



0.5m 超导四极磁体 QD0 短样机制造

合肥科焱电物理设备制造有限公司

2020-10-26



- 一、公司介绍
- 二、总体进展
- 三、线圈技术指标
- 四、绕制及固化方案
- 五、零部件加工工艺
- 六、装配方案
- 七、总结

一、公司介绍



COMPANY PROFILE

◆成立时间：合肥科焯电物理设备制造有限公司成立于2007年1月；

◆经营范围：主要从事电物理设备、微波和高频设备、低温工程、超导磁体技术、真空机械设备、加速器部件、磁铁/线圈、各类通用机械产品的设计、制造以及自动化控制产品研发。

一、公司介绍



荣誉证书

合肥科焯电物理设备制造有限公司:

在国家重大科技基础设施中国散裂中子源工程 (CSNS) 建设 (2011-2018) 中做出重大贡献。

特发此证。

中国科学院高能物理研究所
二〇一八年九月



国家重大科技基础设施

中国散裂中子源工程

重大贡献参建单位

中国科学院高能物理研究所
二〇一八年九月



合肥科焯电物理设备制造有限公司:

感谢你们对国家大科学工程 EAST 全超导托卡马克建设做出的重要贡献!



EAST 非圆截面全超导托卡马克核聚变实验装置胜利建成

中国科学院等离子体物理研究所
国家大科学工程 EAST 工程指挥部

中国科学技术大学物理学院

关于合肥科焯电物理设备制造有限公司承担科大反场螺线管约束实验装置加工集成任务的评议意见

科大反场螺线管的束聚实验装置 (Keda Tokus eXperiment, KTX) 是我国完全自行设计、自主研发的国际先进反场螺线管装置。KTX 装置是在科技部“国家磁约束核聚变发展专项”支持下, 由中国科学技术大学物理学院承担, 中国科学院等离子体物理研究所及合肥科焯电物理设备制造有限公司通力合作建设的大型磁约束束聚装置, 是多种磁约束束聚装置及先进等离子体控制技术探索研究的重要平台。

合肥科焯电物理设备制造有限公司承担了 KTX 装置主机总体的加工制造和整体集成任务。在研制过程中, 在高压强流磁体线圈绕制、轴剖三维线圈成形、复杂电磁环境地基建设以及大型复杂结构精密安装等多项任务中, 合肥科焯电物理设备制造有限公司的工程师、技术人员与科研人员密切配合, 联合攻关, 共

