

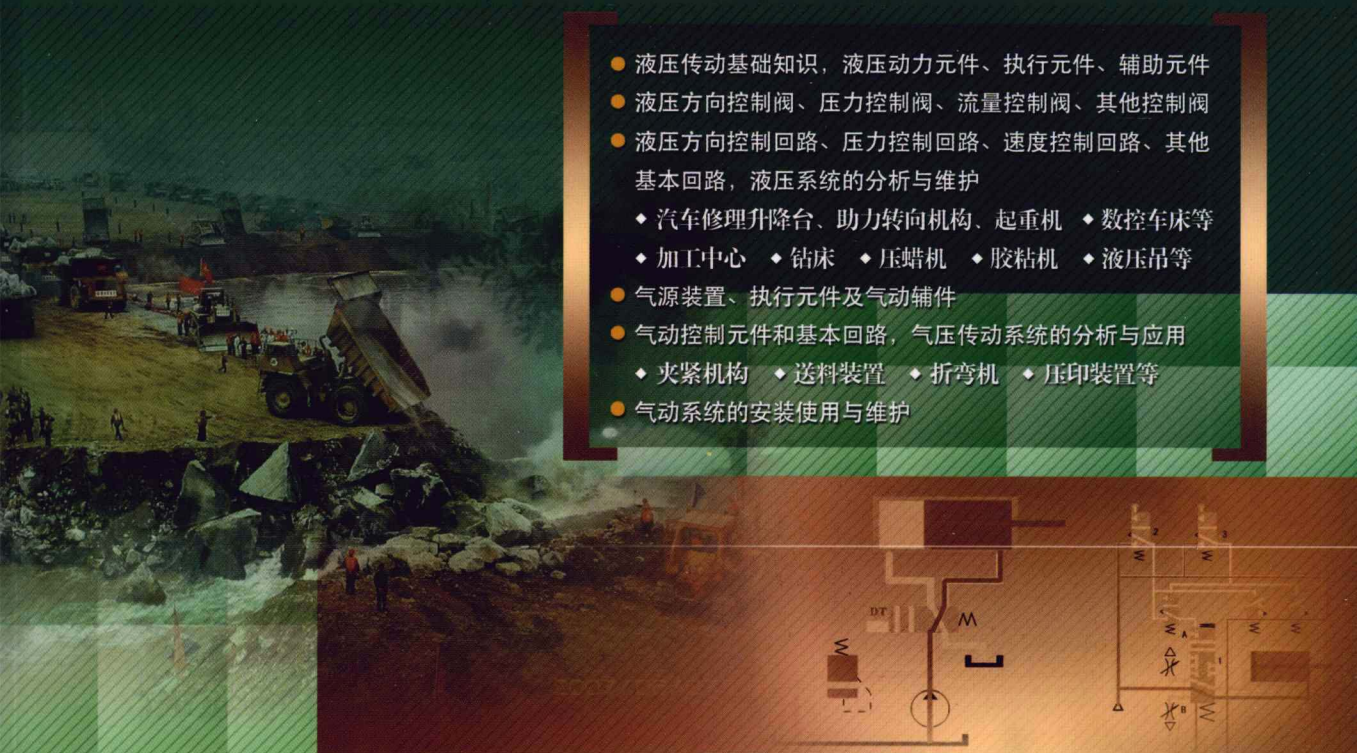


全国高职高专院校规划教材 · 精品与示范系列

液压与气动 应用技术

◎ 徐小东 主编 ◎ 韩京海 王 磊 副主编 ◎ 朱光力 主审

- 液压传动基础知识, 液压动力元件、执行元件、辅助元件
- 液压方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀、其他控制阀
- 液压方向控制回路、压力控制回路、速度控制回路、其他基本回路, 液压系统的分析与维护
 - ◆ 汽车修理升降台、助力转向机构、起重机 ◆ 数控机床等
 - ◆ 加工中心 ◆ 钻床 ◆ 压蜡机 ◆ 胶粘机 ◆ 液压吊等
- 气源装置、执行元件及气动辅件
- 气动控制元件和基本回路, 气压传动系统的分析与应用
 - ◆ 夹紧机构 ◆ 送料装置 ◆ 折弯机 ◆ 压印装置等
- 气动系统的安装使用与维护



