

张国成自制教具 102 例

ZHANGGUOCHENG ZIZHIJIAOJU 102 LI

武文革 / 编著



河北大学出版社
HEBEI UNIVERSITY PRESS

张国成自制教具 102 例

ZHANGGUOCHENG ZIZHIJIAOJU 102 LI

武文革 / 编著



河北大学出版社
HEBEI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (C I P) 数据

张国成自制教具 102 例 / 武文革编著. — 保定 : 河北大学出版社, 2017.9
ISBN 978-7-5666-1226-7

I. ①张… II. ①武… III. ①自然课—自制教具—小学 IV. ①G623.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 228653 号

张国成自制教具 102 例

出 版 人 耿金龙

选题策划 何 东

责任编辑 赵彩霞

装帧设计 徐春爽

责任印制 靳云飞

出版发行 河北大学出版社

(保定市莲池区七一东路2666号 071000)

网 址 www.hbdxcbs.com

经 销 全国新华书店

印 刷 保定市北方胶印有限公司

版 次 2017年9月第1版

印 次 2017年9月第1次

书 号 ISBN 978-7-5666-1226-7

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 7.75

字 数 150千字

定 价 29.80元



张国成老师工作照

张国成老师 1949 年毕业于北京通州师范学校，17 岁参加工作，任北京通州宋庄小学教师，由于自制教具工作成绩出色，1953 年经层层选拔由北京通州派往保定，担任河北小学科学教师。

张国成老师在小学自制教具和电化教育领域深耕 40 余载，享誉中外，桃李满园。他多次受到国家教委、共青团中央、河北省委、省政府表彰，曾被授予全国教育系统劳模、全国优秀青少年科技辅导员、全国优秀园丁一等奖并荣记一等功；曾当选河北省政协委员、保定市人大代表。其制作的教具荣获全国自制教具一等奖，河北省自制教具“十佳”大奖赛特别奖。《光明日报》《河北日报》《工人日报》《人民教育》杂志都曾报道过他致力于教育改革的先进事迹。中央教育电视台、河北教育电视台等多家教育频道都曾播放过他的自制教具的授课材料。



张国成老师指导学生进行科技制作



河北小学 STEAM 课程 1



河北小学 STEAM 课程 2



河北小学 STEAM 课程 3



河北小学 STEAM 课程 4

自制教具大师——张国成（代序）

一

张先生与我属忘年交、莫逆之交。还没来河北小学的时候，恩师汪宝琦先生经常提起河北小学有个民进支部，这里有张国成、万桂芝、宋玉等一大批了不起的人物，当时没在意，汪老师也是民进会员，有些好感不足为奇。

1989年5月，河北小学开始筹备全国自制教具现场会，我以布展者的身份走进了张国成的世界，初始的认识被彻底颠覆了。

林林总总一万余件自制教具，像一个集贸市场，不修边幅的张先生每天穿梭于这些教具之间，日出而作，日落而息。这些作品让张老师40余年沉浸在自己的世界里，如此庞大、丰富的精神世界！联合国教科文组织的专家来了一趟又一趟，国家教委副主任王明达、河北省教委主任安效珍、保定市副市长赵燕三天两头来蹲点，足见这项工作的重要。我不相信这样的场景会发生在一所小学，它的主人竟是一名小学教师。这让我联想起一个称谓：大师！神坛上的毕加索、齐白石等，眼前这位，与大师竟如此神似！

大师都有大隐的特质，工作是忘我的，而作品是有我的，张国成具备了这些品质，是现实版的、真实世界的大师！

二

张先生的有我，体现在不断创新中，他能从不同角度展现同一个科学原理，通过多维度体验触动学生的敏感神经；张先生的有我，体现在一位出色的教育专家兼具难得的工匠精神，教育家+工匠，结合得如此完美，使他的游走空间如“可上九天揽月，可下五洋捉鳖”般广大；张先生的有我，还体现在他制作的教具极富生命力，既是一件实验仪器，又是一件玩具，又像一件雕塑作品，极具艺术感染力，

