状态 | 外径 | 壁厚 | 抗拉强度1 | 屈服强度1 | 延伸1 | 硬度1 |
| 1 | H58 | 8 | 1 | 265 |  | 30.3 | 82.4 |
| 2 |  |  |  | 266 |  | 31.2 | 83.5 |
| 3 |  |  |  | 264 |  | 30.5 | 85.6 |
| 4 |  |  |  | 267 |  | 30.8 | 88.1 |
| 5 |  |  |  | 268 |  | 30.4 | 84.6 |
| 6 |  |  |  | 270 |  | 30.5 | 85.1 |
| 7 |  |  |  | 268 |  | 30.8 | 86.2 |
| 8 |  |  |  | 264 |  | 31.5 | 88.7 |
| 9 |  |  |  | 259 |  | 30.8 | 88.6 |
| 10 |  |  |  | 263 |  | 30.3 | 88.4 |
| 11 | H58 | 10 | 1 | 264 |  | 31.2 | 80.9 |
| 12 |  |  |  | 266 |  | 30.8 | 86.1 |
| 13 |  |  |  | 267 |  | 30.5 | 85.4 |
| 14 |  |  |  | 268 |  | 30.3 | 84.6 |
| 15 |  |  |  | 270 |  | 30.4 | 83.5 |
| 16 |  |  |  | 265 |  | 31.2 | 85.6 |
| 17 | H58 | 12 | 1 | 266 |  | 32.1 | 83.5 |
| 18 |  |  |  | 264 |  | 31.2 | 85.6 |
| 19 |  |  |  | 267 |  | 30.8 | 88.1 |
| 20 |  |  |  | 268 |  | 30.5 | 84.6 |
| 21 |  |  |  | 270 |  | 30.3 | 85.1 |
| 22 | H58 | 15 | 1 | 264 |  | 32.6 | 86.1 |
| 23 |  |  |  | 266 |  | 31.2 | 85.4 |
| 24 |  |  |  | 267 |  | 30.8 | 84.6 |
| 25 |  |  |  | 268 |  | 30.5 | 83.5 |
| 26 |  |  |  | 270 |  | 30.3 | 85.6 |
| 27 | H58 | 18 | 0.95 | 266 |  | 32.1 | 85.6 |
| 28 |  |  |  | 264 |  | 31.2 | 88.1 |
| 29 |  |  |  | 267 |  | 30.8 | 84.6 |
| 30 |  |  |  | 268 |  | 31.2 | 85.1 |
| 31 |  |  |  | 270 |  | 30.8 | 86.2 |
| 32 | H58 | 22 | 1.5 | 267 |  | 30.8 | 85.4 |
| 33 |  |  |  | 268 |  | 30.5 | 84.6 |
| 34 |  |  |  | 270 |  | 30.3 | 83.5 |
| 35 |  |  |  | 264 |  | 30.5 | 85.6 |
| 36 |  |  |  | 259 |  | 30.3 | 88.1 |
| 37 | H58 | 35 | 1.5 | 264 |  | 30.5 | 88.1 |
| 38 |  |  |  | 267 |  | 30.3 | 84.6 |
| 39 |  |  |  | 268 |  | 30.4 | 85.1 |
| 40 |  |  |  | 270 |  | 30.3 | 85.4 |
| 41 |  |  |  | 259 |  | 30.4 | 84.6 |
| 42 | H58 | 35 | 2 | 264 |  | 31.2 | 84.6 |
| 43 |  |  |  | 266 |  | 30.8 | 83.5 |
| 44 |  |  |  | 267 |  | 30.5 | 85.6 |
| 45 |  |  |  | 268 |  | 30.3 | 88.1 |
| 46 |  |  |  | 270 |  | 30.4 | 84.6 |
| 47 | H58 | 42 | 2 | 264 |  | 31.2 | 88.1 |
| 48 |  |  |  | 267 |  | 30.8 | 84.6 |
| 49 |  |  |  | 268 |  | 30.5 | 85.1 |
| 50 |  |  |  | 270 |  | 30.3 | 85.4 |
| 51 | H58 | 54 | 2 | 266 |  | 31.2 | 84.6 |
| 52 |  |  |  | 264 |  | 30.8 | 83.5 |
| 53 |  |  |  | 267 |  | 31.2 | 85.6 |
| 54 |  |  |  | 268 |  | 30.8 | 88.1 |
| 55 |  |  |  | 270 |  | 30.5 | 84.6 |
| 56 |  |  |  | 259 |  | 30.3 | 85.1 |
| 57 | H58 | 67 | 2.5 | 264 |  | 31.2 | 85.6 |
| 58 |  |  |  | 267 |  | 30.3 | 88.1 |
| 59 |  |  |  | 268 |  | 30.5 | 84.6 |
| 60 |  |  |  | 270 |  | 30.3 | 85.1 |
| 61 | H58 | 76 | 2.5 | 266 |  | 30.5 | 85.4 |
| 62 |  |  |  | 264 |  | 30.4 | 84.6 |
| 63 |  |  |  | 267 |  | 30.3 | 83.5 |
