

# Progress and Schedule for the MICE/MuCool Coupling Coil Project

2010-07-08

**HIT MICE CC Project Group – Fengyu Xu**

**Institute of Cryogenics and Superconductivity Technology**

**Harbin Institute of Technology, Harbin, China**

**Presented by Steve Virostek - LBNL**

## Outline

- Management Plan
- Funding Situation
- Vendor's Production Plan (schedule)
- MuCool Coupling Coil Status
- Production Drawing Status
- Coil-Packaging Procedure (re. welding cover plate)
- Reforming Extended Cryogenic System for Magnet Training Test
- WBS for Reforming Extended Cryogenic System
- Manpower

## Management Plan

- A modified MOU between LBNL and ICST/HIT has been drafted (and approved by MICE Executive Board) based on meetings held during a May '10 visit to HIT by M. Zisman, D. Li and S. Virostek
- LBNL will take responsibility for the completion and final approval of the magnet fabrication drawings
- Prof. Wang Li (now at SINAP) is continuing to provide technical oversight on the project (through LBNL-SINAP collaboration)
- Engineering help at SINAP to complete the magnet cryostat design and drawings being led by Dr. Lixin YIN
- HIT is responsible for interface with the fabrication vendor (QiHuan Company) and for completion of the test system (with LBNL help)

## Funding Situation

- A contract for fabrication of the MuCool coil was previously placed
- The contract for 2 sets of MICE coupling coil magnets has been signed with the QiHuan Company (Beijing), totaling 1.94M RMB
- There has been another 1.10M RMB secured for:
  - Modification and completion of the test system (contract placed with a company local to HIT)
  - Powered testing of large test coil
  - Training of all three cold masses
  - Contract for cover plate welding

## Vendor's Production Plan

- HIT provides signed production drawings (after approval by LBNL)
- Vendor fabricate magnet following drawings
- The vendor has provided the following milestones

标识号	任务名称	工期	开始时间	完成时间
0	MuCool/MICE Coupling Magnet Production	899 d	2009年2月16日	2012年7月26日
1 ✓	Bidding and signing the contract	62 d	2009年12月18日	2010年3月15日
2	MuCool Coupling Magnet	696 d	2009年2月16日	2011年10月17日
3	Cold Mass Assembly	533 d	2009年2月16日	2011年3月2日
86	Fabricate components inside the cryostat neck	148 d	2010年8月10日	2011年3月3日
104	Fabricate current lead components	121 d	2010年8月10日	2011年1月25日
115	Fabricate thermal shield components	519 d	2009年4月9日	2011年4月5日
137	Fabricate vacuum vessel components	190 d	2010年8月10日	2011年5月2日
156	Assemble all components together	207 d	2010年10月18日	2011年8月2日
MuCool ➤ 183	Magnet test, factory acceptance	54 d	2011年8月3日	2011年10月17日
190				
191	MICE-1 Coupling Magnet	498 d	2010年5月24日	2012年4月18日
192	Fabricate Cold Mass Assembly	313 d	2010年5月24日	2011年8月3日
240	Fabricate Components inside the cryostat neck	107 d	2011年3月4日	2011年8月1日
243	Fabricate current lead components	60 d	2011年9月13日	2011年12月5日
246	Fabricate thermal shield components	292 d	2010年8月11日	2011年9月22日
250	Fabricate vacuum vessel components	149 d	2011年5月6日	2011年11月30日
MICE #1 ➤ 253	Assemble all components together	171 d	2011年7月7日	2012年3月1日
278	Magnet test, factory acceptance	34 d	2012年3月2日	2012年4月18日
284				
285	MICE-2 Coupling Magnet	533 d	2010年7月13日	2012年7月26日
286	Cold Mass Assembly	304 d	2010年7月13日	2011年9月9日
334	Fabricate components inside the cryostat neck	107 d	2011年3月4日	2011年8月1日
337	Fabricate current lead components	50 d	2011年9月13日	2011年11月21日
340	Fabricate thermal shield components	110 d	2011年4月22日	2011年9月22日
343	Fabricate vacuum vessel components	149 d	2011年5月6日	2011年11月30日
MICE #2 ➤ 346	Assemble all components together	195 d	2011年9月12日	2012年6月8日
371	Magnet test, factory acceptance	34 d	2012年6月11日	2012年7月26日

