

前言

■ 探索物质历史回顾

公元前11世纪，周代，中国祖先“五行”说（一切物质都由金、木、水、火、土五种基元组成）。

旧石器时代：约170-1万年前
（石器、骨器、装饰）

新石器时代：约1万-4千年前
（彩陶、符号、农业）

夏：前21-前16世纪（青铜、酒器、手工业）

商：前16-前11世纪（甲骨文、歌舞）

周：前11世纪-前771年（诗歌、典章制度）

公元前**430**年左右，古希腊哲学家认为大地由土、气、水、火四种基元组成。德谟克利特（**Democritus**）提出“**原子**”的概念，认为物质是由微小个体组合而成的。

以上只有哲学的意义。

春秋：前**770**-前**476**年

战国：前**475**-前**221**年

秦：前**221**-前**207**年

西汉：前**206**-**8**年

东汉：**25**-**220**年

三国：**220**-**265**年

西、东晋、十六国

265-**420**年

南北朝：**420**-**589**年

隋：**581**-**618**年

唐：**618**-**907**年

五代十国：**907**-**960**年

北宋、辽，南宋、金：

960-**1279**年

元：**1271**-**1368**年

1661年，玻意尔从化学意义上给出元素定义：元素是一种基质，它可以与其它元素结合形成“化合物”，但把它从化合物中分离出来后，它便不可能被分解成比它更简单的物质。

1803年，英国化学家道尔顿提出化学原子论：每种元素都对应一种物质单元——原子；元素的差别是由于它们所对应的原子不同；化学反应中原子不变。（原子的真实性问题？）

1869年，俄国化学家门捷列夫与德国化学家迈耶建立元素周期表。

19世纪末，化学和经典物理学的完整体系建立。

力学：

开普勒三定律：1609-1619年

伽利略落体定律：1638年

牛顿（1642-1727），

伯努利（1700-1782），

拉格郎日（1736-1813）

热力学统计物理，光学：
17-19世纪

电磁学（+光学）：

库伦（1736-1806），奥斯特（1777-1851），安培（1775-1836），法拉第（），欧姆（1784-1854），麦克斯韦（1831-）

明：1368-

1644年

清：1644-

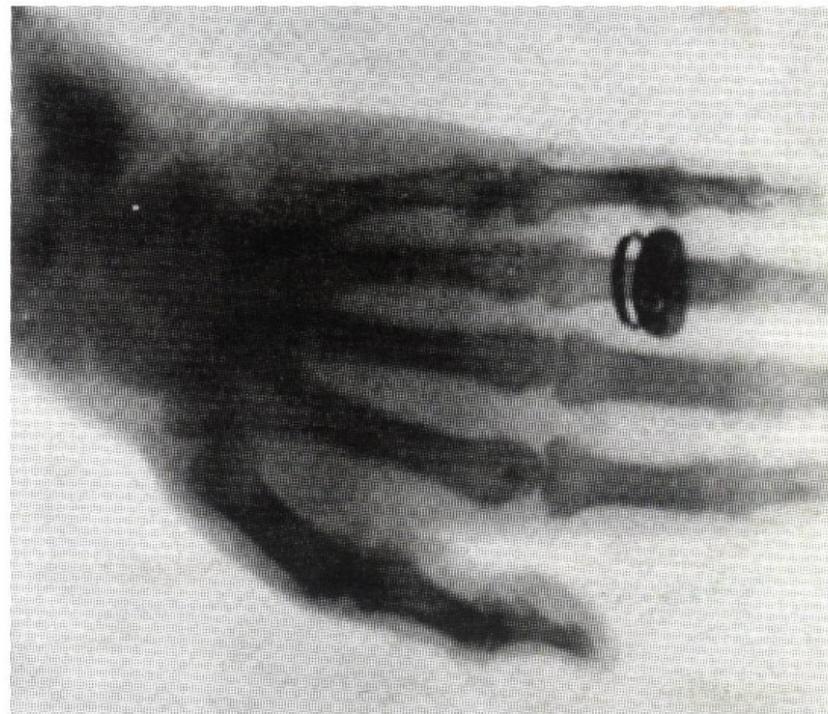
1911年

■ 核科学的创立阶段

1895年，伦琴
(Rontgen) 发现X射线。

1896年，贝克勒尔
(Becquerel*) 发现铀的
天然放射性。这是人类第
一次发现核现象，但当时
并不理解。

(注：* 表示诺贝尔奖获
得者)



