



# **CEPC Klystron Development**

Zusheng Zhou Institute of High Energy Physics Oct.26, 2020







### **R&D** status

- 1<sup>st</sup> klystron prototype
- High efficiency klystron(2<sup>nd</sup> klystron)
- MBK(Multi-beam klystron)
- **Future plan**





## 1<sup>st</sup> klystron prototype







- **Oct. 2017 Design report**
- **A May. 2018 Mechanical design review**
- **Oct. 2019 Parts processing**
- **Nov. 2019 Baking out**
- **Dec. 2019 Delivery to IHEP**
- **♦**Mar. 2020 High power test (400kW CW and 800kW pulsed)
- **Sep. 2020 High power test (490kW CW)**

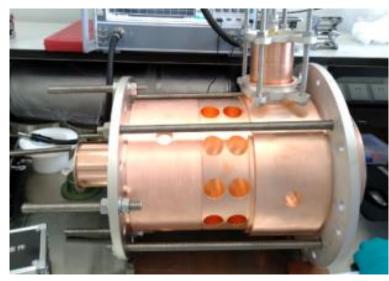


## **Parts processing**





Cavity part



Cavity



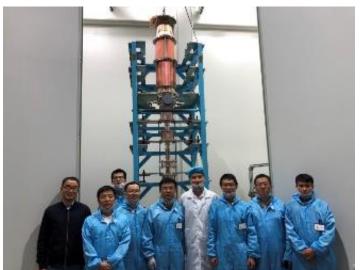
Cold test



**Collector brazing** 



**Gun processing** 



Vacuum Assy assembly

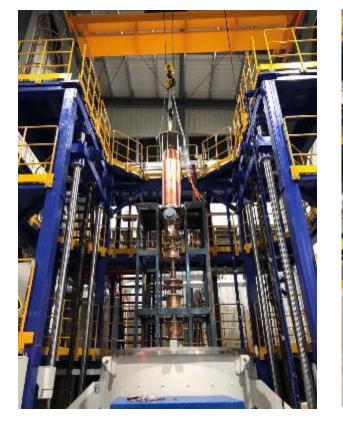


**Coil&Gird** 





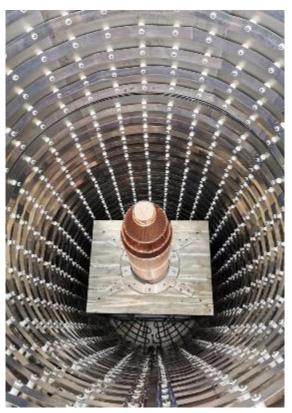






**Prototype installation** 





**Top view** 



## **Delivery to IHEP**











**Before delivery** 

#### Packing



**Arrived IHEP** 



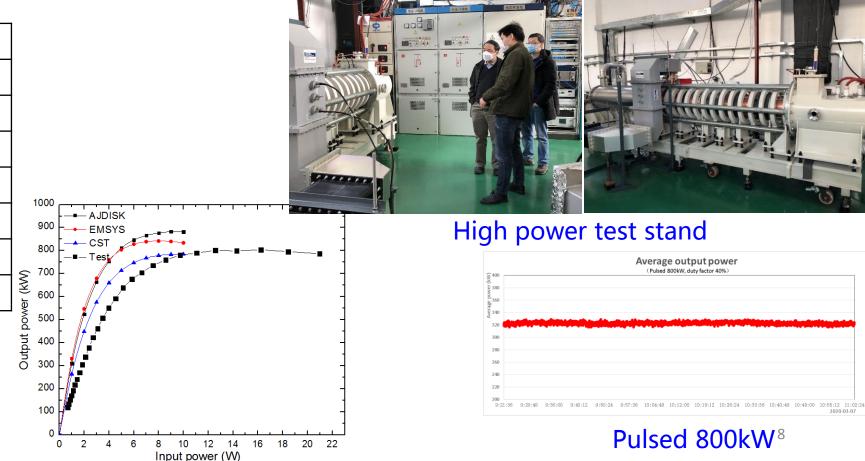
#### In place at test stand





# Phase I: 400 kW CW test and 800kW pulsed conditioning from Jan.3-Mar.9 2020

Parameters	Design	Test
Operating frequency (MHz)	650	650
Beam Voltage (kV)	81.5	80
Beam Perveance ( $\mu A/V^{3/2}$ )	0.65	0.7
Efficiency(%)	65	62
Saturation Gain(dB)	≥45	47
Output power(kW)	800	800
1 dB Bandwidth(MHz)	≥1	1.8







### **♦Phase II:**

a) Phase II test is started from Aug. 24 2020, CW power is up to 490kW on Sep.1 2020.



