

厚植基础 强化实践 突出特色 着力培养工程科技创新人才

哈尔滨工业大学 周 玉
2016年4月22日





主要内容

一、国家发展对工程科技人才的需求

二、美俄德法工程教育的特点与趋势

三、哈尔滨工业大学办学传统与特色

四、小卫星学生团队与创新文化氛围



一、国家发展对工程科技人才的需求

1.1 国家发展战略对工程科技创新人才的需求

- 创新型国家建设需要中国大学培养工程科技创新人才
- 中国制造2025——制造强国战略
- 航天强国、海洋强国、网络强国——行业领域强国战略
- 互联网+、两化深度融合、军民融合深度发展——交叉强国战略
- 东部率先发展、中部崛起、西部大开发、东北振兴，以及“一带一路”、长江经济带和京津冀协同发展——区域强国战略

1.2 制造业发展对工程创新人才的需求

序号	十大重点领域	2015 年	2020 年		2025 年	
		人才总量	人才总量预测	人才缺口预测	人才总量预测	人才缺口预测
1	新一代信息技术产业	1050	1800	750	2000	950
2	高档数控机床和机器人	450	750	300	900	450
3	航空航天装备	45.9	68.9	23	96.6	50.7
4	海洋工程装备及高技术船舶	102.2	118.6	16.4	128.8	26.6
5	先进轨道交通装备制造业	32.4	38.4	6	43	10.6
6	节能与新能源汽车	17	85	68	120	103
7	电力装备	40	50	10	56	16
8	农机装备	28.3	45.2	16.9	72.3	44
9	新材料	600	900	300	1000	400
10	生物医药及高性能医疗器械	50	80	30	100	50

表：制造业十大重点领域人才需求预测（单位：万人）

数据来自“制造业人才发展规划(2016-2020年)”



二、美俄德法工程教育的特点与趋势

2.1 美国工科大学教育模式特点

专业设置：紧跟市场需求设置专业，在二年级末或三年级初确定专业，采用“专业+辅修”的模式，给予学生自行选择课程、自主设计课程结构的机会

学生培养：注重国际化和文化多元化，注重人文精神，关注人类生存和发展所面临的重大问题，注重创新意识培养，注重理工结合

教学管理：灵活、完善的学分制和选课制，突出大学教育管理的基础性，注重建设通识课程

培养优势：人才培养能够做到因材施教，充分发挥学生的最大潜能，学生更具有国际化视野

宽进严出or严进严出

US news rank	University	Total enrollment	Fall 2014 acceptance rate	4-year graduation rate	6-year graduation rate
1	Princeton University	8088	7.40%	90.00%	97.00%
2	Harvard University	19929	6.00%	86.00%	98.00%
3	Yale University	12336	6.30%	87.00%	96.00%
4=	Columbia University	24221	7.00%	90.00%	96.00%
4=	Stanford University	16795	5.10%	76.00%	95.00%
4=	University of Chicago	12558	8.80%	87.00%	93.00%
7	Massachusetts Institute of Technology	11319	7.90%	81.00%	91.00%
8	Duke University	15856	11.40%	87.00%	95.00%
8	University of Pennsylvania	21296	10.40%	87.00%	96.00%
10	California Institute of Technology	2209	8.80%	85.00%	92.00%
12	Dartmouth College	6298	11.50%	88.00%	95.00%
14	Brown University	9181	8.70%	84.00%	96.00%
15	Cornell University	21850	14.20%	87.00%	93.00%
20	University of California-Berkeley	37581	16.00%	72.00%	91.00%
23	University of California-Los Angeles	43239	18.60%	73.00%	91.00%

