



高质量学科体系构建与学科交叉融合发展

同济大学 蔡三发



内容提要



一、新发展阶段的新要求

二、高质量学科体系特点

三、学科交叉融合发展

新发展阶段的高等教育

新发展阶段

全面建设社会主义现代化国家新征程

新发展理念

创新、协调、绿色、开放、共享

新发展格局

以国内大循环为主体、
国内国际双循环相互促进

高质量发展

建设高质量教育体系

高等教育成为“国之战略重器”

国家深入实施创新驱动发展战略

“双一流”建设助推高质量发展

教育综合改革深入推进与发展

五中全会：提高高等教育质量，分类建设一流大学和一流学科，加快培养理工农医类专业紧缺人才。

新时代教育评价改革

新华社北京2020年10月13日电：近日，中共中央、国务院印发了《深化新时代教育评价改革总体方案》，并发出通知，要求各地区各部门结合实际认真贯彻落实。

教育评价事关教育发展方向，有什么样的评价指挥棒，就有什么样的办学导向。为深入贯彻落实习近平总书记关于教育的重要论述和全国教育大会精神，**完善立德树人体制机制，扭转不科学的教育评价导向，坚决克服唯分数、唯升学、唯文凭、唯论文、唯帽子的顽瘴痼疾**，提高教育治理能力和水平，加快推进教育现代化、建设教育强国、办好人民满意的教育，现制定如下方案。

新时代教育评价改革与高等教育转变

政府转变（教育管理科学履职，不唯升学）

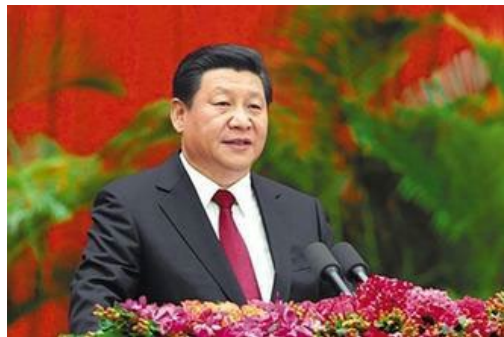
高校转变（高质量发展、人才培养重塑、创新生态重塑，不唯论文、唯帽子）

教师转变（潜心育人、科技创新、社会贡献，不唯论文、唯帽子）

学生转变（全面发展、终身发展，不唯分数）

社会转变（选人用人重真才实学，不唯学历）

习近平总书记：



办大学，最重要的是人们心中的声誉，是自己的底蕴，是自己的积累。这是需要长期积淀之后在人们心中形成的。

现在国际上和国内都有不少高校排名，这个排名可以看看，但不能过度依赖。靠几个数据，是说明不了一个大学是怎么样的。

习近平总书记谈中国特色的学科体系

2021年，习近平总书记在清华大学考察时指出，要坚持中国特色社会主义教育发展道路，充分发挥科研优势，增强学科设置的针对性，加强基础研究，加大自主创新力度，并从我国改革发展实践中提出新观点、构建新理论，**努力构建中国特色、中国风格、中国气派的学科体系、学术体系、话语体系。**

习近平总书记谈学科交叉

高等教育体系是一个有机整体，其内部各部分具有内在的相互依存关系。要用好**学科交叉融合的“催化剂”**，加强基础学科培养能力，**打破学科专业壁垒，对现有学科专业体系进行调整升级**，瞄准科技前沿和关键领域，推进**新工科、新医科、新农科、新文科**建设，加快培养紧缺人才。

高校关注点小调研

- 学科生态、学科交叉与交叉学科建设
- 深化“放管服”改革，激发高校内生发展动力
- “破五唯”与评价体系改革
- 顶尖成果（世界级重大成果）突破
- 办学条件与办学环境改善

科学研究进入大科学时代

- 基础研究与应用研究日趋一体化
- 科学、技术、工程加速渗透与融合
- 科学研究的模式不断重构
- 学科交叉、跨界合作、产学研协同成为趋势
- 更加注重原创、更加注重团队、更加注重合作、更加注重学科交叉

大学创新生态的内涵与特征

大学创新生态是大学的创新单元与其他创新物种、群落及创新环境之间，在一定时间和空间内以协同创新为目的，以共生竞合为基础，实现优势互补、风险共担的相互依赖、相互作用的共存共生、共同进化系统，具有类似于自然系统一般的生态关系特征。

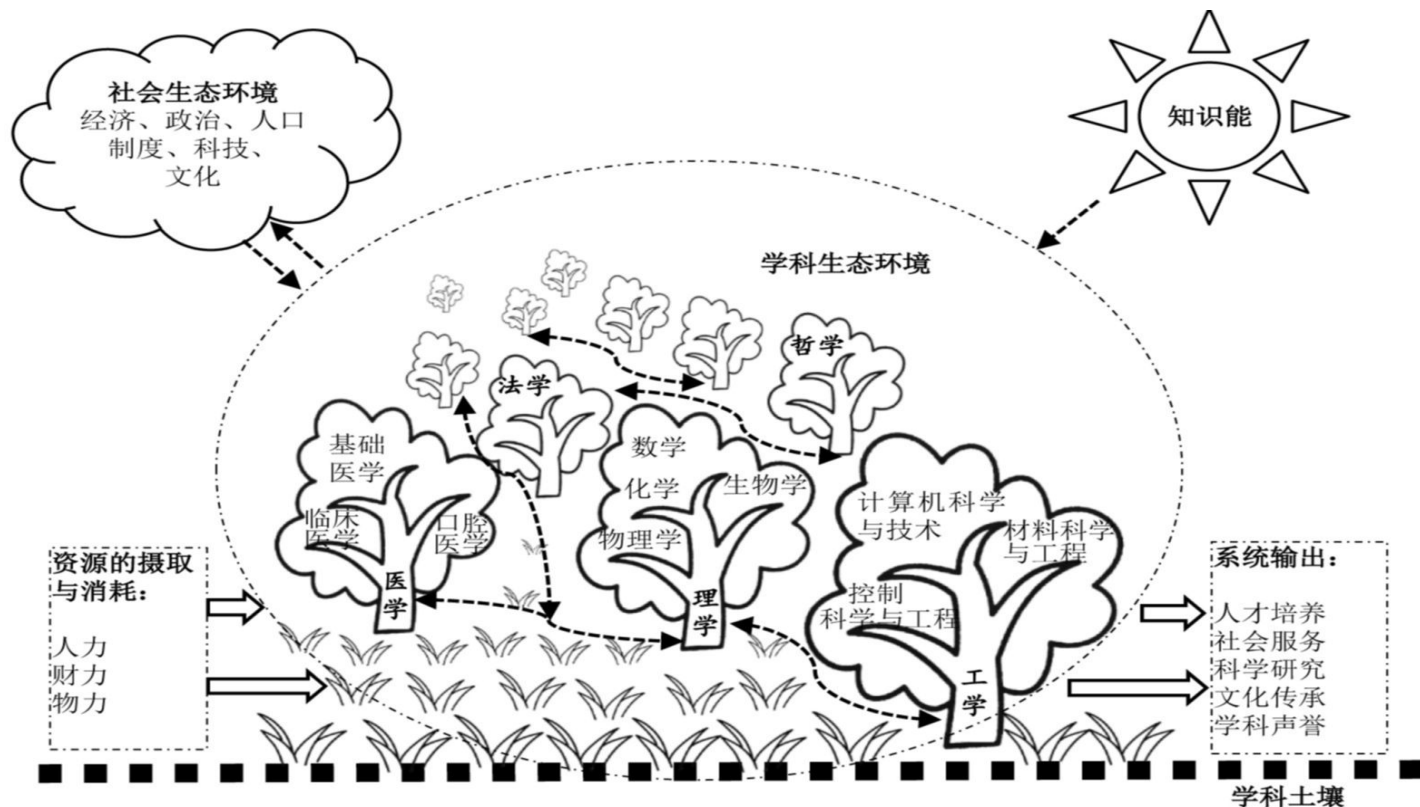
大学创新生态系统以可持续发展为理念，在创新过程中通过将创新投入、创新需求、创新基础设施与创新管理的有机结合，促进创新持续涌现，实现高质量的可持续创新发展。

构建大学创新生态的案例

许多高校已经在构建良好创新生态方面进行了探索。例如，浙江大学完善学科布局、推进交叉融合、培育重大成果，着力构建“综合交叉的创新生态系统”。再如，同济大学以年产值超495亿的环同济知识经济圈为基础，全校参与并引入政府、产业、国际等资源，建设以培养拔尖创新人才为目标的“共生型创新创业教育生态系统”。

大学学科生态概念模型

学科生态系统主要由学科个体、学科种群、学科群落、学科与社会环境生态系统相互交织的关系网络等组成



高校学科生态系统概念模型（宋亚峰等，2019）

不同高校的学科生态系统具有不同的结构特征，多样化的结构特征影响和制约着学科生态系统功能的形成与发挥，呈现出学科个体的自我生长进化、学科之间的竞争与合作、学科生态系统的动态调整与平衡等进化机理。

通过学科生态系统治理，有利于实现学科生态系统与社会环境系统之间的动态平衡，促进学科系统内各要素和谐、有序地生长发育，从而为世界一流大学和一流学科的建设提供良好的学科生态环境。

大学创新生态的实现路径

高校良好创新生态构建可以通过以下几个路径来逐步推进与实现：

一是构建追求卓越的学术共同体，形成良好的创新氛围与创新文化。

二是完善学科生态体系，促进多学科交叉融合。

三是推进科教融合，深化师生互动机制建设。

四是加强产学研合作，提高科技成果转化水平。

工程学科发展升级：新兴、交叉领域

2018年，教育部、工业和信息化部、中国工程院《关于加快建设发展新工科、实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见》：

- 面向工业界、面向世界、面向未来，主动应对新一轮科技革命和产业变革挑战，服务制造强国等国家战略。
- “新的工科专业、工科的新要求”，改造升级传统工科专业，发展新工科专业。
- 推动学科交叉融合，促进理工结合、工工交叉、工文渗透，孕育产生交叉专业，推进跨院系、跨学科、跨专业培养工程人才。

最近几年来：新文科、新医科、新农科、未来技术研究院.....

