

日本经典
技能系列丛书

液压机构

(日) 手嶋 力 著
徐之梦 翁翎 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

日本经典技能系列丛书

液 压 机 构

(日)手嶋 力 著
徐之梦 翁 翎 译

机 械 工 业 出 版 社

液压和电一样都是看不见的，所以很难理解，和电线一样也用管路连接。通过本书可以学习由液压驱动的机械原理、管路的作用、常用的液压回路等液压知识，了解现实中应用的液压装置。

“GINO BOOKS 18: YUATSU NO KARAKURI”

written by CHIKARA TESHIMA

Copyright © Taiga Shuppan, 1979

All rights reserved.

First published in Japan in 1979 by Taiga Shuppan, Tokyo

This Simplified Chinese edition is published by arrangement with Taiga Shuppan, Tokyo in care of Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo

本书中文简体字版由机械工业出版社出版，未经出版者书面允许，本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有，翻印必究。

本书版权登记号：图字：01-2007-2340 号

图书在版编目 (CIP) 数据

液压机构/(日)手嶋 力著;徐之梦,翁翎译. —北京:机械工业出版社, 2010. 4

(日本经典技能系列丛书)

ISBN 978-7-111-30732-7

I. ①液… II. ①手…②徐…③翁… III. ①液压传动 IV. ①TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 091923 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王晓洁 责任编辑: 王晓洁 版式设计: 霍永明

责任校对: 张 薇 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 杨 曦

北京双青印刷厂印刷

2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

182mm × 206mm · 6.833 印张 · 196 千字

0001 — 3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-30732-7

定价: 25.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面防伪标均为盗版



为了吸收发达国家职业技能培训在教学内容和方式上的成功经验，我们引进了日本大河出版社的这套“技能系列丛书”，共 17 本。

该丛书主要针对实际生产的需要和疑难问题，通过大量操作实例、正反对比形象地介绍了每个领域最重要的知识和技能。该丛书为日本机电类的长期畅销图书，也是工人入门培训的经典用书，适合初级工人自学和培训，从 20 世纪 70 年代出版以来，已经多次再版。在翻译成中文时，我们力求保持原版图书的精华和风格，图书版式基本与原版图书一致，将涉及日本技术标准的部分按照中国的标准及习惯进行了适当改造，并按照中国现行标准、术语进行了注解，以方便中国读者阅读、使用。

液压的原理

- 液压的应用 ●6
- 液压的历史 ●8
- 帕斯卡原理 ●10
- 从“水”到“液压油” ●12
- 液压的特点 ●14
- 液压装置的构成 ●16
- 注射器也是泵的一种 ●18
- 压力 ●20
- 流量 ●22
- 粘度 ●24
- 各种工作流体 ●26
- 液压油 ●28
- 大气压 ●30
- 玻璃咖啡壶的压力实例 ●32
- 人流——紊流和层流 ●34
- 水压配送公司 ●36

控制阀

- 控制阀的种类 ●70
- 方向控制阀 ●72
- 换向阀 ●74
- 单向阀 ●76
- 调速阀 ●78
- 压力控制阀 ●80
- 溢流阀（压力调整阀） ●82
- 卸荷阀 ●84
- 减压阀 ●86
- 流量控制阀 ●88
- 分流阀 ●90
- 主液压缸和压力比例控制阀 ●92
- 集成阀 ●94
- 电和液压结合 ●96
- 电液伺服阀 ●98
- 由液压驱动的机械臂 ●100

泵

从液压技术人员的笔记说起 ●64

- 吸入机构 ●38
- 液压泵 ●40
- 液压泵的种类 ●42
- 外啮合式齿轮泵 ●44
- 内啮合式齿轮泵① ●46
- 内啮合式齿轮泵② ●48
- 叶片泵 ●50
- 手压泵 ●52
- 柱塞泵 ●54
- 用气压工作的液压泵 ●56
- 排量和压力的关系 ●58
- 脉冲 ●60
- 冲击力 ●62

执行元件

- 执行元件概述 ●102
- 液压缸的结构 ●104
- 液压缸的种类和安装方法 ●106
- 液压马达的转矩和旋转速度 ●108
- 齿轮液压马达和叶片液压马达 ●110
- 活塞液压马达 ●112
- 摆动型执行元件 ●114
- 大型执行元件和小型执行元件 ●116

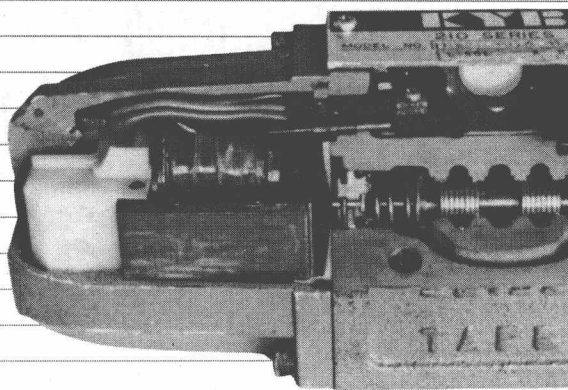
相关机械和零件

- 管●118
- 软管●120
- 管接头●122
- 密封装置●124
- 过滤器和粗滤器●126
- 油箱(储存器)●128
- 蓄能器●130
- 压力计●132
- 流量计●132

