# 采购需求及技术规格要求

**1、****货物需求一览表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 货物名称 | 数量 | 交货期 | 备注 |
| PF磁体终端箱及管路制造（第一批） | 3 | 合同签订且接收磁体后20天内完成相应磁体终端箱及管路系统制造 | PF5、PF6、PF7 |

**2、工程技术要求**

**2.1 货物需求**

BEST PF磁体终端箱及管路系统作为 PF磁体与外系统连接的接口，在 PF 磁体工作时起到至关重要的作用，主要由终端箱组件及管路系统组成，本项目主要包含为PF磁体终端箱及管路制造。



图1.PF磁体终端箱及管路制造流程

根据BEST PF磁体终端箱及管路制造工艺流程，交付货物内容主要包括：1）BEST PF磁体终端箱及管路系统制造完成；2）生产过程质量文件；3）完工报告。

**2.2 技术指标要求**

投标方根据招标方提供的附件内技术标准执行：

**2.2.1**总体技术要求

1) **工期要求：**单个磁体终端箱及管路系统的制造周期应在 15 天内完成(在接收

到 VPI 后磁体之日起开始计算，线下工作应前置完成)，对于延期完成的情况，乙方需提交相应的不符合项报告或者延期说明；

2) **工艺执行要求**：乙方应严格按照甲方提供的图纸进行加工，严格按照工艺指

导书进行操作；

3) **焊缝质量：**所有焊缝质量需满足 GB/T 19418 B 级要求；

4) **制造防护要求：**在终端箱及管路系统制造和转运过程中，应注意对绕组进行

防护，防止磁体表面磕碰、损坏、污染；

5) **其他要求：**

a) 在终端制造过程中，标记所使用的记号笔不得含有卤素，且需提供第三方检

测报告；

b）任何碳钢零部件不得与绕组、绕组导体、端子直接接触，直接相接触的材料

仅可为奥氏体不锈钢、G10 或玻纤树脂制品、特氟龙、聚酰亚胺、铝或铝合金，且 接触材料无磁、无卤素；

c) PT 检测结束后应对焊缝上残留的着色剂进行清洗；

d) 金属板材及金属棒材下料和制造时不允许使用带卤素元素的切削液，且只允

许使用锯床、水切割、线切割，禁止使用火焰切割；

e) 氦管管路切割时，原则上仅允许使用割管器进行切割。若采用锯类切割工作，必须向甲方提供申请，经甲方批准后，方可实施。并做好磁体防护，防止金属 碎屑污染绕组绝缘；且碎屑需及时收集并清除；在管路制造过程中做好密封防护措 施，防止杂质进入管道。