同完成了工程设计, 并完成了 KTX 装置主机的加工制造和整体集成任务。

随着 KTX 装置于 2015 年 8 月 15 日一次性顺利获得第一等离子体, 验证了 KTX 装置包括主机在内的各个系统运行正常, 达到了预期的设计要求。

KTX 项目工程部部长
中国科学技术大学物理学院
2016 年 8 月 26 日

安徽省科学技术奖 奖状

为表彰安徽省科学技术奖获得者, 特颁发此奖状。

项目名称: 高载多元分流超导馈线系统关键技术与应用

奖励等级: 一等奖

获奖者: 合肥科焯电物理设备制造有限公司

2017 年 4 月 26 日

奖状号: 2016-1-D3



安徽省科学技术奖 奖状

为表彰安徽省科学技术奖获得者, 特颁发此奖状。

项目名称: 高功率回旋共振加热天线研制及关键技术应用

奖励等级: 一等奖

获奖者: 合肥科焯电物理设备制造有限公司

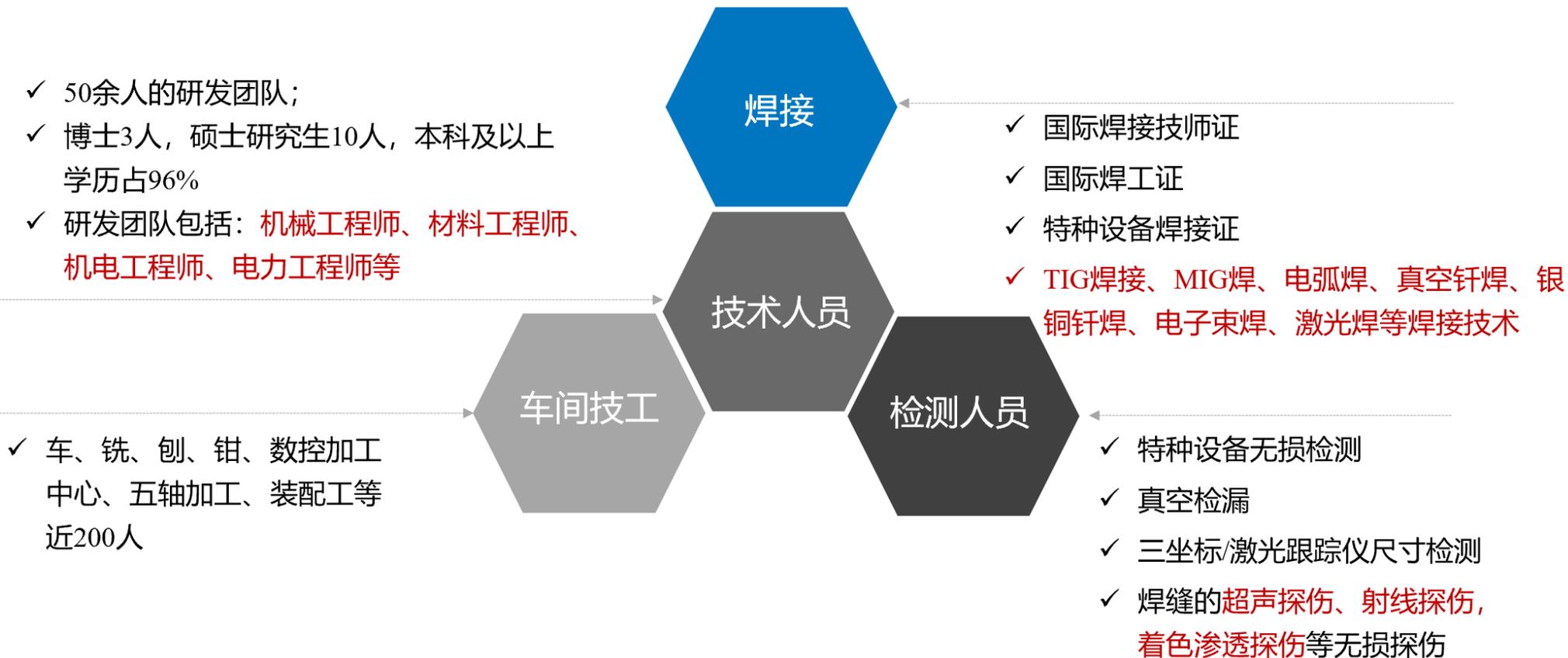
2017 年 3 月 29 日

奖状号: 2018-1-D2

一、公司介绍



公司现有人员，包括管理人员，技术人员、质量人员、生产技工等近300人。



一、公司介绍



公司现有各类通用制造（车，铣，刨，磨，钳）设备、高精密制造、焊接、钎焊、尺寸检测、无损检测、检漏设备330余台/套，其中大型及精密设备60台。

先进切割设备：大型数控等离子切割机、德国HWE-P4020水刀切割设备、(慢走丝)线切割设备、激光切割设备；

精密加工中心：数控立式加工中心、KBN-135卧式数控镗铣床、数控卧式加工中心、数控线切割、数控车铣加工中心；

大型加工中心：落地镗铣加工中心、数控龙门镗铣床、

多轴精密加工设备：有意大利JOBS五轴五联动龙门移动铣床；

焊接设备：氩弧焊设备、气保焊设备、自动焊设备；大型真空钎焊炉、氢气保护钎焊设备；

环氧树脂真空浇注设备：静态混料真空压力(VPI)浇注设备；

钣金设备：数控四辊卷板机、数控弯管机；折边机；500T压机，100T压机；

热处理设备：RT2-700-9电阻式热处理炉；真空热处理炉；

高精密尺寸检测设备：激光跟踪测量仪、三坐标测量仪；

检漏及无损检测设备：氦质谱检漏仪、超声波探伤仪、相控阵成像超声波探伤仪、X射线探伤检测设备。

一、公司介绍



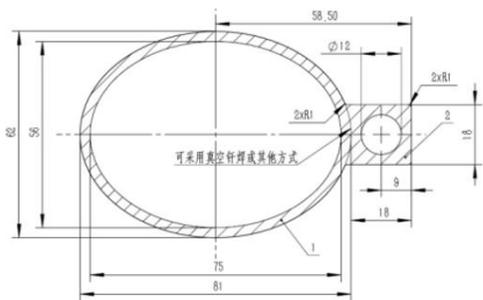
CEPC二极真空盒真空管道研制

环形正负电子对撞机，简称CEPC，是一个由中国高能物理学家们在2012年9月提出的、正在规划中的高能粒子加速器项目，用于替换即将到达预期寿命的北京正负电子对撞机。该加速器项目分两步，一期工程为CEPC，能量达到120GeV，可以作为希格斯工厂；二期工程为SppC，能量将达到25~45TeV。

我公司目前参与并完成部分关键设备的预研工作。



CEPC二极真空盒真空管道研制



真空管道截面图

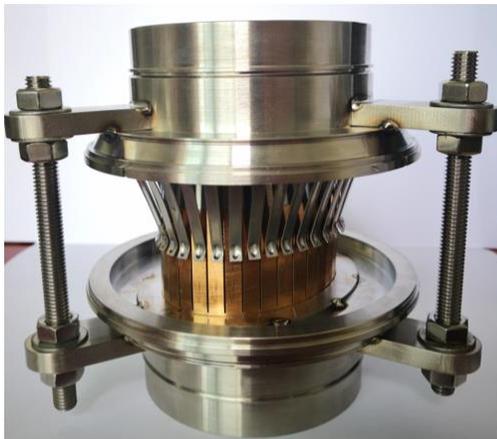
材质	6061、TU1
截面尺寸	椭圆形，侧面带水冷管
尺寸规格	6000mm各一根、1500mm短样试件各一根
数量	每种材质每种规格各1件
真空要求	真空漏率 $\leq 1.0 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