液压符号与基本回路

- 液压符号●134
- 管路和连接的符号●136
- 泵和液压马达的符号●137
- 阀的符号●138
- 液压缸和执行元件的符号●140
- 辅助元器件的符号●141
- 液压回路图的识读方法●142
- 棋谱·棋式●144
- 1 增设低压溢流阀的省力回路●146
- 2 减压回路(利用减压阀的两压力回路)●147
- 3 无负载回路(卸荷回路)●148
- 执行元件的工作速度调节回路●150
- 4 入口节流式回路(执行元件工作速度调节回路①)●151
- 5 出口节流式回路(执行元件工作速度调节回路②)●152
- 6 并联节流回路(执行元件工作速度调节回路③)●153
- 7 闭式回路(闭合回路)●154
- 8 顺序回路●156
- 9 同步回路(两个液压缸或两个液压马达)●158
- 10 电气—液压顺序回路●160

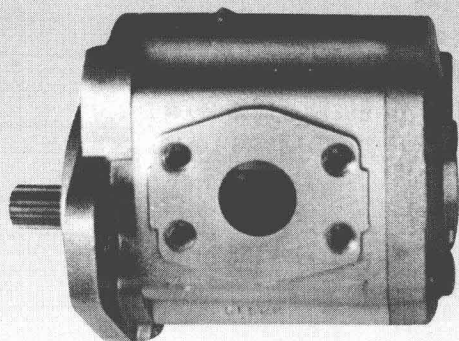
目 录



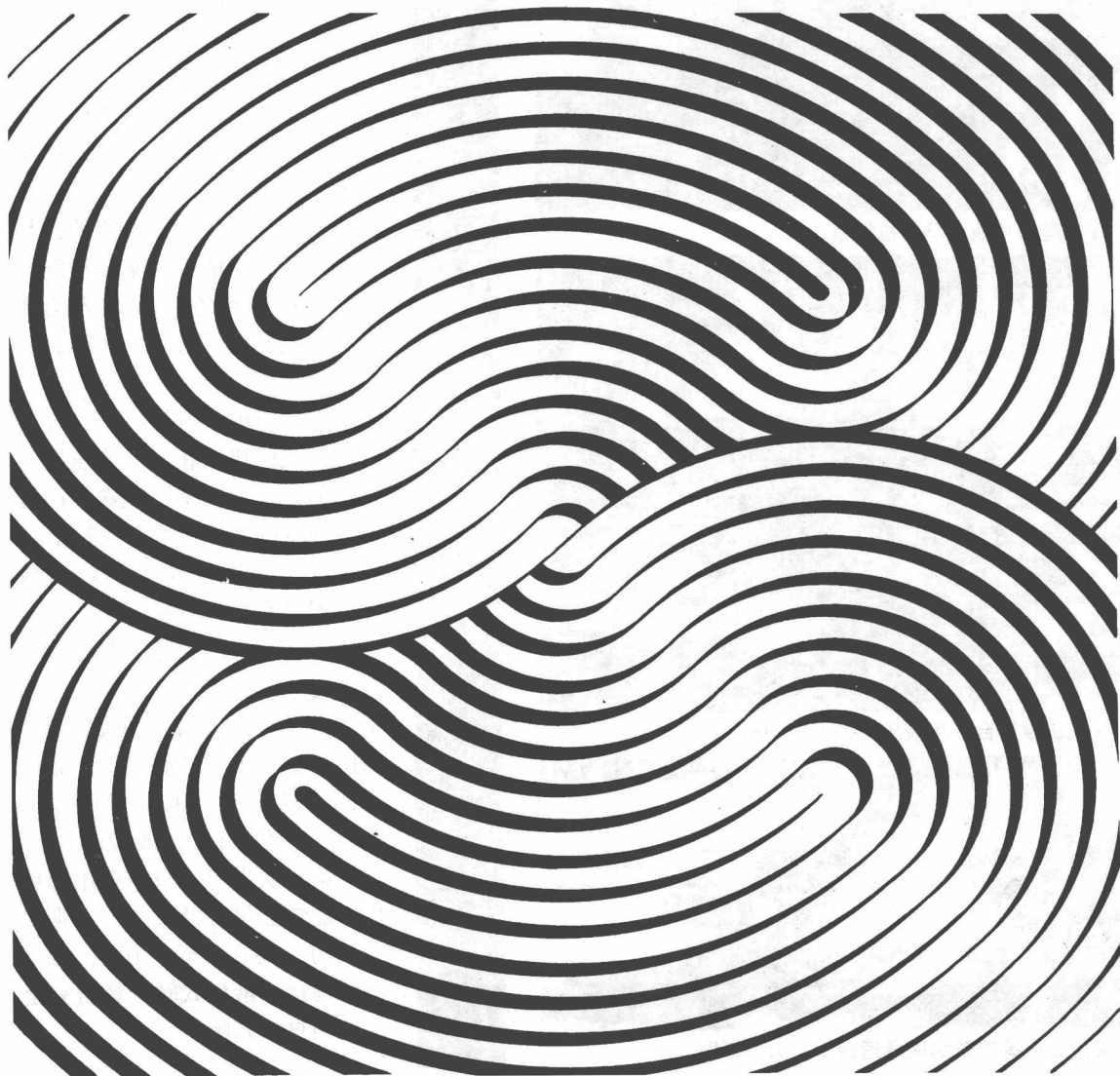
液压，是很抽象的事物。

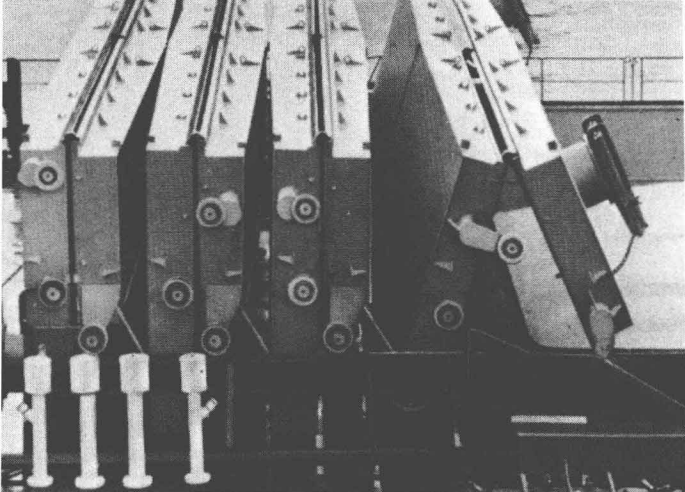
但液压却在各种地方——工厂中、露天场地、船、飞机和汽车中广泛应用。当然机床也不例外，NC（数控机床）和仿形装置如果没有液压就不可想象。液压机构外部接有软管等各种管子，仅一眼看去很难了解其机构。

