

巅峰之美：不领略便是遗憾 / 001

写给走近“两院院士谈强军”的热心网友和读者诸君

军装折射出的历史跨越 / 003

访中国工程院院士、总后勤部军需物资油料部原副部长周国泰

军事医学是战斗力提升的强大助推器 / 016

访中国工程院院士、南京军区总医院副院长、全军普外研究所所长黎介寿

军事航空医学是大国空军的象征 / 027

访中国工程院院士、空军航空医学研究所航空医学工程研究中心主任俞梦孙

瞄准未来战场 决胜风云之端 / 044

访中国科学院院士、气象学专家、解放军理工大学教授李崇银

为建成强大空军提供有力装备支撑 / 062

访中国工程院院士、中国航空工业集团公司科技委员会副主任冯培德

首脑防护也是一种威慑 / 076

访中国工程院院士、防护工程专家杨秀敏

装备维修是战时核心竞争力 / 088

访中国工程院院士、装甲兵工程学院教授徐滨士

中国航空工业已经比肩世界强国 / 098

访中国工程院院士、中国航空工业集团公司第一飞机设计研究院研究员陈一坚

航天事业是信息化战争的有力支撑 / 108

访中国科学院院士、人造卫星轨道动力学专家和卫星测控学专家李济生

扭转网络安全不利局面要大力发展革命性技术 / 122

访中国工程院院士、计算机与通信网络技术专家邬江兴

光测图像技术将会推进中国军事变革 / 137

访中国科学院院士、国防科技大学航天科学与工程学院教授于起峰

中国的底气 / 151



工人阶级的一部分”，才给了早已认定共产党的黎介寿一把开启信仰之门的钥匙。

我爱这祖国

最后，关于梦想，听听这位年近九旬的老人的心声：

我只有一个想法，就是希望我带领的腹部外科研究所成为世界一流的研究所，我也希望我能够培养更多的人才。我希望这个夙愿能够达到，那我一生的使命就算完成了。访谈中不变的是黎老那始终面带微笑、略带谦逊的脸庞。

就是要忠实践行全心全意为人民服务的根本宗旨，视人民利益高于一切、重于一切，永葆人民子弟兵政治本色，与人民心连心、同呼吸、共命运，为人民无私奉献。黎老把“忠诚于党、热爱人民、报效国家、献身使命、崇尚荣誉”的当代革命军人核心价值体现得淋漓尽致。

一曲唱遍长城内外、大江南北的《浏阳河》让我们感受到了这片土地的神奇，也使世人对这块红色土地充满了无限向往。名垂青史的仁人志士从这里走出，一代伟人也曾在此播下了革命的火种。

这里，磅礴着一股历史的风云之气。俊彦人杰，也真实而强劲地改变着中国历史的进程，铸就了一个民族的脊梁和灵魂。你不能不承认上苍对这片土地的特别宠爱，才孕育了像黎介寿院士这样用生命来爱这片土地和国家的人。

他是国际医学界公认的“全世界研究肠道时间最长、最有成就的人”，在“九曲回肠”的世界里，他曾在自己身上开刀试验，在左大腿上划开一条两寸多长的血口，最终成功实验了沿用至今的应用于肠痿辅助治疗的“胶补法”。他也曾因未能解决小肠移植难题，为一个患有肠道疾病的花季少女的离开而把自己关在空荡的病房里放声大哭。

黎老总说，他觉得自己对党和军队是一种没有隔阂的信任，因为，党曾经无条件地信任自己，有一份感情在。他永记这份情，常报这份义。



主持人：您刚才跟我们普及的这些都是航空医学研究的范畴？

俞梦孙：对。航空医学要研究这个人能够耐受到什么程度，可以训练到什么程度，同时对飞机的制造部门提出要求来，飞机怎么设计才符合人的要求。

军事航空医学是大国空军的象征

主持人：随着军事科技的发展，飞行器速度越来越快，那对航空医学的发展是不是也是挑战？未来会有什么样的发展趋势？

俞梦孙：中国是个大国，没有航空医学研究所等科研部门肯定是不行的。航空医学研究所成立到现在，我大致想了一下，我们中国航空医学的发展可以分为五个阶段：

第一阶段是1954年我们根据苏联专家的建议成立的，是初创期。那时很多人都不懂，主要是选拔人才到所里来工作。

第二阶段是1959年以后，特别是60年代，我们中国开始自己制造飞机，这个时候于航空医学来说，就是中国新制造的飞机怎么能够符合中国人，所以第二个阶段就是和新飞机设计有关的医学问题。