CEPC二极真空盒参数

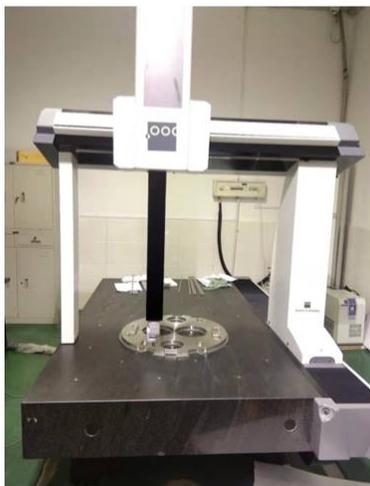
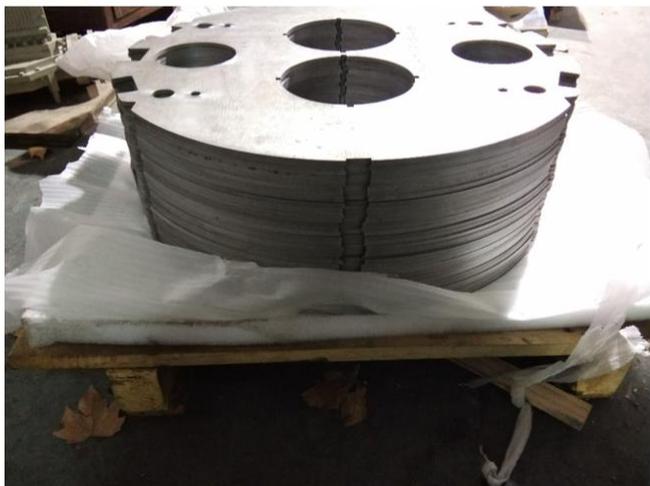
一、公司介绍



