



在这个高科技时代，制造自动化在制造业中发挥了举足轻重的作用。那么，从古老的指南针到蒸汽机的出现，从人类最初对自动化的设想构造到具体车间的应用，自动化经历了怎样的发展历程？它在实际应用中发挥了哪些作用？制造业如今又会面临哪些新的机遇和挑战，这对自动化的进一步发展又会提出哪些新的要求呢？

当代青少年科普文库新编



制造自动化——企业腾飞的翅膀

ZHIZAOZIDONGHUA

主编◎韩雪

安徽美术出版社
全国百佳图书出版单位

当代青少年科普文库新编

制造自动化 企业腾飞的翅膀

主编：韩 雪



安徽美创出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

制造自动化：企业腾飞的翅膀 / 韩雪主编. — 合肥：安徽美术出版社，2013.4
(当代青少年科普文库新编)
ISBN 978-7-5398-4128-1

I. ①制… II. ①韩… III. ①机械制造—自动化技术—青年读物②机械制造—自动化技术—少年读物 IV.
①TH164-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 303173 号

当代青少年科普文库新编

制造自动化——企业腾飞的翅膀

Zhizao Zidonghua Qiye Tengfei de Chibang

主编：韩 雪

出 版 人：武忠平 选题策划：芦 军
责任编辑：陈 远 刘 玲 责任校对：司开江 陈芳芳
责任印制：徐海燕 版式设计：韩雪工作室
封面设计：袁 野
出版发行：安徽美术出版社（<http://www.ahmscbs.com>）
地 址：合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场 14 层 邮编：230071
营 销 部：0551-63533604（省内）0551-63533607（省外）
印 刷：北京毅峰迅捷印刷有限公司
开 本：880mm×1230mm 1/16 印张：10
版 次：2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷
书 号：ISBN 978-7-5398-4128-1
定 价：19.80 元

如发现印装质量问题，请与我社营销部联系调换。

版权所有·侵权必究

本社法律顾问：安徽承义律师事务所 孙卫东律师

序言

近年来，青少年读者对《人与自然》《走近科学》《科学世界》《飞碟探索》等电视科普节目、期刊以及科幻小说的热爱，从不同侧面印证了科普知识的特殊魅力。事实上，正因为科学无处不在、无时不有，并深深地制约着我们的日常生活和社会的未来发展，从而使得在科普的名义之下，必然形成根深叶茂的知识体系，人们也理应对此类出版物表现出足够的热情。许多专家都曾指出，目前中国青少年科普图书存在的问题，主要表现在科普观念陈旧，常常陷入灌输教育的尴尬模式，这容易减抑孩子们的兴趣，好像科学就是难懂的名词、枯燥的数字和干巴巴的定理。的确，科普读物既不同于教科书，也有别于文学创作，要想得到广大青少年读者的青睐，就必须在科学知识的严谨性和阅读过程中的趣味性之间寻求一种平衡。一旦这种平衡得以实现，就能真正引起青少年的阅读兴趣。要想做到这一点，就应当摒弃成年人的思维模式，必须从青少年的阅读特性和趣味触角来创作，而这正是本套《当代青少年科普文库新编》的编撰目的。

为了提供一套适合广大青少年阅读心理和特点的百科全书类科普读物，并在知识更新、涉猎范围、阅读趣味、印装方式等方面进行全面打造，力求以耳目一新的面貌出现。为此，《当代青少年科普文库新编》将着重从以下几方面入手：

(一) 增加大量生动有趣的插图，以图释文，以图辅文，利用视觉感官的冲击效应引发读者的阅读兴趣。

(二) 追求博物致知，避免生硬、单一、枯燥的知识灌输，拟采用更乐于让读者轻松阅读的创作方法，或制造话题，或从故事出发，或以提问方式，或结合生活，唤起读者的好奇心。

(三) 在普及科学知识的同时，注重引起读者思考，强调人文精神的传播。不仅突显科学家探索未知世界的科学精神，还要兼顾科学对个人和社会的影响，彰显在科学探索过程之中或之外所表现出的人文精神。

(四) 科学技术的发展日新月异，总是不断有许多新的科学知识和热点值得传播、探讨，拟在原套丛书基础上，增加这部分内容。

(五) 语言描述力求深入浅出，活泼、生动、有趣，避免平淡枯燥、单调无味的理论灌输和说教。

另外，本套丛书着重兼顾青少年的知识结构和趣味重心，在图书内容的框架搭建上，主要是以影响面广、趣味性强以及与日常生活紧密相关的知识为主。总的来看，本丛书的主要内容大体涉及数学、物理、化学、医学、生物、农业、环境、海洋、天文、地理、电信、工程等诸多领域。希望这套丛书不仅能够给广大青少年读者带去广泛的知识，而且能让他们在学的同时能以自己的思想对书中所表达的知识点有所思考，激发他们对科普知识的浓厚兴趣，意识到大自然和人类社会生活的神奇之处，能够清醒地明白，正是因为人类对地球生物的不断探索，科学才得以诞生。