Cold test for waveguide system

**Test stand** 

800kW Load





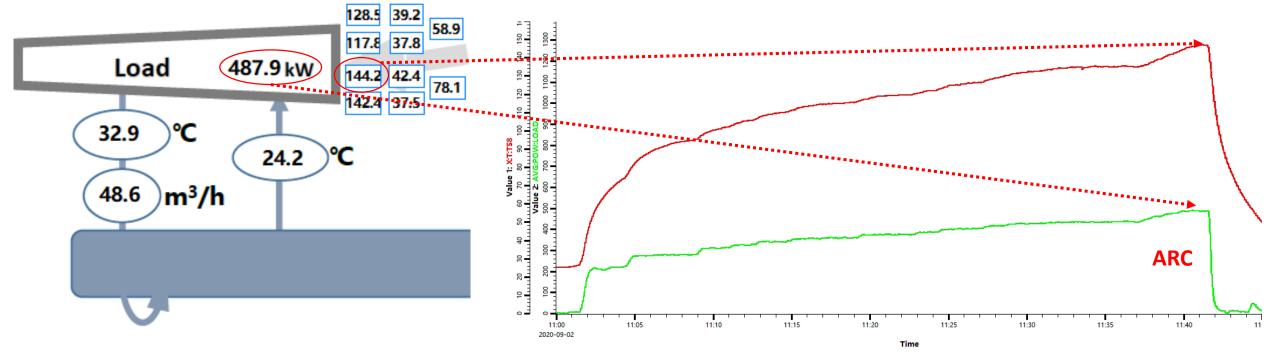
### **♦Phase II:**

b) Arc happened on load at CW 490kW On Sep.2 2020

1) Temp. at load end is more than 140 degree C.

2) Arc happened on 2 load branches.

3) The RF conditioning is stopped on Sep.2 morning.







### **♦**Phase II:

c) 400kW and 800kW are both send back Germany for repair on Sep.18 2020.







### High efficiency klystron (2<sup>nd</sup> klystron)

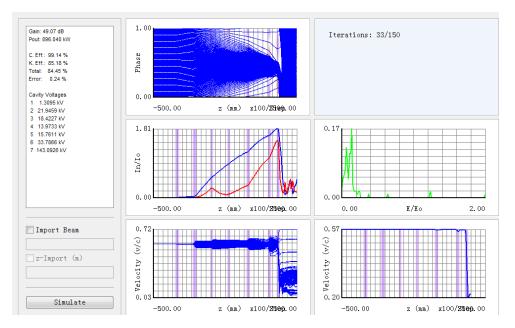


### **High efficiency design (final)**

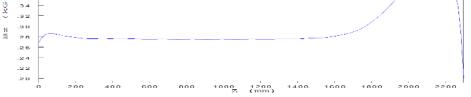
Ľ,

У

\_

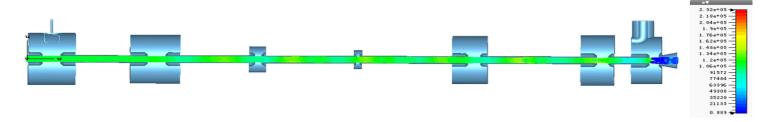


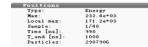
1.0 1.4 Energy\_Profile \_ -- 20 2000 2200 (1200 .38 .34