通过学习本书，读者可以初步了解“液压机构”……本书乃读者学习液压知识的一个新的尝试。



液压的原理





▲ 船舱口用液压马达拉钢索



▲ 飞机维修台，用液压机构上下调节



▲ 挖土机等建筑机械最适合于“力气活”

液 压 的 应 用

在马路散步时稍加注意，就能看到使用液压的机械。仔细算起来，应用液压机械的地方几乎不可尽数。

从航天领域、飞行器设计到矿山、海底油田开采领域，液压的应用范围真是广泛而又深入。在压路机、挖土机等建筑机械中使用液压，能够高效、快速地完成人力所不及的“力气活”。

机床和原子能研究所的控制器等，固然也能完成某种程度的“力气活”，但在完成与人的神经系统类似的控制工作时仍使用液压。

虽然目前与机械式、电气式及气压式的机械相比，液压机构贵。但是，大功率、特殊结构且价钱便宜的液压机构越来越多。

一般来说液压机构价格较高，但是它具有容易使用、维修费用低、安全性好等优点。

为装卸货物方便在货船船舱甲板上设有大型舱口。航海中必须用防水、密封的舱门把该舱口密闭。这个密闭的装置即舱口盖，一个常常有 20t 或者 30t。

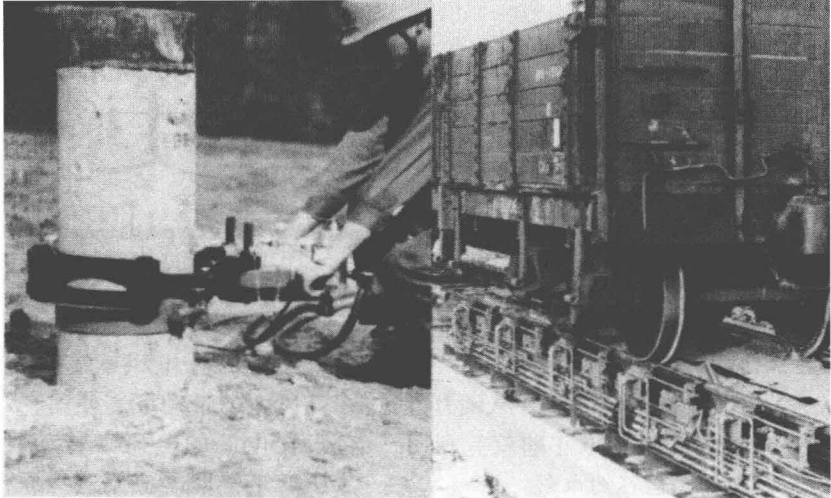
第二次世界大战前要用起重机将舱口盖吊开及关闭，非常费时费力。现在货轮则用液压缸、液压马达及液压式转矩铰链完全使舱门自动开闭。