◀ 10/17/11

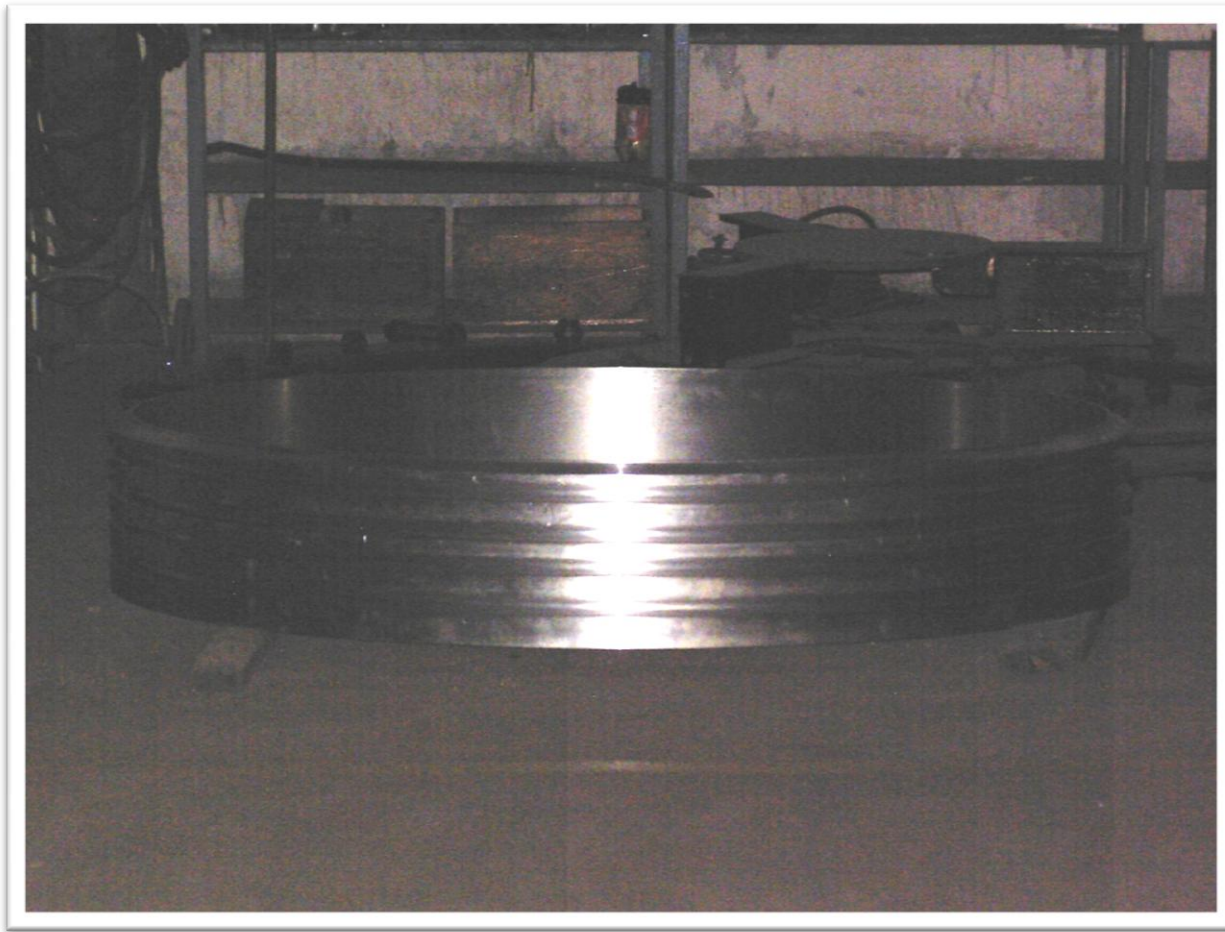
◀ 4/18/12

◀ 7/26/12

## MuCool Coupling Coil Status

- Cold mass forgings for 3 sets of coupling coils have arrived at the vendor (except for one cover plate forging ring).
- Superconducting wire, epoxy, and fiber glass cloth to be used for the MuCool coupling coil have been transported to the vendor.
- The winding system designed by ICST has been re-built at the vendor, and their personnel were trained on the winding procedure last year.
- The welding scheme for the cold mass cover plate and attachment of the cooling tubes has been established; a contract will be placed by ICST soon.
- Based on the winding procedure, the vendor is attaching ground insulation plate to the coil bobbin