宽进严出or严进严出

US news rank	University	Total enrollment	Fall 2014 acceptance rate	4-year graduation rate	6-year graduation rate
187	University of Alabama-Huntsville	7348	82.00%	15.00%	46.00%
187	University of Nevada-Reno	19934	83.90%	21.00%	55.00%
187	University of North Carolina-Greensboro	18647	60.00%	31.00%	56.00%
187	Western Michigan University	23914	84.10%	23.00%	54.00%
187	Widener University	5985	65.00%	37.00%	53.00%
194	Central Michigan University	27069	69.30%	20.00%	65.00%
194	East Carolina University	27511	77.30%	33.00%	59.00%
194	South Carolina State University	3331	84.50%	15.00%	38.00%
194	University of Missouri-Kansas City	16160	63.70%	25.00%	51.00%
194	University of North Carolina-Charlotte	27238	64.10%	26.00%	55.00%
199	Ashland University	5737	71.90%	42.00%	57.00%
199	Indiana University-Purdue	30690	70.50%	18.00%	44.00%
199	Louisiana Tech University	11225	65.00%	30.00%	54.00%
199	New Mexico State University	15829	69.60%	16.00%	46.00%
199	University of Colorado-Denver	22791	73.00%	15.00%	40.00%

2.2 前苏联工科大学教育模式特点

专业设置：按产业部门、行业、工种、甚至产品设立系科和专业

学生培养：注重理工结合培养，强调“厚基础、强实践”，要求实习时间应占总时数的30%~40%

教学管理：强调“严过程”，通过各个培养环节、培养过程的严格把关来保证培养质量

培养优势：可以集中资源，迅速培养大批专门化、高水平的专家，对科技发展和工业的进步起到非常重要的推动作用

前苏联工科类大学教育体系有其独到之处，在世界大学教育模式中特色鲜明、独树一帜

莫斯科大学

莫斯科大学培养出了大批科学家、文学家、艺术家，十月革命之后，也培养出了大批杰出人才

13名诺贝尔奖获得者，如诺贝尔化学奖获得者谢苗诺夫、诺贝尔物理奖获得者塔姆、金兹堡、阿布里科索夫等等

6位菲尔兹奖获得者，如诺维科夫、奥昆科夫等

其他著名科学家如 **“俄罗斯航空之父”** 尼古拉·叶戈罗维奇·茹科夫斯基、实验物理奠基人A·G·斯托列托夫等

莫斯科鲍曼国立技术大学

该校在工科领域具有明显的优势和特色，同时具有较强的军事背景，是火箭航天领域培养高级工程师的“熔炉”和国防与火箭航天技术领域的大型研究与开发的科技中心

为俄罗斯及世界的科学技术发展做出了卓越的贡献，制造了俄罗斯的第一架直升机，第一个空气动力学风洞，第一套自动化机床流水线，第一辆牵引气体涡轮发动机等等

培养了大批杰出工程技术领军人才：导弹工业创始人科罗列夫、著名导弹专家谢尔盖·涅波别季梅、苏联第一座核电站的总设计师多尔列让尔等

圣彼得堡国立大学

圣彼得堡国立大学是世界著名大学，涌现出了许多杰出人士和科学家，著名数学家切比雪夫、著名文学家屠格涅夫等

曾培养出8位诺贝尔奖获得者，如生理学医学奖获得者巴甫洛夫、物理学奖获得者朗道、经济学奖获得者康托罗维奇等

俄罗斯现任总统普京和总理梅德韦杰夫均毕业于该校法律系

三所俄罗斯大学的世界排名情况

