

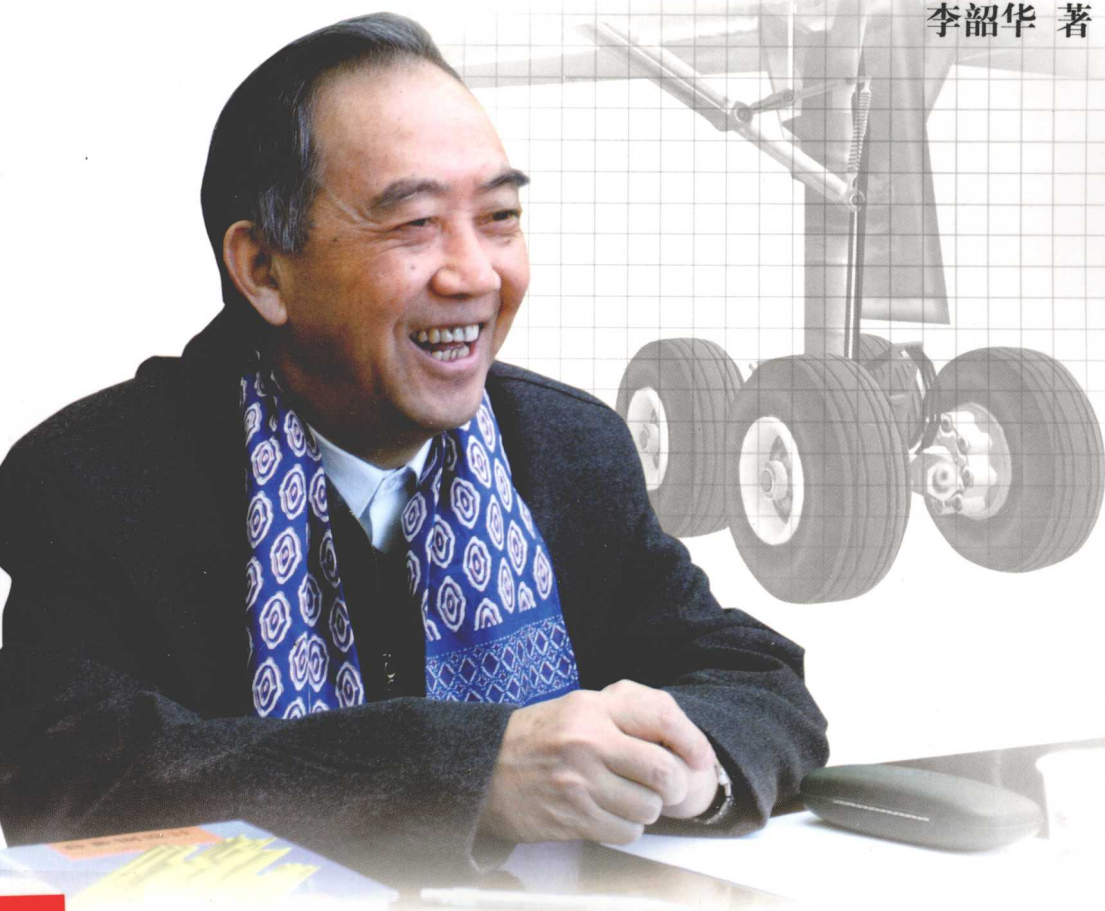
中国航空工业院士丛书

中航工业企业文化部组织编写

如钢人生

——记中国工程院院士赵振业

李韶华 著



航空工业出版社

如 钢 人 生

——记中国工程院院士赵振业

李韶华 著

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书讲述了赵振业院士的成长过程,详细介绍了他带领团队取得科研成果的艰辛历程,总结了他获得成功的思路及方法,同时阐述了材料科学与工程中的几个基本规律。

本书内容丰富,不仅适合从事材料研究的专业人员阅读,也适合其他专业科研人员阅读,对有志于中国航空事业的广大青少年也大有裨益。

图书在版编目(CIP)数据

如钢人生:记中国工程院院士赵振业/李韶华著. —北京:航空工业出版社,2010.1

(中国航空工业院士丛书)

