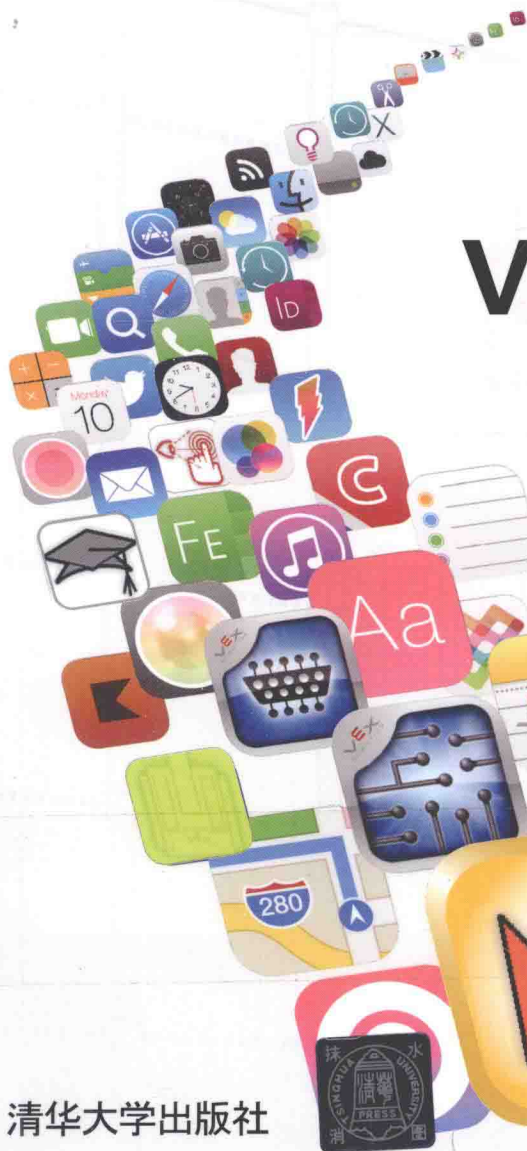


青少年科技创新丛书



VEX机器人设计

郑剑春 朱永生 郭伟俊 编著



清华大学出版社

青少年科技创新

VEX机器人设计

郑剑春 朱永生 郭伟俊 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

VEX 是国际机器人比赛内容之一,每年全世界都有很多学生参与这一活动。这一比赛所涉及的机器人不仅可用于比赛,同时也是学生学习机器人、进行科技创新活动的平台。通过对这一机器人的学习与开发,学生可以更好地掌握科学、技术、工程与数学的知识,同时利用 VEX 机器人平台,可以让教师和学生了解并开展与 STEM 有关的课程,从而更好地发挥他们的聪明才智。

本书总结了作者多年机器人比赛与教学的经验,系统讲述机器人的两个重要内容——如何设计机器人以及如何将机器人与学科课程相结合,介绍了作者在机器人教学中的探索。

本书可作为机器人教师与学生准备机器人比赛的参考用书、学校开展机器人教学教材,以及各学科教师了解机器人的入门教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

VEX 机器人设计/郑剑春,朱永生,郭伟俊编著. —北京:清华大学出版社,2015(2016.3重印)
(青少年科技创新丛书)

ISBN 978-7-302-41259-5

I. ①V… II. ①郑… ②朱… ③郭… III. ①机器人—设计—青少年读物 IV. ①TP242-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 186464 号

责任编辑:帅志清

封面设计:刘莹

责任校对:刘静

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 装 者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:12.5

字 数:283 千字

版 次:2015 年 10 月第 1 版

印 次:2016 年 3 月第 2 次印刷

印 数:2001~3000

定 价:56.00 元

产品编号:066230-01

《青少年科技创新丛书》

编 委 会

主 编：郑剑春

副主编：李甫成 李梦军

委 员：(按拼音排序)

曹 双	丁伟达	董英姿	高 山	何琪辰
景维华	孔 健	李大维	梁志成	刘玉田
毛 勇	苏丛尧	王德庆	王建军	王君英
王文精	魏晓晖	吴俊杰	武 健	向 金
谢作如	修金鹏	叶 琛	于方军	于欣龙
张 晟	张政桢	赵 亮		



序 (1)

吹响信息科学技术基础教育的号角

(一)