- ◆ 选用18个工程项目应用实例作为实训内容, 突出技能训练
- ◆ 设置有职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结, 以方便教学
- ◆ 配有光盘, 提供精美的多媒体课件、习题参考答案和图片素材等



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>





1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

...the
...the
...the
...the
...the
...the

■ 2007年10月1日起实施的《中华人民共和国企业所得税法》
 ■ 2008年1月1日起实施的《中华人民共和国企业所得税法实施条例》
 ■ 2008年1月1日起实施的《中华人民共和国企业所得税法》

100



全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

液压与气动应用技术

徐小东 主编

韩京海 王 磊 副主编

朱光力 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合最新的职业教育教学改革经验,按照以就业为导向、以能力为本位、突出应用能力和综合素质培养的原则进行编写。全书内容包括液压传动和气动技术两部分,共分13章,其中第1~9章为液压传动,第10~13章为气动技术。本书主要论述了液压与气动的基础知识、液压元件、液压基本回路和应用、液压系统的安装和维护、气源装置、气动元件、气动基本回路以及气动系统的应用和维护等。

本书在编写过程中突出“管用、够用、适用”的指导思想,采用理论实践一体化教学法优化课程内容,注重技能训练,选用工程项目应用实例以及新技术和新设备内容,以缩短学校教育与企业工程需要间的距离,提高学生的就业能力。本书配有“职业导航”、“教学导航”、“知识分布网络”和“知识梳理与总结”,便于读者高效率地学习知识与技能。

本书作为高职高专院校机械类专业、机电类专业及自动化类专业的教学用书,也可作为职工大学、成人教育学院、函授大学、电视大学、中职学校等液压与气压传动课程的教材,同时可作为企业工程技术人员的参考书。

本书还配有光盘,提供精美的多媒体课件、习题参考答案和图片素材等,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动应用技术 / 徐小东主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.3

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-07970-2

I. 液… II. 徐… III. ① 液压传动—高等学校: 技术学校—教材 ② 气压传动—高等学校: 技术学校—教材
IV. TH137 TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 024133 号

责任编辑: 陈健德 特约编辑: 王占禄

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 15.75 字数: 403 千字

印 次: 2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 27.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

职业教育 继往开来 (序)

自我国实行对内搞活、对外开放的经济政策以来,各行各业都获得了前所未有的发展。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高,教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说,近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下,高职院校以服务为宗旨、以就业为导向,开展工学结合与校企合作,进行了较大范围的专业建设和课程改革,涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下,逐步加大校内生产性实训比例,引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下,教学以育人为目标,以掌握知识和技能为根本,克服了以学科体系进行教学的缺点和不足,为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

在高职教育新的教学模式下,各院校不断对专业建设和课程设置进行改革,教学改革的成果最终要反映在教学过程中,其中主要的体现形式为教材创新。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社,具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验,有义务、有能力与广大的高职院校密切合作,参与创新职业教育的新方法,共同出版反映最新教学改革成果的新教材,为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而努力。

近期由我们组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”,主要具有以下几个特点。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确,并且具有多年的职业教育教学经验以及工学结合、校企合作经验,能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计,能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础,体现重点突出、实用为主、够用为度的原则,采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例经提炼后进行设置,项目实例较多,应用范围较广,图片数量较大,还引入了一些经验性的公式、表格等,文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性,对全国许多职业教育院校具有较大的适用性,同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点,本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”以及封面的“重点知识介绍”等内容,有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程,也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点,为方便教学过程我们为教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源,各位老师在华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn或www.hxedu.com.cn)注册后可直接下载。

这套新型教材得到了许多高职院校老师的支持和欢迎,为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务,我们热忱欢迎各位职教专家和老师提出建议或新教材编写思路(联系邮箱:chenjd@phei.com.cn),共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

电子工业出版社高等职业教育分社

全国高职高专院校机械类专业课程研究专家组

主任委员:

李 辉 石家庄铁路职业技术学院机电工程系主任

副主任委员:

孙燕华 无锡职业技术学院机械技术学院院长

滕宏春 南京工业职业技术学院机械工程系主任

常务委员 (排名不分先后):