## MuCool Coupling Coil Status



**A finish machined coil cover plate**



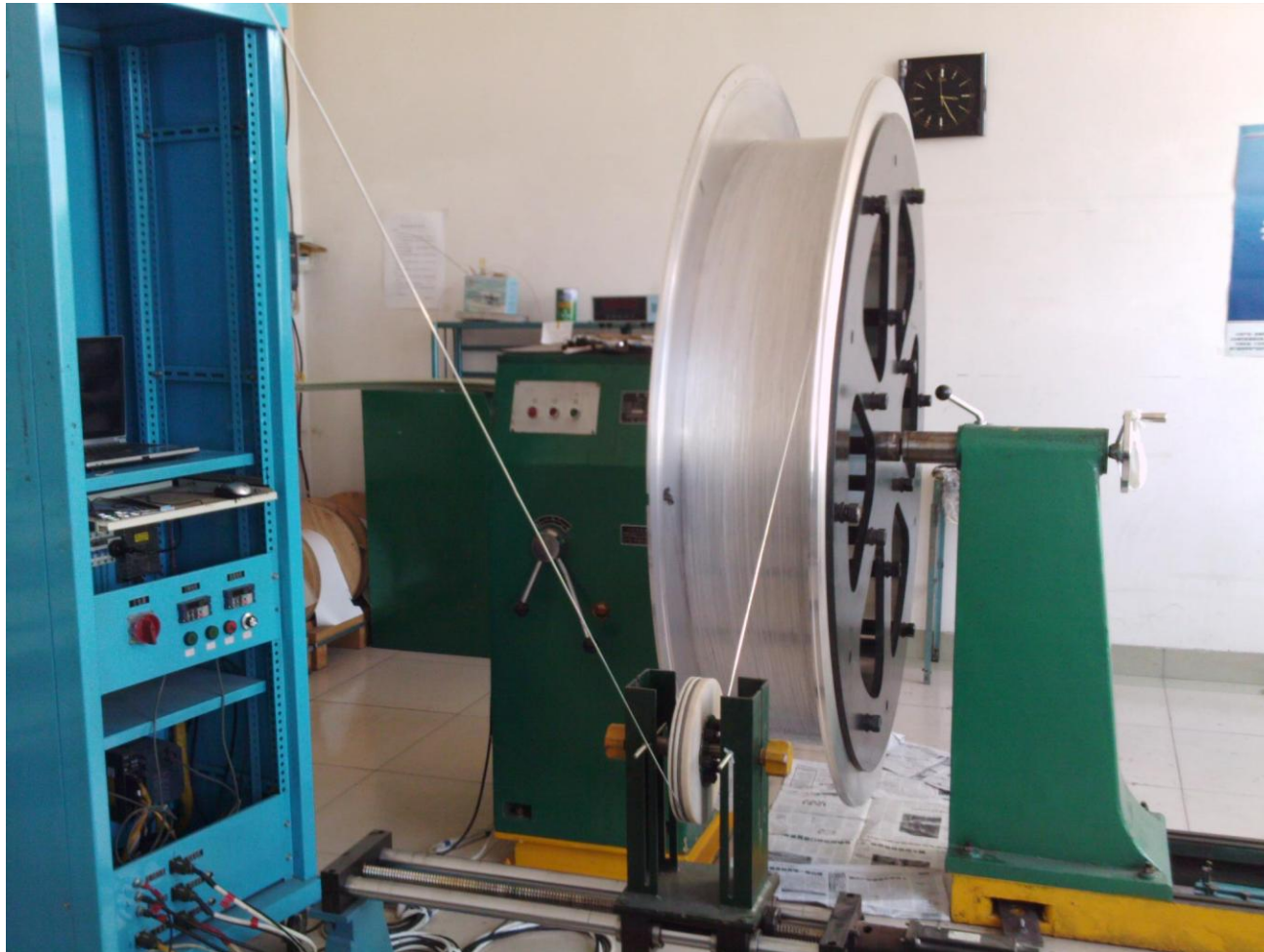
## MuCool Coupling Coil Status



**Coil bobbin ready to mount on winding machine**



## MuCool Coupling Coil Status



Curing of the first layer of bottom ground insulation

## Production Drawing Status

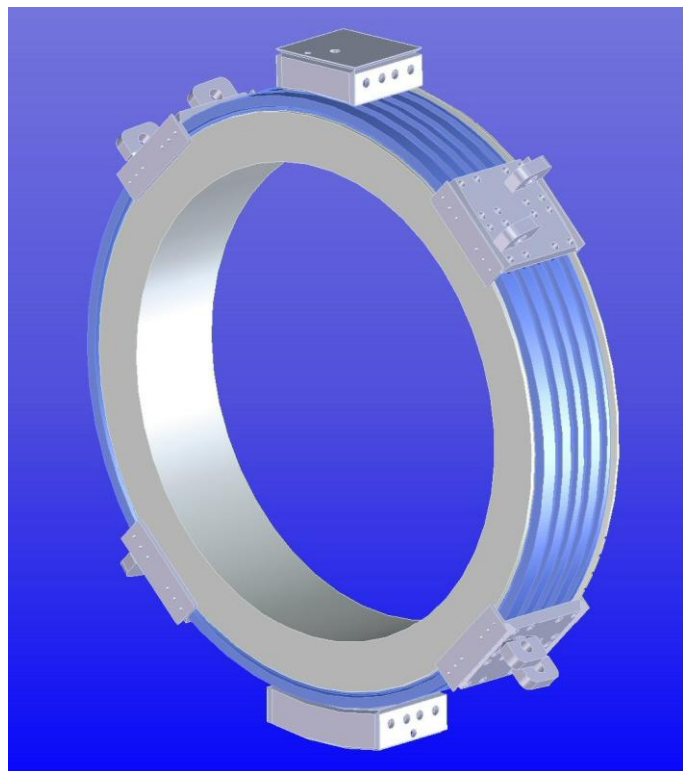
- The drawings of the cold mass assembly were signed/approved by Fengyu Xu on behalf of Li Wang and sent to the vendor to start the fabrication process.
- Cold mass drawings are being verified by LBNL by means of an independent 3D CAD model.
- The 3 cryocooler design is in the calculation/check stage. Li Wang and her three students are working on completing this process.
- The remaining drawings (cryostat, etc.) are being generated at SINAP (led by Lixin YIN)

## Production Drawing Status – LBNL Progress

- LBNL will approve the cold mass related fabrication drawings through verification using an independent 3D model
- LBNL has verified 90% of the coldmass fabrication drawings
- Verification of the coldmass support drawings are 80% done
- Verification of the quench protection drawings is ongoing