莫斯科大学在2015年QS大学排行榜中排名第108位，在上交大的“世界大学学术排名”中列第86位，在泰晤士高等教育大学排名中位列第196位

莫斯科鲍曼国立技术大学和圣彼得堡大学在QS世界大学排行榜的排名分别为317位和256位，在泰晤士、上交大大学排名中均未进入榜单

可见，俄罗斯几所著名大学的排名与实力有较大差距。

各类国际大学排名体系，很难全面概括所有学校的特点，因此，排名与实力也很难完全相符

2.3 德国工科大学教育模式特点

专业设置：专业由政府根据国家建设需要专门制定。大学的教学活动是以专业为基本单位而展开

学生培养：注重实践过程、方法训练以及能力培养，包括专业能力、方法能力和社会能力的培养

教学管理：采用学分制评定学习效果，采用严格的教考分离制度进行考试

培养优势：实践导向，企业导向，重视能力培养，强调独立工作能力和动手能力



力学一门三代在德国：

普朗特-德国物理学家，近代力学奠基人

冯卡门-匈牙利暨美国空气动力学专家

钱学森-中国著名物理学家、著名火箭专家

德国大学的国际排名也与其实际实力不符，但德国是工程教育强国、制造大国

德国大学举例

海德堡大学（最新QS排名世界第66）

- 有55位诺贝尔奖获得者曾在此学习或工作，获诺奖人数位居德国第1，欧洲第4，世界第13
- 该校有18位莱布尼茨奖（世界上奖金额度最高的科学奖项）及2位奥斯卡奖获得者
- 该校历史上有5位校友最终成为德国总理，数位英国、比利时、保加利亚、泰国等国国家领导人级政要曾在海德堡大学学习

慕尼黑工业大学（最新QS排名世界第60）

- 通过宽口径的专业课程、跨学科的课程学习以及多样化的教学方式，打牢学生的专业基础，通过专业教育渗透通识教育的理念
- 注重课程设置的层次化和连贯性，重学生参与和实践环节，实现了学习自由与严格考试的统一，力学奠基人普朗特的母校

2.4 法国工科大学教育模式特点

学校地位：高等专业学院，相比综合性大学来说，位于法国高等教育象牙塔的顶端，为学生提供高水准、专业化的“精英教育”。其中的高等专业工程师学院，在法国国内和国际上享有崇高声誉，如**巴黎综合理工学院、中央理工学院、矿业学院、国立路桥学院、国立高等工程技术学院**等

学生培养：培养目标是让毕业生能够在特定的工业部门领域就业，其教学过程理论与实践联系十分紧密，培养学生一专多能

专业学制：法国高等专业学院的工程师教育学制为5年，包括2年预科和3年专业阶段。专业学习成绩达到规定标准，被授予国家承认的工程师文凭，同时也被授予新制硕士学位。工程师头衔在法国的地位很高，在企业中担负重要的技术职责。专业设置涵盖工学的所有领域。

2.5 美国工程教育的发展趋势

美国工程教育的动向（来自于美国工程院的《2020工程师》）：

- 超前设计，致力培养能够满足未来工程实践需要的工程师和科技人才
- 强化基础，构筑以基础教育为起点的工程师和科技人才培养的完整系统
- 回归实践，强调提升工程师和科技人才的动手能力和解决问题能力
- 创新模式，探索工程师和科技人才培养的创新途径和多元模式
- 系统集成，全面建立并着力提升与工程教育有关的各子系统的密切联系

2.6 德国工程教育的发展趋势

德国工程教育的发展趋势：

- 严过程：严格的监督与质量评价体系，保证教育质量
- 厚基础：推进工程科学、信息与计算机科学、数学与自然科学的教育在工程教育中不断发展和完善
- 重实践：实践实验训练充分，与工业企业联系紧密，学生直接参与企业项目
- 国际化：欧洲各国高等教育在其建立的框架文件指导下进行改革和协调

2.7 法国工程教育的发展趋势

法国工程教育的发展趋势：

- 大众化：实施主体扩大化、受教育对象平民化
- 国际化：欧盟一体化基础上的国际化
- 多元化：高等工程教育培养内容的多元化（与科学研究、人文教育交叉）
- 重实践：继续重视工程训练锻炼、实践能力培养
- 重素质：强调知识能力素质的综合培养

2.8 工程科技创新人才培养的特点与趋势

美俄德法各有各的不同，各有各的特色，但也含有一些共性的内容：

- 厚植基础是工程科技创新人才培养的基本方式
- 强化实践是工程科技创新人才培养的重要手段
- 严进严出是把控工程科技创新人才培养质量的主要举措
- 突出特色是培养一流工程科技创新人才的显著标志
- 国际化、多元化已成为工程教育发展的一个明确方向
- 工业强国都是制造强国、工程教育特色突出