每一件教具都诉说着一个故事。

他制作的程序往往先有构思，底稿于心，有需要时把主要部位、节点在纸上划拉几笔，大多凭经验直接上手制作。由于需要为全国各地教师做辅导，所以，每件教具完成后，都要付出大量时间再画成图进行说明。往往一件教具叮叮当当几十分钟就做完了，而画图需要吭哧吭哧两三天才能修改满意。我曾试图提醒张先生插图可以找专业人员来做，然而事实上心中无我的人即便绘画水平再高，也不能把张先生的本意迅速表达清楚，到头来，还不如他自己画来得快。

易拉罐系列教具。20世纪80年代末期，易拉罐作为饮品的包装刚刚进入人们的视野，张先生以其敏锐的嗅觉，发现了这一材料的应用价值。易拉罐加工就像剪纸片一样，而且厚度尺寸、材质等极其标准、规范、美观，作品不用装饰就异常精美。“风的形成演示器”“土电话”“小孔成像”“水轮机”“水反冲”“滚摆”“旋转风向标”等代表性教具应运而生，并形成了以易拉罐为制作材料的简易教具系列。

轴流式水车。一米多高的塔式结构骨架，每一根立柱直径不足5毫米，所有的骨架在没有型材的年代，只能用马口铁一条条剪下来，在铁砧子上敲打而成。为保证承重，每一条骨架都围成三角形，精准程度令人咂舌，没人相信那是手工所为，你会为张先生的制作工艺所叹服，他确是一位功夫巨匠。

星空仪。为了形象地展示一年四季的星空变化，他把天空设计成一个学生能接受的圆盘，形象地展示出眼睛能看到的区域，转动星座位置盘，就能看到不同季节天空中各个星座的位置。主要星座用不同颜色的灯显示，想观测哪组就打开小灯，通过灯光闪烁几下，简直出神入化，观看星空仪就像观看科教电影。仅仅用教育家+工匠来描述张先生显然是不全面的，他具备教育家的睿智、工匠的严谨的同时，兼具艺术家对自我的不断超越精神。这不由得使人联想到风靡世界的美国STEAM课程，什么复合型课程，什么基于科学、技术、工程、艺术和数学的项目学习，张先生早在20世纪50年代就开始实践了，而且做得淋漓尽致、完整无缺。

三

张国成的教育思想是以学生认知规律为中心，做学合一，因势利导。同一个原理往往从多角度演示，由简单到多元，丰富、开拓学生思维领域；以关键知识点为抓手，帮助学生组织起知识网络；不简单以教材知识点为教学目标，更多关

注学生未来素养奠定。“改变照本宣科的教学模式，从自制教具着手，直观教学，培养学生的观察能力、动手能力、实验能力。寓教于乐，使同学们在情感、情趣、情境中掌握知识。”（女儿张爱莲语）

有趣的课堂。张老师的课很神奇，除了风趣的语言，更重要的是他创造了一个启迪心智的精神世界。1964届乙班校友张燕欣回忆说：“张老师那张讲台很神奇，上课时能用它写字。只见张老师打开讲台上的灯光，通过反射镜投到幕布上。张老师是在玻璃上写字，那玻璃提前刷了墨汁，用在蜡版上刻字的笔，写出略带扁平、清秀工整的字，给我们留下了深刻印象。张老师讲课时文字、图片相结合，用幻灯演示，张老师在讲台上控制每一张幻灯片，在当时那个年代，对我们来说真是一种神奇的享受。”1955届丁班校友李建学回忆说：“张老师不仅课讲得深入浅出，而且特别风趣。每堂课都是笑声不断，非常开心。他上课的特色是让我们观摩他自制的教具，有一次观摩小火车教具，小火车在轨道上飞快地奔跑，我们都看呆了，好神奇呀！还有好多次其他试验，每次都非常吸引我们。这样讲课，让我们很快就明白了课本中的道理，张老师就是这样带着我们在课上课下体味着自然界中的种种神奇。”

风车的万千气象。从低年级纸风车做起，用塑料瓶做风车、用易拉罐做风车、用薄木板做风车等；从转动原理上考虑的有“手风车”“电动风车”“人工风力风车”等；依托原理创新的有“立轴式风车”“旋转式风车”等。张老师往往以一件简单的教具为抓手，不断让知识联结知识，在教具中不断引申，为学生张开一张大网，通过教具上下左右联系，让学生触类旁通。