| 64 |  |  |  | 268 |  | 30.4 | 85.6 |
| 65 |  |  |  | 270 |  | 30.5 | 88.1 |
| 66 | H58 | 89 | 2.5 | 264 |  | 32.1 | 88.1 |
| 67 |  |  |  | 267 |  | 31.2 | 84.6 |
| 68 |  |  |  | 268 |  | 30.8 | 85.1 |
| 69 |  |  |  | 270 |  | 30.5 | 85.4 |
| 70 | H58 | 108 | 1.5 | 268 |  | 32.6 | 84.6 |
| 71 |  |  |  | 270 |  | 31.2 | 83.5 |
| 72 |  |  |  | 264 |  | 30.8 | 85.6 |
| 73 |  |  |  | 259 |  | 30.5 | 88.1 |
| 74 |  |  |  | 267 |  | 30.3 | 84.6 |
| 75 | H58 | 133 | 3.5 | 264 |  | 32.1 | 88.1 |
| 76 |  |  |  | 267 |  | 31.2 | 84.6 |
| 77 |  |  |  | 268 |  | 30.8 | 85.1 |
| 78 |  |  |  | 270 |  | 31.2 | 85.4 |

**附表2-3 软化退火（O60）态管材力学性能相关实测数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 状态 | 外径 | 壁厚 | 抗拉强度1 | 屈服强度1 | 延伸2 | 硬度1 |
| 1 | O60 | 8 | 1 | 244 |  | 45.3 | 48.6 |
| 2 |  | 8 | 1 | 242 |  | 45.6 | 46.9 |
| 3 |  | 8 | 1 | 241 |  | 44.9 | 49.6 |
| 4 |  | 8 | 1 | 242 |  | 46.8 | 48.7 |
| 5 |  | 8 | 1 | 240 |  | 46.7 | 48.6 |
| 6 |  | 8 | 1 | 240 |  | 46.9 | 48.9 |
| 7 |  | 8 | 1 | 245 |  | 49.5 | 47.5 |
| 8 |  | 8 | 1 | 241 |  | 48.7 | 48.5 |
| 9 |  | 8 | 1 | 242 |  | 46.8 | 48.6 |
| 10 |  | 8 | 1 | 240 |  | 47.5 | 48.7 |
| 11 | O60 | 10 | 1 | 245 |  | 45.6 | 48.8 |
| 12 |  | 10 | 1 | 240 |  | 46.8 | 48.7 |
| 13 |  | 10 | 1 | 240 |  | 46.7 | 48.6 |
| 14 |  | 10 | 1 | 245 |  | 46.9 | 46.9 |
| 15 |  | 10 | 1 | 242 |  | 49.5 | 49.6 |
| 16 |  | 10 | 1 | 241 |  | 48.9 | 48.7 |
| 17 |  | 10 | 1 | 242 |  | 45.6 | 48.6 |
| 18 |  | 10 | 1 | 240 |  | 44.9 | 48.9 |
| 19 |  | 10 | 1 | 245 |  | 46.8 | 47.5 |
| 20 |  | 10 | 1 | 241 |  | 46.7 | 48.6 |
| 21 | O60 | 10 | 1 | 242 | 71.14 | 50 | 45 |
| 22 | O60 | 10 | 1 | 242 | 65.58 | 50 | 44 |
| 23 | O60 | 10 | 1 | 241 | 64.88 | 48.5 | 43 |
| 24 | O60 | 10 | 1 | 240 | 65.17 | 51.5 | 44 |
| 25 | O60 | 10 | 1 | 241 | 64.31 | 50 | 42 |
| 26 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.75 | 51.5 | 43 |
| 27 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.57 | 48.5 | 41 |
| 28 | O60 | 10 | 1 | 241 | 63.48 | 50 | 42 |
| 29 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.65 | 50 | 46 |
| 30 | O60 | 10 | 1 | 243 | 67.16 | 50 | 46 |
| 31 | O60 | 10 | 1 | 240 | 66.98 | 50 | 40 |
| 32 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.45 | 50 | 45 |
| 33 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.81 | 48.5 | 49 |
| 34 | O60 | 10 | 1 | 238 | 66.86 | 50 | 53 |
| 35 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.02 | 48.5 | 58 |
| 36 | O60 | 10 | 1 | 240 | 80.2 | 48.5 | 58 |
| 37 | O60 | 10 | 1 | 240 | 68.27 | 50 | 55 |