本书在编写时，参考了数百种中外著名百科全书、辞书、学术专著、论文、史籍文献及手稿口碑资料等，限于篇幅和体裁，未能一一注出，谨向其作者表示谢忱。

前言

自动化一般是指在生产、管理、科研、生活等各种活动中，在没有人干预的情况下，通过一定的技术装置，按照预定的规则，就能达到预定目标，从而提高效率的过程。制造自动化则是自动化技术在制造业中的具体应用。随着社会进入知识经济时代，企业竞争的焦点将是技术创新，而自动化技术的发展则是其中最重要的环节之一。本书带领大家一起回顾自动化历史的同时，进一步展开对高新计算机技术在自动化设计过程中的运用、车间自动化的发展和所发挥的重要作用的论述，随之讲述对未来制造业所面临的机遇和挑战，环环相扣，令人心中释怀、耳目一新，从而对制造自动化有了全面的科学的认识。



制造自动化 • 企业腾飞的翅膀

目录



自动化的历史..... 001

- 1 指南针 001
- 2 记里鼓车 006
- 3 浑天仪 011
- 4 蒸汽机 013
- 5 电能的应用 021



设计自动化..... 026

- 1 计算机的应用 026
- 2 计算机在工程设计中的应用 041





hizao Zidonghua



车间自动化..... 059

- 1 数控机床 059
- 2 加工中心 070
- 3 机器人 079
- 4 并联机床 091
- 5 电磁振动供料装置 101



办公自动化..... 116



物流与仓储自动化..... 127

- 1 自动化物流与仓储系统 127
- 2 自动化仓库系统 132
- 3 自动化仓储阶段 135
- 4 仓储业发展趋势 138



自动化设备工程训练..... 139

- 1 自动化设备概述 139
- 2 焊接自动化设备 143
- 3 攻牙钻孔自动化设备 149

自动化的历史

One

1

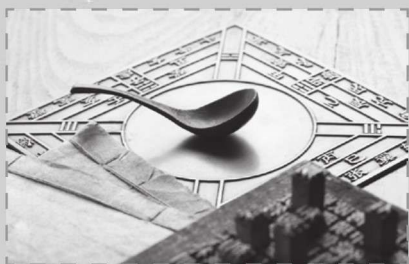
指南针

指南针是用以判别方位的一种简单仪器，又称指北针。指南针的前身是中国古代四大发明之一的司南。主要组成部分是一根装在轴上可以自由转动的磁针，磁针在地磁场作用下能保持在磁子午线的切线方向上。磁针的北极指向地理的北极，利用这一性能可以辨别方向。常用于航海、大地测量、旅行及军事等方面。

中国是世界上公认发明指南针的国家。指南针的发明是我国劳动人民在长期实践中对物体磁性认识的结果。由于生产劳动，人们接触了磁铁矿，开始了对磁性质的了解。人们首先发现了磁石吸引铁的性质，后来又发现了磁石的指向性。经过多方面的实验和研究，终于发明了实用的指南针。最早的指南针是用天然磁体做成的，这说明中国古代劳动人民很早就发现了天然磁铁及其吸铁性。据古书记载，远在春秋战国时期，由于正处在奴隶制社会向封建社会过渡的大变革时期，生产力有了很大的发展，特别是农业生产更是发达，因而促进了



制造自动化·企业腾飞的翅膀



采矿业、冶炼业的发展。在长期的生产实践中，人们从铁矿石中认识了磁石。

《梦溪笔谈》是沈括（1031—1095年）所著的有关我国古代科学技术的著作，书中谈到磁学和指南针的一些问题。他在《梦溪笔谈》的补笔谈中谈到了摩擦法磁化时产生的各种现象：