三、哈尔滨工业大学办学传统与特色

哈尔滨工业大学 (1920-2016)

中东铁路建
设人才培养

国家建设专
业人才培养

国防科技建
设人才培养

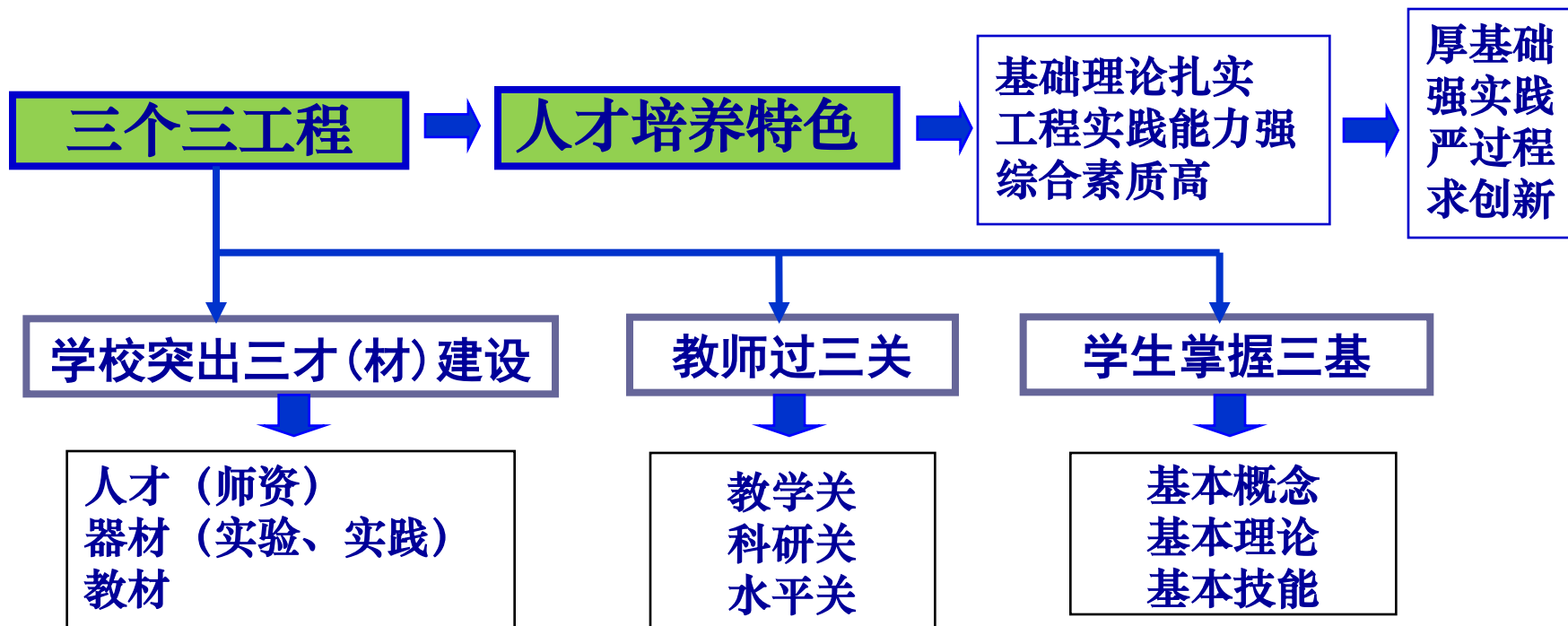
科学工程创
新人才培养

- 学习前苏联的教育样板
- 完善的理工科高等教育体系
- 专业方向行业化、模块化
- “规格严格，功夫到家”