装备液压自动开闭舱口盖，船的建造费用需要增多5%或6%。然而考虑到这能节约港口停泊费用、装卸货费用，最多几年就能抵消上建造时多出的费用，而且能显著减轻船员的劳动。

所以如果装备巨大的舱口盖，首先要考虑是否用液压代替起重机起吊。

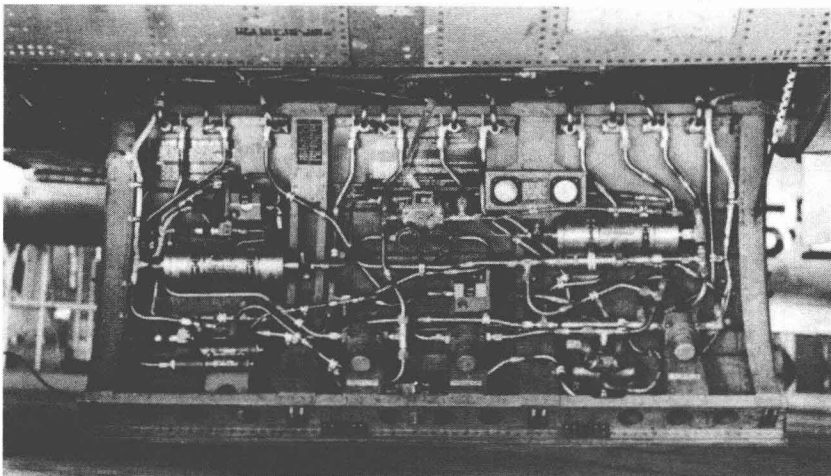
这是必须使用液压的实例。在陆地上、矿山相关企业中也有很多相似的应用。对液压装置需要程度越高的，其应用越快速、广泛。

如果只考虑“使用难”而不深入考虑设备费、维修费方面，这种情况下使用的液压装置与舱口盖的例子相反，此种机械和设备很难普及。

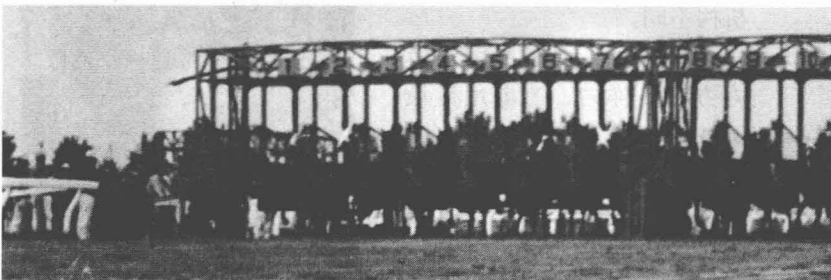


▲用液压力破碎大混凝土块

▲货车自动分类装置的配管



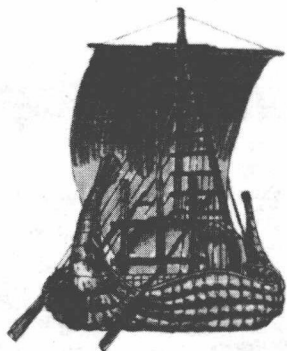
▲喷气式战斗机中液压装置的一部分



▲赛马移动门的轮子用液压式动力转向

液压的历史

很久以前就有利用风和水流动的力使某种“机构”代替人进行工作的记载。大约在 5000 年前就有靠风力行驶的船，2000 年前就有利用水流力运转的水车。



▲古代埃及的帆船

但是，无论是上面提到的帆船，还是水车利用流体力的方法，都与现在的液压机构不同。

与帆船、水车利用流体力方法一样的，当前用得最

多的是汽车的变矩器。

把两台电风扇相向并列放置，让一个电风扇旋转，在其风力的带动下，使另一台没接电源的电风扇转动。液压变矩器即是应用这一原理进行工作的。

压力机、挖掘机所使用的液压机构利用流体流动力的方式与上面不同，它们是根据帕斯卡“水压机原理（见第 10 页）”中流体压力（静压力）进行工作的。

帕斯卡原理是 17 世纪中期发现的，然而方便的液压

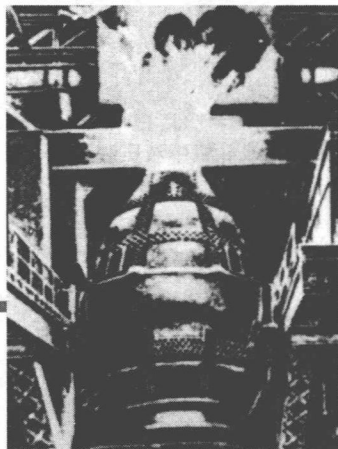
机构的价格到现在达到可以接受的程度，花了将近 200 年的时间。

1882 年有龙门刨床往复运动利用液压的记载。这与 19 世纪 60 年代亨利酸性转炉炼钢法被广泛采用联系起来，是非常有意思的。那时原本昂贵的钢用酸性转炉法能以很低的成本大量生产了。