AJDISK(1D) EFF: 84.5%

EMSYS(2.5D) EFF: 79.3%





**CST(3D) EFF: 77%** 





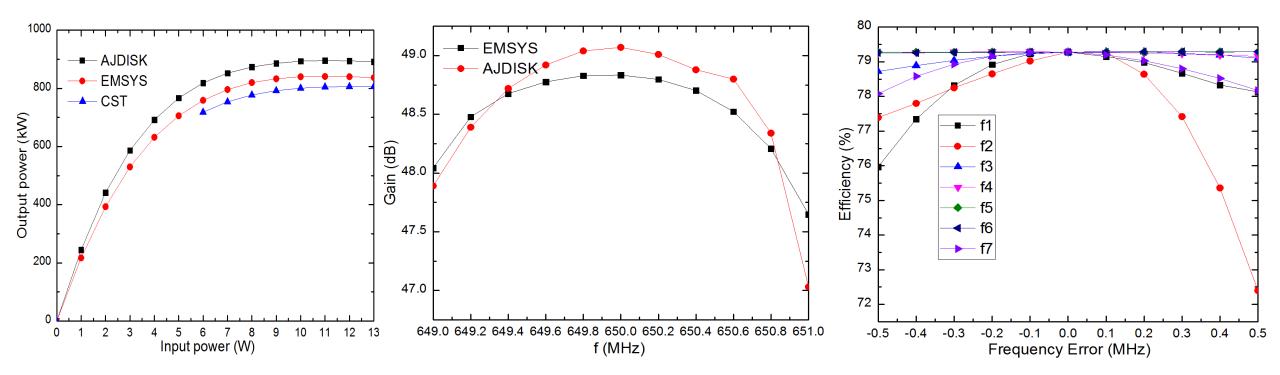
### **High efficiency design (final)**



#### Gain(3D):48.3dB

#### Bandwidth(2.5D):≥0.8MHz

#### Frequency tolerance : f1, f2, f7 $\pm$ 0.2MHz, others $\pm$ 0.5MHz





### Mechanical design



#### 1) Mechanical design discussion meeting was held on Aug. 31 2020.

#### The experts provide several views and recommendations

#### 专家意见讨论↩

1 电干险装定由电干所为变定成。 根表式导装定这种中由干缺乏阳威两以无法同步 电干 防的式带给定力法及式通货尺, 即按每电干所装定的装定力度, 据准确定提升与原则则 的比如监察 (太比如正母们比如)。

- 1.1 当年本科书》如果不用的中报日为汉本书本、在历代周期日本在加强军公式、因为 中述 异型可行力法。
- 2 经支持营养实际运行过程中、当输出防患运到4000W 超等数件、输出被限性体表间呈 分表几度运输,表下一步测试中压高端一步纤动临测并用限原带室沟上,为除下来的水 为除计模仿依据。
  - 2.1 電気物具重支持等其成素的構成支援以後,13,20%)。並且同時の内心で力深 点行場所(目分)、加速設大型運用内水型、具設設体水型力定体の内容 支援局限定、同時、設備加工用产量数据数件指数二级使,用利用三级数据内内 升 単点行用單具定、用支量等可用于局加水及用列中而供。
- 5 数据模处里说说头的这种方式无论唤证判证数据的考虑员,我以同一判证这里 附正 资 袋 2 个里说说头。然都将且印证、两外。目的范围的判里处倒不适合加度的水稻带展坏 物处以范围等你纠须判里处倒。
- 3.1 8 / 9 / 3.1 8 / 9 / 7 / 7 / 7 / 7
- 数集操器时间发送将表工之间器、发送服用、使用使力多至于好、成时采用未用有数有 的原则和多生得用用多生间含土局品质用有数的发发方式。
  - 4.1 **同力学成长规模方法** 动行政党的转动员或国力力的历史会
- 3 建江度等的处地出成用点工程处于合适。或以货水积厚积高增压方并及非过地增强地。 建立或工作上电物医头口医效润存在于压实的风、医效润疗疗法 usa 型医颈。或以用导 更快电物医头。地口公司或有实地观念。杆杂直医制造方法动。或以单计发现。 5.1 **采用。财后会尤其将**为进起使单计等美工作。
- 5 通用管管件放置表出计支架上层以近向轴段方轴(将表角向的复数,再要按伦袋变方 深重变重杂档次成杂改业、表面同管放置运行支架的,再列支架本分库计考查技平。并 列支架相关设计库计模化。
  - 6.1 目力等结合资料交流设计能等等优点算量化力速。伸张点。
- 2 近期費用額數等額以再要加支持。
- 2.1 四方線 武光用原方法
- a 刘中井可与虎采用窟殿王之段井,丹使用赵刘中井。
  - 3.1 電管機構構成工艺,每年電視算工艺,列中科系建築協合本在式供用因力現象は 原始其他未保定。
- 2 通用营业指述供中版中间的刘中方案问题,将营销船舶使用标移量单称刘中村具用 节级限制能的方案。就用表式通过供中数量不通径,积荣超过用节制接出计会调用节, 最后只通知过能强刘中村长度没有经验税刘中委来。就用来差的长止口方案将表接定 服味,且单近口.13-0.2== 的制品使因为装定成后的刘中正员召使满足要求的问题,而 要是一步制定,提供的教法是无制两个1长止口)的局部背景头。就装定一下来制定装 实际局待使及示点的刘中英点。
- 3.1 董中州中部不用州中州方案来考虑、金石利用州中州市委大部院联系集团委员 登記、 同人出行长上口口帮讨关键、上口间的新新 0.0mm 事件法、相关登记集 运行性 杂产生的州中采品。