从风车—水车—水碓的知识层次递进。“轴流式水车”是在对风车的理解基础上制作的，而“水碓模型”是直接将水车原理应用到生产生活中，将原理转化为生产工具、生活用具的典型示例。张老师打破教材的局限性，将有关联的知识点汇集在一起，打包完成，这样做既让学生关注教具之间的联系，又为学生系统掌握科学原理提供了巨大便利，难怪学生们的综合知识与能力俱佳！

解决飞机的滑翔起飞和着地滑行。女儿张爱莲回忆说：“记得小时候父亲带我们去村东头的田野里去放飞机，那是父亲自己制作的飞机，忘了父亲是用什么方法把飞机送上了天，全村老少仰着头跟着飞机跑，跑得我上气不接下气，直到望不见飞机的影子。”在那个年代，能实现自制飞机上天可算是个壮举，它全部是依托对科学原理的应用完成的！起飞要靠人力送一程，那如何给学生演示飞机起飞和降落的全过程呢？记得张先生是在地板上画了圆圈，涂上漆，中心位置竖

起了一根铁棍，顶部有一个可以转动的小铁环，铁环拴上细绳，绳的另一端拴在小飞机的侧翼上。拨动小飞机电门，飞机轮子转动，在地板上前行，慢慢提速，飞机提升，一会儿围着铁棍飞转起来。降落时，关电门速度逐渐减弱，飞机下行着陆、滑行。我曾试着问张老师：“天上的飞机是没有绳子拴着的，学生会有疑义吗？”张先生信心满满：“在成人眼里那是绳子，在学生眼里不是，得想办法按照学生的理解程度解决起飞和降落问题。”后来的实践证明，效果非常好，学生理解得非常快，没人关注那条绳子，就好像理所当然地要存在，我多虑了，感叹张先生真是揣摩儿童心理的天才。

矿石收音机。因材施教，不择时机。1964届乙班校友张燕欣在回忆录中说：“在部队驻地围墙外，经常发现有通信连丢弃的废旧电池、耳机和一些元器件。因为好奇，我们经常拿回来玩耍。张老师看见了，就教我们认识这些东西，并给我们演示用这些东西做成听广播的耳机，当时我们特别兴奋。张老师拿来矿石检波（当时矿石检波很便宜），用手调节，用旧耳机接好线，接上检波器，耳机里就能听到河北广播电台和保定广播电台了。这是当时的矿石收音机。后来张老师又教我们用二极管做检波，比矿石稳定多了。因为线路简单，收听电台混在一起，哪个也听不好。张老师就慢慢给我们讲如何解决这个问题，需要增加可调电容器，将频率分开，这样每个台都能听清楚了。同时，张老师还教我们看电路图，什么符号代表什么元器件，哪个元器件起什么作用。后来慢慢地我们学着做起晶体管收音机了。我和丙班的孟志军同学上了中学还在继续我们的创作。‘文化大革命’时我们已经能装六个管的收音机了。”难怪这些学生在这些领域都有建树，张先生不愧是奠定学生素养基础的大家。

塔式起重机（塔吊）。张先生的教学往往以项目为目标，把各种知识、技能连接在一起。1959届校友郭振霄回忆：“我在学校的红色小工厂当工人时，张老师教我们制作塔式起重机模型。（今天随处可见的塔吊，在20世纪50年代可是非常罕见地高科技设备！我们都没见到过。）塔身由八号铁丝截成4根长的，其余截成短的，然后做成两头弯的许多小段，用电烙铁沾上锡与四根长铁丝逐级成三角形焊在一起，塔吊臂、塔尖、配重臂也是这样焊成的。用铁罐头盒皮焊接做成滑轮。最关键和最难做的是电动机。张老师用硬纸板分别做成定子、转子样板，在铁皮上画上印，用剪子逐一剪下来。定子是英文字母H形，只是上边是圆形的。然后将许多H片、雪花形片叠加到一定厚度，焊接在一起做成定子、转子，最后分别缠上漆包线，再做好转子和定子之间的连接支架和电刷，最后接好电线，用

电池一通电，小电动机便转动起来！当时感到好奇、好兴奋呀！除此以外，还要做更复杂的卷线机构、电控制系统、转向系统、起吊系统等。非常复杂！完全做成后，跟真的起重机一样能吊起重物。”