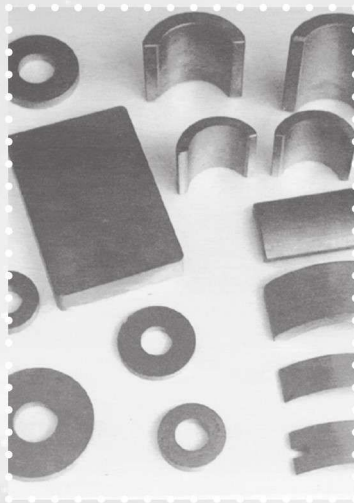
“以磁石摩针锋，则锐处常指南，亦有指北者，恐石性亦不……南北相反，理应有异，未深考耳。”这是说，用磁石去摩擦缝衣针后，针锋有时指南，有时指北。从



现在的观点来看，磁石都有N和S两个极，磁化时缝衣针针锋的方位不同，则磁化后的指向也就不同。但沈括并不知道这个道理，他真实地记录了这个现象并坦白承认自己没有作深入思考，以期望后人能进一步探讨。

关于磁针的装置方法，沈括介绍了四种方法：

1. 水浮法——将磁针上穿几根灯芯草浮在水面，就可以指示方向。
2. 碗唇旋定法——将磁针搁在碗口边缘，磁针可以旋转，指示方向。
3. 指甲旋定法——把磁针搁在手指甲上面由于指甲面光滑，磁针可以旋转自如，指示方向。
4. 缕悬法——在磁针中部涂一些蜡，粘一根



蚕丝，挂在没有风的地方，就可以指示方向了。

沈括还对四种方法作了比较，他指出，水浮法的最大缺点，水面容易晃动影响测量结果。碗唇旋定法和指甲旋定法，由于摩擦力小，转动很灵活，但容易掉落。沈括比较推崇的是缕悬法，他认为这是比较理想而又切实可行的方法。事实上，沈括指出的四种方法已经归纳了迄今为止指南针装置的两大体系——水针和旱针。

指南针一经发明就很快被应用到军事、生产、日常生活、地形测量等方面，特别是航海上。指南针在航海上的应用有一个逐渐发展的过程。成书年代略晚于《梦溪笔谈》的《萍洲可谈》中记有：“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦则观指南针。”这是世界航海史上最早使用指南针的记载。

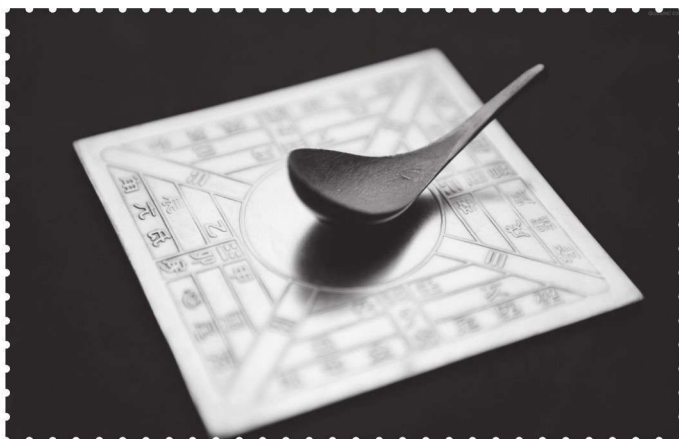
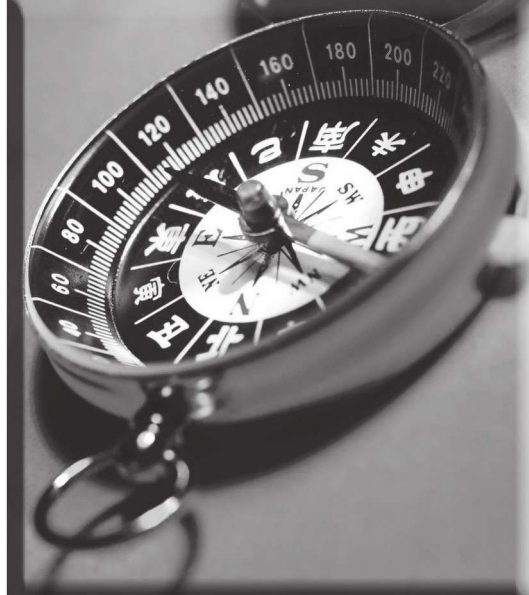


文中指出，当时只在日月星辰见不到的时候才使用指南针，可见指南针刚开始使用时，使用还不熟练。二十几年后，许兢的《宣和奉使高丽图经》也有类似的记载：“惟视星斗前迈，若晦冥则用指南浮针，以揆南北。”到了元代，指南针一跃而成海上指航最重要的仪器了，不论昼夜晴阴都用指南针导航了。而且还编制出使用罗盘导航，在不同航行地点指南针针位的连线图，叫作