交叉学科成为第14个门类

2020年8月：刚刚结束的全国研究生教育会议释放出重磅信息，我国将新增交叉学科作为新的学科门类，交叉学科将成为我国第14个学科门类，而这距离上一次增加艺术类学科门类的重大调整已过去8年。

比起哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、工学、农学、医学、军事学、管理学、艺术学这13个学科门类，交叉学科类显得与众不同，像是打通了所有学科之间的“墙壁”。

基金委成立交叉科学部

2020年10月：据国家自然科学基金委员会官网消息，基金委成立第九大学部：交叉科学部，并已公布在官网“机构设置”一栏中。这是自从2009年医学部划分成立出后，国家自然科学基金时隔11年再次成立新的科学部。

内容提要



一、新发展阶段的新要求

二、高质量学科体系特点

三、学科交叉融合发展

加快构建中国特色高质量学科体系

加快构建中国特色高质量学科体系，将有利于大学把发展科技第一生产力、培养人才第一资源、增强创新第一动力更好结合起来，更好地实现高质量科技创新，为打造国家战略科技力量做贡献。

中国特色高质量学科体系可从“特”“交”“新”“融”“高”等方面加强建设。

要从中国发展的战略需求出发，构建中国特色的学科体系。学科说到底就是一种学术分类，要通过更加合理分类才能更好地服务国家发展的需要。例如早期我国工科学科分类比较细，那是为了适应国家建设与工程技术发展的需求。进入新时代，我们应该从国家当前与未来的发展需求出发，增强学科设置的针对性，走出中国特色的学科发展道路。而有针对性的学科设置将进一步聚集队伍和资源，重点突破某一方面的科技创新。

交

要充分开展学科交叉并促进交叉学科建设。现实问题往往需要多个学科协作才能解决，因此，要改变单一学科发展导向，强化学科交叉，并在充分的学科交叉中寻找的新的学科增长点，最终形成新的交叉学科方向或者交叉学科。例如现在很热门的人工智能，就具有广泛的多学科交叉特征，也被许多高校设置为交叉学科。通过学科交叉与交叉学科建设，将实现以问题为导向的科技创新，有利于重大科技问题的集中攻关。

新

要进一步加强创新，瞄准科技前沿和关键领域，推进新工科、新医科、新农科、新文科建设。有了前面所提到的学科交叉与交叉学科建设，坚持“四个面向”，再通过不断的创新，就能深入推进新工科、新医科、新农科、新文科建设。近几年，新工科、新医科、新农科、新文科建设已经在本科专业设置与人才培养方面有了许多探索，后续应该在研究生学科设置、科技创新、人才培养等方面进一步深化。

要进一步融合大学内部各类学科，形成各个学科之间相互联系紧密的有机体，促进各个学科学者之间学术共同体的构建，促进各个学科相互之间的协同创新与协同发展。要通过学校内部的学科融合，突破各个学科以我为主的单一学科发展路径，形成多学科融合发展的态势，进而形成真正的学科体系。而多学科融合发展的学科体系，也有利于形成学科集群，进而产生集群的创新效应。

高

要实现高质量的学科发展，就需要构建高质量的学科体系。高质量学科体系需要形成基础学科厚重、应用学科拔尖的发展形态，需要构建学科追求卓越的自我驱动机制，促进整个学科体系朝着一流的方向不断迈进。习近平总书记强调，追求一流是一个永无止境、不断超越的过程。高质量学科体系建设也是一样，需要不断朝着更高的目标冲刺，才能更好地支撑和促进高质量科技创新。

“双一流”建设与学科建设

五大建设任务

师资队伍建设
拔尖创新人才培养
科学研究
文化传承创新
科技成果转化

五大改革任务

加强和改进党的领导
完善内部治理结构
实现关键环节突破
构建社会参与机制
推进国际交流合作



学科

学科

学科

学科

学科

学科

学科

学科

学科

一流学科的关键特征

- 师资队伍与研究平台水平-----一流学科的关键基础
- 人才培养质量-----一流学科的导向目标
- 代表性科研成果-----一流学科的水平体现
- 国际化发展-----一流学科的国际地位
- 学科可持续发展度-----一流学科的可持续性
- 学科声誉与社会贡献-----一流学科的社会认可

学科建设的引擎与驱动



引擎：师资队伍与研究平台

四轮驱动：

□ 人才培养

□ 科学研究

□ 社会服务

□ 国际合作

构建学科追求卓越自我驱动机制



关键：对标一流，追求卓越

建设一流师资队伍与研究平台

重点：四轮驱动，全面发展

- 高质量人才培养
- 高水平科学研究
- 高层次社会服务
- 高影响国际合作

保障：整合资源，积极外拓

增强自我造血能力，争取外部资源

内容提要



- 一、新发展阶段的新要求
- 二、高质量学科体系特点
- 三、学科交叉融合发展

学科如何布局？

学科如何交叉？

学科如何调整？

学科如何融合？

学科布局的内涵与意义

- 学科布局指的是办学主体在大学组织层面对学科发展做出的战略性架构。世界一流大学以拥有若干门一流学科为标志，而一流学科的形成与发展往往以恰切的学科布局和发展战略为前提。
- 世界一流大学和一流学科的形成基本可归纳为两种发展路径：一种主要依靠自发演化生成的，强调组织自我进化、自我修复、自我适应的能力；另一种主要依靠人为设计布局，强调有为的建设主体和科学合理的制度供给。
- 在良好的学科布局下，学科之间构成功能互补、相互依存的学科生态链，以多样化的学科种类、优势学科群落来体现学科生存能力与竞争力。

美国高水平大学学科布局特征

学科布局多样化但总体趋于综合化

学 校	学科总数 博士点数 硕士点数	学 科 门 类										
		哲学	经济学	法学	历史学	文学	教育学	理学	工学	管理学	医学	农学
CIT	35		1	2				18	11	1	2	
	35		1	2				18	11	1	2	
	20			1				8	11			
哈佛大学	117	4	3	8	7	18	19	24	12	7	14	1
	107	3	3	7	6	18	15	24	11	7	13	
	90	4	3	8	4	17	14	16	9	6	8	1
MIT	73	1	1	2		2	2	27	24	10	4	
	67	1	1	2		2	2	26	23	6	4	
	44			1		1		16	16	8	2	
普林斯顿大学	69	2	2	5	6	8	3	22	18	2	1	
	69	2	2	5	6	8	3	22	18	2	1	
	23		1	1	1			3	15	2		
耶鲁大学	94	3	5	5	9	18	1	27	11	6	7	2
	81	2	5	4	5	15	1	27	8	5	7	2
	54	1	3	3	8	13	1	7	10	5	2	1

美国高水平大学学科布局特征

理学和工学学科在学科布局中占有主导地位

学 校	学科总数 博士点数 硕士点数	学 科 门 类										
		哲学	经济学	法学	历史学	文学	教育学	理学	工学	管理学	医学	农学
杜克大学	82	4	5	6	6	8	4	16	10	5	17	1
	69	2	5	4	6	8	3	16	10	2	12	2
	37	2	3	5		2	1	3	10	5	5	1
约翰霍普金斯大学	106	2	6	4	9	9	12	22	12	11	19	
	94	2	4	4	9	8	9	22	12	8	16	
	77	2	6	4	9	6	7	11	12	9	11	
宾夕法尼亚大学	117	2	5	8	8	14	13	18	17	15	16	1
	96	2	5	6	8	13	8	18	15	10	10	1
	84	1	2	8	7	14	10	4	14	15	9	
哥伦比亚大学	129	3	5	5	8	22	3	28	19	16	20	
	99	2	5	4	6	15	3	28	13	9	14	
	119	3	5	5	7	22	3	26	18	16	14	