柴增田 承德石油高等专科学校机械工程系主任

钟振龙 湖南铁道职业技术学院机电工程系主任

彭晓兰 九江职业技术学院机械工程系主任

李望云 武汉职业技术学院机电工程学院院长

杨翠明 湖南机电职业技术学院副院长

周玉蓉 重庆工业职业技术学院机械工程学院院长

武友德 四川工程职业技术学院机电工程系主任

任建伟 江苏信息职业技术学院机电工程系主任

许朝山 常州机电职业技术学院机械系主任

王德发 辽宁机电职业技术学院汽车学院院长

陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械工程系主任

窦 凯 番禺职业技术学院机械与电子系主任

杜兰萍 安徽职业技术学院机械工程系主任

林若森 柳州职业技术学院机电工程系主任

李荣兵 徐州工业职业技术学院机电工程系主任

丁学恭 杭州职业技术学院机电工程系主任

郭和伟 湖北职业技术学院机电工程系主任

宋文学 西安航空技术高等专科学校机械工程系主任

皮智谋 湖南工业职业技术学院机械工程系主任

刘茂福 湖南机电职业技术学院机械工程系主任

赵 波 辽宁省交通高等专科学校机械电子工程系主任

孙自力 渤海船舶职业学院机电工程系主任

张群生 广西机电职业技术学院高等职业教育研究室主任

秘书长:

陈健德 电子工业出版社高等职业教育分社高级策划编辑

前 言



本书根据高等职业教育和高等专科教育要求,结合最新的教学改革经验,按照以就业为导向、以能力为本位、突出应用能力和综合素质培养的原则进行编写。全书内容包括液压传动和气动技术两部分,共分13章,其中第1~9章为液压传动,第10~13章为气动技术。本书主要论述了液压与气动的基础知识、液压元件、液压基本回路和应用、液压系统的安装和维护、气源装置、气动元件、气动基本回路以及气动系统的应用和维护等。

本书在编写过程中注重理论联系实际,采用理论实践一体化教学法优化课程内容,较好地处理了理论教学与技能训练的关系,切实突出“管用、够用、适用”的教学指导思想;注重教材的针对性和实用性,尽量编入新技术和新设备内容,配有工程项目应用实例作为操作训练项目,提高学生的学习兴趣,贴近工程实际,以缩短学校教育与企业需要间的距离,更好地满足企业用人的需要,体现高职教育重技能操作的教学特色。

本书配有光盘,提供精美的多媒体教学课件、习题参考答案和图片素材等立体化教学资源,克服以往教材形式的单一性,提高其适用性,满足现代学习者个性化、自主性和实践性的要求,为教学提供整体解决方案,促进优秀教学资源的有机整合与合理运用。

本书图文并茂,通俗易懂,通过18个实训项目强化学员的操作技能。为使学员更直观地认识到教材内容与职业岗位的关系,本书设置了“职业导航”;为更好地引导教师与学员实现教学目标,教材在每章都设置了“教学导航”;为使学员掌握每小节内容的知识与技能要点,本书在正文中都提供了“知识分布网络”;为了帮助学员实现学习目标,教材在每一章的最后均安排了“知识梳理和总结”。

本书由无锡工艺职业技术学院徐小东任主编,南京交通职业技术学院韩京海、南通职业大学王磊任副主编,南通职业大学吴炜、无锡工艺职业技术学院陆新、王维英参加编写。其中绪论、第4~7章由韩京海编写,第1~3章、第10~12章由徐小东编写,第8~9章由王磊编写,第13章由陆新编写,多媒体教学课件、习题及答案由徐小东、吴炜、王维英制作完成,校对工作由王维英完成。本书由深圳职业技术学院朱光力教授担任主审。在编写过程中得到了江苏工学院左健民教授和无锡职业技术学院倪森寿副教授的大力支持和关心指导,在此表示衷心的感谢!