- 传统教育与时代发展相结合
- 专业教育与通识教育相结合
- 课堂学习与实践创新相结合
- 过程管理与目标管理相结合

“工程师的摇篮”
行业领域专门人才

建设世界一流大学
学术带头人与工程领军人才



人才培养特色、课程体系、管理体系

- 坚持“**厚基础、强实践、严过程、求创新**”的教育教学传统和人才培养特色，建立**通识教育、专业教育、实践创新、个性发展**有机融合的课程体系，把弘扬传统和改革创新相结合，将美国创新教育的个性尊重、潜能释放和欧洲大陆教育的严谨、规范结合起来，加大个性化培养和柔性化管理力度，进一步厚植教育教学传统、突出人才培养特色
- 坚持严格的**过程管理**制度，采取过程淘汰方式，避免问题都累积到毕业前。很早就实行了教学方法与考试方法改革，实行累加式考试方式

做中学、科研育人、创新体系

- 加强“**做中学**”和“**科研育人**”机制建设，把教学和科研作为驱动人才培养中心任务的两个轮子，形成**教学和科研相互支撑、相互依托、相得益彰**的态势，对人才培养都非常重要。
- 要通过教学和科研双轮驱动，推进**教学科研协同育人**，完善高水平科研支撑拔尖创新人才培养的机制，把高水平科研成果及时植入教学内容中去，理论联系实际，切实提高人才培养质量。
- 逐渐完善**课程体系、实训体系、平台体系和保障体系**“四位一体”的创新创业教育体系，强化学生创新精神、创业意识、创新创业能力培养

实验实践四年不断线

课内

- 大一专业导论
- 大二课程设计
- 大三综合设计
- 大四毕业设计

课外

- 大一年度项目学习
- 大二创新实验课程
- 大三科技竞赛活动
- 大四创新优秀设计



选修

- 创新研修课
- 工程素质课
- 精品管理课
- 学术讲座课

学生参与科研实际课题是一种传统和文化，黄志伟教授课题组刚刚发表在《Nature》上的学术论文，作者中就有本科生

Best Global Universities for Engineering 2014

These well-regarded universities from around the world have shown strength in producing research related to a variety of engineering topics. They include aerospace engineering, mechanical engineering, electrical engineering and civil engineering. All rely on the basic engineering concept of using math and science to solve problems. These are the world's best universities for engineering.

#1	Massachusetts Institute of Technology  United States Cambridge, MA  #2 – Best Global Universities	100.0 Subject Score	#6	Georgia Institute of Technology  United States Atlanta, GA  #61 – Best Global Universities	87.9 Subject Score
#2	Tsinghua University  China Beijing  #67 – Best Global Universities	97.5 Subject Score	#7	National University of Singapore  Singapore  #55 – Best Global Universities	87.1 Subject Score
#3	University of California--Berkeley  United States Berkeley, CA  #3 – Best Global Universities	92.2 Subject Score	#8	Zhejiang University  China Hangzhou, Zhejiang  #128 – Best Global Universities	86.5 Subject Score
#4	Stanford University  United States Stanford, CA  #4 – Best Global Universities	91.6 Subject Score	#9	Hong Kong Polytechnic University  Hong Kong Kowloon  #235 – Best Global Universities	84.4 Subject Score
#5	Nanyang Technological University  Singapore  #125 – Best Global Universities	88.2 Subject Score	#10	Harbin Institute of Technology  China Harbin  #339 – Best Global Universities	83.2 Subject Score

Best Global Universities for Engineering 2015

#1 **Tsinghua University**
 China Beijing
 #59 – Best Global Universities

100
Subject Score



#2 **Massachusetts Institute of Technology**
 United States Cambridge, MA
 #2 – Best Global Universities

97.1
Subject Score



#3 **University of California--Berkeley**
 United States Berkeley, CA
 #3 – Best Global Universities

93.6
Subject Score



#4 **Zhejiang University**
 China Hangzhou, Zhejiang
 #106 (tied) – Best Global Universities

92.2
Subject Score



#5 **Nanyang Technological University**
 Singapore
 #74 (tied) – Best Global Universities