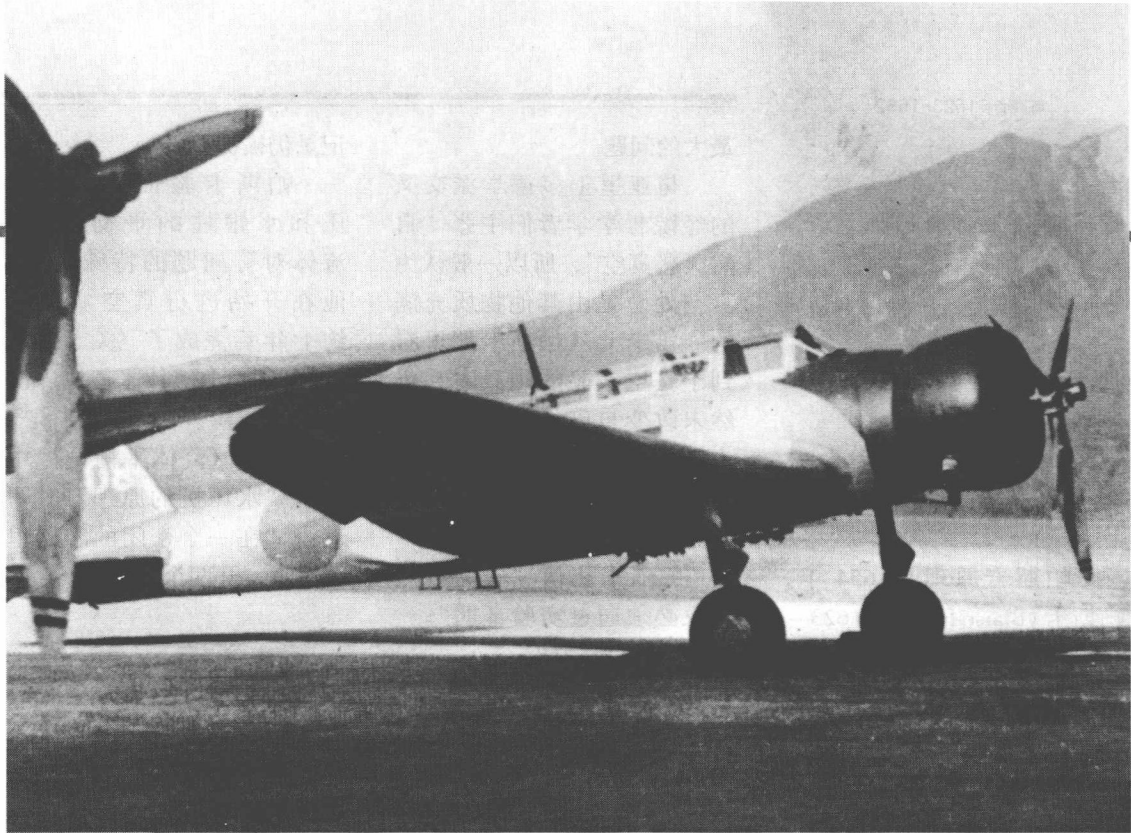
制造高压流体容器必须使用高强度的钢材，因而可以说价格低的钢材的大量生产和液压机械有着很密切的联系。

到了 1920 年液压泵发展到一定的水平，能够很容易地获得可靠的压力源。

此后，利用液压机构不但能进行单纯的往复运动，还能自由调整速度、换向时间等，其使用范围逐步向磨床、拉床、钻床扩大。



▲酸性的转炉



▲兵器的高速发展促进了液压机构的开发和发展。昭和 12 年（1937 年）普遍使用的中岛飞机制造厂制造的九七式一号舰上攻击机，开始采用液压装置驱动的折翼和起落架。正式的低翼单桨类飞机具有可变间距螺旋桨、主翼折叠的功能，是日本近代飞机里程碑式的设计（杂志《球》提供）

在第二次世界大战中，液压技术以令人惊奇的速度发展。液压机构、随动机构在飞机、舰船、兵器方面以惊人之势被开发、采用。

战后这些精密的液压机构和随动机构也向一般产业延伸，得到长足发展。

在日本，与 20 世纪 50 年代产业复兴相应，盛行从

海外引进液压技术，其中从美国引进的最多。

因此，涉及液压机器和液压机构时，其英语名称比较混乱。



帕斯卡原理是1654年，帕斯卡(Blaise Pascal, 1623~1662年，法国)在31岁时写的《流体平衡论》中介绍“水压机的原理”时提出的。

当时对“真空是什么”的各种说法很多。

在长1m左右的带底的玻璃管内装满水银，将底朝上立在水银槽中，水银下降到8个刻度高，此时玻璃管上部残留的空腔叫做“托里拆利真空”。

该真空是真正什么也没有的空间，还是有什么眼睛看不见的东西，是当时争议

最大的问题。

与亚里士多德学派交叉的经院哲学学者们主张“自然厌恶真空”，所以一般认为真空处总是由其他物质充满的。笛卡儿从帕斯卡那里看到了真空实验的用具时，仍然未改变自己的想法，他认为所谓真空的地方，实际是由非常小的物质“以太”填充的。