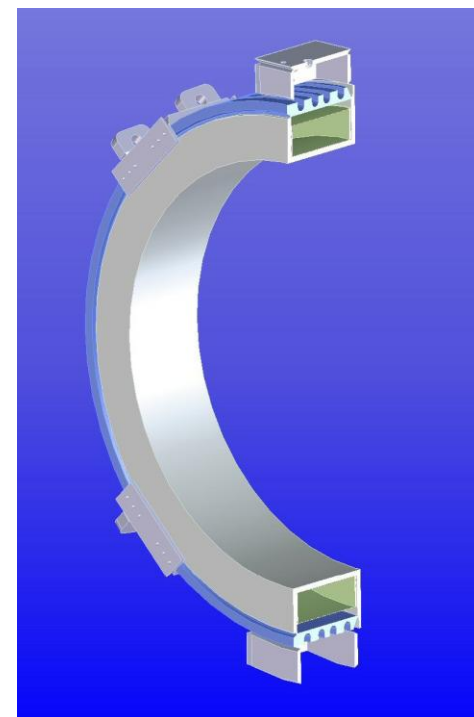
-12-

## LBLN Coupling Coil Cold Mass 3D Model



*LBLN 3D model created from the Harbin drawings*

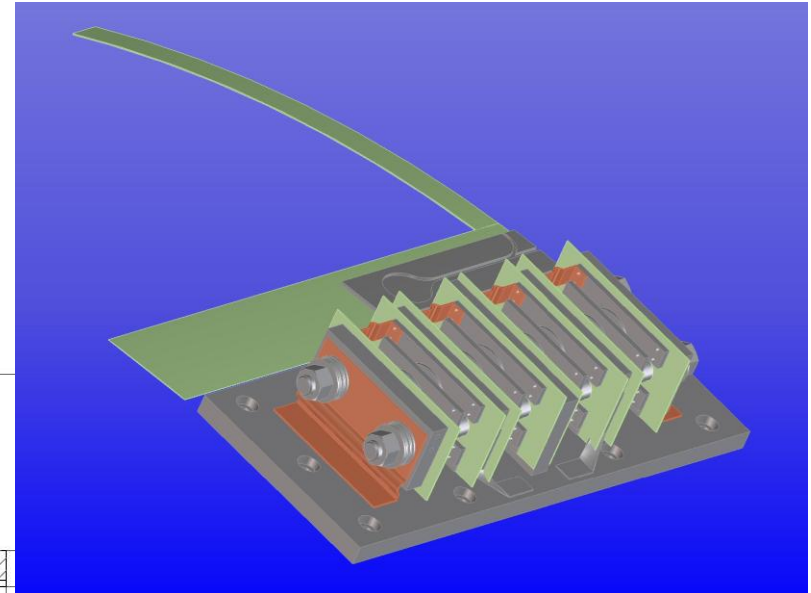
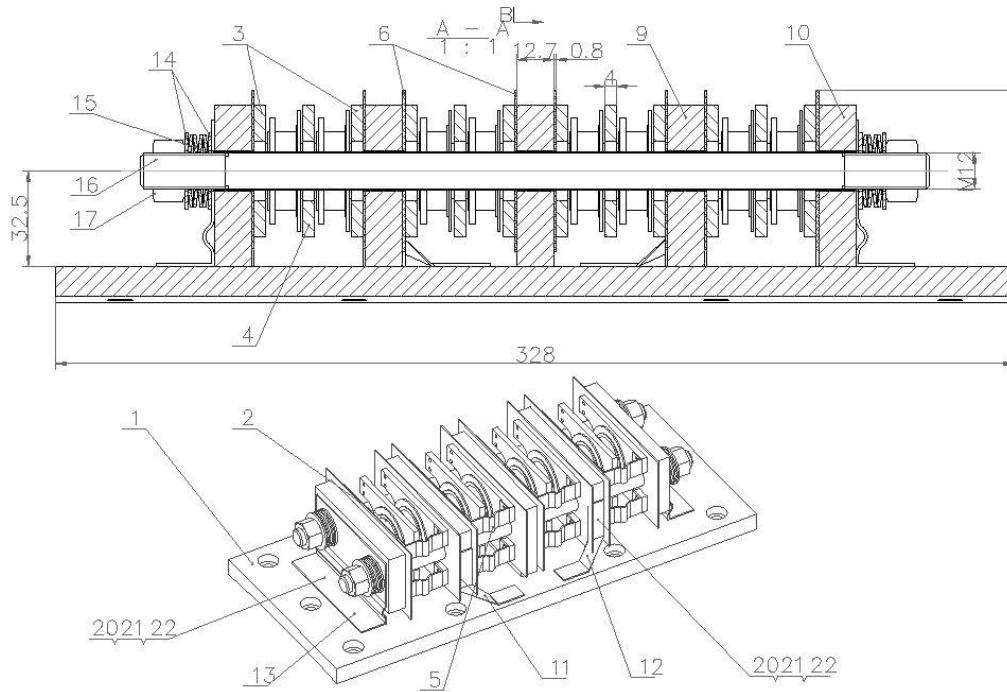
- LBNL has verified 90% of the fabrication drawings of the cold mass from ICST by creating a 3D model and studying it for any errors and omissions
- These drawings from Harbin are being used by the QiHuan Company to fabricate the coldmass components





## Quench Protection System Drawings

- Verification of the quench protection system drawings is ongoing at LBNL

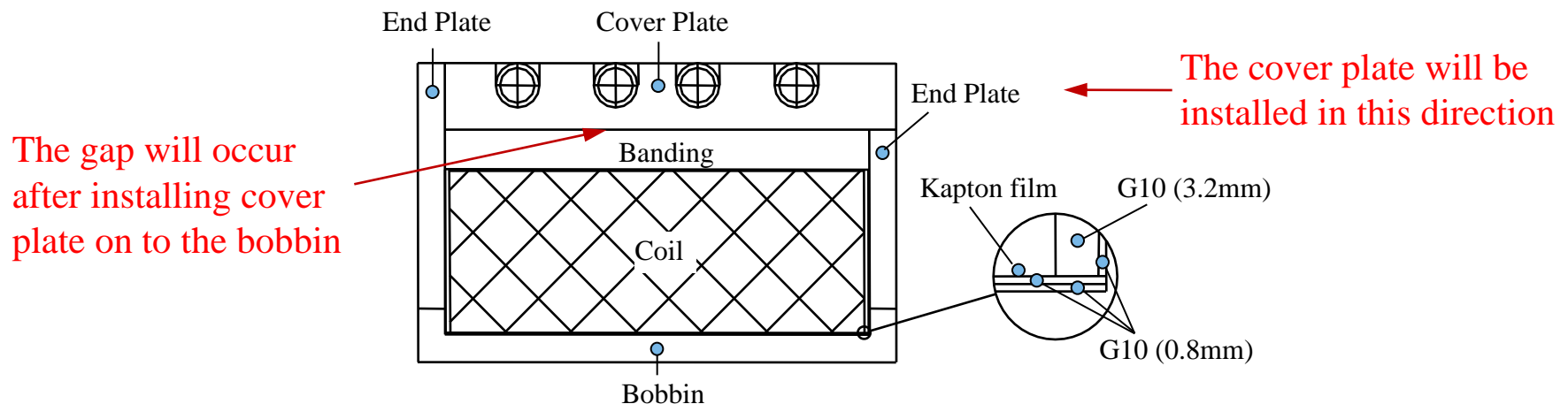


- LBNL is in constant communication with Harbin to resolve any issues with the drawings



