# 采购需求及技术规格要求

**1、货物需求一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 包号 | 货物名称 | 数量（件） | 预算（万元） | 交货期 |
| 包1 | Upper ELM和Lower VS支撑原材料 | 441 | 250 | 3个月 |
| 包2 | Upper VS支撑原材料 | 506 | 210 | 3个月 |

**表5：Upper ELM&LowerVS小板（包1）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **材料** | **厚度(mm)** | **长度（mm）** | **宽度(mm)** | **数量(件)** |
| **1** | **Inconel 625** | **50** | **146** | **126** | **17** |
| **2** | **Inconel 625** | **70** | **151** | **126** | **16** |
| **3** | **Inconel 625** | **70** | **274** | **126** | **18** |
| **4** | **Inconel 625** | **30** | **151** | **126** | **16** |
| **5** | **Inconel 625** | **50** | **146** | **186** | **7** |
| **6** | **Inconel 625** | **70** | **151** | **186** | **6** |
| **7** | **Inconel 625** | **70** | **274** | **186** | **8** |
| **8** | **Inconel 625** | **30** | **151** | **186** | **6** |
| **9** | **Inconel 625** | **50** | **285** | **255** | **2** |
| **10** | **Inconel 625** | **70** | **285** | **258** | **1** |
| **11** | **Inconel 625** | **70** | **348** | **285** | **2** |
| **12** | **Inconel 625** | **30** | **285** | **225** | **1** |
| **13** | **Inconel 625** | **50** | **209** | **145** | **2** |
| **14** | **Inconel 625** | **110** | **181** | **132** | **2** |
| **15** | **Inconel 625** | **110** | **181** | **132** | **1** |
| **16** | **Inconel 625** | **30** | **209** | **151** | **2** |
| **17** | **Inconel 625** | **50** | **145** | **91** | **2** |
| **18** | **Inconel 625** | **70** | **179** | **91** | **1** |
| **19** | **Inconel 625** | **70** | **281** | **91** | **2** |
| **20** | **Inconel 625** | **30** | **151** | **91** | **1** |
| **21** | **Inconel 625** | **50** | **251** | **159** | **5** |
| **22** | **Inconel 625** | **70** | **256** | **166** | **4** |
| **23** | **Inconel 625** | **70** | **281** | **261** | **5** |
| **24** | **Inconel 625** | **30** | **256** | **166** | **4** |
| **25** | **Inconel 625** | **50** | **151** | **146** | **5** |
| **26** | **Inconel 625** | **70** | **156** | **146** | **4** |
| **27** | **Inconel 625** | **70** | **284** | **146** | **5** |
| **28** | **Inconel 625** | **30** | **156** | **146** | **4** |
| **29** | **Inconel 625** | **50** | **249** | **128** | **1** |
| **30** | **Inconel 625** | **70** | **249** | **76** | **2** |
| **31** | **Inconel 625** | **65** | **76** | **69** | **1** |
| **32** | **Inconel 625** | **10** | **1000** | **700** | **1** |
| **33** | **Inconel 625** | **60** | **234** | **226** | **5** |
| **34** | **Inconel 625** | **30** | **234** | **226** | **4** |
| **35** | **Inconel 625** | **50** | **236** | **76** | **4** |
| **36** | **Inconel 625** | **50** | **316** | **76** | **5** |
| **37** | **Inconel 625** | **50** | **161** | **56** | **8** |
| **38** | **Inconel 625** | **50** | **176** | **161** | **9** |
| **39** | **Inconel 625** | **60** | **96** | **96** | **8** |
| **40** | **Inconel 625** | **60** | **96** | **96** | **8** |
| **41** | **Inconel 625** | **40** | **126** | **116** | **4** |
| **42** | **Inconel 625** | **60** | **156** | **126** | **5** |
| **43** | **Inconel 625** | **60** | **156** | **126** | **4** |
| **44** | **Inconel 625** | **50** | **126** | **116** | **4** |
| **45** | **Inconel 625** | **100** | **395** | **300** | **5** |
| **46** | **Inconel 625** | **60** | **270** | **200** | **5** |
| **47** | **Inconel 625** | **60** | **252** | **195** | **5** |
| **48** | **Inconel 625** | **40** | **206** | **161** | **4** |
| **49** | **Inconel 625** | **60** | **256** | **248** | **5** |
| **50** | **Inconel 625** | **30** | **126** | **121** | **4** |
| **51** | **Inconel 625** | **100** | **278** | **200** | **5** |
| **52** | **Inconel 625** | **40** | **278** | **228** | **5** |
| **53** | **Inconel 625** | **40** | **246** | **116** | **4** |
| **54** | **Inconel 625** | **120** | **246** | **116** | **5** |
| **55** | **Inconel 625** | **40** | **246** | **116** | **4** |
| **56** | **Inconel 625** | **40** | **146** | **116** | **8** |
| **57** | **Inconel 625** | **120** | **146** | **116** | **10** |
| **58** | **Inconel 625** | **60** | **266** | **181** | **10** |
| **59** | **Inconel 625** | **40** | **146** | **116** | **30** |
| **60** | **Inconel 625** | **120** | **146** | **116** | **30** |
| **61** | **Inconel 625** | **60** | **266** | **173.5** | **30** |
| **62** | **Inconel 625** | **40** | **164** | **116** | **4** |
| **63** | **Inconel 625** | **120** | **170** | **160** | **5** |
| **64** | **Inconel 625** | **40** | **146** | **116** | **4** |
| **65** | **Inconel 625** | **40** | **146** | **116** | **12** |
| **66** | **Inconel 625** | **120** | **146** | **116** | **13** |
| **67** | **Inconel 625** | **40** | **146** | **116** | **12** |