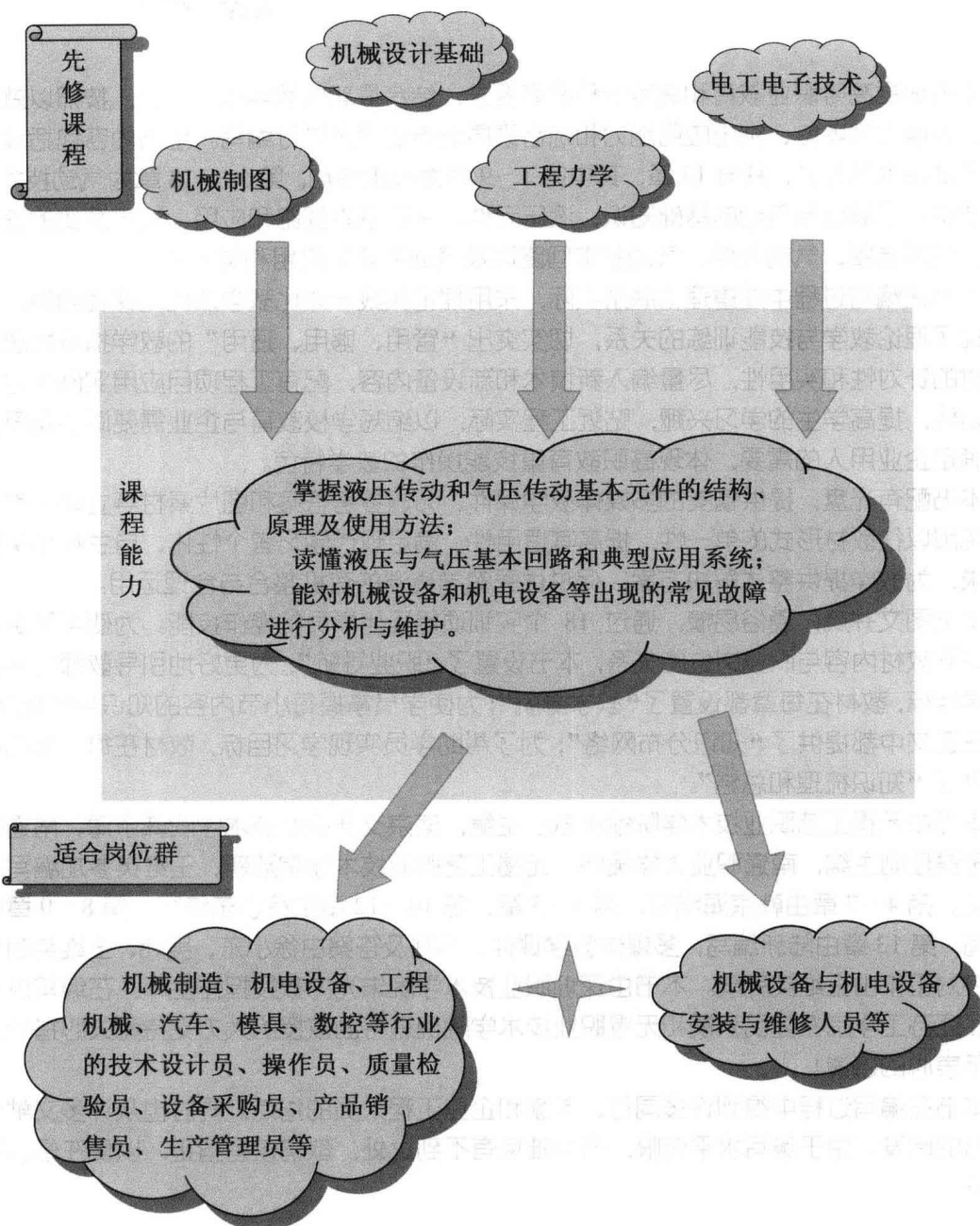
本书在编写过程中得到许多同行、专家和企业工程人员的指点,同时也从许多文献中得到有益的启发。由于编写水平有限,书中难免有不到之处,敬请读者指正,以便在修订时加以完善。

编者

2009年元月



职业导航





绪论	1
0.1 液压与气动技术的研究对象	1
0.2 液压与气压传动的工作原理	1
0.3 液压与气压传动系统的组成	4
0.4 液压与气压传动的优缺点	5
0.5 液压与气压传动的应用和发展	6
知识梳理与总结	6
思考与练习题 0	7
第 1 章 液压传动基础	8
教学导航	8
1.1 液压油	9
1.1.1 液压油的性质	9
1.1.2 液压油的选用	10
1.1.3 液压油的污染和保养	10
1.2 流体静力学	11
1.2.1 液体的静压力及其特性	11
1.2.2 液体静力学方程	11
1.2.3 压力的表示方法及单位	12
1.2.4 帕斯卡原理	13
1.3 液体动力学	13
1.3.1 基本概念	13
1.3.2 连续性方程	14
1.3.3 伯努利方程	15
1.4 管路中液体的压力损失和能量损失	18
1.5 孔口及缝隙液流特性	18
1.6 液压冲击及空穴现象	19
知识梳理与总结	20
思考与练习题 1	21
第 2 章 液压动力元件	25
教学导航	25
2.1 液压泵的工作原理	26