美国不同类型大学在学科布局上的共性与特征

并不追求学科门类齐全，而是基础学科的主体齐全，应用学科突出重点

表1 12所世界一流大学的学科设置情况

学科类型		传统综合性大学						单科性技术学院 发展的理工大学		全科型大学			
		哈佛	耶鲁	牛津	普林斯顿	斯坦福	剑桥	麻省理工	加州理工	康奈尔	加州伯克利	哥伦比亚	芝加哥
基础 学科	人文科学	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
	社会科学	7	6	7	7	7	7	5	1	6	7	6	7
	自然科学	7	7	8	7	7	8	7	7	7	8	7	7
基础学科总数 及所占比例		18 62.1%	17 56.7%	19 61.3%	18 64.3%	18 58.1%	19 59.4%	16 59.3%	11 61.1%	17 51.5%	19 63.3%	17 53.1%	18 69.2%
主要 应用 学科	工学	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1
	医学	3	2	2	1	1	2	1	1	2	0	3	1
	工商管理	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	法学	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
主要应用学科总 数及所占比例		8 27.6%	8 26.7%	9 29.0%	7 25.0%	8 25.8%	9 28.1%	7 25.9%	7 38.9%	9 27.3%	7 23.3%	10 31.3%	4 15.4%
一般应用学科总 数及所占比例		3 10.3%	5 16.7%	3 9.7%	3 10.7%	5 16.1%	4 12.5%	4 14.8%	0 0	7 21.2%	4 13.3%	5 15.6%	4 15.4%
学科总数		29	30	31	28	31	32	27	18	33	30	32	26

美国一流大学学科布局特色

学科特色：一流大学的强势学科大多呈现出一种“你无我有，你有我精”的差异化发展的特点

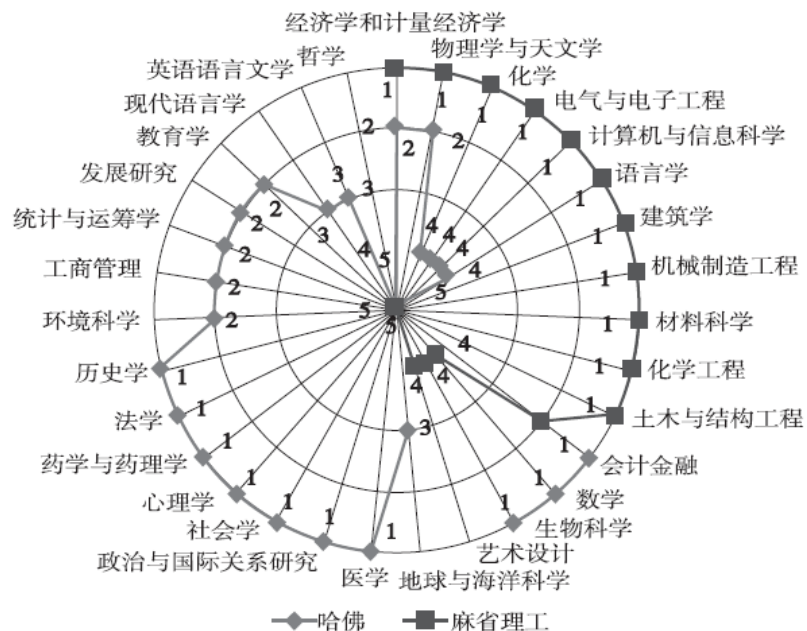


图2 哈佛大学和麻省理工学院强势学科的分布情况

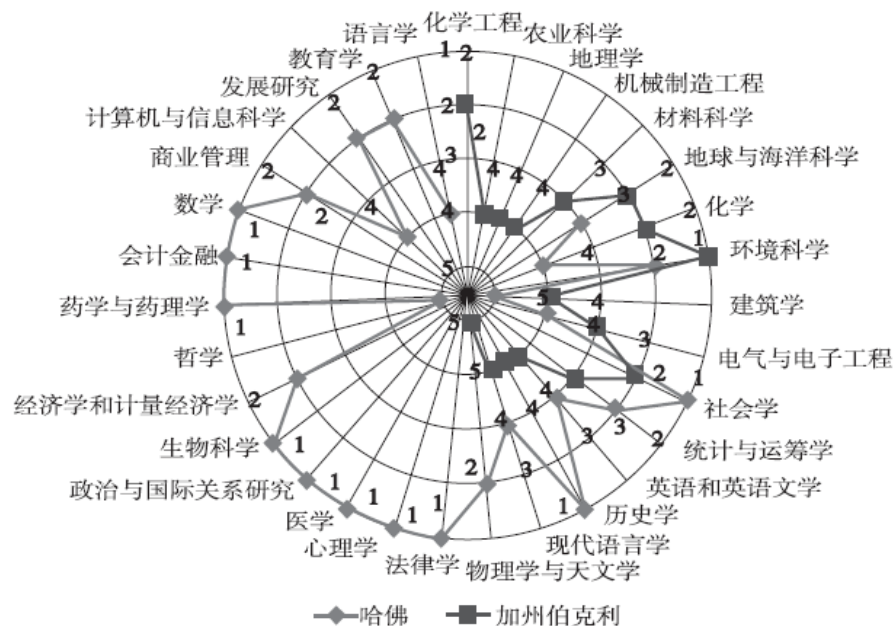


图3 哈佛大学和加州大学伯克利分校强势学科的分布情况

美国基础学科和应用学科的关系

美国基础学科和应用学科的关系大致就是文理学院和职业学院的关系，分为三个层次：

- **第一层次是基础学科所在的学院。**基础学科包括自然科学(数理化生)、社会科学(经政社心)和人文(文史哲)三大分支，它们构成综合性大学中的三大学科支柱。通常三者合在一起构成文理学院。文理学院中的诸学科的水平是衡量综合性大学**整体学术水平和声望**的最重要的指标。
- **第二层次是四大关键职业学院：工学院、医学院、商学院和法学院。**工学院既招本科生也招研究生；医学院和法学院只招研究生；不少商学院只招研究生，而另一些商学院招少量本科生。这四类为“专业学院”。四大关键职业学院的水平是衡量综合性大学整体声望，特别是**科学研究水平和研究生培养水平**的重要指标。
- **第三层次是其他职业学院，**包括建筑学院、新闻学院、教育学院、公共管理学院、国际关系学院、公共卫生学院、农学院、美术学院、神学院等等。这些学院都只招收研究生，不招收本科生。它们的规模远不及上述的四类职业学院，**构成这所大学的特色。**

自然科学、社会科学和人文这三大基础学科主体齐全；不同的实用学科上突出重点。

世界一流大学学科布局与发展形态的差异

大学学科发展形态的不同，反映出不同大学的学科发展轨迹和学科建设理念的差异

表 2 12 所世界一流大学学科排名分布情况

学校	学科 总数	学科排名 1~5 位的 个数	学科排名 6~10 位的 个数	学科排名 11~20 位 的个数	学科排名 21~50 位 的个数	学科排名 51~100 位 的个数	学科排名 101 位以上 的个数
哈佛大学	29	26	2	1	0	0	0
耶鲁大学	30	4	5	6	9	6	0
牛津大学	31	18	11	1	1	0	0
普林斯顿大学	28	2	9	8	5	3	1
斯坦福大学	31	17	12	1	1	0	0
剑桥大学	32	21	10	1	0	0	0
麻省理工学院	27	16	3	4	3	1	0
加州理工学院	18	0	5	4	3	3	3
康奈尔大学	33	2	0	6	19	6	0
加州大学伯克利分校	30	16	9	5	0	0	0
哥伦比亚大学	32	0	5	13	9	4	1
芝加哥大学	26	1	4	7	9	4	1

亚洲一流大学的学科&学院设置

大学名称	按门类	研究生院或跨学科	按学科
香港科技大学 (8)	理学院, 工学院, 管理学院, 人文与社科学院 4个	霍英东研究中心, 交叉学科中心, 高等研究院, 3个	公共政策研究所 1个
南洋理工 (8)	南洋商学院、工学院、文学院、理学院、医学院、国立教育学院 6个	跨学科研究生院 1个	拉惹勒南国际关系学院 1个
新加坡国立 (18)	人文与社会科学院、国大商学院、计算机/电脑学院、国大持续教育与终身教育学院、牙科学院、设计与环境学院、工程学院、法学院、杨潞龄医学院、杨秀桃音乐学院、理学院、国大博学计划、耶鲁-新加坡国大医院 14个	李光耀公共政策学院、国大综合科学及工程研究生院、杜克-国大医学院、苏瑞福公共卫生学院 4个	

亚洲一流大学Qs大类学科全球排名情况

大学名称	艺术与人文	工程与技术	生命与医学	自然科学	社会科学
香港科技大学	=225	18	=351	=42	26
南洋理工大学	59	=6	=141	=17	19
新加坡国立大学	14	=8	26	12	9