磁场演示器。张先生的教具往往用高度简约的方式诠释真理，让学生极易理解，过目不忘。张先生演示磁场，除了用铁屑，还有更直观的办法。用铁丝做一个架，上端拴好磁铁，做一个纸蝴蝶，里面埋好曲别针，用细棉线固定在架子下端。拿着纸蝴蝶在磁铁下晃动时，突然有一种力量把蝴蝶吸上去，由于蝴蝶下端有细线拴着，吸得很紧却能看到磁铁和蝴蝶之间的间隙。推动蝴蝶下端的线，感觉到蝴蝶与磁铁间有一种难以割舍的力量。手松开，蝴蝶又被紧绷绷地吸到磁铁下端。磁铁与蝴蝶之间的空隙，恰是妙处所在，手指可以在间隙间活动，正是这个间隙，让同学们对磁场的认识一目了然。

变废为宝。张先生做教具得心应手，得益于其对各种材料的娴熟驾驭。身边几乎所有材料，都能成为教具的一部分。他女儿在回忆录中说：“做家具的边角料、易拉罐、自行车辐条等一些不起眼的东西，他都视为珍宝。经过一双巧手，这些不起眼的东西都变成了学生们眼里生动的教具。”易拉罐系列几乎覆盖了小学和生活中的全部科学原理。经常看到张老师面对易拉罐独自揣摩，围绕易拉罐，他不断发现其与科学原理之间的联系，奇思妙想不断产生。对材料要求不苛刻使他的教具极易激起学生动手制作的冲动。

编“顺口溜”。为了便于理解记忆，把复杂的甚至枯燥晦涩的原理、知识点编成顺口溜，是张先生的拿手好戏。“热空气上升，冷空气补充，空气一流动，这就形成风。”1964届甲班校友王晓娜回忆。“东北铁路为第一，沈山、沈鞍和沈吉，长大、长滨纵南北，滨州、滨绥横东西，”1964届甲班校友杨英魁回忆起地理顺口溜，“祖国面积广，九百六十万。南北五千五，东西长五千。过内蒙（古）往前望，黄土高原在前方。云贵高原在东南，西部还有大青藏。”1964届乙班校友肖河回忆我国邻国顺口溜：“东北西北靠苏联，唇齿两联是朝鲜，北面蒙古南越南，西面印度阿富汗，缅甸老挝尼泊尔，还有锡金和不丹。”这些顺口溜让学生刻骨铭心，五十多年过去了，校友们仍记忆犹新。

四

校庆筹备期间，很多校友发来回忆文章，从20世纪50年代到21世纪初，跨

度近 50 年的学生都深深怀念张老师，有的甚至是祖孙三代。同学们感恩张老师的教诲，敬仰他非凡的事业心，敬佩他的巨大贡献，回忆他的和蔼可亲，重温与他相处的美好时光，惊叹他的工匠精神，发现他永不泯灭的童心。张老师在河北小学付出了毕生精力，惠泽桃李，精神永存！

张老师过世前一直住在北京，他的儿子爱民家，隐隐约约知道因为异地就医药费不能报销，爱民一次次回保。因当时已调离河小，我只能远远地看着，帮不上任何忙，我为自己的无能感到惭愧！但张老师和他那万余件教具始终是我的牵挂。后来隐约知道存放教具的大活动室改成私立学校的食堂了，那些教具都封存在库房里。调回河小的那天，我迫不及待地打开库房，却被眼前的一幕惊呆了：除了笤帚、簸箕以及一些几乎发霉的废旧物品，别无他物。那些“国宝级”的教具，你们去哪了？搜遍了校园每个角落，收获甚微，心情顿时跌入谷底。不是校庆的缘故，真无颜面跟张先生的子女联系。好在张先生的儿子爱民、女儿爱莲舍爱将先生遗物捐给学校，才有机缘又一次与张先生的心灵对话。好像又听到张先生用自制的“乐器”在演奏，那些用长短不同的钢锯条和牛皮纸土琵琶演奏出的声音，是不受音准挑剔的曲子，同道人自能用心知会。触摸着先生的自制教具 102 例手稿，几多感慨，应把张先生的教育思想整理二三，和教具案例一起出版，以飨后人，圆先生一个心愿，算作给张先生一点迟到的精神慰藉。