ISBN 978-7-80243-434-9

I. 如… II. 李… III. 赵振业—传记 IV. K826.16

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第008799号

如钢人生

Rugang Rensheng

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815615 010-64978486

北京凯达印务有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2010年1月第1版

2010年1月第1次印刷

开本:710×1000 印张:13

插页:16 字数:210千字

印数:1—3000

定价:26.00元

• 中国航空工业院士丛书 •

丛 书 序

中国科学院院士和中国工程院院士，是国家设立的科学技术和工程科学技术方面的最高学术称号，为终身荣誉。中航工业的院士群体是航空技术领域的学术权威和资深专家，他们为中国航空工业的振兴和发展建立了卓越功勋，做出了巨大贡献，是中国航空工业的宝贵财富。

探寻院士们的成长足迹，给人以启迪和震撼。他们有的少年立志，投身航空，报效祖国；有的家境贫寒，顽强拼搏，奋斗一生；有的屡遭挫折，百折不挠，矢志不渝……他们身上闪耀着坚持真理、不懈追求的科学精神，凝聚着自强不息、孜孜不倦的奋斗精神，展现了淡泊名利、爱党报国的民族精神，他们以实际行动践行了“航空报国，强军富民”、“敬业诚信，创新超越”的集团宗旨和理念，十分值得我们学习。

在中航工业加快改革步伐、全面实施“两融、三新、五化、万亿”发展战略的关键时刻，我们推出《中国航空工业院士丛书》，就是要从院士们身上汲取智慧与力量，弘扬精神，放飞思想，激情进取，创新图强，为把中航工业早日建设成为具有国际影响力的世界级大企业集团、把我国建设成为航空工业强国而努力奋斗！



中国航空工业集团公司党组书记、总经理

2010年1月

序

伴随着共和国 60 华诞的自豪与喜悦，承载着中航工业战略转型的责任与使命，素以“出成果出人才”著称的中航工业北京航空材料研究院又有讲述赵振业院士的《如钢人生》正式出版了，这是北京航空材料研究院献给中航工业的一份厚礼。

有人说，院士是一本书，一本开卷有益，久读不厌的书；也有人说，院士是财富，是启迪后人心智的精神财富。在中航工业北京航空材料研究院，德高望重的赵振业院士是我们的骄傲，他不仅在超高强度钢领域做出了卓越贡献，取得了令人瞩目的研究成果，还培养出了一大批青年科技人才。他对事业的执著，对真理的追求，对人生的感悟，对名利的淡泊，对家人的挚爱，以及对朋友的情义，都非常令人感动。透过这本书，我们会更深入地了解中国航空材料不平凡的发展轨迹，感受老一辈科学家的满腔爱国情怀，思索在漫漫人生路上如何活得更精彩、更有建树，对国家对社会更有价值。

中航工业北京航空材料研究院作为我国唯一面向航空的综合性材料研究机构，在栉风沐雨中已走过了半个世纪的征程，取得了 2300 余项科研成果，同时也培育了一大批科技领军人才，赵振业院士就是其中杰出的代表，是青年人学习的榜样。

愿《如钢人生》能带给您更多的启迪，更多的思索，更多的感悟，更多的快乐，也衷心祝愿赵振业院士身体健康，家庭幸福，万事如意！

中航工业北京航空材料研究院

李晓红 王亚军

2010 年 1 月

目 录

引子	1
第一章 童年时代	5
抗战出生的中原娃	5
原阳姚村	6
赵姓家族	9
快乐的小淘气	13
第二章 求学之路	19
人之初	19
新乡就读	21
西北工业大学的穷学生	25
第三章 步入科研殿堂	31
入伍	31
深深印记	34
中尉技术员	37
难忘的岁月	38
第四章 带着钢走的人	41
学步	41
自主创新	47
追赶国外先进水平	53
双双领先	54
研制成功残余奥氏体测量仪	57
第五章 为战鹰插上铁翼	60
“美男子”的美中不足	60