- 10 电手指确定向并存的使自觉容易要求。不计使也再要说明严格要求。
  10.1 每方每次还有三台旨以单行号自使再至
- 11 授務部部首次提出的无法定該且方案使用电子指法定其許过比,会都有自該的考慮及 其處,或以進一步代代法定你作使用帶刺換的法定追溯於到最后,認知與認識或許夠, 四外,可以受用或法定方案將出去再受給定的尺寸會將給定定等,除口會將受用止口結 約,正式方法許可以受去給定品更完成再加快。
  - 11.1 四方專助化由子與保护大法與國家,在與加保的自由行手來以保护,保健性保健 化用子 医血行情况。
- 12 解剖香间附用物采用金钩村村,与些其分积员多民态制。其香花用干部饼村村,与些其 公积及干品态制。第二文样香间附用物村村花用天气和正及干部饼料菜炒一步时 22 比 效。
  - 12.1 其它所保入无限不能知时的
- 15 時期政内部員包発用於什關定,且首進一步部項,加單発用時間約,也首為於其加工 方案。
  - 13.1 其他部分必要性也非常用任计规定。在研究的生态中的转发下,不能用用的复数。
- 14 時期設設後工艺采用二級均衡正長三級均衡。均衡局約条如何変化也再要完成比較。 14.1 時方線以中加設書受用三級均。並用設設を大型正式主一書等代。
- 13. 财务数本次营和点型部件同时保持,更份数大,而成一步评估,财务数正口单益制度 0.13-0.2~~太大,数据年度,0.1~~以内。
- 15.1 👮 2.1 🐺 9.1
- 16 原政國督教國系統等部杆外为國歌的全义显著委集一步计论部究。
- 15.1 是方领动资料与银行首都由中国委员、及普尔网政是首学资源最近为已还多后。 资料文化的成果的和优化的条件。
- 17 数集物水之外应为内应均为一体。内水之开砌成超代过水的设计上常好可以指容。 17.1 费力等以受用的方案。

<sup>2020-09-05</sup> 



### **Mechanical design**



2) Mechanical drawing of gun part is almost finished and cavity part drawing is in progress.



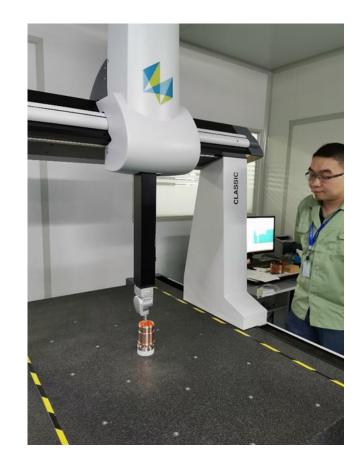


### **Mechanical design**



# 3) Cavity research assembly experiments are being well done at collaboration company.









### **Multi-beam klystron**

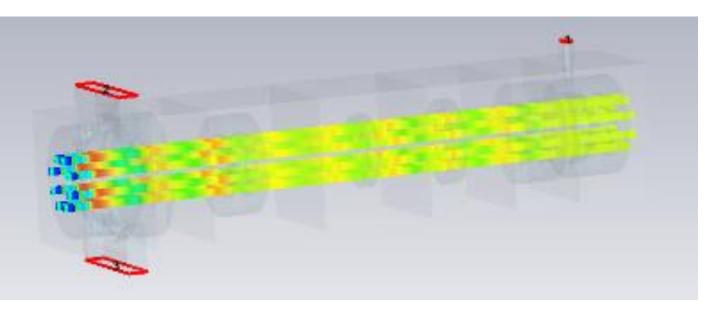


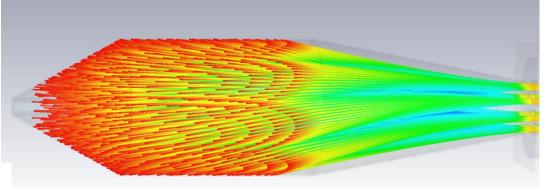
### **Multi-beam klystron**



#### 1) Design Parameters

Parameters	Unit	Value
Gun Voltage	kV	54
Beam number		8
Beam perveance	μP	0.2
Output power	kW	800
1dB bandwidth (3-D simulation)	MHz	±0.75
Efficiency(3-D simulation)	%	80.5