**表6：Upper VS小板（包2）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **材料** | **厚度** | **长度** | **宽度** | **数量** |
| **1** | **Inconel 625** | **50** | **156** | **81** | **38** |
| **2** | **Inconel 625** | **40** | **156** | **81** | **36** |
| **3** | **Inconel 625** | **50** | **136** | **126** | **20** |
| **4** | **Inconel 625** | **50** | **136** | **126** | **18** |
| **5** | **Inconel 625** | **30** | **126** | **71** | **18** |
| **6** | **Inconel 625** | **50** | **126** | **71** | **20** |
| **7** | **Inconel 625** | **50** | **126** | **116** | **18** |
| **8** | **Inconel 625** | **50** | **232** | **126** | **20** |
| **9** | **Inconel 625** | **60** | **236** | **106** | **10** |
| **10** | **Inconel 625** | **40** | **236** | **106** | **9** |
| **11** | **Inconel 625** | **40** | **232** | **146** | **9** |
| **12** | **Inconel 625** | **80** | **232** | **146** | **10** |
| **13** | **Inconel 625** | **40** | **232** | **166** | **27** |
| **14** | **Inconel 625** | **50** | **258** | **166** | **29** |
| **15** | **Inconel 625** | **40** | **232** | **146** | **27** |
| **16** | **Inconel 625** | **50** | **258** | **146** | **29** |
| **17** | **Inconel 625** | **40** | **232** | **136** | **27** |
| **18** | **Inconel 625** | **50** | **232** | **136** | **29** |
| **19** | **Inconel 625** | **50** | **232** | **126** | **10** |
| **20** | **Inconel 625** | **40** | **232** | **126** | **9** |
| **21** | **Inconel 625** | **40** | **206** | **116** | **9** |
| **22** | **Inconel 625** | **70** | **206** | **214** | **10** |
| **23** | **Inconel 625** | **70** | **180** | **145** | **9** |
| **24** | **Inconel 625** | **90** | **215** | **145** | **10** |
| **25** | **Inconel 625** | **70** | **180** | **145** | **9** |
| **26** | **Inconel 625** | **70** | **210** | **145** | **9** |
| **27** | **Inconel 625** | **70** | **175** | **145** | **9** |
| **28** | **Inconel 625** | **100** | **200** | **145** | **10** |
| **29** | **Inconel 625** | **70** | **180** | **145** | **9** |
| **30** | **Inconel 625** | **80** | **205** | **145** | **9** |
| **31** | **Inconel 718** | **30** | **1500** | **1000** | **1** |

**2、工程技术要求**

**2.1、设备的主要用途及功能**

采购的Inconel 625及Inconel 718原材料用于ELM-IVCF6个线圈支撑加工，集成在ELM线圈上最后一起安装在ITER真空室内用于导体固定和导热。

**2.3、 工作条件**

Inconel 625及Inconel 718原材料用于室温状态下加工，最终用于ITER真空室内。

**2.4、 技术性能指标要求**

**Inconel 625技术要求**

2.4.1原材料目视检测

为ELM线圈采购的所有原材料和标准设备应进行目视检查。其表面应平整、均匀，无褶皱、扣、气孔、撕裂、裂纹和夹杂物。目视检验应按照标准EN 13018标准。

原材料的目视检验应按照标准EN 13018无损检测目视检验总则进行。

2.4.2原材料超声检测

为ELM线圈采购的所有原材料和标准设备应进行目视检查。所有NDT无损检测可由ISO 9712规定的一级或二级合格人员进行。报告的协调和批准应由三级NDT专家负责。人员NDT级别认证的有效期不得超过5年。