“针路”。船行到某处，采用何针位方向，一路航线都一一标识明白，作为航行的依据。

指南针的发明是古代先民对磁现象的观察和研究的结果。古代先民对磁现象的观察和研究的过程中，进一步了解了磁的性质，并试图更多地应用这些性质。传说秦始皇修建阿房宫时，有一宫门是用磁铁制造的。如果刺客带剑而过，立刻会被吸住，被卫兵当场捕获。这样的故事还很多，《晋书·马隆传》记载马隆率兵西进甘、陕一带，在敌人必经的狭窄道路两旁，堆放磁石。穿着铁甲的敌兵路过时，被牢牢吸住，不能动弹。马隆的士兵穿犀甲，磁石对

他们没有什么作用，可自由行动。敌人以为神兵，不战而退。东汉的《异物志》记载了在南海诸岛周围有一些暗礁浅滩含有磁石，磁石经



常把“以铁叶舐之”的船吸住，使其难以脱身。

魏晋南北朝时，我国先民对磁石的性质已有了很多认识。就连当时的诗人曹植在《矫志诗》中也用了“磁石引铁，于金不连”的句子，可见他也了解磁石的性质。南北朝梁代的陶弘景在《名医别录》中提出了磁力测量的方法，他指出：优良磁石出产在南方，磁性很强，能吸引三四根铁针，使几根针首尾相连挂在磁石上。磁性更强的磁石，能吸引十多根铁针，甚至能吸住一二斤重的刀器。陶弘景不仅提出了磁性有强弱之分，而且指出了测量方法。这可能是世界上有关磁力测量的最早记载。

我国先民对磁石性质的研究和认识是指南针发明和发展的基础。

指南针在古代主要被堪舆家们用于相宅相墓，同时也被用于航海及其他。正是这后者对人类社会进步发挥了巨大作用，因而指南针才得以跻身古代四大发明的行列。我国典籍记载指南针用于航海，始于宋代朱彧1119年写的《萍洲可谈》。之后，类似的文献层出不穷，这表明在航海活动中，指南针普及得相当快。这一发明后来经阿

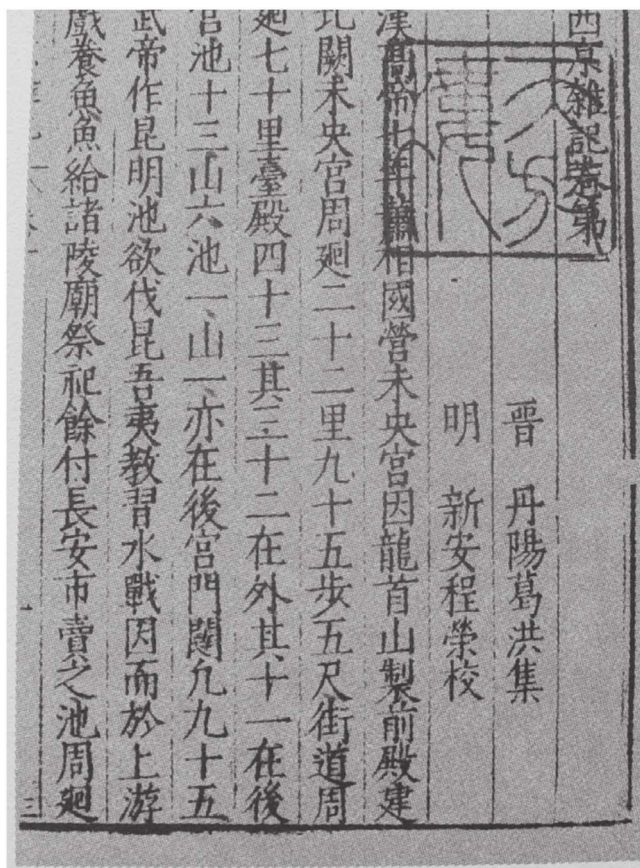


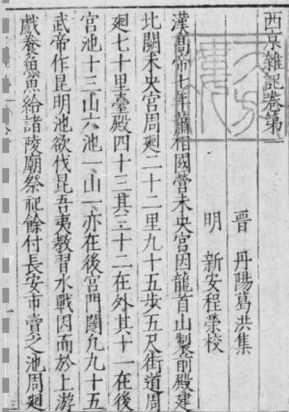
拉伯传入欧洲，对欧洲的航海业乃至整个人类社会的文明进程，都产生了巨大影响。

2

记里鼓车

记里鼓车是中国古代用于计算道路里程的车，由“记道车”发展而来。有关记道车的文字记载最早见于汉代刘歆的《西京杂记》：“汉朝與驾祠甘泉汾阳……记道车，驾四，中道。”可见最迟在西汉时期，即已有了这种可以计算道路里程的车。到后来，因为加了行一里路打一下鼓的装置，故名“记里鼓车”。记里鼓车这是一种会自动记载行程的车辆，是中国古代社会的科学家、发明家研制出的自动机械物体，被机器人专家称作中国古代机器人。