第一张人手X光片

1897年，汤姆逊（J.J.Thomson）发现电子。

1898年，居里*（Curie）夫妇分离出放射性的钋（Polonium）和镭（Radium）。

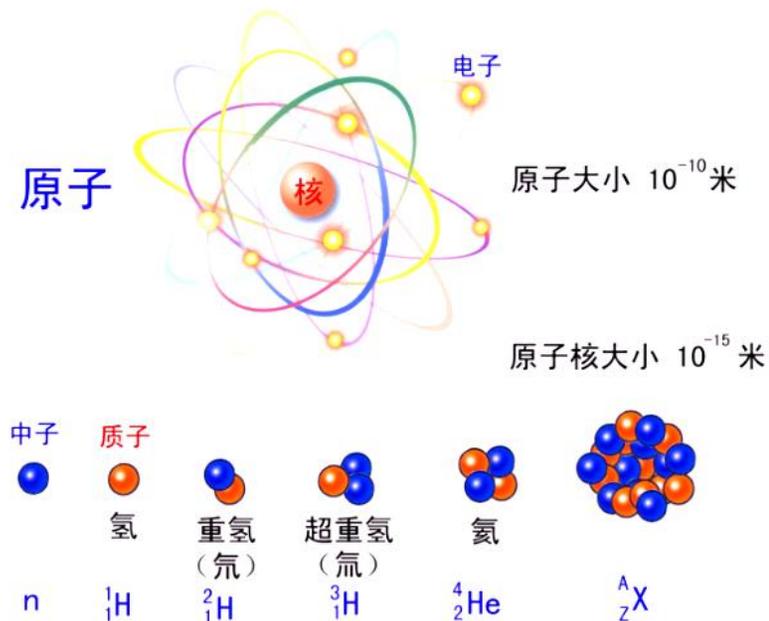
1898年，卢瑟福（Rutherford）发现 α 、 β 射线。

1900年，维拉德发现 γ 射线。

1905年，爱因斯坦*（Einstein）提出相对论。

1909年，卢瑟福*验证 α 粒子就是氦原子核。

1911年，卢瑟福用 α 粒子轰击金箔发现原子核。

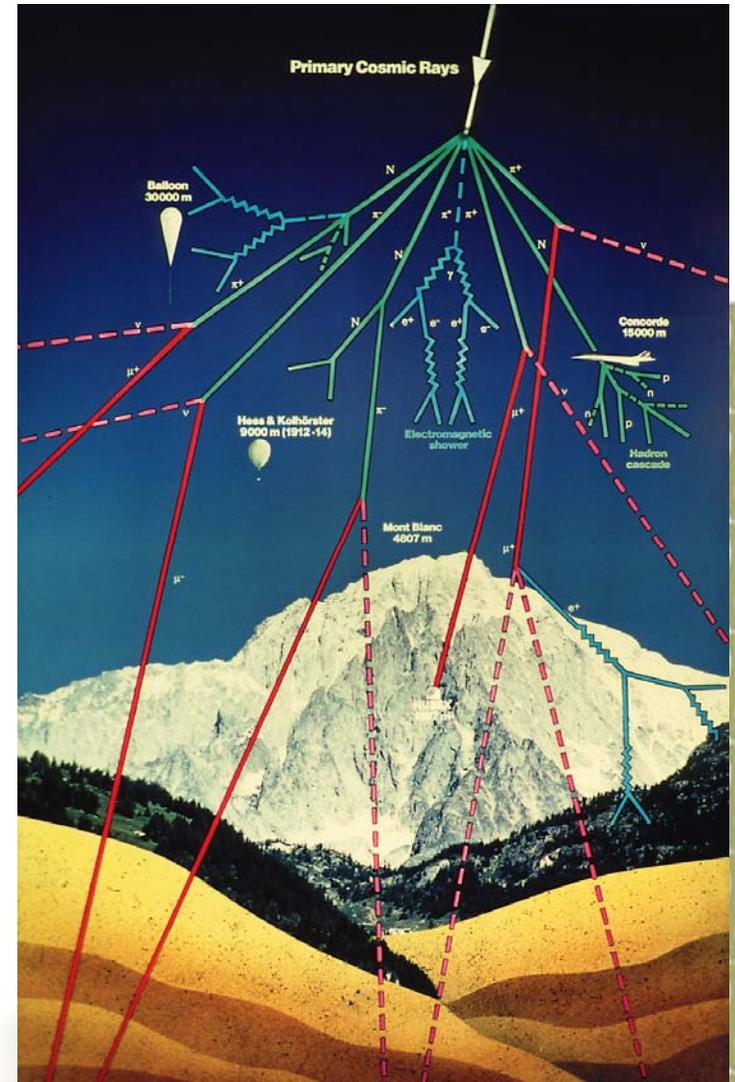


1911年，卢瑟福发现原子核。

1912年，赫斯发现宇宙射线。

1912年，威尔逊* (Wilson) 建立云室。

1913年，汤姆逊* (Thomson) 发现稳定同位素。



1913年，北大设物理门。

1914年，默塞莱（Moseley）用X射线测定原子核的电荷。

1919年，卢瑟福*等实现首次人工核反应。

1919年，阿斯顿*（Aston）建立质谱仪。

1925年，Goudsmit和Uhlenbeck提出自旋的概念。

1926年，薛定谔*（Schrodinger）建立量子力学。

1928年，Gamow、Gurney和Condon提出 α 放射性理论。

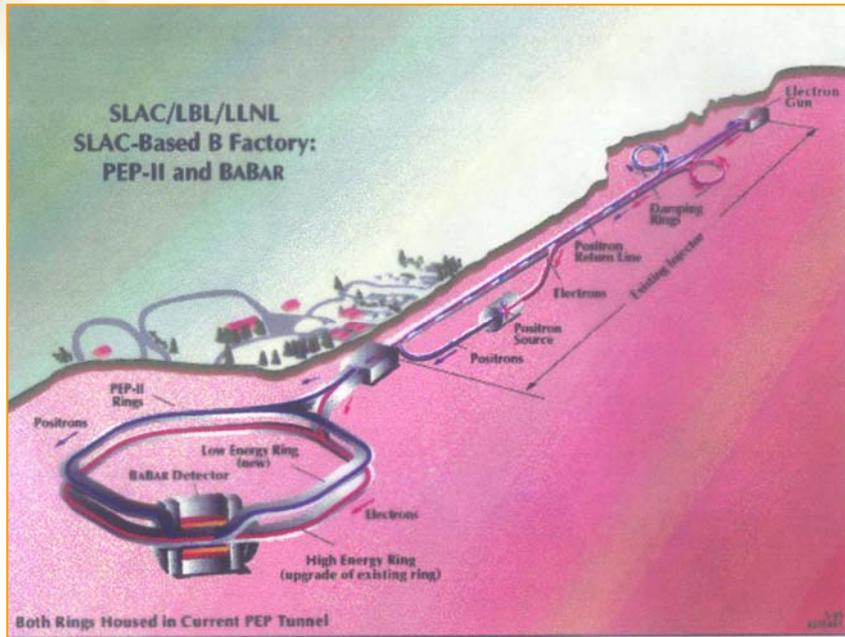
1930年，泡利*（Pauli）提出中微子假说。

叶企孙先生1921年在美国用X-射线法测定的普朗克常数是当时最精确的值，被物理学界沿用达16年之久。

吴有训先生1925年以他精湛的实验技术、严密细致的工作和精辟的理论分析，为康普顿效应的确证及其丰富、发展作出了杰出的贡献。

赵忠尧先生1930年在美国进行的“硬 γ 射线散射”实验研究中，发现了“反常吸收”和“特殊辐射”新现象，特别是他测定的“特殊辐射”能量是0.5MeV（等于一个电子的质量）。两年之后，安德森在他的师兄赵忠尧实验的启发下，在宇宙线的云室照片中发现了正电子（科学家发现的第一个反粒子）。

1931年，范德格拉夫(Van De Graaff)建立静电加速器。
1931年，Sloan*和Lawrence*建立线性加速器。
1932年，Lawrence*和Livingston建立回旋加速器。



1932年，Urey*、Brickwedde和Murphy发现氘核。

1932年，安德逊*（Anderson）发现正电子。

1932年，查德威克*（Chadwick）发现中子。

1932年，海森堡*（Heisenberg）提出核的质子-中子结构模型。

1932年，赵忠尧在清华开创我国的核物理实验研究。

■ 经典核物理的成熟阶段

1932年, Cockcroft*和Walton*利用加速器实现核反应。

1934年, 居里*和约里埃* (I.Curie, F.Joliot) 发现人工放射性。

1934年, 费米* (E.Fermi) 提出 β 衰变理论。

1935年, Yukawa*提出介子假说

1935年, Bothe*建立符合测量方法。

1936年, 玻尔* (N.Bohr) 提出复合核理论。

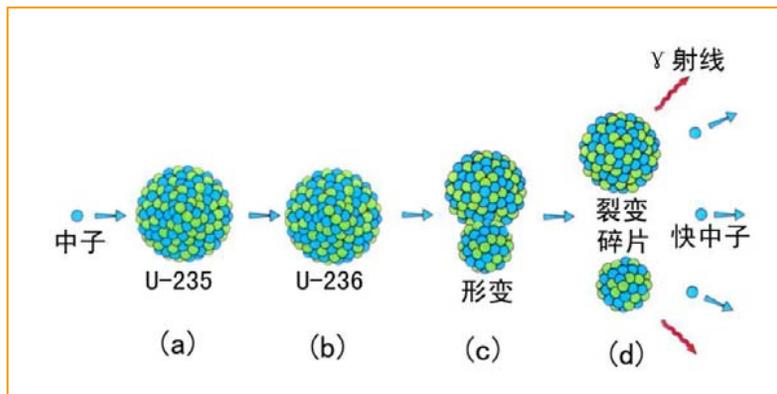
1937年, Neddermeyer和Anderson*发现宇宙射线中的 μ 轻子。