国外高水平大学学科布局特征

经过统计,上述高水平大学普遍设置的学科如下:

哲学: 哲学、宗教学

经济学: 经济学、统计学

法学: 人类学、政治学、社会学、法学

历史学: 历史学、亚洲研究、艺术史、考古学、人类发展史

文学: 艺术与美术、古典文学、比较文学、音乐、新闻学、写作、英语、法语、德语、斯拉夫语、西班牙语

理学: 应用物理、生物化学、生物物理学、细胞生物学、发育生物学、遗传学、地质学、地球物理、数学、物理、化学、分子生物学、神经科学、微生物学、地球科学、海洋学、生理学、天文学、物理化学、行星与太空科学、地球化学、运筹学、科学史

工学: 航空航天科学、化学工程、土木工程学、计算机科学、电子工程、环境工程、材料科学、材料工程、机械工程、力学、工程与应用科学、通信工程、生物医学工程

管理学: 系统工程、工商管理、工程管理学、公共政策与管理

医学: 生物医学、免疫学、病理学、药理学、流行病学、肿瘤学、护理学、病毒学

教育学: 心理学、教育学、高等教育、基础教育、社会心理学

顶尖年轻大学的学科布局特征

10 所全球顶尖年轻大学的学科布局:

学科类型		洛桑理工	韩国科技	浦项科技	卡尔理工	香港理工	南洋理工	香港科技	香港城市	马斯特里	悉尼科技
基础学科	人文学科	0	0	0	0	3	4	1	3	0	0
	社会科学	0	1	0	1	2	6	2	7	5	1
	自然科学	6	6	6	6	5	7	7	5	1	3
主干应用学科	工学	6	6	4	5	5	5	6	4	1	4
	医学	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	商学	0	2	0	0	2	2	2	2	2	2
	法学	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
一般应用学科		1	0	0	0	2	3	1	2	1	3
学科总数		13	15	10	12	20	28	19	25	12	15

数据来源:QS 世界大学学科排行榜网页:<http://www.topuniversities.com/subject-rankings/2016>。

全球顶尖年轻大学学科布局特征

- (1) 基础学科规模较大，内部构成差异明显。各学校基础学科占比均值为50%，除悉尼科技大学占比较低外，其他大学基础学科占比均在45%~61%之间。
- (2) 主干应用学科重点突出，工程学科成为重要阵地。主干应用学科占比均值为42%，其中，主干应用学科设置率最高的为工学，除了马斯特里赫特大学仅设置计算机科学与信息系一门工学外，其他9所高校的工学设置数量均在4~5门。
- (3) 一般应用学科规模较小，但学科特色较为鲜明。

国内一流大学的一流学科分布与差异性

清华大学	(共55个一级学科, 11门类) 34个一流学科	人文社科类：法学、政治学、马克思主义理论、设计学、现代语言学、经济学和计量经济学、统计学与运筹学（7）
		理学：数学、物理学、化学、生物学（4）
		工学：力学、机械工程、仪器科学与技术、材料科学与工程、动力工程及工程热物理、电气工程、信息与通信工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、建筑学、土木工程、水利工程、化学工程与技术、核科学与技术、环境科学与工程、生物医学工程、城乡规划学、风景园林学、软件工程（19）
		管理学：管理科学与工程、工商管理、公共管理、会计与金融（4）
浙江大学	(共61, 12门类) 18个一流学科	人文社科类：无入选
		理学：化学、生物学、生态学（3）
		工学：机械工程、光学工程、材料科学与工程、电气工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、农业工程、环境科学与工程、软件工程（9）
		农学：园艺学、植物保护（2）
		医学：基础医学、药学（2）
		管理学：管理科学与工程、农林经济管理（2）
上海交通大学	(共56, 12门类) 17个一流学科	理学：数学、化学、生物学（3）
		工学：机械工程、材料科学与工程、信息与通信工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、土木工程、化学工程与技术、船舶与海洋工程、电子电气工程（9）
		医学：基础医学、临床医学、口腔医学、药学（4）
		管理学：商业与管理（1）

同济大学推进学科布局，优化学科生态

优势工科引领带动

厚重理科融合推动

特色医科协同驱动

精品文科共享联动

前沿交叉创新互动



学科交叉的内涵与意义

OECD对学科交叉的定义：对2个或多个不同学科的整合——这种整合是学科间互动的过程，包括从简单的学科认识交流到材料、概念群、方法论和认识论、学科话语的互通有无，乃至研究路径、科研组织方式和学科人才培养的整合。

在承认学科差异的基础上不断打破学科边界，促进学科间相互渗透、交叉的活动，其相互作用可能创造一个新的领域或学科。

当前全球新一轮科技革命是群体技术创新的产物，学科交叉已经成为科学发展、核心技术突破的必然趋势，也成为大学学科布局和学科发展的重要途径。

交叉学科的内涵

学科交叉逐渐形成一批交叉学科，如化学与物理学的交叉形成了物理化学和化学物理学，化学与生物学的交叉形成了生物化学和化学生物学，物理学与生物学交叉形成了生物物理学等。这些交叉学科的不断发展大大地推动了科学进步，因此学科交叉研究（interdisciplinary research）体现了科学向综合性发展的趋势。

交叉学科是指不同学科之间相互交叉、融合、渗透而出现的新兴学科。交叉学科可以是自然科学与人文社会科学之间的交叉而形成的新兴学科，也可以是自然科学和人文社会科学内部不同分支学科的交叉而形成的新兴学科，还可以是技术科学和人文社会科学内部不同分支学科的交叉而形成的新兴学科。近代科学发展特别是科学上的重大发现，国计民生中的重大社会问题的解决等，常常涉及到不同学科之间的相互交叉和相互渗透。

交叉学科的意义

国家新设交叉学科门类具有双重原因：

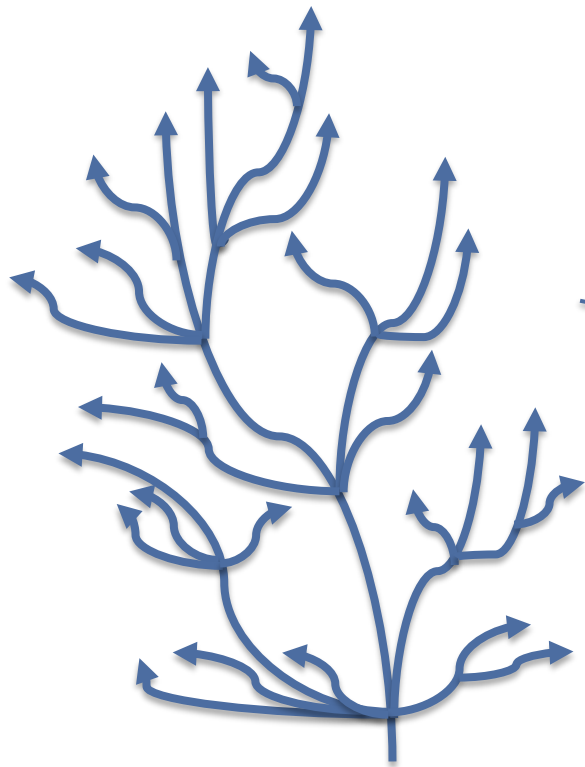
一是基于知识生产的需要。交叉学科相对于过往边界划分明确的单一学科而言，因可以提供更多元的理论基础和视角，更容易产生创造性成果。而且，随着现代科学技术的发展，越尖端、前沿的研究越需要突破单一学科的限制，而基于交叉学科的思维和共同努力才有可能成功。

二是基于人才培养的需要。在高校里，设立和调整学科，归根结底还在于社会需要的人才类型发生了变化，需要高校及时作出反应。因此，国家新设交叉学科门类也是从政策的角度来引导高校调整学科布局，进而通过学科育人，培养出社会所急需的专门人才。

“学科网络” 中的学科交叉

当前学科发展形态中同时存在两种结构：

- **“学科树”**：成熟学科；体系层次清晰；以研究对象和方式的细分为主要增长点。
- **“学科网络”**：新兴、交叉领域；开放性和干涉度较高；以知识的交叉整合为主要增长点。



成熟学科



新兴、交叉领域

学科交叉经典案例与类型

类型一：科学前沿 CASE 1: DNA双螺旋

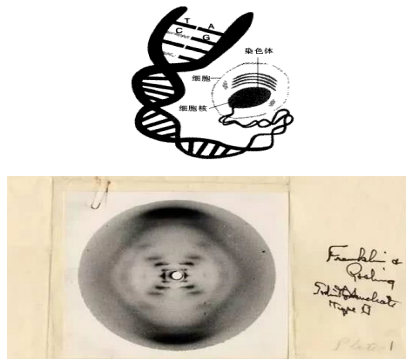
➤ DNA双螺旋结构是20世纪生物学最重要的发现，阐明了生物遗传物质的结构，是学科交叉产生的重大科研成果。