f) 在液压装置使用前需对磁体本体进行防护，防止液压系统漏油、喷油，造成

磁体污染；

g) 氦管弯制后表面需进行喷砂处理，粗糙度要求为 Ra 3～6μm；

h) 所有零件清洗要求按照《零部件清洗技术要求》执行。

**2.2.2生产前准备要求**

1) **制造平台要求**：在磁体接收前，需对终端箱及管路系统制造平台平面度进行 调整，验收要求：整体平面度不大于 1.5mm；

2）**防护要求：**绝缘操作人员应穿戴干净的防护服，包括手套、口罩等，严禁油

污等脏东西污染绝缘材料；

3) **材料检查要求：**绝缘包绕前应检查绝缘材料合格证，金属材料加工前应检查

材料合格证。

**2.2.3线下施工要求（主要针对零部件线下机加、制造、制备）**

(一) 氦管组件制造要求：

1) 氦管管路弯制需满足标准：NF EN13480-4 V3；

2) 氦管氦管尺寸、表面质量等需满足甲方提供的图纸要求；

3) 氦管弯制后漏率检测(LT)，执行标准：GB/T 40335，验收标准 P=3.0MPa(氦

气压力)，漏率＜1×10-9Pa.m3 /s；

4) 管路组件及绝缘子氦管组件焊缝 100%目视检测(VT)，执行标准：GB/T

32259，验收标准：GB/T 19418 等级 B；

5) 管路组件及绝缘子氦管组件焊缝 100%射线检测(RT)，执行标准 GB/T 3323.1

等级 B，验收标准:GB/T 37910.1 等级 1；

6) 管路组件及绝缘子氦管组件焊缝漏率检测(LT)，执行标准：GB/T 40335，验

收标准 P=3.0MPa （氦气压力），漏率＜1×10-9Pa.m3 /s；

7) 管路组件及绝缘子氦管组件焊缝 100%渗透检测(PT)，执行标准 GB/T 18851，验收标准：GB/T 26953 等级 2X；

8) 按照 7 层 GKG 半叠包绝缘结构对绝缘子氦管组件进行湿包绕绝缘处理，

**2.2.4线上施工要求**

（一）氦管组件装配与焊接

按照甲方提供的图纸进行氦管路及绝缘子装配焊接，焊接完成后尺寸等应满足

甲方提供的图纸要求。

1) 无损检测要求

◼ 线上焊接氦管焊缝 100%目视检测(VT)，执行标准：GB/T 32259，验收标

准：GB/T 19418 等级 B；

◼ 线上焊接氦管焊缝 100%数字射线检测(DR)，执行标准 GB/T 3323.1 等级

B，验收标准:GB/T 37910.1 等级 1；

◼ 线上焊接氦管焊缝 100%漏率检测(LT)，执行标准：GB/T 40335，验收标

准：

P=3.0MPa(氦气压力)，漏率＜1×10-9Pa.m3 /s(单条焊缝)；

◼ 线上焊接氦管焊缝 100%渗透检测(PT)，执行标准：GB/T 18851，验收标

准： GB/T 26953 等级 2X。

2) 氦管焊后在线绝缘处理

按照 7 层 GKG 绝缘结构进行氦管焊缝处的半叠包湿包绕绝缘处理。

(二) 终端箱及管路系统装配平台改造要求

1) 终端箱及管路系统装配平台由 VPI 平台改造完成；待该工序结束后，

PF4/5/6/7 需还原成 VPI 平台；

2) 改造后的平台支撑数量要求：PF1/6/7 磁体支撑不少于 8 个，PF2/3/4/5 磁体支

撑不少于 16 个；

3) 平台支撑整体平面度不大于 1.5mm；

(三) 端接头铣削及镀银保护

1) 按照甲方提供的图纸对终端接头进行铜面铣削，并进行镀银及保护；

2）刷镀操作人员需用 800 目砂纸打磨铜内表面，用干净棉布沾取丙酮擦拭超

导接头内部铜部分表面及其周边；光源要求：工作区域要有足够的照明条件。

利用聚酰亚胺胶带包裹超导接头焊缝区域，保证焊缝区域在镀银过程中不被银

污染；

3）刷镀电源设为稳压模式，调节电压 3.5V，工件连接负极，电刷接正极；

4）用电刷蘸取镀银液，平行贴合电刷到超导接头内部铜表面，进行刷镀；

5）重复以上操作直至铜表面光亮均匀；

6）镀银完成后记录安培小时数，安培小时数应大于 1；

7）检查焊缝处是否有银层，如果有需要利用 600-800 目砂纸打磨去除；

8）进行超声清洗，清洗溶液为去离子水，清洗时间 20min—30min；

9）用热风枪进行干燥，然后用保鲜膜包装，防止氧化，以备下一步加工制造。

(四) 端箱装配要求

1） 按照甲方提供的图纸夹具组件和终端接头支撑组件的装配，装配后尺寸等

要求应满足甲方提供的图纸要求，接头铜面平面度要求 1mm，接头位置度Φ7mm；

2）为保证支撑安装板保持在相应部位需要将上板安装到位，利用螺杆将两板连