超声检测应按照EN 10308标准进行。对于最终厚度小于75mm的普通束探头，按照标准EN 10308的质量等级3进行记录和验收标准。

板材的超声波检查应按照标准EN 10307进行无损检测。

超声波检测应对厚度等于或大于6mm的奥氏体和奥氏体-铁素体不锈钢平板产品进行(反射法)。标准EN 10307给出了验收标准，板体质量等级为S3，板边质量等级为E4。

作为棒材获得的原材料的超声波检查应按照标准EN 10308进行，验收标准在标准EN 10308中给出，最终厚度小于75mm的质量等级为3。超声检查程序应事先提交批准。

作为板材的原材料应按照标准EN 10307进行超声波检查，验收标准在标准EN 10307中给出，板材本体质量等级为S3，板材边缘质量等级为E4。超声检查程序应事先提交批准。

2.4.3原材料附加真空要求

根据ITER真空手册([18]，[19]，[20]，[21]和[22])，由于安装在ITER 托卡马克真空室的支撑，垫片和铜箔被定义为VQC-1B，因此它们必须在材料生产技术，排气和清洁度方面尊重ITER真空手册对该类的要求。最重要的是，所有部件和组件必须确保没有受限制的体积缺陷。

在ITER真空手册真空兼容材料列表中没有的原材料(因此已经有资格在ITER真空中使用)必须使用与ITER真空手册要求兼容的程序进行放气试验，如ITER真空手册本身附件17中报告的该程序的示例。最大允许脱气量定义如下:

Maximum Hydrogen Steady State Outgassing rate at 100°C (for VQC-1B components) = 1x10-7 Pa.m3.s-1.m-2. 在100°C时最大氢稳态放气速率

Maximum Impurities Steady State Outgassing rate at 100°C (for VQC-1B components) =1x10-9 Pa.m3.s-1.m-2. 在100°C时的最大杂质稳态放气速率

2.4.4支撑化学成分

生产的支撑必须采用符合以下要求的UNS N06625(商业名称Inconel Alloy 625，通常标识为Inconel 625)材料制造，这些要求来自ITER材料性能手册Inconel 625规范[24]和ASTM B443/B446，并进行了修改，以符合ITER核法规。

支撑材料应按ASTM B446标准进行1级热处理，退火后交付，化学成分和机械性能如下要求。支撑的材料生产过程应包括真空炉重熔或电渣重熔过程，以确保低夹杂物含量。

化学成分参照ASTM B446，减少最大允许Co和Ta含量。这是为了尽量减少ITER托卡马克的活化，因为Co会形成长寿命的同位素，提供重要的伽马辐射。任何与表1中的化学成分有关的改变，在实施前必须提交偏差请求并得到批准。

**表1：Inconel 625化学成分**

|  |  |
| --- | --- |
| 元素 | 百分比 |
| Ni | 58.0 min |
| Cr | 20.0-23.0 |
| Fe | 5.0 max |
| Mo | 8.0-10.0 |
| Nb | 3.15-4.15 |
| C | 0.10 max |
| Mn | 0.50 max |
| Si | 0.50 max |
| P | 0.015 max |
| S | 0.015 max |
| Al | 0.40 max |
| Ti | 0.40 max |
| Co | 0.10 max\* |
| Ta | 0.01max\*\* |

2.4.5支撑机械性能要求

UNS N06625等级1的极限抗拉强度、屈服强度和断裂伸长率的最小值取自ASTM B446，见下表2。只要满足相同的要求，原材料的不同制造方法是允许的。

**表2：Inconel 625机械性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 性能 | Ultimate tensile strength (MPa)抗拉强度 | Yield strength (MPa)  屈服强度 | Elongation to fracture (%)断裂伸长率 |
| 要求值 | ≥758 | ≥345 | ≥25% |