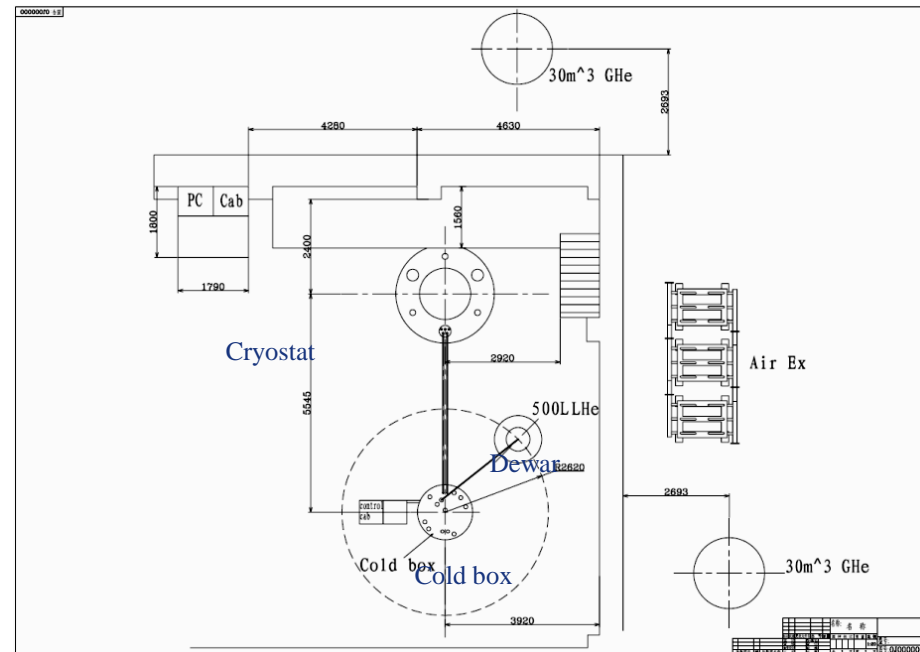
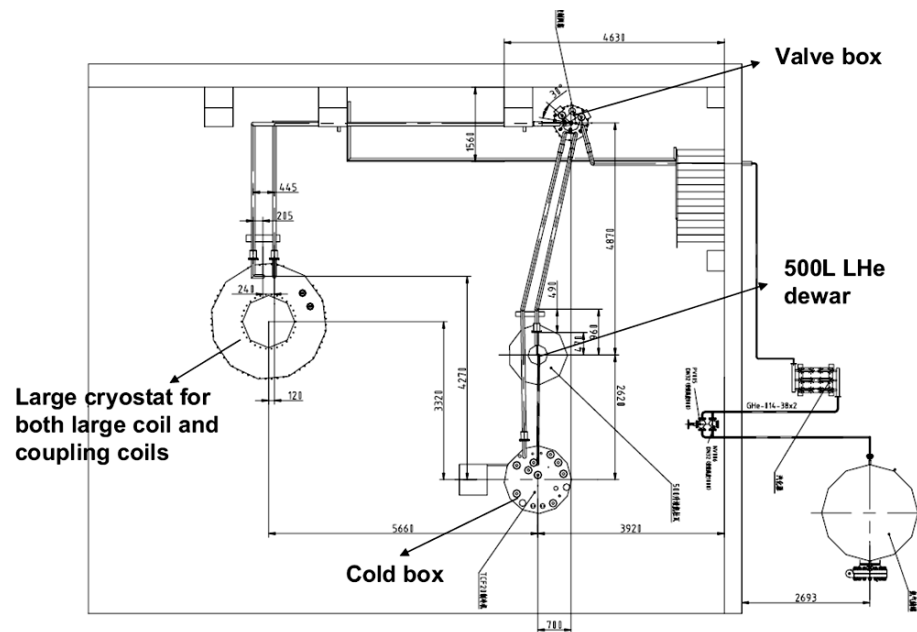
## Coil-Packaging Procedure (related to welding cover plate)

- The coil-packaging procedure will be submitted to LBNL
- The key technical point is that a gap will occur between the banding and cover plate ID.
- First weld the cover plate, then vacuum impregnate epoxy into the gap.
- Another key technical point is that the deformations after welding aluminum tubes onto the cover plate will affect installation of the cold mass support seats and the positioning accuracy.