1938年, Hahn*和Strassman发现重核裂变。

1938年, Bethe*提出天体中的热核能源。

1939年, N.Bohr*和Wheeler建立裂变的液滴模型。

1940年, McMillan*和Seaborg*产生第一个超铀元素。



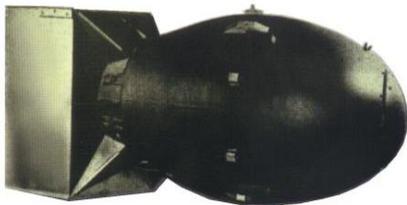
原子核裂变
(放出2~3个中子和
200MeV 能量)

1941年，Kerst建立第一台电子加速器。

1942年，费米*(Fermi)等实现受控链式核反应。

1944年，McMillan*和Veksler建立同步加速器的相稳定方法。

1945年，第一次原子弹爆炸。（赵忠尧现场观察）



(b) 美国投向日本长崎的原子弹（胖子）

长3.252m 直径1.525m

重4.54吨 装钚-239~20公斤

威力~2万吨TNT当量

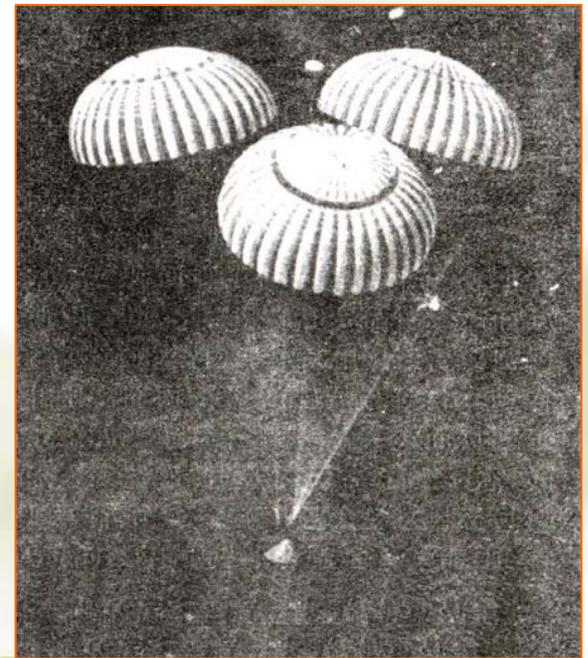


(c) 美国投向日本广岛的原子弹（小男孩）

长3.05m 直径0.71m

重~5吨 装铀-235~60公斤

威力 1.25~1.7万吨TNT当量



1946年，Gamow提出大爆炸学说。

1946年，Bloch*和Purcell*建立核磁共振方法。

1947年，Libby*发展放射性测年方法。

1947年，在Berkeley建立第一台质子同步加速器（350MeV）。

1947年，Powell*发现 π 介子。

1948年，Alvarez*建立第一台质子直线加速器。

1949年，Mayer*、Jensen*、Haxel和Suess提出核的壳模型。

1949年，Kallmann、Coltman和Marshall建立闪烁探测器。

1952年，在Brookhaven建成2.3GeV质子同步加速器。

1952年，第一次热核武器爆炸。

1953年，Gell-Mann*和Nishijima*提出奇异性假说。

1953年，A.Bohr*、Mottelson*和Rainwater*提出原子核的集体模型。

钱三强1946~1948年留法期间，发现了铀核受慢中子轰击后可分裂为三块或四块裂变碎片，即三分裂和四分裂现象，并提出了三分裂机制。约里奥-居里认为，这是第二次世界大战后他们的实验室里的一个最重要的成就。

1947年张文裕在美国普林斯顿大学，从实验上发现了 μ 子是弱作用粒子和“ μ 子原子”，以及证明 μ 子被核俘获后在定态轨道间跃迁时会发射低能光子，国际上称之为“张原子”和“张辐射”，开拓了奇异原子研究的新领域。

虞福春先生在斯坦福大学从事博士后研究期间，在核磁共振研究领域取得了重大科研成就，载入二十世纪科技发展史册。1949年他在世界上最先确立核磁共振化学位移效应和自旋耦合劈裂效应，为核磁共振谱学奠定了基础；1950年首次测定 ^{17}O 自旋值 $5/2$ ，证实了存在自旋-轨道耦合的核壳层结构理论；精确测定20多个稳定核素磁矩，对核基本参数测定和核结构研究作出了显著贡献。他是布洛赫（F. Bloch）核磁共振学派的重要成员，也是第一个涉足此领域并有重大贡献的中国科学家，在国际上享有很高声誉。

■ 粒子物理的建立和核物理的发展

1953年，Brookhaven发现奇异粒子。

1955年，Chamberlain*和Segre*发现反质子。

1956年，Reines和Cowan观测到中微子。

1956年，李政道*、杨振宁*、吴健雄等发现弱作用中的宇称不守恒。

1958年，Mossbauer发明无反冲的 γ 射线发射。

1959年，在CERN建成26GeV的质子同步加速器。

1964年，Cronin*和Fitch*在K0的衰变中发现CP不守恒。

1964年，Gell-Mann*和Zweig*建立强子的夸克模型。

1951年中国成立近代物理研究所从事原子核物理研究，

1955年，北大建立物理研究室，后改名技术物理系。

1967年，在SLAC建成20GeV电子直线加速器。

1967年，Weinberg*和Salam*提出电弱统一理论。

1970年，Glashow*提出粲夸克假说。

1971年，在CERN建成质子-质子对撞机。

1971年，A.Johnson等发现核的高自旋态中的回弯现象。

1972年，在Fermilab建成500GeV质子同步加速器。

1974年，Richter*和丁肇中*发现 J/Ψ 粒子，肯定了粲夸克的存在。

1975年，Perl*发现 τ 轻子。

1977年，Lederman发现 Υ 粒子，预示了底夸克的存在。

1982年，W.Alfred*等——发展核天体物理。

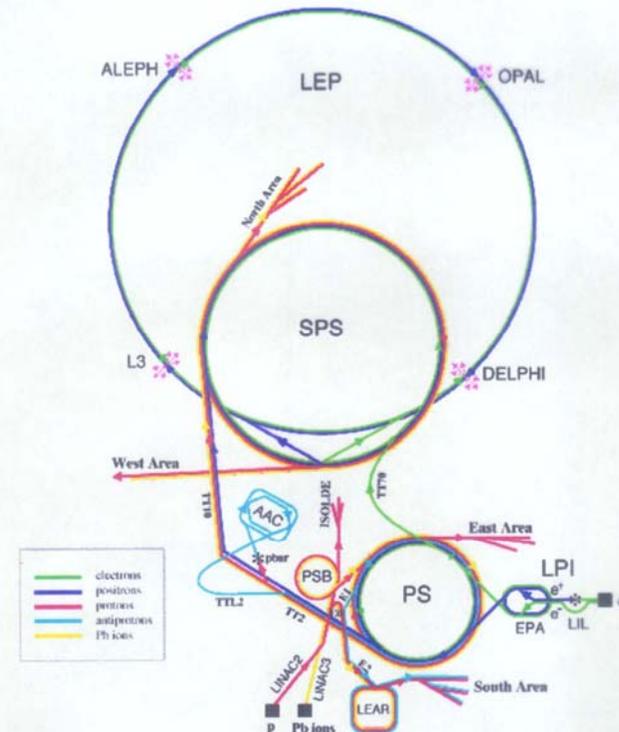
1983年，在CERN开始运行300GeV的质子-反质子对撞机SPS。

1983年，Rubbia*等发现 W^\pm 、 Z^0 玻色子，验证了弱电统一理论。



Accelerators

CERN Accelerators



Rudolf LEY, PS Division, CERN, 02.09.96

LEP: Large Electron Positron collider
SPS: Super Proton Synchrotron
AAC: Antiproton Accumulator Complex
ISOLDE: Isotope Separator OnLine DEvice