支撑材料的机械性能应符合表2所示的机械性能。

**Inconel 718技术要求**

2.4.6原材料目视检测

为ELM线圈和FEEDER采购的所有原材料应进行目视检查。其表面应平整、均匀，无褶皱、扣、气孔、撕裂、裂纹和夹杂物。目视检验应按照标准EN 13018。

原料的目视检验应按照标准EN 13018进行。

2.4.7原材料超声检测

为ELM线圈和FEEDER采购的所有原材料均应进行超声波检测。

超声检测应按照EN 10308标准进行。对于最终厚度小于75mm的普通束探头，按照标准EN 10308的质量等级3进行记录和验收标准。

板材的超声检测应按照标准EN 10307进行无损检测。

超声波检测应对厚度等于或大于6mm的奥氏体和奥氏体-铁素体不锈钢平板产品进行(反射法)。标准EN 10307给出了验收标准，板体质量等级为S3，板边质量等级为E4。

作为棒材获得的原材料的超声波检查应按照标准EN 10308进行，验收标准在标准EN 10308中给出，最终厚度小于75mm的质量等级为3。超声检查程序应事先提交批准。

作为板材的原材料应按照标准EN 10307进行超声检测，验收标准参考EN 10307，板材本体质量等级为S3，板材边缘质量等级为E4。超声检测规范应事先提交批准。

2.4.8原材料附加真空要求

根据ITER真空手册([18]，[19]，[20]，[21]和[22])，由于安装在ITER 托卡马克真空室的支撑，垫片和铜箔被定义为VQC-1B，因此它们必须在材料生产技术，排气和清洁度方面尊重ITER真空手册对该类的要求。最重要的是，所有部件和组件必须确保没有受限制的体积缺陷。

在ITER真空手册真空兼容材料列表中没有的原材料(因此已经有资格在ITER真空中使用)必须使用与ITER真空手册要求兼容的程序进行放气试验，如ITER真空手册本身附件17中报告的该程序的示例。最大允许脱气量定义如下:

Maximum Hydrogen Steady State Outgassing rate at 100°C (for VQC-1B components) = 1x10-7 Pa.m3.s-1.m-2. 在100°C时最大氢稳态放气速率

Maximum Impurities Steady State Outgassing rate at 100°C (for VQC-1B components) =1x10-9 Pa.m3.s-1.m-2. 在100°C时最大杂质稳态放气速率

2.4.9螺栓、垫片和套管化学成分

生产的M14螺栓、垫片和套管必须采用UNS N07718(商业名称为Inconel® Alloy 718，通常标识为Inconel 718)材料，符合以下要求，来自ITER材料性能手册Inconel 718规范[25]、ASTM B670 - 07和ASTM A1014 (M14螺栓的情况)。

垫片和套管的材料应符合ASTM B670-07，化学成分和机械性能要求如下。

螺栓材料应按ASTM A1014标准交付，化学成分和机械性能如下要求。

支撑的材料生产过程应包括真空炉重熔或电渣重熔过程，以确保低夹杂物含量。

根据ASTM B670-07和ASTM A1014，化学成分如表3所示。由于要安装的材料数量与其他IVC组件(支撑和导体)相比很少，因此ITER对Co和Ta的要求可以相对于表1中所述的要求放宽。表3所列化学成分的任何改变，在实施前必须先提出偏差要求，并经批准。

**表3：Inconel 718化学成分**

|  |  |
| --- | --- |
| 元素 | 百分比 |
| C | 0.08 max |
| Mn | 0.35 max |
| Si | 0.35 max |
| P | 0.015 max |
| S | 0.015 max |
| Cr | 17.0-21.0 |
| Co | 0.20 max\* |
| Mo | 2.80-3.30 |
| Nb + Ta | 4.75-5.50 |
| Ta 0.10 | 0.10 max\*\* |
| Ti | 0.65-1.15 |
| Al | 0.20-0.80 |
| Iron | remainder |
| Copper | 0.30 max |
| Nickel | 50.0-55.0 |
| Boron | 0.006 max |

螺栓、垫片和套管材料的化学成分应符合表3所示的化学成分。

2.4.10螺栓机械性能

材料必须符合ASTM A1014的所有指示 ASTM A1014的极限抗拉强度、屈服强度和断裂伸长率、断面收缩率、硬度的最小值见下表4。测试必须包括根据ASTM A1014指示对生产的头部紧固件进行验证。

螺栓的力学性能应于表4一致

**表4：Inconel 718机械性能**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 性能 | Ultimate tensile strength (MPa)  抗拉强度 | Yield strength (MPa)屈服强度 | Elongation to fracture (%)  断裂伸长率 | Reduction of area  断面收缩率 | Hardness 硬度 |
| 要求值 | ≥1275 | ≥1035 | ≥12% | 15% | 331HB-444HB |