信息科学技术是信息时代的标志性科学技术。信息科学技术在社会各个活动领域广泛而深入的应用,就是人们所熟知的信息化,它是 21 世纪最为重要的时代特征。作为信息时代的必然要求,它的经济、政治、文化、民生和安全都要接受信息化的洗礼。因此,生活在信息时代的人们都应当具备信息科学的基本知识和应用信息技术的基础能力。

理论和实践都表明,信息时代是一个优胜劣汰、激烈竞争的时代。谁最先掌握了信息科学技术,谁就可能在激烈的竞争中赢得制胜的先机。因此,对于一个国家来说,信息科学技术教育的成败优劣,就成为关系到国家兴衰和民族存亡的根本所在。

同其他学科的教育一样,信息科学技术的教育也包含基础教育和高等教育这样两个相互联系、相互作用、相辅相成的阶段。少年强则国强,少年智则国智。因此,信息科学技术的基础教育不仅具有基础性意义,而且具有全局性意义。

(二)

为了搞好信息科学技术的基础教育,首先需要明确:什么是信息科学技术?信息科学技术在整个科学技术体系中处于什么地位?在此基础上,明确:什么是基础教育阶段应当掌握的信息科学技术?

众所周知,人类一切活动的目的归根结底就是要通过认识世界和改造世界,不断地改善自身的生存环境和发展条件。为了认识世界,就必须获得世界(具体表现为外部世界存在的各种事物和问题)的信息,并把这些信息通过处理提炼成相应的知识;为了改造世界(表现为变革各种具体的事物和解决各种具体的问题),就必须根据改善生存环境和发展条件的目的,利用所获得的信息和知识,制定能够解决问题的策略并把策略转换为可以实践的行为,通过行为解决问题,达到目的。

可见,在人类认识世界和改造世界的活动中,不断改善人类生存环境和发展条件这个目的是根本的出发点与归宿,获得信息是实现这个目的的基础和前提,处理信息、提炼知识和制定策略是实现目的的关键与核心,而把策略转换成行为则是解决问题、实现目的的最终手段。不难明白,认识世界所需要的知识和改造世界所需要的策略,以及执行策略的行为是由信息加工分别提炼出来的产物。于是,确定目的、获得信息、处理信息、提炼知识、制定策略、执行策略、解决问题、实现目的,就自然地成为了信息科学技术的基本任务。

这样,信息科学技术的基本内涵就应当包括:(1)信息的概念和理论;(2)信息的地位



和作用,包括信息资源与物质资源的关系以及信息资源与人类社会的关系;(3)信息运动的基本规律与原理,包括获得信息、传递信息、处理信息、提炼知识、制定策略、生成行为、解决问题、实现目的的规律和原理;(4)利用上述规律构造认识世界和改造世界所需要的各种信息工具的原理和方法;(5)信息科学技术特有的方法论。

鉴于信息科学技术在人类认识世界和改造世界活动中所扮演的主导角色,同时鉴于信息资源在人类认识世界和改造世界活动中所处的基础地位,信息科学技术在整个科学技术体系中显然应当处于主导与基础双重地位。信息科学技术与物质科学技术的关系,可以表现为信息科学工具与物质科学工具之间的关系:一方面,信息科学工具与物质科学工具同样都是人类认识世界和改造世界的基本工具;另一方面,信息科学工具又驾驭物质科学工具。

参照信息科学技术的基本内涵,信息科学技术基础教育的内容可以归结为:(1)信息的基本概念;(2)信息的基本作用;(3)信息运动规律的基本概念和可能的实现方法;(4)构造各种简单信息工具的可能方法;(5)信息工具在日常活动中的典型应用。

(三)

与信息科学技术基础教育内容同样重要甚至更为重要的问题是要研究:怎样才能使中小學生真正喜爱并能够掌握基础信息科学技术?其实,这就是如何认识和实践信息科学技术基础教育的基本规律的问题。

信息科学技术基础教育的基本规律有很丰富的内容,其中的两个重要问题:一是如何理解中小學生的一般认知规律,一是如何理解信息科学技术知识特有的认知规律和相应能力的形成规律。

在人类(包括中小學生)一般的认知规律中,有两个普遍的共识:一是“兴趣决定取舍”,一是“方法决定成败”。前者表明,一个人如果对某种活动有了浓厚的兴趣和好奇心,他就会主动、积极地去探寻奥秘;如果没有兴趣,他就会放弃或者消极应付。后者表明,即使有了浓厚的兴趣,但是如果方法不恰当,最终也会导致失败。所以,为了成功地培育人才,激发浓厚的兴趣和启示良好的方法都非常重要。