□ 屏蔽波纹管研制



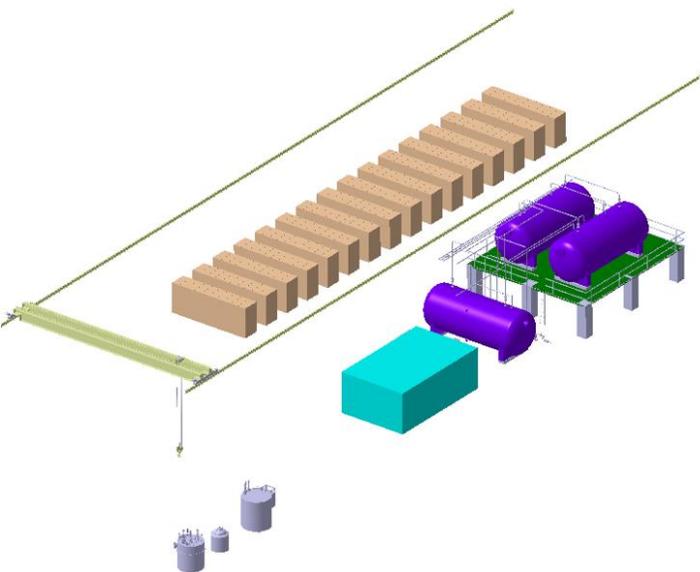
□ 轭铁加工



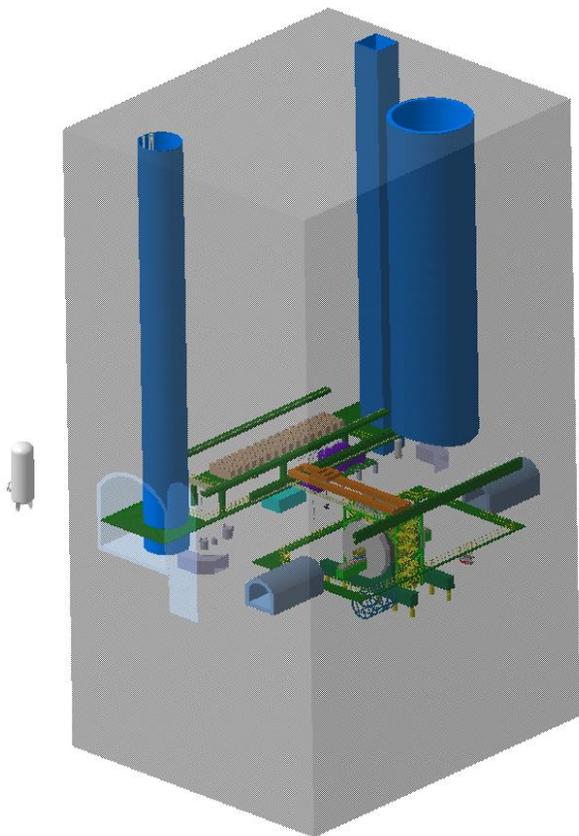
一、公司介绍



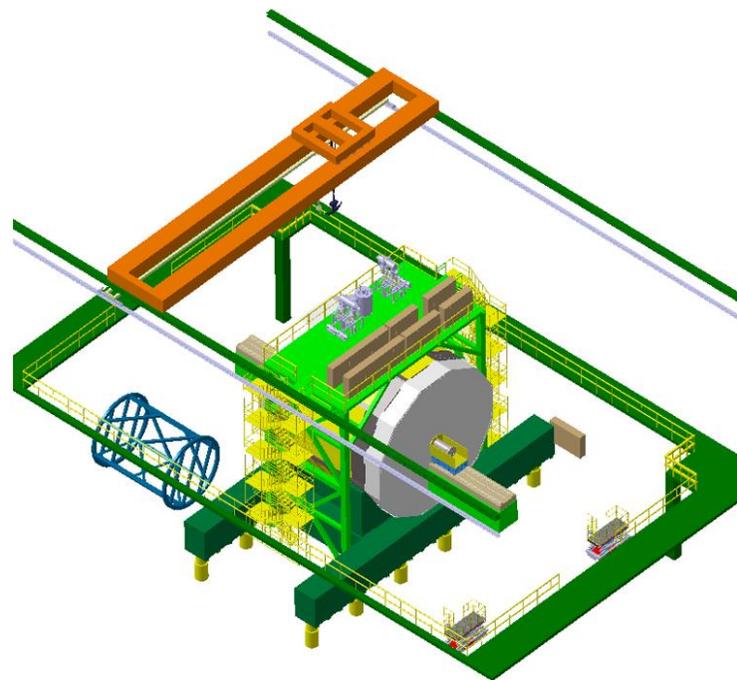
CEPC探测器大厅布局模型绘制



CEPC探测器配厅布局图



CEPC探测器大厅布局图



CEPC探测器主厅布局图

一、公司介绍

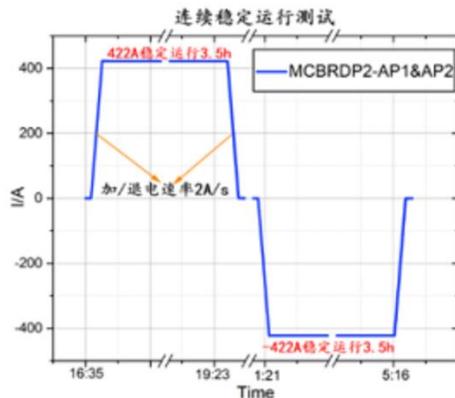
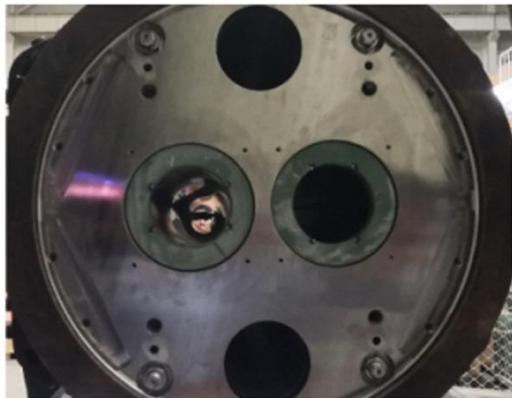