第三个阶段，因为航空医学和别的医学不一样，对于飞行员的了解需要有特殊的手段、特殊的环境，比如远距离测量的生理遥测等。于是中国生物医学工程学会在1980年成立了。这个学会的成立对我们中国的航空医学有很大的推动作用。所以1980年以后，我们航空医学水平在生物医学学科和航空医学结合方面提高了一大截。

第四个阶段应该是90年代以后，生理训练、生理选拔，对飞行员的素质要求更清楚了，一方面要加强选拔，就是选比较合适的人，另外进到军队里来还要加强训练，包括在离心机上做训练。通过离心机训练以后，飞行事故大大降低。

21世纪以后，我觉得整个航空医学又向健康目标迈进了一大步。比如这次高原飞行的问题，我们基本上就是从健康的角度，而不是从防治高原病的角度，着眼于飞行员在低氧环境的稳态水平的提高，这样使他到高原去时，是健康地进去。



全弹射撑起保护伞；飞行员进入高原后短期内无法进行训练？一套循序渐进的训练体制让非飞行员也可以痛快地享受高原。

你可知这些问题在攻破之前都是世界性的航空医学界难题，而创造这些奇迹的的确确就是这么一个瘦小的“倔老头”——俞梦孙？

利用气象作战自古有之

主持人：咱们讲到气象这一块，一般人的概念里好像打仗和气象肯定是相关的，说天时、地利、人和，这个天时里恐怕很多指的就是气象了。包括过去赤壁之战等等也都是和气象相关的。但是据我所知，您研究这个领域好像和大家一般概念里的气象预报还不完全一致？

李崇银：是的。大气安全和国家安全和战争，它的联系还不仅仅只是做一些天气预报，当然那是一个很重要的方面，因为天气和战争的关系很多，你刚才也讲到了，其实最早的时候是黄帝战蚩尤。

主持人：大雾战指南车的故事。

李崇银：对，黄帝把蚩尤打败了，所以如果不是那样一场战争，可能中华民族的历史也会改变。当然后面就是赤壁之战借东风那些。当然那些都是冷兵器时代，后来的包括第二次世界大战也好，以及伊拉克战争也好，你可以看到气象条件都是军方非常重视的东西。所以从这一点来讲气象在军事活动或者武器装备上是非常重要的。当然，刚才讲到的都是一些天气过程，实际上对我们现在的影响还不止这些东西，因为现代化时代我们有很多的杀手锏武器，那些武器我个人认为随着信息时代的到来，这种气象或者大气环境的影响就愈显突出。因为你所有的精导武器，你得制导，这里面很多大气条件对它都有影响。无论是无线电制导还是激光制导，还是红外制导，大气的状态对它都有影响。