# Reforming Extended Cryogenic System for Magnet Training Test

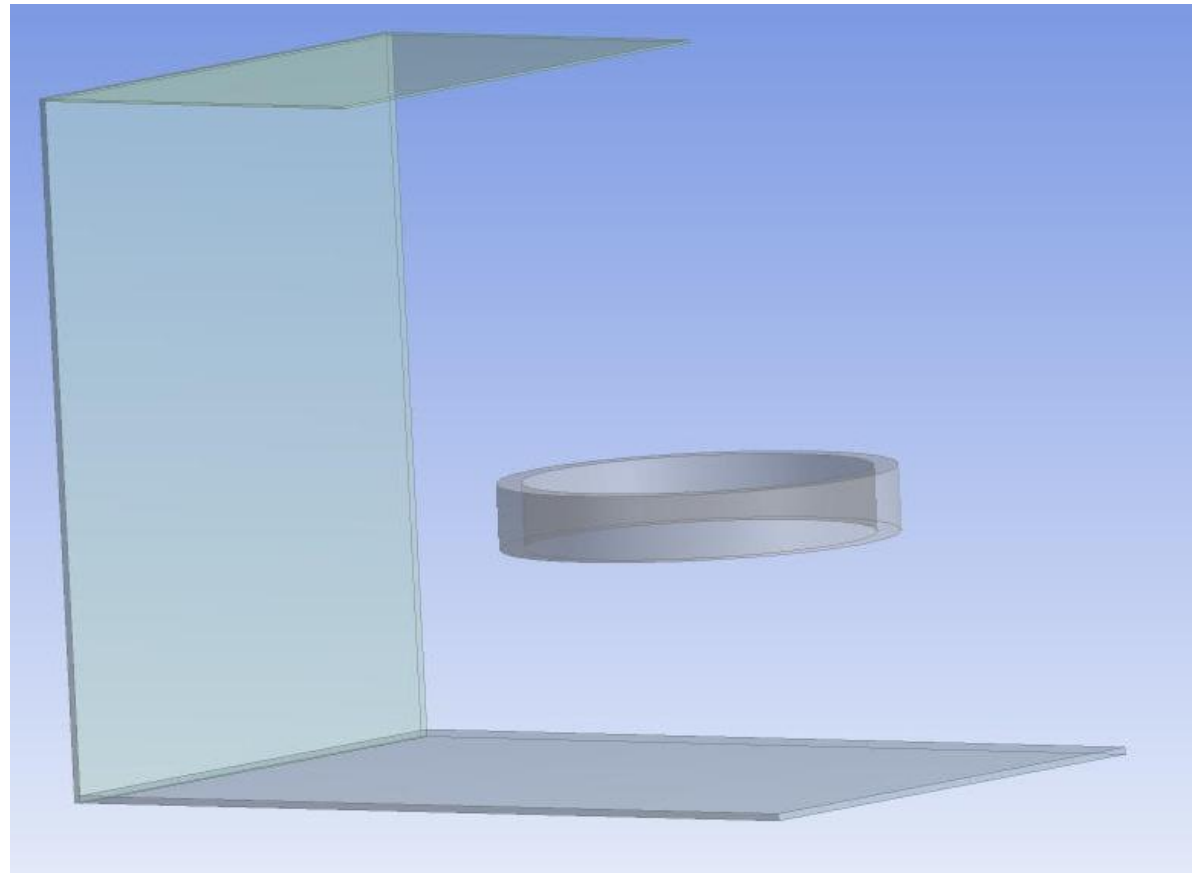
1. Simplified flowchart and facilities of extended cryogenic system: replaced thermo-siphon cooling principle from original design with forced two-phase flow.



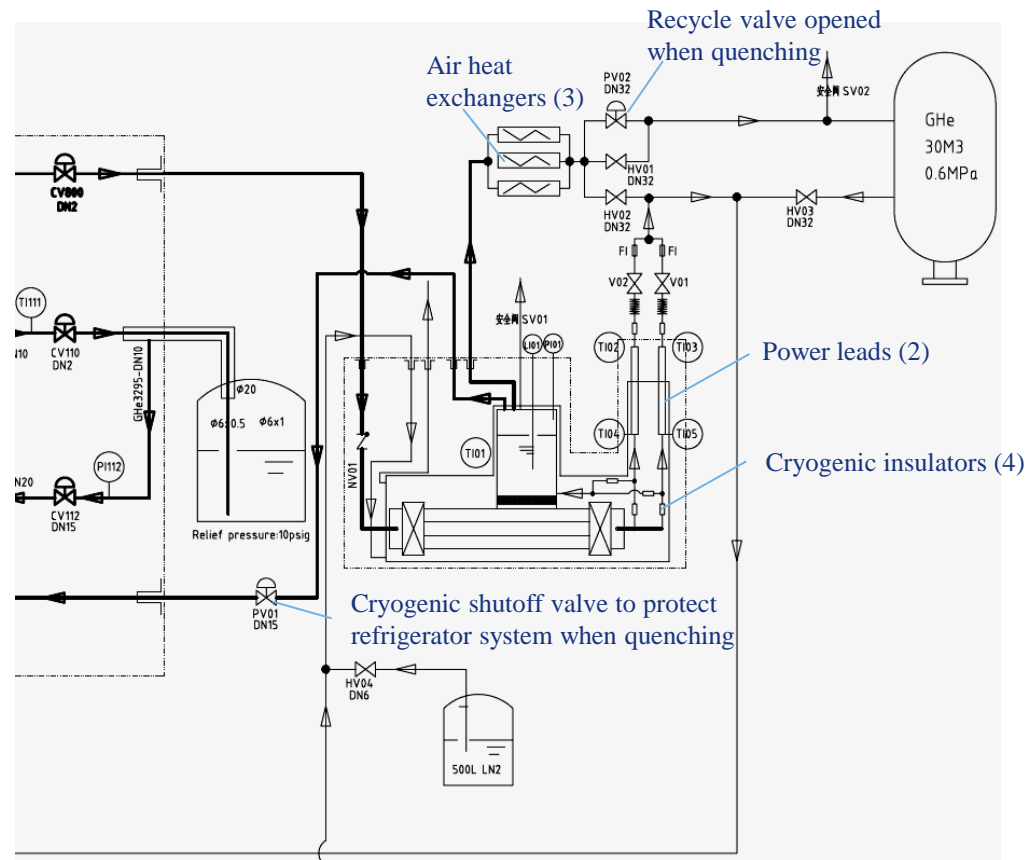
The transfer lines for supply LHe and return GHe will shorten to 5m from about 15m.

2. There is a disadvantage for the new layout design: the coil is closer to a wall made of reinforced concrete and with a steel support. So, the magnetic forces on the coil, wall and support need to be calculated and the cold mass support system appropriately designed.