2.2	液压泵的主要性能和参数	26
2.3	液压泵的分类和结构	28
2.3.1	齿轮泵	28
2.3.2	叶片泵	30
2.3.3	柱塞泵	32
2.3.4	液压泵的图形符号	33
2.4	液压泵与电动机参数的选用	33
2.4.1	液压泵类型的选择	34
2.4.2	液压泵大小的选用	34
2.4.3	电动机参数的选择	35
实训 1	汽车修理升降台动力元件的选择和拆装	36
实训 2	加工中心液压系统动力元件的选择和拆装	37
	知识梳理与总结	39
	思考与练习题 2	39
第 3 章	液压执行元件	42
	教学导航	42
3.1	液压缸	43
3.1.1	液压缸的分类	43
3.1.2	液压缸的结构	44
3.1.3	液压缸的参数计算	48
3.1.4	其他液压缸	50
3.2	液压马达	52
3.2.1	液压马达的分类	52
3.2.2	液压马达的工作原理和图形符号	53
3.2.3	液压马达的参数计算	53
3.2.4	液压马达在结构上与液压泵的差异	54
实训 3	压蜡机执行元件的选择和分析	54
实训 4	汽车助力转向机构执行元件的选择和分析	55
	知识梳理与总结	56
	思考与练习题 3	56
第 4 章	液压方向控制阀和方向控制回路	59
	教学导航	59
4.1	方向控制阀	60
4.1.1	单向阀	60
4.1.2	换向阀	62
4.2	方向控制回路	69
4.2.1	换向回路	70
4.2.2	锁紧回路	72

实训 5 汽车助力转向机构液压控制回路	73
实训 6 汽车起重机支腿的控制回路	74
知识梳理与总结	76
思考与练习题 4	76
第 5 章 液压压力控制阀和压力控制回路	78
教学导航	78
5.1 压力控制阀	79
5.1.1 溢流阀	79
5.1.2 减压阀	81
5.1.3 顺序阀	83
5.1.4 压力继电器	84
5.2 压力控制回路	86
5.2.1 调压回路	86
5.2.2 卸荷回路	88
5.2.3 保压回路	89
5.2.4 增压回路	91
5.2.5 减压回路	92
5.2.6 平衡回路	93
实训 7 胶粘机液压回路的设计	94
实训 8 液压钻床液压回路的设计	96
知识梳理与总结	98
思考与练习题 5	99
第 6 章 液压流量控制阀和速度控制回路	104
教学导航	104
6.1 流量控制阀	105
6.1.1 流量控制阀的特性	105
6.1.2 节流阀的结构及特点	106
6.1.3 调速阀的工作原理	107
6.2 速度控制回路	108
6.2.1 调速回路	108
6.2.2 快速运动回路	115
6.2.3 速度换接回路	118
实训 9 液压吊的速度控制	120
实训 10 注塑机启闭模速度控制	121
知识梳理与总结	122
思考与练习题 6	123

第 7 章 液压其他控制阀和其他基本回路	126
教学导航	126
7.1 比例阀、插装阀和叠加阀	127
7.1.1 比例阀	127
7.1.2 插装阀	129
7.1.3 叠加阀	132
7.2 多缸工作控制回路	134
7.2.1 顺序动作回路	134
7.2.2 同步回路	137
7.2.3 互不干扰回路	139
7.3 其他基本回路	140
实训 11 自动装配机的控制回路	142
实训 12 自动车床多缸控制回路	144
知识梳理与总结	145
思考与练习题 7	145
第 8 章 液压辅助元件	147
教学导航	147
8.1 蓄能器	148
8.1.1 蓄能器的类型与结构	148
8.1.2 蓄能器的功能	149
8.1.3 蓄能器的安装	149
8.2 滤油器	150
8.2.1 滤油器的功能和类型	150
8.2.2 滤油器的选用和安装	151
8.3 油箱	152
8.3.1 油箱的功能和结构	153
8.3.2 设计油箱注意事项	153
8.4 管路和管接头	154
8.5 密封装置	156
知识梳理与总结	159
思考与练习题 8	160
第 9 章 液压系统的分析与维护	162
教学导航	162
9.1 机械手液压传动系统分析	163
9.2 多缸顺序专用铣床液压传动系统分析	164
9.3 液压系统故障诊断的方法和步骤	166
9.4 液压系统的清洗	167
实训 13 动力滑台液压系统分析	168