立项研制 300M 钢	64
刺手的玫瑰	65
材料研制成功的奥秘	70
开拓应用研究之路	73
实现起落架长寿命	76
获科技进步一等奖	81
推广应用	82
安全服役	83
奇迹的背后	84
第六章 创新应用基础理论	87
“无应力集中”抗疲劳概念	87
材料科学与工程的两个“全过程”	92
第七章 走上科研管理岗位	97
角色的转换	97
编写课题研究程序	98
树立服务理念	103
向科研人员负责	105
超前意识	107
第八章 成事之道	110
自信	110
坚韧认真	112
勤读书多思考	116
敬业奉献	118
真诚合作	120
第九章 为人之道	122
名与利	122
情与义	124

做人梯·····	130
第十章 温馨的家 ·····	134
四代同堂·····	134
南北鸳鸯·····	136
妻子支撑着家·····	139
女儿心中的父亲·····	140
孙子话爷爷·····	143
第十一章 细微之处见精神 ·····	146
和导师在一起的日子·····	146
难忘与赵老师在一起的几件事·····	151
一个纯粹的人·····	154
我眼中的赵振业院士·····	157
尾声 ·····	160
 附录	
材料科学与工程中的几个基本规律·····	赵振业 165
发展抗疲劳制造, 提升核心竞争能力·····	赵振业 178
赵振业院士简介·····	188
后记 ·····	195

引 子

钢材料是一个古老的研究课题。钢铁炉中翻火焰，中国先人几千年前就会冶炼。从君王显贵佩带的宝剑，到蓝天上翱翔的雄鹰；从古代冷兵器到现代热核武器，钢凝聚着从古到今几千年来人类智慧的结晶。

钢是飞机上应用最早、用量最大的结构材料之一。超高强度钢（可承受高应力结构件用的合金钢，一般屈服强度大于 1400 兆帕，抗拉强度大于 1700 兆帕）是 20 世纪 50 年代材料科学最重大的成果之一。它以强度最高和综合性能优良迅速成为航空、航天等高科技领域中如飞机起落架、机翼大梁、火箭和导弹壳体以及高精密传动件等主承力构件的首选材料，直至今天，仍是材料科学前沿的重要部分和研究热点。

搞材料的人都知道，一个新钢种的诞生何其艰难，从成分摸索到成熟应用，大约需要经历 10 ~ 20 年。

一位将军曾经说过，一代材料，一代装备。

新中国成立不久，百废待兴。1956 年，在北京成立了航空材料研究所（今北京航空材料研究院，简称航材院），专门研究航空工业所需的特殊材料。

1961 年，西北工业大学金属学及热处理专业毕业的高材生赵振业分配到航材院，从事航空超高强度钢应用基础理论、合金设计和应用科学技术研究。

这位出生在河南原阳的小伙子，一走上科研工作岗位就参与了我国第一个热强马氏体不锈钢的研究，师从李文澜先生，完整地经历了一项新材料研制成功的全过程。

从 20 世纪 70 年代起，赵振业开始步入新的研究领域，并担任多项课题的技术负责人。在不断的探索中，开拓出航空超高强度钢的新领域，为多项重大航空工程做出了突出贡献。其研究成果广泛应用于 10 多种先进型号飞机和发动机，荣获国家科技进步一等奖、国家发明三等奖等国家级成果奖 5 项、合金发明专利 2 项、部级科技成果奖 6 项；发表学术论文 60 余篇、出版《合金钢设计》专著一部。被授予国家级有突出贡献专家，博士生导师，航空航天部、北京市劳动模范。曾任航材院副总工程师。2005 年，当选为中国工程院院士。