LPI: Lep Pre-Injector
EPA: Electron Positron Accumulator
LIL: Lep Injector Linac
LINAC2: LINEar ACcelerator 2

1985年，Tanihata等发现晕核。

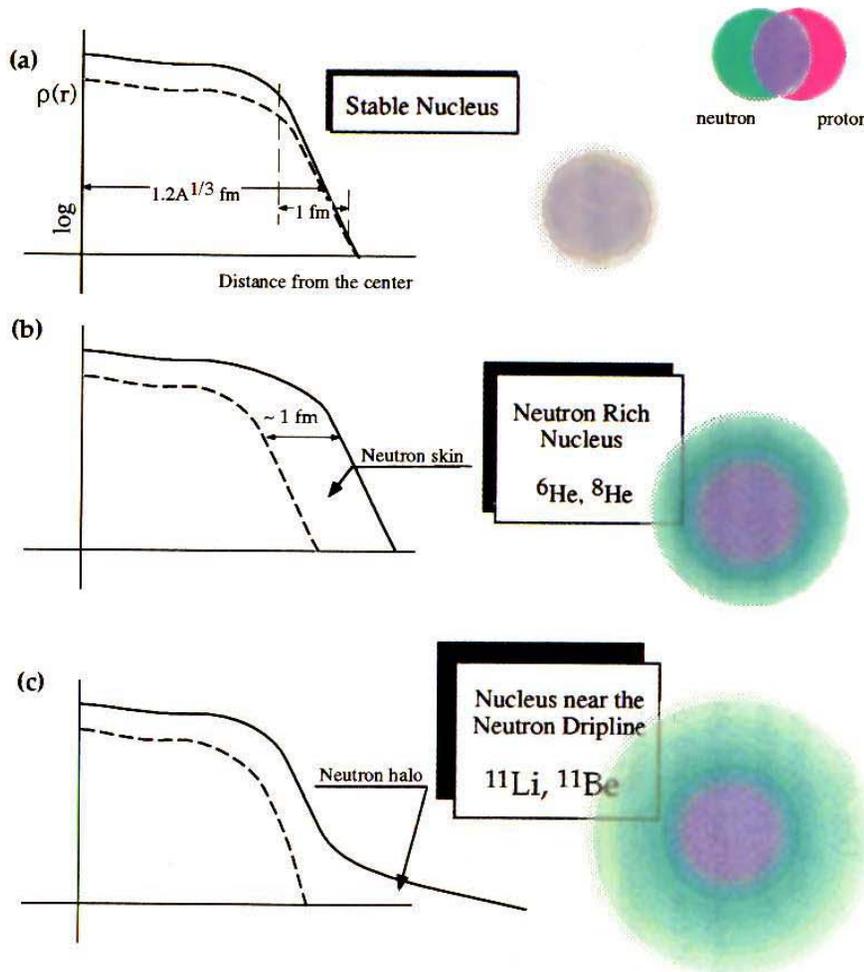


Fig. 3. 4

The ratio of the proton and the neutron density is almost constant everywhere in a stable nucleus. However the neutron skins develops when more neutrons are added on unstable neutron rich nuclei.

Then neutron halos are formed in nuclei near and on the dripline.

The proton skin may also be formed in proton rich unstable nuclei.

Nuclear and Particle Physics – Introduction

1986年，P.J.Twin等观测到核的超形变态。

1986年，在Fermilab建成1TeV质子-反质子对撞机Tevatron。

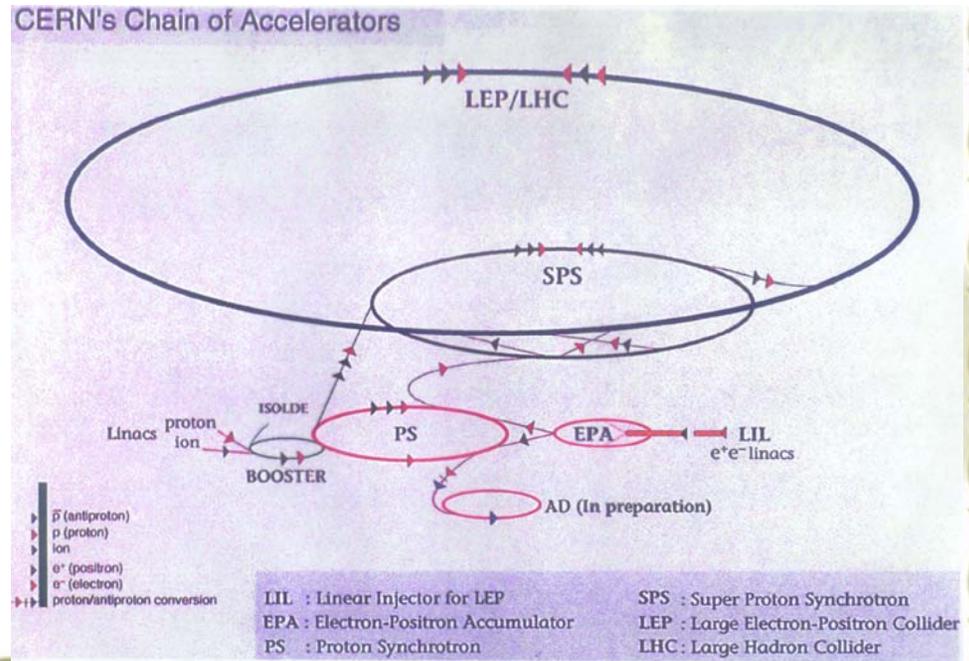
1988年，北京正负电子对撞机建成。

1989年，在CERN建成大型正负电子对撞机LEP,1996年升级为LEP-II。

- | | | |
|----------------|-----------------|----------|
| 1. 2. 第一對撞點實驗室 | 3. 儲存環電源廳、中央控制室 | 6. 儲存環隧道 |
| 4. 高頻站 | 5. 第二對撞點實驗室 | 9. 速調管走廊 |
| 7. 輸運線隧道 | 8. 直線加速器隧道 | 14. 計算中心 |
| 10. 核物理實驗室 | 11. 輸運線、電源廳 | |
| 12. 同步輻射實驗東廳 | 13. 同步輻射實驗西廳 | |



- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. 2. 1st. I.R. Experi. hall | 5. 2nd I.R. Experi. hall |
| 3. Power Station of ring mag. and computer center | 7. Tunnel of Trans. line |
| 4. RF Station | 8. Tunnel of Linac |
| 6. Tunnel of storage ring | 9. Klystron gallery |
| 10. Nuclear phy. Experi. hall | 11. Power sta. of trans. line |
| 12. East hall for S. R. experi. | 13. West hall for S. R. experi. |
| 14. Computer center | |



1989年，兰州重离子回旋加速器建成。

1989年，北京 2×13 MV 串列静电加速器建成。



1990年 Δ ，**Friedman***等用电子的深度非弹散射研究核子结构。

(注： Δ 表示为获得诺贝尔奖时间，而非取得成果时间。)

1992年 Δ ，**Charpak***和**Georges***发展多丝正比室技术。

1992年，在**BEPC**上精确测定 τ 轻子质量。

1994年 Δ ，**Brockhouse***，**Bertramin***，**Shull***和**Clifford***发展中子散射应用技术。

1994年，在**Fermilab**测出**t**夸克质量。

1994-1996年，在**GSI**等找到**106**、**108**和**110**号元素。

1995年 Δ ，**Reines**和**Frederick**探测中微子。

1998年，在日本**Super-Kamiokande**宣布观察到中微子震荡。

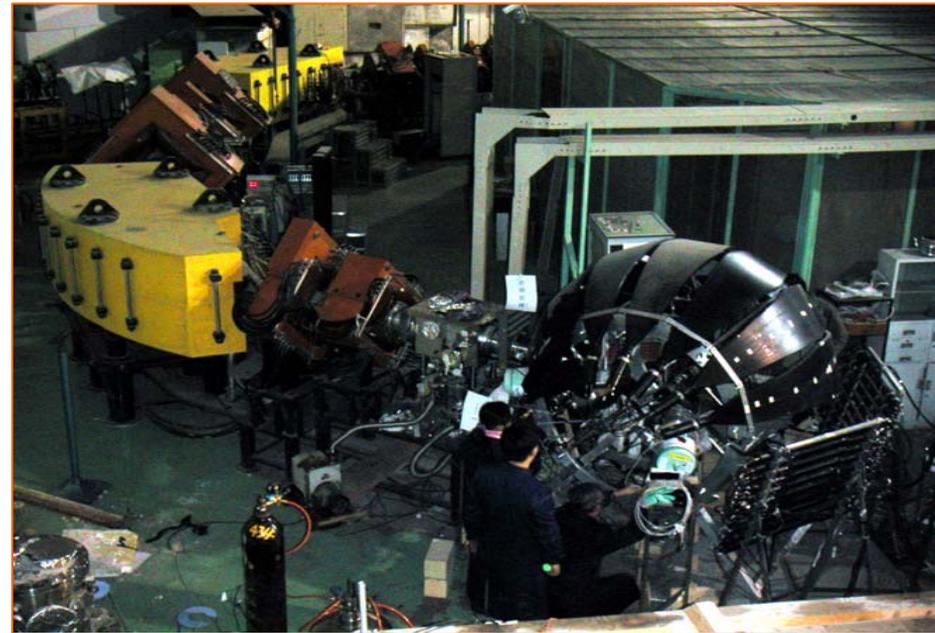
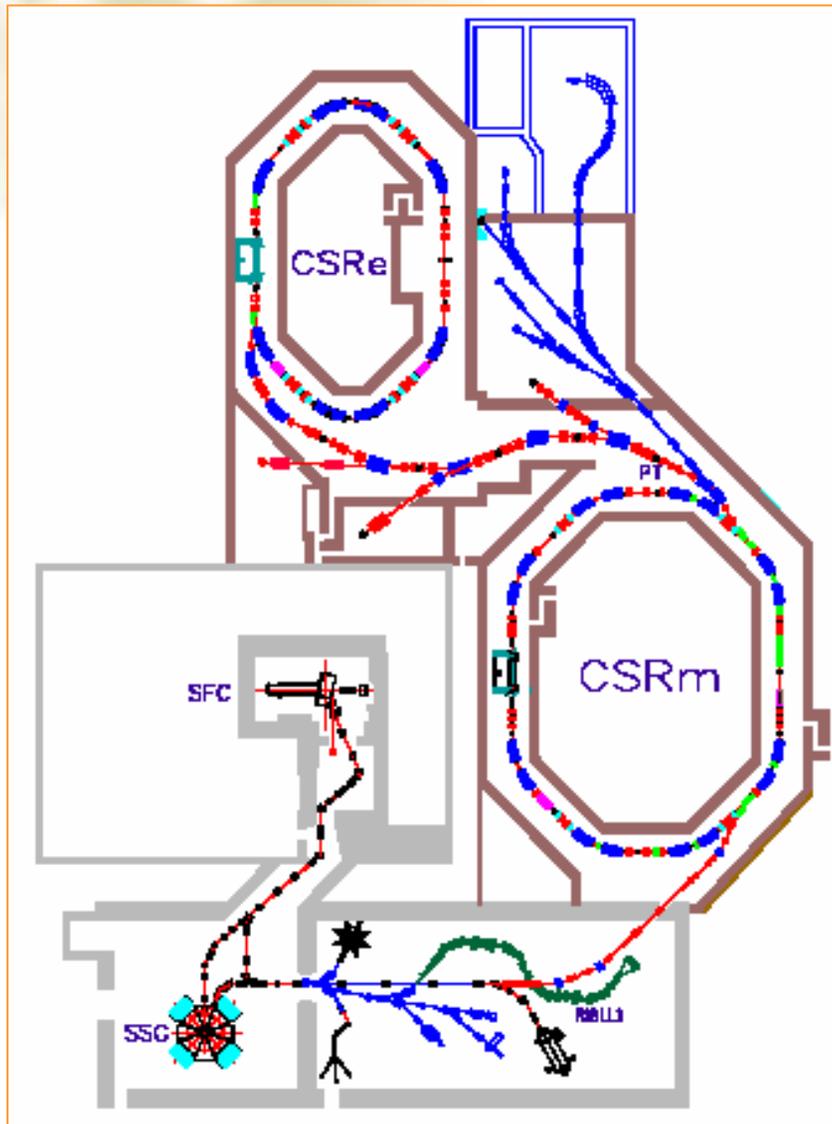
1998年，**Oganessian**等宣称找到**112**和**114**号超重元素。