实训 14 数控车床的使用、维护及保养	169
知识梳理与总结	171
思考与练习题 9	171
第 10 章 气源装置、气动辅件及执行元件	174
教学导航	174
10.1 气源装置及气动辅件	175
10.1.1 空气压缩机	176
10.1.2 压缩空气净化设备	177
10.1.3 管道系统	180
10.1.4 气动三联件	180
10.2 气动执行元件	183
10.2.1 气缸	183
10.2.2 气动马达	186
实训 15 气动夹紧机构执行元件的选择	186
知识梳理与总结	187
思考与练习题 10	188
第 11 章 气动控制元件和基本回路	190
教学导航	190
11.1 气动控制元件	191
11.1.1 方向控制阀	191
11.1.2 压力控制阀	194
11.1.3 流量控制阀	194
11.2 换向回路	195
11.2.1 单作用气缸换向回路	195
11.2.2 双作用气缸换向回路	195
11.3 压力控制回路	196
11.3.1 一次压力控制回路	196
11.3.2 二次压力控制回路	196
11.4 速度控制回路	197
11.4.1 单作用气缸速度控制回路	197
11.4.2 双作用气缸速度控制回路	197
11.4.3 快速往复运动回路	199
11.4.4 速度换接回路	199
11.4.5 缓冲回路	199
11.5 其他基本回路	200
11.5.1 气液联动回路	200
11.5.2 计数回路	202
11.5.3 延时回路	202
11.5.4 安全保护回路	203

11.5.5 双手操作回路	204
11.5.6 顺序动作回路	204
实训 16 送料装置的控制系统设计	206
知识梳理与总结	208
思考与练习题 11	208
第 12 章 气压传动系统的分析与应用	210
教学导航	210
12.1 气动回路基础	211
12.1.1 气动回路的符号表示法	211
12.1.2 回路图内元件的命名和编号	212
12.1.3 执行元件动作顺序的表示方法	213
12.2 气动系统应用实例	214
12.2.1 气液动力滑台气压传动系统	215
12.2.2 铣床夹具夹紧机构气压传动系统	216
12.2.3 客车车门气压传动系统	216
12.2.4 垃圾集装压实机气压传动系统	217
12.2.5 卧式加工中心气动换刀系统	218
实训 17 折弯机气动系统	220
知识梳理与总结	223
思考与练习题 12	223
第 13 章 气动系统的安装、使用与维护	225
教学导航	225
13.1 气动系统的安装与调试	226
13.1.1 气动系统的安装	226
13.1.2 气动系统的调试	226
13.2 气动系统的使用和维护	226
13.2.1 气动系统使用的注意事项	226
13.2.2 压缩空气的污染及防止方法	227
13.2.3 气动系统的日常维护	227
13.2.4 气动系统的定期检修	228
13.3 气动系统的故障诊断方法	228
13.3.1 经验法	228
13.3.2 推理分析法	229
实训 18 压印装置控制系统的维护	229
知识梳理与总结	232
思考与练习题 13	232
附录 A 常用液压与气动元件图形符号 (GB/T 786.1—1993)	234



绪 论

0.1 液压与气动技术的研究对象

液压与气动技术是自动控制领域的一门重要学科。从世界第一台水压机诞生开始，它的发展已有二三百年的历史。特别是近年来，随着机电一体化技术的发展，液压与气压传动技术向更广阔的领域深入，已经成为一门包括传动、控制和检测在内的完整的自动控制技术。它是实现工业自动化的一种重要手段，具有广阔的发展前景。

液压与气压传动是以流体（压缩液体或压缩空气）为工作介质进行能量传递和控制的一种传动形式。利用多种元件组成不同功能的基本回路，再由若干个基本回路有机地组合成能完成一定控制功能的传动系统来进行能量的传递、转换和控制，以满足机电设备对各种运动和动力的要求。