记忆中的校舍前后，是盛开的黄色刺玫花。后来永无休止的建设，让人们再也无暇顾及它了。很多年后，校园终于平静下来，那些不愿被人们忘却的刺玫花，从高楼林立的空隙里钻了出来，下一个春天，校园依然会盛开黄色刺玫花！



2017 年 10 月 8 日

目 录

一 高低音发声器.....	1
二 土电话.....	1
三 土琵琶.....	2
四 耳膜模型.....	3
五 看得见的声音.....	3
六 音频演示器.....	4
七 潜望镜.....	5
八 三用潜望镜.....	5
九 小孔成像器（一）.....	7
十 小孔成像器（二）.....	7
十一 凸透镜聚光演示器.....	8
十二 凸透镜成像原理演示器.....	8
十三 视觉留盘.....	10
十四 简易光具座.....	10
十五 三棱镜.....	11
十六 凸透镜（一）.....	12
十七 凸透镜（二）.....	13
十八 光的直射演示器.....	14
十九 太阳灶.....	15
二十 热的辐射演示器.....	15
二十一 太阳能转轮.....	16

二十二	光转轮·····	17
二十三	空气对流演示器·····	18
二十四	风的形成演示器（一）·····	19
二十五	风的形成演示器（二）·····	20
二十六	风的形成演示器（三）·····	22
二十七	立轴式风车·····	23
二十八	旋转式风车·····	24
二十九	手风车·····	25
三十	轴流式水车·····	26
三十一	简易水车·····	28
三十二	水碓模型·····	28
三十三	水轮机模型·····	30
三十四	小水塔·····	31
三十五	弹簧秤（一）·····	32
三十六	弹簧秤（二）·····	33
三十七	重心鸭·····	33
三十八	水的浮力演示器·····	34
三十九	浮沉子·····	35
四十	阿基米德原理演示器·····	36
四十一	水反冲器（一）·····	37
四十二	水反冲器（二）·····	38
四十三	蒸汽反冲器（一）·····	39
四十四	蒸汽反冲器（二）·····	40
四十五	反冲小飞机·····	41
四十六	蒸汽轮机·····	43
四十七	杠杆·····	44
四十八	斜面·····	45
四十九	滑轮·····	46

五十 轮轴·····	47
五十一 滚摆·····	48
五十二 机翼升力演示器（一）·····	49
五十三 机翼升力演示器（二）·····	50
五十四 自来风帆船·····	51
五十五 流体实验器（一）·····	52
五十六 流体实验器（二）·····	53
五十七 流体实验器（三）·····	53
五十八 流体实验器（四）·····	54
五十九 钩码·····	55
六十 喷气艇·····	56
六十一 走马灯·····	57
六十二 水的压力演示器·····	58
六十三 模型蒸汽机·····	59
六十四 热胀冷缩演示器·····	60
六十五 演示温度计模型·····	61
六十六 教鞭操纵温度计模型·····	62
六十七 保温散热演示器·····	64
六十八 塑料热气球·····	64
六十九 热空气比冷空气轻演示器·····	65
七十 摩擦起电盒·····	66
七十一 简易验电器·····	67
七十二 静电性质演示器·····	68
七十三 导体绝缘体检验板·····	69
七十四 雷电演示器·····	70
七十五 简单电路板·····	71
七十六 红、黄、绿灯演示板·····	72
七十七 指南针·····	73

七十八 磁性实验器·····	73
七十九 磁场演示器·····	74
八十 蜂鸣器·····	76
八十一 简易电机·····	76
八十二 会变光的灯泡·····	77
八十三 电动船·····	78
八十四 电磁铁·····	79
八十五 指针式风向计·····	80
八十六 旋转式风向计·····	81
八十七 风速计·····	82
八十八 湿度计·····	83
八十九 雨的形成演示器·····	84
九十 水在自然界循环演示器·····	86
九十一 昆虫盒·····	87
九十二 蚯蚓盘·····	88
九十三 青蛙扑虫演示器·····	89
九十四 植物向光实验装置·····	90
九十五 昼夜现象演示器·····	90
九十六 简易月相仪·····	91
九十七 太阳测高仪·····	92
九十八 观星网·····	93
九十九 星座演示器·····	94
一〇〇 星空仪·····	96
一〇一 四季成因仪·····	101
一〇二 月相仪·····	107

附 录

河北小学科技教育与美国 STEAM 课程 ·····	111
----------------------------	-----