| 38 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.55 | 50 | 56 |
| 39 | O60 | 10 | 1 | 237 | 64.55 | 50 | 45 |
| 40 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.97 | 50 | 44 |
| 41 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.85 | 50 | 47 |
| 42 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.57 | 50 | 45 |
| 43 | O60 | 10 | 1 | 238 | 63.98 | 48 | 42 |
| 44 | O60 | 10 | 1 | 240 | 67.43 | 50 | 57 |
| 45 | O60 | 10 | 1 | 242 | 71.14 | 50 | 45 |
| 46 | O60 | 10 | 1 | 242 | 65.58 | 50 | 44 |
| 47 | O60 | 10 | 1 | 241 | 64.88 | 48.5 | 43 |
| 48 | O60 | 10 | 1 | 240 | 65.17 | 51.5 | 44 |
| 49 | O60 | 10 | 1 | 241 | 64.31 | 50 | 42 |
| 50 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.75 | 51.5 | 43 |
| 51 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.57 | 48.5 | 41 |
| 52 | O60 | 10 | 1 | 241 | 63.48 | 50 | 42 |
| 53 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.65 | 50 | 46 |
| 54 | O60 | 10 | 1 | 243 | 67.16 | 50 | 46 |
| 55 | O60 | 10 | 1 | 240 | 66.98 | 50 | 40 |
| 56 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.45 | 50 | 45 |
| 57 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.81 | 48.5 | 49 |
| 58 | O60 | 10 | 1 | 238 | 66.86 | 50 | 53 |
| 59 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.02 | 48.5 | 58 |
| 60 | O60 | 10 | 1 | 240 | 80.2 | 48.5 | 58 |
| 61 | O60 | 10 | 1 | 240 | 68.27 | 50 | 55 |
| 62 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.55 | 50 | 56 |
| 63 | O60 | 10 | 1 | 237 | 64.55 | 50 | 45 |
| 64 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.97 | 50 | 44 |
| 65 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.85 | 50 | 47 |
| 66 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.57 | 50 | 45 |
| 67 | O60 | 10 | 1 | 238 | 63.98 | 48 | 42 |
| 68 | O60 | 10 | 1 | 240 | 67.43 | 50 | 57 |
| 69 | O60 | 10 | 1 | 243 | 67.16 | 50 | 46 |
| 70 | O60 | 10 | 1 | 240 | 66.98 | 50 | 40 |
| 71 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.45 | 50 | 45 |
| 72 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.81 | 48.5 | 49 |
| 73 | O60 | 10 | 1 | 238 | 66.86 | 50 | 53 |
| 74 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.02 | 48.5 | 58 |
| 75 | O60 | 10 | 1 | 240 | 80.2 | 48.5 | 58 |
| 76 | O60 | 10 | 1 | 240 | 68.27 | 50 | 55 |
| 77 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.55 | 50 | 56 |
| 78 | O60 | 10 | 1 | 237 | 64.55 | 50 | 45 |
| 79 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.97 | 50 | 44 |
| 80 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.85 | 50 | 47 |
| 81 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.57 | 50 | 45 |