化学家Franklin擅长使用设备，无意中通过X衍射拍到了DNA双螺旋，但由于对照片呈现的内容理论研究不深入，无法发现其中的科学问题。



Rosalind Franklin

最早获得DNA双螺旋化学结构



DNA的X射线衍射照片

学科交叉经典案例与类型

类型一：科学前沿 CASE 1: DNA双螺旋

➤ DNA双螺旋结构是20世纪生物学最重要的发现，阐明了生物遗传物质的结构，是学科交叉产生的重大科研成果。

1962年因发现DNA双螺旋结构获得诺贝尔奖



Francis Harry
Compton Crick
(1916-2004)

物理学



James Dewey
Watson
(1928 -)

生物学



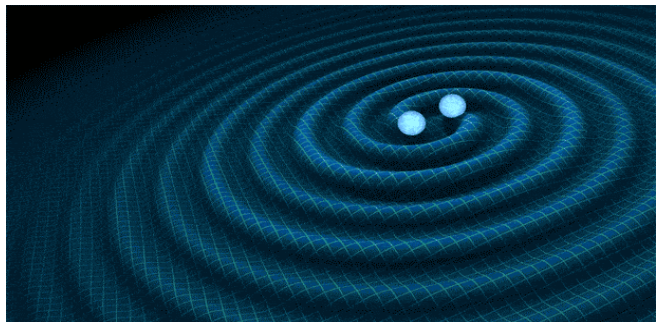
Maurice Hugh
Frederick Wilkins
(1916-2004)

物理学

此前研究DNA结构的物理学家 Crick、Wilkins 和生物学家 Watson在看到该张照片后惊喜地发现，之前用单螺旋、三螺旋无法解释的科学问题，通过双螺旋理论迎刃而解。

学科交叉经典案例与类型

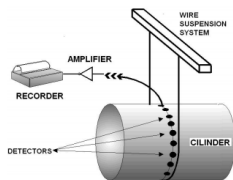
类型一：科学前沿 CASE 2: 引力波探测



明确的前沿科学目标：广义相对论的百年预言

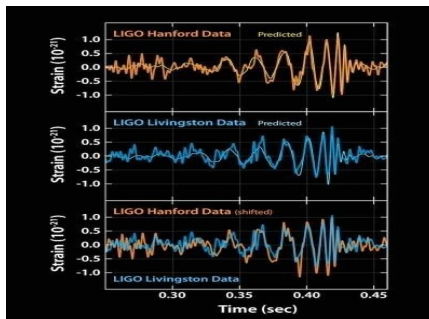
超高难度的探测：测量千分之一质子大小的距离

始于1960年代，韦伯采用研发了韦伯棒，灵敏度不够，未能获得成功



学科交叉经典案例与类型

类型一：科学前沿 CASE 2: 引力波探测



多学科团队联合攻关：雷纳·韦斯、基普·索恩、巴里·巴里什研发采用激光干涉测试系统，数十年努力终获成功，获 2017 年诺贝尔物理学奖

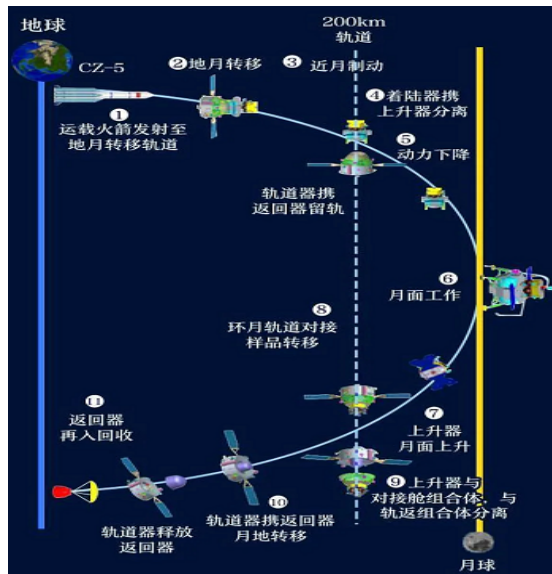
大科学工程：LIGO 由两个干涉仪组成，有两个 4 千米长的臂并组成 L 型，分别位于相距 3000 千米的美国南海岸 Livingston 和美国西北海岸 Hanford。

多学科共同攻关：物理、天文、光学工程、材料、数学、计算机等。最早证明引力波存在的论文发表在《物理评论快报》上，署名作者高达 1004 位，分别来自全球 133 家科研机构。

学科交叉经典案例与类型

类型二：重大项目 CASE 3: 嫦娥五号任务

嫦娥五号探测器于2020年11月24日发射，12月17号在内蒙古四子王旗预定区域安全着陆，历时23天，实现了我国首次无人月面取样返回任务，是人类时隔44年再一次采集月球样品并带回地球。



嫦娥五号任务过程示意图
(来源：国家航天局新闻宣传中心等)

学科交叉经典案例与类型

类型二：重大项目 CASE 3: 嫦娥五号任务

嫦娥五号成功发射的背后凝聚着的成百上千家科研单位和数以万计的航天科技工作者的智慧和辛苦付出。

嫦娥五号参与单位汇总（部分）	
国家探月与航天工程中心	西安交通大学
中国航天科技集团有限公司	西北工业大学
北京航天飞行控制中心	国防科技大学
北京卫星制造厂	上海交通大学
中国文昌航天发射场	同济大学
北京航天动力研究所	哈尔滨工业大学
中国科学院	中国地质大学（武汉）
北京航空航天大学	香港理工大学
南京航空航天大学	

学科交叉经典案例与类型

类型二：重大项目 CASE 3: 嫦娥五号任务

嫦娥五号成功发射的背后涉及到多学科的交叉支撑。

嫦娥五号背后的学科支（部分）		
信号与信息处理	微波与天线技术	卫星通信技术
控制理论与控制工程	导航、制导与控制	模式识别与智能系统
飞行器技术	热控技术与研究	航天制造技术
固体火箭发动机	航天电源技术	空间推进技术
动力机械及工程学	系统工程学	行星摄影测量
行星表面遥感探测	行星地质过程机理与比较行星学	遥操作环境感知与导航定位
材料力学	理论力学	普通物理
电子技术	计算机专业	电磁场理论
应用光学	复合材料	空间环境工程学
半导体物理		

学科交叉经典案例与类型

类型三：大学 CASE 4: 斯坦福大学

1. 独立研究机构概况

特点

由来自多个学院的教师组成，由学校直接管理，不受行政和学术文化的束缚；最大特点是进行多学科跨专业研究。

影响

将大学研究的领域拓展到了超越传统系的边界；创造了面向多学科的新项目焦点；影响了研究方式、项目方向、师生及其与所在院系的关系。

体制

由副教务长及科研院长办公室负责管理，不设置与学院或系联合聘任以外的教师岗位。

学科交叉经典案例与类型

类型三：大学 CASE 4: 斯坦福大学

BIO-X计划



- Bio-x计划是由具有跨学科战略意识的一流学者发起的独立研究小组，由发育生物学及生物化学领域的著名学者James Spudich教授、诺贝尔奖获得者朱棣文教授以及来自斯坦福大学工程学院、人文社科与理学院（H&S）以及医学院的教授组成。
- 该小组提出要保持斯坦福大学在生物科学领域的竞争优势，进行跨学科研究是必须的，因此，该计划得到了学校领导的支持，并在1998年9月成立了由上述三个学院的筹划委员会，开始Bio-x计划的发展。