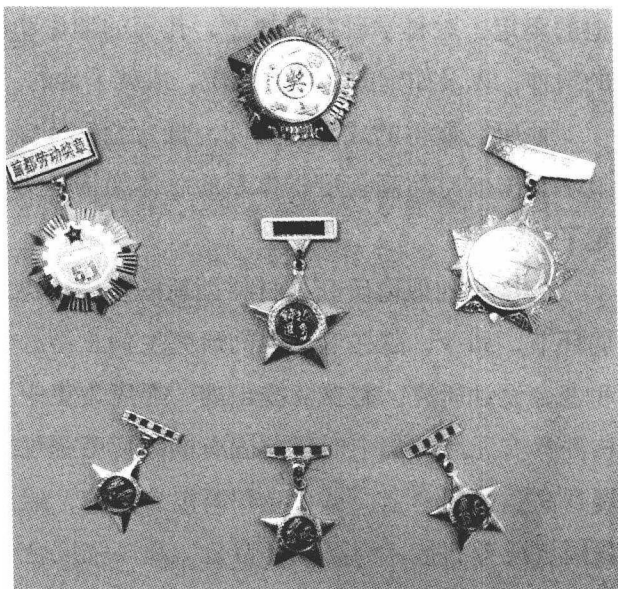
科技成果奖励证书

1975 年，赵振业受命主持研究航空中温超高强度钢。当时，除了美国把热作模具钢 H11 用作飞机构件外，世界上还没有一种真正的航空中温超高强度钢。赵振业在系统研究二次硬化和强—韧化机理的基础上，采用以钼为主强化元素、铬为调整元素的合金设计新思路，研制成功中国第一种航空中温超高强度

钢 38Cr2Mo2VA，解决了高速飞机后机身超温超重选材难题。

1983 年秋，赵振业主持超高强度钢 300M 研制。他结合我国熔炼设备和技术现状，提出了“提纯原材料，降低硫含量”和“镢—拔开坯”的工艺路线建议，经抚顺钢厂创新“提纯原材料”等技术，于 1984 年一举达到美国宇航材料标准要求 and 实物水平。中国航空超高强度钢从此走上了 VIM+VAR 双真空熔炼（VIM——真空感应炉熔炼，是高温合金及特种钢生产的重要工艺；VAR——真空自耗炉熔炼，是高温合金及特种钢的一个主要熔炼方法）的“高纯”之路。

在此后的飞机起落架用新型超高强度钢 300M 应用研究中，赵振业提出了发展材料应用科学与技术思路，他从抗疲劳原理出发，设计了长寿命起落架的总体技术方案，提出“无应力集中”抗疲劳概念。在系统研究基础上，与同事们一起创新和集成创新了抗疲劳应用技术体系和 10 多项先进工艺。



科技成果奖章

这些技术用于国产 300M 钢制造的起落架，疲劳寿命一

举达到 6000 飞行小时不破断。这一结果大大超过课题规定的 3000 飞行小时指标，也超过国外同类起落架规定的 5000 飞行小时寿命最高指标，达到国际先进水平，实现了我国长寿命起落架的重大工程目标，开辟了一条以材料应用科学与技术为主实现长寿命构件的技术道路。

20 世纪 90 年代，赵振业又与他的研究生们一起，致力于强—韧化机理及超硬—韧化机理研究。

经过几年探索，已初步揭示超细马氏体板条、超细沉淀相和逆转变奥氏体

3个新机理。优选了1个合金成分体系。在实验室采用VIM+VAR双真空高纯熔炼和控制相变热处理后，抗拉强度达到1900兆帕，断裂韧性达到 $110\text{MPam}^{1/2}$ 水平，首次把不锈钢提升到了超高强度、高韧性水平。与此同时，为解决传动系统长寿命齿轮和轴承问题，还设计了一种表层硬化型不锈钢齿轮轴承钢成分体系，首次将齿轮轴承钢提升到了超高强度、高韧性和超高硬度水平。这两项研究均获国家发明专利。

近半个世纪来，赵振业为航空材料科学研究燃烧和释放着自己的全部能量，他的坚定，对科学研究的执著，扎实的理论功底，丰富的技术经验，敬业奉献的精神，以及如钢的韧性和品质，成就了他的一番事业。