1999年，**V.Ninov**等宣称找到**118**号超重元素极其 α 衰变链。

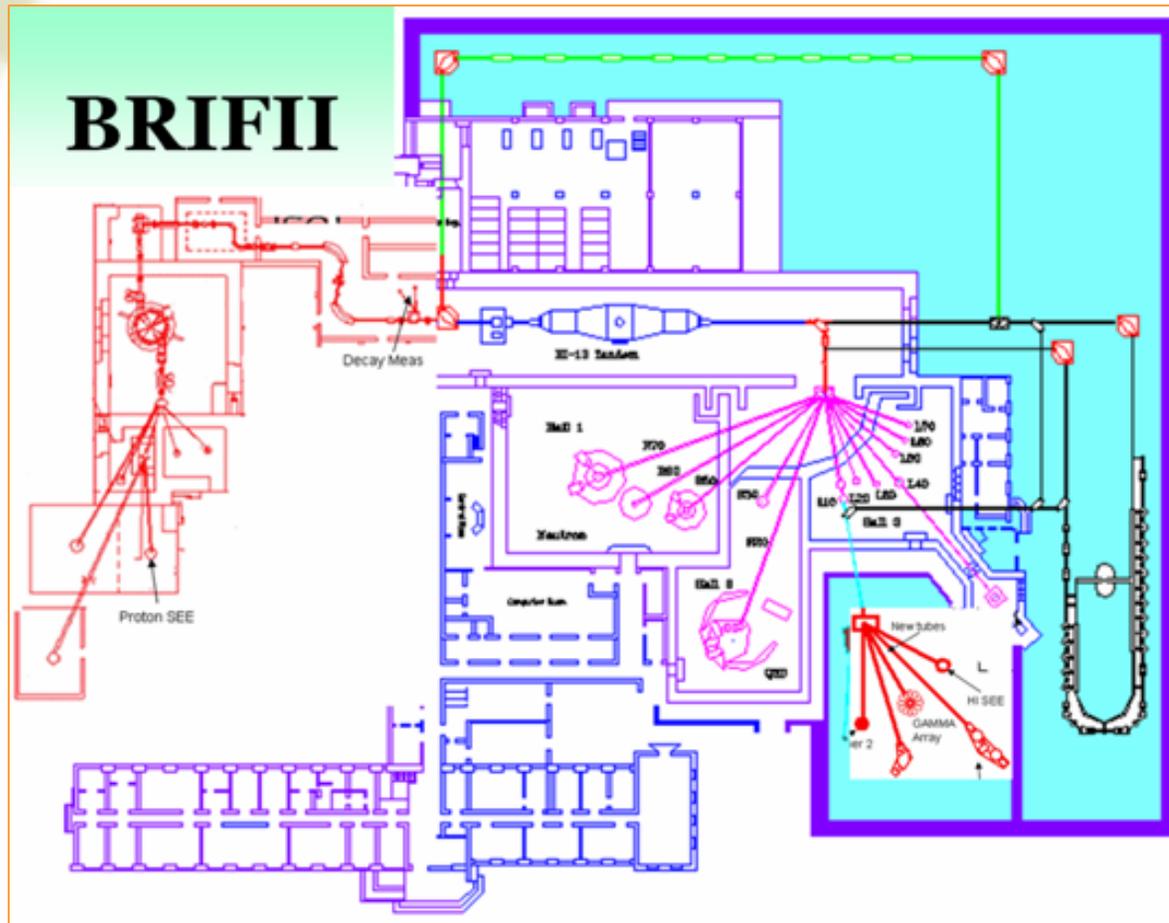
2000年，在Brookhaven建成相对论重离子对撞机RHIC。
(中国参与)



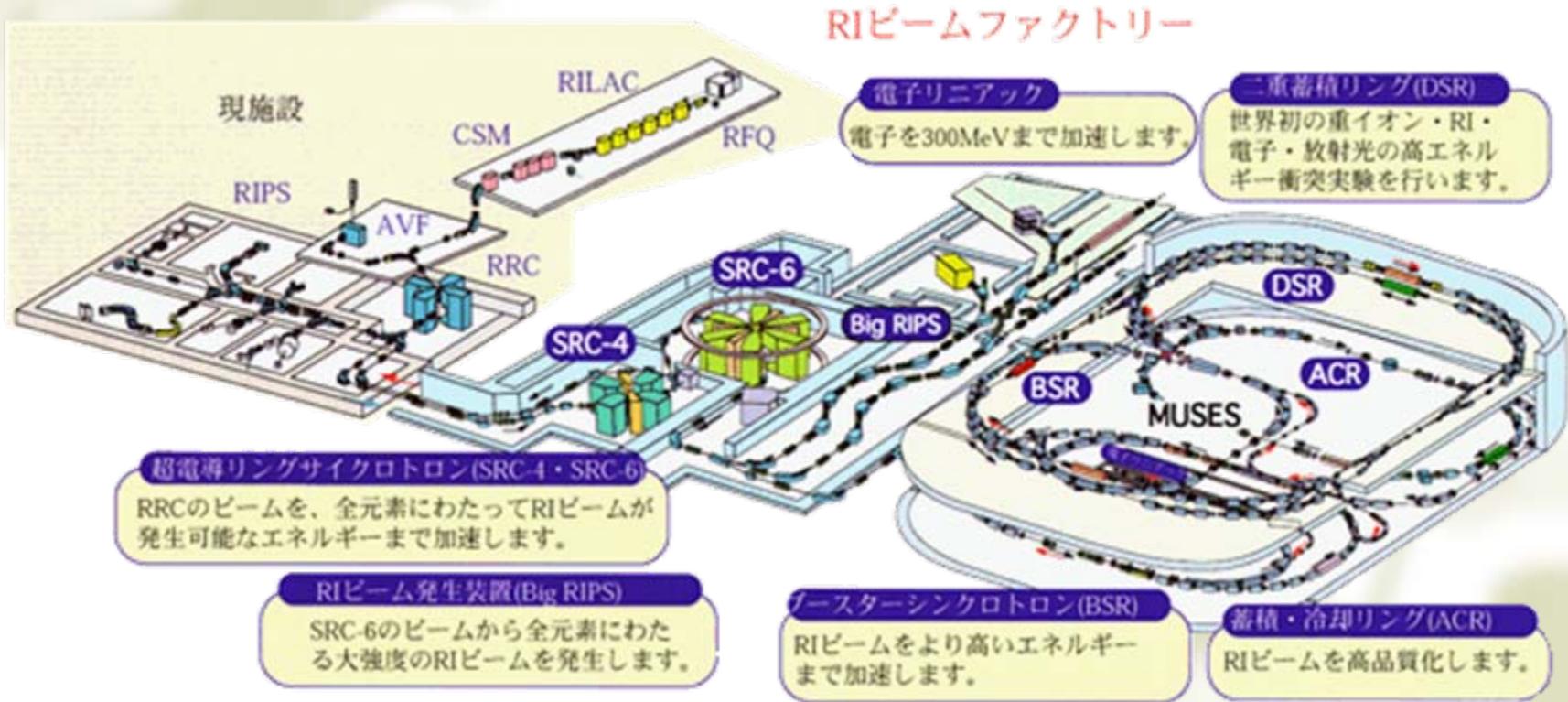
- ~ 2001年，在SLAC和KEK建成B工厂。
- ~ 2006-2008年，兰州冷却储存环放射性束装置建成。



- ≈ 2007年，北京正负电子对撞机升级工程完成。
- ≈ 2010年，中国原子能研究院放射性束装置完成。



〜2007-2010年，在RIKEN建成新一代放射性束装置。
(北大长期合作)