帕斯卡相信“相关自然现象必须通过实验证明”。

于是在义兄

帕斯卡原理

贝里的帮助下，反复进行托里拆利真空的实验，看其是什么物质。

有时在多姆山的山顶和山麓测量托里拆利真空水银柱的高度。

山顶和山麓高度差约为1000m，在山顶测定的水银柱的高度比在山麓测定的水银柱的高度约低76mm。

现在，帕斯卡亲自使用的实验装置、各种器具等的

记录仍被保存着。

帕斯卡验证了有关气压和水银柱的平衡问题、流体对称问题的特殊情况。他在开始进行真空实验大约七年后完成了《关于大气的重量》、《流体平衡论》两篇论文。

他在《流体平衡论》中介绍“水压机的原理”时写道：“在一个密闭的容器里装满水，开两个口。

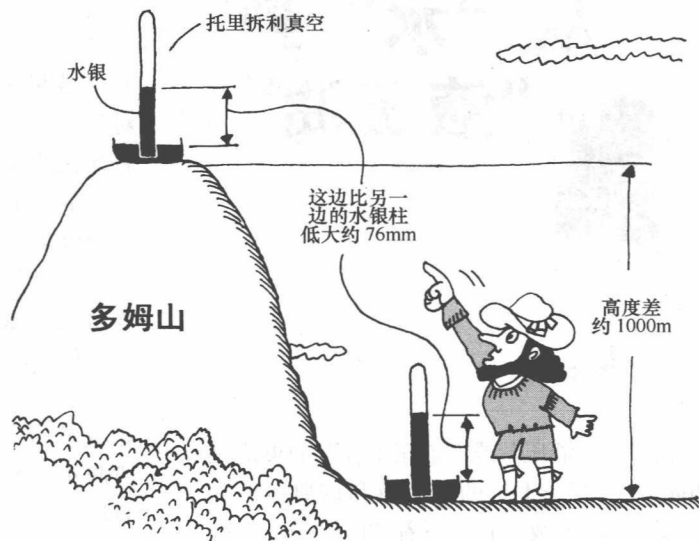
一个口的面积是另一个口面积的100倍。分别在两个口塞上活塞密封。这样，一个人压小活塞，顶得上100个人压大活塞。”这就是现在所讲的“帕斯卡原理”。

把这个原理应用于水压机时，利用与活塞面积成比例的关系能得到任意大的力。因此当时研制出了新型的杠杆机械。

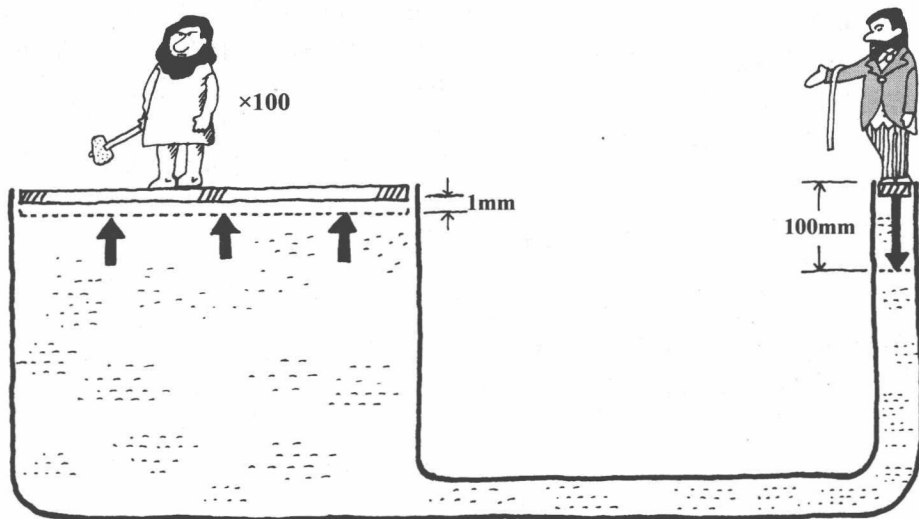
然而，与普通的杠杆和螺栓的作用一样，把小活塞压下100mm时，大活塞只上

升 1mm。换句话说，即总的工作量不变。

帕斯卡也把工作量不变问题同重心问题结合起来证明。



▲托里拆利真空



▲帕斯卡水压机的原理，这是以水为介质

从“水”到“液压油”