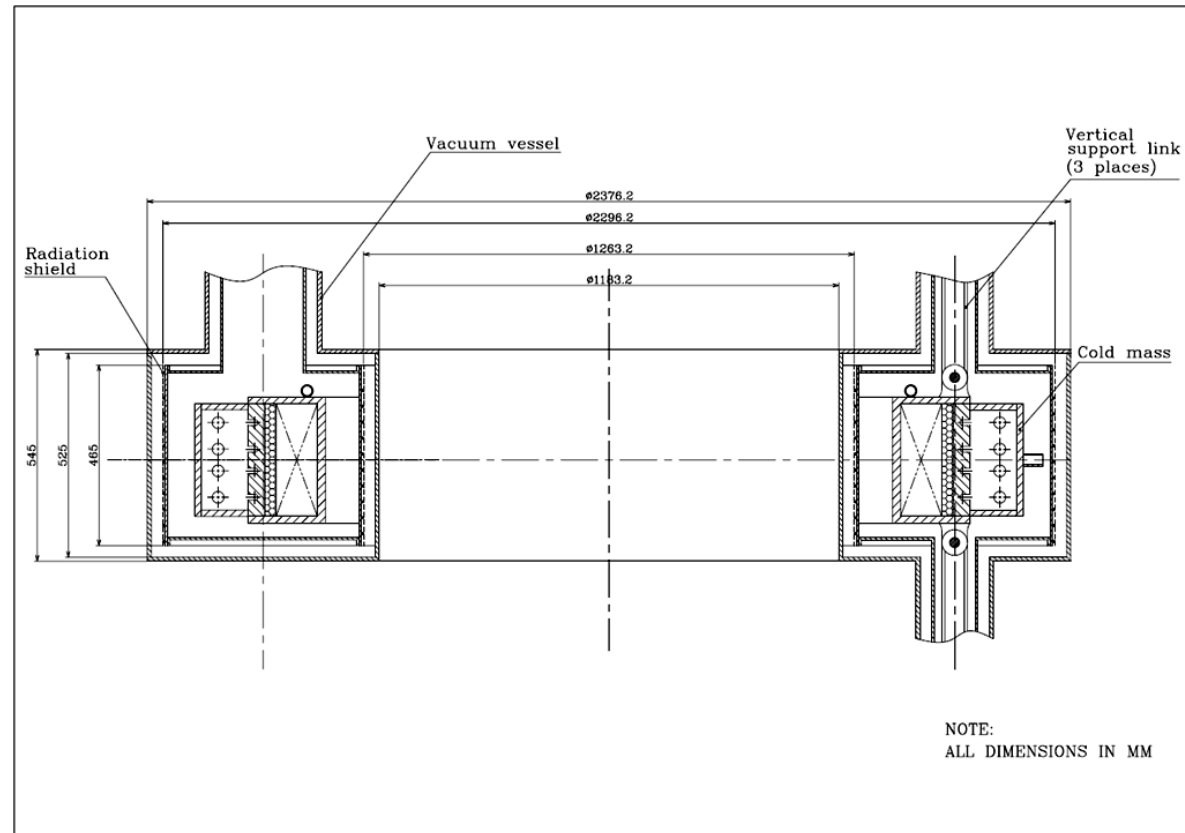
The magnetic force calculation model



3. Increase minimum inner diameter of the LHe supply tube to DN10mm from the original DN4mm to reduce pressure drop in pipes.
4. Improve power lead design to maintain the temperature of the cold end at 4.2K; moreover, improve its operational stability.
5. The cryogenic insulators will operate at LHe temperature instead of the original large temperature difference at both ends; this will prevent a helium leak due to differential thermal shrinkage.
6. Add a storage tank of 30m<sup>3</sup> to recycle the quench helium gas to reduce magnet training costs.



7. Add an 80K radiation shield inside the vacuum vessel to reduce the radiation heat leak.
8. Instead of an O-ring seal, fully weld the top flange to increase the seal quality of vacuum vessel; the disadvantage is that the top plate must be removed by cutting when changing coils.





## 9. System heat loads (at 4.2K) for the MuCool coupling coil training test

Components	Heat loads (W)
current leads	0.94
mechanical supports	2.77
cryogenic valve	1.00
access ports	1.59
radiation	8.35
transfer line	5.24
<b>Total</b>	<b>19.88</b>

## 10. Liquid helium volume for MuCool coupling coil training test

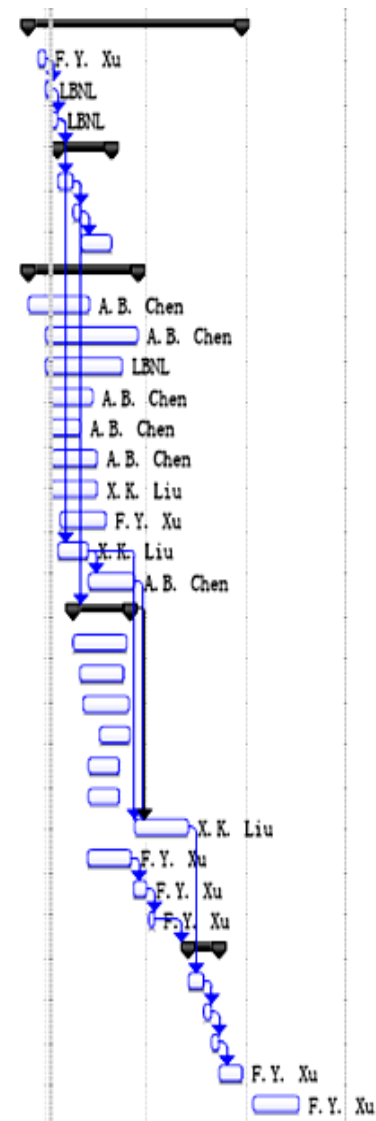
Components	LHe volume (liter)
Cooling tubes and tanks	27
Gas-liquid separator	16
Transfer lines	0.4
<b>Total</b>	<b>43.4</b>