图2. 左)HL-LHC CCT超导磁体样机端部结构；右)磁体运行稳定性测试。

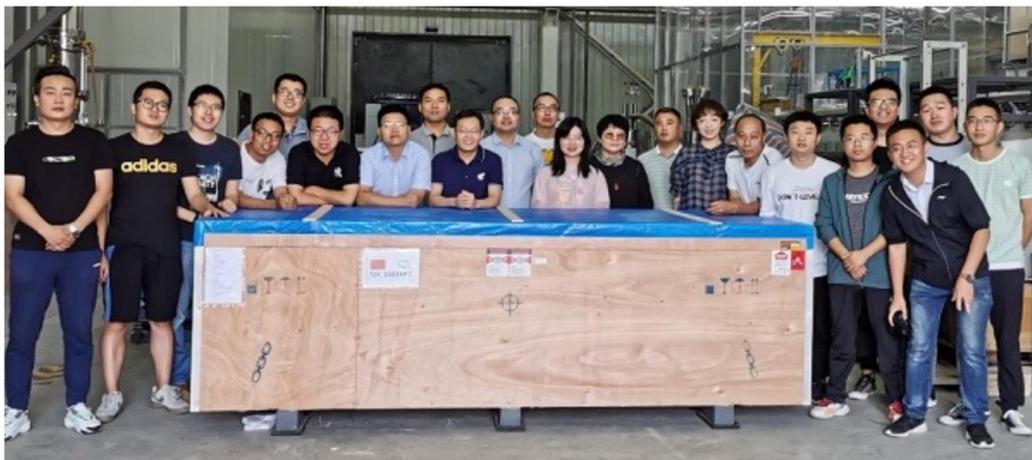


图3. 磁体在兰州近代物理所完成低温性能测试后，打包发往CERN。

HL-LHC CCT超导磁体项目由中科院高能所牵头，联合中科院近代物理所及西部超导、聚能磁体、高能锐新、合肥科焱等国内相关企业，共同完成13台（1台样机加12台正式磁体）双孔径轨道校正磁体的研制任务；交付CERN后，与HL-LHC项目中其它性能升级的装备一起，应用于周长27公里的LHC加速器中，将其对撞亮度提高5倍；磁体采用双孔CCT二极线圈结构，在两个孔径内分别产生一个水平方向及一个垂直方向的偏转磁场。线圈孔径均为105mm，孔中心间距为188mm。磁体运行电流为394A，每个孔径可提供5Tm的积分场，用于控制束流轨道的交叉角和偏差。磁体外径为614mm，长度为2.2m，整个磁体重量约为4200kg。HL-LHC CCT磁体将是新型CCT结构的超导磁体首次应用于粒子加速器中。

一、公司介绍



□ 测磁系统





二、总体进展

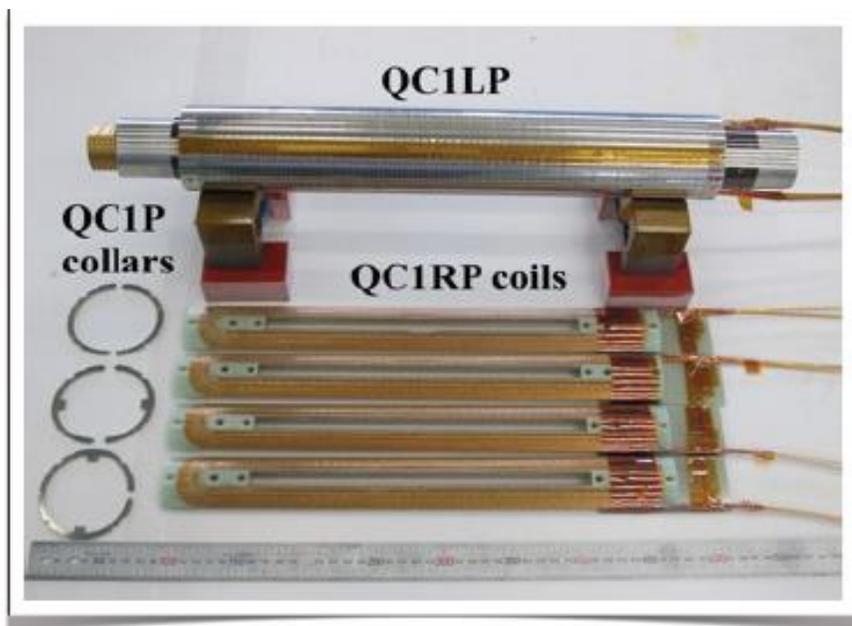
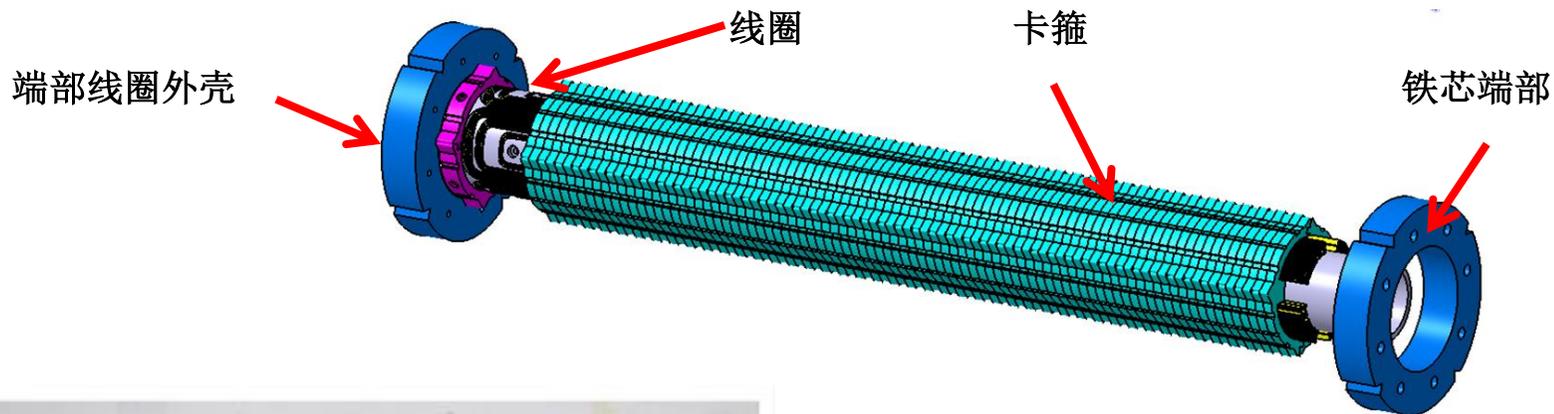