主持人：雨、雾、风、雪都有影响？

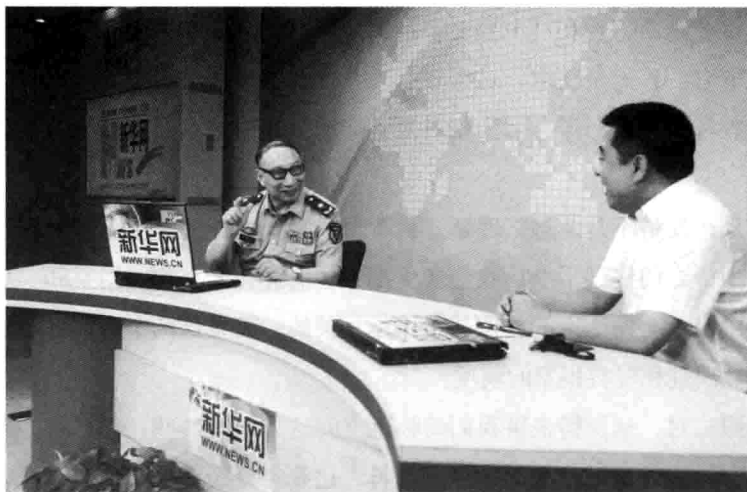
李崇银：对。

主持人：如果更大范围的气象条件对战场的影响就更大了，我记得抗美援朝的时候美国为首的联合国军就是利用夏季的洪水搞攻势的。

李崇银：那肯定影响，之前还有一个人工增雨来影响的事例，有一个小道如果不下雨通过起来很顺利，但是如果老下雨通过就很困难了。

主持人：像这种就不是单纯地利用气象了，而是要制造一个局部的，比如通过增雨制造一个局部的气象条件了？

李崇银：是，现在各个国家都在准备做这方面的工作。



中国科学院院士李崇银做客新华网

中国急需加强远海水文资料积累

主持人：李院士，通过您的介绍，我们对气象和军事之间的关系有了一些了解，特别是气象和现代军事科技高端研究发展的关系我们有了一些了解。那在您从事的这些和国防军事建设相关的重大科研任务，以及执行重大任务过程中的气象保障过程中有没有碰到过一些比较特殊、比较有意思的经历呢？

李崇银：我都是做一些具体的研究，包括核实验，在 70 年代我们也是把所有可能出现的情况结合当时的环境大概做了一些实验，也做了一些理论上的推演之类的，但因为我没参加过具体的保障任务，所以我一下子还提不上。

主持人：主要是做一些大范围的研究？

李崇银：对，大的一些东西。从大的来讲我觉得我们现在一个是刚才讲的无论是气象也好、水文也好，水文实际上包括海洋，这方面要做好环境保障有三个很重要的事情：一是刚才讲的资料问题，就是我们获取资料，在这方面我们和国外比起来，尤其是和美国比起来那是差得很远的。

另外就是我们过去这方面的条件建设也是比较落后，所以后来我们军队和国家海洋局在前几年就搞了一个能力建设的专项，现在完成了第一期，我是一开始



中国科学院院士李崇银与主持人陈虎

侧记：气象武器和现代战争

呼风唤雨、移山填海，这是古人对“神仙”的一种幻想，其中更寄托了人类在生产力低下的时候，对改造、利用自然的一种愿望。虽然现在也没有神仙出现，但某种程度上由于科学技术的进步，呼风唤雨、移山填海已经部分得到了实现。就比如在军事领域，某些国防战略工程，能够大规模地改造某一地区的地理面貌，用移山填海来形容丝毫不过分，而在各军事大国，还有这样一批人，他们思考的是大气层风雨雷电对军事行动的影响。今天来到新华网演播室的中国科学院院士李崇银，就是这样一位享誉国内外的军事气象专家。

气象对军事和战争的影响，甚至可以追溯到中华民族的起源。“黄帝战蚩尤的时候，就恰巧发生了一场大雾，”李崇银院士说，“正是由于黄帝使用指南车，在雾中战胜了蚩尤。如果没有大雾，可能中华民族的历史就会发生根本的变化。”

人类战争史上下数千年，这种大气或者说气象环境的影响，丝毫没有因为现代高科技战争的出现而减弱，反而越来越强。在演播室，李崇银院士为网友总结

了两个主要的影响方面：首先是天气对大规模军事行动的影响。军队的人员或装备使用都要受天气条件的影响。“例如在越南战争中，美军为了限制越军在胡志明小道的活动，使用人工增雨的手段来掐断这条关键运输线。而对于现代化的作战飞机，碰上剧烈的天气例如雷雨、雷暴，压根就不敢起飞，否则一上天也可能会让雷电劈下来。”李崇银院士说。

第二就是大气环境对各种精确制导武器也有着非常重要的影响。李崇银院士认为，中低空的云层对激光制导、红外制导的精确制导武器有很大的影响。一旦作战地域上空有浓厚的云层覆盖，这类武器的精确度就会有不同程度的降低。而高空的平流层虽然没有云层，但其中的空气密度、风速，都会对在平流层飞行的弹道导弹、高超声速武器的飞行轨迹产生影响，进而影响其打击效果。