背景简介

记里鼓车是指南车的姐妹车，他们同为天子大驾出行时的仪仗车，还时常排列在相同位置，两者要求基本相同，装饰华美富丽，不亚于指南车，有的古籍即说记里鼓车“制如指南”，所需驾士也相当多，故同样也不适于实际应用。记里鼓车的使用时间也与指南车一样，从西汉到北宋。

记里鼓车又有“记里车”“司里车”“大章车”等别名。有关它的文字记载最早见于《晋书·舆服志》：“记里鼓车，驾四。形制如司南。其中有木人执槌向鼓，行一里则打一槌。”晋人崔豹所著的《古今注》中亦有类似的记述。因此，记里鼓车在晋或晋以前即已发明了。

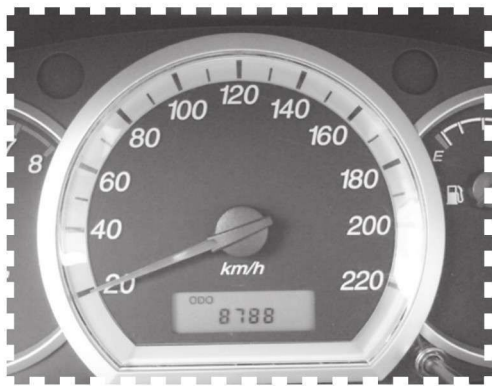
原理和结构简介

记里鼓车的基本原理和指南车相同，也是利用齿轮机构的差动关系。当年，张衡制造的记里鼓车可惜没有较详细的记载，东汉

以后，有关记里鼓车的记载虽然有些零星的字句，但都太简略。到北宋时的记里鼓车制造方法更加先进，《宋史舆服志》记载比较详细，大体说记里鼓车外形是



独辕双轮，车箱内有立轮、大小平轮、铜旋风轮等，轮周各出齿若干，“凡用大小轮八，合二百八十五齿，递相钩锁，犬牙相制，周而复始”。记里车行一里路，车上木人击鼓，行十里路，车上木人击鐃。总之，指南车和记里鼓车的形状虽然在历代制造时都有一些改进，但它的差动齿轮原理可以肯定在1800多年前已经被张衡所应用了。记里鼓车的记程功能是由齿轮系完成的。车中有一套减速齿轮系，始终与车轮同时转动，其最末一只齿轮轴在车行一里时正好回转一周，车子上层的木人车上木人受凸轮牵



动，由绳索拉起木人右臂击鼓一次，以示里程。至于“十里击鐃”的记程原理，同击鼓记里的机械原理大同小异，只是这一减速齿轮系的末端齿轮是在车行十里时正好回转一周，因此“十里一击鐃”。这一原理与现代汽车上的里程表的原理相

同。记里鼓车的创造是近代里程表、减速器发明的先驱，是科学技术史上的一项重要贡献。

为什么记里鼓车能够报告里程数

记里鼓车的机构是这样的：

车轮（H）的圆周长6米。车轮转一圈，则车行6米。古时以2米为一步，则车轮转一圈车行3步。

立轮（齿轮G）附于左车轮，并与下平轮（齿轮F）相吻合。立轮齿数为18，而下平轮齿数为54，所以前者转一圈，后者才转 $\frac{1}{3}$ 圈。

铜旋风轮（K）与下平轮装在同一贯心竖轴（c）之上，并与中立平轮（E）相吻合。铜旋风轮的齿数为

3，而中立平轮的齿数为100；所以前者转一圈，后者才转 $\frac{3}{100}$ 圈。

小轮（L）与中立平轮装在同一贯心竖轴（B）之上，并与上平轮（D）相吻合。小轮齿数为10，而上平轮齿数为100，所以前者转一圈，后者才转 $\frac{1}{10}$ 圈。

车行一里（为百步）车轮和立轮都转100圈，下平轮和铜旋风轮才转 $\frac{100}{3}$ 圈，中立平轮（E）才转 $\frac{3}{100} \times \frac{100}{3} = 1$ 圈。而上平轮才转 $\frac{1}{10}$ 圈。也就是说，行车一里，竖轴B才转一圈；行车十里，