放射性核束物理在世界范围的新装置



中国

美国 RIA
Rare Isotope
Accelerator

欧洲 GSI升级
和EURISOL

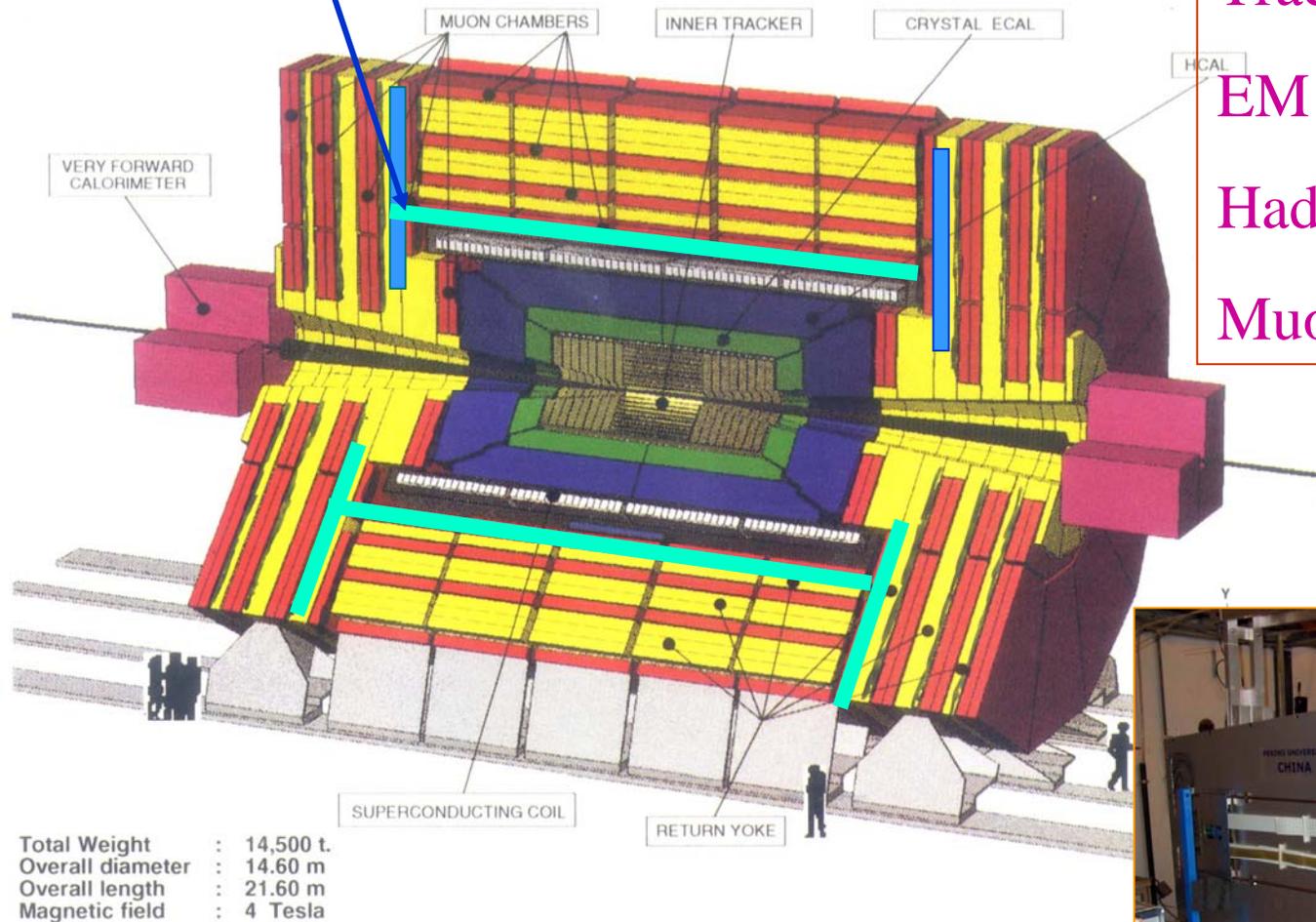
日本
Radioactive Ion
Beam Factory

∞ 2007年，在CERN建成大型强子对撞机LHC。（中国参与）



高能实验 - 探测器 - CMS

北大组承担



Magnet

Tracker

EM Calorimeter

Hadron Calorimeter

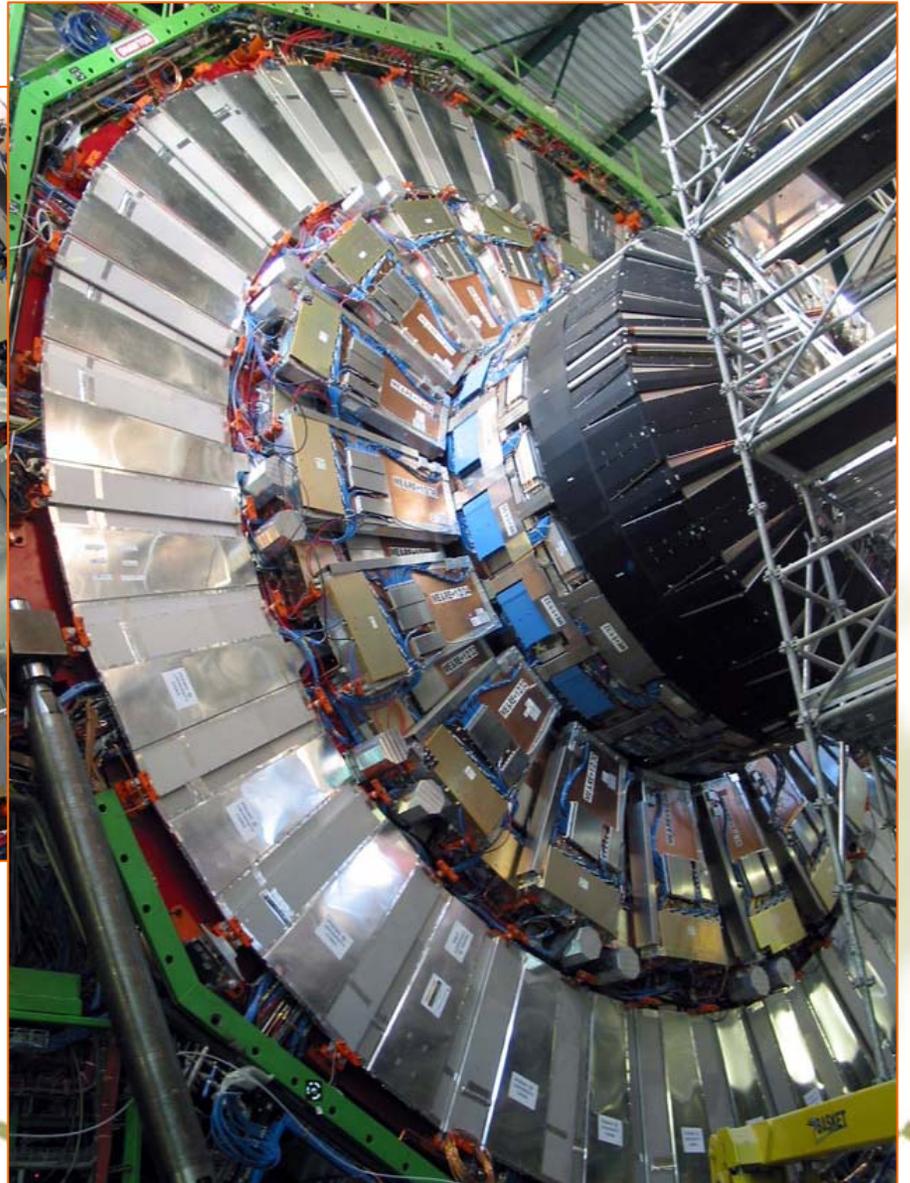
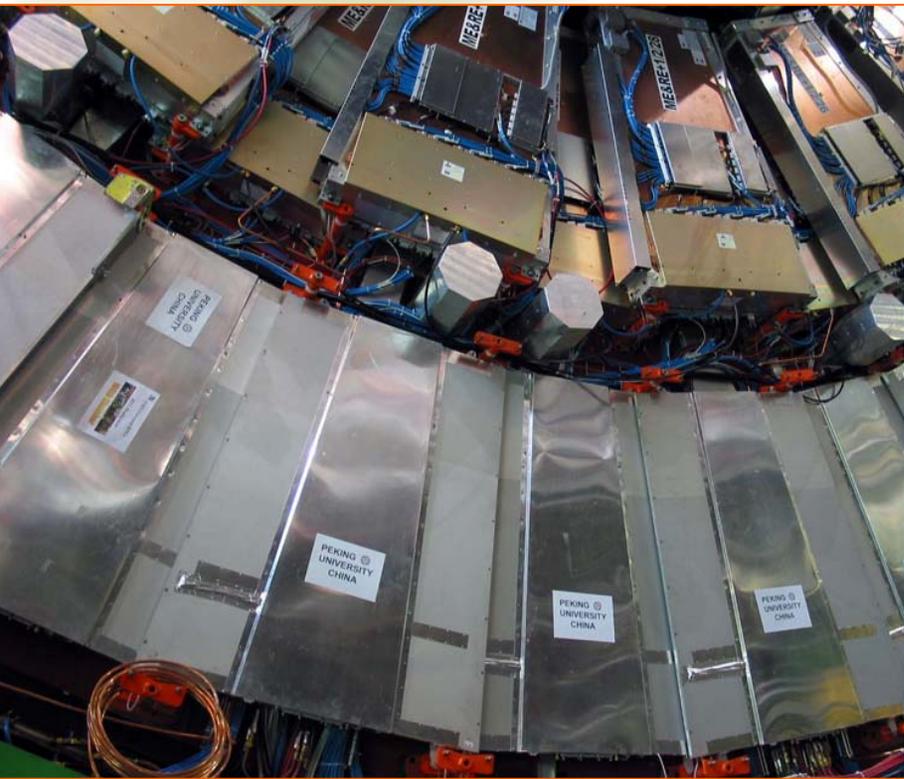
Muon detector