“天气气候看似摸不着看不见，但如果作战不考虑这些问题，就会发生难以预料的事件。作为军事气象专家，不但要考虑到大气空间环境保障对作战的影响，而且还要考虑如何避免敌人利用改变气象来威胁我军的军事行动。”李崇银院士说道。

针对网络上流传很广的“厄尔尼诺”现象是美军气象武器的说法，李崇银院士认为，从目前的技术手段来看，小规模人工改变天气已经实现，例如局地人工增雨等，但实现人工制造或控制台风、人工改变整个大气候环境还不太现实，因为这需要极大的能量，实施途径也很难，即便是美国也做不到。“但作为部队的科学工作者，我们还要有一定的敏感性和想象力。大气环境这个复杂的系统，或许存在着一些不稳定因素，能够用较少的能量去‘诱发’它们，就会发生巨大的能量转换，成为威力巨大的气象武器。”

这种气象武器，在一些著名的科幻小说中已经隆重登场。例如我国著名科幻作家刘慈欣就以美军空袭科索沃为背景写过《混沌蝴蝶》，其中南斯拉夫科学家就找到了这种天气敏感点，通过远在万里之外对大气环境的微小刺激，来实现人工控制天气的目的。

李崇银院士解释说：“气象武器是一把双刃剑，使用者很难预料到其后果是否有益于自己。如果说美国是发明厄尔尼诺武器的国家，那么他实际是自己搬石头砸脚。事实上，即便是人工增雨，也有很强的科学性在里面。要判断到底哪种



云来了最有利，在什么情况下去做。不能搞成一个谁都拿一个炮去放，放了半天也没用。现在美国在其国内一些州都禁止搞人工降雨增雨。”

科幻小说终归是科幻小说。军事气象学的复杂性就在于这不但是一个需要大量理论创新的学科领域，而且这种创新是基于大量的资料和实验积累。“在这方面我们和国外比起来，尤其是和美国比起来那是差得很远的，”李院士说，“在海洋上的气象资料积累，我们过去只是在近海甚至沿海，而要探索海洋的气候变化特点，就必须有针对全球的监测和数据获取手段。”

李崇银院士介绍说，美国拥有全球的气象卫星监测体系，而且在全球范围采集大气和水体数据样本，这就为美国研究全球气候和天气变化，为其军事服务奠定了基础。同时，美国还在阿拉斯加建立了“HAARP”高频主动极光研究项目。

“尽管我们现在不能说‘HAARP’就是美军的气象武器，但西班牙的报纸称它为气象武器。对于类似这样的军事气象前沿探索和研究是必要的，只有这样才能避免敌方对我进行可能的气象武器攻击。不过这样的研究需要大量气象资料的积累和经费投入。”李崇银院士说。

谈起现在中国军事气象领域的进展，李院士感到非常欣慰：“现在我们比以前科研手段有了很大的进步。比如气象研究对计算机的要求非常高。上世纪80年代末期中国科学院大气物理所的国家重点实验室就做了一个世界上最早的数字模式预报气候的项目，但是由于当时我们缺乏高性能计算机，发展很慢。现在我们有了天河超级计算机，可以说是如虎添翼。当然相比美国，中国的‘超算’性能上去了，但普及的数量还有限。”

惯性导航系统技术难度大、研制周期长

主持人：那您讲的机载设备，这应该是一个很大的范围了，那在这么大的范围内作为您所从事的专业，它在这个范围内处在什么样的地位？或者说它的技术难度怎么样？

冯培德：这么说吧，我个人感觉这几十个系统各有各的难处，很难说哪个系统更重要。我举一个例子来讲，F22 最后说是氧气系统出了问题停飞了。

主持人：大家觉得好像不应该出问题的地方。

冯培德：氧气系统的地位大家好像也并不是认为特别高，但是氧气系统没搞好就出问题了。波音 787 最近停飞是电池出问题了。

主持人：也不应该是属于高精尖的地方。

冯培德：对，所以很难说哪个是关键系统，哪个是不关键的系统。但是作为导航系统的人我是怎么想的呢？惯性导航系统大家普遍认为还是技术难度比较大，研制周期比较长，所以当时国家在考虑飞机研制过程中，主管部门曾经把发动机、惯性导航系统和探测雷达系统这三个系统单独立项，不是和飞机型号立项放在一起的，因此逐渐地大家形成共识，认为这三个难度更大一点、重要性更高一点，是更不可或缺的，国外的管控更严格。