学科交叉经典案例与类型

类型三：大学 CASE 4: 斯坦福大学



18个跨学科机构跨越学校界限，促进合作：

跨学科机构在学科之间形成了物理和智力的交汇处，可进行跨人文和科学领域的创新研究。



有利于人才培养，为学生进行学术研究与进入职场做好准备：

学生参与跨传统学科的研究，通过多样化专业知识和工具来应对研究问题，为未来的职业发展做好准备。

合作激发了创新发现与攻关：

在各个学科的交汇处，出现了新的想法并进行了创新研究，多项诺贝尔自然科学奖是交叉研究的成果。



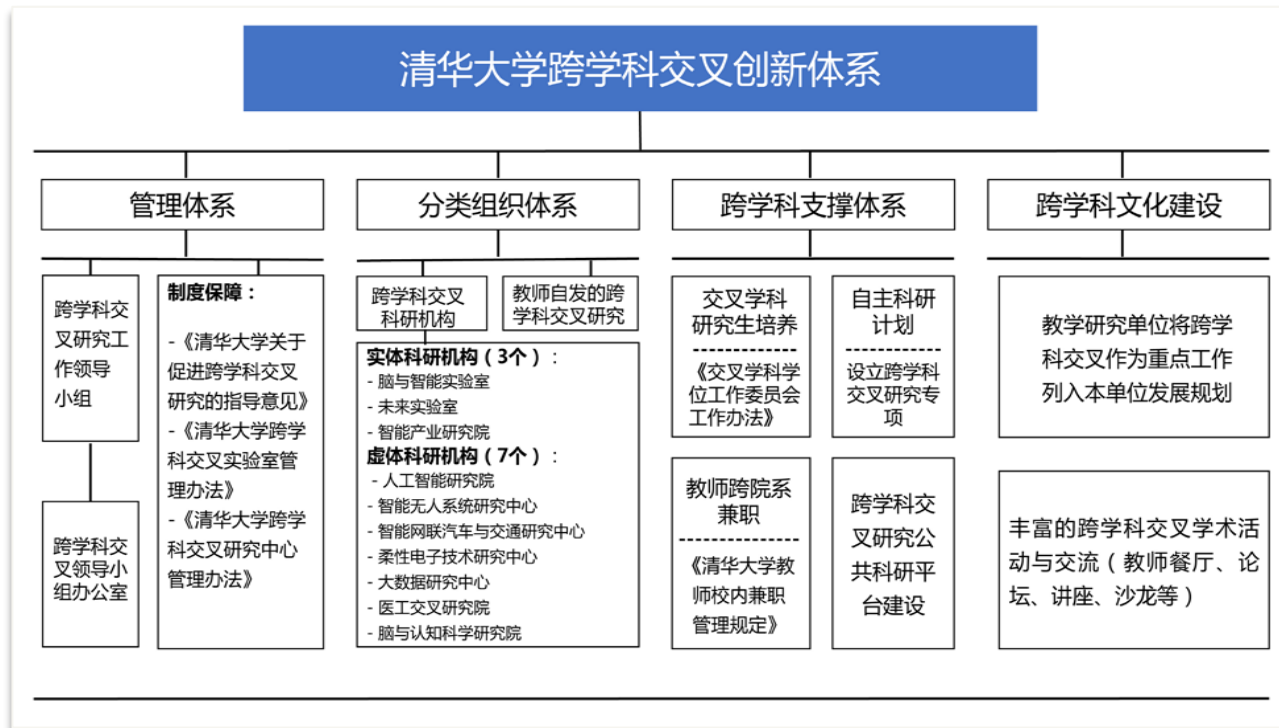
具有极强的杰出人才吸引力和保留能力：

斯坦福大学是一个工程、人文和基础学科领域教学和科研的先驱，成为顶尖学者们的追求。



学科交叉经典案例与类型

类型三：大学 CASE 5：清华大学



学科交叉经典案例与类型

类型三：大学 CASE 5：清华大学

真交叉、真合作、真交流，保证来自不同国家、不同领域、不同院系的师生能深度融合地开展合作，取得具有国际影响力、具有行业引领性的重大成果。

推动构建跨学科交叉创新环境、汇聚多领域顶尖学者、推进多学科研究深度合作的模式，向实现产出重大国际前沿学术成果的目标迈出了坚实的一步。

成功经验

学校完善的管理体系、制度体系、支撑体系是跨学科交叉科研机构良好运行的关键保障因素。

秉持开放的态度与企业开展广泛合作，加快重大技术成果的应用，形成共赢合作的长效机制，真正体现了“跨界交叉、深度融合”。

学科交叉经典案例与类型

类型四：交叉在人身上 CASE 6：爱德华·威滕：不拿菲尔兹奖的历史系学生，不是一个好的物理学家

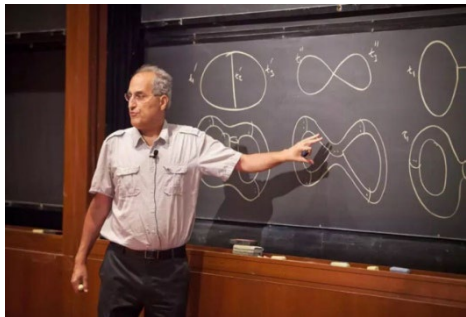


1951年出生的威滕本科就读于约翰·霍普金斯大学，主修历史学，1971年获文学学士学位。后弃文从理，到普林斯顿大学师从戴维·格罗斯（2004年诺贝尔物理学奖获得者）学习粒子物理学，于1976年获得博士学位。

29岁时，威滕就成为了普林斯顿大学的教授，研究弦论，凭借卡拉比-丘流形紧化的论文，在物理界掀起了一场超弦风暴。

学科交叉经典案例与类型

类型四：交叉在人身上 CASE 6：爱德华·威滕：学科交叉融合培养的典范



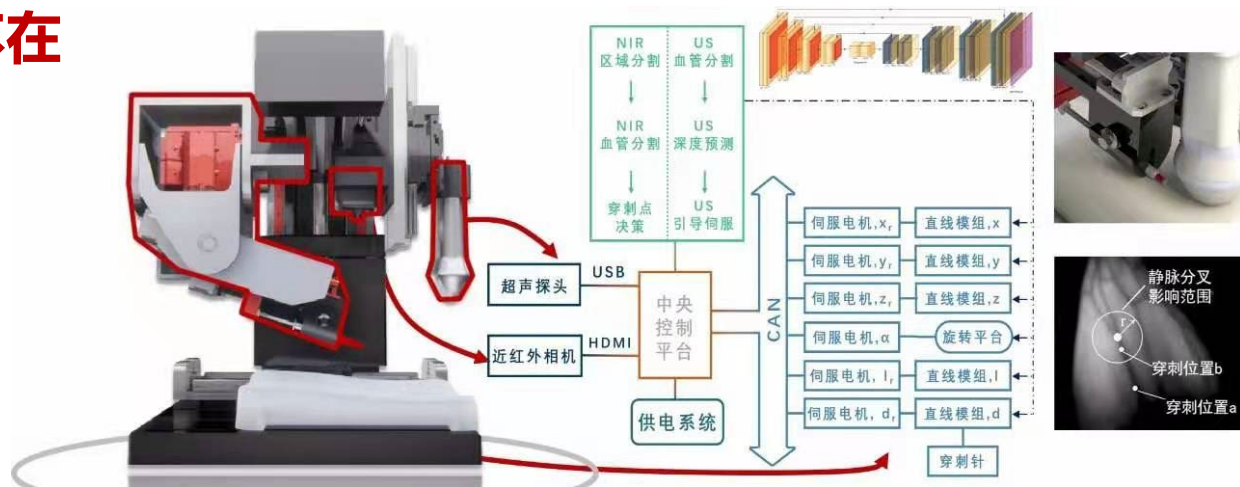
威滕在研究物理的时候，不断推导出深刻的数学定理，他用琼斯多项式来解释了陈省身-西蒙斯理论，这对于低维拓扑结构有深远影响。1990年，威滕被授予数学界最高荣誉——菲尔兹奖，成为迄今为止唯一一位获得该奖的物理学家。

威滕提出了M-理论，是弦论的开创者，除此之外，他还是拓扑学、几何领域的顶尖专家。这位具有超强数学能力的物理学家，横扫了物理界和数学界的各个大奖，是当今少有的全能型科学家，学科交叉融合的典范。

能够实现交叉的人，要有精深、适当宽广的知识面。

学科交叉经典案例与类型

交叉无处不在



疫情期间，同济大学科研团队针对疫情中的临床需求，快速组织由医学、计算机、软件、控制、机械、交互设计等多学科背景的研究人员组成的科研团队。

目前扎针采血机器人项目已迭代研发出多款原型机。该装置计划应用于婴幼儿群体的自动精准扎针，以及脊柱外科、心胸外科、肺科等科室自动化介入穿刺的需求。

学科交叉的路径与策略：以工科为例

模式一：传统学科和跨学科领域并行设置

清华大学的工科设置和新兴、交叉领域

成熟学科（院系、研究所和专业）								
建筑	水利工程	能源与动力工程	航空宇航工程	环境科学与工程	机械工程	电子工程	化学工程	...

交叉学科领域（研究所和专业）			
脑与智能实验室	未来实验室	交叉信息研究院	...

学科交叉的路径与策略

模式二：将新兴、尚未完全壮大的研究领域以专题的形式融入到成熟专业中

2018年，麻省理工学院启动“**工程教育新转型计划**” (The New Engineering Education Transformation program, NEET)，以培养“新机器和系统”工程师为主要目标。

根据学校学科特色，现阶段建设5个跨学科课程专题 (threads)，加入到相应的专业课程计划中。这种方式，将新兴、尚未完全壮大的研究领域以专题的形式与成熟专业结合。一方面提升学生对学科最新进展的认识；另一方面，通过研究和项目驱动的教学方式，有机会实现教学反哺科研，促进新兴领域的进一步发展



学科交叉的路径与策略

模式三：重构院校的学科组织方式

新加坡科技设计大学：

围绕 4 个跨学科支柱
(interdisciplinary pillars),
而不是传统的工程学科分
类, 来组织基本学术单位
和专业

Architecture and Sustainable Design

建筑与可持续设计

创新城市规划；建筑设计与计算；高级建筑技术；建筑史；建筑理论与批评...

Engineering Product Development

工程产品开发

设计科学；量子物理，光学，光电；生物医药工程与信息通讯应用；人机交互，机器人学，自动控制...