92
Subject Score



#5 **National University of Singapore**
 Singapore
 #49 (tied) – Best Global Universities

92
Subject Score



#7 **Harbin Institute of Technology**
 China Harbin, Heilongjiang
 #319 – Best Global Universities

90.9
Subject Score



#8 **Stanford University**
 United States Stanford, CA
 #4 – Best Global Universities

90.2
Subject Score



#9 **Georgia Institute of Technology**
 United States Atlanta, GA
 #64 (tied) – Best Global Universities

88.5
Subject Score



#10 **City University of Hong Kong**
 Hong Kong Kowloon, Hong Kong
 #187 (tied) – Best Global Universities

87.4
Subject Score

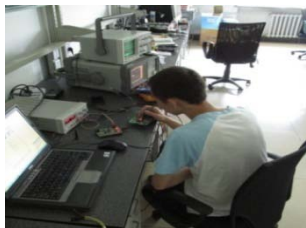




四、小卫星学生团队与创新文化氛围

紫丁香小卫星学生创新团队

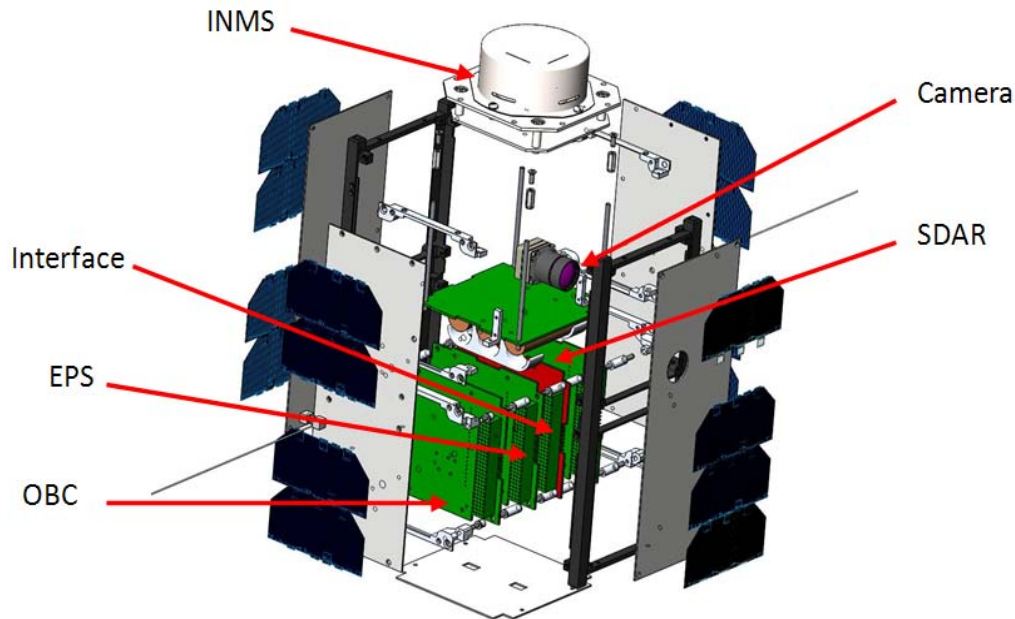
- 一个由16名核心骨干，40余名参与的学生开放团队
- 他们涉及8个一级学科：航空宇航、力学、控制、机械、电气、通讯、热能、计算机
- 他们来自航天、电信、机电、能源、电气、计算机、外语等学院
- 他们有本科生、硕士生、博士生，最小的从大二开始参与