主持人：冯院士，我想从另外一个角度来讲，您说机载的惯导系统它的性能或者说是指标好一点或者差一点对飞机具体的战斗性能所产生的影响会是一个什么样的呢？

冯培德：导航系统解决的就是飞机能够飞到预定的目标区和能返场。说白了就是能飞得出去回得来。但是现代空中作战导弹等精确制导已经大规模普及，而飞机要发射导弹就要对自己当时的位置、姿态和速度非常清楚，因此战机的火控系统需要惯导系统提供关键位置信息。现在当然有高精度 GPS，但一旦它被干扰了，就得靠高精度的惯性导航系统。



么样的程度呢？

冯培德：应该说这几年航空工业，特别是新机研制取得的进展还是比较突出的，网民和国民在这方面也深受鼓舞。但是我们也应该看到，在这方面我们和国际先进水平还是有相当的差距的。

大家最近可能都看到了，一个日本的原官员，说咱们的海空军比他们落后十年，我是不信，但是我觉得可能是互有短长。他们在电子战飞机、巡逻机、预警机的数量这些方面可能要有一点优势，但从全面上来看，我觉得也并非如此。当然，相对美国来说我们还有很大的差距，所以我们现在说要加快发展，加快发展一些特别有前景的机种。不管怎么说，我们现在空基的、远程的战略平台、攻击平台还没有，这还是一个比较大的缺陷。

此外像更高速或者到临近空间空天飞行器，可以实现快速反应的这方面的能力我们还是有很大缺陷的。还有比如说先进的无人机领域，现在做无人机的很多，但是先进的无人作战飞机，还有大量的工作要做。

我感觉最近这十几年的局部战争中，巡航导弹和飞机都是打先锋的作用，甚至有人说变成了空中的战争。所以中央提出建立一支强大的人民空军，这个事情已经是非常迫切的任务了，我们必须在这些方面迎头赶上。真正做到需要打冲锋的时候能把冲锋打好，空军打好就需要航空工业部门供好装备，做好技术支撑，我们感到这方面的责任很大，要做的事情很多。

中国军队应拓展使命维护利益安全

主持人：听了冯院士一席话，让我感受到您作为一个航空人，作为一个军工人的使命感，而且也感受到了这种紧迫感。那您作为和现代国防科技密切相关的军工人，您怎么理解党中央提出的强军梦呢？

冯培德：我还有这么一个看法，就是以前我们空军是国土防空，是以防御为主，是出不去的，但是现在的情况是我们面临的新形势有新的使命。首先面临的是周边的态势还并不是很安全，要维护自己的权益任务也是十分艰巨的，包括东海、



靡，专家们则希望通过自身的努力为战斗力的提升带来实实在在的技术支撑。

从个体防护专家周国泰院士、南京军区总医院副院长黎介寿院士、航空医学与生物医学工程专家俞梦孙院士、气象学专家李崇银院士到惯性导航专家冯培德院士，无一不是将个人梦想与“强军梦”“强国梦”紧紧拴在了一起。

这五位老者，最年长的已经90岁高龄，年轻的也已过了花甲之年。他们的个人命运与国家军队的历史进程同频共振，从他们身上，我们看到了国家和军队跨越发展的缩影。

“1949年4月23日，南京解放，那天的街道上，满是以天为被、以地为床的解放军。”这是黎介寿院士对解放军的第一印象，“我从旧社会到新社会，深深感觉到共产党可信，是为人民服务。”“1949年解放军过我们四川老家的时候我才9岁，首先看到国民党的残兵败将从我们老家过去，那时候怕得很，国民党败兵来了我们都躲起来；再看到解放军走起来雄赳赳气昂昂的那种感觉，就觉得解放军真的不错！”李崇银院士对解放军的情感早已有之。

经历过战争与苦难的人，往往对和平更加地向往与珍惜。如何使国家摆脱落后挨打的困境、百姓过上安宁喜乐的生活，只有让自己变得强大，经历最彻底的社会革命，凝聚最顶尖的头脑来守护和平，让我们的国家和人民不为他人所欺凌。这一强国强军梦，交织着艰难与曲折。