小学教育处于由学前的非正规、非系统教育转为正规的系统教育的阶段,原则上属于启蒙的教育。在这个阶段,调动兴趣和激发好奇心理更加重要。中学教育的基本要求同样是要不断调动学生的学习兴趣和激发他们的好奇心理,但是这一阶段越来越重要的任务是要培养他们的科学思维方法。

与物质科学技术学科相比,信息科学技术学科的特点是比较抽象、比较新颖。因此,信息科学技术的基础教育还要特别重视人类认识活动的另一个重要规律:人们的认识过程通常是由个别上升到一般,由直观上升到抽象,由简单上升到复杂。所以,从个别的、简单的、直观的学习内容开始,经过量变到质变的飞跃和升华,才能掌握一般的、抽象的、复杂的学习内容。其中,亲身实践是实现由直观到抽象过程的良好途径。

综合以上几方面的认识规律,小学的教育应当从个别的、简单的、直观的、实际的、有趣的学习内容开始,循序渐进,由此及彼,由表及里,由浅入深,边做边学,由低年级到高年级,由小学到中学,由初中到高中,逐步向一般的、抽象的、复杂的学习内容过渡。





(四)

我们欣喜地看到,在信息化需求的推动下,信息科学技术的基础教育已在我国众多的中小学校试行多年。感谢全国各中小学校的领导和教师的重视,特别感谢广大一线教师们坚持不懈的努力,克服了各种困难,展开了积极的探索,使我国信息科学技术的基础教育在摸索中不断前进,取得了不少可喜的成绩。

由于信息科学技术本身还在迅速发展,人们对它的认识还在不断深化。由于“重书本”、“重灌输”等传统教育思想和教学方法的影响,学生学习的主动性、积极性尚未得到充分发挥,加上部分学校的教学师资、教学设施和条件也还不够充足,教学效果尚不能令人满意。总之,我国信息科学技术基础教育存在不少问题,亟须研究和解决。

针对这种情况,在教育部基础司的领导下,我国从事信息科学技术基础教育与研究的广大教育工作者正在积极探索解决这些问题的有效途径。与此同时,北京、上海、广东、浙江等省市的部分教师也在自下而上地联合起来,共同交流和梳理信息科学技术基础教育的知识体系与知识要点,编写新的教材。所有这些努力,都取得了积极的进展。

《青少年科技创新丛书》是这些努力的一个组成部分,也是这些努力的一个代表性成果。丛书的作者们是一批来自国内外大中学校的教师和教育产品创作者,他们怀着“让学生获得最好教育”的美好理想,本着“实践出兴趣,实践出真知,实践出才干”的清晰信念,利用国内外最新的信息科技资源和工具,精心编撰了这套重在培养学生动手能力与创新技能的丛书,希望为我国信息科学技术基础教育提供可资选用的教材和参考书,同时也为学生的科技活动提供可用的资源、工具和方法,以期激励学生学习信息科学技术的兴趣,启发他们创新的灵感。这套丛书突出体现了让学生动手和“做中学”的教学特点,而且大部分内容都是作者们所在学校开发的课程,经过了教学实践的检验,具有良好的效果。其中,也有引进的国外优秀课程,可以让学生直接接触世界先进的教育资源。

笔者看到,这套丛书给我国信息科学技术基础教育吹进了一股清风,开创了新的思路和风格。但愿这套丛书的出版成为一个号角,希望在它的鼓动下,有更多的志士仁人关注我国的信息科学技术基础教育的改革,提供更多优秀的作品和教学参考书,开创百花齐放、异彩纷呈的局面,为提高我国的信息科学技术基础教育水平做出更多、更好的贡献。

钟义信

2013年冬于北京





序 (2)

探索的动力来自对所学内容的兴趣,这是古今中外之共识。正如爱因斯坦所说:一个贪婪的狮子,如果被人们强迫不断进食,也会失去对食物贪婪的本性。学习本应源于天性,而不是强迫地灌输。但是,当我们环顾目前教育的现状,却深感沮丧与悲哀:学生太累,压力太大,以致他们失去了对周围探索的兴趣。在很多学生的眼中,已经看不到对学习的渴望,他们无法享受学习带来的乐趣。