液体传动：以液体为工作介质来传递动力（能量）。包括液压传动和液力传动。其中液压传动主要以液体压力能来传递动力；液力传动主要以液体动能来传递动力。

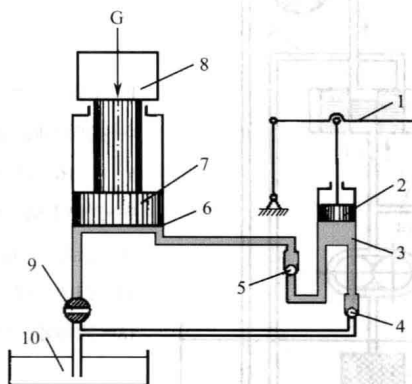
气压传动：主要以压缩空气的压力能来传递动力。

0.2 液压与气压传动的工作原理

1. 液压传动的工作原理

1) 液压千斤顶

讨论液压传动的工作原理可以从最简单的液压千斤顶入手，图 0-1 表示了液压千斤顶的工作原理。液压千斤顶由手动液压泵和举升液压缸两部分构成。由大缸体 6、大活塞 7 和卸油阀 9 组成举升液压缸。由杠杆 1、小活塞 2、小缸体 3、单向阀 4 和 5 等组成手动液压泵。另外还有油箱 10 和重物 8。



1—杠杆；2—小活塞；3—小缸体；4、5—单向阀；6—大缸体；
7—大活塞；8—重物；9—卸油阀；10—油箱

图 0-1 液压千斤顶的工作原理



工作时,先提起杠杆1使小活塞2向上移动,小活塞下端油腔容积增大,形成局部真空,这时单向阀5将所在油路关闭。而油箱10中的油液则在大气压力的作用下,推开单向阀4的钢球,沿吸油孔道进入并充满小缸体3的下腔,完成一次吸油动作。接着用力压下杠杆1,小活塞2下移,小缸体3下腔的密闭容积减小,其腔内压力升高,单向阀4关闭,阻断了油液流回油箱的通路,并使单向阀5的钢球受到一个向上的作用力,当这个作用力大于大缸体6下腔对它的作用力时,钢球被推开,油液便进入大缸体6的下腔(卸油阀9处于关闭状态),推动大活塞7向上移动,顶起重物8。反复提压杠杆1,就能不断地把油液压入举升液压缸下腔,使重物逐渐地升起。将卸油阀9转动 90° ,大缸体6的下腔与油箱连通,大活塞7在重物8的推动下下移,下腔的油液通过卸油阀9流回油箱10。

由液压千斤顶的工作过程可知:小液压缸与单向阀4和5一起完成吸油与压油,将杠杆的机械能转换成油液的压力能输出,称为(手动)液压泵。大液压缸将油液的压力能转换为机械能输出,顶起重物,称为执行元件(液压缸)。大、小液压缸组成了最简单的液压系统,实现了运动和动力的传递。