相对于“液压”或“液压工程”的英语是 hydraulics, 打开手头的袖珍英和词典(昭和37年即1962年版)看, 写着“hydraulics……水理学、水力学”。形容词 hydraulic 项是水力的、用水的、水力学等, 还有把 hydraulic press 作为“水压压力”复合词的例子。

这样, “液压”和“水压”有很深的关系。

水是以我们最容易利用的形态存在于自然界的液体。用液体进行某种操作时会首先想到水, 没有比它更容易得到、更便宜的液体了。

液压机构的原形是帕斯卡实验用的水压机及其原理。用液压代替水仅是100年前的事。

在1654年《水压机原理》发表之后, 约230年或240年漫长的时间里, 不是使用“液压”而

是使用“水压”。

不用说, 即使现在也使用“水压”, 只是与“液压”相比, 仅在一定的领域中使用, 并且数量也少, 一般很难引人注意。例如: 对于赤热的铁块成型时用的锻压机械, 用油有起火的危险, 故使用水压。

最初的蒸汽机是根据威斯坦的专利制造的。该专利是1663年出现的。

100年后, 瓦特发明了改良型蒸汽机, 对该蒸汽机进行各种改良, 将其作为工业用动力元件广泛使用。

在那以前作为动力元件使用的只有水车和风车。不用说精密的机床尚未出现, 连泵或起重机都全是手工制造, 最初使用木材做原料。

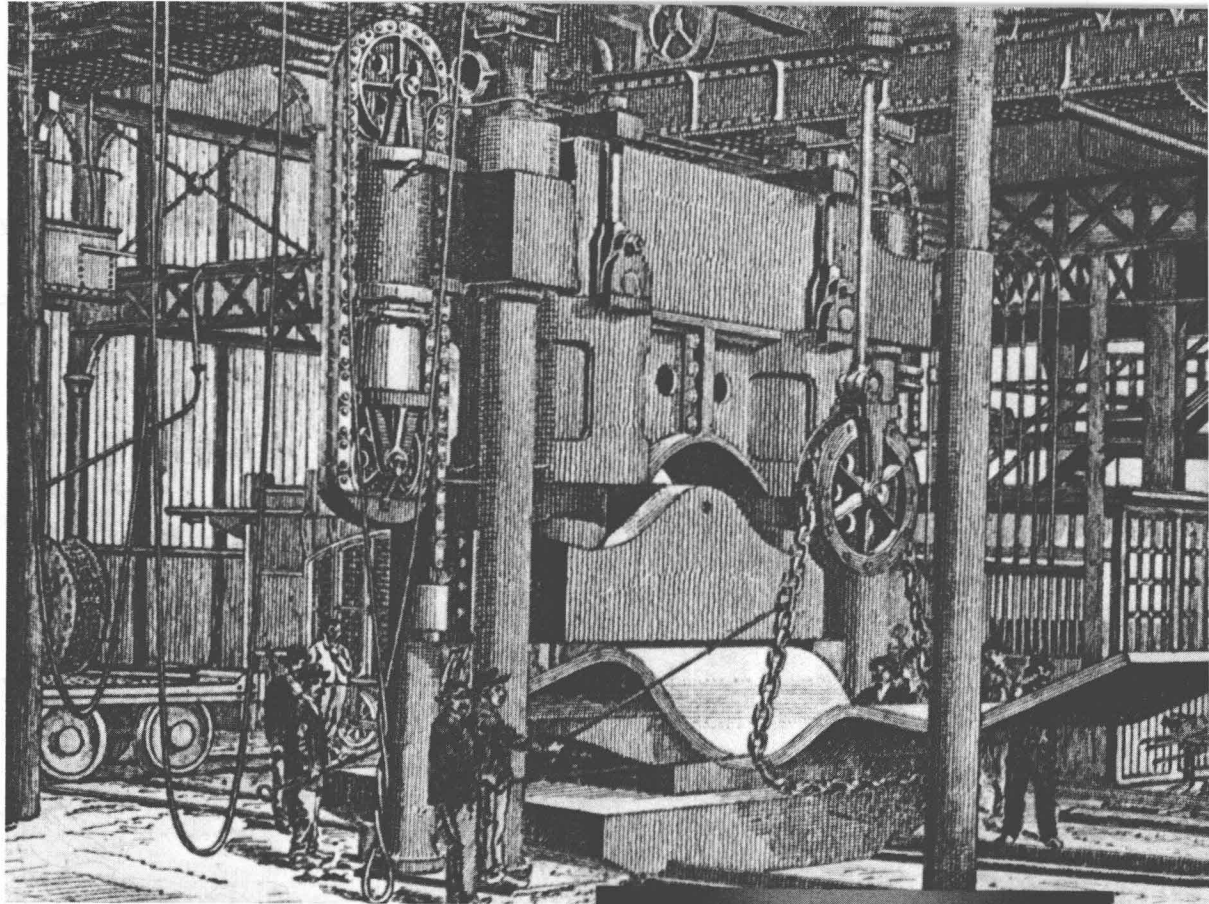
用木材做原料时, 不存在生锈的问题。

从19世纪初到后半叶, 开发出了各种机床, 也制造出了相当完美的水压机械。

然而用水有限制, 如存在生锈和腐蚀问题, 润滑性也不好, 而且使用温度必须限制在0~100℃等。这些限制条件让人很伤脑筋。常在室外使用的建筑机械如果用水压机, 严冬时会因冻住而不能运转, 盛夏又会因蒸发而必须常常补充水。