在高能所朱应顺老师团队的带领下，自2020年6月7日以来，项目组每两周组织一次视频会议，每次会议时长都在3小时以上，目前已完成了以下工作。

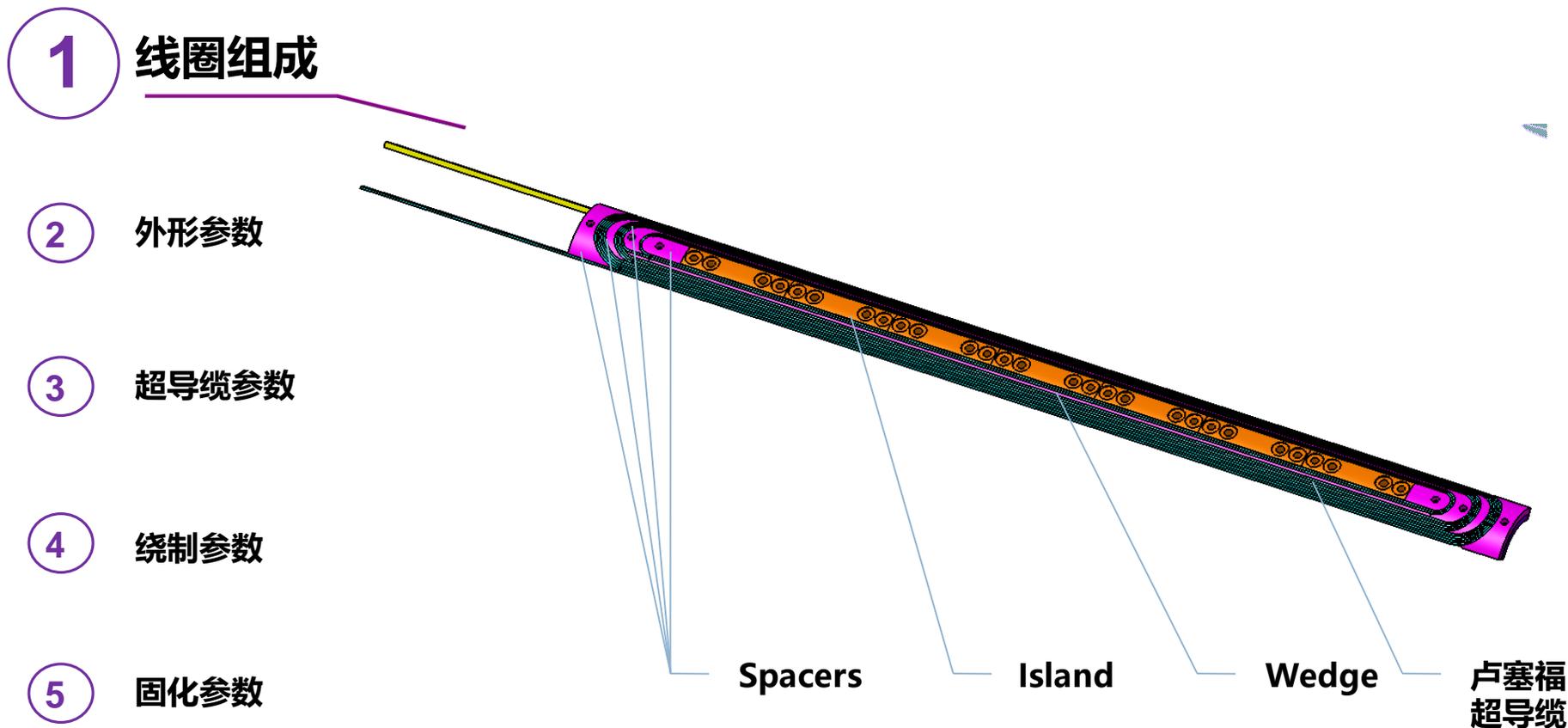
- 线圈设计
- 绕制及固化方案
- 零部件加工工艺方案
- 初步装配方案

并于2020年10月22日在合肥召开制造工艺评审会，目前已正式进入制造阶段。

三、磁体技术指标



三、磁体技术指标



三、磁体技术指标



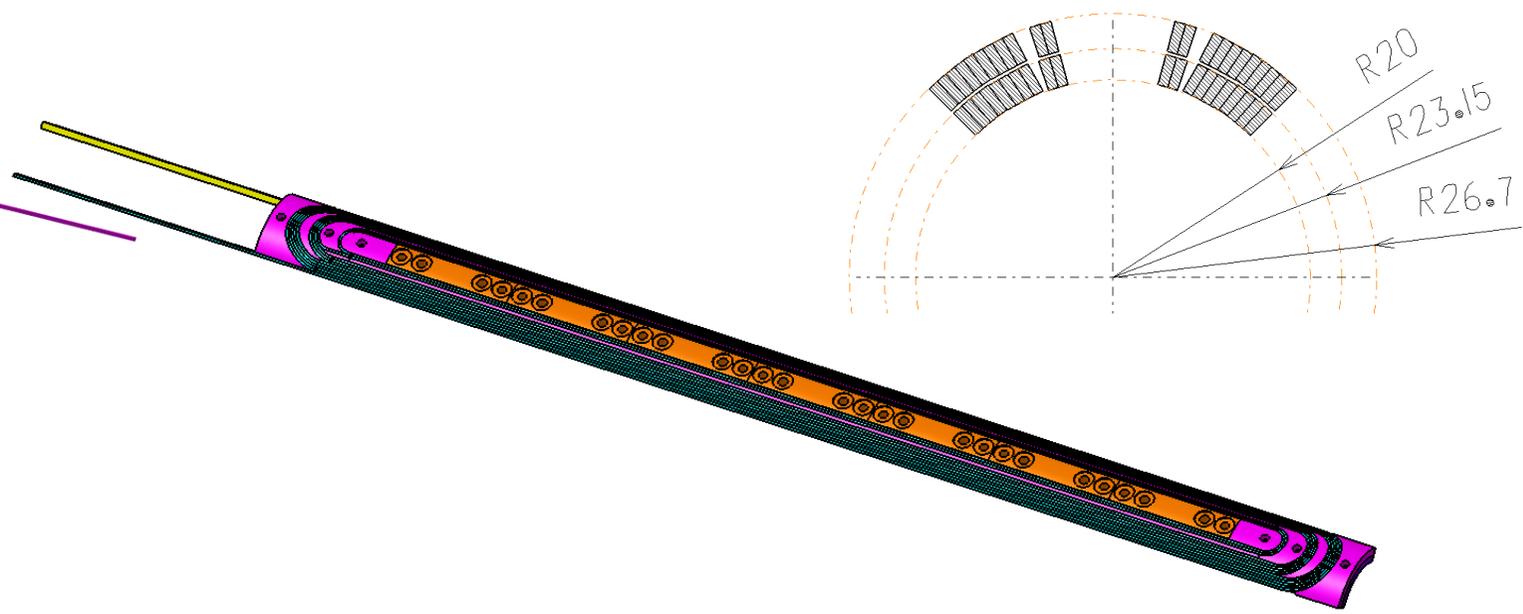
① 线圈组成

② 外形参数

③ 超导缆参数

④ 绕制参数

⑤ 固化参数



长度	$540\text{mm} \pm 0.03$	内轮廓公差	± 0.03
上弧面	$R26.7 \pm 0.03$	外轮廓公差	± 0.03
内弧面	$R20 \pm 0.03$		