## 11. Budget for reforming the extended cryogenic system

No.	Items	Quotation (10 <sup>4</sup> RMB)	Comments
1	Vacuum Chamber (include 3 service tower)	12.0	
2	Cryogenic valves (include 1 check valve, 1 pneumatic shutoff valve), 2 relief valves, 3 manual shutoff valves	1.0	
3	Lhe Tanks (20L, totally 1 entity)	0.2	
4	Power leads (300A, 1 pair)	2.2	2 for use 2 for backup
5	Lhe Bayonet ( 2 sets )	2.2	WEKA
6	LN2 Dewar ( 500L, 1 set )	4.0	
7	Thermal shield (with cooling pipes)	1.8	
8	Cold mass support system (6 sets)	1.5	
9	Thermal shield support system		
10	Cryogenic insulator ( 4 pairs )	0.4	3 pairs for use 1 pair for backup
11	Lhe transfer line (with vacuum jacket, 10m, 2 lines)	1.0	
12	Air heat exchanger (2 entities)	1.0	
13	MLI material (provided by LBNL)		
14	Ghe recovery storage tank (30m <sup>3</sup> , 1 entity)	6.0	
15	Final installation and commissioning charges (include labor costs)	3.0	
16			
	<b>Total</b>	<b>36.3</b>	

## 12. WBS for reforming the extended cryogenic system

Reform cryogenic system for magnet training	139 工作日	2010年6月16日	2010年12月27日	
Draft the report on flowchart and principles	5 工作日	2010年6月25日	2010年7月1日	F.Y. Xu
Submit the report to LBNL	2 工作日	2010年7月2日	2010年7月5日	LBNL
Get opinions from LBNL	5 工作日	2010年7月6日	2010年7月12日	LBNL
Engineering Design	35 工作日	2010年7月13日	2010年8月30日	X.K. Liu
Draw 3D model	10 工作日	2010年7月13日	2010年7月26日	
Check and update 3D model	5 工作日	2010年7月27日	2010年8月2日	
Translate 3D model to 2D drawings	20 工作日	2010年8月3日	2010年8月30日	
Procure components	72 工作日	2010年6月16日	2010年9月23日	
Feed-throughs	40 工作日	2010年6月16日	2010年8月10日	A.B. Chen
Bayonets	60 工作日	2010年7月2日	2010年9月23日	A.B. Chen
Super-insulation (by LBNL)	50 工作日	2010年7月2日	2010年9月9日	LBNL
Air heat exchanger	30 工作日	2010年7月5日	2010年8月13日	A.B. Chen
Relief valves and manual shutoff valves	20 工作日	2010年7月6日	2010年8月2日	A.B. Chen
LN2 Dewar	30 工作日	2010年7月7日	2010年8月17日	A.B. Chen
Gas recovery storage tank (30m3)	30 工作日	2010年7月7日	2010年8月17日	X.K. Liu
Gauss meter	30 工作日	2010年7月15日	2010年8月25日	F.Y. Xu
Remove unnecessary facilities, clean the field	20 工作日	2010年7月13日	2010年8月9日	X.K. Liu
Check all components of refrigerator	30 工作日	2010年8月10日	2010年9月20日	A.B. Chen
Machine and process the parts/components	38 工作日	2010年7月27日	2010年9月16日	X.K. Liu
Vacuum Chamber	35 工作日	2010年7月27日	2010年9月13日	
Radiation shield	30 工作日	2010年8月2日	2010年9月10日	
Transfer line	30 工作日	2010年8月5日	2010年9月15日	
Cold mass support and Radiation shield supports	20 工作日	2010年8月20日	2010年9月16日	
Current Leads	20 工作日	2010年8月10日	2010年9月6日	
Cryogenic insulators	20 工作日	2010年8月10日	2010年9月6日	
Assemble final system for large coil	35 工作日	2010年9月21日	2010年11月8日	X.K. Liu
Integrate extended cryogenic control system	30 工作日	2010年8月9日	2010年9月17日	F.Y. Xu
Integrate signal acquisition system of superconducting system	10 工作日	2010年9月20日	2010年10月1日	F.Y. Xu
Integrate power system of superconducting magnet	5 工作日	2010年10月4日	2010年10月8日	F.Y. Xu
Commissioning	20 工作日	2010年11月9日	2010年12月6日	A.B. Chen
Vacuum pumping for jacket	10 工作日	2010年11月9日	2010年11月22日	
Pump and purge for helium pipes	5 工作日	2010年11月23日	2010年11月29日	
First Cold down to 4.2K	5 工作日	2010年11月30日	2010年12月6日	
Training large prototype coil	15 工作日	2010年12月7日	2010年12月27日	F.Y. Xu
Training MuCool coupling coil	30 工作日	2011年1月7日	2011年2月17日	F.Y. Xu



## Manpower

Description	Qty.	Name
Local manager	1	Fengyu Xu
Advanced technical advisor	2	Haoshu Chen, Canglian Yi
Associate professor (cryogenic test system construction and test)	1	Anbin Chen
Lecturer (mechanical engineer, designer and technician supervisor)	1	Xiaokun Liu
Mechanical engineer	1	Kai Song
Mechanical technician	2	Xiyun Yang, Xinhai Yuan
Electrical/Winding technician	1	Deli Wang

**Note: A local collaborating vendor can provide other technicians when needed.**

## Summary

- A modified management plan is being put in place
- The funding to complete the project is available at HIT
- Early milestones will be closely monitored by LBNL
- The design and associated drawings will be completed soon
- Preparations for winding the MuCool coil are under way
- ICST has developed a plan to modify the test system