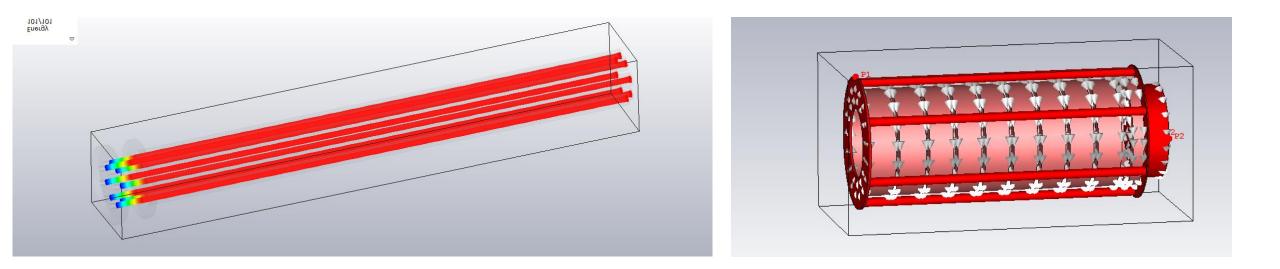
The major parts of MBK design are finished, including the interactive cavity, electron gun, focusing solenoid, window and collector.







## 2) Design of electron gun and focusing solenoid is finished. Adopting flat-surface cathodes with diameter of 20mm.



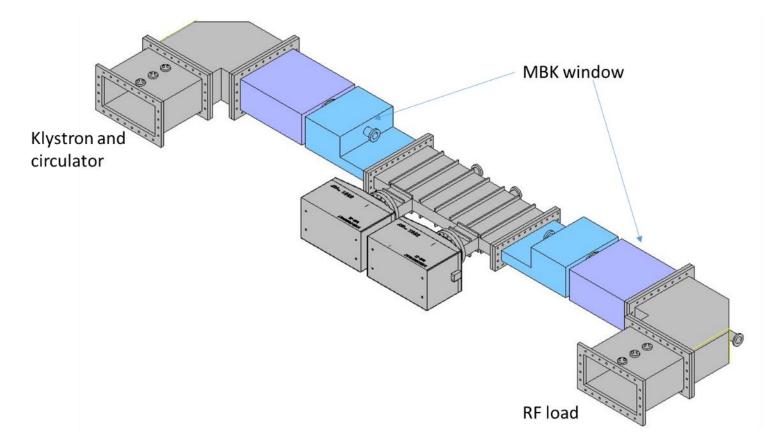
MBK solenoid and electron gun design



### **Multi-beam klystron**



## 3) Design of MBK window prototype is finished and prototype manufactured is also processing.



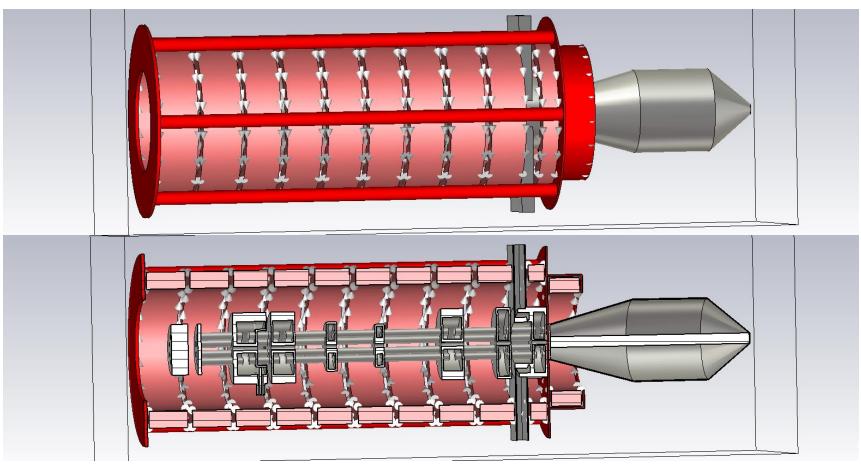
Schematic diagram of MBK window test stand



### **Multi-beam klystron**



#### 4) Mechanical design will start soon



**MBK physical model** 







 We are waiting for 800kW load sent back for 1<sup>st</sup> klystron prototype high power test (>500kW, 800kW CW?)
 Take efforts to push manufacture of 2<sup>nd</sup> klystron.
 Complete design of MBK and start mechanical design as soon as possible.





# Thanks for your attention!