三、磁体技术指标



① 线圈组成

② 外形参数

③ 超导缆参数

④ 绕制参数

⑤ 固化参数



超导缆	卢塞福超导缆	梯形角	1.9°
高度	3mm	侧面	0.075半固化环氧胶
截面	梯形中间厚度 0.93mm	组成	12超导丝编织组成

三、磁体技术指标



① 线圈组成

② 外形参数

③ 超导缆参数

④ 绕制参数

⑤ 固化参数



绕线下层	10匝
绕线上层	11匝
绕线张力	100~200N



三、磁体技术指标

① 线圈组成

② 外形参数

③ 超导缆参数

④ 绕制参数

⑤ 固化参数



固化温度

190°C

固化压力

90MPa

四、绕制及固化方案

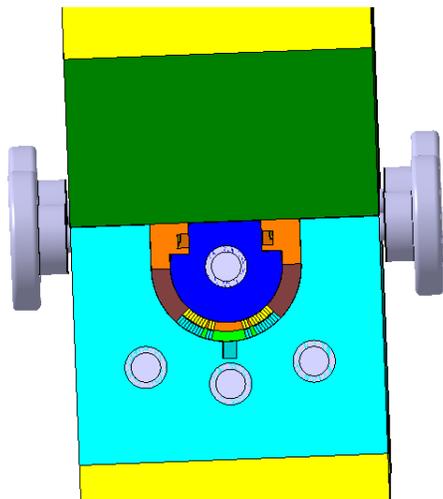
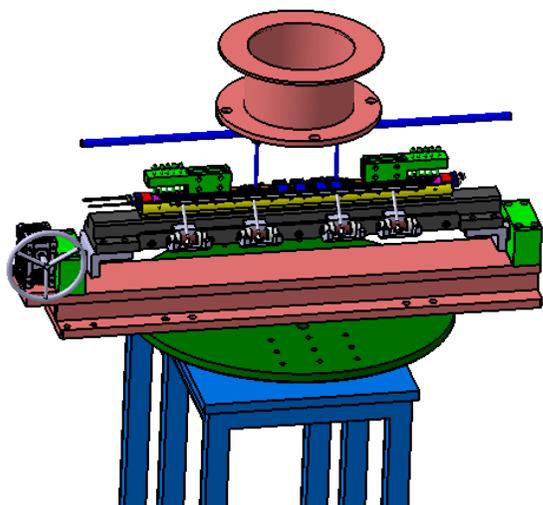