| 82 | O60 | 10 | 1 | 238 | 63.98 | 48 | 42 |
| 83 | O60 | 10 | 1 | 240 | 67.43 | 50 | 57 |
| 84 | O60 | 10 | 1 | 242 | 71.14 | 50 | 45 |
| 85 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.85 | 50 | 47 |
| 86 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.57 | 50 | 45 |
| 87 | O60 | 10 | 1 | 238 | 63.98 | 48 | 42 |
| 88 | O60 | 10 | 1 | 240 | 67.43 | 50 | 57 |
| 89 | O60 | 10 | 1 | 242 | 71.14 | 50 | 45 |
| 90 | O60 | 10 | 1 | 242 | 65.58 | 50 | 44 |
| 91 | O60 | 10 | 1 | 241 | 64.88 | 48.5 | 43 |
| 92 | O60 | 10 | 1 | 240 | 65.17 | 51.5 | 44 |
| 93 | O60 | 10 | 1 | 241 | 64.31 | 50 | 42 |
| 94 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.75 | 51.5 | 43 |
| 95 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.57 | 48.5 | 41 |
| 96 | O60 | 10 | 1 | 241 | 63.48 | 50 | 42 |
| 97 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.65 | 50 | 46 |
| 98 | O60 | 10 | 1 | 243 | 67.16 | 50 | 46 |
| 99 | O60 | 10 | 1 | 240 | 66.98 | 50 | 40 |
| 100 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.45 | 50 | 45 |
| 101 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.81 | 48.5 | 49 |
| 102 | O60 | 10 | 1 | 238 | 66.86 | 50 | 53 |
| 103 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.02 | 48.5 | 58 |
| 104 | O60 | 10 | 1 | 240 | 80.2 | 48.5 | 58 |
| 105 | O60 | 10 | 1 | 240 | 68.27 | 50 | 55 |
| 106 | O60 | 10 | 1 | 239 | 64.55 | 50 | 56 |
| 107 | O60 | 10 | 1 | 237 | 64.55 | 50 | 45 |
| 108 | O60 | 10 | 1 | 240 | 65.17 | 51.5 | 44 |
| 109 | O60 | 10 | 1 | 241 | 64.31 | 50 | 42 |
| 110 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.75 | 51.5 | 43 |
| 111 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.57 | 48.5 | 41 |
| 112 | O60 | 10 | 1 | 241 | 63.48 | 50 | 42 |
| 113 | O60 | 10 | 1 | 241 | 66.65 | 50 | 46 |
| 114 | O60 | 10 | 1 | 243 | 67.16 | 50 | 46 |
| 115 | O60 | 10 | 1 | 240 | 66.98 | 50 | 40 |
| 116 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.45 | 50 | 45 |
| 117 | O60 | 10 | 1 | 239 | 65.81 | 48.5 | 49 |
| 118 | O60 | 10 | 1 | 238 | 66.86 | 50 | 53 |
| 119 | O60 | 10 | 1 | 240 | 69.02 | 48.5 | 58 |
| 120 | O60 | 10 | 1 | 240 | 80.2 | 48.5 | 58 |
| 121 | O60 | 12.7 | 1.0 |  |  | / |  |
| 122 | O60 | 12.69 | 0.97 | 245 |  | 50 | 42.1 |
| 123 | O60 | 12.712 | 0.983 | 239 |  | 48 | 42.2 |
| 124 | O60 | 12.712 | 0.983 | 243 |  | 47.5 | 42.35 |
| 125 | O60 | 12.712 | 0.983 | 245 |  | 50 | 43.5 |
| 126 | O60 | 12.69 | 0.972 | 249 |  | 48.5 | 43.5 |
| 127 | O60 | 12.69 | 0.968 | 239 |  | 52 | 43.6 |
| 128 | O60 | 12.69 | 0.975 | 244 |  | 47.5 | 44.2 |