他研究取得的成果和发明，低合金钢、中合金钢、高合金钢和不锈钢，构筑了我国航空超高强度钢体系的总体架构，为航空超高强度钢的应用和发展奠定了基础。

应用基础理论研究是材料创新的基础，也是当前制约材料发展和应用的薄弱环节。如今，赵振业和他的研究生们正潜心于航空超高强度钢应用基础理论和合金设计研究。赵振业提出的“无应力集中”抗疲劳概念是一种带应力集中构件具有无应力集中时材料固有的高疲劳强度理论。现在，他正将这一理论扩展到高强度铝合金、钛合金和高温合金中，通过创立新的制造技术体系，实现我国抗疲劳制造，为高强度合金、超高强度合金应用奠定基础，以从根本上解决超高强度构件的长寿命、高可靠性和结构减重等问题；实现机械制造技术的跨越式发展，提升核心竞争能力，并将航空与其他精密机械制造带到经济可承受性的新时代。

赵振业，心系祖国航空材料的研究，书写着他的如钢人生。

第一章 童年时代

抗战出生的中原娃

黄河之水天上来，奔流到海不复回。

黄河这位自女娲补天、大禹治水就躺卧在这里的庞然大物见证了中国的千年巨变，这条气势磅礴、咆哮向前的母亲河，目睹了中华民族的荣辱沧桑，培育了华夏儿女刚毅、勤劳、直爽和桀骜不驯的性格。谁曾料想，昔日的古战场，如今已是阡陌纵横、楼馆栉比；当年“水淹日军”的花园口，如今麦浪一望无际，稻香沁人心脾。107国道宛如飞天的彩带，飘挂十里虹桥，纵贯南北；高速列车宛如巨龙，穿梭桥廓，驰骋京粤。这就是中州大地，炎黄先帝的故里，中华民族的摇篮。

1937年“七七事变”，日本侵略者的铁蹄踏上了中国神圣的国土，抗日战争爆发。虽然这场战争已过去半个多世纪，但中国民众却始终无法忘记。因为那是一段为民族生存而战的历史，太过血腥和惨烈，注定要铭刻在每一个华夏子孙心底。

就在这一年的冬天，在黄河北岸河南原阳县一个不出名的乡里——姚村，一个男婴呱呱坠地。男孩的降生，最开心的当然是这家女主人了。虽然外面北风凛冽，可屋里热气腾腾。家里添了一个男丁，给奶奶带来了传宗接代之喜。男婴的一声啼哭也惊动了左邻右舍，很多近邻妇女来到他家，道喜声阵阵。这个婴儿就是赵振业，日后的航空结构材料专家、中国工程院院士。

河南是中华文明的发源地，中国人，大多数要到河南来寻根。

河南自古农耕发达，自给自足的小农生活造就了这里古朴淳厚的民风 and 自然亲切的乡情。

原阳县历史悠久。秦时置阳武县，西汉置原武县，1950年，原武、阳武二县合并而成原阳县。

原阳县解放初期辖于平原省，现隶属新乡市。

具有数千年历史的原阳，积淀了丰厚的文化。古称“博浪沙”的原阳，因张良刺秦而闻名于世。

自秦汉至元代，原阳先后出过13位官至宰相的著名历史人物。有张良刺秦古遗址，毛遂故里、陈平祠、张苍墓、玲珑塔等名胜古迹，还有保存完好、具有民族风格的明末清初民宅夏家院。当然，还有共产党游击队夜袭日本鬼子的原武城遗址。