 科焯 KEYE	QD0-线圈绕制规程	Ref. No.	KY-FD-ZY-001
		Version	1.0
		Issue date	2020.8.29

QD0-线圈绕制规程

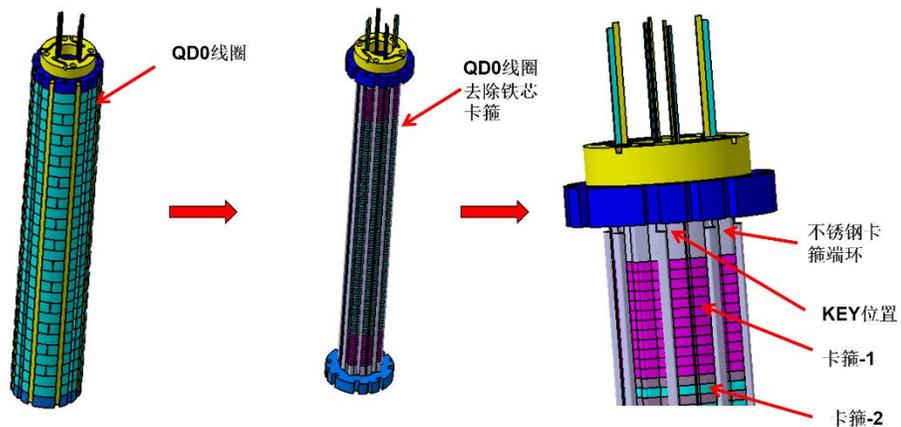
Change Log

版本号.	时间	说明
1.0	2020.8.29	第一次修改

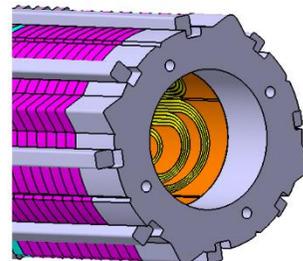


- 准备及确认
- 卢瑟福超导缆分卷
- 绕线机准备
- 绕制第一层线圈
- 绕制第二层线圈
- 进模前处理
- 装配模具
- 压力固化过程
- 现场清理

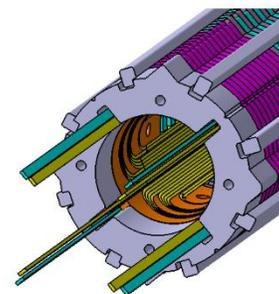
六、装配方案



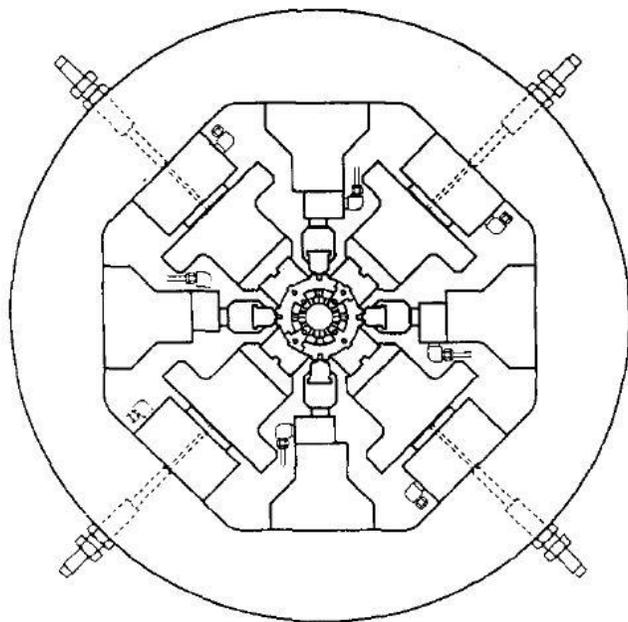
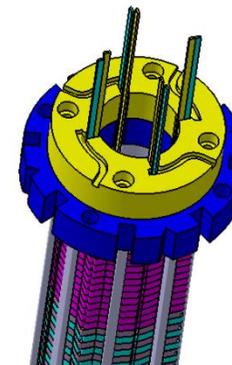
不锈钢端部板-底部



不锈钢端部板-出A线



线圈出现头端部G10处理



目前正在根据资料设计装配工装及编制装配工艺文件，预计通过1~3次例会确定方案。

七、总结



自项目启动以来，目前已完成了以下工作。

- 线圈设计
- 绕制及固化方案
- 零部件加工工艺方案
- 初步装配方案

目前已正式进入制造阶段，初步计划在春节前完成首个线圈的制造。