| 129 | O60 | 12.712 | 0.983 | 249 |  | 48 | 44.5 |
| 130 | O60 | 12.712 | 0.983 | 245 |  | 54.5 | 44.6 |
| 131 | O60 | 12.712 | 0.983 | 250 |  | 54 | 44.6 |
| 132 | O60 | 12.69 | 0.98 | 249 |  | 52.5 | 45.1 |
| 133 | O60 | 12.69 | 0.974 | 244 |  | 53 | 45.4 |
| 134 | O60 | 12.69 | 0.979 | 241 |  | 50 | 45.7 |
| 135 | O60 | 12.69 | 0.98 | 246 |  | 47.5 | 46.2 |
| 136 | O60 | 12.69 | 0.975 | 249 |  | 48.5 | 46.2 |
| 137 | O60 | 12.69 | 0.981 | 246 |  | 53.5 | 46.3 |
| 138 | O60 | 12.69 | 0.99 | 245 |  | 48.5 | 46.3 |
| 139 | O60 | 12.69 | 0.986 | 243 |  | 48.5 | 46.4 |
| 140 | O60 | 12.69 | 0.977 | 242 |  | 50.5 | 46.4 |
| 141 | O60 | 12.69 | 0.985 | 236 |  | 49.5 | 46.4 |
| 142 | O60 | 12.69 | 0.978 | 246 |  | 47 | 46.5 |
| 143 | O60 | 12.69 | 0.984 | 244 |  | 49.5 | 46.6 |
| 144 | O60 | 12.69 | 0.981 | 245 |  | 51 | 46.6 |
| 145 | O60 | 12.69 | 0.988 | 246 |  | 53 | 46.7 |
| 146 | O60 | 12.69 | 0.973 | 244 |  | 49.5 | 46.9 |
| 147 | O60 | 12.712 | 0.983 | 244 |  | 50 | 46.9 |
| 148 | O60 | 12.712 | 0.983 | 246 |  | 54 | 46.9 |
| 149 | O60 | 12.712 | 0.983 | 245 |  | 48.5 | 47 |
| 150 | O60 | 12.712 | 0.983 | 240 |  | 60 | 47.1 |
| 151 | O60 | 12.712 | 0.983 | 248 |  | 55 | 47.3 |
| 152 | O60 | 12.712 | 0.983 | 242 |  | 47 | 47.8 |
| 153 | O60 | 12.712 | 0.983 | 244 |  | 52 | 47.8 |
| 154 | O60 | 12.712 | 0.983 | 247 |  | 48.5 | 47.8 |
| 155 | O60 | 12.712 | 0.983 | 245 |  | 49.5 | 47.9 |
| 156 | O60 | 12.712 | 0.983 | 248 |  | 52.5 | 48.2 |
| 157 | O60 | 12.712 | 0.983 | 246 |  | 54 | 48.3 |
| 158 | O60 | 12.712 | 0.983 | 245 |  | 46.5 | 48.4 |
| 159 | O60 | 12.712 | 0.983 | 242 |  | 48.5 | 48.5 |
| 160 | O60 | 12.712 | 0.983 | 246 |  | 46.5 | 49.1 |
| 161 | O60 | 12.712 | 0.983 | 249 |  | 50.5 | 49.3 |
| 162 | O60 | 12.712 | 0.983 | 244 |  | 53.5 | 49.3 |
| 163 | O60 | 12.712 | 0.983 | 246 |  | 52 | 49.6 |
| 164 | O60 | 12.712 | 0.983 | 246 |  | 52 | 49.7 |
| 165 | O60 | 12.712 | 0.983 | 246 |  | 48.5 | 50 |
| 166 | O60 | 12.711 | 1 | 238 |  | 53.5 | 50.2 |
| 167 | O60 | 12.711 | 1 | 245 |  | 51 | 50.9 |
| 168 | O60 | 12.711 | 1 | 234 |  | 56 | 51.1 |
| 169 | O60 | 12.711 | 1 | 240 |  | 47 | 51.7 |
| 170 | O60 | 12.711 | 1 | 248 |  | 50.5 | 51.7 |
| 171 | O60 | 12.711 | 1 | 246 |  | 46.5 | 52.6 |
| 172 | O60 | 12.711 | 1 | 246 |  | 48.5 | 52.8 |
| 173 | O60 | 12.711 | 1 | 248 |  | 49 | 53.1 |
| 174 | O60 | 12.711 | 1 | 241 |  | 51 | 53.7 |
| 175 | O60 | 12.711 | 1 | 241 |  | 55 | 53.8 |
| 176 | O60 | 12.711 | 1 | 240 |  | 48.5 | 55.3 |
| 177 | O60 | 12.711 | 1 | 238 |  | 50.5 | 55.3 |
| 178 | O60 | 12.711 | 1 | 242 |  | 49 |  |