从19世纪初至19世纪末, 随着高强度钢的生产工艺简化, 常用

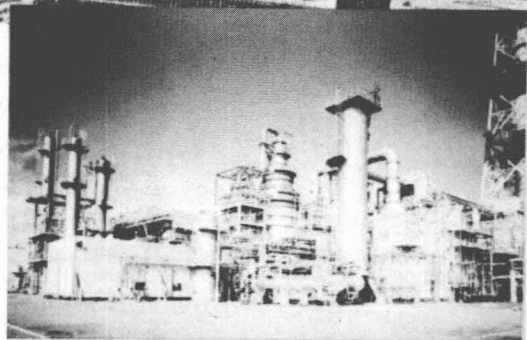
hy-dras-tis [haidræstis] n. =goldenseal.
 hy-drate [haidreit] 【化】n. 含水化合物, 水化物. —vt., vi. 水化す
 る, 水酸化する, 水和する. hy-dra-tor n. [hydr-+ate]
 hy-drat-ed [haidreitid] adj. 水化[水和]した: ~lime 水和石灰.
 hy-dra-tion [haidréifon] n. 【化】水和(作用): heat of ~ 水和熱.
 hy-draul. (略) hydraulic; hydraulics.
 hy-drau-lic [haidrɔ:lik] adj. 1 水力を用いる[で動かす]; 水力の, 水
 圧の: a ~ crane 水压クレーン / ~ engineering 水力工学 / a ~ lift 水力
 エレベーター / ~ machinery 水力機械 / ~ power [pressure] 水力[水压]
 力 / a ~ press 水压プレス, 水压圧搾器. 2 含水の; 水中で硬化する:
 ~ cement 水硬セメント / ~ mortar 水硬モルタル. 3 水力学の, 水力工
 学. hy-drau-li-cal-ly adv. 水力で, 水压で.
 [L hydraulic-(us), Gk hudraulikos (hydr-+Gk aulós pipe)]
 hydraulic brake 水压ブレーキ.
 hy-drau-li-cian (floor) jack 【機】水压(床)ジャッキ: [jack]
 hydraulic press 水压プレス.
 hydraulic ram 水撃ポンプ.



▲19 世纪末时的 6000t 水压机

的设备进一步普及，用于精密加工的机床，其动力元件有汽油机（内燃机）、柴油机（内燃机）、电动机。

之后，出现了用石油精制润滑油的方法，一下子从“水压”过渡到“液压”。



▲石油精制技术确立了液压时代到来

液压的特点

制造机构或装置时，最先考虑的是用什么作为动力。虽然也有用人力的情况，但现在使用最广泛的动力元件是电动机、内燃机。

也可以说进行机构或装置设计时，常常先确定动力元件。

以电动机或内燃机为动力元件，所得到的动力是旋转运动。必须提高这种旋转运动动力元件的效率，通常高旋转速度很难直接利用。

可利用这种形式的动力元件进行不同种类的“工作”。

除旋转运动之外，也有许多机床进行直线运动。因为建筑机械是用机械代替人力进行工作，并将作用力放大，所以不但进行直线运动，甚至还要进行与人的胳膊动作类似的复杂动作。

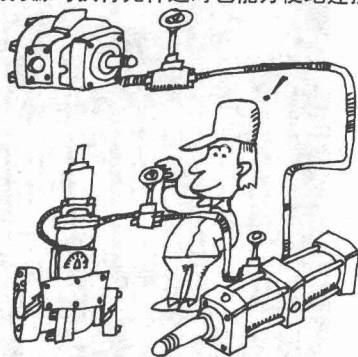
要让机构进行复杂的运动，旋转运动、直线运动的运动速度必须要能自由改变。

动力元件用直流电动机或内燃机时，要改变旋转速度比较简单。

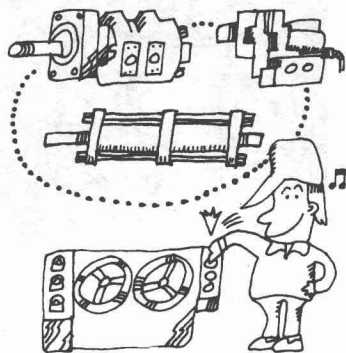
然而，在改变旋转速度

优点

动力源与执行元件远时也能方便地连接



无级变速简单



相同功率装置的重量轻