办学理念：

跨学科研究与教学；注重人本的工程设计

培养数字信息能力为基础；关注和解决社会重大战略问题

Engineering Systems and Design

工程系统与设计

运筹管理在制造业，服务业和公共事务部分的应用；经济学，国家政策，组织行为，金融，市场营销等领域的交互界面设计；大规模复杂系统设计.....

Information Systems Technology and Design

信息统计技术与设计

数据库，信息检索，机器学习，人工智能，自然语言处理；图像化与可视化，计算机视觉；互连，无线及传感器网络.....

同济大学以人工智能推进学科交叉

优势工科

土建学科群、制造学科群
信息学科群

厚重理科

向海洋、数学、物理、化学、材料、力学等倾斜资源，出台理科提升行动计划，提高基础学科自主创新能力

特色医科

医工融合，医学生命结合

探索人才培养新机制

强化“人工智能+医疗”

新增2-4个国家和上海市临床重点专科

“人工智能+” 为特征的学科交叉

精品文科

强化马克思主义理论学科建设，夯实管理科学与工程、设计学等优势学科基础，推进知识产权上海市高峰学科建设

优势工科引领带动，厚重理科融合推动，特色医科协同驱动，精品文科共享联动，前沿交叉创新互动

“9+4” 一流学科与交叉学科建设布局

学科

土木工程

建筑学

城乡规划学

风景园林学

环境科学与工程

测绘科学与技术

设计学

交通运输工程

海洋科学

交叉学科领域

医学与生命科学

智能技术与绿色制造

微结构模型、功能与应用

国家创新发展与欧洲研究

以一流学科为引领的学科群建设

以一流学科为引领，实现学科交叉融合与协同发展，带动学校整体学科发展



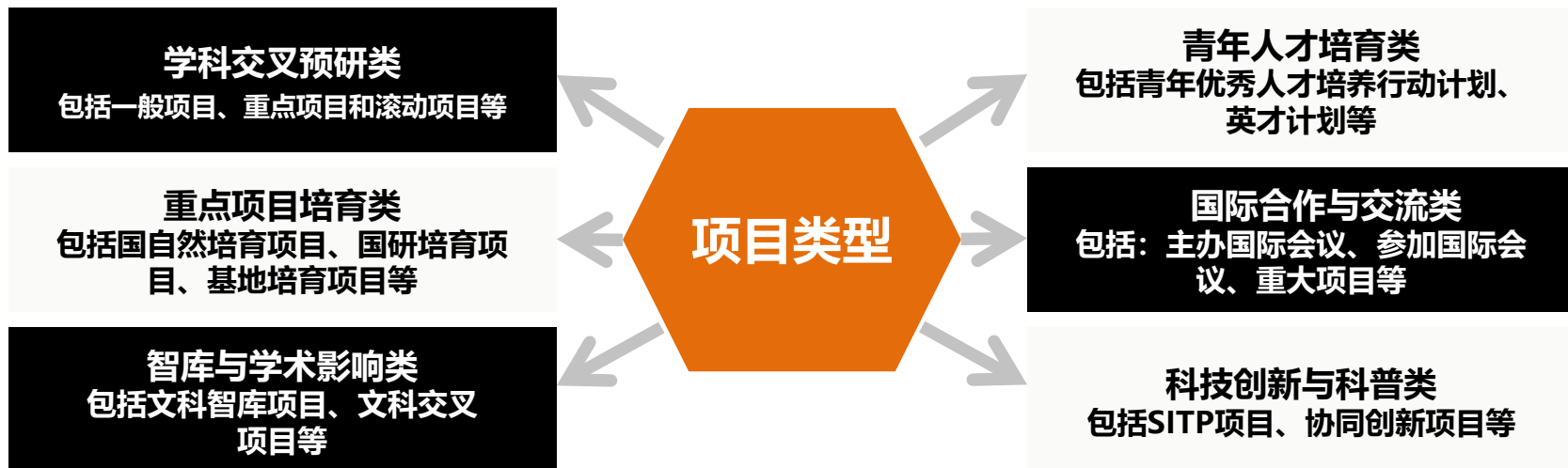
8个一流学科+2个基础支撑学科



“2+8” 学科群（领域）建设布局

(1) 科研管理方面的举措——科研项目

2015年 学校首次面向全校理、工、医和管理类学科启动学科交叉类项目的资助申报工作。来自45个学院和附属医院的科研人员参与了申请。



(1) 科研管理方面的举措——科研项目

2015年

旨在通过学科交叉，重新定位科研的组织引导方向，以问题为导向，提升科研成果的质量。

2017年

参照基金委的模式，对学科交叉预研类项目实行项目指南指导下的申报工作，促使项目申报工作**更规范、更有序、更有目标性**，进一步把握住学校的科研方向，使专项经费发挥更大成效。

截止目前

- 资助发表科技论文1000余篇，
- 发明专利400余件，
- 国家级和省部级项目200余项，



- 国家级和省部级奖励50余项
- 出版科技专著20余本
- 联合培养研究生300余名

(1) 科研管理方面的举措——基地平台

■ 现有科研基地

- 鼓励并要求现有省部级以上科研基地，根据自身优势强化学科交叉研究，在组织重大项目时注重不同学院、不同学科的人员参与，围绕同一目标攻关，促使新的学科交叉点的产生。
- 强调基地必须实行有组织的科研模式，从**资源投入**和**考核**两方面建立相应的制度体系。从**基本科研业务费**等及**申报国家重大项目**角度支持交叉研究项目，人事部门、研究生院从团队建设的角度给予支持。

2021年、2022年交叉学科项目新模式：与基地重点突破方向相结合

(2) 人事管理方面的举措

- 建立校内教师双聘制度

鼓励并支持学院根据学科交叉需要设立跨学科岗位，对优秀人才**进行双聘**，并对双聘教师在研究生招生指标、办公条件等方面给予一定**倾斜政策**，支持教师开展高水平、**跨学科、跨领域**的教学科研工作



- 研究制定促进教师从事学科交叉教学科研工作的政策

鼓励教师组建具有学科交叉特征的**创新团队、课程建设团队和专业建设团队**，发表高水平学科交叉学术成果，促进科教融合，培养学科交叉型的拔尖创新人才

2021年：试点交叉学科正高级专业技术职务评审

(3) 人才培养方面的举措

- 实行大类招生，培育跨学科通识型人才

鼓励和引导学生主动**跨学科选修**，实现知识交叉融合。通过设立新生院，在宽口径、厚基础培养的基础上**深化通识教育**，促进通专融合。

- 设置学科交叉人才培养体系，建设以双创为核心的“大实践平台”

通过学科交叉管理体制机制及平台建设、学科交叉自主研究专项等方式，促进不同学科之间的全方位合作将**科研与学生培养相融合**。

(3) 人才培养方面的举措

- 新增若干专业和博士学位授权点

2017年我校自主设置并向教育部备案
3个博士学位授权交叉学科（知识产
权、微电子科学与工程、城市交通）。
2020，智能科学与技术一级交叉学科。
2021，知识产权一级交叉学科

2019年获批新增人工智能专业，新增
的10个本科专业中多个专业与人工智
能相关，以“人工智能+”赋予传统学
科新的发展动能，培养具有人工智能基
础研究和交叉应用能力的优秀人才。

近年来，同济大学已从科学研究、人才培养、师资队伍等不同角度，做出了很多积极探索和有益尝试，对促进学科交叉融合起到重要作用。但从系统观的角度和“十四五”规划看，部门间的协同性、学科交叉的目标、系统性、聚焦度不够，必须进一步加强顶层设计，系统谋划。

学科调整的内涵

学科调整的目的在于通过内部资源的重新分配，实现对高校的战略重塑。学科调整可以分为学科布局调整和学科结构调整，两者往往相互关联。

学科布局调整是指，高校对自身的学科根据其“相对价值”进行评估，在资源受限的情况下，统筹考虑学科在大学核心使命中的地位、学科成本和学科质量、大学特色等因素，优先发展“相对价值”较高的学科。

学科结构调整是指，学科和人才培养结构需要不断调整，来适应和引领外部产业结构升级和经济社会发展的新需求。当前，知识生产与传承为核心的学科逻辑与强调“外部适应性”的应用逻辑之间的界限日渐模糊。因此，超越学科逻辑和应用逻辑的对立，实现应用逻辑和学科逻辑的同构共生是未来学科调整的发展趋势也是实现知识体系重构的变革取向。

学科调整：机遇与陷阱

- 效率至上的经济理性主义

学科调整要解决的首要问题是大学如何利用有限的资源实现卓越的发展目标，因而经济、效率和效用的原则支配着大学的学科布局调整，“以少做多”成为高校学科布局调整追求的目标。优先发展的学科通常是能够在短期内给大学带来较大收益的应用性学科，而一些非核心的软学科则面临被裁撤的命运。富者愈富，穷者愈穷，学科之间的资源差距进一步扩大，反而不利于建设良好学科生态。