| 179 | O60 | 12.711 | 1 | 243 |  | 48.5 |  |
| 180 | O60 | 12.711 | 1 | 246 |  | 47 |  |
| 181 | O60 | 12.711 | 1 | 244 |  | 46.5 |  |
| 182 | O60 | 12.711 | 1 | 245 |  | 46.5 |  |
| 183 | O60 | 12.712 | 1.006 | 243 |  | 46 |  |
| 184 | O60 | 12.712 | 1.006 | 247 |  | 46 |  |
| 185 | O60 | 12.712 | 1.006 | 245 |  | 48.5 |  |
| 186 | O60 | 12.712 | 1.006 | 244 |  | 46 |  |
| 187 | O60 | 12.712 | 1.006 | 243 |  | 46.5 |  |
| 188 | O60 | 12.712 | 1.006 | 245 |  | 46.5 |  |
| 189 | O60 | 12.712 | 1.006 | 243 |  | 51 |  |
| 190 | O60 | 12.712 | 1.006 | 245 |  | 47 |  |
| 191 | O60 | 12.712 | 1.006 | 239 |  | 50 |  |
| 192 | O60 | 12.712 | 1.006 | 243 |  | 48 |  |
| 193 | O60 | 12.712 | 1.006 | 243 |  | 47.5 |  |
| 194 | O60 | 12.712 | 1.006 | 242 |  | 49 |  |
| 195 | O60 | 12.71 | 1.011 | 239 |  | 50.5 |  |
| 196 | O60 | 12.71 | 1.011 | 246 |  | 48 |  |
| 197 | O60 | 12.71 | 1.011 | 244 |  | 50 |  |
| 198 | O60 | 12.71 | 1.011 | 247 |  | 48 |  |
| 199 | O60 | 12.71 | 1.011 | 245 |  | 48 |  |
| 200 | O60 | 12.71 | 1.011 | 245 |  | 47 |  |
| 201 | O60 | 12.71 | 1.011 | 245 |  | 50 |  |
| 202 | O60 | 12.71 | 1.011 | 246 |  | 49.5 |  |
| 203 | O60 | 12.71 | 1.011 | 240 |  | 51 |  |
| 204 | O60 | 12.71 | 1.011 | 239 |  | 51 |  |
| 205 | O60 | 12.71 | 1.011 | 237 |  | 50 |  |
| 206 | O60 | 12.71 | 1.011 | 238 |  | 49.5 |  |
| 207 | O60 | 12.71 | 1.011 | 240 |  | 48.5 |  |
| 208 | O60 | 12.71 | 1.011 | 240 |  | 47.5 |  |
| 209 | O60 | 12.71 | 1.011 | 237 |  | 49.5 |  |
| 210 | O60 | 12.716 | 1.012 | 236 |  | 49 |  |
| 211 | O60 | 12.716 | 1.012 | 243 |  | 50 |  |
| 212 | O60 | 12.716 | 1.012 | 244 |  | 48.5 |  |
| 213 | O60 | 12.716 | 1.012 | 246 |  | 49.5 |  |
| 214 | O60 | 12.716 | 1.012 | 241 |  | 48 |  |
| 215 | O60 | 12.716 | 1.012 | 243 |  | 49 |  |
| 216 | O60 | 12.716 | 1.012 | 244 |  | 48 |  |
| 217 | O60 | 12.716 | 1.012 | 239 |  | 48 |  |
| 218 | O60 | 12.716 | 1.012 | 246 |  | 51.5 |  |
| 219 | O60 | 12.716 | 1.012 | 243 |  | 51 |  |
| 220 | O60 | 12.716 | 1.012 | 241 |  | 48 |  |
| 221 | O60 | 12.716 | 1.012 | 239 |  | 48 |  |
| 222 | O60 | 12 | 0.95 | 243 |  | 44.7 | 48.4 |
| 223 | O60 | 12 | 0.95 | 241 |  | 44.9 | 45.6 |
| 224 | O60 | 12 | 0.95 | 238 |  | 46.8 | 48.9 |
| 225 | O60 | 12 | 0.95 | 241 |  | 46.7 | 47.5 |
| 226 | O60 | 12 | 0.95 | 240 |  | 46.9 | 48.6 |
| 227 | O60 | 12 | 0.95 | 240 |  | 49.5 | 46.9 |
| 228 | O60 | 12 | 0.95 | 245 |  | 48.7 | 49.6 |
| 229 | O60 | 12 | 0.95 | 242 |  | 46.8 | 48.7 |
| 230 | O60 | 12 | 0.95 | 242 |  | 49.5 | 48.6 |
| 231 | O60 | 12 | 0.95 | 240 |  | 48.9 | 48.6 |