原阳姚村

姚村是黄河边上的一个中等村庄，南眺黄河大堤，北蹬绵延官道，土寨环抱，人杰地灵。姚村人并不姓姚，村子里住着赵姓、卞姓和胡姓的老百姓。

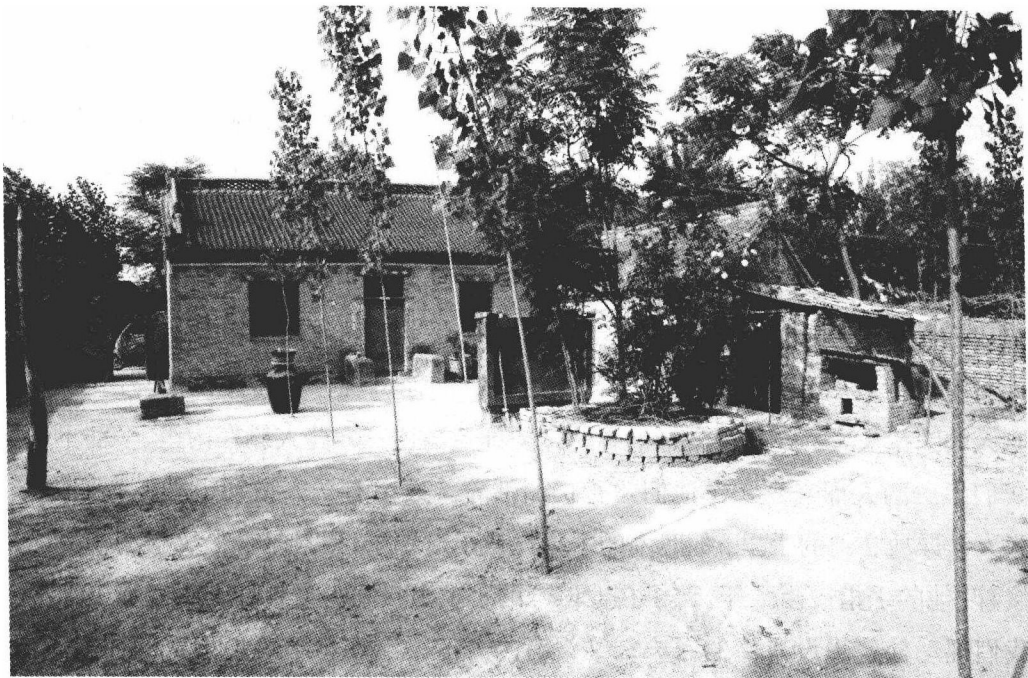
解放前，姚村有五六百号人。村里有一所小学，赵姓、卞姓各有一座“家庙”（南方人称为祠堂），还有一座“奶奶庙”。

“家庙”是祀祖、议事的场所，也是宗族红白喜事、惩戒忤逆之地。

“奶奶庙”里存放着许多瓷器娃娃，是人们用作求生育的吉祥物。

村里每月逢五、九日还要赶“会”，这“会”就是农村集贸市场。这一天，乡亲们会挑着自产的蔬菜瓜果去卖，还有各种小吃、日用品的摊位，人们各取所需，好不热闹。

今天，旧时的姚村早已不复存在。1958年，政府对姚村寨北面一大片盐碱地进行土地改良，引来黄河水淤地。淤积的泥沙覆盖的盐碱地，如今成了盛产



姚村老家

稻谷的良田。

这样一来，土质是改好了，可村内处处冒水，原本池塘就多的寨子变成了一个小泽国。于是，1963年姚村整体搬迁到寨南，沿寨盖起了十里长街。

几十年过去了，如今的姚村每条街道都铺上了水泥路，新垫高的房屋井然有序，赶“会”的一条主街上有了小超市、小饭馆，小学校也异地重建，唯有“奶奶庙”里的那位善良送子奶奶“上天言好事”去了。像千万个社会主义新农村一样，姚村追赶着时尚。

看到如今的姚村，赵振业感慨万千。每次离开村子时都会情不自禁、热泪盈眶。他说，新旧社会两重天，今非昔比呀！在过去的岁月里，姚村土地贫瘠，连年战乱，水、旱、蝗灾闹得民不聊生，靠天吃饭的姚村人家徒四壁，苦不堪言。记得小时候有一次连年干旱，几乎颗粒无收，乡亲们挖草根、吃树皮充饥，还饿死过人。有的逃往他乡，村里的小姓人家绝了户。有一年遇上蝗灾，蝗虫多得吓人，地上密密麻麻，飞起来遮天蔽日，浩浩荡荡由西向东掠去，所到之处