接，保证三板固定于磁体上，螺杆预紧力要求为 143KN；

3）利用激光跟踪仪校核接头中心与夹具中心线，并在支撑底板作为 Z 方向和圆

周方向基准，建立整体装配基准，划线精度控制在 0.2mm；

4）终端箱装配过程尺寸控制参照图纸要求，其余参照标准 ISO2678-m/ISO2678-

K。

(五) 对地绝缘表面导电漆刷涂要求

1）工作流程

导电漆涂刷及夹具安装→线圈夹具接地→绝缘子支撑接地→接头夹具接地→最

终电阻检查。

2）导电漆涂刷及夹具安装

BEST PF 线圈要求在线圈表面制造 9 个扇形且相互隔离的导电漆层，相邻扇形漆 层间需预留 10mm 间隙，正式涂刷前应进行测量划线，确定需要涂刷的区域。

① 刷涂前需去除线圈表面残留的树脂、脱模布及其他残留痕迹；

② 用白绸布沾酒精清洁线圈表面直到绸布表面无明显污渍；

③ 对终端箱部分对地绝缘表面总共需刷涂 2 层导电漆，刷涂后第一层导电漆

后等 24h 后进行第二层导电漆刷涂；

④ 每次刷涂的导电漆应均匀覆盖在终端箱及管路系统对地绝缘表面；

⑤ 使用羊毛刷涂刷导电漆，每次涂刷均匀移动，保证涂刷厚度均匀性；

⑥ 涂刷完成后，导电漆层需干燥 24h 以上，过程中注意保护漆层，导电漆层

干燥后目视检查漆面，如有缺失，重新涂刷油漆

⑦ 涂刷过程中每 10 分钟搅拌一次桶中的油漆，保证均匀性；

⑧ 涂刷过程中暂停时间大于 20 分钟时应密封油漆桶，重新开始时使用新羊毛

刷。

⑨ 在刷涂的过程中按图纸要求安装夹具。

3）线圈接地及电阻测试

① 按要求对线圈夹具、绝缘子支撑、接头夹具进行接地操作；

② 按下图连接直流高压测量仪，分别测试 9 个相邻扇形导电漆层间电阻，将

测量区域连接至高压电极，相邻区域连接至低压电极，测试电压 10kV；

③ 测量电阻大于 500MΩ；

④ 记录测试环境温度和湿度，并将此信息附在测试报告中；

⑤ 线圈对地放电 20 分钟；

⑥ 连接放电电路后施加电压以 10kV/min 的速度增加到 10kV，保持 10min 后降

低电压至 0kV。测试过程中应监测和记录测量的电流与施加电压的关系。在测试报告 中附上数据。注：电流响应的异常或偏差可能表明存在绝缘问题。

(五) 测量线布线及集束要求

1) 在接头及氦管处的探测线需要沿线圈圆周方向进行布线，过程路径中需要通

过线卡进行固定，最终通过终端箱处集线器进行集束；

2) 测量线弯曲半径应大于 120mm。

**2.2.5 最终验收要求**

PF 磁体终端制造完成后，进行最终验收工作，具体如下：

对终端整体尺寸以及终端相对磁体基准面的位置尺寸进行测量，相关尺寸要求

满足甲方提供的图纸要求。

**2.2.6人员要求**

1) **施工资质要求：**绝缘处理女工和焊工应经过甲方培训，经考核合格后，才能

进行产品施工。装配、测量线焊接等操作工人也因经甲方许可后方能施工。

2) **责任工程师要求：**应了解甲方提供的图纸和工艺要求，负责施工过程中技术

问题处理，适时调整生产计划，监督班组按计划完成每日工作，负责现场和 5S 管

理。

**3）质检要求：**应熟悉甲方提供的图纸和工艺要求，严格按照文件检查工人施工

项目，对于不符合项应立即制止施工，并要求工人返工；

**4）工人要求：**应了解自己施工的文件内容和要求，所有工人严格按照甲方提供

的图纸和工艺进行操作。对于文件中相关要求不明确或者存在疑惑的施工项目，应及时向责任工程师汇报并通知甲方进行确认，对于施工中发现的问题点，应立即停止施工并向质检和责任工程师报告，等到确认后方可继续进行施工。

**2.2.7文件要求**

1) **各类检测、测量报告要求**：报告内容应详尽，报告模版应得到甲方认可；

2) MIP **填写**：及时并按照甲方要求规范填写 MIP；

3) BEST PF **磁体终端制造总结报告**：报告模版应得到甲方认可，应包括但不

限于以下内容：施工项目开始及完成时间、施工项目完成情况、质量问题(如

有)、纠正措施和方法(如有)；

4)按照要求准备相关评审资料，并负责 MRR 会议相关文件编写。

**2.2.8**须严格按照招标方提供的技术文件BEST PF567磁体零部件图纸和BEST PF567磁体三维模型及标书中的约定款项进行进行生产制造，并达到相应要求。

**3、 验收标准及验收程序**

投标方根据上述工程技术要求、BEST PF5/6/7磁体零部件图纸和BEST PF5/6/7磁体三维模型以及标书中的约定款项进行验收。