在传统的教育方式下,通常由教师设计各种实验让学生进行验证,这种方式与科学发现的过程相违背。那种从概念、公式、定理以及脱离实际的抽象符号中学习的过程,极易导致学生机械地记忆科学知识,不利于培养学生的科学兴趣、科学精神、科学技能,以及运用科学知识解决实际问题的能力,不能满足学生自身发展的需要和社会发展对创新人才的需求。

美国教育家杜威指出:成年人的认识成果是儿童学习的终点。儿童学习的起点是经验,“学与做相结合的教育将会取代传授他人学问的被动的教育”。如何开发学生潜在的创造力,使他们对世界充满好奇心,充满探索的愿望,是每一位教师都应该思考的问题,也是教育可以获得成功的关键。令人感到欣慰的是,新技术的发展使这一切成为可能。如今,我们正处在科技日新月异的时代,新产品、新技术不仅改变我们的生活,而且让我们的视野与前人迥然不同。我们可以有更多的途径接触新的信息、新的材料,同时在工作中也易于获得新的工具和方法,这正是当今时代有别于其他时代的特征。

当今时代,学生获得新知识的来源已经不再局限于书本,他们每天面对大量的信息,这些信息可以来自网络,也可以来自生活的各个方面:手机、iPad、智能玩具等。新材料、新工具和新技术已经渗透于学生的生活之中,这也为教育提供了新的机遇与挑战。

将新的材料、工具和方法介绍给学生,不仅可以改变传统的教育内容与教育方式,而且将为学生提供一个实现创新梦想的舞台,教师在教学中可以更好地观察和了解学生的爱好、个性特点,更好地引导他们,更深入地挖掘他们的潜力,使他们具有更为广阔的视野、能力和责任。

本套丛书的作者大多是来自著名大学、著名中学的教师和教育产品的科研人员,他们在多年的实践中积累了丰富的经验,并在教学中形成了相关的课程,共同的理想让我们走到了一起,“让学生获得最好的教育”是我们共同的愿望。



本套丛书可以作为各校选修课程或必修课程的教材,同时也希望借此为学生提供一些科技创新的材料、工具和方法,让学生通过本套丛书获得对科技的兴趣,产生创新与发明的动力。

丛书编委会

2013 年 10 月 8 日





前言

我是一名机器人教师,在我的教学工作中经常会被问道:我们为什么要学习机器人?目前有很多机器人公司、培训机构也在进行机器人的培训和推广,通常以参加比赛可以成为特长生、可以参加高校自主招生等名义进行宣传。但是,当我们抛开这些功利性的宣传,机器人教育到底可以为我们的学生带来哪些影响,这是我们需要探讨的问题。

在我国,中学生机器人教育大约开始于 2000 年,最初只有很少的学校参与,而在 2007—2008 年由于乐高头脑风暴机器人的出现,引起了重要的变化,开始了机器人普及的时代。我们可以将这一过程与早些时候的计算机普及情况作一比较。当计算机出现的时候,只有最聪明的学生才会考虑学习计算机专业,计算机被视为高科技的象征。但是当 Windows 系统出现以后,计算机得到了迅速的普及,它不再是一个专业的工具,而变成了一个大众化的产品,人们只要经过基础训练,就可以使用它。十多年前,当我进行教师培训时,我要告诉教师们,计算机由哪几部分组成、各有什么作用,如今我们的教学内容完全不同了,今天我们更能体会信息技术的影响。信息技术包括通信技术、微电子技术、传感器技术和计算机技术,如果要寻找一个能体现这些技术发展的科技产品,智能设备就是这类产品的重要体现。这类产品通常并不称为机器人,而是称为汽车、飞机、ATM、Google 和手机。

将机器人引入中学课程,可以作为计算机教育的拓展与延续。它不仅可以拓展学生在学习中的活动,更是一个比计算机更为强大的工具,对学生培养兴趣、学习知识、实现创新设计都会有很大的帮助。

在中学生机器人活动中,比赛只是让学生产生学习的兴趣,技术本身同样不是目的。中学生机器人教育不是一个专业化的精英教育,而应该是普及、工具化的推广,让学生了解它的应用,并使其创新思想通过这一平台获得帮助,从而实现创新的目标。