庄稼一扫而光。

对于中原大地的旱灾，美国记者白修德曾作过真实报道。1943年1月，美国记者白修德与一位同行在河南采访。河南的人间惨剧令白修德的神经大受刺激。他看到在死亡线上挣扎的人们，饥饿的村民想要把他从马上拉下来，以便可以吃他的马。他听到人吃人的故事。他了解到河南政府对当地旱情不仅不提供帮助，反而还想着法子从苦难农民那里征税，而那些从外省弄来提供给河南灾民的粮食，则被军队扣下，以至于军队粮仓里堆满过剩的粮食。白修德从随处可见的死尸身边走过，遍地的饿殍仿佛在向他诉说，从而促使他写出了《人吃人的河南灾荒》一文。文章中有这样的细节描述：“一些人躺在沟里，一动不动。我们把一两人摇一摇，看他们是否仍旧活着。其中有一人微动了动，我们将一张大钞票放在他的手里。他麻木的手指握住了这票子，但只是一个反射动作而已。接着，他的手指慢慢张开，票子在他摊开的手掌上抖动。另外一人躺在那里呻吟，我们摇动他，想设法使他起来，又没有力气……”在报道可怕现实的同时，白修德在文中指出：国民党政府和军队的横征暴敛和贪污腐化，是加重这场灾难的重要原因。文章在美国《时代》杂志上发表后，又在美国各地报刊登出，影响很大。

千百年来，黄河水奔放不羁，每当夏秋之交大有冲破大堤直奔天津之势，如今已被小浪底水库制伏；昔日的黄河滩，如今土地肥沃，解放前一亩好地收100斤小麦算是好年成，现在亩产都达上千斤；以前一天三顿窝窝头、玉米粥，现在是面条、油烙饼，联合收割机代替了镰刀手割、肩挑、背驮，姚村人直起腰，开着车，开始过河游邙山二帝公园了。

赵振业是在黄河岸边长大的。对黄河有着特殊的情感，一旦有机会，他都会去看黄河。看到黄河，他就会想到《黄河颂》。在一阵阵雷鸣般的怒吼声中，一团团水雾升腾。不见飞瀑，不见深渊，眼前只有黄色的巨浪铺天盖地而来，翻腾、撕咬，异常狂暴……黄河有内堰与外堰，是真正的地上河。在堰内农民们也种上了庄稼。黄河古床几经改道，饱经风霜的黄河人几经大的迁徙，辐射到全国各地，形成今日的“雄鸡高啼”的格局。可是，那种黄河文化、黄河民俗、黄

河文明、黄河风情始终保存。

黄河北岸的大堤是一条苍老而浑厚的土堤，上面长满青草和绿树，如巨龙逶迤东去，阅尽两岸黄河儿女的春秋。据说这大堤始建自明朝，一代一代人为它加高，加厚，修修补补，让苍老中有新意，黧黑中见褐黄。在它的界定内，黄河从远古流向今日，尽管也有暴虐，但作为中华文明的摇篮，带给炎黄子孙的却不乏灵性与豪放。

沿着河堤走，赵振业最为感动的是黄河岸边的沙柳。沙柳长不高，但生命力极强；它柔软，但不失筋骨。它平静地在荒瘠的土地上生长。

赵姓家族

据家谱记载，赵姓家族是明代初年间由山西迁至原阳县姚村的。到赵振业这辈，已是赵家第 21 代了。

赵振业的曾祖父叫赵耕云，兄弟五个。后世名讳按金、木、水、火、土排序，赵耕云排行第二，属木。他有四个儿子，长子书林、二儿子书楼、三儿子书檄、四儿子书柜。排行老二的赵书楼就是赵振业的祖父。一家四兄弟，是一个殷实的大家庭。

赵书楼娶司姓女子为妻，1920 年生下一男孩，即赵振业的父亲，取名赵荣宾。不幸的是在赵荣宾一岁左右时，赵书楼英年早逝，年仅 20 多岁。

赵荣宾幼小丧父，因家庭经济每况愈下，书仅念至初级师范肄业，不得不回家种田。他是一个庄稼活的好把式。为逃避国民党抓壮丁，就到村子里的小学校任教，从此成为一名乡村教师。他还喜欢唱戏，是村里戏班子的热心张罗者和司鼓，他常拿出自家的粮食为戏班子换服装或乐器。

赵荣宾是一个忠厚善良的人，教书认真，待人和气，始终是一张笑脸，从不与人争执；鼓励学生，劝说家长，深得学生和长辈尊敬，常被评为模范教师。