2) 机床工作台液压传动系统

如图0-2(a)所示为机床工作台液压传动系统的结构原理,它由油箱、滤油器、液压泵、溢流阀、开停阀、节流阀、换向阀、液压缸以及连接这些元件的油管、接头组成。

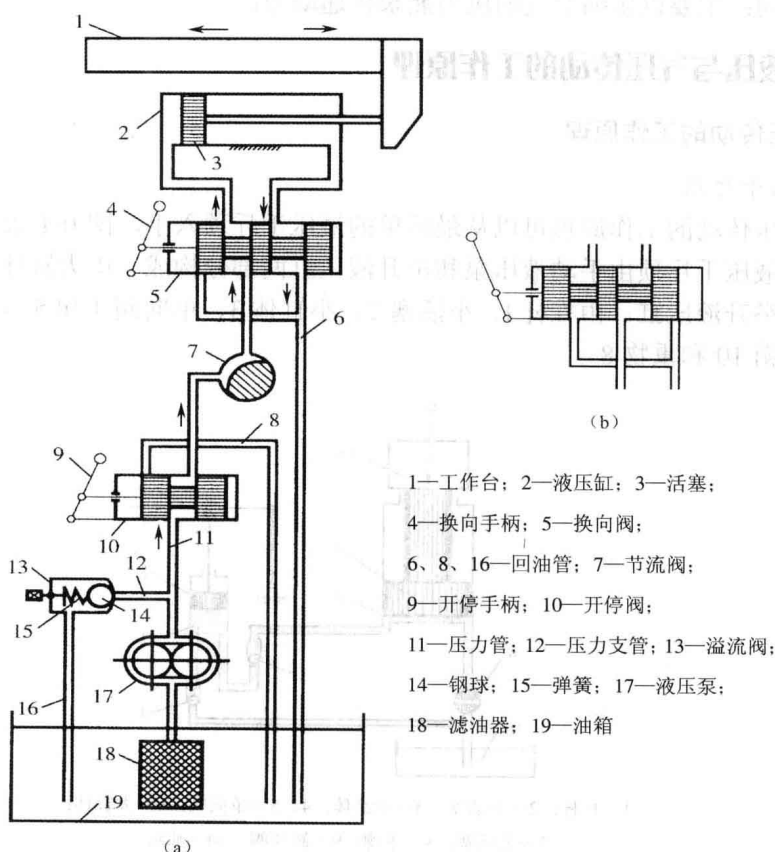


图 0-2 机床工作台液压传动系统的结构原理

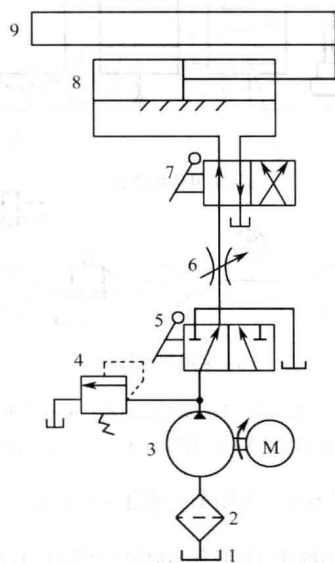


该系统的工作原理是：液压泵由电动机驱动后，从油箱中吸油，油液经滤油器进入液压泵，由泵腔的低压侧吸入，从泵的高压侧输出，在图 0-2（a）所示状态下，通过开停阀、节流阀、换向阀进入液压缸左腔，压力油推动活塞连同工作台向右移动。这时，液压缸右腔的油经换向阀和回油管 6 排回油箱。

如果将换向阀手柄转换成图 0-2（b）所示状态，则压力管中的油将经过开停阀、节流阀和换向阀进入液压缸右腔，压力油推动活塞连同工作台向左移动，并使液压缸左腔的油经换向阀和回油管 6 排回油箱。

工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。当节流阀开大时，进入液压缸的油量增多，工作台的移动速度增大；当节流阀关小时，进入液压缸的油量减小，工作台的移动速度减小。为了克服移动工作台时所受到的各种阻力，液压缸必须产生一个足够大的推力，这个推力是由液压缸中的油液压力所提供的。要克服的阻力越大，缸中的油液压力越高；反之压力就越低。这种现象正说明了液压传动的一个基本原理，即压力取决于负载。

如图 0-2（a）所示的液压系统是一种半结构式的工作原理，它有直观性强、容易理解的优点，当液压系统发生故障时，根据原理图检查十分方便，但其图形比较复杂，绘制比较麻烦。目前各国均采用元件的图形符号来绘制液压和气压系统图。这些符号只表示元件的功能和连接通路，而不表示其结构和性能参数。目前我国制订的液压与气压系统图采用 GB/T 786.1—1993 所规定的图形符号绘制。如图 0-3 所示为采用图形符号绘制的机床工作台液压传动系统的结构原理。



1—油箱；2—滤油器；3—液压泵；4—溢流阀；5—开停阀；6—节流阀；7—换向阀；8—液压缸；9—工作台

图 0-3 采用图形符号绘制的机床工作台液压传动系统的结构原理

2. 气压传动的工作原理

如图 0-4（a）所示为气动剪切机的结构原理，图示位置为剪切前的情况。空气压缩机 1 产生的压缩空气经冷却器 2、分水过滤器 3、贮气罐 4、空气过滤器 5、减压阀 6、油雾器 7 到达换向阀 9，部分气体经节流通路 a 进入换向阀 9 的下腔 A，使上腔弹簧压缩，换向阀