在机器人教学中,我们重视结构与程序方面的培养,通过结构与搭建,让学生掌握一些机械基础知识,培养学生的分析问题、解决问题以及动手操作的能力。

在程序设计中,我们让学生掌握一种编程语言,让他们体验机器人带来的科技成果。同时,我们可以根据学生的目标、发展要求提供更高级的课程。虽然中学不以精英培养为目标,但也要为有潜力的学生提供一个发展的空间。

机器人教育与学科教育相结合是很多专家、教师的共识,正如计算机可以在各学科教学中使用一样,只有与各学科结合才会最大限度地发挥它的作用。但是这方面国内做得还很少,在产品上也与国际品牌有很大的差距。

机器人在学科上的应用,可以让学生获得多方面的反馈,可以让教学更为直观。开展



一些项目实验,对于学生动手能力、思维分析能力及程序设计能力都很有帮助。

目前,机器人在一些学科如物理、化学、生物、数学甚至语文的教学中都有应用,国内外有很多教师正从事利用机器人进行学科课程的开发工作。如果像计算机培训那样,让每一学科教师了解机器人,机器人就不再停留于科技教师的手中,而会进入并真正影响学科教学。

在机器人教学过程中,我一直希望写一本能够对教师与学生都有所帮助的入门教程,让他们能通过这样一本书获得学习的门径,而不是仅将目标停留于比赛。我将这一想法与一些教师进行了交流,获得了他们的极大鼓励,于是在几年前开始了本书的写作。这期间又不断有新的体会和经验,一些教师也提供了好的建议。

在本书的编写过程中,得到了博思公司郭伟俊、李志辉、高帅、方泽龙等工程师的支持和帮助,他们为本书提供了大量的案例;朱永生、高宇、葛雷、郑小康、付丽敏、王文精、赵腾任、杨波、汪伟民、陈迎春、黄志群、张倩、李哲、孔健、王勋年等教师参与了本书的编写工作;刘天化同学也为本书的出版作出了重要的贡献;同学们在各次国内、国际比赛中的精彩设计也让作者得以借鉴,在此一并向他们表示衷心感谢。

由于本人学识所限,书中难免会有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

郑剑春

2015年5月





第 1 章 工具与安装方式	1
1.1 工具的使用	1
1.2 元件的安装方式	3
第 2 章 机器人传动方式	5
2.1 齿轮传动	5
2.2 链传动	10
2.3 滑轮和皮带	12
2.4 蜗轮、蜗杆	12
2.5 平面连杆传动	13
2.6 差动机构	14
第 3 章 电动机	15
3.1 直流电动机	15
3.2 功率、扭矩和速度	16
3.3 伺服电动机	17
3.4 电动机提升重物原理及输出功率的测量	17
3.5 继电器的原理与制作	20
3.6 电动机的安装方式	23
第 4 章 机器人的结构	25
4.1 机器人的坚固性	25
4.2 移动机构与轮子的安装	27
4.3 行走方式与越障能力	29
4.4 轮子的安装方式	29
4.5 转向方式	30
4.6 机器人的稳定性	33
第 5 章 常用提升物体的方式	38
5.1 简单机械臂	38



5.2	加强型的机械臂	39
5.3	滑动架与齿条提升结构的安装	41
5.4	平行四边形交叉升降	44
5.5	链条提升结构	45
第 6 章	机械手的种类	47
6.1	机械手分类	47
6.2	其他拾取物体的方式	48
第 7 章	VEX 外接设备的种类和安装	51
7.1	输入设备	51
7.2	输出设备	62
第 8 章	基础与准备	69
8.1	认识 VEX 的控制器	69
8.2	安装软件	70
8.3	软件初探	74
8.4	工具与菜单	75
8.5	第一个程序	79
8.6	下载并运行程序	81
8.7	在线控制模式	84
第 9 章	变量	86
9.1	变量命名	88
9.2	变量运算规则	88
第 10 章	输出模块	89
10.1	显示文字	89
10.2	图表显示	90
10.3	声音输出	92
第 11 章	程序结构	98
11.1	顺序结构	98
11.2	自定义函数	100
11.3	选择结构	103
11.4	循环结构	108