- 等级分化的学术精英取向

学术研究的等级分化带来了大学学科布局的“矩阵结构”，大学内部不同院系之间的横向联系减弱，而同一学科在不同高校之间的纵向联系加强，每个学科都在学术精英主义的影响下追求同行的认可，并形成了等级化的差序格局。

- 多元共治的知识生产模式

外部的需求和力量的介入在很大程度上影响了学科发展的战略重点以及学科发展的方向。

学科调整的策略与方式

上个世纪下半叶以来，在经济下滑的财政压力和提高学术声誉的内在动力下，西方世界的许多一流大学在学科发展采取“有选择的卓越”(selective excellence)策略，通过供给侧结构性改革，裁撤质量不高或与院校使命关联不大的院系，把更多的资源投入到大学的优势学科上，以差异化和专业化的学科比较优势推动大学进入世界一流大学前列。

学科布局调整是资源的重新分配。有些学者将其基本法则概括为学科发展资源的“加、减、乘、除”：确立优势学科和重点发展领域(加法)，裁撤某些学科以“舍车保帅”(减法)，推进学科交叉(乘法)，以及重建学科结构(除法)。

其中，学科布局调整往往通过加法和减法进行，学科结构调整则通过乘法和除法进行。

学科调整案例

- 重点投入、裁撤院系（加减）

例如，美国哥伦比亚大学从上个世纪80年代开始逐步裁撤图书馆学院、语言学系和地理学系，把更多资源投入到商学院和医学院的建设上，成就了经济学和医学领域的多位诺贝尔奖获得者，维持和提升了该校在世界一流大学中的地位。

- 结构再造（乘除）

例如，美国芝加哥大学的经济学之所以成为世界一流学科，很大程度上取决于它的学科渗透性。它对社会学的渗透，促成了对社会问题的经济学分析；对政治学的渗透促成了公共选择理论；对法学的渗透促成了产权经济学。学科结构的相互嵌入有效地保证了经济学的核心地位，提供了学科发展的持续动力。

又如，上个世纪下半叶开始，哥伦比亚大学的历史系就不断进行课程和结构的重组，从一个传统的学科转变为一个适应当代社会需求的学科。历史系进行结构重塑，不再仅仅按照国别组织课程，而是提供大量科学史、医学史、文学史、国际关系史、学术史、移民史和哲学史等方面的课程，与其他院系建立了联系。

比较：国外的学科动态调整 vs 国内的学科动态调整

知识生产和学科发展已经到了“分久必合”的时代，极度细分的院系结构成为了学科融合的障碍，因此促进学科交叉融合必须变革现有的组织结构。

学科交叉与学科融合是两个相互关联的概念。学科交叉侧重于知识生产方式的变革；学科融合侧重组织结构的变革。

(一) 英国大学的学院制

英国古典大学剑桥和牛津实行的学院制(collegiate system) 对消解学科组织壁垒, 促进学科融合有积极的作用。

学院制是一项古老的制度,学院并不以学科为依据划分, 其雏形是中世纪时社会人士或慈善团体为当时没有固定居所的学生们提供住宿和食物, 并制定严格的规矩而形成的特殊机构。学院不仅是教师与学生休息、社交、教与学的场所, 更是不同学科的教师和学生相互交流的平台。在学院中他们就一些问题从各自学科的角度展开讨论, 从而增加了学科群落间的了解, 也有利于新的思想火花的产生。

(二) 美国大学的文理学院与本科生院制度

美国许多排名靠前的大学都采用文理学院(包括本科生院、文理研究生院)和专业学院相结合的典型结构。

文理学院：文理学院具有极强的综合性, 下设所有文理科的学系, 譬如哈佛大学文理研究生院下就有33个系, 覆盖了人文科学(如哲学、历史学、语言学等)、社会科学(人类学、经济学、社会学等)、自然科学(如化学、天文学、物理学、生物学等)的诸多学科。

专业学院：综合性与专业性并存。有的学院以学科群划分, 如威斯康星大学农学与生命科学学院; 有的按照学科门类划分, 如工学院、法学院、医学院、教育学院、公共管理学院、商学院、药学院; 也有学院按照更加细化的培养职业人才的需求划分, 如护理学院、社会福利学院、社会工作学院以及非常专业化的视力检测学院。

(三) 德国学部制

大学—学部—系/讲座

学部主要以学科群和学科门类划分,充分注意到学部下一层级学系间的关联性。

例如,将不同学科门类但是有密切关联的学科组合成一个学部,能有效地促进学科融合和交叉,如慕尼黑大学的数学、计算机科学、统计学部,历史与艺术学部,化学与药学部;海德堡大学的经济与社会科学部,行为与文化研究学部;莱比锡大学的历史、艺术和东方文化学部,社会学和哲学学部,生物学、药学和心理学学部等。

(四) 各种形式交叉学科组织的创设

- 实体机构

具有正式的组织建制, 专 职的研究人员, 独立的场地和实验设施

- 虚实结合型

设立的各种交叉学科实验室、研究中心、研究所。虽有组织构架、场地、实验设备、图书馆等, 举办前沿讲座和会议, 但是其研究人员除了中心主任等管理人员外, 大多数学者和学生的身份归属在各院系, 但又长期或临时性地在实验室、研究中心、研究所开展他们的研究工作。

- 完全虚体

大学中基层学术组织为了特定的任务而集合多个学科的学者组成的交叉学科课题组。这些课题组成员依托各自院系的实验设施、图书资料做研究, 并保持松散联系, 一旦项目完成, 课题组就自动解散。

结语：构建高质量学科体系

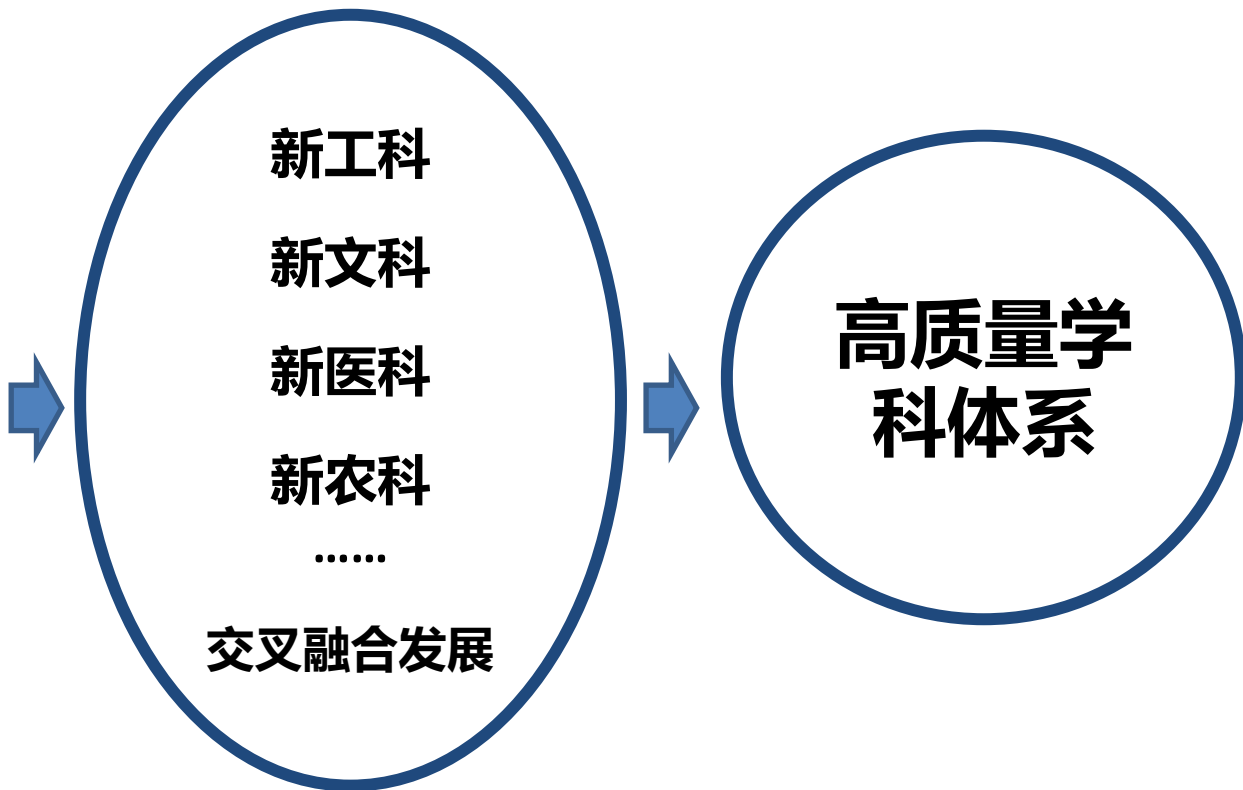
高质量内涵式发展

学科生态体系构建

多主体协同

学术共同体建设

创新环境与创新文化



谢谢，请指正！ Q&A

蔡三发 研究员、博士生导师

同济大学发展规划与学科建设部