1949年中华人民共和国宣告成立后，解放军的装备仍以大量美制、日制等等“万国牌”武器为主。建国大阅兵中亮相的解放军重型装备，无论是天上飞的“野马”式战斗机，还是地上跑的“九七”式坦克，都难以找到“中国造”的影子。

从“小米加步枪”到飞机坦克加大炮，从机械化到机械化与信息化融合，从“两弹一星”的成功到陆海空天和声光电等各类尖端武器装备的不断研发……新中国成立六十多年来，解放军武器装备建设日新月异，实现突飞猛进的跨越式发展。而几位院士，亲身参与其中，见证了这一发展历程。“我感到很幸运，也很幸福。能够献身于这一场历史洪流的巨大变革之中，在多年的基础研究积累的基础上，实现今天的厚积薄发。我吃过苦，但是我更觉得生在了一个好时代。这是一个蓬勃的时代，是一个让人充满梦想、实践创新的时代，是一个大有希望的时代。”

但是同时，我们不得不客观地认识到，在很多领域，我们的技术水平与国际



新式战法方面下了很大工夫，并通过伊拉克战争、科索沃战争进行现场演练。海湾战争的进程令世人大吃一惊，也提醒了我们防护工作者。”

因此，杨秀敏从 90 年代后，便把自己的工作重点从防核武器为主转变成防常规武器为主。当选院士后，他带领博士生团队奋起直追，加紧研究从弹头侵彻爆炸到结构响应等一系列常规武器的破坏效应规律，进而找出相应的工程防护对策。

研究初期，杨院士就深切认识到应该编制一套具有自主知识产权的大型冲击爆炸模拟计算程序。当时，开发这类大型模拟计算机软件系统难度很大，在很多人看来简直是自不量力，也不可能有人愿意承担这样的重担。

杨院士力排众议，坚持课题上马，并将任务落实在当时正攻读博士学位的邓国强等人身上。经过十年不懈努力，终于建立了武器爆炸冲击效应的计算理论框架，研发了具有自主知识产权的大型模拟软件系统，研制了高性能计算硬件系统，从而搭建了防护工程毁伤评估的技术平台，突破了国外在此领域的技术封锁。

同一时期，美国已开发出十余项此类软件，其中有些简化的商用软件也出口到中国，为什么还需要自己编制？

“我的博士生做论文时也用买来的软件进行计算，但一遇到复杂问题就算不下去，其中原因是国外的商用软件做了很多限制，涉及军用内容或删或限，使你无法解决工程实际问题。”这是激发杨秀敏团队自编程序的原因所在。

十年磨一剑，自编 56 万条语句的大型计算程序终于编制出来，所有常规武器的冲击爆炸现象都能进行仿真模拟，应用前景十分广泛。

向强者学习，是为了更好地壮大自己

美国人改进了常规武器，也改进了战法，给防护工程带来新的威胁，促使防护工作者寻找合适的工程防护对策。

“美军在伊拉克和阿富汗使用钻地弹取得不错的战果，这在我国防护界引起不小的争议。”

“前些年有人认为，如果敌军第一枚钻地弹侵入地下 10 米爆炸，第二枚钻



中国工程院院士徐滨士做客新华网

再制造技术可使武器装备延寿两到三倍

主持人：在您的研究领域当中有没有方法可以延长武器的作战寿命并提高其性能呢？

徐滨士：我深深感觉到了必须要改革维修体制。开始由于技术的限制，有时无法修复，达不到装备使用的性能要求，精度和性能都是不行的。但是后来通过我多年实践以后，发现随着科技发展出现了一些新技术。

比如说现在机械零件的损伤主要还都是在表面，如何恢复这些表面呢？就是用各种技术。过去只有焊接技术，现在有激光技术、等离子技术、电子束技术等等，将这些技术统一到一起，开展高效率、高质量的修复，就是“再制造”。我们采用的是“尺寸恢复法”和“性能提升法”，而国外主要采用“换件修理法”和“尺寸修理法”。因此，尽管国外先提出“再制造”的概念，但是我们的再制造模式更先进。