第 12 章	Integrated Motor Encoders 模块	122
12.1	393 集成编码器拆装	122
12.2	接线	122
12.3	编程	123
第 13 章	Smart Tasks 模块	127
13.1	电动机模块	127
13.2	机器人控制模块	131
13.3	等待模块	134
第 14 章	遥控程序模块	138
14.1	遥控的准备	138
14.2	遥控模块的使用	140
第 15 章	VEX 简易场地控制器	165
附录	搭建一个 VEX 机器人	168
参考文献		184



第 1 章 工具与安装方式

正确使用工具关系到学习过程的安全问题,而且是提高工作效率的一个重要训练内容,如果不能养成一个良好的工作习惯,在今后的机器人设计中就难以保证机器人的质量,因此本章将讨论机器人设计中应该如何使用工具,以及如何正确安装有关元件。

1.1 工具的使用

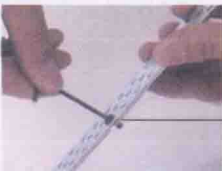
安装 VEX 机器人需要用到如表 1-1 所示工具。

表 1-1 安装 VEX 机器需用的工具

图 示	名称与规格	作 用
	L 形扳手 5/64"  1/4"  1/2"	 拧紧或拧松固定电动机的螺钉
	固定扳手 1/4"  	 可与四方轴一起测试电动机内部的齿轮松紧及是否损坏  可与粗 L 形扳手一起拧紧螺钉



续表

图 示	名称与规格	作 用
		 可单独用来 拧紧螺钉
	L 形扳手 $3/32''$  $1/4''$  $3/8''$	 逆时针转可拧松固 定结构件的螺钉  顺时针转可拧紧固 定结构件的螺钉
	钳子	 钳子可用来折弯 金属件
	钢锯	 钢锯可与钳子和台 钳一起使用，目的 是切割金属件
	台钳	



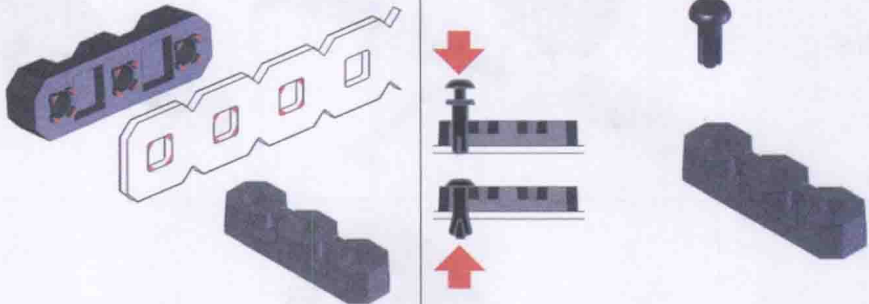
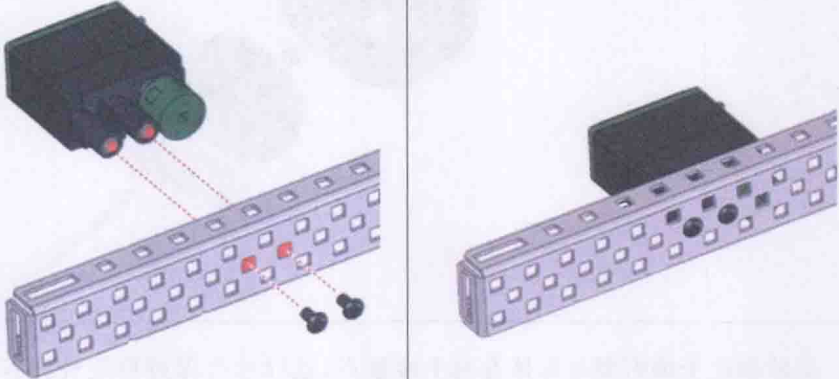
以上部分工具会在 VEX 套装中提供。

英寸常简写为“in”或“'”，英寸与 cm 的关系为：1 英寸=2.54cm。

1.2 元件的安装方式

不同品牌的机器人组件是不一样的，通常不能相互借用。相互借用往往还会受到比赛规则的限制，但这并不是绝对的，不同机器人组件的设计决定它的安装方式，正确安装才会使这些元件发挥作用，这就要求对机器人的设计功能有一个正确的了解，知道任何一个元件所起的作用是什么，这样使用起来才会得心应手，让它发挥应有的作用。不同元件安装方式如表 1-2 所示。

表 1-2 不同元件的安装方式

扁轴承架	
电动机	
结构架	