紫丁香小卫星学生创新团队

▶ 紫丁香1号卫星：

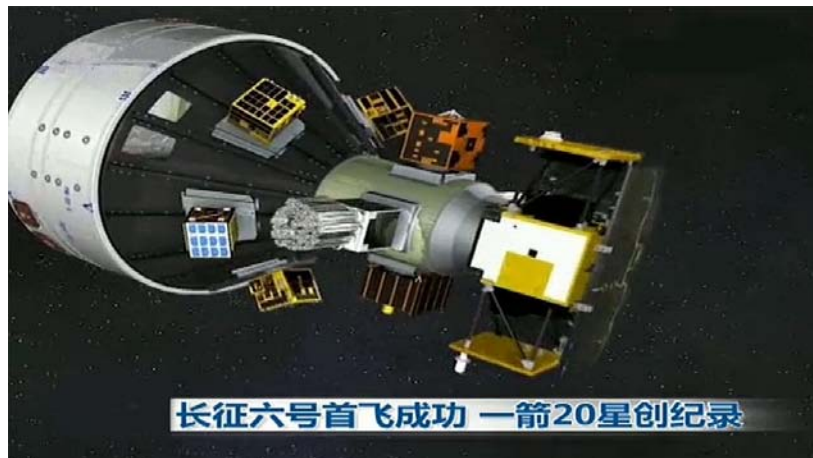
- 低热层大气探测
- 红外相机、转发通信
- 欧盟第七框架协议支持
- 欧空局等机构提出
- QB50计划，邀请全球
- 50所高校参与，采用
- 50颗立方体卫星组网
- 计划2016年底发射



紫丁香小卫星学生创新团队

▶ 紫丁香2号卫星：

- 多模式数据转发
- 非制冷红外相机
- FPGA试验平台
- 2015.9.20 07:01:00发射
- 起飞980秒后星箭分离
- 第一轨遥测数据即顺利下传
- 我国首颗由高校学生自主设计、研制与管控的微纳卫星

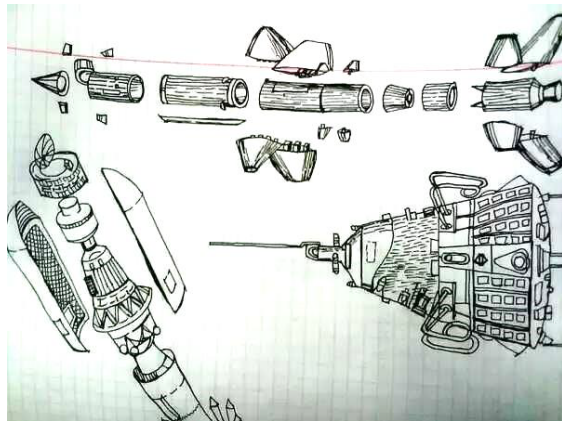


紫丁香小卫星学生创新团队

■ 紫丁香小卫星团队的组建与发展：



成员本科时寝室墙壁



成员手绘



团队成员在太原卫星发射中心
进行装运载前的最后测试

从小卫星学生团队看工程与创新文化氛围

- 雄厚的数理、技术基础为学生打下了良好的科学研究基础
- 不断线的实践育人体系为学生突出的动手能力培养创造了条件
- “做中学”、“科研育人”使学生知道该学什么，增强了学生的学习兴趣和学习动力，实现了理论联系实际
- 浓厚的工程教育、科学研究的文化传统和学校特色，大师、团队的持续培育，为学生成长成才提供了良好的环境氛围，航天、机器人、焊接这些优势学科与人才培养紧密结合，进一步彰显了其特色与优势
- 厚植基础、强化实践、突出特色、勇于创新，从小卫星学生团队我们看到了这些文化特征、工程特质的作用

只有形成文化氛围才能使其成为一种自觉行为

- 钱学森曾这样评价加州理工大学：创新的学风弥漫在整个校园，整个学校的一个精神就是创新
- 创新教育、工程教育都需要强化意识、凝练文化、营造氛围
- 创新教育、工程教育需要营造体现时代要求、符合人才成长规律的文化
- 只有在具有浓厚的文化滋养的环境中，才能使这种文化所包含的特质成为一种自觉行为
- Bill Gates 与 Microsoft ， Mark Zuckerberg 与 Facebook

谢谢！