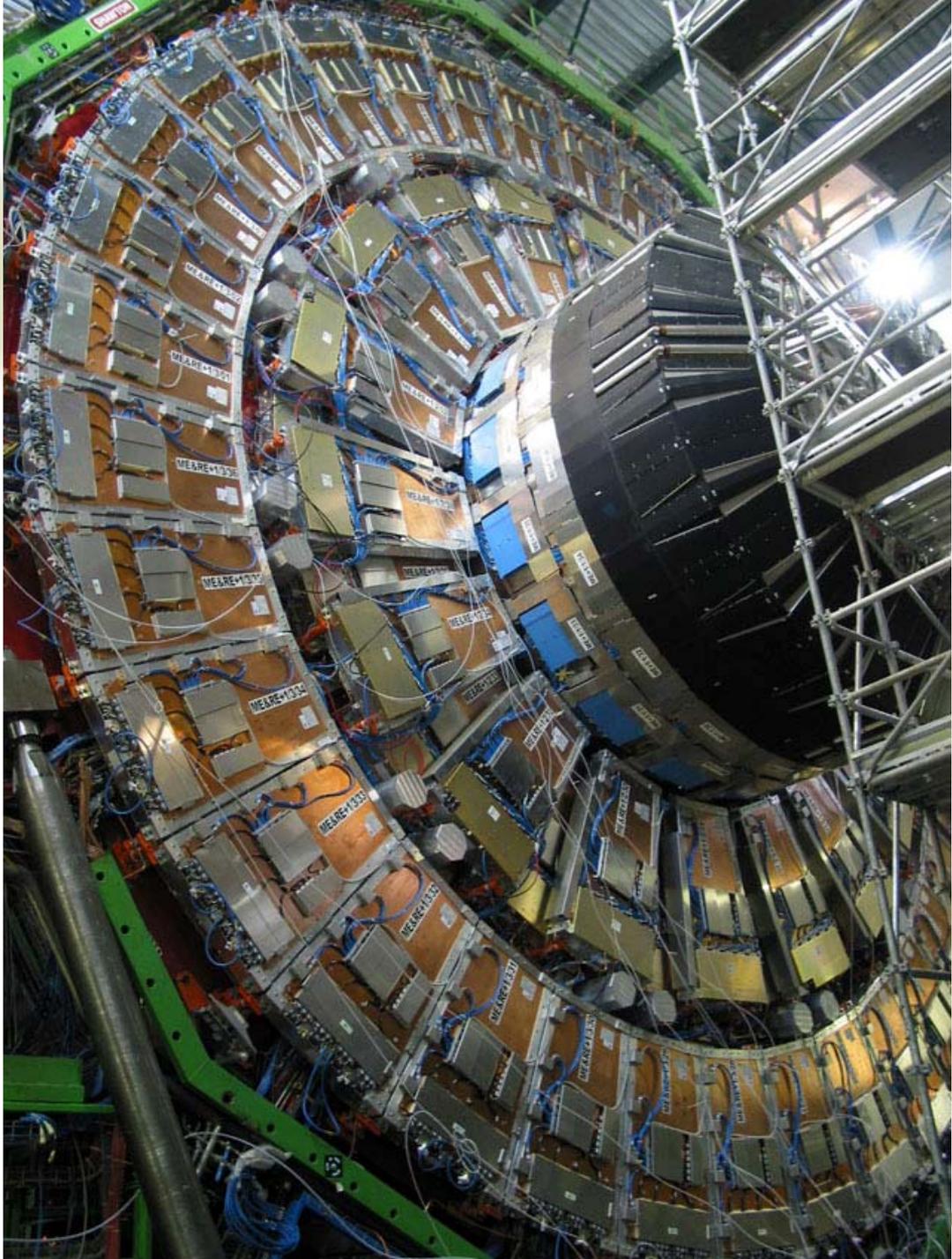
Fig. 1.1: Three-dimensional view of the CMS detector.



LHC-CMS 探测器

北大组批量测试安装-2006.2.13.





裂变核能源

全球核发电量 \sim **16%** (法国**80%**)

\sim **27%** (WMO预计到**2030年**)

中国核发电量 \sim **2.3%** (目前总发电量)

636万 千瓦装机容量

中国核发电量 \sim **5-10%** (总发电量, **2020年前**)

5000万-1亿 千瓦 新装机容量

20-40 个将新建的核电机组

数万本科生, 数千研究生

2030年?

聚变能源 – ITER计划

特殊应用

科研和民用核技术：

加速器、核探测、

医学、材料、生物、考古、农业

大科学管理

引导工业进步