主持人：您讲的修复“再制造”就是说我们本应该退役的武器还可以充分再利用？

徐滨士：是的，这个看起来国外没有做到。他们在进行再制造的时候，他们武器的寿命往往是没有办法计算的，用理论推也推不出来。我们现在按照装备设



磨出了陈老有如此好的身体和精神状态的秘诀，那就是好的心态。

新一期的系列访谈“两院院士谈强军”拉开帷幕，落座后的陈老师神态和蔼，访谈就从他的“飞豹”说起。

院士眼中的“飞豹”

“飞豹”战机在世界上到底是一个什么样的水平呢？

“‘飞豹’战机在世界上是属于第三代歼击轰炸机，设计之初是瞄准上世纪80年代设计的飞机——“狂风”。“狂风”和美国的F-15相近，因此，除了一些地方有一定的小差距，总的工作性能是相当的。”陈一坚自信地回答。

关于这个自己孕育了15载的宝贝所能够发挥的作用，陈老这样说道：“像‘飞豹’这样30吨级的飞机，它的航程大概是三四千公里，带弹量十吨左右，既能够亚音速也能超音速飞行。在保卫国土、保卫主权、水陆海空的主权维护中，‘飞豹’的重要性不言而喻。”

关于“百岁飞机”亦不是梦想，为什么？

“‘飞豹’从80年代定型到现在已接近三十年，经历了两次改型，将来经过进一步改型，再服役四五十年是没有问题的。”院士这样解答。

报国须有“争气机”

1982年，陈一坚被国防科工委任命为“飞豹”飞机型号总设计师。

在没有原准机可供参考的情况下，“飞豹”设计工作的难度之大，风险之高可想而知。过去中国的飞机设计是按苏联50年代的设计规范进行的，这种规范有不少明显的弊端。

“飞豹”的设计适逢改革开放的大好时机，较新的英美设计规范已逐步传入中国。究竟是采用落后但十分保险的老规范，还是冒着风险采用先进的新规范？

“1979年，我有机会出国考察，发现发达国家比如欧洲整个规范是跟美国一致的。而我们和他们是几十年的差距，所以转型这步棋必须走。这步棋很险，但是非走不可。”



李济生：发射窗口的选择是必须的。我们认为必须在这个时刻发射，因为一旦错过了这个时刻，卫星发射以后想要达到原来设计的形式就会耗费很大的能量。

“嫦娥三号”是按照一个大的椭圆轨道奔向月球，我们已经计算好到哪里需要多少时间，而正好“嫦娥三号”到了原地点附近就会和月球相会。否则的话，随便什么时间发射，可能会和月球距离很远，“嫦娥三号”将不能围着月球转，所以必须要有一个发射窗口。

月球车的返回过程很艰险

主持人：“嫦娥三号”“落”成功以后，将会进入到嫦娥工程的第三个阶段，实现月球车的返回。这个挑战对我们来说有多大？

李济生：这是个更大的挑战，因为要“回”，首先要“落”。探测器到了月球上之后，通常会分成几个部分，整个探测器到了月球上空形成一个绕月球运行的轨道以后，有一部分围绕月球运行，我们称之为在轨的一部分。

除此之外还有一个着陆器落到月球上，着陆器落到月球以后，还会分出一个上升器，为的就是“回”。若要把卫星发射到太空，需要有一个运载。这时，上升器就相当于一个火箭，它会带着返回舱上升到月球的上空，这就是上升器的作用。

除此之外还有返回器，我们到月球上进行探测、采样，采集月球上的石头、月壤等，放到返回舱内，把它们带到地球上，再去分析研究月球的构成、元素等。这些样品是装在返回器里的，让返回器送回地球上。所以，返回的并不是月球车，而是返回器。

主持人：那返回的过程究竟是什么样的？

李济生：装了样本的返回器放置在上升器里，上升器通过发指令点火、升空，就会带着返回器从月球上发射，它的发射要和在轨器交会对接，在轨道器的带领下返回地球。这个交汇对接和神舟十号载人航天一样。现在交会对接的技术已经突破了，地面有很多的观测站可以监视并控制，但是月球上什么都没有。虽然我